

**ABSCHLUSSARBEITEN**

**FH-BACHELORSTUDIENGANG  
AUTOMATISIERUNGSTECHNIK**

**Jahrgang ATB 20**

**FH-MASTERSTUDIENGANG  
AUTOMATISIERUNGSTECHNIK-  
WIRTSCHAFT**

**Jahrgang ATM 21**

**WISSENSCHAFT UND PRAXIS**

Beiträge zur technisch-wissenschaftlichen Forschung



FACHHOCHSCHULE DER WIRTSCHAFT



## **IMPRESSUM**

### **Herausgeber**

FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Udo Traussnigg  
Department Automatisierungstechnik an der Fachhochschule CAMPUS 02

Körblergasse 126  
8010 Graz

+43 316 6002-727  
at@campus02.at  
[www.campus02.at/automatisierungstechnik](http://www.campus02.at/automatisierungstechnik)

### **Druck**

Druckhaus Thalerhof GmbH

### **Fotos**

Oliver Wolf, Stefan Leitner, Marija Kanizaj, Andritz AG

Vorbehaltlich Satz- und Druckfehler.

# VORWORT

## UDO TRAUSSNIGG



Das Department Automatisierungstechnik an der FH CAMPUS 02 nimmt für sich in Anspruch, eine akademische Ausbildung mit engem Bezug zur Praxis zu bieten.

Um diesem Anspruch gerecht zu werden, bedarf es einer entsprechenden Qualifikation der Studierenden, die zum Großteil bereits zu Studienbeginn facheinschlägige Berufserfahrung vorweisen, sowie der haupt- und nebenberuflichen Lehrenden, bei deren Auswahl besonderes Augenmerk auf die Verknüpfung von Hochschulabschluss und Praxiserfahrung gelegt wird. Diese Verankerung in der Praxis haben sie mit den berufstätigen Studierenden gemeinsam.

Am besten verdeutlicht wird die erfolgreiche Kombination von Hochschulniveau und Praxisbezug aber in den Abschlussarbeiten, die von den Studierenden zum überwiegenden Teil in Zusammenarbeit mit Wirtschaftstreibern verfasst werden, teils aber auch im Zuge einer selbstständigen unternehmerischen Tätigkeit entstehen. Dabei werden basierend auf der eigenständigen Anwendung der erworbenen Kernkompetenzen der Automatisierungstechnik konkrete Lösungen für konkrete Aufgabenstellungen erarbeitet und in den Betrieben umgesetzt.

Die vorliegende Broschüre erscheint jährlich zur Veranstaltung „Innovation of Automation“. Der Titel dieser Veranstaltung ist für uns Programm. In dieser Broschüre finden Sie eine Auflistung der aktuellen Masterarbeiten inklusive Kurzfassung sowie die Themen der aktuellen Bachelorarbeiten des Departments Automatisierungstechnik. Diese Abschlussarbeiten dokumentieren die Vielfältigkeit der Themen im Bereich der Automatisierungstechnik und zeigen deren schwerpunktmäßige Aufgliederung in die drei Säulen des Studiums: Elektrotechnik, Informatik und Maschinenbau.

Die Abschlussarbeiten sind die Visitenkarten der einzelnen Absolvent\*innen sowie des Departments Automatisierungstechnik und der FH CAMPUS 02.

Bedanken möchte ich mich an dieser Stelle bei den Lehrenden für deren Betreuung sowie bei den Unternehmen für deren Bereitschaft, die berufsbegleitend Studierenden über die Dauer ihres Studiums hindurch und vor allem bezüglich der Abschlussarbeit zu unterstützen.

# VORWORT

## @ ABSOLVENT\*INNEN:

Ich wünsche viel Erfolg auf dem weiteren Lebensweg und ich lade gleichzeitig ein, auch künftig mit dem Department Automatisierungstechnik und der FH CAMPUS 02 verbunden zu bleiben. Sei es durch die Teilnahme an diversen Veranstaltungen, durch die Mitgliedschaft und/oder Mitarbeit beim AT Tech Club ([www.attechclub.at](http://www.attechclub.at)), gerne aber auch durch Projekte und andere Kooperationen.

## @ UNTERNEHMEN:

Neben der Lehre bildet auch die Forschung und Entwicklung ein wesentliches Standbein unseres Departments. Sollte bei Ihnen bzw. Ihrem Unternehmen durch diese Broschüre Interesse an einer Zusammenarbeit in Form einer Abschlussarbeit oder eines Projektes geweckt werden, freue ich mich auf Ihre Kontaktaufnahme. Darüber hinaus lade ich Sie ein, die ARGE Plattform Automatisierungstechnik Steiermark aktiv zu nutzen und mitzugestalten ([www.atstyria.at](http://www.atstyria.at)). Für nähere Informationen stehe ich gerne persönlich zur Verfügung.

Nunmehr wünsche ich Ihnen ein interessantes und informatives Schmökern!

Mit besten Grüßen,



FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Udo Traussnigg  
Departmentleiter  
[udo.traussnigg@campus02.at](mailto:udo.traussnigg@campus02.at)  
[www.campus02.at/at](http://www.campus02.at/at)

# LEGENDE

Die Darstellung der folgenden Masterarbeiten der ATM 21 gliedert sich wie folgt:



Titel Vorname Familienname, akademischer Grad

## **TITEL DER MASTERARBEIT**

Name des Unternehmens, mit dessen Unterstützung die Masterarbeit erstellt wurde

Betreuer\*in der Masterarbeit

Kurzer Abriss über die Inhalte der Masterarbeit

Die Darstellung der folgenden Bachelorarbeiten der ATB 20 gliedert sich wie folgt:



Titel Vorname Familienname, akademischer Grad

## **TITEL DER BACHELORARBEIT 1**

Name des Unternehmens, mit dessen Unterstützung die Bachelorarbeit 1 erstellt wurde

Betreuer\*in der Bachelorarbeit 1



## **TITEL DER BACHELORARBEIT 2**

Name des Unternehmens, mit dessen Unterstützung die Bachelorarbeit 2 erstellt wurde

Betreuer\*in der Bachelorarbeit 2

Jede Abschlussarbeit wurde jenem Fachbereich des Studiums zugeordnet, welcher den Schwerpunkt der Abschlussarbeit bildet.

## **MASTERARBEITEN ATM 21**

-  Elektrotechnik 24,00 %
-  Informatik 36,00 %
-  Maschinenbau 40,00 %

## **BACHELORARBEITEN ATB 20**

-  Elektrotechnik 28,85 %
-  Informatik 34,62 %
-  Maschinenbau 36,53 %

# BETREUER\*INNEN

## **Betreuer\*innen Masterarbeiten ATM 21**

Dipl.-Ing. Franz Gregor Blasge  
Dipl.-Ing. Johannes Fritz, BSc  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser  
Dipl.-Ing. Robert Hammer  
Dipl.-Ing. (FH) Gernot Hofer  
Dipl.-Ing. Markus Kleinhappl  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dieter Lutzmayr  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Manfred Pauritsch  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Udo Traussnigg

---

## **Betreuer\*innen Bachelorarbeiten 5. Semester ATB 20**

Dipl.-Ing. Franz Michael Fasch, BSc  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser  
RgR Dipl.-Ing. Karl Hartinger  
Dipl.-Ing. (FH) Gernot Hofer  
RgR Dipl.-Ing. Dr.techn. Josef Humer  
Dipl.-Ing.in Gabriele Imrich-Schwarz  
Dipl.-Ing. Dr.techn. Bernhard Kager  
Dipl.-Ing. Ing. Markus Kleinhappl  
Dipl.-Ing. Andreas Leitner  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dieter Lutzmayr  
Dipl.-Ing. Dr.techn. Georg Ofner  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Manfred Pauritsch  
Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Schalk  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Udo Traussnigg  
Dipl.-Ing. Dr.techn. Thomas Willidal, MBA

## **Betreuer\*innen Bachelorarbeiten 6. Semester ATB 20**

Dipl.-Ing. Franz Michael Fasch, BSc  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser  
Dipl.-Ing. (FH) Gernot Hofer  
Dipl.-Ing. Dr.techn. Bernhard Kager  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dieter Lutzmayr  
Dipl.-Ing. Dr.techn. Georg Ofner  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Manfred Pauritsch  
Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Schalk  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Udo Traussnigg



ENGINEERED SUCCESS

## Wer sind wir?

Ein weltweiter Marktführer mit Leidenschaft für innovative Technik

ANDRITZ ist ein weltweit führender Technologie-Konzern, der an der Wiener Börse notiert ist und seinen Sitz in Graz hat. Wir entwickeln und produzieren maßgeschneiderte Systeme und Anlagen für globale Schlüsselindustrien. Zu den wichtigsten Produkten zählen Turbinen und Generatoren für die Energieerzeugung aus Wasserkraft, Anlagen für die Herstellung und Verarbeitung von Zellstoff und Papier sowie Pressen und Pressenstraßen für die internationale Automobilindustrie.

### WEN SUCHEN WIR?

Wir suchen Studenten und Absolventen, die sich für Technik begeistern, mit hohem Engagement arbeiten und auch mal den Mut haben, über den Tellerrand zu schauen. Wir sind das richtige Team für alle, die aktiv an der technologischen Zukunft des Ingenieurwesens arbeiten wollen.

### INGENIEURE MIT LEIB UND SEELE

Sie haben einen Abschluss an einer technischen Hochschule/Universität absolviert und Technik ist Ihre Leidenschaft? ANDRITZ bietet eine nahezu einzigartige Produktvielfalt und globale Aufstellung.

Wir unterstützen Ihren Berufseinstieg durch Praktika, studienbegleitende Teilzeitarbeit oder praxisbezogene Themen für Abschlussarbeiten.

Ausführliche Informationen finden Sie unter [andritz.com/careers](http://andritz.com/careers)



# INHALT

## Forschung und Entwicklung im Department Automatisierungstechnik

10

Forschung und  
Entwicklung

## Einblick in die Masterarbeiten des Jahrgangs ATM 21

Studienbeginn WS 2021/2022, Sponson 2023

21

Masterarbeiten  
ATM 21

## Einblick in die Bachelorarbeiten des Jahrgangs ATB 20

Studienbeginn WS 2020/2021, Sponson 2023

49

Bachelorarbeiten  
ATB 20

## Sponson ATM 21

55

Sponson

## Sponson ATB 20

56

Sponson

## Unternehmen und Institutionen

57

Unternehmen  
und Institutionen

# FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG IM DEPARTMENT AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

Als etablierter Forschungspartner der Industrie kann das Department Automatisierungstechnik auf umfassende Expertise im Bereich der Mechatronik verweisen. Die erzielten Ergebnisse aus der Zusammenarbeit mit Partnern aus der Wirtschaft werden durch wissenschaftliche Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten abgesichert. Das ermöglicht einen kontinuierlichen Auf- und Ausbau von Knowhow, welches weit über eine reine Auftragsarbeit hinausgeht. Durch diesen Ansatz wird besonders bei innovativen Entwicklungen mit zumindest teilweise unbekanntem Randbedingungen ein maßgeblicher Beitrag zur erfolgreichen Umsetzung bzw. Zielerreichung erbracht.

Zur Unterstützung von Betrieben bei der Umsetzung von Projekten im Hightech-Bereich gibt es zahlreiche Fördermöglichkeiten. Die Stabstelle für Forschung und Entwicklung der FH CAMPUS 02 in Zusammenarbeit mit dem Koordinationsteam für Forschung und Entwicklung des Departments Automatisierungstechnik zeichnen sich für die Abwicklung von Förderungen verantwortlich und stehen interessierten Betrieben bei der Förderfindung beratend und unterstützend zur Seite.

Das Department Automatisierungstechnik versteht sich als Trendscout im Bereich der Technik. Innovative Technologien und neue Methoden werden kontinuierlich untersucht, evaluiert und weiterentwickelt. Die daraus abgeleiteten Ergebnisse und Erkenntnisse werden einerseits der Wirtschaft zur Verfügung gestellt und fließen andererseits unmittelbar in die Lehre ein.

Bei der Abwicklung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten liegt der Fokus auf der ganzheitlichen Betrachtung der gegenständlichen Fragestellung und einem interdisziplinären Lösungsweg. Die Forschungs- und Entwicklungsthemen im Department Automatisierungstechnik werden von den nachfolgend beschriebenen sechs Bereichen dominiert:

- Industrielle Messtechnik und Messplatzautomatisierung
- Virtuelle Methoden und Simulation in der Entwicklung mechatronischer Systeme
- Unterstützung in der Produkt-, Prozess- und Anlagenentwicklung
- Prozessoptimierung unter Verwendung von drahtlosen Kommunikationstechnologien
- Optimierung elektrischer Energieeffizienz und -autarkie
- Entwicklung von Prototypen und Demonstratoren für mechatronische Systeme

## 1. INDUSTRIELLE MESSTECHNIK UND MESSPLATZAUTOMATISIERUNG

Der Forschungs- und Entwicklungsbereich Industrielle Messtechnik und Messplatzautomatisierung untersucht vorrangig, ob sich Bauteile und Geräte unter verschiedenen Arbeitsbedingungen spezifikationskonform verhalten.

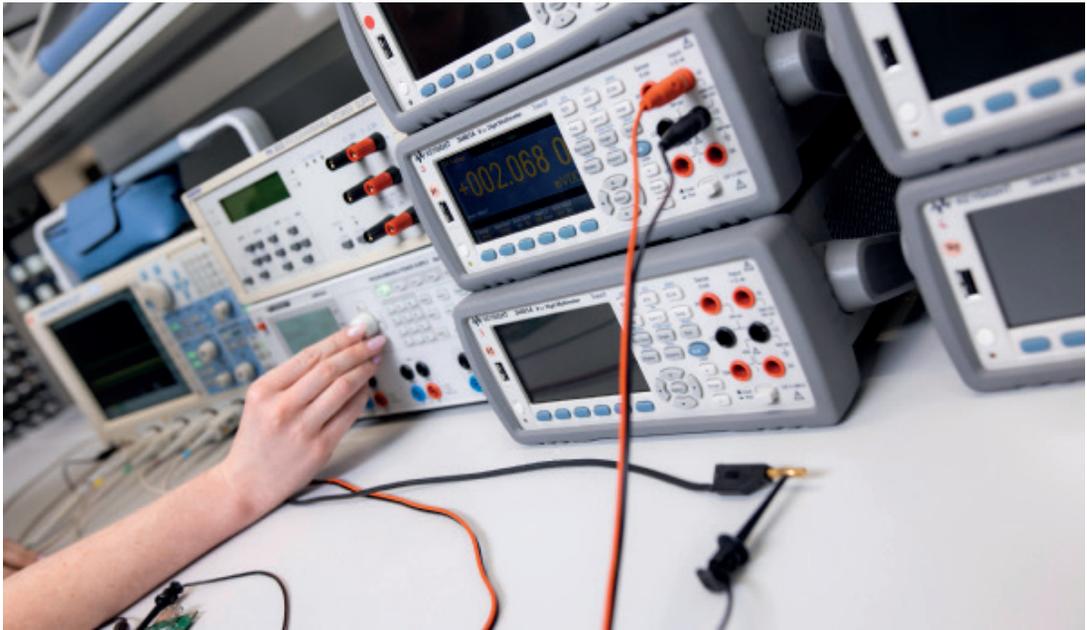


Abbildung 1: Messplatz im Electronic Engineering and Assembly Lab

Für derartige Fragestellungen steht das umfassend ausgestattete Electronic Engineering and Assembly Lab zur Verfügung, das neben vielfältiger Messausrüstung unter anderem über einen Thermostreamer (-80 °C bis +250 °C) sowie eine Temperaturkammer und einen Klimaschrank verfügt. Die Laborausstattung deckt ein weites Feld an unterschiedlichen Messmethoden ab und ermöglicht auch Hochfrequenzmessungen bis in den GHz-Bereich (DC bis 3 GHz).

Mit den durchführbaren Leistungen werden vor allem innovative Unternehmen mit hohem Mess- und Prüfaufwand in der Qualitätssicherung angesprochen.

## 2. VIRTUELLE METHODEN UND SIMULATION IN DER ENTWICKLUNG MECHATRONISCHER SYSTEME

Die Herausforderung in der Anwendung von virtuellen Methoden und Simulationen in der Entwicklung besteht darin, die Funktion und das Verhalten von Bauteilen, Geräten bis hin zu ganzen Fabrikanlagen schon während der Konstruktion und Entwicklung simulieren und optimieren zu können.

Unter Zuhilfenahme von modernsten Softwarewerkzeugen werden Problemstellungen von Ein-Personen-Unternehmen bis hin zu Industriebetrieben durch die computergestützte Entwicklung mechatronischer Systeme gelöst. Dabei werden beispielsweise im Rahmen der Produktentwicklung die Festigkeit und Topologie von Bauteilen und Baugruppen simuliert und in weiterer Folge optimiert.

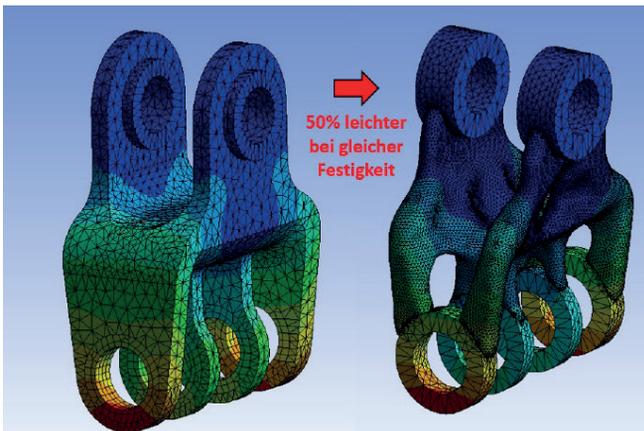


Abbildung 2: Topologie-Optimierung eines Gabelgreifers

Durch Funktionsintegration und technologiegerechte Komplexitätssteigerung werden in diesem Zusammenhang die Potentiale von additiven Fertigungsverfahren (3D-Druck verschiedener Technologien) herangezogen. Mit den hauseigenen 3D-Druckern werden anschauliche Rapid-Prototyping-Modelle bis hin zu industriell verwendbaren Serienbauteilen umgesetzt. In der Entwicklung von elektronischen Schaltungen werden speziell systemkritische Schaltungsteile mittels SPICE-Simulation verifiziert.

Im Rahmen der Prozess- und Anlagenentwicklung dienen der Digitale Zwilling in seinen verschiedenen Ausprägungen und die virtuelle Inbetriebnahme neben den am Stand der Technik verfügbaren Methoden zur Effizienzsteigerung und qualitativen Verbesserung der Lösungen als auch einer Verkürzung der Entwicklungszeit bis zum physischen Funktionsmuster. Darüber hinaus kann mit modernen Methoden auch der Entwicklungsprozess an sich abgesichert werden. Die gesamte Produkt-, Anlagen- und Prozessentwicklung erfolgt im Sinne der Digitalen Fabrik.

Neben dem Maschinenbau und der Elektrotechnik finden Simulationsmodelle und Digitale Zwillinge auch vermehrt im Bereich der Energietechnik Anwendung. Dabei dienen Berechnungsmodelle zur Simulation von Energieerzeugung, -speicherung und -verbrauch als Mittel, um die unterschiedlichen Systeme effizient zu vernetzen. Anhand von intelligenten Reglern basierend auf maschinellem Lernen und prädiktiven Modellen werden die Energiesysteme weiter optimiert, und es wird damit nach zukünftigen Lösungen für die bevorstehende Energiewende geforscht.



Abbildung 3: Digitaler Zwilling in der Prozessentwicklung zur Kopplung der virtuellen und der realen Abbildung einer Anlage im Mechanical Engineering and Robotics Lab.

3D-Modelle von Produkten bis hin zu komplexen Anlagen und Prozesssimulationen werden bereits während der Konstruktionsphase, zum Beispiel durch eine VR-Brille, virtuell validiert und visualisiert und ermöglichen neben schnellen Ergonomie-Checks ein besseres Vorstellungsvermögen.

Auch werden Werkzeuge der Virtual Reality zur aktiven Steuerung und Visualisierung der Laborinfrastruktur eingesetzt. So kann im VR-Lab des Energy-Analytics & Solution Lab mit Hilfe einer VR-Brille das eigene sowie das Partnerlabor in Kapfenberg gesteuert werden. Zusätzlich ermöglicht die VR-Brille viele weitere innovative Möglichkeiten von der Datenvisualisierung bis zu Laborführungen.

Durch das interdisziplinäre Zusammenwirken aller Fachbereiche unterstützen wir Unternehmen, die ihre Produkte einerseits optimieren und andererseits eine hohe Qualität sicherstellen wollen. Die Spanne der Kooperationspartner reicht von Produktionsbetrieben über Unternehmen mit eigener Konstruktionsabteilung bis zu Herstellern mechatronischer Systeme.



Abbildung 4: Virtual-Reality-Lab



Abbildung 5: Kuka Industrieroboter mit virtuellem Zwilling der Anlage im Mechanical Engineering and Robotics Lab.

### 3. UNTERSTÜTZUNG IN DER PRODUKT-, PROZESS- UND ANLAGEN-ENTWICKLUNG

Das Department Automatisierungstechnik bietet Partnerunternehmen umfassende Unterstützung, von der Produkt- und Prozessentwicklung bis hin zur Konzeptionierung und Entwicklung ganzer Anlagen, an. In initialen Beratungsgesprächen werden die Anforderungen und Ziele der Partnerunternehmen abgesteckt, definiert und einer Anforderungsanalyse unterzogen. Die Konzeptionierung und Entwicklung von Lösungen bei der Produkt-, Prozess- und Anlagenentwicklung folgt einer ganzheitlichen und interdisziplinären Betrachtung, Lösungsfindung und Umsetzung.

Das Kernelement dieses Ansatzes ist das Zusammenspiel der Fachbereiche Elektronik, Informatik, Maschinenbau, Regelungstechnik und Energietechnik.

Zur Untersuchung von automatisierten Prozessabläufen sowie Prozess- und Anlagenentwicklungen im Bereich der Handhabungstechnik stehen unter anderem zwei Industrieroboter der Firma Kuka sowie ein kollaborativer Roboter von Universal Robots im Mechanical Engineering and Robotics Lab zur Verfügung.



Abbildung 6: Kollaborativer Roboter im Robotics Lab.

## 4. PROZESSOPTIMIERUNG UNTER VERWENDUNG VON DRAHTLOSEN KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIEN

Prozesse und Abläufe werden mit Hilfe von speicherprogrammierbaren Steuerungen, mobilen Devices wie Smartphones oder Tablets sowie eingebetteten Systemen mit Mikrocontrollern optimiert. Dabei werden drahtlose Kommunikationstechnologien bis hin zu 5G, aber auch optische Verfahren genutzt, um Teile, Produkte und Personen automatisch zu identifizieren und im Sinne von Industrie 4.0 zu einer intelligenten Gesamtanlage zu verbinden.

Ein entscheidender Schritt bei der Entwicklung und Optimierung von Prozessen zur Identifizierung und Nachverfolgung von Produkten bzw. Waren ist die Abschätzung der technischen Machbarkeit. Derartige Studien werden gemeinsam mit den Industriepartnern durchgeführt. Ein besonderer Fokus in der Prozessoptimierung liegt innerhalb der Bearbeitungsschritte Fertigung und Transport auf einer effizienten Erkennung und Steuerung der Produkte bzw. Prozesse. Darüber hinaus wird beispielsweise auch der Materialfluss optimiert und eine Effizienzsteigerung angestrebt.



Abbildung 7: Software Engineering and Control Technology Lab.

## 5. OPTIMIERUNG ELEKTRISCHER ENERGIEEFFIZIENZ UND -AUTARKIE

Eine omnipräsente Frage in der Forschung und Entwicklung an der FH CAMPUS 02 beschäftigt sich mit der Energieeinsparung durch Nutzung von Synergien.

In den meisten Unternehmen und Anlagen arbeitet eine Vielzahl von mechatronischen Systemen zumeist noch unabhängig voneinander. Durch die Verbindung der Möglichkeiten von Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik sowie durch den Einsatz von intelligenter Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, werden Energieeinsparungen umgesetzt, Lastspitzen gemieden und die Netzqualität gesteigert.

Dieser Thematik widmet sich das 2020 eröffnete, elektrotechnische Energielabor an der FH CAMPUS 02. Mittels der im „Energy Analytics & Solution Lab“ (kurz EAS-Lab) bereitstehenden Forschungs- und Entwicklungsinfrastruktur können wesentliche Teile der gesamten Energiewertschöpfungskette labormäßig dargestellt, untersucht und weiterentwickelt werden. Die Infrastruktur setzt sich im Wesentlichen aus Photovoltaik-Anlagen, verschiedenen Energiespeichern, Verbrauchern sowie Mess-, Steuerungs-, Kommunikations- und Netzwerktechnik zusammen. In Verbindung mit dem Partnerlabor an der FH Joanneum in Kapfenberg ergeben sich zusätzliche Möglichkeiten zur energietechnischen Forschung und Entwicklung.



Abbildung 8: Energy Analytics and Solution Lab (EAS-Lab).

Dabei dient das Labor nicht nur internen und kooperativ geförderten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, sondern ist auch ein Anlaufpunkt für steirische Wirtschaftsunternehmen für Auftragsforschung und Entwicklungstätigkeiten. Im Spannungsfeld von volatilen Energieversorgungen, Netzbetriebsweisen, Kundenerwartungen sowie technischen und regulatorischen Beschränkungen bietet das EAS-Lab die nötigen Voraussetzungen, um Meinungen in Argumente und Problemstellungen in Lösungen umzuwandeln. Das Labor stellt somit einen wichtigen Baustein für die Erarbeitung von Zukunftstechnologien und -strategien sowie Optimierungsschritten zur Umsetzung der Energiewende dar.



Abbildung 9: Batteriespeichersystem im EAS-Lab.



Abbildung 10: Teil der PV-Anlage der FH CAMPUS 02.

## 6. ENTWICKLUNG VON PROTOTYPEN UND DEMONSTRATOREN FÜR MECHATRONISCHE SYSTEME

Viele Funktionen und Möglichkeiten von mechanischen Bauteilen oder elektrischen Geräten lassen sich erst mit einem realen Prototyp darstellen und erproben. Für die Entwicklung von Prototypen ist das Zusammenspiel der drei Kernbereiche mechanische Konstruktion, elektronische Schaltungsentwicklung und Softwareprogrammierung notwendig. Diese Möglichkeit wird potenziellen Partnerbetrieben im Department Automatisierungstechnik angeboten. Dabei unterstützen und begleiten unsere Fachkräfte unsere Auftraggeber von der Machbarkeitsprüfung der Idee bis zur Herstellung eines Prototyps.

Neben der SPICE- Simulation von Schaltungen kann die in den Laboren des Departments Automatisierungstechnik entwickelte Elektronik als Prototyp oder Kleinserie gefertigt werden. Zur Herstellung bzw. Bestückung und Nachbearbeitung von entsprechenden Platinen stehen unter anderem ein Bepastungstisch, ein halbautomatischer Bestückungstisch, ein SMD-Bestückungsautomat, ein Dampfphasenlötöfen-, sowie eine Rework-Station zur Verfügung.

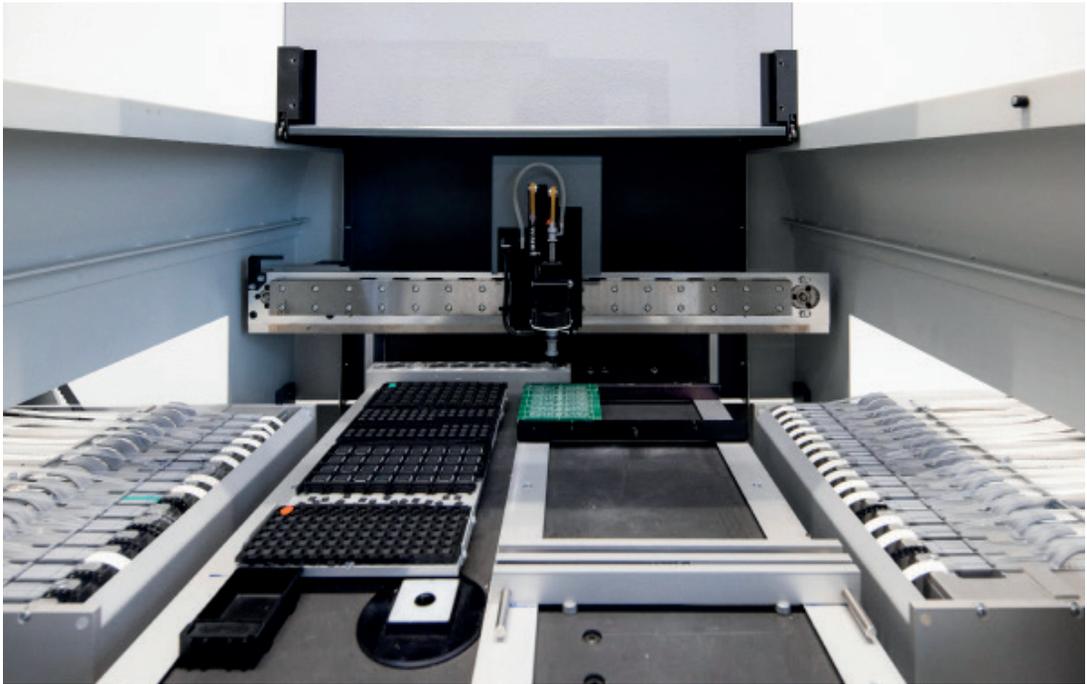


Abbildung 11: SMD-Bestückungsautomat M10V der Firma MECHATRONIKA.

Diese Fertigungslinie und die vielfältigen Bearbeitungsmöglichkeiten sind Grundlage für die effiziente Herstellung und zielführende Optimierung der mikroelektronischen Lösungen (z.B. Platinen).

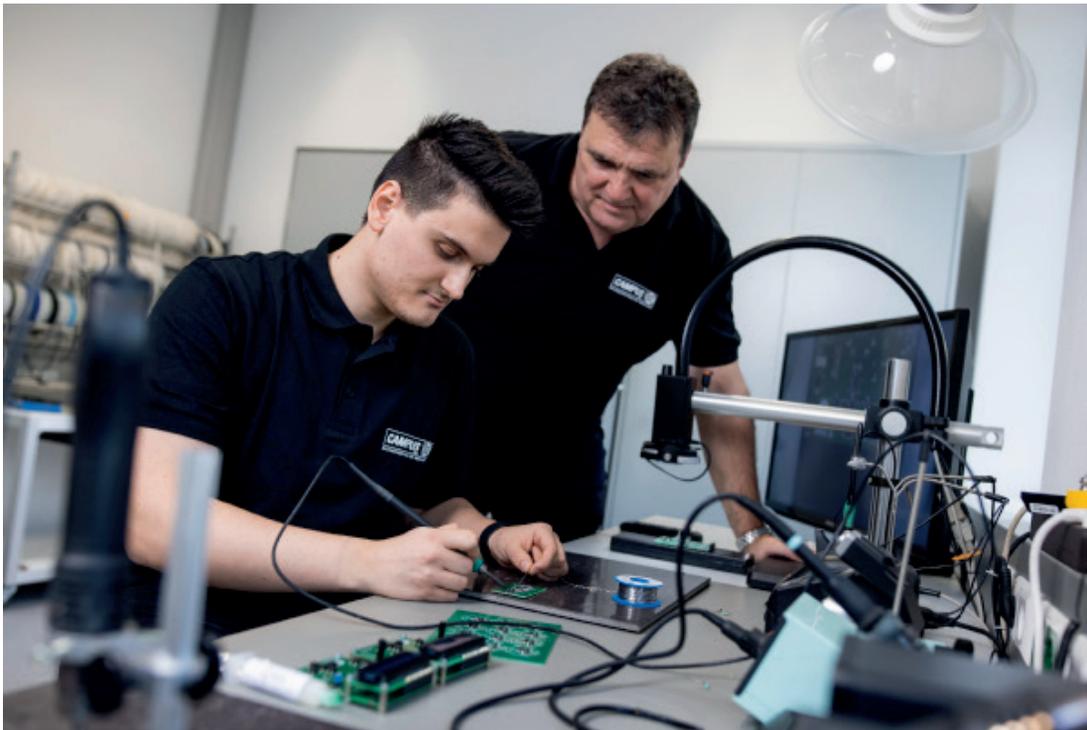


Abbildung 12: Bearbeitung von Prototypen-Leiterplatten im Electronic Engineering and Assembly Lab.

Der mechanische Aufbau und die Funktionsmusterumsetzung der Prozessentwicklungen erfolgen im haus-eigenen Rapid-Prototyping-Labor sowie im Mechanical Engineering and Robotics Lab.

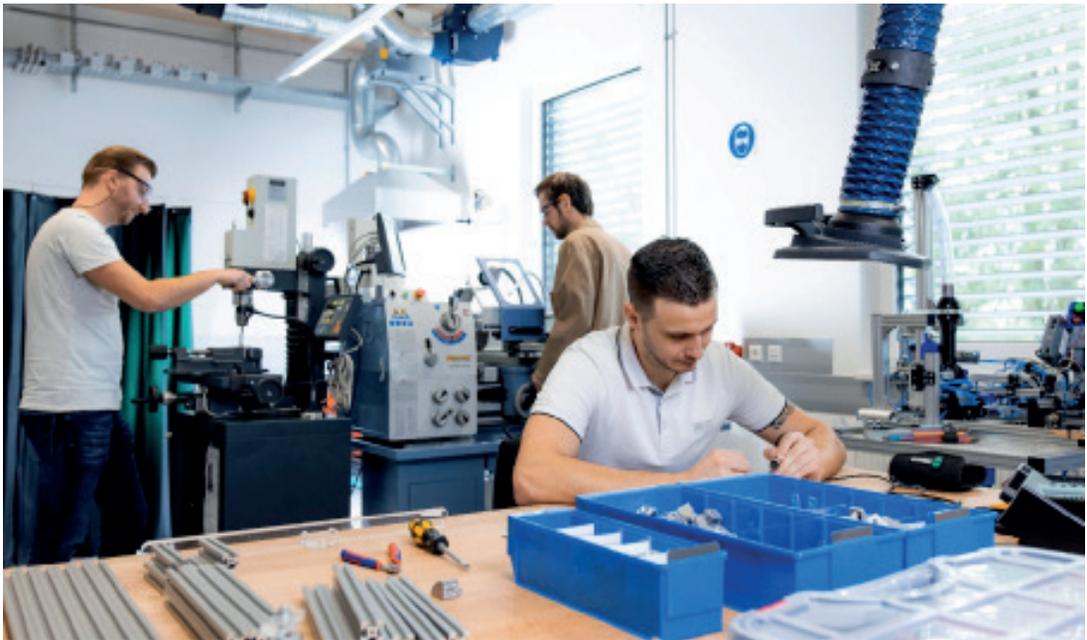


Abbildung 13: Metallbearbeitung und mechanischer Aufbau im Mechanical Engineering and Robotics Lab.

Damit wird Unternehmen und Ausbildungsstätten die Möglichkeit geboten, ihre Ideen und Visionen in reale Prototypen umsetzen zu können. Form, Farbe und Aufbau können bereits während der Entwicklung mit einem Rapid-Prototyping-Modell geprüft werden.



Abbildung 14: Hage 3Dp-A2 Großformat-Drucker (FDM-Verfahren für Kunststoff) im Rapid Prototyping Lab.

Dazu stehen unterschiedliche Methoden additiver Fertigung sowie ein ATOS 3D-Scanner für Reverse-Engineering-Anwendungen und eine Trotec-Lasergraviermaschine mit 60-W-Laserleistung zur Verfügung.

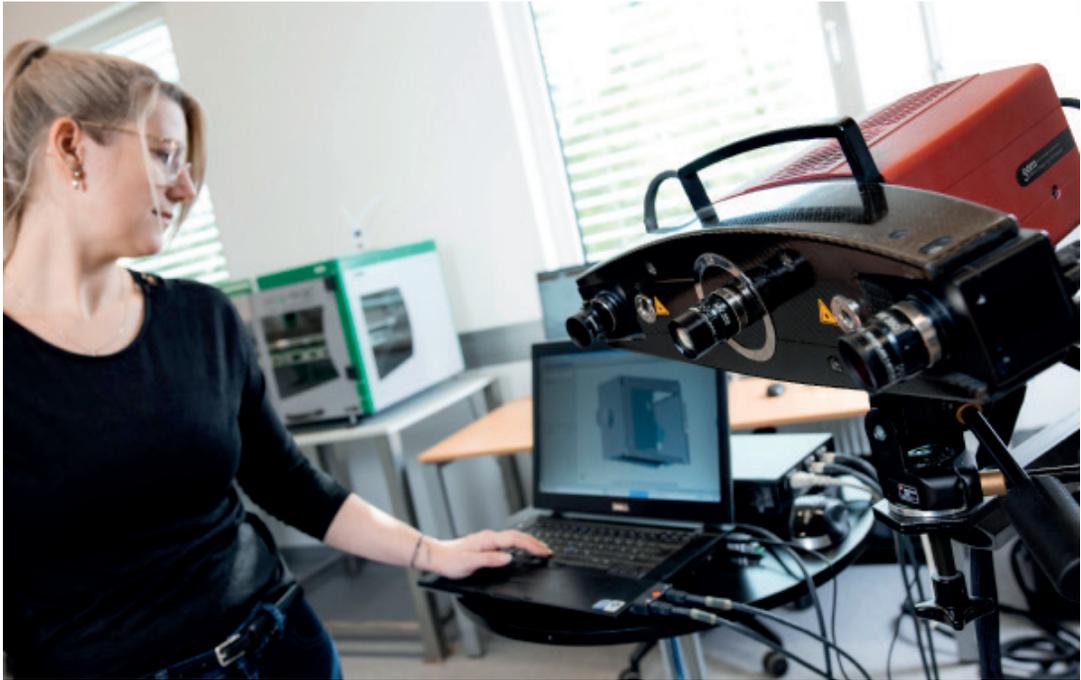


Abbildung 15: GOM ATOS 3D-Scanner.

Als Herz der Prototypen fungiert meist eine projektspezifisch im Haus entwickelte und getestete Firmware. Die programmertechnische Umsetzung sowie die Inbetriebnahme von Funktionsmustern erfolgen unter enger Zusammenarbeit der involvierten Fachbereiche.

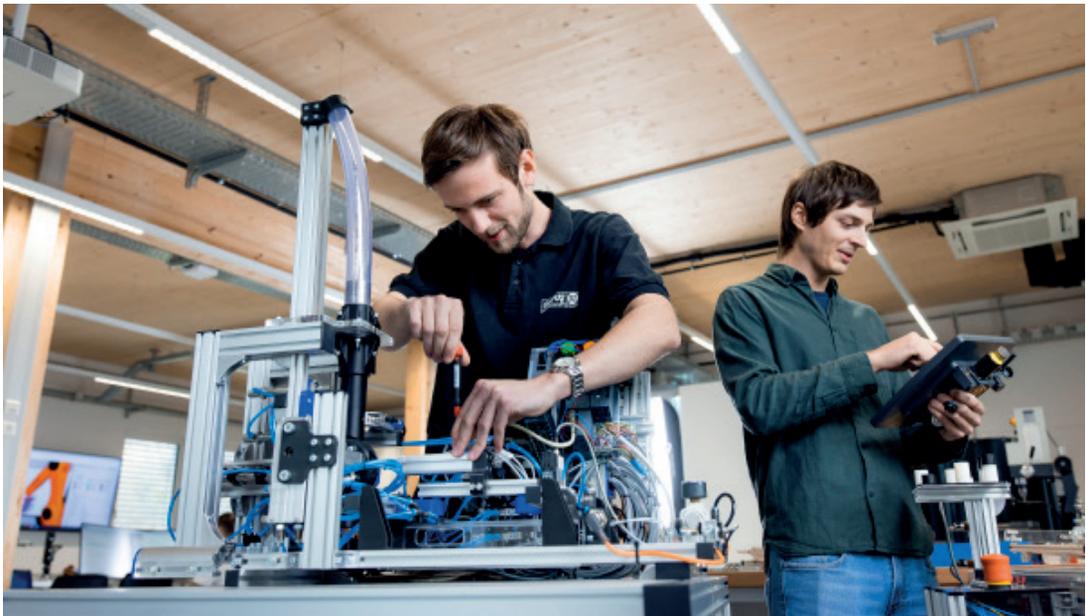


Abbildung 16: Prototyp-Aufbau einer Richtmaschine für Drahtelemente.

# **EINBLICK MASTERARBEITEN DES JAHRGANGS ATM 21**

**STUDIENBEGINN WS 2021/2022  
SPONSION SS 2023**



Dipl.-Ing. Joshua Eder, BSc

## ANALYSE UND OPTIMIERUNG VON ELEKTROLYSESTACKS

HyCentA Research GmbH  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Manfred Pauritsch

Die Arbeit beschäftigt sich mit einer der zukunfts-trächtigsten Technologien zur Erzeugung von er-neuerbarem „grünen“ Wasserstoff: der Proton-Exchange-Membrane (PEM) Elektrolyse. Kommerzielle Produkte und Anlagen, mit dieser Technologie sind schon seit mehreren Jahren erhältlich. Trotzdem sind noch mehrere Entwicklungsziele offen, wie die Reduzierung der Katalysatorbeladung mit seltenen Elementen wie Iridium und Ruthenium. Das EU-Projekt Recycalyse und die HyCentA GmbH, mit deren Kooperation diese Arbeit entstanden ist, beschäf-tigt sich mit der Entwicklung eines Katalysators, der bei geringerer Edelmetallbeladung eine vergleich-bar gute Performance liefert wie kommerzielle Produkte mit tendenziell größeren Beladungen. Für größere elektrische Leistungen werden mehrere Elektrolysezellen zu einem Stapel, engl. „Stack“, meist in Serie, zusammengeschaltet. Um den Ent-wicklungsprozess eines Stacks voranzutreiben, ist es notwendig, interne Widerstände im Stackver-

bund zu bewerten. Dafür wurde das Verfahren der Impedanzspektroskopie neu konzipiert und auf eine weitaus größere elektrische Leistungsebene geho-ben. Es konnte eine Schaltung entwickelt werden, die es ermöglicht, hochfrequente Stromamplituden auf einen Gleichstrom aufzuprägen. Der Prototyps-tack und ein kommerziell erhältlicher Stack konnten damit detailliert untersucht und vermessen werden. Zusätzlich zu den Impedanzmessungen wurden im Rahmen der Masterarbeit auf Basis von statisti-schen Versuchsplänen mathematische Modelle entwickelt, welche die Performance in nicht getes-teten Betriebsbedingungen vorhersagen können. Diese Modelle sind die Basis für weitere Entwick-lungen von Stacks wie z.B. Betriebsstrategien. Die Ergebnisse der beiden Prüflinge zeigen, dass der Prototyp vor allem im Bereich der elektrochemi-schen Stabilität des Katalysators noch viel Verbes-erungspotential aufweist.



Dipl.-Ing. Siegfried Eiselein, BSc

ATM 21

## FFF 3D DRUCK MITTELS ROBOTERGEFÜHRTEM DRUCKBETT

CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser

Die bedeutenden Erfolge des Rapid Manufacturings und die fortschreitende Automatisierung mithilfe der Robotik in der industriellen Fertigung sind gemeinsam zum Sinnbild für Industrie 4.0 geworden. Für nähere Untersuchungen zur Anwendbarkeit von Additiver Fertigung und Robotik benötigt der Fachbereich Maschinenbau des Studiengangs Automatisierungstechnik an der Fachhochschule CAMPUS 02 eine 3D-Druck-Roboterzelle. Das Ziel dieser Masterarbeit ist die Umsetzung einer 3D-Druck-Roboterzelle nach dem Fused Filament Fabrication (FFF) 3D-Druckverfahren. Die Anforderungen für die Realisierung eines 3D-Drucks sind die Verwendung von (für FFF) prozessüblichen G-Codes und die starre Aufnahme des Extruders. Folglich bewegt der Roboter das Druckbett. Basierend auf Untersuchungen und den gegebenen Anforderungen wird ein Konzept entwickelt und im Roboterlabor umgesetzt.

Die Untersuchung wird unter Berücksichtigung des Standes der Technik ähnlicher Roboterzellen, der theoretischen Grundlagen des FFF 3D Druckverfahrens und des Knickarmroboters mit dem Technologiepaket „KUKA.CNC“ durchgeführt. Die direkte Verarbeitung von CNC-Datensätzen auf dem Roboter ist abhängig von „KUKA.CNC“. Die Durchführung eines Test-3D-Drucks schließt die Implementierung der 3D-Druck-Roboterzelle ab. Abschließend wird die Roboterzelle evaluiert und Optimierungspotenziale identifiziert. Diese Potenziale umfassen u.a. die Synchronisation des Extrudervorschubs mit der Druckbettbewegung und die Verbesserung der Druckbettgenauigkeit. Diese Ergebnisse einschließlich der Roboterzelle können für weitere Untersuchungen zum 6-achsigen 3D-Druck genutzt werden.



Dipl.-Ing. Marco Manuel Groger, BSc

# ENTWICKLUNG EINER ENERGIEVERBRAUCHSSTEUERUNG FÜR DIE HEIMAUTOMATISIERUNG

CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH  
Dipl.-Ing. (FH) Gernot Hofer

Durch die steigende Anzahl von elektrischen Verbrauchern und Quellen in einem Haushalt wird das Energiemanagement immer wichtiger. Diese Arbeit beschreibt gängige Technologien in der Haustechnik und zeigt eine Implementierung eines Energiemanagementsystems für die Hausautomatisierung. Früher bestand die Elektroinstallation eines Hauses hauptsächlich aus Lampen und Steckdosen. Heutzutage findet man Energiespeicher, Heizungssteuerungen, Photovoltaik und vieles mehr. Diese Geräte gibt es von verschiedenen Herstellern und in unterschiedlichen Ausführungen. Die eingebauten Steuerungen bieten meist nur eingeschränkte, herstellerspezifische Schnittstellen, die nicht direkt miteinander verbunden werden können. Für die Zusammenarbeit der Anlagen muss eine zentrale Steuerung installiert werden. Diese Steuerung soll Daten über die angebotenen Schnittstellen auslesen und visualisieren. Basierend auf den Daten kann der Controller auch Entscheidungen treffen

und diese an die Systeme weitergeben.

Diese Arbeit befasst sich mit den gängigen Technologien am Markt wie zum Beispiel Smart-Home-Steuerungen, Heizung, Photovoltaik und Ladestationen für Elektrofahrzeuge. Es werden deren Funktionsprinzipien sowie die Umsetzung im Energiemanagementsystem beschrieben.

Als Ergebnis wird ein Energiemanagement in bestehenden Gebäuden implementiert, in diesem Fall im Energy And Solutions Laboratory (EAS-LAB) an der FH CAMPUS 02 sowie in einem Einfamilienhaus in Osttirol.

In beiden Gebäuden sollen mit Hilfe der Steuerung verschiedene Energiequellen und Verbraucher miteinander verbunden werden.



Dipl.-Ing. Sabine Gusic, BSc

# ENTWICKLUNG EINES BENCHMARK-TOOLS MIT HILFE VON DATA SCIENCE METHODEN FÜR DIE KONZEPTIONIERUNG ELEKTRISCHER ANTRIEBSSTRÄNGE

MAGNA Steyr Fahrzeugtechnik Graz  
Dipl.-Ing. Johannes Fritz, BSc

Bedingt durch den Klimawandel und die immer strenger werdenden Abgasgesetze erlebt die Elektrifizierung des Antriebsstrangs in der Automobilindustrie einen Boom. Um bei der ständig steigenden Vielfalt und sich weiterentwickelnden Technologien konkurrenzfähig zu bleiben, gilt es, stets den Markt zu analysieren und zu beobachten, um Erkenntnisse für das eigene Produkt und die eigene Marktstrategie zu gewinnen. Dabei wird eine Vielzahl an Daten erzeugt, die es schwierig machen, den Überblick, das Wissen und die Marktfähigkeit eines Unternehmens am Stand der Technik zu halten. Daraus ergibt sich das Ziel der Arbeit, einen Prozess für die zentrale Sammlung von antriebsspezifischen Daten und ein Benchmark-Tool für die Gewinnung von Wissen für die Fahrzeugentwicklung zu entwickeln. Mithilfe der Analyse der Zusammenhänge des elektrischen Antriebsstrangs eines Fahrzeugs können die benötigten Daten eingegrenzt und als Basis für die Erarbeitung einer Datenbank gesammelt werden. Die Basis bilden dabei Daten wie die Fahrzeugeigenschaften (z. B. max. Fahrzeuggeschwindigkeit, Fahrzeuggewicht, etc.) sowie spezifische Daten des Antriebsstrangs (z. B. Größe des elektrischen Motors, Größe des Kühlmittelkühler, etc.).

Durch die zusätzliche Anwendung der sechs Prozessschritte von Data Science kann ein zentraler Prozess bzw. eine Methode zur Auswertung und Analyse von Daten konzipiert werden. Mit der Umsetzung einer Datenbank in Kombination mit einem Auswertetool auf Basis von Microsoft Excel und Visual Basic for Applications kann schlussendlich ein praktikabler Prozess für das Benchmarking geschaffen werden. Durch die Filterung, Sortierung, Klassifizierung und der Visualisierung in diesem Prozess können dabei zentral Trends, Abhängigkeiten und Wissen aus den Benchmarkdaten extrahiert und für die Entwicklungstätigkeiten genutzt werden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass durch die strukturierte und organisierte Datenanalyse von antriebsspezifischen Benchmarkdaten von 95 batterieelektrischen Fahrzeugen neue Erkenntnisse erzeugt und vielmehr eine Erleichterung für die frühen Projektphasen geschaffen werden konnte.



Dipl.-Ing. Thomas Harb, BSc

## ENERGIEVERSORGUNG DER ZUKUNFT

CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH  
Dipl.-Ing. (FH) Gernot Hofer

Steigende Energiekosten sind für viele Unternehmen und Privatpersonen ein Grund zur Sorge. Die Nutzer\*innen wollen Sicherheit und Stabilität, wenn es um die Wärme-/Elektrische Energieversorgung geht. Vor dem Hintergrund von Krisensituationen und steigenden Energiepreisen rückt das Thema alternative Energiequellen, die diesen Bedarf decken können, in den Fokus der Verbraucher\*innen. Eine Analyse des Themenbereichs und der aktuellen Forschung zeigt ein zunehmendes Interesse an alternativen Energiequellen und eine allmähliche Entwicklung in diesem Bereich. Diese Entwicklung stellt sicher, dass diese Technologie nicht nur für große Unternehmen, die sich auf die elektrische Energieerzeugung konzentrieren, sondern auch für kleine Unternehmen und Privatpersonen rechenbar sind. Der österreichische Markt für alternative Energiequellen bietet eine breite Palette von Optionen und ermöglicht Kombinationen, die das Feld flexibler und erschwinglicher machen und die Kundenanforderungen so genau wie möglich erfüllen. Die große Auswahl an Alternativen wirft jedoch die Frage nach der richtigen Wahl der richtigen Energiequelle und ihrer Umsetzung auf. Um dieses Problem zu lösen, wurde der folgende Leitfaden entwickelt. Er enthält Informationen über die verschiedenen Energiequellen, um sich ein Bild von ihrer Verwendung zu machen, Informationen und Empfehlungen für ihre Kombination sowie einen Vergleich der Quellen anhand der erforderlichen Parameter, um die geeignete Option

zu bestimmen. Das Ergebnis ist ein Leitfaden, der privaten Nutzer\*innen hilft, die am besten geeignete elektrische Energie- und Heizquelle zu finden. Die Wahl der Quelle unter den Alternativen erfolgt durch den Vergleich von Eigenschaften und die Erstellung einer Matrix, die eine Auswahl von Heizsystemen und elektrische Energieerzeugung ermöglicht. Der methodische Ansatz besteht in einer ersten Durchsicht der verfügbaren alternativen Energie Quellen auf der Grundlage von Recherchen zum Themenbereich. Die Marktanalyse hilft dabei, die wichtigsten Merkmale zu ermitteln, die für die Bestimmung des optimalen Systems wichtig sind. Zwei Bereiche müssen angegangen werden: die Bereitstellung von Wärme und die Bereitstellung von elektrischer Energie. Die Effizienz des Systems wird mit Hilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse bewertet. Das Ergebnis zeigt, dass ein Hybridsystem, das eine Photovoltaikanlage und eine Wärmepumpe kombiniert, alle notwendigen Anforderungen am besten erfüllt. Abschließend wird das gewählte System mit Hilfe eines entwickelten Berechnungstools berechnet und die Auslegung des Gesamtsystems ermitteln zu können. Die Einführung und Verbreitung solcher Systeme auf der Ebene der privaten Haushalte hat eine gewisse Bedeutung für die Entwicklung der Wirtschaft des Landes. Diese Arbeit beschreibt mögliche Markttrends und prognostiziert die Entwicklung dieses Bereichs auf der Grundlage möglicher Risiken und Chancen.



Dipl.-Ing. Philipp Hausdorfer, BSc

ATM 21

# RISIKOBEURTEILUNG NACH EN ISO 14971 FÜR DIE PROSPEKTIVE ANWENDUNG 3D-GEDRUCKTER KRANIALIMPLANTATE

CAMed Projekt  
Dipl.-Ing. Franz Gregor Blasge

An der medizinischen Universität Graz wird im Rahmen des Forschungsprojekts CAMed (Clinical Additive Manufacturing for Medical Applications) am Einsatz von 3D-Druck in der Medizin geforscht. In Zukunft sollen Implantate und andere Medizinprodukte just in time, teilweise während der Operation gefertigt werden. Ziel ist es, eine Kostenreduktion und die Steigerung des Wohlbefindens der Patient\*innen zu erreichen. In dieser neuen Rolle als herstellendes Unternehmen von Medizinprodukten ist ein entsprechendes Risikomanagement unerlässlich. Ziel dieser Arbeit ist es, die EN ISO 14971 – die das Risikomanagement von Medizinprodukten regelt – auf 3D-gedruckte Medizinprodukte anzuwenden. Es wurde hierzu ein Framework entwickelt, um den normativ geregelten Prozess der Risikobeurteilung mit entsprechenden Methoden in der Praxis umsetzbar zu machen. Dieses Framework wurde in der Praxis mit Expert\*innen aus verschiedenen Disziplinen am Beispiel eines 3D-gedruckten Schädelimplantats getestet und validiert.

Es konnten dabei 62 Gefährdungssituationen erarbeitet werden und für jede dieser Situationen wurde eine Risikobeurteilung durchgeführt. Zusätzlich zu den Schritten der Risikobeurteilung wurden darüber hinaus jeweils auch Maßnahmen zur Risikobeherrschung erarbeitet. Es wurde des Weiteren eine Dokumentationsvorlage für zukünftige Risikobeurteilungen von anderen 3D-gedruckten Medizinprodukten erstellt und wiederum anhand des Beispiels des Schädelimplantats angewendet.



Dipl.-Ing. Alexander Heese, BSc

## OPTIMIERUNG EINER ROLLENPRÜFSTANDSREGELUNG

KS Engineers (Kristl, Seibt & Co GmbH)  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Udo Traussnigg

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit Regelungsmethoden für Rollenprüfstände. Aufgrund der immer strikter werdenden Normen und Regulative hinsichtlich emissions- und produktionskonformen Tests (COP), welche historisch bedingt auf Rollenprüfständen durchgeführt werden, müssen auch die Regelungsmethoden stetig weiterentwickelt und optimiert werden. Ausgehend von der Verbesserung der Straßenlastsimulation auf dieser Art von Prüfständen liegt bei dieser Arbeit der Fokus besonders auf der Optimierung der elektrischen Massensimulation. Allgemein werden Rollenprüfstände eingesetzt, um reglementierte Fahrzyklen (WLTC, NEDC, FTP-75, etc.) oder Verkehrsszenarien unter konditionierten Bedingungen durchführen zu können. Hierbei liegt vermutlich der größte Vorteil im Vergleich zu anderen Prüfstandstypen darin, dass Fahrzeuge in einem nahezu unveränderten Zustand zum regulären Modus auf der Straße auch auf dem Prüfstand betrieben werden können. Außerdem sind meist auch Rüst- und Inbetriebnahmezeiten für das Fahrzeug auf dem Prüfstand relativ gering. Zusätzlich zur vorhandenen rotatorisch äquivalenten Rollenmasse (Trägheit der Rolle), die in etwa im Bereich der Fahrzeugmasse liegen sollte, unterstützen die Antriebsmaschinen für eine realitätsnahe Simulation der Fahrwiderstände besonders in dynamischen, aber auch stationären Betriebsfällen.

Im Hinblick auf das breite Einsatzspektrum für eine große Typenvielfalt an Fahrzeugen, welche auf

einem Prüfstand getestet werden sollen, kann die Rollenmechanik eigentlich nicht ideal ausgelegt werden. Abgeleitet davon wird deutlich, dass die elektrische Massensimulation einen immer wichtigeren Stellenwert einnimmt. Das größte Problem in Bezug auf die elektrische Massensimulation ist das meist unzureichende Beschleunigungssignal. Üblicherweise besteht die Strategie zur Bestimmung dieses Signals in der zeitdiskreten Ableitung des gemessenen Drehzahlsignals des Wellenstrangs in Kombination mit Filterlösungen. Um diese Defizite lösen zu können, sollen im Rahmen dieser Arbeit Alternativen erarbeitet werden, mit welchen eine Prädiktion bzw. eine Schätzung der Beschleunigung im Rollenstrang möglich wird. Möglichkeiten hierfür wären der Einsatz eines Beobachters oder Kalman-Filtern in unterschiedlichen Varianten. Um diese Regelungsmethoden unter reproduzierbaren Laborbedingungen vergleichbar untersuchen zu können, wird ein Framework für die Simulation von Rollenprüfständen entwickelt, wobei hier unterschiedliche Konstruktionsvarianten von Rollenprüfständen abgebildet sind. Die modellbasierte Entwicklung ermöglicht vor allem die iterative Verbesserung unter immer gleichen Bedingungen vor dem kostspieligen Einsatz auf realen Prüfständen. Um aber trotzdem den Bezug zur Realität nicht zu verlieren, wird das Framework auch mit einer Reihe von Messungen eines Versuchsprüfstandes verifiziert.



Ing. Dipl.-Ing. Wolfgang Jast, BSc

ATM 21

# MODELLING OF A REFRIGERATION PLANT FOR AN ESTABLISHMENT OF A LOAD FORECAST AND OPTIMISATION OF THE PLANT

Brauunion Österreich AG  
Dipl.-Ing. Markus Kleinhappl

Brauereien besitzen viele wärmeabgebenden Prozesse, vor allem während des Brauvorganges und der Gärung, sodass die meisten Brauereien industrielle Ammoniak-Kälteanlagen, gleich funktionierend wie konventionelle Kälteanlagen, im Einsatz haben. Der Vorgang dabei ist, dass das gasförmige Ammoniak verdichtet, kondensiert und flüssig zu Anwendungen mit notwendiger Kühlung verteilt wird. An der Anwendungsstelle wird das Ammoniak über ein Expansionsventil druckreduziert, sodass dieses die thermische Energie von einem anderen Prozessmedium aufnehmen kann. Durch diesen Wärmeübertragungsprozess verdampft das Kühlmedium und wird wieder über die Saugleitung in die Kompressoren eingesaugt. Diese Arbeit analysiert die Kälteanlage der Brauerei Göss, eine der größten Brauereien Österreichs, welche über 20 % der elektrischen Energie und fast ein Viertel des Wasserverbrauchs der Brauerei benötigt. In diesen Zeiten ringen steigende Energiekosten dazu, die Kälteanlage effizienter zu machen. Daher sollte diese Untersuchung die zukünftige Kühlkapazität und -last der Anlage ermitteln, um den Kühlungsprozess zu optimieren. Um zu verstehen, wie das System generell funktioniert, geht diese Arbeit auf das grundlegende Basiswissen von Kälteanlagen und thermodynamischen Hintergrund ein.

Um diese Prognose der Kältelast zu erstellen, werden Daten und Prozessaufnahmen der Hauptkältemittelverbraucher generiert. Diese Aggregate und Prozesse umfassen den externen Bierkühler, den Brauwasserkühler, welcher kaltes Wasser zur Kühlung der Heißwürze bereitet und den Gärungsprozess selbst in den beiden unterschiedlichen Gärtanktypen. Mit diesen Daten werden abstrahierte Kältelastprognosen für diese Verbraucher erstellt, um die Verteilpumpen des flüssigen Ammoniaks für die richtige Menge am richtigen Ort zu steuern und zu regeln. Die Aufnahmen der Gärtanks werden dabei in vier Prozessphasen unterteilt. Diese unterscheiden sich im Aufwand der Kältelast, wobei der letzte Schritt – das eigentliche Kühlen und Entleeren des Tanks – am meisten Ammoniak zur Kühlung benötigt. Der externe Bierkühler, sowie der Brauwasserkühler sind als wiederkehrende gleichmäßige Prozesse erkennbar, sodass diese vorhersehbar und prognostizierbar in ihrem Einsatz und der Kältelast sind. Zusammenfassend bieten die erstellten Prognosen einen Überblick und abstrahierten Ansichtspunkt der notwendigen Kühllasten der gewählten Aggregate. Zusätzlich sollen zukünftige Untersuchungen die Verteilung von flüssigem Ammoniak untersuchen, um die Anlage damit effizienter zu gestalten.



Dipl.-Ing. Michael Klamler, BSc

# KALIBRATIONS-AUTOMATISIERUNG VON SCHWINGUNGSSENSOREN

Andritz Hydro GmbH  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Manfred Pauritsch

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Kalibrieren von Schwingungssensoren. Dabei werden unterschiedliche Arten von Schwingungssensoren betrachtet. Es werden auch die verschiedenen Möglichkeiten diskutiert, wie Schwingungssensoren kalibriert werden können. Im weiteren Verlauf wird jedoch nur die Vergleichsvariante behandelt. Für diese Variante wurde die Software in dieser Arbeit entwickelt. Dabei wird das Messgerät mit einem Frequenzgenerator angesprochen sowie parametrisiert und die Messdaten werden erfasst sowie verarbeitet. Die Eingangskanäle können, wenn vorhanden, mithilfe der im Sensor abgespeicherten Daten parametrisiert werden.

Diese Einstellungen können über die grafische Bedienoberfläche eingesehen werden. Sollte der Prüfling über keinen Speicher verfügen oder dieser defekt sein, können die Daten auch manuell eingegeben werden. Zu einer Kalibrierung gehört auch ein dementsprechendes Protokoll, das dem Sensor die Einhaltung seiner angegebenen Grenzwerte bescheinigt, sofern dies das Ergebnis der Kalibrierung ist. Da diese Erstellung mit Aufwand verbunden ist und dabei auch Fehler unterlaufen können, wurde dies in dieser Arbeit vollständig automatisiert.



Ing. Dipl.-Ing. Jan Kranner, BSc

ATM 21

# ERSTELLUNG EINES OPTIMIERTEN UND EFFIZIENTEN INTRALOGISTIKKONZEPTS EINER REFURBISHMENT-PLATTFORM IM E-COMMERCE-BEREICH

ByeAgain GmbH

Dipl.-Ing. Robert Hammer

Aufgrund der sich ändernden Umwelt, wird es immer wichtiger, sparsam mit den verfügbaren Ressourcen der Erde umzugehen. Das ist auch der Grund dafür, warum Menschen immer mehr dazu tendieren, bereits gebrauchte Artikel weiterzuverkaufen, respektive diese auch zu kaufen. Ein plakatives Beispiel dafür sind Kinderartikel wie Spielzeuge, Schultaschen oder Lauflernwagen, welche nur eine sehr kurze Einsatzzeit je Kind aufweisen. Diese Entwicklung führt auch dazu, dass Intralogistiksysteme dementsprechend ausgelegt werden müssen. Das Bearbeiten von Secondhand-Produkten fordert spezielle Prozesse und Arbeitsplätze innerhalb eines Warenlagers. Weiters werden diese Anforderungen durch die größer werdende Bedeutung von ergonomischen Aspekten bei der Arbeitsplatzausführung verstärkt. In dieser Arbeit werden die benötigten Arbeitsplätze für das Bearbeiten von bereits verwendeten Produkten konzeptioniert. Dabei soll der Fokus auf die ergonomische Gestaltung dieser gelegt werden. Weiters wird ein ressourcenschonendes, effizientes Lagerkonzept für die Handhabung von Secondhand-Produkten ausgearbeitet. Die Konzeptionierungen werden mit Hilfe von „AutoCAD Architecture“ von Autodesk durchgeführt.

Erste Ergebnisse zeigen, dass die richtige Gestaltung der Arbeitsplätze einen großen Einfluss auf den Durchsatz hat sowie wichtig für die Gesundheit der Mitarbeiter\*innen ist. Der zweite Teil der Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, ob die Wirtschaftlichkeit des Intralogistiksystems gegeben ist. Hierfür werden die exakten Prozesszeiten der Arbeitsplätze ermittelt sowie die benötigte Anzahl der Mitarbeiter\*innen. Das Ergebnis der Arbeit zeigt, dass die benötigte Anzahl der Mitarbeiter\*innen geringer ist als die vom Unternehmen kalkulierte. Weiters wird bestätigt, dass Optimierungen einen großen Einfluss auf die Lagerfläche haben. Erste Ergebnisse zeigen, dass die richtige Gestaltung der Arbeitsplätze einen großen Einfluss auf den Durchsatz hat sowie wichtig für die Gesundheit der Mitarbeiter\*innen ist. Der zweite Teil der Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, ob die Wirtschaftlichkeit des Intralogistiksystems gegeben ist. Hierfür werden die exakten Prozesszeiten der Arbeitsplätze ermittelt sowie die benötigte Anzahl der Mitarbeiter\*innen. Das Ergebnis der Arbeit zeigt, dass die benötigte Anzahl der Mitarbeiter\*innen geringer ist als die vom Unternehmen kalkulierte. Weiters wird bestätigt, dass Optimierungen einen großen Einfluss auf die Lagerfläche haben.



Dipl.-Ing. Marco Nagiller, BSc.

## ENTWICKLUNG EINES SENSORBASIERTEN HANDMOTORIK-TRAININGSGERÄTS

FH-Prof. Dipl.-Ing. Dieter Lutzmayr

Durch Unfälle und Erkrankungen des zentralen Nervensystems kommt es häufig zu Beeinträchtigungen des alltäglichen Lebens von Betroffenen. Besonders bei der Neurorehabilitation handelt es sich teilweise um einen langwierigen Prozess, bei welchem durch den Einsatz von therapieunterstützenden Technologien die Häufigkeit und Dauer des Trainings gesteigert werden können. Daher beschäftigt sich diese Arbeit mit der Entwicklung eines Handmotorik-Trainingsgeräts, welches den Genesungsprozess unterstützen soll. Das Ziel dabei ist, das Gerät nicht nur aus ingenieurtechnischer Sicht zu entwickeln, sondern in einem frühen Stadium die Expertise von Fachexpert\*innen miteinzubeziehen. Zu Beginn wird ein Konzept erarbeitet, wonach ein erster Prototyp entwickelt wird. Dessen Evaluierung wird sowohl nach technischen Limitationen, als auch bezüglich praktischer Anwendbarkeit durchgeführt. Für letzteres wird eine Testung mit anschließender Befragung von 14 Ergotherapeut\*innen durchgeführt, wonach mittels Usefulness, Satisfaction and Ease of Use (USE)-Questionnaire und eines Fragebogens qualitative und quantitative Daten erhoben und folglich ausgewertet werden.

Basierend auf den Ergebnissen der gesamten Evaluierung werden neue Anforderungen abgeleitet, um das Trainingsgerät zielgerichtet weiter zu entwickeln. Eine qualitative Evaluierung zeigt bei sieben von zehn Antwortkategorien der kritischen Fragestellungen eine Verbesserung im Zuge der Weiterentwicklung. Weiters kann für die Verbesserungen hinsichtlich Verfahrensgeschwindigkeit, Vibrationen und Geräuschemission ein quantitativer Nachweis erbracht werden. Hinsichtlich der Relevanz zeigt sich, dass sich alle Befragten vorstellen können, solch ein Gerät im therapeutischen Bereich einzusetzen und das Training damit kognitive und motorische Fähigkeiten verbessern kann.



Ing. Dipl.-Ing. Daniel Pessler, BSc

# KRITISCHE ANALYSE VON MODELLEN ZUR VORHERSAGE DES ALTERUNGSVERHALTENS VON LITHIUM-IONEN-BATTERIEN

Virtual Vehicle Research GmbH  
Dipl.-Ing. Johannes Fritz, BSc

Hoch-Volt-Batterien spielen in der Elektroautorevolution eine essenzielle Rolle. Die HV-Batterie eines Elektroautos besteht aus vielen verschiedenen Bauteilen. Eines dieser Bauteile sind die Zellen, welche in Serie und parallel geschaltet werden und die elektrische Energie speichern. Die meistverwendeten Zellen in Elektroautos sind Lithium-Ionen-Zellen. Alle diese Zellen degradieren im Ruhezustand als auch im Betrieb und weisen mit fortlaufender Zeit einen Kapazitätsverlust und eine Erhöhung des Innenwiderstandes auf. Verschiedene Umgebungsfaktoren, wie zum Beispiel die Temperatur, die Lade- und Entladerate sowie die Festlegung von Lade- und Entladegrenzen haben Auswirkungen auf die Alterung und können diese beschleunigen beziehungsweise bremsen. Mit Simulationstools, wie zum Beispiel GT-AutoLion, kann die Degradation einer Lithium-Ionen-Zelle in geringerer Zeit

durchgeführt werden und es besteht die Möglichkeit, die Umgebungsparameter so zu ändern, um die Zelldegradation so gering wie möglich zu halten. Die durchgeführten Simulationen sollen deutlich machen, was die Gründe für die Degradation einer Zelle sind. Verschiedene Lithium-Ionen-Zellen, welche in GT-AutoLion nachgebildet werden, werden unter verschiedenen Umgebungsparametern simuliert und mit realen Testergebnissen verglichen. Die Simulationen werden mit drei verschiedenen Lithium-Ionen-Zellen durchgeführt, mit der NCR 18650B Zelle von Panasonic, mit der ANR26650M1-B Zelle von A123 Systems und mit der N21700CG-50 Zelle von BAK Battery.



# AT STYRIA

Plattform Automatisierungstechnik



Branchenspezifisches Netzwerk



Kommunikation nach innen und außen



Gemeinsamer Erwerb und Austausch von Know-How



Management von Über- und Unterkapazitäten

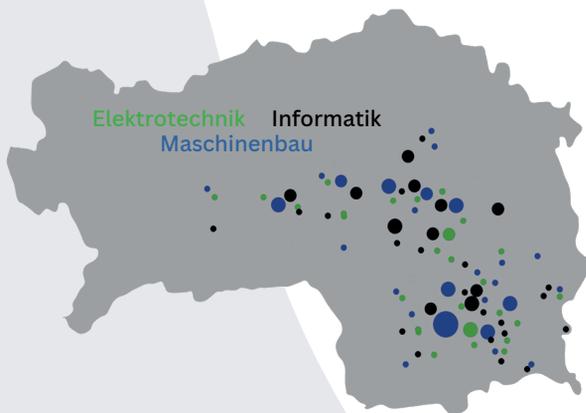


Internationalisierung und Export-Kooperationen



Optimierung bei Förderungen

Über 120 Mitglieder  
"Gemeinsam erfolgreich!"



Knapp \*100+ Unternehmen mit mehr als 25.000  
Mitarbeiter\*innen in der Steiermark, 22 Forschungs-  
und Bildungseinrichtungen und 7 Verbände

\*Stand 08/23

**Vorsitzender:**

Ing. Herbert Ritter, MBA

**Geschäftsführer:**

Mag. Helmut S. Röck

**Technologietransfer und  
Innovationsmanagement:**

DI Harald Fraunlob

**Projekt- und  
Kommunikationsmanagement:**

Celine Diethardt, BSc

Anna-Lena Pösendorfer, BA

**Kontakt:**

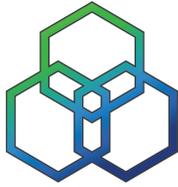
+43/316/601-561

info@atstyria.at

www.at-styria.at

linkedin.com/company/at-styria/





# AT STYRIA

Plattform Automatisierungstechnik

## Was wir tun

Als Plattform Automatisierungstechnik vernetzt AT STYRIA Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Bildungsinstitutionen in der Steiermark. Die Automatisierungstechnik ist ein breites Feld, das sich auch in der Vielfalt der Mitglieder widerspiegelt. Sie reichen vom Ein-Personen-Betrieb bis hin zum Großkonzern und umfassen alle Fachbereiche. Ziel ist, die gemeinsamen Interessen der in den Bereichen Automatisierungstechnik sowie Innovation und Connectivity tätigen Personen, Unternehmen, Bildungs- und Forschungseinrichtungen sowie Organisationen wahrgenommen, die Chancen der Branchenbetriebe gefördert und gemeinsame Aktivitäten durchgeführt werden.

AT STYRIA hat über 120 Mitglieder, davon sind circa 75% Unternehmen. Diese beschäftigen insgesamt mehr als 25.000 Personen in der Steiermark und bieten weltweit Produkte und Dienstleistungen an. Das Netzwerk verfügt über umfangreiches Know-How in den Bereichen Elektrotechnik, Informatik und Maschinenbau, was eine effektive Durchführung von Projekten in einem schnell wachsenden, technologieorientierten Bereich unterstützt.

### Wer wir sind

- Die Plattform Automatisierungstechnik wurde 2016 gegründet
- Die Mitglieder wählen einen ehrenamtlichen Vorstand mit einem Vorsitzenden
- Im Daily Business ist das AT Styria Team für Sie da

### AT STYRIA vernetzt

- Unternehmen (Ein-Personen-Unternehmen bis hin zu Großkonzernen)
- Forschungseinrichtungen
- Bildungseinrichtungen

### Wir organisieren

- Workshops
- Branchentreffen
- Vorträge
- Kongresse
- uvm.



### Wir geben Einblicke in die Kompetenzen unserer Mitglieder:



[www.at-styria.at/kompetenzatlas](http://www.at-styria.at/kompetenzatlas)



Ing. Dipl.-Ing. Patrick Prosen, BSc

## ROBOTERANWENDUNGEN BEI BÜGELBIEGEAUTOMATEN IN DER BEWEHRUNGSSTAHLERZEUGUNG

EVG Entwicklungs- und Verwertungs GmbH  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser

In den letzten Jahren hat die Automatisierung von manuellen Prozessen im Bereich der Herstellung von Bewehrungsmaterial immer stärker an Bedeutung gewonnen. EVG, als Maschinen- und Anlagenhersteller, welcher am Puls der Zeit bleiben und seinen Kunden modernste Technologien anbieten will, muss daher verschiedene Lösungen im Zuge der Automatisierung und Digitalisierung realisieren. Zurzeit werden bei einem Großteil der Bügelbiegeautomaten die produzierten Bewehrungsbügel manuell vom Bedienpersonal abgenommen. Zu den Nachteilen dieses Vorgangs gegenüber einer automatisierten Anlage zählen geringerer Ausstoß, mangelnde Qualität sowie geringere Anlagensicherheit. Daraus ergibt sich die Überlegung, diese Tätigkeit von einem Roboter durchführen zu lassen. Ziel dieser Arbeit ist es, die Produktivität eines automatisierten Bügelbiegeautomaten gegenüber einer manuell bedienten Anlage zu untersuchen. Die Simulation und Optimierung des Prozesses zur Abnahme der Bügel erfolgten mithilfe der Software „Plant Simulation“. Dabei wurden fünf mögliche Szenarien betrachtet, die sich nach der Anzahl der Produktwechsel sowie dem Drahtdurchmesser unterscheiden ließen. Diese Simulationen lieferten Informationen über den Ausstoß, die aktive Produktionszeit sowie die Ausfallzeiten der beiden Anlagen.

Die daraus gewonnenen Werte wurden einander gegenübergestellt und nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten, u.a. nach Einnahmen und Ausgaben, bewertet. Zu guter Letzt wurden zwei weitere Simulationen durchgeführt, welche einen optimierten Produktionsprozess aufzeigen. Auf Basis der Ergebnisse dieser Untersuchung wurden Empfehlungen für den Maschinenhersteller EVG sowie die Unternehmen, welche die Maschinen betreiben, ausgesprochen. Diese Masterarbeit sollte Kund\*innen aufzeigen, ob eine automatisierte Anlage im Vergleich zu einer manuellen Anlage für sie rentabel ist.



Dipl.-Ing. Burghard Schachner, BSc

ATM 21

# MATERIALFLUSSOPTIMIERUNG EINES FERTIGUNGSBETRIEBS IM SONDERMASCHINENBAU

PMCNC Technik und Schulungs GesmbH  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser

In Fertigungsbetrieben sind Produktionsmaschinen oft nicht optimal aufgestellt. Die Gründe dafür sind sich ständig ändernde Kundenanforderungen oder dass Maschinen gemäß ihrem Kaufdatum am nächstmöglichen Standort aufgestellt werden. Bei Optimierungsmaßnahmen im Laufe eines Fabriklebenszyklus werden oft Kompromisse eingegangen. Des Weiteren liegt der Fokus oft auf der Umsetzung eines Projektes. Diese Arbeit verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz für die gesamte Produktion. Ziel dieser Arbeit ist die Optimierung einer Produktionsanlage von Metallbearbeitungsmaschinen. Diese Optimierung geschieht in Form einer neuen Ausarbeitung des Maschinenlayouts. Dabei sollen Wegstrecken des Fertigungspersonals verkürzt und eine offenere Anordnung der Bearbeitungsmaschinen erstellt werden, um frühzeitig Maschinenstillstände zu erkennen. Zur Erreichung der Ziele werden die Materialflussanalyse und Werkzeuge aus dem Lean-Management angewandt. Für die Materialflussanalyse wird eine Simulationsstudie unter Verwendung verschiedener Ausprägungen des Layouts implementiert.

Als Tool aus dem Lean-Management wird Gemba-Kaizen angewandt, wobei spezielle Visualisierungsmethoden mittels 3D-Modellen, Virtual Reality und Augmented Reality vorgestellt werden. Das Ergebnis dieser Arbeit zeigt eine Durchsatzsteigerung durch Vermeidung von Verschwendung auf. Das Potenzial dieser Verbesserungsmaßnahme wird mithilfe einer Simulationsstudie in Zahlen ausgewertet und dargestellt. Eine wesentliche Erkenntnis dieser Arbeit ist, dass die Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen eine Kombination fachbereichsübergreifender Fähigkeiten und Kenntnisse erfordert. Diese Arbeit soll als Wegweiser für zukünftige Optimierungsmaßnahmen dienen.



Ing. Dipl.-Ing. Georg Scharzenberger, BSc

# OPTIMIERUNG DER KONSTRUKTION UND AUSLEGUNG VON BEWEGTEN, NICHT VORGEFORMTEN SCHLÄUCHEN UND KABELN ALS TEIL DES ANTRIEBSSTRANGS EINES KRAFTFAHRZEUGS

MAGNA Steyr Fahrzeugtechnik Graz  
Dipl.-Ing. Johannes Fritz

In den letzten Jahren hat sich der Einsatz von virtuellen Modellen zu einer Standardmethode im Fahrzeugentwicklungsprozess entwickelt. Virtuelle Modelle ermöglichen eine zeit- und kosteneffiziente Entwicklung, indem sie eine virtuelle Bewertung der Konstruktion, der Funktionalität und der Zielerreichung anstelle eines erhöhten Prototypen- und Testaufwands ermöglichen. Die heutigen Entwicklungsaktivitäten zeigen jedoch, dass nicht alle Komponenten eines Fahrzeugs den praktischen Einsatz virtueller Methoden erlauben. Dabei weisen Komponenten wie Schläuche und Kabel Abweichungen zwischen der virtuellen Auslegung und dem realen Verhalten auf, ohne dass ein praktikabler Weg zur Reduktion dieser Abweichungen mit erschwinglichem Aufwand verfügbar ist, was letztendlich zu technischen Problemen im Fahrzeug führen kann. Entsprechend sei das Ziel dieser Masterarbeit gesetzt, eine praktikable Methode zu entwickeln, die es dem Konstrukteur ermöglicht, die Konstruktionsaktivitäten im Hinblick auf die verschiedenen Abweichungen zu optimieren. Als Grundlage für die Entwicklung einer praktikablen Methode wurde eine Ursachenanalyse auf Basis eines Vergleichs zwischen der virtuellen Konstruktion und dem realen Bauteilverhalten durchgeführt.

In Kombination mit theoretischen Interpretationen sowie der Analyse der Konstruktionsumgebung und -prozesse können die Hauptursachen und Anforderungen an einen praktischen Weg spezifiziert werden. Durch die Kombination einer Makroentwicklung zur automatisierten Konstruktion, mathematischen Abschätzungen von Verformungen sowie Relativbewegungen, dargestellt durch Transformationsmatrizen, kann schlussendlich eine Methode generiert werden. In einem nächsten Schritt wird die Methode durch zusätzliche Vergleiche zwischen dem virtuellen Design und dem realen Bauteil validiert und optimiert. Aus diesen Vergleichen geht hervor, dass der Konstruktionsprozess entlastet werden kann und im gleichen Schritt die Abweichungen und das Risiko für Probleme im Fahrzeug reduziert wird. Allerdings weisen die Ergebnisse auch darauf hin, dass trotz Optimierung die Realität nicht ganzheitlich abgebildet werden kann, mit dem Hintergrund, dass die Genauigkeit in starker Abhängigkeit mit dem Erhalt der Nutzbarkeit und Anwendbarkeit der Methode für den\*der Konstrukteur\*in steht. Schlussendlich bestätigen die Untersuchungen und Ergebnisse dieser Arbeit, dass virtuelle Entwurfstätigkeiten für Schläuche und Kabel durch die Anwendung geeigneter Näherungsmethoden in gewissen Grenzen vereinfacht und verbessert werden können.



Dipl.-Ing. Andreas Schmidt, BSc

# INDUSTRIEROBOTER ALS FERTIGUNGSMASCHINE FÜR DEN 3D-DRUCK

CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser

Um in der modernen Fertigung Prototypen schnell, kostengünstig und ohne Umwege in Musterteile umzusetzen, wird sehr oft auf die Fertigungsmethode „Rapid Prototyping“ zurückgegriffen. Eine Form dieses Verfahrens ist die Schmelzschichtung (Fused Filament Fabrication, FFF), bei der das Werkstück schichtweise durch den Auftrag eines thermoplastischen Kunststoffes aufgebaut wird. Eine einfache Möglichkeit, Bauteile nach dem FFF-Verfahren herzustellen, bietet der Dreiachs-3D-Druck, für welchen sich bei anspruchsvolleren Bauteilen jedoch wesentliche Einschränkungen, wie etwa aufwendige Stützstrukturen oder optische Fehler, ergeben. Ziel dieser Masterarbeit ist es zu überprüfen, ob sich die Einschränkungen eines Dreiachs-Systems durch den Einsatz eines Industrieroboters mit sechs zur Verfügung stehenden Achsen verbessern oder ganz beseitigen lassen. Dieser soll die Methode des „bewegten Werkstückes“ nutzen, wodurch sich das Bauteil an der kinematischen Kette des Roboters befindet und dieser zu einer stillstehenden Druckeinrichtung verfährt.

Um das Ziel zu erreichen, wird ein Industrierobotersystem innerhalb einer rechnerunterstützten Fertigung (Computer-Aided Manufacturing, CAM) aufgebaut, mit welchem für definierte Bauteile Fertigungsoperationen, Simulationen sowie Validierungen durchgeführt werden. Am Ende wird durch einen Postprozessor ein ausführbarer Maschinencode erstellt, mit welchem Druckversuche am realen Robotersystem durchgeführt werden. Das Resultat der Arbeit zeigt, dass sich durch dieses Mehrachssystem viele Vorteile in Bezug auf den konventionellen 3D-Druck sowie neue Anwendungsfelder ergeben, wodurch eine Weiterentwicklung für die Zukunft in jedem Fall Sinn macht.



Dipl.-Ing. Daniel Schwaiger, BSc

# ENTWICKLUNG EINER CLOUDBASIERTEN KI-LÖSUNG ZUR ANALYSE VON AUDIOSIGNALEN

FH-Prof. Dipl.-Ing. Dieter Lutzmayr

Künstliche Intelligenz (KI) und Cloud-Computing sind treibende Kräfte der digitalen Transformation und Erfolgsfaktoren für eine nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit. Insbesondere der Bereich der KI-basierten Audiosignalverarbeitung weist ein hohes Potential zur Fehlererkennung von Maschinen und Anlagen auf. Jedoch scheitert die Umsetzung von KI-Projekten oftmals bereits vor Projektstart aufgrund fehlender Fachkenntnisse der Unternehmen. Das Ziel dieser Masterarbeit ist zu zeigen, wie KI-basierte Audioklassifizierungssysteme unter Verwendung von Cloud-Services implementiert werden können. Zu diesem Zweck werden die einzelnen Phasen eines KI-Projektes, von der Datenanalyse bis hin zur Bereitstellung eines fertig trainierten Modells in der Cloud- Umgebung, betrachtet. Frühere Arbeiten haben gezeigt, dass State-of-the-Art Audioklassifizierungssysteme auf Konzepten wie der Fourier-Analyse, Convolutional Neural Networks (CNN) und Recurrent Neural Networks (RNN) basieren. Anhand dieser Methoden wurden insgesamt 33 Klassifizierungsmodelle mittels Python, PyTorch und der cloudbasierten Plattform Google Vertex AI implementiert, trainiert und verglichen. Aufgrund der dynamischen Charakteristik der Audiodateien, wurde dazu ein komplexer Datensatz der Plattform Kaggle als Entwicklungsgrundlage verwendet (Bird-CLEF2022).

Das ausgewählte Modell wurde hinsichtlich der Vorhersagegenauigkeit optimiert und auf Vertex AI zur Beantwortung von Vorhersageanfragen veröffentlicht. Dabei konnte ein auf der CNN-Architektur basierendes Klassifizierungsmodell entwickelt werden, das neun unterschiedliche Klassen mit einer Vorhersagegenauigkeit von 80,4 % klassifiziert. Weitere Ideen zur Verbesserung des Ergebnisses konnten vorgestellt werden, wodurch bewiesen wird, dass schwierige Daten mit einer Vorhersagegenauigkeit von über 90 % klassifiziert werden können. Diese Masterarbeit zeigt, wie ein KI-basiertes Audioklassifizierungssystem unter Verwendung verschiedener Cloud-Dienste und State-of-the-Art-Deep-Learning-Methoden, entwickelt werden kann.



Dipl.-Ing. Andreas Seelaus, BSc

ATM 21

# MACHBARKEITSSTUDIE ZUR VIRTUELLEN INBETRIEBNAHME VON PRÜFSTANDSSYSTEMEN

AVL List GmbH  
Dipl.-Ing. Johannes Fritz

Diese Arbeit untersucht das Potenzial und den aktuellen Stand der Nutzung von Simulationen, virtueller Inbetriebnahme und Digital Twins zur Optimierung von Anlagen und Prozessen in AVL. Um Einblicke in die verwendeten Toolchains und Methoden zu gewinnen und die Hürden in den Projekt-Inbetriebnahme-Phasen zu identifizieren, wurden Interviews mit Vertreter\*innen verschiedener Geschäftsbereiche geführt. Die Ergebnisse dieser Befragungen zeigen die Vorteile der internen Anwendung von virtueller Inbetriebnahme. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurden grundlegende Untersuchungen angestellt und ein Engineering-Tool entwickelt, das den bisher manuellen Software-Testprozess für Sicherheitssysteme bestmöglich optimieren soll. Das Tool dient als Schnittstelle zwischen einer Programmieranwendung und der Software-Verhaltens-Tabelle, die als Vorlage für die Parametrierung dient.

Der sicherheitsrelevante Inhalt der Tabelle wird zuerst validiert und verarbeitet und dann in die Programmieranwendung importiert, die daraufhin einen automatisierten Software-Test ausführt. Die Anwendung generiert dann einen Bericht mit allen Ergebnissen des Tests und relevanten Fehlercodes. Das Engineering-Tool wurde erfolgreich implementiert und die Ergebnisse der virtuellen Inbetriebnahme zeigten, dass dadurch die Qualität und Effizienz der Software-Tests erhöht werden konnte. Zusätzlich zeigt die Literaturrecherche, dass virtuelle Inbetriebnahme für die Entwicklung komplexer, nachhaltiger Produkte und Anlagen von entscheidender Bedeutung ist und vielversprechende Vorteile für die gezielte Verwendung in AVL bietet.



Ing. Dipl.-Ing. Florian Seidl, BSc

## TELEOPERATION ÜBER 5G

CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dieter Lutzmayr

Die Mobilfunktechnologie beeinflusst die Kommunikation und den Informationszugang der Menschheit seit den 1980er Jahren. Der 2017 definierte New-Radio-Standard der fünften Generation, bezeichnet als „5G“, bietet fundamental neue Funktionalitäten, die mit keiner vorhergegangenen Mobilfunktechnologie vergleichbar sind. Aus diesem Grund wurde an der Fachhochschule CAMPUS 02 eine 5G-Infrastruktur errichtet, um Forschungsarbeit in den neuen Anwendungsfeldern und Einsatzszenarien zu betreiben. Das Ziel dieser Arbeit ist die Realisierung eines ersten Anwendungsfalls in der Infrastruktur der Fachhochschule CAMPUS 02, um die Datenübertragung mit niedriger Latenz und Latenzzeitmessungen in einem 5G-Netzwerk zu untersuchen. Zu Beginn erfolgte eine Sichtung der verfügbaren Soft- und Hardware für die Entwicklung eines Versuchsträgers, der die Anforderungen erfüllt und fernbedienbar ausgeführt werden kann. Der Aufbau bestand aus zwei USB-Webcams, montiert auf einem motorisierten Stativ. Die Steuerung erfolgte mit einem Servo-Controller-Board und einem Raspberry Pi 4, der mit einem 5G-Modem/Router verbunden war. Als Wiedergabegerät der Videoübertragung diente eine VR-Brille, die mit einem Kabel an einem Rechner angeschlossen war.

Die Anforderungen an die Datenübertragung konnten durch die Nutzung des bidirektionalen WebRTC-Protokolls erfüllt werden. Dieses ermöglichte die Video- und Audioübermittlung sowie einen Datenkanal für die Übermittlung der Kopfbewegung. Als wichtigstes Ergebnis sind die Entwicklung und Inbetriebnahme der Testanwendung zur Durchführung von Netzwerkmessungen mittels perfSONAR, einer Network-Performance-Monitoring-Software, zu nennen. Aufgrund von Limitationen technischer, infrastruktureller und zeitlicher Natur konnten nicht alle Aspekte vollumfänglich untersucht und umgesetzt werden. Basierend auf den erzielten Resultaten wurde eine Roadmap für die Rekonfiguration der 5G-Infrastruktur erstellt und weitere Entwicklungsmöglichkeiten für den Versuchsaufbau aufgezeigt.



Dipl.-Ing. Stefan Sperdin, BSc

ATM 21

## ERFOLGSPOTENZIALE DER TECHNISCHEN NACHHALTIGKEIT

KNAPP AG

Dipl.-Ing. Robert Hammer

Der Klimawandel und seine Folgen erfordern zwangsläufig einen umweltbewussten Lebensstandard. Der Industriesektor hat einen großen Anteil an den CO<sub>2</sub>-Emissionen, die für die Klimaerwärmung verantwortlich sind. Aus diesem Grund werden immer mehr Gesetze erlassen, die die Unternehmen unter Druck setzen, nachhaltiger zu agieren. Nachhaltigkeit ist so mittlerweile zu einem wesentlichen wirtschaftlichen Erfolgsfaktor geworden.

Die KNAPP AG entwickelt und baut Maschinen und Anlagen zur Abwicklung aller Prozesse innerhalb eines Distributionszentrums (DC). Ziel dieser Masterarbeit war es, mögliche Nachhaltigkeitsverbesserungen der Systeme von KNAPP zu identifizieren, zu bewerten und Potenziale in den unterschiedlichen Bereichen eines DCs aufzuzeigen.

Zu diesem Zweck wurden verschiedene technische Systeme untersucht und die Haupteinflüsse auf die

ökologische Nachhaltigkeit ermittelt. Um mögliche Ansätze für KNAPP abzuleiten, wurden die Nachhaltigkeitsentwicklungen anderer Industrieunternehmen analysiert. In einem Workshop mit Experten wurde ein Portfolio von Ideen erstellt, die sich positiv auf die identifizierten Einflüsse auswirken. Mit Hilfe der Scoring Methode wurde die Wirkung und das Ausmaß der Ideen auf die wesentlichen Einflussfaktoren bewertet und daraus die Potenziale für die einzelnen Bereiche eines DCs abgeleitet.

Das Ergebnis zeigt, dass insbesondere beim Rohstoffeinsatz, beim Energieeinsatz und bei den Emissionen Potenziale vorhanden sind, um die ökologische Nachhaltigkeit von KNAPP positiv zu beeinflussen. Diese Masterarbeit dient als Grundlage für Strategien und technische Verbesserungen der KNAPP AG.



Dipl.-Ing. Sascha Steinkrauβ, BSc

# ERSTELLUNG EINES SOFTWARE-TOOLS FÜR DIE AUTOMATIONSGESTÜTZTE BEURTEILUNG ZUR GESTALTUNG VERTRAU- ENSWÜRDIGER KÜNSTLICHER INTELLIGENZ

Siemens AG

FH-Prof. Dipl.-Ing. Dieter Lutzmayr

Künstliche Intelligenz (KI) ist heutzutage ein wichtiger Teil von vielen Software-Applikationen geworden. Sie ist in Handy-Apps integriert und je komplexer KI wird, umso größer ist in diesem Zusammenhang der Einfluss, den sie auf die individuelle Privatsphäre hat. Potentielle Risiken, die durch KI entstehen können, haben die Europäische Union dazu gebracht, einen Vorschlag für eine KI-Verordnung zu erarbeiten. Um die darin geforderten Risikominderungsmaßnahmen zu adressieren, hat das Fraunhofer Institut einen Leitfaden zur Gestaltung vertrauenswürdiger Künstlicher Intelligenz veröffentlicht. Das Hauptziel dieser Masterarbeit ist es, diesen textbasierten Leitfaden in ein Software-Tool zu überführen, welches Entwickler\*innen von KI-Applikationen hilft, den Prozess gemäß Leitfaden zu dokumentieren. Dies hilft, den Leitfaden zu verein-

fachen, um einen niederschweligen Zugang für viele Menschen zu ermöglichen. Weitere Ziele dieser Arbeit sind sowohl das Aufdecken von möglichen Optimierungen der Richtlinie, als auch Verbesserungen des bestehenden Software-Frameworks. Das Software-Tool wurde unter Zuhilfenahme dieses Frameworks innerhalb der Low-Code-Plattform Mendix entwickelt. Das Ergebnis ist ein Software-Tool, welches die Anforderungen an vertrauenswürdige KI vereinfacht, je nach dem Anwendungsbereich der gerade beurteilten KI-Applikation. Nach der Nutzung des Software-Tools kann ein Bericht erzeugt werden, um die erfüllten Anforderungen der Vertrauenswürdigkeit zu dokumentieren.



Dipl.-Ing. Stefan Steirer, BSc

ATM 21

# MODELLBASIERTES SYSTEMS ENGINEERING EINES PROZESSINTEGRIERTEN PARTIKELANALYSATORS

Anton Paar GmbH  
Dipl.-Ing. Johannes Fritz

Modellbasierte Ansätze gewinnen innerhalb des Produktentwicklungsprozesses zunehmend an Bedeutung, um Ressourcen zu schonen und Produkte termingerecht auf den Markt zu bringen. Zentral sind in diesem Zusammenhang die Umsetzung von modernem Requirement Engineering und die Nutzung bereits entwickelter Module für neue Produkte. Dies kann mit Hilfe von Variationsmanagement und modellbasierten Systems-Engineering-Methodiken erreicht werden. Anton Paar entwickelt komplexe Messsysteme für ein breites Anwendungsfeld, etwa die Messung von rheologischen Verhalten oder der Partikelgröße. Ziel der Arbeit ist es, zu untersuchen, inwiefern Variationsmanagement und modellbasierter Systementwurf in den Produktentwicklungsprozess von Messsystemen integriert werden können, um Time-to-Market-Ziele zu erreichen und Entwicklungsressourcen zu sparen. Im ersten Schritt wurden verschiedene Methoden evaluiert, um das beste Verfahren zur Erstellung des Modells eines hochkomplexen prozessintegrierten Partikelanalyseystems zu finden.

Basierend auf dem Ergebnis dieser Analyse wurden die verschiedenen Varianten dargestellt, um identische Komponenten zu finden, die für mehrere Anwendungen wiederverwendet werden können. Dadurch können Ressourcen gespart werden und nachhaltige Entwicklung wird ermöglicht. Darüber hinaus wurden die verschiedenen Varianten des Systems in eine modellbasierte Systems-Engineering-Umgebung integriert, um die Vorteile im Vergleich zu veralteten Ansätzen aufzuzeigen. Das Ergebnis belegt, dass State-of-the-Art-Ansätze im Produktentstehungsprozess einen positiven Einfluss auf die Entwicklungsqualität haben. Darüber hinaus zeigt es, dass modellbasierte Methoden auch die Entwicklungszeit positiv beeinflussen können. Durch weitere Untersuchungen können diese Ergebnisse der Masterarbeit verifiziert werden.



Dipl.-Ing. Thomas Thiebet, BSc

# KONZEPTIONELLE EINFÜHRUNG DER DIGITALEN FABRIK IM UMFELD DER INDUSTRIEROBOTIK

CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser

In realen Fabriken kommen für die Planung, die Evaluierung und die laufende Verbesserung von Prozessen zunehmend digitale Modelle, Methoden und Werkzeuge zum Einsatz, welche unter dem Überbegriff „Digitale Fabrik“ zusammengefasst werden. Darin können mit virtuellen Abbildern realer Komponenten und Verfahren verschiedenste Simulationen auf unterschiedlichen Ebenen einer Fabrik durchgeführt werden. Im Mechanical Engineering and Robotics Laboratory (MER-Lab) der FH CAMPUS 02 existieren Projekte, die partielle Elemente der Digitalen Fabrik abbilden. Ein übergeordnetes Gesamtkonzept einer Anlage, die diverse physikalische Komponenten und anschauliche industrielle Prozesse miteinander verbindet, ist jedoch nicht vorhanden und eine fundierte Methodik für die Einführung einer Digitalen Fabrik liegt nicht vor. In dieser Arbeit werden die Möglichkeiten der Digitalen Fabrik analysiert und es erfolgt eine Definition von Begrifflichkeiten aus deren Umfeld. Eine fundierte Einführungsmethodik wird identifiziert und es findet eine Evaluierung repräsentativer Prozesse aus der Industrierobotik sowie der Handhabungstechnik statt. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen erfolgt die Konzeptionierung und 3D-Modellierung der Anlage.

Das resultierende 3D-Modell erlaubt Simulationen auf der Maschinen-, der Zellen- und der Anlagenebene und bildet die Grundlage für die Veranschaulichung der zahlreichen Möglichkeiten in virtueller Umgebung. Es wird vorhergesagt, dass sich die Digitale Fabrik als neuer Standard im industriellen Umfeld etablieren wird. Das Ergebnis dieser Arbeit bildet die Basis, um diese Entwicklung im MER-Lab zu verfolgen.



Dipl.-Ing. Wolfgang Weingraber, BSc

ATM 21

# KI-GESTÜTZTE ZUSTANDBEWERTUNG VON REFURBISHMENT-PRODUKTEN

ByeAgain GmbH  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dieter Lutzmayr

Das Start-Up ByeAgain GmbH beschäftigt sich mit dem Refurbishment von gebrauchten Kinderartikeln. Zu den Kernprozessen des Unternehmens zählt die preisliche Bewertung von eingereichten Artikeln. Die Wirtschaftlichkeit der ByeAgain GmbH hängt stark von der Optimierung der unternehmensinternen Prozesse ab. Aus diesem Grund wird im Zuge der Arbeit ein Konzept zur Automatisierung des Bewertungsprozesses erstellt. Zudem wird der konzeptionierte Prozess anhand eines realen Produkts durchlaufen. Die Automatisierung erfolgt über den Einsatz von künstlicher Intelligenz. Auf Basis der eingereichten Produktinformationen werden automatisiert Daten über das jeweilige Neuprodukt generiert. Mit Hilfe der künstlichen Intelligenz wird bestimmt, ob es sich bei den generierten Daten um den gesuchten Artikel handelt. Im Falle einer Übereinstimmung kann der Verkaufspreis des gebrauchten Artikels auf Basis des zuvor ermittelten Produktneupreises berechnet werden. Im Zuge dieser Arbeit wird der gesamte Prozess an einem konkreten Produkt umgesetzt und getestet.

Die Analyse der Ergebnisse zeigt, ob die Automatisierung des Bewertungsprozesses in der Praxis eingesetzt werden kann. Falls nötig, werden aus den Resultaten entsprechende Rahmenbedingungen und Richtlinien für die Anwendung der Prozessoptimierung abgeleitet.



Dipl.-Ing. Clemens Weiskopf, BSc

# ELEKTROCHEMISCHE CHARAKTERISIERUNG VON ELEKTROLYSE STACKS MITTELS IMPEDANZSPEKTROSKOPIE

HyCentA

Dipl.-Ing. (FH) Gernot Hofer

Angesichts der Energiekrise wird Power-to-Gas als einzige praktische Lösung für die saisonübergreifende Langzeitspeicherung von Energie und als Antwort auf die schwankende und wachsende Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien angesehen. Die Grundlage dieser Technologie ist die Erzeugung von grünem Wasserstoff durch Elektrolyse von Wasser mittels Elektrolysestacks, die aus mehreren Zellen bestehen. Bei der Entwicklung dieser Zellen wird die elektrochemische Impedanzspektroskopie (EIS) als zerstörungsfreie Methode zur Überwachung des Betriebszustandes eingesetzt. Diese Methode erlaubt es, bestimmte Phänomene von Aktivierungs- und Degradationsprozessen nicht nur einer bestimmten Zelle, sondern auch den Zellkomponenten zuzuordnen. Über ein Ersatzschaltbild können die Veränderungen empirisch über die Komponentenergebnisse ermittelt und dokumentiert werden. Da EIS-Messungen meist an Einzelzellen beziehungsweise kleinen Stapeln erfolgen, sind bis auf wenige Ausnahmen keine Geräte zur Messung von Stapeln mit einer Stromaufnahme größer als 30 A am Markt erhältlich. Um diese Einschränkung zu umgehen, wurde im Zuge des EU-Projektes Recycalyze von der HyCentA Research GmbH ein eigener Aufbau zur Gewinnung der Messdaten entwickelt. Das Ziel dieser Masterarbeit ist die Datenverarbeitung und Auswertung dieser Messungen.

Dazu wird die Frequenzanalyse hinsichtlich der Genauigkeit in Abhängigkeit von der Messdauer und Phänomenen wie spektralen Leckagen untersucht. Außerdem wird der Einfluss verschiedener Fensterfunktionen verglichen und bewertet. Um die Auswirkungen auf die Membranelektrodenanordnung (MEA) zu zeigen, werden einfache Ersatzschaltbilder simuliert und gezeigt. Die Veränderung der Bauteilwerte kann bestimmte Effekte zeigen, die im Nyquist Plot aufgezeigt und mit gemessenen Impedanzkurven verglichen werden können. Die Frequenzanalyse-, sowie die grafische Aufbereitung und Archivierung erfolgen in der Programmiersprache JULIA. Zur Validierung des Messaufbaus und der Datenauswertung wurde eine Messung mit einem marktüblichen Produkt, bei geringer Stromdichte, erfolgreich durchgeführt. Mit diesem Messaufbau und der Datenauswertung kann die HyCentA Research GmbH Messungen in einem Leistungsbe-  
reich anbieten, die bisher nicht möglich waren.

# EINBLICK BACHELORARBEITEN DES JAHRGANGS ATB 20 STUDIENBEGINN WS 2020/2021 SPONSION SS 2023

ATB 20



Christoph Franz Beichler, BSc

## **Konzept zur Sicherstellung eines autarken Betriebs bei Blockheizkraftwerken während eines Blackouts**

Elektrotechnik Kindlhofer  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Udo Traussnigg



## **Prüfsystem für Mikro-Wechselrichter**

CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH  
Dipl.-Ing. (FH) Gernot Hofer



Dominik Feiertag, BSc

## **Optische Bildbewertung der Endprodukte einer Zentrifuge**

Andritz AG  
Dipl.-Ing. Markus Kleinhappl



## **Funktionsweise und Anwendungen von künstlicher Intelligenz**

Andritz AG  
Dipl.-Ing. (FH) Gernot Hofer



Bernhard Forjan, BSc

## **Testautomatisierung der Kalibriersoftware für einen Motorenprüfstand**

AVL List GmbH  
Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Schalk



## **Implementierung der Testautomatisierung für einen digitalen Zwilling eines Motorenprüfstandes**

AVL List GmbH  
Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Schalk



Jakob Gaugl, BSc

## **Messgenauigkeit von Energiezählern bei nicht Ohm'schen Verbrauchern**

CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH  
Dipl.-Ing. (FH) Gernot Hofer



## **Wirkungsgradbestimmung eines Akkusystems für Balkonkraftwerke**

CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH  
Dipl.-Ing. (FH) Gernot Hofer



Grabler Florian, BSc

**Teilespektrum für Kunststoff 3D-Druck im Sondermaschinenbau**

Anton Paar GmbH

FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser



**Automatisierungslösungen für einen kontinuierlichen Produktionsprozess mittels FFF 3D-Druck**

Anton Paar GmbH

FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser



Severin Gruber, BSc

**Requirements for a seamless transition from simulation to in vehicle ADAS test execution**

AVL List GmbH

FH-Prof. Dipl.-Ing. Dieter Lutzmayr



**Prototype for automatic transition from OpenSCENARIO to Maneuver Guidance**

AVL List GmbH

FH-Prof. Dipl.-Ing. Dieter Lutzmayr



Sebastian Herz, BSc

**Modellbasiertes Engineering in Anwendung auf speicherprogrammierbare Steuerungen mit dem Prozess im Fokus**

Selmo Technology GmbH

Dipl.-Ing. Franz Michael Fasch



**Optimierter Einsatz von Lithium-Eisenphosphat-Akkus als Energiespeicher für ein Balkonkraftwerk**

CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH

Dipl.-Ing. (FH) Gernot Hofer



Holzerbauer Anton, BSc

**Datenbankgestützte Messdatenerfassung und Auswertung**

CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH

Dipl.-Ing. (FH) Gernot Hofer



**Vergleich unterschiedlicher Datenbanksysteme zur Messdatenerfassung**

CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH

Dipl.-Ing. (FH) Gernot Hofer



Kapellari Fabian, BSc

**Konzept eines variabel geführten Sonnenkollektors**

CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH

Dipl.-Ing. (FH) Gernot Hofer



**Einsetzbarkeit von intelligenter Sensorik und Aktorik in Prozessanlagen**

ZETA GmbH

FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Manfred Pauritsch



Kappel Markus, BSc

### **Arbeitsplatzautomatisierung in der Radsatzherstellung**

Siemens Mobility Austria GmbH  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser



### **Umsetzung und Weiterentwicklung des Automatisierungskonzepts in der Radsatzherstellung**

Siemens Mobility Austria GmbH  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser



Knittelfelder Manuel, BSc

### **Multiprotocol Control Interface for parametrization of an Universal Inverter**

AVL List GmbH  
Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Schalk



### **Practical Implementation of a Multiprotocol Control Interface for an Universal Inverter**

AVL List GmbH  
Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Schalk



Larcher Markus, BSc

### **Konzeptentwicklung für einen Kupplungslamellen-Schlichtprozess**

PIA Automation Austria GmbH  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser



### **Vergleich zwischen 2D- und 3D-Layout im Vertriebsprozess**

PIA Automation Austria GmbH  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser



Lhotzky Alwin BSc

### **Automatisierung eines Testsystems für die Profinet- Fahrwerkdiagnoseüberwachung von Drehgestellen**

Siemens Mobility Austria GmbH  
Dipl.-Ing. (FH) Gernot Hofer



### **Implementierung eines erweiterten Testframeworks in ein Profinet-Testsystem für die Fahrwerksdiagnoseüberwachung von Drehgestellen**

Siemens Mobility Austria GmbH  
Dipl.-Ing. (FH) Gernot Hofer



Oswald Daniel Anton Paul, BSc  
**Leersackerkennung**  
 Statec-Binder  
 RgR Dipl.-Ing. Karl Hartinger



**High-Speed-Dosierwaage**  
 Statec-Binder  
 Dipl.-Ing. Franz Michael Fasch



Pacher Bernhard, BSc  
**Entwicklung einer Systematik zur Signalisierung der benötigten Komponenten in einer Fertigung**  
 AVL List GmbH  
 Dipl.-Ing. (FH) Gernot Hofer



**Entwicklung eines automatisierten Energieversorgungssystems für eine Inselanlage**  
 Dipl.-Ing. Franz Michael Fasch



Pacher Gernot, BSc  
**Automatisierte Rundlaufprüfung von Messspindeln**  
 Anton Paar GmbH  
 RgR Dipl.-Ing. Karl Hartinger



**Entwicklung eines Mikrocontroller-basierten Pulsmonitoring-Systems**  
 CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH  
 FH-Prof. Dipl.-Ing. Dieter Lutzmayr



Pozgaj Ivan, BSc  
**Machine Data Collection for Machine Tools**  
 TCM Tool Consulting and Management GmbH  
 FH-Prof. Dipl.-Ing. Dieter Lutzmayr



**Vorrichtungsentwicklung mit bidirektionaler OPC UA Kommunikation zwischen SPS und Arduino**  
 CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH  
 FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser



Pucher Josef, BSc  
**Entwicklung und Regelung elektrischer Schaltungen zu Demonstrationszwecken in regelungstechnischen Lehrveranstaltungen**  
 Technische Universität Graz  
 RgR Dipl.-Ing. Dr.techn. Josef Humer



**Regelung Abwärtswandler**  
 Technische Universität Graz  
 FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Udo Traussnigg



Rabensteiner Martin, BSc

**Konzeptionierung einer Pulverdosierung**

Hohl Maschinen- und Anlagenbau GmbH  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser



**Digitale Fertigungsfabrik**

Hohl Maschinen- und Anlagenbau  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser



Redtenbacher Gerald, BSc

**Sicherstellung des Mindestabstandes stromführender Teile mit Hilfe der statistischen 3D-Toleranzanalyse**

AVL List GmbH  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser



**Analyse der erforderlichen Datengrundlage für die Erstellung einer Materialkarte zur Simulation von Klebeverbindungen**

AVL List GmbH  
Dipl.-Ing. Dr. Bernhard Kager



Rinner Christian, BSc

**Konzept für eine kompakte Abfüllstation von Schraubdeckelgläser**

HF Technik GmbH  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser



**Möglichkeiten der Digitalen Fabrik im After Sales von kleinen Maschinen**

Tulberg GmbH  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser



Sakotnik Michael, BSc

**Materialflussstudie für einen Papierpaletten-Transport in der Papierausrüstung**

Sappi Austria Produktions - GmbH & Co KG  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser



**Prototyp eines Greifersystems für die Paletten-Entschachtelung**

Sappi Austria Produktions- GmbH & Co KG  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Gasser



Seifert Kevin, BSc

**Konzeption und Analyse einer Verschiebewelle bei einem Verbrennungskraftmotoren-Prüfstand**

KS Engineers - Kristl, Seibt & Co Ges.m.b.H.  
Dipl.-Ing. Dr.techn. Thomas Willidal

---



**Numerische Untersuchung der Fehlercharakteristik des Bubble Inflation Test**

Technisches Büro Dipl.-Ing. Dr.techn. Bergard Kager GmbH & Co KG  
Dipl.-Ing. Dr.techn. Bernhard Kager

---



Steiner Gabriel, BSc

**Ladungsmessung bei Holztransportern mit Blattfedern**

Tödting GmbH  
RgR Dipl.-Ing. Karl Hartinger

---



**Konzept zur Überwachung einer Restwasserturbine**

Fb Industry Automation GmbH  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Manfred Pauritsch

---



Stocker Lukas, BSc

**Kurzschlussstest an Brennstoffzellen-Stacks**

AVL List GmbH  
RgR Dipl.-Ing. Karl Hartinger

---



**Praktische Untersuchung von Kurzschlussstestverfahren an Brennstoffzellen-Stacks**

AVL List GmbH  
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Manfred Pauritsch

---



Zulum Ernad, BSc

**Konzept zur Optimierung von Lochrasterplatten in Drosseltransformatoren**

Siemens Energy Austria GmbH Transformers Weiz  
Dipl.-Ing. Gabriele Imrich-Schwarz

---



**Konzept eines Messsystems für die Elektromyographie**

FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Manfred Pauritsch

# SPONSION ATM 21



ATM 21



## SPONSION ATB 20

ATB 20



# UNTERNEHMEN UND INSTITUTIONEN

Folgende Unternehmen und Institutionen, bei welchen die Studierenden der Studienrichtung Automatisierungstechnik hauptberuflich tätig waren bzw. sind, unterstützen und unterstützten unsere Absolvent\*innen bei ihrer Abschlussarbeit – herzlichen Dank!

Der angeführte Firmenname inklusive Standort kann vom aktuellen abweichen, da es sich um historische Daten handelt, die jeweils zum Zeitpunkt der Betreuung der Abschlussarbeit erhoben wurde. Somit kann ein Unternehmen auch mit seinen historischen Firmennamen mehrfach vorkommen.

ABB AG, Graz  
ACC Austria GmbH, Fürstenfeld  
ACCU POWER GmbH, Graz  
ACE Apparatebau construction & engineering GmbH, Lieboch  
Advanced Drilling Solutions GmbH, Leoben  
Advantage Fahrschul- und Logistik GmbH, Graz  
AHT Cooling Systems GmbH, Rottenmann  
ALBA tooling & engineering, Forstau  
Alcatel-Lucent Austria AG, Wien  
Alicona GmbH, Raaba  
ALPINE-ENERGIE GmbH & Co KG, Graz  
ALTECH GesmbH, Graz  
ams AG, Premstätten  
Amt der Stmk. Landesreg., Ref. f. Luftgüterüberwachung, Graz  
Andritz AG, Graz  
Andritz AG, Wien  
Andritz Hydro GmbH, Weiz  
Anton Paar GmbH, Graz  
Artesyn Austria GmbH & Co KG, Kindberg  
ASTA MEDICA Arzneimittel GesmbH, Wolfsberg (Vitaris Pharma GmbH, Wien)  
AT&S Austria Technologie & Systemtechnik AG, Fehring  
AT&S Austria Technologie & Systemtechnik AG, Fohnsdorf  
AT&S Austria Technologie & Systemtechnik AG, Leoben  
ATB Austria Antriebstechnik AG, Spielberg  
Atronic Austria GmbH, Unterpremstätten  
austriamicrosystems AG, Unterpremstätten  
austroSteel, Graz  
Autforce Automations GmbH, Lebring  
AutomationX GmbH, Grambach  
AVL List GmbH, Graz  
AZ-tech Sicherheitstechnik Service GmbH, Graz  
Bad Gleichenberger Energie GmbH, Bad Gleichenberg  
Barbaric GmbH, Linz  
Bauer Pumpen und Röhrenwerk GesmbH, Voitsberg  
Beko Engineering & Informatik GmbH & Co KG, Graz  
Bentley Systems Austria GmbH, Graz  
Bernecker+Rainer Industrie-Elektronik GesmbH, Graz  
BHM Ingenieure – Engineering & Consulting GmbH, Graz  
BK Maschinenbau GmbH, Lebring  
Binder & Co AG, Gleisdorf

Blue Chip Energie  
BlueTec Hydro  
Böhler Edelstahl GmbH & Co KG, Kapfenberg  
Bosch Mahle Turbo Systems Autria GmbH, St. Michael  
BRAU UNION Österreich AG, Graz  
Breitenfeld Edelstahl AG, St. Barbara/Mürztal  
Brevillier Urban Sachs GmbH & Co KG, Graz  
Bruckschlögl GmbH, Bad Goisern  
BT-Wolfgang Binder GmbH, Gleisdorf  
Buchhaus GmbH, Stallhofen  
Bundesministerium für Landesverteidigung Fliegerwerft, Zeltweg  
Burger-Ringer GesmbH & Co KG, Graz  
BZ Leoben, Leoben  
B&R Automation GmbH, Eggelsberg bei Braunau  
charismaTec OG  
Cleanstgas GmbH, St. Margarethen/Raab  
Chemisch Thermische Prozesstechnik GmbH, Graz  
Chrysler Management Austria GesmbH, Dörfla  
Concept Tech GmbH, Gratkorn  
CTP GmbH, Graz  
Daimler Chrysler Consult GmbH, Raaba  
Das virtuelle Fahrzeug Forschungs- GmbH, Graz  
Dematic GmbH, Graz  
DEWETRON GmbH, Grambach  
DI Huber Soran GmbH, Graz  
Drumetall GmbH & Co KG, Gratwein  
Dürr Austria GmbH, Gleisdorf  
EAM Systems GmbH, Graz  
Eberhaut GmbH, Mureck  
EEG Elements Energy GmbH  
Elektrotechnik Kindlhofer, Gleinstätten  
Elektronikentwicklungsbüro DI Dr. Heinrich Paar, Frohnleiten  
ELIN Motoren GmbH, Preding  
ELIN Transformatoren GmbH, Weiz  
ematric GmbH, Fürstenfeld Energie Graz GmbH & Co KG, Graz  
Energie Steiermark Technik GmbH, Graz  
Engenium GmbH, Weiz  
Engineering Masterfoods Austria OHG, Breitenbrunn  
EPCOS Bauelemente OHG, Deutschlandsberg  
eposC process optimization GmbH, Grambach  
ERST - Elektro- und Regeltechnik Steiner GmbH, Greinbach  
Eurostar, Graz  
EVA GmbH, Griffen  
EVG - Entwicklungs- und Verwertungs-Gesellschaft m.b.H., Raaba  
Evoloso Organisationssoftware & Consulting GmbH, Graz 58  
evon GmbH, Gleisdorf  
Fb Industry Automation, Albersdorf  
FH JOANNEUM GmbH  
FMS Datenfunk Gesellschaft GmbH, Graz  
Framag Industrieanlagenbau GmbH, Frankenburg  
Fresenius Kabi Austria GmbH, Graz  
Frühwirth Josef GmbH, Graz  
Geislinger GmbH, Lavanttal  
Gemeinde Mitterberg - Sankt Martin

Grazer Stadtwerke AG, Graz  
Grübl Automatisierungstechnik GmbH, Stubenberg  
Glock Ökoenergie GmbH, Griffen  
HF Technik GmbH, Kalsdorf bei Graz  
HPI High Pressure Instrumentation Gesellschaft für Meßtechnik m.b.H., Graz  
H+S Zauntechnik GesmbH, Raaba  
HAN Anlagenbau GmbH, Graz  
HAGE Sondermaschinenbau GmbH & Co KG, Obdach  
Hans Künz GmbH, Groß St. Florian  
Hecus X-Ray Systems, Graz  
Hereschwerke Regeltechnik GmbH, Wildon  
Herz Energietechnik GmbH, Pinkafeld  
Herz Feuerungstechnik, Sebersdorf  
Hohl Maschinen- und Anlagenbau GmbH, Wundschuh  
Hubert Palfinger Technologies GmbH, Admont  
Hübl Haustechnik GmbH, Graz  
Hutchison 3G Austria GmbH, Graz  
HyCentA Research GmbH, Graz  
IAF – Industrienanlagentechnik Frauental Gesellschaft m.b.H., Frauental  
IFE Aufbereitungstechnik GmbH, Waidhofen/Ybbs  
IMS Kollegger GmbH, Graz  
IMT innovative Maschinentechnik, Aspang  
Infineon Technologies AG, Graz  
Ingenieurbüro Manfred Wonisch  
Ing. Sallegger GmbH & Co KG, Breitenfeld  
INTECO melting and casting technologies GmbH, Bruck/Mur  
Isovolta AG, Werndorf  
Isovoltaic AG, Lebring  
ISS Facility Services, Abt. Industriewartung, Graz  
Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH, Graz  
Jungheinrich Systemlösungen GmbH, Graz  
Karl Fink GmbH, Kaindorf  
Kendrion Binder Magnete GmbH, Eibiswald  
KF-Uni, Inst. f. Physik – Bereich Experimentalphysik, Graz  
Klinik Judendorf Straßengel, Judendorf  
KNAPP AG, Hart b. Graz  
KNAPP Systemintegration GmbH, Leoben  
Komptech Umwelttechnik GmbH, Frohnleiten  
Komptech Research Center GmbH, St. Michael  
König Maschinen Gesellschaft mbH, Graz  
Körner Chemieanlagenbau Gesellschaft mbH, Wies  
KPS Automation GmbH, Dobl  
Krankenhaus der Barmherzigen Brüder, Graz  
Kristl, Seibt & Co GesmbH, Graz  
Kronegger GmbH, Grambach  
Kärntner Mühle Kropfitsch und Glanzer GmbH, Klagenfurt  
KSB Österreich GesmbH (Abt. Verkauf), Graz Kurtz Altaussee GmbH, Altaussee  
KTM Components GmbH, Munderfing  
Labor und Datentechnik Bartelt GmbH, Graz  
Lear Corporation Austria  
Linde Gas GmbH & Co KG, Linz  
LOGICDATA Electronic & Software Entwicklungs GmbH, Frauental  
LSR f. Stmk., LBS Voitsberg  
LSR f. Stmk., LBS 4, Graz

LSR f. Stmk., LBS Mureck  
LuxX-Freitag KEG, Graz  
M&R Automation GmbH, Grambach  
Magistrat Graz Umweltamt  
Magistrat Graz, Berufsfeuerwehr Graz  
MAGNA Auteca AG, Krottendorf  
MAGNA Cosma Europe  
MAGNA Drivetrain (MDT), Lannach  
MAGNA Heavy Stamping, Gleisdorf  
MAGNA POWERTRAIN AG & Co KG, Ilz  
MAGNA Presstec Autozubehör, Weiz  
MAGNA Steyr Automobiltechnik Blau, Weiz  
MAGNA Steyr Fahrzeugtechnik AG & Co KG, Graz  
MAGNA Steyr Fuel Systems, Weiz & Sinabelkirchen  
Manpower Engineering, Graz  
Marienhütte GmbH, Graz  
Mark Metallwarenfabrik, Spital a. Phyrn  
Markus Pörtl Elektrotechnik e.U., Kaindorf  
MB Metallbau, Güssing  
MEHR-Datasystems GmbH, Frauental/Laßnitz  
MEON Medical Solutions GmbH & Co KG, Graz  
Medizinische Universität, Graz  
Mercedes-Benz G GmbH, Graz  
metior Industrieanlagen GmbH, Graz  
MGX Automation GmbH, Leibnitz  
MHS Montagesysteme für Heizung und Sanitär GmbH, Stainz  
Mikron Gesellschaft für integrierte Mikroelektronik mbH, Gratkorn  
Milteco GmbH, Anger  
Mondi Bags Austria GmbH, Zeltweg  
Möstl Anlagenbau GmbH, Passail  
Mühlfellner Tankbau GmbH, Ehrenhausen  
Norske Skog GmbH, Bruck/Mur  
NTE Naturenergie, Technology & Engineering GmbH, Graz  
NXP Semiconductors Austria GmbH Styria, Gratkorn  
ÖBB, ST-RL-Süd, SM Bruck/Mur  
Ossiachersee Halle Betriebs GmbH & Co KG, Steindorf  
ökoTech Asgard Solarkollektoren GmbH, Graz  
OMV Exploration & Production GmbH, Wien  
Österr. Bundesheer, Zeltweg  
Österreichische Akademie der Wissenschaft, Institut für Weltraumforschung, Graz  
Östu Stettin, Leoben  
P&I Technisches Büro für Automatisierungstechnik GmbH, Rein  
Peters Engineering GesmbH, Bad Gams  
Pewag Austria GmbH, Graz  
Philips Austria GmbH Styria, Gratkorn  
PIA Automation Austria GmbH, Graz  
Pink GmbH, Langenwang  
PM CNC Technik und Schulungs GmbH, Trofaiach  
Pollmann International GmbH, Karlstein  
Österreichische Post AG, Graz  
Prevent Halog, Krems/Donau  
ReBlock GnbR, Graz  
Reich-Austria Spezialmaschinen GesmbH, Voitsberg  
REP GmbH, St. Johann im Pongau

Resch GmbH, Glojach  
RHI Refractories AG, Leoben  
RHI Refractories AG, Veitsch  
Rigips Austria GmbH, Bad Aussee  
Robo Schach  
Roche Diagnostics GmbH, Graz  
Rosendahl Nextrom GmbH, Pischelsdorf  
Rotes Kreuz, Graz  
Roto Frank Austria GmbH, Kalsdorf  
Saint-Gobain Rigips Austria GesmbH  
Salomon Automation GmbH, Friesach bei Graz  
Samsung SDI Battery System GmbH, Kalsdorf  
Sandvik Mining and Construction GmbH, Graz  
SAPPI Austria Produktions GmbH & Co KG, Gratkorn  
SAS Institute Software GmbH, Wien  
SELMO Automation GmbH  
Schneid GesmbH, Graz  
Schrack Seconet AG, Graz  
Schreck, Ing. Erich e.U., Thannhausen  
Schunk Carbon Technology GmbH, Bad Goisern  
SFT, Graz  
SGP, Graz  
SH ELDRA Elektrodraht GmbH, Graz  
Siemens AG Österreich, Transformers, Graz  
Siemens AG Österreich, Transformers Weiz  
Siemens Mobility GmbH, Graz  
Siemens Transportation Systems, Graz  
SSI Schäfer Automation GmbH, Graz  
STATEC BINDER GmbH, Gleisdorf  
Stadler Sensorik CNC-Technik GmbH, Deutschfeistritz  
Stadtgemeinde Kapfenberg, Kapfenberg  
Stahl Judenburg GmbH, Judenburg  
STEG, Steiermärkische Elektrizitäts AG, Graz  
Steirische Fernwärme GmbH, Graz  
Steirische Gas-Wärme GmbH, Graz  
Steirische Wasserkraft- u. Elektrizitäts AG, Graz  
Steirische Wasserkraft- u. Elektrizitäts AG, Knittelfeld  
STEWEAG STEG GmbH, Graz  
Stora Enso Timber GmbH, St. Leonhard  
Stromnetz GmbH & Co KG, Graz  
Sulzer Escher Wyss Kältetechn. GmbH, Klagenfurt  
SupCon Technisches Büro GmbH, Frohnleiten  
Syslog GmbH, Graz  
TAMROCK VOEST-ALPINE Bergtechnik GesmbH, Zeltweg  
TCM International Tool Consulting & Management GmbH, Stainz  
TCM Systems GmbH, Stainz  
Technische Universität Graz, Institut für techn. Informatik  
Technische Universität Graz, Institut für Materialphysik  
Technisches Büro Christandl GmbH, Weiz  
Technisches Büro Franz Blaschitz GmbH, Lieboch  
Technisches Büro DI Dr. Bernhard Kager GmbH & Co KG  
Technisches Büro Mautz, Graz  
Technoglas Produktions GmbH, Voitsberg  
Telekom Austria AG, Graz

TG Mess-, Steuer- u. Regeltechnik GmbH, Unterpemstätten  
ThyssenKrupp Aufzüge GmbH, Gratkorn  
TOMO – TEC Moosbrugger GmbH, Gössendorf  
Tödting Transport GmbH, Passail  
Tridonic GmbH & Co KG, Fürstenfeld  
Tubex Tubenfabrik Wolfsberg GmbH, St. Stefan im Lavantthal  
Tulberg GmbH, Frohnleiten  
UBG Beratungs GmbH, Graz  
UTG Universaltechnik GmbH, Graz  
VA TECH ELIN EBG, Graz  
VA TECH ELIN Transformatoren GmbH & Co KG, Weiz  
Veitsch-Radex GmbH & Co KG, Breitenau  
VENTREX Automotive GmbH, Graz  
Verbund Austrian Hydro Power AG, Wien  
VESCON Systemtechnik GmbH, Gleisdorf  
YAASA GmbH, Lannach  
Vexcel Imaging GmbH, Graz  
Virtual Vehicle Research GmbH, Graz  
Voestalpine Böhler Edelstahl GmbH & Co KG, Kapfenberg  
VOEST Alpine Stahl Donawitz GmbH & Co KG, Leoben  
VOEST Alpine Stahlrohr, Kindberg  
VOEST Alpine Rotec GmbH, Krieglach  
Vogel & Noot Landmaschinen GmbH & Co KG, St. Barbara im Mürztal  
Völkl Stahl- und Fahrzeugbau GmbH, Krieglach  
Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH, Peggau  
Wirtschaftskammer Steiermark, Graz  
Wolfram Bergbau und Hütten AG, St. Martin  
WO&WO Sonnenlichtdesign GmbH & Co KG, Graz  
Wollsdorf Leder Schmidt & Co GesmbH, Unterfladnitz  
XAL GmbH, Graz  
Zeman Maschinenbau, Wien  
Zentrum für Elektronenmikroskopie, Graz  
XeNTiS Composite Entwicklung- u. Produktions GmbH, Bärnbach  
ZETA GmbH, Lieboch  
ZF Lemförder Achssysteme, Lebring  
Ziviling.-Büro Dr. Krauss, Graz  
Zizala Lichtsysteme GmbH, Wieselburg  
ZT-Kastner GmbH, Klagenfurt

## UNTERNEHMEN VON SELBSTSTÄNDIGEN ABSOLVENT\*INNEN

Alfred Tieber Consulting, Hofstätten an der Raab  
ByeAgain GmbH, Fernitz-Mellach  
IB Brandschutz HAISTER, Fernitz-Mellach  
€cosys – Energie und Umwelt, Krottendorf  
Autforce – Automations GmbH, Lebring  
DI (FH) Johann Albrechter, Groß St. Florian  
DI DI (FH) Markus Gruber, SELMO Technology GmbH, Dobl  
enagia engineering & consulting, Dipl.-Ing. Andreas Steßl  
Fb Green Energy GmbH, Hausmannstätten  
Gernot Mischinger, Leibnitz  
ISWAT GmbH, Industriesoftware & Automatisierung GmbH, Deutschlandsberg  
Maschinenbau Brunner GmbH, Wolfau  
Meister-Quadrat Kunststoff- und Automatisierungstechnik GmbH, Leoben  
miSoft, Herbert Schrank, Birkfeld  
NET-Automation OG, Zeltweg  
P&I Technisches Büro für Automatisierungstechnik GmbH, Gratkorn  
Pressenservice Pankratz, Launsdorf  
RK Electronic Solutions e.U., Bärnbach  
RORA MOTION GmbH & Co KG, Bad Reichenhall  
shamrock-htt e.U., Altenhof am Hausruck  
SITT Development OEG, Ehrenhausen  
SIL e.U., Dipl.-Ing. Georg Landsmann  
Watzl Engineering GmbH, Gleisdorf  
Wildpower GmbH, Passail  
Voltagezone Electronics e.U., Graz