WO WISSEN WIRKT.

OST
Ostschweizer
Fachhochschule

Bachelorarbeiten 2025

Bachelor of Science in Systemtechnik

→ Technik

OST

Vorwort

Prof. Dr. Carlo Bach
Studiengangsleiter BSc Systemtechnik

Sehr geehrte Damen und Herren

mit grosser Freude präsentieren wir Ihnen die Diplomarbeitsbroschüre des Studiengangs Systemtechnik. Diese Arbeiten sind mehr als nur der Abschluss eines Studiums – sie sind das Ergebnis von Neugier, Leidenschaft und beharrlichem Einsatz unserer Studierenden. Jede einzelne Arbeit zeigt eindrücklich, wie technisches Wissen, Kreativität und wissenschaftliche Methoden zusammenwirken, um innovative Lösungen für die Praxis zu entwickeln.

Der Studiengang Systemtechnik (seit 2024 Mechatronik) steht im Herzen der modernen Ingenieurwissenschaften. Er verbindet Maschinenbau, Elektronik und Informatik zu einem einzigartigen Ganzen und eröffnet damit ein breites Spektrum an Möglichkeiten.

In dieser Broschüre finden Sie Projekte, die aktuelle Herausforderungen aufgreifen und neue Wege aufzeigen: von smarten Softwarelösungen über effizientere Industrieprozesse bis hin zu nachhaltigen Technologien für die Zukunft. Die Vielfalt und Relevanz der Themen macht deutlich, wie entscheidend Systemtechnik für unsere Gesellschaft ist.

Mein besonderer Dank gilt allen, die diese Arbeiten möglich gemacht haben: den Studierenden für ihren Ideenreichtum und ihr Engagement, den Dozierenden und Betreuenden für ihre Unterstützung sowie unseren Partnern aus Industrie und Forschung für die enge Zusammenarbeit und die praxisnahen Aufgabenstellungen.

Allen Absolventinnen und Absolventen gratuliere ich von Herzen zu ihrem Erfolg. Sie sind bestens vorbereitet, komplexe Systeme zu gestalten, weiterzudenken und aktiv an der technologischen Zukunft mitzuwirken. Es erfüllt uns mit Stolz, dass Sie diesen wichtigen Abschnitt Ihrer Laufbahn bei uns an der OST in Buchs und St.Gallen absolviert haben.

September 2025

Prof. Dr. Carlo Bach
Studiengangleiter BSc Systemtechnik

Titelbild aus der Arbeit «Machine-Learning zur Schätzung der Handposition» (Seite 23)

Überblick

Referentinnen und Referenten

20	Prof. Dr. Carlo Bach
25 | 29	Prof. Stefan Bertsch, Ph.D.
26 | 28	Prof. Roland Egli
18 | 22	Prof. Dr. Norbert Frei
24	Prof. Dr. Michael Marxer
31	Prof. Dr. Markus Michler
15	Simon Nigsch
19	Prof. René Pawlitzek
17	Prof. Guido Piai
27	Prof. Dr. Stefan Uhlar
30	Prof. Dr. Jens Ulmer
16 | 23	Prof. Adrian Weitnauer
9 | 10 | 11	Claudio Wolfer
13 | 21	Dr. Shao Jü Woo
8 | 12 | 14	Prof. Dr. Christoph Würsch

Überblick

Korreferentinnen und Korreferenten

24	Christoph Battaglia
25 | 29	PhD Leon Brendel
9 | 14	Dr. Erich Carelli
16	René Grabher
30	Prof. Dr. Samuel Huber
22	Adrian Kretz
31	Prof. Dr. Tobias Lamprecht
13 | 21	Prof. Dr. Daniel Lenz
15	Markus Markstaler
27	Kristian Murkovic
19	Prof. Guido Piai
18	Robert Schöch
11 | 28	Prof. Dr. Henrik Surberg
8 | 12	M. Sc. Robin Vetsch
17	Prof. Dr. Martin Weisenhorn
10	Prof. Dr. Wolfgang Wiedemair
20 | 23	Prof. Dr. Christoph Würsch
26	Markus Wüst

Überblick

Themen

Computational Engineering

8 Camera Based Pose Estimation for Robotics

9 Trocknung von Körnerleguminosen – Kleinposten bis 5t

10 Hot Disk Upgrade with Physical Simulation

11 Modellbildung der Wärmeleitfähigkeit poröser Mat. unter Berücksichtigung v. Wärmestrahlung

12 Outdoor Visual-SLAM für mobile Schreitbagger

13 Smart Liquidity: Reinforcement Learning Approaches for AMM Optimization in Decentr. Exch.

Computational Engineering, Maschinenbau

14 Konzipierung und Validierung der Aerodynamik eines Formula Student Fahrzeugs

Elektronik

15 3kV Multilevel DC-DC Converter with Coupled Inductor

16 Energy Harvesting für Sensoren

Informations- und Kommunikationssysteme, Elektronik

17 Sensorfusion IMU/GNSS

Informations- und Kommunikationssysteme, Ingenieurinformatik

18 Entwicklung eines digitalen Assistenten für die Leistungsdiagnostik

Ingenieurinformatik

19 Anforderungen an offene Kommunikationsstandards für effizienten Datenaustausch

20 Gebärdensprachenübersetzer

Ingenieurinformatik

21 Innovative Quantitative Trading Strategies

22 Integration und Visualisierung von Softwaremetriken für Java in VS Code

23 Machine-Learning zur Schätzung der Handposition

Maschinenbau

24 Adaptives Spannsystem für die Koordinatenmesstechnik

25 Energie für die Fabrik

26 Entwicklung und Auslegung des Antriebstrangs für das Formula-Student Fahrzeug

27 Entwicklung und Auslegung des Chassis für ein Formula-Student Fahrzeug

28 Weiterentwicklung des handgeführten Diamantkernbohrens

Maschinenbau, Elektronik

29 Nachhaltige Trinkwasserdestillation

Mikrotechnik

30 Miniaturisierter Feuchtesensor

Photonik

31 Mikroresonator mit kompakter Faserkopplung für Wellenlängensensor

Überblick

Bachelors, Diplomandinnen und Diplomanden

9 Albertin Rino Moreno
29 Ameti Muhamed
26 Beck Pascal
19 Bühler Alessandro Shun
12 Eberle Marco
12 Fabian Reinhardt
10 Ferreira Dany
30 Frangi Désirée
22 Geiser Raphael
28 Goncalves Pereira David
18 Heckendorn Dominik Sebastian
16 Hegglin Manuel Marius
23 Heim Philipp
31 Hölzle Marco
24 Iseli Marcel
11 Kamber Dennis
13 Karaosman Ahmet Cemil
21 Kljajic Andrija
30 Klocker Simon
20 Mair René
15 Meseret Milion
17 Mittag Markus
29 Mösli Clemens
25 Nett Silas
11 Ryffel Yanik
14 Schegg Mauro
8 Scherrer Sascha
14 Schrepfer Fabian
27 Thönig Samuel

Camera Based Pose Estimation for Robotics

Machbarkeitsstudie zur Schätzung von Gelenkwinkeln aus Synthetischen Bilddaten

Diplomand

Sascha Scherrer

Ausgangslage: Baggerausleger oder Manipulatoren sind für die Bauautomatisierung und Robotik im Allgemeinen von entscheidender Bedeutung. Die Schätzung der Position von Baggern ist eine wichtige Aufgabe im Bereich der Bauautomatisierung, da sie die Grundlage für die Maschinensteuerung, die Sicherheitsüberwachung und die Produktivitätsanalyse bildet. Hierfür müssen die Gelenkwinkel des Arms und die Position des Teleskoparms bekannt sein. Normalerweise werden dafür konventionelle Positions- und Winkelsensoren direkt am Baggerarm eingesetzt. Diese gehen aber durch die rauen Anwendungsbedingungen wie z.B. Schmutz, Vibration oder Schläge leicht kaputt. Ausserdem bedeutet die Installation ein hoher Kostenaufwand. Daher sind aktuell keine eingebaut.
Ziel dieser Arbeit ist es, die Machbarkeit der Schätzung der Gelenkwinkel des Baggerarms mithilfe einer Bilderkennung in Form eines Neuronalen Netzwerkes zu zeigen. Dies würde es erlauben, ein Warn- oder Assistenzsystem zu integrieren.

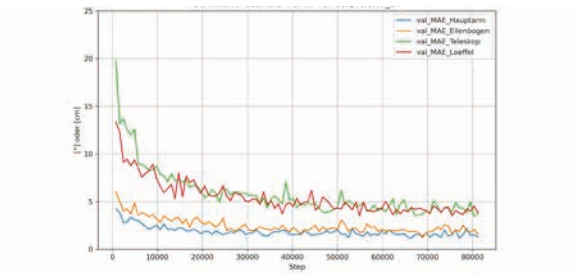
Vorgehen: Die benötigten Bilddaten werden künstlich mit einer Roboter-Simulationsplattform auf der Basis von NVIDIA Omniverse generiert. Das hat den Vorteil, dass die Winkelwerte (Labels) bekannt sind und diese gleichzeitig mit den Bildern der zwei Kameras (Inputs) abgespeichert werden können. So lässt sich virtuell und effizient ein grosses, realitätsnahes Trainingsset erzeugen.
Als Feature-Extractor wird ein EfficientNet verwendet. Mittels Transferlearning wird ein Regression-Head trainiert, welcher die vier Winkelwerte und die Position des Teleskops des Baggerarms vorhersagt. In einem ersten Schritt werden zwei Bilder - linke und rechte Ansicht des Baggerarms – des gleichen Zeitschrittes verarbeitet. In einem zweiten Versuch werden drei Zeitschritte als Stream zusammengefasst, um eine zeitliche Information zu gewinnen. Diese verschiedenen Modellarchitekturen wurden implementiert und analysiert.

Ergebnis: Es hat sich gezeigt, dass die Grösse des EfficientNets keinen grossen Einfluss auf das Ergebnis hat und ein EfficientNetB2 ausreichend ist. Die Versuche haben auch gezeigt, dass Finetuning der letzten zwei bis drei Blöcke des EfficientNets in der Balance zwischen Ergebnis und Performance am besten funktioniert. Auch wurden andere Hyperparameter untersucht.
Mit dem besten Modell konnte ein Validierungs-MSE von unter 0.001 erreichen, was einem durchschnittlichen absoluten Fehler von < 2° für die beiden ersten Gelenke des Baggerarms und 5 cm respektive 5° für die beiden hinteren Aktoren entspricht. Damit wurde die Machbarkeit der robusten Echtzeit-Schäzung der Freiheitsgrade eines Baggerarms mittels eines Kamerasystems gezeigt. Als nächsten Schritt ist vorgesehen, diese Modelle mittels realen Bilddaten fein abzustimmen, um eine maximale Robustheit der Schätzung zu erreichen.

Kaiser S12 Allroad
https://www.kaiser.li/de/produkte/s12-allroad

Ansicht Boom-Kamera rechts
Eigene Darstellung

Absoluter Fehler der Aktoren über die Trainingszeit: Snapshot-Modell
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Christoph Würsch

Korreferent
M. Sc. Robin Vetsch

Themengebiet
Computational Engineering

Trocknung von Körnerleguminosen – Kleinposten bis 5t

Diplomand

Rino Moreno Albertin

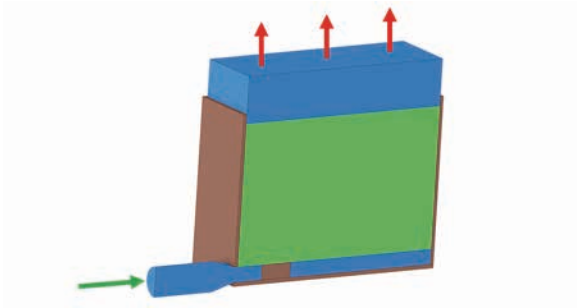
Ziel der Arbeit: Kleinposten von Getreide und Körnerleguminosen (Hülsenfrüchte) bis fünf Tonnen liegen unterhalb der typischen Mindestabnahmemengen industrieller Anlagen. Für diese Mengen fehlen heute standardisierte und bezahlbare Trocknungssysteme. Dadurch besteht eine hohe Einstiegshürde, die viele Landwirtschaftsbetriebe von einer Diversifizierung ihrer Anbauflächen abhält. Gesucht ist daher eine technisch einfache, kostengünstige und flexible Anlage, die verschiedene Kleinposten direkt nach der Ernte zuverlässig verarbeiten kann. Entscheidend ist dabei eine gleichmässige Durchströmung der Schüttung, um Feuchtigkeitsstau und Schimmelbildung zu verhindern. Ziel der Arbeit ist die Gestaltung der dafür nötigen Strömungsführung.

Vorgehen: Zur Entwicklung einer geeigneten Luftführung wurden zahlreiche Varianten entworfen und miteinander verglichen. Ergänzend dazu erfolgte die experimentelle Bestimmung relevanter Parameter der Schüttungen. Darauf aufbauend wurden umfangreiche Strömungssimulationen durchgeführt, die zusätzlich durch gekoppelte thermische Simulationen erweitert wurden, um den Einfluss der Temperaturführung auf den Trocknungsprozess zu berücksichtigen.

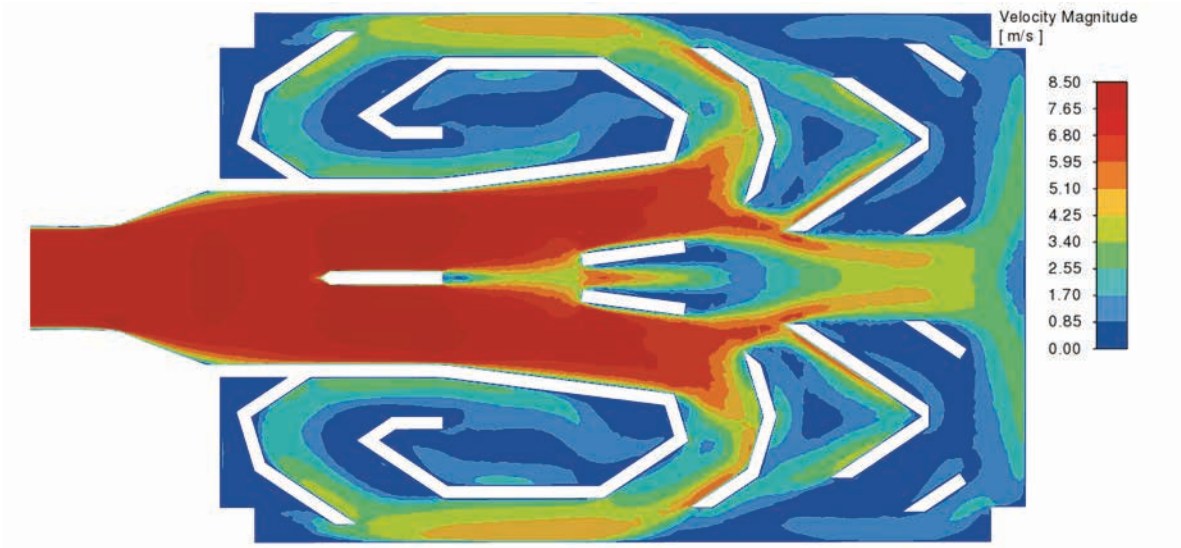
Ergebnis: Das beste Resultat wurde mit dem Konzept der Bodendruckbelüftung erzielt. In diesem Prozess wird die Luft in einen Unterboden geleitet, welcher mit eigens dafür entworfenen Strömungsleitelementen ausgestattet ist. Von dort wird die Luft mit Druck durch die Schüttung nach oben geführt. Die vorliegende Konstruktion ermöglichte die Erreichung einer gleichmäßigen Durchströmung bei moderaten Druckverlusten. Das entwickelte Konzept wird nun in einem realen Versuchsaufbau realisiert und mittels Testmessungen auf seine Praxistauglichkeit geprüft. Dies ermöglicht eine kostengünstige Lösung mit geringem Anwendungsaufwand für die Trocknung kleiner Erntemengen.

In der Anlage verarbeitete Körnerleguminosen
Eigene Darstellung

Funktionsprinzip des Trocknungssystems (Halbansicht)
Eigene Darstellung



Strömungssimulation der Luftführung im Trocknungssystem, dargestellt als Geschwindigkeitsfeld [m/s]
Eigene Darstellung



Referent
Claudio Wolfer

Korreferent
Dr. Erich Carelli

Themengebiet
Computational Engineering

Projektpartner
Förderverein für eine nachhaltige Landwirtschaft

Hot Disk Upgrade with Physical Simulation

Bestimmung des thermischen Kontaktwiderstands einer Trennschicht

Diplomand

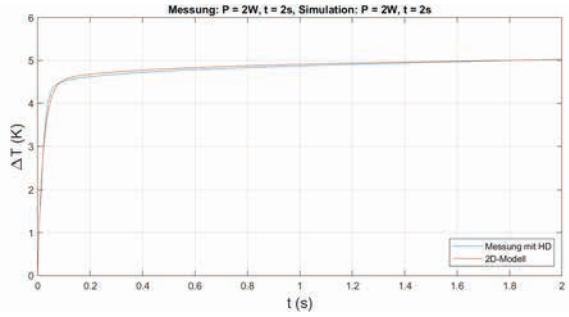
Dany Ferreira

Problemstellung: In zahlreichen technischen Anwendungen entstehen Trennschichten zwischen sich berührenden Materialien, die den Wärmetransport massgeblich beeinflussen. Diese Schichten wirken als Wärmeübergangswiderstände und erschweren die effiziente Wärmeableitung, wie etwa bei der Kühlung elektronischer Komponenten. Die direkte messtechnische Erfassung solcher Widerstände stellt eine Herausforderung dar. Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines validierten Simulationsmodells, das in Kombination mit der Hot Disk Methode eine indirekte Bestimmung von Wärmeübergangswiderständen ermöglicht.

Vorgehen: Zur Umsetzung wurde die Hot Disk Methode in der Simulationsumgebung COMSOL Multiphysics nachgebildet. Experimentelle Messungen erfolgten an Bornitrid-Proben mittels Hot Disk TPS 500. Die Simulationsparameter wurden anhand der Messdaten kalibriert. Anschließend wurde eine Trennschicht in das virtuelle Probenmodell integriert, um deren Einfluss auf den Temperaturverlauf zu analysieren.

Ergebnis: Die Simulation mit Trennschicht zeigt, dass der Temperaturanstieg im Vergleich zur homogenen Probe erhöht ist. Diese Erhöhung ist direkt auf den Wärmeübergangswiderstand zurückzuführen, der durch die Trennschicht verursacht wird. Die Ergebnisse bestätigen die prinzipielle Eignung des entwickelten Modells zur Erfassung solcher Widerstände. In einem nächsten Schritt kann auf Basis dieser Simulation eine Messmethode zur indirekten Bestimmung des Wärmeübergangswiderstands implementiert werden. Darüber hinaus bietet das Modell die Möglichkeit, verschiedene Materialkombinationen und Geometrien systematisch zu untersuchen, um die thermische Kontaktqualität zu optimieren. Die Kombination aus Simulation und experimenteller Validierung stellt einen vielversprechenden Ansatz dar, mit dem Wärmeübergangswiderstände messtechnisch bestimmt werden können.

Vergleich zwischen Messung und 2D-Simulationsmodell
Eigene Darstellung



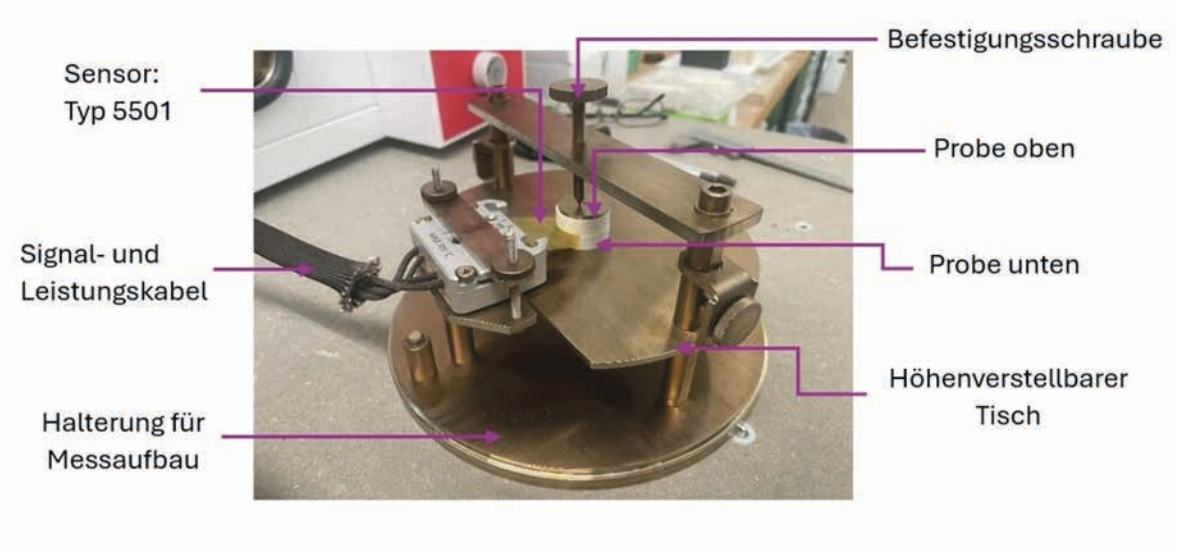
Abgeleitete Formel zur experimentellen Bestimmung des Wärmeübergangswiderstand
Eigene Darstellung

$$T(t) \approx T_{ref}(t) + \beta\, R_{crs}$$

$$R_{crs} \approx \frac{T(t) - T_{ref}(t)}{\beta} = \frac{\Delta T}{\beta}$$

$T(t)$: Temperaturverlauf mit Trennschicht (K)
$T_{ref}(t)$: Referenztemperaturverlauf ohne Trennschicht (K)
R_{crs} : Wärmeübergangswiderstand der Trennschicht ($m^2\,K\,W^{-1}$)
β : Proportionalitätsfaktor (annähernd konstante Wärmestromdichte) ($W\,m^{-2}$)
ΔT : Temperatur-Offset ($T(t) - T_{ref}(t)$) (K)

Messaufbau der Hot Disk
Eigene Darstellung



Referent
Claudio Wolfer

Korreferent
Prof. Dr. Wolfgang Wiedemair

Themengebiet
Computational Engineering

Modellbildung der Wärmeleitfähigkeit poröser Mat. unter Berücksichtigung v. Wärmestrahlung

Diplomanden

Dennis Kamber

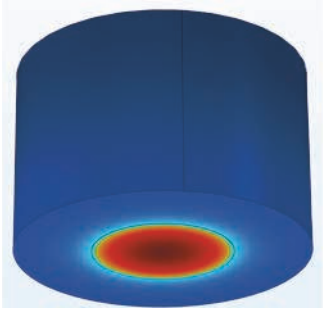
Yanik Ryffel

Ausgangslage: Brandschutzsysteme stellen eine unverzichtbare Grundlage für die Sicherheit von Menschen, Gebäuden und Infrastrukturen dar. Sie müssen im Ernstfall zuverlässig verhindern, dass sich Brände unkontrolliert ausbreiten und kritische Strukturen versagen. Eine besonders wirkungsvolle Strategie ist der Einsatz von intumeszierenden Materialien, die im Brandfall aufschäumen und dadurch eine isolierende Schutzschicht bilden. Diese Schicht reduziert die Wärmeübertragung erheblich, verlängert die Stabilität tragender Bauteile und kann damit entscheidend zur Schadensbegrenzung und Rettung von Menschenleben beitragen.

Vorgehen/Technologien: Zur Charakterisierung des Materials kamen die Hot-Disk TPS-2500s sowie ergänzende Verfahren wie die Transient Hot Bridge, die Differential Scanning Calorimetry und die thermogravimetrische Analyse zum Einsatz. Damit konnten sowohl thermophysikalische als auch thermomechanische Eigenschaften des Brandschutzmaterials umfassend bestimmt werden. Auf Basis dieser Messdaten wurden unterschiedliche Modellansätze zur Berechnung der effektiven Wärmeleitfähigkeit angewendet und miteinander verglichen. Darüber hinaus wurde die Wärmeleitfähigkeit temperaturabhängig formuliert, um das Verhalten des Materials unter realen Brandbedingungen besser nachvollziehen zu können. Ergänzend wurde in ausgewählten Modellansätzen auch der Einfluss der im porösen Material auftretenden Wärmestrahlung berücksichtigt.

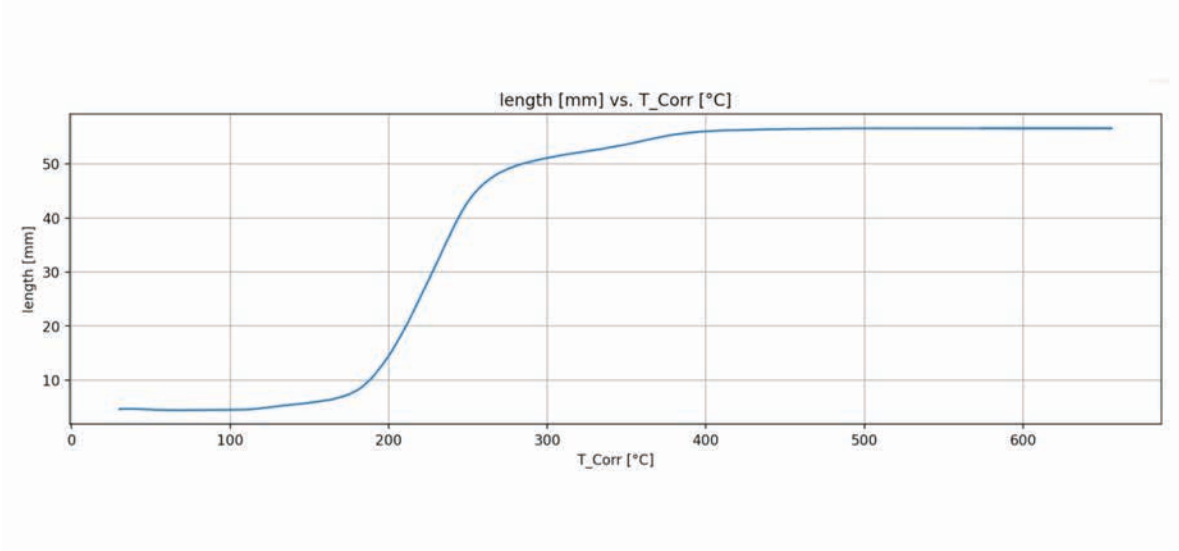
Ergebnis: Die Untersuchungen zeigen, dass das Ausgangsmaterial und die Aschen im intumeszierenden Prozess deutliche Unterschiede in Wärmeleitfähigkeit, Dichte und Porosität aufweisen. Simulationen und Messungen bestätigen ein konsistentes Bild des Materialverhaltens. Die Ergebnisse liefern wertvolle Grundlagen für die Optimierung von Brandschutzsystemen und eröffnen Perspektiven für künftige Materialentwicklungen.

Ergebnis einer Hot-Disk Simulation zur Validierung der Messergebnisse
Eigene Darstellung



Mikroskopie Aufnahme einer intumeszierten Proben
Eigene Darstellung

Expansionsverhalten des Brandschutzmaterials bei einem Temperaturanstieg
Eigene Darstellung



Referent
Claudio Wolfer

Korreferent
Prof. Dr. Henrik Surberg

Themengebiet
Computational Engineering

Projektpartner
Hilti Entwicklungsgesellschaft und Hilti AG

Outdoor Visual-SLAM für mobile Schreitbagger

Umgebungsinformationen in Echtzeit erfassen zur Unterstützung der Steuerung mobiler Schreitbagger

Diplomanden

Marco Eberle

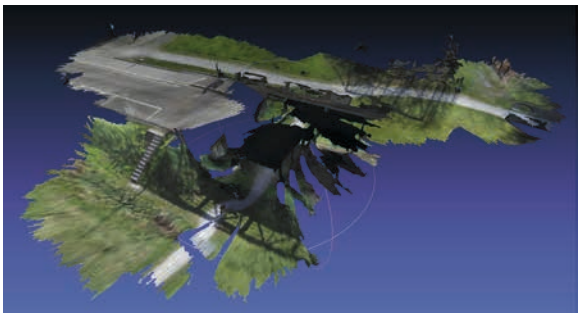
Fabian Reinhardt

Ausgangslage: Mobile Schreitbagger werden für Operationen in herausforderndem Gelände eingesetzt. Ihre komplexe Gelenkmechanik macht die Steuerung anspruchsvoll, da eine falsche Positionierung zu einem gefährlichen Kippen führen kann. Die Gefahr des Kippens besteht dann, wenn sich der Schwerpunkt des Baggers ausserhalb der Aufstützpunkte befindet. Ein Visual-SLAM-System ist eine Computertechnologie, die es ermöglicht, mittels Kamerabildern die Umgebung in einer 3D-Karte abzubilden. Ziel dieser Arbeit war es, die Eignung eines solchen Systems zu prüfen. Aufgrund von Visual-SLAM-Daten können anschliessend weitere Anwendungen entwickelt werden, darunter Statik Berechnungen.

Vorgehen/Technologien: Im Rahmen dieser Arbeit wurden die technischen Grundlagen und Anforderungen einer SLAM-Pipeline untersucht. Verschiedene Pipelines wurden aufgrund der Anforderungen, wie Robustheit, Echtzeitfähigkeit und Genauigkeit, bewertet. Die besten Systeme, darunter RTAB-Map, ORB-SLAM und die ZED SDK, wurden auf einer NVIDIA-Jetson-Plattform implementiert und qualitativ verglichen. Die ZED SDK zeigte die beste Eignung. Die Parameter dieser Pipeline wurden mittels Design-of-Experiment-Ansatz optimiert. Für einen grösseren Sichtbereich sind mehrere Kameras notwendig, deren Position zuerst kalibriert werden muss. Es wurde ausgewertet, wie genau sich die Kameras anhand eines Programmes kalibrieren lassen. Zusätzlich wurde ein Mehrkamerasystem getestet, das mehrere 3D-Karten zusammenführen kann. Dazu wurde ein Programm entwickelt, das mehrere Kamerainputs verarbeitet und nur die nahe Umgebung erfasst, um den Speicherbedarf zu reduzieren.

Ergebnis: Die Ergebnisse zeigen, dass die ZED SDK für die Unterstützung der Schreitbaggersteuerung geeignet ist. Die Pipeline liefert eine solide 3D-Karte in Form eines Meshes, das weiterverarbeitet werden kann. Herausforderungen bestehen bei Ungenauigkeiten der Karte über längere Strecken und der notwendigen Kamerakalibrierung. Künftige Verbesserungen könnten durch leistungsfähigere Hardware und die Integration von GPS-Daten erzielt werden.

Ausschnitt einer Mesh Map
Eigene Darstellung



Testaufbau mit Kamera
Eigene Darstellung

Kaiser S12 Schreitbagger
Eigene Darstellung

Referent
Prof. Dr. Christoph Würsch

Korreferent
M. Sc. Robin Vetsch, Buchs (SG)

Themengebiet
Computational Engineering

Projektpartner
Kaiser AG, Vorarlbergerstrasse 220, 9486 Schaanwald, Liechtenstein

Smart Liquidity: Reinforcement Learning Approaches for AMM Optimization in Decentr. Exch.

Diplomand

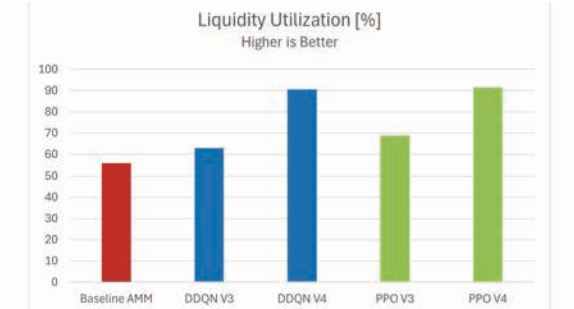
Ahmet Cemil Karaosman

Ausgangslage: Dezentrale Finanzmärkte (DeFi) entwickeln sich dynamisch und stellen durch den Einsatz von Automated Market Makern (AMMs) neuartige Handelsmechanismen bereit. Diese ermöglichen kontinuierliche Liquidität ohne zentrale Orderbücher, sind jedoch mit Risiken für Liquiditätsanbieter verbunden. Mit der Einführung konzentrierter Liquidität in Uniswap V3 wird das Kapital zwar effizienter eingesetzt, erfordert jedoch eine komplexe und aktive Verwaltung. Gleichzeitig eröffnen Uniswap V4 und dessen programmierbare Hooks neue Möglichkeiten, Handelsgebühren dynamisch anzupassen und Liquiditätsbereiche automatisch zu rebalancieren. Vor diesem Hintergrund untersucht die Arbeit, wie sich Reinforcement Learning (RL) zur Automatisierung und Optimierung von Liquiditätsstrategien einsetzen lässt.

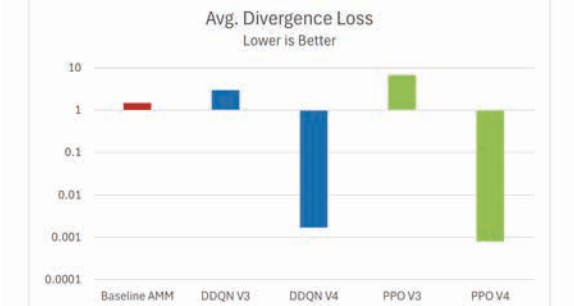
Vorgehen: Für die Untersuchung wurden die RL-Algorithmen Dueling Double Deep Q-Networ k (DDQN) und Proximal Policy Optimization (PPO) in einer eigens entwickelten Simulationsumgebung implementiert. Die Modelle wurden auf Basis historischer ETH/USDT-Daten für Uniswap V3 trainiert und evaluiert. Ergänzend kam ein LSTM-basiertes Preismodell zum Einsatz, das die RL-Agenten durch Marktprognosen unterstützt. Da Uniswap V4 zum Zeitpunkt der Arbeit noch nicht veröffentlicht war, wurden dessen neue Mechanismen, insbesondere die programmierbaren Hooks, auf Basis der offiziellen technischen Dokumentation simuliert. Die Leistung aller Varianten wurde anhand zentraler Metriken wie Reward, Slippage, Divergence Loss und Kapitalauslastung mit einer statischen Baseline verglichen.

Ergebnis: Die Resultate zeigen, dass beide RL-Frameworks die statische Baseline signifikant übertreffen. DDQN erzielt den höchsten kumulierten Reward, weist jedoch erhöhte Slippage und geringere Stabilität auf. PPO erweist sich als robustere Lösung mit höherer Lernstabilität und verbesserter Kapitalauslastung. Besonders in Kombination mit den V4-Hooks werden die Effizienzkennzahlen deutlich gesteigert. Der Divergence Loss wird nahezu eliminiert, die Kapitalauslastung steigt auf über 90%, und die Reward-Entwicklung stabilisiert sich nachhaltig. Insgesamt bestätigt die Arbeit, dass RL in Verbindung mit den programmierbaren Erweiterungen von Uniswap V4 ein vielversprechendes Instrument zur intelligenten und adaptiven Steuerung von Liquidität in DeFi-Märkten darstellt.

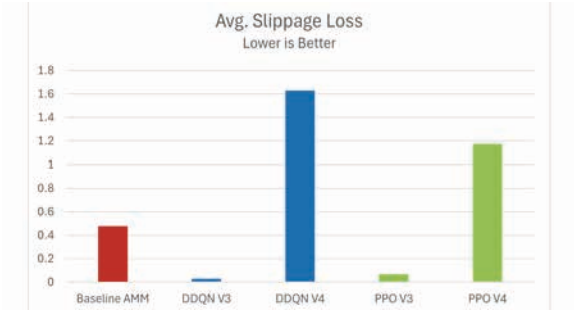
Liquidity Utilization [%]
Eigene Darstellung



Average Divergence Loss
Eigene Darstellung



Average Slippage Loss
Eigene Darstellung



Referent
Dr. Shao Jü Woo

Korreferent
Prof. Dr. Daniel Lenz

Themengebiet
Computational Engineering

Konzipierung und Validierung der Aerodynamik eines Formula Student Fahrzeugs

Diplomanden

Mauro Schegg

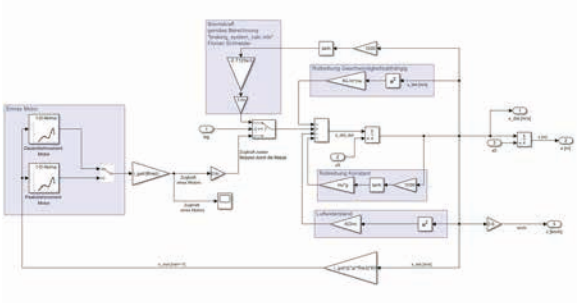
Fabian Schrepfer

Ziel der Arbeit: Das Racing Team OST ist erst im Aufbau und verfügt daher noch über wenig Know-how im Bereich der Aerodynamik von Formula Student Rennwagen. Diese Arbeit verfolgte das Ziel, verschiedene Aerodynamikkonzepte, die im Bereich der Formula Student zum Einsatz kommen, zu modellieren, mittels CDF zu simulieren und anhand der Abtrieb- und Luftwiderstandscharakteristik als Gesamtsystem zu bewerten. Ein hoher Abtrieb erhöht die Reifenhaftung, erlaubt schnelle Kurvenfahrten und Bremsmanöver. Der Luftwiderstand sollte möglichst gering sein. Die multi-objektive Optimierung dieser Kenngrössen liefert einen Zielkonflikt, der zu einer Tradeoff Analyse führt.

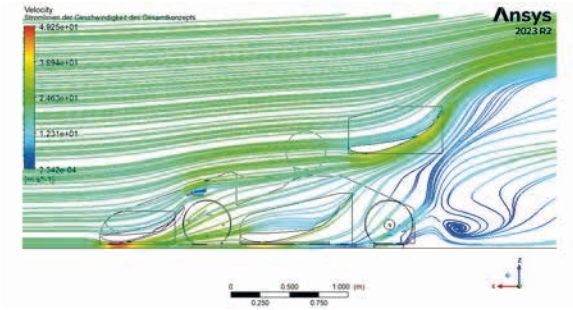
Vorgehen: Mittels numerischer Strömungssimulationen (CFD) mit ANSYS CFX wurden Varianten für Frontflügel, Heckflügel und Seitenkasten untersucht. Zusätzlich wurden aerodynamische Hilfselemente wie Whisker, Louvres, Vortex-Generatoren und Gurney-Flaps untersucht. Ein besonderes Augenmerk galt dem Drag Reduction System (DRS), bei dem verstellbare Flügelprofile an Front- und Heckflügel untersucht wurden. Zur strukturellen Bewertung erfolgte eine Analyse der Verformung des Frontflügels unter Last mit verschiedenen Materialien und Konstruktionen mittels ANSYS Mechanical, um die Einhaltung des Reglements sicherzustellen. Abschliessend erfolgte eine Bewertung des Gesamtpakets anhand einfacher Streckensimulationen mit und ohne Aerodynamikbauteile, die mit Matlab und Simulink erstellt wurden, wobei das Formulastudentfahrzeug als Punktmasse angenähert wurde.

Ergebnis: Diese Arbeit liefert einen umfassenden Überblick über verschiedene aerodynamische Konzepte und deren Auswirkungen auf Abtrieb und Luftwiderstand und dadurch auf eine idealisierte Rundenzeit, die mithilfe einer einfachen Systemsimulation ermittelt wurde. Dabei konnte auch plausibel gemacht werden, dass ein Aerodynamikpaket auf einer kurvenreichen Strecke einen Vorteil erbringen kann. Die gewonnenen Erkenntnisse können dem Racing Team OST künftig als Grundlage für die gezielte Entwicklung eines leistungsfähigen Aerodynamikpakets dienen.

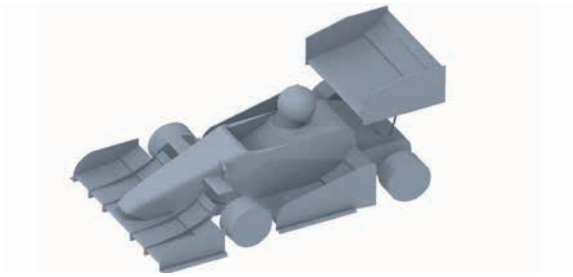
Systemsubmodell für die Simulation der Beschleunigung und Verzögerung eines als Punktmasse vereinfachten Fahrzeuges.
Eigene Darstellung



Darstellung der Stromlinien und Geschwindigkeit der Luft (Farbe) über die Komponenten des Gesamtkonzepts.
Eigene Darstellung



Modell des Gesamtkonzepts eines möglichen Aeropakets mit grossem Abtrieb.
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Christoph Würsch

Korreferent
Dr. Erich Carelli

Themengebiet
Computational Engineering, Maschinenbau

Projektpartner
Racing Team OST | ICE

3kV Multilevel DC-DC Converter with Coupled Inductor

Diplomand

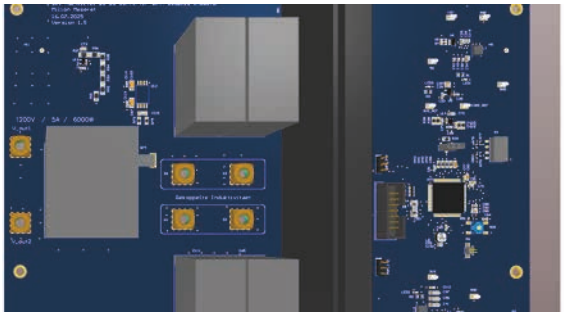
Milion Meseret

Ausgangslage: Um bei Schienenfahrzeugen die Bordnetzkomponenten mit Spannung zu versorgen, müssen Eingangsspannungen im Kilovoltbereich in niedrigere Gleichspannungen umgewandelt werden. Konventionelle einstufige DC-DC-Wandler stossen hierbei an Grenzen, da verfügbare Halbleiter keine ausreichend hohen Sperrspannungen ermöglichen und gleichzeitig hohe Schalt- sowie Kupferverluste verursachen. Dies begrenzt sowohl die Effizienz als auch die Leistungsdichte der Systeme.

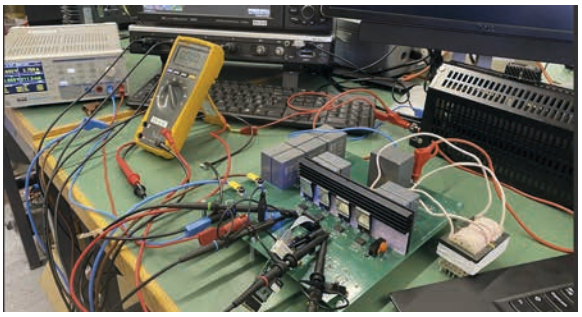
Ziel der Arbeit: Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung und experimentelle Validierung eines neuartigen mehrstufige Gleichspannungswandler. Die Ausgewählte Topologie kombiniert einen mehrstufigen DC/DC Wandler mit gekoppelten Induktivitäten, welche im Boundary Konduktion Mode (BCM) betrieben wird. Folgende ziele stehen dabei Mittelpunkt Mehrstufigen DC-DC-Konverter für 3 kV Eingangsspannung entwickeln. Gekoppelte Induktivität zur Stromrippel-Reduktion und Kondensator-Balancierung einsetzen.

Ergebnis: Es konnte erfolgreich ein Multilevel-Konverter entwickelt werden, der hohe Eingangsspannungen in niedrigere Gleichspannungen umwandeln kann. Die hohe Eingangsspannung wird mithilfe der gekoppelten Induktivität zwischen den DC-Link-Kondensatoren halbiert. Die gemittelte Spannung an den Kondensatoren weicht dabei leicht von der simulierten Spannung ab. Dies ist auf Verluste in der Induktivität sowie auf Toleranzunterschiede der Kondensatoren zurückzuführen.

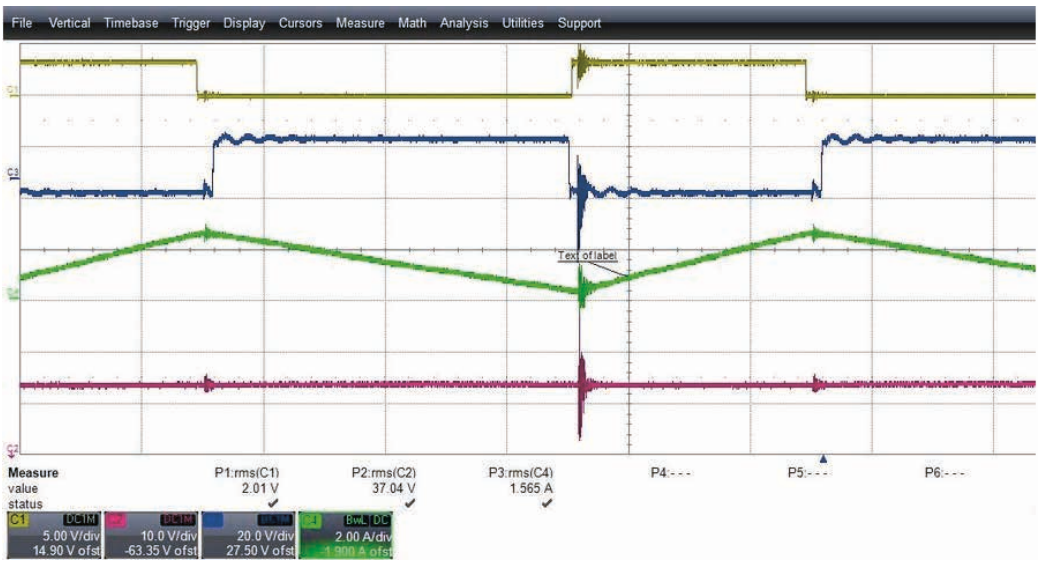
PCB-Ausschnitt deines 3 kV Multilevel-Konverters
Eigene Darstellung



3kV Multilevel Konverter Messaufbau
Eigene Darstellung



Messaufnahme des Multilevel Konverters
Eigene Darstellung



Referent
Simon Nigsch

Korreferent
Markus Markstaler

Themengebiet
Elektronik

Energy Harvesting für Sensoren

Diplomand

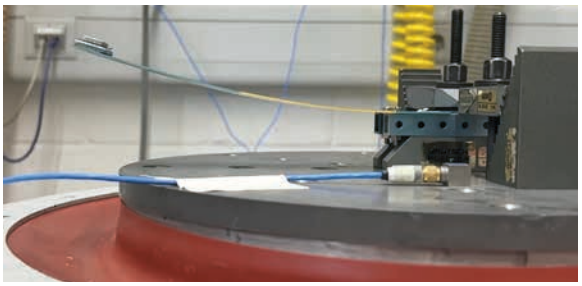
Manuel Marius Hegglin

Ausgangslage: In rotierenden Maschinen ist die zuverlässige Energieversorgung von Sensoren eine grosse Herausforderung. Kabelverbindungen sind oft aufwendig und störanfällig, während Batterien regelmässig gewechselt werden müssen. Das Ziel dieser Arbeit war es daher, ein Energy-Harvesting-System zu entwickeln, das ohne externe Energiequellen auskommt. Genutzt werden sollten die periodischen Belastungen im Bohrloch einer Walze, die durch das Zusammenspiel von Zentrifugal- und Gewichtskraft entstehen. Diese wechselnden Kräfte regen einen mechanischen Energiewandler an, der die Bewegungsenergie in elektrische Energie umwandelt und so die dauerhafte Versorgung eines drahtlosen Sensorsystems ermöglicht.

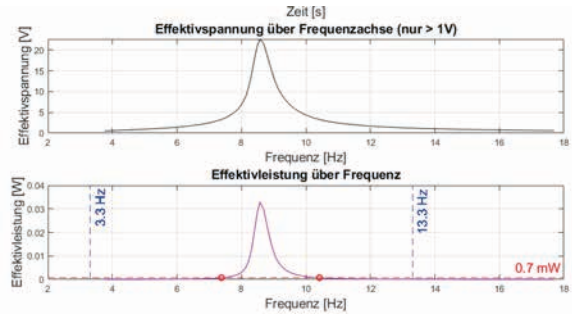
Vorgehen: Als Energiewandler wurde ein piezoelektrischer Bimorph-Cantilever eingesetzt. Dieser ist stirnseitig im Bohrloch eingespannt und wird durch die resultierenden Kraftänderungen zu Schwingungen angeregt. Um die Leistungsfähigkeit des Systems zu untersuchen, wurden Shaker-Messungen durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass der Cantilever im Resonanzbereich sehr hohe Leerlaufspannungen von über 80 Vpp erzeugt. Die erzielten Ausgangsleistungen liegen im Milliwatt-Bereich. Damit wurde die für den Ziel-Sensor benötigte Durchschnittsleistung von 700 µW deutlich übertroffen. Für die praktische Erprobung wurde zusätzlich ein Walzendemonstrator aufgebaut, der die Bewegung einer realen Walze nachbildet.

Ergebnis: Die Tests am Walzendemonstrator bestätigten die Ergebnisse aus dem Labor: In Drehzahlbereichen nahe der Resonanzfrequenz konnte das Sensorsystem erfolgreich mit Energie versorgt werden. Über eine Gleichrichterschaltung, einen 3.3-V-Regler und einen Pufferkondensator wurde eine stabile Ausgangsspannung bereitgestellt. Damit liess sich der Ziel-Sensor dauerhaft betreiben und sogar eine drahtlose Bluetooth-Verbindung erfolgreich aufbauen. Die Arbeit zeigt somit, dass piezoelektrische Energiewandler eine vielversprechende Lösung für die energieautarke Versorgung von Sensoren in rotierenden Systemen darstellen.

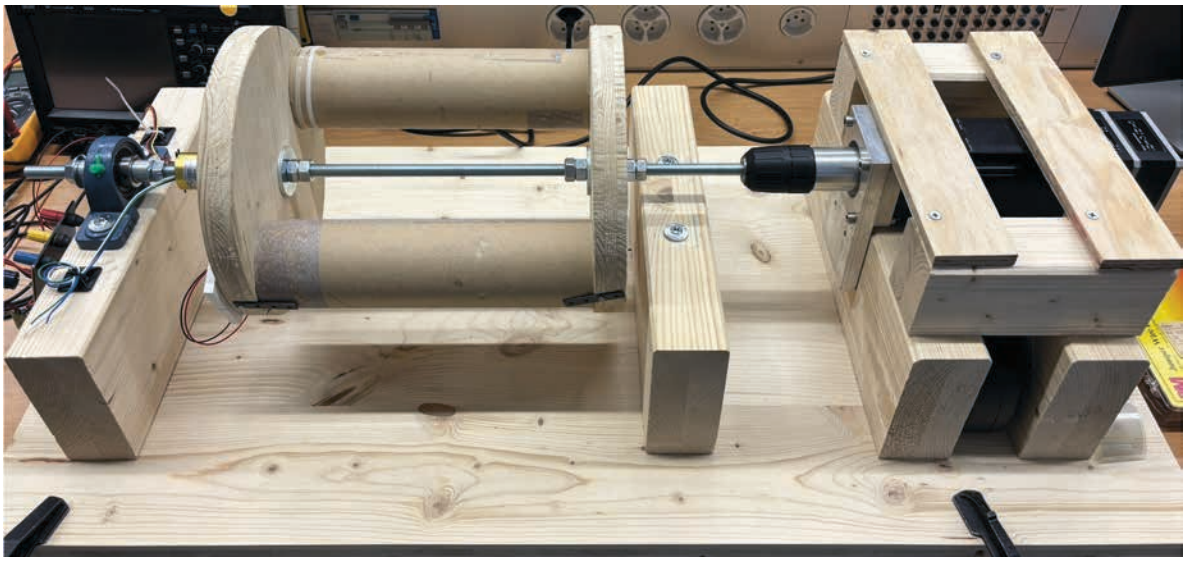
Auslenkung des Piezo-Cantilever beim Shaker Versuch
Eigene Darstellung



Spannungs- und Leistungsverlauf über der Frequenz beim Shaker Versuch wobei die Resonanz gut ersichtlich ist
Eigene Darstellung



Versuchsaufbau Walzendemonstrator mit Energy-Harvesting-System im Kartonrohr
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Adrian Weitnauer

Korreferent
René Grabher

Themengebiet
Elektronik

Projektpartner
Bühler AG, 9240 Uzwil, St.Gallen

Portierung und Validierung eines Kalmanfilters auf ein Embedded System in C

Diplomand

Markus Mittag

Einleitung: Inertiale Navigationssysteme werden eingesetzt, wenn eine autonome Bestimmung von Position und Orientierung erforderlich ist, unabhängig von externer Infrastruktur. Aufgrund deterministischer und stochastischer Messfehler sowie akkumulierten numerischen Rechenfehlern unterliegen diese Systeme einem Drift, sodass Position und Orientierung nur über begrenzte Zeiträume ohne Korrektur gehalten werden können. Globale Satellitennavigationssysteme (GNSS) liefern demgegenüber absolute Positionsdaten, die jedoch mit einer relativ hohen Streuung behaftet sind. Durch Sensorfusion lassen sich die Vorteile beider Ansätze kombinieren.

Ziel der Arbeit: Konkret umfasst die Arbeit die Portierung und Validierung eines Closed-Loop ESSKF (Error Space State Kalman Filter) von MATLAB nach C auf einen STM32H7-Mikrocontroller, die Entwicklung eines nicht blockierenden GNSS-Treibers für die I²C-Kommunikation sowie die CANopen-Integration. Zusätzlich wurde das Gesamtsystem mit Strapdown-Navigation, Sensordatenverarbeitung, Interrupts und Service-Routinen vollständig implementiert.

Ergebnis: Die Validierung erfolgte anhand von simulierten verrauschten Sensordaten, die über CANopen auf dem STM32H7 verarbeitet und mit der MATLAB-Referenz sowie den Sollwerten verglichen wurden. Auf einem komplexen Simulationspfad (vgl. Abbildung 2,3) betrug der RMS-Fehler der Sensorfusion auf dem Embedded-System 0.95 m gegenüber 0.89 m in MATLAB. Die Abweichung von 0.06 m zwischen Embedded-System und MATLAB-Referenz liegt in der erwarteten Toleranz und bestätigt die korrekte Portierung der Algorithmen. Ein Echtzeitversuch mit realen Sensordaten (10 Hz GNSS, 60 Hz Navigationsausgabe über CANopen-PDOs) zeigte ebenfalls eine stabile Pfadrekonstruktion. Die beobachtete Schrittweite von etwa 20 cm zwischen aufeinanderfolgenden 60 Hz-Ausgaben weist auf eine Auflösung im Submeterbereich hin und bestätigt die Eignung des Systems für den Einsatz (Abbildung 1).

Abbildung 1: Navigationslösung über Teststrecke im Auto
©2025 Airbus, ©Landsat/Copernious, ©2025 Google

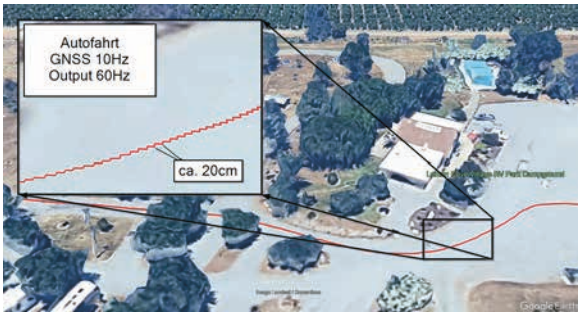


Abbildung 2: logarithmischer Fehler über Zeit der Navigationslösung
Eigene Darstellung

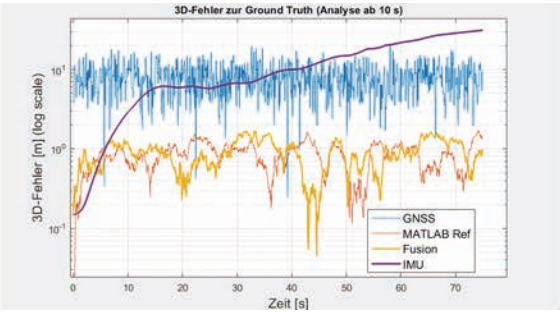
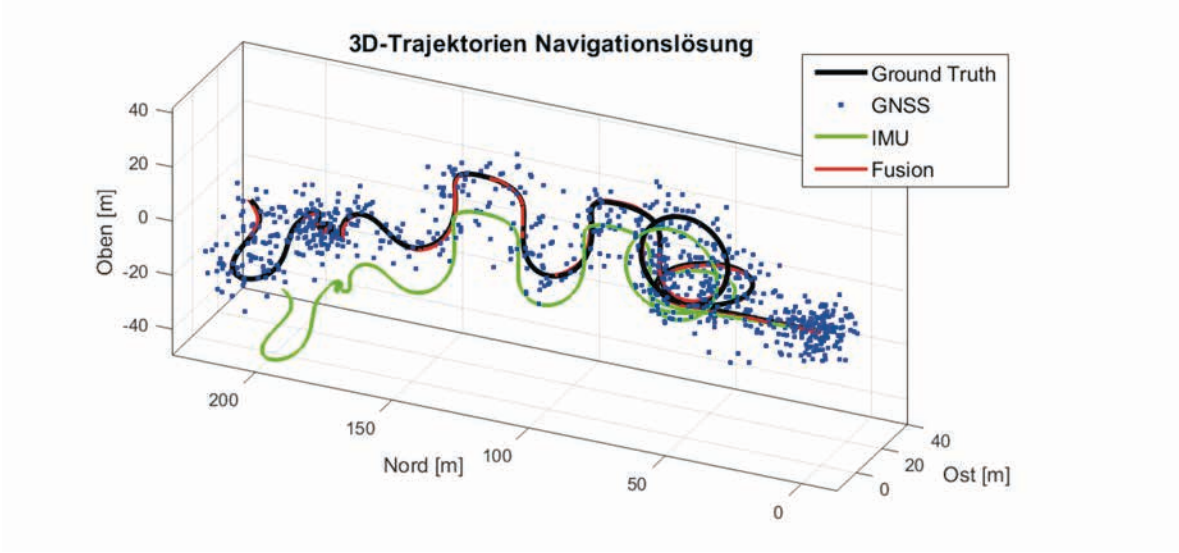


Abbildung 3: 3D-Trajektorien der Navigationslösung
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Guido Piai

Korreferent
Prof. Dr. Martin Weisenhorn

Themengebiet
Informations- und Kommunikationssysteme, Elektronik

Projektpartner
KELAG Künzli Elektronik AG, Schwerzenbach, Zürich

Entwicklung eines digitalen Assistenten für die Leistungsdiagnostik

Diplomand

Dominik Sebastian Heckendorn

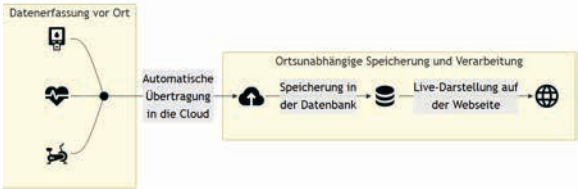
Problemstellung: Für die Trainingsplanung im Leistungssport spielt der Blutlaktatstufentest eine zentrale Rolle. Mit dem langfristigen Ziel, diesen Prozess mit künstlicher Intelligenz zu optimieren, wandten sich Mitarbeitende des Spitals Davos an die OST. Momentan ist die Software-Landschaft um diesen Test sehr uneinheitlich: Die Daten der verschiedenen verwendeten Geräte werden von unterschiedlichen Applikationen erhoben und manuell in ein Auswertungsprogramm übertragen. Dieser Vorgang ist nicht nur zeitaufwendig, sondern birgt auch ein hohes Risiko für Übertragungsfehler und führt zu einer inkonsistenten, dezentralen Datenablage, die eine spätere Analyse erschwert.

Ziel der Arbeit: Die Bachelorarbeit «Entwicklung eines digitalen Assistenten für die Leistungsdiagnostik» verfolgte das Ziel, die Herausforderung der unterschiedlichen Applikationen durch die Automatisierung von Schnittstellen zu bewältigen. Eine wichtige Anforderung dabei war, die Daten an einem zentralen Ort zu sammeln und über eine Webseite zugänglich zu machen. Zudem war die strikte Einhaltung der geltenden Datenschutzrichtlinien im Bereich der Gesundheitsinformationen zu gewährleisten. Die Vision der Arbeit war, die technologische Grundlage für ein zukünftiges Projekt zu schaffen, in welchem eine künstliche Intelligenz zur Datenanalyse programmiert wird.

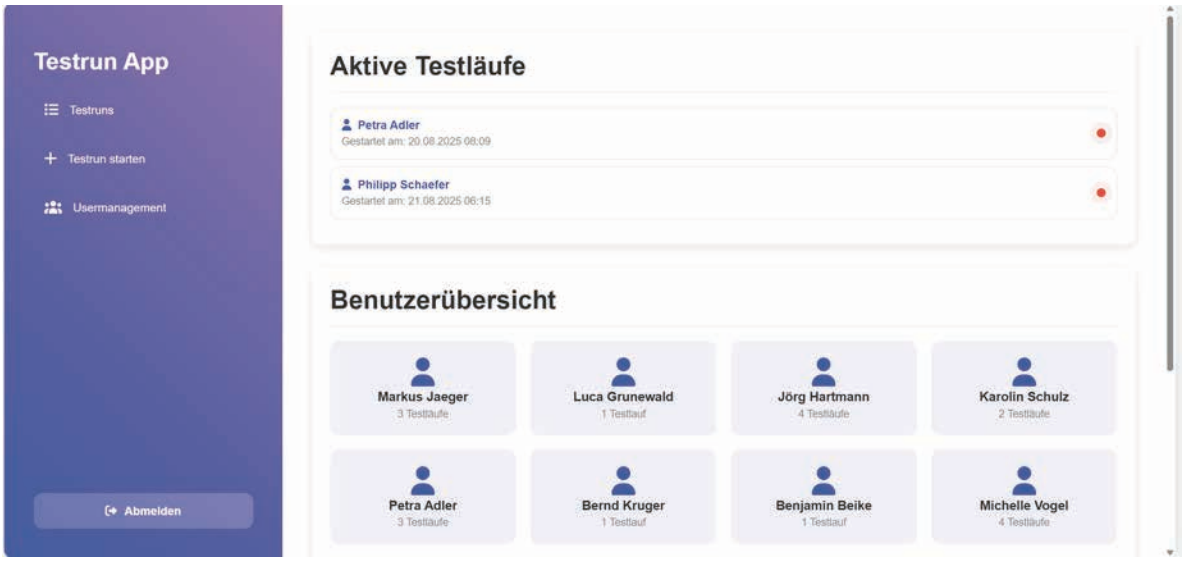
Ergebnis: Die zentrale Anforderung, den papierbasierten Prozess abzulösen und zu vereinheitlichen, wurde vollständig erfüllt. Das entwickelte System kann die Daten aller eingesetzten Messgeräte digital auslesen. Darüber hinaus wurde die Systemarchitektur so konzipiert, dass zukünftige Erweiterungen, wie beispielsweise die Integration neuer Gerätetypen, unkompliziert möglich sind. Im Entwicklungsprozess wurde grosser Wert auf die Sicherheit gelegt, um den Anforderungen beim Umgang mit sensiblen medizinischen Daten gerecht zu werden. Massnahmen wie die Verschlüsselung der gesamten digitalen Kommunikation und die robuste Authentifikation der Benutzerinnen und Benutzer schützen das System vor unbefugten Zugriffen. Ein abschliessender Funktionstest hat erwiesen, dass die Anwendung für den produktiven Einsatz bereit ist.

Home-Trainer, Blutlaktatmessgerät und Pulsgurt, die für den Laktatstufentest verwendet werden
Eigene Darstellung

High-Level Ablauf des digitalisierten Laktatstufentests
Eigene Darstellung



Dashboard des digitalen Assistenten für die Leistungsdiagnostik
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Norbert Frei

Korreferent
Robert Schöch

Themengebiet
Informations- und Kommunikationssysteme, Ingenieurinformatik

Anforderungen an offene Kommunikationsstandards für effizienten Datenaustausch

Ein datenbasierter Leitfaden zur Wahl des richtigen Standards für den effizienten Datenaustausch.

Diplomand

Alessandro Shun Bühler

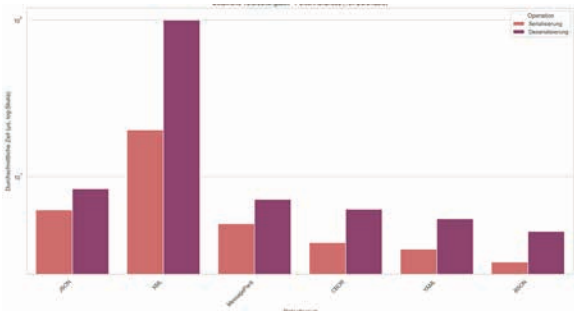
Ausgangslage: Die digitale Transformation führt zu einer Flut an Daten in vernetzten Systemen wie dem Internet der Dinge (IoT) oder Microservice-Architekturen, wodurch der effiziente Datenaustausch zum kritischen Erfolgsfaktor wird. Entwickler stehen jedoch vor der Herausforderung aus einer Vielzahl offener Standards wie HTTP, MQTT, JSON oder Protobuf die optimale Wahl zu treffen. Da fundierte, empirische Vergleichsdaten oft fehlen, basieren Architekturentscheidungen häufig auf pauschalen Annahmen. Diese Arbeit adressiert diese Lücke durch eine systematische, quantitative Analyse der fundamentalen Zielkonflikte zwischen Netzwerk-Overhead, Verarbeitungsgeschwindigkeit, Datengrösse und Robustheit, um eine datengestützte Entscheidungsgrundlage für die Praxis zu schaffen.

Vorgehen/Technologien: Um eine ganzheitliche Bewertung zu ermöglichen, wurde ein zweigeteiltes Forschungsdesign in einer isolierten, virtuellen Laborumgebung umgesetzt, das die Analyse der Format-Eigenschaften von der Protokoll-Performance im Netzwerk trennt.

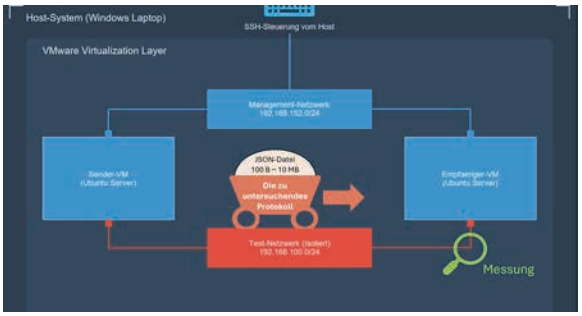
Serialisierungsqualitätstest (SQ-Test): In diesem protokollunabhängigen Test wurden 13 Datenformate (u.a. JSON, XML, Protobuf) direkt im Arbeitsspeicher auf ihre intrinsischen Leistungsmerkmale untersucht: Datengrösse (Kompaktheit), Verarbeitungsgeschwindigkeit (CPU-Zeit) und Robustheit im Umgang mit fehlerhaften Daten.
Systemische Protokoll-Effizienz-Analyse (SPEA-Test): Dieser Test mass die End-to-End-Performance von 5 Protokollen (HTTP, MQTT, CoAP, TCP, UDP) in einem vollständig isolierten Netzwerk zwischen zwei virtuellen Maschinen (VMs). Um einen fairen Vergleich zu gewährleisten, wurde eine einheitliche JSON-Nutzlast in Grössen von 100 Byte bis 10 MB verwendet. Dabei wurden die systemischen Metriken wie Netzwerk-Overhead, Paketanzahl («Chattiness») und Anwendungs-Latenz (RTT) erfasst und ihr Skalierungsverhalten analysiert.

Ergebnis: Die zentrale Erkenntnis ist, dass die optimale Technologiewahl kontextabhängig ist und massgeblich von der Nachrichtengrösse dominiert wird. Die Ergebnisse lassen sich in drei «goldenen Regeln» zusammenfassen: 1) Bei kleinen Nachrichten (< 10 KB) dominiert das Protokoll. Die Wahl eines schlanken Protokolls wie MQTT statt HTTP kann den Netzwerk-Overhead um über 70% reduzieren und ist der entscheidende Effizienzfaktor. 2) Bei grossen Nachrichten (> 1 MB) dominiert das Datenformat. Der Protokoll-Overhead wird vernachlässigbar (< 1%). Die Kompaktheit und Verarbeitungsgeschwindigkeit eines Binärformats wie Protobuf bestimmt nun den Datendurchsatz. 3) Einfachheit und Lesbarkeit sind ein teurer, aber oft gerechtfertigter Luxus. Textformate wie JSON sind messbar ineffizienter, ihre Robustheit und ihr enormes Ökosystem rechtfertigen den Performance-Verlust aber oft durch schnellere Entwicklung und einfacheres Debugging.

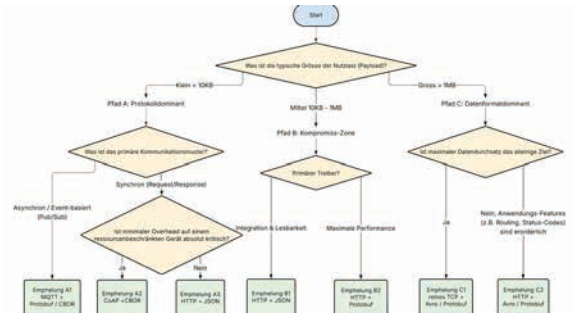
Detaillierte Verarbeitungszeit für das komplexe Java-Objekt «PersonAdvanced» (Listen, Maps und verschachtelte Objekte)
Eigene Darstellung



Architektur der virtualisierten Testumgebung
Eigene Darstellung



Entscheidungsmodell zur systematischen Auswahl eines Kommunikationsstandards
Eigene Darstellung



Referent
Prof. René Pawlitzek

Korreferent
Prof. Guido Piai

Themengebiet
Ingenieurinformatik

Gebärdensprachenübersetzer

Generalisierung eines vortrainierten TwoStream Modells

Diplomand

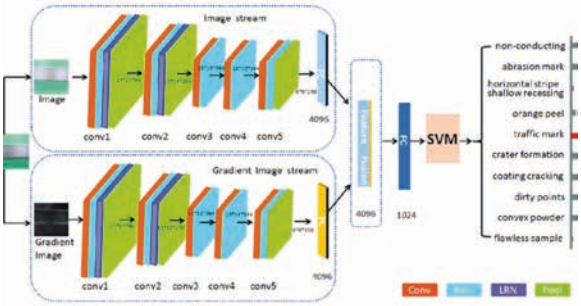
René Mair

Ausgangslage: Die Entwicklung automatischer Gebärdensprachsysteme erfordert Verfahren aus Computer Vision, maschinellem Lernen und Linguistik. Ziel dieser Arbeit war es, ein vortrainiertes TwoStream-Sign-Language-Recognition-and-Translation-(SLRT)-Modell aus einem Open-Source-Repository lauffähig zu machen und für die Erkennung von Glossen zu optimieren. Der Schwerpunkt lag nicht auf der Übersetzung in Fliesstext, sondern auf der robusten Erkennung einzelner Gebärdeneinheiten.

Vorgehen/Technologien: Als Datengrundlage wurde der RWTH-PHOENIX-Weather-2014T-Datensatz verwendet. Dieser bietet Videodaten und Textübersetzungen, für die Arbeit wurden jedoch ausschliesslich Einzelbildsequenzen und Gloss-Annotationen eingesetzt. Dadurch entfielen Schritte wie Keypoint-Extraktion oder Bewegungsnormalisierung. Im Vergleich zum SIGNUM-Datensatz waren nur geringe Anpassungen nötig, da beide Formate Glossen nutzen.
Das TwoStream-Modell kombiniert einen RGB-Stream und einen Keypoint-Stream; in dieser Arbeit wurde ausschliesslich die Gloss-Erkennung vorbereitet und methodisch umgesetzt. Die Merkmale sollten nicht in Text übersetzt, sondern direkt mit Referenzglossen verglichen werden. Geplant war die Evaluierung mittels Word Error Rate (WER).

Ergebnis: Die Evaluation zeigte, dass das Modell auf PHOENIX-Daten solide Resultate erzielt und nach einer SIGNUM-Integration auch zuverlässige Werte liefert. Damit konnte eine erste Aussage zur Generalisierbarkeit getroffen werden: Diese ist grundsätzlich erreichbar, erfordert jedoch sorgfältige Vorverarbeitung und Gloss-Harmonisierung. Als nächster Schritt wird die Erweiterung auf Fliesstextübersetzungen empfohlen, um mit der BLEU-Metrik zusätzlich die Übersetzungsqualität und damit auch die Generalisierbarkeit systematischer zu prüfen.

TwoStream Modell Architektur
https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3025165



TwoStream SLR Evaluation
Eigene Darstellung

TwoStream SLR WER
Eigene Darstellung

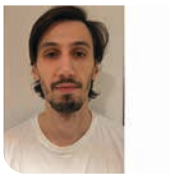
Referent
Prof. Dr. Carlo Bach

Korreferent
Prof. Dr. Christoph Würsch

Themengebiet
Ingenieurinformatik

Implementing Large Language Models for Signal Generation in Statistical Arbitrage Trading Models

Diplomand



Andrija Kljajic

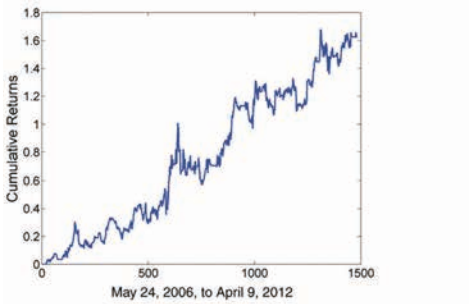
Einleitung: Diese Arbeit untersucht, ob Large Language Models (LLMs) in der Anomalie Erkennung von Zeitreihen als Grundlage für die Signalgenerierung im Pair Trading eingesetzt werden können. Während Anomalie Erkennung typischerweise in Bereichen wie industrieller Prozessüberwachung, medizinischer Diagnostik oder IT-Sicherheit Anwendung findet, wird hier erstmals versucht, diesen Ansatz mit einem finanziellen Kontext zu kombinieren. Ziel ist es, einen innovativen, prototypenbasierten Transformer-Ansatz in einer realistischen Handelsumgebung mit einer etablierten Vergleichsstrategie zu messen.

Vorgehen: Die Vorgehensweise umfasst vier Hauptschritte: Zunächst wird eine klassische Z-Score-basierte Vergleichsstrategie implementiert, die als Referenz dient. Anschließend wird das neue Modell entwickelt, trainiert und auf historischen Finanzzeitreihen getestet. Beide Ansätze werden anhand identischer Daten und Metriken, darunter Annual Percentage Return (APR) und Sharpe Ratio, evaluiert. Abschließend wird das Modell zusätzlich in einer Paper-Trading-Umgebung mit Live-Marktdaten geprüft, um die Praxistauglichkeit besser einschätzen zu können.

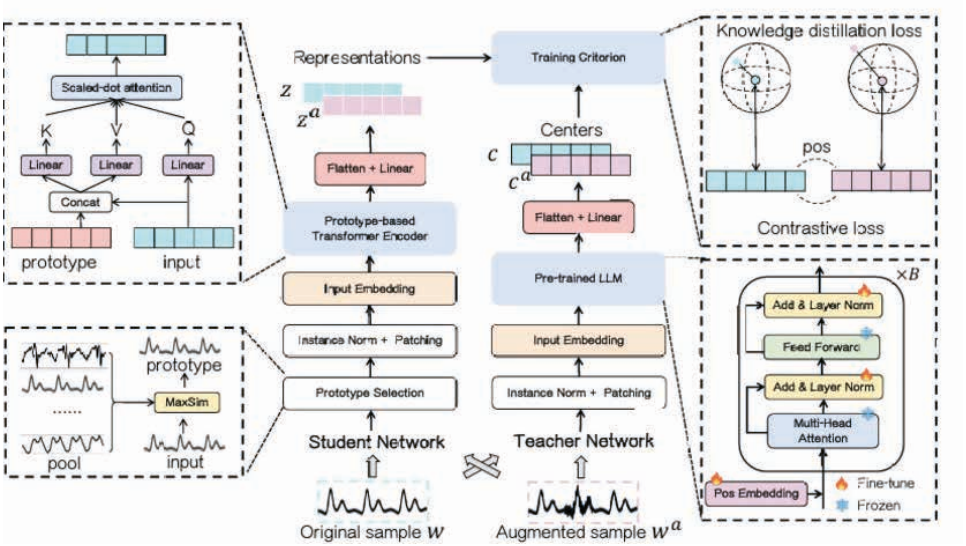
Ergebnis: Die Ergebnisse zeigen, dass der neue Ansatz zwar grundsätzlich Anomalien erkennt und Handelssignale generieren kann, jedoch in den Tests deutlich hinter der Vergleichsstrategie zurückbleibt (APR = -6 % vs. 10,9 %; Sharpe Ratio = -0,5 % vs. 0,59 %). Hauptursachen hierfür sind der hohe Trainingsaufwand, die Komplexität der Modellarchitektur und Schwierigkeiten beim Hyperparametertuning. Trotz begrenzter Performance liefert die Arbeit eine solide Grundlage für weiterführende Forschung. Verbesserungen im Training, bei der Optimierung und in der Daten Vorverarbeitung könnten das Modell in Zukunft deutlich leistungsfähiger machen. Damit eröffnet sich die Möglichkeit, Anomalie Erkennung durch LLMs zu einer wettbewerbsfähigen Alternative im algorithmischen Handel weiterzuentwickeln.

Spread eines Paares
Eigene Darstellung

APR Vergleichsstrategie
Algorithmic Trading, Ernest P. Chan



Modell Struktur
https://arxiv.org/pdf/2401.15123



Referent
Dr. Shao Jü Woo

Korreferent
Prof. Dr. Daniel Lenz

Themengebiet
Ingenieurinformatik

Integration und Visualisierung von Softwaremetriken für Java in VS Code

Diplomand

Raphael Geiser

Ausgangslage: In der modernen Softwareentwicklung geht mit wachsender Projektgrösse und verteilten Teams schnell der Überblick über den Quellcode verloren. Zunehmende Komplexität und mangelnde Transparenz führen zu erhöhter Fehleranfälligkeit, steigenden Wartungskosten und erschwerter Qualitätssicherung. Code-Metriken bieten einen objektiven Ansatz, um Software hinsichtlich Struktur, Lesbarkeit und Wartbarkeit messbar zu machen und gezielt Verbesserungen einzuleiten. Sie ermöglichen die frühzeitige Identifikation potenzieller Problemstellen, die Formulierung überprüfbarer Richtlinien und die Unterstützung bei Refactorings. Viele existierende Werkzeuge sind jedoch nur als eigenständige Anwendungen verfügbar und nicht in den Entwicklungsprozess eingebunden, was ihre regelmässige Nutzung erschwert. Visual Studio Code (VSC) ist ein häufig genutzter Editor, bietet bislang jedoch keine integrierte Lösung zur Berechnung von Metriken für Java-Projekte. Eine entsprechende Erweiterung verspricht daher hohen praktischen Nutzen.

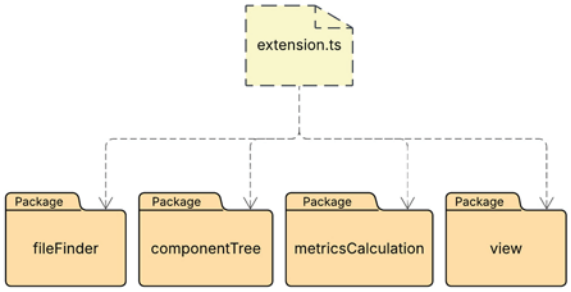
Vorgehen/Technologien: Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung einer VSC-Erweiterung, die gängige Softwaremetriken automatisch berechnet und direkt im Editor visualisiert. Die Implementierung erfolgte vollständig in TypeScript unter Einsatz der VSC-API sowie des performanten Tree-sitter-Parsers, der Java-Quellcode effizient in Syntaxbäume überführt. Für die interne Datenstruktur wurde das Composite-Pattern genutzt, um die hierarchische Organisation von Paketen, Klassen und Methoden abzubilden. Die modulare, erweiterbare Berechnung der Metriken basiert auf dem Visitor-Pattern, unterstützt durch Generics zur flexiblen Gestaltung der Rückgabetypen.

Die Architektur umfasst vier Hauptschritte:

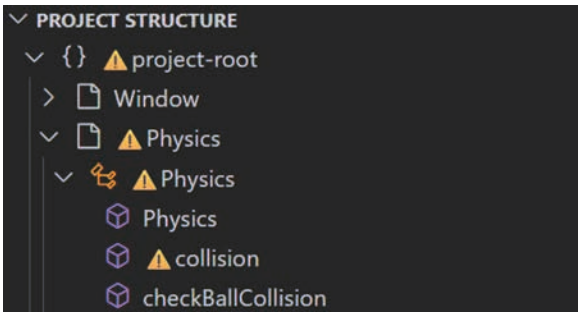
- 1 Auffinden und Parsen der relevanten Dateien
- 2 Aufbau des Komponentenbaums[/item] [item]
- 3 Berechnung der Metriken mittels spezialisierter Visitoren
- 4 Darstellung der Resultate über die Tree-View-Schnittstelle von VSC

Ergebnis: Im Rahmen der Arbeit wurden vier zentrale Metriken umgesetzt: Lines of Code (LOC), Cyclomatic Complexity (CC), Lack of Cohesion of Methods (LCOM) sowie ausgewählte Halstead-Metriken. Die Resultate erscheinen in einer interaktiven, baumartigen Ansicht, die sowohl Projektstruktur als auch direkte Navigation zu relevanten Codestellen ermöglicht. Kritische Werte werden visuell hervorgehoben und an übergeordnete Elemente vererbt, sodass sich Problemstellen effizient lokalisieren lassen. Über Konfigurationen können Nutzende bestimmen, welche Metriken berechnet werden sollen, wodurch sich die Lösung flexibel an projektspezifische Anforderungen anpassen lässt. Die entwickelte Erweiterung integriert sich nahtlos in den Entwicklungsprozess, reduziert Analyseaufwand, erhöht Transparenz und unterstützt Entwickler:innen gezielt bei Refactorings. Die implementierte Architektur bildet eine solide Grundlage für Erweiterungen, etwa durch projektspezifische Grenzwerte, zusätzliche Metriken oder erweiterte Visualisierungen einschliesslich zeitlicher Metrikverläufe. Damit trägt die Arbeit zur nachhaltigen Verbesserung der Codequalität in Java-Projekten bei und eröffnet vielfältige Möglichkeiten für Forschung und Weiterentwicklung.

Übersicht über die wichtigsten Komponenten der entwickelten Software.
Eigene Darstellung



Interaktive Darstellung der Projektstruktur. Das Ausrufezeichen weist auf eine mögliche Problemstelle hin.
Eigene Darstellung



Darstellung der Ergebnisse der Metriken zu der angeklickten Komponente in der obigen Ansicht.
Eigene Darstellung

Referent
Prof. Dr. Norbert Frei

Korreferent
Adrian Kretz

Themengebiet
Ingenieurinformatik

Machine-Learning zur Schätzung der Handposition

Ansatz basierend auf Unterarm-EMG und gemessener Handposition

Diplomand

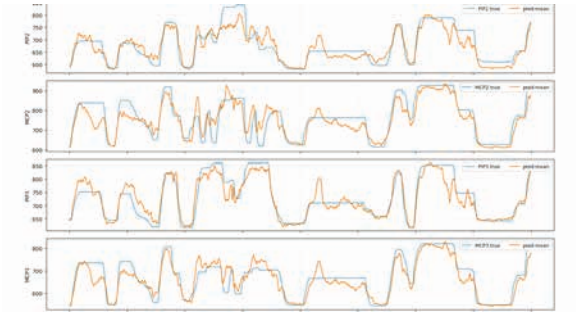
Philipp Heim

Ziel der Arbeit: Diese Arbeit untersucht die Machbarkeit, aus EMG-Signalen mehrere Freiheitsgrade der Finger unabhängig abzubilden. Dazu werden gleichzeitig EMG-Signale am Unterarm sowie mit einem eigens dafür entwickelten Handschuh die Winkel der Fingergelenke erfasst. Gemessen werden Grundgelenk und erstes Interphalangealgelenk von Zeige- und Mittelfinger. Durch die zusätzliche Information der Fingergelenke kann ein neuronales Netz verlässlicher auf die kontinuierliche Abbildung der vier Freiheitsgrade trainiert werden.

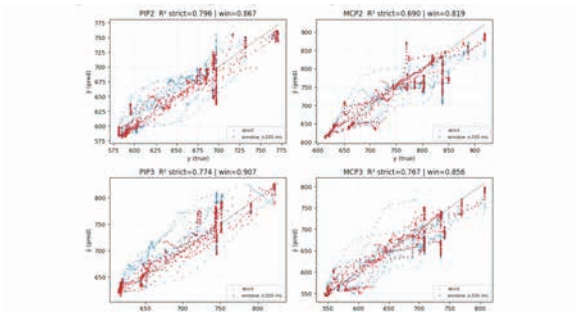
Vorgehen: Es werden vier EMG-Kanäle aufgezeichnet. Zwei verschiedene Varianten der Elektrodenplatzierung werden getestet: Variante 1 wählt Positionen nach visuell geschätztem Kontrast im Live-EMG, Variante 2 orientiert sich an den Beugern und Streckern der Finger im Unterarm. Aus den Roh-EMG-Signalen werden Merkmale erzeugt: Frequenzanalyse in acht Bändern mit Mittelwert, Varianz und Standardabweichung je Band. Das neuronale Netz besitzt zwei kausale Encoder-Zweige. Ein Zweig verarbeitet zunächst die extrahierten Features, der andere Zweig verarbeitet dann die vier Roh-EMG-Kanäle bei 1000 Hz. Beide Repräsentationen werden zusammengeführt und auf die Zielkanäle abgebildet. Das Training erfolgt phasenweise mit selektivem Einfrieren einzelner Teile, um zuerst eine stabile spektrale Basis zu lernen, danach hochfrequente Details hinzuzufügen und zuletzt die Fusion zu justieren.

Ergebnis: Die Auswertung erfolgt über Zeitreihenvergleiche sowie Streudiagrammen. Eine zeitliche Toleranz von ±200 ms sorgt dafür, dass die Amplitude auch dann korrekt geschätzt wird, wenn die Vorhersage leicht verzögert ist. Variante 1 der Elektrodenplatzierung erweist sich als nicht geeignet. Variante 2 hingegen zeigt gute Übereinstimmung und stabile Korrelationen. Mit der Toleranz von ±200 ms steigt das Bestimmtheitsmass auf R^2 = 0.856 … 0.907. Restfehler sind leichtes Überschiessen an steilen Flanken, Driften bei gehaltenen Winkeln und Übersprechen, wenn ein Gelenk ruht und ein anderes schnell bewegt wird.

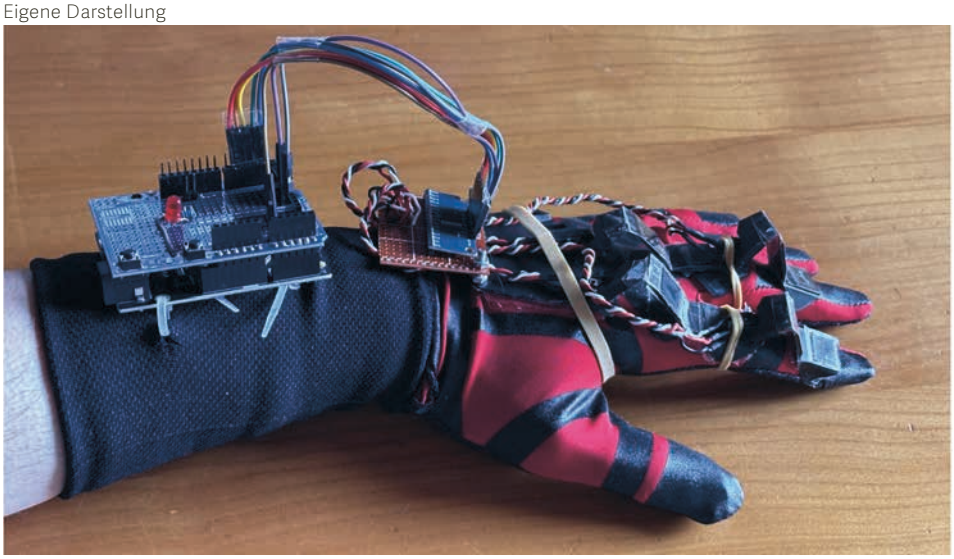
Winkelvergleich von Gemessenen und vorausgesagten Werten über die Zeit
Eigene Darstellung



Streudiagramm der vorausgesagten Winkel gegenüber den gemessenen
Eigene Darstellung



Messhandschuh für Erfassung der Finger
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Adrian Weitnauer

Korreferent
Prof. Dr. Christoph Würsch

Themengebiet
Ingenieurinformatik

Adaptives Spannsystem für die Koordinatenmesstechnik

Diplomand

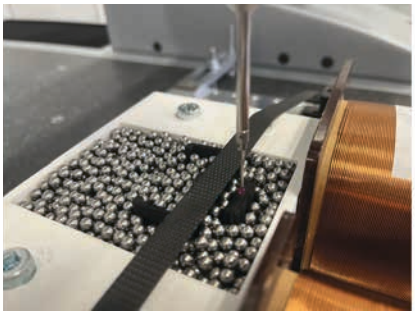
Marcel Iseli

Einleitung: Moderne Messprozesse erfordern Spannmittel, welche komplexe Geometrien schnell, reproduzierbar und werkstückschonend fixieren. Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines innovativen, formflexiblen Spannsystems als funktionsfähiger Prototyp für Anwendungen an einem 3D-Koordinatenmessgerät. Als Zielgrössen wurden 0,5 µm Relativbewegung und 2 µm elastische Deformation während des Messprozesses definiert. Methodisch wurden der Stand der Technik und Patente analysiert, TRIZ angewendet, eine Anforderungsliste erstellt, ein morphologischer Kasten genutzt und Konzepte strukturiert bewertet. Konzepte mit magnetisierbaren Kugeln wurden aufgrund geringer Energieaufnahme, hoher Modularität und schneller Umschaltbarkeit priorisiert.

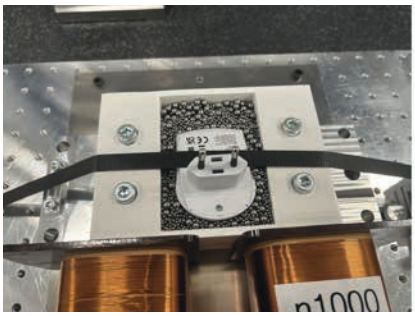
Vorgehen: Eine Machbarkeitsstudie mit Schaltmagnet von etwa 600 N und Stahlkugeln mit 10 mm Durchmesser bestätigte das Wirkprinzip. Darauf aufbauend wurde der Prototyp von einer Elektromagnetplatte auf eine transformatorähnliche Bauweise umgestellt. Die Magnetanordnung wurde in Praxisversuchen und mit COMSOL-Simulationen bestimmt. Ziel war eine Feldführung, bei der die Kräfte im Kugelbecken optimal genutzt werden, sodass die Werkstücke die gewünschte Fixierung und Stabilität erreichen. Der Magnet ermöglicht den Wechsel zwischen anpassungsfähigem und fixiertem Zustand. Eine kontinuierliche Steifigkeitsregelung war nicht vorgesehen. Die Bauform bleibt kompakt und messraumtauglich. Ein Spanngurt kann optional zur zusätzlichen Fixierung eingesetzt werden.
Zur Validierung wurde der Prototyp messtechnisch geprüft. Die Auslenkung verschiedener Messobjekte in unterschiedlichen Antastrichtungen wurde auf einer Leitz Reference 7 5 5 mit HP-S-X1H-Messkopf analysiert. Wiederholmessungen und eine MATLAB-gestützte Auswertung betrachteten unterschiedliche Bedingungen, darunter der Vergleich zwischen eingeschaltetem Magneten und Betrieb unter Restmagnetisierung sowie verschiedene Konfigurationen der Messobjekte und der Kugeln im Becken.

Fazit: Die Ergebnisse zeigen eine stabile und wiederholgenaue Fixierung. Die Z-Richtung erwies sich als sensitiv und führte zu konkreten Optimierungsvorschlägen, darunter eine verstellbare Beckengeometrie sowie linear verstellbare Positionen von Haspel und Spannband. Die Arbeit demonstriert die technische Machbarkeit des Prototyps, leistet einen Beitrag zur adaptiven Spanntechnik in der Fertigungsmesstechnik und zeigt Schritte zur weiteren Optimierung und zur Überführung in die Entwicklung weiterer Prototypen.

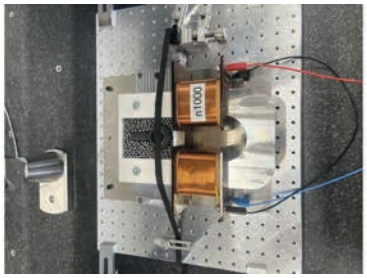
Wiederholmessung in Z-Richtung
Eigene Darstellung



Fixierung eines Netzsteckers
Eigene Darstellung



Entwickelter Prototyp (Fixierung eines Kugelventils)
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Michael Marxer

Korreferent
Christoph Battaglia

Themengebiet
Maschinenbau

Optimierung der Wärmespeicherung durch den Einsatz von Phase Change Material

Diplomand

Silas Nett

Ziel der Arbeit: Diese Bachelorarbeit widmet sich der Untersuchung des Einsatzes von Phasenwechselmaterialien (Phase Change Materials, PCM) zur Stabilisierung industrieller Wärmesysteme. Hintergrund ist die Prozesswärmeversorgung der Schokoladenproduktion bei Lindt & Sprüngli, wo durch fehlende Speicher deutliche Temperaturschwankungen im 70 °C-Netz auftreten. Klassische Wasserspeicher können solche Schwankungen zwar dämpfen, benötigen dafür jedoch grosse Volumina und Platzreserven, die in gewachsenen Fabrikstrukturen nicht vorhanden sind. PCM besitzen die Fähigkeit, Wärme überwiegend als Latentwärme beim Phasenübergang fest-flüssig zu speichern. Dieser Prozess läuft nahezu isotherm ab, was eine gleichmässige Abgabe oder Aufnahme von Energie erlaubt. Ziel der Arbeit ist es, diese Eigenschaft experimentell nachzuweisen, das Glättungspotenzial von PCM im Vergleich zu Wasser zu quantifizieren und daraus Dimensionierungsparameter für eine industrielle Umsetzung abzuleiten.

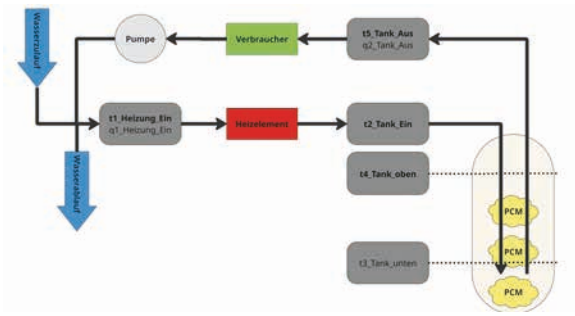
Vorgehen: Zunächst erfolgte eine theoretische Einarbeitung in thermische Speicherprinzipien, Wärmeübertragungsmechanismen sowie Materialeigenschaften relevanter PCM. Eine orientierende Simulation diente der Voranalyse, um Stellgrössen wie Temperaturfenster, Wärmestrom und PCM-Masse zu identifizieren. Da die Simulation Übergangsphänomene nur eingeschränkt reproduzieren konnte, wurde ein praxisnaher Laboraufbau konzipiert und realisiert. Der Prüfstand besteht aus einem Speichertank, der wahlweise mit Wasser oder mit makroverkapselten PCM-Elementen befüllt wird. Über einen elektrischen Heizstab wurden definierte Temperaturzyklen zwischen 40 °C und 55 °C erzeugt, die typische Schwankungen im Fabrikbetrieb nachbilden. Ein konstanter Volumenstrom stellte reproduzierbare Bedingungen sicher. Messgrössen waren primär Einlass- und Austrittstemperaturen, aus denen sich der Glättungsfaktor berechnen lässt. Untersucht wurden verschiedene Speicherzustände: reine Wasserspeicherung, Wasserspeicherung mit kleinem sowie mit höherem PCM-Anteil. Als Material wurden heatStixx L Kapseln von kraftBoxx eingesetzt, welche mit ATS 50 (anorganisches Salzhydrat) von Axiotherm gefüllt sind.

Ergebnis: Die Messungen zeigen deutlich, dass PCM im Vergleich zu reinen Wasserspeichern eine signifikante Dämpfung von Temperaturschwankungen bewirken können. Während Wasserspeicher ihre Glättung ausschliesslich über die sensible Wärmekapazität realisieren, entsteht bei PCM ein kleines Plateau im Temperaturverlauf, das Schwankungen im Bereich der Schmelztemperatur effektiv abfedert. Je nach eingesetzter PCM-Masse konnte die Amplitude der Austrittstemperatur um bis zu 55 % reduziert werden. Die Untersuchungen bestätigten zudem, dass die Geometrie und Packungsdichte der PCM-Elemente, die Wärmeleitfähigkeit des Materials sowie die Strömungsführung im Tank entscheidende Faktoren für die erreichbare Glättung darstellen.

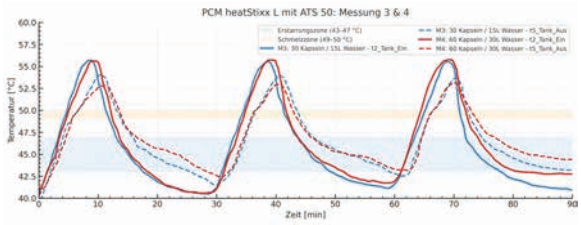
Die Ergebnisse zeigen, dass PCM-Speicher eine kompakte, technisch realisierbare und effiziente Lösung zur Stabilisierung industrieller Wärmesysteme bieten. Sie erhöhen Prozessqualität und Versorgungssicherheit, senken Energieverluste und CO_2-Emissionen und können so einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten.

Kapseln mit Salzhydrat-PCM (ATS50) im Labortank: speichern Energie im Phasenwechsel und geben diese bedarfsgerecht ab
Eigene Darstellung

Flussdiagramm für Laboraufbau: Einlauf mit Temperaturschwankungen, die im Tank durch PCM am Ausgang gedämpft werden
Eigene Darstellung



Messungen mit PCM (ATS50) im Tank: Phasenwechsel sichtbar, zudem Reduktion der Temperaturschwankungen sichtbar
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Stefan Bertsch

Korreferent
PhD Leon Brendel

Themengebiet
Maschinenbau

Entwicklung und Auslegung des Antriebstrangs für das Formula-Student Fahrzeug

Diplomand

Pascal Beck

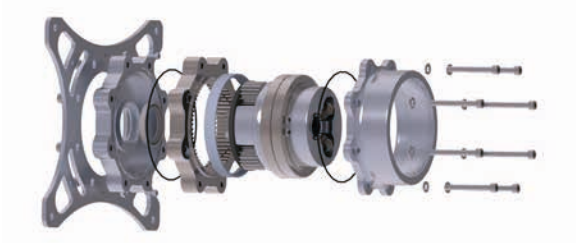
Aufgabenstellung: Das Team Racing Ost, bestehend aus Studierenden der Fachhochschule OST, entwickelt ein Rennfahrzeug zur Teilnahme an internationalen Wettbewerben der Formula Student. Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung einer geeigneten Getriebelösung für das Fahrzeug. Um erfolgreich am Wettbewerb Teilnehmen zu können, wurden folgende Anforderungen definiert.

- Beschleunigung von 0 auf 100 km/h in unter 3 Sekunden
- Eine Höchstgeschwindigkeit von über 100 km/h

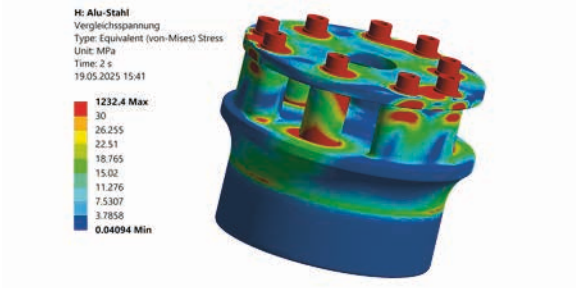
Vorgehen: Um die zu verwendende Getriebetechnologie zu bestimmen, wurden verschiedene Antriebskonzepte erarbeitet und gegeneinander ausgewertet. Die Wahl fiel aufgrund der hohen Leistungsdichte auf ein Planeten- bzw. Umlaufgetriebe, für das sämtliche Komponenten konstruiert und ausgelegt wurden. Zentrale Aufgaben waren dabei die Konstruktion sowie Simulation aller belasteten Komponenten sowie die Gewichtsoptimierung dieser. Weiter wurden Montageanleitungen und Fertigungsunterlagen erstellt, um das Getriebe herstellen und einsetzen zu können.

Ergebnis: Das Resultat der Arbeit ist ein einstufiges Planetengetriebe mit einem Eigengewicht von 4.5 kg. Das Getriebe kann eine Leistung von 60 kW bei einer Drehzahl von 6500 Umdrehungen pro Minute aufnehmen und weist im Rennbetrieb eine Lebensdauer von über 50 Stunden auf.
Es integriert alle nötigen Schnittstellen mit den umliegenden Komponenten in einem Gesamtsystem wodurch der Bauraum minimiert werden kann. Der modulare Aufbau ermöglicht einen schnellen Austausch von Komponenten und erleichtert die Montage im Rennbetrieb.

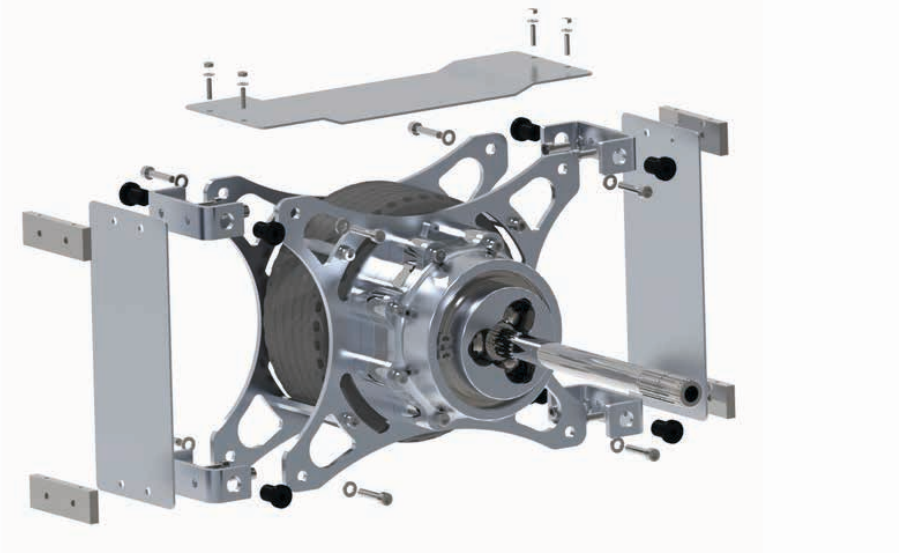
CAD Rendering Getriebestufe
Eigene Darstellung



FEM Simulation des Planetenträger aus Ansys Workbench
Eigene Darstellung



CAD Rendering des Getriebes inklusive der umliegenden Komponenten
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Roland Egli

Korreferent
Markus Wüst

Themengebiet
Maschinenbau

Entwicklung und Auslegung des Chassis für ein Formula-Student Fahrzeug

Diplomand

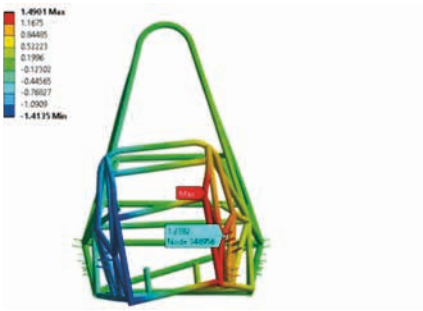
Samuel Thönig

Einleitung: Diese Bachelorarbeit befasst sich mit der Entwicklung und Auslegung eines Chassis für ein Formula-Student-Fahrzeug. Ziel war die Konstruktion eines gewichts- und spannungsoptimierten Gitterrohrrahmens unter Einhaltung des FSAE-Reglements. Aufbauend auf einer Vorarbeit wurde ein parametrisiertes CAD-Modell erstellt und mittels Finite-Elemente-Methode (FEM) analysiert. Die Simulationen umfassten verschiedene Lastfälle wie Bremsen, Beschleunigung und Kurvenfahrt. Zur Bewertung der strukturellen Integrität wurden von-Mises- und Hauptspannungen herangezogen.

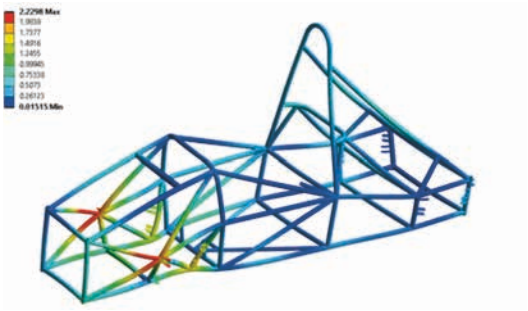
Ergebnis: Die Torsionssteifigkeit konnte durch gezielte Verstärkungen auf 1602 Nm/° erhöht werden. Die Abbildung «Vergleichsspannung nach von Mises – Lastfall Bremsen» veranschaulicht die Analyse des Gesamtmodells unter Berücksichtigung der Trägheitsentlastung. Dabei wird deutlich, dass im Szenario einer extremen Bremsung signifikante Spannungsspitzen im Bereich der Vorderachse auftreten. Im Rahmen eines anschließenden Optimierungsschritts wurden die Querschnitte der betroffenen Rohrsegmente gezielt vergrössert, um die lokalen Spannungskonzentrationen zu reduzieren und die strukturelle Integrität zu verbessern. Die Submodellierung wurde exemplarisch eingesetzt, um kritische Knotenbereiche näherungsweise zu analysieren. Obwohl sie nur kurz aufgezeigt wurde, lieferte sie plausible Ergebnisse und bestätigte die konservative Auslegung des Shell-Modells. Spannungen konnten auf die im Reglement geforderte Spannung von 305MPa begrenzt werden. Dadurch wurde die Auswertung nach der Gestaltänderungshypothese nach von Mises verwendet. Schweissnähte wurden im Gesamtmodell nicht explizit modelliert, sondern lediglich im Rahmen der Submodellierung näherungsweise berücksichtigt. Eine vollständige Analyse der Schweissnähte erfolgte nicht.

Fazit: Die Arbeit zeigt, dass Shell-Modelle für die Voranalyse geeignet sind und eine solide Grundlage für weiterführende Optimierungen bieten. Für zukünftige Arbeiten wird eine gezielte Gewichtsoptimierung sowie eine detaillierte Untersuchung der Schweissnähte empfohlen.

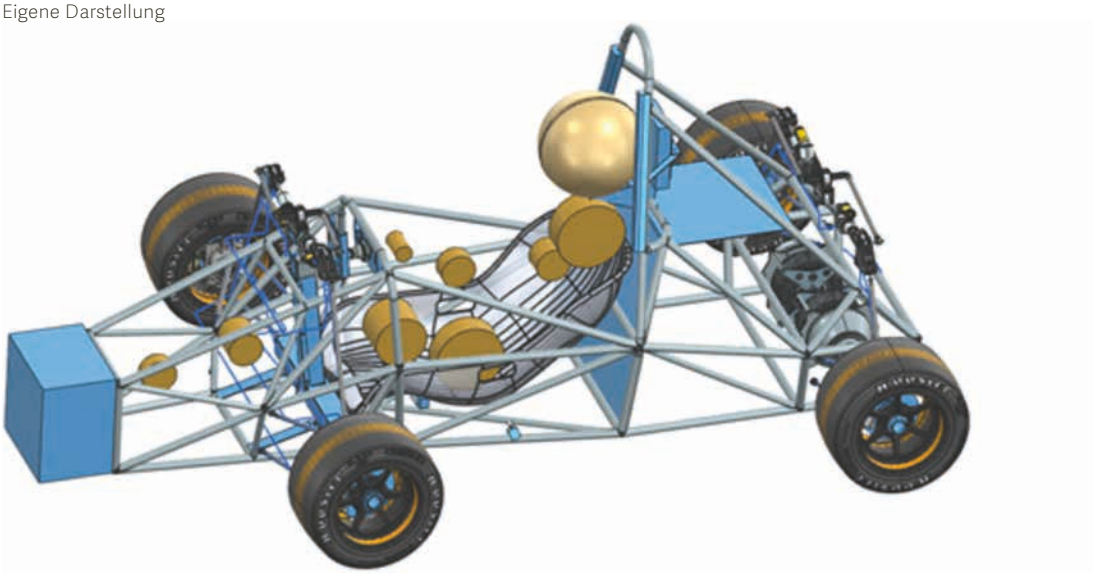
Torsionssteifigkeit des optimierten Chassis
Eigene Darstellung



Vergleichsspannung nach von-Mises Lastfall Bremsen
Eigene Darstellung



ROST Formula Student Gesamtfahrzeug
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Stefan Uhlar

Korreferent
Kristian Murkovic

Themengebiet
Maschinenbau

Weiterentwicklung des handgeführten Diamantkernbohrens

Preiswerte Produktivität am Bau

Diplomand

David Goncalves Pereira

Ausgangslage: Diese Bachelorarbeit entstand in Kooperation mit der Firma Hilti und behandelt die Entwicklung eines kostengünstigen Kernbohrsystems, das die Vorteile ständergeführter und handgeführter Geräte kombiniert und bestehende Bohrkronenschnittstellen nutzt. Das handgeführte Bohren soll durch Optimierung der Stabilität und Präzision verbessert werden, wodurch sich mit erhöhter Anpresskraft die Produktivität steigern lässt. Ziel ist die Entwicklung eines funktionsfähigen Prototyps auf Basis eines akkubetriebenen Winkelschleifer als Antriebseinheit, um das System wirtschaftlich zu gestalten. Untersucht wird, ob dieser Antrieb hinsichtlich Leistung und Belastbarkeit ausreicht und ob das Bohrsystem ergonomisch, mobil und benutzerfreundlich gestaltet werden kann.

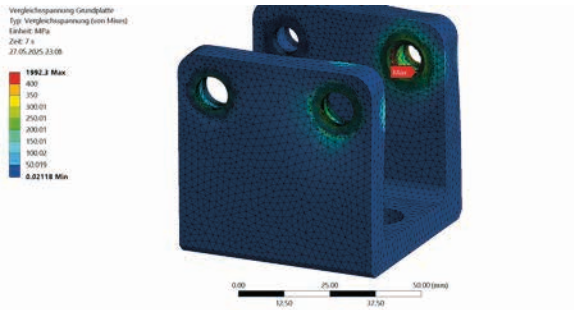
Vorgehen/Technologien: Um die gewünschten Leistungsdaten zu erreichen, ist der Einsatz eines Getriebes erforderlich. Für dessen Auslegung kommt die Zahnradberechnungssoftware KISSsoft zum Einsatz. Die Wellendimensionierung erfolgt durch Handrechnungen unter realistischen Lastannahmen. Anschliessend wird ein vollständiges 3D-Modell in Siemens NX erstellt. Zur Analyse der Systemsteifigkeit werden FEM-Simulationen mit Ansys Workbench durchgeführt. Die Ergebnisse dienen als Grundlage für konstruktive Optimierungen. Abschliessend erfolgen Bohrversuche zur praktischen Validierung der Simulationen und zur Bewertung der Systemleistung im realen Einsatz.

Ergebnis: Die Versuche zeigen Optimierungspotenzial hinsichtlich Leistung und Drehzahlspreizung, insbesondere im Zusammenhang mit der Strombegrenzung des Motors und der Regelung beim Anbohren.

Im Verlauf der Arbeit wurde zudem deutlich, dass eine zusätzliche Zentrierfunktion die Bohrqualität wesentlich verbessert, da sie ein kontrolliertes Anbohren ermöglicht und die Steifigkeit zu Beginn des Bohrvorgangs erhöht. Der entwickelte Prototyp liefert wertvolle Erkenntnisse zu mechanischen Anforderungen und bildet eine fundierte Basis für die Weiterentwicklung eines robusten, mobilen Kernbohrsystems.

CAD: 3D-Modell des Kernbohrsystems
Eigene Darstellung

FEM-Analyse: Verformung der Befestigungsplatte durch Klemmschraube
Eigene Darstellung



Praxis: Bohrversuch am Mauerwerk
Eigene Darstellung

Referent
Prof. Roland Egli

Korreferent
Prof. Dr. Henrik Surberg

Themengebiet
Maschinenbau

Nachhaltige Trinkwasserdestillation

Konstruktion und Test eines Verdichters zur Optimierung der Energieeffizienz in der Trinkwasseraufbereitung

Diplomanden

Muhamed Ameti

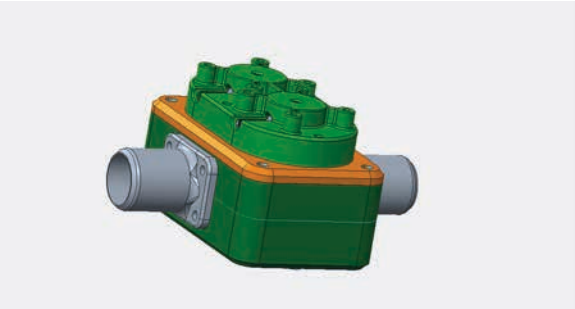
Clemens Mösli

Einleitung: Wasser ist eine unverzichtbare Ressource für das Überleben. Weltweit gibt es jedoch zahlreiche Probleme wie Wassermangel, Verschmutzung und die durch den Klimawandel verschärften Extremereignisse. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, sind neue, effiziente, zuverlässige und nachhaltige Verfahren zur Wasseraufbereitung erforderlich. Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in diesem Bereich leisten einen entscheidenden Beitrag, um den steigenden Bedarf zu decken. Beim Verfahren «Vapour Compression Destillation» wird Wasserdampf durch einen Verdichter komprimiert und anschliessend kondensiert. Die dabei freigesetzte Kondensationswärme wird genutzt, um den Verdampfungsprozess energieeffizient zu unterstützen Das Problem war, dass kein geeigneter Verdichter gefunden wurde, welcher den geforderten Dampfmassenstrom von wenigen Kubikmetern pro Stunde bei den vorgegebenen Betriebsbedingungen förderte.

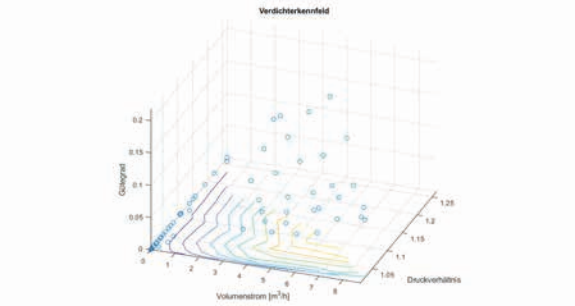
Ziel der Arbeit: Ziel dieser Bachelorarbeit war es, einen Verdichter selbst zu entwickeln und zu testen, um zu überprüfen, ob die gestellten Anforderungen erfüllt werden, welche Optimierungsmöglichkeiten bestehen und inwieweit eine weiterführende Forschung sinnvoll ist. Dazu sollten Verdichterkennfelder aufgenommen und die erreichten Gütegrade bewertet werden.

Ergebnis: Während der Tests kamen verschiedene Motoren, unterschiedlich skalierte Zahnradpaare und Zahnradgehäuse aus verschiedenen Materialien zum Einsatz. Dabei wurden unterschiedliche Betriebspunkte am Verdichter eingestellt, um die angestrebte Fördermenge sowie die erzielbaren Gütegrade zu untersuchen. Die erzielten Messergebnisse zeigen insgesamt vielversprechende Ansätze und bestätigen die grundsätzliche Funktionsfähigkeit des entwickelten Verdichters. Aufgrund der erreichten Gütegrade und der identifizierten Optimierungsmöglichkeiten erscheint eine weiterführende Forschung sinnvoll, um das Potenzial der Anlage weiter auszuschöpfen und ihre Anwendung in der Wasseraufbereitung langfristig zu ermöglichen.

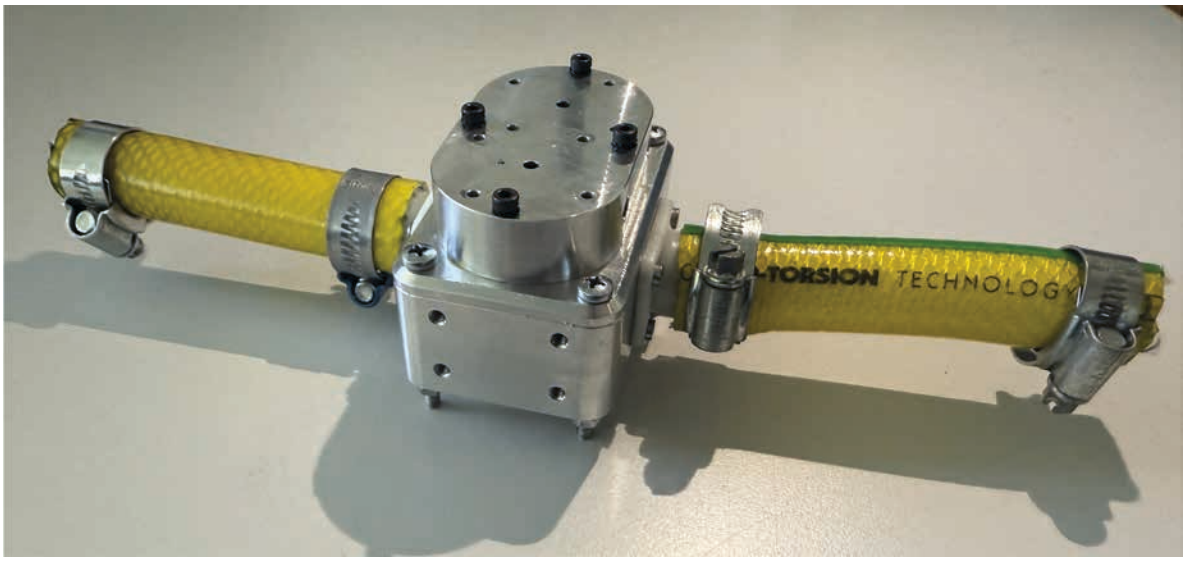
Verdichter CAD
Eigene Darstellung



Kennfeld Analyse
Eigene Darstellung



Verdichter
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Stefan Bertsch

Korreferent
PhD Leon Brendel, Buchs, St.Gallen

Themengebiet
Maschinenbau, Elektronik

Miniaturisierter Feuchtesensor

Diplomanden

Désirée Frangi

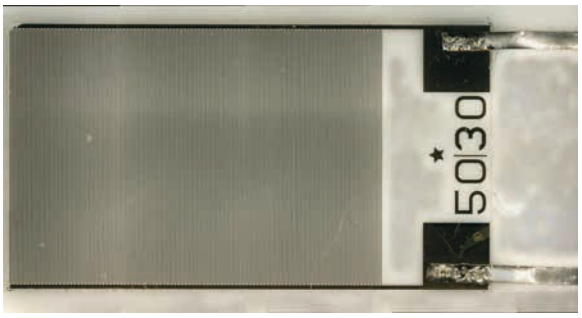
Simon Klocker

Einleitung: In dieser Arbeit wird die Entwicklung eines Prototypsensors zur Messung der Restfeuchte in Batterien mit Kunststoffgehäusen vorgestellt. Bereits sehr geringe Mengen an eindringender Feuchtigkeit können die Leistungsfähigkeit und Lebensdauer solcher Batterien stark beeinträchtigen, was insbesondere in der Medizintechnik von grosser Bedeutung ist. Der entwickelte Sensor basiert auf einem Impedanz basierten Messprinzip, das die Ausbildung einer elektrochemischen Doppelschicht nutzt. Als Substrat dienten dünne Glasscheiben, auf denen Elektroden aus Gold- oder Platinstrukturen mit Abmessungen im Mikrometerbereich gefertigt wurden. Ergänzend wurde ein Gelelektrolyt aufgebracht, sodass ein funktionsfähiger Sensor hergestellt werden konnte.

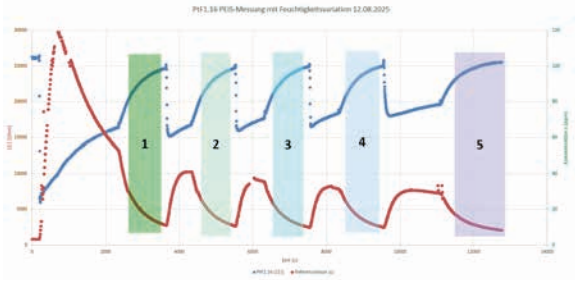
Ziel der Arbeit: Das zentrale Ziel der Arbeit war es, die Feuchtigkeit innerhalb der Batteriegehäuse unter realen Betriebsbedingungen präzise zu erfassen. Auf diese Weise sollten mögliche Schwachstellen der Gehäuse- und Verbindungstechnologie identifiziert und Ansätze zu deren Optimierung aufgezeigt werden. Neben einer hohen Auflösung im Bereich weniger ppm standen vor allem die kompakte Bauweise, die Reproduzierbarkeit der Messergebnisse sowie die zuverlässige Integration des Sensors in das Batteriegehäuse im Vordergrund. Durch die Definition dieser Anforderungen konnte eine klare Grundlage für den Aufbau und die Bewertung des Prototyps geschaffen werden.

Ergebnis: Die Untersuchungen zeigen, dass die Sensoren Feuchtigkeit im Bereich von wenigen bis hundert ppm zuverlässig detektieren können. Die erzielte Auflösung liegt bei etwa 1 ppm, wobei sowohl Wiederholbarkeit als auch Reproduzierbarkeit der Messreihen bestätigt wurden. Eine Kalibrierung ist grundsätzlich möglich, erfordert jedoch weitere Optimierung. Insgesamt erfüllt der entwickelte Prototyp die zentralen Anforderungen und bildet eine belastbare Grundlage für künftige Verbesserungen hinsichtlich Genauigkeit, Stabilität und Langzeitverhalten. Damit trägt die Arbeit zur Weiterentwicklung miniaturisierter Feuchtesensoren für Anwendungen in Batterie- und Medizintechnik bei.

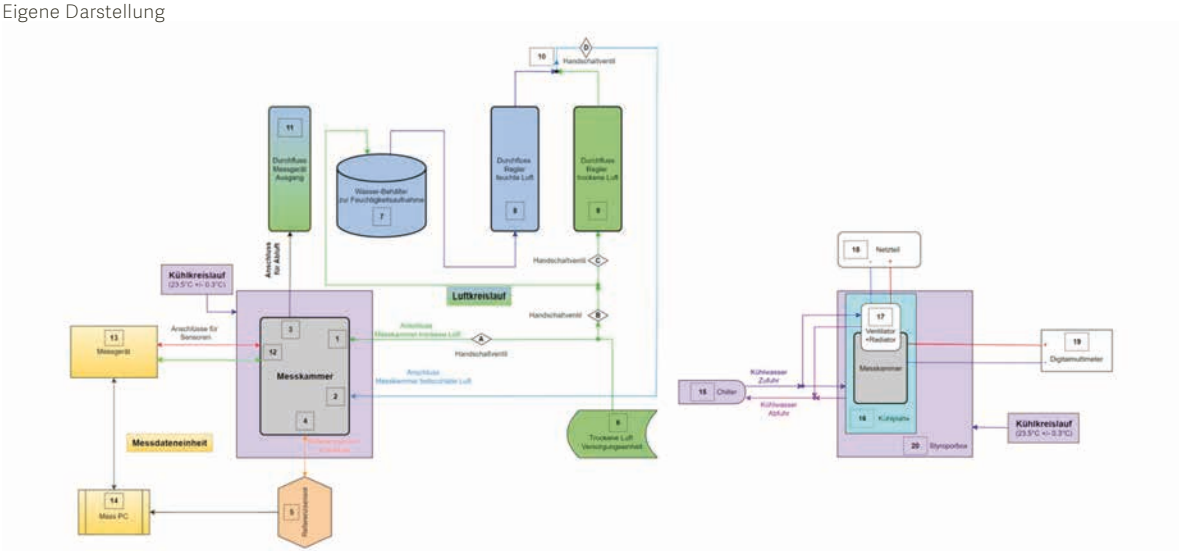
Mikroskop Aufnahme des Sensors mit Fingerbreite 50 µm und 30 µm Gap
Eigene Darstellung



Trocken-feucht-Zyklen , blaue Kurve entwickelter Sensor und rote Kurve Referenzsensor
Eigene Darstellung



Schematische Übersicht des Laboraufbaus
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Jens Ulmer

Korreferent
Prof. Dr. Samuel Huber

Themengebiet
Mikrotechnik

Projektpartner
Wyon AG, Appenzell
Steinegg, Appenzell Innerrhoden

Mikroresonator mit kompakter Faserkopplung für Wellenlängensensor

Diplomand

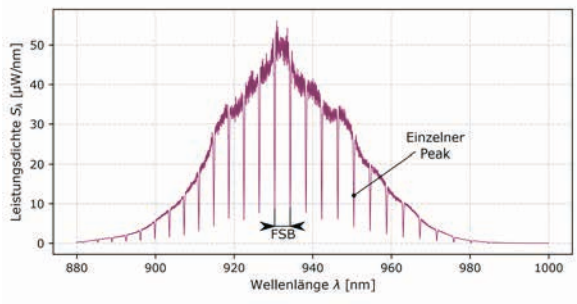
Marco Hölzle

Einleitung: In dieser Bachelorarbeit wird eine Mikro-Kavität mit kompakter Faserkopplung entwickelt und charakterisiert. Dies geschieht als Teil des EU-Horizon Projekts PionEar, dessen Ziel die Entwicklung eines photonischen Mikrofons mit überlegener Schallqualität ist. Die Mikro-Kavität basiert auf einem Fabry-Pérot-Interferometer (FPI) mit planparallelen, dielektrisch beschichteten Spiegeln und einstellbarem Spiegelabstand im Bereich weniger zehn Mikrometer.

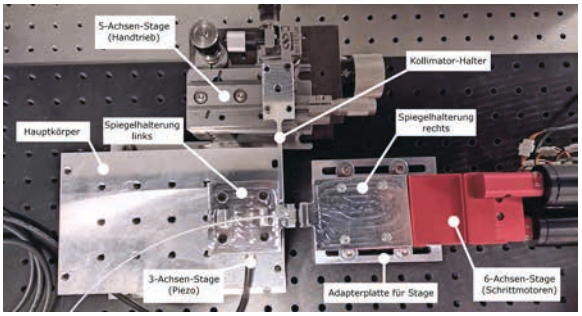
Ziel der Arbeit: Ziel der Arbeit war die Konzeption, der Aufbau und die Validierung eines optischen Testsystems, das eine breitbandige Lichtquelle mit zentraler Wellenlänge bei 940 nm über eine GRIN-Linse in den Resonator einkoppelt und die spektrale Antwort mittels optischer Spektrumanalysatoren erfasst. Zur Ausrichtung der Mikro-Kavität wurde eine kombinierte Justagetechnik, bestehend aus einem Pilotlaser und einer Leistungsoptimierung, entwickelt. Dabei kommen eine 6-Achsen-Stage (Schrittmotoren), eine 5-Achsen-Stage (Handtrieb) und ein Piezo-Aktuator zum Einsatz. Die verwendeten Spiegel wurden im Reinraum des IMP gefertigt und auf einen Reflexionsgrad von ca. 92% im Bereich von 880 nm bis 1000 nm optimiert. Simulationen im nichtsequentiellen Modus von OpticStudio lieferten Referenzdaten zu freiem Spektralbereich (FSB), spektraler Halbwertsbreite (FWHM), Peakshift und Empfindlichkeit gegenüber einer Spiegelverkippung.

Ergebnis: Die durchgeführten Messreihen bestätigten die Funktion des Messaufbaus und zeigen eine gute Übereinstimmung mit Simulation und Theorie in Bezug auf den FSB, das FWHM sowie die Peakshift. Bei 60 µm Spiegelabstand - einem typischen Anwendungsfall – ergibt sich ein FSB von 7.2 nm und ein FWHM von 1.08 nm. Wird einer der Spiegel nun um 100 nm verschoben, verschieben sich die Peaks um 1.42 nm. Es wurden auch kritische Parameter, wie die geringe Ausrichttoleranz (±0.005°) und die Stabilität gegenüber Vibrationen identifiziert. Verbesserungspotential besteht insbesondere bei der mechanischen Stabilität und der Automatisierung der Messungen. Die erzielten Resultate bilden eine Grundlage für die zielgerichtete Weiterentwicklung des photonischen Mikrofonsystems.

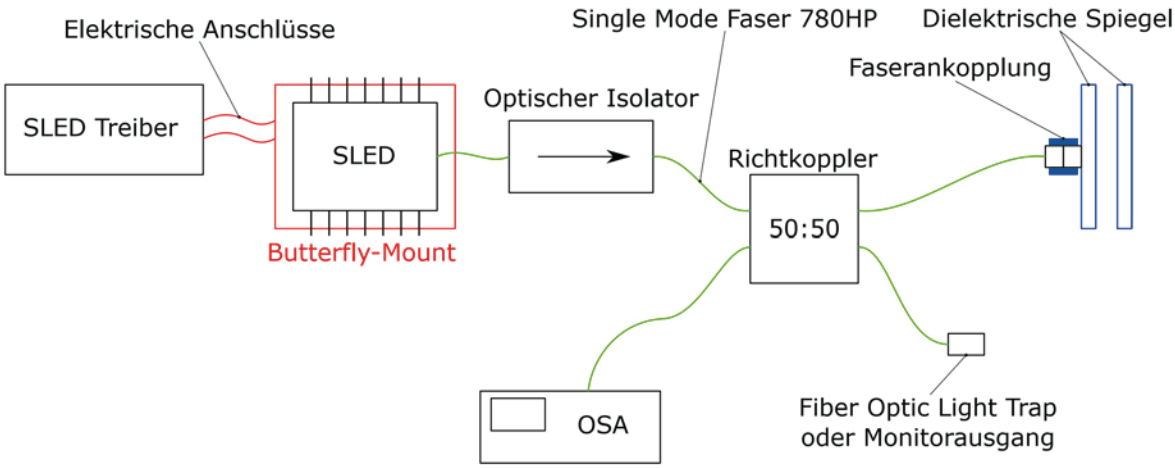
Gemessenes Reflexionsspektrum bei 100 µm Spiegelabstand
Eigene Darstellung



Realisierter Versuchsaufbau im Photoniklabor
Eigene Darstellung



Schematische Übersicht des Versuchsaufbaus
Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Markus Michler

Korreferent
Prof. Dr. Tobias Lamprecht

Themengebiet
Photonik

Unsere Institute in Buchs, St.Gallen und Tänikon

EMS Institut für Entwicklung Mechatronischer Systeme

www.ost.ch/ems

ESA Institut für Elektronik, Sensorik und Aktorik

www.ost.ch/esa

ICE Institut für Computational Engineering

www.ost.ch/ice

IES Institut für Energiesysteme

www.ost.ch/ies

IMP Institut für Mikrotechnik und Photonik

www.ost.ch/imp

ISF Institut für Intelligente Systeme und Smart Farming

www.ost.ch/isf

Wir danken unseren Preisspendern und Sponsoren

Ein herzliches Dankeschön für die zur Verfügung gestellten Förderpreise:

HILTI

stadt buchs

SFS

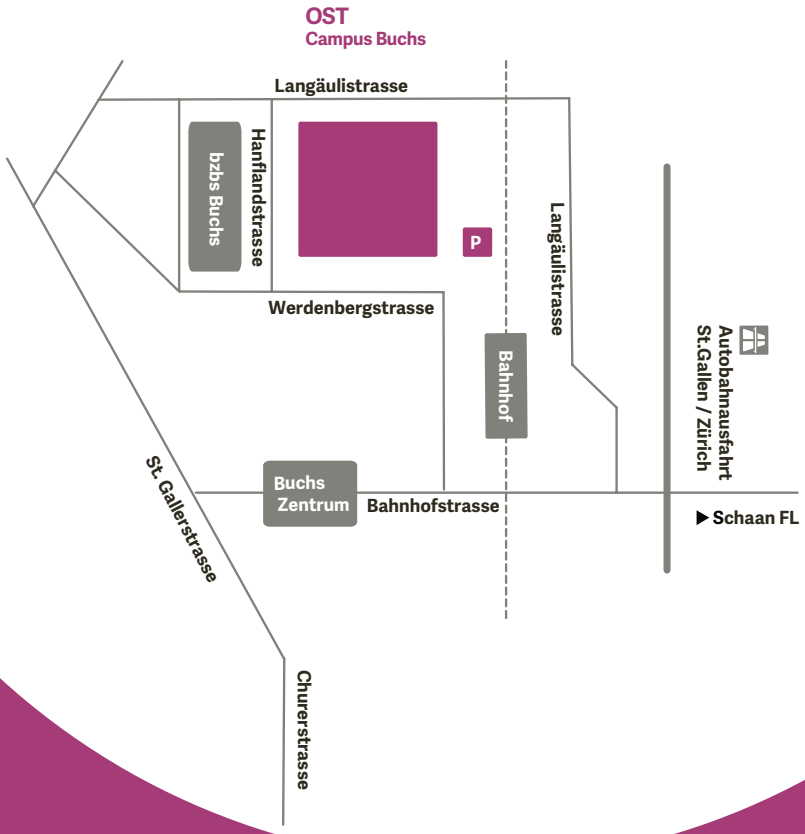
oerlikon balzers

thyssenkrupp

SWISS ENGINEERING STV UTS ATS

OST

OST
Ostschweizer Fachhochschule
Werdenbergstrasse 4
9471 Buchs, Switzerland

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

Buchs