

**Institut für Automation
Tätigkeitsbericht 2016
www.fhnw.ch/technik/ia**



Inhalt

4 Editorial

Moderne Regelungstechnik

5 **Innovative, dynamische Strassenfrästechnologie für energieeffizientes Fräsen von Belägen aller Art**
Manuel Böni

8 **Analytische Untersuchung zur energieeffizienten Nutzung nichtlinearer Systeme zur Asphaltverdichtung**
Max Edelmann

12 **Innovatives Antriebskonzept für Windkraftanlagen**
Pascal Schleuniger

Industrielle Automation

14 **Kompetenzzentrum, CAS und Demonstrator Industrie 4.0**
Max Edelmann

16 **Konzept zur automatisierten Relais-Kalibrierung**
Stefan Umbricht

18 **Mikrogenerator zur Energiegewinnung aus beliebig langsamen Rotationen für smarte Drehwinkelsensoren**
Hans Gysin

Weitere Fachgebiete

20 **Flugsystem mit unterschiedlichen Sensoren zur Detektion von Landminen in belasteten Gebieten**
Heinz Eichin

24 **Regelungstechnische Einbindung des Elektromobils zur Eigenverbrauchsoptimierung und Netzentlastung**
David Zogg

Nachwuchsförderung, Aus- und Weiterbildung

28 **Optimale Bahnplanung und -regelung eines Piezo-gesteuerten Positioniertisches zur nanolithographischen Oberflächenbearbeitung**
Marco Berta

30 **«Technik-Grosi und Naturkunde-Nonno» ein Projekt der Strategische Initiative EduNaT**
Max Edelmann und Daniel Treyer

34 **Roboterkinematik für Untersuchungsgeräte der Ophthalmologie**
André Huber-Meznaric

38 **Motivation für die Robotik**
Jürg P. Keller

40 **Miniaturisierung und Optimierung einer Röntgenstrahl-Konditionierungseinheit für eine Synchrotronstrahllinie**
Nathalie Meier

44 **Studierendenprojekte im Bachelor- und Master-Studium**

46 **Konferenzbeiträge, Preise und Patente**

47 **Publikationsliste Institut für Automation 2016**

Impressum

Herausgeberin: Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW,
Hochschule für Technik, Institut für Automation
Projektleitung und Redaktion: Rolf Isler, Jadwiga Gabrys
Layout: Ben Newton, digitworks.ch
Erscheinungsweise: jährlich
Auflage: 600 Exemplare

Geschätzte Leserin, geschätzter Leser

Die Automatisierungstechnik ist eine Schlüsseltechnologie zur Lösung aktueller und zukünftiger Aufgaben der Gesellschaft. Diese Behauptung wird anhand realisierter Beispiele im Tätigkeitsbericht des Instituts für Automation illustriert. So können neue Produktionskonzepte bis hin zu kleinster Losgrösse nur durch Anlagen mit flexiblen Steuerungen und einem nahtlosen Informationsfluss zur Betriebsinformatik realisiert werden. Der anlagennahe Teil zu Industrie 4.0 wird durch die Automatisierungstechnik umgesetzt und schafft uns so, im Vergleich zu Billiglohnländern, gleich lange Spiesse in der Produktion.

Lösungen zur Steigerung der Energieeffizienz werden am Institut anhand konkreter Produkten und Dienstleistungen entwickelt. Verschiedene zukunftsweisende Projekte dazu werden im Tätigkeitsbericht dokumentiert.

Zudem zeigt der Tätigkeitsbericht auch andere herausfordernde Projekte des Instituts.

Im Rahmen der Ausbildung durfte unser Institut den Unterricht in den Studiengängen Systemtechnik, Wirtschaftsingenieurwesen, Elektro- und Informationstechnik und Energie- und Umwelttechnik wahrnehmen. Die Krönung einer Ausbildung bildet die Abschlussarbeit. Darum finden diese als Leistungsausweis auch immer ihren Platz in diesem Bericht.

In der Weiterbildung leistet das Institut für Automation einen wesentlichen Beitrag im MAS Automation Management. Ein Bericht dokumentiert das hohe Niveau einer solchen Abschlussarbeit. Seit vielen Jahren ist uns auch die Jugendförderung ein wichtiges Anliegen: First-Lego-League, 'Schweizer Jugend forscht-Wochen', Mint-Summercamp und verschiedene Einsätze in Ferienpassangeboten.

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

Freundlichst



Roland Anderegg
Institutsleiter



Jürg Peter Keller
Stellvertretender Institutsleiter

Innovative, dynamische Strassenfrästechnologie für energieeffizientes Fräsen von Belägen aller Art

Die Entwicklung des dynamisch angeregten Fräsverfahrens wird durch die Aussicht auf einen höheren Wirkungsgrad motiviert. Die Simulation der Meissel-Fräsgut-Interaktion verspricht eine geringere mittlere Fräskraft. Durch Messungen an einem Prüfstand konnte das Potential zur Effizienzsteigerung nachgewiesen werden.

Manuel Böni

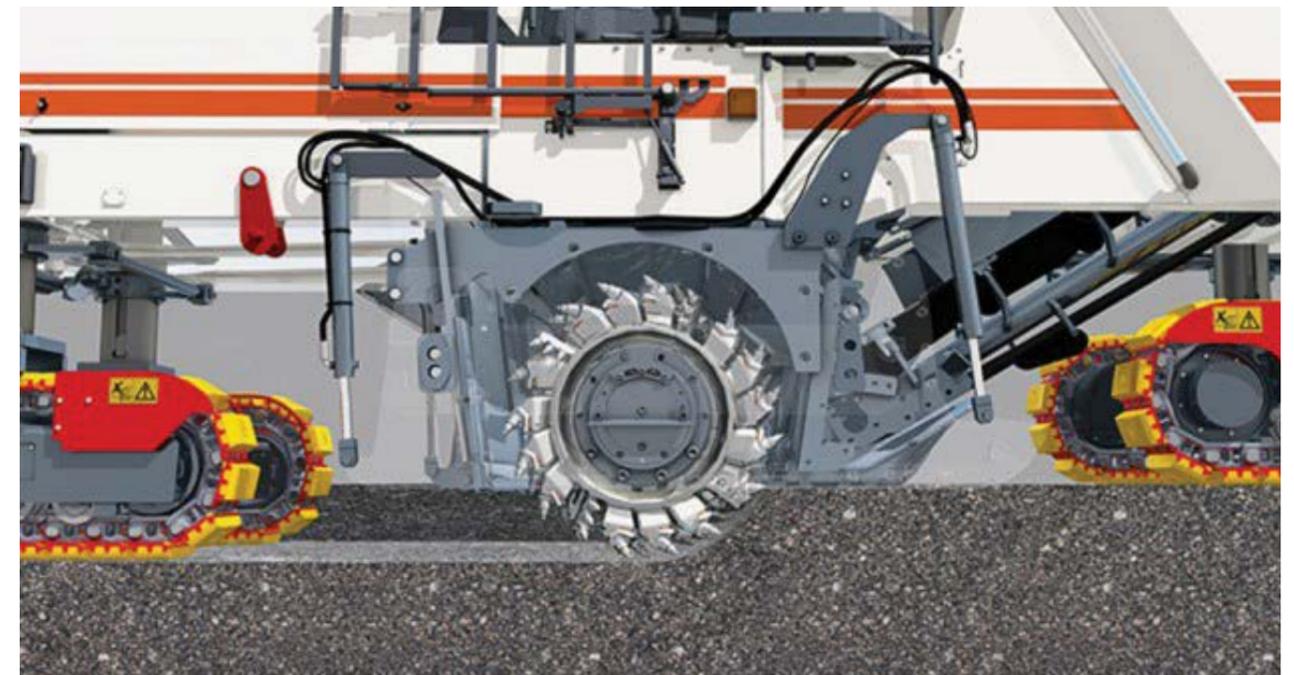


Abbildung 1: Kaltfräse der Firma Wirtgen® mit klassischer Frästechnik

Einleitung

Das Abtragen von Strassenbelag erfordert heute schweres Gerät und erfordert viel Energie. Die grösste Kaltfräse der Firma Wirtgen® wiegt über 40 Tonnen und besitzt zwei Verbrennungsmotoren mit einer Leistung von 1000 PS. Das hohe Gewicht wird benötigt, um die beim Fräsen entstehenden Kräfte aufnehmen zu können. Damit wird verhindert, dass die Maschine weggedrückt wird.

Diese Maschinen mit klassischer Frästechnik beinhalten radiale Fräsrollen mit unterschiedlicher Anzahl und Anordnung von Meisseln und tragen das Material durch Gegenlaufräsen ab. Weil die Meissel in ständigem Kontakt mit dem Material sind, ist ein hohes Antriebsmoment erforderlich.

Untersuchte Lösungen des aktivierten Fräsens

Durch das Anregen der Meissel werden die Eingriffszeit verkleinert und die Kraftspitzen erhöht. Im Schnitt resultiert eine kleinere Durchschnittskraft und damit ein kleineres Antriebsmoment. Das aktivierte Fräsen per Wegsteuerung entspricht im Bergbau dem Stand der Technik und erreicht dieses Ziel. Diese Technologie eignet sich jedoch nicht für gängige Frästiefen im Strassenbau, weil dafür eine zu grosse Konstruktion erforderlich wäre. Das aktivierte Fräsen per Kraftsteuerung hingegen verspricht eine kompakte Bauweise der Maschine. Im Hinblick auf die technische Machbarkeit wurden vier Fräsverfahren untersucht: unwuchterregte Tangentialschwingung der Walze, unwuchterregte Translationsschwingung der Walze, exzenterregte Translationsschwingung der Meissel und presslufthammererregte Translationsschwingung der Meissel.

Modellierung und Simulation

Die analytische Modellierung hat zum Ziel, die Maschinen-Material-Interaktion der genannten Fräsverfahren abzubilden. Einige Vereinfachungen prägen die Systemmodelle, welche primär den Leistungsbedarf beschreiben und damit als Grundlage für die erforderliche Mess- und Regelungstechnik dienen. Die beiden Teilsysteme Meissel und Material sind jeweils mit Massen-Feder-Dämpfer-Elementen modelliert. Die entstandenen Differentialgleichungen werden in MATLAB/Simulink untersucht und ermöglichen es, Simulationen durchzuführen.

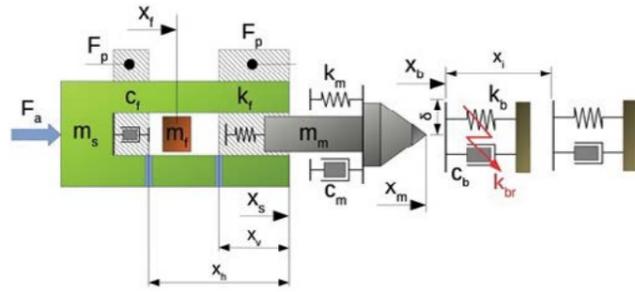


Abbildung 2: Illustration des Gesamtmodells mit integriertem Presslufthammer

$$m_s \cdot \ddot{x}_s = F_a - F_{fd} - F_m$$

$$m_f \cdot \ddot{x}_f = F_p + F_{fd} - F_s$$

$$m_m \cdot \ddot{x}_m = F_m + F_s - F_b$$

Abbildung 3: Dimensionslose Gleichungen des Gesamtmodells

Um die Modelle der Fräsverfahren zu bewerten, werden für verschiedene Parameterkombinationen die Maxima, Mittelwerte und Minima der Antriebskraft ermittelt. Die Bewertung bezieht sich auf die nötige Bruchkraft, um das Material abzutragen. Je kleiner die mittlere Antriebskraft ausfällt desto geringer ist die erforderliche Masse der Maschine und die zum Fräsen benötigte Energie.

Die Simulationsergebnisse zeigen eine erhebliche Reduktion der mittleren Antriebskraft bei weggesteuerter Anregung im knapp überresonanten Bereich. Die Simulationen mit

Presslufthammer zeigen, dass diese zusätzliche Kraft eine noch deutlichere Reduktion der Meisselkraft zur Folge hat. Im Bereich der Maschinenresonanz zeichnen sich jedoch grosse Kraftspitzen ab. Um den frühzeitigen Verschleiss zu verhindern, hält ein Regelalgorithmus den Betrieb im überresonanten Bereich.

Versuchsaufbauten zur Modellvalidation

Zur Validierung der Modellsimulationen wurden mit dem Industriepartner zahlreiche Prüfstandversuche durchgeführt. Um die Meissel-Fräsgut-Interaktion des einzelnen Meissels zu überprüfen, wurde der Prüfstand für die verschiedenen technischen Ansätze entsprechend umgebaut.

Zur Demonstration der Skalierbarkeit wurde abschliessend ein Funktionsmuster mit zwei kraftgesteuerten Meisseln realisiert. Die Erregung der Meissel erfolgt dabei durch zwei leistungsstarke Pressluftschlämmer. Einer der Meissel verfügt über einen dafür entwickelten Messflansch. Der Messflansch ist mit vier Dehnmessstreifen bestückt und dient der Messung der Meisselkraft. Eine mit LabVIEW entwickelte Messeinrichtung ist im rotierenden Fräskopf integriert und ermöglicht die Aufzeichnung im Millisekundentakt. Für die Datenauswertung dient ein mit MATLAB implementierter Algorithmus. Damit konnten die Messergebnisse automatisiert einem mehrstufigen Mittelungsverfahren und einer Maximalstellenerkennung unterzogen werden.



Abbildung 5: Versuchsaufbau mit zwei aktivierten Meisseln im Testbetrieb

Ergebnisse

Die Prüfstandversuche mit nur einem Meissel bestätigen die grundlegenden Simulationsmodelle. Die angeregten Fräsverfahren mit Weg- und Kraftsteuerung halbieren die mittleren, am Meissel wirkenden Kräfte, wie sie beim klassischen Fräsen auftreten.

Die experimentellen Ergebnisse mit zwei aktivierten Meisseln zeigen die Schnittkraftreduktion unter realen Bedingungen. In den Versuchen wurde eine Vielzahl von Fräseinstellungen ohne und mit Meissel-Erregung getestet. Die Auswertung der verarbeiteten Messdaten zeigt so im direkten Vergleich die Reduktion der mittleren Schnittkraft und validiert die Vorhersage der Simulation. Damit ist zudem der Nachweis für die Skalierbarkeit der Technologie erbracht.

Ausblick

Die Kenntnisse aus dem Projekt betreffend Auslegung, Parametrierung und Regelung der aktivierten Frästechnik wurden zum Patent angemeldet. Als nächster Schritt im Hinblick auf die Implementierung der Technologie erfolgt die Konzeption der Maschinenteknik, Mechatronik und Regelungstechnik.

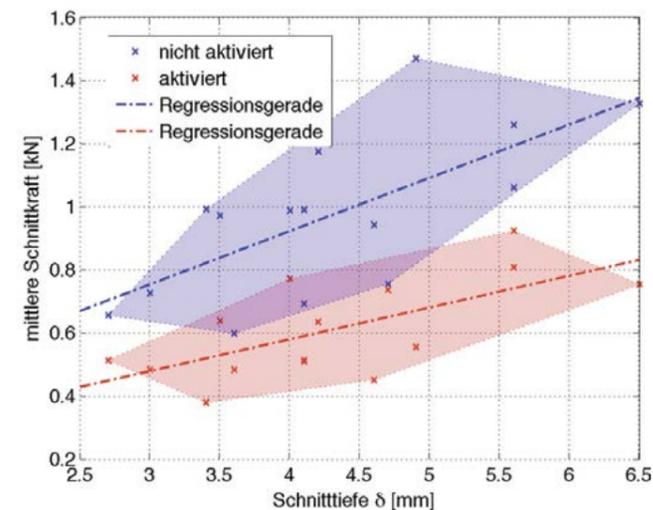


Abbildung 6: Messergebnisse der Versuche mit zwei Meisseln

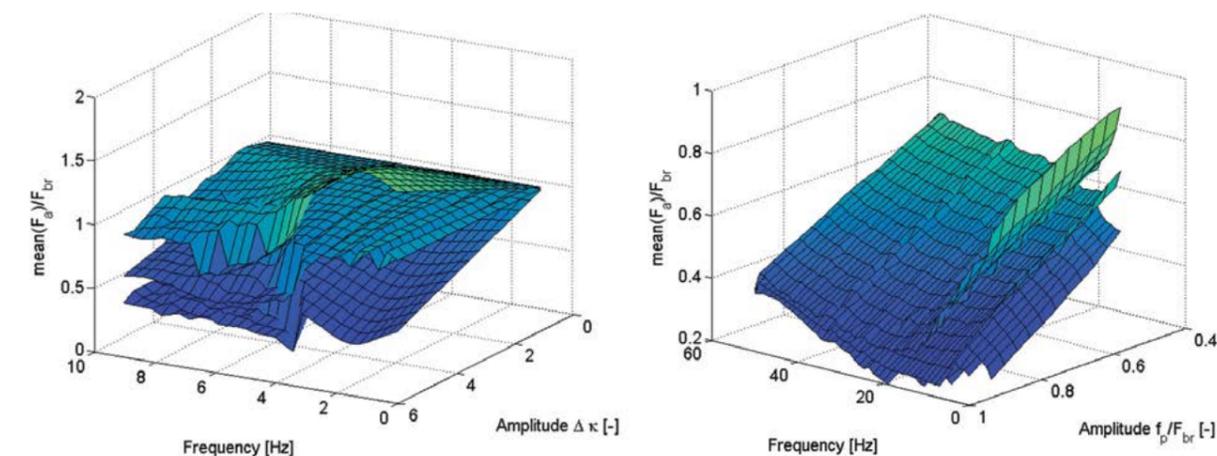


Abbildung 4: Simulationsergebnisse für weggesteuerte und kraftgesteuerte Fräsmethode. Verschiedene Anregungsfrequenzen und Bewegungsamplituden des Meissels führen zu unterschiedlichen Kraftverläufen. Die Flächen zeigen die minimale, mittlere und maximale Meisselkraft im Verhältnis zur Bruchkraft des Materials.

Danksagung

Unser Dank gilt der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) für die finanzielle Förderung dieses Vorhabens, dem Umsetzungspartner für die erfolgreiche Zusammenarbeit und den Versuchsingenieuren für die tatkräftige Unterstützung.

Projektteam FHNW

Prof. Dr. Roland Andregg, Leiter Institut für Automation, roland.andregg@fhnw.ch

Jérôme Blum, wissenschaftlicher Assistent und Absolvent Master of Science in Engineering MSE, jerome.blum@fhnw.ch

Manuel Böni, technischer Mitarbeiter und Absolvent Bachelor of Science in Systemtechnik, manuel.boeni@fhnw.ch

Analytische Untersuchung zur energieeffizienten Nutzung nichtlinearer Systeme zur Asphaltverdichtung

In der Forschungsk Kooperation mit Ammann Group ist eine Technologie zur Leistungssteigerung von Asphaltverdichtungsmaschinen entstanden. Die Verdichtungsleistung kann mit dem Lösungsansatz, bei gleichzeitiger Gewährleistung des zwingend notwendigen Bodenkontakts, massiv gesteigert werden. Einen wesentlichen Beitrag liefert die analytische Untersuchung in der Masterarbeit von Dominik Wiss. Die Zusammenarbeit ist von der KTI unterstützt worden.

Max Edelmann

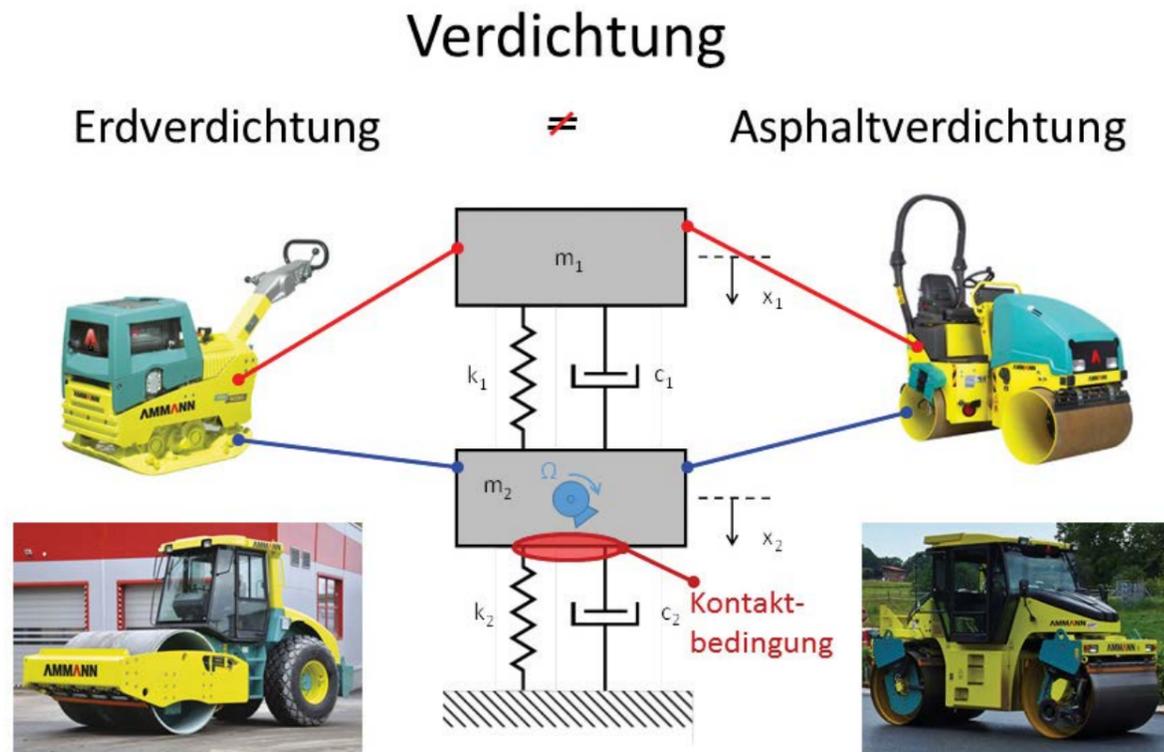


Abbildung 1: Dynamische Restriktion bei Asphaltwalzen, die konstant Kontakt zum Untergrund aufweisen müssen. Die Maschinen werden als Zweimassenschwinger beschrieben.

Ausgangslage

Die Asphaltverdichtung unterscheidet sich grundlegend von der Erdverdichtung insbesondere durch die verwendeten Maschinentypen (Abbildung 1). Die Asphaltverdichtung gilt als technisch anspruchsvoller, weil das zu verdichtende Material sensibler auf Umgebungseinflüsse reagiert. Die erzielbaren Verdichtungserfolge sind von vielen Einflussfaktoren abhängig, zum Beispiel Umgebungstemperatur, Asphalttemperatur, Handhabung der Geräte, dem Verfahrensweg und der Materialzusammensetzung.

Das Ziel des Forschungsprojekts besteht in der leistungsgesteigerten und dennoch schonenden Verdichtung von Asphalt. Dabei liegt die grösste Herausforderung im Gewährleisten effizienter Maschinendynamik. Zur erfolgreichen dynamischen Verdichtung von Asphalt müssen die Maschinen im Gegensatz zu Erdverdichtungsgeräten ständig im direkten Kontakt mit dem Boden betrieben werden, denn sonst wird die Unterlage zerstört. Durch die eingesetzte Dynamik selbst besteht jedoch stets die Gefahr den Bodenkontakt zu verlieren, insbesondere

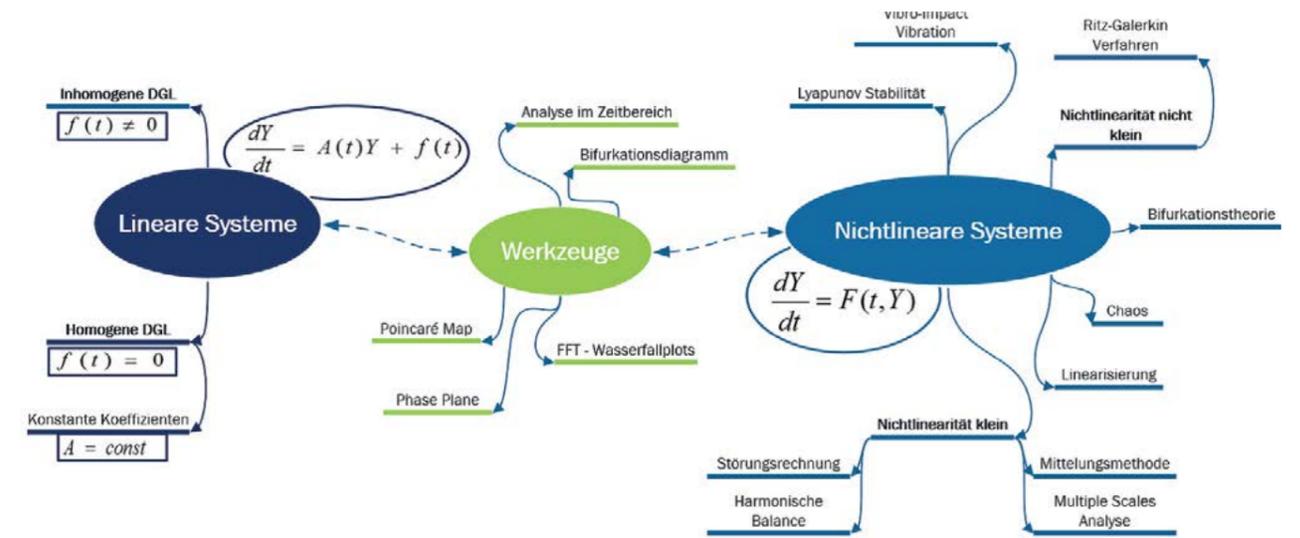


Abbildung 2 Übersicht lineare und nichtlineare Systeme sowie Tools zur Analyse

wenn die dynamisch wirkende Kraft der Unwucht oder die Vibrationsfrequenz zu gross für die herrschenden Asphalteeigenschaften werden. Entstehen Kraftspitzen, die grösser sind als das Eigengewicht der Maschine, springt diese kurzzeitig auf, verliert den Kontakt, und schlägt „bodenzerstörend“ wieder auf. Dieses unerwünschte Verhalten stellt heutige Leistungslimitierungen dar.

Im Rahmen der Zusammenarbeit mit dem Maschinenhersteller Ammann Schweiz sollen Grundlagen für eine neue Verdichtungstechnik geschaffen werden, wobei ein Beitrag zur Entwicklung einer neuen Generation von Strassenwalzen angestrebt wird. Die bisherigen theoretischen und praktischen Errungenschaften gemeinsamer Entwicklungstätigkeiten aus dem Bereich Erdverdichtung bilden dafür ein solides Fundament.

Analytische Untersuchung zur nichtlinearen Dynamik

Eine gezielte Steuerung des Energietransfers zwischen Maschine und Untergrund kann durch Analyse des nichtlinearen Verhaltens und Erweiterung des Systems mit einem weiteren Freiheitsgrad ermöglicht werden. Dieser Freiheitsgrad besteht aus einer zusätzlichen gefederten Masse, die durch geschickte Parameterwahl die Verdichtungsleistung steigern und ein destruktives, chaotisches Systemverhalten vermeiden kann. Das Institut für Automation hat ein Simulationsmodell entwickelt und die Validation mittels eines experimentellen Lösungsnachweises durchgeführt. Messungen bestätigen die Grundhypothese, dass die potentiell destruktive Nichtlinearität der Boden-Maschineninteraktion ganz auf die Maschine zu transferieren ist. Unter welchen Rahmenbedingungen das zutrifft und wie sich dieser gewünschte Effekt optimal nutzen lässt, soll anhand analytischer Untersuchungen beantwortet werden.

Im Rahmen der Untersuchung sind verschiedene Methoden zur Analyse von nichtlinearen Systemen berücksichtigt und exemplarisch an Schwingungssystemen mit bis zu zwei Freiheitsgraden angewendet worden. Zudem ist

ein Transfer der theoretischen Analyse von allgemeinen schwingungsfähigen Systemen auf die maschinentechnische Konfiguration von Asphaltverdichtungsgeräten erfolgt. Neben einem analytischen Nachweis der nichtlinearen Dynamik und Stabilitätseigenschaften der Lösung sind optimale Parameter für die realen Maschinen ermittelt worden. Danach ist eine übergeordnete automatische Regelstrategie für den Einsatz auf realen Maschinen aus diesen Erkenntnissen abgeleitet worden.

Methoden der Systemanalyse

Abbildung 2 gibt einen Einblick in die Welt dynamischer Systeme. Die Aufteilung zwischen linearen und nichtlinearen Systemen erfolgt anhand der Differentialgleichungen. Wie in der Abbildung zu erkennen ist, kann sich bei den nichtlinearen Systemen der Zustand ändern, zum Beispiel über die Zeit oder durch Wechselwirkungen mit anderen Systemparametern. In der Mitte sind die Analysetools mit den Analysearten und Darstellungsformen dargestellt. Die meisten sind sowohl für lineare als auch nichtlineare Dynamiken geeignet.

Einschlägige Literatur unterteilt oftmals in qualitative und quantitative Analysen. Qualitative Untersuchungen werden vorwiegend mit den ungestörten, homogenen, Differentialgleichungen im Phasenraum durchgeführt. Methoden für nichtlineare Systeme gehören zur quantitativen Analysegruppe.

Graphische Analysewerkzeuge können entweder im Frequenz- oder im Zeitbereich angesiedelt werden. Neben üblichen Darstellungen wie Zeitreihen und Frequenzgängen zu speziellen Anregungen kann durch periodisches Abtasten der Zeitsignale eine Poincaré-Abbildung erstellt werden. Da die Poincaré-Abbildung die Information von ganzzahligen Vielfachen der Anregungsfrequenz enthält, kann sie auch vom Frequenzgang hergeleitet werden. Die periodischen und subharmonischen Schwingungsamplituden sind gut erkennbar. Wird nur

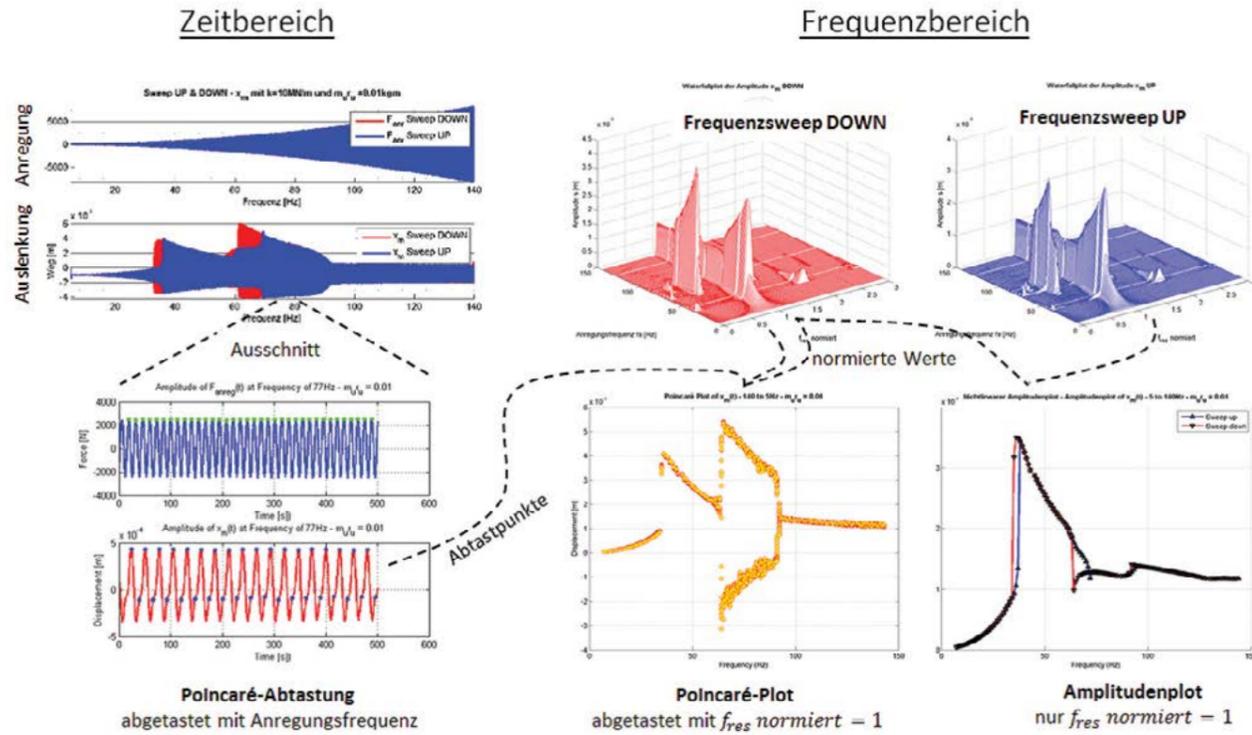


Abbildung 3 Übersicht der unterschiedlichen Darstellungsarten

jeweils die Signalamplitude der periodischen Anregungsfrequenz geplottet, erscheint der Amplitudenplot. Abbildung 3 zeigt die beschriebenen Darstellungsarten.

Um das dynamische Verhalten in Abhängigkeit eines oder mehrerer Parameter zu analysieren eignen sich Bifurkationsdiagramme. Dafür wird ein Parameter p über einen kritischen Wert p_{krit} erhöht. Dadurch ändert sich die Stabilität und das Systemverhalten. Mathematisch betrachtet verändert sich die Anzahl der Attraktoren, wobei die Werte der Gleichgewichtslösungen interessieren und ob sie stabil, semistabil oder instabil sind. In einem Bifurkationspunkt wird mindestens ein Eigenwert Null. Beispielhaft sei ein Bifurkationsdiagramm gegeben, bei dem die Federsteifigkeit eines Einmassenschwingers verändert wird. Das Resultat einer Periodenverdopplung Bifurkation zeigt Abbildung 4. Bei jedem Zweig verdoppelt sich die Periodendauer. Ab einem gewissen Wert über 35 MN/m zeigt das System ein chaotisches Verhalten, gekennzeichnet durch eine Zunahme der möglichen Amplituden. Es gibt drei Arten von Bifurkationen, die in Abhängigkeit von einem Parameter auftreten können, u. a. die Periodenverdopplung, welche auch bei Baumaschinen festzustellen ist.

Für quantitative Untersuchungen kann das Problem mit Hilfe der Störungsrechnung und Mittelungsmethode analysiert werden. Vorzuziehen ist die Mittelungsmethode, da sie ein weiterentwickeltes Verfahren der Störungsrechnung ist.

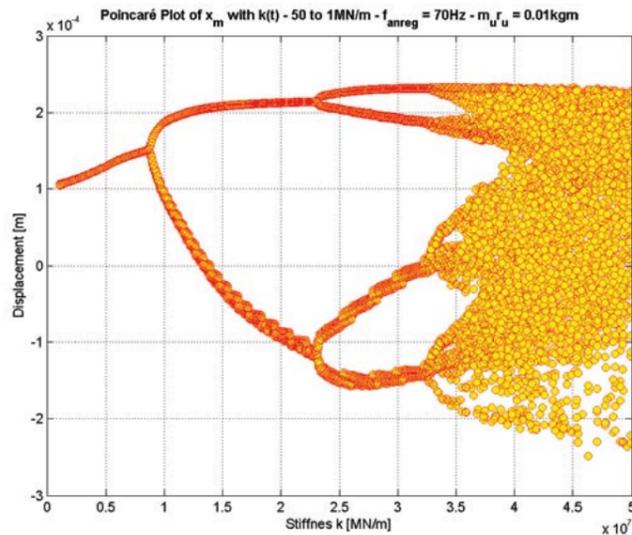


Abbildung 4: Bifurkationsdiagramm eines simulierten Einmassenschwingers; die Federsteifigkeit k variiert. Es stellt eine Periodenverdopplung Bifurkation dar.

Ergebnisse

Mit den neuen Erkenntnissen zur nichtlinearen Dynamik der Maschinen und unter Anwendung der Mittelungsmethode können die Maschinen vorzugsweise in einen autparametrischen Resonanzzustand versetzt werden. Die konkrete Lösung wird durch Parametervariation der mathematischen Lösung und einem Abgleich aufgrund von Messungen an einer realen Maschine geschaffen. Die Validierung der rechnergestützten Simulationen mit den Messauswertungen am Funktionsmuster beweist, dass die modellierte Theorie und Praxis übereinstimmen. Mit diesem neuen Systemverständnis sind Regelstrategien und Parameterkonfiguratio-

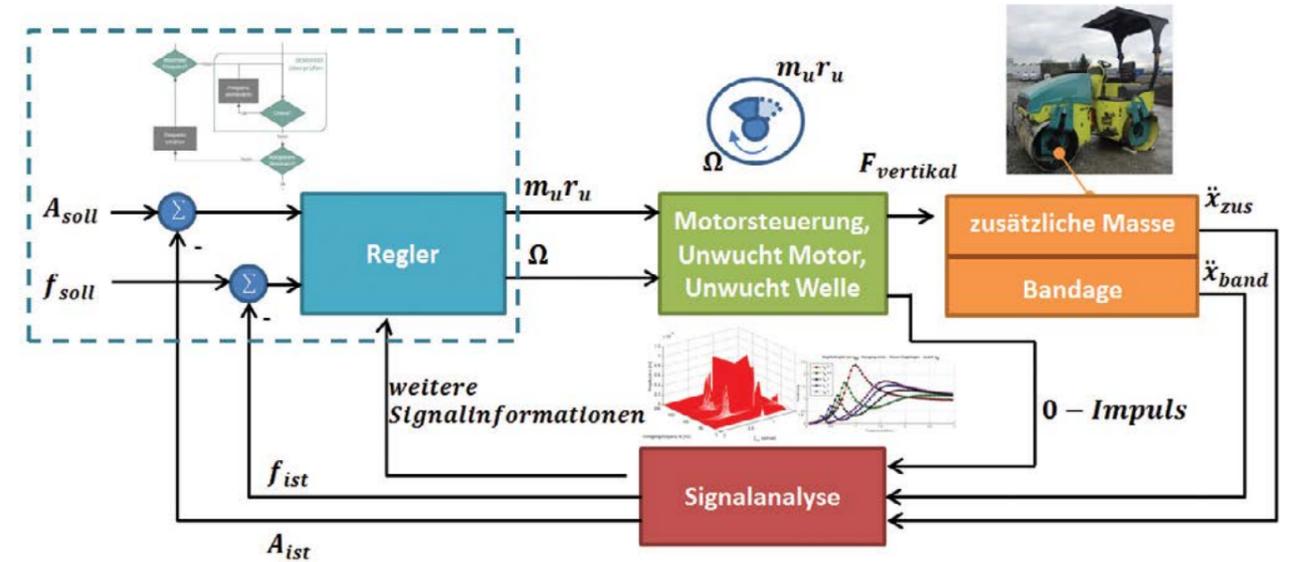


Abbildung 5: Entwickelte Reglerstruktur

nen für zukünftige Strassenwalzen entstanden.

Das dynamische Schwingverhalten der Maschine kann durch einen entsprechenden Regelalgorithmus im gewünschten, autparametrischen Resonanzzustand betrieben werden. Die Reglerstruktur (Abbildung 5) gewährleistet basierend auf den analytischen Untersuchungen stabile Betriebszustände mit optimalem Energietransfer und minimalem Verlust des Bodenkontakts.

Für den Projektpartner stellt die neue, effizientere Asphaltverdichtungstechnologie einen klaren Mehrgewinn dar. Diese Arbeit ermöglicht es Grenzen heutiger Verdichtungsmaschinen signifikant zu verschieben. Durch die Leistungssteigerung können kleinere Maschinen mit gleicher Verdichtungsqualität gebaut werden. Kleinere

und leichtere Maschinen sind einfacher zu transportieren und verbrauchen weniger Treibstoff für deren Betrieb, was sich sowohl positiv auf die Betriebskosten als auch auf die Umwelt auswirken wird.

Projektteam

Prof. Dr. Roland Anderegg, Leiter Institut für Automation, roland.anderegg@fhnw.ch
 Dominik Wiss, Absolvent Master of Science in Engineering MSE
 Max Edelmann, Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand, Master of Science in Engineering MSE, max.edelmann@fhnw.ch

Innovatives Antriebskonzept für Windkraftanlagen

Das Projekt wird im Rahmen eines Demonstrationsprojektes des Bundesamtes für Energie, BFE, durchgeführt. Das Projekt sieht vor, den Antriebsstrang einer Windenergieanlage mit modularen Generatoren und Wechselrichtereinheiten aufzubauen, welche sich in der Automobilindustrie bereits bewährt haben.

Das Ziel dieses modularen Aufbaus ist es, die Wartung von Windkraftanlagen zu vereinfachen, die Verfügbarkeit zu erhöhen und die Energieeffizienz bei Schwachwind zu optimieren.

Pascal Schleuniger



Abbildung 1: Windkraftanlagen sind meist schwer zugänglich. Ein modularer Aufbau der Windkraftanlagen bringt erhebliche Vorteile, da für Reparaturen und Wartungsarbeiten keine Kranwagen mehr notwendig sind.

Ausgangslage

Die Energiestrategie 2050 des Bundesamtes für Energie sieht vor, den Windenergieanteil am Schweizer Strommix massiv auszubauen. Da in der Schweiz kaum Standorte mit Windverhältnissen existieren, welche die Windkraftanlagen voll auslasten, werden Windkraftanlagen grösstenteils im Teillastbereich betrieben. Die GDC Urs Giger GmbH hat sich das Ziel gesetzt, eine Windkraftanlage im 2 MW Leistungsbereich zu entwickeln, welche für den Schweizer Markt optimiert ist. Diese Anlage soll zum einen effizient im Teillastbereich arbeiten und zum anderen, aufgrund der fehlenden Serviceinfrastruktur, die Wartung und Instandhaltung wesentlich vereinfachen.

Das innovative Antriebskonzept sieht vor, die vom Rotor aufgenommene Leistung über ein Getriebe auf mehrere kleinere, schnell-drehende Generatoren aufzuteilen. Die kleinen Generatoren werden den Windverhältnissen entsprechend zu- und abgeschaltet. Diese Betriebsart ermöglicht es, die einzelnen Generatoren immer im optimalen Wirkungsgradbereich zu betreiben.

Des Weiteren werden durch die modulare Bauweise die Wartungsaufwände und die Ausfallzeiten reduziert. Dies wird erreicht, indem man die Windkraftanlage auch betreiben kann, wenn einzelne Komponenten ausgefallen sind. Aufgrund der geringen Masse der modularen Gene-

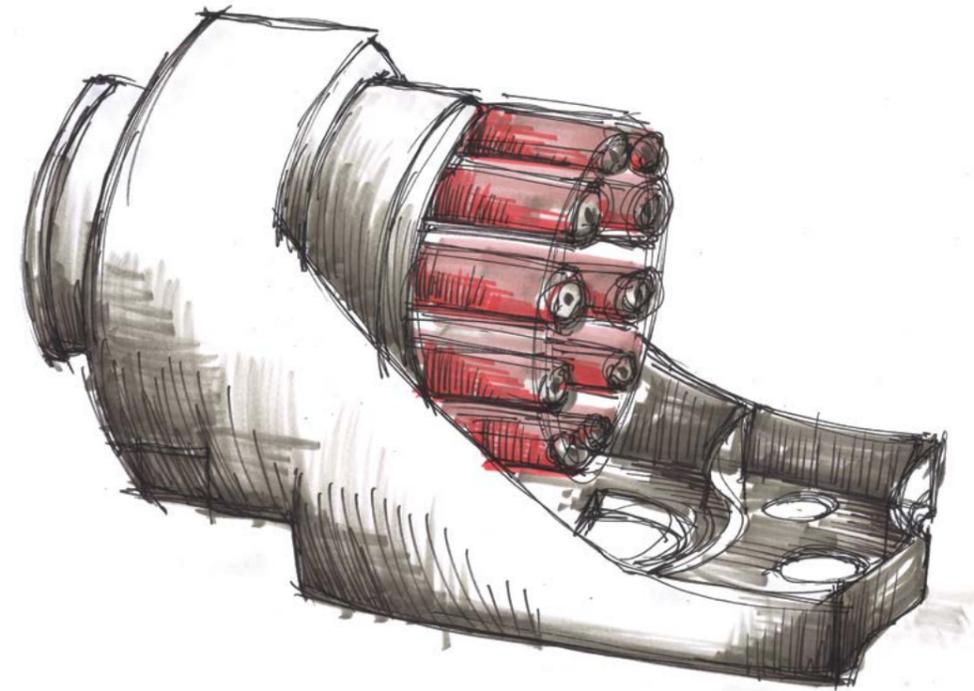


Abbildung 2: Aufbau des Bodenprüfstandes mit zwölf modularen Antriebseinheiten aus der Automobilindustrie.

ratoren- und Umrichtereinheiten, ist es möglich, defekte Komponenten ohne Verwendung eines externen Krans einfach auszutauschen und im Turminnern abzuseilen.

Projektstand

Es wurde ein Simulationsmodell für modular aufgebaute Windkraftanlage in MATLAB Simulink entwickelt. Anhand dieses Simulationsmodells konnte gezeigt werden, dass das innovative Antriebskonzept im Teillastbereich bis zu einer Windgeschwindigkeit von 6.25 m/s einen besseren Wirkungsgrad erreicht als konventionelle Anlagen mit einem einzelnen Generator. Dies entspricht etwa 60% des Lastbereichs für typische Windstandorte in der Schweiz.

Das dynamische Verhalten der Windkraftanlage ist ebenfalls in diesem Simulationsmodell abgebildet. Damit wurde die Steuerung und Regelung der Anlage entwickelt. Teilsysteme des Modells wurden anhand von Messungen an einem Motorenprüfstand validiert. Das Regelverhalten der Gesamtturbine wurde anhand von realistischen Windverläufen untersucht. Es wurde gezeigt, dass die Turbine selbst bei starkem, böigem Wind immer innerhalb der Spezifikation betrieben werden kann und die Generatoren gleichmässig belastet werden.

Ausblick

Aufgrund der positiven theoretischen Resultate hat das BFE die zweite Projektphase bewilligt, in welcher nun eine Bodentestanlage aufgebaut wird. Mit dieser Anlage soll das Simulationsmodell validiert und die Robustheit des Antriebskonzeptes nachgewiesen werden. Die Bodentestanlage besteht aus einem vierstufigen Getriebe sowie zwölf Generatoreinheiten, mit einer Dauerleistung von insgesamt mindestens 1.75 MW.

Projektpartner

GDC Urs Giger GmbH
Brusa Elektronik AG
Hightech Zentrum Aargau AG
Fachhochschule Nordwestschweiz Institut für Automation

Projektteam IA

Dr. Pascal Schleuniger, pascal.schleuniger@fhnw.ch, Projektverantwortlicher FHNW;
Prof. Hans Gysin, Dozent, hans.gysin@fhnw.ch;
Alessandro Sabatella, wissenschaftlicher Assistent, alessandro.sabatella@fhnw.ch;
Manuel Kast, Student Master of Advanced Studies

Kompetenzzentrum, CAS und Demonstrator Industrie 4.0

Das Themenfeld Industrie 4.0 ist aktiv in den Leistungsauftrag des Instituts für Automation integriert. Eine Zusammenfassung der zahlreichen Aktivitäten im Jahr 2016 sei hier gegeben.

Max Edlmann



Abbildung 1 Die Kompetenzfelder der FHNW in Industrie 4.0

Kompetenzzentrum Industrie 4.0

Die sogenannte vierte industrielle Revolution ist durch eine breite Digitalisierung in produzierenden Unternehmen gekennzeichnet. Die Vernetzung von zuvor einzelnen zentral gesteuerten Systemen zu einem ganzheitlichen komplexen Netzwerk zwischen Menschen und Maschinen wird durch Einsatz von Internettechnologien ermöglicht. Dies wird das industrielle Umfeld in den kommenden Jahren grundlegend verändern. Die resultierenden Herausforderungen sind durch neue technische, wissenschaftliche und betriebswirtschaftliche Konzepte in Chancen für innovative Unternehmen umzuwandeln. Lösungen sind vielschichtig und können nicht mehr nur von einer Disziplin behandelt werden.

Um den vielfältigen Handlungsfeldern in Aus- und Weiterbildung, in anwendungsorientierter Forschung und Entwicklung aber auch als Dienstleister gerecht zu werden, hat die Hochschule für Technik ein Kompetenzzentrum „Industrie 4.0“ über mehrere Institute geschaffen. Eine Übersicht zu den Kernkompetenzen bildet Tabelle 1.

Geleitet wird diese übergreifende Struktur durch den übergeordneten Transferbereich der Hochschule für Technik durch Markus Krack, Leiter des Forschungs-, Innovations-

und Technologietransfers FITT (FHNW, 2016).

Weiterbildungsangebot CAS Industrie 4.0

Ein Ergebnis des Kompetenzzentrums Industrie 4.0 ist das schweizweit erste Weiterbildungsangebot spezifisch für Industrie 4.0, in dem die Bildungsbedürfnisse der Unternehmen zu diesem komplexen Thema aufgegriffen werden. Die Weiterbildung CAS Industrie 4.0 behandelt die Grundlagen industrieller Digitalisierung. Unsere Experten behandeln aus einer ganzheitlichen Perspektive folgende Themen:

- Neue Geschäftsmodelle
- Optimierung von Geschäftsprozessen
- Automatisierung und Cyber-physische Systeme (CPS)
- Dezentrales Computing
- Change to Digital

Als Certificate of Advanced Studies CAS ist dieses Angebot mit 12 Kurstagen respektive einem Studienumfang von 10 ECTS konzipiert (FHNW, 2016) und richtet sich an Berufsleute, wie angehende Projektleitende, Projektverantwortliche und Kadermitarbeitende aus Industrie, Wirtschaft und öffentlicher Verwaltung, die ihr Wissen über Industrie 4.0 vertiefen und ergänzen wollen.

Kompetenz	Verantwortliche Organisationseinheit
Cyber-physische Systeme und Automation	Institut für Automation Prof. Dr. Roland Anderegg
Internet der Dinge	Institut für Mobile und Verteilte Systeme Prof. Dr. Jürg Luthiger
Big Data	Institut für 4D-Technologien Prof. Dr. André Csillaghy
3D Printing	Institut für Produkt- und Produktionsengineering Prof. Dr. Jürg Küffer
Sensor- und Aktorsysteme	Institut für Mikroelektronik Prof. Karl Schenk
Planungs- und Steuerungssysteme	Institut für Business Engineering Prof. Dieter Fischer
Ressourceneffizienz	Zentrum für Ressourceneffizienz Prof. Dr. Thomas Heim
Soziotechnische Systeme und Mensch-Maschine-Systeme	Hochschule für Angewandte Psychologie Prof. Dr. Hartmut Schulze Prof. Dr. Toni Wäfler

Tabelle 1: Kernkompetenzen des Industrie 4.0 Kompetenzzentrums der Fachhochschule Nordwestschweiz

Demonstrator Industrie 4.0

Die Initiative „Industrie 2025“, eine von vier Schweizer Branchenverbänden getragene, nationale Initiative zur Förderung von Industrie 4.0 Konzepten in der Schweiz hat die Jahrestagung am 23.03.2016 am Campus in Windisch durchgeführt. Bei diesem Event konnte erstmals der Demonstrator der Hochschule vorgestellt werden.

Bei der Demonstrationsanlage handelt es sich um einen Industrieroboter mit eigenem Twitterkonto. Dadurch kann das System Arbeitsaufträge über die Internetkommunikations- und Nachrichtenplattform Twitter annehmen und entsprechende Rückmeldungen zum Fortschritt geben. In der Beispielanwendung werden Schokoladentäfelchen, sogenannte „Naps“ der Chocolat Frey, nach Kundenwünschen zusammengestellt und verpackt. Dadurch ist der Kunde direkt mit der automatisierten Produktionseinheit verbunden und kann sein Schokoladensortiment selbst individuell zusammenstellen. Verschiedene Herausforderungen der modernen Logistik können in diesem Zusammenhang mit einem Fokus auf Ressourcen- und Planungsaspekten vorgestellt werden. Auch das heikle Thema der Sicherheit eines Produktionssystems mit Internetpräsenz ist in dieser Anwendung beispielhaft gelöst, so dass nur zulässige Ab-

sender über einen Sicherheitscode und gültige Bestellungen verarbeitet werden.

Die Industrie 4.0 - Demonstrationsanlage soll Vertreter von produzierenden Unternehmen zu innovativen Projektideen anregen und hilft bei öffentlichen Einsätzen ein allgemeines Interesse für das Thema zu entwickeln. Es ist vor allem ein Ansatz, um einen niederschweligen Zugang zum Thema zu bieten.

Neben dem Einsatz in Windisch war der Demonstrator am Aussenwirtschaftsforum in Zürich, an der Sindex in Bern und an der Swisstech in Basel zu sehen und konnte erfolgreich Tweets verarbeiten und dem Publikum köstliche Schokolade übergeben.

Projektteam

Prof. Dr. Roland Anderegg, Leiter Institut für Automation FHNW, roland.anderegg@fhnw.ch
Max Edlmann, Master of Science in Engineering, Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand, max.edlmann@fhnw.ch
Markus Krack, Leiter FITT, Bereich Transfer, markus.krack@fhnw.ch



Abbildung 2 CAS Industrie 4.0

Konzept zur automatisierten Relais-Kalibrierung

In der Herstellung von Relais dient die Kalibrierung der Kontakte dazu, die Schaltzeitpunkte und Kontaktkräfte eben dieser korrekt einzustellen. Für diesen bisher maschinenunterstützten, aber manuell ausgeführten, Vorgang wurde ein Konzept zur automatisierten Umsetzung entwickelt.

Stefan Umbricht

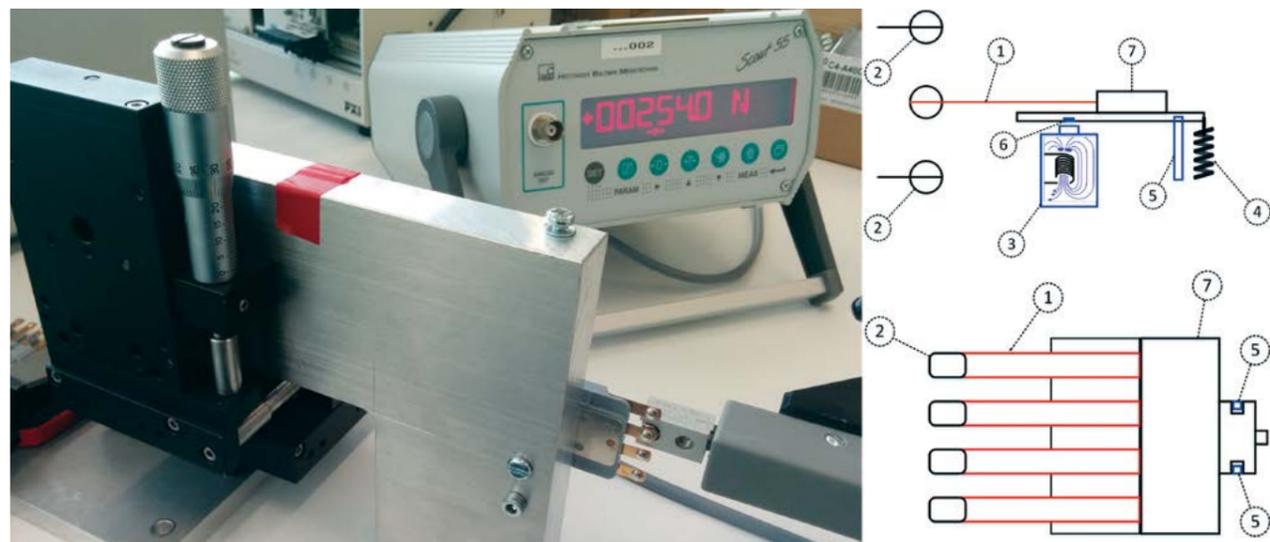


Abbildung 1: Testaufbau zum Analysieren der Federkräfte einzelner Kontakte (links); vereinfachtes Modell zur Beschreibung des Relais (rechts)

Einleitung

Dieses Projekt wurde im Auftrag der Comat AG in Worb BE durchgeführt. In der Zusammenarbeit konnte somit das Fachwissen der technischen Mitarbeiter von Comat mit neuen Ideen und Erfahrungen von unserer Seite optimal kombiniert werden.

Bei der Herstellung von Relais mit mehreren Wechsel-Kontakten wurden bisher vor der Zusammenstellung die Federkontakte auf ein Referenzmodell ausgerichtet und so die Anpresskräfte der Kontakte eingestellt. Dieser Vorgang wurde von Hand von einem Mitarbeiter ausgeführt. Das Ziel dieses Projektes war ein Konzept für eine automatisierte Kalibrierung dieser Federkontakte zu entwickeln.

Zu Beginn der Arbeit wurde ein Modell eines Relais erstellt (Abbildung 1). Anhand dieses Modells wurde der Schaltvorgang analysiert und daraus die Anforderungen für die Kalibrierung hergeleitet. Basierend auf diesen Anforderungen wurden verschiedene mögliche Konzeptideen aufgestellt.

Diese beinhalten unterschiedliche Möglichkeiten Kontakte zu justieren, wie auch Ansätze, wie der erforderliche Grad der Biegung bestimmt und danach umgesetzt werden kann. Um einige dieser Konzeptideen zu selektieren haben wir verschiedene Messungen und Versuche mit realen Relais durchgeführt. Danach haben wir zusammen mit Comat die vielversprechendsten Ansätze ausgewählt und in einem weiteren Projektschritt eine Versuchsreihe gestartet, um die Machbarkeit des favorisierten Konzepts zu verifizieren.

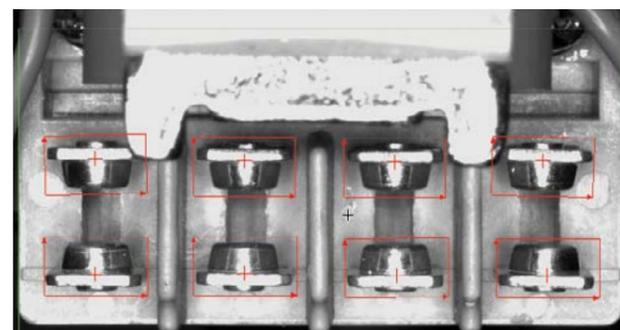


Abbildung 2: Automatisierte Ausmessung eines Relais mittels Bildverarbeitung

Bildverarbeitung

Um eine automatisierte Kalibrierung zu ermöglichen, wurden die zu kalibrierenden Relais mittels Bildverarbeitung automatisiert ausgemessen (Abbildung 2). Trotz erfolgreicher Umsetzung wurde dieser Ansatz nicht weiterverfolgt.

Im Zuge der Analysen der Relais wurde mithilfe eines Liniensensors von Keyence der Schaltvorgang genauer untersucht. Mithilfe dieses hochpräzisen Sensors konnten auch die Biegelinie und das Verhalten der Federkontakte während des Prellvorgangs genauer analysiert werden (Abbildung 3). Eine Verwendung dieses Sensors in der späteren Umsetzung wäre denkbar, aber teurer und aufwändiger als die von uns weiterverfolgte zeitabhängige Variante.

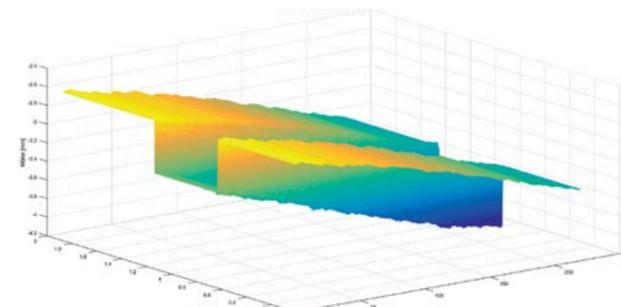


Abbildung 3: Zeitlicher Verlauf eines Federkontakts während dem Schaltvorgang eines Relais.

Versuchsreihe «Zeitabhängig»

Das gewählte Konzept basiert darauf, den zeitlichen Verlauf eines Schaltvorgangs zu analysieren und daraus die Kontaktkräfte über ein Modell zu berechnen. Um den Ansatz zu verifizieren, wurde der Schaltvorgang von einer grossen Anzahl Relais analysiert. Zur Aufzeichnung der Daten wurde eine PXI-7833R I/O Karte in einem PXI-1031 System von National Instruments verwendet. Dieses System ist in der Lage, analoge Eingänge parallel mit 100'000 Samples pro Sekunde abzutasten. Die Software zur Steuerung und Überwachung des Versuchs wurde in LabView programmiert.

Die aus dem Versuch generierten Messdaten wurden mit Hilfe eines Matlab-Skriptes ausgewertet und die Kennwerte daraus extrahiert (Abbildung 4). Immer mit dem Ziel, aus dem gemessenen Schaltverlauf auf die Anpresskräfte zu schliessen. Abgesehen von den üblichen Kennwerten wie Anzugszeit, Abfallzeit oder Prellzeit wurde auch ein weiterer Wert gefunden (kumulierte Differenz benannt). Mit diesen Kenn-

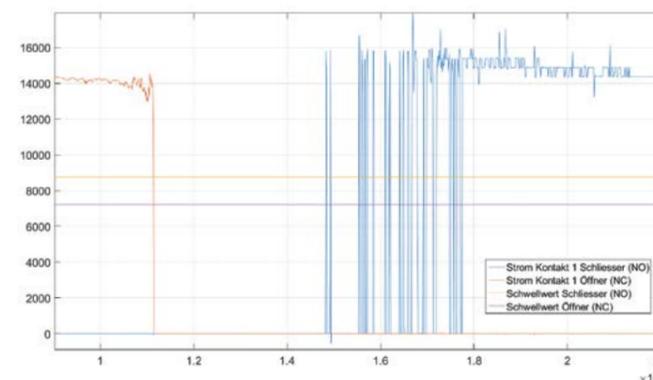


Abbildung 4: Strommessung über einen Kontakt während des Schaltvorgangs

werten konnten wir das Verhältnis der Kräfteaufteilung zwischen den verschiedenen Kontakten beschreiben.

Verifizierung der These

In einer Analyse wurden Korrelationen zwischen den Messgrössen des zeitlichen Schaltverhaltens und den dazugehörigen Kontaktkräften gesucht und auch gefunden (Abbildung 5).

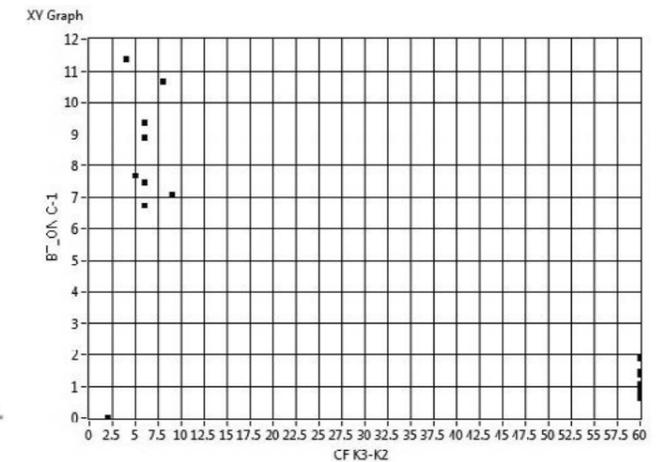


Abbildung 5: Beispiel einer Korrelation zwischen Kontaktkraft (CT) und Prellzeit (BT)

Mittels eines linearen Modells, berechnet mit der Partial Least Squares Methode mit 3 Komponenten, wurde gezeigt, dass eine anständige Modellvorhersage möglich ist. Für die Modellvorhersage wurden die Prellzeit beim Einschalten, die Prellzeit beim Ausschalten, die Schaltzeit und die Loslösezeit verwendet. Der nächste Schritt soll mit einer viel grösseren Testreihe aus einem repräsentativen Set von Relais ein validiertes Modell ergeben.

Auftraggeber

Comat AG, Brigitte Krüsi

Projektteam

Prof. Dr. Jürg P. Keller, Projektleiter, juerg.keller1@fhnw.ch
Stefan Umbricht BSc FHNW in Systemtechnik, wissenschaftlicher Assistent, stefan.umbricht@fhnw.ch

Mikrogenerator zur Energiegewinnung aus beliebig langsamen Rotationen für smarte Drehwinkelsensoren

Das KTI Projekt zur Entwicklung eines elektromagnetischen "Energy-Harvesters" für die Gewinnung von Energie aus schnellen bis zu beliebig langsamen Drehbewegungen wurde in diesem Jahr abgeschlossen. Ziel des Projektes war es, die bestehenden "Singleturn" Winkelsensoren der Firma Camille Bauer AG, auf "Multiturn" Typen zu erweitern. Der Mikrogenerator hat dabei die Aufgabe, die Funktion der Multiturn-Einheit bei Speisungsausfall weiterhin zu garantieren.

Hans Gysin



Abbildung 1: Mikrogenerator-Prototyp, eingebaut in das Winkelsensorgehäuse

Prinzip

Nach umfangreichen und vielfältigen Studien und Abklärungen fiel die Entscheidung auf einen elektromagnetischen Generator. Dies vereinfachte generell den Einstieg in dieses vielseitige Projekt. Erfahrungen aus vorangegangenen Studierendenprojekten ergaben ebenfalls entsprechende Hinweise zur Stossrichtung für diese Entwicklung. Einerseits verlangte die Anforderung nach einer beliebig langsamen Drehzahl eine Energiespeicherung mit nachfolgender "schlagartiger" Entladung und andererseits war die Vorgabe von hohen Drehzahlen der Todesstoss für alle Ideen mit gespannten Federn und Ähnlichem.

Schwierigkeiten

Bedingungen wie die Drehrichtungserkennung und die Synchronisation der bestehenden 360° Winkelmesseinrichtung mit dem Umdrehungszähler waren echte Hemmschuhe auf dem Weg zu einem einfachen und kostengünstigen Generator. Ebenfalls unerwartet hohe Schwierigkeiten machte die Patentsituation. Der speziell für solche Zwecke entwickelte Wiegand-Sensor wurde in dieser Anwendung bereits von einem Konkurrenten patentiert und auch weitere einfache und gute Ideen fielen den aktuellen Patenten zum Opfer.

Realisierung und Projektabschluss

Die Bündelung der verschiedenen Ideen und Versuche zeigte klar, dass nur ein Prinzip mit einem beweglichen Rotor-

oder Statorteil infrage kam. Dieser bewegliche Teil musste in der Lage sein, durch die mechanische Bewegung, magnetische Feldenergie aufzuspeichern und in der Art eines Kippvorganges zu entladen. Dabei spielt es keine wesentliche Rolle, ob sich Spule, Magnet oder Eisenteil bewegt, die Energiemenge die bei einem solchen Vorgang geerntet werden kann, ist von der Stärke und der Änderungsgeschwindigkeit des Magnetfeldes in einer Spule abhängig.

Um den Überblick zu behalten, wurde im Verlaufe des Projektes parallel zu den unzähligen Ideenskizzen und Handmustern ein morphologischer Kasten erstellt, der die massgebenden Aspekte eines solchen Generators übersichtlich aufzeigte. Nachdem im Herbst 2014 das Funktionsprinzip für den zu realisierenden Generator weitgehend geklärt war und der Bau eines Prototyps (Statorteil mit Elektronik, Bild rechts) freigegeben werden konnte, ergaben sich noch diverse Optimierungsaufgaben. Optimierungen in Bezug auf die Magnetdimensionen des Rotorteils, die Spulengrößen und die Windungszahlen, sowie bezüglich definitiver Geometrie und Materialwahl des "Stator- und Rotoreisens". Der Schaltungsentwurf zur Zwischenspeicherung der Energie und der Zählung der Impulse, sowie das Layout der Leiterplatte, wurden zusammen mit dem Prototypenbau in Angriff genommen. Währenddem die ersten Arbeiten zur Dimensionierung des Magnetsystems noch weitgehend mit 2-D Simulationen ausgeführt wurden, drängte sich für die Optimierungsaufgaben ein 3-D Simulationstool auf. Der Aufwand für die Simulationsarbeiten stieg dadurch beträchtlich und man konnte bei weitem nicht alle der überlegten Einflussfaktoren in die Optimierung einbeziehen.

Zur Findung der optimalen Statorstruktur wurden Simulationsarbeiten von der sprungartigen Rotorbewegung bis zur induzierten Spannung in den Statorspulen mit Berücksichtigung von Magnetmaterialien und Geometrien bis zur Belastungssituation durch die nachgeschaltete Elektronik durchgeführt. Auf Anfang 2015 standen erste Prototypen für Tests zur Verfügung. Auf den ersten Blick war die Funktion dieser Prototypen in Ordnung. Energie konnte auch bei langsamster Bewegung genügend "geerntet" werden, um den Prozessor der Multiturn-Einheit zu starten und den Zählvorgang mit Berücksichtigung der Drehrichtung zu vollziehen.

Die ausführlichen dynamischen Tests bei grösseren Drehzahlen ergaben dann allerdings ernüchternde Resultate. Zwei Effekte machten in der Folge grössere Probleme. Einerseits zeigten sich bei kritischen Drehzahlen im Bereich des Übergangs der Kippbewegung in eine kontinuierliche Drehbewegung resonante bis chaotische dynamische Erscheinungen und andererseits machten sich durch die hohen Drehzahlen bei Übergängen des magnetischen Widerstandes im Stator- / Rotorkreis unerwünschte elektrische Impulse bemerkbar. Beide Effekte ergaben Fehler bei der Umdrehungszahl und der Drehrichtungserkennung. Nach der "Verschiebung" der kritischen Drehzahlen in einen weniger kritischen Bereich und die softwaremässige Aufbereitung der eingehenden Spannungsimpulse wurden 5 Prototypen für diverse Tests, Validierungen und den Abschluss des Projektes hergestellt.



Abbildung 2: Elektronikseite des Statorbereichs des Generators mit 2 Spulen für die Energiegewinnung und die Drehrichtungserkennung.

Diese 5 Prototypen wurden durch den Umsetzungspartner diversen Funktionstests mit unterschiedlichen Betriebs- und Umweltbedingungen unterzogen. Während diesen Tests zeigten sich immer noch gewisse Mängel (teilweise auch bei den Testeinrichtungen), so dass der Umsetzungspartner über das KTI-Projektende hinaus noch weitere Tests durchführen und Verbesserungen anbringen wird, um die Funktionstüchtigkeit über den gesamten geforderten Bereich zu garantieren.

Projektteam

Entwicklung, Camille Bauer AG:

Martin Zimmermann (Projektleitung) und Thomas Keusch FHNW / IA:

Benjamin Ernst, Masterstudent und Assistent

Lukas Kurmann, Doktorand

Prof. Hans Gysin, Advisor, Betreuer (Projektverantwortlicher FHNW), hans.gysin@fhnw.ch

Flugsystem mit unterschiedlichen Sensoren zur Detektion von Landminen in belasteten Gebieten

Ob im Dschungel von Kambodscha, in der Wüste von Mali oder vor der Haustür der Europäischen Union in der Ukraine – Anti-Personen-Minen sind eine für das bloße Auge fast immer unsichtbare Gefahr. Laut Landminen-Monitor fielen 2014 mehr als 3700 Personen diesen hinterhältigen Waffen zum Opfer, 80 Prozent davon waren Zivilisten. Ebenso ist die Beseitigung der Sprengkörper sehr riskant: Bisher müssen Personen mit Handgeräten unter akuter Lebensgefahr in vermintes Gelände vordringen – an unwegsamem, dicht bewachsenen Orten ist die Suche auch mit militärischen Fahrzeugen fast unmöglich.

Heinz Eichin



Seit Anfang 2016 arbeitet die Fachhochschule Nordwestschweiz gemeinsam mit der Universität Ulm und der Hochschule Ulm im Projekt FindMine an einer Lösung. Dabei soll eine Drohne über verminten Gebiete fliegen und den Boden mittels Radarsensoren und gegebenenfalls anderen Sensortechnologien nach Sprengkörpern absuchen. Finanziert wird die wissenschaftliche Arbeit für drei Jahre von der Urs Endress Stiftung, die sich der Entwicklung von modernen Suchgeräten zum Auffinden von Minen, Blindgängern und weiteren Waffen verschrieben hat.

Die Minensuche aus der Luft erscheint so einfach wie genial. Doch das Projekt birgt zahlreiche Herausforderungen: Beispielsweise sind Drohnen instabil und schwanken im Flug. Um hochauflösende Aufnahmen zu erhalten, muss jedoch die Flugbahn möglichst genau bekannt sein.

Nur so kann sichergestellt werden, dass auch kleine Objekte fokussiert und damit aufgespürt werden können.

Während an der Fachhochschule Nordwestschweiz am Institut Vermessung und Geoinformation in Muttenz die Flug-Plattform und das Geo-Informationssystem an die Aufgabe adaptiert und optimiert wird, bündeln Universität (Radar-Signal-Prozessierung) und Hochschule Ulm (Radarhardware) zusammen mit dem Industriepartner Endress + Hauser ihre Expertise in der Radartechnik. Dort wird ein Bodenradar mit einer relativ niedrigen Frequenz eingesetzt, dessen Radarwellen ins Erdreich eindringen und aus vielen Messungen entlang der Drohnen-Flugbahn ein hochauflöstes Bild generiert. Dank Bildverarbeitung und Mustererkennung mit speziellen Algorithmen kann dann auf die Art des Objekts und seine zentimetergenaue Position geschlossen werden.

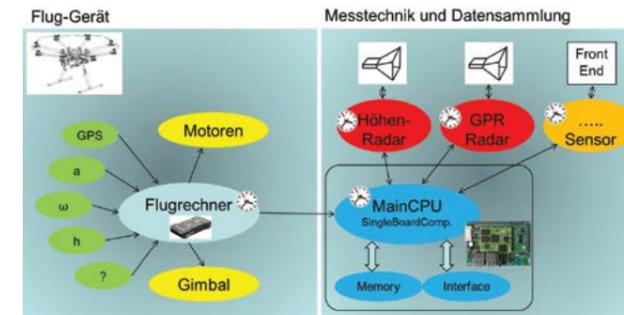


Abbildung 1: Systemkonzept

Rolle des Instituts für Automation IA im Projekt

Im Projekt der Projektgruppe am IA gilt es, alle von den einzelnen Sub-Projekt-Gruppen entwickelten und gelieferten Systemkomponenten im Rahmen der Systemintegration in das Gesamtsystem einzubinden (Abbildung 1).

Eine zentrale Rolle dabei kommt der MainCPU zu, deren Aufgabe es ist, die vom Flugrechner gelieferten Positions- und Flug-Daten synchron zu den von den unterschiedlichen Sensortechnologien gelieferten Daten der Bodenabtastung in sinnvoller Weise abzuspeichern und für die Offline-Weiterverarbeitung der Daten (Pre-Processing) bereit zu stellen.

Die Triggerung der Messungen im zeitlichen Bezug und im Bezug zur Position des Systems in einem Geo-Informationssystem werden ebenso durch die MainCPU bewerkstelligt.

Als Plattform für die MainCPU wird ein sehr energieeffizienter industrietauglicher Single-Board-Computer im Format 100mm x 72mm der Firma PHYTEC verwendet, der auf ARM Cortex-A7- und Cortex-M4-Architekturen aufbaut. Die auf dem Produkt erhältlichen unterschiedlichen Schnittstellen in grosser Anzahl sind sehr hilfreich bei der Entwicklung und der Integration noch nicht bekannter Sensor-Technologien.

Eine weitere Aufgabe der Gruppe Systemintegration ist die mechanische, elektronische und datentechnische Adaption aller weiteren für den Betrieb des Systems notwendigen Teil-Systeme wie zum Beispiel den kardanisch aufgehängten Gimbal zur Aufnahme der Radar-Antennen und damit verbunden der Regelung der Ausrichtung in Bezug auf Winkel und Entfernung zum Boden hin (Abbildungen 2 und 4).



Abbildung 2: Mechanischer Aufbau des Flugsystems

Für die Testphase wird am IA ein Linear-Teststand entwickelt und aufgebaut, der es ermöglicht, die komplette Sensorik sowie die Datenaufnahme bereits ohne flugfähiges System und damit ohne Risiko für das Fluggerät auf einer Schiene in unterschiedlichen Höhen zu testen und den Flug zu simulieren. Der Teststand wird mit MATLAB angesteuert.



Abbildung 3: Teststand

Dabei kann der Benutzer den relativen Fahrweg, die maximale Geschwindigkeit, die Anzahl der Wiederholungen und die Richtungsumkehr wählen und einstellen. Ausserdem ist der Teststand so konstruiert, dass er problemlos für Messungen und Tests ausserhalb des Labors unter realen Bodenbedingungen genutzt werden kann (Abbildung 3).

Projektziel

Ziel am Ende des Projekts ist es, einem Benutzer vor Ort ein System „Out-Of-The-Box“ mit Bedienungsanleitung und mit einem minimalen Training zur Verfügung zu stellen. Es versteht sich von selbst, dass dem Benutzer auch die Offline-Systeme zum Pre-Processing der Daten sowie die notwendigen Ersatzteile übergeben werden müssen. Aus diesem Grund ist es ein hohes Ziel, die Integration zum grossen Teil mit industriell verfügbaren Teilen und Komponenten durchzuführen, deren Verfügbarkeit auch über Jahre sichergestellt ist. Als Flugsystem wird beispielsweise eine industrielle Drohne der Firma DJI verwendet.



Abbildung 4: Flugsystem

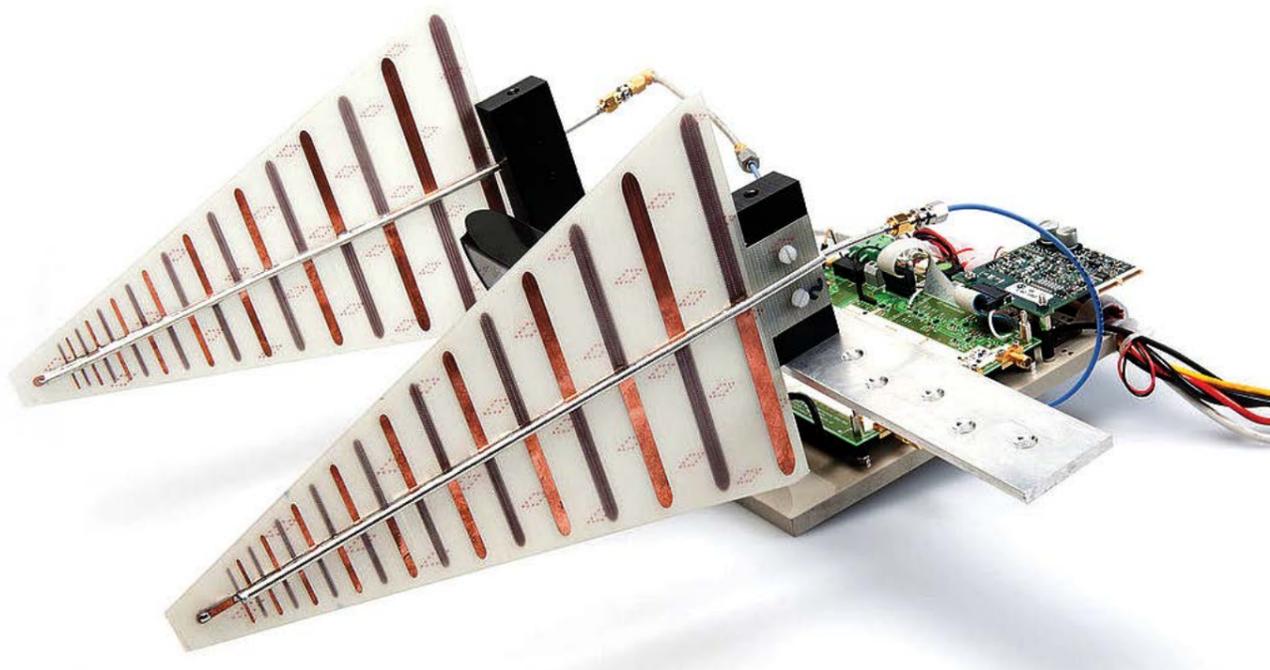


Abbildung 5: Radarsystem

Stand des Projektes

Erste Muster der Radarhardware aus Ulm liegen funktionsfähig vor. Dabei werfen speziell die Form und die Grösse der Antennen noch heikle Fragestellungen bezüglich der Auswirkungen auf die Flugeigenschaften der Drohne auf (Abbildung 5). Alle Schnittstellen zu den bekannten Sensor-Technologien sind definiert und in der Software umgesetzt.

Der Transfer der Messdaten vom Radarsensor zur Main-CPU und das Abspeichern der Daten ist umgesetzt.

Das Fluggerät an sich ist flugfähig und die Lastdaten sind definiert, ebenso die mechanischen, elektrischen und design-spezifischen Schnittstellen. Damit steht der Integration aller Teilsysteme auf der Drohne nichts im Wege, so dass noch in 2017 mit ersten Tests im Realbetrieb auf der Drohne gerechnet werden kann.

Ausblick

Erste Tests wurden in den einzelnen Sub-Projekten unabhängig vom Gesamtsystem absolviert, im nächsten Schritt müssen Flugsystem und Radartechnik aufeinander abgestimmt und angepasst werden. Weiterhin sollte die unterschiedliche Bodenbeschaffenheit in verminten Gebieten einkalkuliert werden – von extrem trocken bis sumpfig. Gegen Ende der Projektlaufzeit sind deshalb Tests in tatsächlichen Minengebieten wie etwa im Umland von Sarajevo oder in Kambodscha geplant.

Mit dem Unternehmen des Stifters, der Firma Endress + Hauser, haben speziell die Ingenieure der Uni Ulm bereits mehrere Projekte durchgeführt. Zu FindMine steuert die Firma Teile der Radar-Sensortechnik bei. Zudem stehen dem gesamten Projektteam das Genfer Internationale Zentrum

für Humanitäre Minenräumung GICHD und die Schweizerische Stiftung für Minenräumung FSD beratend zur Seite.

Letztlich verursachen Sprengkörper nicht nur menschliches Leid: Verminte Landstriche können nicht bewirtschaftet werden, was den Wiederaufbau ehemaliger Kriegsgebiete gefährdet. Zur Beseitigung dieser hinterhältigen Waffen, die auch viele Jahre nach Ende eines Konflikts Zivilisten aus dem Leben reissen, leistet die deutsch-schweizerische Forschergruppe bestehend aus FHNW, Universität Ulm, Hochschule Ulm und Endress + Hauser ihren Beitrag.

Industriepartner

Urs Endress Stiftung, Arlesheim

Projektteam am IA

Jonathan Hüni, Master-Student und wissenschaftlicher Assistent, jonathan.hueni@fhnw.ch

Basil Ruch, Master-Student und wissenschaftlicher Assistent, basil.ruch@fhnw.ch

Lukas Ostgen, Master-Student und wissenschaftlicher Assistent, lukas.ostgen@fhnw.ch

Kevin Saner, Bachelor of Science FHNW in Systemtechnik, kevin.saner@students.fhnw.ch

Daniel Begert, Bachelor of Science FHNW in Systemtechnik, daniel.begert@students.fhnw.ch

Prof. Heinz Eichin, Projektleiter HT, heinz.eichin@fhnw.ch

Ihr nächster Karriereschritt: Weiterbildung für Fach- und Führungskräfte

Innovative und erfolgreiche Unternehmen sind auf die Kompetenz und das Engagement ihrer Mitarbeitenden angewiesen, gut ausgebildete Fachleute sind daher äusserst gesucht. Mit einer Weiterbildung erhöhen Sie Ihre Chancen auf dem Arbeitsmarkt ganz entscheidend.

Die berufsbegleitenden Weiterbildungsangebote der Hochschule für Technik FHNW richten sich an Projektleiterinnen und -leiter sowie an Führungskräfte mit einer technischen Grundausbildung.

Die Studiengänge sind modular aufgebaut und vermitteln neuestes Fachwissen und Managementkompetenzen. Sie können mit dem Diplom Master of Advanced Studies abgeschlossen werden und befähigen zur Übernahme von anspruchsvollen Führungs- und Projektaufgaben. Mit ei-

ner Weiterbildung an der Fachhochschule Nordwestschweiz sind Sie hervorragend gerüstet für den nächsten Karriereschritt in Ihrem Fachbereich.

Die Hochschule für Technik FHNW bietet verschiedene Veranstaltungen in Form von Kursen und Workshops an. Sie können bei uns massgeschneiderte Kurse in Auftrag geben. Nehmen Sie mit uns Kontakt auf – wir informieren Sie gerne.

Unser Weiterbildungsangebot umfasst die Fachgebiete

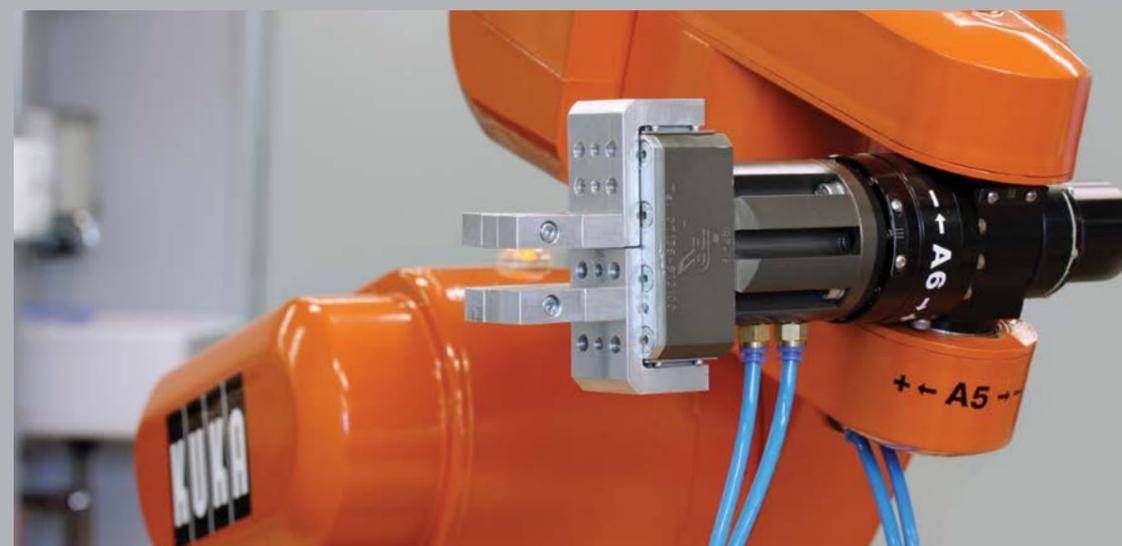
- Automation
- Digitales Bauen
- Elektronik
- Einkauf und Beschaffung
- Giessereitechnik
- Informatik
- Industrie 4.0
- Kunststofftechnik
- Logistik
- Management und Führung
- Optometrie

Infoabende

Montag, 26. Juni 2017, 18.15 Uhr in Windisch
Mittwoch, 23. August 2017, 18.15 Uhr in Windisch
Montag, 30. Oktober 2017, 15.15 in Basel
Weitere Termine unter www.fhnw.ch/wbt

Informationen und Kontakt

Hochschule für Technik FHNW
T +41 56 202 99 55
weiterbildung.technik@fhnw.ch
www.fhnw.ch/wbt



Regelungstechnische Einbindung des Elektromobils zur Eigenverbrauchsoptimierung und Netzentlastung

Im Projekt „OPTEG - Regelstrategien zur Optimierung des Eigenverbrauchs von Gebäuden“ des Bundesamtes für Energie wurde der Fokus auf thermische Speicher im Gebäude gelegt (BFE, Schlussbericht 4.2.2016). Im Verlauf des Projektes wurde bereits erkannt, dass neben der thermischen Speicherung eine elektrische Speicherung notwendig wird. Deshalb wurde in der weiteren Umsetzung durch die Firma Smart Energy Control GmbH die Elektromobilität eingebunden.

David Zogg

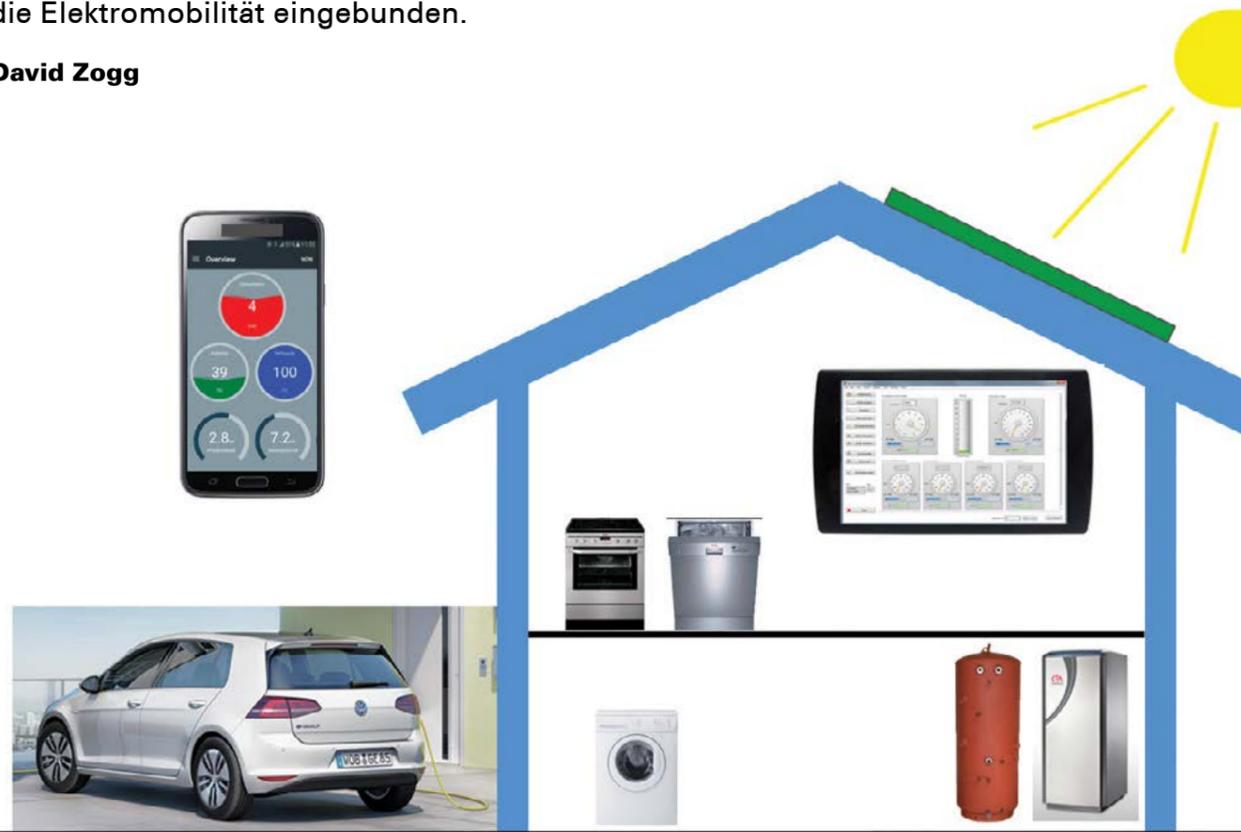


Abbildung 1: Aktives Gebäude mit PV-Anlage, Haushaltgeräten, Elektromobil und Eigenverbrauchsmanager von Smart Energy Control

In einem aktiven Gebäude mit lokaler Produktion sind typische Verbraucher wie Haushaltgeräte, Boiler und Wärmepumpe vorhanden (Abbildung 1). Die Haushaltgeräte haben das kleinste Potential zur Speicherung, während Boiler und Wärmepumpen im Winter ein hohes Potential zur thermischen Speicherung haben. Neu kommt das Elektromobil hinzu, welches im Sommer ein sehr hohes Potential zur elektrischen Speicherung aufweist. Der Eigenverbrauchsmanager steuert die Komponenten und verfügt über eine komfortable Bedienoberfläche mit App.

Verschiedene Speichersysteme in einem Einfamilienhaus wurden verglichen (Abbildung 2). Der Warmwasserspeicher kann je nach Grösse ca. 30 kWh thermisch speichern. Wird er über

Wärmepumpen betrieben, entspricht dies einer elektrischen Speicherkapazität von ca. 10 kWh pro Tag. Neben den thermischen Speichern drängen heute vermehrt stationäre Batterien auf den Markt, welche zur direkten elektrischen Speicherung verwendet werden. Der Preis eines komplett installierten Batteriesystems ist heute noch relativ hoch, wird in Zukunft aber sinken. Speziell interessant sind die mobilen Batteriespeicher in Elektromobilen. Die Batteriekapazität nimmt mit zunehmender Elektrifizierung des Fahrzeugs zu. Sie startet bei ca. 5 kWh im Plug-In-Hybrid und beträgt bis zu 80 kWh in vollelektrischen Oberklasse-Fahrzeugen. Je grösser die Batterie, desto günstiger wird der spezifische Preis pro kWh Speicherkapazität.

Speicher	typische Kapazität	Zusatzkosten gebäudeseitig inkl. Installation*	Zusatzkosten Fahrzeug**	Spezifische Kosten pro kWh elektrisch	Nutzung
Warmwasser-Speicher	30 kWh thermisch 10 kWh elektrisch	5'000 CHF (1'000L Speicher installiert)	kein	500 CHF / kWh	Duschen, Baden, Waschen, usw.
Batterie stationär	10 kWh elektrisch	10'000 CHF (inkl. Wechselrichter, Installation, usw.)	kein	1'000 CHF / kWh	Haushaltgeräte, Licht, usw.
Plug-In-Hybrid	5 kWh	2'000 CHF (Ladestation installiert)	5'000 CHF	1'400 CHF / kWh	Kurze Strecken bis 50 km elektrisch, Effizienzsteigerung
Vollelektrisch Mittelklasse	20 kWh	2'000 CHF (Ladestation installiert)	10'000 CHF	600 CHF / kWh	Elektrisch Reichweite bis 200 km
Vollelektrisch Oberklasse	80 kWh	2'000 CHF (Ladestation installiert)	30'000 CHF	400 CHF / kWh	Elektrisch Reichweite bis 500 km

Abbildung 2: Übersicht der Speichermöglichkeiten in einem Einfamilienhaus (* grobe Schätzungen der Material- und Installationskosten, ** grobe Schätzung der Aufpreise gegenüber einem gewöhnlichen Fahrzeug ohne Batterie).

Bei Lithium-Ionen-Akkus ist ein klarer Preiszerfall ersichtlich (Abbildung 3). Haupt-Triebfeder des Preiszerfalls wird heute und in Zukunft die Elektro-Automobilindustrie sein. Durch eine markante Steigerung der Produktion (Bsp. Tesla Gigafactory) werden die Kosten drastisch reduziert. Die Fahrzeug-Batteriesysteme sind technisch sehr ausgereift und auf hohe Lebensdauer ausgelegt. Dies wird durch ein aufwändiges, thermisches Batteriemangement erreicht.

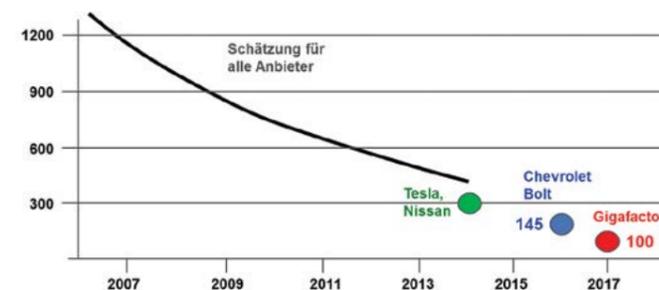


Abbildung 3: Preiszerfall in Dollar/kWh für Lithium-Ionen Akkus in der Fahrzeugbranche. Quelle: Jens Lubbaddeh, Volle Ladung, Technology Review 03/2016, Heise Archiv

Laden heute und morgen

Ein heutiges System zum Laden des Elektromobils aus dem Strom der eigenen PV-Anlage ist in Abbildung 4 dargestellt. Dazu wird eine spezielle Ladestation benötigt, welche ein Laden mit variabler Stromvorgabe ermöglicht. Eine intelligente Steuerung stimmt die Ladung auf die aktuelle Produktion der PV-Anlage ab. Der überschüssige Strom wird ins Netz eingespeist.

Im heutigen System erfolgt die Ladung AC-gekoppelt. Der Gleichstrom (DC) der Photovoltaik-Anlage (PV-Anlage) wird zuerst in Wechselstrom (AC) gewandelt, und nachher im Fahrzeug wieder zurück in DC für die Batterie. Bei jeder AC/DC-Wandlung gibt es kleine Verluste. Der Vorteil ist jedoch die Kompatibilität zu allen PV-Anlagen, allen Wechselrichtern und allen Elektromobilen (über einen genormten Stecker Typ 2). Es sind Ladeleistungen bis 22 kW möglich.



Abbildung 4: Heutige Lösung zum intelligenten Laden des Elektromobils mit variabler Stromvorgabe

In Zukunft wird das Laden über DC möglich sein (Abbildung 5). Durch Wegfall der AC/DC-Wandlungen können die Verluste minimiert werden. Es sind auch höhere Ladeleistungen möglich (> 100 kW für Schnellladungen).

Selbstlernende Ladeplanung

Da Privatfahrzeuge schätzungsweise zu 90% der Zeit auf einem Parkplatz stehen, können sie während dieser Zeit ans Stromnetz angeschlossen werden, um sich zu laden. In Kombination mit einer PV-Anlage kann theoretisch bis zu 100% Sonnenstrom getankt werden. Dieser wird mit sehr hohem Wirkungsgrad (> 90%) in Mobilität gewandelt. Ein PV-geladenes Elektromobil kann daher nahezu CO₂-neutral betrieben werden.

Allerdings ist obiges Szenario mit konventionellen Ladesystemen noch Wunschdenken. In der Praxis wird das Elektromobil einfach eingesteckt und unabhängig von der PV-Produktion mit voller Leistung geladen. Damit ist nicht garantiert, dass wirklich Sonnenstrom getankt wird. Es ist auch mit einer hohen Belastung des Stromnetzes zu rechnen, wenn in Zukunft viele Elektromobile zur gleichen Zeit mit voller Leistung geladen werden.

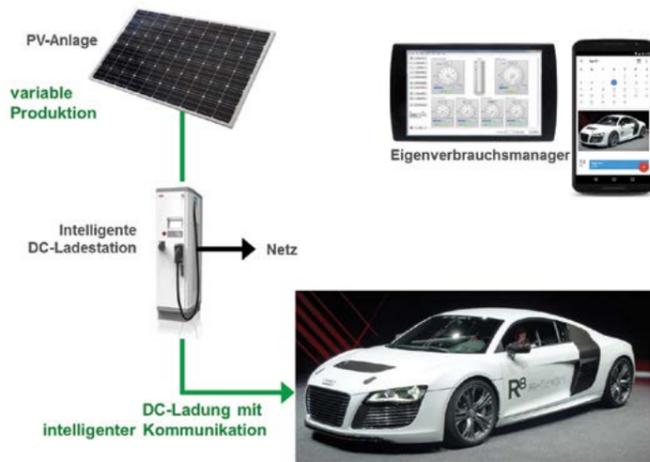


Abbildung 5: Zukünftige Lösung zum intelligenten Laden des Elektroautos mit Gleichstrom

Es sind also intelligentere Lösungen gesucht. Die Ladeleistung muss auf die aktuelle PV-Produktion abgestimmt werden. Wird ausserhalb der PV-Produktionszeit geladen, muss die Ladeleistung möglichst gleichmässig verteilt werden. Kurzzeitige Schnellladungen sind zu vermeiden, um das Stromnetz zu entlasten. Auf der anderen Seite muss der Benutzer genügend Reichweite haben.

Mit dem Eigenverbrauchsmanager von Smart Energy Control GmbH werden obige Ziele erreicht. Über die Software bzw. eine App plant der Benutzer seine nächste Fahrt (Abbildung 6). Zudem ist eine Synchronisation mit dem Google®-Terminkalender möglich. Damit weiss die intelligente Steuerung jederzeit, wann wohin gefahren wird und kann die entsprechende Reichweite vorhalten. Eine adaptive Ladeplanung lernt das Verhalten des Benutzers. Die optimierte Ladung erfolgt primär am Tag mit Sonnenstrom. Falls dies nicht genügt, wird in der Nacht bei Niedertarif mit minimaler Ladeleistung geladen, aber nur so viel, wie für die nächste Fahrt gerade benötigt wird.



Abbildung 6: Lernfähige Ladeplanung mit Google-Kalender-Synchronisation

Optimierung des Eigenverbrauchs und Entlastung des Stromnetzes

Das intelligente Laden des Elektroautos mit variabler Stromvorgabe ermöglicht nicht nur die Maximierung des

Eigenverbrauchs, sondern entlastet auch das Stromnetz. Abbildung 7 zeigt den zeitlichen Verlauf der Produktion durch die PV-Anlage und den Verbrauch von Wärmepumpe, Boiler, Haushaltstrom und Elektromobil. Praktisch der gesamte Überschuss der PV-Anlage kann ins Elektromobil geladen werden. Zudem werden die Effekte der ein-/aus-taktenden Verbraucher wie Wärmepumpe und Boiler ausgeglichen.

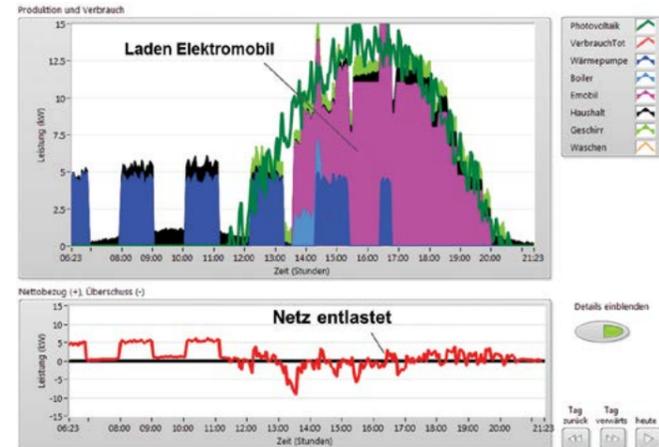


Abbildung 7: Erhöhung des Eigenverbrauchs und Entlastung des Stromnetzes mittels variablem Laden des Elektroautos

Bei zunehmender dezentraler Produktion und Elektromobilität wird das intelligente Laden eine grosse Rolle spielen. Es geht darum, den Verbrauch auf die Produktion abzustimmen und Einspeise- sowie Bezugsspitzen zu glätten.

Vehicle-To-Grid

In Zukunft werden die mobilen Batterien auch als bidirektionale Pufferspeicher verwendet. Durch gezieltes Nutzen einer Vielzahl von Elektroautos kann eine hohe Speicherkapazität zur Verfügung gestellt werden. Die Kopplung von Elektroautos mit dem Stromnetz wird als Vehicle-To-Grid (V2G) bezeichnet. Auf dem Gebiet laufen zahlreiche Pilotprojekte, wie das EU-EcoGrid-Projekt auf der dänischen Insel Bornholm (Abbildung 8).

Technisch ist das Laden und Entladen von Fahrzeugbatterien unproblematisch. Die Belastung der Batterien durch stationäre Anwendungen im Haushalt ist wesentlich kleiner als im hoch-dynamischen Betrieb im Strassenverkehr. Allerdings stehen noch einige normative und rechtliche Hürden im Wege. Die heutige Lade-Norm (IEC 61851) für Elektrofahrzeuge unterstützt noch kein bidirektionales Laden und Entladen. Zudem geben die Hersteller auf ihre Batteriesysteme bis zu 8 Jahren Garantie, allerdings nur unter der Bedingung, dass die Batterie nicht durch zusätzliche Ladezyklen belastet wird.

Es sind jedoch Lösungen in Aussicht. Momentan ist eine neue Lade-Norm (IEC 15118) in Vorbereitung, welche eine intelligente Kommunikation bis zum Fahrzeug ermöglicht. Basierend auf dieser neuen Norm wird ein bidirektionales Laden und Entladen möglich. Erste Hersteller wie Mitsub-

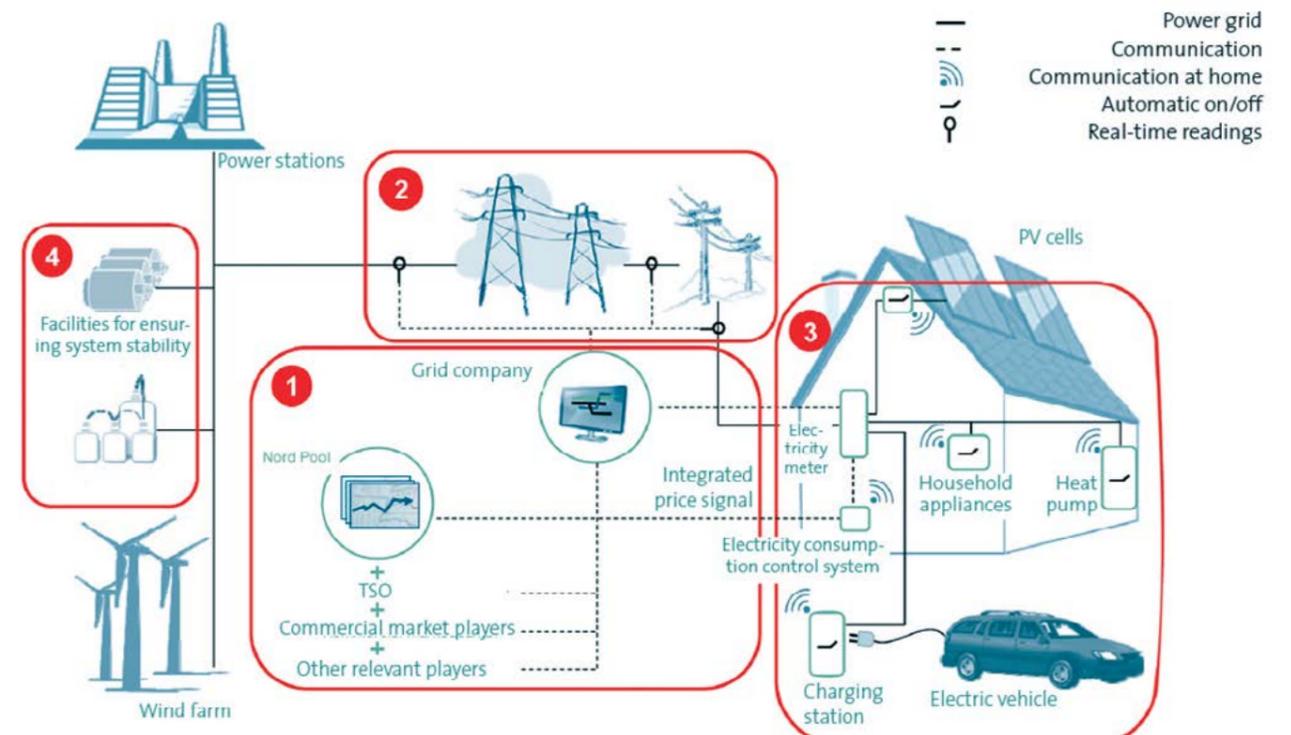


Abbildung 8: Vehicle-To-Grid Projekt auf der dänischen Insel Bornholm. Quelle: www.eu-ecogrid.net

ishi® haben den Trend aufgenommen und bidirektionale Ladelösungen für ihr CHAdeMO-System angekündigt. Es ist anzunehmen, dass dieser Trend auch von anderen Herstellern aufgenommen wird und sich weiter verbreitet.

Spin-Off Smart Energy Control

Der Spin-Off der FHNW wurde am 1. April 2015 gegründet. Er entwickelt intelligente Regelungstechnik für den Energiebereich, insbesondere zur Optimierung des Eigenverbrauchs von Gebäuden mit Photovoltaikanlagen. Der Eigenverbrauchsmanager wird als komplettes System inkl. Software und Hardware angeboten und ist dank einem modularen Baukastensystem beliebig erweiterbar. Es sind innovative Regelalgorithmen, Wetterprognose mit selbstlernender Strahlungsvorhersage, adaptive Ladeplanung für Elektroautos, Einbindung leistungsvariabler Wärmepumpen und diverser Verbraucher möglich. Das Produkt eignet sich für Ein- und Mehrfamilienhäuser sowie gewerbliche Anwendungen.

Mehr Infos finden Sie unter www.smart-energy-control.ch.

Referenzen

- [1] Neue Energieverordnung EnV 730.01 des Bundes, 1. April 2014
- [2] Prof. Dr. D. Zogg: Regelstrategien für die Optimierung des Eigenverbrauchs von Gebäuden, Bundesamt für Energie, 2013-2015
- [3] Prof. Dr. D. Zogg, Der Eigenverbrauchsmanager, HK Gebäudetechnik 3/15
- [4] Prof. Dr. D. Zogg, Der Eigenverbrauchsmanager, Optimierung des Eigenverbrauchs und der Kosten nach dem Prinzip einer lokalen Strombörse, ET Elektrotechnik 5/15

Projektteam

- Prof. Dr. David Zogg, Geschäftsleiter Smart Energy Control GmbH und Dozent am Institut für Automation
- James Trayler, Hardware Engineer & Support, Smart Energy Control GmbH
- Michael Koller, Master-Student am Institut für Automation (Wetterprognose und Mehrfamilienhäuser)
- Patrick Huggenberger, Bachelor Student am Institut für Mobile und Verteilte Systeme (App-Entwicklung)

Optimale Bahnplanung und -regelung eines Piezo-gesteuerten Positioniertisches zur nanolithographischen Oberflächenbearbeitung

Zur Oberflächenstrukturierung im Nanometerbereich wird ein Sample (max 4 inch Waver) mittels eines Piezo-gesteuerten X-Y-Kreuztisches unter einer fixen Schreibspitze bewegt. Um die Dynamik und die Positioniergenauigkeit der Bewegung zu verbessern wurden während einer Bachelorthesis für die Firma SwissLitho AG alternative Regelungen und Bahnplanungen untersucht.

Marco Berta

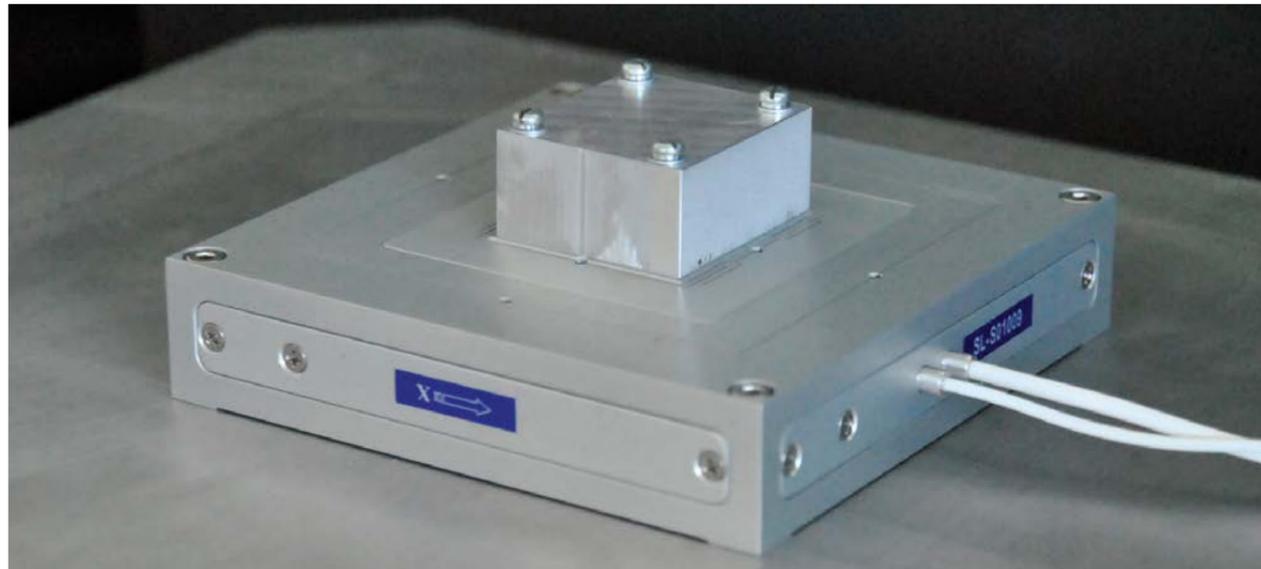


Abbildung 1a: verwendeter piezotriebener Nanopositionierer

Einleitung

Der Nanopositionierer, welcher in dieser Arbeit verwendet wurde, ist bei der Firma SwissLitho AG in Zürich in ihrem Nanolithographie Instrument verbaut. Mit dem NanoFrazor Explore lassen sich Strukturen im Nanometerbereich erstellen und lesen. Das Prinzip des NanoFrazors ist ähnlich dem eines Raster-Kraft-Mikroskops oder auch Atomic Force Microscope (AFM). Hier wird eine Spitze, ein sogenannter Cantilever dazu verwendet die Oberfläche eines Samples zu vermessen oder zu bearbeiten. Der Cantilever der Firma SwissLitho AG benutzt im Gegensatz zum AFM Cantilever eine thermische Wechselwirkung zwischen Cantilever und Sample zur Bearbeitung und zum Lesen von Mikrostrukturen. Damit der Cantilever über dem Sample positioniert werden kann, wird das Sample mittels eines piezotriebenen Nanopositionierers bewegt. Die Grobpositionierung wird mittels Linearachsen

bewerkstelligt. Dazu wird der Cantileverhalter bewegt. Die dynamischen, mäanderförmigen Bewegungsmuster werden anschliessend mit dem Nanopositionierer durchgeführt. So kann eine Reduktion der Bewegungsdynamik durch die «grosse» Masse des Cantileverhalters vermieden werden.

Regleransatz

Der bisher verwendete Regleransatz verbessert iterationsweise den Sollwert und «lernt» das Verhalten der Anlage. Das heisst damit ein Sample bearbeitet werden kann, muss die Sollwerttrajektorie einige Male durchgeführt und immer wieder verbessert werden. Daraus resultiert dann ein Sollwertsignal, welches dazu verwendet wird, den Nanopositionierer während des ganzen Bearbeitungsprozesses anzusteuern. Der Nachteil dieser Methode ist, dass die Bearbeitungszeit jedes Mal durch den Anlernprozess verlängert wird und dass



Abbildung 1b: NanoFrazor Explore

mit dieser Regulationsart davon ausgegangen wird, dass die Umgebungsbedingungen und das Verhalten des Nanopositionierers während des ganzen Schreibprozesses immer dieselbe ist. Ziel der Arbeit war, eine Feedback-Reglervariante zu evaluieren und zu testen. Damit der Vorteil von der adaptiven Regelung beibehalten werden kann, wurde als mögliche Alternative für die Regelung die «Repetitive Control (RC)» gewählt. Bei dieser Reglerstruktur wird nach jeder Iteration der Sollwert mit der letzten Positionsabweichung angepasst. So kann der Regler auf Änderungen der Umwelt oder der Eigenschaften des Piezo-Antriebes direkt Einfluss nehmen und die Sollwerttrajektorie den Gegebenheiten anpassen.



Abbildung 1c: Mikroskopbild eines SwissLitho Cantilevers mit glühender Spitze

Sollwerttrajektorie

Die Sollwerttrajektorie setzt sich aus 2 Hauptkomponenten zusammen, der Umkehrkomponente und der linearen Komponente. Damit der Piezo während dem linearen Teil sich auch möglichst linear verhält, muss der Umkehrteil mög-

lichst optimal an den Piezo angepasst sein. Damit der Piezo sich möglichst linear verhält, muss die aufzubringende Kraft des Piezos möglichst gering und konstant sein. Um eine konstante Kraft zu erhalten, muss die Umkehrtrajektorie mit einem Polynom 2. Ordnung realisiert werden.

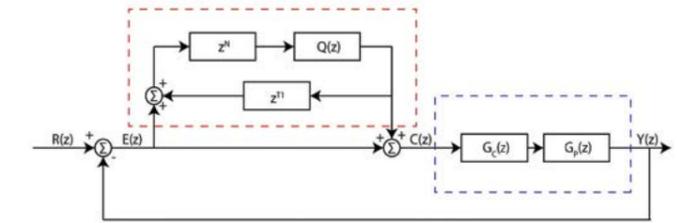


Abbildung 2: Reglerschleife mit Repetitive Control (rote Markierung)

Zusammenfassung BT

Während den Arbeiten zur Bachelorthesis wurde aufgezeigt, dass nicht nur der Regler Mechanismus, sondern auch die Sollwerttrajektorie stark verbessert werden kann. Auf der Basis dieser Erkenntnisse wurde in Zusammenarbeit mit SwissLitho AG ein KTI-Antrag erstellt. Dieses KTI-Projekt ermöglicht SwissLitho ein neues Instrument mit «off-the-shelf» Komponenten zu entwickeln und die Regelung zu optimieren.

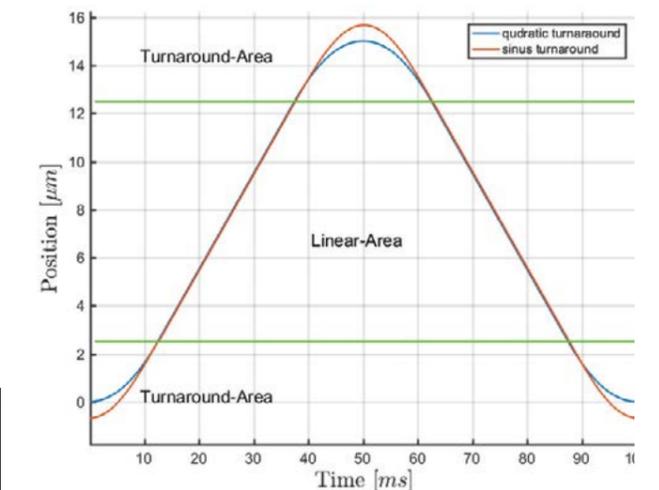


Abbildung 3: Vergleich der Sollwerttrajektorien

Ausblick

Die Arbeiten am KTI-Projekt umfassen die Evaluierung und Auswahl eines geeigneten «off-the-shelf» Nanopositionierers und die anschliessende modellbasierte Regelung und Optimierung der Sollwerttrajektorie.

Industriepartner

Dr. Felix Holzner, CEO SwissLitho AG
Dr. Philip Paul, CTO SwissLitho AG

Projektteam

Prof. Jörg Sekler, joerg.sekler@fhnw.ch, Advisor/Betreuer und Projektverantwortlicher FHNW
Marco Berta, Bachelor of Science FHNW in Systemtechnik, Student Master of Science in Engineering MSE und wissenschaftlicher Assistent, marco.bertha@fhnw.ch

«Technik-Grosi und Naturkunde-Nonno» ein Projekt der Strategische Initiative EduNaT

Fachkräfte-Mangel und fehlendes Interesse an Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik (MINT) sind bekannte Herausforderungen für unsere Gesellschaft. Projektmotivation ist es, Kindern ausserhalb der Schule mit technischen Experimenten für MINT-Fächer zu begeistern. Alle entwickelten Experimente sind zu Hause mit einfachen Mitteln durchführbar. Nach einer entsprechenden Schulung an Kursnachmittagen sind Grosse Eltern in der Lage, gemeinsame Erlebnisse mit Kindern zu gestalten und darüber hinaus Begeisterung für Technik zu wecken.

Max Edlmann und Daniel Treyer



Abbildung 1: Impressionen aus den Experimentiernachmittagen mit den Seniorinnen und Senioren. Experimente von links oben nach rechts unten: 3D-Projektor, einfacher Elektromotor, selbstgebaute Batterie, einem Apfel lauschen. (Fotograf: Markus Bär, FHNW)

Die Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW packt die Herausforderungen unserer Zeit an und leistet wichtige Beiträge für zukunftsfähige Lösungen. So werden in vier aktuellen Themenfeldern im Rahmen von Strategischen Initiativen konkrete Lösungen erarbeitet: Alternde Gesellschaft, Energy Chance, Unternehmertum und EduNaT. Innerhalb der vier Strategischen Initiativen kooperieren jeweils mehrere Hochschulen, so dass die interdisziplinäre Zusammenarbeit an der FHNW gefördert wird. Die vier Strategischen Initiativen werden zwischen Mitte 2015 und Ende 2017 bearbeitet. [1]

Strategische Initiative EduNaT

Das Verständnis naturwissenschaftlicher und technischer Vorgänge ist gleichsam eine Lebensschule: eine Vorausset-

zung dafür, Phänomene und Prozesse des täglichen Lebens zu begreifen. Dadurch wird bewusstes und verantwortungsvolles Handeln möglich.

Darüber hinaus hängen der wirtschaftliche Erfolg und damit der hohe Lebensstandard in der Schweiz zu einem erheblichen Teil von naturwissenschaftlich-technischen Innovationen ab. Die Innovationskraft ist durch einen Mangel an Fachkräften gefährdet. Gemäss der «Erklärung 2011» des Bundes und der kantonalen Erziehungsdirektionen muss deshalb das Interesse an den MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) auf allen Bildungsstufen gefördert werden, also bereits ab der Kindergartenstufe.

Experiment	Motivationsfrage	Zeitbedarf	Zielgruppe	Schwierigkeitsgrade
Batterie	Wie funktioniert eine Batterie?	40 min	8+	mittel
Elektromotor	Wie funktioniert ein Elektromotor?	15 min	8+	mittel
Elektrozug	Wie kann ich einen Elektrozug bauen?	30 min	8+	schwer
3D-Projektor	Wie könnte ein 3D-Kino aussehen?	20 min	6+	mittel
Apfel lauschen	Welche Musik legt DJ-Apple heute auf?	15 min	4+	sehr leicht - leicht

Abbildung 2: Übersicht zu allen Experimenten für den Bereich Technik

Die Strategische Initiative EduNaT (Education, Naturwissenschaft und Technik) soll Interesse an Naturwissenschaft und Technik fördern und die Grundbildung in diesen Bereichen stärken. Damit wird ein wertvoller Beitrag zur Bekämpfung des MINT-Fachkräftemangels geleistet. [2]

Technik-Grosi und Naturkunde-Nonno

In der Strategischen Initiative EduNaT werden 18 Teilprojekte durch interdisziplinäre Projektteams bearbeitet. Das Projekt «Technik-Grosi und Naturkunde-Nonno» (TGNN) richtet sich an zwei Zielgruppen, 4- bis 10-jährigen Kinder und deren Grosse Eltern, Grosstanten und Grossonkel. Die Kinder in diesem Alter sind enorm aufnahmefähig und zeigen vielfältige Interessen, so auch an naturwissenschaftlich-technischen Phänomenen, sie wollen spielerisch die Welt entdecken. Ihr natürlicher Forschergeist und ihre Entdeckungslust werden in Familie, Kindergarten und Schule aber oft nur ungenügend gefördert.

Hier können Grosse Eltern, Grosstanten und Onkel zum Zuge kommen. Generationenübergreifende Aktivitäten finden heutzutage oft statt, indem ältere Personen einen Teil der Betreuung ihrer Grosskinder übernehmen. Eher selten kommt es aber vor, dass Grosse Eltern mit ihren Enkelkindern naturwissenschaftliche oder technische Experimente durchführen. Ein Grund dafür ist, dass Erwachsene heute mit Vorbehalten dem MINT-Bereich gegenüberstehen und das Experimentieren als komplex, schwierig, aufwändig oder gar gefährlich wahrnehmen.

An diesem Punkt setzt das Projekt an. Es werden Kurse für Seniorinnen und Senioren angeboten, in denen sie lernen, wie sie ihren Enkelkindern mit einfachen Alltagsgegenständen und Alltagsmaterialien Wege in die Naturwissenschaften und Technik erschliessen können [3].

TGNN verfolgt somit die folgenden Zielsetzungen:

- MINT-Förderung im Kindesalter: Das Interesse der Kinder für Naturwissenschaft und Technik wird geweckt und die Funktion und der Aufbau von technischen Geräten im Alltag soll exemplarisch untersucht werden.
- Auf der Ebene Gesellschaft sollen Grosse Eltern in die

naturwissenschaftliche und technische Bildung ihrer Enkelkinder miteinbezogen werden, damit können Vorbehalte gegenüber Naturwissenschaften abgebaut werden und die Erfahrung und die Ressourcen älterer Generationen genutzt werden.

- Auf der Ebene Fachhochschule soll die Zusammenarbeit zwischen der Pädagogischen Hochschule und der Hochschule für Technik gefördert werden und ein neuartiges Kursangebot für die Bevölkerung der Trägerkantonen entwickelt werden.

Umsetzung des Kursangebots

Im Rahmen von TGNN wurden vier Kursnachmittage konzipiert, in denen die Teilnehmenden, Seniorinnen und Senioren, zu verschiedenen Themen naturwissenschaftliche und technische Experimente durchführen. Der Schwerpunkt der Kurse liegt auf dem eigenen Tun und dem selbstständigen Experimentieren. Zusätzlich werden die Teilnehmenden mit theoretischen Hintergrundinformationen zu den Experimenten versorgt, mit denen die zugrunde liegenden Phänomene einfach, aber korrekt erklärt werden können. Nach erfolgreicher Absolvierung eines Kurses sollen die Seniorinnen und Senioren in der Lage sein werden, einfache Experimente mit Kindern zusammen durchzuführen und somit einen Beitrag zur MINT-Förderung zu leisten.

An den Kursnachmittagen werden die folgenden Themen aufgegriffen: Naturwissenschaftliche Experimente zum Thema Luft und Wasser, Ernährung und Naturwissenschaften, Technik im Alltag und Experimente zum Thema Schall.

Technik im Alltag

Für den Kursteil Technik im Alltag haben Mitarbeitende des Instituts für Automation fünf Experimente zusammen mit Kollegen vom Zentrum für Naturwissenschaft und Technikdidaktik erarbeitet und leichtverständlich aufbereitet. Dabei erstrecken sich die Themen über die Bereiche Energieversorgung (Batterie selber bauen), Elektroantriebe und -mobilität (einfacher Elektromotor und Elektrozug), Darstellung von 3D-Bilder (3D-Projektor selber bauen) und Unterhaltungstechnik (einen Apfel hören). Eine Übersicht zu den erstellten Experimenten für den Fachbereich Technik wird in Abbildung 2 gegeben.

Studierendenprojekte – Ihre Aufgabenstellung wird durch unsere Studierenden gelöst

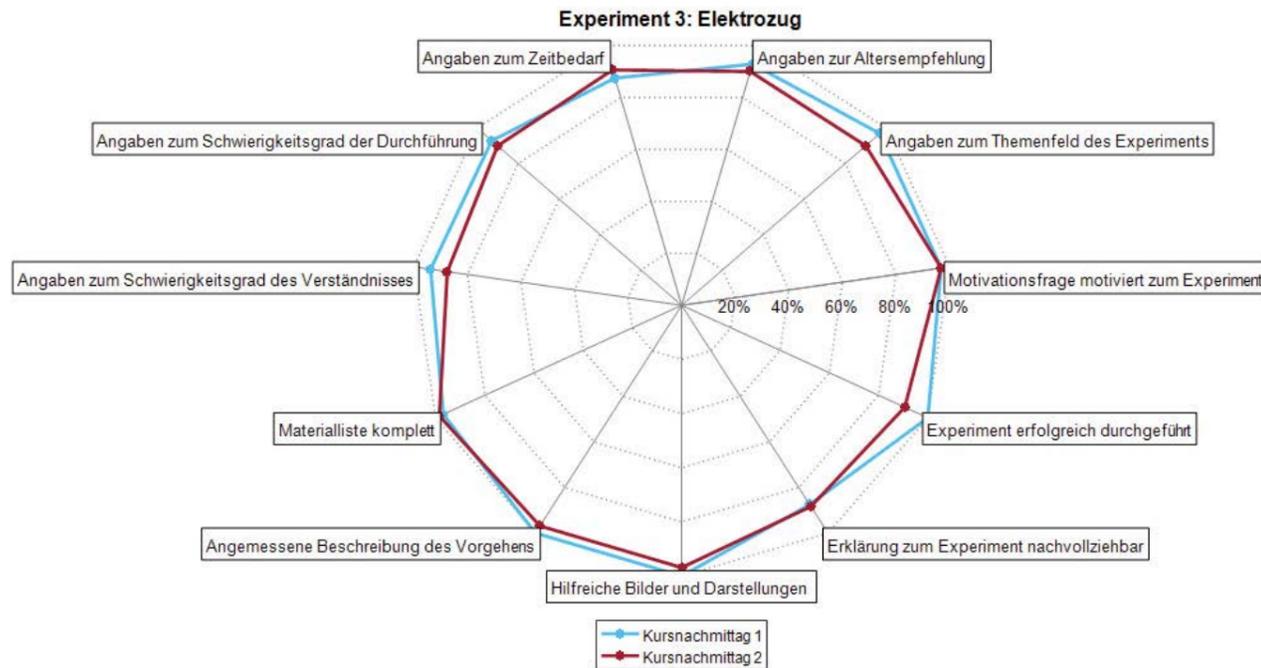


Abbildung 3: Auswertung zum Experiment 3 "Elektrozug". Relative Zustimmung der Teilnehmer zu 11 Fragen. Vergleich von zwei unabhängigen Kursnachmittagen

Bei der Aufbereitung der Experimente wurden die folgenden Punkte fokussiert: Die technische Relevanz der ausgewählten Themen im Alltag, die einfache Verfügbarkeit der für die Experimente benötigten Materialien, die Eignung der Experimente für die Altersgruppe der Kinder sowie die einfache und fachlich korrekte Erklärung der zugrunde liegenden technischen Phänomene.

Ergebnisse und Ausblick

Aufgrund der grossen Nachfrage konnten die Kursnachmittage zweimal durchgeführt werden. Teilgenommen haben Personen mit unterschiedlichsten beruflichen Hintergründen, was die Kurse sehr bereichert hat. Nach dem Abschluss der Kurse wurde eine Evaluation mittels Fragebogen durchgeführt, damit die Experimente hinsichtlich Inhalt, Material und Erklärungen angepasst und optimiert werden konnten. Die Experimente sind bei den Seniorinnen und Senioren auf grosse Begeisterung gestossen.

Im Detail möchten wir die Auswertungsergebnisse, siehe Abbildung 3, beschreiben. Zu jedem Experiment und jedem Kursnachmittag sind mit 11 Fragen die Zustimmung der Teilnehmer erfasst worden. Die Zustimmung ist mit 0%-100% als relativer Wert angegeben zu jeder einzelnen Frage ausgewiesen, wobei ein Werte <50% als eher ablehnend oder nicht zutreffend und Werte >50% als zustimmend oder zutreffend zu beurteilen sind. Zwischen den beiden Kursnachmittagen sind kleine Änderungen gemäss den ersten Rückmeldungen durchgeführt worden. Die Auswirkung der Änderung lässt sich durch einen Vergleich der Ergebnisse beider Veranstaltungen ausweisen. Alle erfassten Rückmeldungen erlauben den Rückschluss einer hohen Zustimmung der Teilnehmer.

Weiter haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Kursnachmittage die Möglichkeit, einen Aufbaukurs zu besuchen. Die Experimenteinheiten samt Anleitungen und Materialliste werden auf das Projektende zur Verfügung gestellt. Zum Ende des Jahres 2017 wird das Projekt an die regionalen Pro Senectute Organisationen der Nordwestschweiz übergeben. Die FHNW bleibt weiterhin als Kooperationspartnerin beteiligt.

Projektteam FHNW

Max Edelmann, Wissenschaftlicher Assistent und Doktorand, Institut für Automation, max.edelmann@fhnw.ch
 Daniel Treyer, Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand, Institut für Automation, daniel.treyer@fhnw.ch
 Dr. Maria Till, Leitung des Projekts «Technik-Grosi und Naturkunde-Nonno», Wissenschaftliche Assistentin, Zentrum Naturwissenschafts- und Technikdidaktik, maria.till@fhnw.ch
 Prof. Dr. Peter Labudde, Leiter Programmsteuerung «EduNaT», Leiter Zentrum Naturwissenschafts- und Technikdidaktik, peter.labudde@fhnw.ch

Quellen

- [1]: <http://www.fhnw.ch/forschung-und-entwicklung/strategische-initiativen>, 06.12.2016.
- [2]: <http://www.fhnw.ch/forschung-und-entwicklung/strategische-initiativen/edunat>, 06.12.2016.
- [3]: Maria Till, Projektantrag Technik-Grosi und Naturkunde-Nonno, FHNW, 2015.

Für Unternehmen aus Industrie und Wirtschaft bieten Studierendenprojekte eine Chance, komplexe Problemstellungen ohne grösseren finanziellen Aufwand bearbeiten zu lassen. Die angehenden Ingenieurinnen und Ingenieure lösen die Aufgaben fachkundig, kreativ und zuverlässig. Sie werden dabei durch unsere Dozierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitenden betreut.



Haben Sie konkrete Aufgabenstellungen aus Ihrem Unternehmen, die Sie umsetzen möchten? Für Fragen und Informationen stehen wir gerne zu Ihrer Verfügung.

Studierendenprojekte und Technologiefragen
 Markus Krack, Leiter FITT (Forschung, Innovation, Technologietransfer)
 markus.krack@fhnw.ch, T + 41 56 202 78 79
www.fhnw.ch/technik/sp

Studierendenprojekte im Studiengang Systemtechnik (Automation)
 Prof. Peter Zysset, Studiengangleiter Systemtechnik,
 peter.zysset@fhnw.ch

Neue Mitarbeitende gewinnen

«Wir sind immer wieder von der erfrischenden Kreativität und vom Engagement begeistert, die über die Studierendenprojekte Eingang in unser Unternehmen finden. Gleichzeitig ist es für uns eine gute Sache, die Studierenden kennenzulernen und als neue Mitarbeitende zu gewinnen. Auf fachlicher und personeller Ebene lohnt sich für uns die Zusammenarbeit mit der Hochschule für Technik FHNW.»

Alois Huser, Geschäftsführer, Encontrol AG, Niederrohrdorf

Roboterkinematik für Untersuchungsgeräte der Ophthalmologie

Automatisierte Untersuchungsgeräte der Ophthalmologie sollen bei repetitiven Vorgängen während den Augenuntersuchungen die Benutzerinnen und Benutzer entlasten. Die Spaltlampe ist ein zentrales Untersuchungsgerät in der Augenheilkunde. In einer Masterarbeit im Rahmen des Weiterbildungsstudiengangs MAS Automation Management hat André Huber-Meznaric von der Haag-Streit AG untersucht, welche Ansätze die Robotik bietet, um die Problemstellung einer automatisierten Kinematik einer Spaltlampe nach aktuellen Standards zu lösen.

André Huber-Meznaric



Abbildung 1: Spaltlampe in der Anwendung, Quelle: Haag-Streit AG

Das zu automatisierende Objekt

Die Spaltlampe ermöglicht dem Bediener, in der Regel ein Ophthalmologe oder Optometrist, das Auge des Patienten durch ein stereoskopisches Mikroskop oder mittels integrierter Kamera auf einem Bildschirm zu betrachten (Abbildung 1). Der Name des Geräts wird durch die Spaltbeleuchtung gegeben. Diese projiziert einen definierten Strahl auf das Patientenauge. Mittels den Eigenschaften und des Einfallwinkels dieses Strahls, lassen sich gezielt verschiedene Bereiche des Auges genauer untersuchen. Es ist damit möglich, beispielsweise einen Querschnitt der Hornhaut hervorzuheben.

Eine klassische Spaltlampe setzt sich aus den Instrumenten Spaltbeleuchtung mit Lichtquelle und Stereomikroskop mit Kameraschnittstelle zusammen. Die Spaltlampe wird zwischen Patient und Bediener auf der Tischoberfläche installiert. Mit Hilfe eines Kreuzschlittens werden die Spaltlampen-Instrumente manuell vor das zu untersuchende Patientenauge positioniert. Der Patient hat dazu seinen Kopf in einen mit dem Tisch fix verbundenen Kopfhalter gelegt.

Für eine ordentliche Positionierung der Spaltlampen-Instrumente nach gängigem Standard sind mindestens fünf Freiheitsgrade zu steuern: drei gemeinsame Translationen beider Instrumente und jeweils eine Rotation pro Instrument in vertikaler Richtung.

Ausgangssituation

Für eine Automatisierung einer klassischen Spaltlampe kann die bestehende Kinematik direkt mit Antriebssystemen ausgerüstet werden, was auch schon im Rahmen der Forschung zur Telemedizin entsprechend getestet ist. Dazu ist im Wesentlichen eine Anpassung des Mechanischen Systems notwendig, wobei die Antriebsstränge mehr Raum in Anspruch nehmen, um eine respektable Dynamik zu erreichen.

An diesem Punkt setzt diese Arbeit an: Es wird untersucht, welche Ansätze die Robotik bietet, um die Problemstellung einer automatisierten Kinematik einer Spaltlampe nach aktuellen Standards zu lösen. Aspekte wie Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit gehören dazu.

In nützlicher Zeit handfeste Ergebnisse erzielen

Im Zentrum steht der Aufbau eines physischen Funktionsmodells, womit Chancen und Risiken einer automatisierten Spaltlampe praktisch ermittelt werden können. Ein strukturiertes Vorgehen mit initialer Themenrecherche, Systemanalyse und Definition von Anforderungen bildet den notwendigen Rahmen dafür.

Die Variantenbildung übernimmt in einer ersten Projektphase die Rolle der Struktursynthese. Die Kinematik-Entwicklung ist Teil der Konzeptausarbeitung in der zweiten Projektphase. Der Abschluss erfolgt mit einer Konzeptprüfung mit Ergebnisbeurteilung und Ausblick als dritte Projektphase.

Die dazugehörige Planung berücksichtigt Evaluation und Lieferzeiten von Steuer- und Antriebskomponenten.

Variantenbildung

Basierend auf einer abstrakten Systemabbildung einer klassischen Spaltlampe wird das zu entwickelnde Subsystem mit dazugehörigen Schnittstellen definiert. Aufgeteilt in drei Teilbereiche werden Varianten für die Kinematik, das Steuersystem und die Bedienung mit Hilfe von Brainstorming-Meetings, morphologischen Kästen und 3D-CAD-Entwürfen entwickelt. Die Konzeptwahl findet in einer Expertengruppe statt, wo neben dem Ergebnis der Nutzwertanalyse ergänzend ein Varianten-Ranking als Zweitbeurteilung dient.

Die gewählte Roboterkinematik besitzt einen Parallel-Mechanismus mit drei Translations-Freiheitsgraden, welcher unterhalb der Spaltlampen-Instrumente platziert wird. Der Parallel-Mechanismus trägt deren gemeinsame Rotationsachse in einem Doppeldrehgelenk (Abbildung 2). Parallel-Mechanismen erlauben eine geschlossene analytische Lösung der inversen Kinematik und sind daher geeignet im medizinischen Anwendungsgebiet. Zudem sind dynamischere Werte gegenüber einer direkten Kinematik erzielbar.

Andere Kinematik-Typen, beispielsweise ähnlich eines Portal- oder SCARA-Roboters, haben aufgrund von einem zu offenem Wirkbereich oder einer zu niedrigen Steifigkeit in diesem Anwendungsfall weniger Punkte erzielt.

Aus der Variantenbildung geht des

Weiteren die Bedienung via PC-Maus und das notwendige Steuer-/Regelungskonzept hervor.

Beschreibung der Kinematik und Dimensionierung

Zur Dimensionierung wird die Vorwärts- und Rückwärts-Kinematik beschrieben, gefolgt von einer Umsetzung als MATLAB-Modell. Enthalten ist auch die Koppelung mit dem Kräftesystem. Mit dem Modell lassen sich variable Trajektorien testen und daraus die Motorlasten ableiten. Dies kann auch für eine präzise Überlastüberwachung der Antriebssysteme verwendet werden.

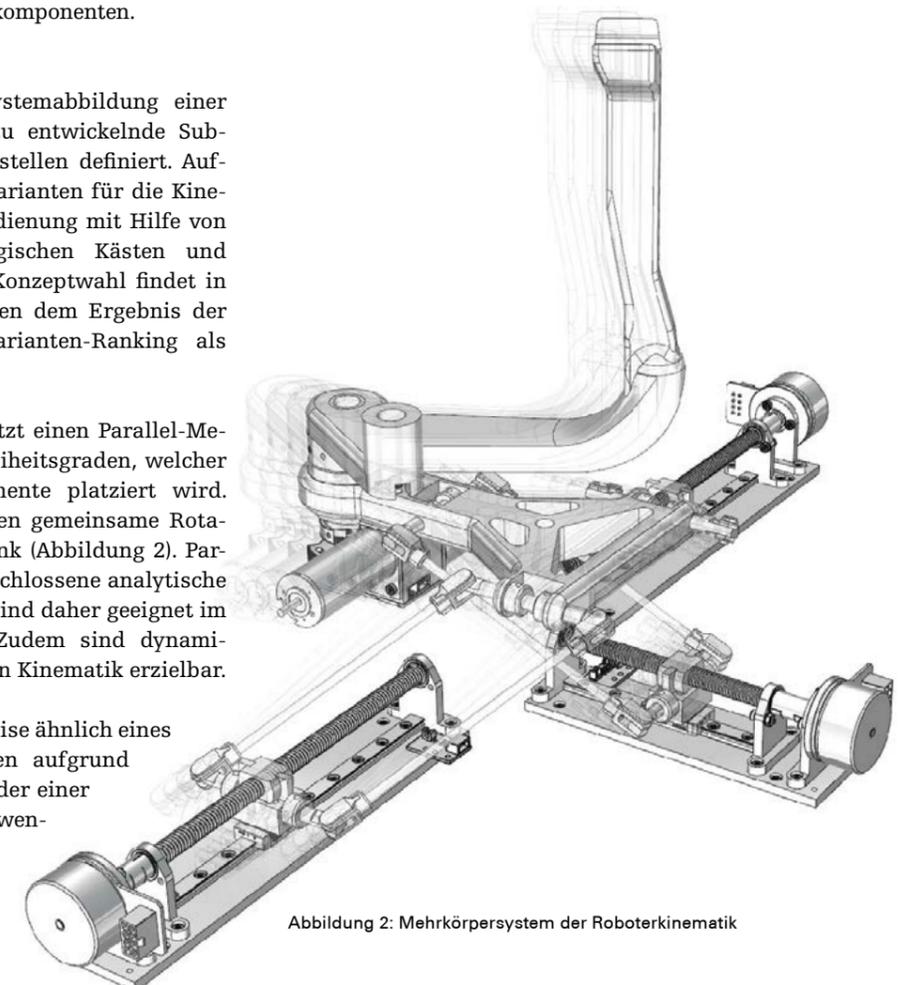
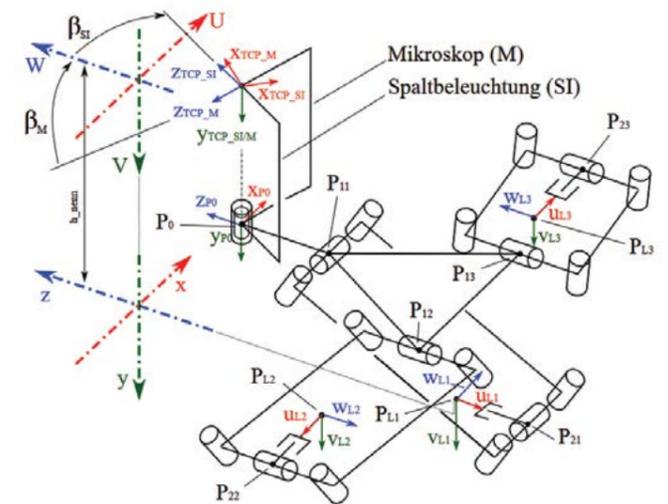


Abbildung 2: Mehrkörpersystem der Roboterkinematik

MAS Automation Management

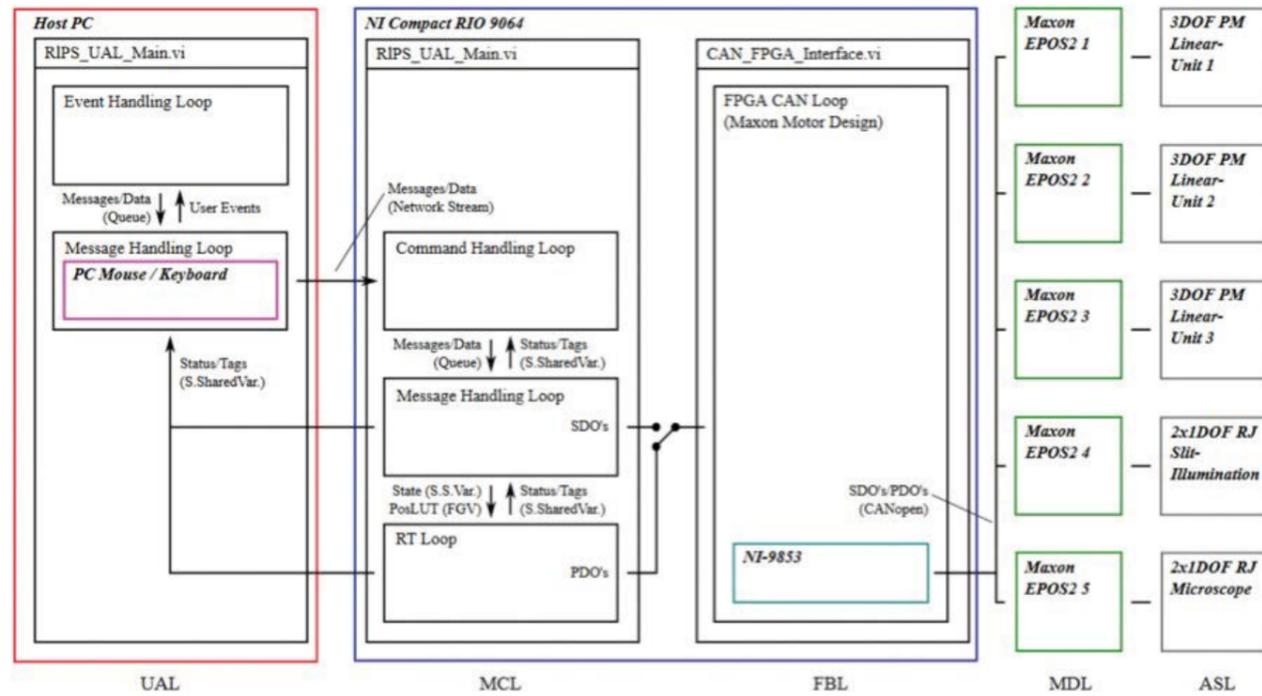


Abbildung 3: Topologie Software Funktionsmuster 1

Die Dimensionierung selbst ist ein iterativer Prozess, wo sich Anpassungen im 3D-CAD und der Kinematikparameter abwechseln. Eine Rolle spielt dabei auch die Arbeitsraumanalyse zusammen mit den Grenzlasten. Daraus ist erkennbar, ob der Roboter den geforderten Wegbereich abfahren kann und sich auch ausserhalb dieses Raumes aus jeder einnehmbaren Lage selbst befreien kann.

Die Evaluierung der Antriebskomponenten läuft parallel zur Kinematik-Entwicklung. Sobald der Leistungsbereich eingegrenzt werden kann, erfolgt die Bestellung der Antriebskomponenten, noch bevor die Kinematik abschliessend dimensioniert und konstruiert ist.

Funktionsmuster 1

Basierend auf den Ergebnissen der Dimensionierung wird ein Funktionsmuster gebaut. Die Konstruktion setzt auf Rapid Prototype Bauteilen und gängigen Antriebselementen auf. Die Spaltlampen-Instrumente werden als äquivalente Trägheitsmassen approximiert.

Das Funktionsmuster wird mittels NI LabVIEW gesteuert. Dabei dient ein handelsüblicher PC mittlerer Leistungsstärke als Host PC, welcher über TCP/IP mit einem NI Compact RIO RT System kommuniziert. Letzteres kontrolliert alle fünf Servoachsen über einen gemeinsamen CAN-Bus (Abbildung 3). Für die Software-Architektur werden typische LabVIEW-Design-Pattern wie der Producer Consumer Design und Funktionale Globale Variablen angewendet. Letztere sorgen für eine übersichtliche Programmstruktur und ermöglichen eine Datenkapselung auf einfache Art und Weise.

Es werden verschiedene Positioniermethoden implementiert. Darunter befindet sich auch eine Methode, womit zwischen zwei Haltungen linear interpoliert und schrittweise

die Zielhaltung erreicht wird. Für die Bedienung der Kinematik mittels PC-Maus reicht eine einfache asynchrone Point-to-Point Methode.

Das Ergebnis ist ein voll bedienbares Funktionsmuster, womit die Antriebslasten und die Antriebssteuerung reell abgebildet werden und Risikomassnahmen validiert werden können.

Proof-of-Concept und Abschluss der ersten Iteration

Bei der Validierung und Verifizierung des Roboterkinematik-Konzepts werden die zu Beginn gestellten Anforderungen geprüft: User-Anforderungen werden von Produktexperten beurteilt, technische Anforderungen werden beispielsweise in Form von Leistungsmessungen getätigt. Die gesammelten Ergebnisse ermöglichen eine Verfeinerung der Modellparameter und die relativ einfach umgesetzte Mechanik hebt subtil prioritär zu behandelnde Bereiche hervor.

Das Ergebnis der Masterarbeit zeigt, dass mitunter Einbezug von Robotik-Standards eine innovative Lösung zur Automatisierung einer klassischen Spaltlampe in nützlicher Zeit konzipiert und getestet werden kann. Mit den gewonnenen Erkenntnissen und erarbeiteten Grundlagen können Optimierungen gezielt angegangen und weiterführende Tests auch mit Anwendern in effizienter Zeit realisiert werden. Der Start für ein interessantes Projekt ist vorbereitet.

Projektteam FHNW

Prof. Dr. Roland Anderegg, Leiter Institut für Automation
 Prof. Dr. Jürg Peter Keller, Stv. Leiter Institut für Automation, juerg.keller1@fhnw.ch
 André Huber-Meznaric, Student Master of Advanced Studies in Automation Management

DIE Weiterbildung für angehende Projektleiter von Automatisierungsprojekten und Ingenieuren, die ihr Fachwissen aktualisieren möchten.

Das Studium wurde inhaltlich überarbeitet und auf die heutigen Herausforderungen hin aktualisiert. Die automatisierungstechnischen Grundlagen für Industrie 4.0 wurden erweitert durch die neuen Module 'Machine learning', 'I4.0' und 'Modellierung, Simulation und virtuelle Anlagen'. Bestehende Module wie 'Vertikale Integration', OPC mit OPC-UA und Robotik wurden an die neuen Herausforderungen angepasst.

Das Studium wird in Kooperation mit verschiedenen Fachhochschulen angeboten.

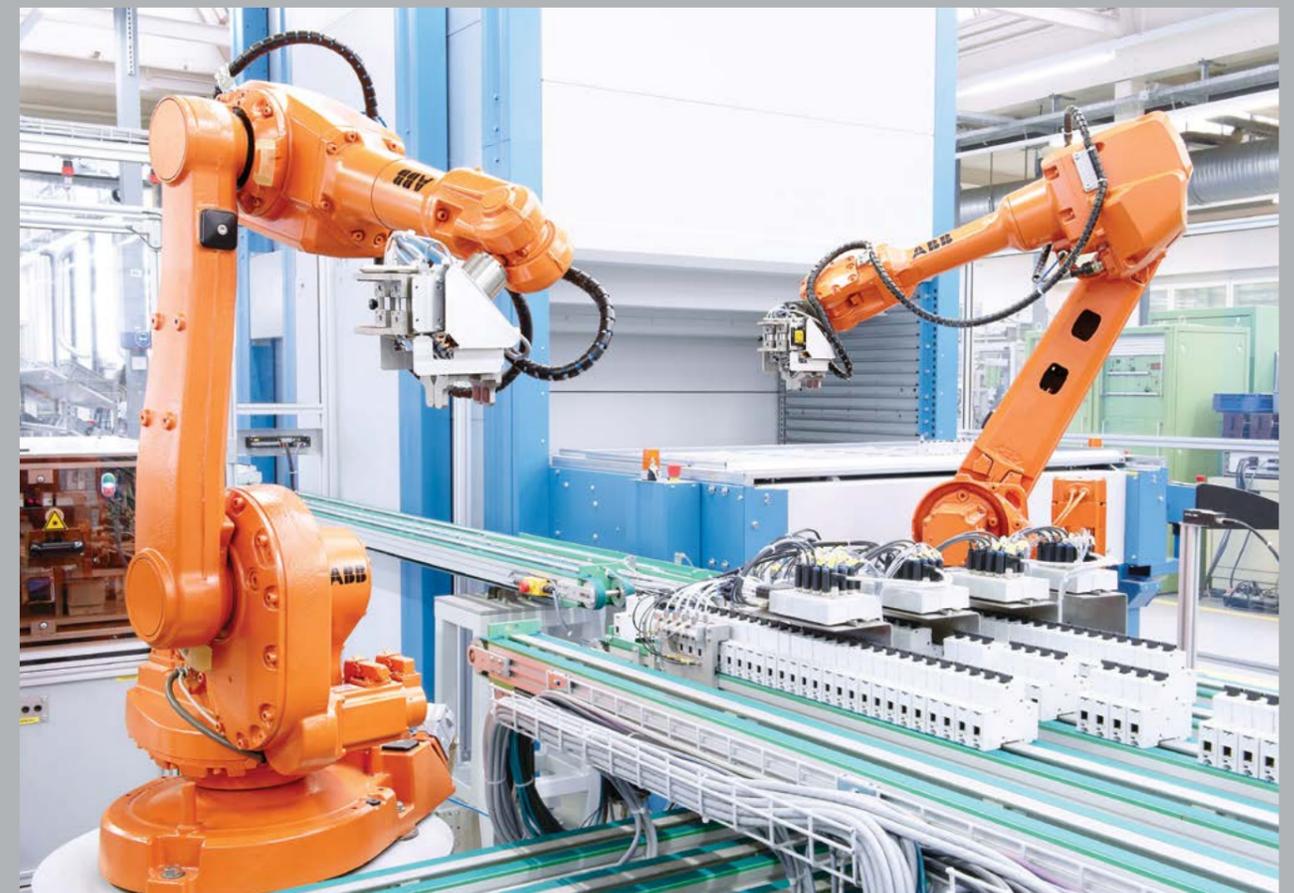
Start: 4. September 2017

Kontakt

Jürg Keller, Studiengangleiter MAS Automation Management, T +41 56 202 77 62, juerg.keller1@fhnw.ch
 Patrizia Hostettler, Sekretariat, T +41 56 202 72 18, weiterbildung.technik@fhnw.ch

Besuchen Sie unsere Infoveranstaltung – wir informieren Sie gerne:

Montag, 26. Juni 2017, 18.15 Uhr in Windisch
 Mittwoch, 23. August 2017, 18.15 Uhr in Windisch
www.fhnw.ch/wbt



Motivation für die Robotik

Schülerinnen und Schüler für MINT-Fächer zu begeistern, gehört zu wichtigen Aufgaben der technischen Gesellschaft. Beim Wettbewerb 2016 „Animal Allies“ untersuchten Jugendliche, wie die Interaktion zwischen Mensch und Tieren verbessert werden kann.

Jürg P. Keller



Im Zusammenhang mit Lego-Robotik hört man verschiedentlich Eltern klagen, dass ihr Kind mit viel Begeisterung sich ein Robotikset gewünscht hat. War der Wunsch erfüllt, so hätten die Kinder dann oft nur ein paar kleine Sachen ausprobiert und dann das Ganze zur Seite gelegt. Nur in Ausnahmefällen entwickelte sich dies zu einem Hobby. Woran liegt dies? Diese Frage wäre sicher ein interessantes und wesentliches Thema für eine systematische Untersuchung. Da mir keine solche bekannt ist, kann ich hier nur Vermutungen anstellen. Beim First-Lego-League-Wettbewerb findet man nämlich Jugendliche, die sich dies zum Hobby gemacht haben und dann oft auch einen Beruf in diese Richtung gewählt haben.

Spielt man alleine oder bestenfalls mit einem Kollegen mit Lego-Robotik, so fehlen oft mindestens drei wesentliche Aspekte, welche massgeblich zur Motivation beitragen. Der erste Aspekt ist ein Publikum, das die entwickelte Lösung richtig würdigt, der zweite sind Wettbewerbe, an denen

die Güte der Lösungen gemessen wird und der dritte ist das Teamerlebnis.

Ein paar Gedanken zu den einzelnen Aspekten. Ein Musiker wird nicht lange auf seinem Instrument üben, wenn er nirgends eine Gelegenheit hat, mit seinem Können ein Publikum zu erfreuen. Nur durch das Feedback der Zuhörer motiviert, wird er weiter an seinen Fähigkeiten arbeiten. Wo gibt es ein Publikum für Robotik-Tüftler? Ein First-Lego-League-Wettbewerb bietet hier eine kleine Arena der Familienangehörigen. Aber leider werden Robotikwettbewerbe von den Zeitungen und den Service-Public-Medien ignoriert. Ein sehr wichtiger Aspekt für die Motivation bilden Wettbewerbe. Bei einem Wettbewerb sind die Ziele klar definiert. Für vorgegebene, knifflige Aufgaben muss eine Lösung gefunden werden, die dazu nötigen Werkzeuge gebaut werden und die Software programmiert werden. Das Ganze muss so optimiert werden, dass es am Wettbewerb auch robust funktioniert. Mit einem klaren Ziel und

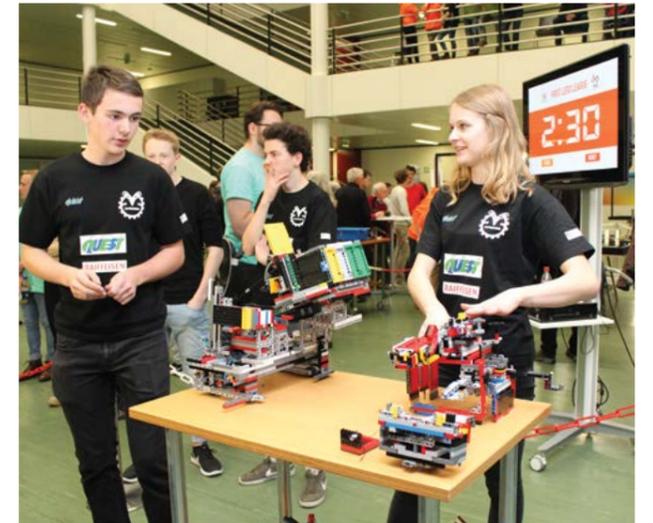
einem vorgegebenen Termin ist klar, dass zielstrebig auf eine Lösung hingearbeitet werden muss. Hier kommt nun auch der dritte Aspekt zum Tragen, nämlich das Teamerlebnis. Harmoniert das Team gut, so freut man sich auf das gemeinsame Tüfteln auch aus rein freundschaftlichen Gründen.

In verschiedenen Kantonen gezielt und im LP21 nach Gutdünken der Lehrperson wird nun mit etwa 50 Jahren Verspätung die Technikausbildung in Schulfächern eingeführt. Soll dies nachhaltig sein, so sind aufgrund der oben genannten Gründe auch Wettbewerbe nötig. Übrigens haben dies die Mathematiker schon längere Zeit erkannt und es gibt von den Schulen unterstützte Mathematikmeisterschaften.

An der FHNW am Institut für Automation organisieren wir seit 11 Jahren die First-Lego-League-Wettbewerbe. In diesem Jahr fand bei uns auch die Schweizermeisterschaft statt. Gruppen von 3-10 Jugendlichen im Alter von 10-16 Jahren zeigen, was sie im vergangenen Jahr für den Wettbewerb vorbereitet haben. Dazu bauen und programmieren sie einen Wettbewerbsroboter, der möglichst viele der im Voraus bekannten Aufgaben auf einem Spieltisch lösen kann. Zudem machen sie eine Forschungsarbeit, dieses Jahr zum Thema ‚Animal Allies‘, oder das Zusammenleben mit Tieren. Die Resultate der Arbeit werden am Wettbewerb in einer Präsentation vorgestellt.

Wir hoffen nun, dass die Lehrpersonen die Bedeutung der Wettbewerbe für die Technikausbildung erkennen und viele mit ihren Schulklassen an diesem Wettbewerb oder anderen Wettbewerben teilnehmen.

Team beim Lösen der Live-Challenge-Aufgabe am First-Lego-League 2016. An der Live-Challenge muss eine im Voraus nicht bekannte Aufgabe vor Ort gelöst werden. Der Anlass wurde von Swisslos Aargau finanziell unterstützt.



Projektteam

Prof. Dr. Jürg P. Keller, Projektleiter, juerg.keller1@fhnw.ch
Patrick Read, Bachelor of Science FHNW in Systemtechnik, Student Master of Science in Engineering MSE und wissenschaftlicher Assistent, patrick.read@fhnw.ch



Miniaturisierung und Optimierung einer Röntgenstrahl-Konditionierungseinheit für eine Synchrotronstrahllinie

Im Rahmen des Gesamtprojekts „Mikrofokussierungs-Upgrade der Strahllinie X10SA“ soll eine Lösung für eine Strahlkonditionierungseinheit erarbeitet werden. Diese soll der Strahllinie X10SA in Zukunft erlauben, den deutlich stärker fokussierten Röntgenstrahl effektiv und sowohl räumlich nah am Messpunkt sowie in angemessener zeitlicher Auflösung zu diagnostizieren und zu modifizieren. Aufgrund der räumlichen Gegebenheiten muss die Einheit dazu deutlich minimiert und die diagnostische Leistung verbessert werden.

Dazu wird im Rahmen eines Studierendenprojekts zunächst ein Konzept für eine neue Strahlkonditionierungseinheit erarbeitet und anschliessend in einem Prototyp realisiert und geprüft.

Nathalie Meier

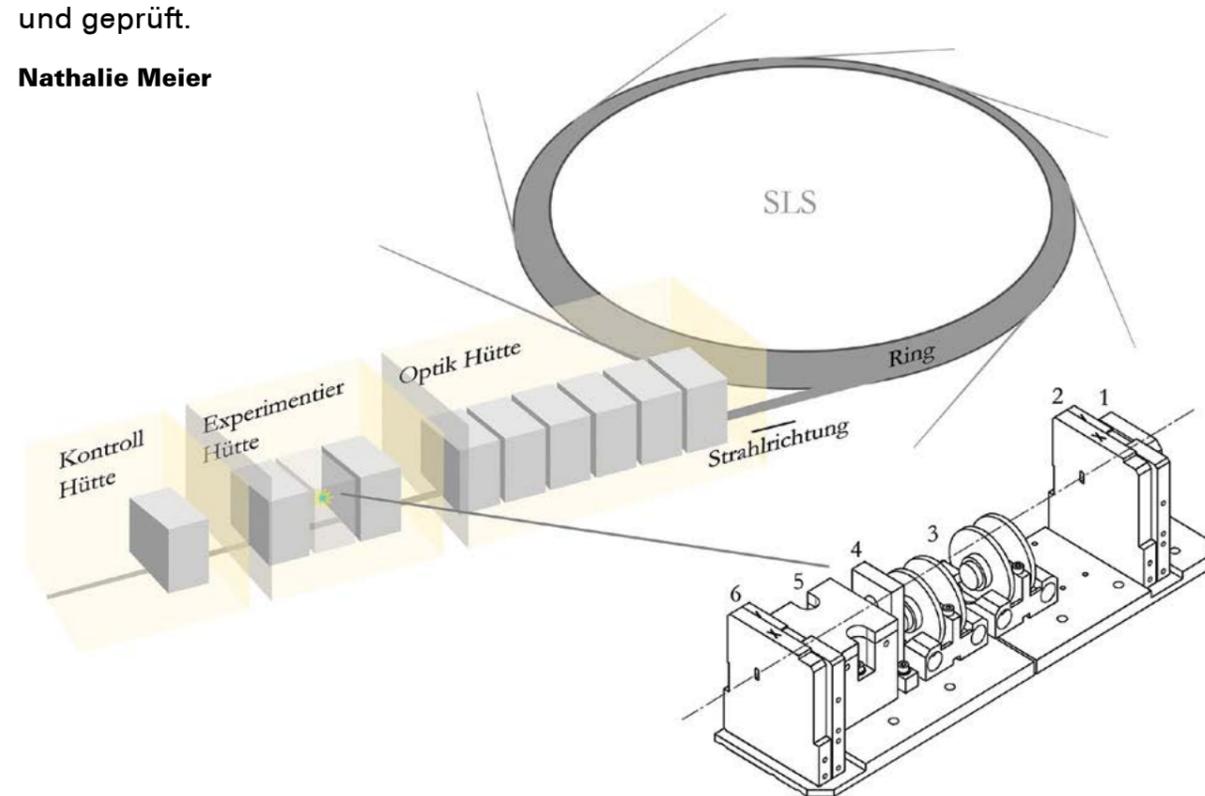


Abbildung 1: Situierung sowie Aufbau und Funktion der (alten) BCU an der Strahllinie X10SA am SLS

Die Strahllinie X10SA an der Synchrotron Lichtquelle Schweiz (kurz: SLS) am Paul Scherrer Institut in Villigen AG ist darauf spezialisiert, mit Röntgenlicht Proteinkristalle zu untersuchen. Dazu werden die Proteinkristalle in den Fokuspunkt des Röntgenstrahls gehalten. Ein Teil der vorgängigen Aufbereitung des Strahls geschieht in der Strahlkonditionierungseinheit (Beam Conditioning Unit, kurz: BCU). Die BCU ist verantwortlich für die finale Diagnose, Formung

und Abschwächung des Röntgenstrahls. Ihre Platzierung nahe der Probe ist kritisch, da die Diagnose der Strahlqualität unmittelbar vor Streuung des Lichts am Kristall erfolgen muss.

In Zukunft wird es möglich sein, das Röntgenlicht über spezielle Optik auf wenige Quadratmikrometer zu fokussieren. Mit der Installation dieser zusätzlichen Röntgenoptik nahe

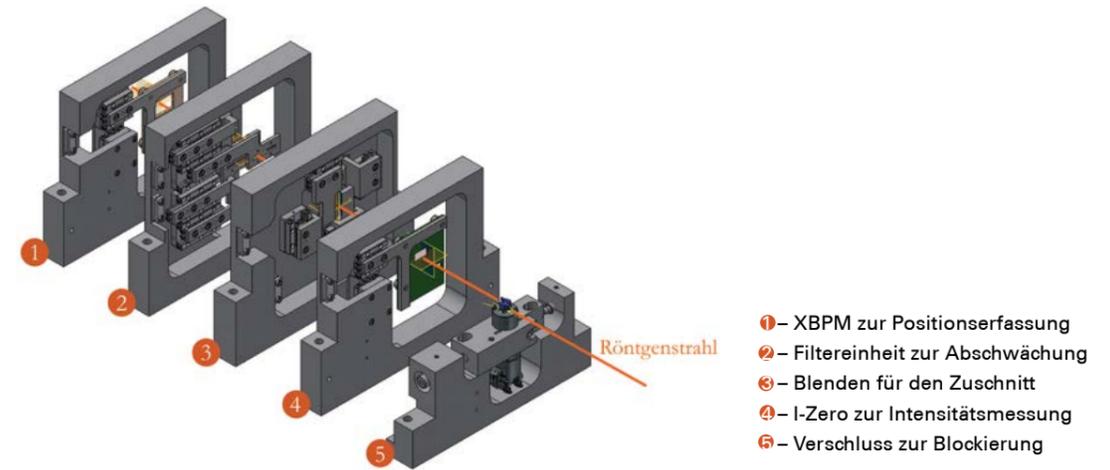


Abbildung 2: Aufbau der neuen BCU

der Probe ist der Raum für die BCU extrem limitiert, weshalb im Kontext einer Studierendenarbeit ein zuverlässiges Konzept erarbeitet und umgesetzt werden soll, das es ermöglicht, alle nötigen Komponenten auf kleinstem Raum und zudem wie bis anhin im Vakuum zu platzieren.

Der Strahl gelangt vom Ring durch verschiedene Aufbereitungseinheiten zur BCU, welche sich fast direkt vor der Vorrichtung zur Befestigung des Proteinkristalls (Fokuspunkt) befindet (Abbildung 1).

Die Konditionierung des Röntgenstrahls in der BCU erfolgt in mehreren Stufen: Erfassung der Strahlposition und der Strahlintensität, Zuschneiden des Strahls in horizontaler und vertikaler Richtung, Abschwächung des Strahls durch Filterung in mehreren Stufen sowie Blockierung des Strahls bei Nichtgebrauch.

Für die verschiedenen Funktionen kommen unterschiedliche Komponenten zum Einsatz (Abbildung 1): ein Strahlpositionsmonitor (1, XBPM, X-Ray Beam Position Monitor), ein Intensitätsmonitor (4, I-Zero, resp. BIM, Beam Intensity Monitor), Blenden (2, 6, Slits), Filter (3) sowie ein Strahlverschluss (5, Shutter).

Die BCU wird unter Hochvakuum betrieben (10^{-5} – 10^{-6} mbar), weshalb alle Komponenten entsprechend ausgelegt sein müssen.

Projektziele

Die BCU muss einer Vielzahl von Anforderungen gerecht werden. Da die Anlage sechs Tage pro Woche in Betrieb ist und die BCU zudem in einer Vakuumkammer verbaut ist, müssen alle Komponenten zuverlässig funktionieren.

Die Anforderungen umfassen je nach Komponente wartungsfreien Betrieb während mindestens zwei Jahren, Schutz vor Strahlenschaden, hohe Positioniergeschwindigkeit oder -genauigkeit sowie hochwertige Verarbeitung des Materials.

Aufgrund der Integration neuer Röntgenoptik sind die Platzverhältnisse für die BCU stark limitiert. Es ist daher

eine Lösung gefragt, die es ermöglicht, die BCU samt aller bisheriger Funktionen und neuer optimierter Komponenten im verbleibenden Raum zwischen Kristall und Röntgenoptik zu platzieren. Dieses Projekt umfasst die Planung und Evaluation der zu entwickelnden Komponenten und deren Konstruktion bis hin zur Fertigung eines BCU Prototyps. Die Vakuumkompatibilität sowie die Integration in das Gesamtkonzept sind dabei vollumfänglich zu berücksichtigen. Anhand von Funktionstests soll der Prototyp validiert und damit eine erfolgreiche Inbetriebnahme an der Strahllinie gewährleistet werden.

Konzeptionierung und Konstruktion

Die BCU setzt sich künftig aus fünf voneinander unabhängigen Komponenten zusammen (Abbildung 2).

Zur automatischen Positionierung von Sensoren und „Werkzeugen“ zur Konditionierung des Strahls werden Linearpositionierer verwendet. Mit zwölf auf dem Piezo-Antriebsprinzip basierenden Linearpositionierern lassen sich die Komponenten in der Ebene sehr präzise auf die veränderliche Position des Strahls ausrichten (Positionsauflösung von 1 nm). Durch die geringe Baugröße erlauben die Positionierer die notwendige, schmale Bauweise der BCU von weniger als 110 mm in Strahlrichtung.

Die Befestigung der Komponenten erfolgt modular, sodass diese unabhängig voneinander ein- und ausgebaut werden können. Dazu wird jede Komponente als Einschub (Slot) konstruiert. Über eine Basisplatte verbunden bilden die Einschübe zusammen die BCU und können daher auch als Einheit aus der Vakuumkammer gehoben werden. Diese Art von Flexibilität beim Ein- und Ausbau erlaubt sowohl eine effizientere als auch vereinfachte Arbeitsweise bei Wartung. In Anbetracht der erschwerten Zugänglichkeit durch Betrieb unter Vakuum ist der Nutzen solcher Konstruktionsüberlegungen nicht zu unterschätzen (unvorhergesehene Unterbrechungen des Betriebs sind teuer und Arbeiten an respektive in der Vakuumkammer verlangen nach „umständlichen“ Schutzmassnahmen gegen Verschmutzung für die Kammer und eingebaute Systeme). Basisplatte und Einschübe werden beim Einbau durch Führungen automatisch positioniert.

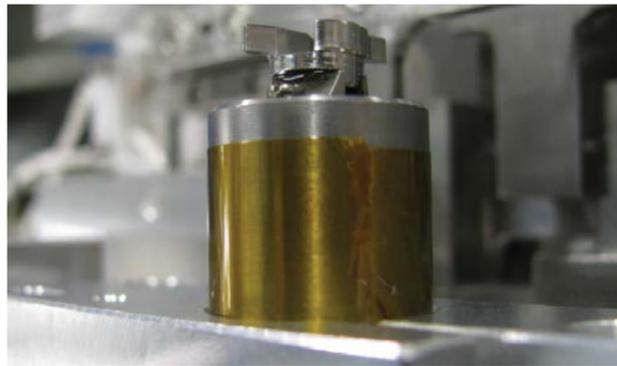
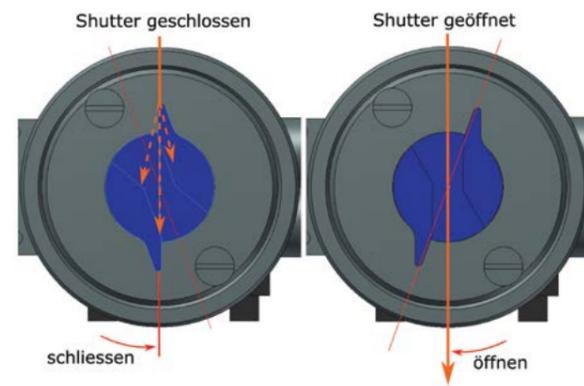


Abbildung 3: Funktion des Verschlusses



Bei der Wahl von zugekauften Komponenten wurde soweit als möglich auf Standardkomponenten zurückgegriffen, um die Integration in die übergeordnete Anlagensteuerung EPICS (Experimental Physics and Industrial Control System) zu vereinfachen.

Evaluation eines Strahlverschlusses

Für die Funktion des Verschlusses wurden zunächst verschiedene Mechanismen miteinander verglichen, die allesamt gemeinsam haben, einen Durchgang (für den Strahl) offen zu halten oder zu schliessen. Die Entscheidung fiel auf den Antrieb eines Galvanometer-Scanners, dessen besondere Eigenschaft es ist, Positionen eines definierten Winkelbereichs innert Millisekunden präzise anfahren zu können.

Um den Scanner als Verschluss verwenden zu können, wurde eine spezielle Apertur aus rostfreiem Stahl gefertigt und auf der Welle befestigt (Abbildung 3)

Der Verschluss sollte den Strahl idealerweise innerhalb von 1 ms blockieren können, wobei die Wiederholgenauigkeit sehr wichtig ist, da von ihr die Über- bzw. Unterbelichtung des Kristalls abhängt. Mit dieser Apertur wurde eine Positionierzeit von 1.3 ms erreicht. Der Galvomotor lenkt sich dabei um 20° aus. Durch einen integrierten optischen Positionssensor kann der Status des Verschlusses überprüft werden.

Die Adaption dieses nicht für Vakuumanwendungen geeigneten Galvomotors konnte nicht abschliessend vorgenommen werden und ist Gegenstand laufender Entwicklungen. Zur ersten Inbetriebnahme wird deshalb eine neuere Version des alten Strahlverschlusses verwendet.

Validierung Prototyp

Die Linearpositionierer wurden einzeln auf Funktionalität getestet. Durch das Antriebsprinzip verfügen die Positionierer über Selbsthaltung (unabhängig ihrer Einbauorientierung) innerhalb einiger Nanometer, auch bei ausgeschalteter Kontrolleinheit. Die Selbsthaltekraft liegt bei 3.5 N.

Weiter wurden alle Positionierer erfolgreich auf die vorgesehenen Belastungen geprüft. Nachdem einige fertigungsbedingte Fehler an den Bauteilen beseitigt wurden, konnte auch sichergestellt werden, dass keine Kollision zwischen beweglichen Teilen stattfinden kann. Die Feineinstellung der Sensoren und „Werkzeuge“ erfolgt wie auch die Kalibration mit Einberechnung des Strahlwinkels nach dem Einbau in die Strahllinie.

Ergebnisse und Ausblick

Im Rahmen dieses Studierendenprojektes wurde ein Konzept geplant und realisiert, wodurch die Komponenten der BCU derart zusammengerückt werden können, dass der Röntgenstrahl vorerst nahe genug am Messpunkt diagnostiziert und modifiziert werden kann.

Die bisherigen Aufgaben umfassen die Konzeptionierung sowie die Realisierung und die weitgehende Validierung eines Prototyps (Abbildung 4). Die Hauptziele konnten mehrheitlich umgesetzt werden, und für noch offene Pendenzen konnten realistische Lösungsvorschläge erarbeitet werden, auf Basis derer eine Weiterarbeit am bzw. eine Optimierung des Prototyps möglich ist.



Abbildung 4: BCU Prototyp

Besonderer Dank für das entgegengebrachte Vertrauen bei der Umsetzung eines derart vielseitigen Studierendenprojektes geht an die Gruppe für Makromolekulare Kristallographie des Paul Scherrer Instituts.

Auftraggeber

Paul Scherrer Institut, Projektleiter Dr. Florian Dworkowski

Projektteam FHNW

Nathalie Meier, Bachelor-Studierende im Studiengang Systemtechnik
 Jérôme Blum, Wissenschaftlicher Assistent, jerome.blum@fhnw.ch
 Prof. Dr. Sebastian Gaulocher, Dozierender, sebastian.gaulocher@fhnw.ch

Mit dem Bachelor-Diplom zu neuen Karriereperspektiven

Die praxisorientierte Ingenieur-Ausbildung an der FHNW bereitet die Studierenden hervorragend auf den Berufseinstieg vor und eröffnet neue Karriereperspektiven. Dabei zeichnet sich ein neuer Studientrend ab: Immer mehr junge Frauen und Männer wählen das berufsbegleitende Studium – davon profitieren auch die Arbeitgeber.

Die Informatikerinnen und Informatiker sowie die Ingenieurinnen und Ingenieure der FHNW sind bei Unternehmen in Industrie und Wirtschaft äusserst gesucht.

Einblicke in die Unternehmenswelt

Die praxisorientierte Ausbildung an der FHNW ist ein Erfolgsmodell. Ab dem ersten Semester arbeiten die Studierenden an Projekten und lernen im Laufe der Ausbildung verschiedenste Unternehmen und Branchen kennen, eine ideale Vorbereitung auf ihren Berufseinstieg.

Neuer Studientrend – auch in klassischen Disziplinen

Nebst dem klassischen Vollzeitstudium entscheidet sich eine zunehmende Zahl von jungen Frauen und Männern für die berufsbegleitende Ausbildung.

Job und Studium kombinieren – unabhängig bleiben

Das Ausbildungskonzept ermöglicht inhaltlich und zeitlich eine individuelle Gestaltung des Studiums. Für viele Studierende ist die Ergänzung von Theorie und Praxis ideal. Sie bleiben finanziell unabhängig und können das Erlernte direkt in ihrem Unternehmen umsetzen.

Arbeitgeber profitieren gleich mehrfach

Die Arbeitgeber profitieren gleich mehrfach vom Bachelor-Studium ihrer Mitarbeitenden: Das Know-how bleibt dem Betrieb erhalten und im Rahmen von Studierendenprojekten können Aufgabenstellungen aus dem Unternehmen bearbeitet werden. Und fast immer sind berufsbegleitend Studierende nicht nur sehr belastbar, sondern hoch motivierte Mitarbeitende, die dem Unternehmen auch über den Studienabschluss hinaus erhalten bleiben.

Zentral studieren auf dem neuen Campus Brugg-Windisch

Mit Ausnahme der Optometrie (Olten) und Mechatronik tri-national (Muttenz) werden die Bachelor-Studiengänge auf dem neuen Campus Brugg-Windisch FHNW, direkt neben dem Bahnhof SBB, durchgeführt. Die Studierenden profitieren vom anregenden Campus-Ambiente mit seiner modernsten Lernumgebung sowie von vielen sportlichen und kulturellen Angeboten.

www.fhnw.ch/technik/bachelor

Technik-Infotage in Brugg-Windisch

17. November 2017 und 2. März 2018 : www.fhnw.ch/technik/infotage



Das Studium als Investition in die Zukunft

«Mit dem Studium an der FHNW erhalte ich ein breitgefächertes Wissen und kann mein Know-how spezifisch am Arbeitsplatz anwenden.»

André Renggli, Student berufsbegleitendes Studium, Bachelor of Science FHNW in Systemtechnik; Projektleiter, Chestonag Automation AG, Seengen



Mein Studium, meine Faszination

«Die Studienrichtung Systemtechnik wählte ich, weil mich Automation schon immer fasziniert hat. Die Ingenieurausbildung bot mir einen vertieften Einblick in dieses Gebiet und in verschiedene andere Technologien.»

Silvia Walti, Diplomandin Bachelor of Science FHNW in Systemtechnik mit Vertiefung Automation

Studierendenprojekte und Bachelor-Thesen

Die nachfolgenden Arbeiten wurden im Rahmen des Studienganges Systemtechnik durch Dozierende und wissenschaftliche Mitarbeitende des Instituts für Automation der Hochschule für Technik FHNW betreut.

Themengebiet / Projektidee / Aufgabenstellung	Auftraggeber/Partner	Advisor	Studierende
Offline-Programmierung von Industrieroboteranlagen	Franke Water Systems AG KWC	Edelmann Max	Heri Benjamin
Smarte Kommunikations-Schnittstellen für Geräte in einem Energieverbund	Smart Energy Control GmbH	Zogg David, Trayler James	Schneider Kaspar
Optimierung eines Energy Harvester Systems	Camille Bauer Metrawatt AG	Kurmann Lukas	Begert Daniel
Entwässerungssysteme mittels Hochleistungs-Vakuum-kompressoren	MAN Diesel & Turbo Schweiz AG	Sekler Jörg	Häfeli Daniel
Zukunftssicher dank Smart Grid	ids Schweiz AG	Gysin Hans	Gugler Thomas
Simulation von Drahtschwingung und Abtragrate beim Drahtsägen	Meyer Burger Technology AG	Gauloche Sebastian, Treyer Daniel	Kalt Roger
Regler-Tuning Assistent für Positionier-Systeme	Roche Diagnostics International AG	Furrer Patrick	Hüni Jonathan
Merkmale von Bewusstsein und Bewusstlosigkeit auf der Netzwerkebene des Gehirns	Technische Universität München, Klinikum rechts der Isar	Steiner Marcel, Gauloche Sebastian	Brigger Melanie
Schulungssystem: Pulsgenerator zur Simulation von elektrischen Teilentladungen	Alstom Power Thermal Services	Stuber Bruno, Germann Silvano	Steiger Silvan
Prädiktive Eigenverbrauchsoptimierung mit Wetterprognosen	Smart Energy Control GmbH	Zogg David, Germann Silvano	Koller Michael
Smarte Kommunikations-Schnittstellen für Geräte in einem Energieverbund	Smart Energy Control GmbH	Zogg David, Dunjic Aleksandar	Schneider Kaspar
Neue Automatisierungsgeneration für Druckverarbeitungssysteme	Müller Martini Druckverarbeitungs-Systeme AG	Anderegg Roland, Wiss Dominik	Hänseler Armon
Modellierung und Simulation einer energieeffizienten Magnetkupplungspumpe	CP Pumpen AG	Stuber Bruno, Niederberger Stefan	John Jean-Paul
Automation eines mobilen Roboters für die Bombenbergrung	RUAG Schweiz AG	Anderegg Roland, Umbricht Stefan	Eggenberger Florian
Optimierung einer Drahtsäge für Solarwafer und Durchführung von Versuchen	Meyer Burger Technology AG	Gauloche Sebastian, Treyer Daniel, Germann Silvano	Schneider Timon
Retrofit des BACnet-Prüfstandes am Institut IA	FHNW, Institut für Automation	Eichin Heinz	Leutwiler Nico
Prototyp Steuerung für Jalousien	Griesser Electronic AG	Eichin Heinz, Germann Silvano	Ostgen Lukas
Roboter zur Reinigung des Stallbodens	Landwirtschaftlicher Betrieb Kofel	Anderegg Roland	Kofel Simon
Entwicklung der Messeinrichtungen zur Prozessregelung in I 4.0-Produktionen	Franke Water Systems AG KWC	Anderegg Roland, Edelmann Max	Leisi Marc
Optimierung eines Energy Harvester Systems	Camille Bauer Metrawatt AG	Kurmann Lukas	Begert Daniel
Software Migration mit Erweiterung für Datenbank und OPC-Interface	SpectraFlow Analytics Ltd	Gauloche Sebastian	Saner Kevin
Rollstuhlnavigationssystem	Curtis Instruments AG	Gauloche Sebastian	Graf Mathias
Analyse und Prozessoptimierung eines 3D Laser-Sinter Druckers	Sintratec AG	Sekler Jörg	Schneidler Jan
Entwässerungssysteme mittels Hochleistungs-Vakuum-kompressoren	MAN Diesel & Turbo Schweiz AG	Sekler Jörg	Häfeli Daniel

Optimierung Röntgenstrahlkonditionierungseinheit für Synchrotronstrahllinie	Paul Scherrer Institut PSI	Gauloche Sebastian, Blum Jérôme	Meier Nathalie
Automation Gussputzen	Christenguss AG	Anderegg Roland, Edelmann Max	Böni Manuel F.
Optimierung Stromversorgung mobiler Roboter in der Logistik	ABB Schweiz AG	Gysin Hans, Edelmann Max	Weibel Andreas
Vollautomatische Diffusstrahlungsmessung	FHNW, Institut für Energie am Bau	Eichin Heinz	Walker Philipp
Positionsregelung Treppenreinigungsroboter	FHNW, Institut für Automation	Keller Jürg	Frommenwiler Dominic

Vertiefungsprojekte 2016 der Masterstudierenden

Projektthema	Auftraggeber	Advisor	Studierende
Modellierung und Regelung einer neuartigen Technologie für den Strassenabbau	Ammann Schweiz AG	Anderegg Roland	Blum Jérôme
Effiziente Elektroantriebe	Micro-Motor AG	Stuber Bruno	Elber Sebastian
Entwicklung eines Fussbewegungsgenerators	Tracker AG	Gysin Hans	Ernst Benjamin
Energie- und ressourceneffizientes Design für Verdichtungsgeräte im Strassenbau	Ammann Schweiz AG	Anderegg Roland	Wiss Dominik
Industrielle Single Board Systeme mit Realtime-Eigenschaften	FindMine	Eichin Heinz	Ruch Basil
Doppel-Pendel für «Exzenter Generator» (FS16) Mech. «Wirkungsgrad-Studie» zum Exzenter Generator (HS16)	Tracker AG	Gysin Hans	Read Patrick
Untersuchung zum Thema Mobilität im Alter	FHNW internes Projekt IA	Anderegg Roland	Villinger Joachim
Untersuchung Fertigungsprozessbeschreibung über die gesamte Wertschöpfung zur Einführung neuer Designprodukte in die automatisierte Fertigung	Franke Water Systems AG, KWC	Anderegg Roland	Füglister Matthias
Effiziente Windenergienutzung mit modular aufgebauten Generator- und Umrichter- Einheiten	BFE Bundesamt für Energie	Schleuniger Pascal, Anderegg Roland	Sabatella Alessandro
Produktivitätssteigerung von Diamantdrahtsägen	Meyer Burger AG	Gauloche Sebastian	Steger Jan
Vermessung von bewegtem Pantograph mittels industrieller Bildverarbeitung	FHNW internes Projekt IA	Gauloche Sebastian	Steger Jan
Analyse verschiedener Regressionsverfahren im Bereich Nahinfrarotspektroskopie mit Schwerpunkt Eisenerz	SpectraFlow Analytics AG	Gauloche Sebastian	Lüthy Michael
Konnektivität zwischen Gehirnarealen während Bewusstlosigkeit - Eine Untersuchung von EEG- und fMRT-Daten in unterschiedlichen Tiefen der Narkose	Technische Universität München - Klinikum rechts der Isar	Gauloche Sebastian	Lüthy Michael
Regelung eines Piezo-gesteuerten Positioniertisches zur nanolithographischen Oberflächenbearbeitung	SwissLitho AG	Sekler Jörg	Berta Marco
iKneader - Teilprojekt Energy Harvester	List AG	Keller Jürg P.	Umbricht Stefan
Robust and Optimal H _∞ -control in LabVIEW	FHNW internes Projekt IA	Keller Jürg P.	Zeugin Pascal
Auslegung und Aufbau eines Wärmepumpen-Prüfstandes	Viessmann Schweiz AG	Zogg David	Amport Hannes
Innovative Eigenverbrauchsoptimierung für Mehrfamilienhäuser über lokale Strombörse	Smart Energy Control GmbH	Zogg David	Koller Michael

Konferenzbeiträge

Anlässlich von Konferenzen hielten die Mitarbeitende des Instituts für Automation zahlreiche Referate zu ihren Fachgebieten.

Konferenz	Datum	Hochschule	Referate des Instituts für Automation
45th Int. Congr. and Expo. on Noise Control Engineering INTER-NOISE 2016	21.08.-24.08.2016	Technische Universität Hamburg-Harburg, Hamburg, Deutschland	Daniel Treyer, Sebastian Gaulocher, Silvano Germann and Mathias Siegenthaler, "Silence is golden - Implementation of a noise cancelling office chair," in Proc. 45th Int. Congr. and Expo. on Noise Control Engineering INTER-NOISE 2016, Hamburg, Germany, 2016, pp. 3027-3038.
23rd Int. Congr. on Sound and Vibration ICSV23	10.07.-14.07.2016	University of Thessaly, Athens, Greece	Daniel Treyer, Sebastian Gaulocher, Silvano Germann and Erwin Curiger, "Towards the Implementation of the Noise-Cancelling Office Chair: Algorithms and Practical Aspects," in Proc. 23rd Int. Congr. on Sound and Vibration ICSV23, Athens, Greece, 2016.
Gießerei 4.0 - 2. Symposium 2016	1-2.12.2016	Geldern, Deutschland	Max Edelmann und Florian Christen, "Auf dem Weg zur Gießerei 4.0 - Mit Cyber-Physischen Systemen zu vollautomatisierten Gießprozessen," Konferenz Gießerei 4.0 - 2. Symposium, Geldern: VDG Akademie, 2016
SWISSED16 - The Swiss Society of Systems Engineering Day	12.09.2016	Zürich	Max Edelmann, "Industry 4.0 in R&D & Continuing Education at the University of Applied Sciences Northwestern Switzerland," Swiss Systems Engineering Day 2016, Zürich: Swiss Society of Systems Engineering, 2016.
SWISSED16 - The Swiss Society of Systems Engineering Day	12.09.2016	Zürich	Jörg Sekler, "The Systems Engineering Landscape from the Perspective of a Swiss University of Applied Sciences (UAS)," Swiss Systems Engineering Day 2016, Zürich: Swiss Society of Systems Engineering, 2016.

Preise

SwissVacuum Preis 2015

Marcus Schmidt in Anerkennung seiner Bachelorthesis im Studiengang Systemtechnik mit dem Titel «Entwicklung einer Sputter-Gun zu Gold-Evaporator»

EU-Patent

'Vorrichtung und Verfahren zum Bearbeiten von Lebensmittelmassen', M. Gräber, P. Braun, J.P. Keller

Publikationsliste Institut für Automation 2016

L. Kurmann, Y. Jia, Y. Manoli and P. Woias, Magnetically levitated autoparametric broadband vibration energy harvesting, in *Proc. 16th Int. Conf. on Micro and Nanotechnology for Power Generation and Energy Conversion Applications PowerMEMS 2016*, Paris, France, 2016.

L. Kurmann, Y. Jia, D. Homann, Y. Manoli and P. Woias, Rotary bistable and parametrically excited vibration energy harvesting, in *Proc. 16th Int. Conf. on Micro and Nanotechnology for Power Generation and Energy Conversion Applications PowerMEMS 2016*, Paris, France, 2016.

M. Edelmann und F. Christen, Auf dem Weg zur Giesserei 4.0 - Mit Cyber-Physischen Systemen zu vollautomatisierten Giessprozessen, *Konferenz Giesserei 4.0 - 2. Symposium*, Geldern: VDG Akademie, 2016.

Daniel Treyer, Sebastian Gaulocher und Silvano Germann, Aktive Schallauslöschung für Bürostühle, *Lärmbekämpfung*, Bd. 11, Nr. 6, 2016.

Jérôme Blum and Roland Anderegg, Modelling of an Innovative Technology for Pavement Milling, in *Proc. 7th IFAC Symposium on Mechatronic Systems MECHATRONICS 2016*, Leicestershire, UK, 2016, pp. 591-597.

Max Edelmann, Industry 4.0 in R&D & Continuing Education at the University of Applied Sciences Northwestern Switzerland, *Swiss Systems Engineering Day 2016*, Zürich: Swiss Society of Systems Engineering, 2016.

Daniel Treyer, Sebastian Gaulocher, Silvano Germann and Mathias Siegenthaler, Silence is golden - Implementation of a noise cancelling office chair, in *Proc. 45th Int. Congr. and Expo. on Noise Control Engineering INTER-NOISE 2016*, Hamburg, Germany, 2016, pp. 3027-3038.

Daniel Treyer, Sebastian Gaulocher, Silvano Germann and Erwin Curiger, Towards the Implementation of the Noise-Cancelling Office Chair: Algorithms and Practical Aspects, in *Proc. 23rd Int. Congr. on Sound and Vibration ICSV23*, Athens, Greece, 2016.

Max Edelmann, Effiziente Fertigung von Einzelstücken, *Bulletin Electrosuisse*, Ausgabe 7/2016, S.2830.

Marc Engeler, Daniel Treyer, David Zogg, Andreas Kunz and Konrad Wegener, Condition-based Maintenance: Model vs. Statistics A Performance Comparison, in *Proc. 49th CIRP Conf. on Manufacturing Systems*, Stuttgart, Germany, 2016.

David Zogg, Intelligente Einbindung der Elektromobilität, *ET-Elektrotechnik*, Ausgabe 4/16.

M. Edelmann, R. Anderegg und A. Adam, Patent EP 2974827. Verfahren zum Betreiben einer Bandschleifvorrichtung - Method for operating a belt-sanding device, Patentblatt 2016/03.

David Zogg, Regelstrategien für die Optimierung des Eigenverbrauchs von Gebäuden, *Bundesamt für Energie (BFE)*, 2013-15, Schlussbericht.



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

Leiter Institut für Automation
Prof. Dr. Roland Anderegg
T +41 56 202 77 43, roland.anderegg@fhnw.ch

Sekretariat Institut für Automation
T +41 56 202 75 28, info.ia.technik@fhnw.ch

Weiterbildung MAS Automation Management
Studiengangleiter Prof. Dr. Jürg P. Keller
T +41 56 202 77 62, juerg.keller1@fhnw.ch
www.fhnw.ch/wbt/mas/am

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW
Hochschule für Technik
Institut für Automation
Klosterzelgstrasse 2
CH-5210 Windisch

www.fhnw.ch/technik/ia