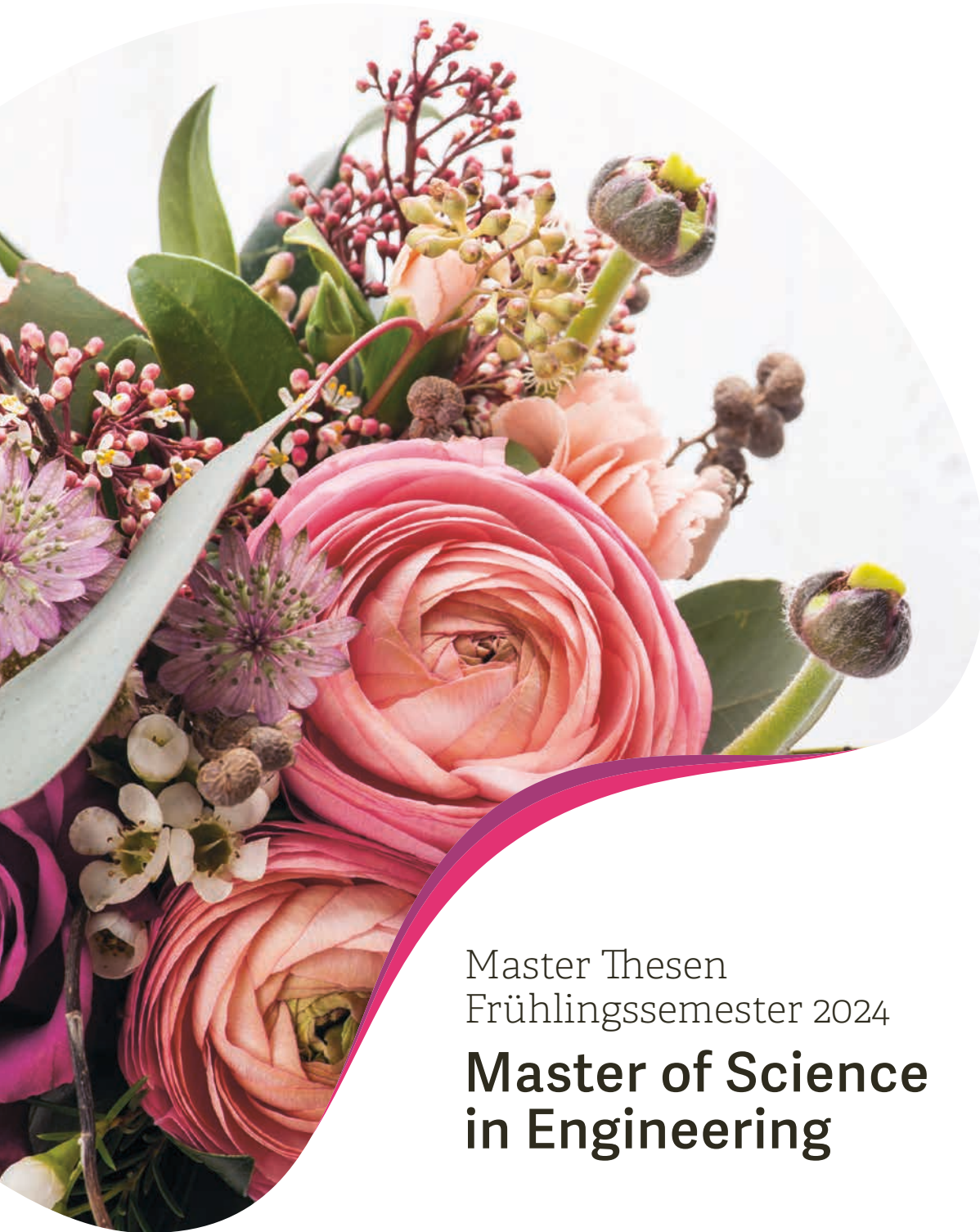


WO WISSEN WIRKT.



Master Thesen  
Frühlingssemester 2024

# **Master of Science in Engineering**



# Vorwort



**Prof. Dr. Agathe Koller**  
Studiengangleiterin des MSE

## Sehr geehrte Damen und Herren

Es ist mir eine Freude, Ihnen gemeinsam mit den hochmotivierten Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiums sowie ihren Betreuenden die Ergebnisse ihrer Masterarbeiten aus dem Frühlingssemester 2024 vorzustellen.

Unsere Masterstudierenden profitieren in ihrer praxisorientierten Ausbildung von erstklassigen Fachexpertinnen und -experten sowie von einer engen Einbindung in Forschungsteams. Diese Umgebung ermöglicht es ihnen, ihr Fachwissen zu erweitern und ihre Methoden- sowie Selbstkompetenzen zu vertiefen. Die aktive Teilnahme an Projekten mit einem klaren Forschungsschwerpunkt ermöglicht eine hohe Spezialisierung in den jeweiligen Themenfeldern.

Die Master-Thesis demonstriert ihre Fähigkeit, eigenständig eine umfassende Arbeit durchzuführen, die hohen methodischen, konzeptionellen und wissenschaftlichen Ansprüchen gerecht wird.

Die Exzellenz und die beeindruckenden Resultate dieser Leistungen können Sie auf den nächsten Seiten selbst begutachten. Den Absolventinnen und Absolventen wünsche ich viel Erfolg und Erfüllung in ihrer beruflichen Zukunft sowie einen erfolgreichen Beginn ihres neuen Lebensabschnitts!

Mit freundlichen Grüßen

**Prof. Dr. Agathe Koller**  
Studiengangleiterin des MSE

# Überblick

## Referentinnen und Referenten

52	Prof. Dr. Donato Acocella	44	Prof. Dr.-Ing. Matthias Scholer
29	Prof. Oliver Augenstein	36	Prof. Dr. Michael Schueller
25	Prof. Dr. Carlo Bach	41   42	Prof. Daniel Schwendemann
23   30	Hannes Badertscher	45	Prof. Dr. Dejan Šeatović
51	Prof. Tobias Baur	16	Prof. Dr. Markus Stolze
34	Prof. Stefan Bertsch	39	Prof. Dr. Cord Henrik Surberg
56	Prof. Dr. Dirk Engelke	38	Stefan Uhlar
35	Prof. Dr. Daniel Gstöhl	40	Prof. Dr. Wolfgang Wiedemair
51   53   54   56	Prof. Dr. Tanja Herdt	18   20   22   24   26 27   28	Dr. Shao Jü Woo
55	Prof. Dr. Susanne Karn	21	Prof. Dr. Christoph Würsch
11	Prof. Dr. Katharina Luban		
49	Prof. Dr. Michael Marxer		
32	Prof. Guido Piai		
12	Prof. Dr. Daniel Patrick Politze		
17	Prof. Dr. Mitra Purandare		
14	Prof. Dr. Carlo Rabaiotti		
47	Prof. Dr. Dario Schafroth		

# Überblick

## Korreferentinnen und Korreferenten

32	Prof. Laszlo Arato	20   24   25	Dr. Kathrin Plankensteiner
17	Dipl. El.-Ing. ETH Reto Bättig	55	Prof. Roland Raderschall
27	Christian Büchel	22   26	Dr. Peter Reiter
29	Maxime Darçot	18	Uwe Riedmann
53	Dr. Gabriela Debrunner	38	Mathias Schön
54	Dr. Jennifer Duyne Barenstein	23   30	Gabriel Sidler
28	Ursula Engler Larson	56	Mirjam Strahm
52	Leyla Mirjam Erol	21	Prof. Dr. Jens Ulmer
49	Dr. Oliver Föhnle	51	Han Van de Wetering
45	Dr. Marcel Honegger	36	Patrick Widmer
16	Hansjürg Huser		
47	Prof. Dr. Marco Hutter		
12	Dr. Noëlle Jufer		
34   35	Daniel Kalberer		
11	Dr. Stefan Kurpjuweit		
41   42	Frank Mack		
14	Prof. Dr. Sophie Messerklinger		
39	Dr. Noémie Ott		
40	Prof. Dr. Rainer Pickhardt		

# Überblick

## Themen

### Business Engineering

- 11 Produktionsplanung verderblicher Ware mit einem saisonalen Bedarfsmuster
- 12 Massnahmen zur marktgerechten Ausrichtung des industriellen Produktmanagements

### Civil Engineering

- 14 Assessing the Thermomechanical Impact of Cavern Thermal Energy Storage on Surrounding Rock

### Computer Science

- 16 KI & Baureglements
- 17 Process Analysis Powered by Artificial Intelligence
- 18 Leveraging Large Language Models for Enhanced Customer Support of Service Desks

### Data Science

- 20 PROGNURSE
- 21 Prediction of cardiovascular parameters by impedance cardiography using machine learning.
- 22 All You Need is Graph-Based RAG
- 23 Automatische Bewertung von Turnübungen im Bereich Sprung
- 24 Harmonization of Physical Asset Data

- 25 Applying Unsupervised Algorithms for Changepoint Detection in Manufacturing Data

- 26 Dynamic Portfolio Management Driven by GNNs and Reinforcement Learning

- 27 Unsupervised Graph Anomaly Detection in a Large Payment Transaction Network

- 28 LLM powered autonomous agents driven simulation of stock markets

- 29 Machine Learning Pipeline for Deep Learning Anomaly Detection Models

- 30 Crowdsourcing Bridge Dynamics

### Electrical Engineering

- 32 Demonstration of synchronized, galvanically isolated measurement devices

### Energy & Environment

- 34 Analysis of ice build-up on the evaporator of an externally installed heat pump
- 35 Verschleissanalyse der Druckluftkompressoren der Ge 4/4 II-Lokomotiven der Rhätischen Bahn
- 36 Zero-Sequence Impedance in the Low-Voltage Grid of SAK

### Mechanical Engineering

- 38 Validierung eines FEM-MTB Rahmens anhand von gemessenen Betriebsfestigkeitslastfällen
- 39 Porous anodisation of a novel AM aluminium alloy
- 40 Trajectory Control
- 41 Qualitätssicherung in der Aufbereitung von PET
- 42 Grundbaustein für das Scale-Up von LightSpray™

### Mechatronics and Automation

- 44 Erstellung und Optimierung von Software für ein vollautomatisches Werkzeughandlingsystem
- 45 Autonomous Racing Car

### Medical Engineering

- 47 VSLAM with open algorithms

### Photonics

- 49 Internal Reflection Measurement Analysis

### Raumentwicklung und Landschaftsarchitektur

- 51 Bahnhof Nord und Güterbahnhof
- 52 Die Neue Arbeit und ihre Auswirkungen auf die Raumentwicklung
- 53 Wie kann der Stadtumbau gerechter werden?
- 54 Stadt für alle?
- 55 Auswirkungen des Klimawandels auf historische Anlagen
- 56 Urbane Produktion: Das Gewerbe als Bestandteil Produktiver Städte



# Überblick

## Diplomandinnen und Diplomanden

38	Murisa Dizdarevic	30	Patrik Müller
34	Philipp Ellmann	39	Rene Pfister
49	Dominique Filipec	32	Thomas Rath
51	Manuel Frehner	44	Fabian Rechsteiner
17	Benjamin Frei	36	Davide Rodoni
52	Janine Frei	54	Lena Ruegge
24	Marco Fuchs	55	Lina Schmitz
29	Fabian Germann	21	Angelo Schneiter
41	Sarah Grimm	14	Mikkel Smaadahl
45	Daniel Gubser	56	Leandro Spillmann
16	Nicolas Karrer	12	Christoph Thalmann
25	Stefan Keller	22	Philipp Josef Vetter
20	Samuel Kolb	23	Robin Weiss
26	Sri Ram Kalyan Venkat Kovela	40	Simon Wiesinger
53	Konstantin Kутtenberger	41	Lukas Zurschmiede
11	Patrick Liechti		
27	Roman Loop		
28	Micha Luginbühl		
18	Mathias Marxer		
35	Raffaella Menet		
42	Fuad Miceli		



## Business Engineering

**Im Profil Business Engineering bietet die OST die folgenden sechs Studienschwerpunkte an:**

- Technology and Innovation Management
- Operations and Production Management
- Service Engineering
- Business and Production Analytics
- Supply Chain Management
- Life Cycle Management

### Beteiligte Institute

- IDEE Institut für Innovation, Design und Engineering
- IFU Institut für Unternehmensführung
- ILT Institut für Laborautomation und Mechatronik
- IMS Institut für Modellbildung und Simulation
- IPEK Institut für Produktdesign, Entwicklung und Konstruktion
- IPM Institut für Informations- und Prozessmanagement
- IWK Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung

# Produktionsplanung verderblicher Ware mit einem saisonalen Bedarfsmuster

## Datengestützte Planung in der Ice-Cream-Produktion

Diplomand



Patrick Liechti

**Problemstellung:** Die Delica AG ist ein Unternehmen der M-Industrie und produziert in der Schweiz an fünf Standorten Kaffee, Schokolade, Biskuits, Speiseeis, Kaugummi und Reis. Der Standort Meilen ist spezialisiert auf die Herstellung von Feinbackwaren und Ice-Cream.

Der Absatz von Ice-Cream folgt einem saisonalen Muster, ist jedoch vom Wetter abhängig. Aufgrund von Kapazitätsengpässen in der Produktion sowie einer Unsicherheit im kurz- bis mittelfristigen Forecast muss eine enge Abstimmung zwischen Absatzplanung, Produktionsplanung und weiteren Disziplinen stattfinden. Die dafür erforderlichen Planungsdaten werden über ein ERP-System verwaltet.

Zur Bewältigung der Kapazitätsengpässe sowie der Unsicherheit im Forecast werden heute hohe Lagerbestände aufgebaut und über mehrere Wochen gehalten. Dabei gilt es zwischen Lieferfähigkeit und Vernichtungsrisiko durch MHD-Verfall abzuwägen. In der vorliegenden Masterarbeit wurde geprüft, auf welche Art die Planung verbessert werden kann, sodass die Lagerbestände ohne Senkung des Service-Levels reduziert werden.

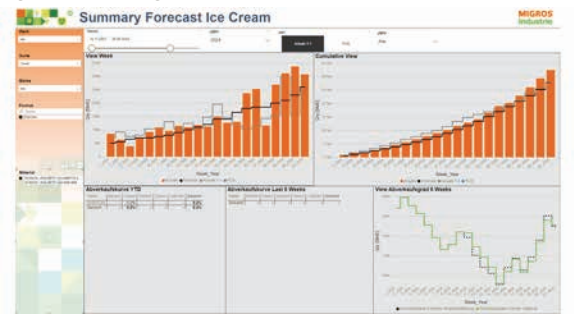
**Vorgehen:** Um eine optimale Datengrundlage zu schaffen, wurden Interviews mit internen Stakeholdern durchgeführt. Aufbauend darauf wurden eine detaillierte Beschreibung und Analyse des Systems sowie der Prozesse durchgeführt.

Nach der Identifizierung der wesentlichen Planungsfaktoren sowie ihrer Abhängigkeiten wurden Kennzahlen definiert, um die Planungsqualität zu messen. Auf Basis der identifizierten Prozesse, Daten und Schwachstellen wurden neue Planungstools und Planungsreports in MS Excel und der Visualisierungsplattform Microsoft Power BI entwickelt.

**Ergebnis:** Das zentrale Ergebnis dieser Arbeit ist unter anderem ein Dashboard zum vereinfachten Tracking der Forecast-Qualität. Das Tool konnte bereits operativ implementiert werden. Die Forecast-Accuracy konnte von 94,5% auf 98,3% gesteigert werden. Weiter wurden die im ERP-System bereits vorhandenen Reichweitendaten auf Artekelebene visualisiert, damit Veränderungen für die Mitarbeitenden der Planung sofort sichtbar werden. Dies hilft der Planung, Alert-basierte Entscheidungen zu treffen. Es konnte aufgezeigt werden, dass ein saisonaler Lageraufbau notwendig ist. Um diesen zu quantifizieren, wurde ein LP-Modell entwickelt, welches unter Berücksichtigung einer ABC/XYZ-Klassifizierung der Artikel und der Produktionskapazität die optimale Produktionsmenge je Artikel für den Lageraufbau berech-

net. Dabei konnte am Beispiel eines Teilsortiments gezeigt werden, dass bis zu 12% weniger Lagerkosten anfallen. Aufgrund der positiven Resultate wird das LP-Modell in der Ice-Cream-Saison 2025 eingesetzt. Weiter wird empfohlen, die entwickelten Lösungen für andere Geschäftseinheiten der Delica AG zu prüfen, da sie einen Beitrag zu einer stabileren und besseren Planung leisten.

Forecast-Tracking-Dashboard in Power BI  
Eigene Darstellung



LP-Modellierung in Excel  
Eigene Darstellung

	A	B	C	D	E	F	G
Produktionsmenge	100	200	300	400	500	600	700
Produktionskosten	100	200	300	400	500	600	700
Lagerkosten	100	200	300	400	500	600	700
Verkaufspreis	100	200	300	400	500	600	700
Bruttogewinn	100	200	300	400	500	600	700
Nettogewinn	100	200	300	400	500	600	700
Bruttogewinn %	100	200	300	400	500	600	700
Nettogewinn %	100	200	300	400	500	600	700
Produktionsmenge	100	200	300	400	500	600	700
Produktionskosten	100	200	300	400	500	600	700
Lagerkosten	100	200	300	400	500	600	700
Verkaufspreis	100	200	300	400	500	600	700
Bruttogewinn	100	200	300	400	500	600	700
Nettogewinn	100	200	300	400	500	600	700
Bruttogewinn %	100	200	300	400	500	600	700
Nettogewinn %	100	200	300	400	500	600	700

Logo Delica AG  
Delica AG, 15.7.2024



Referentin  
Prof. Dr. Katharina Luban

Korreferent  
Dr. Stefan Kurpjuweit,  
Accelleron Industries

Themengebiet  
Business Engineering

# Massnahmen zur marktgerechten Ausrichtung des industriellen Produktmanagements

## Erarbeitung anhand eines Fallbeispiels bei der Ferag AG

### Diplomand



Christoph Thalmann

**Ausgangslage:** Die Ferag AG trat 2014 in den Intralogistikmarkt ein, konnte sich etablieren und ist inzwischen auch Generalunternehmer von sehenswerten Projekten. Das Unternehmen befindet sich im wandelnden Wachstum, weshalb das Produktmanagement gezielter auf die Marktbedürfnisse ausgerichtet werden soll. Forschungsfrage: Mit welchen Massnahmen kann das Produktmanagement der Ferag besser auf die Marktbedürfnisse ausgerichtet werden, um sich auch in der strategischen Positionierung als Generalunternehmer zu behaupten?

**Vorgehen:** Die Forschungsfrage wird in drei Unterfragen unterteilt, welche mit qualitativen Forschungsmethoden bearbeitet und beantwortet werden. Nach ersten Untersuchungen liegen die grössten Potenziale in präziser zu definierenden Zuständigkeiten und Strategien, während auch die dezentrale Verwaltung der Fremdprodukte nicht optimal ist. In Form des BPMN-Diagramms wird eine Prozessoptimierung für eine marktbezogene Produktentwicklung erarbeitet.

**Ergebnis:** Mit strategischer Unterstützung aus dem Produktmanagement kann die Entwicklungsdauer um 20% verkürzt werden, wodurch auf Basis des Fallbeispiels hochgerechnet CHF 540 000.– pro Jahr eingespart werden können.

### Folgende Massnahmen werden empfohlen:

- Definition und Abgrenzung von Zuständigkeiten des Produktmanagements und dessen Kommunikation im Unternehmen
- Formulierung und Kommunikation von Unternehmens-, Portfolio- und Produktstrategien

- Prozessimplementierung zur Unterstützung der Produktentwicklung anhand des erarbeiteten BPMN-Diagramms
- Koordinierung der Informationsflüsse von Produktverbesserungsideen
- Aufbau eines erweiterten Produktmanagements für Fremdprodukte

Nach Auswertung der Mitarbeiterinterviews ergeben sich die grössten Potenziale im Produktmanagement bei der Ferag AG  
Eigene Darstellung



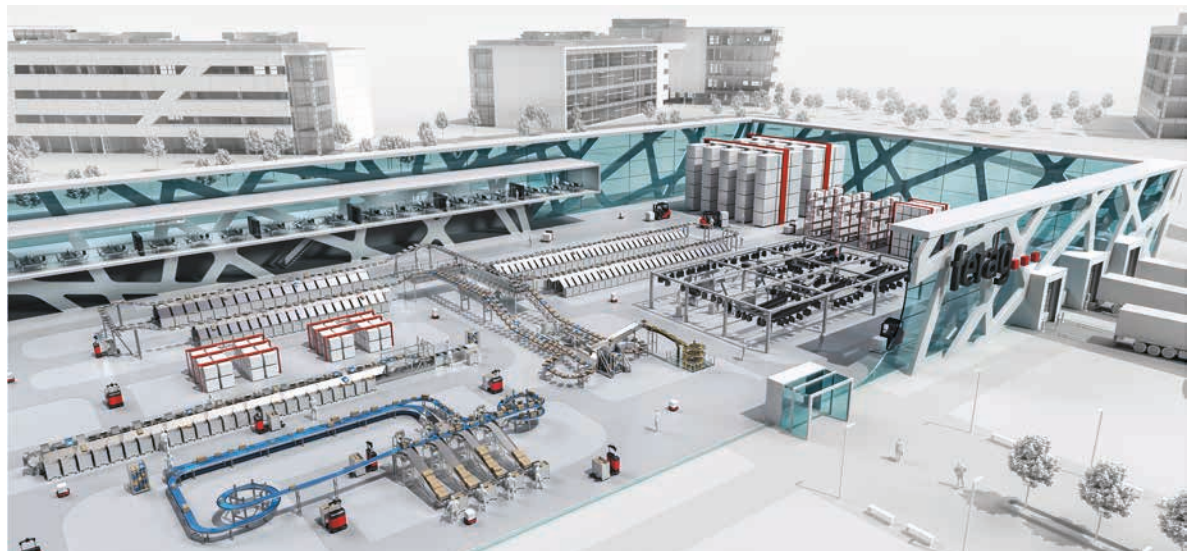
### Einordnung der Aufgaben im Produktmanagement

K.J. Aumayr, Erfolgreiches Produktmanagement, S. 24, 2019



### Virtuelles Technology Center der Ferag AG

Ferag AG, 2024



### Referent

Prof. Dr. Daniel Patrick Politze

### Korreferentin

Dr. Noëlle Jufer, Dr. Acél & Partner AG, Zürich, ZH

### Themengebiet

Business Engineering

### Projektpartner

Ferag AG, Hinwil, ZH



## Civil Engineering

**Im Profil Civil Engineering bietet die OST die folgenden sechs Studienschwerpunkte an:**

- Konstruktiver Ingenieurbau
- Bauwerkserhaltung
- Nachhaltigkeit im Bauwesen und Betontechnologie
- Geotechnik
- Wasserbau und Umweltingenieurwesen
- Building Information Modelling – BIM

### Beteiligtes Institut

- IBU Institut für Bau und Umwelt

# Assessing the Thermomechanical Impact of Cavern Thermal Energy Storage on Surrounding Rock

## An Experimental Study

Graduate Candidate



Mikkel Smaadahl

**Introduction:** Understanding the thermomechanical behavior of rock formations is crucial for developing reliable underground energy storage systems, such as Cavern Thermal Energy Storage. This thesis investigated the impact of varying temperature and pressure conditions on Bollinger Sandstone through a comprehensive laboratory campaign. This includes nine triaxial and six uniaxial tests, along with studies on thermal conductivity and mineral composition. The triaxial tests explored saturated sandstone samples in drained conditions. A temperature range from room temperature up to 95°C and confining pressures between 5MPa and 50MPa was investigated. The uniaxial tests were run in dry and saturated sample conditions. The sandstone samples were subjected to vertical and circumferential distributed fiber optic sensors to capture detailed insights into rock deformation.

**Result:** The triaxial test results demonstrated significant rock weakening of almost 7% as the temperature increased from room temperature to 60°C. Throughout all tested confining pressures, a remarkable mean increase of more than 4% in peak strength was measured with a rise of temperature from 60°C to 95°C. However, the Bollinger Sandstone showed the highest strength at room temperature. In addition, no connection between the intensity of strength decrease and increase due to temperature changes and elevating confining pressure was observed. The uniaxial tests showed an overall decrease of strength in the saturated state with decreasing sample temperature. Moreover, the tests conducted under dry conditions showed that uniaxial compressive strengths were, on average, 30% higher than those in saturated conditions. These findings illustrate the complex interactions between temperature, pressure, and moisture content that influence the mechanical behavior of Bollinger sandstone. The observed weakening from room temperature to 60°C suggests that increased temperature initially weakens the rock, possibly due to thermal expansion and microcrack development. However, increased strength from 60°C to 95°C indicates an intensified healing process due to elevated temperatures and fluid flow.

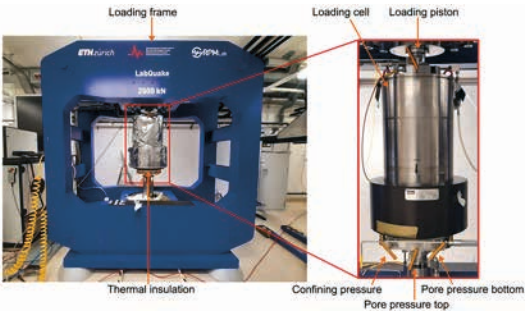
**Conclusion:** This study provides a stable basis for an in-depth understanding of the complex behavior of rock strength and deformation under elevated temperatures and changing pressure conditions, which is essential for the safe and efficient dimensioning of Cavern Thermal Energy Storage systems.

Advisor  
Prof. Dr. Carlo Rabaiotti

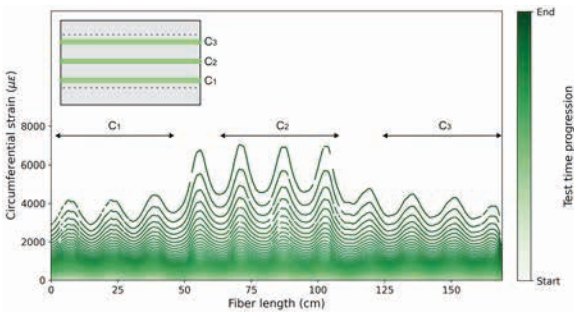
Co-Examiner  
Prof. Dr. Sophie  
Messerklinger

Subject Area  
Civil Engineering

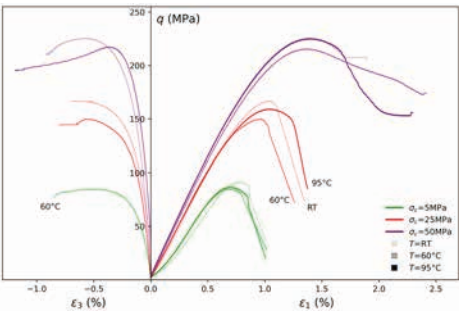
Triaxial test device.  
Own presentment



Circumferential strain measured with distributed fiber optics.  
Own presentment



Stress-strain results from triaxial tests with varying temperatures and confining pressures.  
Own presentment





## Computer Science

**Im Profil Computer Science bietet die OST die folgenden sechs Studienschwerpunkte an:**

- Software Engineering and Technology
- Advanced User Interfaces
- Programming Languages
- Software-Defined Networking
- Communication Systems
- Cybersecurity

### Beteiligte Institute

- ESA Institut für Elektronik, Sensorik und Aktorik
- EMS Institut für Entwicklung Mechatronischer Systeme
- IFS Institut für Software
- INF Institut für Ingenieurinformatik
- INS Institut für Netzwerke und Sicherheit

KI-gestützte Suche und Antwortgenerierung in den Baureglementen der Deutschschweizer Gemeinden

Diplomand

Nicolas Karrer

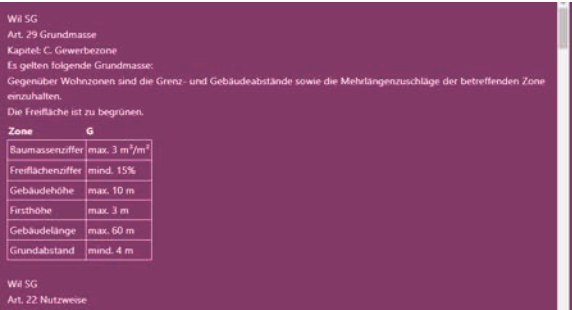
**Ausgangslage:** In der Schweiz hat jede Gemeinde ihre eigene Bau- und Zonenordnung (Baureglement), die sich in Aufbau und Inhalt unterscheiden. Diese Heterogenität stellt sowohl für Fachleute als auch für Bürger:innen, die sich über Bauvorschriften informieren möchten, eine grosse Herausforderung dar. Die herkömmliche Informationssuche in diesen Dokumenten ist oft mühsam und zeitaufwändig. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob Künstliche Intelligenz (KI) eine effizientere und präzisere Möglichkeit bieten kann, auf diese Informationen zuzugreifen und verständliche Antworten auf spezifische Fragen zu liefern.

**Vorgehen:** In dieser Arbeit wird ein Frage-Antwort-System (QA-System) entwickelt, das auf KI-Technologien basiert. Dazu wurden verschiedene Sprachmodelle wie GermanQuAD, GPT-4o und Google Gemini in Kombination mit Retrieval-Augmented Generation (RAG) verwendet. Der Schwerpunkt lag auf der Entwicklung eines Prototyps, der den Inhalt von Bauvorschriften extrahiert, durchsuchbar macht und Antworten über eine Webanwendung generiert. Die Implementierung umfasste das Parsen der PDF-Dokumente, deren Indexierung sowie die Integration der KI-Modelle zur Antwortgenerierung. Eine Herausforderung bestand darin, die extrahierten Daten korrekt und vollständig aufzubereiten und irrelevante Informationen auszuschliessen.

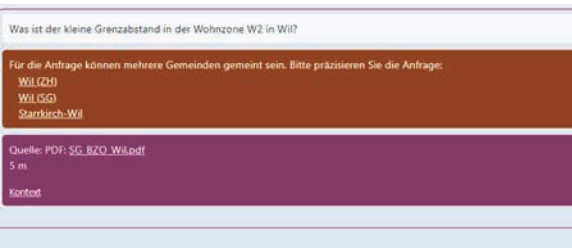
**Fazit:** Das entwickelte System zeigt, dass KI-Modelle in der Lage sind, die Suche nach spezifischen Informationen in Bauvorschriften sinnvoll zu unterstützen. Es wurde deutlich, dass Large-Language Models (LLMs) in Kombination mit Retrieval Augmented

Generation das Potenzial haben, die Zugänglichkeit und Verständlichkeit dieser Dokumente zu verbessern. Es zeigte sich aber auch, dass die Qualität der Antworten stark von der Qualität der zugrundeliegenden Daten und der Modellkonfiguration abhängt. Diese Arbeit bietet eine Grundlage für die Diskussion über den Einsatz von KI in diesem spezialisierten Umfeld und eröffnet Perspektiven für die Weiterentwicklung solcher Anwendungen.

**Der Kontext der generierten Antwort wird in der Weboberfläche angezeigt.**  
Eigene Darstellung



**Die Applikation verlangt eine Präzisierung, wenn die Gemeinden in der Frage nicht eindeutig sind.**  
Eigene Darstellung



**Die Weboberfläche der Applikation «Schweizer Baureglemente»**  
Eigene Darstellung



Referent  
Prof. Dr. Markus Stolze

Korreferent  
Hansjürg Huser

Themengebiet  
Computer Science

# Process Analysis Powered by Artificial Intelligence

## Implementation of automated workflow analysis in semiconductor fabrication

Graduate Candidate



Benjamin Frei

**Problem:** The manufacturing of semiconductors is very complex. Lots are moved manually by operators or by an Automated Material Handling System (AMHS) from one production step to the next. The processes used are very difficult or sometimes impossible to track, and their efficiency cannot be measured. Customers have only a limited view of their production and cannot see the whole picture of a production process, especially regarding logistics, and its impact on other parts of a factory. The manual transportation of lots between production tools is unstructured and does not follow a strict procedure. As a result, it is impossible to distinguish between good and bad transports. Additionally, more structured parts, such as transports in an AMHS, cannot be compared.

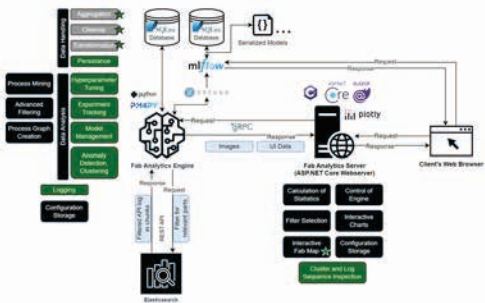
**Approach:** In semiconductor fabrication plants (fabs) using the Intellion solution LotTrack, workflow information about the logistics processes in production is contained in the log files of the LotTrack system. Based on this data, a process analysis can be performed. Combining techniques from process mining (e.g. advanced filtering), visualizations and anomaly detection, processes can be analyzed and monitored in a much more effective way. Having a software that is capable of extracting relevant information from activity logs and is able to cluster the production processes could increase productivity and overall factory performance.

**Result:** This thesis details the enhancement of the Fab Analytic Miner application, which was initially developed for process mining. The upgrade extends its capabilities to include advanced log data clustering and anomaly detection. The main objective was to provide deeper insights into the complex production workflows of a semiconductor fabrication plant. This was accomplished with log data supplied by Intellion, the industry partner for this research. The Fab Analytic Miner was refined to effectively analyze and cluster log data from Intellion's DisTag server application, which records data on logistics processes in semiconductor fabs. Additionally, the software's reliability was improved, and new features were introduced for log analysis, including data persistence and visualization enhancements.

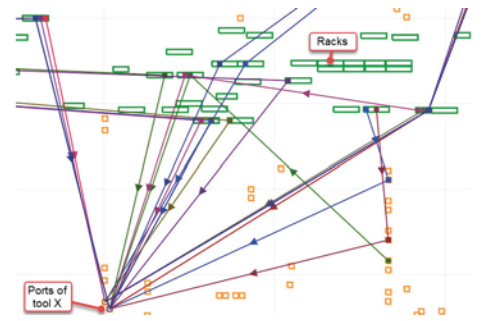
Following an extensive technology review, the DeepCASE library was selected for log anomaly detection and integrated into the backend of the Fab Analytic Miner. DeepCASE features a context-based neural network, known as the context builder, and an interpreter responsible for log clustering. The neural network, trained with the aforementioned data, requires a hyperparameter tuning pipeline to achieve optimal

performance. This pipeline was implemented with the Optuna library. To monitor the tuning process, MLflow was integrated into the backend for tracking experiments and managing DeepCASE models. Additionally, an algorithm was developed to generate activity transition logs from activity logs, enhancing DeepCASE's ability to discern time differences between log entries. Finally, the Fab Analytic Miner's frontend was upgraded to support hyperparameter tuning initialization and facilitate the analysis of log sequences and clusters.

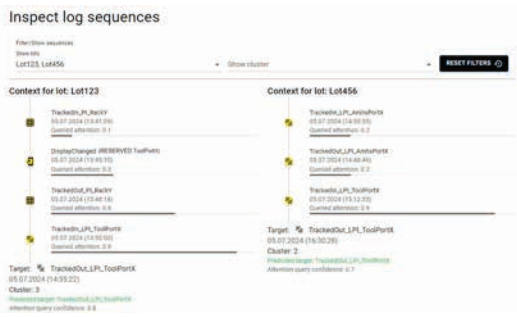
Fab Analytic Miner Version 3 Architecture  
Own presentation



Fab Map with Lot Traces Visualized Using the Fab Analytic Miner  
Own presentation



Clustered Sequences Visualized Using the Fab Analytic Miner  
Own presentation



Advisor  
Prof. Dr. Mitra  
Purandare

Co-Examiner  
Dipl. El.-Ing. ETH,  
Executive MBA HSG  
Reto Bättig, Cudos AG,  
Zürich

Subject Area  
Computer Science,  
Data Science

Project Partner  
Intellion AG, St.Gallen

# Leveraging Large Language Models for Enhanced Customer Support of Service Desks

Graduate Candidate



Mathias Marxer

**Introduction:** In this master thesis we studied the use cases of large language models (LLM) for the customer support of service desks in the IT Service Management (ITSM) domain. The primary objective was to assist support agents, improve resolution times, and enhance the scalability of service desks. A preliminary survey was conducted with ky2help® customers to identify the most relevant AI-driven use cases and assess the general acceptance of AI in ITSM.

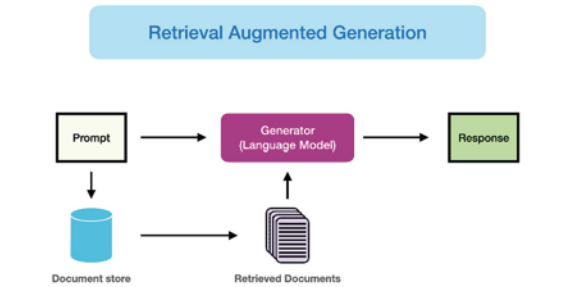
**Approach:** The top use case, «Support Assistant with Automated Solution Proposals», was implemented using the LangChain LLM library across four different approaches: (1) Pretrained LLMs without internal company or customer data context; (2) A Retrieval-Augmented Generation (RAG) pipeline using Weaviate for vector storage and document embeddings; (3) A Graph RAG approach utilizing a Neo4j knowledge graph; (4) A hybrid approach combining knowledge graphs with vector embeddings.

These four implementations were evaluated using a hand curated dataset, consisting of question and answer pairs obtained from common service desk inquiries and problems from KYBERNA AG, tested with different LLMs, including Llama 3.1, Llama 3 and Aya 23. Due to data security concerns, GPT-4 and other proprietary models were not considered.

**Result:** The evaluation showed that the vector embeddings approach consistently outperformed others, despite the theoretical advantages of combining knowledge graphs with vector embeddings. The reasons behind this performance disparity are

discussed in detail in the thesis. Despite the results, we showed that the usage of generative AI in combination with RAG can assist support agents with automated solution proposals for inquiries that will improve ticket resolution times of service desks.

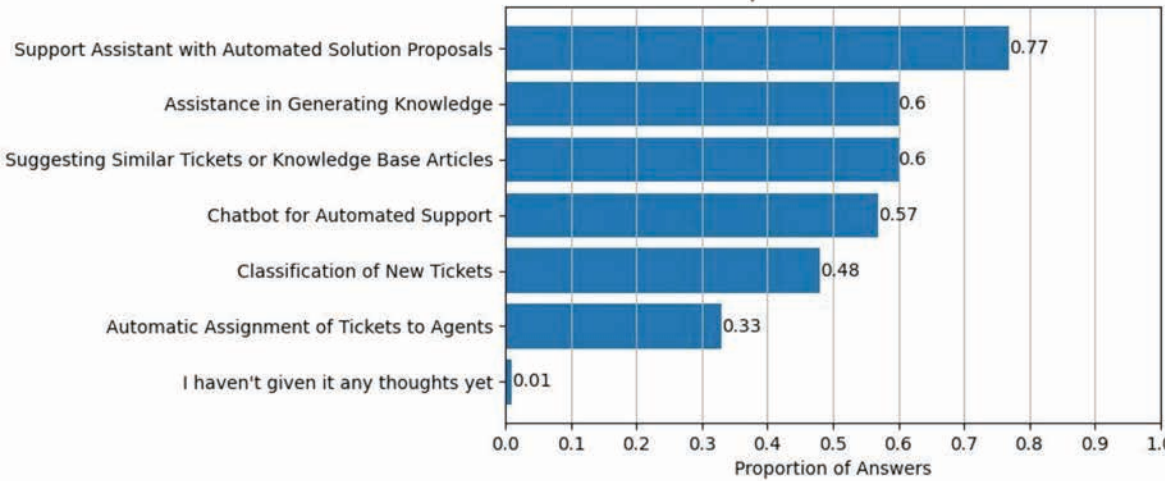
Overview of a RAG pipeline  
Retrieval Augmented Generation (RAG) for LLMs, DAIR.AI



Evaluation results for llama3.1:8b, llama3:8b and Aya-23-8b as generative LLM and llama3:8b for cypher generation  
Own presentment

	Cosine Similarity	BLEU	ROUGE	METEOR
<b>Llama3.1:8b</b>				
Pretrained LLM	0.195	0.013	0.133	0.088
Vector Embeddings	0.480	0.272	0.412	0.372
Knowledge Graph	0.239	0.017	0.155	0.099
Knowledge Graph with Vector Embeddings	0.356	0.110	0.284	0.210
<b>Llama3:8b</b>				
Pretrained LLM	0.198	0.013	0.136	0.092
Vector Embeddings	0.405	0.175	0.334	0.311
Knowledge Graph	0.208	0.017	0.151	0.096
Knowledge Graph with Vector Embeddings	0.282	0.060	0.224	0.185
<b>Aya-23-8b</b>				
Pretrained LLM	0.151	0.016	0.110	0.070
Vector Embeddings	0.370	0.165	0.314	0.219
Knowledge Graph	0.221	0.018	0.150	0.080
Knowledge Graph with Vector Embeddings	0.245	0.046	0.202	0.143

Proposed AI-driven features with percentage of votes  
Own presentment



Advisor  
Dr. Shao Jü Woo

Co-Examiner  
Uwe Riedmann,  
KYBERNA AG

Subject Area  
Computer Science,  
Data Science

Project Partner  
KYBERNA AG,  
Vaduz, Fürstentum  
Liechtenstein



## Data Science

**Im Profil Data Science bietet die OST die folgenden drei Studienschwerpunkte an:**

- Data Analytics
- Data Engineering
- Data Services

### Beteiligte Institute

- ICE Institut für Computational Engineering
- IFS Institut für Software
- INS Institut für Netzwerke und Sicherheit
- ICOM Institute for Communication Systems
- IMS Institut für Modellbildung & Simulation
- ICAI Interdisciplinary Center for Artificial Intelligence

Projecting Nursing Workload using Routine Data Analytics – A Machine Learning Approach

Graduate Candidate



Samuel Kolb

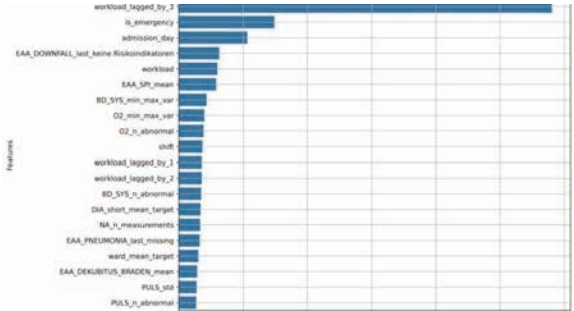
**Problem:** Hospitals and other care providers in Europe are experiencing a significant nursing shortage, leading to an increased nursing workload. This rise in workload is associated with higher burnout rates and reduced job satisfaction among nurses, potentially causing them to leave the profession or seek other roles. Moreover, the increased workload adversely impacts patient safety and satisfaction by disrupting care continuity and overall patient-centered care. To address this issue, early information about the expected workload in upcoming shifts per patient is essential for appropriate staffing.

**Approach:** This master's thesis, in collaboration with the University Hospital Basel (USB), investigates the feasibility of predicting the nursing workload for the upcoming three shifts based on historical workloads, originating from LEP (Leistungserfassung in der Pflege), patient characteristics, ward information, and various routine patient data, including diagnoses, admission type, vital values, laboratory parameters, and assessment scores. The study explores and implements suitable machine learning models to learn patterns from past patient cases and predict nursing workload for new cases starting from the first admission timestep. Specifically, machine learning-based global forecasting models are examined, including classic regression models such as Linear Regression, Random Forest, and XGBoost, as well as deep learning-based regression models such as LSTM, TFT, and TSMixer. The necessary data preprocessing steps to apply these models to the patient cases data are detailed, and the results are evaluated using MAE and R<sup>2</sup> on unseen patient cases data. Feature importance analyses identify critical predictive variables.

**Result:** The results indicate that the top-performing models achieve a Mean Absolute Error (MAE) of 35 to 37 minutes over the prediction horizon, explaining 55% to 60% of the variance in unseen patient cases. While the linear model is outperformed by more complex models, the performance is comparable across tree-based and deep learning models. Notably, predictions improve significantly from the second admission timestep onward, although the MAE tends to increase as the prediction horizon extends. Most workloads yield promising results, but the models struggle with rare, exceptionally high workloads. At the ward level, aggregated predictions show that certain wards allow for more accurate forecasts, suggesting that initial estimates of the required nursing staff can be effectively made using these models for those wards.

The results of applying these models in hospital settings demonstrate promising generalizability. Additionally, the author, in collaboration with experts at USB, has identified potential for a follow-up research project. This new project will aim to extend the prediction horizon and integrate nursing qualifications to simulate optimal scenarios for nursing staff planning, thereby reducing workload peaks on wards. In light of these findings, specific recommendations for future research are proposed.

Feature importance of the TFT encoder variables.  
Source: Author



Advisor

Dr. Shao Jü Woo

Co-Examiner

Mag. Dipl.-Ing. Dr. Kathrin Plankensteiner

Subject Area

Data Science

Project Partner

University Hospital Basel, Basel, Basel-Stadt

# Prediction of cardiovascular parameters by impedance cardiography using machine learning.

Analysis of signals from impedance cardiography and the correlation to pumping capacity of the heart.

Graduate Candidate



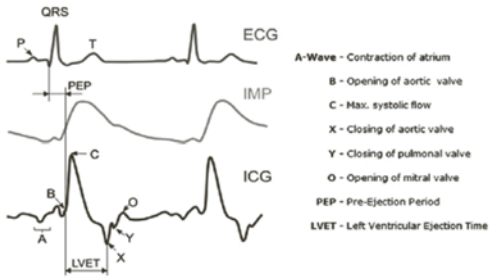
Angelo Schneider

**Introduction:** Heart insufficiency or heart failure, affects around 150 000 people in Switzerland, reducing heart pumping power and severely limiting quality of life, with patients struggling with daily activities. Early detection, especially in younger patients, offers a better prognosis. Heart failure and related conditions cost the healthcare system about 8 bn CHF annually, creating an economic incentive for better early detection and treatment methods, e.g. using non-invasive monitoring systems. Current methods extract key points in electrocardiogram (ECG), electrical impedance (IMP) and impedance cardiography (ICG) signals to calculate time deltas correlated with cardiac function. This thesis aims to replace these conventional methods with machine learning (ML), enhancing prediction accuracy and robustness. Haemodynamic parameters like stroke volume (SV), pre-ejection period (PEP), left ventricular ejection time, and total peripheral resistance were measured from 20 subjects to serve as labels for recorded signals, providing data to train models.

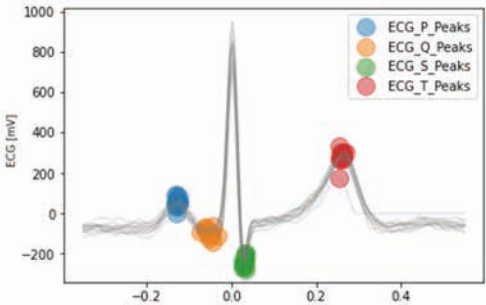
**Approach:** The ML algorithms used can be categorised into traditional models (Random Forest, XGBoost, etc.) and deep learning (DL) models (CNN, LSTM). For the traditional models, sophisticated methods were used to extract features such as the time differences between the characteristic points in the ECG, IMP, and ICG signals to predict the target variables. For the DL models, the ECG, IMP and ICG signals were filtered, reduced to individual heartbeats and used as 3-channel time series input for the neural networks. The models were trained with and without additional metadata such as age and BMI.

**Conclusion:** We find that the accuracy of the prediction of the traditional models (shown here for the systemic vascular resistance) based on hand-crafted features such as heart rate or ICG peak amplitude perform better ( $R^2=0.90$ ) than models based on a CNN ( $R^2=0.82$ ). Additional metadata increase the accuracy. In future, more data shall be recorded using smart textile electrodes to further increase the robustness of the prediction.

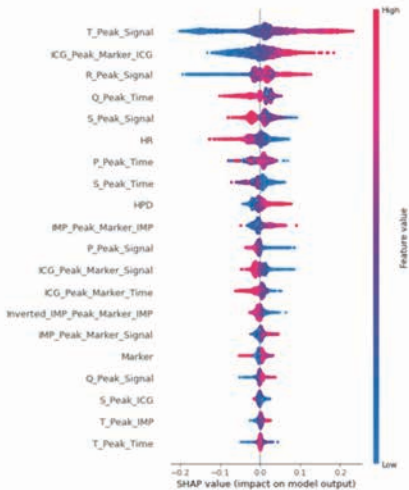
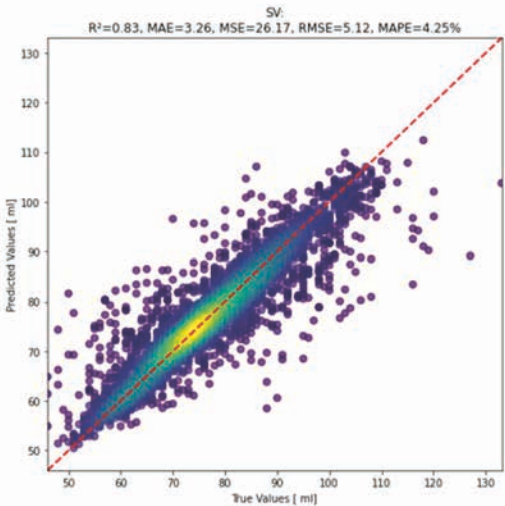
**Key values for the ECG, IMP and ICG signal and connection to PEP and LVET value.**  
Own presentment



**Extracted heartbeats with peak selection by wavelet transformation for the characteristic points of the ECG**  
Own presentment



**Deep Learning-model for SV prediction with an R2 of 0.82 and with SHAP values for model explainability.**  
Own presentment



Advisor

Prof. Dr. Christoph Würsch

Co-Examiner

Prof. Dr. Jens Ulmer, Buchs, St.Gallen

Subject Area

Data Science

# All You Need is Graph-Based RAG

# Grounding Retrieval Augmented Generation with Knowledge Graphs

## Graduate Candidate



## Philipp Josef Vetter

**Introduction:** This master thesis proposes and evaluates a retrieval-augmented generation (RAG) model that uses technology patents as a source of information. Extracting and interpreting complex information from unstructured text poses significant challenges for Large Language Models (LLMs), even when using advanced techniques like Retrieval Augmented Generation (RAG) with vector databases. To address this, the thesis presents a novel hybrid approach to RAG, which combines Knowledge Graph and vector database based techniques.

**Approach / Technology:** The thesis consists of two parts: the first part extracts knowledge from patent claims using a large language model and integrates this knowledge into a graph database; the second part develops a RAG model that combines vector similarity and graph queries to retrieve relevant sub-graphs from the knowledge graph and use them to answer questions.

**Result:** The thesis demonstrates that the hybrid method can enhance question-answer systems, improving the accuracy and contextual relevance of information extraction from technology patents. It also demonstrates that LLMs can assist in the construction of knowledge graphs.

**Example of a subgraph of a patent.**

Source\_: Author



## A knowledge graph ontology.

Own presentment



### Advisor

**Dr. Shao Jü Woo**

Co-Examiner

**Dr. Peter Reiter**

Subject Area

## Data Science

# Automatische Bewertung von Turnübungen im Bereich Sprung

## Diplomand



Robin Weiss

**Einleitung:** Um sich im Turnen weiterzuentwickeln, sind intensives Training und hochwertiges Feedback unerlässlich. Gutes Feedback erfordert viel Erfahrung, was kleinere Vereine mit weniger erfahrenen Turnern benachteiligt. Um diesen Nachteil auszugleichen, wäre ein automatisches Feedback-System von grosser Bedeutung. In den letzten Jahren haben KI-gestützte Algorithmen im Bereich der Human Pose Estimation (HPE) – der Erkennung menschlicher Posen – enorme Fortschritte gemacht und könnten hier Abhilfe schaffen.

**Vorgehen:** Um Videos automatisch aufzuzeichnen, wurde ein Setup mit vier Kameras installiert. Mit diesem System konnten verschiedene Sprünge aufgezeichnet werden, die anschliessend von Wertungsrichterinnen und Wertungsrichtern bewertet wurden. Durch Kalibrierung der Kameras, den Einsatz geeigneter HPE-Algorithmen und einer Triangulation konnten die 3D-Positionen der Gelenke der Turnerinnen und Turner ermittelt werden. Diese Positionsdaten wurden analysiert, um die einzelnen Phasen der Sprünge zu erkennen. Anschliessend wurden die Daten zu Key Performance Indicators (KPIs) verarbeitet, welche wichtige Informationen wie die Körperspannung der Extremitäten und die Höhe eines Sprungs enthalten. Mithilfe dieser KPIs wurden Machine-Learning-Modelle trainiert, um eine automatische Bewertung der Sprünge zu generieren.

**Ergebnis:** Es wurde ein System entwickelt, das die Aufzeichnung von Sprüngen im Training ermöglicht und automatisch Feedback erteilt. Dieses Feedback enthält wichtige Informationen, welche Turnerinnen und Turner nutzen können, um ihre Leis-

tung zu verbessern. Zusätzlich werden alle 3D-Daten gespeichert, sodass eine spätere Bewertung durch Wertungsrichterinnen und Wertungsrichter möglich ist. Durch den modularen Aufbau des Systems können Algorithmen jederzeit ausgetauscht werden, wodurch zukünftige technologische Fortschritte problemlos integriert werden können.

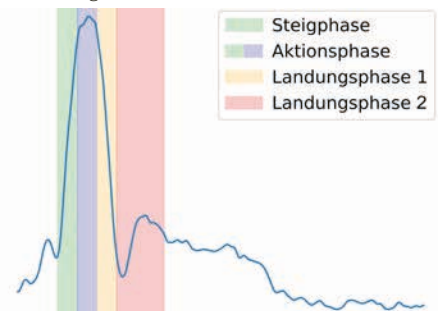
## Strecksprung in einer Turnhalle

Eigene Darstellung



## Automatisch erkannte Sprungphasen anhand von 3D-Gelenkdaten

Eigene Darstellung



## Kalibrationskonstruktion aufgebaut in einer Turnhalle

Eigene Darstellung



## Referent

Hannes Badertscher

## Korreferent

Gabriel Sidler, Teamup Solutions AG, Uster, ZH

Themengebiet  
Data Science

# Harmonization of Physical Asset Data

## Leveraging Knowledge Graphs with a Semantic Approach using RDF and SHACL

Graduate Candidate



Marco Fuchs

**Introduction:** As the asset management of the electricity transmission grid becomes increasingly digitalized, more and more data is being collected from various distributed systems. This data serves as a foundation for analysis and automated business processes. This demand requires robust data management and raises the concern for better data quality, leading to the need for automated data validation. This thesis explores the harmonization of physical asset data through a semantic approach using RDF and SHACL.

**Approach / Technology:** The thesis addresses the challenges faced by Swissgrid in managing diverse and distributed asset information and proposes a linked data approach to analyze data quality to improve data validation and integration.

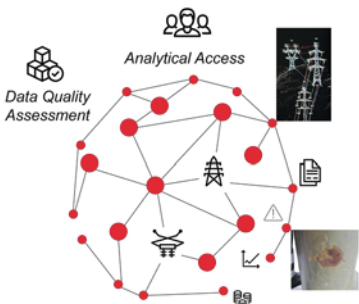
The first objective is to provide a foundation for the use of RDF and SHACL to establish an automated data validation process that ensures compliance with defined standards. Through the development of a conceptual framework and a proof-of-concept implementation of the validation workflow, it is demonstrated how data quality can be analyzed and evaluated. A method called SHACler has been developed to automatically generate SHACL shapes from the Object Type Library to streamline the validation process.

**Conclusion:** The developed concept allows to validate different views and maturities of the data model, which is of particular interest for the validation of decentralized data stores and in the application of Linked Building Data. While SHACL has proven to be

highly effective for base validations, it has limitations for complex validation methods. To address this, a method was developed to incorporate complex validations into the semantic validation process enabling the use of custom written constraint functions in Python. The findings highlight the potential of linked data technologies to facilitate a better digital representations of our physical infrastructure.

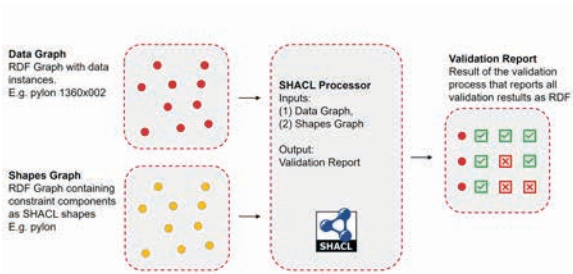
### Asset Knowledge Graph

Own presentation



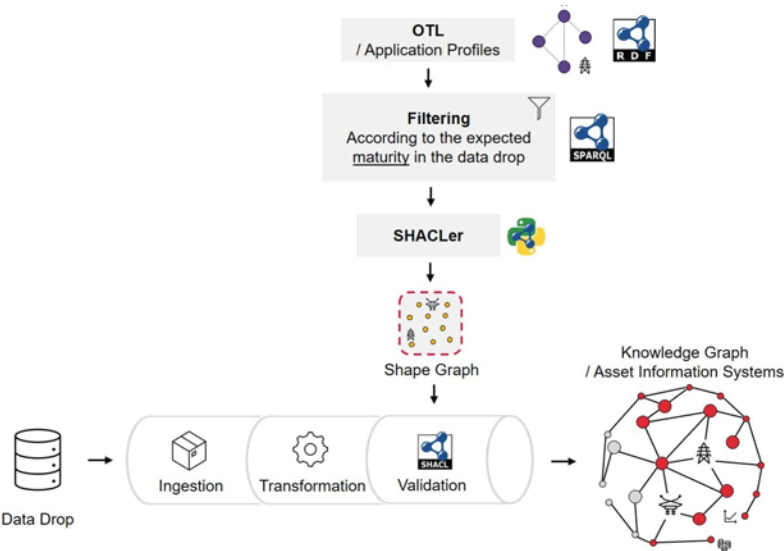
### RDF Data Validation Process with Data- and Shape Graph

Own presentation



### Data Validation for different Views and Data Maturities

Own presentation



Advisor

Dr. Shao Jü Woo

Co-Examiner

Dr. Kathrin Plankensteiner

Subject Area

Data Science,  
Computer Science

Project Partner

Swissgrid AG, Aarau,  
Aargau

# Applying Unsupervised Algorithms for Changepoint Detection in Manufacturing Data

## Diplomand



Stefan Keller

**Einleitung:** Im Zeitalter von Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge (IoT) fallen in industriellen Prozessen enorme Datenmengen an. Viele Unternehmen sammeln und speichern diese Daten, stehen jedoch oft vor der Herausforderung, deren volles Potenzial auszuschöpfen. Dabei könnten diese Daten durch fortschrittliche Analysen in wertvolle Erkenntnisse umgewandelt werden. Eine häufige Schwierigkeit besteht darin, dass die Datenmengen so gross sind, dass es kaum möglich ist, einen umfassenden, gelabelten Datensatz zum Trainieren eines Klassifikators zu erstellen. Daher ist der Bedarf an unsupervised Methoden offensichtlich. Diese Methoden sind entscheidend, um Daten analysieren und Muster erkennen zu können, ohne auf vordefinierte Labels angewiesen zu sein.

Die Daten bestehen aus Sensordaten, die durch einen Prozess erzeugt werden, bei dem für jedes hergestellte Teil ein Datenpunkt aufgezeichnet wird, z. B. die maximal erforderliche Kraft bei einem Fügeprozess. Die wiederholte Durchführung dieses Prozesses erzeugt eine Zeitreihe, die das zeitliche Verhalten der Messgrösse darstellt. Diese Zeitreihe enthält naturgemäss ein Rauschen, das durch Faktoren wie Toleranzen und Messungenauigkeiten verursacht wird. Die zentrale Frage dabei ist, wann sich die Zeitreihe so verändert, dass Handlungsbedarf besteht. Das bedeutet, die Messgrösse zeigt Schwankungen, aber ab welchem Punkt wird eine solche Schwankung als signifikante Änderung interpretiert, die auf eine mögliche Abweichung oder Störung im Prozess hinweist? Es gilt zu bestimmen, ab wann eine Verschiebung in der Messgrösse nicht mehr als zufällige Variation, sondern als bedeutsamer Changepoint betrachtet werden sollte, der Massnahmen erfordert.

**Ziel der Arbeit:** Ziel dieser Arbeit ist es, den aktuellen Stand von unsupervised Algorithmen zur Erkennung von Changepoints in Zeitreihen zu analysieren, indem verschiedene Algorithmen an einem realen Datensatz getestet werden. Über mehrere Wochen hinweg wurden Sensordaten gesammelt und annotiert, um die Übereinstimmung der Vorhersagen der Algorithmen mit den Einschätzungen eines Experten zu überprüfen. Ein Evaluierungsschema wird entwickelt, um die Leistung der Algorithmen zu bewerten. Darüber hinaus wird eine Reihe von heuristischen Regeln vorgeschlagen, um die identifizierten Changepoints hinsichtlich ihrer Kritikalität und Bedeutung zu klassifizieren.

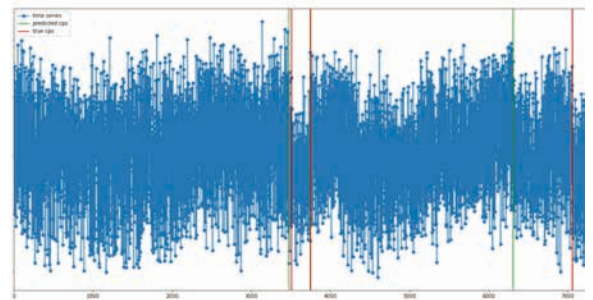
**Vorgehen:** Die Untersuchung der Zeitreihen erfolgt auf einer abstrakten Ebene, unabhängig vom spezifischen zugrundeliegenden Prozess oder Sensortyp, und ist auf einen allgemeinen Anwendungsfall

ausgerichtet. Dieser Ansatz gewährleistet eine hohe Vielseitigkeit und Anwendbarkeit in verschiedenen Szenarien und Branchen. Dadurch können verallgemeinerte Methoden und Rahmenwerke entwickelt werden, die sich flexibel an unterschiedliche Kontexte anpassen lassen. Dies verbessert die Skalierbarkeit und Praktikabilität von Methoden zur Erkennung von Changepoints und macht sie für eine breite Palette von Anwendungen nutzbar.

In den Abbildungen sind drei beispielhafte Zeitreihen mit gelabelten Changepoints (rot) und vorhergesagten Changepoints (grün) dargestellt.

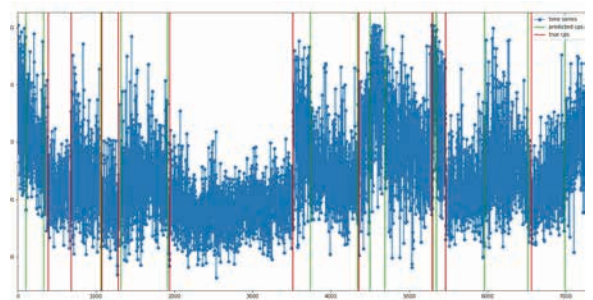
**Eine Schwierigkeit liegt im Labeln der Daten, da kein festes Kriterium existiert, ab wann eine Änderung signifikant ist.**

Eigene Darstellung



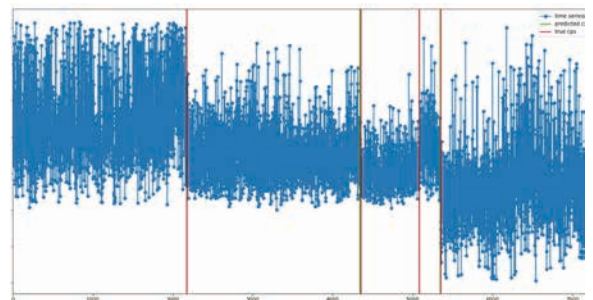
**Die Vorhersagen stimmen im Allgemeinen gut mit den Experteneinschätzungen überein.**

Eigene Darstellung



**Bedeutende Changepoints werden fast immer korrekt erkannt.**

Eigene Darstellung



## Referent

Prof. Dr. Carlo Bach

## Korreferentin

Dr. Kathrin Plankensteiner,  
Fachhochschule Vorarlberg

## Themengebiet

Data Science,  
Computer Science

# Dynamic Portfolio Management Driven by GNNs and Reinforcement Learning

## Leveraging LLMs for Alternative Data Extraction from News and SEC Filings

Graduate Candidate



Sri Ram Kalyan Venkat Kovela

**Introduction:** Active portfolio management constitutes one of the most important and challenging decision-making processes in the financial industry. It involves allocating dynamically a certain amount of capital into a portfolio of assets, with the objective of maximizing the profits constrained to a given risk level, thereby outperforming a passively managed portfolio. In this master's thesis I explored the use of Reinforcement Learning (RL) to address the complex challenge of active stock portfolio management. The model advances beyond conventional approaches based on market data by integrating alternative data sources, including unstructured textual data from stock news. Large Language Models (LLMs) are utilized to extract meaningful insights from this unstructured data, transforming vast amounts of unstructured information into valuable inputs that enhance the allocation model's decision-making process. To better capture the relationships between assets, the model replaces the traditional Pearson correlation with quantile correlation, which measures tail dependence. This approach is expected to reduce portfolio risk more effectively by accounting for extreme market movements.

**Approach:** Several types of financial data were considered in this work, including text data. In order to get sentiment scores from the SEC filings, FIN GLM 6b was fine-tuned on SEC filings. As the pricing data for the securities is daily, later it was decided to include the daily news data for the stocks and use the text as their embeddings instead of a sentiment score. The stock price dataset for ~200 securities along with their fundamentals information from 2016-01-01 to 2024-04-01 (yyyy-mm-dd) was considered and trained on two different models i.e. THGNN and GPM. The embeddings were obtained using an API from JINA. Dimensionality reduction on the embeddings was performed using PCA. Back Testing was done on several time periods and market scenarios and thus the performance of the models was evaluated.

**Conclusion:** The performance metrics of our trained FIN CHAT GLM 6-B model was within 5% of the performance of the FINGPT 13-B V3.1 model when tested against four different standard financial text benchmarks. This proves that smaller language models trained on robust datasets achieve performance matching that of larger models even with more than double the parameters. Though the THGNN didn't yield good results, GPM generated some interesting ones. We were able to achieve Maximum Draw Down of less than 10% when tested on data before the covid market crash. We have displayed that with the

combination of pricing, fundamentals and news, we can achieve good predictive performance. Though the quantile correlation which could have supported better in the extreme market events like covid, processing that knowledge as a part of compressed node embeddings instead of directly through the model training could have had their effect reduced, which can be looked into for future work.

Fig 1- GPM, Model Architecture  
<https://doi.org/10.1016/j.neucom.2022.04.105>

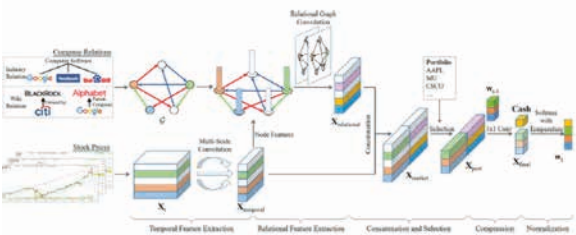


Fig 2- Performance of the GPM model.  
Source: Own Representation

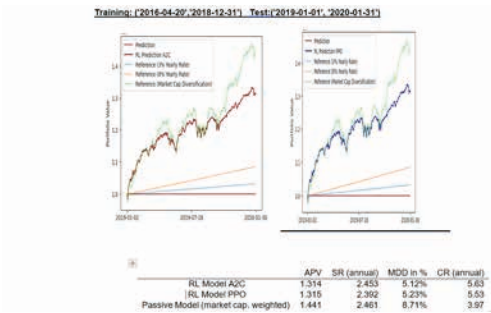
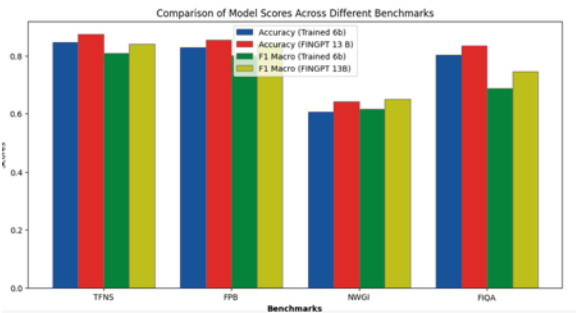


Fig 3- Performance of the trained FIN CHAT GLM -6B model  
Source: Own Representation



Advisor  
Dr. Shao Jü Woo

Co-Examiner  
Dr. Peter Reiter

Subject Area  
Data Science,  
Computer Science

# Unsupervised Graph Anomaly Detection in a Large Payment Transaction Network

Graduate Candidate



Roman Loop

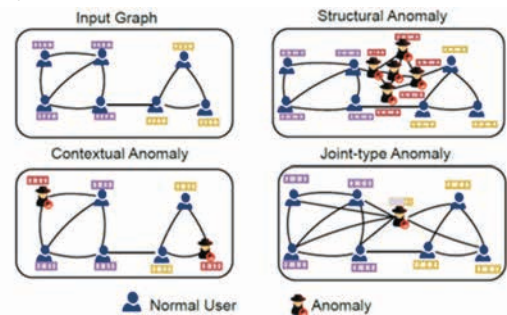
**Introduction:** In the ever-changing world of financial transactions, identifying and interpreting anomalies is crucial for maintaining the integrity, security, and stability of financial systems. Anomaly detection systems have traditionally been rule-based or machine learning based, trained on tabular data. However, these systems are constrained in their capacity to identify complex relationships within a financial transaction network. In recent years, Graph Neural Networks (GNNs) have redefined anomaly detection by harnessing the relational structures present in graph data. This inherent capability to model complex relationships and dependencies empowers GNNs as potent tools for anomaly detection.

**Approach / Technology:** This study involves transforming a comprehensive payment transaction dataset into a graph, where nodes represent entities such as accounts or transactions, and edges represent the relationships between them. Many novel graph anomaly detection models have been published recently. This thesis focuses on two of these models: DOMINANT (Deep Anomaly Detection on Attributed Networks) and CONAD (Contrastive Anomaly Detection). Both models utilize an encoder-decoder architecture, using reconstruction errors as anomaly scores. However, CONAD incorporates well-known anomaly patterns, transforming the unsupervised learning task into a self-supervised one.

**Conclusion:** Although the research field of GNN-based anomaly detection is highly active and has made significant progress in recent years, it is still in its infancy regarding industrial adoption. The defined objective was to apply GNN-based anomaly detection models to a large transaction graph comprising millions of transactions, aiming to detect anomalies within this network.

This thesis overcame the inherent scalability limitations of the DOMINANT and CONAD models by enabling them for outer loop mini-batch training. However, the study clearly demonstrated the limitations of these approaches. The two most significant issues are the lack of explainability in the results, and the constrained adaptability of state-of-the-art GNN-based approaches to the underlying graph.

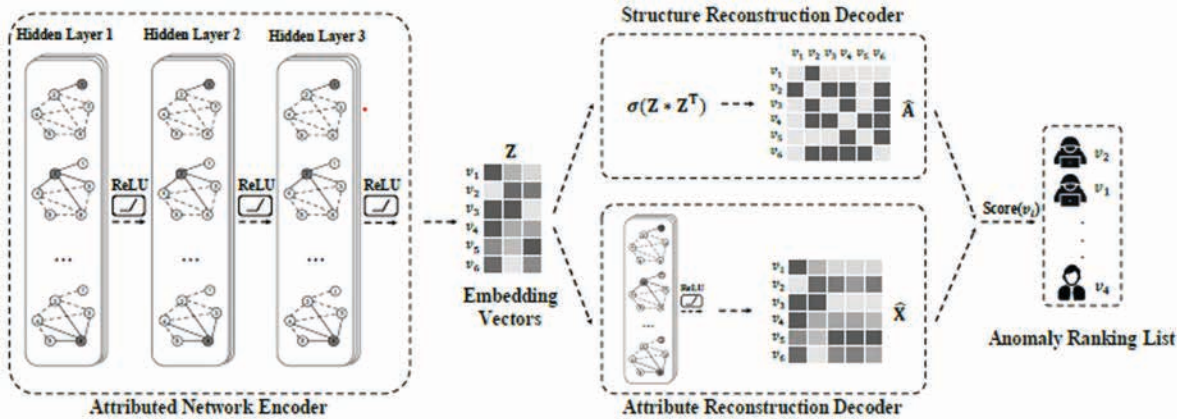
**Anomaly Types**  
A. Roy, et al, GAD-NR, 2024



**Detected Anomaly**  
Own presentation



**DOMINANT Framework**  
K. Ding, et al, DOMINANT, 2019



**Advisor**  
Dr. Shao Jü Woo

**Co-Examiner**  
Christian Büchel, LGT  
Financial Services AG,  
FL-9490 Vaduz

**Subject Area**  
Data Science,  
Computer Science

# LLM powered autonomous agents driven simulation of stock markets

## Assessing the effectiveness and limitations of LLM-based trading strategies in a simulated stock market environment

Graduate Candidate



Micha Luginbühl

**Introduction:** Since the 1970s, the integration of computer science into trading has significantly evolved, from basic rule-based systems to the advanced application of machine learning and AI in algorithmic trading. Noteworthy among recent advancements are Large Language Models (LLMs), which have opened new possibilities for trading through their capability to analyze diverse data sources impacting the stock market. This thesis explores a novel approach using LLM-based autonomous agents for stock market simulations. These agents are autonomous, AI-powered programs driven by LLMs, designed to perform complex tasks by emulating human cognitive functions such as memory, planning, and decision-making. They can analyze vast amounts of data, interpret contextual information, and interact dynamically within their environments to achieve predefined goals. In this thesis, LLM agents emulate the roles of human traders and portfolio managers, processing various types of financial data to generate trading signals and execute trades in a simulated stock market environment. The aim is to evaluate whether these agents can develop effective and profitable investment strategies.

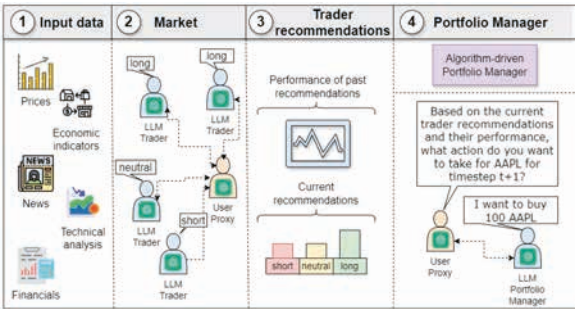
**Approach:** This work introduces a novel simulation framework for the stock market where human traders are represented by autonomous LLM agents that analyze input data. The input data is categorized into seven components: Stock News, Prices and Volumes, Technical Analysis, Financials, General News, Economic Indicators, and Miscellaneous. The data for these components was preprocessed and is ultimately presented to the LLM traders in form of a natural language prompt. After analyzing the input data, the LLM traders generate recommendations indicating the type of position they want to hold for the next timestep (long, short, or no position). To do this, the LLM traders must use tools that were provided to them. These tools are essentially Python functions which the LLM agent use to interact with the simulation environment. Using a backtesting approach, traders receive feedback on their recommendations, enabling them to improve over time.

Additionally, two types of portfolio managers were part of the simulation framework: one driven by LLMs and one based on a simple trading algorithm. Portfolio managers make decisions to buy, hold, or sell stocks. These decisions are based on the trader recommendations provided for the current timestep, as well as the past performance of every LLM trader. Each portfolio manager operates with an initially empty portfolio and a specified amount of starting capital, aiming to maximize profit.

**Result:** During the model selection phase, experiments were conducted with various proprietary and open-source LLMs. Ultimately, OpenAI's most cost-efficient model, GPT-3.5 Turbo, was chosen as the backbone for the LLM agents. Although LLM agents are still in their infancy and face significant limitations – such as high inference times, elevated costs, limited context length, rate limits, hallucinations, and model-specific issues – this study demonstrates the feasibility of simulating the stock market using autonomous LLM agents. Reasoning traces revealed that LLM agents occasionally misjudged input data or made incorrect assumptions, likely due to the limitations of the model used. Despite these challenges, both types of portfolio managers achieved positive performance in the simulation, although it was below the benchmark.

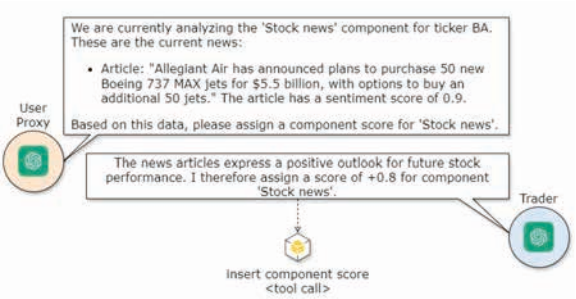
### High level overview of the simulation architecture.

Own presentment



### Sample conversation between LLM agents when analyzing recommendation components.

Own presentment



### Comparison of the total portfolio value between the two types of portfolio managers.

Own presentment



Advisor  
Dr. Shao Jü Woo

Co-Examiner  
Ursula Engler Larson,  
LGT Financial  
Services AG, Vaduz,  
Liechtenstein

Subject Area  
Data Science,  
Computer Science,  
Business Engineering

Project Partner  
LGT Financial  
Services AG, Vaduz,  
Liechtenstein

# Machine Learning Pipeline for Deep Learning Anomaly Detection Models

Graduate Candidate



Fabian Germann

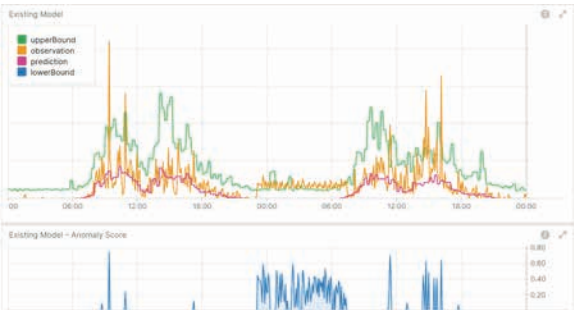
**Introduction:** Anomaly detection in time series is a critical process for maintaining the reliability and performance of Swisscom’s infrastructure. With the increasing size and complexity of Swisscom’s operations, a growing number of time series are being monitored. In response to this development, the interest in algorithms capable of providing anomaly detection for multiple time series and supporting multivariate data has led to a series of research projects. One such project, focusing on leveraging neural networks to detect anomalies in time series, resulted in a working prototype based on the temporal neural network (TCN) architecture.

**Objective:** The primary objective of this thesis is the operationalization of the TCN model, i.e., make it available in Swisscom’s anomaly detection platform. The project started with analyzing the requirements, followed by designing and implementing the changes needed to support the new model. This report documents architectural decisions and key implementation details. Furthermore, insights from system and performance tests are presented.

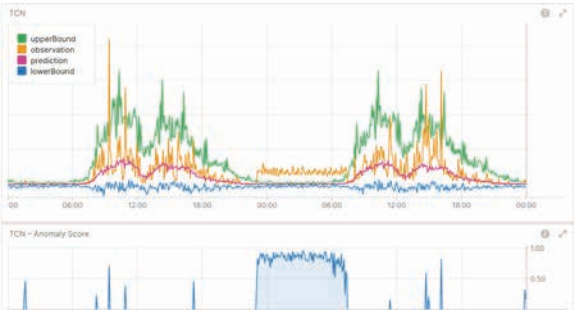
**Result:** In this project, Swisscom’s anomaly detection system was successfully extended by the TCN model, allowing global and multivariate time series forecasting models to be used for detecting anomalies in time series. Existing components were leveraged to minimize operational costs and ensure consistency. The design was intentionally kept generic to accommodate the implementation of further deep learning forecasting models yet avoided speculative generality. Therefore, one of the notable strengths of the system is its extensibility. The architecture enables

project isolation, providing a robust system for managing time series from different stakeholders simultaneously without interference. Last but not least, the decoupling of the forecasting model and the pipeline orchestration facilitates easy integration into other environments, aligning well with Swisscom’s strategy of transitioning the anomaly detection platform to the AWS cloud.

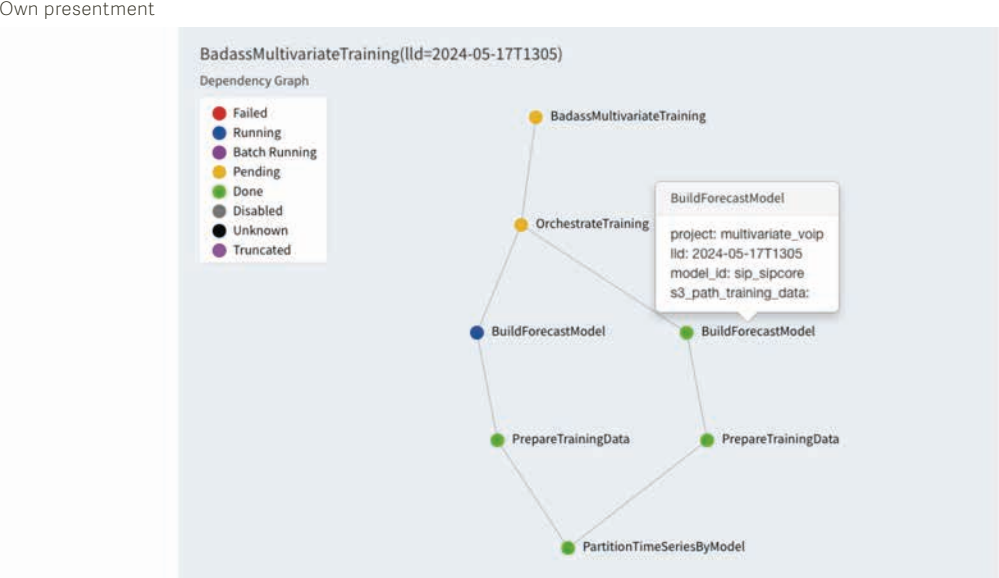
Model comparison dashboard showing the existing model  
Own presentment



Model comparison dashboard showing the TCN model  
Own presentment



Dependency graph of the training pipeline  
Own presentment



Advisor  
Prof. Oliver Augenstein

Co-Examiner  
Maxime Darçot,  
Swisscom AG

Subject Area  
Data Science,  
Computer Science,  
Software and Systems

Project Partner  
Swisscom AG

# Crowdsourcing Bridge Dynamics

## Using Smartphone Vehicle Trips

Graduate Candidate



Patrik Müller

**Introduction:** Structural Health Monitoring (SHM) is essential for ensuring the safety and longevity of bridges and infrastructure. While SHM has traditionally relied on specialized sensors like geophones and accelerometers, there is increasing interest in using smartphones, which are widely available and equipped with advanced sensors, for SHM tasks. This thesis investigates the application of both traditional sensors and modern smartphones for monitoring the dynamic behavior of bridges, aiming to provide a scalable and accessible solution for SHM. The research also includes the development of a dedicated web application to facilitate data collection from smartphones during planned measurements.

**Approach:** The research began with the reactivation and validation of geophones developed at OST, which served as reference sensors in a series of controlled experiments. In parallel, a web application was developed and deployed on Microsoft Azure, designed to support the collection of acceleration, rotation rate, orientation, and GPS data from smartphones. Although the application currently supports only active measurements, it was built with scalability in mind, allowing for future enhancements such as automated monitoring features. A wavelet-based algorithm was implemented to analyze data collected from smartphones inside vehicles, in addition to Frequency Domain Decomposition (FDD) and Stochastic Subspace Identification (SSI) for traditional SHM tasks. The performance of geophones and smartphones was compared across various experimental settings, including laboratory tests, small bridge assessments, and railway bridge evaluations.

**Result:** The geophones were successfully reactivated, demonstrating good accuracy in measuring frequency and damping characteristics in real-world environments. However, issues such as time synchronization errors and spurious mode detection in more complex field settings indicated the need for further investigation and potential redesign of the geophones. The web application performed reliably in all experiments, effectively supporting data collection from smartphones placed both on structures and inside vehicles. The smartphone measurements yielded promising results, confirming their potential as a viable tool for SHM. The wavelet-based algorithm proved effective in analyzing data from mobile sensors, while FDD and SSI produced nearly identical results, validating their applicability for modal analysis. Overall, this thesis establishes a strong foundation for the continued development and use of both traditional and modern SHM techniques, with recommendations for future research directions.

Advisor  
Hannes Badertscher

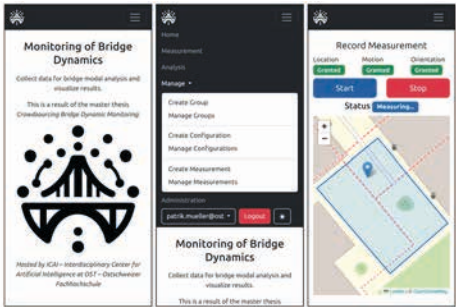
Co-Examiner  
Gabriel Sidler, Teamup  
Solutions AG, Uster, ZH

Subject Area  
Data Science, Electrical  
Engineering

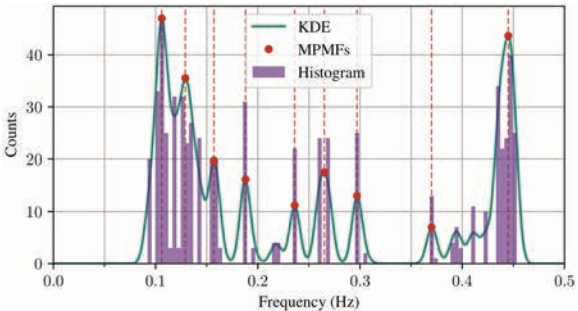
Geophone  
Own presentment



Screenshots of web application  
Own presentment



Estimation of most probable modal frequencies of the Golden Gate Bridge  
Own presentment





## Electrical Engineering

**Im Profil Electrical Engineering bietet die OST die folgenden fünf Studienschwerpunkte an:**

- Sensorik und Mikroelektronik
- Embedded Systems – Hard- und Software
- Digitale Signal- und Bildverarbeitung
- Systemdynamik und Regelungstechnik
- Kommunikations- und Informationssysteme

### Beteiligte Institute

- ESA Institut für Elektronik, Sensorik und Aktorik
- ICOM Institut für Kommunikationssysteme
- IES Institut für Energiesysteme
- IMES Institut für Mikroelektronik und Embedded Systems
- ICAI Interdisciplinary Center for Artificial Intelligence

# Demonstration of synchronized, galvanically isolated measurement devices

Graduate Candidate



Thomas Rath

**Introduction:** Synchronization of measurements is important in many electrical engineering applications where parameters are measured using separate devices or channels.

For example, accurate time bases are needed for measurement of phase delay in RF systems and voltage measurements across transformer terminals. In high-voltage systems, galvanic isolation is required for safety and functionality.

Vector network analyzers (VNAs) are a typical example of devices with two channels that must remain synchronized to achieve precise phase measurements.

This thesis develops a data communication system for one base unit and two measurement channels, focusing on the communication protocol and absolute time synchronization.

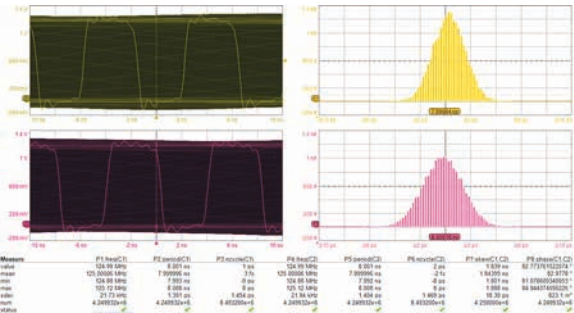
**Approach:** Synchronizing a device to the received signal is challenging because the signal delay through the fiber-optic cable from the base to the channel cannot be compensated, as it is unknown. A measurement of the phase shift between the base and measurement channel can be achieved using a DDMTD phase detector at the base.

Measuring the total time offset requires communication between the base and measurement channel. By exchanging packets with timestamps between the units, the time offset can be calculated. This allows for the determination of the total time offset and the phase shift between the unit's clocks.

**Conclusion:** Many of the concepts explored in this thesis were successfully implemented. However, further efforts are necessary to address the remaining challenges and fully realize the proposed system's potential.

## Measurement of clock jitter

Own presentment



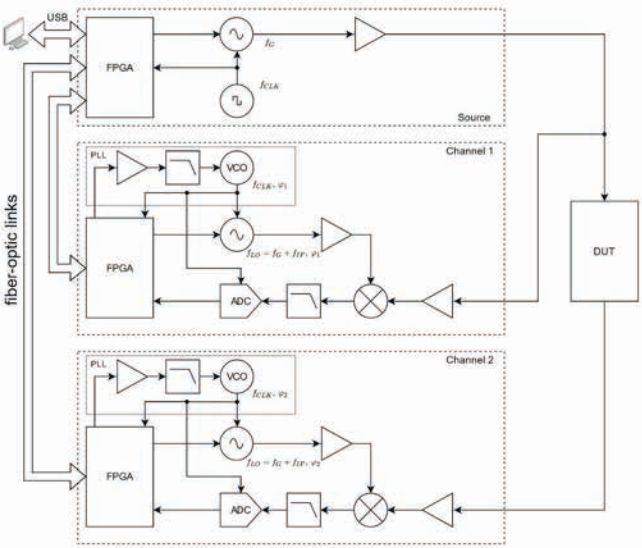
## Picture of realized prototype

Own presentment



## Block diagram: isolated Vector-Network-Analyzer (VNA) concept

Own presentment



Advisor

Prof. Guido Piai

Co-Examiner

Prof. Laszlo Arato

Subject Area

Electrical Engineering

Project Partner

OMICRON electronics

GmbH, Klaus,

Österreich



## Energy and Environment

**Im Profil Energy and Environment bietet die OST die folgenden drei Studienschwerpunkte an:**

- Elektrische Energietechnik
- Thermische Energietechnik
- Umwelttechnik

### Beteiligte Institute

- IES Institut für Energiesysteme
- IET Institut für Energietechnik
- SPF Institut für Solartechnik
- UMTEC Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik
- WERZ Institut für Wissen, Energie und Rohstoffe  
Zug

# Analysis of ice build-up on the evaporator of an externally installed heat pump

Graduate Candidate



Philipp Ellmann

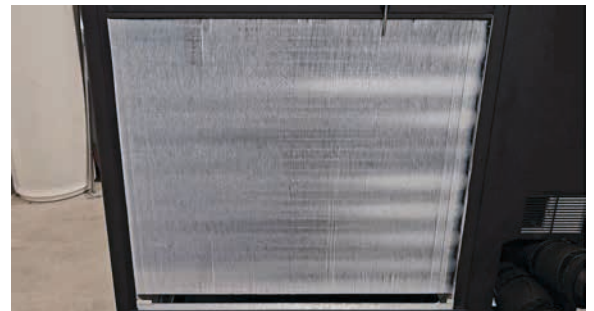
**Introduction:** Ice on the evaporator of an air source heat pump leads to reduced efficiency. Ice acts as an insulator and impairs heat transfer between air and heat exchanger. At temperatures below 5°C and relative humidity above 50%, ice can form on the heat exchanger (see Figure 1). In this thesis, the behaviour of the ice build-up was investigated and various methods were analysed to measure the ice build-up. The methods based on enthalpy difference, pressure loss, air velocity and air volume flow were analysed and compared with the measured ice mass increase.

**Approach:** A measurement setup was constructed and implemented in order to carry out the comparisons. The heat pump was measured in the climate chamber with 44 test points. The test points differed in temperature and relative humidity of the environment, the heating capacity (set by the compressor speed), the water flow exit temperature and the defrosting time. Measurements were also carried out in part load operation. Over 120 ice build-up and defrosting cycles were recorded. Figure 2 shows an example of a test with the transient phase of the climate chamber at the beginning and then three frosting and defrosting cycles.

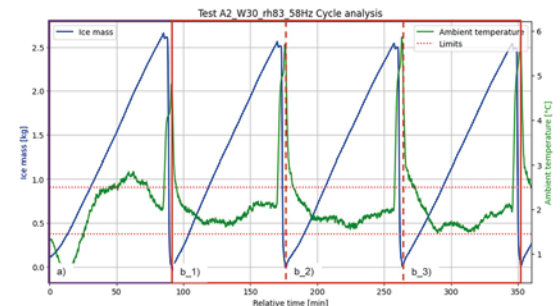
**Conclusion:** The measurement methods were compared based on their correlation to the ice-build up. The method based on pressure difference shows the best results. In figure 3, the mean values of different standard tests are shown. Up to 1 – 1.5 kg ice, a prediction can be conducted via the average pressure difference increase. After this, the fan enters the stall region and it is no longer possible to establish a clear dependency. In this work the main focus was on ana-

lysing the measurement data on the air side. Future investigations could benefit from examining the refrigerant side as well.

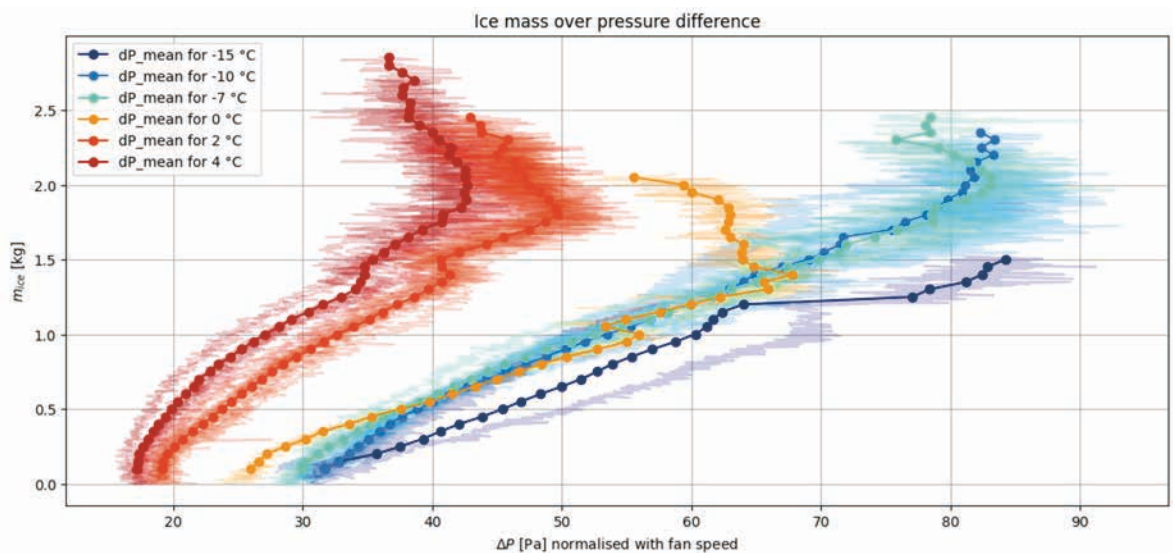
**Figure 1: Evaporator of the heat pump covered in ice**  
Own presentation



**Figure 2: Example test with different cycles (transient a) and ice build-up cycle b))**  
Own presentation



**Figure 3: Comparison of pressure difference to measured ice mass**  
Own presentation



Advisor

Prof. Stefan Bertsch

Co-Examiner

Daniel Kalberer, FEKA-Energiesysteme AG, Bad Ragaz, St.Gallen

Subject Area

Energy & Environment

Project Partner

Diehl AKO Stiftung & Co. KG, Wangen im Allgäu, Germany

# Verschleissanalyse der Druckluftkompressoren der Ge 4/4 II-Lokomotiven der Rhätischen Bahn

## Diplomandin



Raffaella Menet

**Einleitung:** Im Rahmen dieser Masterarbeit wurden die Verschleissprobleme der Druckluftkompressoren auf den Elektrolokomotiven des Typs Ge 4/4 II der Rhätischen Bahn AG (RhB) analysiert und geeignete Lösungsansätze entwickelt. Zur Ursachenabklärung der Verschleissprobleme wurde ein Kompressoraggregat im Labor vermessen. Die Untersuchungen im Labor ermöglichten es, die Funktionsfähigkeit des Kompressoraggregats bei kontrollierten Betriebsbedingungen zu überprüfen und die Wirksamkeit möglicher Konzepte zu testen.

Des Weiteren wurde ein Modell des Druckluftkompressors zur Vorhersage der Ölsumpf- und Zylinderaustrittstemperaturen erarbeitet. Dies ermöglichte es, ein umfassendes Verständnis des Wärmemanagements zu entwickeln. Die Aussagekraft des entwickelten Modells wurde durch die Anwendung auf einen Datensatz von zwei Kältemittelverdichtern mit 700 Messpunkten auf die Probe gestellt.

**Ergebnis:** Die Untersuchungen haben ergeben, dass eine Fehlfunktion der Visko-Kupplung, welche das Lüfterrad mit der Welle des Kompressors verbindet, zu deutlich reduziertem Luftdurchsatz und somit zu reduziertem Wärmeabtransport führte. Die Temperaturen im Kompressoraggregat, konkret in den Zylindern sowie im Ölsumpf, stiegen so auf ein Niveau ausserhalb des erlaubten Bereiches. Die Schmierfähigkeit des Öls nahm durch die zu niedrige Viskosität bei höheren Temperaturen stark ab und führte zu Verschleiss an Kolben und Zylinderlaufflächen. Im Labor wurden mit einer defekten Visko-Kupplung im Ölsumpf Temperaturen von über 110 °C gemessen. Mit einer intakten Visko-Kupplung wurden bei gleichen Betriebsbedingungen Temperaturen von ca. 90 °C gemessen, welche auch mit den Referenzwerten übereinstimmten.

Zur Lösung des Problems wurden die Visko-Kupplungen durch starre Verbindungen ersetzt. Durch diese Massnahme wird einerseits der Luftdurchsatz maximiert und andererseits werden unentdeckte Ausfälle der Visko-Kupplungen vermieden. Vier Lokomotiven werden mit Messaufbauten ausgestattet, sodass die Umbaumassnahmen überwacht werden können und Betriebsstörungen frühzeitig erkannt werden.

Die Anwendung des Modells zur Berechnung der Öl- und Heissgastemperaturen von Kältemittelverdichtern hat ergeben, dass die Heissgastemperatur für die drei Messreihen mit einem mittleren absoluten Fehler von 1,3 K bis 1,7 K und die Oberflächentemperatur des Ölsumpfs mit einem mittleren absoluten Fehler von 2,4 K bis 5,0 K vorhergesagt wird.

## Referent

Prof. Dr. Daniel Gstöhl

## Korreferent

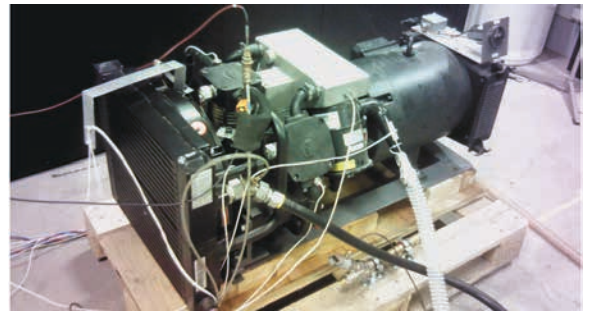
Daniel Kalberer, FEKA-Energiesysteme AG, Bad Ragaz, St.Gallen

## Themengebiet

Energy & Environment

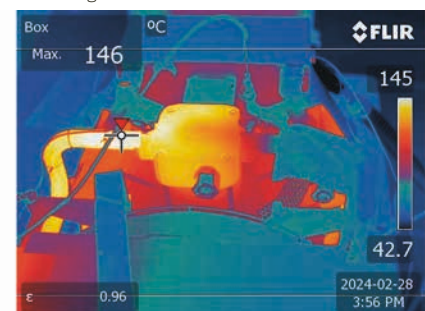
## Messaufbau für die Labormessungen am Druckluft-Kompressoraggregat

Eigene Darstellung



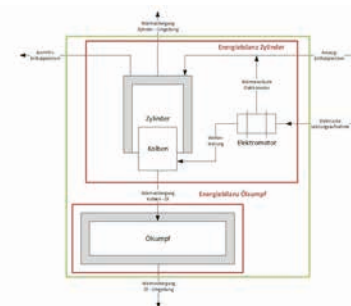
## Aufnahme des Hochdruckzylinders mit der Wärmebildkamera

Eigene Darstellung



## Modell zur Vorhersage der Öl- und Heissgastemperaturen von Kältemittelverdichtern

Eigene Darstellung



# Zero-Sequence Impedance in the Low-Voltage Grid of SAK

## Graduate Candidate



Davide Rodoni

**Introduction:** The firm SAK is in charge of a large amount of the low-voltage grid in St.Gallen and Appenzell, and they are responsible for 1300 trafo stations. To determine the short-circuit current of phase-to-ground faults grid simulation are performed daily. These results are used to adjust the safety devices for the grid. It was observed, however, that the simulations were different from the measurements done on the distribution boxes. The error was not constant: in some cases the simulation resulted in a current much lower than the measured one, but also the opposite happened. In this project several possible explanations for this difference are explored.

**Approach:** The initial hypothesis was that the simulation model was not correctly simulating the return current in the ground, and although a difference between the old library and those determined via the cable geometry was found, the model was correctly applying the symmetrical components theory and with the correct cable setup, i.e. cables where the screen is grounded in each distribution box. The biggest error in the model was the inclusion of cables with four conductors as SAK almost exclusively relies on cables with only three wires. Once this blunder was corrected, the results of the simulation were almost identical with the initial model. The only cable type that was clearly wrong was for cables with screens around each conductor and the new values were substituted in the Neplan Library. Since the theory behind the model was sound, the influence of external factors, like soil resistivity and cable temperature, was also investigated. The soil resistivity can drastically change depending on the ground composition, but its influence over the cable impedance is minimal even at extreme values, therefore the standard  $100\Omega\text{m}$  can always be used. In summer the ground tends to be at a temperature around  $15^\circ\text{C}$ , while in winter it falls to circa  $5^\circ\text{C}$ . The cable temperature can also drastically increase when under heavy load for a long period of time. It was evident that the ground temperature can influence the impedance of the cable, but its impact is only small and cannot close the gap between simulation and measurements. An overheated cable can help explain some discrepancies, but it is unlikely that such a situation just happened during the measurements from SAK.

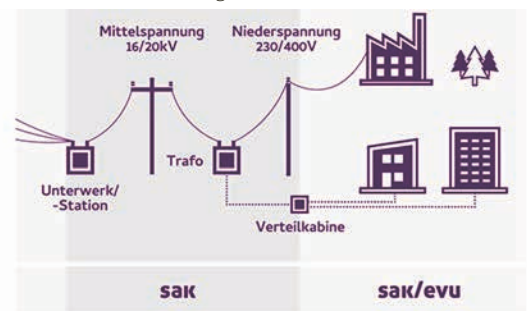
The last hypothesis was that there was an error in the measurements and not in the model. The measurement devices used by SAK seem to operate with an internal correction factor for the minimal short circuit current, which is not included in the simulations. After repeating some measurements it was clear that the model was reporting the correct short circuit current all along and the error was at the measure-

ments. The simulations were especially precise when the old library was substituted with the new specific zero sequence impedance determined via the geometry of the cables.

**Conclusion:** The differences that this project was tackling were born primarily from the old measurements since they did not reflect the state of the grid as proven by new tests. The model was reporting the correct short circuit current and it deviates by circa 10% from the actual situation. When the original library of specific sequence impedance was corrected using values derived from the geometry of the cables the deviation became lower than 5%.

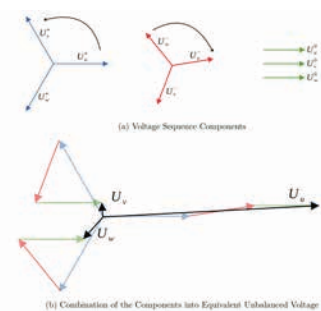
## Portrayal of the Low Voltage Grid managed by SAK

Website of SAK - Electrical grid



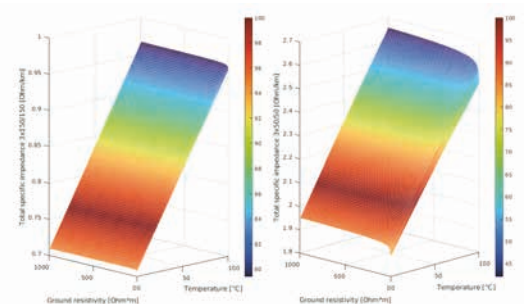
## Sequence Voltage Component to Represent a unbalanced Fault and their possible Combination

Own presentment



## Influence of Temperature and Soil Resistivity over the Total Specific Impedance - Colored to Represent dev. from STC

Own presentment



**Advisor**  
Prof. Dr. Michael  
Schueller

**Co-Examiner**  
Patrick Widmer, SAK,  
St.Gallen, St.Gallen

**Subject Area**  
Energy and  
Environment



## Mechanical Engineering

**Im Profil Mechanical Engineering bietet die OST die folgenden vier Studienschwerpunkte an:**

- Produktinnovation und Produktentwicklung
- Produktionstechnik
- Einsatz von Simulationstools
- Digitalisierung und Industrie 4.0

### Beteiligte Institute

- EMS Institut für Entwicklung Mechatronischer Systeme
- ICE Institut für Computational Engineering
- ILT Institut für Laborautomation und Mechatronik
- IPEK Institut für Produktdesign, Entwicklung und Konstruktion
- IMP Institut für Mikrotechnik und Photonik
- IWK Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung

# Validierung eines FEM-MTB Rahmens anhand von gemessenen Betriebsfestigkeitslastfällen

Diplomandin



Murisa Dizdarevic

**Ziel der Arbeit:** Das Hauptziel dieser Masterarbeit besteht darin, die Belastungsfähigkeit eines Mountainbike-Rahmens im Rahmen einer Messkampagne unter verschiedenen Lastfällen zu analysieren und gleichzeitig ein FE-Modell anhand der Messdaten zu validieren.

Durch den Vergleich der simulierten Ergebnisse mit realen Messdaten wird ein präzises und validiertes FEM-Modell entwickelt, das als solide Grundlage für zukünftige Projekte dient und zuverlässige Aussagen über die Festigkeit von MTB-Rahmen ermöglicht.

**Vorgehen:** Um die Genauigkeit der Simulationen zu bewerten, werden die simulierten Verschiebungen, Dehnungen und Hauptspannungen systematisch mit den gemessenen Werten abgeglichen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Modellierung der Schraubenverbindungen und Wälzlager, da diese Komponenten Einfluss auf die Simulationsergebnisse haben.

Schraubenverbindungen werden als Volumenkörper modelliert, wobei die Vorspannkkräfte gemäss dem VDI-2230-Standard definiert werden.

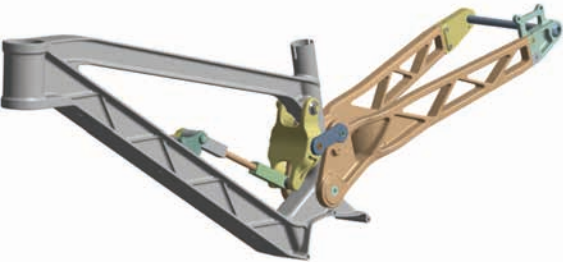
Um den Einfluss der Modellierungsmethoden der Wälzlager zu analysieren, werden zwei Methoden eingesetzt: die Modellierung als Verbindungen vom Typ «Allgemein» und die Nutzung der Ansys-Erweiterung «Rolling Bearing». Bei der ersten Methode werden niedrigere Kippsteifigkeiten definiert, was grössere Verformungen ermöglicht und zu konservativeren Ergebnissen führt. Diese Methode wird für die FKM-Nachweise verwendet, da sie tendenziell sicherere Ergebnisse liefert. Die zweite Methode, die Ansys-Erweiterung «Rolling Bearing inside Ansys», passt die Lagersteifigkeit lastabhängig an.

Zusätzlich werden FKM-Nachweise gemäss FKM-Richtlinie durchgeführt, um die Festigkeit der Bauteile zu bewerten und potenziell kritische Bereiche zu identifizieren.

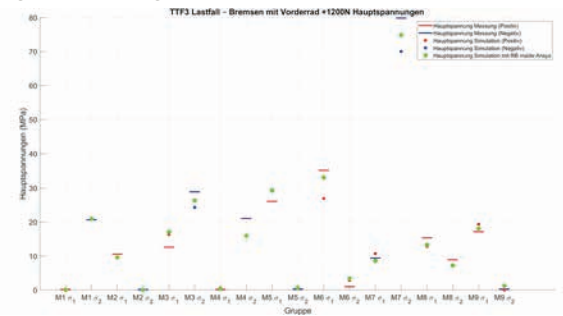
**Ergebnis:** Die Ergebnisse der Arbeit zeigen, dass die Nachbildung der Lastfälle in Ansys erfolgreich durchgeführt werden kann, wobei eine präzise Kenntnis der Versuchseinstellungen entscheidend für genaue Resultate ist. Es wurde festgestellt, dass die Vorspannkraft bei Dehnungsmessstreifen in der Nähe von Schraubenverbindungen die Messergebnisse beeinflusst, was bei einem Vergleich berücksichtigt werden muss. Ähnlich wirken sich unterschiedliche Modellierungsansätze für Wälzlager nur dann auf die Ergebnisse aus, wenn Dehnungsmessstreifen in der Nähe platziert sind. Die Analyse identifizierte auch

kritische Bereiche am Rahmen und anderen Bauteilen, bei denen Designoptimierungen erforderlich sind.

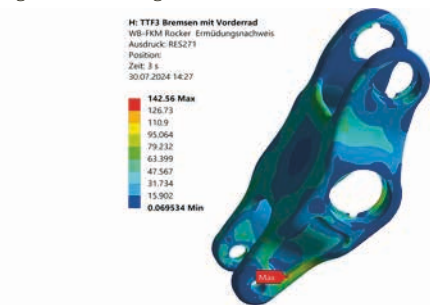
**FEM-Modell des Mountainbike-Rahmens für die Analyse**  
Eigene Darstellung



**Beispiel für den Vergleich der Hauptdehnungen**  
Eigene Darstellung



**Rocker – kritischer Bereich an der Dämpferanbindung**  
Eigene Darstellung



Referent  
Stefan Uhlar

Korreferent  
Mathias Schön

Themengebiet  
Mechanical  
Engineering

Projektpartner  
GAMUX c/o 5zero AG,  
Wangen, Schwyz

# Porous anodisation of a novel AM aluminium alloy

Graduate Candidate



Rene Pfister

**Introduction:** Aluminium (Al) alloys are used extensively nowadays in diverse industries ranging from automotive, aerospace, semiconductor and vacuum industries. In the vacuum industry, hard anodisation, an electrochemical coating process, is widely used as a surface treatment for Al, because it provides corrosion protection, insulating properties, good vacuum performance and wear resistance. A typical hard anodising process is shown in Fig. 1. One of the main challenges remains that the growth of the anodised Al oxide (AAO) layer is significantly influenced by the alloying elements present in the alloys. The most commonly used Al alloys in the vacuum industry, 5xxx and 6xxx and their additive manufactured (AM) pendant, AlSix alloys, contain silicon (Si). This prevents the growth of homogeneous insulating AAO layers because it induces voids and cracks in the layer, which affects their properties.

This thesis investigates the hard anodising behaviour of a newly developed Al alloy for AM as a possible replacement for conventional cast 6xxx and AM AlSix alloys. The main objective is to better understand which factors affect the growth of porous AAO layers.

**Result:** AAO layers formed on 6061 alloy and on the new AM alloy under the same anodising conditions show similar growth rate under galvanostatic control and comparable nanomechanical and electrical properties. The porous AAO is then typically sealed in hot water. The change from Al oxide to hydroxide allows sealing of the pores, which results in improved corrosion resistance of the layer. It is worth noting that cracks were observed on the AAO layers after sealing, as shown in Fig. 2.

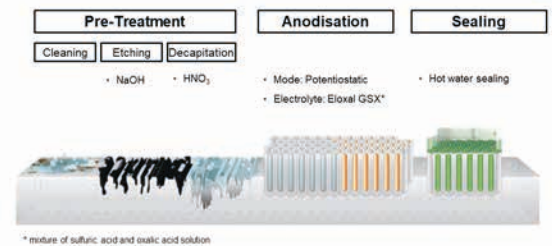
Those AAO layers, developed in the lab, were compared to industrially grown AAO layers. No significant difference in their properties were observed. However, it is worth mentioning that the industrial AAO layers were grown faster without drastic loss of quality. This shows that the lab procedure can still be improved.

The surface quality, in particular for AM parts, affects the AAO growth. This study confirms that the AAO layers formed on as-built surfaces are much more defective than those formed on machined ones (Fig. 3), leading to inferior vacuum performance and reduced corrosion resistance. This shows that surface post-processing is needed to achieve good AAO properties.

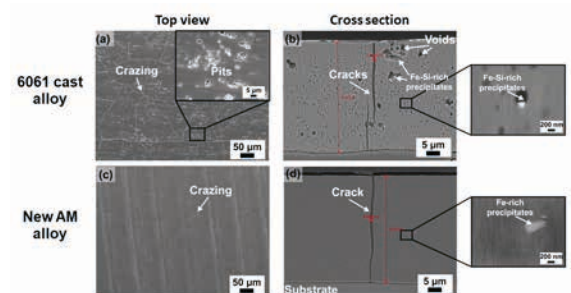
**Conclusion:** The composition used in the new AM alloy facilitates the anodisation and has a very similar anodisation behaviour than the conventional 6061 alloy. In addition, the absence of large precipitates leads to fewer defects, such as pits and voids.

Crazing and cracking in the AAO layer can still be observed above a certain layer thickness, due to the crystallographic difference between the AAO (amorphous) and the substrate (crystalline). They can also form during sealing due to the differences in thermal expansion. The presence of cracks will reduce the corrosion resistance of the AAO layer as well as its vacuum and electrical performance. A strategy to minimise their formation needs therefore to be developed. Since the processes for vacuum technologies are getting more demanding, the stability of the layers under harsher environments needs to be further evaluated.

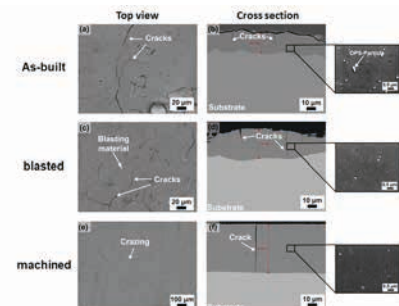
**Fig. 1: Schematic illustration of the hard anodising process**  
J. M. Runge, Springer International Publishing AG, 2018



**Fig. 2: Scanning electron microscope (SEM) images of top view and cross section of hard anodised coatings:**  
(a-b) 6061 alloy and (c-d) new alloy



**Fig. 3: SEM images of top view and cross section of hard anodised coatings on new AM alloy with surface condition:**  
(a-b) as-built, (c-d) blasted and (e-f) machined



**Advisor**  
Prof. Dr. Cord Henrik Surberg

**Co-Examiner**  
Dr. Noémie Ott

**Subject Area**  
Mechanical Engineering

**Project Partner**  
Dr. Jürgen Zeschky,  
VAT / Dr. Sergej Brotzmann, VAT

# Trajectory Control

## Time-Optimal and Vibration-Reducing Trajectory Planning and Control for Flatbed Printers

Graduate Candidate



Simon Wiesinger

**Introduction:** The company swissQprint develops and produces high-tech large format flatbed UV inkjet printers, with the Kudu model being its current high-end flagship (figure 1). The mechanical and mechatronic design of these printers must fulfill high requirements in terms of precision and speed to achieve excellent print quality. During the printing process the printer carriage moves in straight paths transversely across the printing area (y-direction) and reverses direction at its edge combined with a movement of the printer beam (x-direction). The overall objective of swissQprint is to optimize the turning movement in terms of time and smoothness. Therefore, the goal of this thesis was to develop and implement time-optimal and vibration-reducing trajectory planning and control for the Kudu printer.

**Approach:** The project consisted of two steps: first, implementing a dynamical model of the printer system and its control system, and second developing and implementing a new trajectory planner. Approximated bode plots based on frequency response measurements were employed to establish a model of the printer in SIMULINK. The approximations had to balance the need to sufficiently resolve the occurring (anti-)resonance frequencies and the problem of over fitting to measurement noise. The required information to model the control system was extracted from the printer's motion control software. The feedback controller consists of a cascading control with filtered signals and velocity feed-forward control. The model was initially tested with acceleration and jerk limited point-to-point trajectories and proved to be fully functioning, yet with potential for improvements. Without changing the overall structure of the motion control, new filter and controller concepts were developed and implemented. The filter strategy was adapted according to information gained from measurements and input from swissQprint. The parameters of the controllers were tuned, optimizing the magnitude and phase margin of the velocity and position open loops of the model. Subsequently, a concept for a new trajectory planner was developed. From several examined approaches, the method of using polynomials of higher order with support points was chosen. It combines the advantages of producing continuous trajectories with relatively simple calculations that can include arbitrary bounds and boundary values of the trajectories. The new trajectory planner was developed using MATLAB and later implemented in the swissQprint codebase using C++. The code consists of two optimization loops, one optimizing time, the other minimizing the y-distance of the movement (figure 2).

**Conclusion:** The new filter and controller concepts reduced the position and velocity errors of the initial test-trajectories in the modeled system by up to 92.8%. They could be a stepping stone for swissQprint to adopt some of the changes to their system. The successfully implemented trajectory planner was evaluated on all 33 test cases provided by swissQprint and produced the expected and required results. The calculated trajectories are continuous and within all given bounds (e.g. in figure 3). A Fourier analysis of the jerk trajectories showed a significant reduction of frequency actuation, proving the importance of using continuous trajectories. An evaluation of these new trajectories on the SIMULINK-model showed that they reduce the errors of the velocity and position even further.

Figure 1: The flatbed printer Kudu, developed and produced by swissQprint



Figure 2: Structure of the trajectory planner with two optimization loops, one for time and one for y-distance

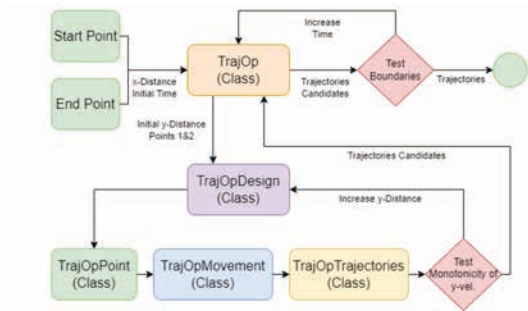
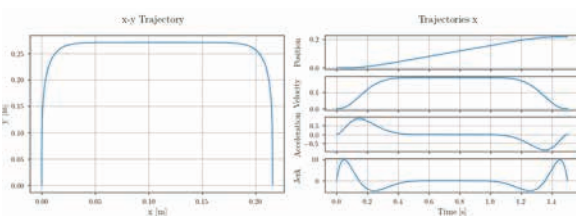


Figure 3: x-y-position-trajectory of a turning movement calculated with the new trajectory planner and its x-trajectories



Advisor  
Prof. Dr. Wolfgang  
Wiedemair

Co-Examiner  
Prof. Dr. Rainer  
Pickhardt

Subject Area  
Mechanical  
Engineering,  
Mechatronics &  
Automation

Project Partner  
swissQprint AG,  
Kriessern, St.Gallen

# Qualitätssicherung in der Aufbereitung von PET

## Eine Untersuchung neuer Analysemethoden zur Effizienzsteigerung

Diplomandin



Sarah Grimm

**Ausgangslage:** In der Schweiz werden jährlich rund 1,3 Milliarden PET-Flaschen recycelt (Quelle: PET-Recycling Schweiz). Während des Lebenszyklus und bei der Aufbereitung der Getränkeflaschen können verschiedene Stoffe in das Material migrieren oder durch Reaktionen entstehen. Damit das PET-Rezyklat wieder zu Getränkeflaschen verarbeitet werden kann, muss eine ausreichende Materialqualität sichergestellt werden. Dafür werden unterschiedliche Kennwerte überprüft und Grenzwerte definiert. Zu den zentralen Eigenschaften, die analysiert werden, gehören die intrinsische Viskosität (IV) und die Konzentrationen von Benzol, Bisphenol A (BPA) und Acetaldehyd.

Aktuell werden bei der Resilux Schweiz AG zur Überprüfung der Kennwerte unterschiedliche Analyseverfahren eingesetzt. Die Untersuchungen werden sowohl direkt vor Ort als auch in externen Laboren durchgeführt. Bis die Messergebnisse vorliegen, dauert es je nach Analyse zwischen wenigen Minuten und 1 bis 2 Wochen. In dieser Zeit ist das produzierte Material blockiert, was eine logistische Herausforderung und ein finanzielles Risiko darstellt. Das Ziel dieser Arbeit war eine Machbarkeitsuntersuchung zur Prozessoptimierung in der Qualitätssicherung von recyceltem PET-Granulat mittels alternativer, zeiteffizienterer Analysemethoden.

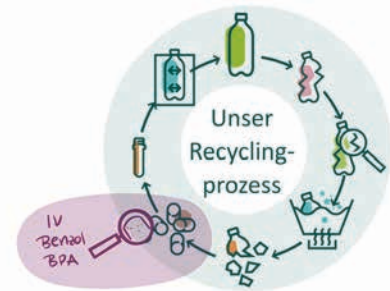
**Vorgehen/Technologien:** Im Rahmen der Arbeit wurden unterschiedliche Analysemethoden und auch die Prozesskette in der Qualitätssicherung bei der Resilux Schweiz AG analysiert und dokumentiert. Auf Basis dieser Recherche und der identifizierten Optimierungspotenziale in der aktuellen Methodik wurden Untersuchungen mit der Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) und oberflächenverstärkten Raman-Spektroskopie (SERS) durchgeführt. Mit der NIRS sollte die intrinsische Viskosität und mit der SERS die Konzentration von Stoffen bestimmt werden. Diese zwei Technologien haben den Vorteil, dass die Messung nur wenige Minuten dauert und somit die Ergebnisse potenziell sehr schnell vorliegen können.

**Ergebnis:** In den Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass mit der NIRS die IV in nur wenigen Minuten bestimmt werden kann. Der Vorteil dieser Methode ist, dass die Bestimmung auch bei ungetrocknetem PET und ohne den Einsatz von Chemikalien möglich ist. Für zuverlässige Resultate wurden zwei Korrelationsmodelle erstellt, eines für PET-C und eines für PET-A. Mit der SERS konnte Benzol in einem Lösungsmittel mit den geprüften Nanopartikeln bis zu einer Konzentration von 0,05 ppm nachgewiesen werden. In den durchgeführten Untersuchungen hatte dabei die Konzentration einen direkten Zusammenhang

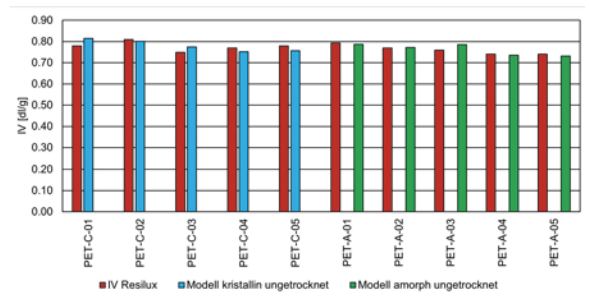
mit der Intensität des Signals, wodurch eine Quantifizierung grundsätzlich möglich wäre. Aus Granulat konnte Benzol jedoch mit der eingesetzten Methode nicht nachgewiesen werden.

BPA konnte mit der SERS mit den zur Verfügung stehenden Nanopartikeln nicht im geforderten Messbereich nachgewiesen werden. Es sind jedoch Entwicklungen dieser Technologie im Bereich der Substrate und Nanopartikel zu erwarten, womit der Nachweis in tiefen Konzentrationen möglich sein sollte.

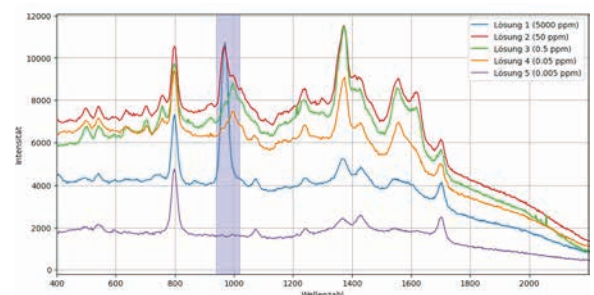
**Kreislauf von PET-Getränkeflaschen und zentraler Prozessschritt dieser Arbeit mit den überprüften Kennwerten**  
Verändert, nach Resilux Schweiz AG



**Bestimmung der intrinsischen Viskosität von ungetrocknetem r-PET mittels NIRS**  
Eigene Darstellung



**SERS-Spektren von Benzol in Aceton mit Au-Nanopartikeln, Markierung: Bereich des Benzol-Signals**  
Eigene Darstellung



**Referent**  
Prof. Daniel Schwendemann

**Korreferent**  
Frank Mack, Coperion GmbH, Stuttgart, BW

**Themengebiet**  
Mechanical Engineering, Plastics Technology

**Projektpartner**  
Resilux Schweiz AG, Biltlen, GL

# Grundbaustein für das Scale-Up von LightSpray™

## Prozessoptimierung eines neuartigen Verfahrens für Schuhobermaterial

### Diplomand



Fuad Miceli

**Ausgangslage:** Das von On Running entwickelte LightSpray™ ist ein innovatives Verfahren, bei dem ein langer TPU-Strang in einem komplexen Muster abgelegt wird. Das Mesh-artige Schuhobermaterial wird im additiven Verfahren aufgebaut und direkt mit der Zwischensohle verschweisst, ohne dabei auf Klebstoffe und Nähte zurückgreifen zu müssen. Hohe Scherkräfte während der Verarbeitung führen zu hochorientierten Molekülketten, die zu einer verbesserten Steifigkeit des Schuhobermaterials beitragen. Zentrales Problem ist jedoch die hohe Verarbeitungstemperatur, die zu Materialabbau, Ablagerungen an der Extruderschnecke und Düsenverstopfungen führt, welche schliesslich die Prozessinstabilität verursachen.

**Ziel der Arbeit:** Das Ziel dieser Arbeit ist es, den LightSpray™-Prozess umfassend zu analysieren und Optimierungen zu entwickeln, um eine zuverlässige und skalierbare Produktion zu gewährleisten. Dies umfasst die Untersuchung der thermischen und mechanischen Belastungen des TPU während der Verarbeitung sowie die Entwicklung von Strategien zur Verbesserung der Prozessstabilität.

**Ergebnis:** Die Materialanalytik zeigt auf, dass für einen konstanten Prozess die Vortrocknung des TPUs zwingend ist. Zudem wurden die kritischen Temperaturen und Verweilzeiten ermittelt, bei denen die optimale Materialeistung und rheologischen Eigenschaften ohne signifikanten Abbau gewährleistet werden. Mit Hilfe der entwickelten Testanlage konnten die Systemstabilität bewertet und wesentliche Probleme analysiert werden. Die Degradation des Materials führt bei der Sprühanlage zu Produkti-

ons- sowie Qualitätseinbussen. Auf Basis der durchgeführten Experimente an der Testanlage sowie der Analytik im Labor konnten Verbesserungen vorgeschlagen werden, welche hilfreich für das Scale-up sind.

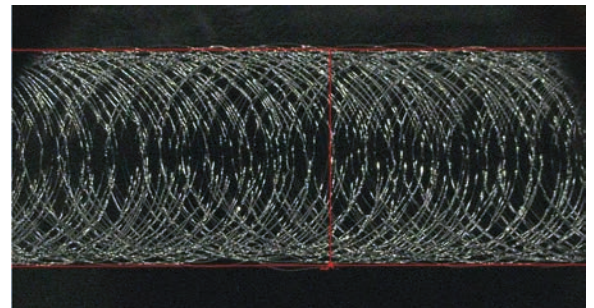
### Mit LightSpray™ hergestellter Cloudboom Strike LS

Quelle: [on.com/lightspray](https://on.com/lightspray)



### Nahaufnahme des Mesh-artigen Schuhobermaterials

Eigene Darstellung



### TPU-Strang, welcher zu einer Helix versprüht wird

Quelle: [on.com/lightspray](https://on.com/lightspray)



### Referent

Prof. Daniel Schwendemann

### Korreferent

Frank Mack, Coperion GmbH, Stuttgart, BW

### Themengebiet

Mechanical Engineering, Plastics Technology

### Projektpartner

On Running, Zürich, ZH



## Mechatronics and Automation

**Im Profil Mechatronics and Automation bietet die OST die folgenden vier Studienschwerpunkte an:**

- Industrielle Systeme
- Mechatronische Geräte
- Robotik
- Dynamische Systeme und Steuerung

### Beteiligte Institute

- EMS Institut für Entwicklung Mechatronischer Systeme
- ILT Institut für Laborautomation und Mechatronik
- IPEK Institut für Produktdesign, Entwicklung und Konstruktion

# Erstellung und Optimierung von Software für ein vollautomatisches Werkzeughandlingsystem

## Diplomand



Fabian Rechsteiner

**Aufgabenstellung:** In dieser Arbeit sollen das Erstellen sowie das Optimieren einer Software für ein vollautomatisches Werkzeughandlingsystem in der Werkzeugmaschinenindustrie behandelt werden. Die Aufgabe beinhaltet das Erstellen einer Robotersoftware sowie einer SPS, welche den Prozess steuert. In der SPS-Logik soll ebenfalls eine Optimierung von Roboterwegen realisiert werden, damit allfällige zeitliche Engpässe verhindert werden können. Die Untersuchungen der Optimierung bilden den Hauptbestandteil der Arbeit. Es werden verschiedene Methoden miteinander verglichen und theoretische sowie praktische Simulationen gemacht.

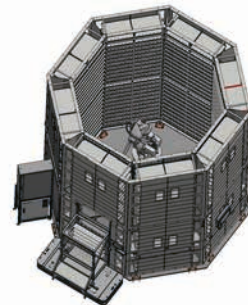
**Ziel der Arbeit:** Ziel der Arbeit ist die Entwicklung und Simulation der vollautomatisierten Werkzeugbestückungsanlage für den Kunden. Aufgabe der Anlage ist es, verschiedene Werkzeugmaschinen mit Werkzeugen von einem Speichermagazin zu bestücken und die nicht verwendeten Werkzeuge zurück zum Magazin zu befördern. Ein MES, welches den kompletten Fertigungsprozess der Bauteile sowie die Verwaltung der Werkzeuge steuert, erteilt der Werkzeugautomation die Befehle, welche Werkzeuge zu welchem Zeitpunkt bei den jeweils vorgegebenen Maschinen platziert werden müssen. Die Werkzeuge werden mittels Transportracks und AGV zu den verschiedenen Maschinen transportiert. Die Werkzeuge, welche ihre Standzeit erreicht haben oder in der Werkzeugmaschine als NIO-Werkzeuge markiert wurden, werden über das Magazin in die Werkzeugaufbereitungsstrasse gefördert. Die Werkzeuge werden nach der Aufbereitung ebenfalls wieder durch den Roboter in das Speichermagazin geschleust. Für die komplette Anlage sollen die SPS, die HMIs sowie die Robotersoftware entwickelt und getestet werden. Damit die Be- und Entladung des Transportracks im Speichermagazin effizient gestaltet werden kann, soll eine Optimierung des Prozesses sowie der Wege des Roboters entwickelt werden. Es soll somit erreicht werden, dass die Anlage in ihrem Komplettausbau mit einer minimalen Anzahl Transportracks sowie AGV ausgestattet werden muss. Für die Optimierung sollen verschiedene Methoden untersucht und verglichen werden. Mittels Simulationen der Anlage soll evaluiert werden, ob und wie effizient sich die angesprochenen Methoden verhalten.

**Fazit:** Die Erstellung und Optimierung der Roboter- sowie der SPS-Software für das Projekt eines vollautomatischen Werkzeughandlingsystems konnte in dieser Arbeit erfolgreich abgeschlossen werden. Verschiedene Untersuchungen zu den Optimierungen, welche in Bezug auf die Roboterwege beim Werkzeugmagazin gemacht werden konnten, zeigen interessante Einblicke in das Gesamtsystem. Die Zeit-

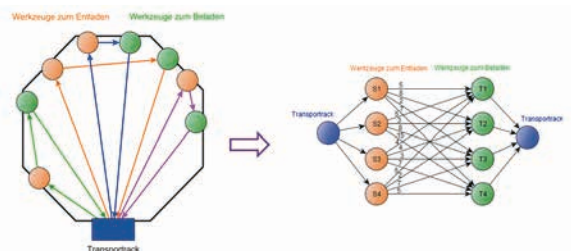
ersparnis, welche für die Werkzeugwechsel erzielt werden kann, ist überraschend gross.

Die Vorteile der Reduktion der Roboterwege bieten eine spannende Grundlage für weitere Untersuchungen, welche am System gemacht werden können. In einer weiterführenden Arbeit könnten die Effekte der geringeren Distanz, welche der Roboter zurücklegen muss, untersucht werden. Ebenso könnte untersucht werden, welche Einflüsse die geringeren Beschleunigungen und Geschwindigkeiten der Roboterachsen auf die Wartungsintervalle und den Verschleiss der Bauteile haben. Es könnten mit diesen Untersuchungen Aussagen über die bessere Verfügbarkeit des Gesamtsystems gemacht werden, wenn weniger Wartungsarbeiten am Roboter anfallen und der Roboter eine längere Standzeit aufweist.

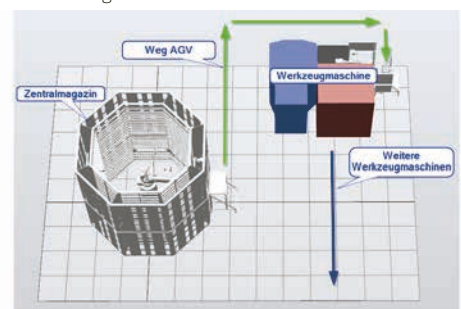
**Werkzeugmagazin**  
Eigene Darstellung



**Grafentheorie zur Optimierung der Roboterwege**  
Eigene Darstellung



**Situation vor Ort**  
Eigene Darstellung

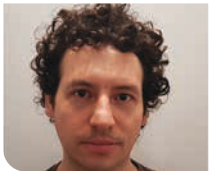


**Referent**  
Prof. Dr.-Ing. Matthias Scholer

**Themengebiet**  
Mechatronics and Automation

# Autonomous Racing Car

Graduate Candidate



Daniel Gubser

**Introduction:** Building an autonomous robot requires it to estimate its position in the world using specific landmarks.  
In this thesis, both tasks are tackled with monocular vision.

**Two systems are used:** one is a Visual-Inertial-Odometry system for estimating the robot's pose, and the other detects cones, estimates key points on them, and then estimates their poses.

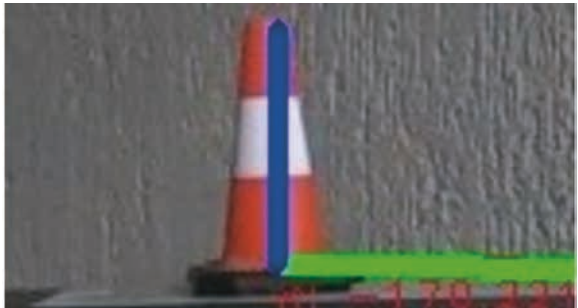
**Approach:** The system uses the colour sensor and IMU of an Intel RealSense D455 camera. While the robot pose is estimated using a third-party ROS node, OpenVINS, the cone pose estimation is developed and implemented during this thesis. The cone processing uses YOLOv8 and Perspective-N-Point to estimate the poses.

**Result:** The whole system is realised as a ROS node. While the achieved results lack accuracy and precision, feasible results can still be achieved. The system was developed from the ground up, and we prioritised a complete processing pipeline over optimising single steps, ensuring a robust and comprehensive solution. Ultimately, our system demonstrates that it is indeed possible to estimate cone poses with a moving robot, instilling confidence in its potential.

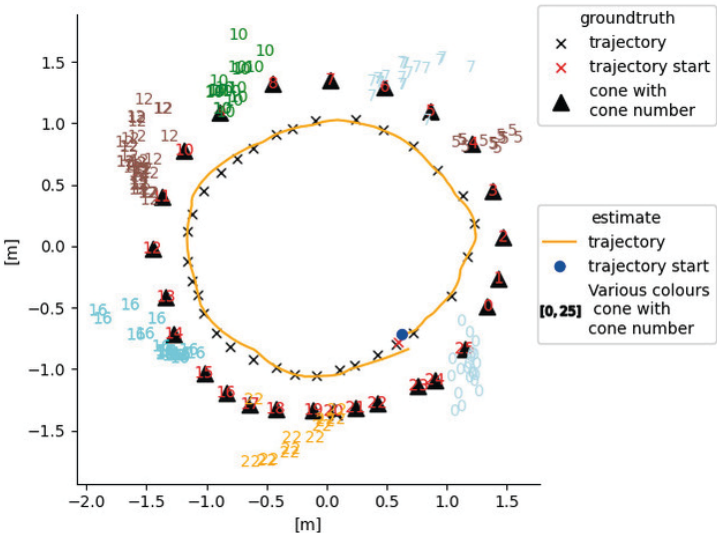
Estimated key points on a cone  
Own presentment



Axis projection using Perspective-N-Point pose estimate.  
Own presentment



Measurements of a track, estimates and ground truth of trajectory and cones.  
Own presentment



Advisor  
Prof. Dr. Dejan Šeatović

Co-Examiner  
Dr. Marcel Honegger,  
ZHAW, Winterthur, ZH

Subject Area  
Mechatronics and  
Automation, Software  
and Systems, Data  
Science



## Medical Engineering

**Im Profil Medical Engineering bietet die OST die folgenden vier Studienschwerpunkte an:**

- Biomedizinische Technik
- Digitale Gesundheitssysteme
- Medizinische Diagnostik
- Marktzugang für Medizinprodukte

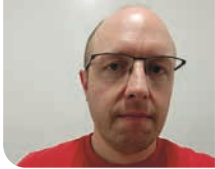
### Beteiligte Institute

- ESA Institut für Elektronik, Sensorik und Aktorik
- ILT Institut für Laborautomation und Mechatronik
- IPEK Institut für Produktdesign, Entwicklung und Konstruktion
- IWK Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung
- IMES Institut für Mikroelektronik und Embedded Systems
- ICOM Institut für Kommunikationssysteme
- IFS Institut für Software

# VSLAM with open algorithms

## Is VSLAM ready to assist visually impaired people

### Graduate Candidate



Lukas Zurschmiede

**Initial Situation:** VSLAM - Visual Simultaneous Localization and Mapping - has been a research topic for many years. Generally it is a combination of image processing algorithms for feature detection and matching, combined with path optimization algorithms for closed loop detection and new approaches for VIO – Visual Inertial Odometry. The advantage of a visual approach for SLAM is the cost, only a camera is needed, without any other sensors such as IMUs. Commercial players like NVIDIA sell optimised proprietary hardware for faster and more detailed image processing by using CUDA. Other companies create patent restricted specialized stereo cameras with closed source SDKs. There is only a few of them who have open source SDKs with no or optional CUDA integration.

**Objective:** In this study I focused on open and patent free algorithms which also should not rely on special hardware for image processing. The goal was to show that it is possible to use or implement a VSLAM solution for indoor navigation to, for example, assist visually impaired people in a supermarket.

**Conclusion:** Most, when not all, algorithms and projects about VSLAM where created years ago and are not maintained anymore, do not perform well indoor or do not work at all.

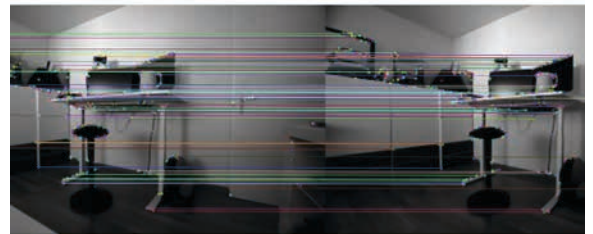
stella\_vslam was the only project which was able to capture an indoor scenery successfully. Beside that, the stella\_vslam\_ros project could be extended with a small patch to publish the atlas as a point cloud in a ROS2 topic. To not pollute a map with dynamic objects like people walking by, a VSLAM system can

also be run in a «localization only» mode based on a previously recorded map.

VSLAM with open and patent free algorithms is ready to be used as an inexpensive alternative to LiDAR or radar based SLAM.

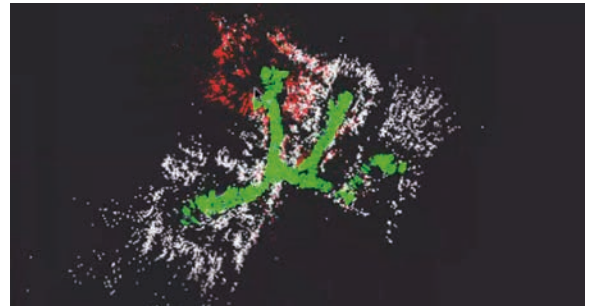
### Feature Detection and Matching with a Stereo-Camera and free algorithms.

Own presentment



### Triangulate matched Features to create a PointCloud and calculate Visual Odometry.

Own presentment



### Advisor

Prof. Dr. Dario  
Schafroth

### Co-Examiner

Prof. Dr. Marco Hutter,  
ETH Zürich

### Subject Area

Computer Science,  
Medical Engineering



## Photonics and Laser Engineering

**Im Profil Photonics and Laser Engineering bietet die OST die folgenden fünf Studienschwerpunkte an:**

- Moderne laserbasierte Präzisionsfertigung
- Optische Messtechnik und Bildverarbeitung
- Optoelektronik und Elektrooptik
- Design und Modellierung photonischer Systeme
- Mikro-Technologien

### Beteiligte Institute

- ESA Institut für Elektronik, Sensorik und Aktorik
- IMP Institut für Mikrotechnik und Photonik
- IMES Institut für Mikroelektronik und Embedded Systems

# Internal Reflection Measurement Analysis

## Ein Messsystem zur Messung von Sub-Surface Damage und zur Bestimmung der Oberflächengüte von Fused Silica Samples

Diplomandin



Dominique Filipec

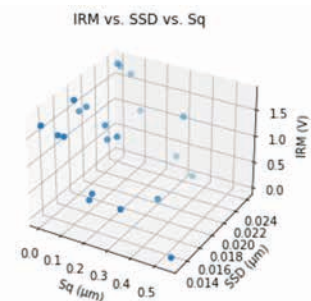
**Einleitung:** Optische Komponenten werden heutzutage für eine Vielzahl von Anwendungen in der Technik, der Medizin und der Forschung eingesetzt. Häufig werden diese Komponenten aus harten, spröden Materialien mit langer Lebensdauer, wie z. B. Fused Silica, hergestellt. Die Herstellungsprozesse umfassen in der Regel sehr präzise, abrasive Fertigungsverfahren wie Schleifen und Polieren. Durch den spröden Abtrag beim Schleifen entstehen unter der Oberfläche kleine Mikrorisse, die auch als Tiefenbeschädigung oder Sub-Surface Damage (SSD) bezeichnet werden. Diese sind ein limitierender Faktor in Bezug auf die Lebensdauer der Optiken, vor allem bei Anwendungen mit Hochleistungslasern.

**Aufgabenstellung:** In dieser Arbeit wurde untersucht, ob sich Tiefenbeschädigungen von Optiken auf das Messsignal der «Internal Reflection Measurement» (IRM) auswirken. Das Messprinzip von IRM beruht auf der Messung eines reflektierten Laserstrahls an der Glasoberfläche. Dabei wird der Strahl eines intensitätsstabilisierten Helium-Neon-Lasers durch die Unterseite einer Glasprobe geführt und an der Substratoberfläche intern reflektiert. Die Intensität des intern reflektierten Strahls wird anschliessend mit einem Photodetektor gemessen. Für die Untersuchungen wurden Glasproben mit unterschiedlichen Tiefenbeschädigungen und Rauheiten in insgesamt vier Prozessstufen poliert und analysiert, die zuvor mittels optischer Kohärenztomographie (OCT) auf die Tiefe der Beschädigung untersucht worden waren. Nach jedem Polierschritt wurden das IRM-Signal, die Dicke, die Transmission, die Streuung sowie die Oberflächenrauheit der Proben gemessen.

**Ergebnis:** Die Analyse der Messdaten hat ergeben, dass die Tiefenbeschädigungen keinen signifikanten Effekt auf das IRM-Signal haben. Im Gegensatz dazu zeigt Oberflächenrauheit sehr wohl einen starken Einfluss. Eine fortlaufende Forschung und Entwicklung in diesem Bereich wird entscheidend sein, um die Möglichkeiten der IRM-Methode vollständig auszuschöpfen und ihre Anwendbarkeit in der Praxis zu erweitern.

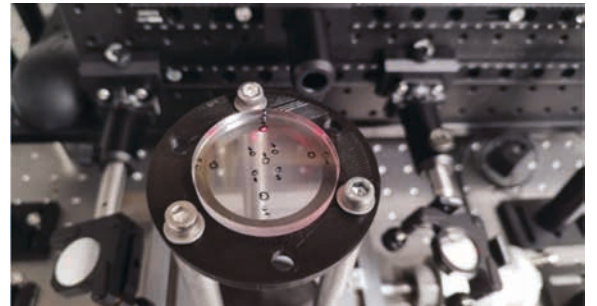
### IRM-Signal vs. SSD vs. Oberflächenrauheit (Sq)

Eigene Darstellung



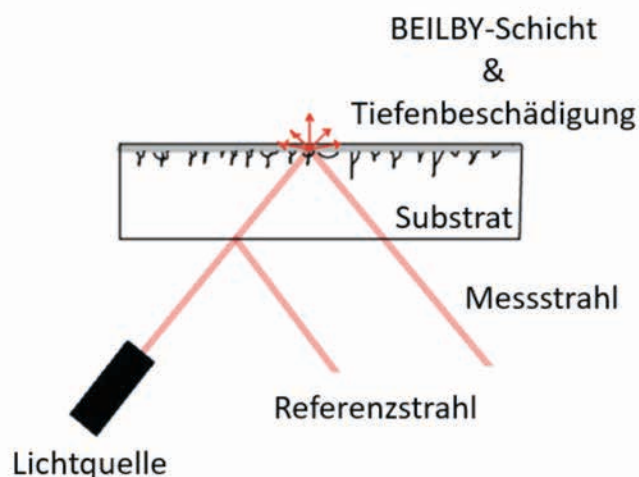
### Aufnahme des Messaufbaus inkl. Probe und Messschablone als Positionierungshilfe

Eigene Darstellung



### Prinzipskizze der internen Reflexionsmessung (IRM)

Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Michael Marxer

Korreferent

Dr. Oliver Föhnle,  
OST - Ostschweizer  
Fachhochschule,  
Buchs, St.Gallen

Themengebiet  
Photonics



## Raumentwicklung und Landschaftsarchitektur

**Im Profil Raumentwicklung bietet die OST die folgenden fünf Studienschwerpunkte an:**

- Raumentwicklung/Raumplanung
- Stadtplanung/Siedlungsentwicklung
- Verkehrsplanung
- Landschaftsentwicklung
- Planung und Entwurf urbaner Freiräume und Gärten

### Beteiligte Institute

- IRAP Institut für Raumentwicklung
- ILF Institut für Landschaft und Freiraum
- IBU Institut für Bau und Umwelt

# Bahnhof Nord und Güterbahnhof

## Masterplan für eine vielfältig vernetzte Schwammstadt an zentraler Lage in St.Gallen

### Diplomand



Manuel Frehner

**Ausgangslage:** Sowohl der Bahnhof Nord als auch der Güterbahnhof waren in den letzten Jahren Gegenstand eigenständiger städtebaulicher Testplanungen. Der Güterbahnhof wird seit einigen Jahren durch den Verein Lattich belebt, der wichtige soziale, kulturelle und kleingewerbliche Angebote geschaffen hat. Im Zusammenhang mit der Engpassbeseitigung St.Gallen wurde die Testplanung Güterbahnhof lanciert. Der geplante innerstädtische Autobahnanschluss und die damit verbundene Engpassbeseitigung St.Gallen bildeten die Grundlage für die Testplanung Güterbahnhof. Der Verkehrsinfrastruktur wurde eine sehr hohe Bedeutung beigemessen.

St.Gallen ist eine lang gestreckte Stadt in einer Talsohle. Aus der Topografie ergeben sich ein gewisser Nutzungsdruck auf den Talboden und Herausforderungen für das sich verändernde Stadtklima. Grünflächen müssen ausreichend vernetzt werden, damit die Abkühlung der Stadt erhalten bleibt und sich bei steigenden Temperaturen nicht vermehrt Wärmeinseln bilden. Ein gutes Regenwassermanagement muss entwickelt werden. Mensch und Natur sind auf eine funktionierende Freiraumvernetzung angewiesen. Für die beschriebenen Gebiete ergeben sich somit unterschiedliche städtebauliche Herausforderungen, diese bilden die Ausgangslage für die Masterplanung.

**Ziel der Arbeit:** Das Produkt der Arbeit ist eine städtebauliche Masterplanung Bahnhof Nord und Güterbahnhof. Die Masterplanung will die Herausforderungen der Gebietsentwicklung mit den Unterthemen Innenverdichtung, Freiraumentwicklung, Mobilität und Stadtklima gleichwertig behandeln. Die Perimeter Bahnhof Nord und Güterbahnhof haben ein Potenzial, das aufgezeigt werden soll. Die Masterplanung will nicht Angebote verhindern, sondern aufzeigen, dass aktuelle Themen, insbesondere der gute Umgang mit Regenwasser und die Stadtklimaproblematik, ihren Platz in der Stadtentwicklung haben.

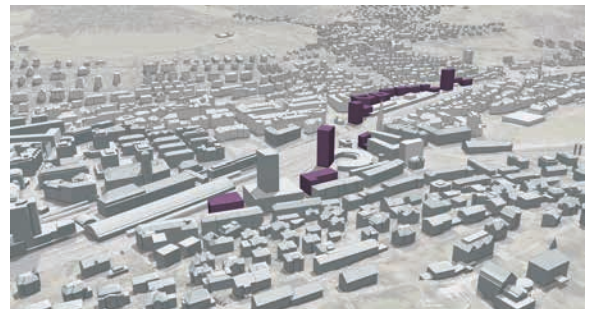
**Fazit:** Der Versiegelungsgrad auf Basis der Synthesepäne beträgt für den Bahnhof Nord ca. 50% und für den Güterbahnhof ca. 40%. Die Flächenkonzeption im Masterplan weist für den Bahnhof Nord eine Versiegelung von 27% und für den Güterbahnhof eine Versiegelung von 6% der Fläche aus. Die Entsiegelung von Flächen ist die Grundlage für eine Schwammstadt mit den positiven Effekten für das Stadtklima und ein besseres Regenwassermanagement. Oberirdische Parkplätze sind im Masterplan nicht vorgesehen. Tiefgaragen werden nach Möglichkeit unter den Gebäuden angeordnet, um negative Auswirkungen auf die Vegetation und die Versickerung zu vermeiden. Die Erschliessung des Areals wird für den Fuss-, den Velo- und den motorisierten Ver-

kehr gleichwertig gestaltet. Mit der Einschränkung, dass der Güterbahnhof in weiten Teilen autofrei sein soll und die Freiräume dadurch an Qualität gewinnen. Die überlegte Setzung der Volumina ermöglicht eine attraktive Entwicklung der beiden Areale, in denen Wohn-, Gewerbe- und soziale Nutzungen möglich sind. Der Masterplan zeigt eine spannende und vielfältige Entwicklung für den Bahnhof Nord und den Güterbahnhof, bei der insbesondere die Freiräume und das Stadtklima auf Augenhöhe mit dem motorisierten Individualverkehr entwickelt werden. Eine wichtige Grundlage für Klimaanpassung und sich verändernde Lebensstile in der Stadtentwicklung.

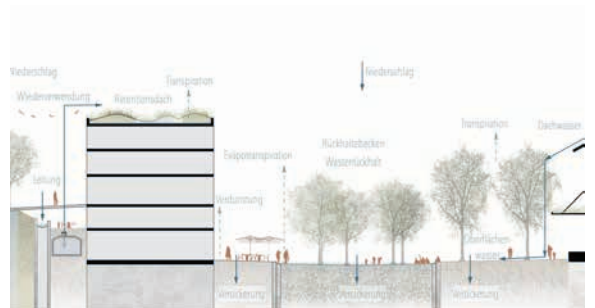
**Visualisierung des neuen Strassenanschlusses an die ausgebaute St.Leonhard-Brücke als Bestandteil der Engpassbeseitigung**  
Verkehrsplanung Tiefbauamt Kanton St.Gallen, 2024



**Gebäudesetzung der Masterplanung**  
Eigene Darstellung



**Belebter Quartiersplatz mit attraktiver Gebäudenutzung und den Funktionen und Leistungen der Schwammstadt**  
Eigene Darstellung



### Referenten

Prof. Dr. Tanja Herdt,  
Prof. Tobias Baur

### Korreferent

Han Van de Wetering,  
Van de Wetering –  
Atelier für Städtebau  
GmbH, Zürich, ZH

### Themengebiet

Raumentwicklung  
und Landschafts-  
architektur

# Die Neue Arbeit und ihre Auswirkungen auf die Raumentwicklung

Diplomandin



Janine Frei

**Ausgangslage:** SARS-CoV-2 versetzte die Welt Anfang 2020 in einen Ausnahmezustand. In der Schweiz führte das Coronavirus zu einer ausserordentlichen Lage. Die Menschen mussten zuhause bleiben und eine Homeoffice-Pflicht wurde eingeführt. Von zuhause arbeiten – für viele komplettes Neuland. Neu ist Homeoffice aber nicht, denn Homeoffice als Arbeitsform wird der Neuen Arbeit zugeschrieben, welche ihren Ursprung in den 1970er Jahren hatte. Trotzdem wurden durch die Pandemie zahlreiche Gewohnheiten verändert. So ist das Homeoffice in die aktuelle Arbeitswelt gekommen, um zu bleiben.

**Ziel der Arbeit:** Ziel der Masterarbeit ist es, die durch die Neue Arbeit verursachten Verhaltensveränderungen zu beleuchten und zu untersuchen, ob und inwiefern sich diese räumlich auswirken. Dazu werden nach einer Literaturrecherche die Schnittstellen zwischen der Neuen Arbeit und dem Raum beleuchtet. Auf dieser Basis wird anschliessend mittels Thesen eine empirische Untersuchung zu möglichen Veränderungen für die Raumentwicklung durchgeführt. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden anhand der entscheidenden Faktoren erläutert und als zu erwartende Auswirkungen zusammengefasst. Die Handlungsempfehlungen dienen als Ansatzpunkte für die Raumentwicklung, um den zu erwartenden Konsequenzen praxisorientiert und mit der notwendigen Weitsicht begegnen zu können.

**Ergebnis:** Die Neue Arbeit wirkt sich räumlich aus. Bereits die Schnittstellen zwischen der Neuen Arbeit und dem Raum zeigten an, dass insbesondere am Arbeits- und am Wohnort Veränderungen zu erwarten sind. Die Untersuchung konnte jedoch nicht alle erwarteten Auswirkungen bestätigen und zeigte gewisse Differenzen auf. Für die Raumentwicklung konnten mehrere Ansatzmöglichkeiten ausgewiesen werden, wie den räumlichen Auswirkungen der Neuen Arbeit begegnet werden kann. Diese betreffen vor allem die Wohnorte. Einerseits liegt der Schwerpunkt bei den (privaten) Aussenräumen und andererseits bei der Gestaltung und der Infrastruktur des öffentlichen Raumes.

**Referent**  
Prof. Dr. Donato  
Acocella

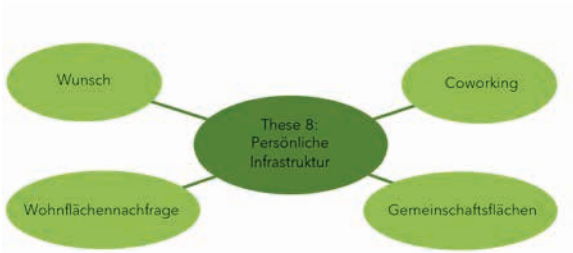
**Korreferentin**  
Leyla Mirjam Erol, BSB  
+ Partner Ingenieure  
und Planer AG, Basel,  
BS

**Themengebiet**  
Raumentwicklung  
und Landschafts-  
architektur

**Die erwarteten Auswirkungen der Neuen Arbeit am Arbeitsort vor der Untersuchung**  
Eigene Darstellung



**Die Faktoren der Auswirkungen der veränderten Ansprüche an die persönliche Infrastruktur**  
Eigene Darstellung



**Übersicht über die Ansatzmöglichkeiten für die Raumentwicklung**  
Eigene Darstellung



# Wie kann der Stadtumbau gerechter werden?

## Untersuchung, wie prozessorientierte Planungen bei Arealentwicklungen zu einer gerechteren Stadtentwicklung beitragen können

Diplomand



Konstantin  
Kuttenger

**Ausgangslage:** Die vorliegende Arbeit widmet sich der Fragestellung, wie bisher angewendete Verfahren bei Arealentwicklungen angepasst werden müssen, um eine gerechtere, bedürfnisorientierte Planung durchzuführen. Dabei stellt sich die Frage wer wie und für wen plant. Es gilt grundsätzlich zu verstehen, dass Impulsgeber für die Planungsprozesse nicht mehr allein die Städte und Gemeinden sind, sondern eine aktive Zivilgesellschaft eine Rolle in der Planung übernimmt. Städte stehen vor der Herausforderung, Leitbilder zu entwickeln und Planungen durchzuführen, die zu einer gerechteren, sich an den Bedürfnissen künftiger Generationen orientierenden Stadtgestaltung führen. Der Gerechtigkeitsbegriff kommt dabei in unterschiedlicher Form auf unterschiedlichen Massstabsebenen zu tragen. Um die Frage zu beantworten, wie diese transformativen Prozesse für eine gerechtere Nutzung der Stadt vorangetrieben werden können, gilt es zu erörtern, wie das heutige System der Planung funktioniert. Diese Arbeit zeigt Mängel und Konflikte hinsichtlich einer bedürfnisorientierten, gerechteren Planung auf und leitet daraus Optimierungsmöglichkeiten ab.

**Problemstellung:** Die Notwendigkeit und die Relevanz des Stadtumbaus sind unbestritten. Nichtsdestotrotz sind die heutigen Planungsinstrumente und Denkweisen nicht darauf ausgelegt, die unterschiedlichen Anforderungen bedarfsorientierter, gerechter, klimaangepasster und partizipativer Innenentwicklung aufzunehmen. Dies zu tun, erfordert einen Paradigmenwechsel in der Planungskultur. Dabei muss der Fokus der Planung weg von Wirtschaftlichkeit, hin zu einer an den Betroffenen ausgerichteten Planung führen. Es gilt zu beachten, dass der Stadtumbau nicht nur Einzelprobleme betrifft, sondern komplexe Zusammenhänge hinsichtlich Energieverbrauch, Mobilität und Wohnraumversorgung bearbeiten muss, die die Zukunft der Städte vor weitreichende Herausforderungen stellen werden. Um diesen übergeordneten Handlungsbedarf und das daraus entstehende Potenzial zu nutzen, erfordert es geregelte und gerechtere Planungsprozesse, die auf die treibenden Faktoren des Stadtumbaus Antworten finden.

**Fazit:** Die lokale Planungsbehörde fördert Gerechtigkeit in Planungsprozessen durch das Durchsetzen von informellen Planungszielen und Strategien. Sie übernimmt zudem eine Vorbildfunktion. Die stärkere Gewichtung und Verankerung von Zielen u. a. hinsichtlich Gerechtigkeit in Planungsprozessen in formellen Strategien und Konzepten ermöglicht, dass diese in jeder Planungsphase wiederkehrend überprüft und eingefordert werden können. Die Zwischennutzung bietet dabei auf öffentlichem wie auch auf

privatem Grund die Möglichkeit, Areale zu aktivieren, Aneignungsmöglichkeiten zuzulassen, Identifikationspotenzial auszulösen und ein bedürfnisorientiertes Ausprobieren zu ermöglichen.

Gerechte Verfahren, die Wert auf eine offene Prozessentwicklung legen, erfordern Ressourcen in Form von Zeit, Kapital und Raum. Für einen gerechteren und bedürfnisorientierteren Stadtumbau ist eine Anpassung der Verwaltungsstruktur hinsichtlich Ressourcen und des Verständnisses für Planungsprozesse bei der Entwicklung von Arealen notwendig. Städtische Projekte, wie bspw. Arealentwicklungen, können hier eine Vorbildfunktion übernehmen. Hier können prozessorientierte Verfahren entwickelt und getestet werden. Sind die Ergebnisse gesellschaftlich akzeptiert, können sich diese Verfahren langfristig auch bei privaten Entwicklungen etablieren.

Referentin  
Prof. Dr. Tanja Herdt

Korreferentin  
Dr. Gabriela Debrunner

Themengebiet  
Raumentwicklung  
und Landschafts-  
architektur

# Stadt für alle?

## Einflussfaktoren auf die Wohnraumversorgung in der Stadt Zürich

Diplomandin



Lena Ruegge

**Ausgangslage:** Der Wohnungsmarkt in der Stadt Zürich ist angespannt. Die Leerwohnungsziffer, die als Indikator für das Verhältnis von Angebot und Nachfrage auf dem Wohnungsmarkt dient, ist für alle Wohnungsgrößen niedrig. Gleichzeitig werden die wenigen verfügbaren Wohnungen schnell vermietet. Inmitten dieser angespannten Marktlage prognostiziert die Stadt Zürich ein signifikantes Bevölkerungswachstum, welches bis zum Jahr 2045 rund 524300 Einwohner:innen voraussagt. Vor diesem Hintergrund hat sich die Stadt Zürich das Ziel gesetzt, eine lebenswerte Wohnstadt für alle Bevölkerungsschichten und Altersklassen zu bleiben. Zudem verfügt die Stadt über das sogenannte «Drittelziel», welches vorsieht, dass 30% der Wohnungen im Mietwohnungsmarkt gemeinnützig sind. Die zentrale Fragestellung ist, wie diese Ziele angesichts der angespannten Marktlage erreicht werden können.

**Vorgehen:** In einem ersten Schritt wurde eine umfassende Analyse des Wohnungsmarktes und dessen Einflussfaktoren durchgeführt. Die Analyse berücksichtigt die spezifischen Bedingungen innerhalb der Stadtgrenzen, wobei insbesondere die Rolle der prägenden Bauträger:innen detailliert betrachtet wurde. Ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchung lag auf den wohnungspolitischen Instrumenten, die auf Bundes-, Kantons- und Stadtebene zum Einsatz kommen. Auf Grundlage von Expert:inneninterviews wurden Szenarien entwickelt. Die Szenarien zeigen auf, was in der Wohnraumförderung unternommen werden kann, um die oben erwähnten Ziele zu erreichen, den Wohnungsmarkt nachhaltig zu beeinflussen und eine Stadt für alle zu bleiben.

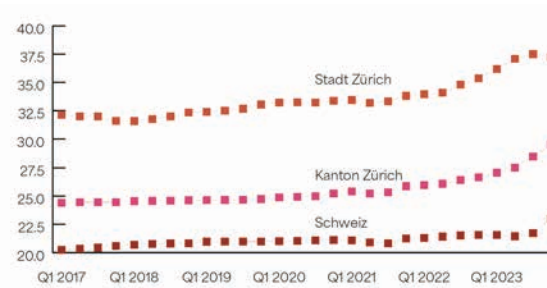
**Ergebnis:** Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit verdeutlichen die Vielschichtigkeit der Einflussfaktoren in Bezug auf den Wohnungsmarkt in Zürich. Die identifizierten Einflussebenen und Instrumente zeigen eine breite Spannbreite möglicher Ansätze auf, die auch auf andere Städte übertragbar sind.

Es zeigt sich jedoch, dass die Stadt Zürich in ihrer Wohnungspolitik von den Vorgaben des Bundes und des Kantons abhängig ist, wo die Dringlichkeit einer aktiven Wohnungspolitik nicht in gleichem Masse wahrgenommen wird wie auf städtischer Ebene. Auf der Ebene der Kapitalflüsse im Immobilienmarkt läge viel Potenzial, aber die Umsetzung stösst in der Praxis auf politische Widerstände und ist daher schwer realisierbar.

Im Bereich der aktiven Bodenpolitik hingegen bietet das städtische Vorkaufsrecht grosses Potenzial und könnte einen wesentlichen Beitrag zur Entlastung des Wohnungsmarktes leisten.

Zudem ist zu erwarten, dass nicht gemeinnützige Bauträger:innen künftig verstärkt dazu verpflichtet werden, Wohnraum für alle Bevölkerungsgruppen anzubieten.

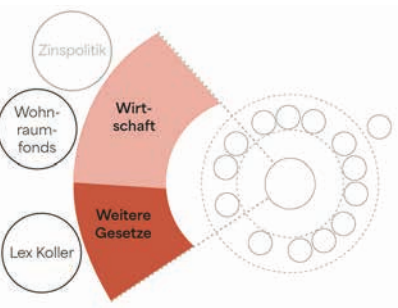
Preisentwicklung der Angebotsmieten für Wohnungen und Häuser pro m<sup>2</sup>  
Eigene Darstellung



Akteur:innen, Normierung und wirtschaftliche Einflüsse des Wohnungsmarktes Zürich  
Eigene Darstellung



Wirtschaftliche Einflüsse und Normierungen  
Eigene Darstellung



Referentin  
Prof. Dr. Tanja Herdt

Korreferentin  
Dr. Jennifer Duyne  
Barenstein, ETH  
Wohnforum, Zürich ETH  
Hönggerberg, ZH

Themengebiet  
Raumentwicklung  
und Landschafts-  
architektur

# Auswirkungen des Klimawandels auf historische Anlagen

## Umdenken der Gartendenkmalpflege für eine nachhaltige Zukunft

Diplomandin



Lina Schmitz

**Einleitung:** Diese Arbeit befasst sich mit den Schäden und Herausforderungen historischer Gartenanlagen, welche durch die Veränderungen des Klimas entstehen. Dazu wurde die Forschung in Bezug auf deutsche Gartenanlagen analysiert, um sowohl die Auswirkungen des Klimawandels als auch mögliche Massnahmen für die Praxis zusammenzufassen. Aus den Ergebnissen dieser Recherche wurden Fragen erstellt als Grundlage für eine Umfrage. Die Erfahrungen von Verantwortlichen verschiedener Anlagen in der Schweiz ergaben so einen Überblick über den Zustand der historischen Gartenanlagen im Land. Weiterhin geleitet diese Arbeit zur Diskussion über die Grundüberlegungen jeder Denkmalpflege. Wie können die Substanz und das Bild der historischen Anlagen unter den neuen klimatischen Bedingungen zukunftsfähig erhalten werden? Daraus entstehen Handlungsempfehlungen für die Praxis, welche anhand von verschiedensten Beispielen aufzeigen, wie sich historische Anlagen an die sich verändernden Bedingungen adaptieren können.

**Ergebnis:** Die Umfrage ergab, dass bereits vielseitige Schäden und Veränderungen in Anlagen in der Schweiz zu beobachten sind. Wobei einige Phänomene in allen Anlagen präsent sind, andere Schadbilder jedoch anlagenspezifisch auftreten. Eine Auswirkung, die alle Befragten beobachteten, ist die Häufung von trockenen Perioden, welche eine Bewässerungsstrategie erfordern, um die Pflanzen der Anlagen möglichst lange in einem vitalen Zustand zu erhalten. Jedoch zeigte die Umfrage auch, dass das Ersetzen von Baumarten, welche sich nicht als resilient gegenüber den neuen klimatischen Bedingungen zeigen, nicht verhindert werden kann. Die Verantwortlichen der einzelnen Anlagen haben generell unterschiedliche Herangehensweisen und Pflegepraktiken, welche die spezifischen denkmalpflegerischen Grundsätze der Anlagen beachten. Dabei geht es vor allem um das Lösen des Konflikts zwischen den gärtnerischen Grundsätzen und den Bedingungen der Gartendenkmalpflege.

**Fazit:** Die Erkenntnisse aus der durchgeführten Befragung decken sich mit den Ergebnissen aus dem theoretischen Teil der Arbeit. Während das Steigen der Durchschnittstemperatur und die damit einhergehende Häufung an Trockenperioden und Hitzetagen flächendeckende Probleme sind, sind andere Phänomene wie Starkregen, Stürme oder auch Schädlingsaufkommen lokal begrenzt.

Das Parkpflegewerk ist ein wichtiges Instrument im Umgang mit historischen Gartenanlagen. Dieses muss auf die Auswirkungen des Klimawandels eingehen und entsprechende Empfehlungen für die Pflege

der Anlagen geben. Dabei ist jedoch für jegliche historische Anlage ein individuelles Konzept zu erstellen, um bei der Klimaadaptation den historischen Wert der Anlage nicht zu zerstören. In der gesamten Arbeit wird dabei deutlich, dass dieses komplexe Themenfeld interdisziplinär ist und sich nur in der Zusammenarbeit von Fachpersonen aus Forschung und Praxis angehen lässt.

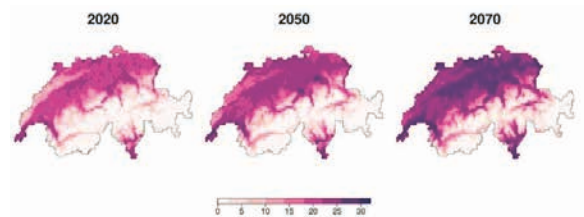
### Abgestorbenes Grossgehölz

Eigene Darstellung



### Schädlingsentwicklung in der Schweiz

NCCS (2020)



### Fotomontage der potenziellen Wirkung von Windkraftträdern

Janascha, Braun (2022)



Referentin

Prof. Dr. Susanne Karn

Korreferent

Prof. Roland Raderschall

Themengebiet

Raumentwicklung und Landschaftsarchitektur

# Urbane Produktion: Das Gewerbe als Bestandteil Produktiver Städte

## Diplomand



Leandro Spillmann

**Ausgangslage:** In aktuellen Leitbildern der Stadtentwicklung nimmt die Nutzungsmischung einen zentralen Stellenwert ein. Allerdings sind vielerorts Entmischungstendenzen in Bezug auf das städtische Gewerbe, also handwerkliche, industrielle oder baugewerbliche Nutzungen, festzustellen. Auch bei Arealentwicklungen sind diese kaum je Teil neu geschaffener Nutzungsmischungen. Stattdessen erfolgt die räumliche Anordnung solcher Nutzungen vielfach noch immer entlang dem Paradigma der Funktionstrennung und an stadträumlich kaum integrierten Lagen. Die Flächenverfügbarkeit für gewerbliche Betriebe innerhalb aufgewerteter und verdichteter Städte ist entsprechend immer weniger gegeben. Nicht zuletzt vor dem Hintergrund neuer, emissionsarmer Produktionstechnologien der Industrie 4.0 wird unter dem Stichwort Produktive Stadt derweil zunehmend eine (Re-)Integration der Produktion in die Stadt diskutiert. Die vorliegende Arbeit geht in diesem Kontext der Frage nach, welche Potenziale und Schwierigkeiten ein zunehmender Einbezug gewerblicher Nutzungen in städtische Nutzungsfüge mit sich bringt.

**Vorgehen:** Aufbauend auf einer Literaturrecherche werden die Verdrängungsmechanismen, welche auf das städtische Gewerbe einwirken, identifiziert und historisch eingeordnet. Ebenso wird das Konzept der Produktiven Stadt mit dem zentralen Begriff der Urbanen Produktion nachvollzogen und es werden entsprechende Trends und die erwarteten Potenziale identifiziert. Um die Forschungsfrage klären zu können, ist ferner ein differenziertes Bild des Gewerbes notwendig. Um diesen bisher diffusen Begriff zu strukturieren, wird eine Klassifikation vorgelegt, welche das städtische Gewerbe in fünf Betriebstypen und insgesamt 19 Subtypen unterteilt. Auf der Grundlage funktionaler Merkmale erfolgt eine Analyse der identifizierten Betriebstypen, für welche spezifische Eigenschaften und Ansprüche abgeleitet werden. Als Basis dafür dienen insbesondere Gespräche mit Gewerbetreibenden. Daraus gehen Rückschlüsse über die Potenziale und Schwierigkeiten der Integration spezifischer gewerblicher Nutzungen in nutzungsgemischte Kontexte hervor, welche im Ergebnisteil zusammen mit konkreten Ansätzen dazu diskutiert werden.

**Ergebnis:** Die Arbeit zeigt auf, dass viele Gewerbebetriebe einerseits affin gegenüber städtischen Standorten sind und andererseits für die Städte eine hohe Relevanz besitzen. Mit ihrer Präsenz in städtischen Nutzungsmischungen werden vielfältige Vorteile in ökonomischer, sozialer und ökologischer Hinsicht verbunden. Derweil ist ihr Einbezug mit Schwierigkeiten behaftet, primär hinsichtlich der Flächenver-

fügbarekeit und allfälliger Nutzungskonflikte. Um die Potenziale des Einbezugs dennoch vermehrt realisieren zu können, werden im Ergebnisteil der Arbeit Handlungsansätze skizziert. Wichtig erscheint dabei die Etablierung neuer Formen des Gewerbebaus, welche die Innenentwicklungsbemühungen in diesen Bereich übertragen. Entsprechende städtebauliche und typologische Ansätze werden umrissen und anhand von Referenzen illustriert. Des Weiteren wird die Notwendigkeit zur nachhaltigen Entwicklung innenstadtnaher industriell-gewerblicher Gebiete angesprochen und entsprechende Vorgehensweisen werden diskutiert.

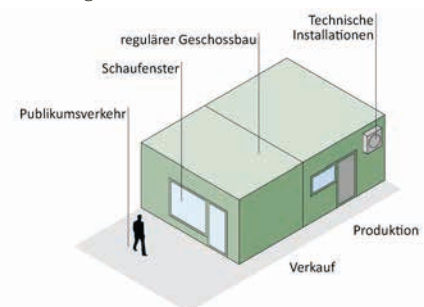
**Verdichtungsszenario für das Gewerbegebiet Galgenfeld, Bern**  
Eigene Darstellung



**Automobilgewerbe im Innenhof einer Blockrandbebauung in Basel Gundeldingen**  
Eigene Darstellung



**Schematische Darstellung der räumlichen Bedürfnisse eines publikumsorientierten Gewerbebetriebs**  
Eigene Darstellung



## Referenten

Prof. Dr. Tanja Herdt,  
Prof. Dr. Dirk Engelke

## Korreferentin

Mirjam Strahm,  
Stadtplanungsamt  
Bern, Bern, BE

## Themengebiet

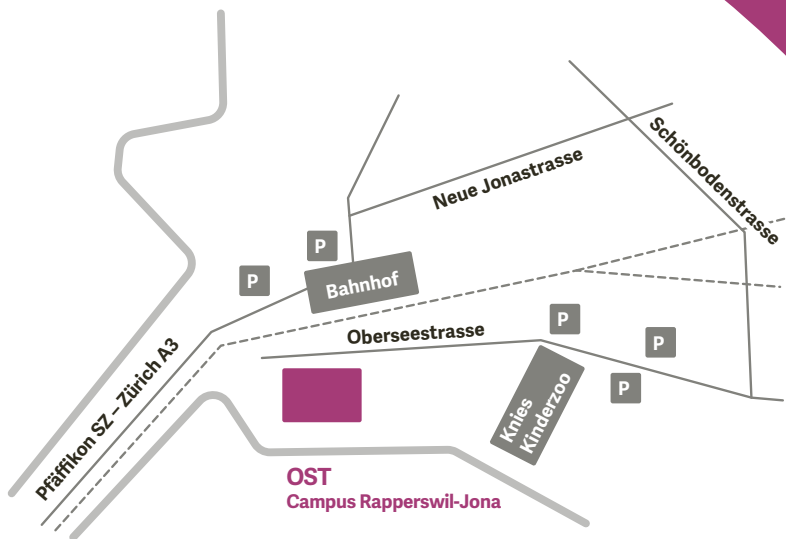
Raumentwicklung  
und Landschafts-  
architektur

OST  
Ostschweizer Fachhochschule  
Oberseestrasse 10  
8640 Rapperswil

T +41 58 257 41 11  
info@ost.ch  
ost.ch



Rapperswil-Jona



Buchs

OST  
Campus Buchs

