

WO WISSEN WIRKT.



Bachelorarbeiten 2024

# Bachelor of Science in Systemtechnik



# Vorwort



**Prof. Dr. Carlo Bach**  
Studiengangsleiter BSc Systemtechnik

## Sehr geehrte Damen und Herren

mit Freude und Stolz präsentieren wir Ihnen die Diplomarbeitsbroschüre des Studiengangs Systemtechnik.

Diese Sammlung von Abschlussarbeiten zeigt das Ergebnis intensiver Auseinandersetzung mit einem Thema, harter Arbeit und unermüdlichem Engagement unserer Diplomandinnen und Diplomanden. Sie spiegelt nicht nur die Fähigkeiten und das technische Wissen wider, das sie während ihres Studiums erworben haben, sondern auch ihre Kreativität, Innovationskraft und wissenschaftsbasierte Problemlösungsfähigkeiten.

Der Studiengang Systemtechnik steht im Zentrum der modernen Ingenieurwissenschaften und verbindet die Disziplinen Maschinenbau, Elektronik und Informatik in vielfältiger Weise und in breiten Anwendungsgebieten, die von unseren Instituten in der Lehre und in der Forschung vorangetrieben werden. In dieser Broschüre finden Sie eine Vielzahl von Projekten, die sich mit aktuellen Themen und Fragestellungen aus der Praxis beschäftigen. Von der Entwicklung neuer Softwarelösungen über die Optimierung industrieller Prozesse bis hin zur Implementierung nachhaltiger Technologien – die Bandbreite der behandelten Themen ist beeindruckend und zeigt die Vielseitigkeit und Relevanz des Studiengangs Systemtechnik.

Wir möchten an dieser Stelle allen Beteiligten unseren herzlichen Dank aussprechen. Den Studierenden für ihre Leistungen und ihren Einsatz, den Betreuern und Professoren für ihre wertvolle Unterstützung und Anleitung sowie den Industrieunternehmen und Institutionen für ihre Kooperation und die Bereitstellung praxisnaher Projekte.

Ich gratuliere allen unseren Systemtechnik-Ingenieurinnen und -Ingenieuren zu ihrem Abschluss. Sie sind nun bestens darauf vorbereitet, komplexe Systeme zu entwerfen, zu analysieren und zu optimieren, um den Herausforderungen der heutigen und zukünftigen technologischen Welt zu begegnen. Ich bedanke mich dafür, dass sie bei uns an der OST in Buchs und St. Gallen studiert haben.

September 2024

**Prof. Dr. Carlo Bach**  
Studiengangsleiter BSc Systemtechnik

# Überblick

## Referentinnen und Referenten

14	Prof. Dr. Matthäus Alberding
18   20   23	Prof. Laszlo Arato
9	Prof. Dr. Carlo Bach
27	Prof. Stefan Bertsch
26   28	Prof. Roland Egli
21	Prof. Dr. Norbert Frei
22	Prof. Dr. Hans Fritz
17   19	Prof. Dr. Urs Graf
29	Prof. Dr. Daniel Gstöhl
24   25	Prof. Dr. Michael Marxer
31   32	Prof. Dr. Markus Michler
15	Simon Nigsch
16	Prof. René Pawlitzek
30	Prof. Dr.-Ing. Matthias Scholer
13	Prof. Dr. Jens Ulmer
10	Prof. Dr. Wolfgang Wiedemair
12	Claudio Wolfer
8   11	Prof. Dr. Christoph Würsch

# Überblick

## Korreferentinnen und Korreferenten

22	Prof. Dr. Carlo Bach	9	Philip Trauth
24	Christoph Battaglia	8	M. Sc. Philipp Gerard Trémuel
29	Prof. Stefan Bertsch, Ph.D.	15	Prof. Adrian Weitnauer
32	M. Sc. David Bischof	13	Prof. Dr. Wolfgang Wiedemair
27	Dr. Leon Brendel	10   18	Prof. Dr. Christoph Würsch
19	Rouven Christen	26	Markus Wüst
12	Prof. Dr. Würsch Christoph		
25	Prof. Dr. Hans Fritz		
20	Prof. Dr. Urs Graf		
23	Prof. Dr. Michael Marxer		
11	Nicola Notari		
16	Prof. Guido Piai		
31	Prof. Dr. Stefan Rinner		
28	Ueli Scherrer		
21	Robert Schöch		
17	Prof. Dr. Matthias Scholer		
30	Prof. Dr. Katrin Solveig Lohan		
14	Prof. Dr. Martin Stöck		

# Überblick

## Themen

### Computational Engineering

- 8 DeepWelds
- 9 Echtzeit-Fehlererkennung im Beckhoff XTS-Transportsystem
- 10 Hydrogeologisches Modell zur Bestimmung idealer Standorte für Grundwasserbrunnen
- 11 KalligraphAI
- 12 Optimierung einer Operationseinheit für die Augen Chirurgie
- 13 Sensorvalidierung in der Medizintechnik

### Computational Engineering, Elektronik, Ingenieurinformatik

- 14 AeroLinX – Kommunikationssystem für Flugzeugdaten

### Elektronik

- 15 AC-Hochspannungsnetzteil für Plasmazelle

### Elektronik, Ingenieurinformatik, Informations- und Kommunikationssysteme

- 16 System für das Monitoring von Zimmerpflanzen

### Ingenieurinformatik

- 17 Autonomes Fahren für die Open Field Automation Plattform
- 18 Chatbot in VR
- 19 Entwicklung eines CANopen ServiceTools
- 20 Erarbeitung von Man-Machine Schnittstellen in VR

- 21 Object Detection und Object Classification im Browser

- 22 Total Station Remote Control with Mobile Phone

### Ingenieurinformatik, Informations- und Kommunikationssysteme, Computational Engineering

- 23 Digitalisierung vom Campus Buchs mit Laserscanner und dann Portierung in VR

### Maschinenbau

- 24 Entwicklung eines Messsystems für Schreitbagger Aussenrohre
- 25 Korrelation von Oberflächentopologie auf die Eigenschaft von Garnen
- 26 Lid Lifter
- 27 Nachhaltige Wasserdestillation
- 28 Reinigungsanlage für Elektrodenstückträger

### Maschinenbau, Computational Engineering

- 29 Simulation und Optimierung der Klimatisierung im Führerstand von Schienenfahrzeugen

### Maschinenbau, Informations- und Kommunikationssysteme, Ingenieurinformatik

- 30 Testautomatisierung spotguard®

### Photonik

- 31 Entwicklung eines beleuchteten Türdrückers mit Statusanzeige
- 32 Machbarkeitsanalyse für die Spektralmessung von FACs

# Überblick

## Bachelors, Diplomandinnen und Diplomanden

31	Alder Fabian	28	Lüchinger Angelo
14	Alig Raffael	27	Lüchinger Noah
29	Ammann Fabian	24	Mayer Sebastian
23	Biedermann Dominik	31	Metzger Fabian
16	Bognar Marco	27	Müller Robin
20	Brülisauer Stefan	11	Nachbaur Abraham
18	Büchler Lewis	18	Nenning Marcel
28	Bünter Valentin Ben	32	Nüesch Laurin Arnold Peter
8	Dietsche Pascal	22	Rutzer Siro
13	Emini Rasim	29	Schmid Simon
15	Erni Benjamin	14	Terzer Dominik
30	Girstmair Jann	25	Waldburger Remo
24	Hangartner Roger	19	Werner Daniel
26	Heeb Fabian	25	Wick Janosch
17	Jenne Timon	20	Wiesinger Jana Antonia
9	Jäger Daniel Reinhard	14	Willimann Flavio
13	Keller Jan Eric	14	Wohlwend Nico
14	Kuhn Robin	12	Yölek Eda Nur
15	Köppel Alex Martin	16	Zanetti Denis Plinio Enrico
10	Legéndi Sina	26	Zingg Philipp
17	Lukic Strahinja	21	Zingg Timothy



## Bewertung von Schweissnahtschliffbildern mittels Deep Learning

### Diplomand



Pascal Dietsche

**Einleitung:** Die Herstellung von Präzisionsstahlrohren für sicherheitsrelevante Automobilbauteile erfordert hochpräzise Schweissverfahren, um die geforderte Lebensdauer der Produkte sicherzustellen. Bei Mubea in Arbon werden diese Rohre aus hochfesten Materialien wie 34MnB5 und 26MnB5 mittels induktivem Schweißen gefertigt. Die Qualität der Schweissnähte ist hierbei von entscheidender Bedeutung, da Fehlstellen zu vorzeitigem Versagen führen können. Traditionell wird die Überprüfung der Schweissnähte durch zeitaufwändige Freigabeschliffe durchgeführt, die qualifiziertes Laborpersonal erfordern, das jedoch nicht immer im Mehrschichtbetrieb verfügbar ist.

**Aufgabenstellung:** Um eine Vereinfachung des Freigabeprozesses zu erreichen, untersucht diese Studie die Machbarkeit einer automatisierten Erkennung von Schweissfehlern wie Schweissnahttrichtern und einfallenden Stauchlinien sowie die Messung des Stauchlinienwinkels mittels Deep Learning.

**Ergebnis:** Es wurden drei verschiedene VGG-19 Modelle mittels supervised learning trainiert: zwei Klassifizierungsmodelle für die Erkennung von Schweissnahttrichtern und einfallenden Stauchlinien sowie ein Regressionsmodell zur Bestimmung der Stauchwinkel.

Das erste Modell wird zur Erkennung von Schweissnahttrichtern trainiert. Hierbei wurde eine Pipeline entwickelt, die automatisch die Ferritlinie und die Schliffkante detektiert. Diese Informationen werden genutzt, um das Bild zuzuschneiden und in das Modell zu laden. Das Modell erreichte dabei einen F1-Score von 0.7778 und einen Recall von 1.0. Ein Recall von 1.0 war von entscheidender Bedeutung, da alle Schweissnahttrichter erkannt werden müssen. Zudem wurde die Interpretierbarkeit des Modells mithilfe von Grad-CAM untersucht, um zu überprüfen, ob tatsächlich der Schweissnahttrichterbereich bewertet wird.

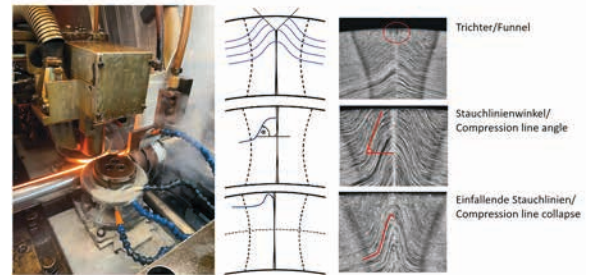
Das zweite Modell ist ein Regressionsmodell zur Bestimmung der Stauchwinkel. Die Ergebnisse zeigen, dass das Modell ein engeres 99.7 %-Konfidenzintervall von  $-4.2^\circ$  bis  $4.1^\circ$  im Vergleich zu manuellen Messungen ( $-6.4^\circ$  bis  $6.7^\circ$ ) aufweist. Anhand des Testdatensatzes konnte somit gezeigt werden, dass die Varianz des Modells um Faktor zwei kleiner ist als die manuelle Messung der Stauchwinkel mit der Keyencesoftware.

Das dritte Modell dient der Identifikation von einfallenden Stauchlinien im kritischen Bereich. Dafür wurde eine Pipeline eingesetzt, die mithilfe der automatischen Ferritlinien- und Kantenerkennung das

Bild passend zuschneidet. Das Modell erreichte dabei einen F1-Score von 0.875 und einen Recall von 1.0, was die zuverlässige Erkennung aller Stauchlinieneinfälle im kritischen Bereich bestätigt. Auch hier wurde die Interpretierbarkeit des Modells mithilfe von Grad-CAM untersucht.

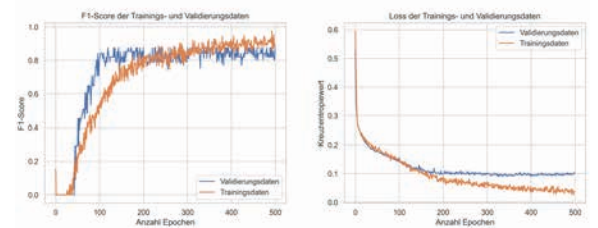
### Schweissnahtprozess inkl. Schweissnahtmerkmale im Schliff

Herberhold, D.: Schematische Darstellung Schweissnahtfehler



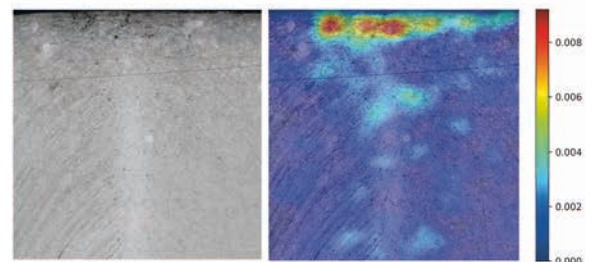
### Lern- und Validierungskurven des Schweissnahttrichtertrainings testset

Eigene Darstellung



### Grad-CAM der Schweissnahttrichterklassifikation: Das Modell identifiziert die relevanten Bereiche korrekt.

Eigene Darstellung



### Referent

Prof. Dr. Christoph Würsch

### Korreferent

M. Sc. Philipp Gerard Trémuel

### Themengebiet

Computational Engineering

### Projektpartner

Mubea  
Präzisionsstahlrohr AG,  
Arbon, Thurgau



# Echtzeit-Fehlererkennung im Beckhoff XTS-Transportsystem

## Entwicklung und Integration eines Machinelearning-Modells

### Diplomand



Daniel Reinhard Jäger

**Einleitung:** In dieser Arbeit wird anhand von zwei Praxisbeispielen der Workflow zur Implementierung von Machinelearning-Modellen in die Beckhoff TwinCAT Steuerungssoftware beschrieben. Ein begrenzter Datensatz wird mittels synthetischer Datengenerierung erweitert, um damit mit Hilfe von Machinelearning, eine Verlusterkennung beim Beckhoff XTS-Transportsystem umzusetzen.

**Ziel der Arbeit:** Beim linearen Transportsystem Beckhoff XTS bewegen sich magnetisch angetriebene Mover entlang einer Fahrstrecke aus vollintegrierten Motormodulen. Abb. 1 zeigt diesen Aufbau. Im ersten Schritt soll erkannt werden, ob Produkte auf dem Transportweg verloren gehen. Darauf aufbauend wird der Ort des Verlustes ermittelt. Als Grundlage werden die Ströme beim Transport von verschiedenen Gewichten aufgezeichnet und anschließend so miteinander kombiniert, dass ein Verlust des Produktes in den Daten künstlich erzeugt wird. Diese Modelle werden in Python mit dem Framework Scikit-learn erstellt und mithilfe von Open Neural Network Exchange (ONNX) in TwinCAT implementiert.

**Ergebnis:** Die Verlusterkennung, welche nur die Beschleunigungs- und Verzögerungsphasen berücksichtigt, zeigt, dass einfache Machine-Learning-Modelle mit wenigen Trainingsdaten effektiv arbeiten können. Im Gegensatz dazu weist das komplexere Modell zur Ortserkennung Ungenauigkeiten auf. Da die geringe Datenmenge und starkes Rauschen die Erkennung des tatsächlichen Signals erschweren. Dies ist auf eine schwierige Trennung des tatsächlichen Signals vom Rauschterm zurückzuführen und führt zu einer eingeschränkten Erkennung von Mustern und einer reduzierten Vorhersagegenauigkeit. Abb. 2 zeigt die Confusion Matrix des trainierten Modells für die Ortserkennung welche eine theoretische Erkennungsgenauigkeit von über 90% erreichen sollte.

Diese Arbeit demonstriert, dass Machine-Learning-Modelle mit den Tools von Beckhoff Automation in TwinCAT integriert werden können. Sie zeigt jedoch auch die Grenzen der Modellerstellung auf, insbesondere bei komplexen Aufgaben und kleinen Datensätzen.

### Referent

Prof. Dr. Carlo Bach

### Korreferent

Philip Trauth

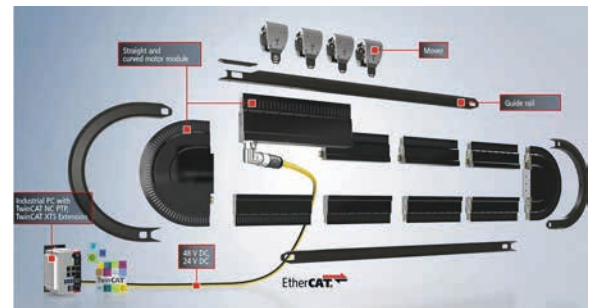
### Themengebiet

Computational Engineering

### Projektpartner

Beckhoff Automation,  
AT-6706 Bürs

**Abb. 1: Beckhoff XTS**  
Beckhoff Automation



**Abb. 2: Confusion Matrix für die Erkennung**  
Eigene Darstellung



# Hydrogeologisches Modell zur Bestimmung idealer Standorte für Grundwasserbrunnen

## im Massailand in Tansania

Diplomandin



Sina Legéndi

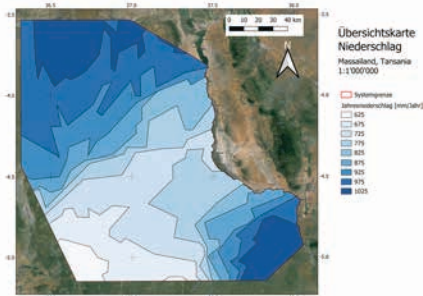
**Ausgangslage:** Die Verfügbarkeit von sauberem Trinkwasser ist lebenswichtig, da es für die Körperfunktionen, die öffentliche Gesundheit und die Nahrungsmittelproduktion unerlässlich ist. Wasser ist eine knappe und unverzichtbare Ressource, weshalb die Sicherstellung des weltweiten Zugangs zu sauberem Wasser und sanitären Einrichtungen in den UN-Nachhaltigkeitszielen verankert ist. Besonders in trockenen Regionen wie dem Massailand (mittlere Koordinaten:  $-4.4^{\circ}\text{N}$ ,  $37.2^{\circ}\text{E}$ ) in Tansania ist die Trinkwassergewinnung eine grosse Herausforderung. Seit Dezember 2020 hat die Organisation Global Aid Network (GAIN) GmbH in Zusammenarbeit mit einem lokalen Bohrunternehmen zahlreiche Brunnenbohrungen in dieser Region durchgeführt. Einige dieser Grundwasserentnahmestellen konnten allerdings aufgrund suboptimaler hydrogeologischer Bedingungen nicht in Betrieb gehen, was die Dringlichkeit einer präziseren Planung unterstreicht. Diese Arbeit zielt darauf ab, ein stationäres, zweidimensionales Grundwassermodell für das Massailand zu entwickeln, um optimale Brunnenstandorte zu identifizieren und so zu einer nachhaltigen Verbesserung der Wasserversorgung beizutragen.

**Vorgehen / Technologien:** Der theoretische Teil der Arbeit behandelt die tektonischen und hydrogeologischen Grundlagen, sowie relevante mathematische Modelle der Grundwassermodellierung. Die Methodik umfasst die Nutzung der Softwaretools QGIS zur Geodatenaufbereitung und SPRING zur Simulation von Grundwasserströmungen in komplexen hydrogeologischen Systemen. In SPRING werden die zuvor in QGIS aufbereiteten geologischen Daten, hydraulischen Parameter und Randbedingungen eingegeben. Relevante Inputdaten sind Geländeoberfläche, Grundwassermächtigkeit, Haupt- und Nebengewässer, Entnahmebrunnen, Geologie, Störzonen, Flächennutzung, Bodentyp, Niederschlag (Abb. 1) und Klimazone. Durch die Verwendung eines Finite-Elemente-Verfahrens kann SPRING die Grundwasserdynamik detailliert berechnen, analysieren und visuell darstellen.

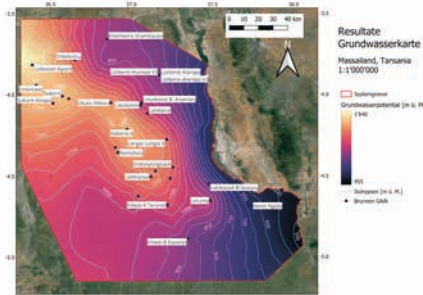
**Ergebnis:** Die Resultate werden in Form einer Grundwasserkarte (Abb. 2), Schlierendarstellung, Flurabstandsverteilung und Durchlässigkeitsbeiwertsverteilungen präsentiert. Eine daraus abgeleitete Eignungskarte für Brunnenstandorte, welche den Abstand zwischen Geländeoberfläche und Grundwasserspiegel (Flurabstand) als Kriterium verwendet, hilft bei der Identifikation optimaler Bohrplätze (Abb. 3). Die Modellrechnung hat ergeben, dass sich der Grundwasserspiegel in der Region auf einer Höhe von 455 bis 1540 m ü.M. befindet und somit der Flurabstand zwischen 0 und 1050 m beträgt. Basierend

auf diesem Modell wurde in Bezug auf die Eignung der Brunnenstandorte eine Fläche von 8629  $\text{km}^2$  als sehr gut oder gut geeignet, 6151  $\text{km}^2$  als mässig geeignet und 9805  $\text{km}^2$  als schlecht oder sehr schlecht geeignet klassifiziert. Die Resultate sind aufgrund erheblicher Unsicherheiten in den Inputdaten mit Vorsicht zu verwenden. Aufgrund der vorliegenden Grundwasserspiegelmessungen wird von einer Unsicherheit des Modells von bis zu 30 m ausgegangen. Somit ist es nicht für genaue lokale Aussagen geeignet, kann aber für regionale Eingrenzungen verwendet werden. Die Vorhersagegenauigkeit könnte durch präzisere Messdaten, die Modellierung von Flüssen als dynamische Systeme und verfeinerte Randbedingungen weiter verbessert werden.

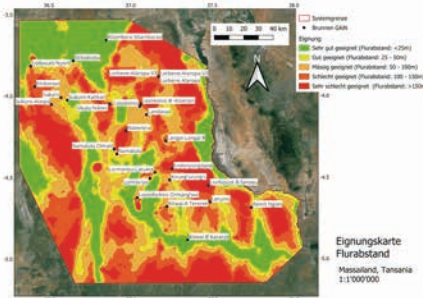
**Abbildung 1: Übersichtskarte des Jahresniederschlages in Massailand in mm/Jahr**  
Eigene Darstellung



**Abbildung 2: Karte des berechneten Grundwasserpotentials in m ü. M.**  
Eigene Darstellung



**Abbildung 3: Brunnenbau-Eignungskarte mit Klassifikation basierend auf dem Flurabstand**  
Eigene Darstellung



Referent  
Prof. Dr. Wolfgang Wiedemair

Korreferent  
Prof. Dr. Christoph Würsch

Themengebiet  
Computational Engineering

Projektpartner  
Global Aid Network (GAIN) Switzerland

## Generatives Deep-Learning-Modell zur Schriftenerzeugung

Diplomand



Abraham Nachbaur

**Einleitung:** In der heutigen digitalen Ära spielen Schriften (Fonts) eine zentrale Rolle in der visuellen Kommunikation und im Design. Diese Arbeit untersucht die Anwendung von generativen Deep Learning Modellen zur automatischen Erstellung von Schriftarten. Ziel der Arbeit ist es, die Möglichkeiten und Herausforderungen der Nutzung von Variational Autoencoders (VAEs) und Conditional Variational Autoencoders (CVAEs) für die Schriftgenerierung zu erforschen.

**Vorgehen:** Im Rahmen der Arbeit werden zunächst die theoretischen Grundlagen und bisherigen Ansätze im Bereich der generativen Modelle und der Font-Generierung vorgestellt. Die Methodik umfasst die Implementierung und das Training mehrerer VAE- und CVAE-Modelle mit einem speziellen Fokus auf die Einbettung von Metadaten und den Stiltransfer.

Im weiteren Verlauf wurde ein Interface entwickelt, das es ermöglicht, basierend auf zwei vorgegebenen Buchstaben einer Schriftart, mittels bedingter Generierung durch den CVAE, vollständige Fonts zu erstellen. Für jedes der beiden vorgegebenen Zeichen wird ein latenter Vektor berechnet, und zwischen diesen Vektoren werden zehn Interpolationsschritte durchgeführt. Aus den resultierenden Interpolationen können anschließend vollständige Schriftarten generiert werden. Das Tool bietet die Flexibilität, für jeden Buchstaben individuell oder für die gesamte Schriftart interpolierten Versionen auszuwählen.

**Fazit:** Die Ergebnisse zeigen, dass CVAEs vielversprechend für die Erzeugung stilistisch angepasster Schriftarten sind, während VAEs hauptsächlich für grundlegende Rekonstruktionen geeignet sind. Beide Architekturen haben jedoch Schwierigkeiten bei der Darstellung kleiner Details, wie Serifen und dünner kalligraphischen Schriften. Diese Schwächen sind auf das glatte Embedding der latenten Variablen, basierend auf der Gauss-Verteilung und den unausgewogenen Datensatz, zurückzuführen. Selbst spezifische Verlustfunktionen, die weiche Übergänge bestrafen und scharfe Kanten forcieren sollen, konnten diese Einschränkungen nicht überwinden.

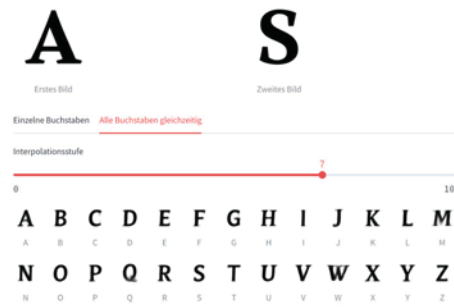
Diese Untersuchung trägt zur Weiterentwicklung der automatisierten Schrifterstellung bei und bietet wertvolle Einblicke in die Anwendung von Deep Learning für kreative Designprozesse.

Referent  
Prof. Dr. Christoph Würsch

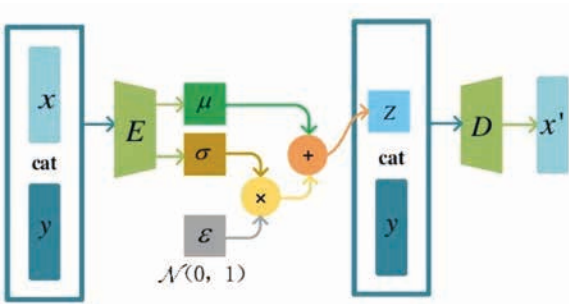
Korreferent  
Nicola Notari

Themengebiet  
Computational Engineering

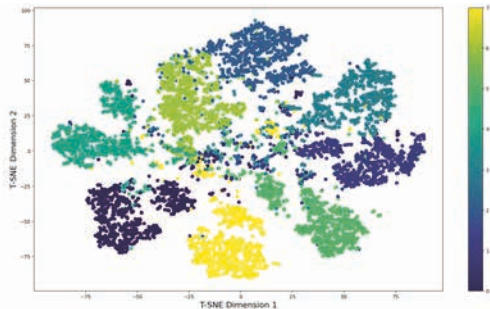
User Interface zur Interpolation der Bilder  
Eigene Darstellung



Funktionsweise eines Conditional Variational Autoencoders  
Kim, H., & Park, M. (2023)



Embedding der Zeichen A-D und a-d im latenten Raum  
Eigene Darstellung





# Optimierung einer Operationseinheit für die Augenchirurgie

Diplomandin



Eda Nur Yölek

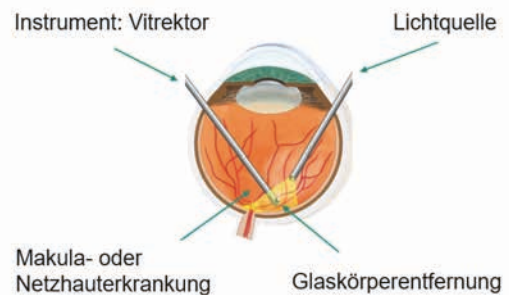
**Einleitung:** Die Firma Oertli Instrumente AG stellt hochspezialisierte Geräte und Instrumente für die Augenchirurgie her, darunter die sogenannten Continuous-Flow-Cutter (CFC), auch Vitrektoren genannt. Operationen an der Netzhaut können erst durchgeführt werden, wenn der gelartige Glaskörper mit einem Vitrektor entfernt wird. Um die Eingriffe noch minimalinvasiver zu gestalten, werden bei der Vitrektomie immer kleinere Instrumente verwendet. Die Vitrektoren besitzen an der Spitze eine Öffnung mit einem Schneidwerkzeug mit dem der Glaskörper mit hoher Frequenz zerschnitten und abgesaugt werden kann. Die Operationssicherheit kann durch die Steigerung der Schnittrate erhöht werden, da hierdurch der Zug auf die Netzhaut reduziert wird. Die CFC werden pneumatisch betrieben. Ein Element des Antriebssystems ist die Ventilblockeinheit. Die darauf angebrachten Ventile ermöglichen durch wechselseitiges Schalten den zyklischen Schneidvorgang.

**Aufgabenstellung:** In dieser Bachelorarbeit soll die Schnittfrequenz der Vitrektoren von derzeit 83 Hz auf mindestens 167 Hz erhöht werden, was einer Erhöhung der Schnittrate von 10000 cpm (Schnitte pro Minute) auf 20000 cpm entspricht. Um die gestiegenen Anforderungen erfüllen zu können, muss die Ventilblockeinheit auch strömungstechnisch optimiert werden. Das Ziel der Arbeit ist, strömungstechnische Optimierungspotentiale der Ventilblockeinheit unter Verwendung der vorgegebenen Ventile zu ermitteln.

**Ergebnis:** Im Verlauf der Arbeit wurden zwei mögliche Konzepte evaluiert und entwickelt: Das erste Konzept fokussiert auf möglichst kurze Strömungsführungen, während das zweite Konzept Druckreser-

ven im Antriebssystem berücksichtigt. Der Druckaufbau und -abbau innerhalb der Geometrien wurde mit transienten Strömungssimulationen in Comsol Multiphysics simuliert. Die Realitätsnähe der Simulationen wurde durch Druckmessungen an gefertigten Prototypen überprüft. Sowohl in den Simulationen als auch in den Messungen zeigte sich, dass durch die optimierte Geometrie der Druckabfall um etwa 10% gesenkt und somit eine höhere Schnittrate erzielt werden kann.

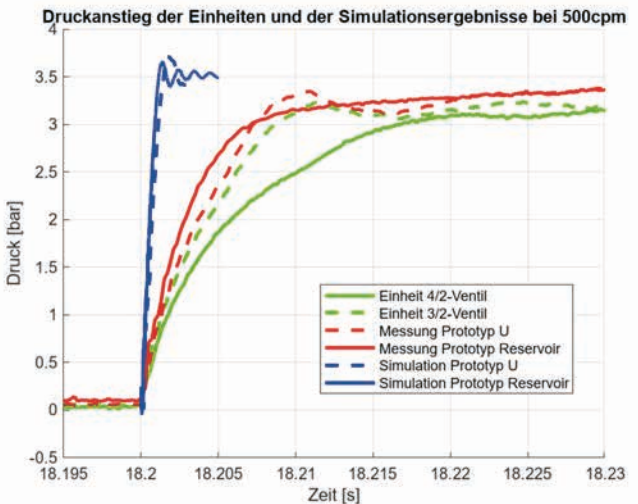
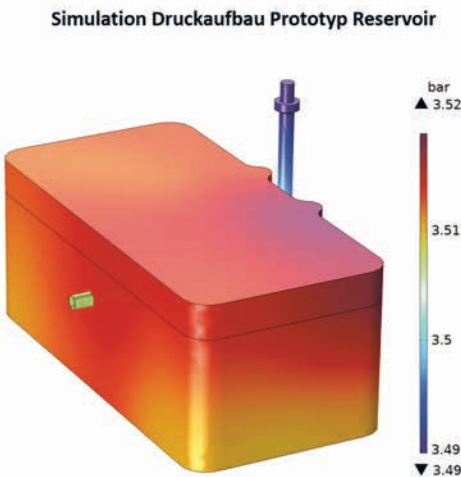
Operations-Setup mit eingeführter Lichtquelle und Vitrektor  
Oertli Instrumente AG



Vitrektor mit vergrößerter Darstellung der Schneidöffnung  
Oertli Instrumente AG



CFD-Simulation des Konzepts in Comsol Multiphysics (links) und Praxisabgleich zwischen Simulation und Messung (rechts)  
Eigene Darstellung



Referent  
Claudio Wolfer

Korreferent  
Prof. Dr. Würsch  
Christoph

Themengebiet  
Computational  
Engineering

Projektpartner  
Oertli Instrumente AG,  
Berneck, SG

# Sensorvalidierung in der Medizintechnik

## Der Vergleich zweier EKG-Messsystemen durch die Anwendung von statistischen Methoden

### Diplomanden



Rasim Emiri



Jan Eric Keller

**Ausgangslage:** Ein EKG-Messgerät wird verwendet, um die elektrische Aktivität des Herzens zu messen und zu überwachen. Hierfür gibt es verschiedene Messsysteme auf dem Markt, die in unterschiedlichen Anwendungen zum Einsatz kommen. Die Messgeräte werden entweder im Freizeitbereich oder für klinische Zwecke verwendet. Ein Produkt namens Oxa, das für den Consumer-Bereich zugelassen ist, wurde von der Spin-off Firma Nanoleq entwickelt. Dieses Messsystem besteht aus einem Kleidungsstück, einer App und einem Sensor. Diese Komponenten arbeiten zusammen, um die Herzaktivität und die Atmung zu messen. Im Unterschied zu Smartwatches basiert das Messprinzip von Oxa auf elektrischen und nicht auf optischen Messungen. Dadurch zeichnet sich Oxa mit deren Präzision aus. Dennoch ist Oxa derzeit nur im Consumer-Bereich zugelassen und soll auf seine Eignung für den medizinischen Einsatz überprüft werden. Als Referenzprodukt wurde das Messgerät CardioScreen 2000 verwendet, das für kardio-vaskuläre Diagnosen genutzt wird. Wie in Abb. 1 zu sehen ist, handelt es sich bei Oxa um zwei trockene Elektroden welche das EKG unter der Brust durch eine monopolare Ableitung aufzeichnet. CardioScreen 2000 verwendet drei Gelelektroden welche mittels Einthoven Ableitung die Daten aufzeichnet. Die Zielsetzung dieser Arbeit besteht darin, die Eignung von Oxa für den medizinischen Einsatz zu untersuchen. Daher wurde der Frage nachgegangen, wie präzise die EKG-Daten des Oxa-Systems im Vergleich zum Referenzgerät CardioScreen 2000 sind.

**Vorgehen / Technologien:** Die Daten für diese Validierung wurden durch eine zeitgleiche Messung beider Messsysteme an 20 Testpersonen aufgezeichnet. Die Messungen erfolgten unter verschiedenen Messphasen, wie z.B. in Ruhephasen oder in sportlicher Aktivität. Die Analyse wurde mithilfe verschiedener Python-Bibliotheken durchgeführt. Speziell für die EKG-Merkmalerkennung wurde die Bibliothek Neurokit2 verwendet. Diese half dabei, die charakteristischen Punkte im EKG-Signal zu erkennen. In Abb. 2 sind die Herzzyklen und die erkannten Punkte übereinandergelegt, um einen Überblick zu verschaffen. Anhand der erkannten Punkte wurden verschiedene Intervalle berechnet. Diese Intervalle wurden von beiden Messsystemen bestimmt und verglichen. Darüber hinaus wurde auch eine Analyse der Herzratenvariabilität durchgeführt. Die Auswertung dient dazu, die Übereinstimmung der Messgeräte zu überprüfen und festzustellen, ob die Genauigkeit des Oxa-Systems einer klinische Anwendung genügt. Hierfür erwies sich die Bland-Altman-Analyse als am besten geeignet. Die Bland-Altman-Diagramme (Abb. 3) bilden die Differenz über dem Mittelwert der beiden Messsysteme ab. Für eine Bewertung der Güte wer-

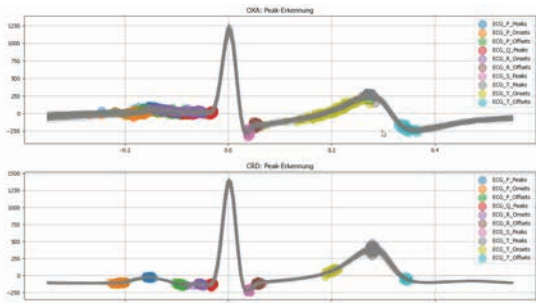
den die Standardabweichungen der Differenz und die Abweichung des Mittelwertes (Bias) ermittelt und in einen medizinischen Kontext gesetzt.

**Ergebnis:** Aufgrund der Ergebnisse konnte festgestellt werden, dass Oxa im Vergleich zum CardioScreen 2000 bei der HRV-Analyse eine gute Übereinstimmung zeigte. In der Ruhephase wies Oxa im Mittelwert der RR-Dauer eine Abweichung von weniger als 2 Millisekunden auf. Beide Messgeräte erwiesen sich bei der Messung von QRS-, PQ- und QT-Intervallen als unpräzise und registrierten etwa 38% der Intervalle ausserhalb der Normgrenzen, die für Herzfunktionsstörungen relevant sind, obwohl nur gesunde Testpersonen untersucht wurden. Dies deutet auf eine unzureichende Genauigkeit beider Geräte hin.

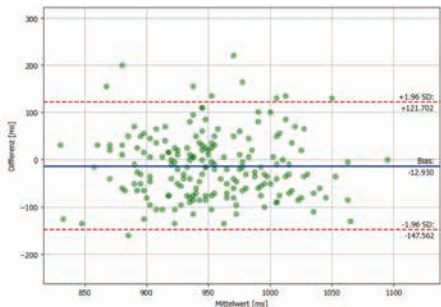
**[1] Messgerät: CardioScreen 2000 und Oxa**  
<https://www.medis.company/de/> und <https://ch.oxalife.com/>



**[2] Erkannte EKG-Merkmale einer Testperson mit Oxa (oben) und CardioScreen 2000 (unten)**  
Eigene Darstellung



**[3] Bland-Altman-Plot erstellt für die Auswertung einer Phase einer Testperson**  
Eigene Darstellung



**Referent**  
Prof. Dr. Jens Ulmer

**Korreferent**  
Prof. Dr. Wolfgang Wiedemair

**Themengebiet**  
Computational Engineering

# AeroLinX – Kommunikationssystem für Flugzeugdaten

## Entwicklung eines Systems zur Übertragung von Daten aus einem Flugzeug an eine Bodenstation

### Diplomanden



Raffael Alig



Robin Kuhn



Dominik Terzer



Flavio Willmann



Nico Wohlwend

**Referent**  
Prof. Dr. Matthäus Alberding

**Korreferent**  
Prof. Dr. Martin Stöck

**Themengebiet**  
Computational Engineering, Elektronik, Ingenieurinformatik

**Projektpartner**  
Cellsius, 8600 Dübendorf, Zürich

**Einleitung:** Ein bedeutendes Problem in der Luftfahrt ist die negative Umweltauswirkung, die mit der Nutzung konventioneller Antriebssysteme verbunden ist. Zur Bewältigung dieses Problems erforscht der Verein Cellsius im Rahmen der Fokusprojekte der ETH Zürich die Zukunft der Aviatik neu, indem sie umweltfreundliche Antriebe für Flugzeuge entwickeln. Die Herausforderung besteht dabei darin, dass die innovativen Antriebe während des Testfluges eine intensive Überwachung von Fachpersonal erfordern. Daher müssen während des Fluges verschiedene Daten des Antriebsstrangs an die Bodenstation übermittelt werden, worauf sich die Bachelorarbeit konzentriert. Ziel ist die Entwicklung eines kostengünstigen Gesamtsystems, das die Daten des Flugzeugs erfasst und mit einer Mindestdatenrate von 100–160 kbit/s über eine Distanz von 20–160 km an die Bodenstation überträgt und in einer Influx Datenbank abspeichert.

**Vorgehen / Technologien:** Um eine kabellose Datenübertragung vom Flugzeug zur Bodenstation zu ermöglichen, wurde durch eine Recherche festgestellt, dass ein Funkübertragungssystem mit 2.4–160 GHz am besten geeignet ist. Auf Basis dieser Festlegung konnten die passenden RF-Transceiver sowie Antennen identifiziert werden. Aufgrund gesetzlicher Vorgaben muss das System als Richtfunkverbindung ausgeführt werden. Dies setzt voraus, dass die High-Gain-Antenne der Bodenstation ununterbrochen auf das Flugzeug ausgerichtet bleibt.

Um ein optimales Systemdesign zu gewährleisten, wurden im Verlauf der Arbeit drei Iterationsstufen durchlaufen. In jeder Stufe wurden sowohl Komponenten als auch Schaltungen verifiziert, um die Funktionsfähigkeit des Systems zu optimieren. Die dabei entwickelten Prototypen dienten ebenfalls als Grundlage für die Programmierung, wodurch die Software bereits zu einem frühen Zeitpunkt ausgereift war.

**Ergebnis:** Im Rahmen der Arbeit wurden drei Teilsysteme entwickelt: eine Luftstation zur Datenerfassung im Flugzeug und Übermittlung an die Bodenstation, ein Empfangsmodul zum Empfang der Daten von der Luftstation und eine Verarbeitungseinheit für das Speichern der Daten in einer Datenbank sowie die Nachführung der High-Gain-Antenne. Für eine einfache und intuitive Bedienung, wurden sowohl die Luftstation als auch die Verarbeitungseinheit mit einem Touchscreen-Display ausgestattet.

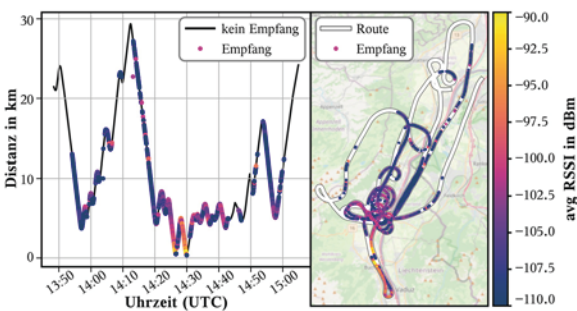
Das Gesamtsystem wurde in einem Flugtest validiert, bei dem erfolgreich Daten über die geforderte Distanz von 20–160 km übertragen wurden. Die Nach-

führung der Richtantenne wurde ebenfalls getestet, hierfür können verschiedene Tracking-Methoden verwendet werden. Zudem wurde der Performanceunterschied einer alternativen Platzierung der Sendantenne als mögliche Verbesserung untersucht. Die Zuverlässigkeit der Übertragung konnte dadurch massgeblich gesteigert werden, was eine gleichzeitige Reduktion des Ausfallrisikos des Trackingsystems zur Folge hatte.

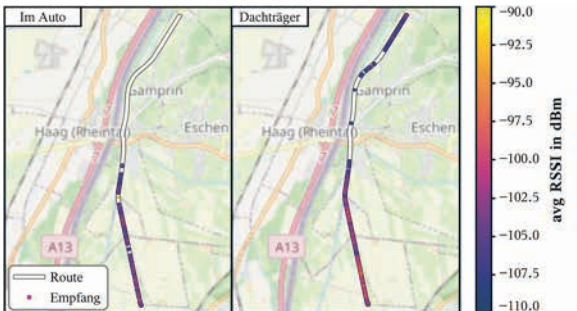
**Bodenstation während eines Tests**  
Eigene Darstellung



**Auswertung des Flugtests**  
Eigene Darstellung



**Vergleich der Senderposition**  
Eigene Darstellung





# AC-Hochspannungsnetzteil für Plasmazelle

## Entwicklung eines AC-Hochspannungsnetzteils mit einstellbarer Frequenz und Amplitude

### Diplomanden



Alex Martin Köppel



Benjamin Erni

**Einleitung:** INFICON entwickelt innovative Messtechnik und Sensortechnologien für diverse High-Tech-Anwendungen. Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung einer AC-Spannungsversorgung, die eine bestehende Plasmazelle eines optischen Messsystems für höhere Druckbereiche nutzbar macht.

**Ziel der Arbeit:** Die Hauptaufgabe besteht darin, eine AC-Hochspannungsversorgung zu entwickeln. Die AC-Hochspannung soll dazu verwendet werden, um mit unterschiedlichen Spannungen und Frequenzen ein Plasma zu erzeugen, um dessen Effizienz zu analysieren. Die Problemstellung umfasst dabei das Erzeugen einer Hochspannung mit einstellbarer Amplitude und Frequenz.

Die entwickelte Schaltung soll als Testbench zur Weiterentwicklung der Schaltung für ein Serienprodukt verwendet werden. Durch die einstellbaren Betriebsparameter kann die Plasmazelle in einem breiten Frequenz- und Spannungsbereich betrieben werden.

### Anforderungen:

- Eingangsspannung: 24 V
- Ausgangsspannung: 600 V bis 2500 V
- Frequenz: 1 kHz bis 28 kHz

Verschiedene Lösungsansätze und Topologien sollen für die Implementierung der AC-Spannungsversorgung untersucht, bewertet und simuliert werden. Die entwickelte Schaltung soll aufgebaut, getestet und validiert werden.

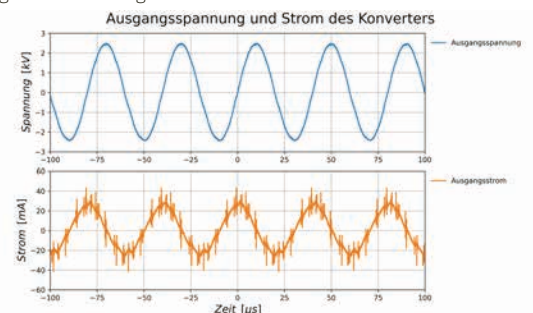
**Ergebnis:** Die Arbeit liefert eine funktionsfähige AC-Hochspannungsversorgung, die den vorgegebenen

Anforderungen entspricht. Sie ermöglicht, die Plasmazelle im weiten Druckbereich zu betreiben und die Betriebsparameter zu verstellen. Die entwickelten Schutzmassnahmen verhindern Schäden durch Überstrom und Überspannung des Konverters. Die für die Schaltung entwickelte Software ermöglicht die Kommunikation über USB und zeigt die Betriebsparameter am eingebauten Display an.

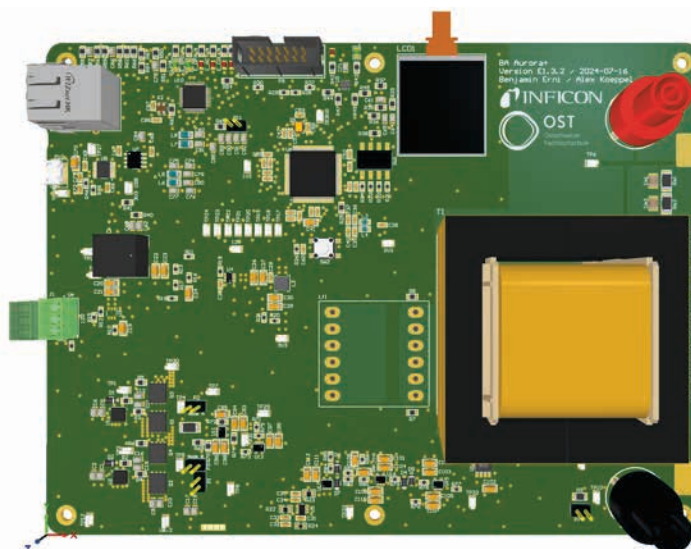
### Optisches Plasma-Vakuum-Messgerät INFICON AG



### Ausgangsspannung und Ausgangsstrom des Konverters Eigene Darstellung



### PCB des AC-Hochspannungsnetzteils Eigene Darstellung



**Referent**  
Simon Nigsch

**Korreferent**  
Prof. Adrian Weitnauer

**Themengebiet**  
Elektronik

**Projektpartner**  
INFICON AG, 9496  
Balzers, Liechtenstein

# System für das Monitoring von Zimmerpflanzen

## Get a Green Thumb

### Diplomanden



Denis Plinio Enrico Zanetti



Marco Bognar

**Aufgabenstellung:** Nicht jeder besitzt einen grünen Daumen. Mit Hilfe eines Systems zur Pflanzenüberwachung kann die Pflege von Pflanzen jedoch erheblich vereinfacht werden. Das Ziel dieser Bachelorarbeit war die Entwicklung eines serienreifen Prototyps zur Messung der Bodenfeuchte unter Einhaltung gewisser Vorgaben. Es sollte ein robustes, wartungsfreies, kostengünstiges und selbsterklärendes System für die optimale Bewässerung von Topfpflanzen erstellt werden.

**Vorgehen / Technologien:** Um die Anforderungen zu erfüllen, lag der Entwicklungsfokus auf der Einfachheit und dem Preis, wobei das System nur durch innovative Ansätze zum Erfolg kommen konnte. Um eine nachhaltige Nutzung zu ermöglichen, wird das Gerät über eine Solarzelle mit Energie versorgt. Ein Teil der Sensoreinheit bildet dabei der auf der Leiterplatte aufgedruckte Kondensator, welcher für die Inbetriebnahme einmalig in den Boden eingebracht werden muss. Sobald genügend Sonnenlicht vorhanden ist, erwacht das System und arbeitet selbstständig.

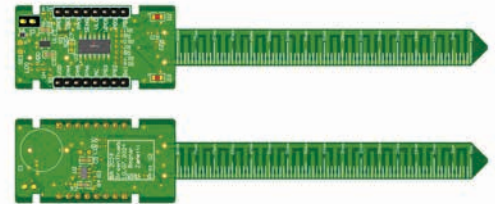
Da unterschiedliche Pflanzen unterschiedliche Bodenfeuchtigkeit benötigen, muss das Gerät pflanzenspezifisch konfiguriert werden. Hierbei wird auf die Übertragung eines Codes mittels drahtloser Kommunikation gesetzt, um das Gerät mit einem Smartphone, Laptop oder Tablet zu konfigurieren. Durch das Scannen des QR-Codes wird man auf eine Website weitergeleitet. Hier kann der gewünschte Pflanzentyp ausgewählt werden. Sobald das Gerät in Betrieb ist, informiert es über den Feuchtigkeitszustand des Bodens mittels zweier LEDs.

**Prototyp in Aktion**  
Eigene Darstellung



**Fazit:** Es konnten sämtliche MUST-Anforderungen erfüllt werden. Die hier präsentierte Lösung ist kostengünstig, robust und wartungsfrei. Zudem zeigten sich viele Verbesserungsmöglichkeiten, die bei einer Weiterverfolgung des Projekts umgesetzt werden könnten.

**PCB Vorderseite und Rückseite ohne Solarpanel**  
Altium Nexus



**QR-Code für Website zur Programmierung der gewünschten Bodenfeuchte**  
<https://genqrcode.com/>



**Referent**  
Prof. René Pawlitzek

**Korreferent**  
Prof. Guido Pia

**Themengebiet**  
Elektronik,  
Ingenieurinformatik,  
Informations- und  
Kommunikations-  
systeme

**Projektpartner**  
Adlos AG, 9496 Balzers,  
Liechtenstein

# Autonomes Fahren für die Open Field Automation Plattform

## Diplomanden



Strahinja Lukic



Timon Jenne

**Einleitung:** Die Open-Source-Initiative «OFA: Open Field Automation» der Berner Fachhochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (BFH-HAFL) hat zum Ziel, eine Plattform für den modularen Aufbau von Agrarrobotern zu entwickeln. Damit soll die Entwicklung von automatisierten Systemen für die Landwirtschaft vereinfacht und kostengünstiger werden. Derzeit liegt der Schwerpunkt auf der Entwicklung eines Moduls zur Unkrautbekämpfung. Die OFA-Initiative hat zwei Phasen. In der ersten Phase haben Thomas Heeb und Micha Randegger in seiner Bachelorarbeit eine Roboterplattform entwickelt, die über eine Fernbedienung gesteuert werden kann. In der zweiten Phase werden weitere Optionen und Erweiterungen entwickelt.

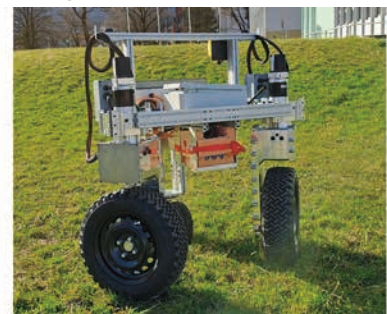
**Vorgehen / Technologien:** In dieser Bachelorarbeit (Phase II) wird die Software des Roboters so erweitert, dass er ein Feld anhand von vorgegebenen Feldgrenzen selbständig abfahren kann. Zunächst wurden die notwendigen Sensoren wie GPS und IMU installiert und konfiguriert, damit die Sensordaten korrekt in die bestehende Software integriert werden konnten. Um eine nahtlose Integration der Sensordaten zu gewährleisten, wurde ROS2 (Robot Operating System) eingesetzt. ROS2 ist darauf spezialisiert, eine effiziente Kommunikation zwischen Software- und Hardwarekomponenten zu gewährleisten. Durch die Erweiterung mit ROS2 wird der Roboter modularer, was die Implementierung weiterer Sensoren und Komponenten, wie z.B. einer Kamera zur Unkrauterkenkung, erleichtert. Um ROS2 mit der bestehenden Software in EEROS zu verbinden, wurde eine Schnittstelle benötigt. Diese Schnittstelle zwischen ROS2 und EEROS wurde mit Hilfe der bestehenden Klassen des EEROS-Frameworks entwickelt. Für die sichere Navigation des Roboters über das Feld wurde NAV2 (Navigation 2) verwendet. NAV2 ist eine sehr leistungsfähige Software, die speziell für die Roboternavigation entwickelt wurde. Ihr Ziel ist es, einen Roboter sicher von Punkt A nach Punkt B zu bringen, Hindernissen auszuweichen, dynamisch den besten Weg zu wählen und bei Bedarf an wichtigen Stellen anzuhalten, um beispielsweise ein Foto zu machen oder, wie im Fall des OFA-Roboters, Unkraut zu vernichten. Die Sensordaten der IMU und des GPS wurden auf ihre Genauigkeit getestet und anschliessend in einen Kalman-Filter eingespeist. Die gefilterten Daten wurden zusammen mit den Odometriedaten zur Erstellung von Transformationsmatrizen verwendet. Diese Transformationsmatrizen enthalten die globale Position, die Odometrie, die Position des Roboters und die Position der Räder. Die so erstellten Transformationsmatrizen wurden dann in Form von ROS2-tf publiziert und per ROS2-Topic an NAV2 übertragen. Um die Steuerungshierarchien zwischen manuellem und

automatischem Betrieb zu erstellen, wurde ein Schalter auf der Fernbedienung implementiert und ROS2 Twist\_mux, eine Software zur Erstellung von Eingangshierarchien, verwendet.

**Ergebnis:** Das Endergebnis ist ein Roboter, der die verschiedenen Softwarekomponenten von NAV2, ROS2, bestehende Software sowie Sensor- und Felddaten kombiniert. Er ist in der Lage, ein Feld effizient abzufahren, um anschliessend mit Hilfe eines Aufbaugeräts z.B. gezielt Unkraut zu bekämpfen.

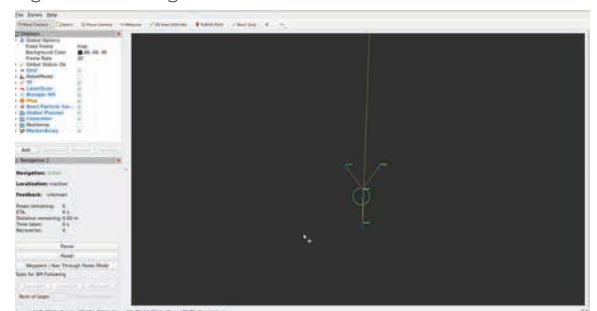
## OFA\_Rover

Eigene Darstellung



## Rviz zum testen und visualisieren

Eigene Darstellung



## Referent

Prof. Dr. Urs Graf

## Korreferent

Prof. Dr. Matthias Scholer

## Themengebiet

Ingenieurinformatik



# Chatbot in VR

## Anbindung eines Chat AI an einen NPC in VR

### Diplomanden



Marcel Nenning



Lewis Büchler

**Einleitung:** Künstliche Intelligenz und Virtual Reality sind zwei der innovativsten Technologien unserer Zeit, welche immer mehr Berührungspunkte in unserem Alltag finden. Was würde also passieren, wenn diese zwei Technologien miteinander verbunden werden. Genau dies steht im Zentrum dieser Bachelorarbeit. Im Rahmen dieser Arbeit wird eine KI in eine Virtual Reality eingebunden. Die Resultate werden erläutert und es wird aufgezeigt, was momentan möglich ist und was in der Zukunft noch möglich sein könnte.

**Vorgehen / Technologien:** Für die Virtual Reality wurde Unreal Engine verwendet. In dieser leistungsstarken Engine wird die gesamte Umgebung realisiert sowie auch das Verhalten des Non-Player Character (NPC). Als VR-Headset kommt das «Pico 4» zum Einsatz, welches auch eine Handerkennung ermöglicht und über integrierte Lautsprecher und ein Mikrofon verfügt. Die Künstliche Intelligenz wird über eine Schnittstelle in C++ eingebunden. Kurze in echtzeit aufgenommene Sprachsequenzen werden über HTTP Requests an OpenAI und seine Modelle gesendet, während die Antworten als gesprochene Sprache und Gesten den NPC steuern.

Die KI-Integration in Unreal Engine wurde als Plugin entwickelt, so dass diese Lösung nicht nur auf dieses Projekt beschränkt ist, sondern in jedes beliebige Projekt implementiert werden kann und somit vielseitig einsetzbar ist.

**Ergebnis:** Durch diese Arbeit kann in einer VR-Umgebung eine Konversation mit einem KI basierten NPC erlebt werden. Dabei zeigt dieses Projekt die Mög-

lichkeiten mit den aktuell verfügbaren Technologien und gibt erste Einblicke, wie die Kombination funktioniert. Diese Technologie bietet neue Möglichkeiten in einer Virtual Reality Gespräche zu führen, welche nicht auf einem festen Skript basieren. Somit können Konversationen geübt werden, ohne dass schon errahnt werden kann, was die Antwort sein wird. Anwendungsmöglichkeiten für diese Technologie finden sich in der Aus- und Weiterbildung, Therapie und vielen weiteren Gebieten.

### Verwendete KI-Modelle

Bildquelle: wikipedia.org/wiki/File:OpenAI\_Logo.svg



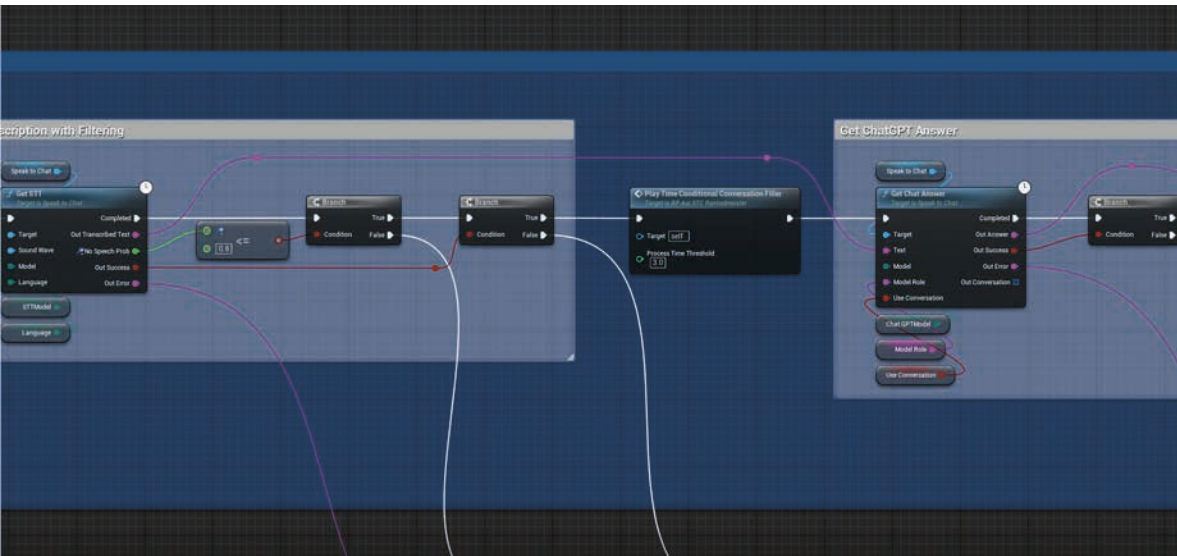
### Ausschnitt aus der VR-Umgebung

Eigene Darstellung



### Ausschnitt von Blueprint-Funktionen in Unreal Engine

Eigene Darstellung



**Referent**  
Prof. Laszlo Arato

**Korreferent**  
Prof. Dr. Christoph Würsch

**Themengebiet**  
Ingenieurinformatik

# Entwicklung eines CANopen ServiceTools

## für die Diagnose und Konfiguration von Plattformmodulen

### Diplomand



Daniel Werner

**Einleitung:** Diese Bachelorarbeit wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Oertli Instrumente AG in Berneck erstellt. Die Firma Oertli Instrumente AG arbeitet derzeit an einer neuen Generation von Geräten für die Augenchirurgie. Die Aufgabenstellung beinhaltete die Gestaltung und Implementierung eines CANopen ServiceTools für die neue Gerätegeneration unter Verwendung der CANopen Python Bibliothek. Es soll eine nahtlose Diagnose und Konfiguration der einzelnen Plattformmodule ermöglichen. Die Grundlage für diese Arbeit bildet der Bedarf nach fortschrittlichen Lösungen in der Medizintechnik, insbesondere zur Optimierung der Sehkraft.

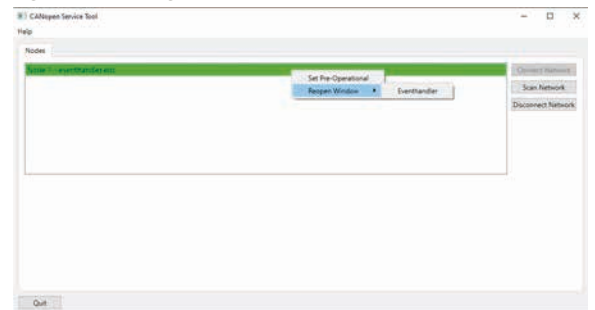
**Vorgehen:** Während der Entwicklung wurde ein besonderer Fokus auf eine nutzerfreundliche GUI-Erstellung, effektive CANopen Kommunikation und eine strukturierte Verwaltung der Moduldaten gelegt. Des Weiteren wurde der Erstellung einer CANopen Verbindung, dem Scannen und Anzeigen der Knoten, dem Datenmonitoring und der Steuerung der Module besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

**Ergebnis:** Die Ergebnisse zeigen, dass das Service-Tool erfolgreich erstellt werden konnte. Aufgrund der Usability Tests konnten weitere Entwicklungen und Verbesserungen vorgenommen werden und somit konnte die Effizienz und Benutzerfreundlichkeit gewährleistet werden. Das Serviceteam und die Entwicklungsabteilung haben nun eine wertvolle Möglichkeit, um die neue Gerätegeneration effizient zu testen und zu warten. Durch die Abfrage von SDO- und PDO-Daten können aktuelle Prozess- und Servicewerte des jeweiligen Moduls angezeigt werden. Mithilfe eines Kalibrierungsmodus können aktuelle

Daten per SDO manipuliert werden. Ebenso kann ein Abbild der Konfiguration eines Moduls erstellt werden, sodass man die Justierung von einem Modul auf ein anderes übertragen kann. Das Tool wurde mit Augenmerk auf seine Wartbarkeit entwickelt. Dafür wurde eine präzise definierte und dokumentierte Softwarearchitektur entworfen, welche zusammen mit einer umfassenden Dokumentation zukünftige Weiterentwicklungen gewährleistet.

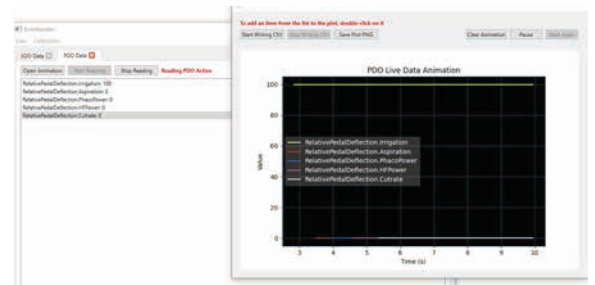
### Hauptfenster

Eigene Darstellung



### Datenüberwachung

Eigene Darstellung



### Oertli Instrumente AG

<https://www.oertli-instruments.com/de/ueber-oertli>



### Referent

Prof. Dr. Urs Graf

### Korreferent

Rouven Christen

### Themengebiet

Ingenieurinformatik



# Erarbeitung von Man-Machine Schnittstellen in VR

## mit True-Hand-Tracking und Gesten-Erkennung

### Diplomanden



Stefan Brülisauer



Jana Antonia Wiesinger

**Einleitung:** Das Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung von verschiedenen Mensch-Maschine-Schnittstellen in der virtuellen Realität unter Verwendung von True-Hand-Tracking. Basierend auf dem Pico 4 Hand Tracking des VR Headsets und einer Multi-User Umgebung der Firma VRilliant GmbH in Zürich beschäftigt sich diese Arbeit mit der Gestenerkennung, dem Inventar-System und Kollisionserkennung. Die hier entwickelten Schnittstellen ermöglichen die intuitive und benutzerfreundliche Interaktion mit der virtuellen Welt durch Handgesten statt antrainierten Knöpfen auf Controllern.

**Aufgabenstellung:** Die Handgesten wurden zu Gunsten einer natürlicheren Handhabung präzisiert. Die bestehende Fortbewegungsfunktion – eine Bewegung des Anwenders durch den virtuellen Raum – wurde vereinfacht. Der «eingepackte» Transport von Gegenständen durch den Raum – die sogenannte Inventarfunktion – stellt eine komplette Neuentwicklung dar. Die Kollisionswarnung zwischen Spielern, die sich physikalisch (aber nicht virtuell) im gleichen Raum befinden, ist ein kritisches Element für den Mehrspielermodus auf grossen Freiflächen.

**Ergebnis:** Ein besonderes Anliegen war bei der Implementierung die Möglichkeit Schnittstellen einfach auf andere Projekte übertragbar zu machen. Für sämtliche oben erwähnte Aufgaben wurden erfolgreich Lösungen entwickelt. Die Schnittstellen bieten ein vielseitiges Einsatzgebiet, so dass Entwickler die Möglichkeit erhalten, diese Funktionen unkompliziert in ihre eigenen Projekte einzubinden.

### Teleportierstrahl

Eigene Darstellung



### Inventar

Eigene Darstellung



### Kollisionswarnung

Eigene Darstellung



### Referent

Prof. Laszlo Arato

### Korreferent

Prof. Dr. Urs Graf

### Themengebiet

Ingenieurinformatik



# Object Detection und Object Classification im Browser

Diplomand



Timothy Zingg

**Ausgangslage:** Trotz der steigenden Anzahl an Kameras verbaut in jeglicher Art von mobilen Endgeräten sind die Geräte heute immer noch «blind» im Sinne, dass die Geräte nicht wissen, was die Bilder genau enthalten. Erst mit Hilfe von Objekterkennung und Objektklassifizierung basierend auf neuronalen Netzen können die Geräte eine einfache Form des «Scene Understandings» entwickeln. Die grosse Herausforderung besteht darin, neuronale Netze effizient auf mobilen Endgeräten ausführen zu können und das im besten Falle in einer herstellerunabhängigen Laufzeitumgebung. In dieser Arbeit geht es darum den aktuellen Stand der Technik bezüglich der Ausführung von neuronalen Netzen für Objekterkennung und Objektklassifizierung in modernen Webbrowsern auf verschiedenen Plattformen zu untersuchen.

**Vorgehen / Technologien:** Es wurden drei weitverbreitete Modelle (YOLOv8, Nanodet, Single Shot MultiBox Detector) auf einer eigens dafür erstellten Website implementiert. Auf der Website befinden sich vordefinierte Bilderreihen, auf denen die Objekterkennung/-klassifikation durchgeführt wird, wobei die Erkennungsgenauigkeit, Ausführzeit, Auflösung, Gerätetyp und weitere Daten gesammelt werden. Auf vier unterschiedlichen Geräten und zu jedem Modell wurden je die gleichen vier Bilderreihen getestet.

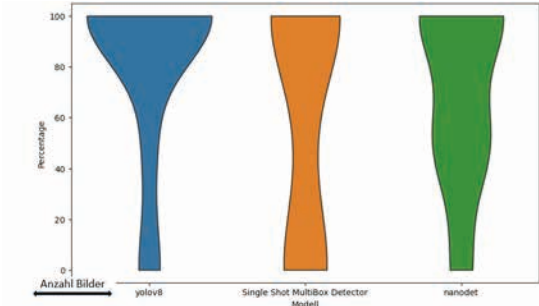
**Ergebnis:** Die drei Inference Engines konnten miteinander verglichen werden, so dass ihre Stärken und Schwächen ersichtlich wurden. Eine Inference Engine zeichnet sich durch eine hohe Erkennungsgenauigkeit aus, eine andere ist die richtige Wahl, wenn eine solide Erkennungsgenauigkeit und eine

geringe Zeit für die Objekterkennung und Objektklassifikation erwünscht ist. Auch der Einfluss von unterschiedlich leistungsstarken Geräten, auf denen die Objekterkennung und Objektklassifikation ausgeführt wurde, auf die Erkennungsgenauigkeit und die benötigte Zeit wurde untersucht.

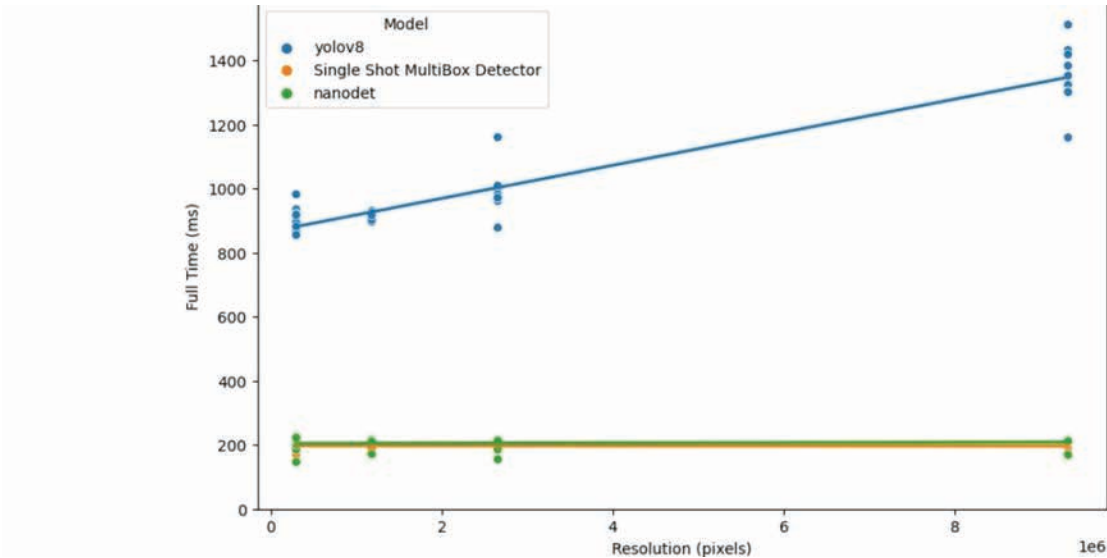
Nanodet Objekterkennung und Objektklassifizierung  
Eigene Darstellung



Erkennungsgenauigkeit Realme RMX1931  
Eigene Darstellung



Auflösung-Gesamtzeit Ipad mini 2  
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Norbert Frei

Korreferent

Robert Schöch

Themengebiet

Ingenieurinformatik

Projektpartner

Leica Geosystems AG,  
Heerbrugg, SG

# Total Station Remote Control with Mobile Phone

## Diplomand



Siro Rutzer

**Einleitung:** Die Bachelorarbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung und Evaluierung einer Android-App, um eine robotische Total Station über Bluetooth fernzusteuern. Diese Arbeit wurde in Zusammenarbeit mit der Leica Geosystems AG, einem führenden Anbieter von Vermessungs- und geodätischen Instrumenten, durchgeführt. Das Ziel der Arbeit war, die in einem Mobiltelefon integrierten Sensoren wie die Inertial Measurement Unit (IMU, Beschleunigungs- und Drehratensensoren), den Kompass oder das GPS zu nutzen, um die Lage und Position des Mobiltelefons auf die Total Station zu übertragen und dessen Teleskop danach auszurichten.

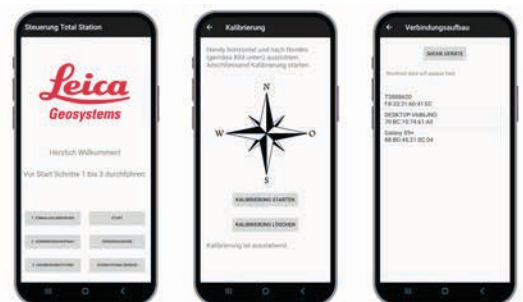
**Vorgehen / Technologien:** Ein zentraler Bestandteil der Arbeit war die Implementierung eines Strapdown-Algorithmus, der die Navigationsdaten durch kontinuierliche Integration der Sensordaten aktualisiert. Dies ermöglicht eine präzise Bestimmung der aktuellen Position und Orientierung des Mobiltelefons. Parallel dazu wurde eine GPS-basierte Positionsbestimmung als alternative Methode entwickelt und implementiert.

Die Kommunikation zwischen der entwickelten App und der Totalstation erfolgt über eine stabile Bluetooth-Verbindung, wobei das Leica GeoCOM-Protokoll verwendet wird. Um die Benutzerfreundlichkeit zu gewährleisten, wurde eine grafische Benutzeroberfläche (GUI) entworfen, die dem Anwender eine einfache Bedienung der App ermöglicht und gleichzeitig die aktuelle Position des Mobiltelefons sowie die Ausrichtung der Totalstation anzeigt.

**Fazit:** Abschliessend konnte festgestellt werden, dass die entwickelte App eine vielversprechende

Basis für zukünftige Projekte darstellt. Für die Evaluierung der App wurden verschiedene Testszenarien entwickelt. Die Ergebnisse dieser Tests zeigen, dass die Nutzung der Sensordaten eines Mobiltelefons zur Steuerung einer Totalstation grundsätzlich möglich ist. Jedoch bestehen insbesondere in Bezug auf die Genauigkeit des GPS-Signals und die Stabilität des Strapdown-Algorithmus Herausforderungen.

**GUI: Hauptmenu, Kalibrierung und Verbindungsaufbau**  
Eigene Darstellung

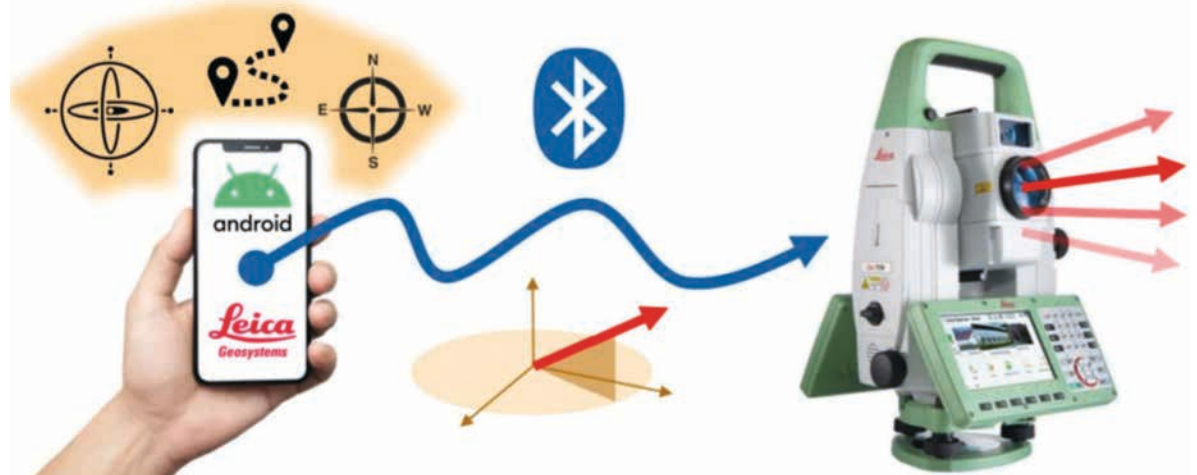


**GUI: Initialisierung, laufende Ausrichtung und beliebige Ausrichtung senden**  
Eigene Darstellung



## Übersicht

Leica Geosystems AG, Martin Mayer



## Referent

Prof. Dr. Hans Fritz

## Korreferent

Prof. Dr. Carlo Bach

**Themengebiet**  
Ingenieurinformatik

**Projektpartner**  
Leica Geosystems AG,  
Herbrugg, St. Gallen

# Digitalisierung vom Campus Buchs mit Laserscanner und dann Portierung in VR

## Diplomand



Dominik Biedermann

**Einleitung:** In einer Welt, die sich immer weiter digitalisiert, liegt es nahe, die physische und die digitale Realität zu vereinen, um neue Potentiale zu erschliessen. Eine digitale Nachbildung der physischen Welt, ein sogenannter Digital Twin, eröffnet zahlreiche neue Möglichkeiten. So können beispielsweise Gefahrenzonen zugänglich gemacht oder schwer erreichbare Orte leichter erkundet werden. An der Ostschweizer Fachhochschule ist der Weg zu dieser Digitalisierung noch weitgehend unerschlossen, doch der Wille zur Veränderung ist stark.

**Aufgabenstellung:** Diese Bachelorarbeit zielt darauf ab, einen Arbeitsablauf zu erarbeiten und zu evaluieren. Von der Erfassung mit einem Laserscanner bis zum Transfer in eine virtuellen Umgebung wird der Prozess erprobt und dokumentiert. Auch Lösungsansätze, die für diese Arbeit als für nicht zielführend betrachtet werden, sollen dokumentiert sein. Der Arbeitsablauf entsteht durch empirisches Vorgehen. Die Verwendung eines Laserscanners ist gegeben und muss im Arbeitsablauf oder als Vorbedingung enthalten sein. Der Arbeitsablauf ist generell für Reality Capture anwendbar und löst nicht nur die Probleme für einen spezifischen Raum. Berücksichtigung von Effizienz und Umsetzbarkeit werden als Voraussetzung zur Bestehung des Arbeitsablaufs angesehen.

**Ergebnis:** Das Resultat beinhaltet einen praktikablen Arbeitsablauf. Aufgeteilt in verschiedene Arbeitsschritte ergibt sich eine Mischung aus voneinander abhängigen und unabhängigen Elementen. Die Schritte wurden so angeordnet, dass der zuerst genannte Arbeitsschritt mit der höchsten Wahrscheinlichkeit als erstes ausgeführt werden wird. Wiederholungen oder nicht erforderliche Arbeitsschritte sind je nach spezifischer Aufgabe ebenfalls enthalten.

## Referent

Prof. Laszlo Arato

## Korreferent

Prof. Dr. Michael Marxer

## Themengebiet

Ingenieurinformatik,  
Informations- und  
Kommunikations-  
systeme,  
Computational  
Engineering

## Laserscanner Leica RTC360

Eigene Darstellung



## Mesh-Extraktion vom Campus Buchs in Leica Cyclone 3DR

Eigene Darstellung



## Zusammenbau einzelner Meshes vom Campus Buchs in Unreal Engine

Eigene Darstellung





# Entwicklung eines Messsystems für Schreitbagger Aussenrohre

## Diplomanden



Roger Hangartner



Sebastian Mayer

**Ausgangslage:** Die Firma Kaiser AG in Liechtenstein produziert mobile Schreitbagger mit einem teleskopierbaren Löffelstiel. Die Teleskopverstellung besteht aus zwei gegeneinander verschiebbaren Vierkant-Stahlrohren, die durch Gleitlager geführt werden. Aufgrund schweisstechnischer Fertigungsungenauigkeiten müssen diese Lager individuell mit «Shiftblechen» eingestellt werden, um das Spiel zu minimieren und ein Verklemmen oder zu hohe Kräfte zu verhindern. Derzeit wird das dieses Spiel im eingefahrenen Zustand manuell mittels der Erfahrung des Monteurs eingestellt. Die Reproduzierbarkeit ist somit nur bedingt gegeben. Eine Lösung wird benötigt, um die Innengeometrie der etwa drei Meter langen Vierkantrohre präzise zu messen, wobei der Schwerpunkt auf der Erfassung der kleinsten und grössten Stelle in Breite und Höhe des Löffelstiels liegt. Dadurch wird eine exaktere Einstellung der Komponenten ermöglicht.

**Vorgehen:** Um dieses Ziel zu erreichen, wurde im Rahmen des Fachmoduls zunächst eine umfassende Recherche zu verschiedenen Messverfahren und potenziellen Lösungen durchgeführt. Mit diesem Wissen konnten vier Lösungsvarianten zusammengestellt werden, die dann mithilfe eines Bewertungssystems ausgewertet wurden. Die Entscheidung fiel auf das Konzept «Handgeführter Messkopf mit Führungsplatten und Messwagenaufnahme». Dieses Konzept ging dann in die Entwicklungsphase und wurde mithilfe einer CAD-Software ausgearbeitet. Der Entwicklungsstand wurde in regelmässigen Abständen mit den Verantwortlichen der Firma Kaiser AG und den Referenten abgestimmt und verbessert. Schliesslich wurden alle Einzelteile für einen ersten Prototypen an der Fertigungsstätte am Campus Buchs in Auftrag gegeben. Gleichzeitig wurden alle benötigten Referenzmessungen am Löffelstiel mithilfe eines vom Hersteller Hexagon zur Verfügung gestellten Laser-Trackers durchgeführt. Zudem wurde eine Kalibrierung des Messwagenaufnehmers mithilfe eines Gelenkarm Koordinatenmessgeräts vorgenommen, das vom Kompetenzzentrum für Produktionsmesstechnik am Campus Buchs bereitgestellt wurde. Die Software zur Auswertung der benötigten Sensoren wurde von der Firma Kaiser AG bereitgestellt. Im Zuge der darauffolgenden Langzeittests konnte das Messsystem immer weiter optimiert und die Messunsicherheit reduziert werden.

**Ergebnis:** Der in der Arbeit entwickelte Prototyp kann die kleinste und die grösste Stelle in Höhe und Breite sowie deren Positionen zuverlässig ermitteln. Das entwickelte Messsystem erfüllt alle geforderten Messunsicherheiten von weniger als 0.1 mm. Zudem kann die Auswertung zuverlässig die Sensorwerte in

die geforderten Ist-Werte umrechnen. Allerdings wurden die Abstriche bei der Ermittlung der Form- und Lagetoleranzen gemacht. Diese Anforderungen hätten das vorgegebene Budget überschritten und Konstruktion, Software und Auswertung erheblich komplexer gemacht. Das gesamte System bzw. der Prototyp zur Vermessung der Löffelstiele erfüllt die Grundvoraussetzungen für den Einsatz der Montage von Schreitbaggern. Der Messaufbau bietet zudem eine vielversprechende Plattform für die Weiterentwicklung und Verbesserung des Messsystems, sodass eine Ermittlung der Form- und Lagetoleranzen mit einem Folgeprojekt realisierbar scheinen, wobei die Wirtschaftlichkeit nochmals geprüft werden muss.

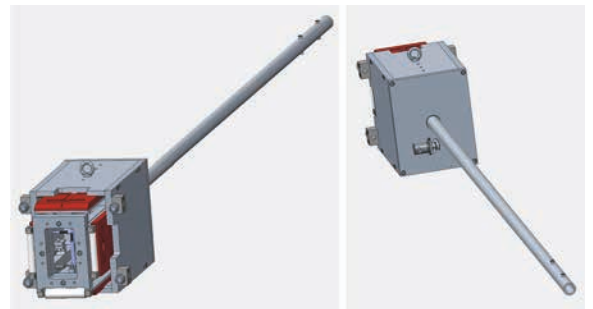
## Löffelstiel des Schreitbaggers

Eigene Darstellung



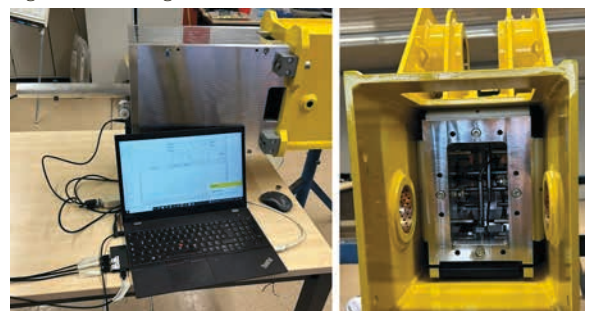
## CAD-Modell des entwickelten Messsystems

Eigene Darstellung



## Durchführen der Messungen mit dem entwickelten Messsystem

Eigene Darstellung



## Referent

Prof. Dr. Michael Marxer

## Korreferent

Christoph Battaglia

## Themengebiet

Maschinenbau

## Projektpartner

Kaiser AG, Schaanwald, LI

# Korrelation von Oberflächentopologie auf die Eigenschaft von Garnen

## Correlation of surface topology to the properties of yarns

### Diplomanden



Remo Waldburger



Janosch Wick

**Aufgabenstellung:** Die Bachelorarbeit befasst sich mit der Herstellung und Analyse technischer Garne, wobei der Schwerpunkt auf der Oberflächenbeschaffenheit (Topologie) keramischer Düsenplatten liegt. Untersucht wird, wie diese Topologie die Eigenschaften der Garne beeinflusst. Mittels optischer und taktiler Messtechnik sollen Veränderungen der Düsenoberfläche erfasst und klassifiziert werden. Ziel ist es, Zusammenhänge zwischen Düsenoberflächenveränderungen und Garnqualität zu identifizieren, um Optimierungspotenziale im Herstellungsprozess zu erkennen und somit die Produktqualität und Prozessstabilität zu verbessern.

**Vorgehen:** Die Vorgehensweise umfasst die Durchführung von Rauheitsmessungen an keramischen Düsenplatten, die vor Ort bei der Firma Heberlein durchgeführt wurden. Es wurden 15 Platten mit verschiedenen Rauheiten gefertigt und für optische und taktile Messungen vorbereitet. Die Oberflächenmessungen begannen mit der Kalibrierung der Geräte an Oberflächennormalen und setzten sich mit detaillierten Messungen an taktilen und optischen Messgeräten fort. Im Textil Technikum wurden Textildurchläufe mit verschiedenen Einstellungen gemacht. Die gesammelten Daten wurden systematisch in Exceltabellen erfasst und mit Matlab analysiert, um die Rauheit und ihre Auswirkungen auf die Garnqualität zu untersuchen.

**Ergebnis:** Das Ergebnis der Berechnungen zeigt auf, dass die Rauheitswerte grundsätzlich einen höheren Einfluss auf Reissfestigkeit und Reissdehnung, als auf die Anzahl und Stabilität der Verwirbelungsstellen haben. Als Top-Korrelationswerte haben sich der

Rp- und der Rpk-Wert herausgestellt. Je kleiner die Werte Rp und Rpk sind, desto energiesparender können die erforderlichen Reissfestigkeits- und Reissdehnungswerte eingehalten werden. Die Korrelationen sind aber auch von den Einstellparametern der Textilversuche abhängig und können stark variieren. Dies macht eine klare Vorhersage auf die Garneigenschaften schwierig.

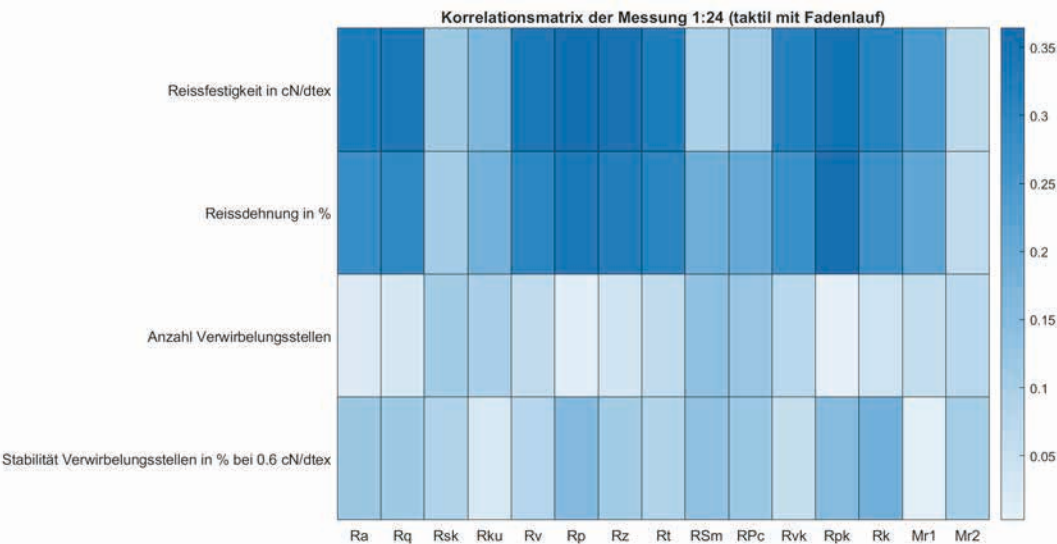
**Fertiges Produkt:** «SlideJet-FT15-2» von der Firma Heberlein mit eingebauter Düsenplatte  
[www.heberlein.com](http://www.heberlein.com)



**Taktile Messung:** Längs entlang Richtung Fadenverlauf in dem Kanal einer Düsenplatte  
Eigene Darstellung



**Auswertung der Korrelationsmatrix im Matlab-Programm (je dunkler das Feld, desto höher die Korrelation)**  
Eigene Darstellung



### Referent

Prof. Dr. Michael Marxer

### Korreferent

Prof. Dr. Hans Fritz

**Themengebiet**  
Maschinenbau

**Projektpartner**  
Heberlein Technology AG, Wattwil, SG

## Entwicklung einer Hebevorrichtung für den Einsatz in der Halbleiterindustrie

### Diplomanden



Fabian Heeb



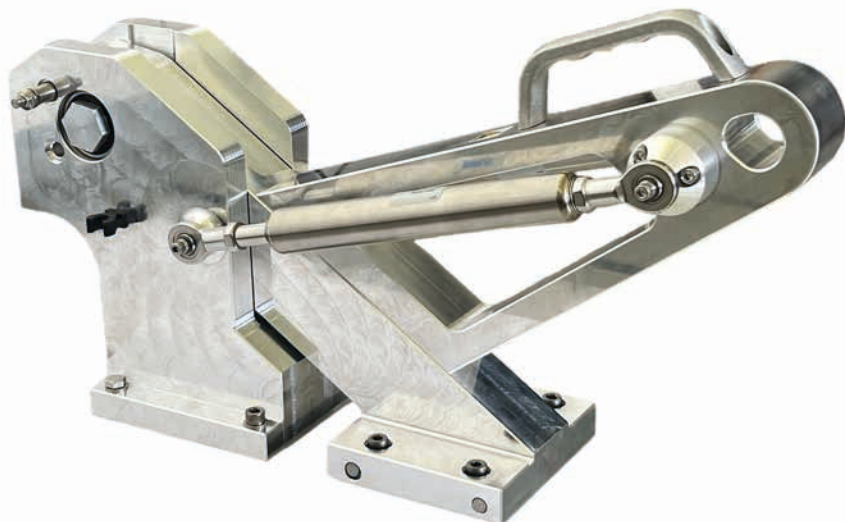
Philipp Zingg

**Ausgangslage:** In der Halbleiterindustrie werden für die Beschichtung von Siliziumwafern komplexe Fertigungsanlagen verwendet, bei welchen unter anderem zahlreiche Anbauteile des Industriepartners VAT Vakuumventile AG eingesetzt werden. Zur Wartung und Reinigung dieser Anlagen müssen Deckel mit einem Gewicht von bis zu 75kg angehoben werden. Dazu werden spezifische Hebevorrichtungen eingesetzt, auch die Firma VAT bietet dazu eine eigene bewährte Lösung an. Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, ein kostenoptimiertes Konzept für die bisher genutzte Hebevorrichtung zu entwickeln und dieses in Form eines funktionalen Prototyps umzusetzen, der in der Lage ist, ein Deckelgewicht von 75 kg zu heben. Dabei sind die branchenüblichen Normen und Richtlinien der Halbleiterindustrie zu berücksichtigen, welche Aspekte der Sicherheit und Ergonomie aber auch der Materialwahl im Reinraum beinhalten.

**Vorgehen:** Anfänglich wurde eine Vorarbeit geleistet, die eine Konkurrenz- und Patentanalyse, den Stand der Technik sowie die Konzeptfindung umfasste. Diese Vorarbeit führte zur Entwicklung eines neuen Konzepts, bei dem die Öffnungsbewegung des Deckels durch Gasdruckfedern unterstützt wird. Die dafür erforderliche Bedienkraft wurde mithilfe von MATLAB berechnet und visualisiert. Um einen benutzerfreundlichen Montageprozess sicherzustellen, wurde zudem ein Konzept für eine Montagevorrichtung entwickelt. Die Umsetzung der neuen Hebevorrichtung mit Gasdruckfedern sowie der Montagevorrichtung erforderte eine konstruktive Neugestaltung sowie eine Festigkeitsanalyse mithilfe der Finite-Elemente-Methode. Abschliessend wurden sämtliche Bauteile gefertigt und zu einem Prototyp montiert.

### Realisierter Prototyp des erarbeiteten Konzepts

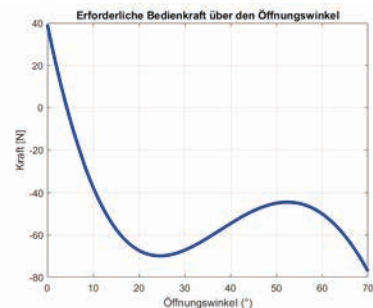
Eigene Darstellung



**Ergebnis:** Die anschließende Funktionsprüfung wurde erfolgreich abgeschlossen, sämtliche Festanforderungen konnten als erfüllt angesehen werden. Das neue Konzept überzeugt durch eine ergonomische Handhabung und ist flexibel auf unterschiedliche Deckelgrößen anpassbar. Erkenntnisse aus der Funktionsprüfung und mögliche Optimierungen am Prototyp wurden als Empfehlungen für künftige Weiterentwicklungen an den Industriepartner weitergegeben.

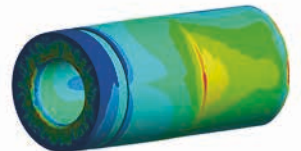
### Berechneter Kraftverlauf mittels MATLAB

Eigene Darstellung



### Festigkeitsnachweis kritischer Bauteile mittels Finite-Elemente-Methode

Eigene Darstellung



### Referent

Prof. Roland Egli

### Korreferent

Markus Wüst

### Themengebiet

Maschinenbau

### Projektpartner

VAT Vakuumventile AG,  
Haag, SG



# Nachhaltige Wasserddestillation

## Energieeffizientes Destillieren durch «Vapor Compression»

### Diplomanden



Noah Lüchinger



Robin Müller

**Ausgangslage:** Nachhaltige Wasseraufbereitung ist seit langem in unterschiedlichsten Bereichen sehr stark gefragt. Von der Entwicklungshilfe bis zu den modernen Raumstationen wird nach neuen und möglichst nachhaltigen Wasseraufbereitungsmethoden gesucht. Roland Lehmann ist seit längerem damit beschäftigt, diesen Bedürfnissen eine praktikable Lösung zu bieten.

**Vorgehen:** Ziel dieser Arbeit war daher, die Untersuchung der Wasseraufbereitung durch «Vapor Compression Technologie», also die Wasseraufbereitung durch Destillieren mit offenem Wärmepumpenkreislauf.

Dass diese Technologie funktioniert wurde bereits in einer früheren Bachelorarbeit gezeigt, jedoch sind noch einige Punkte offen, insbesondere die benötigte Leistung von über 200W der Anlage ist im Vergleich zur aufbereiteten Wassermenge zu hoch.

Somit bestand das Hauptziel dieser Bachelorarbeit darin, einen Verdichter zu finden, der 50l pro Tag bei einer Leistung von unter 200W liefert. Hierzu wurden diverse Radial- und Axialverdichter, hauptsächlich aus dem lowcost Bereich mit Luft getestet. Diese Verdichter stammten von Akkustaubsaugern oder aus dem Modellbaubereich. Diese wurden mit einem bereits zum Teil existierenden Prüfstand der OST in Buchs getestet. Hierfür wurde dieser angepasst. Die Resultate waren jedoch sehr enttäuschend. Keiner der getesteten Verdichter erreichte die gewünschten Werte. Die gesuchten Druckunterschiede von Faktor 1.2 konnte nicht erreicht werden, dafür war der Volumenstrom oft um ein Vielfaches grösser als die geforderten 5 bis 15 m<sup>3</sup>/h. Auch ein Drosseln der Zuluft brachte kaum Erfolge. Trotzdem wurden einige Tests mit einem improvisierten Verdampfer mit Dampf wiederholt. Doch die erforderliche Dampfmenge konnte nicht erreicht werden.

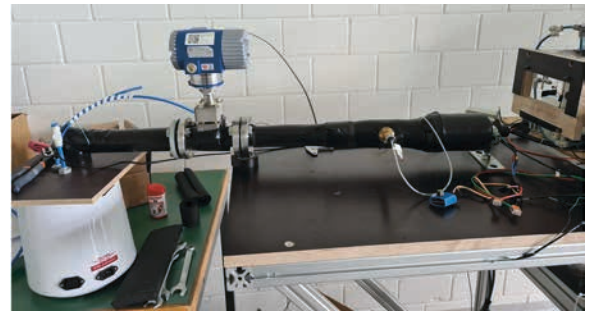
Nach diversen Abklärungen, auch mit Verdichter Herstellern, musste festgestellt werden, dass die Suche und die Tests für einen geeigneten Verdichter doch aufwändiger ist als angenommen. Daher wurde als neues Ziel der Bachelorarbeit das Erstellen eines Dampfprüfstandes für Verdichter bestimmt. Dieser soll auch für die Zukunft, die Suche und Evaluation passender Verdichter erleichtern.

**Ergebnis:** Dieser Prüfstand wurde im Rahmen dieser Arbeit erstellt und durch diverse Tests laufend verbessert. Damit konnte neben einigen weiteren Verdichtern, auch ein Wankelverdichter-Prototyp von Fautech erfolgreich getestet werden. Dieser entsprach vielen Erwartungen und könnte mit einigen

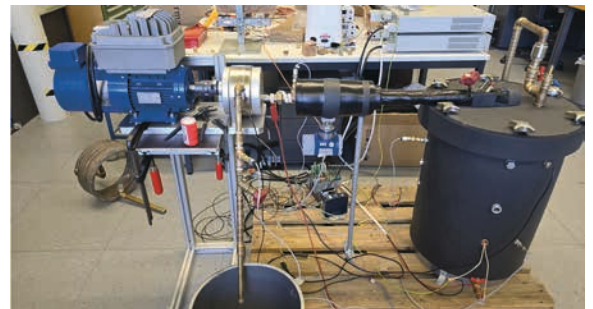
Anpassungen in Zukunft eine mögliche Lösung darstellen.

Als Fazit konnte aufgezeigt werden, dass die Staubsaugerverdichter für die gesuchte Anwendung nicht geeignet sind. Mit dem Prototyp von Florian Ausserer konnte jedoch ein möglicher Verdichter gefunden werden und mit dem Prüfstand können weitere Versuche einfach durchgeführt werden.

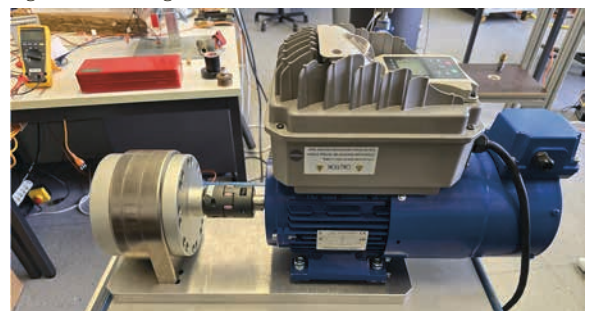
**Versuchsaufbau mit improvisiertem Verdampfer**  
Eigene Darstellung



**Finaler Versuchsaufbau**  
Eigene Darstellung



**Fautech Kompressor**  
Eigene Darstellung



**Referent**  
Prof. Stefan Bertsch

**Korreferent**  
Dr. Leon Brendel

**Themengebiet**  
Maschinenbau

# Reinigungsanlage für Elektrodenstückträger

## Entwicklung Reinigungskonzept für Elektrodenstückträger sowie Empfehlung Stückträgerhandling

### Diplomanden



Valentin Ben Bünter

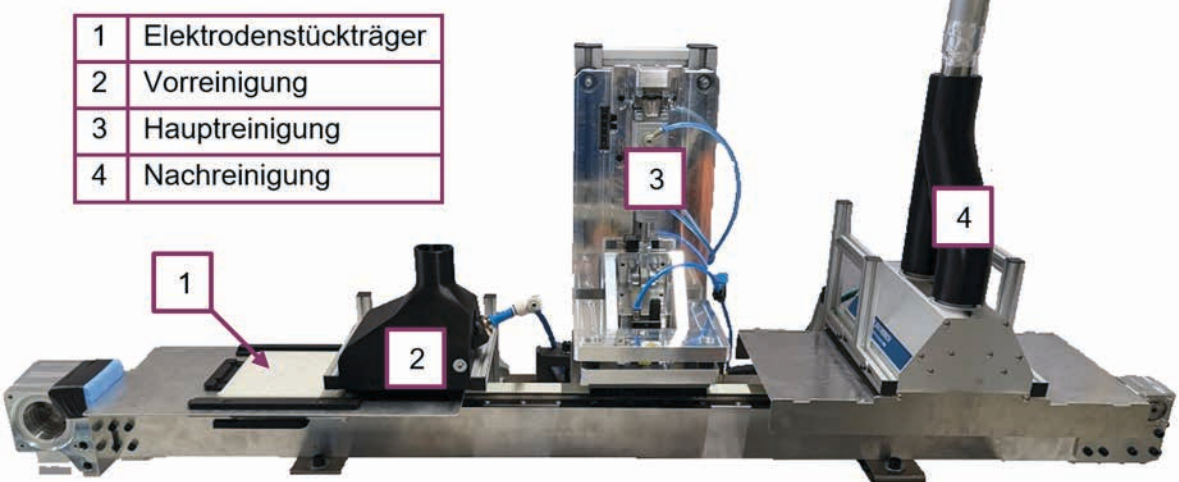


Angelo Lüchinger

**Ausgangslage:** In der Batterienindustrie hat sich der Einsatz von sogenannten Elektrodenstückträgern zum Transport sowie zur Lagerung von Elektroden bewährt. In der Firma Wyon AG sind inzwischen mehrere tausend Exemplare in der Produktion im Umlauf. Diese Stückträger sind Kunststoff-spritzgussteile, deren innere Geometrie je nach Batterietyp variiert. In den verschiedenen Produktionsstationen erfolgt die Einsetzung bzw. Entnahme der ausgeschnittenen Elektroden in die Stückträger manuell oder maschinell. Dabei besteht die Möglichkeit, dass verschiedene Partikel auf die Stückträgeroberfläche gelangen, was zu Defekten oder Produktfehlern der fertigen Batterien führen kann. Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist die Entwicklung eines funktionierenden Prototyps, durch welchen die Stückträger mittels eines geeigneten Reinigungsverfahrens gereinigt werden können.

**Vorgehen:** Die durchgeführten Recherchen und Vorversuche haben gezeigt, dass die Partikelentfernung in einer Größenordnung von 10 bis 300 Mikrometern eine anspruchsvolle Aufgabe darstellt. Es konnte festgestellt werden, dass die Grösse, Form und Beschaffenheit der Partikel einen entscheidenden Einfluss darauf haben, wie sie sich auf den Oberflächen der Stückträger anlagern. Zudem sind in diesem Größenbereich besondere physikalische Effekte und Gesetze zu berücksichtigen. Nach Abschluss der Vorversuche wurde ein Konzept für einen halbautomatisch bedienbaren Prototyp entwickelt. Dieser Prototyp umfasst eine dreistufige Reinigung. Die Umsetzung des Konzepts beinhaltet neben der konstruktiven Ausarbeitung auch die Montage und Inbetriebnahme der Anlage.

**Halbautomatisch bedienbarer Prototyp**  
Eigene Darstellung

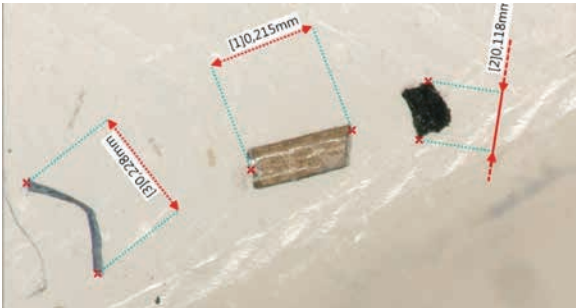


**Ergebnis:** In der Funktionsprüfung mit verschiedenen Abschlussversuchen konnte das ausgewählte Konzept weitestgehend bestätigt werden. Des Weiteren konnten Empfehlungen für die Optimierung der Stückträgeroberfläche sowie für das Handling der Stückträger im Produktionsprozess abgegeben werden. Diese Arbeit stellt eine solide Grundlage für die Entwicklung einer vollautomatisierten Reinigungsanlage dar.

**Einsatzgebiet Elektrodenstückträger**  
[www.wyon.ch](http://www.wyon.ch)



**Verschiedene Partikelarten**  
Eigene Darstellung



**Referent**  
Prof. Roland Egli

**Korreferent**  
Ueli Scherrer

**Themengebiet**  
Maschinenbau

**Projektpartner**  
Wyon AG, Appenzell  
Steinegg, AI

# Simulation und Optimierung der Klimatisierung im Führerstand von Schienenfahrzeugen

## Diplomanden



Fabian Ammann



Simon Schmid

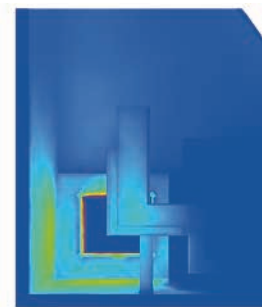
**Ausgangslage:** In Schienenfahrzeugen werden verschiedene Heizsysteme eingesetzt, um die Klimatisierung im Führerstand zu steuern. Herkömmliche Methoden konzentrieren sich primär auf die Regelung der Raumlufttemperatur. Diese Methode reicht jedoch nicht aus, um einen hohen thermischen Komfort zu gewährleisten. Die Strahlungstemperatur und Temperaturunterschiede entlang des menschlichen Körpers haben ebenfalls einen wesentlichen Einfluss auf das thermische Wohlbefinden. In dieser Arbeit wurde der Frage nachgegangen, wie durch den Einsatz von Strahlungsheizungen der thermische Komfort für Fahrzeugführende erhöht werden kann. Dazu wurde eine umfassende Literaturrecherche zu Fachbüchern und Artikeln über die Bewertung des thermischen Komforts durchgeführt.

**Vorgehen:** Um geeignete Konzepte zu entwickeln, wurde die optimale mittlere Strahlungstemperatur mithilfe eines Behaglichkeitsmodells ermittelt. Anschliessend wurden verschiedene Faktoren untersucht, welche die Strahlungstemperatur beeinflussen. Durch Berechnungen und Simulationen wurde eine geeignete Strahlungsheizung ausgelegt, wobei normative Anforderungen berücksichtigt wurden. Als Grundlage für die Simulationen diente ein eigens entwickeltes Modell des Führerstandes. Die Ergebnisse aus den Berechnungen und Simulationen wurden mit einem experimentellen Versuchsaufbau verifiziert.

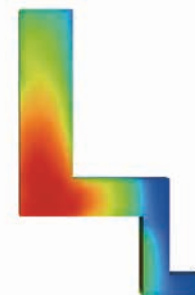
**Ergebnis:** Es konnte gezeigt werden, dass der thermische Komfort im Führerstand von Schienenfahrzeugen mit dem Einsatz von Strahlungsheizungen erhöht werden kann. Dabei ist es wichtig, eine Asymmetrie der Strahlungstemperatur zu berücksichtigen, da

diese den Komfort negativ beeinflussen kann. Um die thermische Auslegung neuer Schienenfahrzeuge zu erleichtern, wurde ein Berechnungstool erstellt. Die Optimierung des Arbeitsumfeldes verbessert nicht nur das Wohlbefinden von Fahrzeugführenden, sondern senkt langfristig auch die Energiekosten durch eine effizientere Nutzung der Heizsysteme.

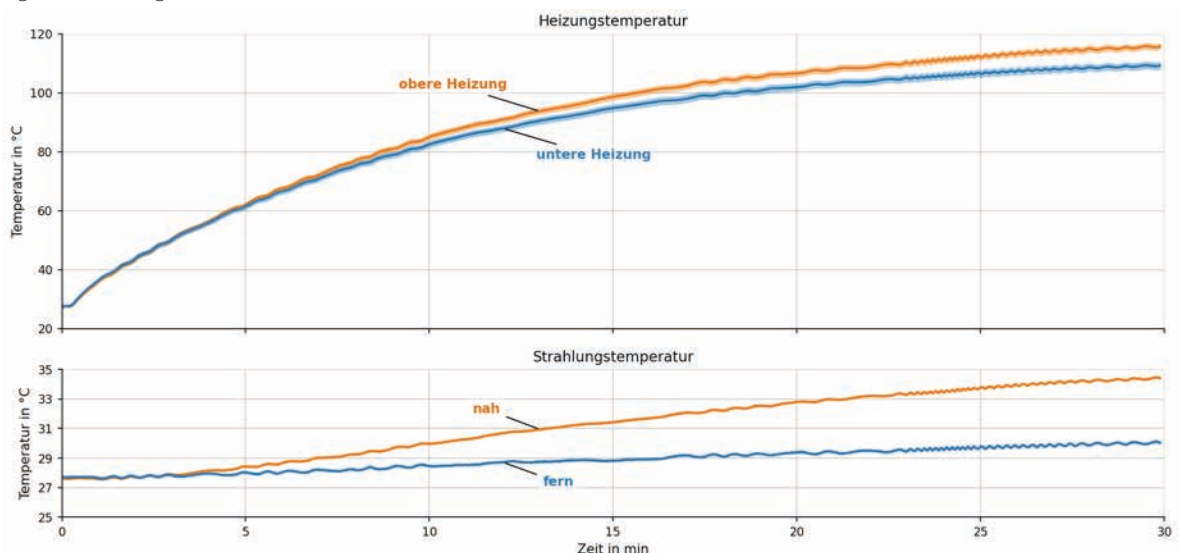
**Simulation der Strahlungsheizung in einer Führerkabine**  
Eigene Darstellung



**Temperaturverteilung entlang eines menschlichen Körpers**  
Eigene Darstellung



**Messung der Temperatur der Heizungen und der Strahlungstemperaturen**  
Eigene Darstellung



## Referent

Prof. Dr. Daniel Gstöhl

## Korreferent

Prof. Stefan Bertsch,  
Ph.D.

## Themengebiet

Maschinenbau,  
Computational  
Engineering



# Testautomatisierung spotguard®

## Diplomand



Jann Girstmair

**Ausgangslage:** Die tofmotion GmbH entwickelt gemeinsam mit dem Ingenieurbüro UNIQUS AG 3D-Kamerasysteme, welche auf Basis innovativer Time-of-Flight-Technologie (ToF) in industriellen Bereichen für die menschliche Sicherheit eingesetzt werden. Eines dieser Systeme ist die spotguard®, die die erste sicherheitszertifizierte 3D-Kamera auf dem Markt ist. Dabei werden dreidimensionale Gefahrenzonen in einem Raum definiert, welche die Kamera überwacht und ein Eindringen von Menschen sicher detektiert.

Für die Zertifizierung und Einhaltung aller Normen: ISO 12100, EN/IEC 61508, EN ISO 13849, EN ISO 13855 und EN/IEC 62061, müssen umfangreiche Baumusterprüfungen an der Kamera durchgeführt werden. Aktuell werden diese Prüfungen anlassspezifisch aufgebaut und von einem Prüfer manuell durchgeführt. Dadurch kann es zu folgenden Problemen kommen:

- Prüfungen können mehreren Stunden andauern
- Menschliche Fehler durch Unaufmerksamkeit und unsachgemässe Durchführung
- Dokumentationsfehler durch fehlerhafte oder unvollständige Dokumentation

Ziel dieser Arbeit ist es, eine automatisierte oder teilautomatisierte Applikation/Steuerung für die Durchführung der Prüfungen an der Kamera, unter Einhaltung der Norm, zu entwickeln und den Prozess der Prüfung zu vereinfachen.

**Vorgehen:** Zu diesem Zweck wurde eine intensive Normenrecherche durchgeführt, welche als Grundlage für die Durchführung der Prüfungen dient. Dabei wurde hauptsächlich im Detail die Norm EN/IEC 61496-1:2020/-3:2019 (Ablauf und Prüfparameter) analysiert, in der klare Abläufe und Prüfparameter für die Prüfungen festlegen sind. Neben der Analyse der Theorie wurde zusätzlich eine praktische Analyse durchgeführt, eine Detektionsprüfung nach der Norm EN/IEC 61496. Dabei wurde die Aufgabeneinteilung für Prüfer und Applikation analysiert und für das weitere Vorgehen festgelegt. Zusätzlich konnten dabei detailliertere Anforderungen für die Applikation in das Pflichtenheft übernommen werden.

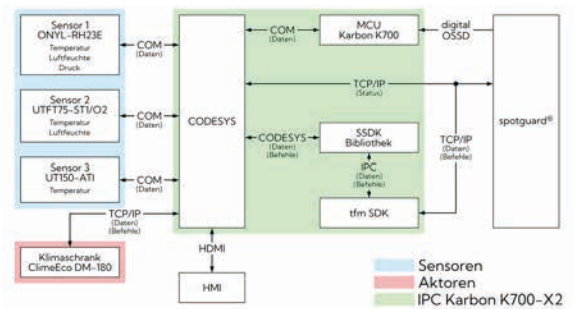
**Ergebnis:** Die finale Applikation wurde auf Basis einer Soft-SPS mittels CODESYS realisiert. Ein bereits vorhandener Industrie-PC mit Linux Ubuntu diente dabei als passende Hardware, da bereits DIOs und weitere Schnittstellen für die Kamera sowie Sensoren und Aktoren integriert waren. Dabei erwies sich die Kommunikation von der Ablaufsteuerung mit der spotguard® und deren SDK als die grösste Herausforderung. Dies konnte aber durch eine eigens dafür

geschriebene CODESYS-Bibliothek mit integriertem C-Code gelöst werden. In einem wiederholten Test einer Detektionsprüfung nach EN/IEC 61496-3:2019, wurde final eine deutlich verbesserte Handhabung und einfachere Durchführung für den Prüfer festgestellt. Die Applikation kann durchzuführende Schritte mit Anweisungen an den Prüfer visuell über ein HMI ausgeben und aktuelle Daten wie Prüffortschritt, Kamerastatus, OSSD-Zustände oder aktuelle Sensor-Werte zusätzlich anzeigen. Für die weitere Verwendung wurden Punkte ausgearbeitet, wie und wo zusätzliche Features in die Applikation integriert werden können, um den Ablauf noch einfacher und sicherer zu gestalten.

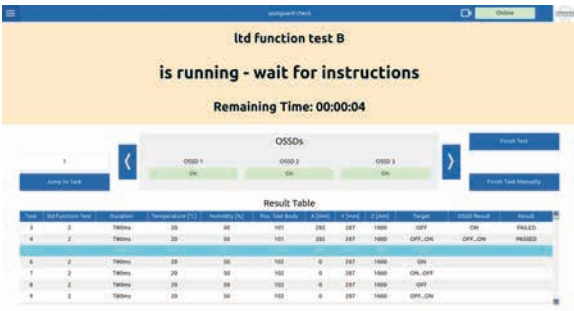
spotguard[sup]®/sup  
Eigene Darstellung



Kontextdiagramm Prüfanwendung  
Eigene Darstellung



Prüfanwendung in Betriebnahme  
Eigene Darstellung



## Referent

Prof. Dr.-Ing. Matthias Scholer

## Korreferentin

Prof. Dr. Katrin Solveig Lohan, OST Otschweizer Fachhochschule, Buchs, SG

**Themengebiet**  
Maschinenbau,  
Informations- und  
Kommunikations-  
systeme,  
Ingenieurinformatik

**Projektpartner**  
UNIQUS AG,  
Schaanwald, FL/  
tofmotion GmbH,  
Hagenberg, AT

# Entwicklung eines beleuchteten Türdrückers mit Statusanzeige

## Diplomanden



Fabian Metzger



Fabian Alder

**Ziel der Arbeit:** Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, ein voll funktionsfähiges Anschauungsmuster eines beleuchteten Türdrückers mit integrierter Statusanzeige zu entwickeln und zu realisieren. Dabei sollte das Anschauungsmuster nicht nur ästhetisch ansprechend sein, sondern auch alle notwendigen technischen Anforderungen erfüllen. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden die vier zentralen Bereiche – Mechanik, Elektronik, Optik und Software – intensiv bearbeitet.

**Vorgehen / Technologien:** Um das Anschauungsmuster zu erstellen, wurde im mechanischen Bereich der gesamte Aufbau designt. Der Aufbau umfasst die folgenden Komponenten: Türdrücker Energieversorgungsseite, Türdrücker Beleuchtungsseite sowie den Schliessmechanismus mit zwei Kurzschildern. Auf der Energieversorgungsseite wurde ein Akku eingebaut, mit dessen Hilfe das System autark funktioniert. Auf der Elektronikseite wurde eine Leiterplatte designt, auf der sich die LEDs sowie deren Ansteuerung befindet. Die Ansteuerung der LEDs erfolgt mittels LED-Controller. Zudem werden auf der Leiterplatte mit einem Mikrocontroller die Akkuspannung, der Schliesszustand und die Umgebungshelligkeit ausgewertet.

Für den optischen Aufbau wurden als Beleuchtungsquellen RGB LEDs gewählt. Um das erzeugte Licht möglichst effizient am «Sichtfenster» zu nutzen, wurden zwei Lightguides entwickelt. Der erste Lightguide sorgt für eine gleichmässige Lichtleitung. Der zweite Lightguide sorgt mit Einschnitten für eine sichtbare Segmentierung am Sichtfenster, wodurch der Leuchtstreifen in vier Segmente unterteilt werden kann. Damit die LEDs unter dem Sichtfenster nicht erkennbar waren, wurde mit einem Diffusor dafür gesorgt, dass eine homogene Leuchtfläche erzeugt wird.

Für die Statusanzeige am Türgriff wurde eine Software entwickelt, die die drei geforderten Modi - Anzeigen des Schliesszustandes eines Schlosses, Treppenhausbeleuchtung zur Orientierung und Anzeige der Verfügbarkeit eines Sitzungszimmers - unterstützt.

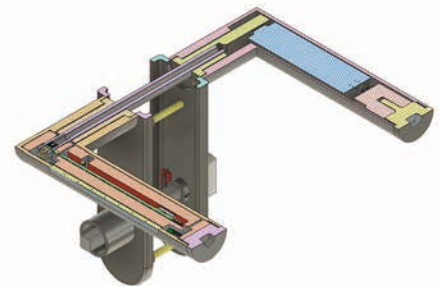
**Ergebnis:** Im Rahmen der Arbeit konnte ein funktionsfähiges Anschauungsmuster eines beleuchteten Türdrückers erstellt werden. Dieses erfüllt die geforderten Spezifikationen. Der mechanische Aufbau konnte dabei erfolgreich mittels 3D-Druck hergestellt werden.

Die implementierte Elektronik sowie die Software ermöglichen die Nutzung der verschiedenen gefor-

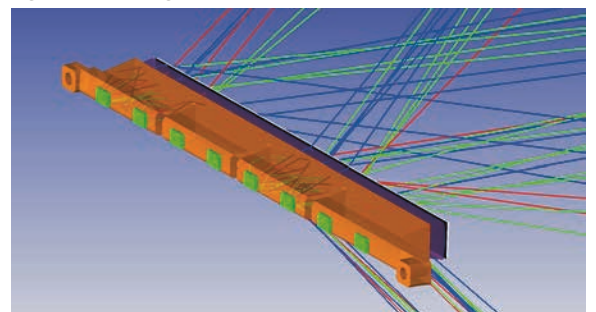
derten Darstellungsmodi. Zur Demonstration aller Funktionen wurde ein Programm implementiert, mit dem durch Drehen des Schliessers die sichtbare Funktion umgeschaltet werden kann.

Das Gesamtsystem erreicht dabei die beiden optisch messbaren Anforderungen hinsichtlich der Homogenität (Durchschnitt  $\pm 20\%$ ) sowie der durchschnittlichen Leuchtdichte (zwischen 50 und 200  $\text{cd/m}^2$ ). Die Laufzeit des Systems wurde auf 790 Stunden aktive Beleuchtung abgeschätzt.

**Schnittdarstellung des im CAD konstruierten Türdrückers**  
Eigene Darstellung



**Optische Simulation für den Lightguide und den Diffusor**  
Eigene Darstellung



**Finales Anschauungsmuster**  
Eigene Darstellung



## Referent

Prof. Dr. Markus Michler

## Korreferent

Prof. Dr. Stefan Rinner

## Themengebiet

Photonik

## Projektpartner

Polycontact AG, Chur, GR

# Machbarkeitsanalyse für die Spektralmessung von FACs

## Diplomand



Laurin Arnold Peter  
Nüesch

**Einleitung:** Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde für das Unternehmen FISBA AG die Machbarkeit und Umsetzung eines Messaufbaus zur Bestimmung der spektralen Eigenschaften von beschichteten FACs (Fast Axis Collimators) untersucht. Ziel der Arbeit war es, einen optischen Aufbau zu entwickeln, der die Reflexions- und Transmissionsmessungen direkt an den beschichteten FACs ermöglicht, um die Qualität und Performance der AR-Beschichtungen (Antireflexbeschichtungen) zu bewerten.

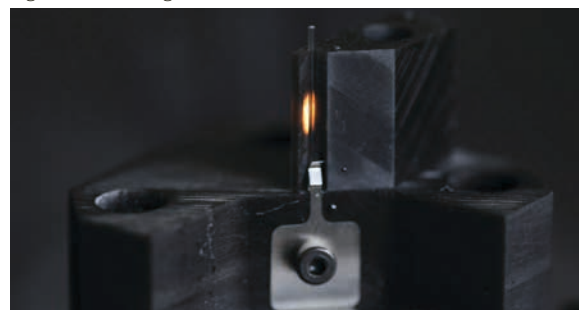
**Vorgehen:** Hierfür wurde ein Konzept entwickelt, das in das Perkin Elmer Lambda 950 Spektrophotometer der FISBA integriert werden kann. Der Messaufbau basiert auf der Verwendung einer GPOB (General Purpose Optical Bench) und verwendet zwei Parabolspiegel, um den Messstrahl zunächst zu kollimieren und anschliessend präzise zu fokussieren. Die Verwendung von Spiegeln anstelle von Linsen verhindert Dispersionseffekte, die den Messpunkt verschieben und die Messgenauigkeit beeinträchtigen könnten. Eine speziell entworfene Messblende sorgt dafür, dass der Prüfbereich der FACs exakt eingehalten wird. Um eine senkrechte Reflexionsmessung an der Planfläche der FACs zu ermöglichen, ist der zweite Parabolspiegel mit einem Durchgangsloch ausgestattet, das das reflektierte Licht gezielt an den Detektor weiterleitet.

**Fazit:** Vergleichsmessungen mit Testgläsern der gleichen Charge zeigten, dass die Reflexionswerte an den beschichteten FACs im Durchschnitt etwa 0,4 % über denen der Testgläser lagen, sich jedoch grösstenteils innerhalb der spezifizierten Toleranzbereiche bewegten. Dies bestätigt die Funktionsfähigkeit

des Messaufbaus sowie seine Eignung für zukünftige Qualitätskontrollmessungen bei FISBA AG. Zur weiteren Optimierung der Messungen und Reduzierung von Messrauschen könnte die Integration eines zusätzlichen Sensors, der im Wellenlängenbereich von 800 nm bis 1000 nm arbeitet, von Vorteil sein. Zudem wird eine gemeinsame Grundplatte entwickelt, die es ermöglicht, die optischen Komponenten nach der Erstjustage fixiert zu lassen und so den Messaufbau dauerhaft zu stabilisieren.

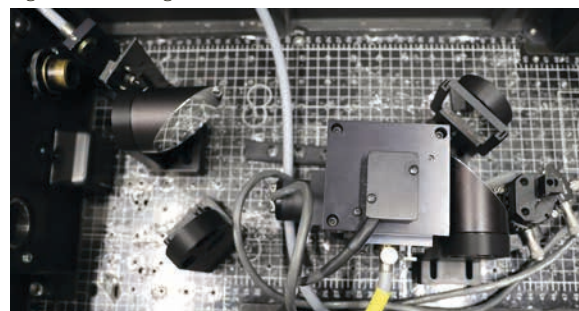
## FAC in FAC-Halter

Eigene Darstellung



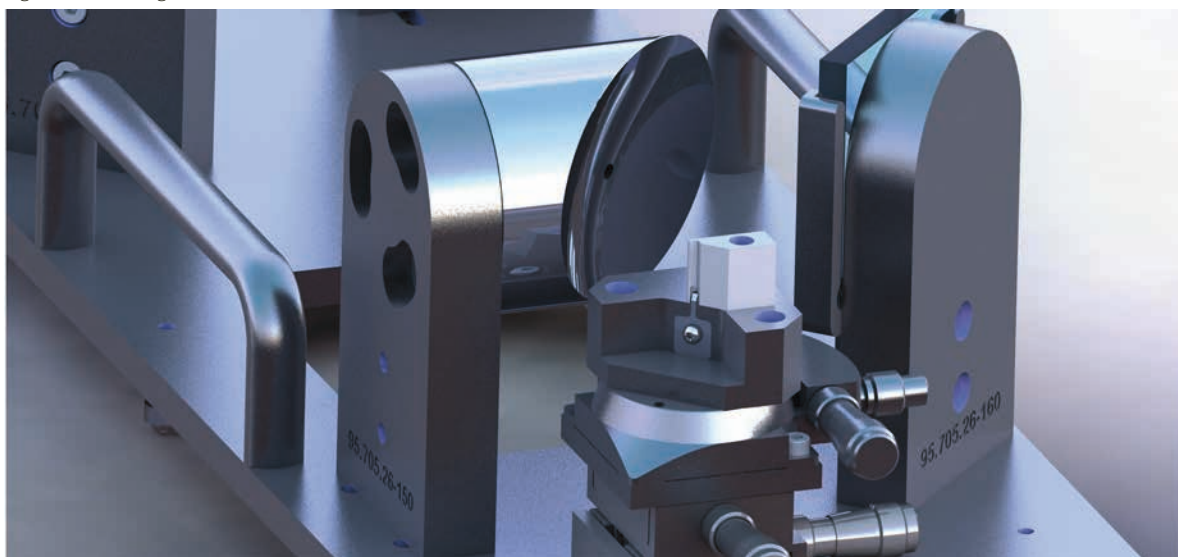
## Testaufbau auf der GPOB

Eigene Darstellung



## Konzept Gesamtmessaufbau mit gemeinsamer Grundplatte

Eigene Darstellung



## Referent

Prof. Dr. Markus  
Michler

## Korreferent

M. Sc. David Bischof

## Themengebiet

Photonik

## Projektpartner

FISBA AG, St.Gallen,  
SG



## Unsere Institute in Buchs, St.Gallen und Tänikon

**EMS** | Institut für Entwicklung  
Mechatronischer Systeme

[www.ost.ch/ems](http://www.ost.ch/ems)

**ESA** | Institut für Elektronik,  
Sensorik und Aktorik

[www.ost.ch/esa](http://www.ost.ch/esa)

**ICE** | Institut für  
Computational Engineering

[www.ost.ch/ice](http://www.ost.ch/ice)

**IES** | Institut für  
Energiesysteme

[www.ost.ch/ies](http://www.ost.ch/ies)

**IMP** | Institut für Mikrotechnik  
und Photonik

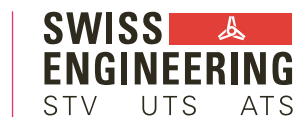
[www.ost.ch/imp](http://www.ost.ch/imp)

**ISF** | Institut für Intelligente Systeme  
und Smart Farming

[www.ost.ch/isf](http://www.ost.ch/isf)

Wir danken unseren Preisspendern und Sponsoren

Ein herzliches Dankeschön für die zur Verfügung gestellten  
Förderpreise:





OST  
Ostschweizer Fachhochschule  
Werdenbergstrasse 4  
9471 Buchs, Switzerland

T +41 81 755 33 11  
technikstudium@ost.ch  
ost.ch/mechatronik



Buchs

