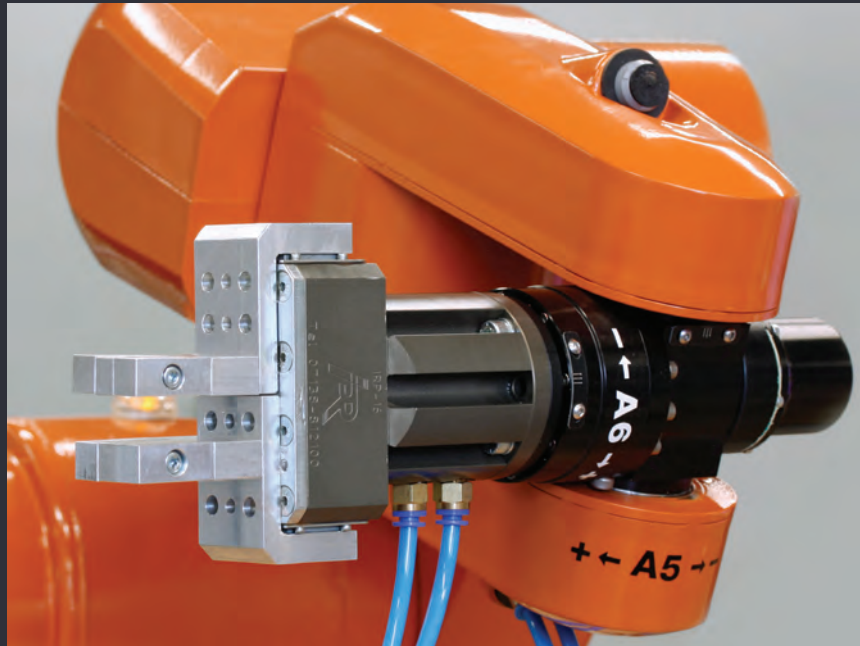
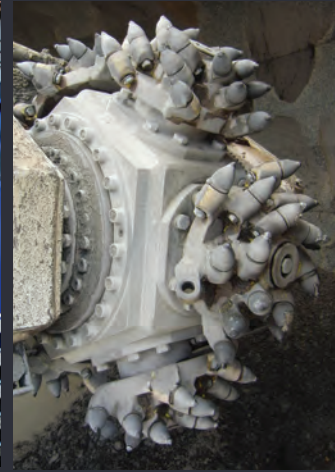
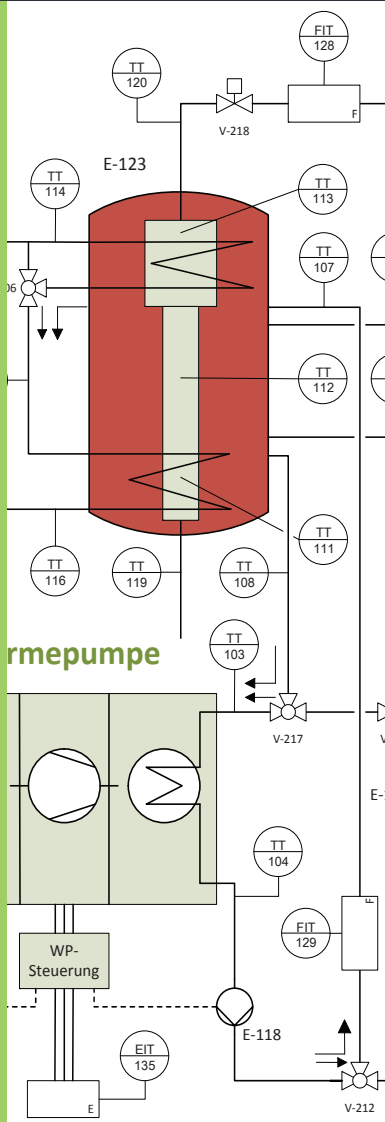


Institut für Automation

Tätigkeitsbericht 2011
www.fhnw.ch/technik/ia



Editorial

Geschätzte Leserin, geschätzter Leser

Wir freuen uns, Ihnen im vorliegenden Tätigkeitsbericht aus Unterricht und Projekten des vergangenen Jahres berichten zu können. Das über zwanzigköpfige Team erbrachte im Berichtsjahr seine vielfältigen Leistungen im Rahmen des vierfachen Leistungsauftrages. Neben der Lehre in Aus- und Weiterbildung durften wir in Zusammenarbeit mit der Industrie Forschungsprojekte und Dienstleistungsaufträge durchführen.

Auf den folgenden Seiten finden Sie einen Querschnitt über die Tätigkeit des Instituts für Automation, welcher einen Bogen von energieeffizienter Gebäudeautomation über die intelligente Mischung von Mehlen, das Erkennen von Linien für Heimwerkeranwendungen bis zur Regelung von Lokomotivantrieben oder der Simulation von Weltraumbedingungen spannt. Die angewandte Forschung erlaubt es uns, Innovationen gemeinsam mit Industriepartnern zu entwickeln und damit insbesondere unsere Masterstudierenden praxisorientiert zu hervorragenden Fachleuten auszubilden.

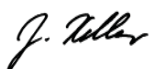
Neben den Industrieprojekten finden Sie nachstehend ausgewählte, durch das Institut organisierte Veranstaltungen wie zum Beispiel die First Lego League TM oder Realtec, welche den Ingenieurwachstum mit grossem Erfolg ansprechen.

Im Rahmen der Ausbildung durfte das Institut für Automation den Unterricht in den Studiengängen Systemtechnik, Wirtschaftsingenieurwesen, Elektro- und Informationstechnik und neu auch im Studiengang Energie- und Umwelttechnik wahrnehmen. Das bewährte Weiterbildungsangebot MAS Automationsmanagement wird im laufenden Jahr mit einem neuen Jahrgang Studierender starten.

Im Berichtsjahr hat Prof. Niklaus Degunda nach vierjähriger, erfolgreicher Tätigkeit die Institutsleitung an Prof. Dr. Roland Anderegg übergeben. In grosser Dankbarkeit hoffen wir, dass uns Prof. Degunda auch künftig dann und wann mit Rat und Tat zur Seite stehen wird.

Damit wünschen wir Ihnen eine spannende Lektüre und freuen uns auf Ihre Kontaktaufnahme bei Automationsaufgaben aller Art, gerne lösen wir mit Ihnen gemeinsam Ihre Problemstellungen und bilden dabei unsere Studierenden praxisnah aus.

Freundlichst



J. P. Keller



R. Anderegg

Inhalt

| | |
|--|----|
| Robotergestützte Schleiftechnik | 5 |
| Neue Komponenten an der BACnet-Multivendoranlage | 7 |
| Energieeffiziente dynamische Bodenverdichter | 9 |
| Wireless Motor | 13 |
| Den Weltraum auf die Erde holen | 15 |
| Konzepte zur Implementierung der Liniendetektion zu EAGLE | 17 |
| First™ Lego® League | 20 |
| Praktischer Technikunterricht bei Real-Tec in Niedergösgen | 22 |
| Optimale Mischung von Mehlen | 24 |
| Neuartige Gesteinsfräse | 27 |
| Traktionskontrolle für eine zweiachsige Rangierlokomotive | 33 |
| Aufbau eines Wärmepumpen- und Solarprüfstandes | 35 |
| Modellbasierte Regelstruktur für elektrische Rollstühle | 38 |
| Optimierung Fahrstrategie Solarmobil | 40 |
| Studierendenprojekte und Bachelor Theses | 42 |
| Master of Science in Engineering (MSE) | 43 |

Impressum

Herausgeber:

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW

Hochschule für Technik

Institut für Automation

Steinackerstrasse 5

CH-5210 Windisch

www.fhnw.ch/technik/ia

Tel +41 56 462 44 11

Kontakt:

Silvia Rüegger

info.ia.technik@fhnw.ch

Tel +41 56 462 46 11

Fax +41 56 462 44 15

Redaktion:

Rolf Isler / Silvia Rüegger / Sascha Runser

Beratung: Jadwiga Gabrys

Erscheinungsweise: jährlich

Druck: xline AG, Brugg

Auflage: 500 Expl.

Robotergestützte Schleiftechnik

Das Institut für Automation untersucht in Zusammenarbeit mit der Fa. KWC AG die Schwierigkeiten beim robotergestützten Bandschleifen von komplexen Freiformgeometrien. Der Fokus erster Analysen ist die Reduktion der Einrichtzeit bei der bestehenden Anlage durch eine Add-On-Lösung. Im Weiteren werden umfangreichere Fertigungsprozessinnovationen auf diesem Gebiet anvisiert.

Max Edelmann, BSc Systemtechnik | max.edelmann@fhnw.ch

Ausgangslage

Die Firma KWC AG in Unterkulm ist ein führendes Unternehmen für die Entwicklung und Herstellung von Armaturen für Küche und Bad. Die Armaturen werden in Unterkulm produziert, die Fertigungsmethoden sind Kernkompetenzen der Firma KWC AG.

Bei der Armaturenherstellung spielt der Schleif- und Polierprozess eine Schlüsselrolle, da bei diesem Arbeitsschritt zum einen die korrekten Ausenabmessungen einer Armatur erreicht werden müssen und zum anderen die Oberfläche höchsten Ansprüchen genügen muss. Dieses Ziel muss selbst bei grossen Toleranzen der Rohteile erreicht werden. Dafür muss bei jeder zu fertigenden Serie der Roboter aufwendig eingerichtet werden, damit eine zufriedenstellende Oberfläche erreicht werden kann. Die Stückzahlen der einzelnen Serien werden stetig verringert wobei der Einrichtaufwand gleich bleibt.

Somit kann der Einrichtprozess der Schleifzelle die Rentabilität des Produktes massiv reduzieren.



Abbildung 1: Roboterschleifzelle zur Produktion von Armaturen bei KWC AG

Analyse des bisherigen Schleifprozesses

Im Rahmen von zwei Bachelor-Thesen konnte der gesamte Bearbeitungsprozess bis zur polierten Armatur analysiert werden und somit Aktuator- und Sensorkonzepte zum komfortableren Bearbeiten mit Industrierobotern entwickelt werden.

Aus verschiedenen Messreihen an den Halbfabrikaten und den Bearbeitungsprozessen konnten Daten gewonnen werden, um die Ist-Situation genauer zu beurteilen. Die neuen Erkenntnisse bilden die Grundlage für weitere Forschungsarbeiten und Verbesserungen der bestehenden Produktionsmethode. Im Fokus stehen modernere Sensoren & Aktuatoren für den Roboterflansch, sowie die konkreten Einflüsse der verschiedenen Störgrössen, im Produktionsprozess mit der Qualität des Schleifergebnisses zu korrelieren.

Reduktion der Einrichtzeiten als Add-On-Lösung

Um die Einrichtzeit zu verkürzen, konnten verschiedene Lösungskonzepte entwickelt und auf ihre Tauglichkeit hin beurteilt werden.

Die umzusetzende Lösung sieht vor, dass die alten Anlagen durch Aufrüstung mit einem Kraftsensor dem Einrichter einige Arbeitsschritte abnehmen und somit die Einrichtzeit verkürzen. Die Lösung ist so aufgebaut, dass sie ohne grosse Hindernisse auf andere Roboterschleifzellen implementiert werden kann. Als Ergebnis ist zu erwarten, dass selbst automatische Schleifzellen aus dem Jahre 98 weiterhin mit den heutigen Anforderungen rentabel bleiben.

Weiteres Vorgehen

Die wissenschaftlichen Recherchen zum Thema Schleifen von Freiformgeometrien mit Industrierobotern und Bandschleifmaschinen haben gezeigt, dass auf diesem Gebiet seit einigen Jahren intensiv geforscht wird. Diverse industrielle Anwendungen finden sich in der Produktion von Turbinenschaufeln, Armaturen, Luxusgütern wie Schmuck sowie zur Herstellung von Implantaten für die Medizintechnik. Die bisherige Zusammenarbeit von KWC AG mit dem Institut für Automation hat Forschungs- und Entwicklungspotential in diesem Bereich zutage gebracht. Ein konkretes Innovationsvorhaben wird von der Kommission für Technologie und Innovation gefördert und soll neue Erkenntnisse auf diesem spannenden Gebiet hervorbringen.

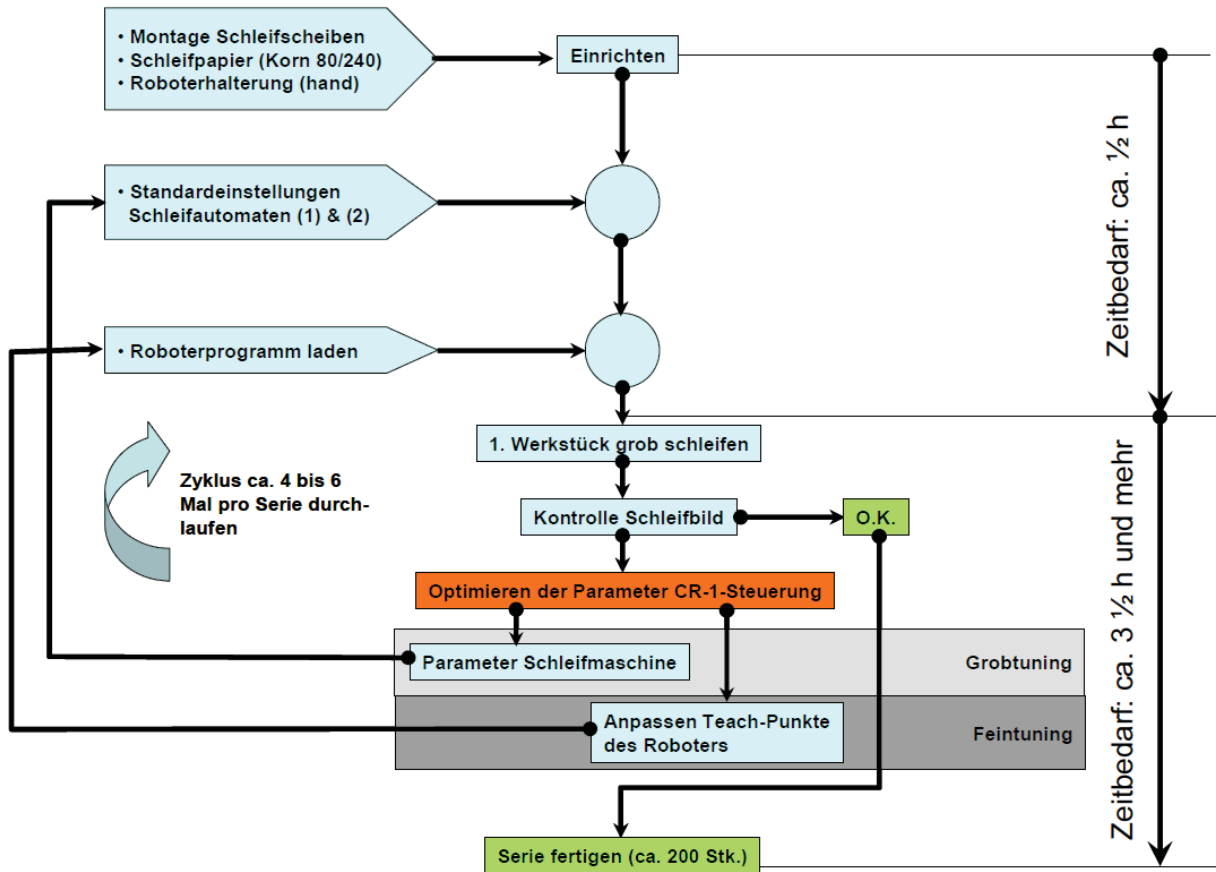


Abbildung 2: Schema des Einrichtprozesses

Referenzen

- [1] Bachelor-Thesis: 4279-S; Pascal Keller, BSc Systemtechnik; Frühlingssemester 2011 Studiengang Systemtechnik
- [2] Bachelor-Thesis: 4280-S; Patrick Hunziker, BSc Systemtechnik; Frühlingssemester 2011; Studiengang Systemtechnik

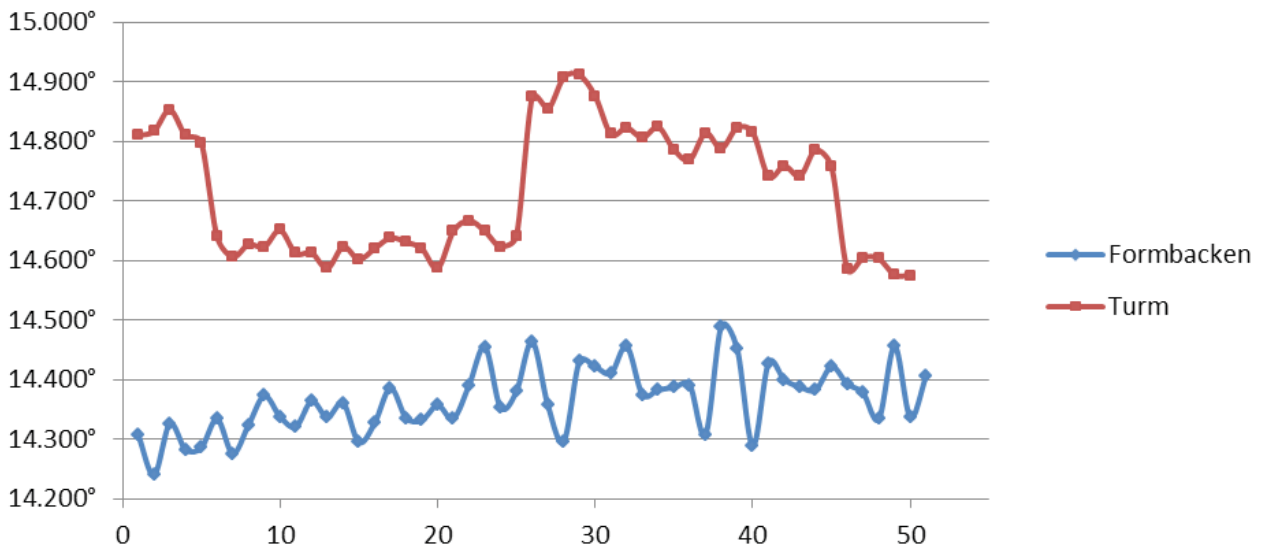


Abbildung 3: Messwerte des Auslaufwinkels mit Referenz zur Achslage der Innenbearbeitung aus [1]

Neue Komponenten an der BACnet-Multivendoranlage

Die Gebäudeautomation gewinnt in einer Zeit, in der der sorgfältige Umgang mit Energie und Ressourcen immer wichtiger wird, zunehmend an Bedeutung. Die Kommunikation unter den Geräten verschiedener Hersteller ist dabei wichtig, weil sie ein Zusammenwirken der unterschiedlichen Systeme (Interoperabilität) und eine vollständige, gewerkeübergreifende Information des Anlagen-Betreibers, sei das der Endkunde, sei das ein Facility-Manager, ermöglicht. Der weltweit erfolgreiche BACnet-Standard bietet dazu die besten Voraussetzungen. Die BACnet-Anlage an der FHNW zeigt eindrücklich, wie die Geräte unterschiedlicher Hersteller zusammenwirken können.

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

Beckhoff spricht jetzt auch BACnet

Dieses Jahr wurde von Beckhoff das BACnet-Supplement eingeführt. Wir hatten die Möglichkeit, vorzeitig eine Steuerung CX5020, die wir auch im Steuerungstechnik-Labor für die Studierenden-Ausbildung einsetzen, an der Multivendor-Anlage zu testen. Abb. 1 zeigt die Steuerung mit den Input-/Output-Modulen.



Abbildung 1: Der Laboraufbau mit der Beckhoff-SPS

Der Beckhoff-Controller wurde als Server konfiguriert und lässt sich damit von jeder BACnet Operator Workstation (OWS) bedienen. Ebenfalls stehen die Informationen bei Bedarf auch anderen BACnet-Geräten zur Verfügung.

Zum Test der peer-to-peer-Kommunikation wurde ein Sauter Controller verwendet. Dazu musste beim Beckhoff-Controller ein Client konfiguriert werden. Beispiel einer Interaktion: Eine Schalterbetätigung beim Beckhoff-Controller schaltet beim Sauter-Controller eine LED und umgekehrt. Oder der Controller der Lüftungsregelung meldet dem Heizungs-Controller den Wärmebedarf.

Die peer-to-peer-Kommunikation mit dem Sauter-Novasim-Controller funktionierte bestens, nachdem einige grundsätzliche Hürden genommen waren.

PCD3 von Saia mit Web-Panel

Eine PCD3 von Saia läuft schon lange Zeit zuverlässig in unserer Anlage und fungiert als Gateway zum MP-Bus von Belimo. Jetzt durften wir eine

neue PCD3 entgegennehmen. Darauf läuft eine Lüftungsanlage mit Heizen und Kühlen. Die Anlage wird simuliert nach unseren Vorgaben. Saia hat das von uns erstellte MATLAB-Programm umgesetzt. Zur Bedienung steht ein Web-Panel zur Verfügung, auf dem die automatisch erstellte grafische Darstellung einen Überblick und einen einfachen Einstieg in die Bedienung erlaubt. Über die Inputs-/Outputs der PCD3 können Störungen simuliert und Prozessgrößen angezeigt werden.



Abbildung 2: Saia PCD3 mit Web Panel

Modu525 von Sauter

Auch Sauter hat ein neues Sortiment von HLK-Controllern auf den Markt gebracht und uns ein Exemplar einer BACnet-fähigen Automationsstation überlassen (Abb. 3).

Mit diesen Komponenten ist unsere Multivendoranlage wieder auf neuestem Stand und bestens geeignet für die Ausbildung von Studierenden und externen Teilnehmern des BACnet-Kurses. Für die grosszügige Unterstützung durch die erwähnten Firmen sei an dieser Stelle nochmals herzlich gedankt.

Die BACnet-Anlage als Testumgebung für Neuentwicklungen

Die BACnet-Anlage wurde auch dieses Jahr wieder von einem Kunden zum Testen einer Neuentwicklung genutzt. Geschätzt wurde dabei die Tatsache, dass auch Geräte aus der Pionierzeit von BACnet mit alten Protokoll-Versionen im Einsatz sind. Dies ist für den Test der Rückwärtskompatibilität von Nutzen.



Abbildung 3: Die neue Sauter Automationsstation mit BACnet/IP und Webserver

n|w Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik



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 2012

Infoabende 2012

- Mi, 25. Januar 2012
- Mo, 25. Juni 2012
- Mi, 29. August 2012
- Mo, 5. November 2012 (Basel)

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
www.masam.ch

www.masam.ch

Energieeffiziente dynamische Bodenverdichter

Die Energieeffizienz dynamischer Bodenverdichter wird gesteigert, indem die pro Schwingungsperiode in den Boden transmittierte Verdichtungskraft maximiert wird. In der Folge kann das notwendige statische Eigengewicht einer Strassenwalze oder einer Vibrationsplatte verringert werden, was zu kleineren Antriebsleistungen und damit zur Steigerung der Energieeffizienz führt! Da der Prozess gesamthaft nichtlinear ist und chaotische Schwingungen resultieren können, muss mit Hilfe von Regelungstechnik die Stabilität der Maschinendynamik sichergestellt werden.

Prof. Dr. Roland Anderegg | roland.anderegg@fhnw.ch

Zielsetzungen der energieeffizienten Bodenverdichtung

Zwei Grundaufgaben kennzeichnen Strassen- und Erdverdichtungsgeräte: 1. Die Verdichtung granularer Medien, z. B. Bodenmaterial wie Kies oder bindige Materialien wie z. B. Asphalt, 2. Die Fortbewegung des Verdichtungswerkzeugs, also der Fahrtrieb samt zugehöriger Lenkung. Rund 30% der Motorenleistung heutiger Geräte fliesst in den Verdichtungsprozess, 70% werden für die Fortbewegung benötigt. Dabei ist der Energiebedarf der Fortbewegung direkt proportional zum Maschinengesamtgewicht.

Zielsetzung des Entwicklungsprojekts mit dem Industriepartner Ammann AG in Langenthal, unterstützt von der KTI (Kommission für Innovation und Technologie), ist es, durch ein vermindertes Maschinengewicht bei gleichbleibender Verdichtungsleistung den Energiebedarf eines Verdichtungsgerätes massiv (mindestens um 50 %) zu senken. Die Abb. 1 zeigt diese Hauptzielsetzung anhand des Ersatzes eines Walzenzugs durch drei Vibrationsplatten.

Die grosse Herausforderung der skizzierten Zielsetzung besteht darin, die dynamisch erzeugte Verdichtungskraft im nichtlinearen Gesamtsystem Maschine-Boden so in den Untergrund zu leiten,

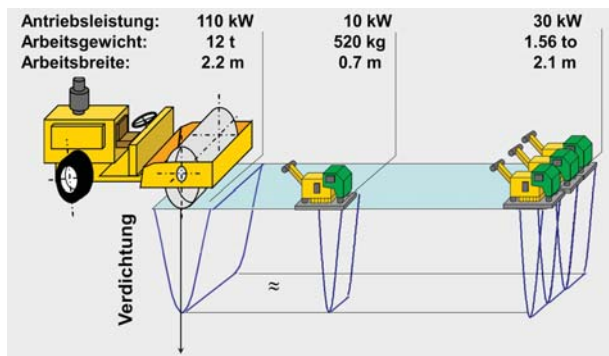


Abbildung 1: Hauptzielsetzung der energieeffizienten, dynamischen Bodenverdichtung: kleinere Maschinen bei gleicher Verdichtungsleistung, d. h. geringerer Energiebedarf dank besserer Nutzung der dynamisch erzeugten Erregerkräfte. Mit Hilfe der nichtlinearen Dynamik soll das Maschinengewicht von heute 12 auf 2 bis 3 t reduziert, der Energiebedarf um 50-70% reduziert werden. Der Energieverbrauch ist primär eine Funktion des Maschinengewichts, nicht der Verdichtungsleistung, d. h. das Potential für eine Verdichtungs-effizienzsteigerung ist sehr hoch!

dass der Verdichtungsprozess stabil abläuft. Die Maximierung der dynamischen Bodenkontaktkräfte schafft die Voraussetzungen, um das statische Eigengewicht des Verdichtungsgerätes und damit dessen Energieverbrauch zu senken.

Energieeffizienz dank Nutzung nichtlinearer Schwingungen

In der Abb. 2 wird gezeigt, wie die Bodenverdichtungskräfte mit Hilfe rotierender Unwuchten von dynamischen Bodenverdichtern erzeugt werden. Diese dynamischen Kräfte versetzen das Walzenrad, die so genannte Bandage, in Schwingungen, welche ihrerseits wiederum das Verdichtungsgut dynamisch anregen und verdichten. Je höher die dynamischen Kräfte im Boden, umso höher der erreichte Verdichtungseffekt. Verdichtung granularer Medien heisst, das Granulat so umzulagern, dass der Hohlraum zwischen den Körnern minimiert und dadurch die mechanische Tragfähigkeit des Bodens maximiert wird.

Die Analyse der Maschinendynamik, insbesondere der Maschinen-Boden-Interaktion, ist die Basis, auf welcher der Energietransfer zwischen Maschine und Verdichtungsgut optimiert werden kann. Diese Optimierung erlaubt die angestrebte Gewichtsreduktion und damit eine nachhaltige Verdichtung.

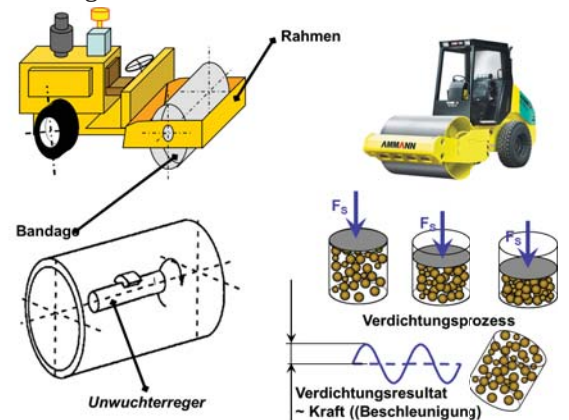


Abbildung 2: Grundprinzip der dynamischen Bodenverdichtung, die rotierende Unwucht im Innern des Walzenrads (Bandage) erzeugt Schwingungsamplituden von 1 bis 2 mm mit Frequenzen zwischen 25 und 50 Hz. Je geringer das Maschinengewicht, bzw. die schwingende Masse, umso höher die Anregungsfrequenzen und umso geringer die Schwingungsamplituden.

Abb. 3 zeigt das analytische Modell, welches die Dynamik der Maschinen-Boden-Interaktion beschreibt. Die Walze ist als Zweimassenschwinger modelliert, dessen Bandagenmasse durch eine periodische Erregerkraft angeregt wird. Dieser Zweimassenschwinger steht mit dem als Feder und Dämpfer modellierten Boden in Kontakt. Zwischen dem Maschinenmodell und dem Boden besteht eine einseitige Bindung, welche Druck- aber keine Zugkräfte überträgt, statt dessen verliert das Walzenrad den Kontakt zur Unterlage. Im analytischen Modell wird dieser Sachverhalt durch eine Schaltbedingung abgebildet.

Das System Maschine-Boden reagiert nichtlinear, da der periodische Kontaktverlust zwischen erregter Masse, Feder und Dämpfer des Bodens zu stark nichtlinearem Systemverhalten führt. Zuerst bilden sich Oberwellen mit ganzzahligen Vielfachen der Anregungsfrequenz der rotierenden Unwucht. Bei weiterer Zunahme der Nichtlinearität durch höhere Exzentrizitäten des Erregers oder der Steifigkeit des Bodens als Folge der Verdichtung können Periodenverdoppelungen bzw. zusätzliche Schwingungsanteile auftreten, deren Frequenzen die Hälfte, ein Viertel, etc. der Anregungsfrequenz betragen. Das Periodenverdoppelungsszenario führt in eine chaotische Dynamik, welche in der Praxis nicht kontrollierbar ist und deshalb durch geeignete Mess- und Regelungsverfahren vermieden werden muss. Die zunehmende Nichtlinearität führt auf der anderen Seite zu den gewünschten, steigenden Bodenkontaktkräften, die nötig sind, um die Energieeffizienzsteigerung überhaupt realisieren zu können!

Deshalb stellt die Beherrschung der nichtlinearen Maschinendynamik die Grundherausforderung dar, welche es bei der angestrebten Leistungsstei-

gerung für die energieeffiziente Verdichtung zu lösen gilt!

Zwei Strategien sind möglich, um ein nichtlineares System dynamisch zu stabilisieren:

- Verringern der dynamischen Erregerkraft, um den Grad der Nichtlinearität des Systems so zu verkleinern, dass die Gesamtdynamik stabil bleibt, also keine Periodenverdoppelungen auftreten. Dazu wird die aktuelle Dynamik gemessen und beim Auftreten von Schwingungsanteilen als Folge der nichtlinearen Effekte wird die Exzentrizität der rotierenden Unwucht oder die Anregungsfrequenz verringert. Damit kann in jedem Fall ein stabiler Betrieb garantiert werden, das System „linearisiert“ sich.
- Die elastisch gelagerte Chassismasse, bzw. der Oberwagen, wird als Schwingungstilger verwendet. Dies bedeutet, dass man die nichtlineare Dynamik, insbesondere Periodenverdoppelungen, zulässt und aktiv verwendet, um die Bodenkräfte zu maximieren. Im Gegenzug werden die erforderlichen Maschinenmassen minimiert. Damit die Gesamtdynamik stabil bleibt, wird nicht die Anregung verringert, sondern die „überschüssige“ Energie mit Hilfe eines Tilgers in Schwingungsenergie so umgewandelt, dass die Tilgerdynamik die nichtlineare Dynamik des Walzenrades stabilisiert.

Der zweite Ansatz ist jene Lösung, welche, bezogen auf das eingesetzte statische Maschinengewicht, die grössten dynamischen Bodenkontaktkräfte und damit die höchste Verdichtungswirkung erzeugt. Dies heisst, dass relativ kleine Maschinen sehr hohe Verdichtungskräfte erzeugen können.

Die Abb. 4 zeigt den zugehörigen Schwingungszustand zusammengesetzt aus einem Schwingungsanteil mit der Frequenz der Anregung und

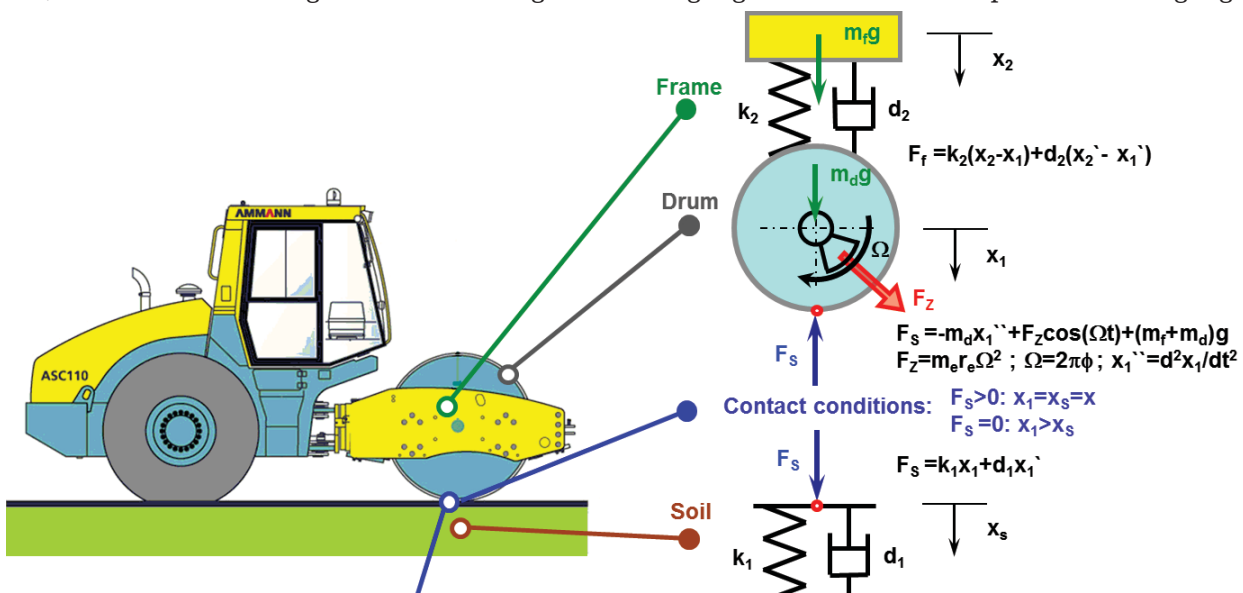


Abbildung 3: Analytisches Modell der dynamischen Bodenverdichtung, Beschreibung der Maschinen-Boden-Interaktion. Die einseitige Bindung zwischen Walzenrad und Boden, es werden nur Druck- und keine Zugkräfte übertragen, hat eine starke Nichtlinearität zur Folge. Nichtlineare dynamische Effekte wie z. B. subharmonische und chaotische Betriebszustände können auftreten.

einem Schwingungsanteil mit der halben Anregungsfrequenz, einer subharmonischen Schwingung. Die Resonanzfrequenz des Tilgers, bestehend aus Masse des Chassis und Feder- sowie Dämpfereigenschaften der Federung gegenüber dem schwingenden Rad, wird so eingestellt, dass sie in der Nähe der subharmonischen Schwingung des Walzenrades liegt. Der Tilger schwingt dadurch exakt in Gegenphase zur subharmonischen Schwingung des Walzenrades und stellt damit die Stabilität des Gesamtsystems sicher. Diese Art der Schwingungstilgung und Nutzung der Resonanz subharmonischer Schwingungen wird als autparametrische Resonanz bezeichnet.

In der praktischen Umsetzung geht es darum, durch Anpassung der Maschinenparameter an die Störgröße der Regelstrecke, die nichtlineare Gesamtdynamik des Maschinen-Boden-Systems zu stabilisieren.

Energieeffiziente Dynamik in der Praxis: Mess- und Regelungskonzepte

Die Einhaltung der in Abb. 4 dargestellten autparametrischen Resonanz zur Maximierung der Verdichtungskräfte kann durch die Regelung der Maschinenparameter erfolgen (Abbildung 5).

Die Herausforderung der Regelungstechnik besteht primär im nichtlinearen Charakter der Regelstrecke. Die Veränderung der Dynamik des Maschinenverhaltens ist sprunghaft, das auftretende Periodenverdoppelungsszenario führt zu vertikalen Tangenten in der Abhängigkeit der Schwingungsamplitude von Verdichtungsparametern, zum Beispiel der Bodensteifigkeit. Beim Auftreten vertikaler Tangenten kann keine Linearisierung um den betreffenden Betriebspunkt vorgenommen

werden, klassische Regeltheorien können nicht angewandt werden.

Bei auftretenden subharmonischen Schwingungen werden Grundlagen der ereignisdiskreten Steuerungstechnik angewendet, um ein Regelungskonzept zu erhalten. Der Zustand der autparametrischen Resonanz zeichnet sich durch ein spezifisches Frequenzspektrum aus, gemessen am Walzenrad und am Schwingungstilger (Abbildung 5). Eine Vorsteuerung stellt sicher, dass das gewünschte Frequenzspektrum eingehalten werden kann, eine klassische Mess- und Regelungstechnik stellt das Feintuning des Betriebszustandes derart sicher, dass der stabile Betriebszustand optimal genutzt werden kann.

Mehrere Regelgrößen sind möglich: die Erregeramplitude und -frequenz sowie die Resonanzfrequenz des Schwingungstilgers, verstellt durch Anpassen der Steifigkeit des Federungssystems an die Bodeneigenschaften. Die Wahl des Aktors und damit des anzupassenden Parameters wird nach praktischen Gesichtspunkten durchgeführt, die Verstellung der Erregerfrequenz ist technisch am problemlosesten zu bewerkstelligen, die Anpassung der Resonanzfrequenz des Tilgers führt auf eine hohe Regelstabilität!

Von passiven zu aktiven Schwingungssystemen: aktive Tilgerfederungen

Die Regelung der Maschinenparameter und die Überwachung des Betriebszustandes zur Einhaltung einer autparametrischen Resonanz erlauben die Energieeffizienz technisch um 70-80 % zu erhöhen. Dies haben Theorie und Praxis gezeigt. Die Ziele aus Abbildung 1 können damit erreicht werden.

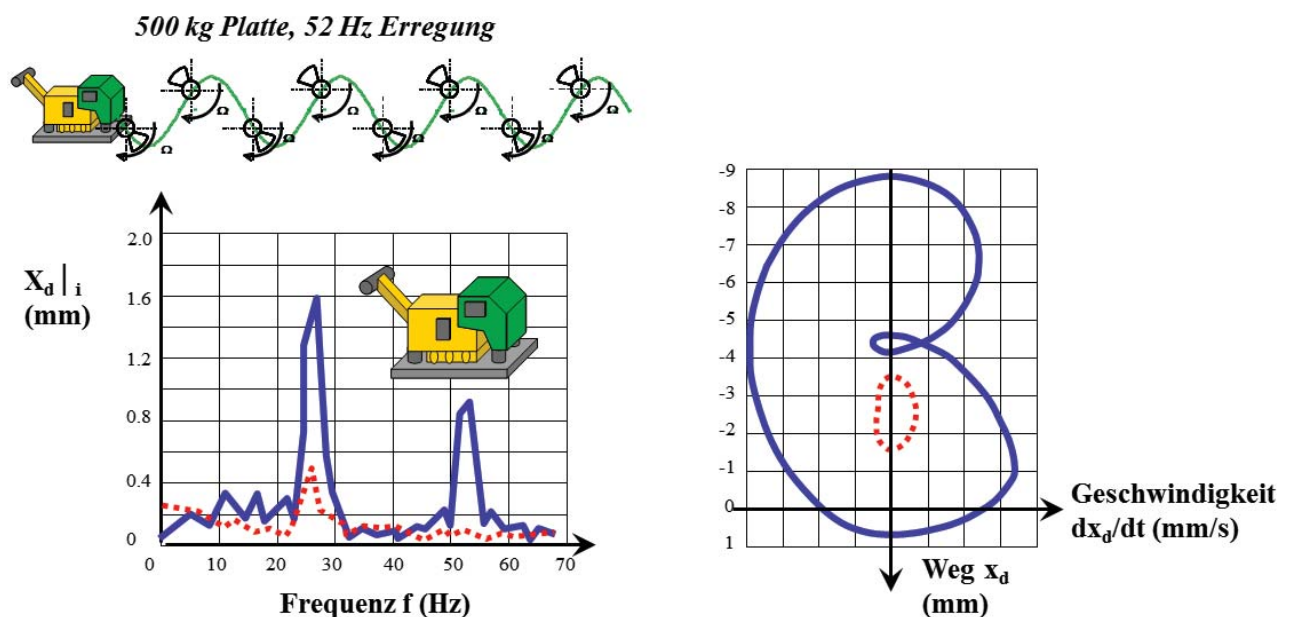


Abbildung 4: Typischer, optimaler Schwingungszustand einer Vibrationsplatte in der Praxis: die autparametrische Resonanz sorgt dafür, dass der Unterwagen mit maximalen dynamischen Bodenkontaktkräften die erzeugte Verdichtungsenergie stabil in den Boden einleitet. Dargestellt sind das Frequenzspektrum und das Phasendiagramm vom Oberwagen (rot) und Unterwagen (blau).

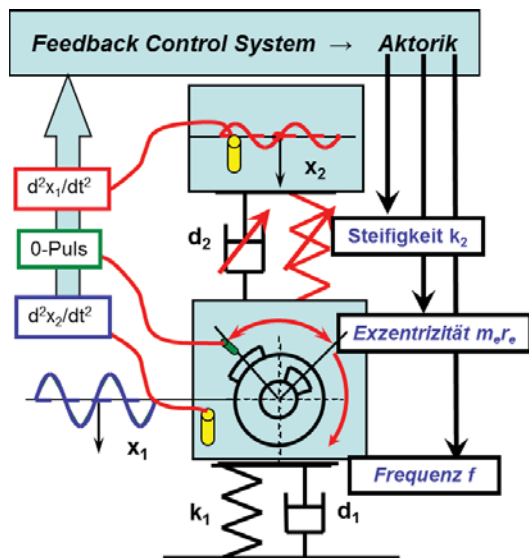


Abbildung 5: Übersicht über die klassische Mess- und Regelungstechnik für einen Zweimassenschwinger zur Nutzung der autoparametrischen Resonanz. Es können drei Systemparameter als Aktoren genutzt werden: die Anregungsfrequenz, die Erregeramplitude und die Resonanzfrequenz des Schwingerstilgers, d. h. hier des Oberwagens (Freiheitsgrad x_2).

Die technische Umsetzung kann mit Hilfe passiver Federungselemente samt Tilgermasse erfolgen. Diese Form der Aktorik führt dazu, dass abrupte Änderungen im Betriebsverhalten nur verzögert geregelt werden. Es stellt sich für die Zukunft damit die Frage, ob anstelle der passiven Aktorik ein

aktives System dieselbe Energieeffizienz ermöglicht bei einer ungleich schnelleren Reaktionszeit des Systems.

Solche Fragen werden aktuell auf dem Gebiet der Fahrzeugdynamik von Schienenfahrzeugen untersucht, wobei auf diesem Forschungsgebiet erste aktive Drehgestelle in praktischen Tests erprobt werden. Bei der Eisenbahn geht es darum, das Durchfahren der verschiedenen Resonanzonen beim Beschleunigen und Abbremsen von Hochgeschwindigkeitszügen ohne Gefahr von Entgleisungen zu beherrschen (Sinuslauf, Lateralodynamik eines Laufwerks). Durch die Adaption der Resonanzfrequenzen der Drehgestellabstützungen werden kritische Frequenzbereiche in Funktion der aktuellen Fahrgeschwindigkeit eliminiert. Abb. 6 zeigt die Dynamik eines aktiven Fahrwerks im Vergleich zu jener eines passiven und eines ungefederten Fahrzeugs.

Die Adaption der Grundlagen der energieeffizienten Verdichtungsdynamik auf die Technologie aktiver Fahrwerke erschliesst die Grundlagen einer völlig neuen Gerätegeneration in der Verdichtungstechnik und für die Strassenbaumaschinenteknik.

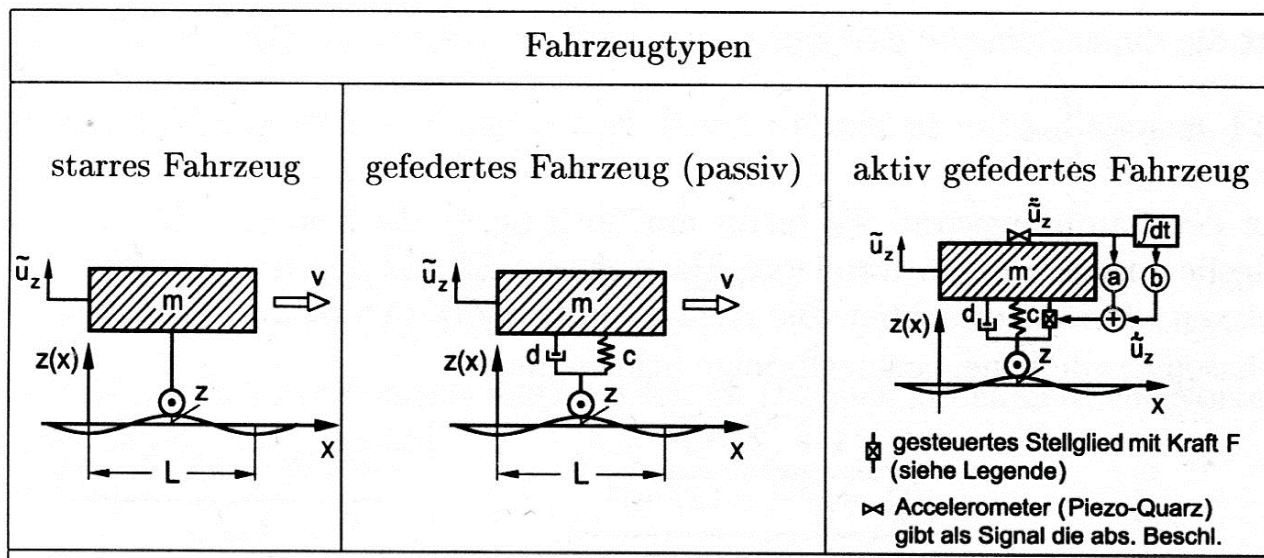


Abbildung 6: Übersicht über die Methodik der aktiven und passiven Schwingungstilgung für Schienenfahrzeuge, zitiert aus Knothe, Stichel: Schienenfahrzeugdynamik, Springer Verlag, Berlin 2003.

Wireless Motor

Während orthopädischer Operationen unterstützt ein Navigationssystem den Chirurgen bei der Positionierung und Führung seiner Instrumente. Ein kabelloser, sterilisierbarer Antrieb sorgt dabei für die automatische Positionierung der Schneidenführung.

In diesem vom Forschungsfonds Aargau unterstützten Projekt ging es darum, die Machbarkeit einer sterilisierbaren, drahtlosen Antriebseinheit zu zeigen, die erforderlichen Technologien und regulatorischen Anforderungen zu bestimmen und darauf aufbauend einen Funktionsprototyp zu realisieren. Mit diesem Funktionsprototyp soll die Praxistauglichkeit des neuen Ansatzes verifiziert werden.

Daniel Binggeli; MSc BME | daniel.binggeli@fhnw.ch

Ausgangslage

Schädigungen durch Abnutzung des Kniegelenkes bilden bei älteren Menschen die häufigste Ursache für körperliche Behinderung. Oft ist ein Kniegelenkersatz (künstliches Kniegelenk) die beste Therapie. Dieser Eingriff erfordert vom Chirurgen sehr hohe Präzision. Im Operationssaal unterstützen deshalb bildgebende Verfahren, kombiniert mit computergestützter Navigation und Schneidenführung den Chirurgen.

Die herkömmliche Schneidenführung ist über Kabel mit dem Computer verbunden. Diese Kabel können den Chirurgen behindern, gefährden die Sterilität des Operationsfeldes und beeinträchtigen durch Kabelbrüche, Isolationsschäden usw. die Zuverlässigkeit des Systems. Eine neue, kabellose Schneidenführung beseitigt all diese Probleme.

Kabellose Schneidenführung

Die herkömmlichen Antriebe wurden durch neue, kabellose Einheiten ersetzt. Durch die Verwendung

drahtloser Kommunikation sowie einer autonomen Energieversorgung mit Lithium-Ionen-Akkus ist der neue Wireless Motor vollkommen kabelfrei. Das System wurde mit Komponenten aufgebaut, welche nach den geltenden Normen für medizinische Geräte geeignet sind. Die Kernkomponenten,



Abbildung 1: Der Kniegelenkersatz am Oberschenkelknochen erfordert Schnitte von hoher Präzision.

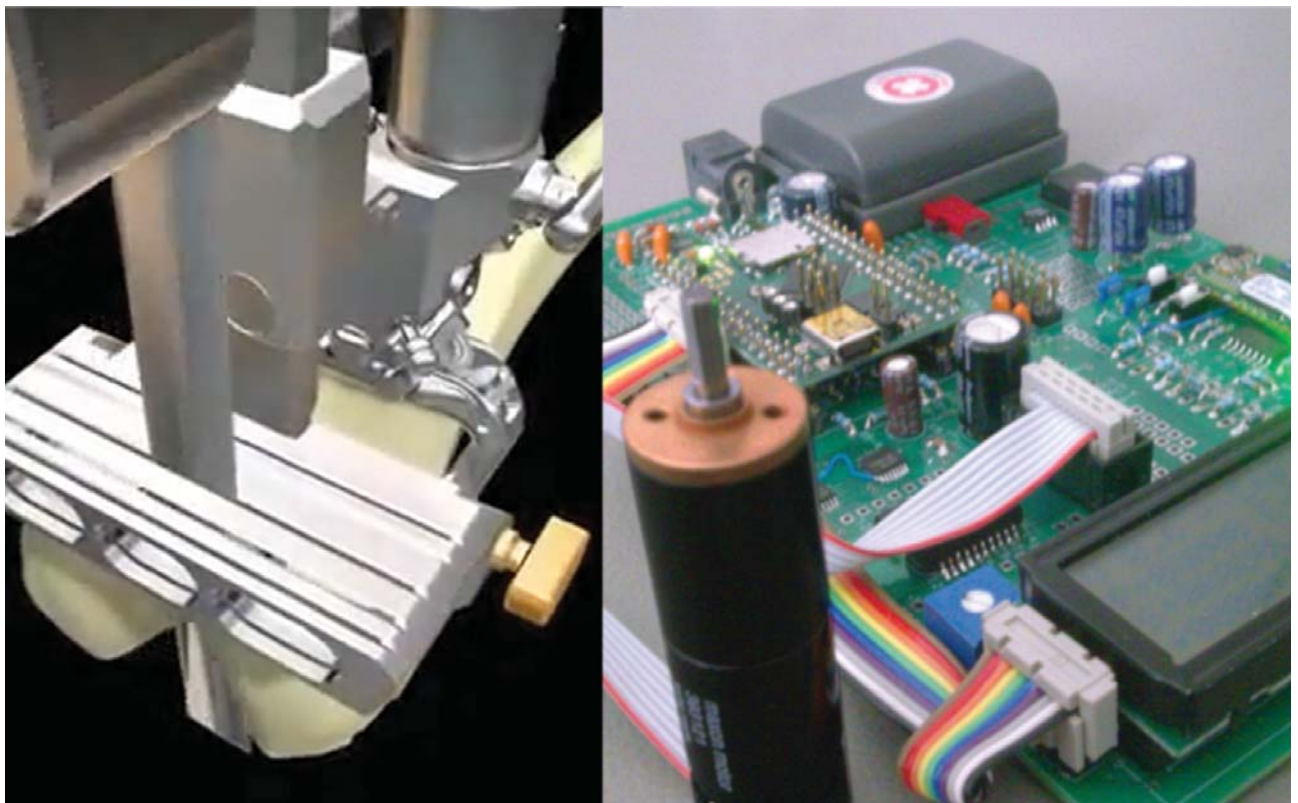


Abbildung 2: Das Funktionsmuster des Systems „Wireless Motor“ zum automatischen Führen der Schnitte bei Kniegelenks-Operationen

Motor und Kommunikationsmodul, verfügen bereits über die benötigten Zertifikate.

Das System ist in der Lage, sich selbsttätig zu konfigurieren und auf einwandfreie Funktion zu überprüfen. Das System unterstützt den Chirurgen bis zu 3 Stunden lang bei der Ausführung von Präzisionsschnitten. Dabei behält der Chirurg jederzeit die volle Kontrolle über alle Systemfunktionen. Nach der OP wird das Gerät bei 132°C dampfsterilisiert, frisch geladen und steht dann bereit für den nächsten Einsatz.

Fazit: Die Machbarkeit konnte anhand des Funktionsprototyps Wireless Motor nachgewie-

sen werden. Das Ergebnis zeigt, dass das System Wireless Motor mit marktgängigen Komponenten realisierbar ist. Der Wireless Motor soll in einem nächsten Schritt in das Gesamtsystem integriert und im realitätsnahen klinischen Einsatz auf seine Praxistauglichkeit getestet werden.

Projektpartner

- Medivation AG, Dorfstrasse 69, 5210 Windisch
- FHNW, Institut für Automation
- Gefördert durch den Forschungsfonds Aargau



Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik



MAS Mikroelektronik

Bei uns werden Sie ein Experte in Mikroelektronik!

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
Start: 22. Februar 2013

CAS Mikroelektronik Systeme
Start 21. September 2012 und 2. Januar 2014

CAS Mikroelektronik Analog
Start: 24. Februar 2012 und 20. September 2013

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

Infoabende 2012

- Mi, 25. Januar 2012
- Mo, 25. Juni 2012
- Mi, 29. August 2012
- Mo, 5. November 2012 (Basel)

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

www.mas-mikroelektronik.ch

Konzepte zur Implementierung der Liniendetektion zu EAGLE

Im Rahmen eines KTI Projektes entwickelt die Hochschule für Technik Strategien und Konzepte zur Linienerkennung auf sehr unterschiedlichen Hintergrundstrukturen und fortlaufenden Bildern. Die erkannte Linie soll eine sichere Führungsgrösse für deren Verfolgung liefern. Algorithmische Konzepte und Simulationsergebnisse dazu wurden im Tätigkeitsbericht 2010 [2] präsentiert.

In diesem Bericht werden einige Aspekte zur Implementierung des Liniendetektionssystems beschrieben.

Prof. Karl Hauswirth; Prof. Bruno Stuber; Daniel Treyer, BSc Systemtechnik; Oliver Schlösser, MSc EE ; karl.hauswirth@fhnw.ch

Ausgangslage

Algorithmik und Konzepte zur Liniendetektion sind entwickelt und ihre Effektivität in Matlab validiert [1]. In der aktuellen Projektphase soll die ganze Bildbearbeitung in Silizium implementiert werden. Die Elektronik soll in grossen Stückzahlen in Elektrogeräte eingebaut werden können. Miniatürisierung, Robustheit und Preis sind nichtfunktionale Randbedingungen, welche die Entwicklung wesentlich beeinflussen.

Bildverarbeitung

Unerbittlich liefert die Kamera 30 frames/s mit 640x400 pixel und einer Intensitätskodierung von 8 bit. Ein Viertel dieser Pixel, nämlich die roten aus dem „Bayern Pattern“ werden verwendet. Diese Datenmenge wird den Algorithmen zur Verarbeitung „vorgeworfen“.

Zur Liniendetektion mit dem in [1] beschriebenen Snakeverfahren wird jedes Bild optimal vorbereitet. Diese Vorbereitungsarbeiten (Filterung mit einem matched Filter und Kantendetektion) müs-

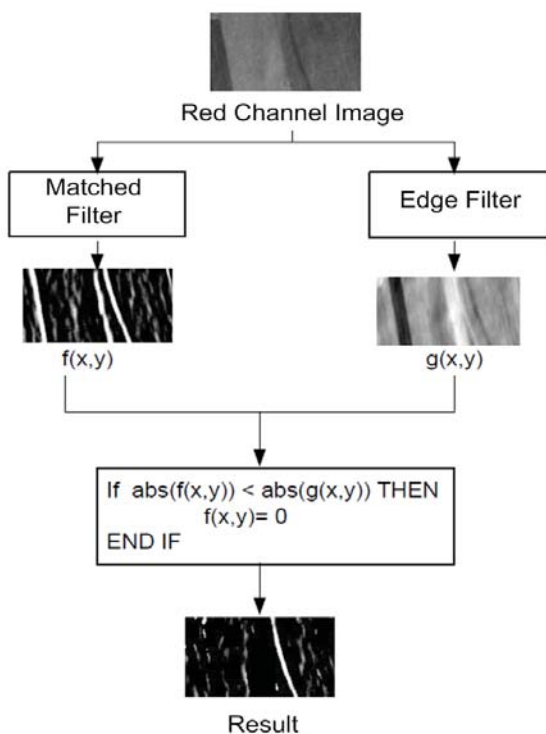


Abbildung 1: Filterung über alle Pixel

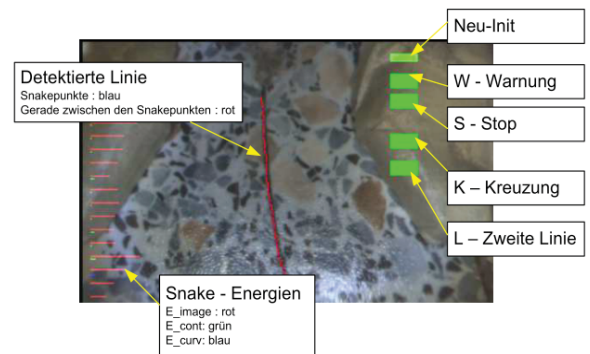


Abbildung 2: Snake mit Ergebnis

sen auf jedes Pixel angewendet werden (Abbildung 1). Eine Fleissarbeit, die sich aber auch parallelisieren lässt; ideal also für die Implementierung in Hardware (Abbildung 3).

Ist das Bild soweit vorbereitet, werden mit dem Snake Algorithmus [1] die Linienpixel gesucht und haben über ihre „Energiewerte“ (Abbildung 2 und [2]) gleich auch ein Qualitätsmerkmal, wie sicher sie zur verfolgten Linie gehören. Diese Verarbeitungsschritte werden nur noch auf Pixel im Bereich der möglichen Linie angewendet. Die optimale Reaktion des Systems muss dann auf Grund der Qualitätsmerkmale aus dem Snake-Algorithmus im praktischen Versuch ermittelt werden. Modifikationen im Systemverhalten sollten „einfach“ möglich sein. Daher werden diese Aufgaben von einem Prozessor gelöst (Software, Abbildung 3).

Als ideales Zielsystem bietet sich ein FPGA mit embedded controller an:

- Die „Ein-Chip“ Lösung ist kostengünstiger als ein FPGA mit fremdem Controller
- Die Entwicklung für Hard- und Software kann auf einer Toolkette gemacht werden
- Es kann sowohl Hardware wie Software zusammen simuliert werden

In Abbildung 3 können die Informationsflüsse zu den verarbeitenden Komponenten verfolgt werden. Aus Kostengründen wurde der Speicher ausserhalb des FPGA gewählt, trotz des Mehraufwandes für die Implementierung der Schnittstelle. Das FPGA kann in Stückzahlen von 10^5 / Jahr eingesetzt werden, was eine hohe Stückkostensensibilität verlangt.

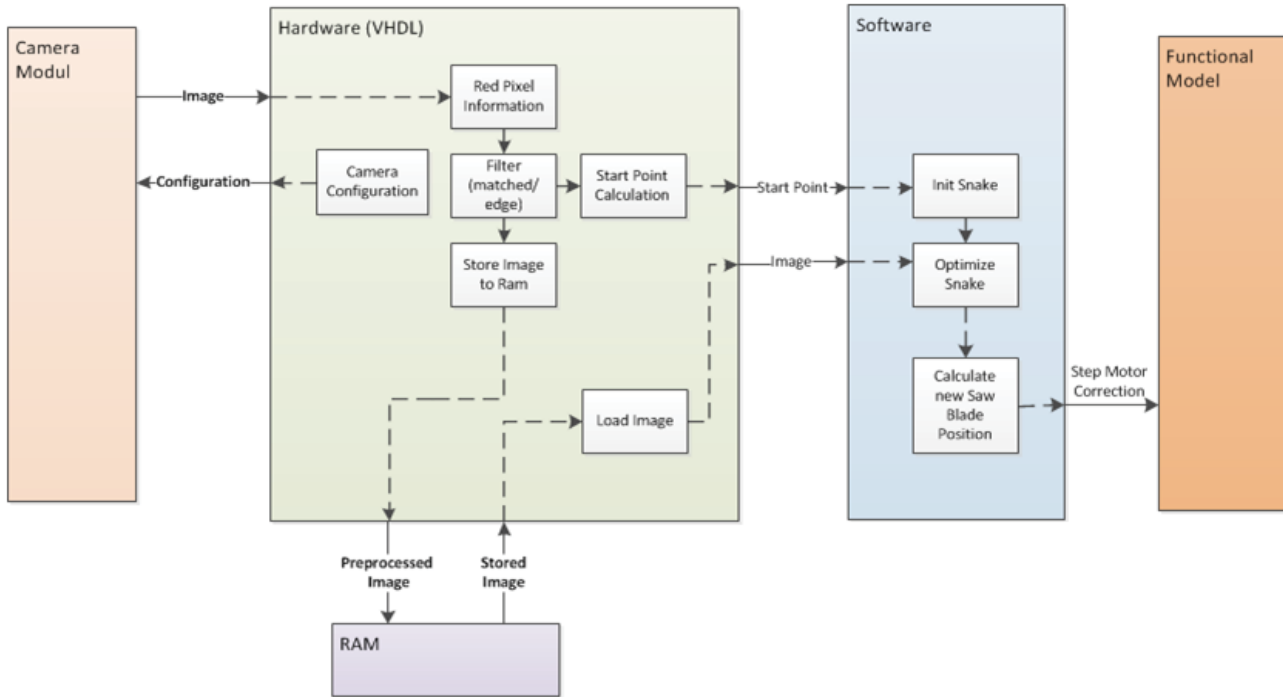


Abbildung 3: FPGA Grundstruktur Hardware/Software Codesign

Sehr positiv auf Arbeitsfortschritt und Ergebnisqualität haben sich die Investitionen (Arbeitsstunden) in eine effiziente Entwicklungsumgebung erwiesen. Im ersten Projektteil (Algorithmen Entwicklung [1]) wurde ein Analyse und Synthesetool für die Algorithmen in Matlab gebaut, im aktuellen zweiten Teil kann über die Hardware direkt eine VGA Schnittstelle mit Bildresultaten bedient werden. Ein typischer debug Bildschirm ist in Abbildung 4 dargestellt.

Dabei wurde neben dem sogenannten „EAGLE“ Core auch ein „Debug“ Core implementiert. Die Aufgaben der beiden Cores zeigt Abbildung 5. Diese Plattform kann auch für weitergehende Entwicklungsarbeiten eingesetzt werden.

Projektorganisation

Diese zweite Phase des Projektes „EAGLE“ ist durch eine intensive Zusammenarbeit unseres Instituts mit dem IME (Institut für Mikroelektronik)

geprägt. Unser Institut, das IA, validierte mit den Matlab Tools die schliesslich vom IME in VHDL implementierte Algorithmik [3], speziell auch verbesserte Strategien zur Bestimmung des Initialpunktes für die Snake [4]. In intensiver Wechselwirkung konnten sich so die beteiligten Forscher je auf ihre Spezialaufgabe fokussieren.



Abbildung 5: Hauptkomponenten in der Hardware

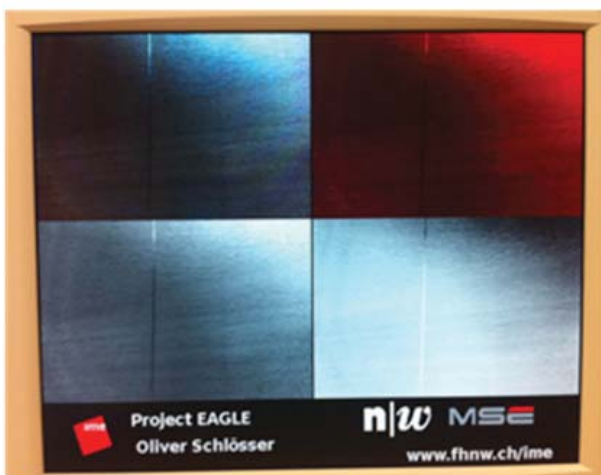
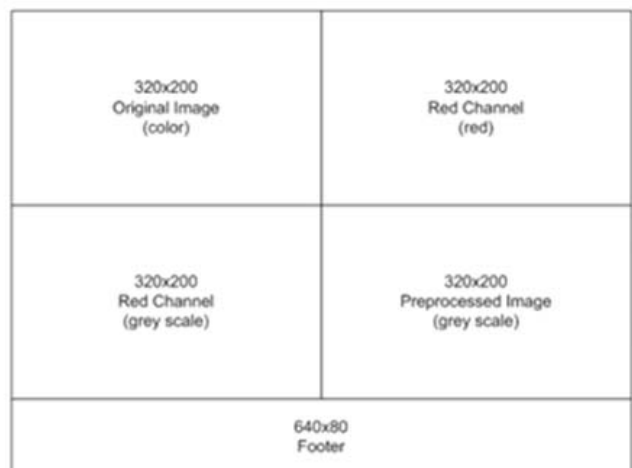


Abbildung 4: Debugbildschirm



Zurzeit wird das Softwaredesign noch fertig implementiert. Wir freuen uns, die finalen Resultate dann im Tätigkeitsbericht 2012 vorzulegen.

Referenzen

- [1] Master Thesis Benjamin Lösch
- [2] Tätigkeitsbericht 2010
- [3] P7 Vertiefungsprojekt Oliver Schlösser
- [4] P7 Vertiefungsprojekt Daniel Treyer

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 des Studiums 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: selbstständiges Handeln, Verantwortung übernehmen, Training der Sozialkompetenz: Kommunikation, Führen, Umgang mit Konflikten.

Übersicht Rahmenbedingungen

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

Wünschen Sie weitere Informationen?

Gerne geben wir Ihnen Auskunft. Nehmen Sie bitte mit Markus C. Krack, Leiter FITT, 056 462 41 57, markus.krack@fhnw.ch Kontakt auf.

First™ Lego® League

FIRST™ LEGO® League ist ein Förderprogramm, das Kinder und Jugendliche im Alter zwischen zehn und sechzehn Jahren in einer sportlichen Atmosphäre an Wissenschaft und Technologie heranführen möchte. Beim Wettbewerb 2011 „Food Factor“ beschäftigten sich Kinder und Jugendliche 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, Daniel Treyer, BSc Systemtechnik | juerg.keller1@fhnw.ch

Einleitung

Das 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 zentral-europäische Wettbewerbssaison 2011 startete mit einem Teilnahmerecord von 840 Teams mit mehr als 6000 Schülerinnen und Schülern verteilt auf 58 Regionalwettbewerbe in sieben Ländern. In Windisch an der Fachhochschule Nordwestschweiz wurden durch Mitarbeiter des Instituts für Automation ein Regionalwettbewerb und die Schweizermeisterschaft organisiert.

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.
- Im mehr theoretischen Teil müssen die Teams eine Forschungsaufgabe bearbeiten und ihre Resultate in einer Präsentation vortragen.

Konkret musste in diesem Jahr untersucht werden, welche Probleme im Bereich der Nahrungsmittelsicherheit und Qualität vorhanden sind und es mussten Lösungen entwickelt werden, wie dies verbessert werden kann. Die Gewinnerteams der FLL Schweizermeisterschaft werden im Januar 2012 zum zentraleuropäischen Finale nach Cottbus (D) reisen und haben dort die Möglichkeit, sich für das World Festival in den USA oder die ‚Open European Championship‘ zu qualifizieren.

Food Factor

Nahrungsmittel werden nicht mehr auf dem Gemüsemarkt oder direkt beim Produzenten gekauft. Jedermann ist mit der Industrialisierung und Globalisierung der Nahrungsmittelproduktion konfrontiert. Dass dies nicht nur Vorteile hat, haben viele Teams in ihrem eigenen Lebensumfeld erkannt und dies zum Thema ihrer Forschungsarbeit gemacht. Kreative Lösungen wurden entwickelt, um z.B. die industrielle Lagertechnik auch für den Verbraucher verfügbar zu machen, intelligente Sensoren wurden vorgeschlagen, die erlaubten, die erlebte Temperatur eines Tiefkühlprodukts aufzuzeichnen und so den Konsumenten warnen, wenn das Produkt einmal zu stark erwärmt wurde. Die

Teams diskutierten mit Forschern und mit Nahrungsmittelproduzenten, um an das für die Arbeit nötige Fachwissen zu gelangen. Am Wettbewerbstag selber mussten die Resultate in einer wirkungsvollen Präsentation dem Publikum und der Jury verkauft werden.

Auch die Aufgaben des Robotikwettbewerbs ergaben sich aus dem Thema «Food Factor». 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 oder verteilte Nahrungsmittel, musste Bakterienherde reinigen und sogar das Spielfeld von (Lego)-Ungeziefer reinigen. Jede Aufgabe, welche korrekt gemeistert wurde, gab Punkte.

Regionalwettbewerb in Windisch

Am 19. November 2011 fand der Regionalwettbewerb im Lichthof des Hauptgebäudes statt. Insgesamt 13 Teams aus den Kantonen Aargau, Basel-Stadt, Basel-Land, Bern, Nidwalden, Solothurn, Zürich und Luzern traten gegeneinander an. Nachdem die Forschungspräsentationen gehalten und das Teamwork beurteilt worden war, stand der Robotikwettbewerb an. Nach drei Vorrunden, dem Achtel-, Viertel- und Halbfinale standen sich die Teams „RobotiXtreme“ der Kantonsschule Zürcher Oberland Wetzikon und „Mindfactory“ aus Baden gegenüber. Nach zwei spannenden und hart umkämpften Finalrunden stand fest, dass der Sieger in der Kategorie Robot-Game das Team „Mindfactory“ sein sollte.

Neben dem Robot-Game ging der Preis für die beste Forschungspräsentation an das Team „NXT Gangsters“ aus Freiburg, der Preis für das beste Roboterdesign an das Team „RobotiXtreme“. Aus vier verschiedenen Bewertungskriterien Robot-Game, Forschungspräsentation, Teamwork und Roboterdesign kristallisierte sich schlussendlich das Team „Mindfactory“ als FLL-Champion des Regionalwettbewerbs Brugg-Windisch heraus. Die Teams „RobotiXtreme“ und „NXT Gangsters“ belegten den zweiten bzw. dritten Platz und qualifizierten sich so auch für den Schweizer Qualifikationswettbewerb.

Schweizer Qualifikationswettbewerb in Windisch

Der schweizerische Qualifikationswettbewerb fand am 3. Dezember 2011 ebenfalls in Windisch statt. Hierbei traten die besten Teams der sechs schweizerischen Regionalwettbewerbe Bodensee, Brugg-Windisch, Chur und Yverdon-les-Bains, Tessin und Lausanne gegeneinander an. Insgesamt 19 Teams trafen sich, um die Gewinner für das zentraleuropäische Finale zu ermitteln. Die 5 besten Teams qualifizierten sich für das zentraleuropäische Finale nach Cottbus (DE).

Die Preise für die einzelnen Kategorien wurden wie folgt vergeben: Der Preis für die beste Forschungspräsentation ging an das Team „Progy-Robos“, das beste Teamwork meisterte das Team aus Italien „IIS Scalcerle“ und der Preis für das beste Roboterdesign ging an das Team „Mindfactory“. Das Finale in der Kategorie Robot-Game fand zwischen den Teams „RobotiXtreme“ und „Mindfactory“ statt. Nach einem spannenden Finale ging der Preis bestes Robot-Game an das Team „Mindfactory“. Für die beste Ausdauer wurde das Mädchen-Team „Chupa Chups for ever“ ausgezeichnet. Als FLL-Champion des schweizerischen Qualifikationswettbewerbs stand am Ende des Wettbewerbtages das Team „Mindfactory“ fest. Die Teams „Pi“, «Roboteens», «Proby-Robos» und „Chupa Chups for ever“ qualifizierten sich ebenfalls für das Zentraleuropäische Finale.

Die Wettbewerbe in Windisch konnten dank der Unterstützung durch die Firma Ammann und verschiedene Sponsoren durchgeführt werden.

FLL, ein Wettbewerb für Kopf und Hände

Sport dominiert die Freizeit vieler Jugendlicher und findet auch in den Medien ein grosses Echo. So vergisst man beinahe, dass es auch Jugendliche mit ganz anderen Begabungen gibt. Auch diesen soll durch Wettbewerbe Möglichkeiten geboten werden, ihre Leistungen miteinander zu messen und in der Öffentlichkeit zu zeigen. Jedem, der über die (heutige Jugend) frustriert ist, kann ich als Heilmittel einen Besuch an einem FLL-Wettbewerb empfehlen. Hier kann lebensnah erlebt werden, dass es auch eine motivierte und sehr kreative Jugend gibt, die hoffentlich unsere Zukunft massgebend bestimmen wird.



Abbildung 1: Roboterwettkampf

Praktischer Technikunterricht bei Real-Tec in Niedergösgen

In der ersten Klasse der Sekundarschule von Niedergösgen konnte die Real-Tec Intensivwoche wiederum erfolgreich durchgeführt werden. Angeleitet durch Ingenieure der FHNW und unterstützt durch den Klassenlehrer Ch. Ruprecht und der Werklehrerin N. Zaugg realisierten die Sekundarschüler ihre eigenen Projekte und lernten dabei, wie man ingenieurmässig zu einem Resultat kommt.

Prof. Dr. Jürg P. Keller; Daniel Treyer, BSc Systemtechnik; Sandro Wiedmer, MEng EE; juerg.keller1@fhnw.ch

Einleitung

Jugendliche für Technik zu begeistern, ist eine sehr einfache Aufgabe, wenn man selber in der Technik zu Hause ist. Das Interesse, einmal etwas Richtiges zu tun, ist bei den allermeisten Schülerinnen und Schülern gegeben. Schwierig wird das Problem aber, wenn man selber die Technik nicht kennt. Da helfen auch sehr gute schulische Kenntnisse der Mathematik und Naturwissenschaften nur wenig. Es ist darum ein wesentliches Konzept von Real-Tec, dass die Jugendlichen durch Ingenieure in der Planung und Realisierung ihrer Projekte unterstützt werden. Leider fallen dadurch auch beträchtliche Kosten für die Durchführung einer Real-Tec-Intensivwoche an. Die Suche nach Sponsoren ist nicht immer einfach. Die Intensivwoche wird detailliert im Web auf www.real-tec.ch beschrieben. Im Folgenden soll über die Durchführung der Real-Tec-Woche in Niedergösgen berichtet werden.

Real-Tec in Niedergösgen

Ungefähr zwei Monate vor der Durchführung der Intensivwoche wurden die Schülerinnen und Schüler mit der Aufgabe konfrontiert, während einer Woche etwas Faszinierendes mit mehr oder weniger vorgegebenen industriellen Komponenten zu erstellen. In der Klasse wurden Gruppen zu 5-8 Jugendlichen gebildet und in einer Kreativphase entwickelten sie Projektideen. In Niedergösgen wurden verschiedene Projekte definiert. In der Robotik entschied sich eine Gruppe von 6 Mädchen einen Erdbeershake mit Hilfe eines Industrieroboters und einer Küchenmaschine zu mixen. Im Themenbereich der Hausautomation soll ein sich automatisch drehender Kleiderständer gebaut werden. Zum Thema Windenergie wurde ein Windrad geplant, mit dem ein selber erstelltes Elektroauto aufgeladen werden kann. Als anspruchsvollste Aufgabe wurde die Erstellung eines Luftkissenfahrzeugs formuliert.

Die Projekte wurden von den Schülergruppen unter Anleitung des Klassenlehrers so weit geplant, dass das zur Realisierung nötige Material vor der Intensivwoche beschafft werden konnte. Die Intensivwoche beginnt in den ersten beiden Tagen mit einem Mix aus Planung und Theorieblöcken. Neben den fachtechnischen Grundlagen

zur Lösung des Problems wird auch elementare technische Allgemeinbildung vermittelt. So werden zum Thema «Strom» unterschiedlich komplexe Funktionen mit Schaltkreisen realisiert, zusätzlich aber auch gezeigt, wie ein Leitungsnetz vom Kraftwerk bis zum Verbraucher aufgebaut ist. Für die Windenergie werden aerodynamische Grundlagen experimentell an einem Windkanal erarbeitet, zusätzlich auch studiert, wie Windräder von Windkraftwerken aufgebaut sind und was sie leisten können. Wie man aus den täglich erstellten Web-Reports lesen kann, empfinden die Jugendlichen dies gar nicht als «Schule».

Besonders für den Klassenlehrer ist es interessant, wie sich die Schüler in den Gruppen organisieren. Eine geschlechterspezifische Rollenaufteilung entsteht meist sehr schnell. Es hat sich gezeigt, dass dies nur durch geschlechtergetrennte Gruppen vermieden werden kann. Am 3. Projekttag wird meist relativ locker am Projekt gearbeitet, da das rasche Nahen des Projektendes noch nicht so realisiert wird. Nach dem freien Nachmittag ist am folgenden Tag klar, dass das Projekt nun deutliche Fortschritte machen muss. Am letzten Tag wird das Projekt optimiert und eine Präsentation des Projekts für andere Klassen oder sogar für die Eltern vorbereitet.

In Niedergösgen war der Einbezug der Lehrpersonen absolut problemlos, eine sinnvolle Aufteilung des Betreuungsarbeiten hat sich sehr schnell ergeben, da beide Lehrpersonen im Werkunterricht kundig und technisch sehr interessiert waren.

In der Intensivwoche in Niedergösgen besonders erwähnenswert sind die Projekte «Milchshake» und «Luftkissenfahrzeug». Erstaunlicherweise hat bei der Projektvergabe eine Gruppe Mädchen sehr schnell den Roboter für sich beansprucht. Mit viel Engagement und auch mit Erfolg lösten sie die Aufgabe, wie man die Erdbeeren in den Mixer kippt, den Shake nachher in die Gläser füllt und die Gläser verziert und mit Trinkhalmen versieht. Verschiedene Greifer und Objekthalter mussten gebaut werden und der Roboter musste auch programmiert werden. Dies wurde vom Team als schwierig empfunden, bei der Schlusspräsentation aber war es faszinierend zu sehen, mit welcher Selbstverständlichkeit die Mädchen den Roboter bedienten und die Programme anpassten.



Abbildung 1: Robotergreifer angepasst für Milchshake-Handling

Die Gruppe Luftkissenfahrzeug war von der Idee begeistert, ein schwebendes Fahrzeug zu erstellen. Ein käuflicher Styroporring sollte den Körper bilden und ein Propeller im Ring das Luftkissen erzeugen. Es konnte aber kein geeigneter Ring gefunden werden, in dem auch die ganze Fernsteuerung inklusive LiPo-Akku genügend Platz gefunden hätte. So musste ein Ring mit einem Heizdraht selber hergestellt werden. Erst der zweite Versuch war erfolgreich, aber die Jungs waren fasziniert, was man für Formen erzeugen kann. Schon warteten aber die nächsten Probleme auf eine Lösung. Es musste ein Propeller hergestellt werden und der Elektromotor musste innen im Ring befestigt werden. Hier waren mehr als zwei Anläufe nötig. Die erste Lösung war zu schwach, die zweite löste sich vom Ring und flog mit dem Propeller davon und die letzte Lösung war leider viel zu schwer. So konnte sich das Luftkissenfahrzeug zwar am Boden bewegen, aber für ein gutes Luftkissenfahrzeug wäre eine gründliche Optimierung nötig gewesen. Das gebaute Fahrzeug ist in Abbildung 2 dargestellt. Die Gruppe war aber sehr stolz, dass sie etwas erreicht hat, das man zuvor nicht für möglich gehalten hätte.



Abbildung 2: Das Luftkissenfahrzeug

Zusammenfassung

Aus dem Feedback der Schüler war klar, dass offene, technische Aufgabestellungen sehr interessant sind und dass das Erlernen der dazu nötigen Grundlagen nicht als «Schule» wahrgenommen wird. Technik ist sowohl bei Mädchen als auch Buben ein Thema, das auf grosses Interesse stösst. Die heutige Bildungspolitik aber hat eher animalische Präferenzen. Dem Sexualunterricht wird viel mehr Raum gegeben als einer technischen Allgemeinbildung. Ein demokratisch mündiger Mensch muss über eine technische Allgemeinbildung verfügen, in einer Welt, die dominant von der Technik bestimmt ist. In einem modernen Lehrplan braucht es ein Fach Technik, in dem den Schülerinnen und Schülern die Technik von der Produktion bis zur Anwendung und in ihrer Wechselwirkung mit der Gesellschaft verständlich gemacht wird. Es braucht dazu einen Paradigmenwechsel. Technik ist nicht Anwendungsgebiet verschiedener Disziplinen, z.B. für das Gestalten (im Fach «Technisches Gestalten», modernisiertes Wort für Werkunterricht). Technische Grundkenntnisse über Energieversorgung, Nahrungsmittelproduktion oder die Verkehrstechnik sind im Werkunterricht kaum vermittelbar. Technik liefert nicht einfach Anwendungsbeispiele für die Naturwissenschaften. Technik ging in der Vergangenheit und wird auch in der Zukunft den Naturwissenschaften vorausgehen und Naturwissenschaft erst ermöglichen. Eisen wurde gemacht, bevor man ein Atommodell hatte und heute werden Anlagen geregelt, ohne dass man mathematisch in der Lage wäre, deren Stabilität zu beweisen. Naturwissenschaft braucht Technik und umgekehrt und müssen darum gleichwertige Partner in der Ausbildung sein. In diesem Zusammenhang ist die Intensivwoche Real-Tec ein erfolgreicher Versuch, technische Allgemeinbildung mit Projektunterricht zu kombinieren.

Das Angebot Real-Tec konnte aufgrund der Unterstützung durch die Georg H. Endress Stiftung realisiert werden.

Optimale Mischung von Mehlen

Mehl ist nicht einfach Mehl. Das Gipfeli braucht eine andere Mehlmischung als das Vollkornbrot oder der Butterzopf. So steht der Obermüller vor dem Problem, wie er die verschiedenen Mehlfraktionen einer Mühle so miteinander mischt, dass er die von den Kunden gewünschten Produktzusammensetzungen erreichen; aber auch seinen Gewinn maximieren kann. Für dieses nicht triviale Optimierungsproblem wurde ein Tool entwickelt, das dem Obermüller erlaubt, interaktiv die Mischung unterschiedlicher Mehle optimal zu planen.

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

Beschreibung

Wie bei vielen anderen Konsumgütern ist man sich beim Mehl kaum bewusst, welche perfektionierte Technik in der Herstellung steckt. „Den Spreu vom Weizen zu trennen“ wird als Redewendung auf vieles andere übertragen. Da man dies heute sehr gründlich macht, entstehen in modernen Mühlen bis über 70 verschiedene Fraktionen unterschiedlicher Zusammensetzungen. Proteingehalt, Aschegehalt, Gluten, Feuchte und auch die Farbe des Mehls charakterisieren die verschiedenen Fraktionen und auch die Zusammensetzung der gewünschten Endprodukte. Müllereibetriebe müssen Mehle unterschiedlicher Zusammensetzungen liefern können. Diese werden aus den verschiedenen Fraktionen zusammengemischt. Damit alles Mehl möglichst optimal verkauft werden kann, müssen die Mischungen optimal zusammengestellt werden.

Die heutigen Methoden erlauben das Optimieren von Mehlen aufgrund einer Grösse, nämlich dem Aschegehalt. Natürlich hat es im Mehl keine Asche, aber wenn Mehl zu Analysezwecken verbrannt wird, so entsteht ein Ascherest. Die Menge wird durch verschiedene Faktoren bestimmt, gibt aber hauptsächlich den Gehalt an Mineralstoffen wieder. Müssen mehrere Grössen in der Optimierung berücksichtigt werden, so übersteigt das Problem die menschlichen Fähigkeiten. Das Mischproblem ist ein wohlbekanntes Schulbuchproblem der Linearen Programmierung und kann mit einem Computerprogramm schnell gelöst werden. Allerdings hat man damit das Problem der Auswahl von Fraktionen auf das Problem der Formulierung des Optimierungsproblems verschoben. Damit Obermüller dies können, sie sind meist keine Mathematiker, brauchen sie eine geeignete Benutzeroberfläche.

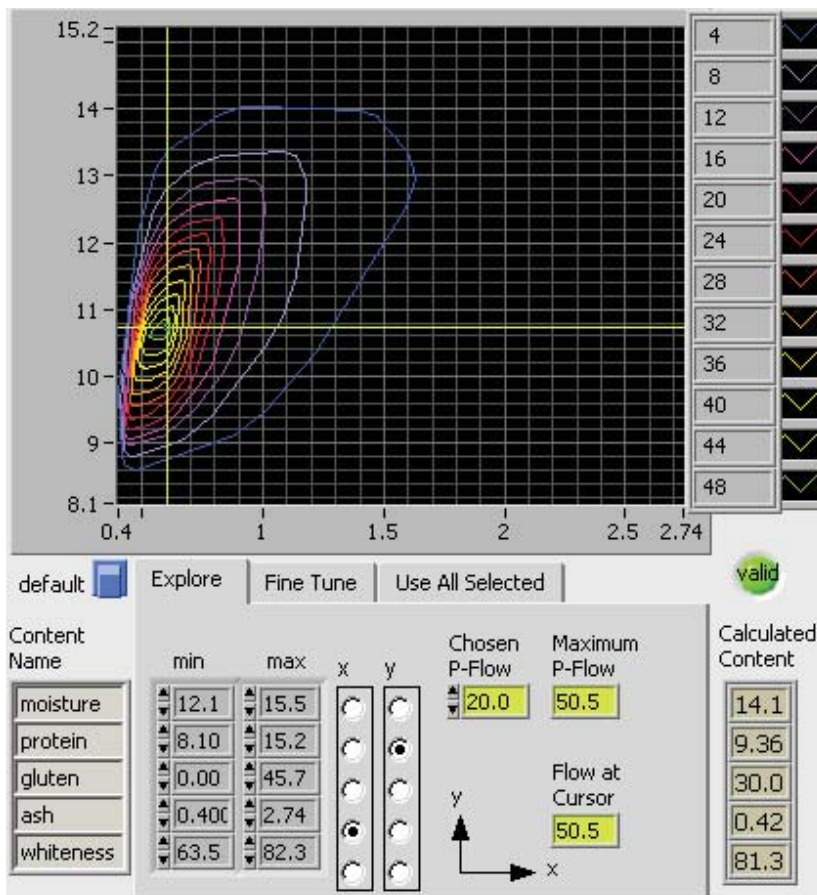
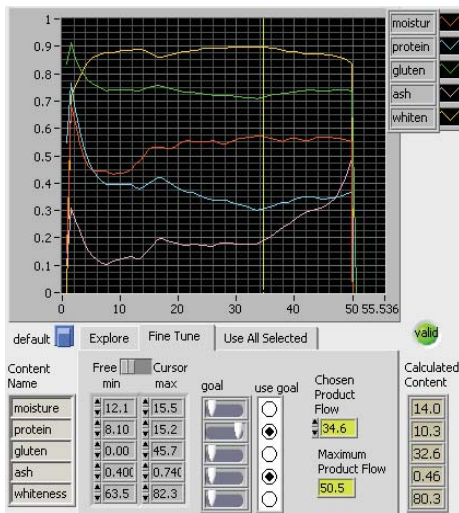


Abbildung 1: Produktmengen in Funktion der Komponentenkonzentrationen

Mischprobleme mit mehreren Inhaltsstoffen verhalten sich aufgrund starker Wechselwirkungen nicht immer so, wie man denkt. So hat der Obermüller kaum Informationen, was überhaupt möglich ist und wie sich die manchmal etwas flexible Spezifikation eines Produkts auf die Möglichkeit, andere Produkte zu mischen, auswirkt. Damit diese Aufgabe von einem Obermüller gelöst werden kann, wurde dazu ein interaktives Tool entwickelt. Die Idee ist, dass der Obermüller zuerst sein wertvollstes Produkt spezifiziert und danach fortlaufend die immer weniger wertigen Produkte. Zur Spezifikation stehen ihm zwei Analyseansichten zur Verfügung. In der ersten, dargestellt in Abbildung 1, hat der Obermüller die Möglichkeit zu untersuchen, welche Produktmengen er mit welchen Spezifikationen erreichen kann. Er kann auswählen, welche Inhaltsstoffkonzentrationen er für die Abbildung verwenden will und kann sich so ein Bild über die Sensitivität der Spezifikationen auf die mögliche Produktmenge verschaffen. So ist in Abbildung 1 zu erkennen, dass er eine maximale Menge mischen kann, wenn der Aschegehalt bei 0.6 und der Proteingehalt um 10.8 liegt. Ebenso kann er erkennen, dass er für einen Proteingehalt um 12 nur eine Menge von 24 erreichen kann und der Aschegehalt zwischen 0.4 und 0.6 liegen muss. Aufgrund dieser Analyse werden ihm die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Inhaltsstoffen klar und es wird ihm erleichtert, sinnvolle Spezifikationen für die Mischungen festzulegen.

Sind die Spezifikationen klar, kann er zur Darstellung für den Feinschliff wechseln. Diese ist in Abbildung 2 für zwei verschiedene Spezifikationen dargestellt. Für ein Produkt bestehen Freiheitsgrade zur Erzeugung einer Mischung, sobald nicht die Maximalmenge spezifiziert wird. Darum sind in Abbildung 2 die Konzentrationen in Funktion der Produktmenge dargestellt. Für die Ausnutzung der entstehenden Freiheitsgrade kann der Obermüller Ziele festlegen. So ist in der Abbildung 2 links das Ziel festgelegt worden, dass der Proteingehalt maximiert werden soll, in der Abbildung 2 rechts,



dass dieser minimiert wird. Anhand der Kurvenverläufe erkennt nun der Obermüller, dass er für eine Produktmenge von 35 statt der maximalen 50 schon ein betreffend dem Aschegehalt deutlich besseres Mehl mischen kann. Damit alle Konzentrationen auf der gleichen Graphik dargestellt werden können, wurden die Achsen so linear skaliert, dass 0 der unteren Grenze und 1 der oberen Grenze entspricht. Für den Proteingehalt ergibt sich ein Unterschied von $0.05 * 7.1$ (Bereich) zwischen dem Szenario links und rechts.

Dem Obermüller wird auch gezeigt, welche der verschiedenen Fraktionen zur Mischung der Produktströme verwendet werden. Dies ist in Abbildung 3 dargestellt.

Die Optimierung geht davon aus, dass die Mühle über Klappen verfügt, die ein Aufteilen des Stroms erlaubt. Nun ist dies in vielen Mühlen nicht möglich, d.h. die Klappen können nur so gestellt werden, dass eine Fraktion komplett einem Produkt zugeordnet wird. Mathematisch entsteht dadurch ein «Mixed Integer»-Problem, denn die Fraktionen müssen einem bestimmten Produkt, also Produkt 1 2 3 ..., zugeordnet werden. Dies ist rechnerisch viel anspruchsvoller und kann nicht in einem interaktiven Tool realisiert werden. Für die vorliegende Lösung wurde das Problem so gelöst, dass mittels Linearer Programmierung (LP) ein Optimum gesucht wird und dann mittels einfacher heuristischer Regeln eine geschaltete Lösung in der Nähe des Optimums gesucht wird. Ist n die Anzahl Inhaltsstoffe, so entstehen aufgrund der LP pro Produktstrom höchstens n aufgeteilte Fraktionen. Es müssen somit für eine Lösung n Schaltstellungen von Ventilen gefunden werden.

Für eine grosse Mühle in China konnte gezeigt werden, dass mit Hilfe einer Optimierung die Ausbeute um 2% verbessert werden kann. Finanziell bedeutet dies eine Amortisation der Entwicklungskosten innert weniger Monate. Falls die Optimierung in einer weiteren kommerziellen Mühleanwendung seinen Nutzen beweisen kann, soll das Tool als Produkt vermarktet werden.

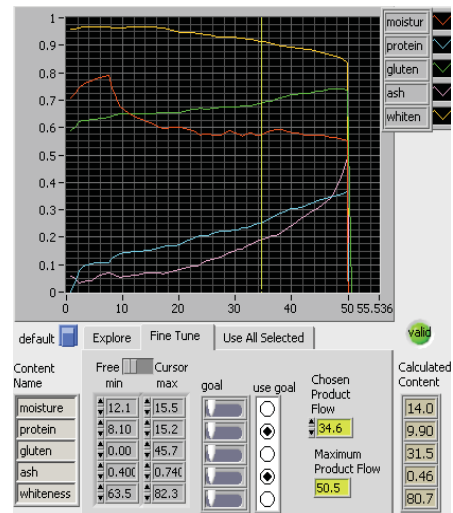


Abbildung 2: Fine-Tune: Konzentrationen in Funktion der Produktmenge

Für die Erstellung des Optimierungsprogramms mussten verschiedene Probleme gelöst werden. Es wurde ein - für das Problem besonders gut geeigneter - Algorithmus für das Mischproblem in der Literatur gesucht und in LabVIEW implementiert.

Im Vergleich zu in LabVIEW zur Verfügung stehenden Lösungen wird damit eine Reduktion der Rechenzeit um einen Faktor 3 bis 5 erreicht. Eine spezielle Herausforderung war die präzise Berechnung.

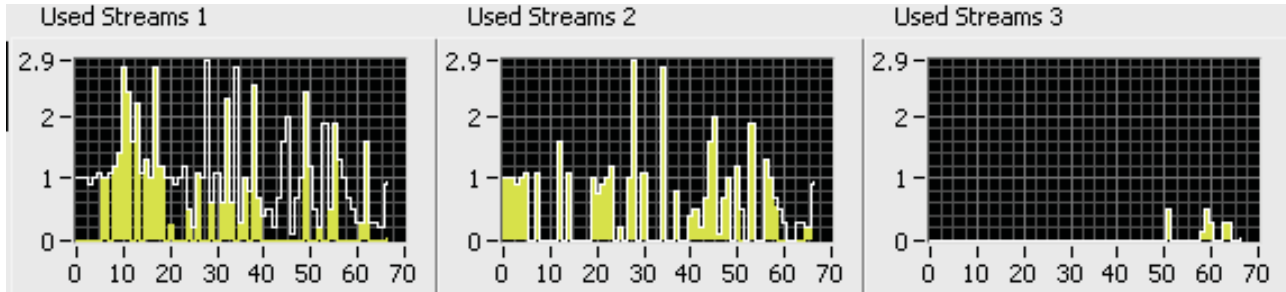


Abbildung 3: Verwendung der Fraktionen

Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik

Systemtechnik (Automation)
Vollzeit und Berufsbegleitend

Inhalte: Industrielle Automatisierung, Robotik, Gebäudeautomation, Mess- und Diagnosesysteme, Sensorik und Aktorik, Mikrosystemtechnik

Zulassung: techn. Berufsmatura, Gymnasium, Techniker TS/HF, Aufnahmeprüfung oder andere gleichwertige Ausbildung

Infoabende in Brugg-Windisch (19 - 21 Uhr)
jeweils Montags:

| | |
|-----------------|-----------------|
| 30. Januar 2012 | 14. Mai 2012 |
| 5. März 2012 | 18. Juni 2012 |
| 2. April 2012 | 20. August 2012 |

peter.zysset@fhnw.ch; T +41 56 462 46 78

www.fhnw.ch/technik/st

Neuartige Gesteinsfräse

Dieser Artikel beschreibt die Modellierung einer neuartigen Gesteinsfräse. Es wird gezeigt, wie durch geeignete Modellierung des Fräsprozesses die Systemparameter im Betrieb richtig eingestellt werden können. Dazu wird in einem ersten Schritt die Fräskinetik abgebildet. In einem weiteren Schritt wird die Leistung der Fräse durch Nutzung quasistabiler Schwingungen optimiert, um so einen möglichst grossen Volumenausbruch pro Zeit, eine geringe Energieaufnahme und eine grosse Kompaktheit des Gerätes zu erhalten.

Lukas Kurmann, MSc EE | lukas.kurmann@fhnw.ch

Einleitung

Dieses Industrieprojekt wird mit unserem Industriepartner Bucyrus Europe GmbH (unter dem Dach Caterpillar) zusammen geführt. Mit Hilfe klassischer Bondgrafen und numerischen Werkzeugen wurde ein Modell dieser neuartigen Frästechnik abgebildet, um so über die genutzten Systemparameter des Modells die Maschinenparameter richtig einzustellen – mit dem erklärten Ziel, möglichst energieeffizient maschinell Gestein zu brechen. In einem weiteren Schritt sollen die auftretenden, nichtlinearen Schwingungen so genutzt werden, dass der Prozess mit möglichst wenig Energie durchgeführt werden kann. Um dieses Ziel zu erreichen, wird eine gründliche Analyse der Fräskinetik vorgenommen. Des Weiteren wird versucht, die Maschinendynamik und die Fels-Maschinen-Interaktion in ein Modell abzubilden. Die Idee dabei ist es, die Prozesssteuerung und -regelung mit geeigneten Parametern zu automatisieren. Die Theorie und Messungen in der Praxis haben gezeigt, dass diese Technologie durch den nichtlinearen Kontakt (sogenannte einseitige Bindung) von Meissel und Felsmaterial eine Leistungsgrenze besitzt, ersichtlich durch das Auftreten subharmonischer Schwingungen. Diese Leistungsgrenze kann in zwei Schritten beeinflusst werden. Im ersten Schritt wird durch Anpassung der Fräsparameter des Antriebs die Fräsleistung verringert, um ein stabiles Betriebsverhalten zu gewährleisten. Diese Methode beschränkt die Leistungsfähigkeit des Prozesses. In einem weiteren Schritt kann durch Nutzung von bestimmten Schwingungszuständen der Fräse, die Fräsleistung des Prozesses maximiert werden. Die verwendete Methode eignet sich hervorragend zur Leistungsoptimierung und hat sich in anderen Anwendungen bereits bewährt.

Dieses neuartige Fräsen wird zurzeit nur bei Gesteinsfräsen verwendet, in ähnlicher Art wie beim Fräsen von Strassenbelägen. Der Hauptunterschied dabei liegt in der eigentlichen Fräskinetik. Die Fräsmeissel sind dabei mechanisch so angebracht, dass sie nur für kurze Zeit Kontakt mit dem zu fräsenden Material machen. Der Vorteil eines solchen Frässystems besteht darin, dass jeder Meissel eine wesentlich grössere Standzeit hat (dank sehr kurzen Kontaktzeiten, werden diese viel weniger erhitzt und es entstehen auch weniger Verluste!). In Abbildung 1 ist der Fräskopf abgebildet

(ein Auszug aus einem der schon veröffentlichten Patente). In dieser Anordnung sind auf einem rotierenden Träger acht Planeten angebracht mit je vier Meisseln. Der zu schneidende Fels ist schraffiert. Die Fräse wird mit einer Vorwärtsbewegung nach links (siehe Pfeil in der Abbildung) am zu schneidenden Material vorbeigezogen.

Solche neuartigen Fräsen werden im Bergbau in Minen eingesetzt, um verschiedenste Materialien wie Kupfererze, Uranerze, etc. zu schürfen. Sie werden nicht als Tunnelbohrmaschinen (TBM) eingesetzt.

Im Rahmen dieses Industrieprojektes mit der Firma Bucyrus Deutschland wird am Institut für Automation an solchen neuartigen Fräsen geforscht. Primär geht es darum, ein theoretisches Modell der Verhaltensweise von solchen Schneidgeräten zu finden. Dieses Projekt, welches letztes Jahr gestartet wurde, befindet sich nun in der Schlussphase. In diesem Bericht werden einige gewonnene (und zur Veröffentlichung freigegebene) Erkenntnisse beschrieben.

Ausgangslage und Zielsetzungen

Gesteinsfräsen sollen möglichst energieeffizient arbeiten, das heisst ein möglichst grosses Aus-

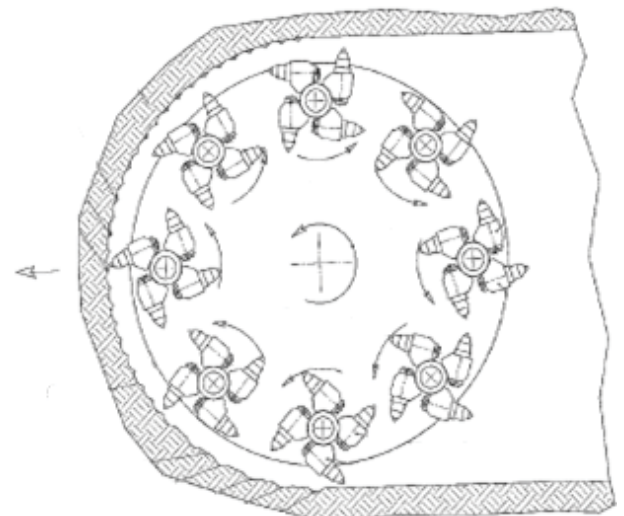


Abbildung 1: Aufbau der neuartigen Fräse

bruchsvolumen bei möglichst kleiner Antriebsleistung erzielen. Caterpillar betreibt ein Fräslabor, in welchem die relevanten Fräsparameter und die verschiedenen Schneidwinkel der Meissel eingestellt werden können.

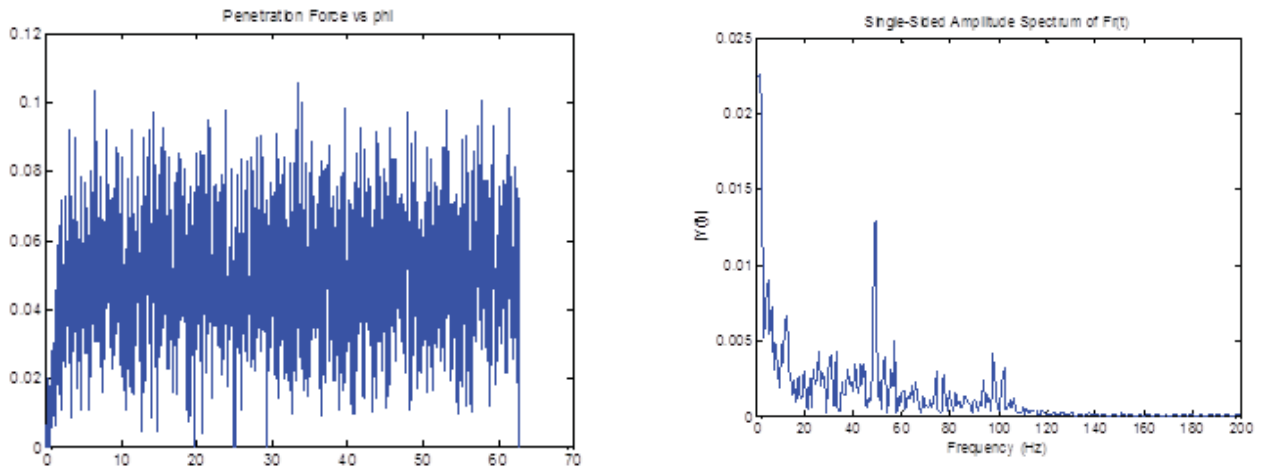


Abbildung 2: Fräskontur bei gemittelter Abtragtiefe [m] pro Simulationsschritt [rad] mit resultierendem Amplitudenspektrum

Aus dem ersten Projekt wurden gründliche Kenntnisse der Fräskinematik gewonnen. Sie dienten als Ausgangslage für dieses Projekt der FHNW. Zielsetzung des Institutes für Automation war es, mit den gewonnenen Analysen der Fräskinematik und der Fräsdynamik, ein Simulationsmodell weiterzuentwickeln, welches das Verhalten dieser neuartigen Fräse qualitativ richtig vorhersagt.

Fräskontur und Fräskinematik

Die Kinematik des Fräsprozesses abzubilden ist schwierig, da der Ausbruch ein hochdynamischer nichtlinearer Prozess ist, welcher mit heutigen Simulationsmodellen nur sehr schwierig genau abzubilden ist. Nach gründlicher Analyse konnte aber doch eine kinematische Approximation des Schneidvorganges gewonnen werden. In der Simulation wurde untersucht, wann sich ein Meißel in der zu schneidenden Felskontur befindet. Durch diese Vereinfachung kann eine gemittelte Abtragtiefe aller Meißel pro Simulationsschritt gefunden werden (siehe auch Abbildung 2, linkes Bild). Dabei wird die Annahme getroffen, dass die Eindringtiefe proportional der Eindringkraft ist (eine oft gemachte Annahme in der einschlägigen Fräslite-

ratur). Abbildung 2 (rechtes Bild) zeigt das resultierende Fräs-Frequenzspektrum.

Um nun das resultierende Amplitudenspektrum auch bei beliebigem Fräswinkel ($0^\circ < \varphi_{\text{Schnitt}} \leq 180^\circ$) simulieren zu können, wird die Fräskontur abgewickelt (siehe Abbildung 3, linke Seite). Dieser Fräswinkel wird simuliert, indem die Kontur mit einer geeigneten Hüllkurve multipliziert wird. Diese ist so geformt, dass die resultierende Kontur dem gewünschten Schnittwinkel entspricht. Von dieser Kontur wird zu jedem Simulationszeitpunkt die Eindring- und Ausfahrpunkte der entsprechenden Meißel im Eingriff aufgezeichnet, um so Aufschluss darüber zu erhalten, welche Meißel wo im Eingriff sind. Des Weiteren kann so nun neu das ‚echte‘ rotatorische Amplitudenspektrum (und auch Kraftspektrum, bzw. Drehmoment) bestimmt werden, wie auch das translatorische Spektrum in alle Raumkoordinaten.

Eine zusätzliche Schwierigkeit, auf deren technische Realisierung hier aber nicht weiter eingegangen wird, besteht darin, dass jede Meißelhalterung mehr als eine Ebene haben kann. Abbildung 3 zeigt die Kraftvektoren der im Eingriff befindlichen Meißel einer Ebene (jeder muss zwangsläufig von einem anderen Meißel stammen).

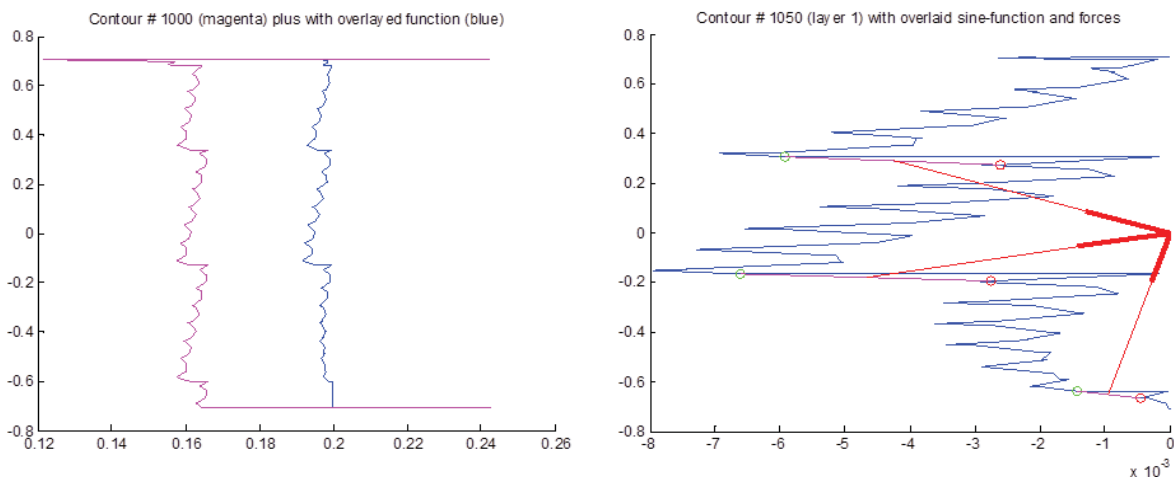


Abbildung 3: Fräskonturen nach ca. 10s Testdauer. Links: abgewickelte Fräskontur, rechts: resultierende normierte Kontur mit Meißelein- und Ausfahrpunkten mit Wirkungslinien der Kräfte und exemplarisch dargestellten Kräften

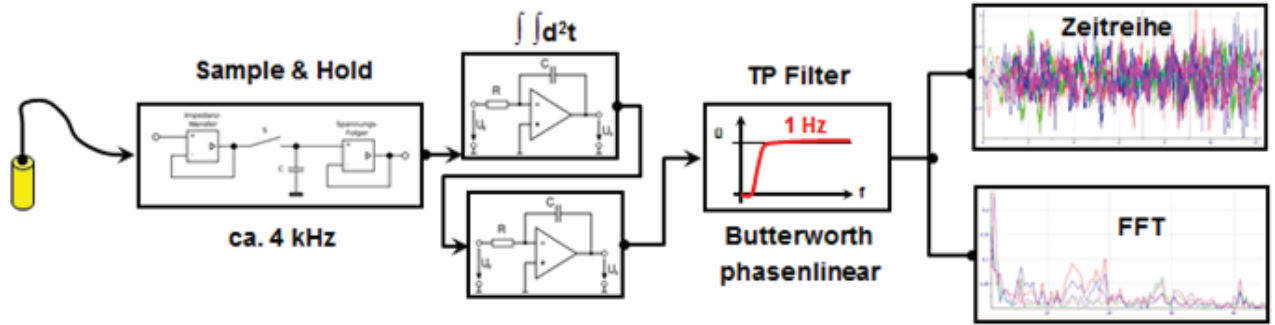


Abbildung 4: Prinzipschema der Amplitudenmessung

Dieses resultierende statische Modell konnte im Fräslabor bei Bucyrus Deutschland validiert werden. Dazu wurden am Fräskopf die Beschleunigungen in alle drei Koordinatenachsen gemessen, integriert und über ein phasenlineares Filter geführt. Das Prinzipschema ist in Abbildung 4 dargestellt.

Die gemessenen translatorischen Zeit- und Frequenzsignale (hier nur exemplarisch für eine einzige Messung) sind in der Abbildung 5 illustriert. Die Diagramme zeigen einen Ausschnitt aus einer Fräskopf-Schwingungsmessung. Das dazugehörige modellierte Spektrum ist in der Abbildung 6 zu finden. Ein Vergleich der Abbildungen 5 und 6 zeigt, dass die gemessenen tiefen Frequenzen gut zu den simulierten passen. Da die Maschine selber einen grossen Tiefpass darstellt, können die hohen Frequenzen (leider) nicht aufgezeichnet werden.

Dynamisches Modell der Torsionsschwingung

Für das dynamische Modell werden die Maschinendynamik und die Fels-Maschinen-Interaktion abgebildet. Die Maschinendynamik wird auf einen Zweimassenschwinger reduziert, da die Steifigkeit der Kupplung zwischen Motorträgheitsmoment und Getriebeträgheitsmoment viel kleiner ist als

die restlichen Steifigkeiten und diese somit vernachlässigt werden können.

Die Fels-Maschinen-Interaktion enthält eine starke Nichtlinearität in Form der einseitigen Bindung (Abbildungen 7 und 8).

Diese starke Nichtlinearität zeigt sich, indem bei entsprechend hoher Fräsleistung ein periodischer Kontaktverlust auftritt, was zu einer Periodenverdoppelung führen kann.

Die periodische Anregung des Systems folgt aus der Eindringtiefe δ , welche sich im Wesentlichen aus der Frequenz der Drehmeissel mal Anzahl Meissel als Grundfrequenz plus Harmonische zusammensetzt.

Die Systemdynamik wird mit einem numerischen Simulationswerkzeug simuliert. Der Antriebsstrang mit zwei Freiheitsgraden führt zu vier Integratoren (grüner Bereich) mit den Trägheitsmomenten J_1 und J_2 , der entsprechenden Steifigkeit c_2 und der Dämpfung k_2 . Die Vorspannung M_0 wird gebildet durch das herrschende Strang-Antriebsmoment. Auf der rechten Seite der Abbildung 9, neben dem grünen Bereich des Simulationsmodells, ist das Maschinenmodell versinnbildlicht, welches das entsprechende Übertragungsverhalten der Maschine darstellt.

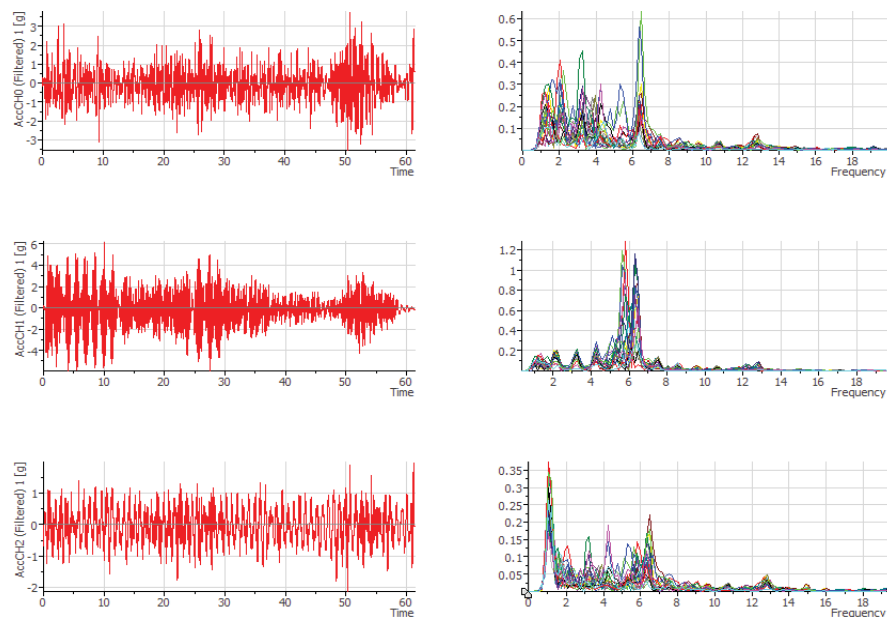


Abbildung 5: Exemplarische Messung der dominanten Schwingungen am Fräskopf in x, y und z Richtung (von oben nach unten; Frequenzen in Hz, Zeit in Sekunden, Amplituden in der Erdbeschleunigung m/s² und in mm)

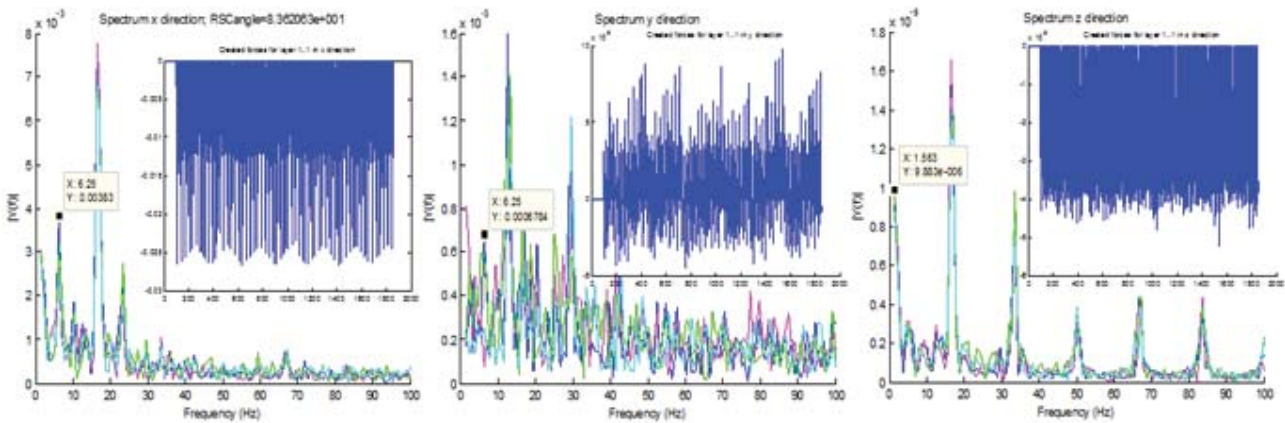


Abbildung 6: Simulierte translatorische Fräskopfschwingungen in x, y und z Richtung (von links nach rechts) mit den dazugehörigen approximierten Fräskräften in blau.

Der nichtlineare Teil des Simulationsmodells ist rot gekennzeichnet. Die einseitige Bindung wird mittels Schalter beschrieben; ist die Differenz des Kontakt- und Anregungsmomentes negativ, so wird die Rückführung der Fels-Maschinen-Interaktion auf den Antriebsstrang und die Anregung ‚abgeschaltet‘. Daneben ist dieses nichtlineare Verhalten zwischen Rotationswinkel und Schnittkraft im orangen Kasten dargestellt.

Der unterste Bereich in blau von Abbildung 9 zeigt das Anregungsmoment des Systems. Dieses Anregungsmoment wird durch das obige Verfahren der Fräskontur ermittelt. Um die Dynamik des Systems zu untersuchen, erfolgt zurzeit die Anregung nur mittels Grundfrequenz (ohne Harmonische).

Als Ergänzung zum gezeigten Simulationsmodell (Abbildung 10) zeigt die untenstehende Abbildung nochmals den Systemzusammenhang des Modells. Da ein gekoppelter Drehschwinger mit Feder und Dämpfer schwierig zu zeichnen ist, wird hier das analoge translatorische Modell gezeigt.

Das Vorspannungsmoment ist hier als F_0 gezeichnet und die lineare Maschinendynamik mit seinen Massen m_1 und m_2 sowohl auch der Feder

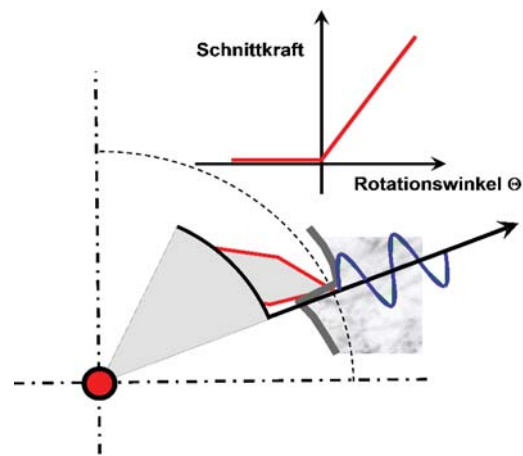


Abbildung 7: Nichtlinearität

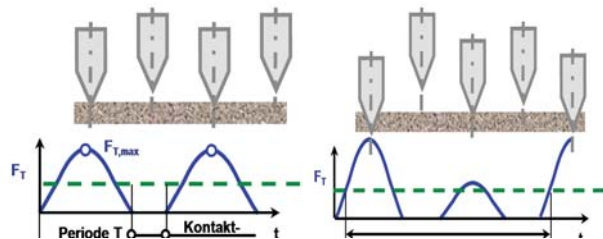


Abbildung 8: Kontaktverlust kann zur Periodenverdoppelung führen

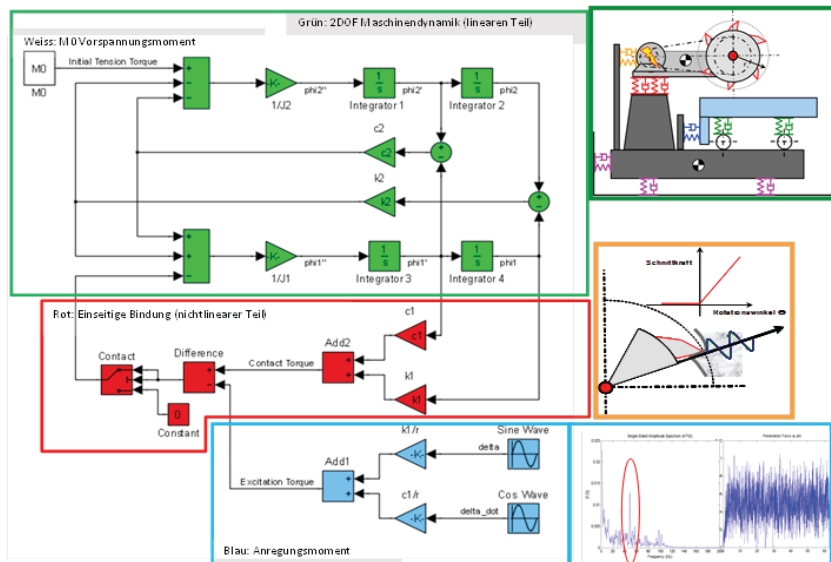


Abbildung 9: Simulationsmodell des Systems

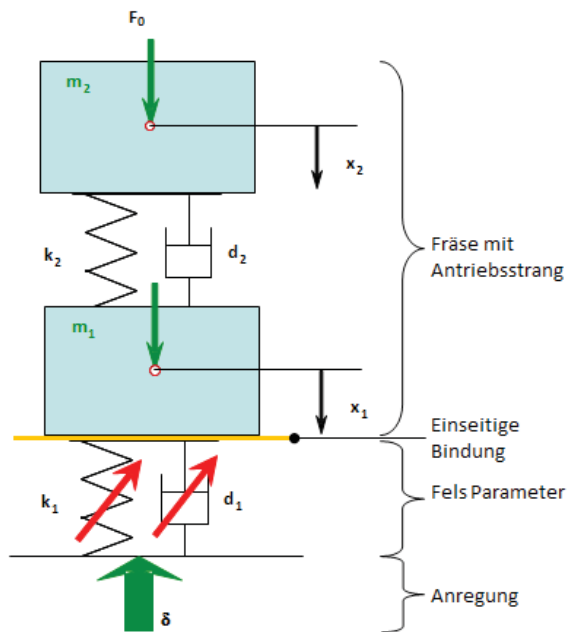


Abbildung 10: Translatorisches Modell des gekoppelten Drehschwingers mit Fels-Meißel Interaktion und Anregung und der Dämpfer (k_2 und c_2), die in Tat und Wahrheit rotatorisch als Drehschwinger ausgelegt sind.

Die einseitige Bindung, die nur auf Druck, nicht aber auf Zug beansprucht werden kann, ist durch die Auflage gezeichnet (in der Abbildung als gelbe Linie dargestellt). Dies ist in Wirklichkeit auch der Meißel, der auf dem Gestein aufliegt, beziehungsweise ins Gestein eindringt. Der Eindringvorgang ist nicht steif, sondern erfolgt mit einem Feder- und Dämpfungsparameter (k_1 und c_1). Diese zwei Parameter ändern sich entsprechend der Härte und Steifigkeit des zu schneidenden Fels. Die Anregung des Systems ist weggesteuert (fräsweggesteuert) und wird hier als δ dargestellt.

Lösungsansätze für die Regelstrategie

Das Ziel ist ein möglichst monofrequentes Schwingungsspektrum, da die Harmonischen Verluste erzeugen. Somit wird der Fräsprozess durch eine monofrequente Schwingung noch effizienter.

Eine Möglichkeit ist, die Fräsleistung automatisch so weit zu verringern, dass die Nichtlinearität vernachlässigt werden kann (Abbildung 11). Allenfalls könnte ein zusätzlicher Freiheitsgrad angekoppelt werden, um die Schwingung der dominanten Frequenz zu tilgen.

Die andere Möglichkeit ist, die Fräsleistung so weit zu erhöhen, dass Kontaktverlust auftritt. So-

mit kann mit geschickter Wahl der Parameter die Effizienz des Fräsprozesses maximiert werden, indem der Fräskopf in Resonanz versetzt wird. Falls die Parameterverhältnisse bedingt durch Maschine und Fels nicht im richtigen Bereich liegen, könnte das System um einen Freiheitsgrad erweitert werden. Somit entsteht ein grösserer Spielraum für die Wahl der Parameter (Massenträgheitsmoment, Torsionssteifigkeit und -dämpfung der sekundären Rotationsmasse). Im Betrieb muss die Synchronisation entweder mittels Variieren mindestens eines dieser Parameter des zusätzlich erzeugten Freiheitsgrades oder durch Änderung der Planetendrehzahl geschehen.

Als Beispiel wird hier das System im Zustand der 2:1 Synchronisation gezeigt (Abbildung 12). Das heisst, die beiden Rotationsfreiheitsgrade führen eine synchrone Torsionsschwingung in Gegenphase mit der halben Anregungsfrequenz aus. Dies führt zu einer maximalen Ausbruchleistung.

Ergebnisse und Ausblick

Neben gezeigten theoretischen Resultaten wurden ausführliche Schwingungsmessungen an der neuartigen Fräse im Fräslabor vorgenommen und es konnte gezeigt werden, dass bei verschiedensten Arbeitspunkten dieser Fräse die Simulation sehr gut mit den gemessenen Schwingungen an der Fräse übereinstimmen.

In diesem Projekt wurde auch ein Patent angemeldet, welches mögliche Regelstrategien einer solchen neuartigen Fräse im Detail beschreibt.

In der jetzigen Phase des Projektes wird das Simulationsmodell der Fräse weiter verfeinert, um die qualitativen Aussagen des Modells noch genauer auf die gewonnen Erkenntnisse der Schwingungsmessungen aus dem Fräslabor in Übereinstimmung zu bringen. Dazu sind auch weitere Messungen im Fräslabor geplant – umso die Modellvalidation komplett abschliessen zu können.

Dazu gehört auch eine mögliche Aussage, ob eine zusätzlich angekoppelte Schwingungsmasse vorhanden sein muss, oder ob eventuell sogar die Trägheitsmomente des Antriebsmotors sich in der geeigneten Grössenordnung bewegen. Somit kann das Frässystem über den Antriebsstrang in eine $x:1$ Synchronisation geführt werden, um noch effektiver schneiden zu können.

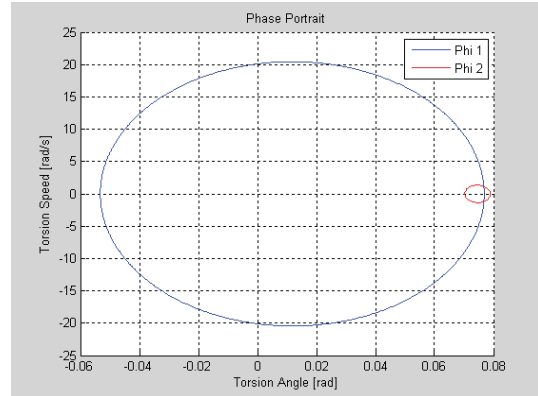
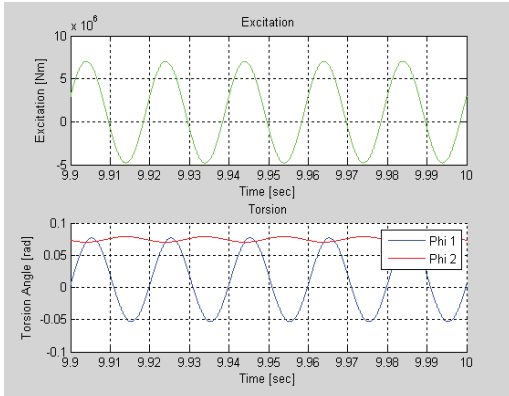


Abbildung 11: Die Anregung und die Torsionsschwingung erfolgen mit derselben Frequenz (50Hz): Da kein Kontaktverlust auftritt, liegt ein lineares System vor.

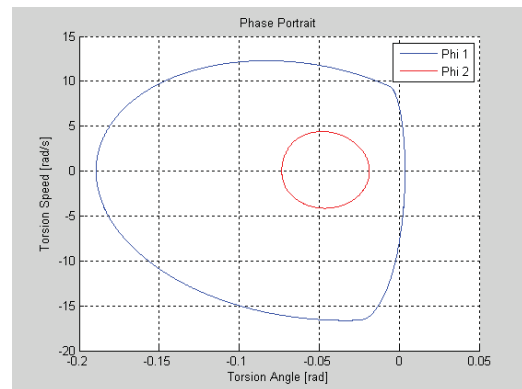
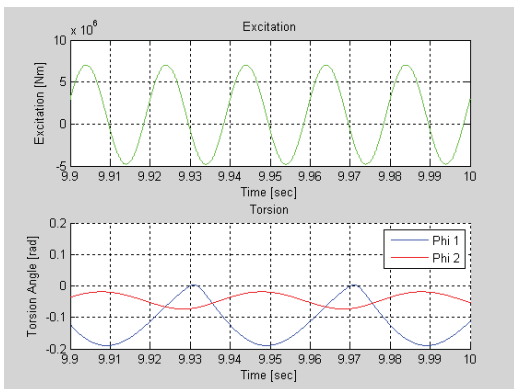


Abbildung 12: 2:1 Resonanz: Die Anregung erfolgt mit 50 Hz, die dominante Frequenz der Torsionsschwingung ist 25 Hz.

Traktionskontrolle für eine zweiachsige Rangierlokomotive

Im Rahmen eines Studierendenprojektes / Bachelor Thesis werden Möglichkeiten zur Traktionskontrolle für eine neue Rangierlokomotive der Stadler Rail AG in Winterthur entworfen.

Dr. David Zogg; Prof. Karl Hauswirth; Michael Montani | david.zogg@fhnw.ch

Ausgangslage

Die Anforderungen an die neu entwickelte zweiachsige Rangierlokomotive sind wegen der hohen spezifischen Zugkraft pro Gewichtseinheit sehr hoch. In der Projektarbeit „Traktionsregelung“ wurden grundsätzliche Möglichkeiten zur Antriebsschlupfregelung untersucht. Dabei wurde ein Beobachter entworfen, welcher die Referenzgeschwindigkeit schätzt. Anhand von Simulationen

wurde die Funktionsweise des Beobachters verifiziert. In einem weiteren Schritt wurde eine geeig-



Abbildung 1: Neue Rangierlokomotive der Stadler Rail AG

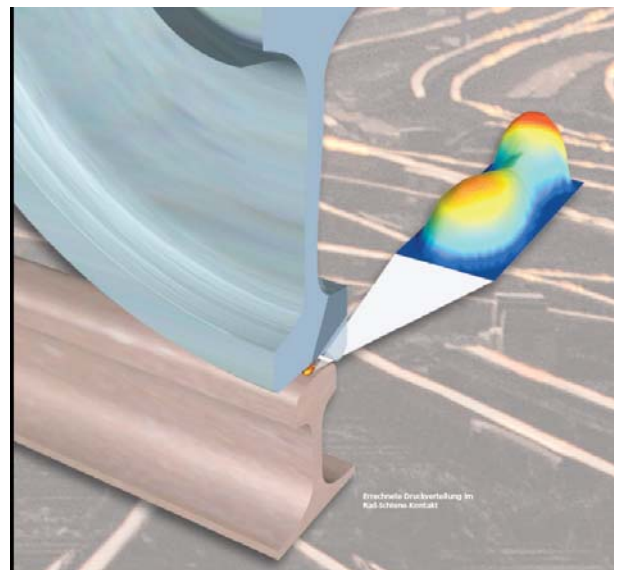


Abbildung 2: Reibungskoeffizient μ in Funktion des Schlupfes (links), Flächenpressung am Rad (rechts)

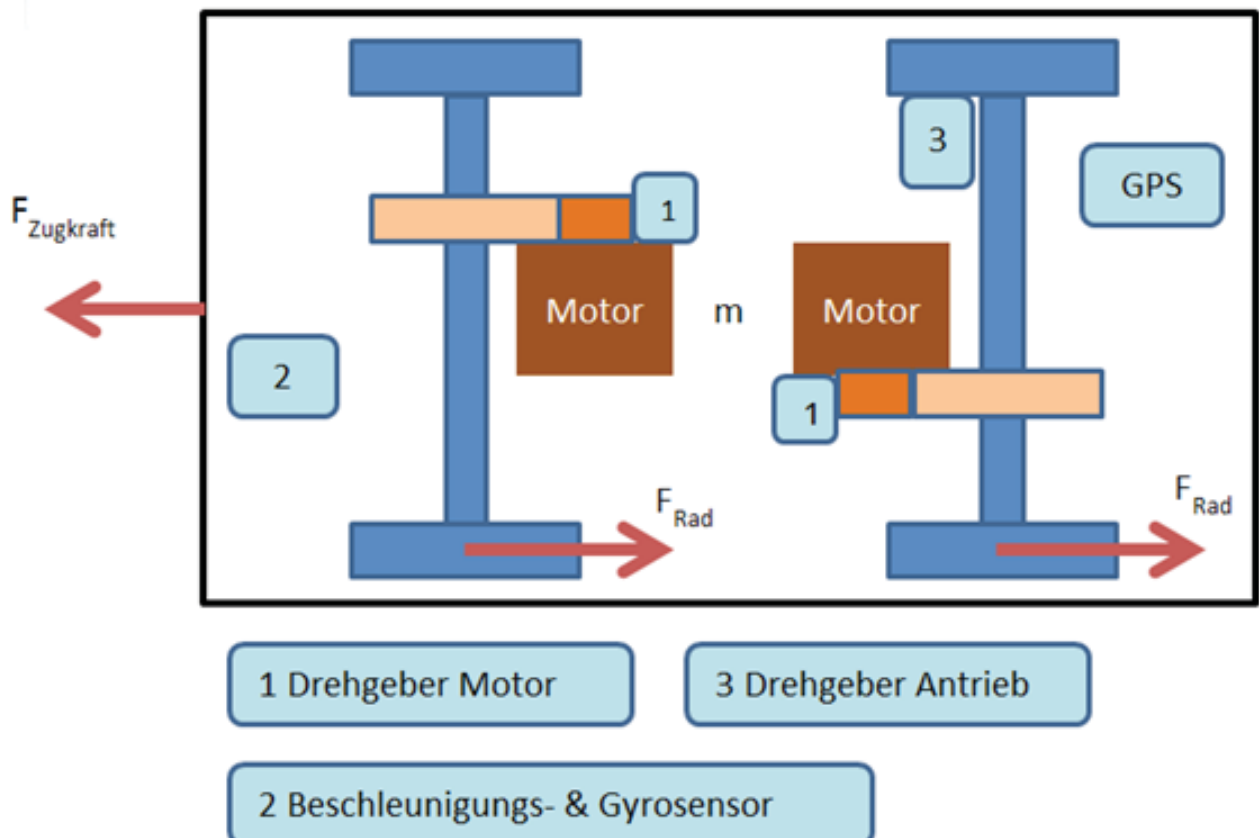


Abbildung 3: Übersicht Sensoren

nete Schlupfregelung für beide Achsen gefunden, welche die Referenzgeschwindigkeit mit den aktuellen Radgeschwindigkeiten vergleicht und bei zu hohem Schlupf eingreift.

Schlupf bei trockener und nasser Schiene in den Griff bekommen

Der Reibungskoeffizient μ zwischen Rad und Schiene und somit auch die Zugkraft sind abhängig vom auftretenden Schlupf am Rad (Abbildung 2). Bei trockener Schiene hat die Kurve ein eindeutiges Maximum, während sich die Kurve bei nasser Schiene stark verflacht. Ziel der Regelung ist es, bei allen Verhältnissen möglichst nahe am μ -Maximum zu arbeiten. In der Realität können aber plötzliche Veränderungen des Schienenzustandes (z.B. Übergang trocken/nass bei der Tunnelausfahrt) diese Aufgabe erschweren.

Zahlreiche Sensoren zur Erfassung von Referenzgeschwindigkeit und Schlupf

Zur Erfassung der Referenzgeschwindigkeit der Lokomotive und der Radgeschwindigkeit werden zahlreiche Sensoren eingesetzt, wie Abbildung 3 zeigt. Daraus kann der Schlupf berechnet werden. Der aktuelle Schlupf ist die wichtigste Prozessgröße, welche geregelt werden muss. Diese kann aber nicht direkt gemessen werden.

Entwurf eines Beobachters

Der erste Schritt ist der Entwurf eines Beobachters zur Schätzung der Referenzgeschwindigkeit bzw. des aktuellen Schlupfs (Abbildung 4). Der Beobachter hat die Aufgabe, die redundanten Informationen der Sensoren laufend auszuwerten und gegebenenfalls zu korrigieren. Damit kann die eigentliche Prozessgröße geschätzt werden.

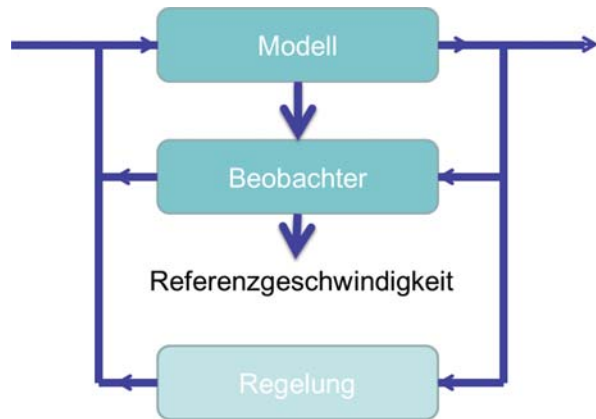


Abbildung 4: Beobachter zur Schätzung der Referenzgeschwindigkeit aus den Sensordaten

Weiteres Vorgehen

Im zweiten Schritt wird der aus dem Beobachter geschätzte Schlupf zur Regelung weiter verwendet. Die Regelung teilt sich in zwei Hauptaufgaben auf:

- Schnelle Regelung der einzelnen Achsen (hochfrequent). Dazu werden Einzelachsen-Traktionsregelungen vom Motoren-Hersteller verwendet.
- Langsame Regelung des Gesamtsystems mit zwei Achsen (tieffrequent). Dazu wird der geschätzte Schlupf für beide Achsen aus dem Beobachter verwendet.
- Es können weitere Indikatoren wie die Differenz des Schlupfes zwischen beiden Achsen bzw. die Beschleunigung der Achsen verwendet werden.

Die Kombination der beiden Regelsysteme soll ein langsames „Wegdriften“ beim Anfahren und einen optimalen Betrieb bei den unterschiedlichen Schienenverhältnissen ermöglichen.

Aufbau eines Wärmepumpen- und Solarprüfstandes

Im Rahmen einer hochschulübergreifenden Zusammenarbeit zwischen der Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik, Hochschule für Life Sciences und Hochschule für Technik wurde eine strategische Initiative gestartet zum Thema „Gebäudeautomation, Energieeffizienz und alternative Energiegewinnung“. In diesem Zusammenhang wird am Standort Muttenz ein Prüfstand aufgebaut, mit welchem das dynamische Verhalten von Wärmepumpen in Kombination mit Solartechnologie untersucht werden kann.

Dr. David Zogg; Richard Schorpp, dipl. El. Ing. ETH; Dominic Jurt | david.zogg@fhnw.ch

Ausgangslage

Das Projekt „Gebäudeautomation, Energieeffizienz und alternative Energiegewinnung“ vereinigt die Fachbereiche nachhaltige Gebäudetechnik, vernetzte Automation, Energieeffizienz und alternative Energiegewinnung als eine Einheit (Abbildung 1) und soll im Rahmen der FHNW-Strategie 2020 einen Beitrag zum Feld „Ressourcennutzung und -entwicklung“ leisten.

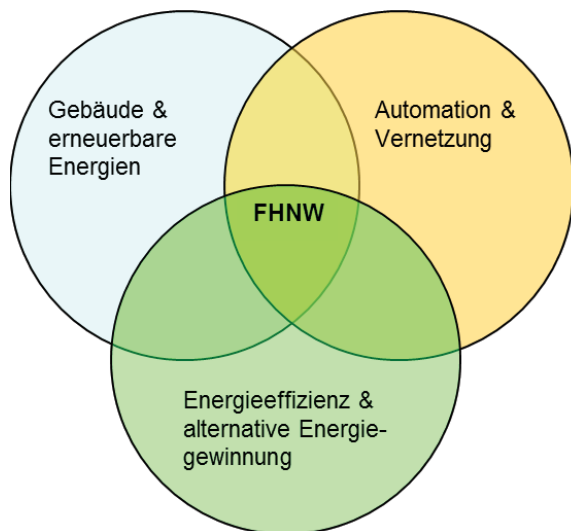


Abbildung 1: Vereinigung der Bereiche Gebäude, Automation, Energieeffizienz und alternative Energiegewinnung

Kombination von Wärmepumpen- und Solartechnologie

Im Projekt „System Control Lab“ werden zusammen mit Industriepartnern und dem Bundesamt für Energie verschiedene Kombinationen von Wärmepumpen mit neuartigen Solarkollektoren (unverglast, Hybrid) als Wärmequelle untersucht. Diese werden zum Teil als reale Systeme aufgebaut und zum Teil emuliert (Abbildung 2).

Automation des Prüfstandes

Unser Institut konzipiert und realisiert die Automation des Prüfstandes. Dazu werden folgende Technologien eingesetzt:

- CAN-Bus für alle I/O-Punkte (aktuell ca. 150 I/O Punkte, 6 CAN-Knoten)
- LabVIEW für die Bedienung und Visualisierung der Messdaten

- MATLAB für die Emulation der Erdwärmesonde, des Solarkollektors und der Wärmeabgabe (Gebäude/Warmwasser) sowie die Regelung aller Ventile, Pumpen, Heiz- und Kühlaggregate.

In MATLAB sind thermodynamische Simulationsmodelle für die Subsysteme hinterlegt (z.T. mit CARNOT Blockset programmiert). Die Regelung erfolgt aufgrund einer mehrschichtigen Kaskadenstruktur mit integriertem Wärmestrom-Manager. Die Wärmeeflüsse sind in Abbildung 3 dargestellt.

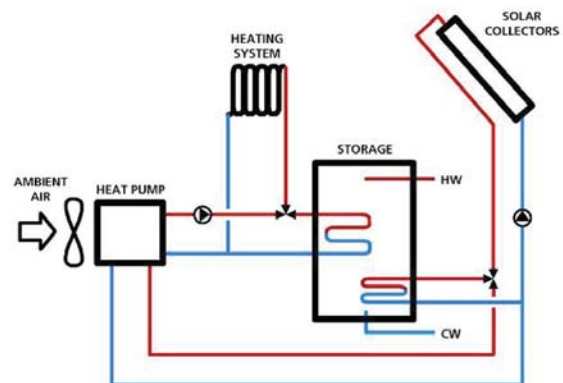


Abbildung 2: Schema einer möglichen Wärmepumpen-Solarkombination für das System Control Lab (Quelle: IEA SHC Task 44)

Die LabVIEW-Oberfläche ist aufgeteilt in verschiedene Ansichten. Abbildung 4 zeigt die „realen Komponenten“ mit Solarkollektor, Solarspeicher, Wärmepumpe und zahlreichen Umschaltventilen zur Einstellung verschiedener Szenarien. Abbildung 5 zeigt die hydraulische Schaltung des Subsystems „Erdwärmesonde“. Mit dem Mischventil zwischen dem warmen und kalten Tank wird die Rücklauftemperatur aus dem Simulationsmodell eingestellt. Vier Wärmeübertrager dienen zur gezielten Aufwärmung oder Abkühlung der Tanks. Für die anderen Subsysteme „Warmwasser/Heizung“ und „Kollektor“ werden ähnliche hydraulische Schaltungen realisiert.

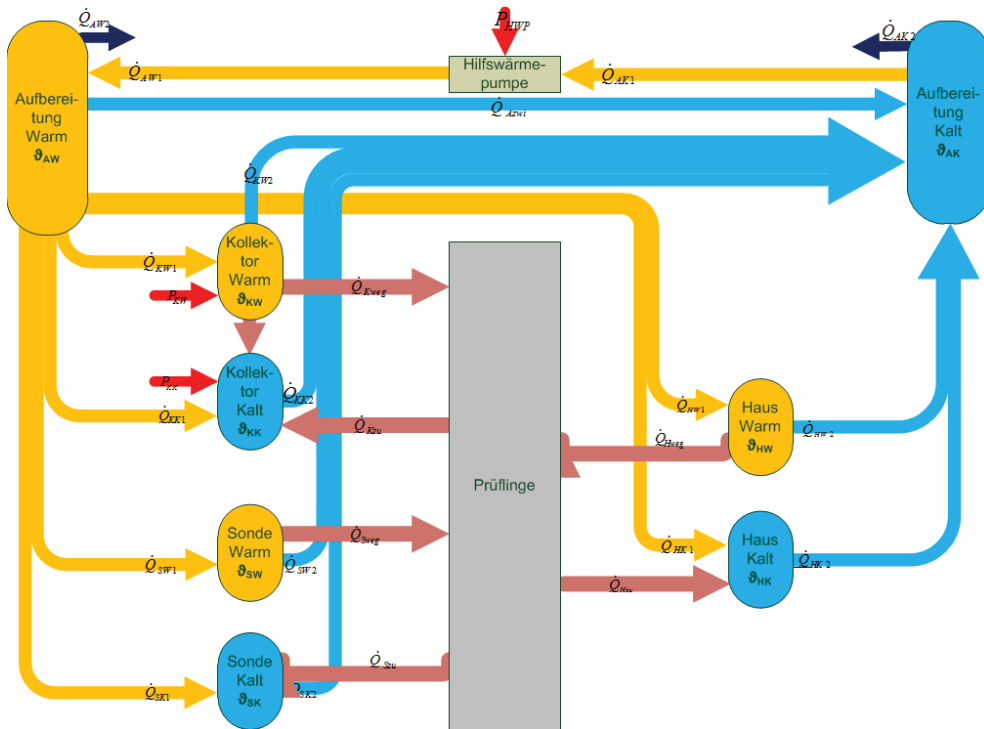


Abbildung 3: Wärmeflüsse im Prüfstand als Basis für den Wärmestrom-Regler

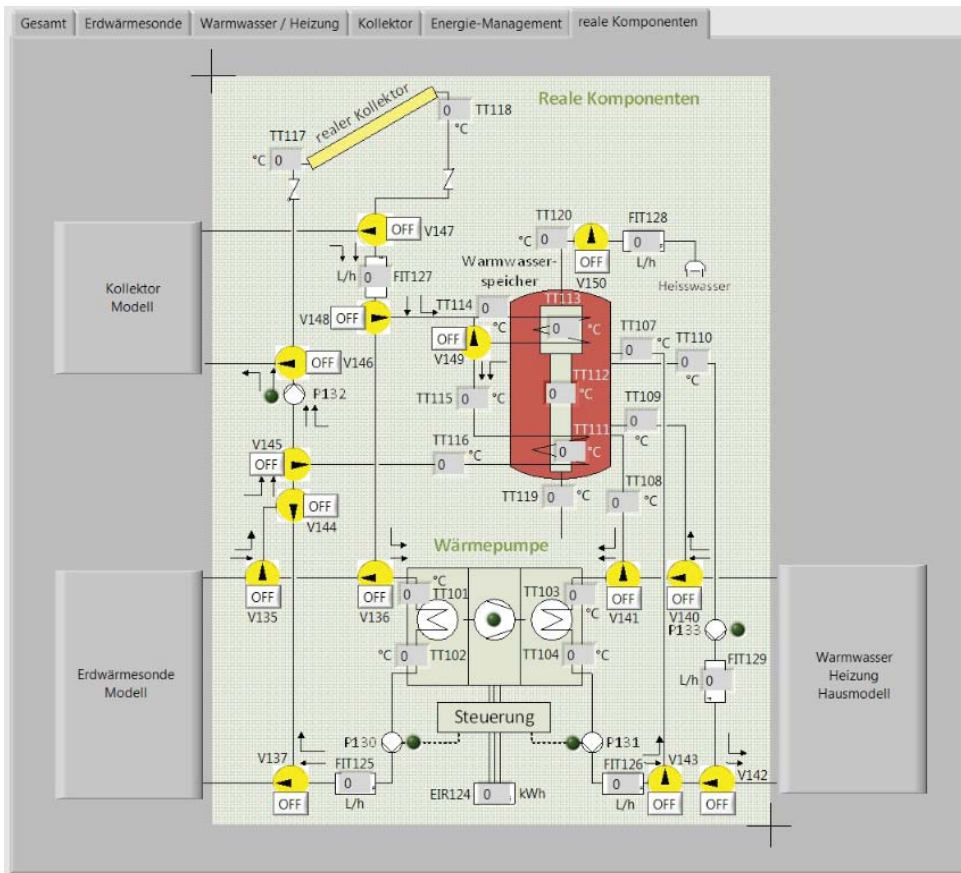


Abbildung 4: Bedienung der „realen Komponenten“ über LabVIEW

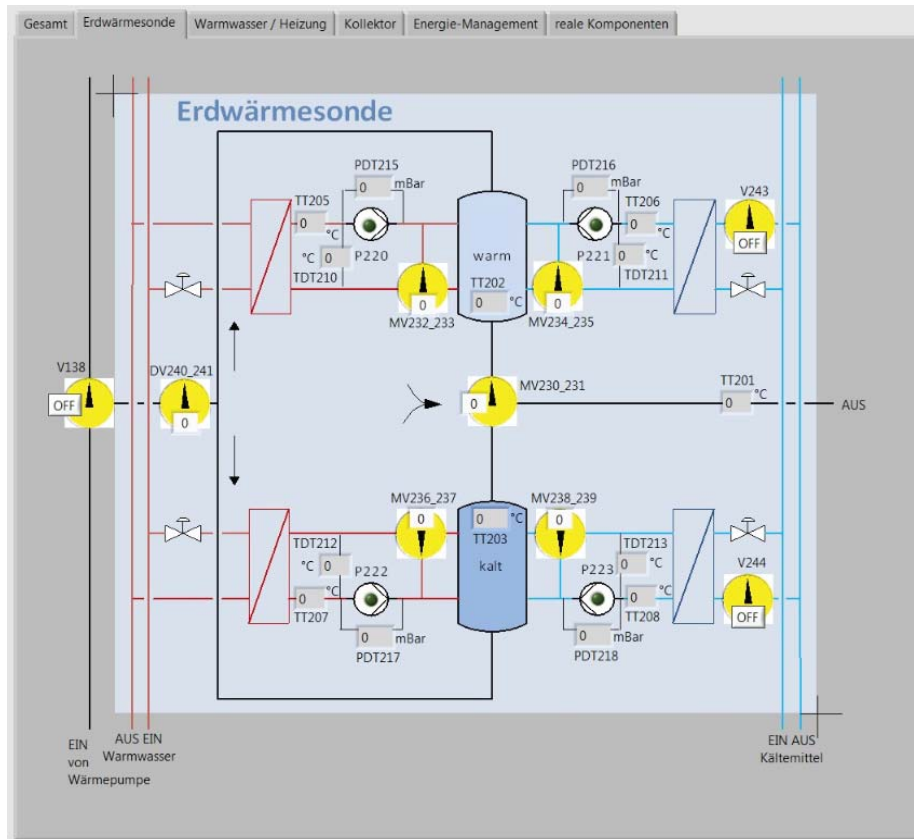


Abbildung 5: Bedienung des Subsystems „Erdwärmesonde“ über LabVIEW

Modellbasierte Regelstruktur für elektrische Rollstühle

Das Ziel dieses Studierendenprojektes in Zusammenarbeit mit Curtis Instruments AG war ein Vorschlag für eine Verbesserung der Geschwindigkeitsregelung. Das Problem sind Störungen wie der Übergang zwischen unterschiedlichen Unterlagen (Asphalt, Kies, Teppich, ...), seitliche Neigung und unterschiedliche Steigungen bis hin zu Schwellen. Hinzu kommt das unterschiedliche Gewicht der Personen.

Prof. Dr. Jürg P. Keller; Sandro Wiedmer, MEng EE | juerg.keller1@fhnw.ch

Ausgangslage

Die Firma Curtis Instruments AG entwickelt unter anderem Steuerungen für elektrische Rollstühle. Via Joystick werden die Sollwerte für die Drehzahl der DC-Motoren vorgegeben. Aus Preis- und anderen Gründen wird die Drehzahl nicht direkt mit einem Sensor gemessen, sondern aus Strom- und Spannungsmessung geschätzt. Als Regelstruktur ist eine klassische Kaskadenregelung mit Strom- und überlagertem Drehzahlregler implementiert. Die Reaktion auf die oben genannten Störungen stellt ein Problem dar.



Abbildung 1: Die Firma Curtis Instruments entwickelt u.a. Controller (HW & SW) für elektrisch angetriebene Rollstühle. Grafik von: <http://curtisinstruments.com>

Regelstruktur

Die modellbasierte Regelung wird in Form einer Stör- und Führungsgrössenaufschaltung umgesetzt. Durch die Störgrössenaufschaltung können mess- bzw. beobachtbare Effekte von Störungen reduziert werden, mit der Führungsgrössenaufschaltung wird das Ansprechen auf Referenzsignale verbessert. Somit muss der Regler nur noch die Differenz zwischen modelliertem und realem Verhalten anstelle des gesamten Regelfehlers korrigieren. Der Vorteil dabei ist, dass der Regler somit weniger aggressiv eingestellt werden muss als bei einer klassischen Regelstruktur, um ein gleich schnelles Ansprechen auf Stör- und Führungssprünge zu erhalten. Stör- und Führungsgrössenaufschaltung liefern keinen Beitrag zur Instabilität, da es sich um einen offenen Wirkungskreis

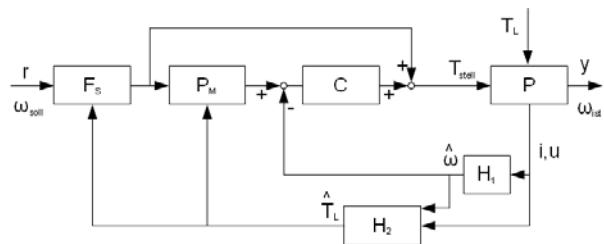


Abbildung 2: Vorschlag einer modellbasierten Feedforward-Struktur; P: Strecke; P_M: Streckenmodell; H₁: Drehzahlschätzer; H₂: Lastschätzer; F_S: Vorsteuerung; C: Regler

(vgl. Steuerung) handelt. Stör- und Führungsgrössenaufschaltung können mit Feedback kombiniert werden: Kombination von Steuerung und Regelung.

Zusammenfassung der Ergebnisse

In dieser Arbeit wurde das Potential einer modellbasierten Reglerstruktur aufgezeigt. Dazu wurden der Rollstuhl und wichtige Störgrössen modelliert. Dieses Modell wurde mittels Messungen validiert. Notwendige in der Regelstruktur vorhandene Komponenten wie der Drehzahl- und Lastschätzer wurden untersucht und ausgelegt. Der Regelkreis wurde erfolgreich getestet und analysiert mittels Simulation. Der Vergleich mit einer PI-Regelung bestätigte die erwarteten Vorteile des

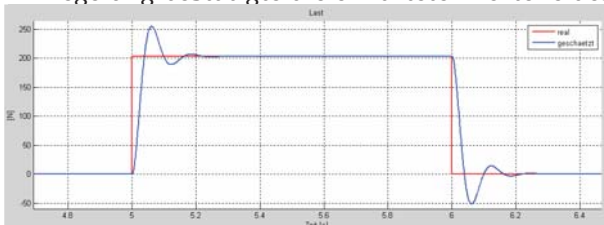


Abbildung 3: Lastsprung beim Hinauffahren einer Rampe, real und geschätzt mittels Zustandsbeobachter

modellbasierten Reglers.

Ausblick

Ein Teil der vorgeschlagenen Ideen zur Schätzung des elektrischen Widerstandes für die Drehzahlberechnung wurden in Form eines P5 weiterverfolgt. Die Firma Curtis erstellt gegenwärtig ein Funktionsmuster, um die vorgeschlagene Regelstruktur an einem Rollstuhl zu testen.



n|w Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik

Ich denke an
meine Zukunft...

...und an
zukünftige
Technologien...

Bachelor in Systemtechnik (Automation)
Vollzeit und Berufsbegleitend

Technische Innovation erfordert das Zusammenführen verschiedener Disziplinen, ein hohes Mass an technischem Wissen und Können sowie Kenntnisse in wirtschaftlichen und organisatorischen Belangen.

Als IngenieurIn der Systemtechnik sind Sie dafür bestens ausgebildet und bringen kompetent Ihre Ideen ein.

www.fhnw.ch/technik/st

Optimierung Fahrstrategie Solarmobil

Bei dieser Bachelor Thesis ging es um die Erarbeitung der Grundlagen zur Optimierung der Fahrstrategie und zum Aufbau einer Software mit anschliessenden Schlusstests. Mit dieser Arbeit wurde das dreijährige Bachelor-Studium im Studiengang Systemtechnik an der Fachhochschule Nordwestschweiz abgeschlossen. Die Arbeit [1] entstand zwischen Februar 2011 und August 2011.

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

Zusammenfassung

Das Team „Solar Energy Racers“ SER ist ein Teil des Mitarbeitervereins BREA (Bühler Renewable Energy Association) der Firma Bühler Uzwil, das sich zum Ziel gesetzt hat am «World Solar Challenge» teilzunehmen.

Ziel beim «World Solar Challenge» ist es, möglichst schnell mit einem Solarmobil von Darwin nach Adelaide (> 3000 km) zu fahren. Das Fahrzeug muss ausschliesslich mit Solarenergie sowie der gespeicherten Energie des Akkus fahren. Infolge dieser Einschränkungen müssen die vorhandenen Energien optimal eingesetzt werden.

Unterteilt man die Strecke in verschiedene Zeitabschnitte, lässt sich mittels der linearen Pro-

grammierung die optimale Geschwindigkeit für jeden Zeitabschnitt ausrechnen. Wichtige Einflüsse wie Wetter- und Windvorhersagen wurden in die Berechnungen einbezogen.

Die lineare Optimierung wurde in LabVIEW durchgeführt. Die Optimierung dauert nur wenige Minuten, somit kann auf allfällige Veränderung der Umwelteinflüsse rasch reagiert werden. Wichtige Parameter müssen während des Rennens laufend angepasst werden.

Referenzen

[1] Mathias Jordi, BSc Systemtechnik; Arbeit BT Nr. 4278-S



Abbildung 1: Solarmobil



Weiterbildung, die sich lohnt!
Master MAS und CAS Lehrgänge in

- **Automation Management**
- **Business Engineering Management BEM**
- **Internationales Logistik-Management ILM**
- **Software Engineering**
- **Kunststofftechnik**
- **Mikroelektronik**

Neue Lehrgänge: - **MAS Optometrie**
 - **DAS Giessereitechnik**

Infoabende in Brugg-Windisch (ab 18.15 Uhr):
Mittwoch, 25. Januar und 25. Juni 2012

T +41 56 462 46 76; weiterbildung.technik@fhnw.ch

www.fhnw.ch/wbt

Studierendenprojekte und Bachelor Theses

Nachfolgende Arbeiten wurden im Rahmen der Studiengänge Systemtechnik (S) sowie Elektro- und Informationstechnik (EIT) durch Dozierende und wissenschaftliche Mitarbeitende des Institutes für Automation betreut.

| Proj. Nr. | Titel der Arbeit | Projektart; Betreuer | Studierende |
|---|---|------------------------------|--|
| Studierendenprojekte 1.- 4. Semester 2011 | | | |
| 4219-S | Embedded USB Printing (Anpassung Schnittstelle Mikrocontroller - USB-Drucker) | Industrie; Binggeli Daniel | Fleischmann David |
| 4224-S | Dokumentation und Modell für Spielautomaten | Bundesamt; Degunda Niklaus | Keller Pascal |
| 4226-S | Erneuerung «Fauchi» (LabVIEW; Mechatronik) | Museum; Stuber Bruno | Jordi Mathias, Rüegg Marvin, Stutz Reto |
| 4235-S | Automation einer Schienenrichtmaschine | Industrie; Anderegg Roland | Feller Roland |
| 4236-S | Kinematik & Antriebstechnik von Lamellenstoren | Industrie; Anderegg Roland | Eichelberger Lothar, Würmli Daniel |
| 4245-S | Überarbeitung AVM 1.0 - Automatisierte Vermessung von Mikrofossilien | Museum; Eisenecker Jean | Strelcenko Andrej |
| 4246-S | Evaluation einer Positionssteuerung für Solarkollektoren | Industrie; Keller Jürg Peter | Reimann Rafael, Rindisbacher Philipp |
| 4248-S | Neue Steuerung für Kunststoffmaschine | Industrie; Hauswirth Karl | Keller Oliver, Mösch Andy |
| 4254-S | Demoanlage für NI mit Robokit | Industrie; Keller Jürg Peter | Gysel Fridolin, Jurt Dominic |
| 4257-S | Bedarfsgerechte Steuerung einer Komfortlüftung | FHNW, IA; Degunda Niklaus | Gloor Marcel, Schneider Livio |
| 4260-S | Kinematikroboter | PSI, Schorpp Richard | Schwarb André |
| 4262-S | Aktiviertes Fräsen | Industrie; Kurmann Lukas | Montani Michael, Schlachter Andreas |
| 4263-S | Baustellenkommunikationssystem | Industrie; Kurmann Lukas | Grande Mirko, Kueng Florian |
| 4264-S | Drohne Scout | FHNW, IA; Kurmann Lukas | Hänggi Andreas, Kalt Simon, Renggli Marco |
| 4265-S | Solarpanel | FHNW, IA; Anderegg Roland | Wyss Dominik, Ruesch Markus, Villinger Joachim |
| 4266-S | Robotik und Automation in der Altenpflege | FHNW, IA; Rüfenacht Daniel | Carritiello Mario |
| 4267-S | Rasenmäher Automation | FHNW, IA; Anderegg Roland | Schatzmann Daniel |
| 4268-S | Reinigungsroboter für Rolladen und Fenster | FHNW, IA; Rüfenacht Daniel | 3 Teams im 1. Semester Systemtechnik |
| 4270-S | Anzeigetafel | Industrie; Schorpp Richard | 5 Teams im 3. Semester Systemtechnik |
| 4272-S | Traktionsregelung für Lokomotiven | Industrie; Zogg David | Montani Michael |
| 4276-S | Regleruntersuchung für Temperiergerät | Industrie; Keller Jürg Peter | Montani Michael, Schlachter Andreas |
| 4277-S | Implementierung eines Solarreglers auf einer SPS | Industrie; Keller Jürg Peter | Reimann Rafael, Rindisbacher Philipp |
| 4286-S | Optimierung eines RFID-Testautomaten | Industrie; Binggeli Daniel | Fleischmann David, Henninger Raphael |
| 4287-S | Weiterentwicklung einer LED-Flachleuchte | Industrie; Ganzmann Peter | Naciri Abdelilah |
| Bachelor Theses / Diplomarbeiten 2011 inkl. vorgängiger Studierendenprojekte 5. Semester | | | |
| 4200-S | Adaptivregler für die Gebäudeautomation | Industrie; Degunda Niklaus | Gamov Sergius |
| 4220-S | Analyse Drehmomentverlust Schrittmotor & Verbesserung Treibermodul | Industrie; Keller Robert | Mareending Pablo |
| 4225-S | Wireless Strom- & Spannungsmessung an Generatoren | Industrie; Stuber Bruno | Helbling Christian |
| 4226-S | Erneuerung «Fauchi» (LabVIEW; Mechatronik) | Museum; Stuber Bruno | Jordi Mathias, Rüegg Marvin, Stutz Reto |
| 4227-S | Mechatronische Ausrüstung zu Mini-Zeppelin | Industrie; Sekler Jörg | Rodler Andreas |
| 4231-S | Analyse der Oberflächen-Nanostruktur von Kontaktlinsen mittels AFM | FHNW, IO; Sekler Jörg | Breitenstein Martin |
| 4233-S | Entwicklung einer miniaturisierten Taumelapparatur | Industrie; Sekler Jörg | Brändli Markus |
| 4239-S | Beispielszenarien Robotereinsatz | FHNW, IA; Recher Lukas | Frey Fabian |
| 4244-S | Bau eines Quadcopters | FHNW, IA; Eisenecker Jean | Hänni Matthias |
| 4249-S | Regelung der Leistung eines Lasers | Industrie; Keller Jürg Peter | Niederberger Stefan |
| 4250-S | Mechatronische Sonnen- & Witterungsschutzsysteme | Industrie; Anderegg Roland | Hediger Martin |

| Proj. Nr. | Titel der Arbeit | Projektart; Betreuer | Diplomand |
|-----------|--|-----------------------------|--------------------------------|
| 4251-S | Adaptive Steuereinheit für POW-Schütz mit einem elektronisch gesteuerten Antrieb | Industrie; Hauswirth Karl | Krayss Florian |
| 4252-S | Kalibration eines XY-Tisches für den Elektronen-Monochromator | PSI; Sekler Jörg | Grether Sebastian |
| 4256-S | Geregelter Rubic-Cube | FHNW, IA; Keller Jürg Peter | Böller Michael |
| 4258-S | HD Upgrade, Teilprojekt Schnittplätze und Planung MIP | Bund; Buchmann Hans | Furter Sandro |
| 4259-S | JDF in der Druckweiterverarbeitung | Industrie; Buchmann Hans | Weidmann Peter |
| 4261-S | CO2 Laser Ablation | Industrie; Burkhard Gregor | Yasar Mehmet |
| 4269-S | Integration von automatischen Türen in Gebäudeautomationssysteme | Industrie; Degunda Niklaus | Peyer Patrick |
| 4271-S | Messtechnik bei Lineartischen - Distanzmessungen im Nanometerbereich | Industrie; Sekler Jörg | Birri Binggeli Mario |
| 4274-S | Evaluation eines Linienerkennungsverfahrens | Industrie; Eisenecker Jean | Fechting Pierre, Haoues Bessem |
| 4275-S | Geregelte Kraftunterstützung Oberschranklift | Industrie; Binggeli Daniel | Rüegg Marvin |
| 4278-S | Optimierung Fahrstrategie Solarmobil | Verein; Keller Jürg Peter | Jordi Mathias |
| 4279-S | Analyse Roboter-Schleifprozess | Industrie; Anderegg Roland | Keller Pascal |
| 4280-S | Aktorik & Sensorik für Schleifroboter | Industrie; Kurmann Lukas | Hunziker Patrick |
| 4281-S | Automatischer Einrichteprozess für Spurkransschmierung | Industrie; Anderegg Roland | Marending Pablo |
| 4282-S | Automation einer Schienenrichtmaschine | Industrie, Anderegg Roland | Birrer Claudio |
| 4285-S | Dispenser und Verkapselungstool für organische optoelektronische Bauelemente | CSEM; Eisenecker Jean | Haude Nicolas |
| 4290-S | Verfahren zum Test von SPS Türsteuerung S-Bahn | Industrie; Schorpp Richard | Feller Roland |
| 4346-S | Instrumentendarstellung für Motorrad | FHNW, IA; Buchmann Hans | Strelcenko Andrej |
| 4355-S | Elektronische Zahlstation | Industrie; Ganzmann Peter | Langenbach Benedikt |
| 4357-S | MID Testsystem | Industrie; Meier Matthias | Naeff Thomas |

Master of Science in Engineering (MSE)

Laufende/abgeschlossene Vertiefungsprojekte P7 bis P9 für Masterstudierende 2011

| Betreuer | Studierende | Beschreibung | Projekt |
|----------------|----------------|---|---------|
| HS 2010 | | | |
| Anderegg | Recher Lukas | Evaluation von Reglerparametrierungen für Verdichtungsgeräte | P8a |
| Hauswirth | Lösch Benjamin | Entwicklung eines robusten Bildverarbeitungsalgorithmus zur Kurvendetektion auf optisch schwierigen Oberflächen | P9b |
| Keller | Obrist Markus | Charakterisierung multivariabler Daten zur datenbasierten Regelung und Optimierung | P9b |
| Keller | Wiedmer Sandro | Modellbasierte Lastabschätzung an einem Rollstuhl | P8 |
| Stuber | Treyer Daniel | Bild-Transformation zur Linienerkennung | P7b |
| FS 2011 | | | |
| Anderegg | Recher Lukas | Validation der Regelungsstrategie für ein nichtlineares Schwingungssystem | P8b |
| Keller | Wiedmer Sandro | Modellbasierte Lastabschätzung an einem Rollstuhl | P8b |
| Stuber | Treyer Daniel | Startpunktbestimmung für die Liniendetektion mittels Flächenanalyse | P7b |



Für persönliche Auskünfte und Beratung stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung:

Leiter Institut für Automation

Prof. Dr. Roland Andereg

T +41 56 462 48 50, roland.andereg@fhnw.ch

Sekretariat Institut für Automation

T +41 56 462 46 11, info.ia.technik@fhnw.ch

Weiterbildung MAS Automation Management

Studiengangleiter Prof. Dr. P. Jürg Keller

T +41 56 462 48 40, juerg.keller1@fhnw.ch

www.fhnw.ch/wbt/mas/am

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW

Hochschule für Technik

Institut für Automation

Steinackerstrasse 5

CH-5210 Windisch

T +41 56 462 44 11

www.fhnw.ch/technik/ia