

Institut für Automation

Tätigkeitsbericht 2010



Editorial

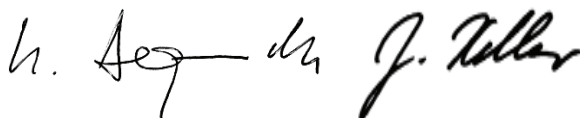
Der vorliegende Tätigkeitsbericht enthält eine Auswahl von Projekten, die im Jahre 2010 am Institut für Automation der Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW bearbeitet wurden.

Er bildet die Tätigkeiten am Institut vollständiger ab, als diese im Forschungsbericht der FHNW dokumentiert werden können, mit dem Ziel, interessierte Leser über mögliche Bereiche einer Zusammenarbeit zu informieren.

Die Kernkompetenz des Instituts wird am Besten durch den leider oft missbrauchten Begriff der Kybernetik beschrieben: die Kybernetik als die Kunst der Steuerung und Regelung. Das theoretische Grundgerüst bildet die mathematische Systemtheorie: Systembeschreibung, Modellierung, Regler- und Filterentwurf. Für die Realisierung braucht es verschiedene Technologien: Sensortechnik, Messtechnik, Elektronik, Steuerungstechnik, Embedded Systems mit der dazugehörigen Informatik und Aktorik, d.h. Automatisierungstechnik. Die Anwendung ist interdisziplinär. Ob die Bodenverdichtung mit einer schweren Walze analysiert und optimiert wird oder eine optimale Regelung für eine Solaranlage zu entwickeln ist oder ob der mechatronisch gesteuerte Drache (Fauchi) eine drastische Verjüngungskur erhält, in einem sind sich diese Projekte sehr ähnlich, nämlich in der Anwendung der vorangehend beschriebenen Kompetenzen der Systemtechnik. Im Fokus des Instituts liegen nicht theoretische Arbeiten, sondern praktische Lösungen, pragmatisch und kreativ, aber trotzdem basierend auf den theoretischen Grundlagen.

Das Institut engagiert sich auch in der Weiterbildung und in der Förderung der Jugend. Mit dem Master of Advanced Studies (MAS) Automation Management bietet das Institut für Automation in Zusammenarbeit mit anderen Fachhochschulen ein schweizweit einzigartiges Weiterbildungsangebot im Gebiet der Automatisierungstechnik an.

Mit dem Projekt real-tec, Projektwochen für Schweizer Jugend forscht und mit der Durchführung der First-lego-League-Wettbewerbe engagiert sich das Institut aktiv im Bereich der Jugendförderung. Nachhaltigkeit ist nur gewährleistet, wenn der Förderung des Nachwuchses höchste Priorität gegeben wird!



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

Inhalt

Ressourcenminimierte dynamische Verdichtung im Erd- und Strassenbau	5
Aktiviertes Fräsen im Bergbau	9
Messtechnik für Strassenwalzen	12
Expertisentätigkeit für das aargauische Handelsgericht	15
RFID-Testautomat	19
brenet und die Automation	20
Wasserhärtemessung	22
BATLOGGER, ein hightech Datenlogger für Fledermausrufe	24
Linienverfolgung auf optisch schwierigem Hintergrund	26
Spindelprüfstand	28
Benutzerunterstützte Optimierung der Mischung von Mehlen	29
Qualitätsbeurteilung von Kakaobutter	30
Das Zukunftspotential trifft sich am FLL 2010	32
Regler NEP Solar	33
Jugendliche mit Technik für Technik begeistern	35
Energiemanagement für Hochregallager	38
Auf die Fittings kommt es an	39
Signalverarbeitung für 3D Sound	40
Fauchi, der Hausdrache auf Lenzburg mit neuem Antriebskonzept	42
Autofahrertest	44
Studierendenprojekte und Bachelor Theses	46

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 4612
Fax +41 56 462 4415

Redaktion:

Rolf Isler / Silvia Rüegger / Sascha Runser

Ressourcenminimierte dynamische Verdichtung im Erd- und Strassenbau

Im Strassenbau werden zur Verdichtung von Böden und Asphaltbelägen Vibrationswalzen eingesetzt, deren Verdichtungswirkung durch die dynamische Erregung des Walzenrades zustande kommt. Die dabei auftretenden, nichtlinearen Schwingungseffekte sollen genutzt werden, um das erforderliche Maschinengewicht einer Walze senken zu können und damit die erforderliche Antriebsleistung zu minimieren. Am Institut für Automation wird die nichtlineare Maschinendynamik analysiert und ein validiertes Simulationsmodell aufgebaut. Auf Basis der Resultate wird ein Funktionsmuster entwickelt, welches den stabilen Energietransfer zwischen Erreger und Verdichtungsgut in der Praxis gewährleistet.

Prof. Dr. Roland Anderegg; Lukas Recher, BSc Systems Engineering | roland.anderegg@fhnw.ch

Ausgangslage und Zielsetzungen

Künftige Verdichtungsgeräte im Strassenbau sollen möglichst energieeffizient arbeiten. Dies bedeutet, dass mit Hilfe einer möglichst leichten Maschine dynamisch die maximale Verdichtungsleistung im Strassenbaumaterial zu erzeugen ist. Dies soll erreicht werden durch die Überlagerung mehrerer Anregungsfrequenzen zusammen mit der Nutzung der autoparametrischen Resonanz nichtlinearer Systeme. Beide Prinzipien überlagert ermöglichen eine innovative und nachhaltige Effizienzsteigerung der Gerätetechnik. Sie erfordern aber ein Verständnis der Prinzipgrundlagen und die optimale Mess- und Regelungstechnik im praktischen Maschinenbetrieb. Das Projekt kombiniert und erweitert die notwendigen Grundlagen und liefert die notwendige mechatronische Basis für die robuste praktische Anwendung im Feld.

Die Zielsetzung des Industrieprojektes besteht darin, mittels Mess- und Regelungstechnik die autoparametrische Resonanz sicherzustellen. Das Vorhaben mit der Firma Ammann AG in Langenthal wird im Rahmen eines durch die Kommission für Technologie und Innovation KTI in Bern geförderten Projekts durchgeführt.

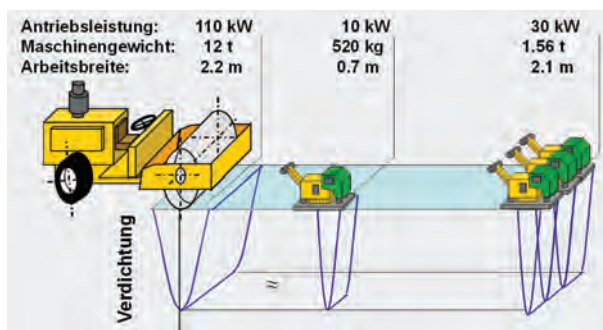


Abbildung 1: Durch das Ausnützen nichtlinearer Dynamik zwischen Maschine und zu verdichtendem Material soll das erforderliche Maschinengewicht für die Erreichung der vorgeschriebenen Bodenverdichtung minimiert werden. Da der Treibstoffverbrauch proportional zum eingesetzten Maschinengewicht ist, kann auf diese Weise der Leistungsbedarf des Verdichtungsprozesses minimiert werden.

Die Abbildung 1 zeigt das angestrebte Projektziel auf. Es soll möglich sein, durch die Nutzung der autoparametrischen Resonanz einen Walzenzug mit 12 Tonnen Gewicht und einer erforderlichen Motorenleistung von 110 kW durch ein Verdichtungsgerät von 1.5 bis 2 Tonnen Gesamtgewicht und einer installierten Motorenleistung von 30 kW zu ersetzen. Diese Tatsache wurde mit Hilfe von Bodenmessdosen, welche die Beschleunigungen in einer Tiefe von 40-80 cm messen, nachgewiesen. Die Verdichtungswirkung ist der Beschleunigung im Verdichtungsgut direkt proportional.

Vorgehensweise

Im Rahmen des Projekts wird aufgezeigt, wie die Theorie der autoparametrischen Resonanz auf die nichtlineare Dynamik von Bodenverdichtungsgeräten angewendet werden kann. Zu diesem Zweck wird zuerst ein validiertes Simulationsmodell der nichtlinearen Maschinen-Boden-Interaktion aufgestellt.

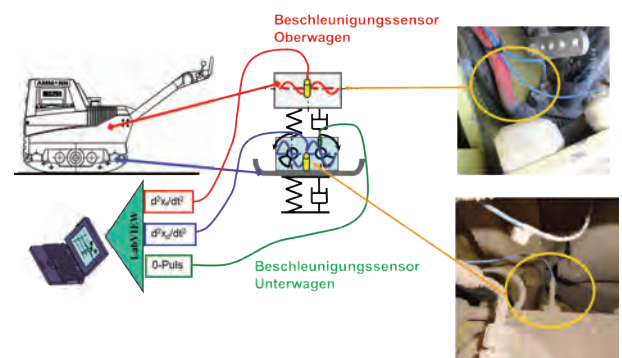


Abbildung 2: Eingesetzte Messtechnik für die Validation des theoretischen Simulationsmodells. Die gemessenen Freiheitsgrade entsprechen den Freiheitsgraden des Simulationsmodells.

Die Abbildung 2 zeigt auf, wie die Dynamik einer Vibrationsplatte praktisch mit Hilfe von Beschleunigungssensoren und der Erfassung

der aktuellen Position der rotierenden Unwucht des Schwingungserregers gemessen werden kann. Eine Vibrationsplatte bewegt sich durch Vorwärtsspringen fort und besitzt einen mechanischen Aufbau, bei welchem sowohl der Unterwagen als auch der Oberwagen aktiv an der Schwingung des Maschinen-Boden-Systems teilnehmen. Im Gegensatz zu einer Grossmaschine, bei welcher das Chassis in Ruhe bleibt, kann bei einem Kleingerät der Oberwagen als passiver Tilger genutzt werden.

Die Messungen haben gezeigt, dass der Oberwagen tatsächlich als Tilger auf die stark nichtlineare Dynamik des Unterwagens einwirkt. Abbildung 3 zeigt auf, dass die Masse des Oberwagens im Gegentakt zur Schwingung des Unterwagens erfolgt, die parallel dazu erfolgende Fouriertransformation zeigt auf, dass Ober- und Unterwagen in diesem Zustand ein und dieselbe Schwingungsfrequenz besitzen. Die Gegenschwingung des Oberwagens führt dazu, dass immer dann, wenn der Unterwagen von der Unterlage abhebt, eine dynamische Gegenkraft dem entstehenden, nichtlinearen Kontaktverlust zwischen Maschine und Boden entgegenwirkt und damit ein Periodenverdoppelungsszenario als Vorbote eines chaotischen Betriebszustands verhindert. Diese Dynamik, als 1:1-Resonanz bezeichnet, erlaubt es, maximale Bodenkräfte im Bereich des 10-15-fachen des statischen Eigengewichts zwischen Maschine und Boden zu übertragen. Bei klassischen Grossmaschinen, welche ein statisch wirkendes Chassisgewicht besitzen, liegt die Grenze beim 2.5-3-fachen des statischen Maschinengewichts. Diese Maximierung der dynamischen Bodenkräfte ist der Hauptgrund, weshalb die autparametrische Resonanz eine derart hohe Energieeffizienz in der Bodenverdichtung ermöglicht.

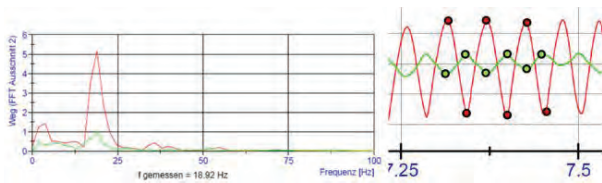


Abbildung 3: FFT und Zeitreihe der Schwingungen in vertikaler Richtung von Bandage/Unterwagen (rot) und Chassis/Oberwagen (grün). Die Phasenverschiebung zwischen den beiden Freiheitsgraden (hier die so genannte 1:1-Resonanz) beträgt exakt 180° und führt dazu, dass die Nichtlinearität der Dynamik so gesteuert werden kann, dass keine chaotischen Betriebszustände auftreten.

Der Name «autparametrische Resonanz» rührt daher, dass der Unterwagen im nichtlinearen Zustand als parametrischer Resonator auf den Oberwagen einwirkt. Dies ist an der Phasenverschiebung zwischen den beiden beteiligten Massen von 180° gut zu erkennen. Da der Unterwagen die notwendige Dynamik durch die Nichtlinearität der einseitigen Bindung zwischen Maschine und Unterlage erzeugt, kann man die-

se Erregung als «selbsttätig», also autparametrisch bezeichnen.

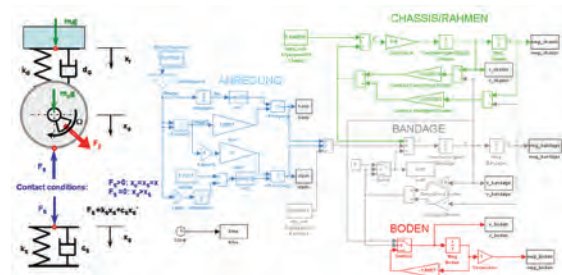


Abbildung 4: Modell der nichtlinearen Maschinen-Boden-Interaktion und zugehöriges Simulationsmodell. Um einen autparametrischen Effekt zur Beherrschung eines chaotischen Prozesses zu erzeugen, sind eine Energiequelle, eine Nichtlinearität und zwei Freiheitsgrade notwendig.

Das analytische Modell der Maschinen-Boden-Interaktion und die zugehörige Simulation der Interaktion zwischen Maschine und Boden zeigen eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den Messwerten aus Abbildung 4 und den Simulationsergebnissen. Das Simulationsmodell zeigt mit genügender Genauigkeit die Effekte der autparametrischen Resonanz.

Mit diesem Modell wurde eine Skalierung der Modellparameter bei gegebenen Eigenschaften des Bodens, bei bekannter Steifigkeit k_B und Dämpfung c_B des Bodens und gegebenen Maschinenparametern, die Massen des Unterwagens m_d , des Oberwagens m_f , sowie der elastischen Parameter des Oberwagens k_f und c_f . Durch Parameteroptimierung konnten die maximalen Bodenreaktionskräfte so erhöht werden (z.B. für einen Walzenzug mit 12 t Gewicht: Erhöhung der maximalen Kontaktkräfte von einem Faktor 2.5-3 auf einen Faktor 10-15). Die Wirkung einer 12 t Maschine entspricht dann derjenigen eines 25-30 t Walzenzugs. Diese Aussagen konnten mit einer entsprechend ausgerüsteten Maschine im Juli 2010 in Spanien erstmals praktisch nachgewiesen werden.

Abbildung 5 zeigt den 12 t Walzenzug und die 500 kg Platte, für welche die autparametrische Resonanz nachweislich eine Betriebsstoffersparnis durch Massenminimierung um rund 50-70% erzielen lässt. Um sicher zu gehen, dass das Modell und die theoretisch gefundenen Skalierungsgesetze auch wirklich in der Realität nutzbar sind, wurde ein 5 kg schweres Modell mit einer Erregerfrequenz im Bereich 0 bis 17 Hz, an Stelle der sonst üblichen 25-50 Hz aufgebaut und die Dynamik am Modell überprüft. Sowohl die Grossmaschine mit 500 kg Masse als auch das Labormodell mit 5 kg Gewicht weisen exakt die gleiche Dynamik auf, falls man die Messresultate entsprechend dem Simulationsmodell skaliert, siehe Abbildung 6.

Die Abbildung 6 bietet einen Überblick über die nichtlinearen, dynamischen Betriebszustän-



Abbildung 5: das Prinzip der autoparametrischen Resonanz ist eine skalierbare Technologie - sie kann für Maschinen mit 20'000 kg (Walzenzug), 500 kg und auch 5 kg angewendet bzw. nachgewiesen werden. Das 5 kg Modell wurde durch die beiden Studierenden Niederberger und Marending 2009/2010 aufgebaut und die nichtlineare Dynamik nachgewiesen.

de, wie sie bei einem unwuchterregten Zweimasenschwinger mit einseitiger Bindung auftreten können. Startet man mit der Frequenz 0 und erhöht diese kontinuierlich, dann wird zuerst ein unterresonanter Betriebsbereich mit geringeren Schwingungsamplituden durchfahren. Diesem schliesst sich ein fast-periodischer Abschnitt an, der bei steigender Frequenz in die bereits betrachtete 1:1-Resonanz übergeht. Damit ist ein erster, stabiler Betriebszustand erreicht. Bei weiterer Frequenzerhöhung wird ein chaotischer Bereich durchfahren, welcher für Maschine und Verdichtungsprozess äusserst nachteilig ist. Dieser Bereich entsteht durch den Verlust der Phasensynchronisation zwischen Oberwagen- und Unterwagenmasse der 1:1-Resonanz und muss

durch geeignete Regelungsmassnahmen in der Praxis vermieden werden. Die Dynamik von Ober- und Unterwagen erscheint dabei quasi entkoppelt, der Oberwagen führt grosse Amplituden mit seiner Resonanzfrequenz aus. Bei weiterer Frequenzsteigerung wird die 2:1-Resonanz erreicht, Ober- und Unterwagen befinden sich in einem stabilen, stark nichtlinearen Betriebszustand, die Erregerfrequenz ist exakt doppelt so hoch wie die Schwingungsfrequenz des Oberwagens, in welche sich der Unterwagen durch seine erste subharmonische Schwingung, die durch Periodenverdopplung entstanden ist, einkoppelt.

Bei weiterer Frequenzerhöhung schlägt die 2:1-Resonanz über das klassische Periodenverdoppelungsszenario in einen chaotischen Betrieb um, welcher die erreichte Verdichtung und das Verdichtungsgerät zerstört. Durch ein Absenken der Anregungsfrequenz des Bodenverdichters kann dieser Betriebszustand verhindert werden.

Generell ergeben sich drei Varianten, Maschinenparameter zu regeln:

- Amplitude des Erregers durch Variation des statischen Unwuchtmoments verstellen
- Frequenz des Erregers variieren
- Steifigkeit der Tilgermasse bzw. Resonanzfrequenz des Tilgers variieren

Die Regelung einer der drei Parameter ist minimal notwendig, um den Zustand einer autoparametrischen Resonanz in der Praxis zu gewährleisten!

Die zugehörige Aktorik und die Mess- und Regelungstechnik für das stark nichtlineare Schwingungssystem sind derzeit in der Entwicklung; insbesondere die Regelalgorithmen sind problemspezifisch zu entwickeln, da für stark

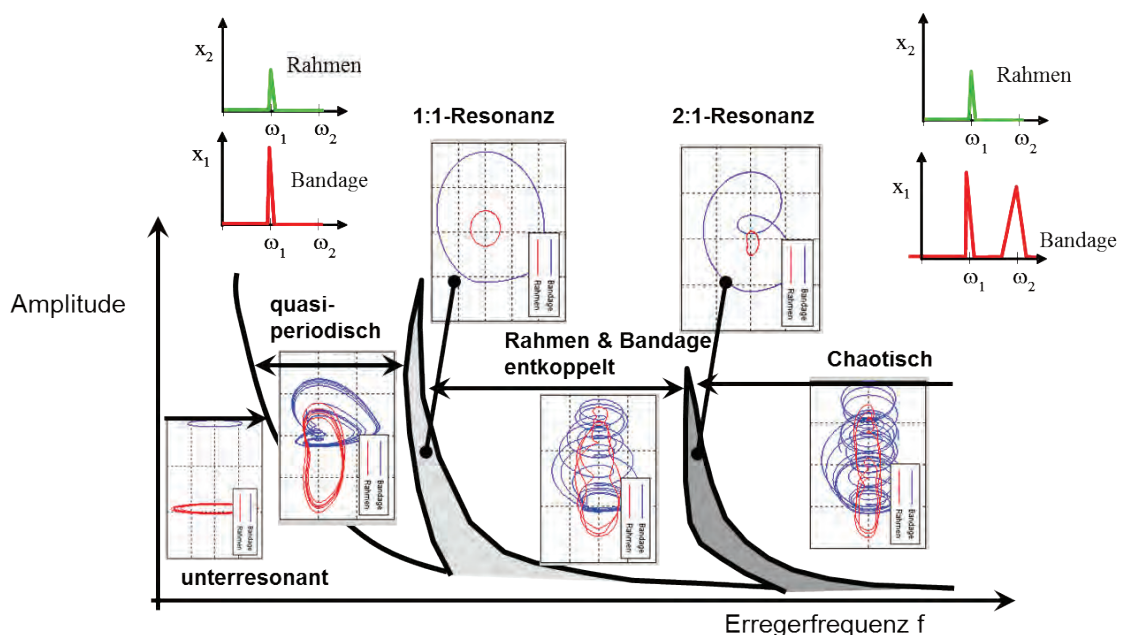


Abbildung 6: Übersicht über die nichtlineare Dynamik von Verdichtungsgeräten mit einseitiger Bindung. Die typischen nichtlinearen Schwingungszustände sind als Funktion der Erregerfrequenz f und der resultierenden Schwingungsamplitude A dargestellt.

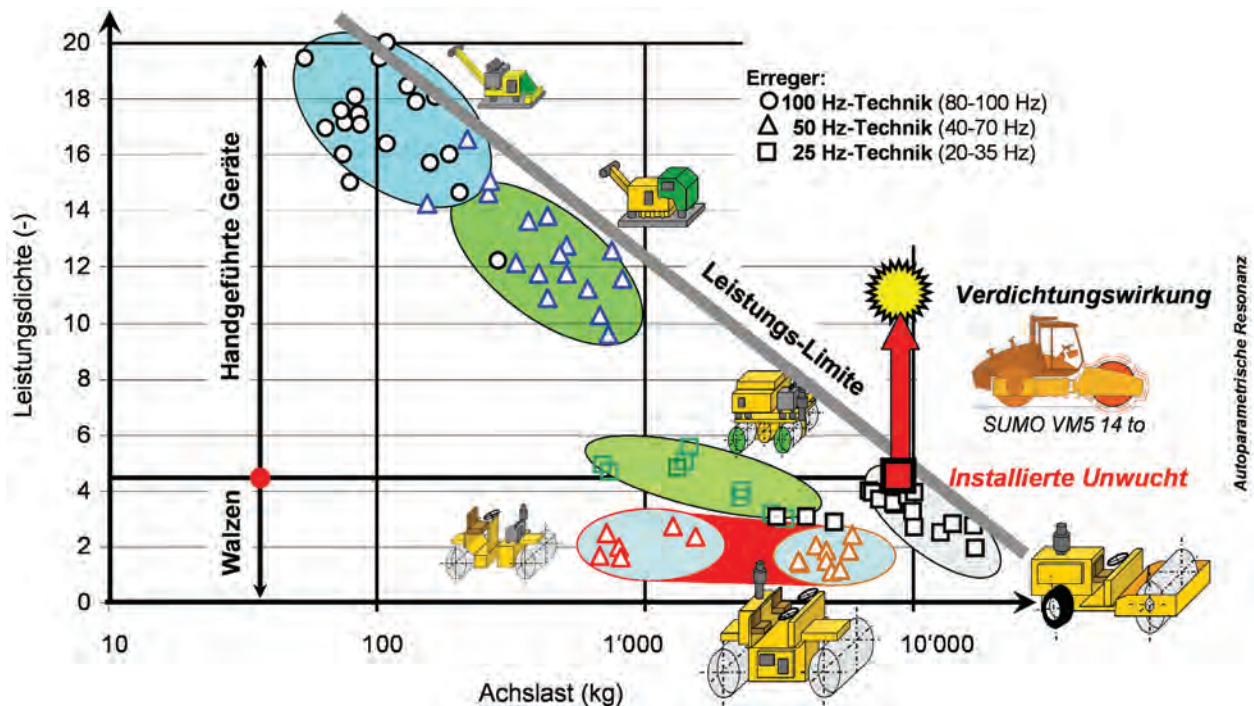


Abbildung 7: Trägt man die erzeugte Zentrifugalkraft dividiert durch die Gewichtskraft einer Maschine gegen ihre Achslast (kg) auf, erkennt man die Leistungsgrenze heutiger Verdichtungsgeräte. Durch die Verwendung der autoparametrischen Resonanz ist es möglich, diese Grenze zu durchbrechen und wesentlich höhere Leistungsdichten zu installieren. So kann eine 10 t schwere Maschine ihre Leistungsdichte mehr als verdoppeln durch die Anwendung dieser Technologie.

nichtlineare Systeme, welche Betriebspunkte besitzen, um welche das Systemverhalten nicht linearisiert werden kann, keine allgemeine Theorie besitzen. Stattdessen wird mit Hilfe einfachster, meist unstetiger Dreipunktregler versucht, die Systemübergänge zwischen den verschiedenen Betriebszuständen zu überwinden.

Ergebnisse und Ausblick auf künftige Arbeiten

Bereits jetzt kann gesagt werden, dass die Nutzung der autoparametrischen Resonanz die Leistungsgrenzen heutiger Verdichtungsgeräte massiv steigern kann. Abbildung 7 zeigt dies anhand der so genannten Leistungsdichte in Funktion des Eigengewichts der Maschine auf. Die Leistungsdichte ist ein dimensionsloser Kennwert, der aus der Division der Zentrifugalkraft und der statischen Gewichtskraft resultiert. Je kleiner die Maschine, umso höher die zwischen Maschine und Boden transmittierbare Verdichtungsenergie. Dies ist vor allem eine Folge der Tatsache, dass mit abnehmendem Maschinengewicht die optimale Erregerfrequenz ansteigt (Resonanzfrequenz

Maschine-Boden) und infolge dessen die Zentrifugalkraft (im Quadrat der Erregerfrequenz) zunimmt. Die resultierenden Schwingungsamplituden betragen dabei von 1 bis 2.5 mm.

Erst die Nutzung der autoparametrischen Resonanz macht es möglich, durch gezielten Einsatz des Schwingungstilgers die maximalen Bodenreaktionskräfte und in deren Folge auch die maximalen Schwingungsamplituden um bis zu 300% zu steigern. Gemessen an der Leistungsdichte zeigt die Abbildung 7 für einen 10 t wiegenden Walzenzug auf, welche Leistungssteigerung dies für eine solche Maschine bedeutet.

Die Resultate zeigen auf, dass man mit einem um 50 bis 70% leichteren Verdichtungsgerät dieselben Verdichtungsergebnisse erhalten kann, wenn man die nichtlineare Dynamik der Maschinen-Boden-Interaktion mit Hilfe der autoparametrischen Resonanz nutzt. Durch die verringerte installierte Motorenleistung kann damit ein aktiver Beitrag zur nachhaltigen Verdichtung im Strassenbau geleistet werden.

Aktiviertes Fräsen im Bergbau

Im Projekt "Aktiviertes Fräsen" geht es darum, möglichst effizient maschinell Gestein zu brechen. Die Idee dabei ist, die auftretenden, nichtlinearen Ratterschwingungen so zu nutzen, dass der Prozess mit möglichst wenig Energie durchgeführt werden kann. Um dieses Ziel zu erreichen, wird eine gründliche Analyse des Steinbrechvorgangs vorgenommen - um so zuerst die Reaktionskräfte möglichst genau zu bestimmen. Danach wird in einem Modell mit mehreren Freiheitsgraden versucht, die gesamte Fels-Fräs-Interaktion abzubilden. Ziel ist die Prozesssteuerung mit geeigneten Parametern so zu automatisieren, dass der Fräs-vorgang im Energieminimum betrieben werden kann.

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

Ausgangslage und Zielsetzungen

Das aktivierte Fräsen wird beim Gesteinsfräsen verwendet, in ähnlicher Art wie beim Fräsen von Strassenbelägen. Der Hauptunterschied beim aktivierten Fräsen liegt in der eigentlichen Fräskinematik. Die Fräsmessel sind nicht direkt auf einem rotierenden Zylinder angebracht, sondern werden über einen weiteren Rotationsfreiheitsgrad auf diesem rotierenden Zylinder (Sonnenrad) gesteuert.

In Abbildung 1 ist eine erste Generation einer solchen aktivierten Fräse abgebildet, ein sogenanntes Multi Cutter Tool (MTC). Auf einem Sonnenrad sind 6 Planetenräder angebracht, auf welchen je 6 Fräsmessel montiert sind. Insgesamt wird mit 36 Fräsmesseln geschnitten. Rechts am Rande des gleichen Bildes sieht man den zu schneidenden Fels (hier in Form eines Betonblockes). Die Fräse selbst ist feststehend, und das zu schneidende Material, das auf einem Support liegt, wird am Fräskopf vorbeigezogen.



Abbildung 1: Aufbau der MTC Fräse

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

Gesteinsfräsen sollen möglichst energieeffizient arbeiten, das heisst es ist ein möglichst grosses Ausbruchsvolumen bei möglichst kleiner An-

triebsleistung zu erzielen. Bucyrus betreibt ein Fräslabor, in welchem Fräsparameter, wie Vortriebsgeschwindigkeit, Drehzahl der Sonne und der Planeten und die verschiedenen Schneidwinkel der Meissel eingestellt werden können. Dies, um möglichst optimal, d.h. mit möglichst wenig elektrischer Antriebsleistung ein möglichst grosses Ausbruchsvolumen zu erzielen.

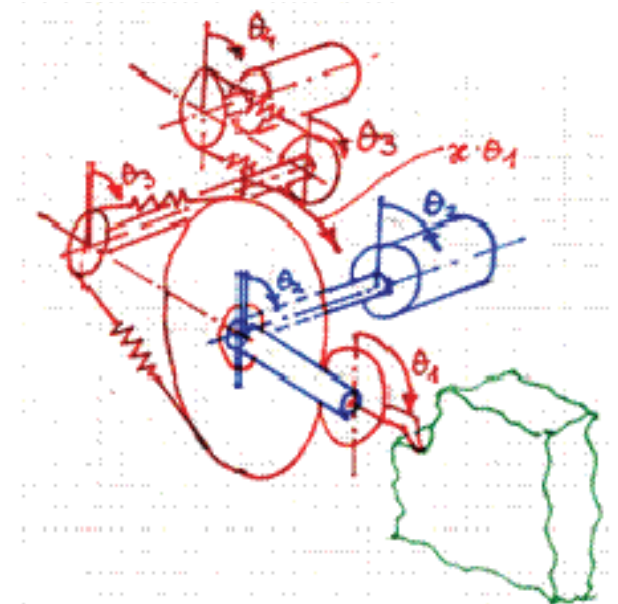


Abbildung 2: Prinzipaufbau eines gekoppelten Drehschwingers mit Meisselspitze und abzutragendem Fels (grün)

Dies war die Ausgangslage der FHNW. Unsere Zielsetzung war es, mit einer gründlichen Analyse der Fräskinematik und der Fräsdynamik ein Simulationsmodell zu entwickeln, welches das Verhalten der MTC Fräse qualitativ richtig vorhersagt.

Wie in Abbildung 2 ersichtlich ist, handelt es sich bei dieser Fräse im Prinzip um einen gekoppelten Drehschwinger, der weggesteuert wird. (Diese Wegsteuerung ist dafür verantwortlich, dass die Meissel in den Fels eindringen und so eine intermittierende Kraft erzeugen, siehe dazu auch Abbildung 6 und Beschreibung dazu, weiter unten im Text.) Rot gezeichnet ist der Planetenantrieb mit seinen Freiheitsgraden. Wie in Abbildung 1 gut ersichtlich ist, wird der Kettenantrieb

als nicht starr angekoppelt angenommen. In blau ist die Sonne mit ihrem Antrieb dargestellt. Diese beiden Antriebe werden über ein Differentialgetriebe gekoppelt (um so auf eine rotierende Welle eine weitere Rotation aufbringen zu können).

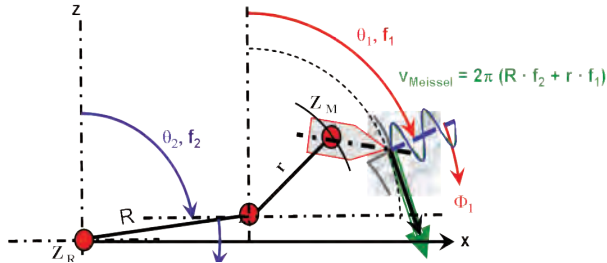


Abbildung 3: Aufbau der Fräskinetik des MTC

In grün gezeichnet ist das zu fräsende Material, welches nur intermittierend mit der Meisselspitze in Kontakt bleibt (und die nichtlineare Kraft erzeugt).

Vorgehensweise

In der Abbildung 3 sind die Rotationsfreiheitsgrade der MTC Fräse abgebildet mit den zwei

Drehzentren Z_R und Z_r der Meisselspitze Z_M . Das Sonnenrad wird hier mit θ_2 und f_2 bezeichnet, das Planetenrad (hier nur eines gezeichnet) mit θ_1 und f_1 .

Die Fräskinetik ist hier relativ einfach, da in der ersten Generation von aktivierten Fräsen Planeten und Sonne in der gleichen Ebene rotieren. Die Vorwärtstransformation - hier ähnlich wie bei einem Roboterarm - lautet für diesen einfachen Fall:

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}_0 + {}^0_1[\mathbf{T}] \cdot \mathbf{r}' \quad \text{mit} \quad \mathbf{r}_0 = \begin{bmatrix} R \cos \theta_2 \\ 0 \\ R \sin \theta_2 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{T} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{und} \quad \mathbf{r}' = \begin{bmatrix} r \cos \theta_1 \\ 0 \\ r \sin \theta_1 \end{bmatrix}$$

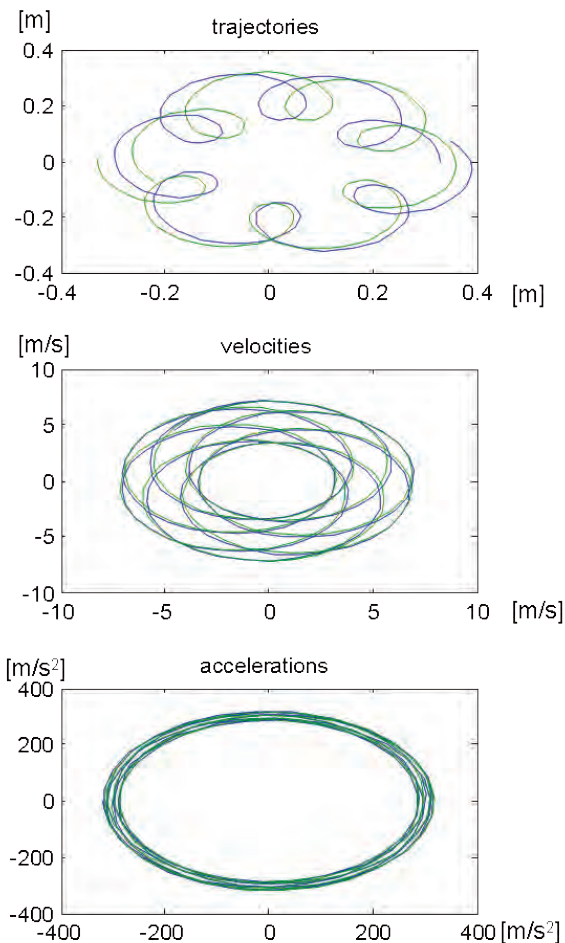
und somit ergibt sich:

$$\mathbf{r} = \begin{bmatrix} R \cos \theta_2 + r \cos \theta_1 \\ 0 \\ R \sin \theta_2 + r \sin \theta_1 \end{bmatrix}$$

Die Simulation dieser Kinematik mit Drehung der Winkel θ_2 ($=\Omega_{p,cc}$ und $\Omega_{p,c}$) und θ_1 ($\omega_{t,cc}$) führt zu den Lissajous Figuren in Abbildung 4.

Mit Hilfe dieser erzeugten Bahnkurven wird das Eindringverhalten in das Gestein simuliert

MTC simulation with $\Omega_{p,cc}$ and $\omega_{t,c}$



MTC simulation with $\Omega_{p,c}$ and $\omega_{t,cc}$

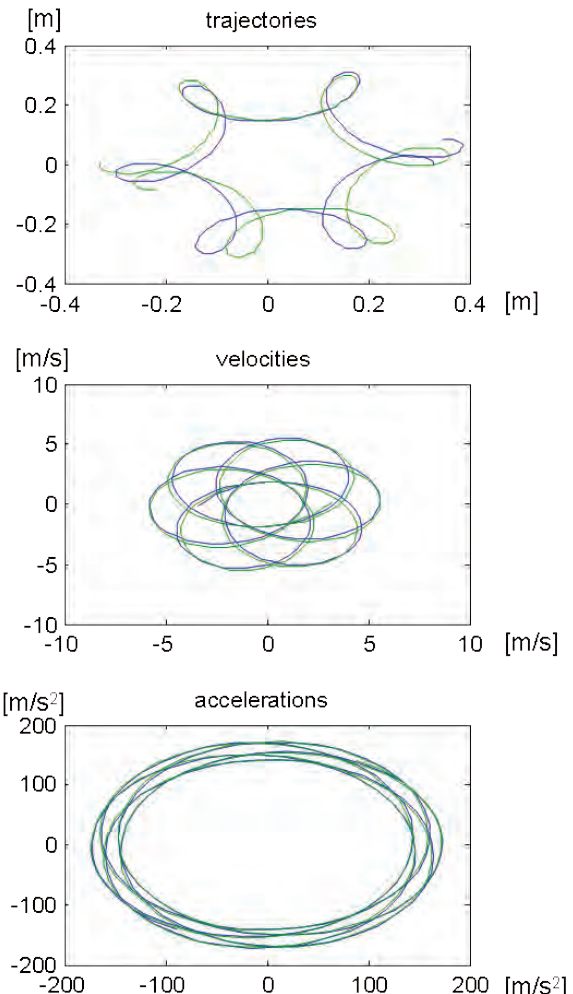


Abbildung 4: Erzeugte Bahnkurven, Bahngeschwindigkeiten und Bahnbeschleunigungen zweier Meissel mit verschiedenen Drehrichtungen

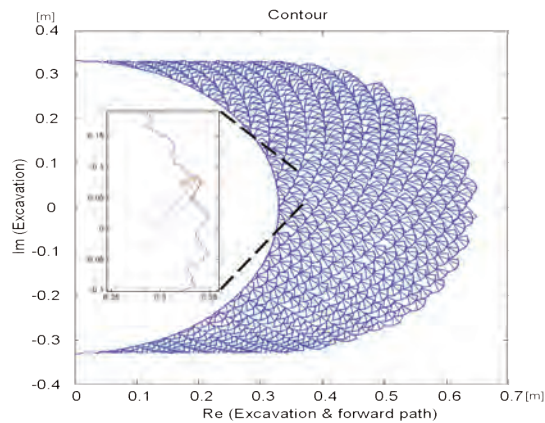


Abbildung 5: Startkontur und schrittweise erzeugte Ausbruchskontur (in blau) bei gleichdrehender Sonne und Planetendrehrichtung mit einem Ausschnitt der Eindring- und Ausdringkanten einer Meisselspitze (vergrößerter Ausschnitt).

(und dabei das Eindringen ohne Dynamik betrachtet). Dazu wurde ein MATLAB Programm verwendet, mit welchem das Eindringen in das Gestein in einer Ebene (erste Generation von aktivierten Fräsen) betrachtet wurde; mit einer Erweiterung dieses Programms konnte eine beliebige (konvexe) geometrische Form der Meisselspitze definiert werden, um das unterschiedliche Ausbruchverhalten zu simulieren. Abbildung 5 zeigt

Mit der nun getroffenen Annahme, dass die Eindringtiefe proportional der Eindringkraft ist - eine oft getroffene Annahme, die man in der Literatur über das Fräsen und Bohren findet, konnte man eine Summeneindringkraft aller Meissel zu einem bestimmten Simulationspunkt finden - da die Eindringtiefe (oder genauer Summeneindringtiefe) durch das Simulationsprogramm berechnet werden kann.

Ergebnisse und Ausblick

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

In der jetzigen Phase des Projektes wird das MATLAB Simulink Modell der Fräse verfeinert, um die qualitativen Aussagen des Modells noch genauer auf die gewonnenen Erkenntnisse der Schwingungsmessungen aus dem Fräslabor in Übereinstimmung zu bringen.

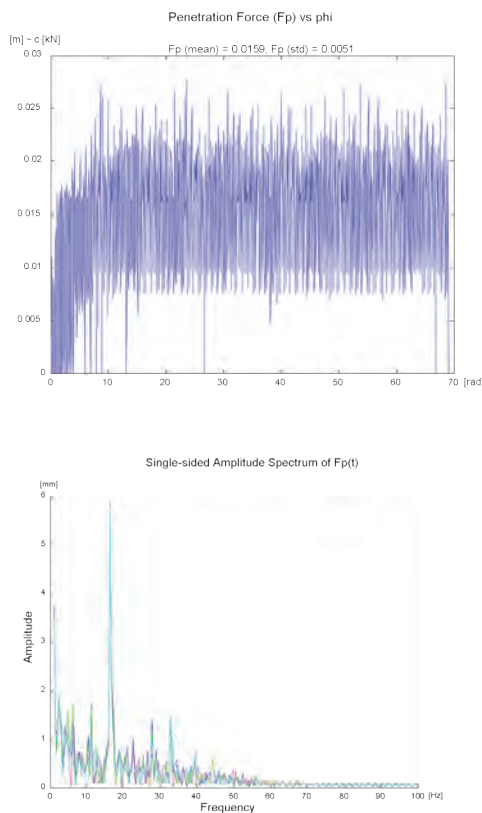


Abbildung 6: Links im Bild die «erzeugte» Eindringkraft F_p (gemittelt über alle 36 Meissel) und rechts im Bild die dazugehörigen Spektren (aus verschiedenen Zeitfenstern von dieser Kraft F_p)

die verschiedenen Ausbrüche in das Gestein der 36 Meissel.

Messtechnik für Strassenwalzen

Im Rahmen eines Dienstleistungsprojektes wurde die Messtechnik für die Ermittlung mechanischer Materialeigenschaften von Böden entwickelt, um für die nichtlineare Maschinen-Boden-Interaktion, wie sie bei Vibrationswalzen in der Praxis auftritt, arbeitsintegriert den Verdichtungszustand des Bodens ermitteln zu können. Unter Anwendung der Theorie des Periodenverdoppelungsszenarios wurde ein Algorithmus entwickelt und in der Praxis getestet, der unabhängig vom Schwingungszustand einer Maschine die Bodensteifigkeit laufend bestimmen und anzeigen kann. Die daraus abgeleitete Messhardware soll auf verschiedenen Maschinen des Auftraggebers zum Einsatz gelangen.

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

Stand der Technik und Zielsetzung des Projekts

Konventionelle Prüfmethode im Strassenbau werden punktuell im Anschluss an die erbrachte Verdichtungsarbeit durchgeführt. Durch die daraus resultierenden Stillstandzeiten wird der Baufortschritt massgeblich gehemmt. Entdeckte Mängel führen zu Nacharbeiten und zu weiteren unerwünschten Zeitverzögerungen.

Das steigende Bedürfnis, die Verdichtungsarbeit während des gesamten Bauprozesses flächendeckend zu prüfen, ist somit nachvollziehbar. Die Umsetzung dieser Nachfrage erfordert eine Ausrüstung der Verdichtungsgeräte mit einem Messsystem. Die Firma Ammann hat sich dieser Herausforderung angenommen und eine einheitliche Plattform zur Messung der Bodensteifigkeit (k_b in MN/m) entwickelt. Die Grundlagen zu dieser Entwicklung der Firma Ammann wurden am Institut für Automation der FHNW entwickelt. Gemeinsam mit dem Industriepartner wurde der Algorithmus umgesetzt und praktisch überprüft.



Abbildung 1: Typische dynamische Bodenverdichtungsgeräte, auf welchen die neue Messmethode zur arbeitsintegrierten Messung der Bodensteifigkeit als Mass für die erreichte Verdichtung angewendet wird.

Die Abbildung 1 zeigt typische Vertreter der Maschinentypen, welche in der dynamischen Boden- und Erdverdichtung eingesetzt werden. Ihre Maschinen-Boden-Interaktionsdynamik ist je nach Boden-, bzw. Verdichtungszustand nichtlinear wegen der einseitigen Bindung zwischen Maschine und Untergrund. Die Folge davon sind nichtlineare dynamische Effekte, welche bei der

Messung der Bodensteifigkeit berücksichtigt werden müssen.

Die nichtlineare Dynamik einer Strassenwalze entsteht durch periodischen Kontaktverlust zwischen Maschine und Boden. Bei zunehmender Verdichtung und damit steigenden Bodensteifigkeitswerten können die dynamischen Kräfte zwischen Maschine und Unterlage das statische Eigengewicht übersteigen, in der Folge hebt die Maschine kurzzeitig ab. Bei jeder Umdrehung des Schwingungserregers der Maschine verliert das Walzenrad den Kontakt zum Boden, typische nichtlineare Effekte treten auf. Figur 2 zeigt ein analytisches Modell einer Strassenwalze, Figur 3 beschreibt die wesentlichen nichtlinearen Effekte, welche durch das periodische Abheben der Maschine vom Boden entstehen.

In Figur 3 wird aufgezeigt, dass beim Abheben der Maschine vom Boden zuerst neben der periodischen Schwingungsantwort, welche die Frequenz der Anregung aufweist, zusätzliche Oberwellen festgestellt werden können. Letztere weisen den doppelten und dreifachen Wert der Anregungsfrequenz auf.

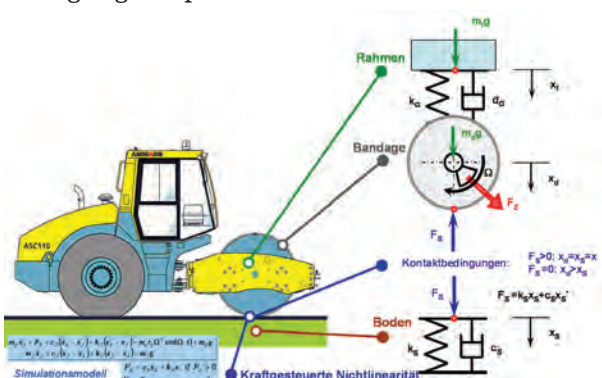


Abbildung 2: Nichtlinearität entsteht durch den unilateralen Kontakt zwischen dem Walzenrad (Bandage) und dem Boden, dargestellt als Feder und parallel geschaltetem Dämpfer.

Bei einer weiteren Steigerung der Steifigkeit treten zusätzliche Schwingungen mit halber Anregungsfrequenz auf. Die halbe Erregerfrequenz entspricht der doppelten Schwingungsperiode der Anregung, deshalb spricht man beim Auftreten dieser zusätzlichen Schwingungsanteile auch vom Periodenverdoppelungsszenario. Dieses

Szenario kann sowohl im Frequenzbereich durch eine Fouriertransformation FFT als auch im Zeitbereich durch Messen der Schwingungsmaxima festgestellt werden.

Während bei linearen Schwingungen die Steifigkeit als Quotient aus dynamischer Kraft und Schwingungsamplitude bestimmt wird, müssen bei nichtlinearen Systemen die zusätzlichen Frequenzanteile der Schwingungsantwort mit Hilfe adaptiver Messalgorithmen ausgewertet und die Steifigkeit berechnet werden. Der Messwert der Steifigkeit soll unabhängig vom Betriebszustand der Walze angegeben werden können!

Vorgehensweise und Prinzip der Messmethode

Der Ansatz zur Entwicklung des Algorithmus für die Steifigkeitsmessung wurde auf der Basis des analytischen Modells der nichtlinearen Maschinen-Boden-Interaktion aus Abbildung 2 entwickelt.

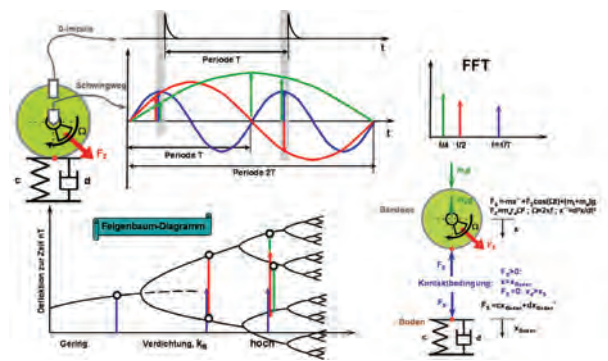


Abbildung 3: Nichtlineare Dynamik eines Bodenverdichtungsgerätes mit einem Freiheitsgrad und einseitiger, unilateraler Bindung. Das Periodenverdoppelungsszenario beschreibt für diesen Fall einer asymmetrischen Nichtlinearität den Umschlag der periodischen Dynamik in den chaotischen Betriebszustand.

Falls nichtlineare Effekte bei Steifigkeitsmessungen auftreten, werden die wesentlichen Eigenschaften des Periodenverdoppelungsszenarios aus Figur 3 verwendet, insbesondere dessen Symmetrie. In Figur 3 unten links ist zu erkennen, dass die Periodenverdoppelung zum Auftreten alternierender Schwingungsmaxima führt. Diese alternierenden Schwingungsmaxima treten symmetrisch zur Mittellinie der ursprünglich monofrequenten Schwingung auf. Der Algorithmus verwendet in der Folge anstelle des Schwingungssignalanteils mit der Anregungsfrequenz jenen Signalanteil, der die tiefste (subharmonische) Frequenz aufweist, bzw. die längste Periode besitzt. Durch zeitliche Mittelung über diese Periode wird die Gleichung erhalten, aus der sich das Maximum der Bodenreaktionskraft IM MITTEL berechnen lässt. Dieses Bodenkraftmaximum dividiert durch die zugehörige Amplitude der harmonischen Schwingung A_1 führt auf die gesuchte Steifigkeit k_B des Bodens.

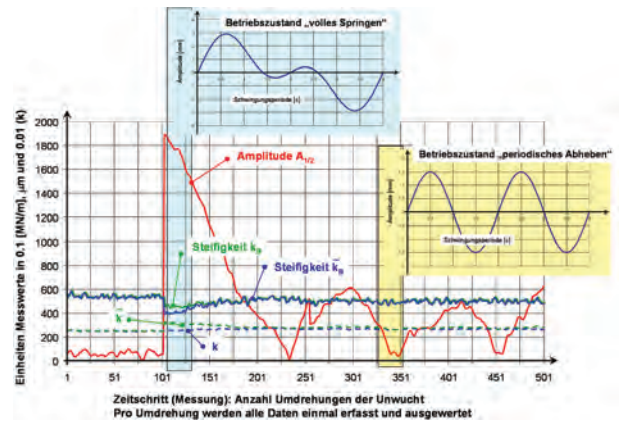


Abbildung 4: Messung der Bodensteifigkeit (k_B) bei beliebigem Betriebszustand der Maschine, insbesondere das Auftreten subharmonischer Schwingungsanteile

Dass diese Art der Steifigkeitsmessung unabhängig von den subharmonischen Schwingungen gültig ist, zeigt die Abbildung 4. Die gemessenen Bodensteifigkeiten k_B (blaue, bzw. grüne Linie) sind dort in Abhängigkeit der subharmonischen Schwingungsamplitude $A_{1/2}$ der ersten subharmonischen Schwingung angegeben. Die Messung wurde stationär an einer Stelle in einer Kiesgrube durchgeführt, um sicher zu stellen, dass die Bodensteifigkeit während der Messungen konstant bleibt. Figur 4 zeigt die stark variierende Amplitude der subharmonischen Schwingung (rot). Trotz der hohen Variabilität des Schwingungszustands ist die gemessene Steifigkeit entsprechend dem tatsächlichen physikalischen Wert nahezu konstant (blaue, bzw. grüne Linie). Damit ist der Nachweis erbracht, dass mit dem entwickelten Algorithmus die effektive Materialsteifigkeit eines Bodens unabhängig vom Schwingungszustand der Maschine gemessen werden kann.

Resultat der Algorithmuserweiterung: Steifigkeitsmessung bei jedem Betriebszustand

Aus der Sicht des Verdichtungsprozesses wird nicht in jedem Anwendungsfall bzw. auf jeder Maschine ein voll ausgebautes Mess- und Regelsystem verlangt. Neu kann – dank der innovativen Erweiterung des Messalgorithmus – bewusst auf die Regelung gewisser Prozessparameter verzichtet werden. Die Vereinheitlichung der elektronischen Komponenten bietet die Möglichkeit, auf fast allen Verdichtungsgeräten mit Standard-Maschinenparametern der Ammann Produktfamilie (von der leichten Rüttelplatte bis zum schweren Walzenzug) ein gleichwertiges Messsystem zu installieren. Die neue, standardisierte und in verschiedenen Ausbaustufen zusammenstellbare Plattform liefert den vom etablierten Mess- und Regelsystem ACE (Ammann Compaction Expert) bekannten Messwert k_B für die Bodensteifigkeit in MN/m und dadurch eine vergleichbare Aussage über den Arbeitsfortschritt.

Für den Anwender bedeutet dies eine erweiterte Flexibilität und die gewünschte Unabhängigkeit, um damit die Produktivität im modernen Verkehrswegebau zu steigern. Die erarbeiteten Grundlagen sind zum Patent angemeldet worden.

Weitere Informationen

- <http://www.ammann-group.ch/News-Detail.5552+M599fb710e30.0.html> (5.4.11) .



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 2011

Infoabende 2011/2012

- Mi, 22. Juni 2011
- Mi, 31. August 2011
- Mi, 2. November 2011 (Muttentz/Basel)
- Mi, 25. Januar 2012
- Mo, 18. Juni 2012
- Mi, 29. August 2012
- Mi, 29. August 2012
- Mo, 5. November 2012 (Muttentz/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.fhnw.ch/technik/weiterbildung/mas/am

Expertisentätigkeit für das aargauische Handelsgericht

Im Falle von Rechtsstreitigkeiten zwischen Firmen, die im Handelsregister registriert sind, holt das kantonale Handelsgericht Expertisen bei unabhängigen Sachkundigen ein. Ziel der Expertise ist es, bei auftretenden Streitigkeiten zwischen Parteien den technischen Sachverhalt zu klären und ein qualifiziertes Urteil zu den technischen Streitpunkten abzugeben. Im Rahmen einer Automationslösung im Bereich der Produktionsautomation hat das Institut für Automation eine vorsorgliche Beweisaufnahme mit einer Beurteilung der Unzulänglichkeiten der technischen Lösung vorgenommen. Aufgrund des Gutachtens konnten weitere rechtliche Schritte der Streitparteien vorerst abgewendet werden.

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

Das Handelsgericht und seine Aufgaben

Ein Handelsgericht in der Schweiz hat einen Rechtstreit zwischen Parteien zu schlichten, die im Handelsregister eingetragen sind. Grundsätzlich muss mindestens eine der beiden Parteien im Handelsregister vertreten sein.

Bei Streitfällen, welche technische Belange betreffen, insbesondere Streitigkeiten bei Abnahmen von Anlagen und Produkten, die auf der Basis von Lasten- und Pflichtenheften erstellt worden sind, wird das Handelsgericht aktiv. Die Streitparteien können sich bei der Abnahme, der Verifikation und Validation nicht auf eine einheitliche Sicht des Resultats einigen. Solche Fragestellungen sind typisch bei Rechtsstreitigkeiten in der industriellen Automation, bei welcher meist bereits bestehende Fabrikationsprozesse automatisiert werden sollen. Zentrale Forderungen im Rahmen solcher Prozesse sind einerseits das Erreichen einer hohen Prozesssicherheit und andererseits eine Prozesszykluszeit, welche im Allgemeinen die Produktivität eines Fertigungs- oder Montageprozesses erhöht.

Sind der Auftraggeber oder -nehmer mit der Projektabwicklung nicht einverstanden und lässt sich keine gütliche Einigung erzielen, dann wird häufig das Handelsgericht zur Rechtssprechung angerufen.

Die wesentlichen Eigenschaften und Aufgabenbereiche eines Handelsgerichts sind:

- Spezialgericht für die Beurteilung handelsrechtlicher Streitigkeiten
- Handelsgericht (Art. 397 - 418 ZPO) ist die einzige und letzte kantonale Instanz für die in seine Zuständigkeit fallenden Streitsachen.
- Zwei Obergerichter: Präsident und Vizepräsident, vier Ersatzrichter als Stellvertreter sowie 12 Handelsrichter
- Handelsgerichte: Schweiz in vier Kantonen (Aargau, Bern, St. Gallen, Zürich), Streit zwischen zwei Partnern, die beide im Handelsregister eingetragen sind
- Ziele handelsgerichtlicher Spezialgerichtsbarkeit:
 - Erledigung der Handelsstreitigkeiten

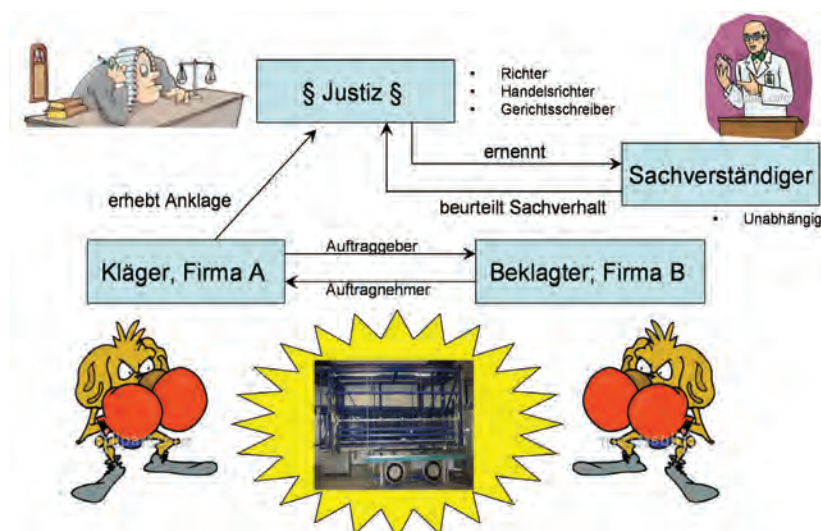


Abbildung 1: Zwei im Handelsregister eingetragene Firmen, die eine meistens Auftraggeber, die andere Auftragnehmer, sind sich nicht einig über die Qualität eines gelieferten Produkts. Der Richter ernennt einen unabhängigen Sachverständigen, um die technische Situation zu beurteilen.

- Fachmännische Beurteilung der Streitigkeiten (Fachrichter)
- Streitsachen zwischen im Handelsregister als Firmen eingetragenen Parteien
- Streitwert zurzeit $\geq$ Fr. 30000.--
- Falls nur Beklagter im Handelsregister eingetragen, übrige Voraussetzungen aber erfüllt: Kläger wählt zwischen Handelsgericht und ordentlichem Richter
- Unabhängig vom Handelsregistereintrag und Beschränkung der Höhe des Streitwertes beurteilt das Handelsgericht Streitigkeiten aus dem Immaterialgüterrecht, Lauterkeitsrecht und dem Recht der Handelsgesellschaften sowie von zivilrechtlichen Streitigkeiten aus dem Kartell- und Anlagefondsrecht.

Um nun bei Streitigkeiten im Fall einer Automationslösung Recht zu sprechen, setzt der zuständige Handelsrichter einen unabhängigen Experten ein, welcher die technische Seite der Rechtsstreitigkeit zu beleuchten hat (Abbildung 1). Zu diesem Zweck vereinbaren die beiden Rechtsparteien einen Fragenkatalog, welcher dem Experten bei seiner Ernennung vorgelegt wird. Der Experte muss dabei erklären, ob er die Fragen beantworten kann und wird darüber belehrt, dass Falschaussage mit empfindlichen Strafen belegt werden kann! (Gefängnisstrafe bis zu 5 Jahren Dauer).

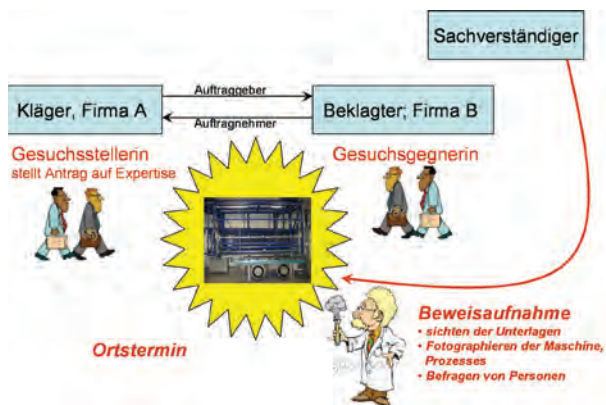


Abbildung 2: Die Beweisaufnahme wird durch den Experten im Beisein von Rechtsvertretern der beiden Streitparteien begleitet. Aufgrund eines vorab von beiden Seiten vereinbarten Fragenkatalogs versucht der Experte, Klarheit in technischen Fragestellungen zu schaffen.

Im nächsten Schritt erhält der Experte alle verfügbaren Unterlagen und es wird ein Ortstermin vereinbart, um die Beweisaufnahme am Streitobjekt vornehmen zu können. Der Ortstermin wird begleitet von den Rechtsvertretern der beiden Streitparteien

Ablauf eines Gerichtsverfahrens im Überblick

Im Anschluss an den Ortstermin und die Sichtung der technischen Unterlagen erstellt der

Experte auf der Basis des zu Beginn definierten Fragenkatalogs seine Expertise.

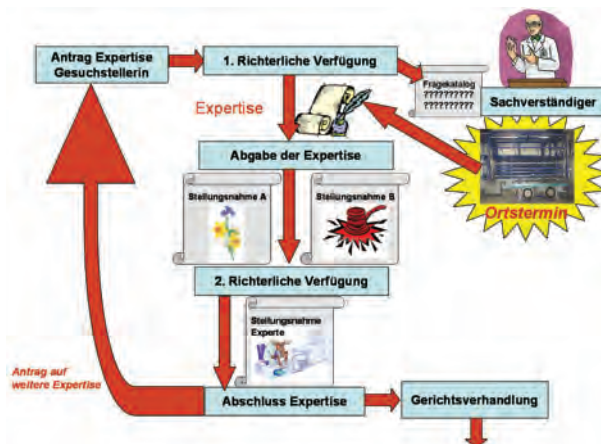


Abbildung 3: Gesamtablauf einer Expertentätigkeit im Rahmen eines Gerichtsverfahrens des Handelsgerichts. Zielsetzung der Expertise ist die gütliche Einigung zwischen den beiden Streitparteien ohne anschliessende Gerichtsverhandlung!

Die Expertise wird nach deren Erstellung dem Gericht in mehrfacher Ausführung zugestellt, die beiden Streitparteien nehmen getrennt voneinander Stellung zum Bericht des Experten. Im Anschluss an diese Stellungnahme nimmt der Experte seinerseits Stellung zu den Stellungnahmen der beiden Streitparteien und versucht, im Lichte der Stellungnahmen seine Expertise zu vervollständigen bzw. anzupassen. Diese Antwort wird den Streitparteien wiederum zugestellt. In diesem Stadium entscheidet der Kläger, ob er ein Gegengutachten einholen will und ob er die Streitigkeit im Rahmen eines Prozess verhandeln will. Expertisen haben den Sinn, durch eine technische Argumentation den Streitfall für alle Seiten nachvollziehbar zu entscheiden und so die eigentliche Gerichtsverhandlung zu vermeiden. Dafür müssen beide Seiten mit der Expertise übereinstimmen. Der Gesamtablauf einer Expertisenerstellung ist in Abbildung 3 ersichtlich.

Automation eines Bearbeitungs- und Handhabungsgeräts

Die in Abbildung 4 dargestellte Maschine soll den Prozess des Handlings der daneben dargestellten Aluminiumführungsprofile automatisieren. Vom dargestellten Profil werden je zwei Elemente mit identischer Profillänge dem Automaten zugeführt, die Gummiprofile automatisch eingezogen, verstemmt und die beiden Profile ineinander geschoben, gepaart und schliesslich in einem Materialspeicher gelagert.

Der Prozess wurde bis anhin von Hand durchgeführt, unterstützt durch Halbautomaten beim Einziehen der Gummiprofile ins Aluprofil.

Abbildung 4 zeigt die erstellte Anlage und ein bearbeitetes Profil im Querschnitt. Im Fall dieses Rechtstreits wurde vom Auftraggeber bemängelt,

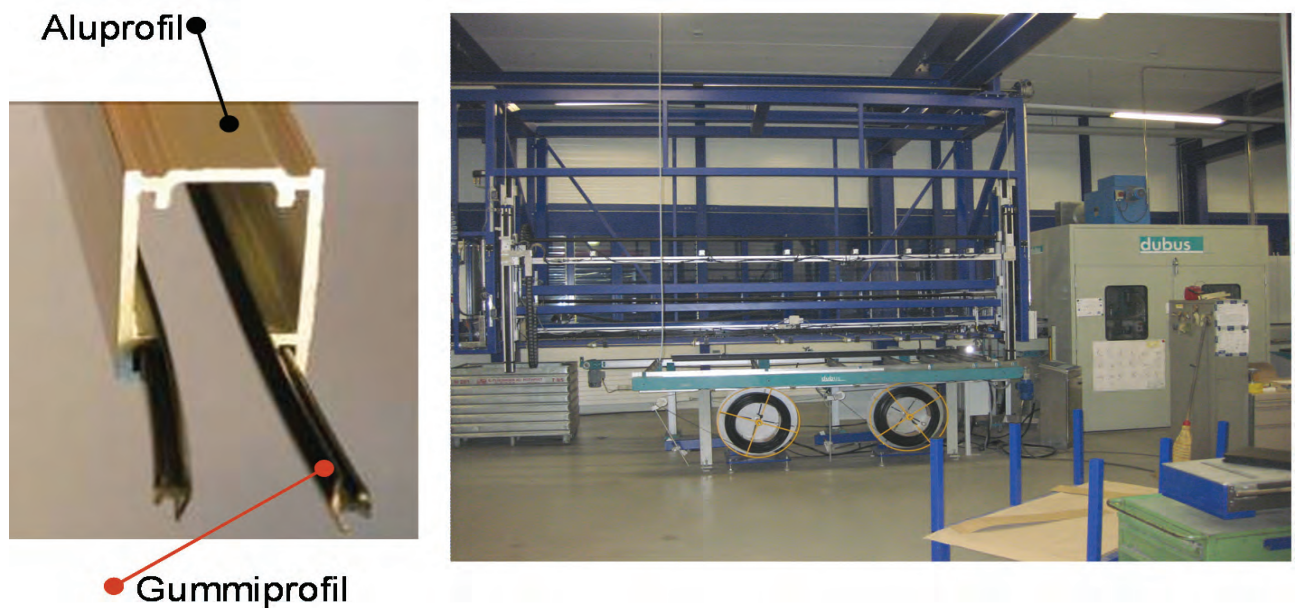


Abbildung 4: Beispiel eines Montage- und Paarungsautomaten für Aluminiumprofile in der Wetterschutzfabrikation. Das zugeschnittene Aluminiumprofil muss einerseits paarweise ineinander geschoben und gelagert werden, andererseits werden pro Profil zwei Gummiprofile automatisch eingezogen.

dass die Anlage eine zu tiefe Prozesssicherheit besitzt und die Taktzeiten zur Bearbeitung der Profile zu hoch sei.

Die Problematik lag in der Tatsache, dass die Anlage nicht mehr in Betrieb stand und dementsprechend die Expertise ohne Betriebskenntnis durchgeführt werden musste. Dafür waren möglichst umfangreiche Daten der Anlage erforderlich und beim Ortstermin musste versucht werden, durch Fotografien und Befragen der Beteiligten sich ein Bild zu machen über die technischen Probleme.

Im Falle des Entnahme- und Paarungsgerätes war insbesondere die Dimension der Maschine mit einer Länge von über 4 m eines der Hauptprobleme: die zu bearbeitenden Aluminiumprofile konnten gemäß Lastenheft eine Länge zwischen 40 cm und 4 m aufweisen. Neben einer stark variablen Eigenfrequenz der verschiedenen Profillängen ist es die mit zunehmender Profillänge wachsende Toleranz der Profile, welche zu Prozessunterbrüchen führt.

Die tiefen Eigenfrequenzen und zugehörigen Eigenschwingungen führen zu Kontaktverlusten zwischen den Profilen und den pneumatischen Haltevorrichtungen und verringern die Prozesssicherheit zusätzlich.

Neben diesen beiden Ausführungsfehlern trat ein klassischer Automationsfehler dazu: ein bereits bestehender, bewährter halbautomatischer Prozess wurde nicht automatisiert, sondern durch ein völlig neues Verfahren zur Ablängung der eingezogenen Dämpfungsprofile ersetzt. Die dadurch entstehenden Prozessrisiken waren derart hoch, dass der Gesamtprozess nicht annähernd die Qualität des bereits bestehenden Prozesses erreichen konnte!

Fazit

Die wesentlichen Probleme des automatisierten Prozesses waren klar nachzuvollziehen, so dass die Gründe für die zu hohe Prozesszykluszeit und die zu geringe Prozesssicherheit für alle Beteiligten eindeutig nachvollziehbar waren. Aufgrund der Sachlage haben die beiden Streitparteien darauf verzichtet, den Fall gerichtlich weiter zu verfolgen.

Bezogen auf die Automationstechnik konnten folgende Schlüsse gezogen werden:

- Lasten- und Pflichtenheft müssen eindeutig und ausführlich definiert sein.
- Risiken, welche durch veränderte Prozesse oder Verfahren entstehen, sind so früh als möglich im Projektverlauf durch ein Funktionsmuster oder ein einfaches Simulationsmodell zu minimieren.
- Nicht notwendige Verfahrensänderungen sind zu vermeiden: bewährte halbautomatische Prozesse wie im dargestellten Fall sind möglichst ohne zusätzliche Änderungen 1:1 zu automatisieren.
- Die Vertragsparteien sollen im Voraus festlegen, was im Fall des Nichtfunktionierens einer Automationslösung zu geschehen hat; die Anrufung des Richters ist letztlich für beide Seiten schlecht und erfordert neben den erforderlichen Geldmitteln viel Geduld.



n|w Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik

Ich denke an
meine Zukunft...

...und an
zukünftige
Technologien...

Bachelor in Systemtechnik (Automation)
Innovativ – Praxisnah – Zukunftsweisend

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

RFID-Testautomat

Die Firma Kaba AG Access Management entwickelt Radio Frequency Identity Systeme (RFID) für Zutrittskontrolle und weitere personenbezogene Anwendungen. Diese Systeme bestehen aus den Komponenten Remote Reader Modul (RRM), Koaxialkabel, Antenne und Transponder in verschiedenen Varianten. Der RFID-Testautomat erlaubt das automatische Ermitteln der maximalen Lesedistanzen zwischen frei wählbaren Antennen und Transpondern und erstellt ein Messprotokoll aller getesteten Kombinationen.

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

Ausgangslage

Bei den Kaba RFID-Systemen kommen so genannte Remote Reader Module (RRM) zum Einsatz. Diese werden über ein Koaxialkabel mit einer Antenne verbunden und ermöglichen das Lesen der Transponder (Badges).

Dabei ist die Lesedistanz von der Antenne zum Transponder von grossem Interesse. Die Lesedistanz ist abhängig von der eingesetzten Antenne, der Koaxialkabellänge und dem RRM. Mit einem Testsystem soll ermittelt werden, wie sich die verschiedenen Produktkombinationen auf die Le-

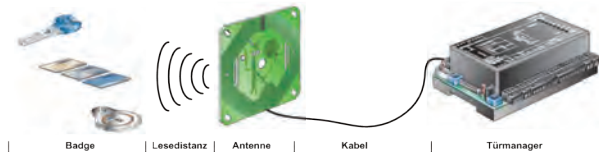


Abbildung 1: Aufbau eines Radio Frequency Identity Systems

sedistanz auswirken und ob bei gewissen Distanzen allfällige Leselöcher vorhanden sind.

Konzept

Die Lösung ist ein zweiachsiger Portalroboter, der Module mit standardisierten Abmessungen auf verschiedenen Plätzen ergreifen und stapeln oder frei positionieren kann.

Jedes Modul ist mit einem Barcode eindeutig gekennzeichnet und trägt entweder ein RRM, ein Kabel, eine Antenne oder einen Badge. Für jeden Modultyp existiert ein spezieller Platz auf dem Tisch, wo das Modul kontaktiert und zur Messung verwendet wird.

Die Steuerung besorgt ein PC mit Standard-Software. Die Modul-Daten, die Mess-Vorgaben

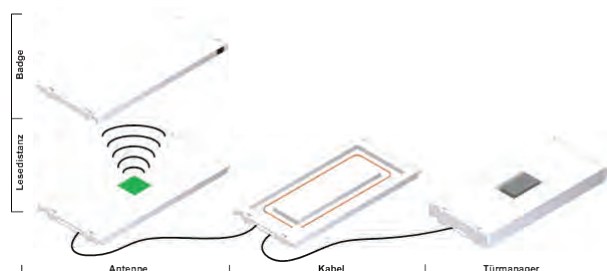


Abbildung 2: Messaufbau aus Komponenten in standardisierten, stapelbaren Modulen

und auch die Resultate werden in Excel-Dateien abgelegt.

Um diese relativ umfangreiche Aufgabe angemessen bearbeiten zu können, wurden die Teilaufgaben Konstruktion und Software-Engineering formuliert und von verschiedenen Studierenden-teams bearbeitet.

Resultat

Entstanden ist ein frei programmierbarer Testautomat, der in der Lage ist, selbst komplexe Mess-Abläufe autonom durchzuführen und zu protokollieren. Die Mess-Aufgaben können durch Dialogmasken geführt formuliert werden.

Anschliessend kann der Automat die erforderlichen Module auf den Stapeln identifizieren, holen, zu einem Messaufbau zusammenfügen und eine Mess-Reihe mit verschiedenen Lesedistanzen durchführen. Dies wiederholt er mit anderen Modultypen so lange, bis alle formulierten Messaufgaben gelöst sind.

Als Resultat erhält der Bediener eine Excel-Datei mit den Testresultaten, die von einem separaten Programm ausgewertet wird.

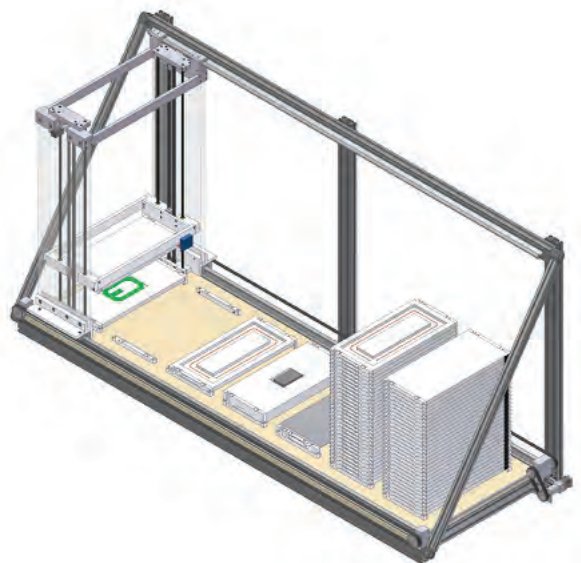


Abbildung 3: Der RFID-Testautomat, bestehend aus Tisch, Lift und Modulstapeln

brenet und die Automation

Das Institut für Automation ist Mitglied von brenet, dem nationalen Kompetenznetzwerk Gebäudetechnik und Erneuerbare Energien. Es wird ein Überblick gegeben über die Aktivitäten von brenet und an einem Beispielprojekt gezeigt, wie die Automation zur Energieeinsparung im Gebäudebereich beitragen kann.

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

Was ist brenet?

brenet (Building and Renewable Energies Network of Technology) ist ein von der Eidgenossenschaft anerkanntes Forschungsnetzwerk zwischen schweizerischen Fachhochschulen, Instituten des ETH-Bereiches und unabhängigen privaten Institutionen aus dem Bereich Gebäudetechnik und Erneuerbare Energien. brenet betrachtet das Gebäude aus ganzheitlicher Sicht und unter Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Aspekte. Die Aktivitäten sind in fünf Themengruppen gegliedert.

In der Themengruppe «Bauerneuerung» werden Strategien für eine nachhaltige Erneuerung des Gebäudebestandes erarbeitet und untersucht. Die Themengruppe «Kraftwerk Haus» beschäftigt sich mit Strategien für die Energiegewinnung in Gebäuden. «BISOL - Building Integrated Solar Network» sucht Lösungen für die Integration solarer Energieträger in Gebäuden. Die Gruppe «Simulationen» beschäftigt sich mit Simulationen im Bereich Gebäudetechnik und in der Themengruppe «Trends & Foresights» wird nach Entwicklungspotential für das Bauwesen gesucht.

Erwähnenswert ist auch das jährlich durchgeführte «Statusseminar», an dem an zwei Tagen der aktuelle Stand der Forschungsarbeiten im Gebäudebereich gezeigt wird.

Die Fachhochschule Nordwestschweiz ist mit zwei Instituten im brenet vertreten. Einerseits ist es das Institut für Energie am Bau der Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik in Muttenz und andererseits das Institut für Automation (IA) an der Hochschule für Technik in Windisch. Nicht weiter verwunderlich für eine Hochschule, die sich das Motto Energie- und Ressourceneffizienz auf die Fahne geschrieben hat.

Weitere Informationen zu brenet finden Sie auf der Webseite www.brenet.ch, wo Sie auch eine Liste aller beteiligten Partner finden.

Was hat das Institut für Automation mit dem brenet tun?

Wie kann die Automation dazu beitragen, die Energiebilanz des Gebäudes zu verbessern?

Diese Frage ist gar nicht neu. Schon mit dem Aufkommen der Gebäudeautomation - damals auch zentrale Leittechnik genannt - beschäftigte man sich mit diesen Fragen. 1979/80 herrschte gerade eine Energiekrise, das Öl war knapp und

teuer und die Gebäudeautomationshersteller boten mit ihren Systemen zahlreiche Funktionen zur Energieeinsparung an¹. Leider nahm die Motivation zum sparsamen Umgang mit der Energie proportional zum Absinken des Ölpreises ab.

Heute ist die Situation radikal anders. Es ist unbestritten, dass wir sorgfältig mit der Energie umgehen müssen und der Beitrag der Automation zum Energiesparen ist anerkannt. Seit kurzem gibt es dazu eine Norm, die SIA 386.110 bzw. EN15232². Ähnlich wie bei Haushaltgeräten wird ein Label für die Energieeffizienz der Gebäudeautomation eingeführt. Ein Planer kann ein Gebäudeautomationsprojekt in der gewünschten Effizienzklasse A, B, C oder D planen. Es ist offensichtlich, dass eine bedarfsabhängige Steuerung und Regelung effizienter ist als eine Lösung, die unabhängig vom Bedarf die Bedingungen aufrecht erhält. In der erwähnten Norm sind diese Einsparungen für verschiedene Gebäudetypen über Gebäudeautomations-Effizienzfaktoren quantifiziert.

Projektbeispiel

Minergie leistet einen signifikanten Beitrag zur Reduktion des Energieverbrauchs im Gebäudebereich. Zentrales Element von Minergie ist die Komfortlüftung. In Abb. 1 ist das Prinzip der Komfortlüftung dargestellt. Die meisten heute installierten Systeme werden aus Kostengründen sehr einfach gehalten: ein ganzes EFH wird einheitlich belüftet, was zu hohen und unbenötigten Volumenströmen führt. Das ist aus Sicht des Komforts (Austrocknung und Schall) und der Energieeffizienz nicht optimal.

In den letzten beiden Jahren wurden im Studiengang Systemtechnik zur Thematik «Komfortlüftung» verschiedene Studierendenprojekte durchgeführt:

- Vergleich von dezentralen und zentralen Lüftungssystemen, Heid 2009
- Aufbau einer Testanlage aus Industriekomponenten wie Wickelfalzrohre und Industrie-SPS, Heid 2009

1 Guggisberg, S.: Energieeinsparung mit Gebäudeautomationssystemen, Landis & Gyr-Mitteilungen 27 (1980) 2, Seite 19-26.

2 Energieeffizienz von Gebäuden - Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement.

- Vergleich der Lüftungskonzepte: kontinuierliche Lüftung vs. Stosslüftung, Böller, Stutz 2010.

Die Ergebnisse dieser Arbeiten haben gezeigt, dass auf dem Gebiet «bedarfsgerechter Komfortlüftung» Forschungspotential vorhanden ist und es noch keine einsetzbaren Systeme für Niedrigenergiehäuser gibt.

Das Institut für Automation IA und das Institut für Produkt- und Produktionsengineering IPPE entwickeln deshalb zusammen eine bedarfsabhängige Lüftung für den Wohnbereich zu gleichen oder nur leicht höheren Kosten verglichen mit heutigen Systemen. Einerseits werden neue Komponenten evaluiert und andererseits das Systemkonzept erweitert.

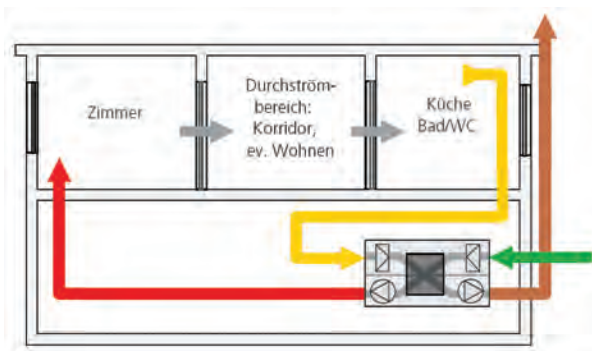


Abbildung 1: Prinzip einer Komfortlüftung

Fazit

Obwohl die Bedeutung der Automation im Gebäudebereich vielfach unterschätzt wird und hinter der Diskussion um die Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) und Heizsysteme zurücksteht, kann eine angepasste Automationslösung viel zum kostengünstigen Betrieb beitragen. Dies hat sich seit 1984 kaum geändert, als mit GA-Systemen Einsparungen bis 30% gemessen wurden³. Wichtig ist aber, dass das Gebäude als System gesehen wird. Dies dürfte dem IA nicht schwer fallen, geht es in der Automation doch immer um Systeme.

³ Leittechnik und Energieverbrauch in grossen Gebäuden, N. Degunda, Vortrag gehalten an der Informationstagung des SEV und der SGA „Regeltechnik im Energiehaushalt von Gebäuden“, 29. März 1984, ETH-Hönggerberg, Zürich.

Wasserhärtemessung

Das KTI-Projekt Wasserhärtemessung ist eine Machbarkeitsstudie zur Entdeckung und Entwicklung eines In-situ-Messverfahrens zur Bestimmung der Wasserhärte von Leitungswasser. Der Industriepartner bei diesem Projekt ist der Armaturenhersteller R. Nussbaum AG in Olten. Vorausgehende Literatur- und Patentrecherchen sowie Untersuchungen im Zusammenhang mit angeblichen Wasserhärtemessungen zeigten immer wieder die Leitfähigkeitsmessung als Bestimmungsmethode für die Wasserhärte. Leider ist die Leitfähigkeit lediglich ein Mass für die gesamte Ionenkonzentration im Wasser und nicht nur für die Menge an Calcium- und Magnesiumionen, welche vorwiegend die Wasserhärte ausmachen. Die angewendeten Messprinzipien in diesem Projekt waren einerseits die direkte Messung physikalischer Grössen, die eine Abhängigkeit von der Wasserhärte vermuten liessen und andererseits die Leitfähigkeits-Differenzmessung von behandeltem und unbehandeltem Wasser. Behandlungen der Wasserproben waren dabei statische und dynamische elektrische und magnetische Felder unterschiedlicher Stärke sowie Temperaturänderungen und der Austausch von Ionen.

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

Ausgangslage

Wird in einem Gebäude oder einer Anlage die Härte des Frischwassers reduziert, dann macht dies meist nur Sinn, wenn dabei eine gewisse Resthärte eingestellt werden kann. Beim Einsatz von Ionentauschern zur Anpassung der Wasserhärten, erreicht man durch das Mischen von Frischwasser mit dem vollenthärteten Wasser des Ionentauschers über ein Mischventil die gewünschte Mischwasserhärte. Dazu muss allerdings die Härte des Frischwassers bekannt sein. Für eine einmalige Einstellung des Mischventils kann einerseits die Härte des Frischwassers und anschliessend auch die Härte des Mischwassers über Probenentnahme chemisch ermittelt werden. Moderne Wasserversorgungsnetze haben aber in der Regel mehrere Wasserquellen und wechseln oft den Wasserbezug, so dass die Wasserhärte ebenfalls oft ändert. Um dabei eine konstante Härte des Mischwassers zu garantieren, bleibt nichts anderes übrig, als das Mischventil zu regeln. Dazu wiederum muss aber mindestens eine Wasserhärte laufend (in situ) gemessen werden.

In einem Vorprojekt wurde durch eine Literatur- und Patentrecherche gezeigt, dass eine solche "in situ Wasserhärtemessung" (ohne Chemie und Probenentnahme) nicht existiert. Natürlich propagieren schon einige Apparatehersteller den Einsatz von Wasserhärtemessungen, um ihren Enthärter oder die Waschmitteldosierung in der Waschmaschine zu steuern. Bis heute ist aber keiner dieser Apparatebauer über eine Leitfähigkeitsmessung des Wassers hinausgekommen. Diese Leitfähigkeitsmessung gibt aber lediglich Anhaltspunkte zur gesamten Ionenkonzentration im Wasser und nicht nur zu den interessanten, härtebestimmenden Calcium- und Magnesiumionen.

Das vorliegende KTI-Projekt hatte deshalb zum Ziel, im Sinne einer Machbarkeitsstudie die

Möglichkeit einer solchen Wasserhärtemessung aufzuzeigen.

Projektarbeiten am Institut für Automation

Alle "schulseitigen" Arbeiten zu diesem KTI-Projekt wurden durch Mitarbeitende des Institutes für Automation IA oder durch flankierende Projektarbeiten (z.B. Bachelor-Thesis) von Studenten des Studiengangs Systemtechnik durchgeführt.

Die ersten Versuche zur direkten Bestimmung der Wasserhärte, durch die Messung einer physikalischen Grösse, waren Schallausbreitungsmessungen und Kapazitätsmessungen mit Wasser als Dielektrikum. Bei beiden Grössen kann die Ionenkonzentration und die Ionengrösse einen Einfluss haben und damit eine Trennung bezüglich Wasserhärte erwartet werden. Beide Messgrössen werden wahrscheinlich auch eine Abhängigkeit von der Wasserhärte aufweisen, sie ist aber mit einfachen Messeinrichtungen nicht zu verifizieren. Einerseits machen thermische Ausdehnungen, Verschmutzungen, Reflexionen usw. eine äusserst präzise Ultraschallausbreitungsmessung mit genügender Genauigkeit unmöglich und andererseits sind die parasitären Kapazitäten der Messeinrichtung und Messungenauigkeiten auch bei der Dielektrizitätsmessung grösser als die Effekte durch die Wasserhärte. Da eine direkte Messung zur Feststellung der Wasserhärte aussichtslos schien, wurde auf die Methode der Behandlung von Wasser mit nachfolgender Vergleichsmessung (Differenzmessung) zu unbehandeltem Wasser gewechselt.

Für dieses Messverfahren wurde ausschliesslich die Leitfähigkeit des Wassers als Messgrösse verwendet. Einerseits wurden Versuche mit käuflichen Leitfähigkeitsmessgeräten durchgeführt und andererseits wurden zusammen mit Studierendenprojekten auch selbst gebaute Leitfähigkeitsmesseinrichtungen eingesetzt. Auffallend

war bei allen Messungen die starke Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Temperatur. Durch theoretische Überlegungen konnte festgestellt werden, dass gewisse Behandlungen von Wasser nur gerade soviel Einfluss auf die Leitfähigkeit haben wie z.B. 1 °C Temperaturänderung im Wasser. Deshalb wurden alle Leitfähigkeitsmessungen mit äusserst guter Temperaturkompensation durchgeführt

Als Behandlungsmethoden wurden die Wasserproben z.B. statischen Magnetfeldern sowie Wechselfeldern mit unterschiedlichen Frequenzen mit mehr oder weniger grosser Feldstärke über mehr oder weniger lange Zeit ausgesetzt. Einige Proben wurden sogar mit Pulsmagnetfeldern von mehreren Teslas "behandelt". Falls bei diesen Versuchen die "berühmten" Strukturänderungen der Ca-Ionenverbindungen stattgefunden haben, so konnten sie sicher nicht über die Leitfähigkeitsmessung signifikant gemessen werden.

Den Magnetfeldern folgte die Behandlung mit elektrischen Feldern mit thermischen Einflüssen und zuletzt auch durch Ionenaustausch. Auf eine Ausscheidung der Ca-Ionen über die Temperatur mit nachfolgender Messung wurde bewusst verzichtet. Es gab zu dieser Zeit keine Vorstellung, wie eine solche Messeinrichtung vollautomatisch und wirtschaftlich arbeiten kann. Auch mit der Ahnung, dass z.B. der Temperaturkoeffizient der Leitfähigkeit im Wasser von der Wasserhärte abhängen kann, zeigte sich bei allen Tests das gleiche Problem: Die Auswirkung der Wasserhärte auf die Leitfähigkeit geht in den anderen Effekten bei der Behandlung von Wasser unter. Lediglich der direkte Einfluss auf die härtebestimmenden Ionen ergab Messresultate, die aus dem "Rauschen" herausstraten.

Resultate

Die weitaus meisten Versuche und Messungen zeigten keinerlei Effekte und Messwertunterschiede zwischen frischem und "behandeltem" Wasser. D. h. die Leitfähigkeitsmessungen der Wasserproben vor und nach der "Behandlung" mit Temperatur, Magnetfeldern, elektrischen Feldern usw. zeigten keine signifikanten Differenzen. Erschwerend bei diesen ganzen Messreihen war die Tatsache, dass die Leitfähigkeit von Wasser nicht nur extrem stark von der Temperatur, sondern auch von der Standzeit an der Luft und sogar vom Aufbewahrungsgefäss der Probe abhängt. Messungen zur Ultraschallausbreitung im Wasser ergaben mit unseren einfachen Testaufbauten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede. Wenn wie vermutet die Ionenart und ihre Konzentration eine Auswirkung auf die Schallgeschwindigkeit hat, dann liegt diese Abweichung in einem Bereich, der nur mit aufwändiger Messtechnik und definierten Messkammern feststellbar ist.

Eine theoretische Arbeit, gefolgt von messtechnischen Verifizierungen, zeigte jedoch mit dem Einsatz von Ionentauschverfahren eine einfache Möglichkeit für die "elektrische" Bestimmung der Wasserhärte. Die Messgrössenunterschiede für verschiedene Wasserhärten sind aber in einer Grössenordnung, die einerseits eine sorgfältige Messung und andererseits eine genaue Bestimmung diverser Umweltfaktoren verlangt. Bis zu einer serienreifen kostengünstigen Messeinrichtung für eine In-situ-Messung der Wasserhärte zur Regulierung von Wasserenthärtern braucht es noch einige weitere Projekte mit Untersuchungen und Tests.



Abbildung 1: In diesem Pulsmagnetisiergerät, in dem üblicherweise Permanentmagnete aufmagnetisiert werden, wurden die Wasserproben den Pulsmagnetfeldern bis zu 5 Tesla ausgesetzt und dann die mögliche Beeinflussung auf die Leitfähigkeit kontrolliert.

BATLOGGER, ein hightech Datenlogger für Fledermausrufe

Bats "loggen" kann er nicht, aber alles andere aus den Projektvorgaben ist geglückt oder sogar übertroffen worden. Der BATLOGGER kann logischerweise die Ultraschallrufe von Fledermäusen aufnehmen (loggen) und diese Aufnahmen auch automatisch oder vorprogrammiert durchführen. Er «loggt» dabei in einem Bereich von 10–150 kHz und liefert Zusatzinformationen über Ort, Temperatur, Zeit und Datum der Aufzeichnungen. Zur Aufnahme dieser Daten ist der BATLOGGER mit einem hochempfindlichen Ultraschall-Sensorsystem, mit GPS-Empfänger und mit Temperaturfühler ausgerüstet. Die riesige Rufdatenmenge wird in Form von WAVE-Files und die Zusatzangaben als XML-Dateien auf eine SD-Karte gespeichert. Mit dieser Karte kann auf einem Computer die Auswertung der Daten vorgenommen werden. Bedien- und einstellbar ist der LOGGER über Tasten und LCD-Display direkt auf dem Gerät oder via SD-Karte vom Computer.

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

Ausgangslage

Fledermäuse sind geschützte Tiere und ein echter Schutz ist nur möglich, wenn die verschiedenen Arten auseinander gehalten und bestimmt werden können. Bisher war dies nur durch aufwändigen Abfang von Fledermäusen mit Netzen möglich. Durch den Einsatz moderner Technik versucht man in Zukunft, die Artbestimmung über den Weg der Rufanalysen vorzunehmen. Um aussagekräftige Rufanalysen durchzuführen, braucht es einerseits hochwertige Ultraschall-Aufzeichnungen und andererseits die Information, wo und wann diese Rufe aufgenommen wurden. Diese Anforderungen bildeten die Grundlage zur Entwicklung des BATLOGGERS. Der BATLOGGER ist aus einem BAFU finanzierten WSL / FHNW F&E Projekt entstanden und von der Firma Elekon AG zu einem verkaufsfertigen Gerät weiterentwickelt und produziert worden.

Nachdem auf Grund privater Kontakte zwei Diplomarbeiten zur Aufzeichnung von Ultraschallrufen von Fledermäusen durchgeführt worden waren, startete Dr. Martin Obrist von der eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL ein Projekt zur akustischen Arterkennung von Fledermäusen. Dieses Projekt, im Zeitraum von 2008/11, wird vom Bundesamt für Umwelt BAFU finanziert. Die eigentliche Forschungsarbeit zur Unterscheidung der Fledermausarten über ihre Ultraschall – Ortungsrufe wird von Forschern des WSL durchgeführt und findet ihren Abschluss in einer Arterkennungs-Software zur Rufdatenanalyse. Die technische Hard- und Firmware-Entwicklung liegt beim Institut für Automation IA und die Industrialisierung schliesslich bei der Elekon AG.

Projektanteil Institut für Automation FHNW

Weiterführend nach den beiden Diplomarbeiten ergaben sich für das IA noch Hardware-Entwicklungsarbeiten im Bereich der Ultraschallerrfassung und der analogen Signalverarbeitung. Pe-

ter Ganzmann (IA) entwickelte und testete einen passenden hochfrequenten und rauscharmen Mikrophonverstärker zu dem evaluierten hochempfindlichen Elektret-Ultraschallmikrophon. Softwaremässig waren noch mehrere Probleme zu bewältigen. Eine der Knacknüsse war die hohe Abtastrate von über 300 kHz mit 16 Bit Auflösung und die dazugehörige Abspeicherung der Daten im Wave – Format auf eine SD-Karte. Ein PC/MAC taugliches Filesystem, die Möglichkeit zur Analyse der Files auf dem LOGGER, sowie Lösch- und Formatierungsmöglichkeiten, waren neben Firmwareupdates ab SD-Karte nur ein Teil der Software- und Testarbeiten, die von Matthias Meier (IA) mit grosser Eigeninitiative und mit entsprechendem Zeitaufwand eingebracht wurden.

Die gesamten Softwarearbeiten und dabei vor allem auch das MMI wurden laufend mit den Fledermausforschern des WSL abgesprochen und von diesen auch getestet. Dadurch flossen die echten Anforderungen und Wünsche aus den Erfahrungen und den Feldtests direkt in die Firmwareentwicklung ein. Das zweizeilige LCD-Display mit steuerbarer Hintergrundbeleuchtung sowie die 3-Tasten Eingabe erforderten ein ausgeklügeltes Bediensystem. Neben der Menüführung auf der unteren Displayzeile werden wechselnd auf der oberen Zeile Informationen zum Geräte- und Aufnahmestatus angezeigt. Man kann somit dauernd den aktuellen Standort, Zeit und Datum, Temperatur, Akkuladezustand, freier Speicherplatz, Aufnahmenummer usw. ablesen. Bei automatischen Aufnahmetriggern kann man den Aufnahmestatus und das Abspeichern sowie die Triggerfrequenz feststellen. Diese Triggerfrequenz kann bereits ein erster Hinweis auf die Fledermausart sein.

Das Produkt

Entstanden ist aus der nachfolgenden Industrialisierung der Entwicklungsarbeiten ein Produkt, das preislich unter und funktionell über

denen der Konkurrenz liegt. Die konsequente Umsetzung der Ideen der Firma Elekon bezüglich Stromversorgung, Handlichkeit, Anzeige und Bedienung sowie die technische Qualität und Anforderung an Komponenten, EMV und Herstellbarkeit führten zu einem kompakten hightech DATENLOGGER. Bezüglich Funktionalität gibt es kein vergleichbares Produkt auf dem Markt. Eine eingesetzte 32 GByte SD-Karte erlaubt bis zu 16 Stunden echte Aufnahmedauer. Dazu kann mit vorprogrammierten Zeitfenstern und automatischen Triggern verhindert werden, dass "leere" Datenmengen abgespeichert werden. Der eingebaute Li-Ion Akku erlaubt einen Aufnahmebetrieb von ca. 20 Stunden und hält in dieser Zeit neben Status-Meldungen auf dem Display auch den GPS-Betrieb aufrecht. Sämtliche Ereignisse beim Betrieb des BATLOGGERS werden in einem LOG-File auf der SD-Karte mitgeführt und bei jeder Aufnahme wird auch das kml – File von "Google Earth" auf der SD-Karte ergänzt. Gemütlich vor dem Computer sitzend kann man also die Aufnahmenacht Revue passieren lassen und neben den Aufnahmeorten auf der Karte die zugehörigen Spektrogramme, Spektren und Zeitsignale der aufgenommenen Fledermausrufe einblenden. Aufnahmezeit und -temperatur gehören natürlich ebenfalls zu den registrierten Daten.



Abbildung 1: Der "BATLOGGER" ist ein serienreifes hightech Produkt für die Aufzeichnung von Fledermausrufen. Auf der Stirnseite ist rechts das steckbare Ultraschallmikrophon mit integriertem Temperatursensor und links die GPS-Antenne sichtbar. WSL und FHNW wurden auf der Bedienfolie und im Manual des BATLOGGERS "verewigt".

Linienverfolgung auf optisch schwierigem Hintergrund

Im Rahmen eines KTI Projektes entwickeln wir Strategien und Konzepte zur Linienerkennung auf sehr unterschiedlichen Hintergrundstrukturen und fortlaufenden Bildern. Die erkannte Linie soll eine sichere Führungsgrösse für deren Verfolgung liefern. Solche Linienverfolgungsprobleme stellen sich häufig beim Einsatz von mobilen Robotern.

In diesem Bericht möchten wir einen Ansatz vorstellen, der vielversprechende Resultate liefert und originell ist. Das Verfahren heisst „Snake“. Der Algorithmus schlängelt sich sozusagen einer Linie nach.

Prof. Karl Hauswirth; Benjamin Loesch, MSc EE | karl.hauswirth@fhnw.ch

Ausgangslage

Um Linien zu detektieren, die vom Hintergrund beinahe verschluckt werden, muss man sich an jeden Strohalm klammern, der auch nur ein bisschen Auskunft über deren Position im Bild geben kann.

Zuerst das Positive:

- Wir wissen ziemlich genau, wo im Bild die gesuchte Linie beginnt.
- Die Linie hat eine begrenzte maximale Krümmung

Die Herausforderungen:

- Linienkante ist nicht immer glatt
- Kontrast zum Hintergrund kann sehr schwach sein
- Störende Hintergrundmusterung
- Linienunterbrüche sind möglich
- Linienfarbe kann sich im Verlauf der Linie ändern

Systemleistung:

- Der Algorithmus liefert mindestens den Vektor des Linienanfangs zur Bildkante am oberen Bildrand
- Ein Mass für die Detektionssicherheit soll berechnet werden

Drei ausgewählte Frames sollen die Aufgabe illustrieren.

Das Detektionskonzept

Die Vorbereitung des Bildes ist von grosser Bedeutung, um die gesuchte Linie möglichst gut vom Hintergrund zu separieren. Dies gelingt mit linienähnlichen Filtermasken, die Dank der Kenntnis des ungefähren Linienverlaufs gerichtet wirken und eine gute Separation erzielen. Im dritten Beispiel von Abb. 1 sind noch stark störende Kanten an der hell/dunkel Kontrastgrenze zu beseitigen. Dies gelingt mit Kanteneliminationsstrategien, welche die Tatsache ausnutzen, dass die zu detektierende Linie schmal ist. Das so aufbereitete Bild wird dann vom „Snake“ Algorithmus bearbeitet.

Die Abfolge der Bearbeitung ist in Abb. 2 anhand des ersten Beispiels von Abb. 1 zu sehen.

Der Snake Algorithmus

Der Snake Algorithmus gehört zu den modellbasierten Verfahren und verspricht für unsere Linien-detektion gute Resultate, da das à priori Wissen um den Verlauf und die Gestalt des gesuchten Objektes (Linie) genutzt wird. Für die Kontur der Snake wird die sogenannte Snake Energie berechnet nach:

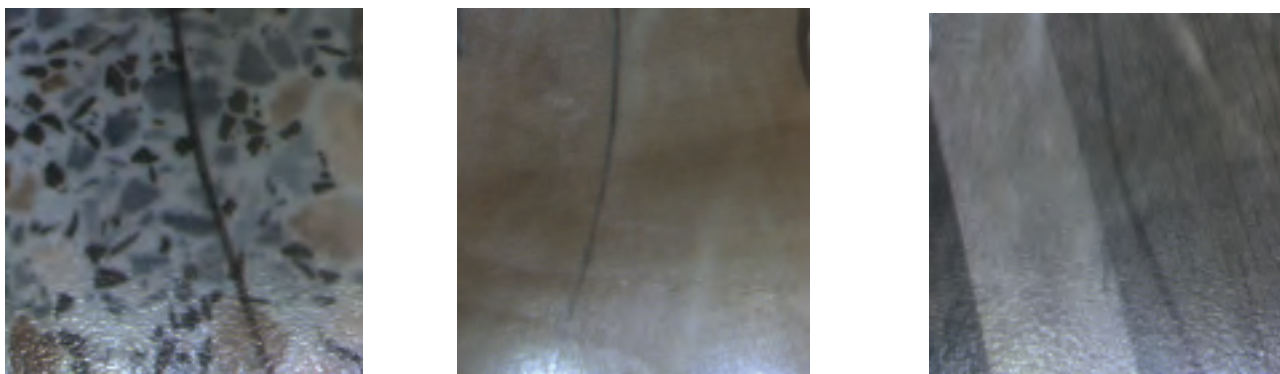


Abbildung 1: Die Herausforderungen

$$E_S(v) = E_{\text{int}}(v) + E_{\text{ext}}(v) \quad \text{mit} \quad v(s) = \begin{pmatrix} x(s) \\ y(s) \end{pmatrix}$$

Die Minimierung von E_S führt zur Kontur der Snake [1].

E_{int} versucht die Snake auf ihrer Form zu halten, jede Abweichung ist ihr zuwider und vergrößert die innere Energie. Dabei enthält diese innere Energie zwei Komponenten, nämlich eine E_{cont} und eine E_{curv} .

E_{cont} ist minimal, wenn die Snakepunkte möglichst äquidistant sind.

E_{curv} ist minimal, wenn keine Krümmung da ist.

E_{ext} (externe Energie) ist minimal, wenn die Kontur nicht durch andere Bildbereiche abge-

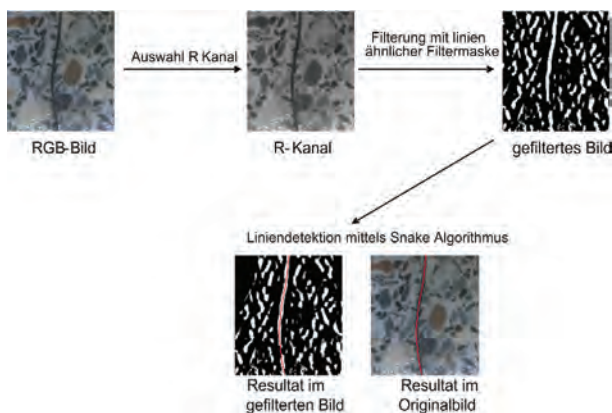


Abbildung 2: Der Bearbeitungsprozess

lenkt (verformt) wird.

Im Algorithmus werden die Energiewerte für jeden möglichen Folgepunkt der Kontur gemäss Abb. 3 berechnet und derjenige mit dem Energie-minimum der Kontur zugeschlagen.

Die Resultate

In Abbildung 4 Beispiel 1 findet der Algorithmus die Linie (rot) auch bei sehr schlechten Kontrastverhältnissen.

In Abbildung 5 Beispiel 2 wird der Linienverlauf (rot) auch vom starken hell/dunkel Kontrast des hellen Streifens nicht ablenken (an diesem Resultat ist allerdings die Bildvorverarbeitung wesentlich beteiligt).

Die Ergebnisse sind viel versprechend. Implementierungskonzepte werden jetzt gesucht und

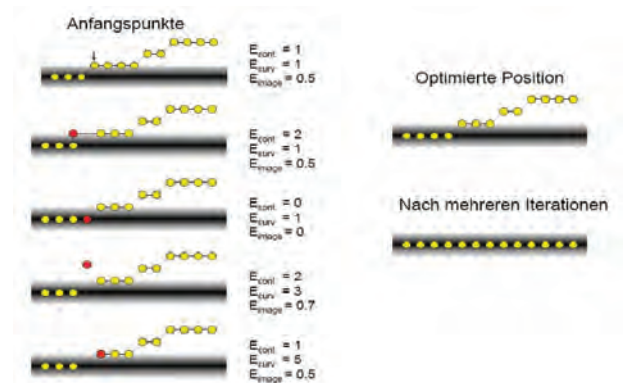


Abbildung 3: Der Snake Algorithmus

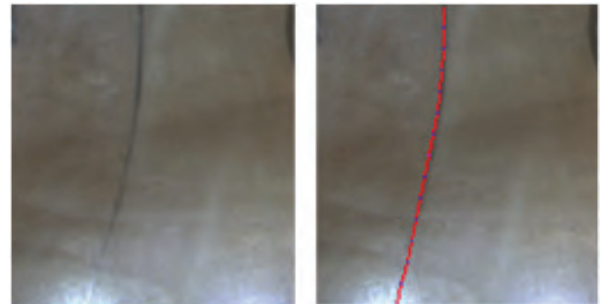


Abbildung 4: Beispiel 1 - schlechte Kontrastverhältnisse

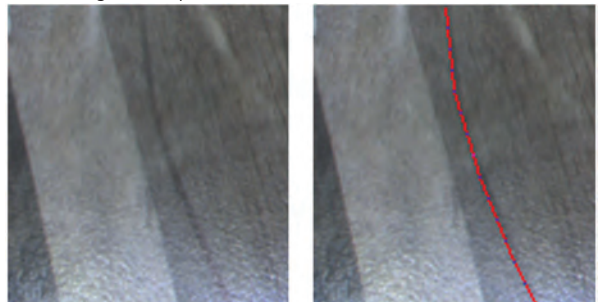


Abbildung 5: Beispiel 2 - starker hell/dunkel Kontrast

zusammen mit den Experten des IME (Institut für Mikroelektronik) realisiert.

Literatur

- [1] B. Loesch, Entwicklung eines robusten Bildverarbeitungsalgorithmus zur Kurvendetektion auf unterschiedlichen Holzoberflächen. MSE Masterthesis vom 8. Oktober 2010.

Spindelprüfstand

Die Firma NOZAG produziert Gewindespindeln und Getriebe. Um die Resultate ihrer Prozessverbesserungen zu erfassen, projektierte NOZAG einen neuen Spindelprüfstand und beauftragte damit die Firma CG-Solutions. Die Automationssoftware Entwickler von CG-Solutions haben das Institut für Automation dann um Unterstützung im Bereich der Messtechnik und Antriebstechnik angefragt. Gerne übernahmen wir diesen Dienstleistungsauftrag, da doch interessante messtechnische und antriebstechnische Herausforderungen zu meistern waren. Erst ganz im Detail zeigt sich oft, ob ein vorgeschlagenes Messkonzept, eine Softwarestruktur wirklich taugt und die Hardwarekomponenten ihre von Verkäufern versprochenen Spezifikationen auch erfüllen.

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

Aufteilung der Arbeiten

Die Arbeiten sind folgendermassen aufgeteilt worden:

- Die Steuerungsapplikation mit LabView hat CG-Solutions realisiert
- Die Konstruktion wurde von der Firma Nozag entwickelt und realisiert
- Messtechnik und Antriebstechnik hat das IA der Hochschule für Technik FHNW konzipiert und zusammen mit CG-Solutions in Betrieb genommen.

Messtechnische Aufgaben

Die folgenden drei Parameter lagen im Brennpunkt des Interesses zur Beurteilung der Spindel Eigenschaften:

- Wirkungsgrad
- Verschleiss
- Losbrechmoment

Dabei stand eher die Reproduzierbarkeit der Messungen im Vordergrund, als deren absolute Genauigkeit.

Für die Bestimmung des Wirkungsgrades wurde die Spindel mit einer hydraulischen geregelten Last vertikal belastet (Abb. 1 siehe blauer Hydraulikzylinder). In der Mitte des Verfahrenswegs der Spindelmutterbewegung wurde jeweils die sekundäre Leistung gemessen und die Inputleistung des Servoantriebs aufgezeichnet. Der Lenze Servoverstärker der Serie 9400 liefert das Antriebsmoment aus seiner Modellrechnung. Um die Zuverlässigkeit dieser Rechnung zu verifizieren, sind noch Messversuche mit einem neuartigen und günstigen Drehmomentsensor, der auf optischer Basis die Verdrehung der Messwelle überträgt, geplant.

Der Verschleiss wird nach stunden- resp. tagelanger Beanspruchung als Positionsoffset bezüglich einer Referenzposition am Messgestell gemessen. Für das Losbrechmoment arbeitet der Servo mit einer langsamen Drehmomentrampe, um den Bewegungsbeginn nicht zu verpassen. Natürlich werden je nach Testkonfiguration auch Temperaturen von Spindelmutter und Getriebe gemessen.



Abbildung.1: Prüfstand und Arbeitsplatz

Wo liegt der Nutzen dieses Dienstleistungsauftrags?

Die Entwicklung von Systemkonzepten, die sich schliesslich in der Realisierung bewähren, setzt eine Komponentenkenntnis voraus, die über das Datenblattwissen hinausgeht. Es braucht die eigene Erfahrung, um die Tauglichkeit von Verfahren und Komponenten sicher beurteilen zu können. Um sich diese Erfahrung anzueignen, sind DL-Projekte geeignet. Im optimalen Fall kann der Kompetenzbeweis auch die Basis für ein zukünftiges F+E Projekt sein. Für den Dozenten in der Bachelorausbildung, die ja berufsbefähigend sein soll, ist diese Erfahrung in möglichen zukünftigen Tätigkeitsfeldern der Studiengangabsolventen wichtig und verbessert den Realitätsbezug im Unterricht.

Benutzerunterstützte Optimierung der Mischung von Mehlen

In Getreidemöhlen fallen Mehle mit unterschiedlicher Zusammensetzung an. Bei der Auslieferung hat der Obermüller das Problem, wie er die verschiedenen Mehle miteinander mischt, damit er die von den Kunden gewünschten Produktzusammensetzungen erreichen 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

Müllereibetriebe müssen Mehle unterschiedlicher Zusammensetzungen liefern können. Diese werden aus unterschiedlichen Mehlen zusammengemischt. Damit möglichst alles Mehl optimal verkauft werden kann, müssen die Mischungen optimal zusammengestellt werden. Natürlich ist es möglich, diese Aufgabe in einer Computeroptimierung zu lösen. Allerdings hat der Obermüller dabei kaum Informationen, was überhaupt möglich ist und wie sich die Spezifikation eines Produkts auf die Möglichkeit, andere Produkte zu mischen, auswirkt. Damit diese Aufgabe intuitiver gelöst werden kann, wurde ein interaktives Tool entwickelt. Auf der Benutzeroberfläche sieht der Benutzer, was er mit seinem Mehlbestand an

Produkten mischen kann. Für jedes einzelne Produkt kann er die geforderte Zusammensetzung und die zu produzierende Menge vorgeben. Für die Zusammenstellung der Mischung aus seinem Mehlbestand wird er durch verschiedene Auswahlstrategien unterstützt. Er hat aber auch die Möglichkeit, selber einzelne Mehle auszuwählen. Das Programm berechnet ihm, was daraus für eine Mischung entsteht und zeigt ihm auch an, welche Mengen er bei verschiedenen Zusammensetzungen mischen kann.

Das Tool wird nun von Bühler weiter entwickelt und bietet dem Obermüller ein Werkzeug an, mit dem er eine optimale Mischung seiner Produkte bestimmen und somit auch den Ertrag steigern kann.



Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik



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

- Automation Management
- Business Engineering Management BEM
- Internationales Logistik-Management ILM
- Information Technology IT
- Kunststofftechnik
- Mikroelektronik

Neue Lehrgänge: DAS Giessereitechnik, CAS Corporate Justice

Infoabende in Brugg-Windisch (ab 18.15 Uhr):

Mittwoch, 22. Juni 2011

Mittwoch, 31. August 2011

T +41 56 462 46 76

weiterbildung.technik@fhnw.ch

www.fhnw.ch/wbt

Qualitätsbeurteilung von Kakaobutter

Schokoladenbutter ist ein wesentlicher Bestandteil von Schokolade. Ihre Qualität bestimmt wichtige Eigenschaften der Schokolade. Für ein Messsystem wurde eine Auswertemethode entwickelt, die es erlaubt, wichtige Eigenschaften der Schokolade aufgrund von kalorimetrischen Messungen der Kakaobutter vorherzusagen.

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

Einleitung

Bühler AG ist eine weltbekannte Maschinenbau-firma, u.a. für die Nahrungsmittelproduktion. Viele der in der Schweiz konsumierten Schokolade wird auf Bühler-Maschinen hergestellt. Meist funktioniert aber die Produktion nur richtig, wenn auch die Qualität der Rohstoffe stimmt. Nahrungsmittel zeichnen sich aber dadurch aus, dass sie je nach Herkunft und Produktionsbedingungen chemisch und strukturell sehr unterschiedlich sind. Gerade für die Schokoladenproduktion spielt die Qualität der Fettanteile der Schokolade eine wesentliche Rolle für die Produktion und die Güte der Schokolade. Da sie auch ein relativ teurer Bestandteil ist, möchte der Schokoladenproduzent bereits bei der Anlieferung messen können, ob mit der gelieferten Kakaobutter Schokolade der gewünschten Qualität hergestellt werden kann. Bühler bietet den Kunden ein kalorimetrisches Messgerät an, mit dem die Kristallisationseigenschaften der Kakaobutter analysiert werden können. Das bestehende Gerät wurde modernisiert und musste mit einer Auswertung bestückt werden, die die Qualität der verschiedenen Kakaobutter robust bestimmen kann, insbesondere auch von Bio-Produkten. Diese zeigen nämlich ein deutlich anderes Kristallisationsverhalten als herkömmliche Kakaobutter.

Optimierung der Datenerfassung

Damit wichtige Merkmale einer Abkühlungskurve von Kakaobutter bestimmt werden können, ist eine optimale Qualität der Temperaturmessung nötig. Zusammen mit dem Team, welches das Messgerät entwickelte, wurde die Temperaturmessung dahingehend optimiert. Eine optimale digitale Filterung musste entwickelt werden, damit die Merkmale der Kurve ohne Zeitverzug zuverlässig bestimmt werden konnten.

Vorhersage der Eigenschaften der Schokolade

Ziel der Auswertung ist es, aus den Eigenschaften der Kakaobutter die Eigenschaften der Schokolade vorherzusagen zu können. Dazu wurden aus der Abkühlungskurve der Kakaobutter viele unterschiedliche Merkmale bestimmt und untersucht, wie diese mit einem Mass für die Qualität der

Schokolade zusammenhängen. Die Bestimmung der Merkmale der Kakaobutter war eine algorithmisch sehr anspruchsvolle Aufgabe. Es mussten robuste Methoden gefunden werden, die auch bei Anomalien oder Störungen der Messkurve die Merkmale richtig bestimmen konnten. Es war unumgänglich, Vorwissen in Form von Logik in die Algorithmen zu integrieren. In Abbildung 1 ist oben der Temperaturverlauf der Kristallisation einer herkömmlichen Butter, unten derjenige einer Biobutter aufgezeichnet. Man kann sich hier einfach vorstellen, dass z.B. die Bestimmung der Minimaltemperatur einige Tücken aufweist

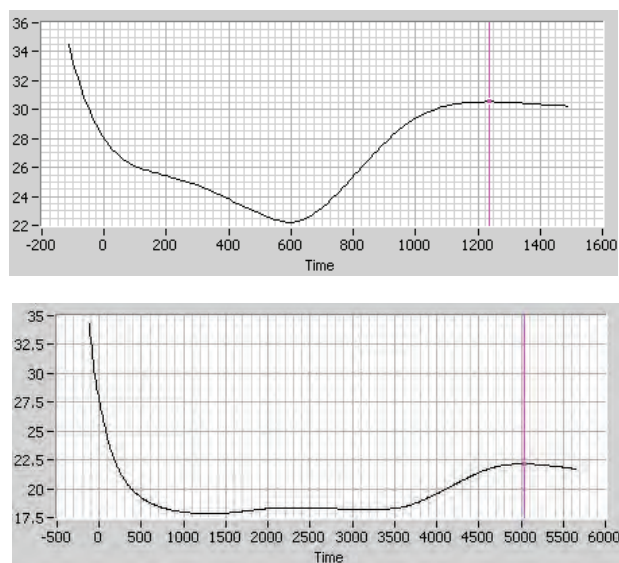


Abbildung 1: Vergleich von herkömmlicher und Bio-Kakaobutter

Das Resultat der Auswertung ist in Abbildung 2 dargestellt. Die x-Achse ist der gemessene Qualitätsindex der Schokolade und die y-Achse die Vorhersage aufgrund der Merkmale der Kakaobutter. Die Abbildung zeigt die Leistungsfähigkeit der Methode, da die Abweichungen von der Hauptdiagonale (perfekte Vorhersage) relativ gering sind. Erreicht eine Kakaobutter eine genügend hohe Bewertungsnote, so kann sie für die Produktion verwendet werden.

Das neue Messgerät wurde bereits auf den Markt gebracht. Für die Erweiterung der Datenauswertung mit andersartigen Produkten wurde für Bühler ein Konfigurationstool erstellt, mit

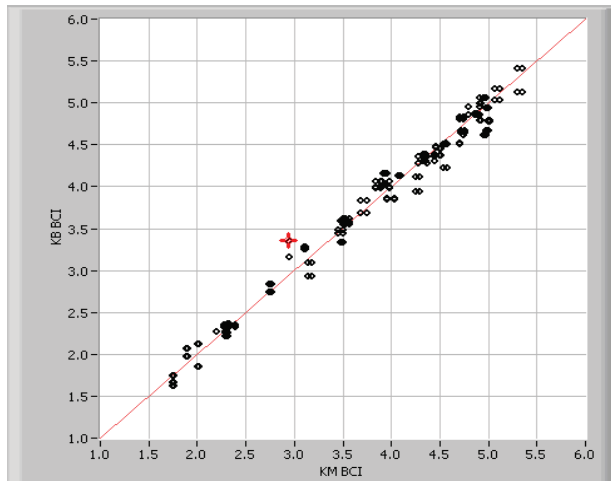


Abbildung 2: Vorhersage der Eigenschaften von Kakaobutter

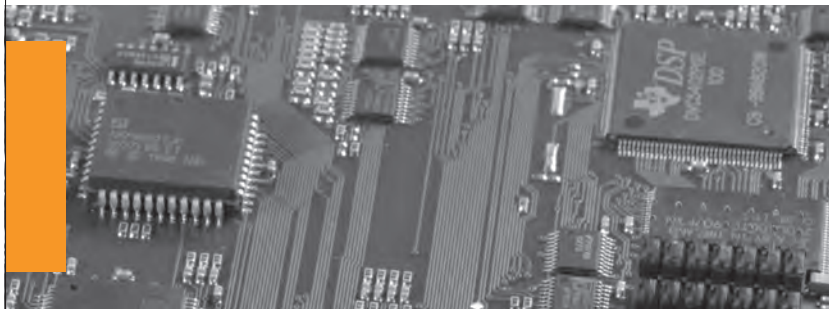
dem die Auswahl der Merkmale für die Berechnung des Qualitätsindex verändert werden und auch die der Auswertung zu Grunde liegende Versuchsreihe erweitert werden kann.

Zusammenfassung

Die Erkennung von Merkmalen einer Kurve ist ein Gebiet, in dem es verschiedene theoretische Grundlagen gibt, im Anwendungsfall aber viel eigene Kreativität in mathematische Formeln umgesetzt werden muss. Das heisst aber nicht nur «Probieren». Einige Merkmale konnten nur mit Hilfe von Prozess-Vorwissen robust bestimmt werden. Vorteilhaft ist es dabei sicher, wenn man die Implementierung selber an die Hand nehmen kann, da viele Probleme erst beim Test der Algorithmen an den Messdaten erkannt werden.



Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik



MAS Mikroelektronik

Bei uns werden Sie ein Mikroelektronik Experte!

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

- CAS Mikroelektronik Digital

- Dauer: 1 Semester | Start: 15.09.2011 in Windisch

- CAS Mikroelektronik Analog

- Dauer: 1 Semester | Start: 24.02.2012 in Rapperswil

- CAS Mikroelektronik Systeme

- Dauer: 1 Semester | Start: 21.09.2012 in Windisch

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

Infoabende 2011/2012

- Mi, 22. Juni 2011
- Mi, 31. August 2011
- Mi, 2. November 2011 (Muttentz/Basel)
- Mi, 25. Januar 2012
- Mo, 18. Juni 2012
- Mi, 29. August 2012

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

Anmeldung und weitere Auskünfte

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

www.mas-mikroelektronik.ch

Das Zukunftspotential trifft sich am FLL 2010

Jährlich organisiert das Institut für Automation in Windisch den First-Lego-League-Wettbewerb FLL. Jugendliche im Alter von 10-16 lösen anspruchsvolle Robotikaufgaben und zeigen auf unterhaltsame Weise, was sie zum diesjährigen Thema erforscht haben.

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

FLL 2010

Das diesjährige Thema ist „Biomedizintechnik“. Im Fokus der Teams steht die Erforschung des neuesten Standes der Biomedizin und der in ihr verwendeten Technik. FLL Teams entdecken neue Wege, Verletzungen zu heilen, genetische Vorbelastungen zu überwinden und das Leistungsvermögen des Körpers zu verbessern. Alles mit dem Ziel, das Leben wertvoller und gesünder zu gestalten.

Am 6. November 2010 trafen sich die Teams für die Regionalausscheidung in Brugg-Windisch. Aufgrund der langen FLL-Tradition in der Nordwestschweiz treffen sich hier auch immer die besten Teams, teilweise mit internationaler Erfahrung. Fast 120 begeisterte Kinder präsentierten am Morgen ihre Forschungsarbeit und erklärten ihre Robotiklösung. Am Nachmittag füllten sie das Hauptgebäude mit einer nicht alltäglichen Geräuschkulisse, denn an Wettbewerbstischen wurden die Roboter in den Wettkampf geschickt. Die Teams beobachteten ihren Roboter hoffnungsvoll und freuten sich lautstark über erfolgreich gelöste Aufgaben. Die einen hatten konstruktive Meisterleistungen zu bieten, andere clevere Lösungsstrategien in Programme verpackt und die Gewinner haben beides zugleich geschafft.

Ein Engagement für FLL-Wettbewerbe ist aus



Abbildung 1: Die Teams am Wettbewerbstisch

verschiedenen Gründen sinnvoll. Zum einen kann es sich die Gesellschaft nicht leisten, aufgrund des fehlendem technisch interessierten Nachwuchses, seine Wettbewerbsfähigkeit zu verlieren. Zum anderen vermeidet die Gesellschaft viele Probleme, wenn die Kinder ihre Freizeit mit sinnvollen Tätigkeiten ausfüllen.

Das Institut für Automation (IA) wurde dieses Jahr für die Durchführung von FLL-Wettbewerben ausgezeichnet. Im Jahre 2005 führte das IA

den 2. Schweizerischen FLL-Wettbewerb durch. In den 5 Jahren hat das Institut 6 Regionalwettbewerbe und eine Schweizermeisterschaft erfolgreich organisiert. Besonders gefreut hat das IA, dass die FHNW bereits ersten «Feedback» selber spüren kann. Dieses Jahr erzählte ein Student, dass er als Teilnehmer am Wettbewerb 2005 in Olten bereits dabei gewesen sei.

Die Durchführung solcher Wettbewerbe braucht immer viele ehrenamtliche Helfer. Dies sind pro Wettbewerb ca. 8 Juroren und 3 Schiedsrichter für das Robotgame, die sich einen ganzen Tag für den Wettbewerb Zeit nehmen. Ihnen sei herzlich gedankt.

Die Durchführung des FLL-Wettbewerbs braucht auch Sponsoren. Dieses Jahr wurde der Anlass von der Firma Bühler AG in Uzwil als Hauptsponsor unterstützt. Weitere Sponsoren waren Migros und Rivella.



Abbildung 2: Anerkennung für 5 Jahre First Lego League Wettbewerb

Was bedeutet der Begriff FLL?

Das Bildungsprogramm FLL ist Teil eines weltweiten Bildungsprogramms und wird in Deutschland, Österreich, der Schweiz, Ungarn, der Tschechischen Republik, Polen und der Slowakei unter der Schirmherrschaft des gemeinnützigen Vereins HANDS on TECHNOLOGY (HoT e.V.) mit Sitz in Deutschland veranstaltet.

An FLL können Schüler und Schülerinnen zwischen zehn und sechzehn Jahren teilnehmen. Jedes Team besteht aus fünf bis zehn Mitgliedern sowie einem erwachsenen Coach. Es konstruiert und programmiert acht Wochen lang einen Roboter auf der Basis von LEGO Mindstorms und bereitet eine eigene Forschungspräsentation vor. Als Höhepunkt treffen sich alle Teams bei den Regionalwettbewerben. Die Gewinnerteams aus den Regionalwettbewerben reisen zu FLL Semi Finals, in denen die Finalteilnehmer ermittelt werden.

Regler NEP Solar

Die Temperaturregelung bei Solaranlagen mit Parabolspiegeln ist keine einfache Aufgabe. Die Anlagen sind thermisch relativ träge, vorbeiziehende Schönwetterwolken können aber in Sekunden 200 kW Heizleistung aus oder einschalten. In einer Projektarbeit von Beni Loesch und einem weiterführenden Forschungsprojekt wurde ein Regler entworfen, der die Öltemperatur möglichst konstant regeln kann. Damit man nicht auf teure Messgeräte für die Direktstrahlung angewiesen ist, wurden Algorithmen entwickelt, welche die Direktstrahlung aufgrund der Globalstrahlung für die Regelung abschätzen können.

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

Einleitung

Die Firma NEP Solar Pty Ltd mit Sitz in Sydney und Niederlassung in Zürich entwickelt und baut parabolische Solarkollektoren. Die erste Anlage in Europa wurde in Almeria, Spanien, am Plataforma Solar de Almeria (PSA) gebaut. Die Regelung solcher Anlagen ist kein einfaches Problem, da das System thermisch relativ träge ist, die Veränderungen der Sonneneinstrahlung aber sehr kurzzeitig sein können, dies vor allem, wenn kleine Cumuluswolken am Himmel vorbeiziehen. Durch die Solaranlage wird Öl aufgeheizt, das z.B. in Absorptionswärmepumpen für Kühlanlagen verwendet werden kann. Wichtig für diese Anwendung ist, dass die Öltemperatur möglichst gut auf dem geforderten Sollwert gehalten werden kann. Dies wird durch Veränderung des Öldurchflusses geregelt. Zur Analyse der Regelproblematik wurde ein Simulationsmodell entwickelt und mögliche Regelalgorithmen damit getestet. Die entwickelte Regelung wurde implementiert und eine SPS-Steuerung der Anlage inklusive Anlagenvisualisierung programmiert. Die Versuchsanlage wurde im Frühling in Betrieb genommen. Weiterentwicklungen wurden über Fernwartung getätigt.

Modellierung des Systems

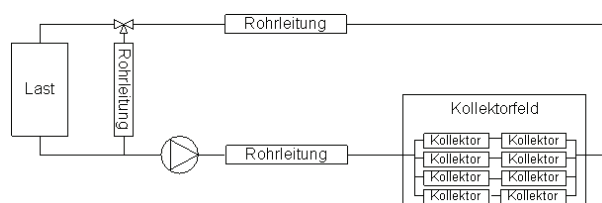


Abbildung 1: Prinzipschema der Anlage

Das Prinzipschema der Anlage (Abbildung 1) wurde entsprechend in eine Simulation umgesetzt.

Es wurden Modelle für die Rohrleitungen, die Parabolkollektoren und für die Last erstellt. Die Modellparameter basierten auf Produktspezifikationen und Messungen an einer Versuchsanlage in Australien. Das Simulationsmodell wurde nicht an der realen Anlage verifiziert, da diese zur Zeit der Reglerentwicklung in Bau war und der Regler bereits für die Inbetriebnahme der Anlage funktionstüchtig sein musste. Das Simulationsmodell

gab nützliche Informationen über das Verhalten der Anlage und verschiedene Reglerkonzepte konnten überprüft werden. Es zeigte sich, dass eine Information über die Sonnenstrahlung unbedingt vorhanden sein musste, da diese einen unmittelbaren Einfluss auf die Regelstrecke hat. Eine robuste Schätzung der Direktstrahlung mit einem Filter führte zu keinen befriedigenden Resultaten, da die Abschätzung immer viel zu spät auf einen vernünftigen Wert konvergierte und im geschlossenen Regelkreis nie zu einem genügend stabilen System führte.

Reglerstruktur

Die Analyse verschiedener Reglerstrukturen ergab schlussendlich, dass die in Abbildung 2 abgebildete Struktur am besten geeignet ist. Ein Führungsregler berechnet aus der Soll-, der Rücklauf- und der Umgebungstemperatur einen der Direktstrahlung entsprechenden Stellwert für den Öldurchfluss. Damit die Regelung auch in transienten Zuständen einen sinnvollen Vorgabewert für den Öldurchfluss berechnet, musste die auf einer Wärmebilanz basierte Öldurchflussberechnung durch der Regelstrecke entsprechende dynamische Elemente ergänzt werden. Ein PI-Regler korrigiert die Vorhersagefehler des Führungsreglers. Damit die Anlage auf keinen Fall überhitzt

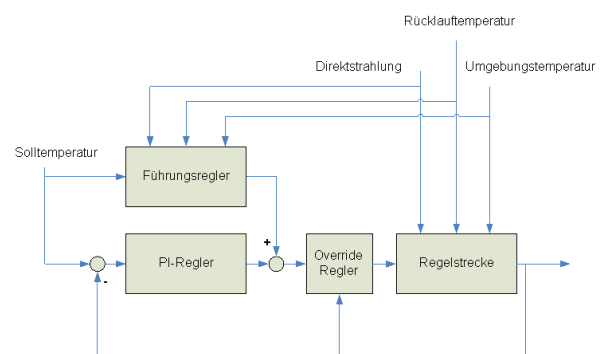


Abbildung 2: Reglerstruktur

wird, sorgen Override-Regler für die nötige Anlagensicherheit.

Erfahrungen bei der Anlageninbetriebnahme

Die Inbetriebnahme zeigte, dass die Regelstruktur gut zur Regelung der Anlage geeignet ist,

wenn die Ausgangstemperatur der Anlage genügend schnell, d.h. mit einem Fühler mit kleiner Zeitkonstante gemessen werden kann. Betreffend der Modellierung wurde erkannt, dass die Pumpe nicht als Proportionalelement angenommen werden kann und das dynamische Regelverhalten der Durchflussregelung bei der Simulation berücksichtigt werden sollte. Es wurde unterschätzt, wie viel Zeit nötig ist, um die grosse Masse an Öl in den Leitungen zu beschleunigen.

Erweiterung der Funktionalität

Direktstrahlungssensoren kosten ca. 5000 Franken. Dieser Betrag ist bereits ein beträchtlicher Anteil der Anlagekosten, vor allem bei Kleinanlagen. Damit die Lösung von NEP Solar vor allem für Kleinanlagen optimal ist, muss eine Lösung gefunden werden, die ohne die teuren Direktstrahlungssensoren funktioniert. Es wurde ein Funktionsmuster eines Sensors entwickelt, der die Direktstrahlung messen kann, wenn er in

einer Achse auf die Sonne gerichtet ist. Dies ist durch die Parabolspiegel gewährleistet. Der Einsatz des Sensors wurde aber durch allerlei Reflexionen und Abschattungen in Frage gestellt. So wurde nach einer Lösung gesucht, wie die Direktstrahlung aufgrund einer viel günstigeren Messung der Globalstrahlung abgeschätzt werden kann. Der entwickelte Algorithmus wird zurzeit beim PSA ausgetestet.

Zusammenfassung

Für NEP Solar konnte ein anspruchsvolles Regelproblem gelöst werden und die Firma im Automationsengineering ihrer zukünftigen Anlage stark unterstützt werden. Das Institut unterstützt NEP Solar bei der Realisierung von drei weiteren Anlagen. Durch den Einsatz moderner Kommunikationsmittel und Tools zur Fernwartung können Anlagen auf der ganzen Welt geplant und in Betrieb genommen werden.



Abbildung 3: Solaranlage in Almeria

Jugendliche mit Technik für Technik begeistern

Das Projekt «Real-Tec» hilft den Jugendlichen, Einblick in die Welt der Technik zu gewinnen, um ihnen das Selbstvertrauen «dies kann ich auch» zu geben.

Prof. Dr. Jürg P. Keller; Prof. Dr. Anni Heitzmann | juerg.keller1@fhnw.ch, anni.heitzmann@fhnw.ch

Einleitung

Überall wird davon gesprochen, alle wollen koordinieren - aber zum Glück gibt es heute auch zahlreiche gute Angebote, mit denen Schüler das grosse, politisch geplante Defizit ihrer Volksschulausbildung in den Bereichen Technik, Physik und Informatik etwas reduzieren können. Real-Tec ist ein Werkstattangebot, das sich von anderen Angeboten darin unterscheidet, dass die Arbeiten mit professionellen Komponenten (industrielle Sensoren, Roboter ..) durchgeführt werden und dass eine Projektwoche von fachkundigen Ingenieuren betreut wird.

Beschreibung von Real-Tec

Während einer Woche arbeiten Schülerinnen und Schüler an einem selbst definierten Projekt. Das Machbare ist festgelegt durch das zur Verfügung gestellte Material. Die Werkstatt ist mobil und kann zum Durchführungsort transportiert werden. In den Projekten geht es darum, mit industriellen Komponenten etwas zu erstellen, das am Schluss funktioniert. Dabei geht es nicht darum, den Aufbau der Komponenten und die damit verbundenen technisch-physikalischen Prinzipien zu ergründen, sondern die Funktion der Komponente so zu verstehen, dass sie sinnvoll zur Problemlösung eingesetzt werden kann. Die dazu nötigen Grundlagenkenntnisse werden in Theorieblöcken zu Beginn der Woche vermittelt. Die Werkstatt bietet die Möglichkeit, verschiedene Begabungen wie die manuellen Fertigkeiten, das logische Denken, die musischen und gestalterischen Interessen oder das Interesse am Design anzusprechen. Wesentliche Erfahrungen werden auch in der Teamarbeit gemacht, da ein Projekt nie durch einen Schüler alleine gelöst werden kann.

Der Ablauf einer Projektwoche läuft folgendermassen ab: ungefähr 3 Monate vor Beginn der Projektwoche wird Real-Tec den Schülern vorgestellt. Von Vorteil ist, wenn der Lehrer die Klasse bereits in 4 Gruppen von 5-7 Schülern aufgeteilt hat. Nach einer Präsentation der 4 Projektthemen (Robotik, Hausautomation, Solarenergie und Windenergie) wird den Schülerinnen erläutert, was für Material zur Verfügung steht. Nun ist es an den Schülergruppen, geeignete Projektideen zu finden. Ohne zusätzlichen Input läuft dies meist sehr harzig. Sobald aber den Schülern und Schü-

lerinnen gezeigt wird, was das Material für Möglichkeiten bietet und was andere Klassen bereits gemacht haben, werden die Schülerinnen und Schüler sehr kreativ. Die Ängstlicheren möchten eine bereits bekannte Idee nachbauen, rasch setzen sich aber neue Ideen durch. Die Gruppen müssen nun ihre Projektidee konkretisieren und die Realisierbarkeit mit einem Real-Tec-Betreuer besprechen. Danach werden die Ideen mit Skizzen dokumentiert und Materiallisten erstellt. Sofern finanziell möglich, kann auch zusätzliches Material eingekauft werden. In der Zeit bis zur Durchführung der Projektwoche reifen die vorgeschlagenen Projekte, manchmal werden sie auch abgeändert. 3 Wochen vor Beginn muss das Thema und die Materialliste definitiv festgelegt sein. In den ersten beiden Tagen der Projektwoche finden allgemeine Theorieblöcke statt, z.B. zum Thema «Strom» und das Löten wird geübt. Gruppenspezifisch werden die technisch-physikalischen Probleme analysiert und das Grundlagenwissen erweitert. Dies bedeutet z.B. bei der Windenergie, dass Experimente mit einem Windkanal gemacht werden und so die aerodynamischen Grundlagen eines Propellers/Windrades erarbeitet werden. In der Robotik müssen Koordinatensysteme eingeführt werden, damit eine Bedienung überhaupt möglich ist. Grundkenntnisse für die Programmierung müssen erarbeitet werden. Jeden Abend werden die Ergebnisse des Tages auf dem Internet publiziert. Die Gruppe muss sich selber zu den verschiedenen Teamrollen organisieren: es braucht z.B. einen Projektleiter, einen Handwerker, einen Elektroniker, eine Reporterin und verschiedene Mädchen für alles. Diese 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 Projektes für andere Klassen oder sogar für die Eltern vorbereitet.

Ein schwieriges Thema ist der Einbezug der Lehrperson. Ist die Lehrperson im Werkunter-

richt kundig und interessiert, so ist seine Rolle schnell klar, denn die meisten Projekte fallen stark in das Gebiet des technischen Werkens. Interessiert sich der Lehrer für die Informatik, so kann er die Jugendlichen betreuen, die mit dem Projektreporting beauftragt sind und ihre Berichte ins Internet stellen müssen. Lehrer mit technischen Grundkenntnissen können auch eine der Gruppen betreuen, z.B. in den Bereichen Solar- oder Windenergie. Für alle anderen Lehrer haben wir noch keine gute Lösung gefunden.

Die verschiedenen Themenbereiche von Real-Tec sollen anhand von Projektbeispielen aus den bisherigen Durchführungen erläutert werden.

Robotik

Ein Knickarmroboter steht den Jugendlichen zur Lösung einer Aufgabe zur Verfügung. Bei der Durchführung in Schöffland setzten sich die Schülerinnen im Projekt durch. Sie beschloßen, mit dem Roboter eine Schaufensterpuppe zu schminken. Der Greifer musste mit geeigneten Haltern für Lippenstift, Pinsel und anderen Schminkutensilien erweitert werden und es musste eine Halterung für diese gebaut werden. Der Schminkablauf musste dem Roboter «geteached» werden. Zum Austesten des Programms wurden Gipsabdrücke einer Schaufensterpuppe verwendet.

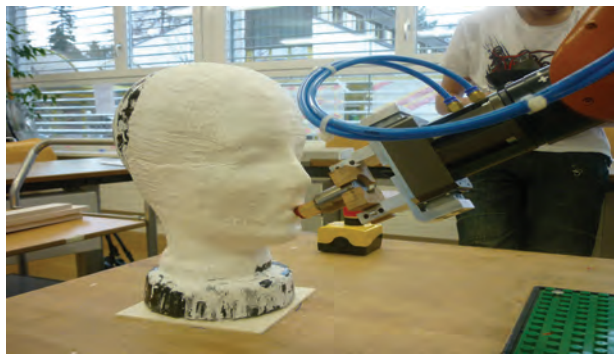


Abbildung 1: Knickarmroboter schminkt Schaufensterpuppe

Hausautomation

Ein dutzend Geräte für die Hausautomation, vom Funkschalter bis zur GSM-Haussteuerung müssen in einem Haus eingebaut werden. Das Haus muss aus Bauteilen, wie sie für Kinderspielplätze gebraucht werden, zusammengebaut werden. Zur Planung steht eine geeignete Software zu Verfügung. Zusätzlich muss ein Gerät installiert werden, das selber gebaut wurde. Das folgende Bild zeigt, wie in einer reinen Mädchengruppe auch Mädchen problemlos technische Aufgabenstellungen freudig lösen.

Windenergie

Theoretische Untersuchungen oder Messaufgaben interessieren Jugendliche sehr wenig, auch



Abbildung 2: Einbau von Steuerungskomponenten in ein Haus

ein Windrad zu optimieren, ist kein «cooles» Projekt. Hingegen faszinieren Propeller getriebene

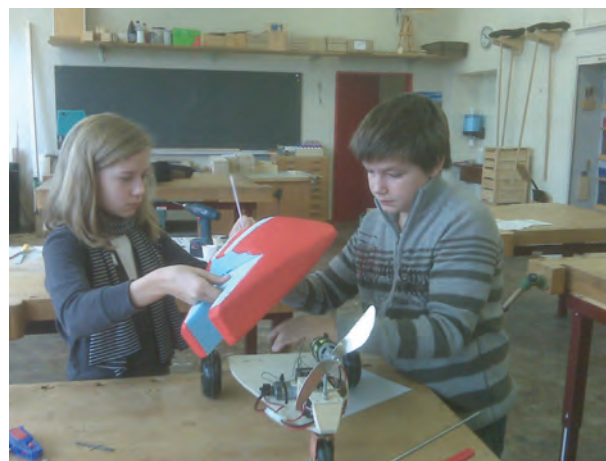


Abbildung 3: Zusammenbau eines propellergetriebenen Fahrzeuges

Fahrzeuge. Da entstehen sehr hübsche, gut funktionierende Lösungen, wie dasjenige der Projektwoche von Zofingen.

Solarenergie

Mit einem grossen Solarpanel ein Transportmittel mit Strom zu versorgen war das Thema aller bis jetzt durchgeführter Projektwochen. Da Schiffe mit der bescheidenen Energie einer Solarzelle bereits gut betrieben werden können und auch Solarkatamarane in den Medien aktuell waren, wurden solche auch von Schülern gebaut. Dabei müssen verschiedene Probleme gelöst werden: wie treibt man das Schiff an, wie wird es gesteuert und wie verteilt man das Gewicht, damit das Schiff nicht kentert. Der Propeller muss selber gebaut werden. Dass dieser sehr gut ausgewuchtet sein muss, wird nach den ersten Experimenten

klar. Der Solarkatamaran von Schöffland kurz vor seiner Jungfernfahrt:

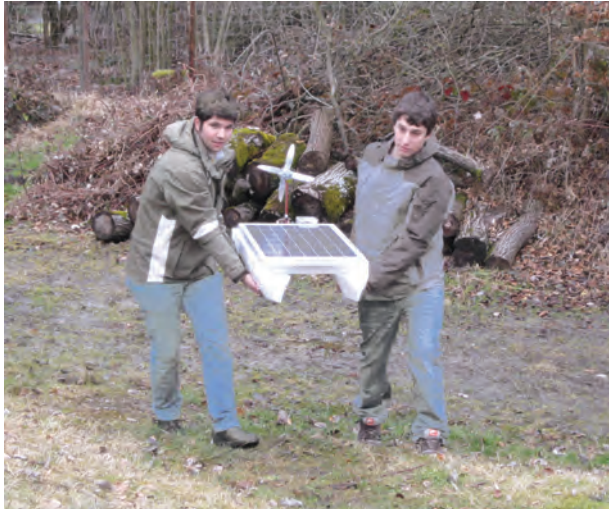


Abbildung 4: Solarkatamaran

Das Projekt wird von der pädagogischen Hochschule begleitet. Dies ist für uns Ingenieure besonders nützlich und wichtig, da bei uns die Kenntnisse über die Voraussetzungen, die die Jugendlichen mitbringen, meist fehlen. Zudem ermöglicht dies auch Forschung zur Fragestellung, wie technische Inhalte am effektivsten unterrichtet werden können.

Zusammenfassung

Die Rückmeldungen der Schüler zeigen, dass offene, technische Aufgabenstellungen sehr gut ankommen. Ein sehr wichtiger Aspekt ist sicherlich, dass die Jugendlichen sich die Aufgaben selber vorgeben. Die eigene Idee umsetzen zu können, dies ist die Grundlage für die grosse Identifikation und das daraus resultierende Engagement für das Projekt.

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



Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik



Systemtechnik (Automation) Vollzeit und Berufsbegleitend

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

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

Infoabende in Brugg-Windisch (ab 19.00 Uhr):

Dienstag, 7. Juni 2011

Dienstag, 5. Juli 2011

Montag, 22. August 2011

Dienstag, 6. September 2011

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

www.fhnw.ch/technik/st

Energiemanagement für Hochregallager

Im Rahmen eines Dienstleistungsprojektes wurde untersucht, ob sich ein Energiemanagement betreffend energiesparsamer Fahrweise sowie Rückspeisung kinetischer und potentieller Energie für Regalbediengeräte von industriellen Hochregallagern lohnt. Motivation war, die in einem Hochregallager gespeicherte potentielle Energie – welche beim Einlagern von Lagergut als elektrische Energie vom speisenden Netz bezogen wird – durch rückspeisefähige Stromrichter zu nutzen. Die Untersuchung zeigte, dass sich die Mehrkosten für rückspeisefähige Stromrichter über den Strompreis amortisieren lassen. Die Amortisationsdauer ist aber stark abhängig von der Lagerphilosophie – grosse Gewichte oft in 15 m Höhe oder im Bereich der Rampe ein- und auslagern – sowie den mechanischen und elektrischen Verlusten von Regalbediengerät, Motor und Umrichter. Die Resultate der durchgeführten Modellrechnung für die statischen und dynamischen Vorgänge beim Ein- und Auslagern von Lagergut, konnten durch entsprechende Messungen im Felde bestätigt werden. Reibungen und elektrische Verlustfaktoren über den gesamten Fahrbereich konnten verifiziert werden. Sie dienen künftig für die statische und dynamische Auslegung der Antriebssysteme.

Prof. Robert Keller | robert.keller@fhnw.ch

Versuchsergebnis eines Doppelspiels für Ein- und Auslagerung

Im folgenden Versuch (Abbildung 1) wurde der Energieverbrauch mittels Last von 2000 kg berechnet und die Resultate in Tabelle 1 aufgeführt.

Beide Antriebe fahren mit ihrer maximal möglichen Geschwindigkeit das folgende Doppelspiel, $E_{6.5m} \rightarrow P1_{15m} \rightarrow P2_{6m} \rightarrow A_{2m} \rightarrow E_{6.5m} \parallel E_{6.5m} \rightarrow P1'_{13.5m} \rightarrow P2'_{4.5m} \rightarrow A_{2m} \rightarrow E_{6.5m}$ in einem Versuch ab, dabei wird in jeder Lagerposition das Lagergut von 2000 kg ein- und ausgelagert.

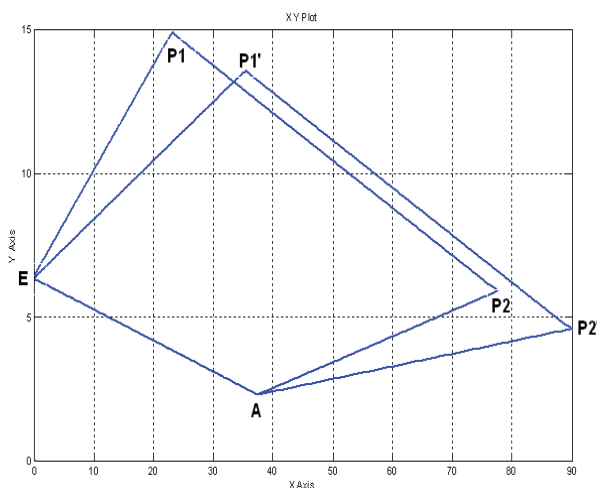


Abbildung 1: Doppelspiel für Ein- und Auslagerung

Energieverbrauch	ohne Rückspeisung	mit Rückspeisung	Energiegewinn
Hubantrieb	605 Wh/Fahrt	212 Wh/Fahrt	393 Wh/Fahrt
Fahrantrieb	372 Wh/Fahrt	228 Wh/Fahrt	144 Wh/Fahrt
Total	977 Wh/Fahrt	440 Wh/Fahrt	537 Wh/Fahrt

Tabelle 1: Energiegewinn bei Rückspeisung kinetischer und potentieller Energie

Fazit

Der Versuch zeigt, dass mit obigem Doppelspiel eine Energierückgewinnung von ca. 0.5 kWh möglich ist! Wird diese Energierückgewinnung auf 5 Jahre hochgerechnet, können Mehrkosten für die Rückspeiseeinheit und deren Verzinsung von ca. Fr. 10'000.- erzielt werden. Dafür werden 10 der oben definierten Doppelspiele pro Stunde benötigt.

Die Amortisationsdauer der Energierückgewinnung richtet sich, nebst den Investitions- und Zinskosten, hauptsächlich nach der Ein- und Auslagerungsphilosophie und Benutzung des Hochregallagers.

In einer weiteren Versuchsreihe konnte festgestellt werden, dass die Fahrweise praktisch keinen Einfluss auf den Energieverbrauch hat.

Auf die Fittings kommt es an

An Messen stellt die Firma R. Nussbaum AG eine Demo-Anlage aus, die die Druckverluste in Wasserleitungen bei der Benutzung von verschiedenen Fittings (Rohrwinkel) veranschaulicht. Bei der Erneuerung Ihres Web-Auftrittes entstand der Wunsch, eine exakte Kopie dieser Anlage als Web-Applikation den Kunden zur Verfügung zu stellen.

Richard Schorpp, dipl. El. Ing. ETH, Prof. Dr. Richard Gut | richard.schorpp@fhnw.ch

Von der Lab-VIEW- zur Java-Applikation

Anfänglich wurde ein „Fast Prototype“ als Lab-VIEW-Applikation realisiert. Anhand dieses Entwurfes konnte die Firma Nussbaum ihre Wünsche präzisieren.

Für die Aufschaltung der Applikation auf die Web-Seite konnte Lab-VIEW nicht angewendet werden, da die notwendige Runtime-Software auf den Kunden-PCs gewöhnlich nicht installiert ist. Ein Herunterladen wäre möglich gewesen, aber die Wartezeit nicht zumutbar.

Java hingegen ist so verbreitet, dass eine Portierung der Applikation auf Java als Lösung vorgeschlagen wurde.

Richard Gut vom Partnerinstitut für Mikroelektronik (IME) realisierte die Applikation. Sie ist jetzt «on line» und kann unter folgender Adresse benutzt werden: <https://www.nussbaum.ch/de/virtuelles-druckverlustmodul.html> (5.4.11)

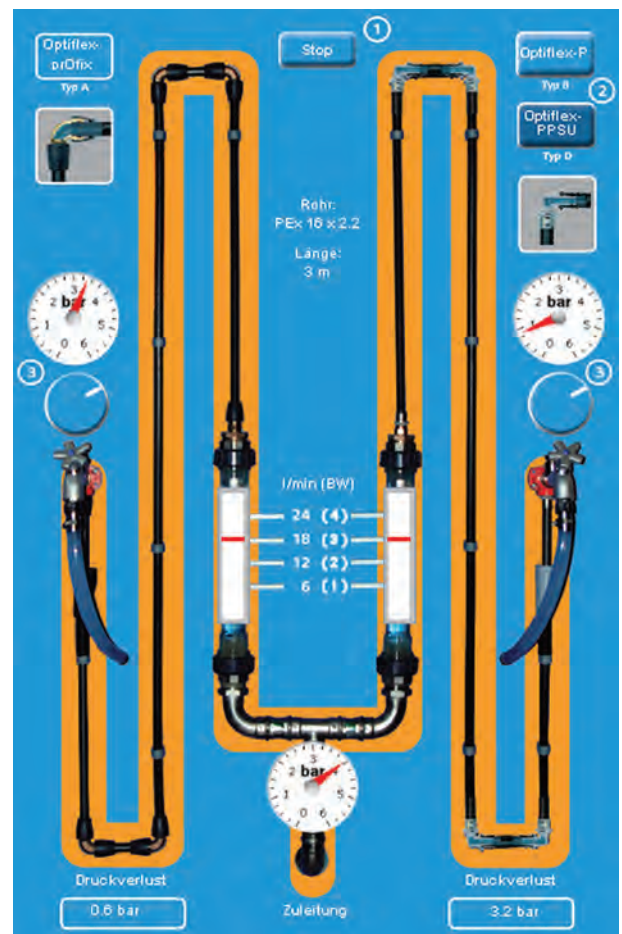


Abbildung 1: Ansicht des virtuellen Druckverlustmoduls

Signalverarbeitung für 3D Sound

Die Firma sonic emotion ag entwickelt professionelle Sound-Systeme und 3D-Audio-Technologien für Consumer-Produkte. Im Rahmen eines Projekts mit dem Institut für Mikroelektronik, mit Unterstützung des Instituts für Automation und mit Förderung durch die KTI wurde ein FPGA-basierter Prototyp für ein neuartiges Raumklang-System mit konzentrierten Lautsprechern implementiert. Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) ermöglichen es, Signalverarbeitungs-Algorithmen einerseits zu parallelisieren und andererseits sequentielle Abläufe in Form von Verarbeitungs-Ketten (Pipelines) in Hardware «auszuwalzen». Gegenüber rein sequentiell arbeitenden Prozessoren wird damit die erforderliche Steigerung des Datendurchsatzes und der Rechenleistung erreicht.

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

3D Sound mit Hilfe der Wellenfeld-Synthese

Die Unterhaltungselektronik bietet uns akustischen Hörgenuss in vielfältiger Weise: Klassischer Stereo-Sound, Quadrophonie oder die moderneren 5.1 Systeme. Bei diesen Systemen ist es unerlässlich, an der richtigen Position zu sitzen, ansonsten geht der gewünschte räumliche Effekt verloren oder einzelne Lautsprecher dominieren, wie Bild 1 illustriert.



Abbildung 1: Beschränkte optimale Position beim 5.1 System

Die Firma sonic emotion befasst sich seit Jahren mit professioneller Beschallung und hat mit Hilfe der «Wellenfeld-Synthese» (Wave Field Synthesis) neuartige Konzepte zur Beschallung von Räumen mit konzentrierten Arrays von Lautsprechern entwickelt, patentiert und umgesetzt. Die Grundidee dazu zeigt Bild 2a: Mit Hilfe einer Reihe von Lautsprechern kann im Prinzip ein beliebiges Schallfeld geformt werden, wenn die einzelnen Lautsprecher mit der richtigen Verzögerung und Amplitude angesteuert werden, ein Prinzip, welches schon der Physiker und Astronom Huygens für optische Wellen postuliert hat. Die akustische Perspektive bleibt erhalten, auch wenn sich der Hörer bewegt.



Bild 2: a) Erzeugung Wellenfeld b) Wellenfeld-Erzeugung durch aussenliegende Lautsprecher c) Umkehrung: Lautsprecher-Array innerhalb Hörzone

Ein Raum könnte somit durch eine Rundum-Anordnung von Lautsprechern optimal beschallt werden. Das Prinzip kann bis zu einem gewissen Grad auch umgekehrt werden, indem das Lautsprecher-Array in der Hörzone positioniert wird (Bild 2c).

Im Consumer-Bereich ergibt sich damit beispielsweise eine erhebliche Verbesserung des TV-Sounds. Das Prinzip wurde erfolgreich umgesetzt, erste Produkte sind auf dem Markt.

Von den Algorithmen zum ASIC

Die von sonic emotion entwickelten Algorithmen operieren in komplexer Weise im Zeitbereich wie auch im Frequenzbereich: Das Quellensignal (Stereo- oder 5.1-Sound) wird analysiert, um lokalisierbare und diffuse Signal-Anteile zu trennen, spektral zerlegt und mittels adaptiven Algorithmen wieder in 6 Ausgangskanäle plus 1 Subwoofer-Kanal zugemischt. Das «Mischrezept» basiert auf umfangreichen Simulationen des Wellenfelds, primär unter Einbezug der Lautsprecher-Anordnung sowie den akustischen Eigenschaften eines typischen Raums. Als Resultat entsteht ein homogenes Schallfeld mit exakter Wiedergabe von lokalisierbaren Sound-Anteilen. Mittels Presets können auch alternative Raumklänge erzeugt werden.

Das Institut für Mikroelektronik (IME), mit Verstärkung durch das Institut für Automation (IA), wurde von sonic emotion mit der Umsetzung der Algorithmen in eine kundenspezifische Schaltung (ASIC) beauftragt. Das Projekt kam, als KTI-Projekt, zusätzlich in den Genuss der Förderung durch den Bund.

Beitrag des Instituts für Automation: Fixed Point - Umsetzung der Algorithmen

Die Entwicklung und Umsetzung der Algorithmen auf die Ziel-Hardware erfolgt auch bei diesem Projekt nach einem typischen, von uns entwickelten und in zahlreichen Projekten bewährten Muster:

i) Zunächst werden die Algorithmen in floating point Arithmetik entwickelt und getestet. Wenn das Resultat zufriedenstellend ist, verfügt man über eine «Goldene Referenz», an der alle weiteren Umsetzungen gemessen werden (Bild 3)

ii) Im zweiten Schritt muss die Architektur für die Zielhardware im Detail festgelegt werden: Organisation der Speicher, Pipeline-Strukturen, Rechenstrukturen. Sämtliche arithmetischen Operationen müssen Schritt für Schritt in Einzeloperationen aufgelöst werden, mit Festlegung des Zahlenformats. Dazu wird ein Matlab-Modell geschrieben, welches diese Architektur exakt abbildet. Alle arithmetischen Operationen werden sodann in eigens entwickelten, parametrisierbaren Routinen parallel in floating point wie auch in fixed point Arithmetik ausgeführt. Für gewisse

Makro-Funktionsblöcke, die mit einem «Core-Generator» erzeugt werden, wie FFT und IFFT, stehen auch bitgenaue Modelle zur Verfügung.

Dies ermöglicht nun, gemäss Bild 3, eine Verifikation I, die eine exakte Übereinstimmung mit der «golden reference» erfordert.

Das bitgenaue Ergebnis Out muss weiter mit dem exakten Ergebnis Out verglichen werden: In der Verifikation II ist die Qualität des Ergebnisses im Hinblick auf die Anwendung zu beurteilen.

iii) Parallel dazu erfolgt die Beschreibung der Logik, strukturell wie funktionell, in der Beschreibungssprache VHDL. VHDL-Code ermöglicht in einem nächsten Schritt die Logik-Synthese auf die Zielhardware FPGA oder ASIC.

Stufe für Stufe kann nun getestet werden, mit Hilfe von Matlab-generierten Testpattern. Diese Verifikation III erfordert natürlich eine exakte Übereinstimmung.

Mit diesem Verfahren wird ein Höchstmass an Implementierungs-Sicherheit erreicht und - wie das Projekt zeigt - ein ASIC erfolgreich implementiert.

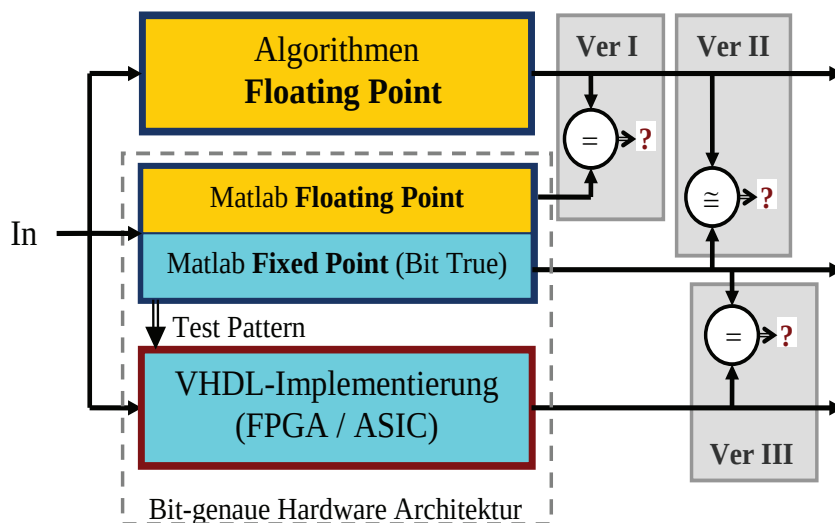


Bild 3: Bit-genaue Implementierung und 3-stufige Verifikation

Fauchi, der Hausdrache auf Lenzburg mit neuem Antriebskonzept

Bei Fauchi handelt es sich um einen beweglichen, elektromechanischen Drachen, der auf Schloss Lenzburg als Publikumsmagnet für die Kinder gilt. Vor mehr als 20 Jahren wurde der Drache an unserer Fachhochschule entwickelt und danach noch einmal überarbeitet. Fauchi verfügt über 12 Antriebsmotoren, die den Körper direkt oder über Seilzüge bewegen. Alleine der Kopf ist mit 4 Antrieben ausgestattet (links-rechts, auf-ab, drehen, Mund auf-zu). Nach rund 15 Betriebsjahren war nun eine umfassende Revision fällig: Kompletter Ersatz der Steuerung und Motortreiber, Ersatz von Motoren und Getrieben in Verbindung mit punktuellen Verbesserungen an der Mechanik.

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

Neues Steuerungskonzept

Anstelle des alten Industrie-PCs unter Windows 3.11 und ISA Motortreiber-Einschüben erfolgt die Steuerung neu mittels eines Embedded Echtzeit-Controllers von National Instruments, welcher als Einschub in einem CompactRIO Chassis untergebracht ist. Der Controller CRIO-9014 ist sehr leistungsfähig und mit 2 GB «Disk on Chip» ausgestattet.

Die LAN Schnittstelle ermöglicht die Verbindung zur Aussenwelt, während die USB Schnittstelle für den Daten-Transfer z.B. des Log-Files benutzt werden kann.

Im Chassis sind weitere Steckmodule untergebracht: Ein CAN-Modul sowie digitale IO. Das Chassis selber verfügt über ein Virtex-5 FPGA (Field Programmable Logic Array), welches via LabView-Programmierung für zeitkritische Aufgaben eingesetzt werden kann.

Als Motor-Treiber werden neu die kompakten Module EPOS2 von Maxon eingesetzt. Diese Module sind mit einer umfassenden Funktionalität ausgestattet, sie unterstützen 12 verschiedene Betriebsmodi für Homing, Positionierung, Geschwindigkeits- und Drehmoment-Modi. Ein Auto-Tuning unterstützt die Einstellung der Regelparameter. Die Parametrisierung sowie die Einstellung der Betriebsmodi kann über eine USB-Schnittstelle mit dem EPOS-Studio erfolgen. Eine zentrale Rolle übernimmt der CAN-Bus. Alle Achsen werden über diesen Bus angesteuert, unter Verwendung des CANopen Protokolls. Jede Antriebsachse erhält im Takt von 200 ms eine neue Positionsvorgabe, ein PVT Datenset (Position, Velocity, Time). Die EPOS-Module laufen im Interpolated Position Mode, d.h. die Positionsangaben werden intern interpoliert und auf die interne Zykluszeit von 1 ms abgebildet.

Die Programmierung des Echtzeit-Systems erfolgt in LabView. Primär bedient das Programm die CAN-Transportschiene: Die EPOS Module werden initialisiert und konfiguriert, danach werden die PVT-Daten, die laufend berechnet oder

aus einem File gelesen werden, zyklisch versandt. Die Module liefern ihrerseits das jeweilige Statuswort zurück, so dass der Betriebszustand jederzeit aktuell vorliegt. Über die serielle Schnittstelle des Controllers wird zudem ein MP3-Player zur Erzeugung entsprechender Geräuschkulissen angesteuert.

Generell ist das System Fauchi auf einen möglichst wartungsfreien, autonomen Betrieb ausgelegt. Das Ein- und Ausschalten erfolgt im Normalfall über die Speisung! Weisen während des Tages zu viele Achsen einen Fehlerstatus auf, wird automatisch ein Re-Start des Systems veranlasst.

Da das Prozessormodul selber über kein Display verfügt, kann via Ethernet ein PC angeschlossen werden und das Panel (die Bedienoberfläche) des Programms kann extern dargestellt und auch bedient werden, im so genannten Remote Panel Betrieb. So lassen sich auch Service-Funktionen durchführen, wie z.B. das Bewegen einzelner Motoren für Wartungszwecke.

Insgesamt ist damit die Steuerung mit den Antriebseinheiten äusserst kompakt, einfach in der Struktur, erweiterbar, sowie auch wartungsfreundlich.



Abbildung 1: Fauchi im Einsatz auf Schloss Lenzburg

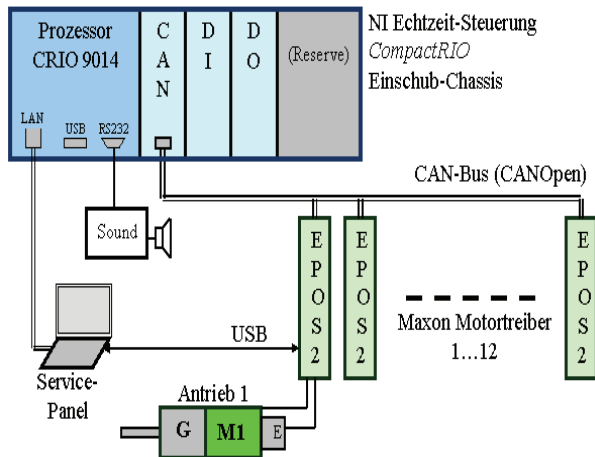


Abbildung 2: Die neue Steuerung



Abbildung 3: Das Innere des Fauchi, vorne die Seilzug-Antriebe und auf der Grundplatte links und rechts die Motormodule.



Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik



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 vielfach:

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.

Autofahrertest

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Hausarztmedizin der Universität Basel IHAMB wurde ein kostengünstiges, einfaches Gerät zur Beurteilung der Fahrtüchtigkeit von Personen entwickelt. Mit dem Funktionsmuster werden nun erste Versuche zur Abklärung der Tauglichkeit gemacht.

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

Ausgangssituation

Viele Hausärzte stehen vor dem Problem, dass sie die Fahrtüchtigkeit eines Menschen beurteilen müssen. Heutzutage stehen kaum einfache, praxistaugliche Methoden zur Verfügung, damit diese schwierige Aufgabe kostengünstig gelöst werden kann. Es existieren teure Simulatoren, die aber keinesfalls für einen Praxiseinsatz geeignet sind. Alternativ kann eine psychologische Abklärung Informationen über die mentale Leistungsfähigkeit einer Person liefern. Dies ist meist ein langwieriger Prozess und in unklaren Fällen liefern die Berichte nicht eine klare Entscheidungsinformation. Aufgrund des grossen Aufwandes der existierenden Methoden ist es auch nicht realistisch, einen zeitlichen Verlauf von Fahrtüchtigkeitsindikatoren aufzeichnen zu können. Ein klarer Abwärtstrend ist vielleicht informativer als eine Momentaufnahme, die sehr stark durch die Tageskondition beeinflusst sein kann. Auf Initiative von S. Heiniger wurde darum nach Ideen gesucht, wie Fahrtüchtigkeit mit einem kostengünstigen Gerät getestet werden kann. Es wurde ein PC- oder Notebook-basiertes Testsystem erstellt. Die Testperson interagiert mit einem Testprogramm über ein USB-Steuerrad. Die ganze Ausrüstung ist für ca. 1000 Fr. zu kaufen.

Lösungsansatz

Bei der Erstellung des Testsystems stellen sich die Fragen, welche Faktoren für eine Fahrtüchtigkeitsprüfung relevant sind und was mit einem solchen System getestet werden kann. Eine Recherche hat ergeben, dass in vielen Ländern die Fahrtüchtigkeitsprüfung sehr unstrukturiert durchgeführt wird und sehr stark vom Gutdünken oder der Erfahrung des Arztes abhängt. Ein wesentlicher Faktor beim Autofahren ist das Erkennen von Situationen und eine damit verbundene möglichst kurze Reaktionszeit. Somit wird im ersten Test die Reaktionszeit auf die Erscheinung eines Stopp-Signals geprüft. Die Reaktion darf nicht durch parallele zusätzliche Aufgaben stark verschlechtert werden. Die visuelle Überwachung mehrerer Aufgaben ist beim Autofahren eine oft vorkommende Aufgabe. Kinder spielen am Rand der Strasse, der Rest des Verkehrs darf aber nicht aus den Augen gelassen werden. Möglicherweise kann das Reaktionsverhalten so stark eingeschränkt sein, dass gefährliche Situationen

entstehen. Mit einem Video der Forschungsgruppe Visual Cognition Lab, Univ. Illinois, kann man selber erfahren, dass man bei grosser Konzentration auf eine Aufgabe richtig blind für alles Andere ist. Dies wird von den wenigsten Leuten als Tatsache anerkannt. So wurden an einer Veranstaltung zur Einführung des Kollisionswarnsystems FLARM ca. 120 Piloten gefragt, ob sie es für möglich hielten, ein entgegenkommendes Flugzeug nicht zu sehen. Kaum ein Pilot hielt dies für möglich. Den Piloten wurde der Videofilm gezeigt, mit der Aufgabe, die Anzahl Ballwechsel eines Basketballteams zu zählen. Von den beteiligten Piloten erkannten nur gerade 5, dass ein mannsgrosser Gorilla durch die Spieler ging und sich für ein paar Sekunden in der Bildmitte auf die Brust klopfte. Für alle Piloten war nun klar, dass auch Sie Opfer einer nicht vorhergesehenen Kollision werden konnten. Um im Fahrertest eine solche Situation zu erzeugen, geht es beim zweiten Test darum, auf dem Bildschirm einen Ball zu verfolgen und zu zählen, wie oft dieser eine Linie überquert. Parallel zu dieser Zählaufgabe wird wieder die Reaktionszeit auf das Erscheinen eines Stopp-Signals auf dem Bildschirm gemessen. Das Zählen erhöht die Reaktionszeit bei den meisten um minimal 60%. Interessant ist nun festzustellen, wie sich dies in Zusammenhang mit Medikamentenkonsum und Gesundheitszustand verändert. Weitere, für die Fahrtüchtigkeit notwendig kognitive Fähigkeiten sind die Lernfähigkeit und das richtige Reagieren in komplexen Situationen. Um dies zu testen, wurde ein dreistufiger Test erstellt. Im ersten Teil geht es darum, mit dem Steuerrad einen Punkt möglichst genau entlang einer Wellenlinie zu führen. Für den zweiten Teil kommt zusätzlich zur Steueraufgabe eine Messung der Reaktionszeit hinzu. Im dritten Teil muss der Linie gefolgt werden, auf ein Stopp-Signal möglichst schnell reagiert und Töne unterschiedlicher Tonhöhe gezählt werden. Beim letzten Test zeigt sich, dass auch gesunde Leute an den Rand ihrer Fähigkeiten kommen. Wie wird das Verhalten des Prüflings analysiert? Es wird bestimmt, wie gross die Fläche zwischen der Sollkurve und der gesteuerten Kurve ist. Dies wird für jede Periode der Wellenlinie bestimmt. Es ist somit möglich, das motorische Lernverhalten zu verfolgen. Damit die 8 Perioden nicht zu einer langweiligen Übung werden, wird die

Geschwindigkeit der Wellenlinie kontinuierlich vergrößert. Die Steuerfehler werden hinsichtlich zweier Merkmale analysiert: sehr grosse Abweichungen und Reaktionen in die falsche Richtung. Ist der Punkt links von der Solllinie, so sollte er nach rechts gesteuert werden. Wenn aber eine deutliche Steuerbewegung in die andere Richtung zu erkennen ist, so wird dies als Steuerfehler gezählt. Für den 2. und 3. Durchgang werden die Reaktionszeiten auf das Erscheinen des Stopp-Signals gemessen. Ebenfalls bestimmt wird die Anzahl Fehlbetätigungen der Stopp-Taste. Bereits beim 2. Durchgang ohne akustische Signale gibt es Prüflinge, die unbeabsichtigt mehrfach die Stopp-Taste betätigen. Im 3. Durchgang ertönen dann die akustischen Signale und der Prüfling muss sich sehr stark konzentrieren, damit er die Stopp-Taste nicht bei einem Ton sondern beim

Erscheinen des Stopp-Signals drückt. Am Schluss gibt der Prüfling die Anzahl gezählter Töne ein.

Testablauf

Das Funktionsmuster des Reaktionstests wurde an den Ausstellungen zum 550 jährigen Jubiläum der Universität Basel gezeigt. Gegen 150 erste Testresultate konnten gesammelt werden.

Mit diesen soll untersucht werden, ob es unter den Probanden unterschiedliche Reaktionsverhalten gibt. Das Endziel wäre zu zeigen, dass es zwischen den Resultaten des Tests und einer irgendwie bestimmten Fahrtüchtigkeit einen Zusammenhang gibt. Interessant ist dabei auch, zeitliche Verläufe eines Patienten analysieren zu können. Hier besteht also noch viel Forschungspotential und somit auch Themen für Arbeiten von Medizinstudenten.



Abbildung 1: Testablauf

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.

Studierendenprojekte 1.-4. Semester 2010

Proj. Nr.	Titel der Arbeit	Projektart; Betreuer
4096-S	AFM Sample-Kit	Industrie; Sekler Jörg
4130-S	Automatisierung: Konzepte und Randbedingungen für die automatisierte Handhabung von Mineralwolle-Isolation	Industrie; Anderegg Roland
4138-S	Wirelesskommunikation zwischen Shuttle und fixen Komponenten (3.8 gemäss Liste Montech)	Industrie; Stuber Bruno
4164-S	Aufbau einer Laborübung für BACnet	FHNW, IA; Degunda Niklaus
4165-S	Löten von Spulen automatisieren	Industrie; Burkhard Gregor
4167-E	Analyse eines Reglers für ein Temperiergerät	Industrie; Keller Jürg Peter
4173-S	Modellaufbau eines Schwingungssystems mit 2 Freiheitsgraden und einseitiger Bindung: Autoparametrische Resonanz im Modell	Industrie; Anderegg Roland
4181-S	Wärmeschrank-Automatisierung	FHNW, IA; Sekler Jörg
4183-S	Mikrocontroller für SwissCube-3	EPFL; Sekler Jörg / Buchmann Hans
4185-S	Prozesssteuerung eines RFID Testautomaten	Industrie; Binggeli Daniel
4187-S	Regelung einer mechanischen Lüftungsanlage	FHNW, IA; Degunda Niklaus
4189-S	Eingabegerät für Folienschweissplotter	FHNW, Inst. HyperWerk; Degunda Niklaus
4194-S	Rohrroboter Pacman	FHNW, IA; Keller Jürg Peter
4195-S	Rohrroboter Pipe Cleaner Robot	FHNW, IA; Keller Jürg Peter
4203-S	Charakterisierung eines Hochtemperatur-Tribometers (Phase 3)	EMPA - Material Sc. & Techn.; Sekler Jörg
4206-S	Robotersteuerung "ARASAN"	FHNW, IA; Anderegg Roland
4209-S	Ablation einer Polyimidisolationsschicht mittels verschiedenen Lasern	Industrie; Burkhard Gregor
4217-E	Fledermausscanner	FHNW, IA; Ganzmann Peter
4219-S	Embedded USB Printing (Anpassung Schnittstelle Mikrocontroller - USB-Drucker)	Industrie; Binggeli Daniel
4221-E	Entwicklung Batteriemanagementsystem für Li-Ionen-Batterien im SunCar	ETHZ; Binggeli Daniel

Bachelor Theses / Diplomarbeiten 2010 inkl. vorgängiger Studierendenprojekte 5. Semester

Proj. Nr.	Titel der Arbeit	Projektart; Betreuer
4186-S	Messprozess für Wasserhärtemessung	Industrie; Gysin Hans
4169-S	Schwingungsbegrenzung	FHNW, IA; Anderegg Roland
4188-S	Fahrzeugsteuerungssoftware automatisiert testen	Industrie; Keller Jürg Peter
4207-S	Regelung eines Helikoptermodells	FHNW, IA; Keller Jürg Peter
4161-S	Energieeffizientes Antriebssystem für Leistungsschütze	Industrie; Hauswirth Karl
4196-S	TOF-Messgerätekonstruktion	Industrie; Sekler Jörg
4191-S	Fauchi Erneuerung	Schloss Lenzburg Museum Aargau; Stuber Bruno
4192-S	Geräuschanalyse an grossen Maschinen	Industrie; Stuber Bruno
4193-S	Home-Control-System	Industrie; Keller Jürg Peter
4208-S	Steuerungskonzept für Beschneiungsanlagen	FHNW, IA,; Keller Jürg Peter
4197-S	Prüfstand Piezobieger	Industrie; Hauswirth Karl
4175-S	Multisensor-Sonde zur Ausmessung des Streufeldes bei interlaminaren Kurzschlüssen von Generatoren	Industrie; Stuber Bruno
4171-S	LabVIEW-Applikation als Grundstruktur für verschiedene messtechnische Aufgaben	Industrie; Schorpp Richard
4201-S	Konzept für eine Roboteranlage für den Einsatz im Unterricht	FHNW, IA; Anderegg Roland
4214-E	Using Android in Industrial Automation	FHNW, IA; Meier Matthias
4215-E	Automatisierung einer Rollenprägemaschine	CSEM Basel; Eisenecker Jean
4216-E	Eigenform-Analysen für Mikrofossilien in AVM	Uni Basel; Eisenecker Jean

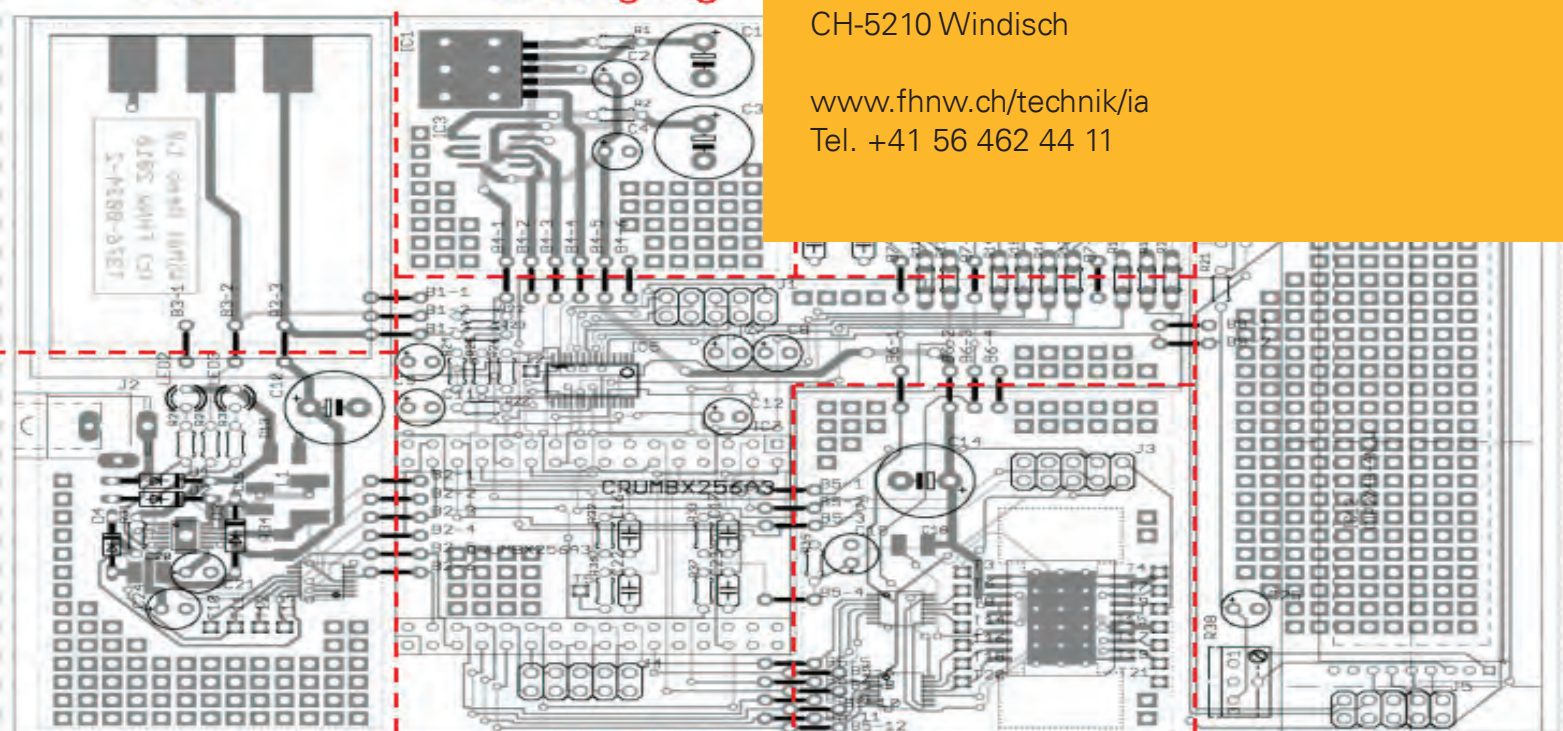


Akku

Versorgung

Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik / Institut für Automation
Steinackerstrasse 5
CH-5210 Windisch

www.fhnw.ch/technik/ia
Tel. +41 56 462 44 11



Ladeelektronik

CPU

Drive

Bedienung