

 HOCHSCHULE  
ESSLINGEN

Informatik und  
Informationstechnik

# IT Innovationen

Band 30

Januar 2023

## Grußwort des Dekans

Liebe Leserinnen und Leser

Der Trend ist unverkennbar und hat alle Bereiche der Wirtschaft und Industrie erfasst: die Digitalisierung. Ob digitale Zwillinge realer Produkte, Simulation von Prozessen oder Monitoring von Geschäftskennzahlen – IT-Technologien sind der Schlüssel für adäquate Lösungen.



Besonders heraus stechen Lösungen zur rechnergestützten oder automatisierten Entscheidungsfindung in den Ingenieursdisziplinen, in Verwaltungen oder beratenden Berufen mittels Einsatz von künstlicher Intelligenz. Getrieben weniger durch Innovationsdruck als vielmehr durch einen immer stärker werdenden Fachkräftemangel, den die IT-Branche schon lange kennt, nun aber demografiebedingt zunehmend auch andere Berufe erreicht.

Aus diesem äußeren Umfeld heraus generieren sich die Themen deren Lösung sich die Absolventen unserer Bachelor- und Masterstudiengänge der Fakultät Informatik und Informationstechnik gestellt haben. Gemeinsam mit ihren Betreuern vor Ort haben sie beachtenswerte Lösungen gefunden und implementiert. Der vorliegende Band der IT-Innovationen zeugt von deren Ideenreichtum und technischer Kompetenz. Lassen Sie sich beim Lesen davon inspirieren.

Es grüßt Sie herzlich

A handwritten signature in blue ink, reading "Nonnast".

Prof. Jürgen Nonnast

Dekan der Fakultät Informatik und Informationstechnik

## IMPRESSUM

---

### ERSCHEINUNGSORT

73732 Esslingen am Neckar

### HERAUSGEBER

Prof. Jürgen Nonnast  
Dekan der Fakultät Informatik und Informationstechnik  
der Hochschule Esslingen - University of Applied Sciences

### REDAKTIONSANSCHRIFT

Hochschule Esslingen - University of Applied Sciences  
Fakultät Informatik und Informationstechnik  
Flandernstraße 101  
73732 Esslingen am Neckar

Telefon +49(0)711.397-4211  
Telefax +49(0)711.397-4214  
E-Mail [it@hs-esslingen.de](mailto:it@hs-esslingen.de)  
Website [www.hs-esslingen.de/it](http://www.hs-esslingen.de/it)

### REDAKTION, LAYOUT UND DESIGN

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Schmidt  
Hochschule Esslingen - University of Applied Sciences  
Fakultät Informatik und Informationstechnik  
Flandernstraße 101  
73732 Esslingen am Neckar

### SATZ, ANZEIGEN und VERLAG

Dipl.-Inf.(FH) Rolf Gassner  
Hochschule Esslingen - University of Applied Sciences  
Fakultät Informatik und Informationstechnik  
Flandernstraße 101  
73732 Esslingen am Neckar

### ERSCHEINUNGSWEISE

Einmal pro Semester, jeweils Januar und Juni

**ISSN 1869-6457**

Ahmed Abdolrahman	Unternehmerische Umsetzung von Change Management im digitalen Zeitalter	6
Mattias Abramovic	Gegenüberstellung von Framework und Toolkit orientierten Ansätzen zur Anwendungsentwicklung in Java anhand eines Beispielprojektes	9
Dogus Arslan	UX - Maturity Models	12
Felix Anslinger	Simulation von Störfaktoren auf die Sensorkalibrierung der Kamerasysteme für Fahrerassistenzsysteme	15
Elena Baechtle	Analyse und Konzeption der Daten- und IT-Architektur für Business-Applikationen in einem digitalen Unternehmen	17
Malte Banz	Erstellung eines webbasierten Redaktionssystems für die Pflege von Modulhandbüchern	20
Bilal Bas	Analyzing Soccer Shots on iOS Mobile Devices with Machine Learning	22
Maurice Pascal Bauer	Auswirkungen von Application Whitelisting auf das IT-Sicherheitsniveau eines GroSShandelskonzerns	25
Alexander Baumann	Experimentalstudie zu SLAM Verfahren in der mobilen Robotik	29
Marc Baumholz	Evaluierung eines LSTM-Netzes im Vergleich zu der ARIMA Methodik zur Verbesserung der Zeitreihenvorhersage von Energiedaten	31
Steffen Betz	Firmware- und Treiberintegration eines Automotive Ethernet SFP-Modules unter Linux	34
Alexander Brendel	Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Darstellung einer 3D-basierten Voxelwelt mit WebAssembly	37
Matthias Brodtbeck	Identifikation und Analyse von modellbasierten und statistischen Methoden als Kriterien für das Continuous Training von ML-Modellen	40
Enes Coskunyurek	Ersatz eines asymmetrischen Multiprozessorsystems durch ein (virtualisiertes) symmetrisches Multiprozessorsystem in einem industriellen Sensor	42
Jonas Daser	Konzeption und Implementierung eines Content-Management-Systems in einem Enterprise Business	44
Tom Denzinger	QML-basierte Einbindung von Kartenansichten für mobile Roboter	46
Julian Deuber	Anwendung von Machine Learning Verfahren zur Zustandsdetektion an Absaugmobilen	49
Panagiotis Diakas	Entwicklung und Evaluation von Methoden zum kombinierten Training von Regression und Klassifikation für kollaborative Roboter	52
Dennis Ebner	Erarbeitung und beispielhafte Anwendung einer Vergleichssystematik für Low-Code Development-Plattformen	55

Alexander Efremidis	Explorative, deskriptive und prädiktive Analyse von Strommarktdaten mittels Data Engineering- und Data Science-Methoden mit Python und R	57
Steffen Ehrenfeuchter	Training eines Objektdetektors auf mehreren Datensätzen	61
Olcay Eker	Beitrag zur Erstellung einer Simulationsumgebung zur Visualisierung von Fahrscenarien basierend auf Zeitreihen zur Validierung autonomer Fahrfunktionen	66
Luke Faisst	Erstellung eines Leitfadens mit den Anforderungen für die Integration von Unternehmen in ein Managed Security Service am Beispiel der EnBW Cyber Security GmbH	68
Nico Fink	Konzeption und Entwicklung einer geeigneten PowerBI Dashboard-Lösung zur Darstellung relevanter Management- Kennzahlen für Energieversorgungsunternehmen	72
Daniel Fritz	Aufbau einer reaktiven Arm-Roboter-Applikation mit der Sim2Real-Methode und dem Einsatz von Nvidia Cortex und Isaac Sim	75
Gunar Fuchs	Auswirkungen von Dark Patterns hinsichtlich Usability und User Experience	78
Julius Geyer	Konzeptionierung und Implementierung eines Prototyps zur Traceability-Analyse von Software Anforderungen in agilen Software Entwicklungsprozessen	81
Maximilian Gittel	Das Security Operations Center as a Service als IT-Sicherheitslösung für kleine und mittelständische Unternehmen der Versorgungswirtschaft	84
Goetz Grimmer	Leistungsvorhersagen für Windkraftanlagen basierend auf Messdaten und Ensemble-Prognosen	87
Sebastian Gropper	Training and deployment of machine learning model for anomaly detection in control unit measurements	90
Jonathan Fritz Guenther	Konzeption und Implementierung einer BI-gestützten Reporting Lösung für das Laufzeitmanagement von Motorsportbauteilen mit Anbindung an ein ERP-System	92
Philipp Hampel	AI zur Objekterkennung in Bildern	94
Leonie Heiduk	Konzeption und Implementierung eines Systems zur Analyse von Virtual-Reality-Nutzungsdaten	96
Andreas Heinrich	Konzeption und Implementierung einer Scraping Applikation für die Streaming-Plattform Twitch	98
Fabian Hollaender	Konzeptionierung eines Perception-Stack	102

Florian Hoss	Analyse des Frameworks Qwik im Vergleich zu anderen Web-Frameworks	104
Radika Kapour	Konzeption und exemplarische Umsetzung einer Social-Media-Kampagne für ein nachhaltiges gemeinnütziges Unternehmen	107
Pascal Kasper	Konzept und Implementierung eines Algorithmus zur Verteilung von Ladepunkten für E-Scooter in Städten	109
Kevin Kasprus	Analyse, Konzeption und prototypische Implementierung einer mobilen Anwendung für den Servicetechniker im AuSSendienst	112
Levin Kerschberger	Vergleich moderner Programmiersprachen und Frameworks auf Cloud-native Eigenschaften	115
Peter Kindler	Analysis and Modeling of VPN Stacks for latency-sensitive Environments	118
Gerrit Klein	Evaluation of Memory Allocators and Prototyping of a Custom Memory Allocator for Dynamic Memory Management	121
Pascal Kneisel	Workflow Automatisierung von VM Deployments	124
Mahmut Koese	Digitalisierung der Hochschullehre: Analyse des aktuellen Standes aus Perspektive der Studierenden und Lehrenden	126
Paul Kolbe	Konzeptionierung und Entwicklung einer Low-Code-Anwendung zur Digitalisierung und Automatisierung von Prozessen und Formularen	129
Elif Koral	Rolle und Konzeption einer Community im Rahmen der Einführung eines neuen IT-Tools (Salesforce) bei Robert Bosch GmbH Powertrain Solutions	132
Madelaine Kramer	Exemplarische Umsetzung von Methoden der KI und des Machine Learning mit Jupyter Notebooks	135
Tristan Loeffler	Aufbau eines Data Warehouse und Entwicklung des tabularen Analysemodells für die Auswertung tagesaktueller Auftragseingangsdaten	137
Christian Mayer	Sensorfusion eines Laser-Doppler-Anemometers zur optischen Windvektormessung	140
Mathis Frederick Michel	Impersonation of user workloads on a SLURM-based HPC cluster with k8s	142
Robert Mondry	Imitation Learning basierte Trajektorienplanung für Autobahnauffahrten	146
Anil Oezdemir	Evaluierung agiler Entwicklungsmethoden für die Entwicklungsprozesse im USU Service Management Bereich	149
David Reski	Pedestrian Intention Prediction using Transformers	152

David Retinski	Ein Beitrag zur Entwicklung eines Verfahrens zum automatisierten bündigen Einschrauben von ASSY 4 CSMP-Schrauben auf Basis eines ABS18 Compact.	155
Mergim Rizaj	Untersuchung der ökonomischen Vorteile durch Künstliche Intelligenz	158
Florian Rost	Automatisiertes Auswerten von Tickets zur Unterstützung der Softwarewartung	161
Robin Rummel	Analyse und Erstellung von Optimierungsansätzen für die EDI/ASN-Anwendung im Hinblick auf Serienlieferanten bei der Bosch Rexroth AG	164
Julius Ruppert	Einsatz von flussbasierten Konfigurationswerkzeugen für die dynamische Verwaltung von Industrienetzwerken	167
Jenny Lynn Lourdes Schick	Entwicklung eines Techlab im Rahmen der Vorentwicklung innovativer digitaler Produkte	170
Matthias Schneider	Aufbau und Inbetriebnahme einer Evaluierungsplattform für Digitale LEDs	174
Jan Schoeller	Cyber Security Optimierung von hybriden Infrastrukturen mittels Zero Trust & SASE	177
Robert Sittlinger	Konzept und Implementierung eines Sequenzeditors für das Testen einer Unity basierten 3D Simulation	179
Melanie Spitzer	Analyse und Vergleich der Sicherheit von Backend-, Frontend- und Full-Stack-Web-Frameworks	182
Patrick Thuemer	Studie zur Optimierung des Workflows mit einer Game Engine	185
Zeynep Vatansever	Change Impact Analyse Prozess Transformation SAP ECC 6.0 zu SAP S/4HANA und die damit einhergehende Veränderung für die Anwender	188
Pascal Veigel	Erarbeitung eines Prüfkonzeptes zur automatisierten Mobile App Validierung	191
Philipp Walter	Explorative, deskriptive und prädiktive Analyse von Strommarktdaten mittels Data Engineering- und Data Science-Methoden mit Python und R	57
Heiko Wascheck	Entwicklung einer BLDC Motorsteuerung für mobile Roboter	194
Henning Weise	Validierung und Implementierung von Methoden zur Transkription von Videosegmenten in einer Streaming-Plattform	196





# Unternehmerische Umsetzung von Change Management im digitalen Zeitalter

Ahmed Abdolrahman

Anke Bez

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt an der Fakultät Informatik und Informationstechnik, Esslingen

## Einführung

Laut Saskia Rennebach sind Veränderungen allgegenwärtig und jedes Individuum muss sich in seinem Leben mit dem Wandel der Lebenssituation, sei es beruflicher oder privater Art, auseinandersetzen [4]. Um den Wandel erfolgreich durchzuführen, benötigt jedes Individuum Zeit und Geduld. Denn Veränderungen können nicht von heute auf morgen realisiert werden. Für die Menschen spielt es keine Rolle, ob der Prozess zur Anpassung der Veränderungen im alltäglichen Leben länger dauert als bei anderen Menschen. Deshalb ist der zeitliche Faktor nicht von großer Wichtigkeit für

die Menschen. Der Wandel betrifft jedoch nicht nur Menschen, sondern auch Unternehmen, Märkte und ganze Industrien. Im Vergleich zu dem Wandel, die Individuen ebenfalls durchmachen, geht es für Unternehmen um die Existenz. Wenn der notwendige Wandel und die damit verbundenen Veränderungsprozesse nicht rechtzeitig oder innerhalb der dafür gesehenen Zeit umgesetzt werden, dann kann es sehr schnell dazu führen, dass Unternehmen nicht mit der Konkurrenz mithalten können. Ein passendes und sehr bekanntes Beispiel, das den enormen Verlust verdeutlicht, was passieren könnte, wenn der Wandel vernachlässigt wird, ist die Nokia Corporation.



Abb. 1: Nokias Absatz von 2007 bis 2013 in % [2]

## Change-Management

In der Vergangenheit haben sich Kunden, Verbraucher und User an dem Markt, dessen Innovationen und Produkte orientiert. Seit einigen Jahren hat sich die Situation geändert und nun steht der Kunde im Fokus der Unternehmen und Konzerne. Man möchte nun nur noch das produzieren, was die Kunden mögen, interessieren oder möchten. Dieser Wandel, der sich seit Jahren in fast allen Bereichen erfolgreich etabliert hat, war nur durch neue Technologien, Einfällen und das Ausbauen des Internets möglich. Um den Wandel und die damit verbundenen Veränderungen erfolgreich im Unternehmen einzuführen, benötigt es ein Veränderungsmanagement. Diese hat den Ursprung in den USA gehabt und wurde in dem Jahr 1930 von den Wissenschaftler Fritz Roethlisberger und den Soziologen George Elton Mayo erstmals angewendet [3]. In den darauffolgenden Jahren wurde das Veränderungsmanagement häufiger ein Thema im Unternehmen und es hatte an große Bedeutung gewonnen. Dies führte dazu, dass sich mehr Wissenschaftler dafür interessierten und Ihre eigenen Modelle entwickelt haben, wie man eine Veränderung im Unternehmen am besten angehen sollte. Der Grund ist der, dass Veränderungen häufig unterschätzt werden und Unternehmen die gewünschten Veränderungen nicht umsetzen können. Nun stellt sich die Frage, welche Herausforderungen und Aufgaben sich durch den Prozess ergeben und wie man diese bewältigen kann.



Abb. 2: Change-Management [1]

## Digitalisierung

„Wie in Zukunft produziert und konsumiert wird, soll sich durch die Digitalisierung aller Lebensbereiche recht grundsätzlich verändern“ [5]. Mit diesem Satz beginnt Peter Schadt mit seinem Buch "Digitalisierung". Der digitale Wandel hat sich vor allem in der Arbeitswelt stark ausgebreitet. Es gibt kaum Bereiche, die nicht von der Digitalisierung betroffen sind. Sogar in der Lebensmittel-Branche hat sich einiges getan. Mittlerweile können Verbraucher „online“ ihren wöchentlichen Einkauf tätigen und es sich sogar nach Hause liefern

lassen. Dieser Trend, sich mit dem Handy oder Computer über das Internet alles Mögliche zu erledigen, bringt Unternehmen dazu, all Ihre Produkte und Dienstleistungen ebenfalls online anzubieten. Welche Risiken und Herausforderungen, die die Digitalisierung für Arbeiter, Verbraucher und Unternehmen mit sich bringt, wird in der Bachelorarbeit angegangen.



Abb. 3: Digitalisierung des Alltags [6]

## Ziel der Arbeit

Das Ziel der Bachelorarbeit ist es, die erfolgreiche Umsetzung von Change-Management im digitalen Zeitalter in Bezug auf die Unternehmen. Denn die Digitalisierung setzt neue Maßstäbe sowohl für Arbeitnehmer als auch Arbeitgeber. Im Rahmen dieser Arbeit werden verschiedene Change-Management-Methoden und Modelle aufgeführt und einzelne Schritte/Phasen so beschrieben, dass diese von Führungskräften und Managern angewendet werden können. Zusätzlich wird in der Bachelorarbeit auf die Risiken, Herausforderungen, Aufgaben und auf den menschlichen Faktor, der hier eine besondere Rolle spielt, eingegangen.

## Ausblick

Für Unternehmen werden in der Zukunft häufiger und schneller Veränderungen stattfinden, da diese sich an den Kundenbedürfnissen orientieren. Aktuell leben wir in einem digitalen Zeitalter und viele Branchen haben sich darauf umgestellt und die Unternehmen, die es noch nicht getan haben, werden es früher oder später tun müssen. Wenn man den Trend verpasst oder die aktuellen gewünschten Technologien von den Kunden nicht erbringen kann, so können in kürzester Zeit Unternehmen den Anschluss an den Markt oder an der Konkurrenz verlieren. Aber wie sieht die Zukunft für den Einzelhandel aus oder für die Unternehmen, die nicht das notwendige Kapital, Know-how und die Zeit für eine Veränderung haben? Wenn sich alles nur noch in der virtuellen Welt abspielt und sich einzelne Großkonzerne zum Marktmonopolen machen, werden sehr viele Geschäfte, die aktuell noch auf den Straßen zu finden sind, in naher Zukunft nicht mehr vorhanden sein.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Lukas Günter. Change-Management. <https://www.coverdale.at/change-management-die-top-3-fehler/>, 11 2020.
- [2] Statista IDC. Marktanteil von Nokia am weltweiten Absatz von Smartphones vom 1. Quartal 2007 bis zum 3. Quartal 2013. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/12861/umfrage/marktanteil-von-nokia-smartphones-seit-2007/>, 10 2013.
- [3] A K. Veränderungsmanagement. <https://de.wikipedia.org/wiki/Ver%C3%A4nderungsmanagement>, 2012.
- [4] Saskia Rennebach. *Unternehmen im Wandel: Komplexe Veränderungsprozesse erfolgreich gestalten*. Diplomi-ca® Verlag GmbH,, 2010.
- [5] Peter Schadt. *Digitalisierung*. PapyRossa Verlags GmbH & Co. KG, 2022.
- [6] Dirk Schumacher. Bessere Ergebnisse durch Digitalisierung. <https://transformations-magazin.com/magazin/bessere-ergebnisse-durch-digitalisierung/>, 09 2019.

# Gegenüberstellung von Framework und Toolkit orientierten Ansätzen zur Anwendungsentwicklung in Java anhand eines Beispielprojektes

Mattias Abramovic

Jörg Nitzsche

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma doubleSlash Net-Business GmbH, Stuttgart

## Einleitung

In der Industrie stellt sich Softwareentwicklern die Herausforderung ein Projekt in minimaler Zeit, mit minimalen Ressourcen zu entwickeln und somit die Produktentwicklungszeit so kurz wie möglich zu halten. Hierfür werden häufig bestehende Frameworks angewendet, von denen eine Vielzahl für jede Anwendungsschicht existiert. In bereits bestehenden Projekten an dem die Firma doubleSlash Net-Business GmbH beteiligt ist, sind einige Probleme durch die Verwendung typischer Technologien wie Spring und JavaEE und der damit einhergehenden Inversion of Control aufgetreten.

## Framework

Ein Framework bestimmt die Architektur der Anwendung. Das Framework definiert die allgemeine Struktur von Klassen und Objekten und auf welcher Art und Weise diese zusammenarbeiten. Zwar können auch konkrete Unterklassen enthalten sein, die genutzt werden können, dadurch aber, dass, das Framework die Architektur vorgibt, liegt der Fokus auf der Wiederverwendung des Designs und nicht dem Code. [2] Ein definierender Punkt für ein Framework ist die Verwendung der Inversion of Control. Dies unterscheidet ein Framework von einer Bibliothek, die im Wesentlichen aus einer Reihe von Funktionen besteht, die aufgerufen werden können. Es gibt verschiedene Wege, die Inversion of Control zu implementieren, entweder durch Callbacks wie Closures, oder das Framework definiert Events, die der Client Code abonnieren kann. [6] Die definierten Methoden zur Anpassung des Frameworks werden aus dem Framework selbst und nicht aus dem Anwendungscode aufgerufen. Das Framework spielt die Rolle des Hauptprogramms bei der Koordinierung und Ablaufplanung der Anwendungsaktivitäten. [7] Eine Art der Inversion of Control stellt die Dependency

Injection dar, welches die Abhängigkeiten eines Objekts zur Laufzeit durch genaue Vorschriften regelt. [5]

## Toolkit

Ein Toolkit besteht aus mehreren vordefinierten Klassen aus einer oder mehreren Bibliotheken. Die Klassen stellen eine allgemeine Funktionalität zur Verfügung und sind wiederverwendbar und miteinander verwandt. Ein Toolkit zwingt kein bestimmtes Design auf. Das Anwendungsdesign ist somit nicht von dem verwendeten Toolkit abhängig. Da das Anwendungsdesign nicht von einem Toolkit abhängig ist, muss sich die Anwendung nicht an die Weiterentwicklung eines Toolkits anpassen und dementsprechend nicht mit entwickeln. Da ein Toolkit in verschiedenen Anwendungen verwendet anwendbar sein soll, ist es wichtig, dass Annahmen und Abhängigkeiten, die die Flexibilität einschränken, vermieden werden. Im Vordergrund steht die Wiederverwendung von Code, ein Toolkit stellt lediglich die Funktionalität bereit, die zur Erfüllung eines bestimmten Anwendungszweck helfen soll, ohne dass der Entwickler die wesentliche Funktionalität jedes Mal erneut implementieren muss. Der Hauptteil der Anwendung bei einem Toolkit wird individuell geschrieben, somit kommt es zu keiner Inversion of Control zwischen der Anwendung und der Software auf der sie basiert. [2]

## Kohäsion und Kopplung

Kohäsion ist die Art und Weise und das Ausmaß, in dem die Aufgaben, die von einem einzelnen Softwaremodul ausgeführt werden, miteinander in Beziehung stehen. Kohäsion wird auch als Synonym für Modulstärke verwendet. Kopplung ist die Art und der Grad der gegenseitigen Abhängigkeit zwischen Softwaremodulen. [4]

Das optimale modulare Design ist eines, bei dem die Beziehungen zwischen Elementen, die sich nicht im selben Modul befinden, minimiert sind. Es gibt zwei Möglichkeiten, dies zu erreichen: Minimierung der Beziehungen zwischen den Modulen und Maximierung der Beziehungen zwischen den Elementen desselben Moduls. Diese beiden Methoden ergänzen sich und werden gemeinsam eingesetzt. Die Modulkopplung wird verwendet, um die Beziehungen zwischen den Modulen zu minimieren. Die Modulstärke wird verwendet, um die Beziehungen zwischen den Elementen in den einzelnen Modulen zu maximieren.

Element in diesem Sinne bedeutet jede Form eines Teils des Moduls, wie z. B. eine Anweisung, ein Segment oder eine Unterfunktion. Jedes Programm hat bestimmte Beziehungen zwischen allen seinen Elementen. Die grundlegende Absicht der Modulstärke besteht darin, diese Elemente so zu organisieren, dass eng verwandte Elemente in ein einziges Modul und nicht verwandte Elemente in separate Module fallen. [3]

## Problemstellung und Lösungsansatz

Grundlage für die Arbeit bildet die Hypothese, dass durch die Verwendung eines Frameworks bestimmte Problemstellungen einhergehen, die durch ein Framework-losen Ansatz nicht entstehen würden. Ziel der Arbeit ist es herauszufinden, wie sich die Anwendungsentwicklung zwischen einem Framework und einem Toolkit basiertem Ansatz unterscheidet. Dazu wird ein Vergleich zwischen den Ansätzen aufgestellt, mit dem die Hypothese bestätigt werden soll. In dieser Arbeit wird ein Java Projekt, mit dem Spring Boot Framework und dem Toolkit-basierten Ansatz von Vert.x konzipiert und implementiert, um die Auswirkung der Technologien auf die Anwendungsentwicklung zu evaluieren. Die nicht-funktionalen Anforderungen an die Anwendung werden nicht näher betrachtet. Die Architektur der Anwendung wird in Abbildung 1 dargestellt. Der Fokus liegt auf den essenziellen Mechanismen, die der jeweiligen Funktionsweise zugrunde liegen.

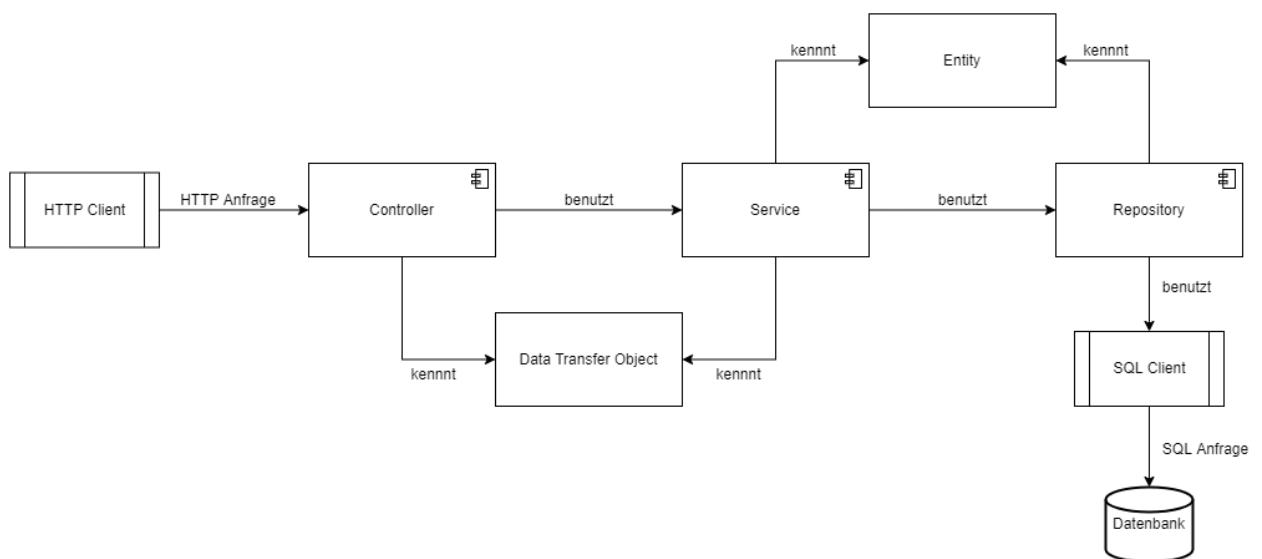


Abb. 1: Architektur der Anwendung [1]

## Ausblick

Die Evaluation und der Vergleich zwischen den Technologien soll sich durch verschiedene Kriterien, die für die einzelnen Schichten der Anwendung definiert werden, ergeben. Allgemein sollen hierbei die Kohärenz in den Komponenten sowie die Kopplung zwischen

den Komponenten und der verwendeten Technologie verglichen werden. Durch die Ergebnisse der Vergleiche soll für weitere Projekte das Umdenken angestoßen werden, ob für alle Teile einer Softwarelösung ein Framework verwendet werden muss oder ob nicht durch die eigene Implementierung die Developer Experience verbessert werden kann.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] Gamma Erich, Helm Richard, Johnson Ralph, and Vlissides John. *Design Patterns: Entwurfsmuster als Elemente wiederverwendbarer objektorientierter Software*. MITP Verlags GmbH, 2015.
- [3] Myers Glenford. *Reliable software through composite design*. Petrocelli, 1975.
- [4] of Electrical Institute and Electronics Engineers. IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology. *IEEE Std 610.12-1990*, pages 1–84, 1990.
- [5] Fowler Martin. Inversion of Control Containers and the Dependency Injection pattern. <https://martinfowler.com/articles/injection.html>, 2004.
- [6] Fowler Martin. InversionOfControl. <https://www.martinfowler.com/bliki/InversionOfControl.html>, 2005.
- [7] Johnson Ralph and Foote Brian. *Designing Reusable Classes*. SIGS Publications, 1988.

# UX - Maturity Models

Dogus Arslan

Astrid Beck

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt an der Fakultät Informatik und Informationstechnik, Esslingen

## Einleitung

Eine gute User Experience ist in der heutigen Zeit einer der wichtigsten Qualitäten, die ein Produkt mitbringen muss, um erfolgreich zu sein. Jedoch stellt sich die Frage wie gut ist eine Organisation tatsächlich aufgestellt im Bereich UX? Und wie lässt sich diese beurteilen? Genau da kommt der Begriff UX Maturity ins Spiel, welcher heutzutage noch sehr aktuell ist. Bei der UX Maturity - oder auch UX-Reifegrad genannt - handelt es sich um Modelle, durch die eine Organisation ihren UX-Reifegrad messen kann und bei Bedarf Änderungen zur Besserung vollzieht. Ein besseres Verständnis für UX und einem nutzerzentrierten Design wird angestrebt, wobei diese eine Integration in allen Aspekten der Entwicklungs- und Geschäftspraxis fordert.

## Ziel

Im Verlauf der folgenden Hausarbeit werden UX-Reifegradmodelle detailliert analysiert und erläutert. Es existieren bereits Reifegradmodelle in anderen Bereichen der Entwicklung wie zum Beispiel Software-Reifegradmodelle, die bereits länger etabliert sind. Da das Bewusstsein für UX Maturity recht neu ist, wird die Anwendung der Modelle spezifiziert, um schließlich Unterschiede zwischen anderen UX-Reifegradmodellen und zu Reifegradmodellen aus anderen Entwicklungsbereichen hervorzuheben. Schließlich werden die Daten zusammengefasst und die UX Maturity im Allgemeinen bewertet.

## Was ist UX Maturity?

Im folgenden Abschnitt wird der Begriff UX-Maturity (User Experience-Maturity) erläutert. Dabei werden Begriffe wie User Experience und Usability definiert, welche wichtige Aspekte der Softwareentwicklung sind.

## Usability

Usability ist die Gebrauchstauglichkeit oder auch die Benutzerfreundlichkeit eines Produkts, wie zum

Beispiel die Benutzerfreundlichkeit einer Mobilen Applikation. Usability spielt überall eine Rolle, wo Benutzer mit technischen Systemen zu tun haben. Dazu gehören unter anderem Webseiten und mobile Applikation, aber auch medizinische Geräte oder andere Maschinen die mit Menschen Interagieren. Die Usability bestätigt, ob ein System effizient, effektiv und sicher ist. Auch Punkte wie nützlich und leicht erlernbar ein System ist oder wie leicht benutzbar, praktisch und zufriedenstellend das System für die Benutzer ist, werden berücksichtigt. Gute Usability wird im Regelfall nicht explizit wahrgenommen, jedoch schlechte hingegen macht sich schnell bemerkbar.

## User Experience

Usability und dessen Aspekte spielen auch in der User Experience eine wichtige Rolle, jedoch erweitert die User Experience den Begriff Usability um weitere Faktoren wie Emotionen bei der Nutzung eines Systems (siehe Abbildung 1). Dadurch kann Usability als eine Objektive Sicht auf ein System betrachtet werden, aufgrund der zuvor genannten Merkmale wie Effizienz und Nutzbarkeit. User Experience kann mit einer Sicht aus einem breiteren Winkel verglichen werden, da die User Experience nicht nur die Objektive, sondern auch die Subjektive Sicht der Nutzer Mit einbezieht. Das Gleichgewicht aus den instrumentellen Qualitäten, wie die Nutzbarkeit und nicht instrumentellen Qualitäten, zum Beispiel wie sehr spricht die Ästhetik den Nutzer an? Welche Gefühle werden beim Nutzer erzeugt? Ist anzustreben.

Eine gute Usability wird nicht wahrgenommen, dafür eine negative schon. Anders sieht es bei der User Experience aus. Eine ansprechende, herausfordernde und Freude bringende User Experience fällt einem Nutzer durch die positiven Emotionen, die in ihm erzeugt werden auf. Das führt dazu, dass ein Nutzer zum Beispiel eine mobile Applikation immer wieder gern benutzt. Dies kann auch der Fall sein, wenn eine Applikation eine solide Usability hat, jedoch kein starker emotionaler Eindruck beim Nutzer hinterbleibt. Die erste Applikation würde weniger genutzt werden als

eine Applikation, die eine minimal geringere Usability hat im Vergleich zur ersten Applikation, dafür aber einen stärkeren Emotionalen Eindruck hinterlässt. Infolgedessen ist die User Experience der Nutzer stärker als bei der ersten Applikation, trotz der Überlegenheit im Aspekt der Usability. [3]

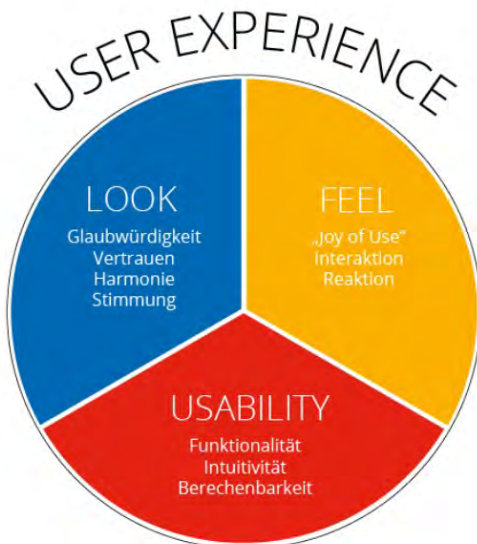


Abb. 1: Faktoren der User Experience [2]

## UX Maturity

UX-Maturity oder auch UX-Reifegrad ist ein relativ junges Thema, welches sich von Usability und User Experience unterscheidet. Usability und User Experience befassen sich mit einem System beziehungsweise einem Produkt selbst. Der Fokus liegt hierbei auf der Interaktion zwischen einem Nutzer und dem Endprodukt. UX Maturity hingegen befasst sich mit der Organisation und dessen Strategie. Bevor ein Produkt entwickelt wird, stellt eine Organisation erst fest in welchem Ist-Zustand es sich momentan befindet und was nötig ist, um in den Soll-Zustand zu gelangen. Fragen wie, welche Teams existieren innerhalb einer Organisation? Welche Prozesse werden für die User Experience aufgestellt? Welche Ressourcen stehen zur Verfügung? Und welche Rolle die User Experience innerhalb der Strategie spielen, sind nur ein Teil der Fragen, die sich eine Organisation zur Beurteilung der eigenen UX Maturity stellen muss. Damit eine Organisation in ihrer UX Maturity gemessen werden kann, wurden UX Maturity Modelle erstellt, die aus mehreren Stufen bestehen (siehe Abbildung 2). Je nachdem wie die Organisation im Bereich UX Maturity aufgestellt ist, wird sie ein Level eingestuft.

Wenn Teams oder Organisationen durch die Linse eines UX Maturity Modells betrachtet werden, sind durch die Einstufung auch Ansätze zur Verbesserung sichtbar. Defizite werden erkannt und dadurch auch die notwendigen Maßnahmen, um in eine höhere Stufe aufzusteigen.

Stage 1 Beginning	Stage 2 Awareness	Stage 3 Adopting	Stage 4 Realizing	Stage 5 Exceptional
<b>Timing of initial UX</b> None	<b>Timing of initial UX</b> After coding	<b>Timing of initial UX</b> Mixed, after coding, before coding, sometimes parallel to coding	<b>Timing of initial UX</b> Prior to coding	<b>Timing of initial UX</b> As part of business and market requirements
<b>Availability of resources</b> None	<b>Availability of resources</b> Visual design	<b>Availability of resources</b> Visual, interaction, research, lower-level management	<b>Availability of resources</b> Visual, interaction, research, lower management, and upper-level management	<b>Availability of resources</b> Visual, interaction, research, management, executive
<b>User involvement</b> None	<b>User involvement</b> Limited to user testing design/ functionality	<b>User involvement</b> Limited to user testing design/ functionality	<b>User involvement</b> Correct in all stages of the design process	<b>User involvement</b> Correct in all stages of the design process
<b>Leadership and culture</b> None	<b>Leadership and culture</b> None	<b>Leadership and culture</b> No clear owner, shared across functions	<b>Leadership and culture</b> Clear owner in upper management	<b>Leadership and culture</b> Clear owner, present at the executive level
<b>Corporate processes</b> None	<b>Corporate processes</b> None	<b>Corporate processes</b> None or beginning to implement	<b>Corporate processes</b> Successful implementation, Reputation	<b>Corporate processes</b> UX goals are all linked to corporate goals
<b>Design thinking</b> None	<b>Design thinking</b> None	<b>Design thinking</b> Not standard	<b>Design thinking</b> Applied throughout the organization	<b>Design thinking</b> Applied everywhere from UX to executive level

Abb. 2: Chapman und Plewes Maturity Model [2]

Die UX Maturity erfordert Entwicklung in verschiedenen Bereichen eines Unternehmens. Zum einen auf der strategischen Ebene - dazu gehört die Planung und die Führung - das Priorisieren von User Experience und das Bereitstellen von Ressourcen. Als nächstes spielt der kulturelle Faktor eine große Rolle. Das Bewusstsein und Wissen von User Experience und dessen wichtige Rolle in der Entwicklung innerhalb der Unternehmenskultur. Neben dem UX-Wissen sollten auch ausreichend Möglichkeiten existieren, um eine Karriere im Bereich UX einzuschlagen und auszubauen. Daher muss ein Unternehmen UX-Karrieren fördern. Prozesse sind ebenfalls ein großer Faktor in der Entwicklung der UX-Maturity. Dabei ist es wichtig sich seiner bisherigen UX-Forschung und Designprozesse bewusst zu werden und diese auszubauen oder neue UX-Praktiken einzuführen und diese optimieren. Zuletzt müssen die Ergebnisse gemessen werden, die durch die UX-Arbeit zustande kam. Das Messen und Testen der Ergebnisse ist essenziell, um neue Informationen zu erhalten und aus diesen Informationen neue Anforderungen zu definieren. Das Ausbauen einer der Faktoren im Bereich User Experience ist nicht ausreichend, um einen hohen Reifegrad in einem UX-Maturity Modell zu erreichen, vielmehr ist es bedeutender alle Faktoren auszubauen, da sie voneinander in einer bestimmten Weise Abhängigkeiten aufweisen. Zum Beispiel bewirkt das Wissen über UX-Prozesse allein nichts, wenn in der Unternehmensführung diese nicht priorisiert werden oder die benötigten Ressourcen nicht bereitgestellt werden. [1]



## Literatur und Abbildungen

- [1] Lorraine Chapman and Scott Plewes. *A UX Maturity Model: Effective Introduction of UX into Organizations*, volume 4. Springer International Publishing, 2014.
- [2] Eigene Darstellung.
- [3] Marc Hassenzahl, Michael Burmester, and Franz Koller. *Der User Experience auf der Spur: Zum Einsatz von [www.attrakdiff.de](http://www.attrakdiff.de)*. Usability Professionals, 1 edition, 2008.

# Simulation von Störfaktoren auf die Sensorkalibrierung der Kamerasysteme für Fahrerassistenzsysteme

Felix Anslinger

Markus Enzweiler

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Mercedes-Benz AG, Sindelfingen

## Kamerasysteme in der Automobilindustrie

Die Fähigkeit eines Autos, dem Menschen immer mehr Aufgaben abzunehmen und gleichzeitig den Komfort und die Sicherheit zu erhöhen, wird für Kunden

den heutzutage immer wertvoller. "Demnach werden insbesondere Park- und Spurassistentensysteme sowie Notbremsysteme immer beliebter"[2].

Damit das Fahrzeug weiß, was in der Umgebung passiert, benötigen es viele Informationen von unterschiedlichen Sensoren (siehe Abbildung 1).

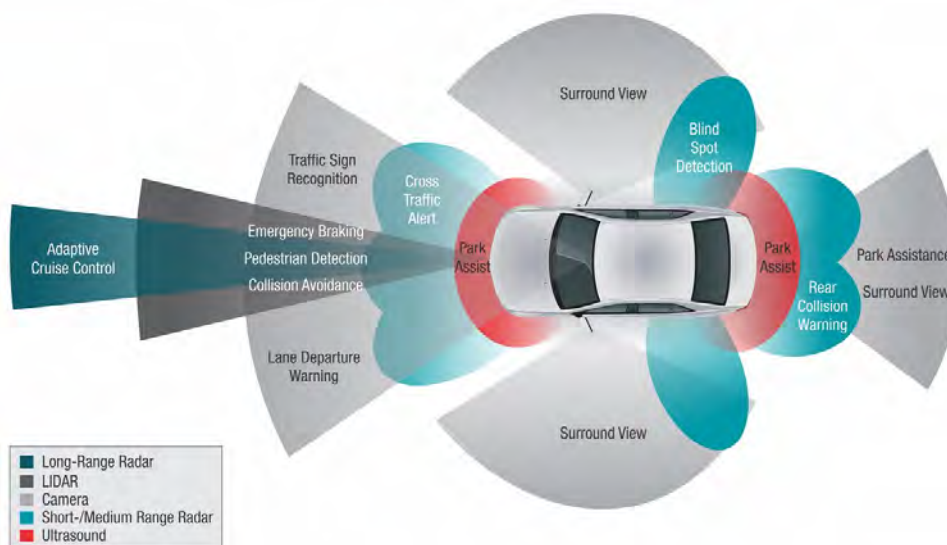


Abb. 1: Beispielhafte Sensor-Anordnung eines modernen Autos [4]

Dabei spielen unter anderem Kameras eine wichtige Rolle für einige Fahrerassistenzsysteme. Sie können verwendet werden, um Gegenstände wie beispielsweise Verkehrsschilder zu erkennen oder um dem Fahrer mehr Rundumsicht zu ermöglichen. Allein das 360°-Kamerasystem, welches dem Fahrer eine große Umsicht während des Parkens gewährt, benötigt meist vier verbaute Weitwinkel-Kameras (vgl. [1]).

## Sensorkalibrierung der Kamerasysteme

Für Fahrerassistenzfunktionen, welche Kamera-Daten verwenden, ist es notwendig, dass diese Daten akkurat und qualitativ hochwertig sind. Dies führt zu einem Problem, da die Kamera-Sensoren in der Produktion

nie exakt gleich eingebaut werden. Es gibt daher immer kleine Unterschiede in der Ausrichtung der Kameras, welche, um die ordnungsgemäße Funktionalität der Assistenzsysteme sicher zu stellen, kompensiert werden müssen. Um die Kameras also dennoch Effektiv nutzen zu können, müssen sie zuerst einmal kalibriert werden. "Dies geschieht im einfachsten Fall so, indem man sich 3D-Punkte mit bekannten Koordinaten in einem Weltkoordinatensystem vorgibt, die 2D-Koordinaten dieser Punkte im Bild ermittelt und aus diesen Beziehungen die Parameter ausrechnet"[5]. Um diesen Zusammenhang aus dem Kamerabild und einer bekannten 3D-Koordinate herzustellen, werden für die Kalibrierung sogenannte Kalibriertargets eingesetzt (siehe Abbildung 2).



Abb. 2: Beispielhafte Anordnung von Kalibriertargets an einer Kalibrierstation [3]

### Störfaktoren während der Sensorkalibrierung

Nicht jede Kalibrierung an den Kalibrierstationen funktioniert jedoch. Bei einigen Autos kann der Kalibrier-Algorithmus die Kameras nicht kalibrieren und das Auto muss somit in die Nacharbeit. Dies kann daran liegen, dass Kameras beispielsweise falsch verbaut wurden, es kann jedoch auch an einem externen Störfaktor während der Kalibrierung liegen. Letzteres ist sehr unerwünscht, da das Auto selbst keinen Fehler hat und somit unnötigerweise in die Nacharbeit geschickt wurde. Ziel ist es daher herauszufinden, welche Störfaktoren sich besonders negativ auf die Kalibrierung auswirken und somit möglichst beseitigt werden müssen.

### Ansatz der Bachelorarbeit

Um der Frage nach den Störfaktoren auf den Grund zu gehen, muss die Kalibrierung in unterschiedlichen Szenarien getestet werden. Störbehaftete Szenarien in der realen Welt nachzubauen ist jedoch kostbar, zeitaufwendig und daher nicht skalierbar. Die Bachelorarbeit untersucht deswegen, inwiefern sich moderne 3D-Software eignet, um reale Kalibrierstationen nachzubauen und mittels Bildern aus dieser virtuellen Umgebung dann die Kalibrierung mit unterschiedlichen Störfaktoren zu testen. Dabei sollen Störfaktoren wie beispielsweise ungünstiger Lichteinfall, Schattenwurf oder Reflexionen simuliert werden. Gegebenenfalls lassen sich durch die Simulation auch gleich einige Handlungsempfehlungen finden, um besagte Störfaktoren effizient zu eliminieren.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Mercedes-Benz AG. Funktion der 360°-Kamera. [https://moba.i.mercedes-benz.com/baix/cars/213.2\\_command\\_2017/de\\_DE/page/ID\\_93d6d0a6328cb710354ae3653d6b784c-c8e49cbed3e9e574354ae365667c80b2-de-DE.html#](https://moba.i.mercedes-benz.com/baix/cars/213.2_command_2017/de_DE/page/ID_93d6d0a6328cb710354ae3653d6b784c-c8e49cbed3e9e574354ae365667c80b2-de-DE.html#), 2017.
- [2] Joern Ebberg. Bosch-Auswertung: Fahrerassistenzsysteme sind weiter stark auf dem Vormarsch. <https://www.bosch-presse.de/pressportal/de/de/bosch-auswertung-fahrerassistenzsysteme-sind-weiter-stark-auf-dem-vormarsch-148032.html>, 03 2018.
- [3] DIGITALCAR SARL. LA SOLUTION CALIBRAGE. <http://digitalcar.fr>, 2022.
- [4] Inc. SIWAVE. INTELLIGENT DRIVE. <https://www.si-wave.net/intelligentdrive>, 2019.
- [5] Herbert Süße and Erik Rodner. Kamerakalibrierung. In *Bildverarbeitung und Objekterkennung*. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2014.

# Analyse und Konzeption der Daten- und IT-Architektur für Business-Applikationen in einem digitalen Unternehmen

Elena Baechtle

Anke Bez

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Robert Bosch GmbH, Stuttgart Feuerbach

## Einleitung

Über das vergangene Jahrzehnt hinweg entwickelten sich Daten zu einem der wertvollsten Güter in einem Unternehmen. Schon 2017 entstand nach der Veröffentlichung eines Artikels in der britischen Wochenzeitung *The Economist* mit dem Titel "The world's most valuable resource is no longer oil, but data"[2] eine weitreichende Diskussion über die Relevanz von Daten, welche Kiran Bhageshpur im Jahr 2019 aufgriff und mit der Formulierung "Data is the new oil"[1] auf den Punkt zu bringen versuchte. Daten werden hierbei als die ultimative erneuerbare Ressource bezeichnet und sind für die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens unabdingbar. Relevant sind hier jedoch nicht nur die Sammlung und Auswertung der Daten, sondern auch die Organisation und Struktur dieser. Insbesondere große Unternehmen, deren tägliches Geschäft die Interaktion mehrerer hundert IT-Systeme erfordert, stehen bei der Frage, welche Daten sich in welchen Systemen befinden und gepflegt werden, vor einer Herausforderung. Um einen Überblick über die verwendete Daten- und IT-Architektur zu erhalten und somit eventuell fehlende Daten herauszuarbeiten, muss in erster Instanz eine Analyse der beiden Architekturschichten erfolgen. Auf dieser aufbauend können fehlende Daten dann identifiziert und entsprechend konzeptioniert werden.

## Zielsetzung

Das Ziel der Bachelorarbeit ist die Schaffung von Transparenz über die Daten- und IT-Architektur des Produktbereiches Bosch Connected Industry (BCI) der Robert Bosch GmbH. Dieses soll durch die Konzeption eines auf vorangegangener Analyse basierenden Datenmodells der Stammdaten in den Business-Applikationen von BCI erreicht werden. Hierbei stehen insbesondere die folgenden Forschungsfragen im Vordergrund, welche im Rahmen der wissenschaftlichen Arbeit beantwortet werden:

- Welche Datenobjekte gibt es bei BCI?
- Welche Applikationen und Stammdaten gibt es und wie kann beides einander zugeordnet werden?
- Welche Stammdaten fehlen aktuell?
- Wie könnte ein entsprechendes Datenmodell aussehen?

## Stammdatenmanagement

Stammdaten werden als „Grunddaten eines Unternehmens“ [7] bezeichnet und sind wichtiger Bestandteil der Datenarchitektur einer Organisation. Sie besitzen im Gegensatz zu sogenannten Transaktions- oder Bewegungsdaten die Eigenschaft, über einen längeren Zeitraum keine oder nur sehr geringe Änderungen zu erfahren und werden in verschiedenen Geschäftstransaktionen verwendet. Grundsätzlich lassen sich in der Stammdatenhaltung und -verteilung die vier in Abbildung 1 visualisierten Architekturvarianten identifizieren.

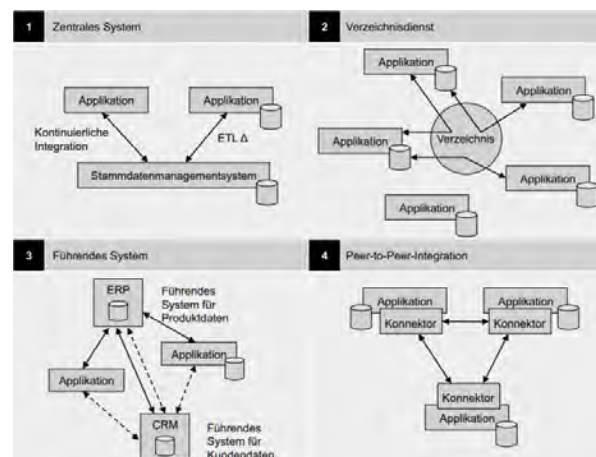


Abb. 1: Varianten der Stammdatenhaltung und Stammdatenverteilung [7]

## Enterprise Architecture Management (EAM)

Enterprise Architecture Management (EAM) wird von Hanschke als „systematischer und ganzheitlicher Ansatz für das Verstehen, Kommunizieren, Gestalten und Planen der fachlichen und technischen Strukturen im Unternehmen“ [5] definiert. Es dient also zur Steuerung und Entwicklung der Architektur eines Unternehmens. Den Begriff Architektur beschreibt ISO als „fundamental concepts or properties of a system in its environment embodied in its elements, relationships, and in the principles of its design and evolution“ [3]. Eine Architektur wird demnach als ein System bezeichnet, welches durch seine Elemente, Beziehungen und Gestaltungsprinzipien verkörpert wird. Eine Übersicht über die verschiedenen Architekturschichten des EAM findet sich in folgender Abbildung 2.

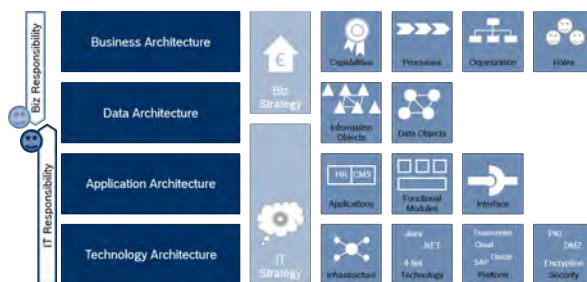


Abb. 2: Die Architekturschichten nach TOGAF [4]

### Vorgehensweise

Um die oben genannten Forschungsfragen zu beantworten, wird zunächst eine Einarbeitung in das Thema Enterprise Architecture Management (EAM) benötigt. Die Daten- und die Applikations-Architektur repräsentieren hierbei zwei wichtige Architekturschichten eines Unternehmens, wie bereits in oben stehender Abbildung 2 visualisiert dargestellt.

Um sich der Herausforderung des EAM zu stellen, haben sich bereits eine Reihe anwendbarer Frameworks etabliert, welche in der folgenden Abbildung 3 zu sehen sind.

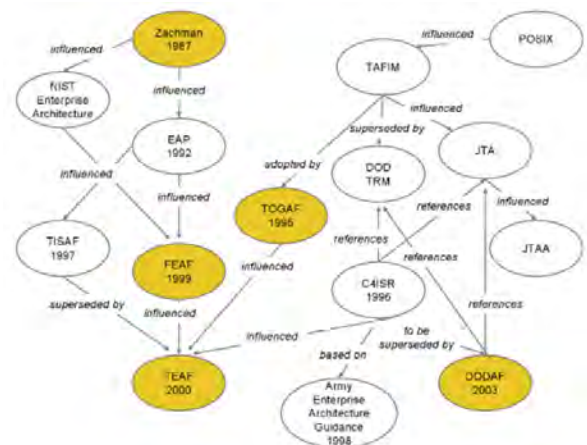


Abb. 3: Entwicklung von Architekturframeworks mit zeitlicher Abfolge und Abhängigkeiten [6]

Die bekanntesten Rahmenwerke im deutschsprachigen Raum sind der TOGAF Standard sowie das Zachman-Framework. Da sich Letzteres jedoch eindeutig davon distanziert, eine Methodik bereitzustellen und lediglich als Struktur zur Beschreibung eines Unternehmens dient, bietet sich für die vorliegende Problemstellung die Architecture Development Method (ADM) des TOGAF Standards an. Diese Methode bietet einen Ablauf an aufeinanderfolgenden Schritten, um ein Erreichen des Zieles zu gewährleisten. So findet vorerst eine Analyse der bestehenden Stammdaten- und IT-Architektur statt und anschließend die Entwicklung der Zieldaten- und IT-Architektur. Mittels einer vergleichenden Gap-Analyse werden somit fehlende Architekturelemente der beiden Schichten identifiziert und können folgend konzeptioniert werden. Zur Validierung der Konzeptionsarbeit findet eine Integration der wichtigsten Stakeholder in den Prozess statt, sodass abschließend eine Fertigstellung der Architekturschichten erfolgen kann.

### Ausblick

Nach der Durchführung einer Analyse der aktuellen Stammdaten-Architektur stellten sich insbesondere zwei Problemfelder heraus. Sowohl im Bereich der Angebots-, Auftrags- und Rechnungserstellung als auch bezogen auf die angebotenen Produkte besteht aktuell hohe Intransparenz darüber, welche Stammdaten in diesem Zusammenhang verwendet werden und in welchen IT-Systemen diese gespeichert sind. Um diese Strukturen zu erhalten, wurde eine Grobstruktur der einzelnen Stammdatenmodelle dieser Datenobjekte ausgearbeitet, welche nun darauffolgend mit dem entsprechenden Stakeholder verbessert und validiert werden. Abschließend findet eine Konsolidierung der verschiedenen Modelle zu einem gemeinsamen Datenmodell statt.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Kiran Bhageshpur. Data is the new oil - and that's a good thing. <https://www.forbes.com/sites/forbestech-council/2019/11/15/data-is-the-new-oil-and-thats-a-good-thing>, 11 2019.
- [2] The Economist. The world's most valuable resource is no longer oil, but data. <https://www.economist.com/leaders/2017/05/06/the-worlds-most-valuable-resource-is-no-longer-oil-but-data>, 05 2017.
- [3] International Organization for Standardization. Defining architecture. <http://www.iso-architecture.org/ieee-1471/defining-architecture.html>, 2022.
- [4] Robert Bosch GmbH. Architecture Layers. *EAM - Enterprise Architecture Management*, 2020.
- [5] Inge Hanschke. *Enterprise Architecture Management einfach und effektiv - Ein praktischer Leitfaden für die Einführung von EAM*. Carl Hanser Verlag, 2022.
- [6] Jan Keuntje and Reinhard Markow. *Enterprise Architecture Management in der Praxis - Wandel, Komplexität und IT-Kosten im Unternehmen*. Symposium Publishing GmbH, 2010.
- [7] Boris Otto, Jochen Kokemüller, Anette Weisbecker, and Dimitrios Gizanis. *Stammdatenmanagement: Datenqualität für Geschäftsprozesse*. Springer-Verlag, 2014.

# Erstellung eines webbasierten Redaktionssystems für die Pflege von Modulhandbüchern

Malte Banz

Reinhard Schmidt

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt an der Fakultät Informatik und Informationstechnik, Esslingen

## Einführung

Die Modulhandbücher der Hochschule Esslingen müssen regelmäßig gepflegt und angepasst werden. Dazu müssen die Änderungen an den einzelnen Modulbeschreibungen händisch getätigt werden, ebenso die Zusammenstellung der einzelnen Beschreibungen. Zudem ist das Format nicht vereinheitlicht. Dies führt dazu, dass der Aufwand bei einer Änderung und beim Druck der Handbücher enorm hoch ist und nicht automatisch auf Konsistenz geprüft werden kann. Für die Zusammenstellung des Modulhandbuchs müssen alle Modulbeschreibungen in einem geeigneten Programm hintereinander eingefügt und dann erneut als PDF exportiert werden. Gibt es eine Änderung, muss dieser Vorgang wiederholt werden.

## Ziele der Arbeit

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, ein webbasiertes Redaktionsprogramm zu implementieren, mit dessen Hilfe Professoren schnell und einfach Modulhandbücher erstellen, bearbeiten und zusammenführen können. Mit Hilfe von XML-Elementen werden Formulare erstellt, welche die Professoren dann schnell und einfach ausfüllen. Dies trägt zu einem einheitlichen Aufbau der Modulbeschreibungen bei. Da die Applikation webbasiert ist, hat die administrierende Person ortsunabhängig Zugriff auf die Modulbeschreibungen und kann jeder Zeit ein zusammengeführtes PDF aus gewählten Modulbeschreibungen herunterladen. Sie kann ebenfalls neue Formulare anlegen und mit Hilfe von verschiedene CSS Stylesheets erstellen, die beim exportieren in das PDF-Format nach Wunsch angewandt werden.

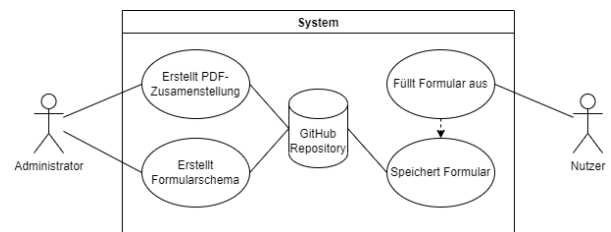


Abb. 1: UseCase-Diagramm für die Nutzer Administrator und Endnutzer [1]

## Umsetzung

Die Webapplikation ist eine Single Page Applikation (SPA) und basiert auf dem React-Framework. [3] Für die Datenspeicherung wird ein GitHub-Repository mit Hilfe der GitHub API angesteuert, wodurch die bearbeiteten Daten, Formulare und Styles automatisch versioniert werden. Das Herzstück der Applikation ist der Algorithmus, der einen XML-String in ein HTML-Formular umwandelt und im Arbeitsspeicher verknüpft, sodass Änderungen in HTML-Elementen im DOM automatisch in das XML-Dokument übertragen werden. Tatsächlich unterscheiden sich die Formularvorlagen und die ausgefüllten Formulare im Repository also nur durch die getätigten Eingaben. Es wurden XML-Elemente und bestimmte Attribute definiert, die der Algorithmus umwandeln kann. Dazu gehören einfache Elemente wie Eingabemasken, Labels und Aufklappmenüs, aber auch komplexe Listen. Für jede Liste wird in der XML-Datei ein Listenobjekt definiert und voreingestellt, welches selbst alle anderen Elemente beinhalten kann. Wenn gewünscht, kann eine gewünschte Anzahl der ausgefüllten Formulare als PDF exportiert werden. Dazu wandelt der Algorithmus die XML-Datei wieder in ein HTML-Dokument um, entfernt dabei aber alle Eingabemasken und interaktiven Elemente und ersetzt diese wenn nötig durch die gespeicherte Eingabe. Anschließend kann die administrierende Person eines der vorhandenen CSS-

Stylings wählen, dass beim Exportiervorgang auf das Dokument angewandt werden soll. Der Algorithmus speichert dann alle ausgewählten Formulare in einer PDF-Datei mit dem ausgewählten Style, die dann heruntergeladen werden kann. Darüber hinaus kann sie ein Deckblatt wählen, welches im PDF als erste Seite eingefügt wird.

## Ausblick

Für die weitere Entwicklung der Applikation ist es von Nöten, Bottlenecks und Schwachstellen zu identifizieren. Die Geschwindigkeit des Datentransfers beispielsweise hängt aktuell stark von der Geschwindigkeit der GitHub API ab. Je nach Auslastung kann

es sein, dass das simple Speichern eines Formulars (durchschnittlich 4 KiloByte) im bisher schlimmsten gemessenen Fall bis zu zehn Sekunden dauern kann. In Zukunft könnte die Nutzung der von der GitHub API angebotenen WebHooks in Betracht gezogen werden. [2] Ein solcher WebHook könnte zum Beispiel einen Payload per HTTP-POST an den Applikationsserver versenden, wenn die Datei des Nutzers erfolgreich gespeichert wurde. Alternativ könnte sich die Applikation insgesamt von GitHub entfernen und stattdessen eine individuelle Lösung mit einer auf dem Applikationsserver laufenden Datenbank nutzen. Dies würde einen größeren Zeitraum in Anspruch nehmen, würde aber die Abhängigkeiten zu Dritten reduzieren und nebenbei die Geschwindigkeit deutlich erhöhen.

## Literatur und Abbildungen

[1] Eigene Darstellung.

[2] GitHub Incorporated. GitHub Docs. <https://docs.github.com/en/developers/webhooks-and-events/webhooks/creating-webhooks>, 2022.

[3] Meta Platforms Incorporated. React - A JavaScript library for building user interfaces. <https://reactjs.org/>, 2022.



# Analyzing Soccer Shots on iOS Mobile Devices with Machine Learning

Bilal Bas

Steffen Schober

Department of Computer Science and Engineering, Esslingen University

Work carried out at Department of Computer Science and Engineering, Esslingen

## Introduction

Machine learning [3] is a term that is heard frequently in general, but also in the context of mobile applications. Smartphones are now equipped with processors that have enormous computing power and are capable of solving complex tasks. In connection with this, the use of machine learning in mobile applications has increased and is being applied in everyday life. For example, Apple uses a model in its Photos app to classify people. The user can then filter for photos with the respective people. The machine learning models and the frameworks that provide the use of these models are constantly evolving. They have reached a level that enables developers to build machine learning-based applications even without prior knowledge. Many of these frameworks are freely available and easy to use.

## Motivation and Objective

The goal of this work is to develop an application that allows users to analyze soccer shots. The following data will be collected:

- Shot Trajectory
- Distance in meters
- Speed in km/h
- Body Pose
- Frame of Shot
- Goal/Miss

This is achieved by relying on pre-trained machine learning models, as well as a custom object detection model [10]. Based on the incoming images from the camera or an uploaded video, they are analyzed individually or in sequences using the models to arrive at the data mentioned above.

## Computer Vision

The main function of the application is to analyze incoming images individually or in sequences. For this to be possible, the device must "see" and understand an image. This is called computer vision. Fig. 1 shows how a black-and-white image is processed.

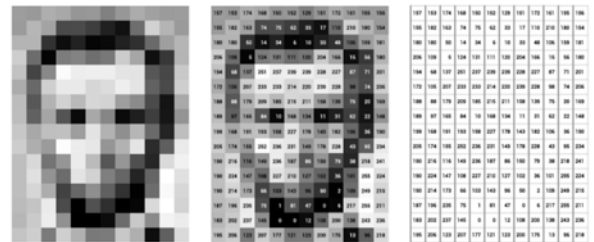


Fig. 1: Image Processed as Pixel Matrix [1]

„Computers process images in the form of an array of pixels, where each pixel has a set of values, representing the presence and intensity of the three primary colors: red, green, and blue“ [1]. In this case, the values range from 0 to 255, where 0 represents black and 255 represents white. For the computer to predict that a human is represented in this image, correlations must be made from the numerical values in the pixel matrix. The complexity is increased with images in the RGB color space. This means that each pixel can have a value between 0 and 16 million.

Some of the most popular use cases in computer vision involve object recognition, face and person recognition, and video motion analysis.

## Apple's Vision Framework

Apple provides numerous pre-trained machine learning models for various purposes that run on-device. These are divided into four categories: Vision, Natural Language, Speech, and Sound Analysis [7]. In total, there are 24 Vision models, three of which were used

[4] [6] [8]. One catch with these models is that no information regarding the underlying architecture is revealed. In this respect, these models are like black boxes. Only the information about the model's expected input and output is given.

An important requirement of the system is a stable, non-moving camera so that shots can be detected. To ensure that the camera is stable, two consecutive images are compared. Using the Image Alignment Model [6], one gets information on whether the image has shifted and if so, by how many pixels. By checking for a sequence of images whether no or minimal movement has occurred, one can assume that the camera is stable.

For shot detection, the Trajectory Detection Model [8] is used. This model builds evidence over a sequence of images until it is certain that an object is moving. Multiple trajectories are detected in the process. It may detect the player running, insects flying in front of the camera, or the ball going in the wrong direction. After filtering out these aspects, only the shot trajectory remains. In addition, this model returns other useful information. This includes the time of the trajectory and the average radius of the moving object. Furthermore, the path is known. With this information and the additional information about the circumference of the ball in cm, the distance in meters and speed in km/h can be calculated.

Finally, one would like to see the body joints highlighted during the shot. For this purpose, the Body Pose Model [4] is used, which recognizes the body joints from an image of one or more persons. However, it turns out that this model does not always work in the context of this system, as it often happens that the player is too far away from the camera.

A custom object detection model has been trained for soccer goal detection. Apple offers a program [5] for this purpose as well, which can be used to train such a model. Here, pictures of the objects to be recognized have to be taken, and these have to be labeled with bounding boxes. This information is passed to the program, which then starts the training. The training takes place on a Mac device and is exported afterward. The exported model runs on-device. Other than the pre-trained models, information about the underlying architecture for object recognition models is given. Here, the YOLOv2 [2] architecture is used. The resulting model is compatible with the Vision Framework, which can then be used to make requests. In total, 204 goals were labeled for the

training set, and 92 goals for the testing set.

## Usage

The idea is that the user places the camera on a tripod or something similar, so that the soccer goal is on the left or right side of the picture and the camera remains stable. Then a session is started and the user just has to start shooting. With the models mentioned above, the incoming images are analyzed to gather data from the shots. Alternatively, the user has the option to record a video and analyze it afterward. Fig. 2 shows an exemplary setup.



Fig. 2: Setup with a Tripod [9]

## Results

Fig. 3 shows the result of an analyzed shot. The trajectory is drawn as a dashed line. In this case, the user is too far away from the camera so that the body joints were not detected. Information about distance, speed, and whether the user scored or missed is shown as text.



Fig. 3: Resulting Image of an Analyzed Shot [9]

### Further Work

The system was mainly tested on one soccer field, as seen in Fig. 3. It still needs to be tested, on

how reliable shots are detected in fields, where the camera is closer to the goal or no wall is behind the goal. Additionally, it must be verified which camera perspective is most appropriate.

### References and figures

- [1] Hmrishav Bandyopadhyay. Computer Vision. <https://www.v7labs.com/blog/what-is-computer-vision#h1>, 10 2022.
- [2] Hmrishav Bandyopadhyay. YOLO: Real-Time Object Detection Explained. <https://www.v7labs.com/blog/yolo>, 2022.
- [3] IBM Cloud Education. Machine Learning. <https://www.ibm.com/cloud/learn/machine-learning>, 2020.
- [4] Apple Developer. Body Pose Detection Request. <https://developer.apple.com/documentation/vision/vndetecthumanbodyposerequest>, 2022.
- [5] Apple Developer. Create ML. <https://developer.apple.com/machine-learning/create-ml/>, 2022.
- [6] Apple Developer. Image Alignment Request. <https://developer.apple.com/documentation/vision/vntranslationalimageregistrationrequest>, 2022.
- [7] Apple Developer. On-device APIs - Machine Learning. <https://developer.apple.com/machine-learning/api/>, 2022.
- [8] Apple Developer. Trajectory Detection Request. <https://developer.apple.com/documentation/vision/vndetecttrajectoriesrequest>, 2022.
- [9] Own representation.
- [10] Alberto Rizzoli. The Ultimate Guide to Object Detection. <https://www.v7labs.com/blog/object-detection-guide>, 12 2022.

# Auswirkungen von Application Whitelisting auf das IT-Sicherheitsniveau eines Großhandelskonzerns

Maurice Pascal Bauer

Tobias Heer

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Würth IT GmbH, Bad Mergentheim

## Motivation und Problemstellung

Der anhaltende Zuwachs an neuen Schadprogramm-Varianten stellt eine akute Bedrohungslage für den Wirtschaftsstandort Deutschland dar [2]. Insbesondere Sicherheitsmaßnahmen auf Basis einer Blacklist, wie beispielsweise Anti-Viren-Software, stehen aufgrund dieses enormen Wachstums zunehmend unter Druck. Mit Application Whitelisting steht im Gegensatz hierzu eine Sicherheitsmaßnahme auf Basis einer Whitelist zur Verfügung, die anhand von verschiedenen Dateiattributen (beispielsweise Dateipfad, Datei-Signatur oder Datei-Hashwert) sicherstellt, dass nur autorisierte Anwendungen und Anwendungskomponenten auf einem Computersystem ausgeführt werden können [8]. Die Ausführung aller nicht autorisierten Anwendungen wird schließlich blockiert, wie aus Abbildung 1 hervorgeht. Somit werden im Gegensatz zu Anti-Viren-Software Schadprogramme nur indirekt unterbunden, da sich diese in der Regel nicht in der individuellen Liste an autorisierten Anwendungen befinden.

Diese Arbeit befasst sich mit dieser Sicherheitsmaßnahme und der Forschungsfrage, inwiefern das IT-Sicherheitsniveau eines Großhandelskonzerns durch eine Einführung von Application Whitelisting gesteigert werden kann. Eine Einschätzung dieser Steigerung ermöglicht eine sinnvolle Abwägung zwischen dem notwendigen Aufwand und der verbesserten IT-Sicherheit, was die Entscheidung für oder gegen den Einsatz der Sicherheitsmaßnahme erleichtern soll.

Bei der Freigabe von Anwendungsdateien auf Basis ihrer Datei-Signatur wird sich auf die Vertrauenswürdigkeit des zur Signierung verwendeten Code-Signing-Zertifikats verlassen. Wird jedoch der zugehörige private Schlüssel entwendet, wie im Fall von NVIDIA im Frühjahr 2022, so gilt das Code-Signing-Zertifikat als korrumpiert, was einem Angreifer eine Signierung von Schadprogrammen und damit die Umgehung der Application Whitelist ermöglichen könnte [6]. Im Rahmen dieser Arbeit werden Konzepte zur Reaktion auf ein solches Sicherheitsereignis entwickelt.

Zusammengefasst beantwortet diese Arbeit somit neben der Forschungsfrage auch folgende Teilfragen:

- Welche Faktoren bestimmen das IT-Sicherheitsniveau eines Großhandelskonzerns?
- Wie ist die subjektive Wahrnehmung von Application Whitelisting als Sicherheitsmaßnahme bei IT-Entscheidungsstragenden?
- Wie wirksam ist Application Whitelisting gegen verschiedene Arten von Sicherheitsrisiken, wie beispielsweise Phishing oder Ransomware?
- Welche Herausforderungen sind mit der Einführung von Application Whitelisting verbunden?
- Wie kann auf die Korrumpierung eines Code-Signing-Zertifikats in Verbindung mit Application Whitelisting reagiert werden?

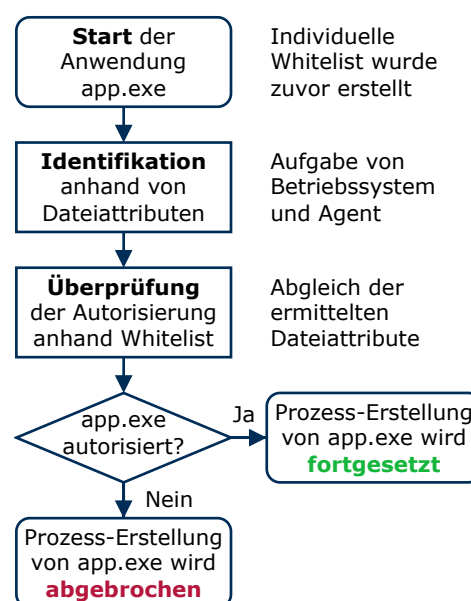


Abb. 1: Prinzip von Application Whitelisting [1]

## Design

Die Grundlage zur Beantwortung der Forschungsfrage stellt die Ermittlung des IT-Sicherheitsniveaus dar. Hierfür werden zu Beginn der Arbeit anhand einer Literaturrecherche die hierfür maßgebenden Faktoren bei einem Großhandelskonzern ermittelt, um den Einflussbereich von Application Whitelisting identifizieren zu können.

Anschließend wird anhand einer empirischen Untersuchung die Verbreitung und die subjektive Wahrnehmung zur Sicherheitsmaßnahme ermittelt. Hierzu wird eine Befragung mithilfe eines standardisierten webbasierten Fragebogens unter Informationssicherheitsbeauftragten durchgeführt.

Im Rahmen einer experimentellen Evaluation wird innerhalb eines mehrwöchigen Feldtests eine Einführung der Sicherheitsmaßnahme unter Mitarbeitenden eines Großhandelskonzerns durchgeführt, um die zuvor erhobenen subjektiv wahrgenommenen Chancen und Herausforderungen in der Praxis zu prüfen.

Eine Schwierigkeit bei der Ermittlung der Steigerung im IT-Sicherheitsniveau ist, dass Sicherheitsvorfälle in Produktivumgebungen unvorhersehbar und nicht wiederholbar auftreten. Um die Sicherheitsmaßnahme jedoch auch in solchen Angriffsszenarien untersuchen zu können, wird im Rahmen dieser Arbeit ein Labortest durchgeführt. Dieser Labortest erlaubt innerhalb einer isolierten Testumgebung eine wiederholbare Simulation diverser Angriffstypen, wie beispielsweise die Ausführung von Schadprogrammen aus einem Schadprogrammdatensatz, die Durchführung eines Phishing-Angriffs oder die Ausnutzung einer Software-Schwachstelle.

Für den Umgang mit der Korruption von Code-Signing-Zertifikaten wird zunächst eine Literaturrecherche durchgeführt, die es ermöglichen soll, eine Empfehlung für ein geeignetes Vorgehen bei solch einem Sicherheitsvorfall auszusprechen.

## Evaluation

Anhand des identifizierten Einflussbereichs von Application Whitelisting kann eine erste Aussage dahingehend getroffen werden, inwiefern die Risiken der elementaren Gefährdungen für die IT-Sicherheit durch die Sicherheitsmaßnahme konzeptionell reduziert werden können. Durch eine Auswertung der Befragung wird zudem das vorherrschende Wissen von Informationssicherheitsbeauftragten herangezogen, um eine erste Einschätzung zur wahrgenommenen Effektivität zu ermöglichen. Die experimentelle Evaluation ermöglicht die Ermittlung des notwendigen Aufwands bei einer Einführung der Sicherheitsmaßnahme und eine Identifikation damit verbundener Herausforderungen. So wird unter anderem die Praktikabilität verschiedener Dateiattribute zur Identifikation von Anwendungsdateien untersucht. Eine Protokollierung der Blockierungen innerhalb des

Testzeitraums ermöglicht zudem eine Beurteilung der entstehenden Einschränkungen. Beim Labortest wird die Steigerung im IT-Sicherheitsniveau anhand des entstehenden Schutzes bei den Angriffsszenarien bestimmt. Je nach Angriff erfolgt hier auch ein Vergleich mit Anti-Viren-Software. Zur Beurteilung der verschiedenen Konzepte zur Reaktion auf ein korruptiertes Code-Signing-Zertifikat werden die Vor- und Nachteile des jeweiligen Ansatzes anhand einer Machbarkeitsstudie demonstriert.

## Verwandte Arbeiten

Das National Institute of Standards and Technology (NIST) veröffentlichte im *Guide to Application Whitelisting* neben einer Beschreibung der Grundlagen auch Empfehlungen für den Einsatz der Sicherheitsmaßnahme. Hierbei wird sich jedoch rein auf theoretische Aspekte beschränkt und eine praxisnahe Umsetzung, anhand kommerziell verfügbarer Lösungen, außen vor gelassen [8].

Die Autoren von *Application Whitelisting: Approaches and Challenges* diskutieren neben verschiedenen Implementierungskonzepten auch typische Herausforderungen beim Einsatz der Sicherheitsmaßnahme, wie beispielsweise der sichere und effiziente Aufbau einer Whitelist oder der Umgang mit automatisierten Anwendungsaktualisierungen [5]. Das resultierende IT-Sicherheitsniveau bleibt hierbei außer Acht und wird nicht anhand von praktischen Tests ermittelt. Zudem wird die Menge der identifizierten Herausforderungen mit dieser Arbeit zusätzlich erweitert.

Der Umgang mit automatisierten Anwendungsaktualisierungen ist ebenfalls Gegenstand der Veröffentlichung *Practical Application Whitelisting* [7]. Hierbei beschreiben die Autoren ein Konzept zur Lösung dieser Herausforderung auf Basis von vertrauenswürdigen *Updatern*. Diese *Updater* können bei diesem Konzept Dateien auf dem Dateisystem verändern und gleichzeitig alle veränderten Dateien in die Liste autorisierter Anwendungsdateien aufnehmen. Dies dient zur Reduktion des personellen Aufwands, eröffnet jedoch die Möglichkeit eines Lieferkettenangriffs. Im Gegensatz zu dieser Arbeit versucht diese Veröffentlichung eine neue Funktionalität zu erschaffen, die eine effizientere Administration ermöglichen soll.

Innerhalb der Dissertation *Application Whitelisting as a Malicious Code Protection Control* wird ebenfalls das Ziel verfolgt, den Sicherheitsgewinn durch den Einsatz von Application Whitelisting zu untersuchen, wobei sich jedoch nur auf Schadprogramme an sich beschränkt und nicht auf organisatorische Aspekte, wie beispielsweise die Umsetzung einer organisationsinternen Softwarerichtlinie, eingegangen wird [4]. Diese Arbeit schließt die Lücke dieser Veröffentlichung und betrachtet weitere Angriffsszenarien und unterschiedliche Aspekte eines hohen IT-Sicherheitsniveaus.

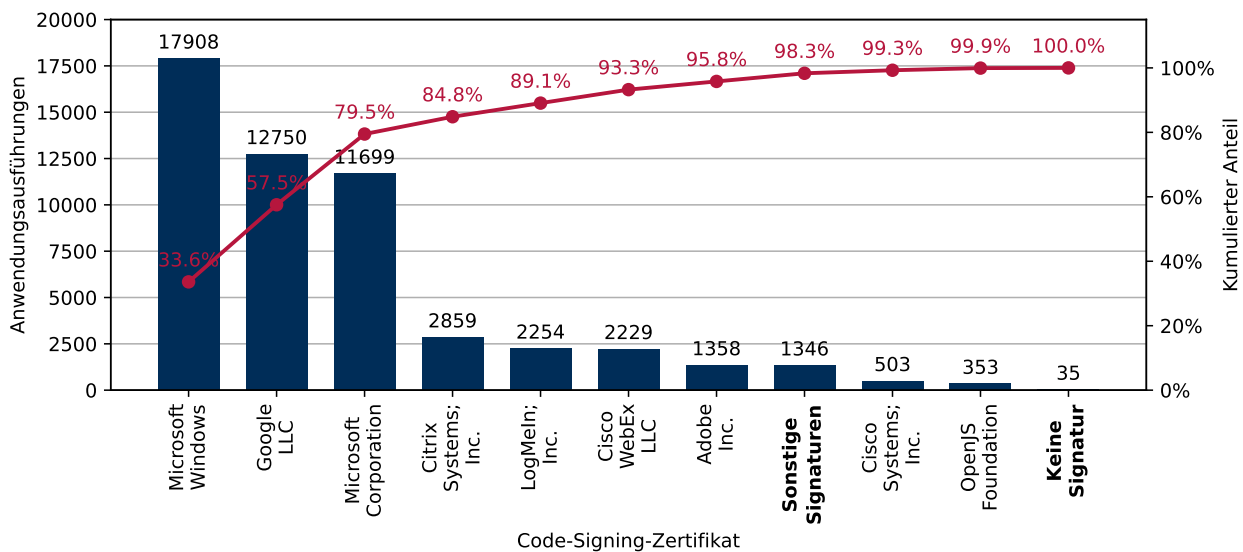


Abb. 2: Protokolierte Anwendungsausführungen im Feldtest gruppiert nach Code-Signing-Zertifikat [1]

## Ergebnisse

Die bestimmenden Faktoren eines hohen IT-Sicherheitsniveaus wurden anhand der 47 elementaren Gefährdungen des IT-Grundschutz-Kompendiums des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) ermittelt, wobei sich hier zeigte, dass sich ein Großhandelskonzern dahingehend nur kaum von anderen Unternehmen unterscheidet [3]. Es stellte sich heraus, dass im Bereich von physischen Gefährdungen keinerlei Schutz durch Application Whitelisting geboten wird. Im Gegensatz hierzu kann die Sicherheitsmaßnahme bei technischen Gefährdungen (insbesondere Schadprogrammausführungen) und teilweise auch bei organisatorischen Gefährdungen (beispielsweise Software-Piraterie) Schutz bieten.

Die Befragung von 52 Informationssicherheitsbeauftragten machte eine hohe Bekanntheit und eine durchaus hohe Verbreitung (53,85 %) von Application Whitelisting deutlich. Die Mehrheit der Befragten schätzte zudem das resultierende IT-Sicherheitsniveau beim Einsatz von Application Whitelisting höher ein als bei Anti-Viren-Software. Die am häufigsten wahrgenommene Chance ist die Bekämpfung von Schadprogrammen, wobei der hohe personelle Aufwand am häufigsten als Herausforderung erkannt wird. Somit zeigt sich eine tendenziell positive Wahrnehmung von Application Whitelisting innerhalb der Stichprobe.

Innerhalb der experimentellen Evaluation wurde eine Einführung von Application Whitelisting am Beispiel des Produkts *EgoSecure Data Protection* bei bis zu sieben Mitarbeitenden eines Großhandelskonzerns durchgeführt. Mithilfe des initialen Baselinings (Erstellung der Whitelist) konnten potenziell unerwünschte Anwendungen identifiziert und blockiert werden, was die Durchsetzung der organisationsinternen Software-

richtlinie erleichtert. Der personelle Aufwand für die Einführung der Sicherheitsmaßnahme ist hierbei, entgegen der Annahme der Befragten, mit wenigen Personentagen gering geblieben. Während des Testzeitraums konnte eine signifikant hohe Verbreitung von Code-Signing festgestellt werden: so ist der Großteil der protokollierten Anwendungsausführungen auf signierte Dateien einiger weniger Hersteller (siehe Abbildung 2) zurückzuführen, was den Aufwand für die Pflege der Whitelist reduziert hat. Darüber hinaus konnten zehn Herausforderungen bei der Einführung von Application Whitelisting beschrieben werden. Eine dieser Herausforderungen ist die beschriebene Korruption von Code-Signing-Zertifikaten, für die zwei Konzepte erarbeitet wurden, die eine gleichbleibende Verfügbarkeit von Anwendungen ermöglichen.

Innerhalb des Labortests wurden am Beispiel der Application Whitelisting-Lösung Microsoft AppLocker fünf Angriffsszenarien simuliert, wobei sich im Vergleich mit Anti-Viren-Software eine höhere Effektivität gegen Schadprogrammausführungen herausstellte. Die Ausführung schadhafter Office-Makros und schadhafter Skripte konnte nur bedingt praktikabel verhindert werden. Bei der Ausnutzung von Software-Schwachstellen und bei Phishing-E-Mails zeigte sich nur ein unzureichender Schutz.

Somit lässt sich schlussfolgern, dass Application Whitelisting das IT-Sicherheitsniveau eines Großhandelskonzerns durchaus erhöht, insbesondere durch den effektiven Schutz vor einer Schadprogrammausführung. Es konnte jedoch auch gezeigt werden, dass nicht alle relevanten Aspekte eines hohen IT-Sicherheitsniveaus abgedeckt werden, weshalb Application Whitelisting nur einen Teil einer IT-Sicherheitsstrategie, neben weiteren Sicherheitsmaßnahmen, darstellen sollte.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. Die Lage der IT-Sicherheit in Deutschland 2022. [https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/Lageberichte/Lagebericht2022.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/Lageberichte/Lagebericht2022.pdf?__blob=publicationFile&v=6), 2022.
- [3] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. IT-Grundschutz-Kompendium. [https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Grundschutz/Kompendium/IT\\_Grundschutz\\_Kompendium\\_Edition2022.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5#download=1](https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Grundschutz/Kompendium/IT_Grundschutz_Kompendium_Edition2022.pdf?__blob=publicationFile&v=5#download=1), 2022.
- [4] Garrett Ryan Galloway and Jerry Alsay. Application Whitelisting as a Malicious Code Protection Control, 2020.
- [5] Himanshu Pareek, Sandeep Romana, and Lakshmi Eswari. Application Whitelisting: Approaches and Challenges. *JCSEIT*, 2, 2012.
- [6] Cedric Pernet. Nvidia's breach might help cybercriminals run malware campaigns. <https://www.techrepublic.com/article/nvidias-breach-might-help-cybercriminals-run-malware-campaigns/>, 2022.
- [7] Sandeep Romana, Amit Jha, Janardhan Reddy, Himanshu Pareek, and Lakshmi Eswari. Practical Application Whitelisting. *Journal of Information Assurance & Security*, 10:53–60, 2015.
- [8] Adam Sedgewick, Murugiah Souppaya, and Karen Scarfone. Guide to Application Whitelisting. *NIST Special Publication 800-167*, 2015.

# Experimentalstudie zu SLAM Verfahren in der mobilen Robotik

Alexander Baumann

MarkusENZweiler

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt an der Fakultät Informatik und Informationstechnik, Esslingen

## Motivation

Während der Einsatz von Maschinen in der Vergangenheit vor allem der Industrie vorbehalten war, finden Roboter heutzutage immer häufiger auch ihren Weg in die privaten Haushalte, z.B. im Sinne von Saug- und Mährobotern. Die Anfänge der Saugroboter erfolgten dabei vor allem mit taktilen Sensoren, die bei Berührung eine Richtungsänderung vornehmen und kontinuierlich im Sinne eines „random walks“ den kompletten Boden reinigen. Bei Mährobotern wird der Gartenbereich mit einem Draht im Rasen abgesteckt und der Roboter navigiert ebenfalls zufällig innerhalb des abgegrenzten Areals.

In der Wissenschaft wird zunehmend mehr daran geforscht, wie eine autarke und dennoch effiziente Navigation von mobilen Robotern gewährleistet werden kann. Ein weit verbreiteter Ansatz ist dabei die Lösung des SLAM-Problems. Während SLAM-Algorithmen vor allem im Kontext der autonomen Mobilität untersucht werden, finden diese bereits in anderen Bereichen z.B. bei modernen Saugrobotern Anwendung. Durch den Einsatz von SLAM wird hierbei die Effizienz und der Komfort für die Kunden erhöht.

## Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit ist es mehrere SLAM-Algorithmen, die für die Verwendung in der mobilen Robotik geeignet sind, experimentell zu vergleichen. Diese werden hierfür auf einen passenden öffentlichen Datensatz appliziert und jeweils in Hinsicht auf ihre Präzision und Performance evaluiert. Zusätzlich soll die Algorithmik auf einem Versuchsaufbau (siehe Abb. 1) implementiert werden, um eine qualitative Bewertung des Verfahrens in einer realen Umgebung durchführen zu können.



Abb. 1: TurtleBot4 als Exemplarischer Versuchsaufbau [6]

## SLAM

SLAM steht für *simultaneous localization and mapping* und beschreibt das Problem für einen mobilen Roboter, sich in einer für ihn unbekanntem Umgebung mit einer unbekanntem Position unter Verwendung von Sensoren zu lokalisieren und gleichzeitig eine Karte der Umgebung zu erstellen. Eine Bestimmung der Position des Roboters aufgrund seiner Odometrie führt erstens dazu, dass über die Zeit durch das Rauschen der Sensoren eine immer größere Abweichung von der echten Position entsteht und zweitens ist eine effiziente Routenplanung aufgrund der Erstellung eines „langen Korridors“ nicht möglich. SLAM Algorithmen lösen dieses Problem durch den Einsatz von „loop closures“. Es werden bereits gesehene Landmarken wiedererkannt, die Trajektorie korrigiert und die Pfade in einen logischen Zusammenhang gebracht um effizientere Wege zu ermöglichen (siehe Abb. 2) [1].



Abb. 2: Links - Odometry („long corridor“); Rechts - SLAM (loop closure) [1]



Ein typischer SLAM besteht aus 2 Teilen: dem Front-End und dem Back-End. Das Front-End schätzt dabei die Position des Roboters und erstellt die Karte der Umgebung. Das Back-End optimiert die aufsummierten Fehler des Front-Ends und verbessert die Schätzung der Trajektorie. Eine weitere Unterteilung des Front-Ends erfolgt in Feature basierte Ansätze, die auf dem Erkennen und Extrahieren von Landmarken basieren und in Direct Ansätze, die darauf verzichten und sich die Pixelhelligkeit direkt als Merkmale zu Nutze machen [3] [4]. Auf der Back-End Seite findet ebenfalls nochmal eine Unterteilung in filterbasierte Ansätze und in optimierungsbasierte Ansätze statt (siehe Abb. 3) [2].

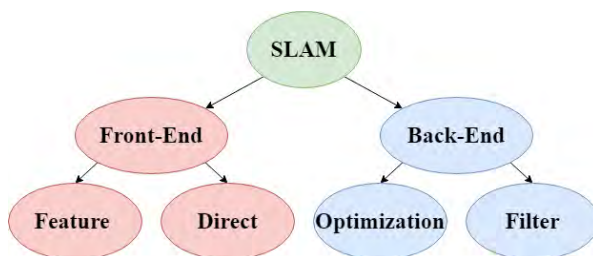


Abb. 3: SLAM Front-End vs Back-End [5]

Dies stellt jedoch nur einen Teil der Taxonomie von SLAM-Algorithmen dar. Auf einen vollständigen Überblick wird hier verzichtet, da dies den Rahmen dieser Arbeit übersteigt.

## Requirements

Da viele verschiedene Faktoren einen Einfluss darauf haben, welcher SLAM für den jeweiligen usecase geeignet ist, werden im Folgenden zu den wichtigsten Requirements Annahmen getroffen. Diese lassen sich in drei Kategorien unterteilen: Der Roboter, die Umgebung und die Performanceanforderungen [1].

## Literatur und Abbildungen

- [1] Cesar Cadena et al. Past, Present, and Future of Simultaneous Localization and Mapping: Toward the Robust-Perception Age. *IEEE Transactions on Robotics*, 32:1309–1332, 2016.
- [2] Chang Chen, Hua Zhu, Menggang Li, and Shaoze You. A Review of Visual-Inertial Simultaneous Localization and Mapping from Filtering-Based and Optimization-Based Perspectives. *Robotics*, 3, 2018.
- [3] Shoubin Chen et al. A LiDAR/Visual SLAM Backend with Loop Closure Detection and Graph Optimization. *Remote Sensing*, 14, 2021.
- [4] Yalan Chen, Yimin Zhou, Qin Lv, and Kranthi Kumar Deveerasetty. A Review of V-SLAM. In *2018 IEEE International Conference on Information and Automation (ICIA)*, pages 603–608. IEEE, 2018.
- [5] Eigene Darstellung.
- [6] Inc. Open Source Robotics Foundation. TurtleBot. <https://www.turtlebot.com/>, 2022.

Ein mobiler Roboter besitzt drei Freiheitsgrade und bewegt sich mit einer langsamen Geschwindigkeit  $< 3\text{km/h}$ . Es wird versucht ein industrienahes Produkt zu beschreiben, demnach werden ausschließlich günstige Sensoren betrachtet. Die Basis stellen 1-2 Kameras und entsprechende Inertial Sensorik dar. Zusätzliche low-cost Module wie GPS oder ein Ultraschallsensor werden als optional betrachtet. Die Rechenleistung beschränkt sich auf ARM oder mobile Plattformen mit einem entsprechend kleinen Formfaktor.

Der Roboter soll im Außenbereich betrieben werden. Demnach kann die Umgebung als träge beschrieben werden, jedoch sind dynamische Elemente nicht ausgeschlossen. Die Anforderungen der Gärten selbst ist diverser Natur. Beispiele sind: Verschiedene Untergründe, Witterungsbedingungen, wandelnde Vegetation, natürliche Feinde, unzuverlässiges Signalfeld, etc. Außerdem ist der verwendete Raum begrenzt und in den meisten Fällen befindet sich ein Himmel über dem Roboter.

Die Anforderungen an die Performance sind zumindest eine Echtzeitfähigkeit der Lokalisierung (Kartierung kann auch im post processing durchgeführt werden). Die Präzision soll  $< 10\text{cm}$  betragen und die gemappte Fläche umfasst maximal  $500\text{ m}^2$ .

## Ausblick

Nach der Fertigstellung der Requirements wird eine entsprechende Auswahl des Datensatzes und des SLAM-Algorithmus getroffen. Daraufhin folgt sowohl die Umsetzung, als auch die Evaluierung des Algorithmus mit den Ground Truth Daten, ein Benchmarking der Performance und eine erste Bewertung der Ergebnisse. Entsprechend dieser Auswertung wird der Algorithmus zum Schluss auf einem Testaufbau implementiert und einer qualitativen Bewertung unterzogen.

# Evaluierung eines LSTM-Netzes im Vergleich zu der ARIMA Methodik zur Verbesserung der Zeitreihenvorhersage von Energiedaten

Marc Baumholz

Steffen Schober

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma KOENA tec GmbH, Stuttgart

## Einleitung

Seit der 2. Jahreshälfte 2021 sorgt der starke Preisanstieg der Energierohstoffe und der direkte Einfluss der Ukraine Krise seit Februar 2022 dafür, dass Unternehmen Ihre Energie kosteneffizient nutzen wollen. Grund dafür ist der hohe Anteil an importierten fossilen Energieträgern aus bspw. Russland oder den Golfstaaten. Nur 16% der verbrauchten Energie werden aus erneuerbaren Energien bezogen, berichtet der World Energy Council anhand des Primärindex im Jahr 2021. [2] Um dieser Abhängigkeit entgegenzuwirken ist der Ausbau erneuerbarer Energieträger wie Photovoltaik und Windkraft unabdingbar. Schon im ersten Quartal 2022 stieg der Zuwachs an Photovoltaik um 30% mehr als im Vorjahr [4]. Dies zeigt das Verlangen nach mehr Nachhaltigkeit und der intelligenten Nutzung der Energie, was sich besonders auf die Optimierung bzw. Verschiebung der Lasten zu Zeiten mit geringen Stromkosten fokussiert. Die Basis dieser Optimierung ist stets die Vorhersage von nicht verschiebbaren Lasten im Gebäude, dem sogenannten „Sonstigen Verbrauch“.

## Ziel der Arbeit

In der vorliegenden Arbeit wird die Vorhersage des „Sonstigen-Verbrauchs“ untersucht und mittels moderner Methoden des maschinellen Lernens verbessert. Hierbei wird konkret die bereits bestehende statistische Vorhersagemethode ARIMA (*Auto-Regressive-Integrated-Moving-Average*) mit der auf neuronalen Netzen basierten Methode LSTM (*Long-Short-Term-Memory*) verglichen. Verschiedene Architekturen wie CNN- (*Convolutional-Neuronal-Network*) und *Sequence-to-Sequence*-Architekturen des LSTM-Netzes kommen dafür zum Einsatz. Ziel dabei ist es herauszufinden, ob die Herangehensweise mittels LSTM, Energieverbrauchsdaten genauer vorhersagen kann als ARIMA. Das Ergebnis ist somit der Vergleich der beiden Methodiken LSTM und ARIMA.

## Zeitreihenvorhersage

Zeitreihenvorhersagen gelten als wichtiger Teil der künstlichen Intelligenz, welche das Ziel verfolgen zukünftige Zeitschritte vorherzusagen. Als Zeitreihe gilt eine Abfolge von Datenpunkten „X“, die mit einem Zeitstempel „t“ versehen sind, beispielsweise steht dafür der Energieverbrauch eines Gebäudes „X“ pro Zeitschritt „t“. Diese zeitliche Abfolge kann durch das Zerlegen in die drei Komponenten Trend, Saisonalität und Residuen genauer beschrieben bzw. verstanden werden. Der Trend gibt hierbei an, wie sich die Zeitreihe langfristig verändert, aus der Saisonalität lässt sich erkennen, ob es sich um eine Zeitreihe mit zyklischen Schwankungen handelt. Die letzte Komponente, die Residuen liefert den Rest, was auch oft als Rauschen bezeichnet wird. [6] Grundlegend gibt es bei der Zeitreihenvorhersage zwei verschiedene Vorgehensweisen: Uni- oder Multivariant. Bei der univarianten Vorgehensweise handelt es sich um eine Vorhersage, welche nur eine Variable als Eingangswert betrachtet. Die alternative multivariante Vorgehensweise arbeitet dagegen mit mehreren Variablen als Eingangswerte. Zudem kann der Vorhersagehorizont der zu bestimmenden Variable in *Singlestep* oder *Multistep* erfolgen. *Singlestep* sagt einen Schritt in die Zukunft vorher und wird vermehrt bei kurzfristigen Vorhersagen (Minuten/Stunden) genutzt. Mit der *Multistep* Methode wird es ermöglicht mehrerer Schritte in die Zukunft innerhalb eines Berechnungsschrittes vorherzusagen. Dieser Anwendungsfall eignet besser für langfristige Vorhersagen [5].

## 4 Methodik und Vorgehen

Zur Implementierung werden Energiedaten mithilfe eines Zählers am zu optimierenden Standort in kumulierter Form gespeichert und in die *Cloud* geladen. Die vergangenen Daten müssen vorerst durch eine Differenzbildung in Ihre Veränderung pro Zeitschritt

aufgeteilt werden. Anschließend durchlaufen die Daten ein *Resampling*, bei dem sie in bspw. fünfminütige Zeitschritte unterteilt werden. Im nächsten Schritt wird die Zeitreihen in Zeitfenstern, bestehend aus einem Eingabehorizont und Ausgabehorizont aufgeteilt. Besonders wichtig hierbei ist das der Eingabehorizont mindestens ein Zyklus der Saisonalität vertreten ist. Damit ist gemeint, dass wenn sich bspw. Ein Wöchentliches Muster in einer Zeitreihe ergibt, der Eingabehorizont auch mindestens eine Woche betragen soll. Zudem entstehen durch Messfehler oder Messausfälle in den Rohdaten Löcher in der Zeitreihe, durch das *Resampling* entstehen in diesen Bereichen Nullwerte. Nullwerte müssen ersetzt werden, da sonst die Zeitreihe verzerrt wird oder auch die Effizienz der Vorhersage verringert wird. Nach der Vorverarbeitung der Daten, werden die resultierenden Zeitfenster in ein Trainingsset und Validierungsset aufgeteilt und skaliert. Mithilfe der vorverarbeiteten Daten können verschiedene Architekturen des LSTM-Netzes getestet werden. LSTM-Netze gehören zum *State of the art* Deep Learning Ansatz, um Zeitreihenprobleme zu lösen. Sie sind eine Weiterentwicklung von klassischen rekurrenten neuronalen Netzen, welche in der Lage sind, bereits gelerntes zu speichern, um es für spätere Vorhersagen mit zu berücksichtigen. Der große Vorteil der LSTM-Netze besteht daraus, aus Langzeit-abhängigkeiten zu lernen [3]. Das Training mittels neuronaler Netze ermöglicht zusätzlich eine Optimierung der Hyperparameter wie der Lernrate, der Aktivierungsfunktionen oder auch Anzahl an Epochen. Das daraus resultierende Modell wird anhand der Validierungsdaten getestet und deren Ergebnisse beurteilt. Zur Beurteilung der verschiedenen Modelle stellt sich der MAPE-Error als guter Indikator heraus. Anhand des MAPEs kann der prozentuale Fehler zwischen Vorhersage und *ground truth* berechnet werden, diese Metrik ermöglicht es Ergebnisse verschiedener Datensätze und Modelle in Relation zu setzen. Ein *ground truth* Objekt ist hierbei ein Ausgabehorizont des Validierungsdatensatzes. Bisherige Ergebnisse eines jeweiligen zufälligen *Samples* von Kunde1 werden in Abb.1(ARIMA) und Abb.2(LSTM) dargestellt und von Kunde2, in Abb.3(ARIMA) und Abb.4.(LSTM). Blau zu erkennen ist der Eingabehorizont, als *ground truth* gilt grün und der Ausgabehorizont wird in orange dargestellt. Für Kunde1 liefert das ARIMA Modell eine bessere Leistung mit einem MAPE von 22%. Das LSTM-Modell zeigt einen MAPE von 29%. Bei Kunde2 fällt auf, dass anhand des MAPE das ARIMA-Modell mit 29% schlechtere Ergebnisse liefert als das LSTM-Modell mit 25%.

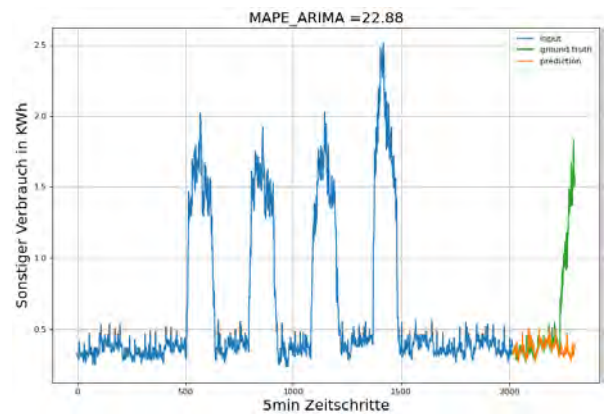


Abb. 1: ARIMA 7Tage Input 1Tag Output Kunde1 [1]

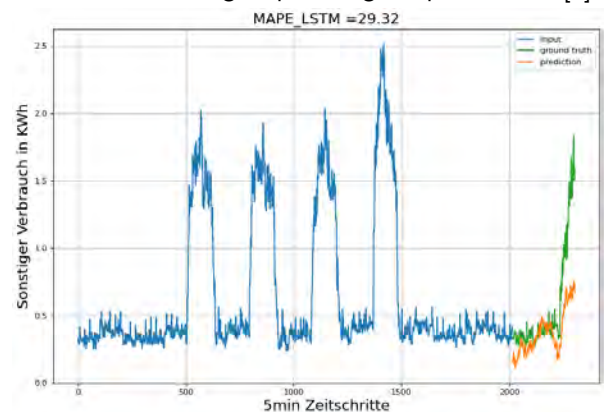


Abb. 2: CNN-LSTM 7Tage Input 1Tag Output Kunde1 [1]

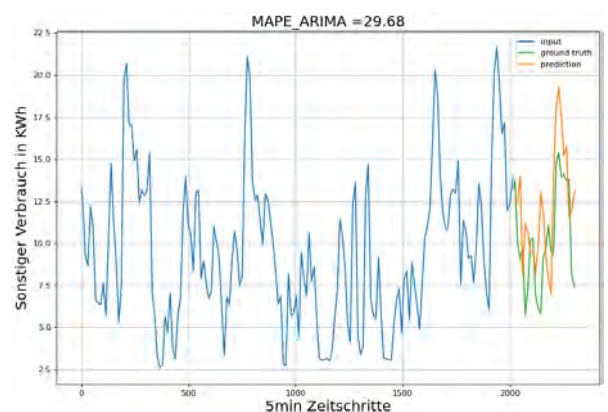


Abb. 3: ARIMA 7Tage Input 1Tag Output Kunde2 [1]

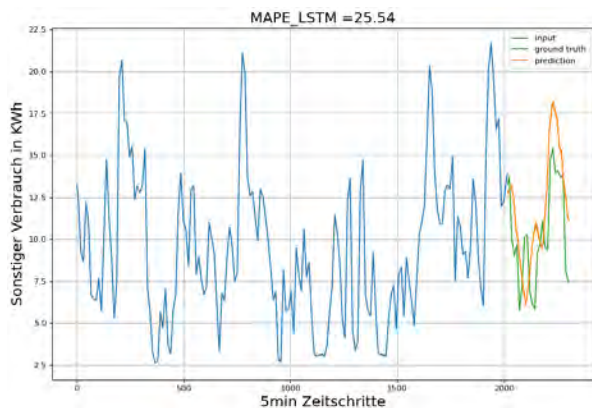


Abb. 4: CNN-LSTM 7Tage Input 1Tag Output Kunde2 [1]

## Zusammenfassung Ausblick

Im weiteren Verlauf der Arbeit soll das LSTM-Modell weiter optimiert werden, sodass der Fehler zwischen *ground truth* Daten und *Forecast* Daten weiter verringert wird und die Vorhersage somit genauere Werte liefert. Darunter fallen Anpassungen an der Netzwerk Architektur und das Verbessern der Hyperparameter. Am Ende folgt eine kritische Auseinandersetzung beziehungsweise Diskussion der neu gewonnenen Erkenntnisse über das ARIMA und LSTM-Modells bezüglich der Error Metriken und der Durchführungszeit. Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit dienen dazu in ein aktives Softwareprodukt integriert zu werden, um den „Sonstigen Verbrauch“ genauer vorherzusagen.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] Weltenergieerat Deutschland. Energie für Deutschland Fakten, Perspektiven und Positionen im globalen Kontext | 2022. *Weltenergieerat – Deutschland e. V.*, pages 8–9, 2022.
- [3] S. Hochreiter and J. Schmidhuber. Long short-term memory. In *9*., pages 1735–1780. *Neural computation*, 1997.
- [4] Energien Internationales Wirtschaftsforum Regenerative. Q1 2022: Photovoltaik-Zubau in Deutschland zieht an - Stromerzeugung über Vorjahr. <https://www.iwr.de/news/q1-2022-photovoltaik-zubau-in-deutschland-zieht-an-stromerzeugung-ueber-vorjahr-news37900#:~:text=Von%20Januar%20bis%20M%C3%A4rz%202022,Zuwachs%20um%20etwa%2030%20Prozent,2022.>
- [5] Shamsul Masum, Ying Liu, and John Chiverton. Multi-step Time Series Forecasting of Electric Load Using Machine Learning Models. In *ICAISC 2018: Artificial Intelligence and Soft Computing*, pages 148–159. Springer, Cham, 2018.
- [6] Aileen Nielsen. *Practical Time Series Analysis*. O'Reilly Media S.60-64, 2019.

# Firmware- und Treiberintegration eines Automotive Ethernet SFP-Modules unter Linux

Steffen Betz

Michael Scharf

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma STAR COOPERATION GmbH, Göppingen

## Motivation

Der stark ansteigende Datenverkehr in den letzten Jahren stellt eine große Herausforderung für die Automobilindustrie dar. Die herkömmlich verwendeten Bussysteme, wie Controller Area Network (CAN), Flex-Ray oder Local Interconnect Network (LIN), kommen mit den großen Datenmengen von den vielen Sensoren und Aktoren, wie zum Beispiel Kameras, On-Board-Diagnosesysteme oder Fahrzeugassistenzsysteme, nicht mit. Doch welche Art von Übertragungsmedium kann dafür benutzt werden?

Eine Antwort ist Automotive Ethernet, mit seinen zwei Geschwindigkeiten 100Base-T1 und 1000Base-T1. [1] Zurzeit kann Automotive Ethernet entweder 10Mbit/s, 100Mbit/s oder 1000Mbit/s übertragen. Dieses Konzept benutzt Single-Pair Ethernet. Hierbei werden die Daten über ein einziges unshielded Twisted Pair Kabel (UTP) gesendet. Die Technologie zieht immer mehr in die Automobilbranche ein, da die Nachfrage nach mehr Datenverkehr und nach einem einheitlichen System immer größer wird. [5]

## Stand der Technik

Im Automobilen werden verschiedene Arten von Übertragungsmedien benutzt. Diese bilden jeweils ein eigenes Netz und müssen miteinander verbunden werden. Für die Vernetzung zwischen den verschiedenen Technologien, wie CAN, LIN und Ethernet werden Gateways genutzt. Diese erhalten die verschiedenen Arten von Nachrichtentypen, wie Ethernet Frames, CAN Frames oder LIN Messages. Sie verarbeiten die erhaltenen Nachrichten und schicken die erhaltenen Informationen weiter in das richtige Netzwerk. [6]

### FlexDevice

Das FlexDevice (siehe Abbildung 1) der Firma STAR COOPERATION ist ein Universell Prototyp-Steuergerät, welches auch als Gateway zwischen den verschiedenen Netzen verwendet wird. Es wird in der Entwicklung neuer Automobile eingesetzt. Dabei wird das FlexDevice als Entwicklungsbasis für neue

Steuergeräte in der Automobilindustrie verwendet. Es kann die bekannten Transporttechnologien, wie CAN, FlexRay, Ethernet, LIN und mehr, verarbeiten, debuggen, simulieren und verändern.



Abb. 1: FlexDevice L [3]

## SFP

Die SFP-Module (=Small Form-factor Pluggable) kommen ursprünglich aus der Servertechnik. Es sind kompakte, hot-plug fähige Transceiver-Module, die in verschiedenen Versionen verfügbar sind. Es gibt diese für unterschiedliche Datenraten, wie 100Mbit/s oder auch 1000Mbit/s, für verschiedene Arten von Medien, wie Glasfaser oder Kupferkabel und für verschiedene Kabellängen. Hierbei lassen sich alle Typen von SFP-Modulen in demselben SFP-Port einstecken. Damit wird eine hohe Flexibilität mit den möglichen Netzwerk Ports erzielt. Dies ermöglicht die Anbindung verschiedenster Physical Layer an einen Ethernet Controller.

Der SFP Standard wurde von der Storage Networking Industry Association (SNIA) spezifiziert, welcher die SFP-Module für Ethernet und Glasfaser beinhaltet. Doch Automotive Ethernet, also 100Base-T1 und 1000Base-T1, ist in diesem Standard nicht vorhanden. [2]



Abb. 2: Automotive SFP-Modul von der Firma Star COOPERATION [4]

In einem neuen Device der Firma STAR COOPERATION werden SFP-Cages vorhanden sein. Das Device soll mithilfe von einem Linux System die herkömmlichen SFP-Module und zusätzlich die neuen Automotive Ethernet SFP-Module (siehe Abbildung 2) unterstützen. Für die neu entwickelten SFP-Module existiert noch kein Treiber. Infolgedessen erweitern die neuen SFP-Module den vorhandenen SNIA Standard.

### Ziel der Arbeit

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit soll ein neu entwickeltes Automotive SFP-Modul unter Linux eingebunden werden. Das vorliegende SFP-Modul wurde von der Firma STAR COOPERATION entwickelt, auf dem ihre spezifische Firmware implementiert ist. Die Firmware ergänzt den SNIA Standard. In der Firmware gibt noch keine Linux spezifische Implementierung. Aktuell ist das Modul dazu fähig über eine nicht Linux generische Schnittstelle auf die Registersätze des Moduls zuzugreifen, über diese zu konfigurieren und aktivieren. Das Hauptziel dieser Arbeit ist, dass das SFP-Modul automatisch unter Linux erkannt wird und betriebsbereit konfiguriert wird.

Hierbei soll die Einstellung des SFP-Modul über einen Inter-Integrated Circuit (I2C) Datenbus erfolgen. Hiermit können die vorhandenen festen Werte aus dem SFP Data Register gelesen werden und über einen speziellen Tunnel zu einem Physical Layer Transceiver verändert werden. Die Einstellung des SFP-Moduls soll über die Kommandozeile möglich sein.

Das neue SFP-Modul soll infolge der Arbeit zwei verschiedenen Modi aufweisen, einen „pretend“ Modus

und einen „complete“ Modus. Der „pretend“ Modus soll das SFP-Modul für fast alle Linux Systeme mit SFP-Ports funktionsfähig machen. Dabei soll das SFP-Modul das Linux System täuschen, indem es sich als eine vom SNIA Standard abgedeckte Art von SFP-Modul ausgibt. In diesem werden alle Modul-spezifische Eigenschaften ignoriert. Im zweiten Modus soll der Linux interne SFP Treiber angepasst werden. Damit alle Funktionen des Automotive SFP-Moduls in Linux eingestellt werden können. Darauf folgend wird der angepasste Treiber in den Devices der STAR COOPERATION integriert.

### Zwischenstand

Durch erste Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass nicht jedes SFP-Modul über die generische SFP Bibliothek von Linux bearbeitet wird. Hierbei stellte sich heraus, dass die verwendete Hardware über einen eigenen Treiber für die Behandlung von SFP-Modulen verfügt. Infolgedessen wird anstatt der generische Linux Treiber, der Hardwaretreiber angepasst und für das SFP-Modul der Firma STAR COOPERATION weiterentwickelt.

Im ersten Schritt konnte eine fehlerfreie Initialisierung des STAR SFP-Moduls in dem „pretend“ Modus unter Linux erreicht werden. Für die Umsetzung musste die Firmware des SFP-Moduls an die Implementation unter Linux angepasst werden. Dabei musste der Datenaustausch über I2C für Linux korrekt implementiert werden. Über diesen werden die Werte aus dem SFP Data Register und aus den Registern des Physical Layer Transceiver gesendet.

Für den „complete“ Modus wird ein eigener Registersatz im SFP-Modul und das dazugehörige Protokoll für den Datenaustausch über I2C definiert. Hierbei konnte das Umschalten der Modi in der Firmware über den Linux Treiber mithilfe des neuen Protokolls erzielt werden.

### Ausblick

Im Verlauf der weiteren Arbeit soll das SFP-Modul komplett als 100Base-T1 oder 1000Base-T1 unter Linux erkannt werden. Es sollen alle Einstellungsmöglichkeiten, wie Master/Slave sowie die Geschwindigkeit, unter Linux konfigurierbar sein.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Philip Axer. Umstieg von 100BASE-T1 auf 1000BASE-T1. <https://www.elektroniknet.de/automotive/umstieg-von-100base-t1-auf-1000base-t1.164437.html>, 04 2019.
- [2] SFF Committee. SFP+ 10 Gb/s and Low Speed Electrical Interface. *SNIA*, 2013.
- [3] STAR COOPERATION. FlexDevice-L. [https://flex-product.com/img/containers/assets/produkte/flexdevice\\_s\\_l\\_l2/FlexDevice-L%20-%201.png/47e19fac968af66e6a232d421b22001e.webp](https://flex-product.com/img/containers/assets/produkte/flexdevice_s_l_l2/FlexDevice-L%20-%201.png/47e19fac968af66e6a232d421b22001e.webp), 2020.
- [4] Eigene Darstellung.
- [5] Klaus Lipinski et al. 1000Base-T1. <https://www.itwissen.info/1000Base-T1-IEEE-802-DOT-3-1000Base-T1.html>, 01 2022.
- [6] Kirsten Matheus and Daniel Hopf. Flächendeckendes Automotive-Ethernet-Netzwerk das richtige Ziel? <https://www.elektroniknet.de/automotive/flaechendeckendes-automotive-ethernet-netzwerk-das-richtige-ziel.181885.html>, 12 2020.

# Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Darstellung einer 3D-basierten Voxelwelt mit WebAssembly

Alexander Brendel

Jürgen Koch

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma pep.digital GmbH, Esslingen

## Einleitung

Es wird eine virtuelle 3D-Welt mithilfe von sogenannten Voxel dargestellt. Dabei wird die Programmiersprache Rust und die Spiel-Engine Bevy verwendet. Angestrebt wird dabei, dass möglichst viele Voxel auf einmal gerendert werden. Des Weiteren soll der Nutzer sich in der 3D-Welt bewegen können und es sollen dynamisch neue Voxel Daten generiert werden, je nachdem, wo sich der Nutzer in der 3D-Welt befindet.

Diese Anwendung soll mithilfe von WebAssembly (Wasm) in einen Bytecode übersetzt werden, dadurch wird die Anwendung in jedem modernen Webbrowser ausführbar sein. Es wird weiterhin analysiert, welche Vor- und Nachteile die Verwendung von Wasm mit sich bringt.

Hierbei soll untersucht werden, wie sich dieses generierte Wasm-Modul im Hinblick auf die native

Anwendung unterscheidet. Dabei sind Kriterien wie Performance, Schwierigkeitsgrad der Umsetzung, Sicherheit, Benutzereingaben und Limitationen die Hauptanalysemerkmale.

## Voxel

Ein Voxel ist ein elementares Volumenelement in einem 3D-Raum, dabei können Voxel verschiedene Formen annehmen, wie z. B. Würfel, Rechtecke oder auch Kugeln. Wobei üblicherweise für die Voxel eine Würfeldarstellung verwendet wird, weil dadurch die Voxel optimal in einem 3D-Gitter anzuordnen sind. Werden mehrere Voxel zusammengesetzt, dann entstehen dadurch komplexe 3D-Objekte in einem 3D-Raum wie dies in Abb. 1 zu sehen ist. Es ist eine gewisse Relation zu Pixeln zu erkennen, die eine Darstellung von 2D Bildern ermöglichen. [2]

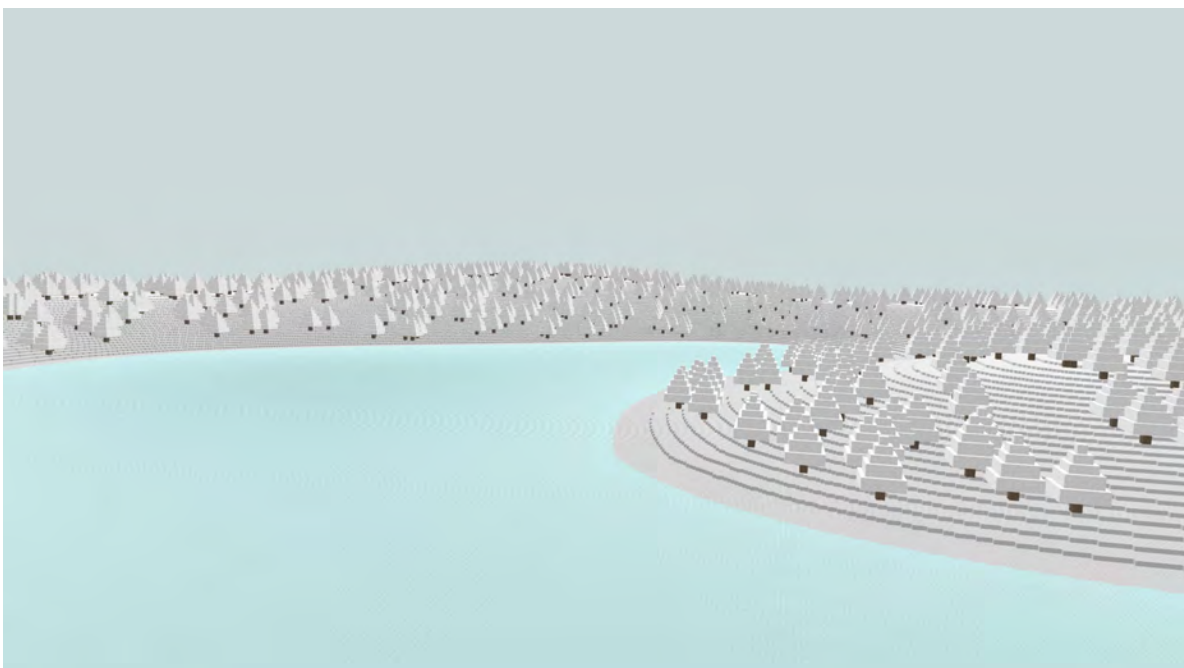


Abb. 1: 3D-Voxelwelt gerendert mithilfe von Instanziierung [1]



## WebAssembly (Wasm)

Wasm, ist ein binäres Befehlsformat für eine Stack-basierte virtuelle Maschine. Dabei ist Wasm als Kompilierungsziel für Programmiersprachen wie C/C++ oder Rust konzipiert, um den Einsatz im Web für Client- und Serveranwendungen zu ermöglichen. [4] Das World Wide Web Consortium (W3C) ist eine internationale Gemeinschaft, welche gegründet wurde, um Web Standards zu definieren. Das W3C hat die Wasm Working Group im April 2015 gegründet mit dem Ziel, Wasm zu standardisieren und die Spezifikation- und den Vorschlagsprozess zu steuern. [3]

## Auswertung

Um die Performance Unterschiede zwischen der Nativen und Wasm-Applikation zu messen, wird eine kleine Benchmark-Routine ausgeführt, die immer die gleichen Voraussetzungen darbietet und Abläufe ausführt. Der Benchmark ist so aufgebaut, dass die Kamera mit einer gleichbleibenden Geschwindigkeit über die 3D-Welt bewegt wird und währenddessen werden jeden Frame Daten gesammelt. Der Benchmark läuft derzeit 60 Sekunden lang, die Dauer kann geändert werden,

jedoch sollte die Dauer gleich bleiben zwischen verschiedenen Durchläufen, um eine einheitliche Auswertung durchführen zu können. Derzeit werden während der Benchmarks die Frames pro Sekunde (FPS), das  $\Delta t$  zwischen den Frames und die gesamte Anzahl der FPS protokolliert.

In der Abb. 2 sind die Verläufe der FPS zu erkennen. So ist zu erkennen, dass die FPS zu Beginn kontinuierlich steigen. Dies liegt daran, dass zu Beginn der Anwendung mehr Voxel als nötig geladen werden und im Verlauf des Benchmarks werden dann dynamisch die Voxel entladen, die sich zu weit von der Kamera befinden. Weiterhin kristallisiert sich eine wellenartige Form der FPS-Werte, aus der man erkennt, dass die Anzahl der zu renderten Voxel nicht konstant bleibt, denn auf den Wasser-Voxel, werden keine Bäume erstellt, die gerendert werden können. Wodurch mit unterschiedlichen Positionen und Sichtfeldern der Kamera verschiedene Anzahlen an Voxel gerendert werden.

Die durchschnittliche FPS bei der nativen Anwendung betrug dabei gerundet 172 FPS und bei der Wasm-Anwendung bei 103 FPS, was im Vergleich zur nativen Anwendung ungefähr 60 % der FPS entspricht.

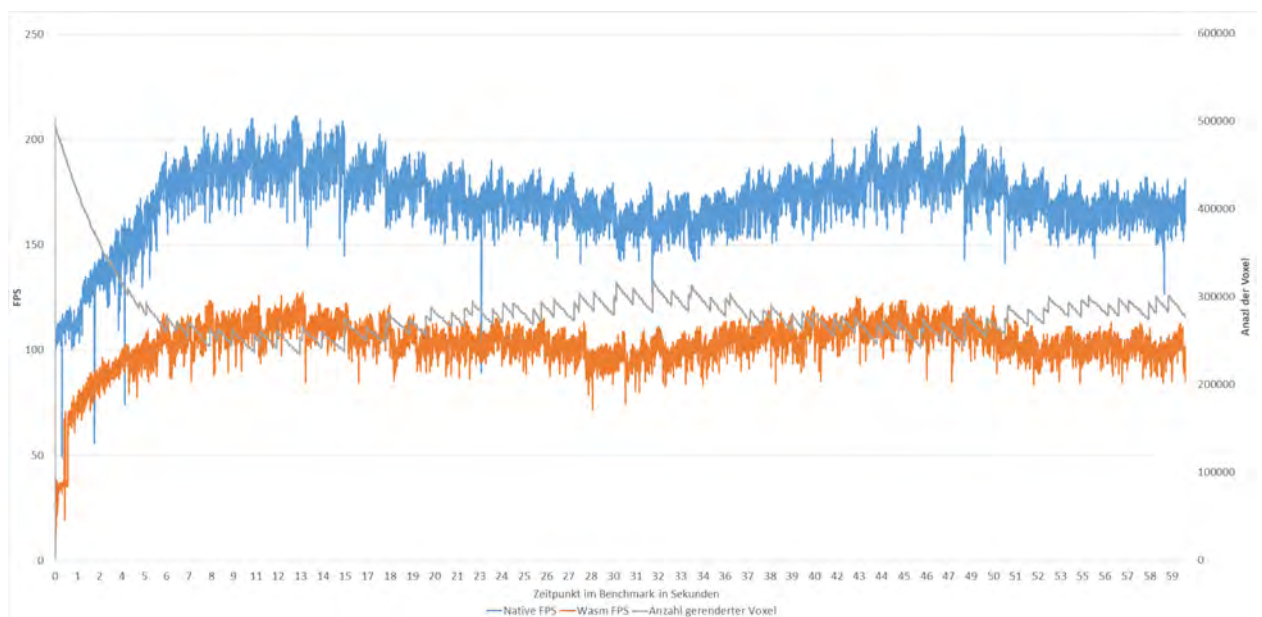


Abb. 2: Die FPS und gerenderten Voxel innerhalb des Benchmarks [1]

## Ausblick

Im weiteren Verlauf der Arbeit werden die Performance Unterschiede beim Rendern von Voxeln untersucht.

Dabei stehen verschiedene Techniken, die die Spiel-Engine Bevy zur Verfügung stellt im Fokus, wie die Instanziierung und das GPU-Batching.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] Alfred Nischwitz, Max Fischer, Peter Haberäcker, and Gudrun Socher. *Computergrafik*. Springer Vieweg, 4 edition, 2019.
- [3] Mike Rourke. *Learn WebAssembly: Build web applications with native performance using Wasm and C/C++*. Packt Publishing, 2018.
- [4] WebAssembly Wasm. WebAssembly. <https://webassembly.org/>, 2022.

# Identifikation und Analyse von modellbasierten und statistischen Methoden als Kriterien für das Continuous Training von ML-Modellen

Matthias Brodtbeck

Gabriele Gühring

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt an der Fakultät Informatik und Informationstechnik, Esslingen

## Problemstellung

Machine Learning (ML) erhält vermehrt Einzug in Wirtschaft, Verwaltung und Gesellschaft mit dem Ziel, Prozesse effizienter zu gestalten und wirtschaftlichen sowie gesellschaftlichen Mehrwert zu generieren. Um dies zu erreichen, müssen entwickelte ML-Modelle produktiv gesetzt, d.h. in Applikationen eingebunden werden. Im Gegensatz zu klassischen Softwaresystemen, sind ML-Systeme jedoch nicht statisch, sondern dynamisch [4]. Deutlich wird dies am Beispiel der Covid-19-Pandemie. Die pandemische Situation hat dazu geführt, dass sich das Kaufverhalten von Kunden verändert hat. Beispielsweise ist der Verkauf von Loungkleidung während des Lockdowns stark gestiegen. Die Güte von Modellen, welche zur Verkaufsprognose verwendet wurden, hat sich dadurch deutlich ver-

schlechtert, da die Modelle auf einer anderen Verteilung der Daten trainiert wurden (siehe Abbildung 1). Auch Inflationen und jegliche Veränderungen des Umfelds des Modells, können zu einer solchen Degradierung der Modellgüte führen. Ist es zu einem Performanceverlust des Modells gekommen, ist ein erneutes Training unabdingbar. Hierbei spricht man vom sogenannten Retraining oder Continuous Training von ML-Modellen. Um den Verlust der Modellgüte frühzeitig feststellen zu können, sind adäquate Metriken notwendig. Das Messen der Modellgüte, wie in Abbildung 1 dargestellt, gestaltet sich jedoch schwer, da die Grundwahrheit bekannt sein muss und diese im schlimmsten Fall erst nach Monaten oder Jahren vorliegt [4]. Für diesen Fall müssen dementsprechend geeignete Methoden identifiziert werden, um entscheiden zu können, wann das Modell ein erneutes Training benötigt.

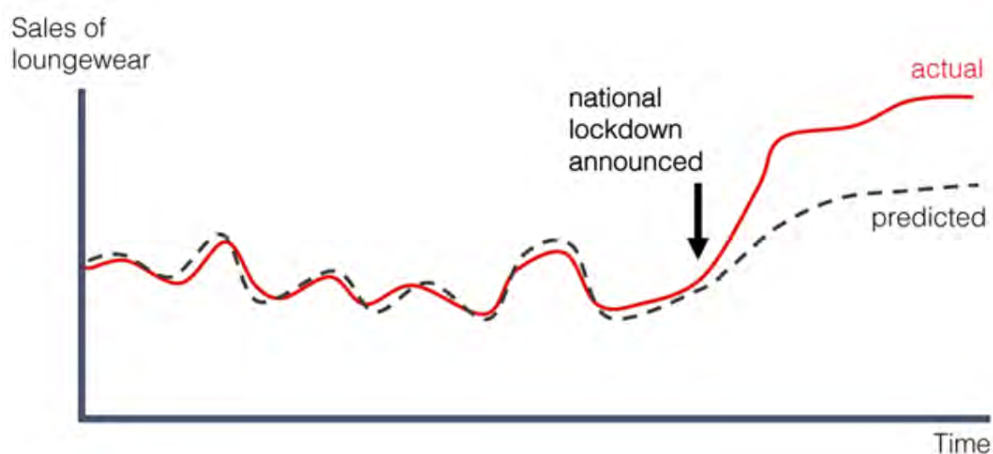


Abb. 1: Veränderung der Prädiktionen durch Drift in den Daten aufgrund des Lockdowns während der Covid-19-Pandemie [1]

## Ziel der Arbeit

Das Ziel der Arbeit ist die Analyse von modellbasierten und statistischen Methoden für das Continuous Train-

ing von ML-Modellen. Hierfür sollen modellbasierte Verfahren, welche das Vorhandensein eines Modells inklusive dessen Prädiktionen voraussetzen, mit statis-

tischen Methoden, welche lediglich die Veränderungen in den Daten betrachten, verglichen werden. Bei den statistischen Methoden werden zwischen parametrischen und nichtparametrischen Tests unterschieden. Während parametrische Tests eine bestimmte Verteilung annehmen, können nichtparametrische Tests ohne Kenntnis der Verteilung angewandt werden. Um einen aussagekräftigen Vergleich zu generieren, werden die Methoden auf unterschiedliche Datensätze mit unterschiedlichen Eigenschaften angewandt.

## Drifts

Wie zuvor erläutert, stellt die Veränderung von Daten ein Problem für die Modellgüte dar. Das Phänomen der Verteilungsänderung von Daten wird als Drift bezeichnet. Grundsätzlich existieren drei Arten von Drifts: Der Data Drift, Prior Drift und Concept Drift. Der Data Drift beschreibt die Veränderung der Verteilung der Input-Daten  $P(X)$  des Modells. Das Pendant zum Data Drift stellt der Prior Drift dar. Dieser definiert die Veränderung der Verteilung der Zielvariablen  $P(Y)$ . Die bedingten Wahrscheinlichkeiten  $P(Y | X)$  sowie  $P(X | Y)$  bleiben bei diesen Arten unverändert. Ändert sich nun allerdings die bedingte Wahrscheinlich  $P(Y | X)$ , spricht man vom Concept Drift [2]. Abbildung 2 zeigt die unterschiedlichen Arten von Concept Drift. Diese sind jedoch analog auf die anderen Arten der Drifts übertragbar. In der Grafik ist zu sehen, dass sich Verteilungen unterschiedlich stark ändern können. Es ist deshalb notwendig, Metriken zu finden, welche auch bei schwachen Änderungen zur Entscheidungsfindung

eines Retrainings beitragen können und einen Alarm beim Monitoring auslösen [3].

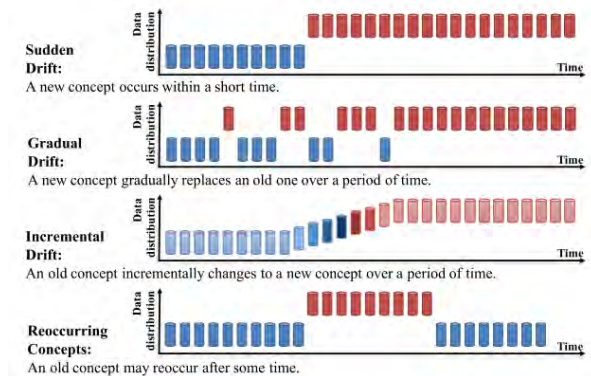


Abb. 2: Arten von Concept Drift [3]

## Ergebnisse und Ausblick

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass sich statistische Methoden wie z.B. der Two-Sample-Kolmogorov-Smirnov-Test und die Wassersteindistanz gut als Indikator für den Performanceverlust eignen und modellbasierte Metriken wie die Accuracy gut abbilden, wenn die zugrundeliegenden Daten quantitativer Natur sind. Im nächsten Schritt wird der Fokus auf qualitative Daten gelegt. Hierfür werden neuronale Netze für die Erzeugung von Embeddings der qualitativen Daten genutzt, um die Wirkung der statistischen Verfahren zu untersuchen.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Cem Dilmegani. What is Model Retraining? Why & How to Retrain ML Models? <https://research.aimultiple.com/model-retraining/>, 10 2022.
- [2] Chip Huyen. Data Distribution Shifts and Monitoring. <https://huyenchip.com/2022/02/07/data-distribution-shifts-and-monitoring.html#label-shift>, 02 2022.
- [3] Jie Lu, Anjin Liu, et al. Learning under Concept Drift: A Review. <https://arxiv.org/pdf/2004.05785.pdf>, 04 2020.
- [4] Sasu Makinen, Henrik Skogstrom, Eero Laaksonen, and Tommi Mikkonen. Who Needs MLOps: What Data Scientists Seek to Accomplish and How Can MLOps Help? <https://arxiv.org/pdf/2103.08942.pdf>, 03 2021.

# Ersatz eines asymmetrischen Multiprozessorsystems durch ein (virtualisiertes) symmetrisches Multiprozessorsystem in einem industriellen Sensor

Enes Coskunyurek

Markus Enzweiler

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Dominik Spindler, LEUZE, Owen

## ZIEL DER BACHELORARBEIT

In der Bachelorarbeit soll untersucht werden, ob es möglich ist, ein System bestehend aus zwei Single-Core-Prozessoren auf ein Multi-Core-System basierend auf einem Mikroprozessor zu transferieren. Dazu wird ein erster Prototyp entwickelt, um so einen Proof-Of-Concept zu gewährleisten.

Innerhalb dieses Systems befindet sich ein DSP (Digitaler Signalprozessor) für das Dekodieren der Lesergebnisse. Neben diesem Prozessor befindet sich ebenfalls ein ARM-Prozessor auf dem Barcodeleser. Dieser ist für alle Funktionalitäten, mit Ausnahme der DSP spezifischen Funktionalitäten, des Systems verantwortlich. Durch die Vereinigung beider Prozesse in ein Multi-Core-System wird lediglich ein Prozessor benötigt, welcher beide Prozesse getrennt voneinander abarbeitet. Dazu wird jeweils ein Kern dem DSP-Prozess und ein Kern der ARM-App zugewiesen.

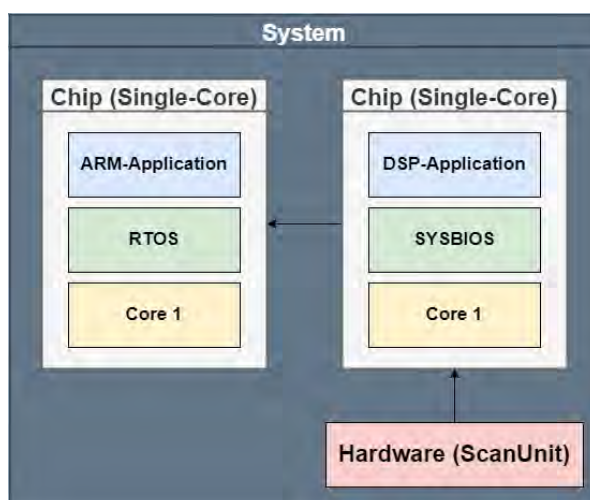


Abb. 1: Derzeitiges System [1]

## Problemstellung

Wichtig hierbei ist, dass beide Prozesse auf jeweils unterschiedliche Betriebssysteme angewiesen sind. Die DSP-App ist derzeit noch auf das Betriebssystem TI-SysBIOS angewiesen. Die DSP-App muss zunächst auf eine Linuxumgebung angepasst werden, sodass das Betriebssystem TI-SysBIOS ganz aus dem System fällt. Falls diese Umstellung sowie erste Tests erfolgreich waren, kann die Umstellung auf eine FreeRTOS-Umgebung erfolgen.

## Vorgehensweise

Durch eine Virtualisierung der Betriebssysteme ist es trotz unterschiedlich benötigter Betriebssysteme möglich, beide Prozesse in ein System zu integrieren. Dazu dient die Applikation JailHouse, welche das virtualisieren von Betriebssystemen ermöglicht. So ist es möglich, innerhalb eines Multi-Core-Systems einen Kern mit Linux und den jeweils anderen mit FreeRTOS auszustatten. Nicht zu vergessen ist, dass beide Prozesse eine Kommunikation aufrechterhalten müssen. Da das Dekodierergebnis des DSPs auch in der ARM-App Anwendung findet, muss eine Interprozesskommunikation sichergestellt werden. Dazu wird voraussichtlich mithilfe eines Shared-Memorys gearbeitet, welcher die Kommunikation zwischen zwei Prozessen ermöglicht. Durch die genannte Vorgehensweise kann ein Multi-Core-System mit unterschiedlichen Betriebssystemen aufgesetzt werden. Diese Implementierung bietet den Vorteil eines einfacheren Hardwaredesigns sowie einer geringeren Hardwareabhängigkeit. Ein großes Problem stellt auch die Hardwareverfügbarkeit dar, da der DSP mittlerweile kaum noch erworben wird. Es kann sein, dass der Hersteller des DSPs, aufgrund der geringen Nachfrage die Produktion des DSPs einstellt. Durch die Umstellung des Betriebssystems des DSP-Prozesses von TI-SysBIOS auf Linux/FreeRTOS und

dessen Integration in ein Multi-Core-System, wird die Abhängigkeit zum Hersteller hinfällig.

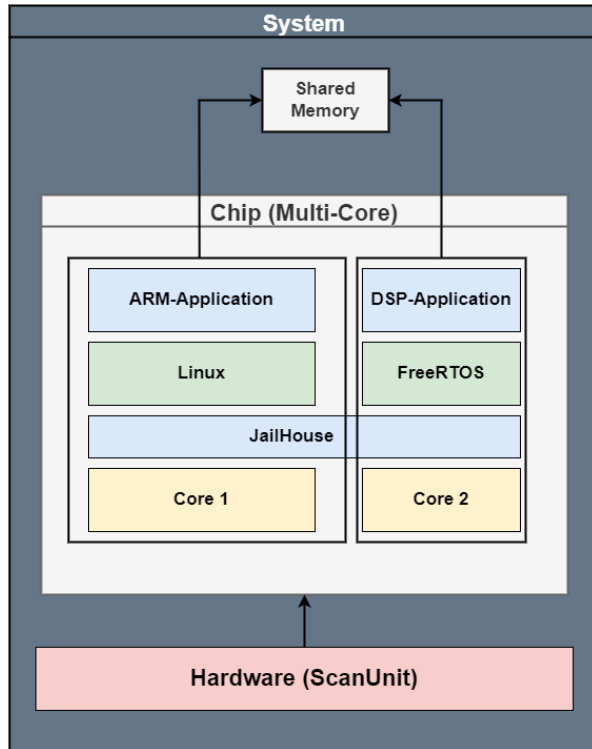


Abb. 2: Neues System [1]

## DSP

Bei einem DSP handelt es sich um einen Prozessor, welcher für die Verarbeitung digitaler Signale

zugeschnitten ist [2]. Das Verarbeiten digitaler Signale wird hauptsächlich durch mathematische Operationen realisiert. Dementsprechend ist der DSP in seiner Architektur auf das Ausführen mathematischer Operationen zugeschnitten. Durch die Architektur der Speicherverwaltung sowie den Hardwareeinheiten kommt diese Optimierung zustande [3]. Der DSP findet in vielen Systemen Anwendung, welche sich mit analogen Signalen auseinandersetzen. Diese werden in digitale Signale transferiert, sodass auf diesen Algorithmen ausgeführt werden können. Diese Algorithmen ermöglichen, Informationen aus den ursprünglich analogen Signalen zu gewinnen. Mikroprozessoren hingegen sind nicht für die Ausführung mathematischer Operationen zugeschnitten. Diese beschäftigen sich hauptsächlich mit der Manipulation von Daten [4].

## Untersuchung

Neben der Implementierung des Systems steht auch die Untersuchung des neuen Multi-Core-Systems im Fokus. Da der DSP spezifisch für mathematische Operationen konzipiert wurde, ist dessen Architektur ideal, für die Berechnungen der Algorithmen bezüglich des Leseergebnisses. Doch ist die Taktfrequenz des DSPs, im Vergleich zum neuen Multi-Core-System, deutlich niedriger. Es kommt die Frage auf, welches System performanter ist. Fällt die Taktfrequenz der CPU oder die einzigartige Architektur des DSP mehr ins Gewicht. Durch theoretische Betrachtungen, einen Proof-Of-Concept sowie damit verbundenen Performancetests wird dieser Fragestellung nachgegangen.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] Analog Devices. A Beginner's Guide to Digital Signal Processing (DSP). <https://www.analog.com/en/design-center/landing-pages/001/beginners-guide-to-dsp.html>, 2022.
- [3] Jennifer Eyre and Jeff Bier. The Evolution of DSP Processors. *Berkeley Design Technology White Papers*, page 9, 2000.
- [4] Steven Smith. *The scientist and engineer's guide to digital signal processing*. California Technical Publishing, 1997.

# Konzeption und Implementierung eines Content-Management-Systems in einem Enterprise Business

Jonas Daser

Thomas Rodach

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma TeamViewer AG, Göppingen

## Einleitung

Die MarTech-Branche ist eine der am schnellsten wachsenden Branchen der Welt. Zurückzuführen ist das auf die permanent steigende Nachfrage für immer umfangreichere Marketinglösungen. MarTech Lösungen ermöglichen eine enorme Wertsteigerung in Bezug auf Marketingleistung, Messbarkeit und Effizienz. Um relevant zu bleiben, versuchen Unternehmen mehr und mehr über ihre Kunden herauszufinden, um diese besser zu verstehen und mit ihnen effektiver kommunizieren zu können. Marketingautomatisierung und Analyse spielen hierbei eine entscheidende Rolle, um Kunden besser zu verstehen sowie die von ihnen geforderte individuelle Behandlung an allen Berührungspunkten mit einem Unternehmen und dessen Marken zu erfüllen. In dieser Arbeit wird genauer auf eines dieser Tools, das Content-Management-System eingegangen.

## Zielsetzung der Arbeit

Ziel der Arbeit ist es, einen Überblick für Content-Management-Systeme zu geben und wie sich die Anforderungen von Unternehmen zu umfangreicheren Softwaremodellen wie Digital Experience Plattformen erweitern. Zudem wird eine Zusammenfassung des Projektverlaufes und der Ansatz einer Checkliste für zukünftige Softwareimplementierungen im Marketingbereich der TeamViewer AG erarbeitet. Im Ausblick werden mögliche Automatisierungsansätze für Softwareimplementierungen mit Praxisbezug behandelt.

## Content-Management-Systeme

Content-Management-Systeme (kurz CMS) dienen grundsätzlich als Redaktionssysteme für Inhalt, Gestaltung und die Umsetzung von Webseiten. Der redaktionelle Inhalt und das Layout sind hierbei getrennt sodass sowohl der Inhalt als auch das Layout separat voneinander angepasst werden können, ohne

den anderen Bereich verändern zu müssen. Ein CMS arbeitet zudem als zentrale Verwaltung digitaler Dokumente, wie Videos, Bildern und Dateien in verschiedenen Formaten. Ein CMS ist grundsätzlich in drei Anwendungsmodulen aufgeteilt: Das Redaktionssystem, welches zur Bearbeitung und Verwaltung von Inhalten dient. Das Content Repository, welches zur Speicherung der erstellten Inhalte dient. Und das Publishing System welches die Publizierung der Inhalte im Internet ermöglicht (siehe Abbildung 1) [2].

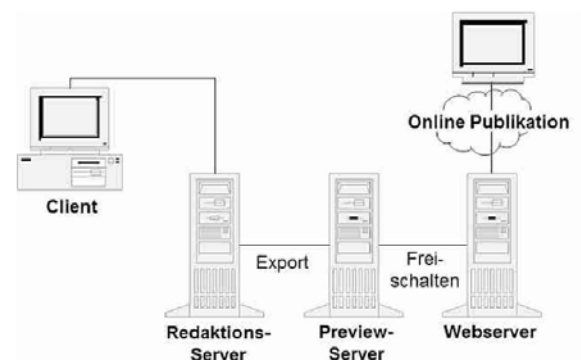


Abb. 1: Aufbau eines CMS [1]

Die rasante Weiterentwicklung des Internets machen Content Management Systeme in Unternehmen heutzutage unverzichtbar. Die Taktzeit in welcher Content von Unternehmen erzeugt und erneuert wird, kann von herkömmlichen Webseiten, welche mit HTML code erstellt werden, nicht mehr gestemmt werden. Content-Management-Systeme schaffen hierfür Abhilfe. Durch Blockbasierte und vordefinierte Elemente können Webseiten ohne Programmierkenntnisse und mit wenigen Arbeitsschritten erstellt werden.

Durch die immer zunehmende Wichtigkeit von Analyse- und Automatisierungsmöglichkeiten in Marketingumgebungen, haben sich einige Content Management

Systeme angepasst und weiterentwickelt. Digital Experience Plattformen (kurz DXP) erweitern den Gedanken eines CMS, welches lediglich die Kontrolle von einzelnen Seiten ermöglicht. Ein DXP ist in der Lage ein vollintegriertes und zentralisiertes Kunden Erlebnis (engl. Customer Experience) zu ermöglichen. Die Vorteile gegenüber einem CMS sind:

- Einheitlich vernetzte Daten für eine nahtlose Reise des Kunden
- Datenanalyse die Aufschluss über das Kundenverhalten gibt
- Maßgeschneiderte und individuelle Nutzererlebnisse auf der Basis von Kundenprofilierung und Personalisierung
- Zentraler Zugriff, Überwachung und die Kontrolle verschiedener Arten von Inhalten und Übersetzungen
- Plattformübergreifender Einsatz von Daten und Integration in andere Anwendungen.

### Vorgehensweise bei der Implementierung

Zunächst ist es wichtig sich bei der Softwareimplementierung zu entscheiden, ob man die Brown Field oder die Green Field Strategie verwendet. Bei der Brownfield Strategie, werden Datensätze, Prozesse,

Dokumente und Eistellungen des alten Systems in das neue System übernommen. Bei der Greenfield Strategie wird ein von Grund auf neues System Aufgesetzt. Als nächstes sollte man sich Gedanken darüber machen, ob man auf einen traditionellen oder agilen Ansatz beim Projektmanagement zurückgreift. Traditionelle Methoden wie das Wasserfall Modell eignen sich für Softwareimplementierungen die klar vordefinierten Anforderungen und Gegebenheiten vorweisen. Im MarTech Bereich ist das meist nicht der Fall, da sich während des Projektverlaufes die Anforderungen oftmals ändern. Grund dafür sind zum Beispiel Änderungen der Strategie oder Schnittstellen-Konfigurationen. Hierfür sind Agile Methoden geeignet, sie lassen außerplanmäßige Veränderungen zu [3].

### Ausblick

In dem Unternehmen TeamViewer hat man sich dazu entschieden ein von Grund auf neues System aufzubauen. Zudem ist man im Prozess Schnittstellen wie das Translation-Management-System (kurz TMS), Analytics und Data Asset Management (kurz DAM) neu aufzubauen und mit der neuen DXP welche das bestehende CMS ersetzt zu verknüpfen. Im weiteren Verlauf der Bachelorarbeit wird ein Ansatz für die Vorgehensweise von zukünftige Softwareimplementierungen im Unternehmen geschaffen sowie Möglichkeiten für Automatisierungsansätze in den Bereichen Testing und Datenmigration betrachtet.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Dietmar Abts and Wilhelm Müller. *Grundkurs Wirtschaftsinformatik*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 9 edition, 2017.
- [2] Richard Lackes, Markus Siepmann, and Insa Sjurts. Definition: Content Management System (CMS). <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/content-management-system-cms-31303>, 03 2018.
- [3] David Schiefer. *Agile Skalierungsframeworks in der Theorie und Praxis*. SpringerGabler, 2022.



# QML-basierte Einbindung von Kartenansichten für mobile Roboter

Tom Denzinger

Reiner Marchthaler

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Telerob Gesellschaft für Fernhantierungstechnik mbH, Ostfildern

## Einleitung

Roboter sind heutzutage essenzieller Bestandteil verschiedenster Lebensbereiche. Dabei sind Roboter im Allgemeinen mechanische Geräte, die Computer gesteuert, ihre physikalische Umwelt wahrnehmen und manipulieren. Bekannte solche Systeme sind Roboterarme in Produktionslinien, autonom fahrende Autos, mobile Plattformen zur Erforschung von Planet oder Roboter, die Ärzte bei Operationen unterstützen [4]. Alle haben gemein, dass sie ihre Umgebung durch Sensoren wahrnehmen und diese manipulieren können. Durch Roboter bestehen viele Möglichkeiten, das Leben leichter und sicherer zu machen. Gefährliche und anstrengende Vorgänge müssen nicht mehr von Menschen selbst durchgeführt werden, sondern können durch Roboter erledigt werden. Dies gilt auch für die Roboter der Firma Telerob. Mit ihren mobilen Robotern (siehe Abbildung 1) sollen Sicherheits- und Entschärfungsaufgaben über große Distanzen bewältigt werden. Dabei ist eine wesentliche Aufgabe des Roboters, Gefahren aufzuspüren und diese gegebenenfalls unschädlich zu machen. Die Bedienung erfolgt dabei mittels einer Fernsteuerung. Über diese können die Aktionen des Roboters gesteuert werden. Bei der Bedienung ist wichtig, dass möglichst alle Informationen über die Situation des Roboters zum Beispiel im Falle einer Kampfmittelbeseitigung dem bedienenden Personal zur Verfügung gestellt werden.



Abb. 1: telex EVO PLUS mit Bedienstation [3]

## Problemstellung

Die Möglichkeit, die Roboter bei Einsätzen über große Distanzen zu steuern, um sich außerhalb des Gefahrenbereichs aufzuhalten, bringt mit sich, dass diese sich nicht mehr im Blickfeld der bedienenden Person befinden. Daraus folgt, dass dem Bediener Informationen über die aktuelle Situation des Roboters fehlen, um eine optimale Bedienung zu erreichen. Dabei fehlt eine Plattform, um diese benötigten Daten dem Nutzer sinnvoll zur Verfügung zu stellen, beziehungsweise um vorhandene Informationen zu ergänzen.

## Ziel der Arbeit

Das Ziel der Bachelorarbeit ist die Erarbeitung eines Softwarekonzepts einer Karte, welche die Informationen über die Situation des Roboters zur Verfügung stellt. Diese Kartenansicht soll dabei die verschiedenen Daten, die ein Roboter während eines Einsatzes sammelt, anbieten. Wichtig für die Umsetzung ist dabei, dass die Kartenansicht in das bisherige Konzept der Roboterbedienung passt. Dementsprechend soll die Karte über das GUI Framework QML umgesetzt werden, welches sich für eingebettete Geräte eignet. Bei erfolgreicher Umsetzung der Anforderungen kann das Resultat in zukünftigen Projekten des Unternehmens eingesetzt werden.

## Karten für mobile Roboter

Karten spielen im Bereich der mobilen Roboter eine essenzielle Rolle, wodurch gerade die Bedienung erleichtert werden soll. Hierbei werden Karten verwendet, um spezifische Orte zu lokalisieren oder Routen zu planen. Dabei ist die Lokalisierung eine grundlegende Wahrnehmungsproblematik im Bereich der Robotik. Dies basiert auf dem Grundsatz, dass alle grundlegenden Roboteraufgaben Informationen über die Situation des Roboters benötigen. Um solche Informationen Nutzern anzubieten werden Karten verwendet. Grundsätzlich beschreiben Karten globale Koordinatensysteme, die unabhängig von der Position des Roboters sind. In einer Karte wird das lokale Koordinatensystem des Roboters dem Koordinatensystem einer Karte zugeordnet [4]. So kann eine Verbindung der Roboterdaten und einer Karte erlangt werden.

## Qt Modeling Language

Bei der Entwicklung der Kartenansicht für mobile Roboter ist es relevant, dass diese auf verschiedenen mobilen Geräten eingesetzt werden kann. Für solche Benutzeroberflächen eignet sich das Qt Framework, beziehungsweise die darin enthaltene Qt Modeling Language (QML). Es zeichnet sich dafür aus, dass es plattformübergreifend ist und somit für verschiedenste Zielgeräte, Anwendungen entwickelt werden können. Dabei werden verschiedenste Betriebssysteme unterstützt [2]. Das Framework basiert auf der Programmiersprache C++, was sich durch eine hohe Leistung und Effizienz erkenntlich macht. QML

stellt innerhalb des Qt Framework eine deklarative Skriptsprache dar, welche es ermöglicht, grafische Oberflächen und Komponenten zu beschreiben und auf welche Weise diese untereinander interagieren. Dabei bietet QML die Einbindung einer Karte an (siehe Abbildung 2) welche im Rahmen der Arbeit verwendet werden kann.

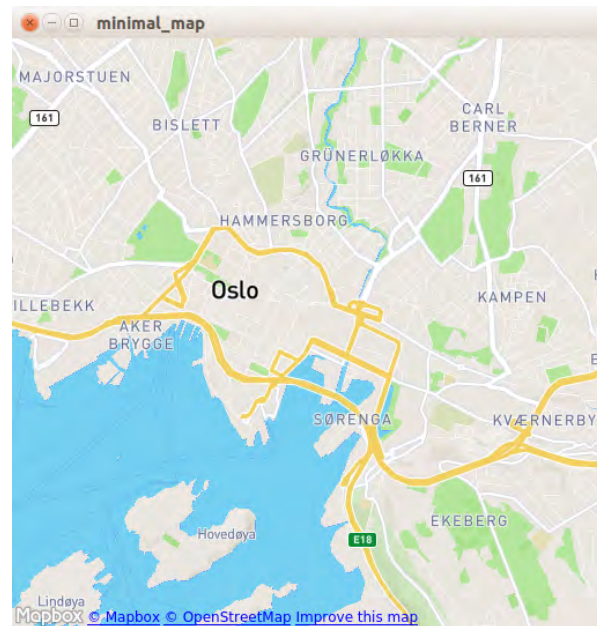


Abb. 2: QML Kartenmodul [1]

## Ausblick

Im weiteren Verlauf der Arbeit wird das Konzept der Kartenansicht als Software umgesetzt, welche die essenziellen Anforderungen erfüllt und die technische Machbarkeit des Konzepts demonstriert. Zum Abschluss wird das Resultat auf die Erfüllung der Anforderungen geprüft sowie das Ergebnis bewertet. Im Anschluss an die Arbeit könnten durch die Erkenntnisse bei der Implementierung der Kartenansicht weitere Varianten mit anderen Ansichten entwickelt werden. Dies beinhaltet die Verwendung verschiedener Kartendaten oder deren Art der Einbindung. Zusätzliche besteht die Möglichkeit, eine vom Roboter selbst erzeugte Karte mit in die Kartenansicht zu integrieren, um eine noch bessere Bedienung zu ermöglichen.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Qt Group. Map QML Type | Qt Location 5.15.11. <https://doc.qt.io/qt-5/qml-qtlocation-map.html>, 2022.
- [2] Achim Lingott. *Einführung in Qt*. Hanser, 2021.
- [3] Firma Telerob Gesellschaft für Fernhantierungstechnik mbH. Telerob Katalog 2022. <https://www.telerob.com/de/downloads>, 2022.
- [4] Sebastian Thrun. *Probabilistic Robotics*. The MIT Press, 2005.

# Anwendung von Machine Learning Verfahren zur Zustandsdetektion an Absaugmobilen

Julian Deuber

Markus Enzweiler

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Festool GmbH, Wendlingen

## Einleitung

Nicht nur das Sammeln von Daten, sondern auch deren Verarbeitung ist in vielen Branchen und Unternehmen ein steigendes Interessensgebiet. Mit dieser Entwicklung finden auch die Begriffe Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen weitverbreitete Anwendung [3]. Künstliche Intelligenz beschreibt dabei das Verhalten, welches eine technisches System an den Tag legt. Dieses Verhalten kann dem System durch die Methode des Maschinellen Lernens beigebracht werden [2]. Ein beispielhaftes Verfahren des Maschinellen Lernens sind Künstliche Neuronale Netze (s. Abbildung 1).

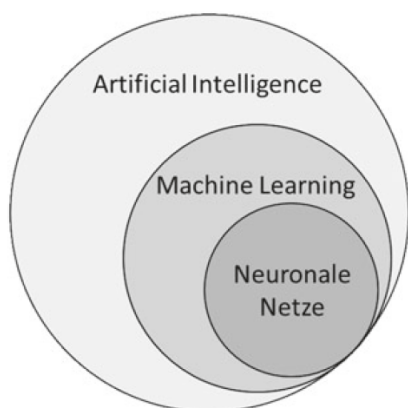


Abb. 1: Teilmengen der Künstlichen Intelligenz [3]

In technischen Bereichen können die hinter diesen Begrifflichkeiten zugrunde liegenden Umsetzungen und Algorithmen genutzt werden, um unter anderem Prognosen bezüglich dem Verhalten von Maschinen bzw. Zustandsvorhersagen zu treffen.

## Motivation & Ziele

Die Idee der Arbeit besteht darin, die Möglichkeit der Zustandsbestimmung, wie zum Beispiel der komplett gefüllte Filtersack, an Absaugmobilen ohne Schwell-

wertmessung ermöglichen zu können. Der Einsatz von einzelnen Schwellwerten, wie beispielsweise für das Gewicht, sind auf Grund der Diversität der Einsatzgebiete sowie der einzusagenden Medien ungeeignet. Deshalb sind innerhalb dieser Arbeit Umsetzungen mittels Verfahren des Maschinellen Lernens zu betrachten. Als Ziel wurde dabei nicht nur ein finales Modell mit gutem Verhalten, also möglichst kleinem Trainings- und Test-Loss definiert, sondern auch die Sensorik, welche nötig ist um ausreichend Daten für ein gut funktionierendes Modell zur Verfügung stellen zu können, weitmöglichst zu reduzieren.

## Ansatz

Zur Aufnahme der Daten wird zum einen eine Messeinrichtung verwendet, welche aus einer vorhergehende Abschlussarbeit entstanden ist. Diese besteht aus diversen Vibrations-, Druck-, Luftmassen-, Beschleunigungssensoren und Mikrofonen. Das Messsystem wurde dabei so konzipiert, dass kein Eingriff in die Maschinenelektronik der Sauger nötig ist, sondern eine einfache Anbringung von außen an den Sauger möglich ist. Zum anderen wird ein sogenannter Datenlogger verwendet, welcher als Netzadapter zwischen Netzstecker und Steckdose montiert wird. Dieser Datenlogger ist in der Lage Stromaufnahme, Netzspannung, Phasenwinkel und Wirkleistung aufzuzeichnen. Um die Daten für die Verfahren des Maschinellen Lernens zur Verfügung stellen zu können, müssen diese erst aufbereitet werden. Hierzu zählt unter anderem die Kombination der zentral auf einer SD-Karte gespeicherten Daten des Messsystems und der dezentralen, in einer Datenbank gespeicherten, Daten des Datenloggers. Nachdem die Daten verarbeitbar sind, werden diverse Verfahren des Maschinellen Lernens bezüglich Feature-Reduktion, also Reduzierung der Merkmalen, untersucht. Dies hat zum Ziel, die Sensoren soweit zu reduzieren, dass nur noch die Sensoren Einsatz finden, welche für das später verwendete Vorhersage-Modell ausschlaggebende Werte liefern.

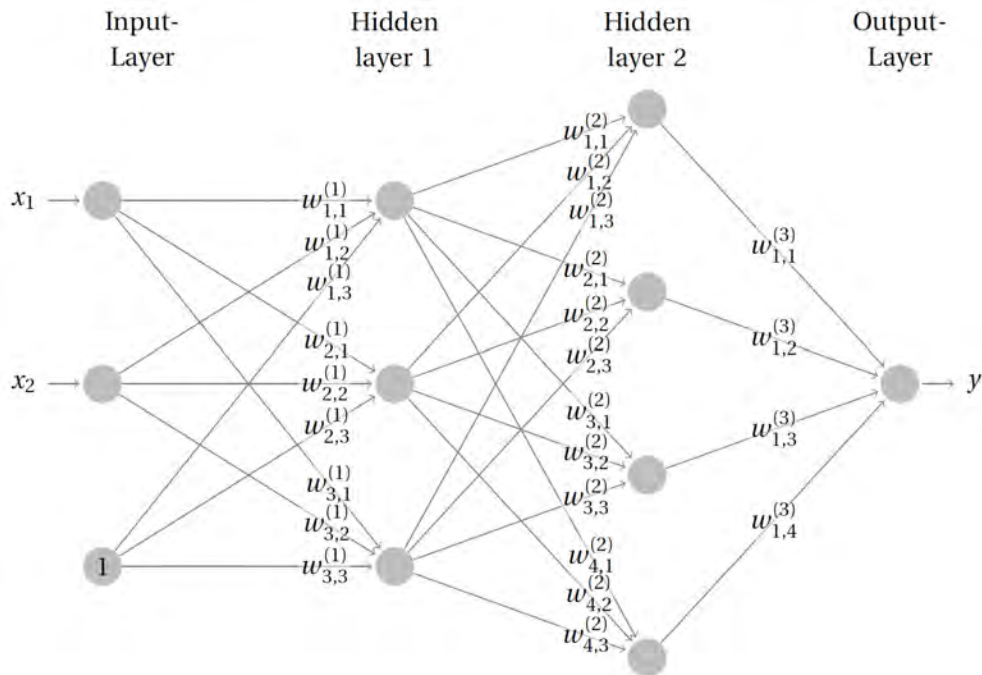


Abb. 2: Künstliches Neuronales Netz [1]

Zur Umsetzung der Vorhersage werden vor allem Künstliche Neuronale Netze (siehe Abbildung 2) als Verfahren des Maschinellen Lernens betrachtet. Diese bieten mit ihren guten Eigenschaften beim Umgang mit einer Vielzahl an unterschiedlichen Eingangswerten einen entscheidenden Vorteil bei dieser Problemstellung.

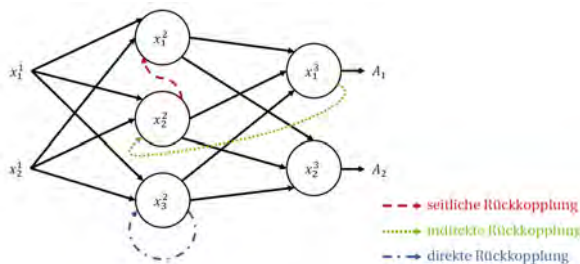


Abb. 3: Beispiele für Strukturen der Rekurrenten Neuronalen Netze [2]

Besonders interessant sind dabei die sogenannten LSTMs (Long Short-Term Memories). Diese zählen zu den Rekurrenten Neuronalen Netzen (siehe Abbildung 3) und liefern die besten Ergebnisse, wenn es sich beim betrachteten Datensatz um langandauernde Zeitreihen handelt. Da die Dauer der Datenaufnahme an einem Sauger in der Praxis bis zu einem halben Jahr pro Füllung des Filtersacks in Anspruch nehmen

kann, fallen die LSTMs genau in das betrachtete Anwendungsfeld.

### Ausblick

Im weiteren Verlauf der Arbeit werden die angewendeten Verfahren des Maschinellen Lernens ausgewertet. Hierfür werden zum einen die Künstlichen Neuronale Netze mit unterschiedlichen Hyperparametern und einer Vielzahl an Trainingsdatensätze in multiplen Trainingsprozessen trainiert. Die Datensätze enthalten dabei sowohl diverse eingesaugte Medien (Hobelspäne, Mischstaub, usw.), sowie variierende Betriebszeiten. Des weiteren werden die Ergebnisse der Feature-Reduktion, welche die Sensorik reduziert hat, genutzt, um die Künstlichen Neuronale Netze mit der verringerten Anzahl an Merkmalen zu trainieren. Im Anschluss können die Ergebnisse der Modelle mit reduzierten Merkmalen mit den Ergebnissen der Modelle mit voller Sensorik verglichen werden. Aus diesem Vergleich lässt sich bestimmen, ob die Verschlechterung der Modell-Vorhersage, welche automatisch durch die Reduzierung der Eingangsdaten entsteht, hinnehmbar ist oder nicht. Zum Abschluss der Arbeit werden noch diverse Spezialfälle bezüglich der einzusaugenden Medien betrachtet, da die betrachteten Absaugmobile unter anderem auch in der Lage sind Wasser und spezielle, feine Stäube einzusaugen.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Jörg Frochte. *Maschinelles Lernen. Grundlagen und Algorithmen in Python*. Carl Hanser Verlag, 2 edition, 2019.
- [2] Stephan Matzka. *Künstliche Intelligenz in den Ingenieurwissenschaften. Maschinelles Lernen verstehen und bewerten*. Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint: Springer Vieweg, 1 edition, 2021.
- [3] Daniel Sonnet. *Neuronale Netze kompakt. Vom Perceptron zum Deep Learning*. Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint: Springer Vieweg, 1 edition, 2022.

# Entwicklung und Evaluation von Methoden zum kombinierten Training von Regression und Klassifikation für kollaborative Roboter

Panagiotis Diakas

Steffen Schober

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt an der Fakultät Informatik und Informationstechnik, Esslingen

## Motivation und Ziel

Die Zusammenarbeit von Mensch und Roboter am gemeinsamen Arbeitsplatz kann ausschließlich unter der Prämisse erfolgen, dass die Sicherheit des Menschen zu jedem Zeitpunkt gewährleistet werden kann. Hierfür muss der Roboter unter anderem in der Lage sein, Objekte zu detektieren und diesen auszuweichen, um seine Aufgabe erfolgreich zu absolvieren. Folglich werden zwei Fähigkeiten für einen Roboter vorausgesetzt: die Aktionserkennung, sodass der Roboter interpretieren kann, welcher Arbeitsschritt ausgeführt wird und die Bewegungsvorhersage, um die Trajektorie des Menschen vorhersagen zu können und diesen Pfad zu umgehen. Für die Aktionserkennung wird, in der Mensch-Roboter-Kollaboration, die Szene charakterisiert indem die Aktionen und Objekte klassifiziert werden, wodurch die Bewegung des Menschen interpretiert werden kann. Die Bewegungsvorhersage beschreibt ein Verfahren, bei dem die zukünftige Position eines Objektes basierend auf den vergangenen Positionen vorhergesagt wird. Hierbei wird die Trajektorie des Menschen vorhergesagt, sodass eine Kollision vermieden werden und es zu keinem Zeitpunkt zu einer Beeinträchtigung der Sicherheit kommen kann. Die Verfahren der Aktionserkennung und Bewegungsvorhersage können über verschiedene Architekturen modelliert werden. Im Idealfall werden die Architekturen in einem gemeinsamen Trainingsprozess integriert. Ein möglicher Ansatz für die Modellierung der Aktionserkennung und Bewegungsvorhersage in einem gemeinsamen Trainingsprozess, ist die Kombination der Verlust-Funktionen. Im Rahmen dieser Arbeit werden verschiedene Methoden zur Kombination von Verlust-Funktionen, bezüglich der Klassifikation und Regression evaluiert. Für einen kombinierten Trainingsprozess werden die Verlust-Funktionen beider neuronalen Netze miteinander kombiniert, um die Implementierung einer Verlust-Funktion zu realisieren. Die Schwierigkeit bei der Implementierung dieses

Trainingsprozesses entsteht aus dem Ergebnis der einzelnen Verlust-Funktionen. Für die Klassifikation wird das Ergebnis der Verlust-Funktion im logarithmischen Raum berechnet. Konträr hierzu wird bei der Berechnung der Verlust-Funktion für die Regression das Ergebnis im euklidischen Raum ermittelt. Es gilt hiermit eine Kombinationsmöglichkeit zu finden, bei der diese Schwierigkeit berücksichtigt und gleichzeitig die Zusammenführung beider neuronalen Netze in einem gemeinsamen Trainingsprozess realisiert werden kann.

## Methode

Abbildung 1 illustriert eine abstrakte Darstellung der implementierten Architektur. Gleichmaßen erhalten die Aktionserkennung und die Bewegungsvorhersage die identischen Eingabedaten.

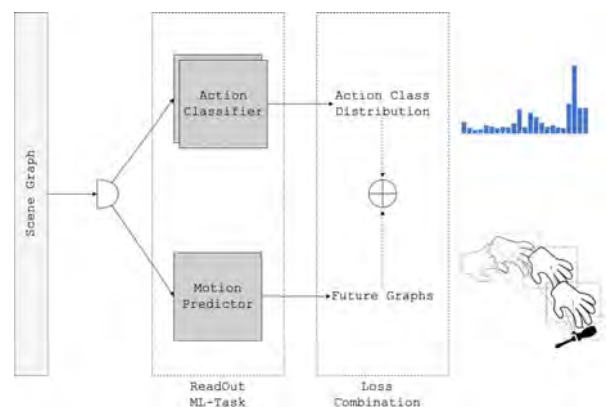


Abb. 1: Abstrakte Darstellung der Architektur des neuronalen Netzes für die Loss-Kombination. [1]

Unter Verwendung des CoAx-Datensatz [2] wird das Videomaterial über Tätigkeiten an einem industriellen Arbeitsplatz in einen Szenen-Graphen [4] überführt. Hierbei werden bei einer im Voraus definierten Anzahl an Frame-Graphen die korrespondierenden Knoten

miteinander verbunden, sodass die zeitliche Komponente dargestellt werden kann. Ein Frame-Graph repräsentiert hierbei alle Objekte einer Szene die über Kanten zu einem Graphen verbunden werden. Den Ursprung der Kanten bildet die menschliche Hand, welche zu jedem Zeitpunkt als gegeben vorausgesetzt wird. Mithilfe dieser Anordnung kann die räumliche und zeitliche Dimension modelliert werden. Für die Berechnung der Aktionserkennung beziehungsweise Bewegungsvorhersage sind die entsprechenden Module Action Classifier und Motion Predictor zuständig. Das Modul für die Aktionserkennung berechnet, basierend auf den generierten Scene-Embeddings die Wahrscheinlichkeitsverteilung der zugrunde liegenden Aktion. Gleichzeitig berechnet der Motion Predictor mithilfe von vorherigen Positionskoordinaten, die zukünftigen Positionskoordinaten für alle Objekte. Bei der Berechnung der Wahrscheinlichkeitsverteilung und der Prädiktion der zukünftigen Positionskoordinaten entstehen Diskrepanzen bezüglich den tatsächlichen Daten. Diese Differenz wird im weiteren Verlauf als Verlust beziehungsweise Fehler bezeichnet und soll minimiert werden. Der Verlust bei der Berechnung der Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Aktion wird mithilfe der Cross Entropy Formel berechnet:

$$\mathcal{L}_{AR} = \ell(y, \hat{y}) = - \sum_{c=1}^C y_c \log\left(\frac{\exp(\hat{y}_c)}{\sum_{i=1}^C \exp(\hat{y}_i)}\right).$$

Hierbei beschreibt  $y$  den tatsächlichen Wert und  $\hat{y}$  den vorhergesagten Wert. Der Parameter  $C$  entspricht der Anzahl an möglichen Aktionsklassen. Für die Bewegungsvorhersage wird zur Berechnung des Verlustes der Average Displacement Error (ADE) verwendet. Hierfür wird zunächst die euklidische Distanz zwischen der tatsächlichen und vorhergesagten Positionskoordinate im dreidimensionalen Raum berechnet:

$$\begin{aligned} \ell(y, \hat{y}) &= d(P_y^t, P_{\hat{y}}^t) \\ &= \sqrt{(x_t - \hat{x}_t)^2 + (y_t - \hat{y}_t)^2 + (z_t - \hat{z}_t)^2}. \end{aligned}$$

Im Anschluss wird das arithmetische Mittel der Distanzen über die gesamte Bewegungstrajektorie ( $T$  Prädiktionsschritte) berechnet.

$$\mathcal{L}_{MF} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T d(P_y^t, P_{\hat{y}}^t)$$

Für die Kombination der Verlust-Funktionen zu einem skalaren Wert  $\mathcal{L}_{Ges} = \mathcal{L}_{AR} + \mathcal{L}_{MF}$  können unterschiedliche Methoden gewählt werden. Die verschiedenen Methoden können hierbei in eine einfache Addition beider Verlust-Werte, einer gewichteten Addition beider

Verlust-Werte mit einem Parameter  $\lambda$  und einer Überführung des Verlustes für die Bewegungsvorhersage in den logarithmischen Raum, kategorisiert werden.

## Ergebnisse und Ausblick

Für den Vergleich der untersuchten Methoden werden die Aktionserkennung und die Bewegungsvorhersage vor der Zusammenführung in einen gemeinsamen Trainingsprozess trainiert, evaluiert und dienen als Baseline-Verfahren. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen: die Aktionserkennung erreicht eine Genauigkeit von 83% und die Bewegungsvorhersage einen durchschnittlichen Fehler von 12,39 cm. Die Abbildung 2 visualisiert den Fehler der verschiedenen Methoden in Abhängigkeit vom Prädiktionszeitpunkt. Die Überführung in den logarithmischen Raum erreicht mit einer Genauigkeit von 82% und einem durchschnittlichen Fehler von 13,06 cm den geringsten Fehler bezüglich der Bewegungsvorhersage.

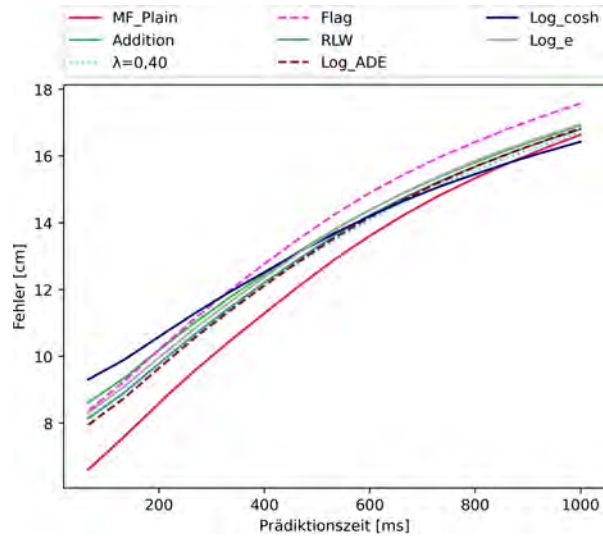


Abb. 2: Dargestellt werden die Fehler aller untersuchten Verfahren, in Abhängigkeit des jeweiligen Prädiktionszeitpunktes. [1]

Für die Reduzierung des Fehlers in der prädizierten Trajektorie können anschließende Arbeiten untersuchen, ob sich die Integration der Information über die Aktion als sinnvoll erweist. Hierfür dient das Verfahren mit dem Flag-Parameter als Grundlage. Dementsprechend wird die Bewegungsvorhersage nur dann berechnet, wenn die Aktion fehlerfrei klassifiziert wurde. Ein weiterer Ansatz für die Zusammenführung der neuronalen Netze kann über eine gemeinsame Architektur erfolgen. Hiermit entsteht eine geteilte Ebene zwischen den beiden neuronalen Netzen bei der Informationen, im Sinne von Merkmalen, ausgetauscht werden können [3].



## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] D. Lagamtzis, F. Schmidt, J. Seyler, and T. Dang. CoAx: Collaborative Action Dataset for Human Motion Forecasting in an Industrial Workspace. In *Proceedings of the 14th International Conference on Agents and Artificial Intelligence*, volume 3, pages 98–105. ICAART, 2022.
- [3] Caruana Rich. Multitask Learning. *Machine Learning*, 28:41–75, 1997.
- [4] S Yan, Y Xiong, and D Lin. Spatial Temporal Graph Convolutional Networks for Skeleton-Based Action Recognition. In *The Thirty-Second AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-18)*. arXiv, 2018.

# Erarbeitung und beispielhafte Anwendung einer Vergleichssystematik für Low-Code Development-Plattformen

Dennis Ebner

Mirko Sonntag

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma USU GmbH, Möglingen

## Einleitung

Der seit vielen Jahren anhaltende Mangel an IT-Fachkräften stellt Unternehmen vor große Probleme. Firmen benötigen Fachkräfte und allen voran IT-Fachkräfte, um den Digitalisierungsgrad innerhalb des Betriebs zu steigern sowie anschließend zu halten. [1] Wie in der folgenden Abbildung 1 zusehen, hat sich die Anzahl an offenen Stellen für IT-Fachkräfte in den letzten 10 Jahren in Deutschland um das 3,5-Fache erhöht.

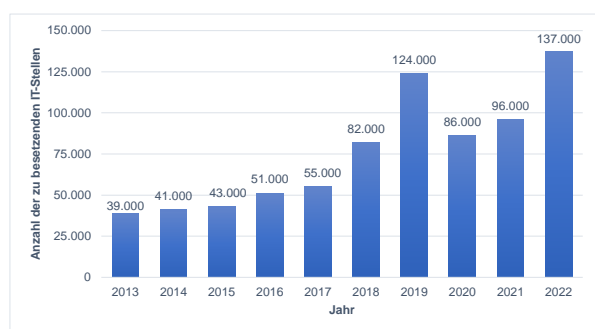


Abb. 1: IT-Fachkräftemangel 2013 bis 2022 in Deutschland [5]

Zu der Gruppe der IT-Fachkräfte zählen auch Softwareentwickler, die 2021 mit 41 % der offenen IT-Stellen den größten Anteil ausmachten. Softwareentwickler werden für das Entwickeln von bestehenden und neuen Softwareanwendungen benötigt. [4] Damit sich der Trend fehlender IT-Fachkräfte zukünftig nicht weiter verschärft, suchen Unternehmen nach Möglichkeiten, diese Entwicklung aufzuhalten. Eine Chance, diesen zu stoppen, ist der Einsatz von *Low-Code Development (LCD)*. Mit LCD erhoffen sich Organisationen schnellere Entwicklungszeiten von Anwendungen. Darüber hinaus können technisch weniger affine Fachkräfte bei der Entwicklung unterstützen. Daraus resultierend wird

für das Entwickeln mit Low-Code weniger IT-Personal benötigt. [3]

## Motivation und Problemstellung

Aufgrund der genannten Vorteile, die LCD mit sich bringt, beschäftigen sich Unternehmen zunehmend mit diesem Thema. [2] Für das Umsetzen und Lernen, wie eine *Low-Code Development-Plattform (LCDP)* eingesetzt werden kann, benötigen Organisationen Hilfe von Consulting Dienstleister wie beispielsweise der Firma USU GmbH. Mitarbeiter der USU GmbH beschäftigen sich schon mehrere Jahre mit dem Thema Low-Code und haben einige Lösungen mithilfe von LCDP umgesetzt. Aufgrund des stark gestiegenen Interesses an LCDP in den letzten Jahren ist der Konkurrenzkampf im LCDP-Markt gewachsen. Es kommen immer mehr LCDP dazu, die immer mehr Funktionalität mitbringen. Weiterhin wird der funktionale Unterschied der Plattformen immer geringer. Die USU GmbH möchte ihre Kunden auch weiterhin gut beraten und zeigen, wie die verschiedenen Plattformen im Vergleich zueinander abschneiden. Allerdings gibt es bisher keine vollumfängliche Bewertungsmöglichkeit für LCDP. Damit die USU GmbH den Kunden zukünftig diesen Service anbieten kann, wird in dieser Arbeit das Problem einer fehlenden Vergleichssystematik, die zum Erstellen einer Rangliste führt, angegangen. Zusätzlich hierzu wird eine LCDP mithilfe der erstellten Vergleichssystematik bewertet. Die beispielhafte Anwendung der Vergleichssystematik soll dabei helfen zu verstehen, wie eine Bewertung von LCDP durchgeführt werden sollte.

## Vorgehensweise und erste Ergebnisse

Da bisher noch keine vollumfängliche Bewertungsmöglichkeit von LCDP vorhanden ist, muss für das Erstellen einer LCDP-Vergleichssystematik bei nahezu

Null begonnen werden. Deshalb wurde im ersten Schritt mit der Einarbeitung in das Themengebiet Low-Code und LCDP gestartet. Hierbei erfolgte eine grobe Marktanalyse von mehr als 180 LCDP um zu überprüfen, welche Plattformen auf dem Markt zu finden sind. Darauf folgend wurde eine genauere Marktanalyse mit den 28 erfolgsversprechendsten LCDP durchgeführt. Bei dieser wurde untersucht, welche grundlegenden Funktionalitäten bei den einzelnen Plattformen vorhanden sind. Im Anschluss an die Marktanalyse wurde in Abstimmung mit der USU GmbH die Liste auf 13 interessante LCDP eingegrenzt. Nachdem die Marktanalyse abgeschlossen wurde, wurden im nächsten Schritt einzelne Kriterien für die Vergleichssystematik gesucht. Damit die Kriterien sowie die Gewichtung dieser in der Vergleichssystematik genügend Aussagekraft besitzen, sollten diese wissenschaftlich erlangt werden. Deshalb sind zum Verdeutlichen der Relevanz in diesem Schritt Experteninterviews nötig. Die elf Experten, die sich für ein Experteninterview bereiterklärt hatten, weisen eine unterschiedliche Menge an Berufserfahrung auf. Die Berufserfahrung der Interviewten erstreckt sich zwischen einem und 25 Jahren. Von den Experten werden unterschiedliche Tätigkeiten ausgeführt. Alle Experten konnten bereits Erfahrungen mit dem Themengebiet Low-Code sammeln. Die durchgeführten Experteninterviews haben stets denselben grundlegenden Interviewleitfaden. Das Interview soll dazu dienen, neue Informationen zu sammeln. Aufgrund dessen wurden die Fragen im Leitfaden offen gestaltet. Dadurch sind die Experten bei der Beantwortung der Fragen nicht eingeschränkt. Weiterhin wurden abhängig der Expertise und Antworten der Interviewten zusätzliche aus dem Interview herauskristallisierende Fragen gestellt. Im Nachgang an die einzelnen Experteninterviews wurde jedes dieser Interviews transkribiert. Danach wurden die transkribierten Antworten in Aussagen umgewandelt. Damit die Aussagen in der

Arbeit verwendet werden können, wurden diese in einer Zusammenfassung gebündelt. Der dritte Schritt setzt an dem Punkt der Zusammenfassung der Kriterien an. Die aus dem Interview gewonnenen Aussagen lassen die folgenden Punkte ableiten: *Marktpräsenz, Preis, Technik, Entwicklung, Instandhaltung, Support, Benutzerfreundlichkeit* und *Sonstiges*. Diese genannten Punkte bilden in der Vergleichssystematik die Hauptkriterien. Zum Zeitpunkt des Einreichens der Arbeit sind bereits einzelne Teile der Vergleichssystematik fertiggestellt. Allerdings sind noch nicht alle Teile der Vergleichssystematik aufbereitet und erstellt. Die Bewertungen für die *Marktpräsenz, Preis* und *Support* sind bereits entwickelt und mit Logik unterstützt. Aufgrund dessen, dass noch nicht alle Hauptkriterien der Vergleichssystematik eine Berechnung zur Bewertung haben, konnte noch keine LCDP bewertet werden.

## Ausblick

Mit Fertigstellen der Arbeit soll es möglich sein, eine Plattform anhand der erstellten Vergleichssystematik zu bewerten. Des Weiteren soll diese Arbeit eine praktische Anwendung der Vergleichssystematik enthalten, um aufzuzeigen, wie die Vergleichssystematik anzuwenden ist. Über diese Arbeit hinaus können weitere Plattformen bewertet werden. Sobald mehrere Plattformen bewertet wurden, können die einzelnen Bewertungen miteinander verglichen werden. Daraus resultierend ist es möglich, ein Ranking zu erstellen. Die USU GmbH kann dieses Ranking darauf folgend den Kunden vorlegen. Da nicht jeder Kunde dieselben Prioritäten hat, kann die Gewichtung individuell angepasst werden. Somit kann aufgezeigt werden, welche Plattformen am besten abschneiden. Darüber hinaus kann sich der Kunde ein Bild der vorhandenen Features der bewerteten Plattformen machen.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Hubertus Bardt, Martin Beznoska, Markus Demary, Michael Grömling, Michael Hüther, Galina Kolev, Jochen Pimpertz, and Holger Schäfer. Die deutsche Konjunktur am Limit? Fachkräftemangel als Wachstumsbremse. *IW Trends*, 44:44–45, 2017.
- [2] Alexander C. Bock and Ulrich Frank. Low-Code Platform. *Business & Information Systems Engineering*, 63:734–735, 2021.
- [3] Jeroen Heijmans. Low Code: wave of the future or blast from the past? <https://medium.com/softwareimprovementgroup/low-code-wave-of-the-future-or-blast-from-the-past-7fcd618371b2>, 11 2016.
- [4] Nina Paulsen and Adél Holdampf-Wendel. IT-Fachkräftelücke wird größer: 96.000 offene Jobs. <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/IT-Fachkraefteluecke-wird-groesser>, 01 2022.
- [5] Andreas Streim and Lydia Erdmann. Trotz Krieg und Krisen: In Deutschland fehlen 137.000 IT-Fachkräfte. <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Deutschland-fehlen-137000-IT-Fachkraefte>, 11 2022.

# Explorative, deskriptive und prädiktive Analyse von Strommarktdaten mittels Data Engineering- und Data Science-Methoden mit Python und R

Alexander Efremidis, Philipp Walter

Jürgen Koch

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma IT-Designers GmbH, Esslingen am Neckar

## Motivation und Problemstellung

Bereits mit zunehmender Entspannung der COVID-19-Pandemie im Jahr 2021 führte die steigende Nachfrage nach Energie durch eine wieder zunehmende Produktion zu einem deutlichen Anstieg der Energiepreise, da demgegenüber gleichzeitig durch verschiedene Faktoren ein verringertes Angebot gegenüberstand. Der russische Angriffskrieg auf die Ukraine im Februar 2022 und die darauffolgenden Sanktionen sowie Gegensanktionen verstärkten diese Entwicklung deutlich. Im Zuge dieser Energiekrise stieg nicht nur das Bewusstsein für die große Energieabhängigkeit Deutschlands von Russland sowie über Versäumnisse beim Ausbau erneuerbarer Energien, sondern auch die mediale Aufmerksamkeit für die jeweils aktuelle Gassituation, den deutschen Strommarkt und dessen Funktionsweise insgesamt. Diese Aktualität bietet Anlass, den deutschen Strommarkt genauer unter die Lupe zu nehmen. Dazu sollen die öffentlich verfügbaren Daten der Bundesnetzagentur mit Methoden der Data Science untersucht werden mit dem Ziel, den Strommarkt so besser zu verstehen, interessante Zusammenhänge zu entdecken und aufgeworfene Fragestellungen zu beantworten.

Durch die heutzutage hohe und weiter stetig wachsende Rechenleistung und Speicherkapazität von Computern, schnelle Internetverbindungen und die zunehmend digitale Gesellschaft ist die Bedeutung von großen Datenmengen („Big Data“) für die Wirtschaft enorm gestiegen, was nicht nur zu enormen Produktivitätssteigerungen, sondern auch zu völlig neuen Geschäftsmodellen geführt hat. Zusammen mit dem Cloud Computing sowie der modernen Datenvisualisierung ist auch der Bedarf gestiegen, Daten strukturiert zu sammeln, zu analysieren und zu Erkenntnissen oder Entscheidungen zu verwerten, was zu einer wachsenden Bedeutung der Data Science beiträgt. Dies schlägt sich auch in der Ausbildung von Studierenden, z. B. der Softwaretechnik, nieder und motiviert zu dieser Arbeit

und einer Auseinandersetzung mit dieser Disziplin.

Im Rahmen einer explorativen Datenanalyse mit den Mitteln der deskriptiven Statistik und Visualisierungen soll zuerst ein Zugang zu den Daten gewonnen werden. Anschließend sollen deskriptive und prädiktive Analysen mithilfe der Daten vorgenommen werden.

Bei der Untersuchung und Beantwortung der aufgeworfenen Fragestellungen soll der Fokus auf dem Ablauf dieses Data Science-Projektes und den angewandten Methoden sowie einer kritischen Betrachtung liegen. So soll zudem exemplarisch das Vorgehen in derartigen Projekten aufgezeigt werden.

## Was man unter Data Science versteht

In der Literatur gibt es keine allgemein akzeptierte Definition von Data Science, da es als interdisziplinäres Fachgebiet viele unterschiedliche Facetten hat und auch unterschiedlich beworben wird. Ein wichtiger gemeinsamer Nenner ist das Generieren von Wert aus Daten [9]. Die Data Science nutzt Methoden aus verschiedenen Bereichen wie Mathematik, Statistik und Informatik, um Muster in Daten zu erkennen und sie für die Entscheidungsfindung und für Prognosemodelle zu nutzen. Sie umfasst viele Instrumente der künstlichen Intelligenz, insbesondere des Machine Learning (ML). Das Data Engineering unterstützt die Arbeit von Data Scientists, indem es Daten aus externen oder internen Quellen in gewünschter Struktur in einer Datenplattform zusammenführt und so für weitere Analysen bereitstellt und diese Prozesse automatisiert, überwacht und wartet.

In Bezug auf den Zweck von Analysen, die mit der Data Science durchgeführt werden, lassen sich nach Gartner vier Richtungen unterscheiden [2]:

- deskriptiv (was ist passiert?)
- diagnostisch (wieso ist es passiert?)
- prädiktiv (was wird passieren?)

- präskriptiv (was muss unternommen werden, damit es passiert?)

Im Zuge dieser Arbeit werden deskriptive und diagnostische sowie prädiktive Analysen unternommen.

## Ablauf von Data-Science-Projekten

Für den erfolgreichen Ablauf von Data Science-Projekten ist ein strukturiertes Vorgehen notwendig. Ein bekanntes Vorgehensmodell ist das CRISP-Modell, das ursprünglich für Data-Mining entwickelt wurde und auch in der Data Science Anwendung findet. Es wird für seine Flexibilität geschätzt und entspricht dem intuitiven Prozess von Data Scientists [10]. In der Literatur finden sich weitere Vorgehensmodelle, die insbesondere dem Verständnis und einer damit verbundenen Exploration der Daten mehr Raum geben und berücksichtigen, dass dies auch noch in späteren Phasen, z. B. durch die notwendige Transformation der Daten oder den Modellierungsprozess, stattfinden kann [1] [7] [9]. Zieht man dies in Betracht, lässt sich insgesamt sagen, wie auch in Abbildung 1 zu sehen, dass der iterative Prozess mit dem Verständnis des Geschäftsumfeldes und der zu betrachtenden Daten beginnt, bei dem Ziele festgelegt und ein Projektplan erstellt werden. In der folgenden Phase der Datenvorbereitung werden die Rohdaten bereinigt und transformiert und ein tieferes Verständnis für die Daten, z. B. durch eine explorative Datenanalyse, mit dem Ziel, Zusammenhänge zwischen den Daten aufzudecken, erarbeitet. Die Modellierung umfasst die Auswahl und Bewertung von Modellen, die anschließend evaluiert werden. Sollte das Resultat positiv sein, kann der Einsatz oder der Bericht der Ergebnisse erfolgen. Insbesondere in den ersten Phasen sind Rücksprünge in frühere Phase nicht unüblich. Nach Schätzungen von Experten können bis zu 80% der Arbeit von Data Scientists für die Sammlung und Vorbereitung der Daten anfallen, was unter den Bereich des Data Engineering fällt [9].

Für das weitere Vorgehen in der Arbeit wird zuerst das benötigte Domänenwissen erarbeitet. Die Daten, die hauptsächlich von der Bundesnetzagentur bezogen werden, werden im Rahmen der Datenvorbereitung transformiert, gespeichert und bereinigt. Mit der explorativen Datenanalyse soll das Verständnis der Daten verbessert und es sollen konkrete Forschungsfragen formuliert werden. Die anschließende Modellierung erfolgt, um die Analysen durchzuführen und zu versuchen, die Forschungsfragen zu beantworten.

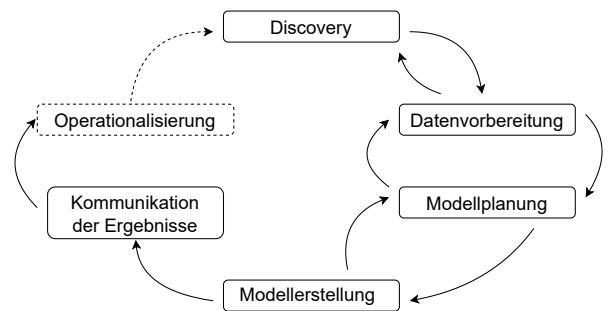


Abb. 1: Data Science-Prozess, dargestellt nach [7]

## Datensatz zum deutschen Strommarkt

Die Daten für die vorliegende Arbeit werden von der Daten- und Informationsplattform SMARD bezogen, die von der Bundesnetzagentur (BNetzA) betrieben wird und seit 2017 online ist [3]. SMARD erfüllt die im Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) festgelegte Transparenzpflicht und basiert auf einer Verordnung der Europäischen Union (Verordnung (EU) Nr. 543/2013), die für mehr Transparenz auf dem Strommarkt für Marktteilnehmende sorgen soll. SMARD bezieht die Daten, die gemäß der Stromtransparenzverordnung bereitgestellt werden, nicht selbst, sondern automatisiert von der ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity), an die Übertragungsnetzbetreiber und Strommarktbörsen die Daten gemäß der Verordnung melden müssen. Die Daten werden validiert und weiterverarbeitet, um sie skaliert oder aggregiert bereitzustellen. Auf diese Weise werden Daten unterschiedlicher zeitlicher Granularität zum Download angeboten. Sie sind unter Creative Commons Namensnennung 4.0 International lizenziert. Zusätzlich zu den von der ENTSO-E im Rahmen der Transparenzpflicht bereitgestellten Daten bietet die BNetzA eine öffentliche Kraftwerksliste an, die manuell gepflegt und in regelmäßigen Abständen aktualisiert wird. Der Datensatz unterteilt sich in zwei Hauptkategorien: Marktdaten und Kraftwerkdaten. Die Marktdaten enthalten Kategorien wie z. B. Stromerzeugung, Stromverbrauch, Markt und Systemstabilität. Die Kraftwerkdaten enthalten zu den Kraftwerken die realisierte Erzeugung der Kraftwerksblöcke. Für die Analysen wurde ein Zeitraum vom 1. Januar 2015 bis zum 29. November 2022 gewählt.

## Erarbeitung von Domänenwissen

Die Daten setzen Domänenwissen voraus, welches für das Verständnis des Datensatzes und die weiteren Analysen benötigt wird. Hierzu erfolgte eine Einarbeitung in die Architektur des deutschen Stromnetzes, in den Strommarkt und dessen Marktdesign sowie die

Stromerzeugung und das damit verbundene Ausgleichsenergiesystem [4].

## Datenvorbereitung

Die zugrunde liegenden Daten werden im CSV-Format von SMARD bezogen. Das manuelle Bearbeiten, Laden und Verknüpfen der aufgeteilten Daten wäre sehr aufwendig. Ein relationales Datenmodell bietet sich an, um Relationen zwischen den Kategorien darzustellen. Die Umstrukturierung in ein relationales Datenbankmodell erleichtert später das gezielte Zusammenstellen der benötigten Daten durch SQL-Abfragen und auch bei Verwendung von Data Frame-Objekten in R oder Python. In Python wurde ein Data Engineering-Tool entwickelt, das in der Lage ist, Marktdaten und Kraftwerkdaten zu verarbeiten und zu speichern. Es hat verschiedene Funktionen, darunter die Möglichkeit, CSV-Dateien aus lokalen Ordnern abzurufen, eine MariaDB-Verbindung zu erstellen und die lokale Ordnerstruktur automatisiert in Tabellen in der Datenbank zu übertragen. Das Tool kann auch Zahlenwerte und Zeitstempel einheitlich formatieren und Tabellenschemata automatisch erstellen, indem es die Datentypen aus der CSV-Kopfzeile ermittelt. Das Laden der Daten in die Datenbank wird automatisiert und es werden Log-Einträge erstellt, um den Ladevorgang zu überwachen. Aufgrund einiger Fehler und Inkonsistenzen in den originalen CSV-Daten waren einzelne manuelle oder mithilfe regulärer Ausdrücke durchgeführte Anpassungen in diesen notwendig, um ein automatisiertes Laden und Transformieren der Daten zu ermöglichen. Der grobe Programmablauf ist in Abbildung 2 dargestellt. Für die weiteren Schritte können die Daten zur Analyse aus der Datenbank in ein Jupyter-Notebook abgerufen werden. Durch dieses Vorgehen müssen notwendige Transformationen an den CSV-Dateien nur einmalig durchgeführt werden und nicht jedes Mal nach dem Einlesen der Daten aus den Dateien. Dies und der Vorteil, Daten direkt zielgenau aus den Datenbanken abzurufen, wiegen längere Ladezeiten im Vergleich zum direkten Auslesen aus CSV-Dateien auf.

Um die Daten, bei denen es sich hauptsächlich um Zeitreihendaten handelt, für weitere Analysen richtig zu verwenden, ist es wichtig, dass sie vollständig und valide sind. Dies ist für die verwendeten Modelle relevant, da diese ansonsten falsch angelernt werden und deren Inferenz verfälscht werden [8]. Bei Querschnittsdaten hingegen können unvollständige Datenreihen gelöscht werden, solange der Datensatz dadurch eine sinnvolle Größe beibehält. Die Daten werden vor dem Laden in die Datenbank mithilfe nochmals bereinigt. Zuerst werden doppelte Zeitpunkte aus den Daten entfernt. In diesem Falle werden Reihen mit gleichem Zeitpunkt, aber unterschiedlichen Werten aggregiert und der Mittelwert aller wird in den angepassten Data-

Frame übernommen. Anschließend werden für fehlende Datenpunkte gleitende Mittelwerte gebildet und diese imputiert, um der Saisonalität sowie dem Trend gerecht zu werden. Verbleibende, größere Lücken werden schließlich mit monatlichen Mittelwerten gefüllt. Dieser Bereinigungsprozess kann in den Programmablauf des beschriebenen Data Engineering-Tools eingebunden werden.

## Ausblick

Im weiteren Verlauf der Arbeit sollen auf Basis einer explorativen Datenanalyse Modelle für deskriptive und prädiktive Analysen erstellt werden.

Bei der deskriptiven Analyse werden etwaige Ursachen und Zusammenhänge mithilfe verschiedenster öffentlicher Meldungen aus den Medien, dem deutschen Strommarkt und von der Bundesnetzagentur veröffentlichte Daten analysiert und im weiteren Verlauf visualisiert. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sollen anschließend dazu beitragen, die medialen Behauptungen zu unterstützen oder zu widerlegen. Außerdem soll festgestellt werden, ob öffentliche Nachrichten einen direkten Einfluss auf den Strommarkt bzw. den Strompreis ausüben. Dafür wird zunächst ein Web-Crawler erstellt, der alle öffentlich zugänglich notwendigen Meldungen online abrufen, verarbeitet und in einer Datenbank speichert. Die gespeicherten Nachrichten werden anschließend bereinigt und durch eine Sentiment-Analyse auf ihre Haltung, ob diese eher positiv oder negativ ist, untersucht. Diese Resultate werden dann als zusätzliche Einflussfaktoren in das entsprechende Regressionsmodell eingebettet, um zu überprüfen, ob eine etwaige Auswirkung auf den Strompreis festzustellen ist. Darüber hinaus soll eine Emissions-Heatmap aller deutschen Kraftwerke erstellt und visualisiert werden, mit der anschließend Emissions-Verteilungen zum aktuellen Zeitpunkt dargestellt werden können.

Ziel der prädiktiven Analyse ist es, Modelle zu erstellen, um die Entwicklung des Strommarktpreises sowie des Energies-Mixes, d. h. den Anteilen der zur Erzeugung des benötigten Stroms genutzten Energieträgern, zu erklären und darauf aufbauend Prognosen zu treffen. Dazu sollen neben den Strommarktdaten weitere externe Datenquellen wie öffentliche Wetterdaten und die Entwicklung des Gaspreises miteinbezogen werden. Hierfür sollen verschiedene Möglichkeiten der Regression und des maschinellen Lernens nebeneinander angewandt und evaluiert werden. Im ersten Schritt soll ein einfaches Regressionsmodell erstellt und schrittweise, auch mit Methoden zur Regularisierung, optimiert werden. In einem weiteren Schritt sollen mithilfe des „ARIMA“-Verfahrens (kurz für Auto Regressive Integrated Moving Average) aus der Zeitreihenanalyse diese Überlegungen ausgeweitet

werden. Neben einer Trend- und Saisonkomponente, in die das Erklärungsmodell aufgeteilt wird, sollen die Restkomponente und damit verbundene Kontexteffekte besser erklärt werden [8]. Darüber hinaus sollen Versuche zur Regression mit Entscheidungsbäumen und erweiternd Ensemble-Modellen unternommen und ebenfalls ausgewertet werden. Aus dem Bereich des Deep-Learning soll in diesem Zusammenhang auch ein Blick auf Möglichkeiten und Schwächen rekurrenter

neuronaler Netze (sogenannte RNNs) geworfen werden, die im Vergleich zu normalen Feed-Forward-Netzwerken noch rückwärts gerichtete Kanten enthalten, womit das Netzwerk Gedächtniszellen erhält, wodurch die Verarbeitung sequentieller Daten wie Zeitreihen ermöglicht wird [6]. Für die prädiktive Analyse soll die Programmiersprache R verwendet werden. Zum Abschluss soll jeweils eine kritische Evaluation der erstellten Modelle erfolgen.

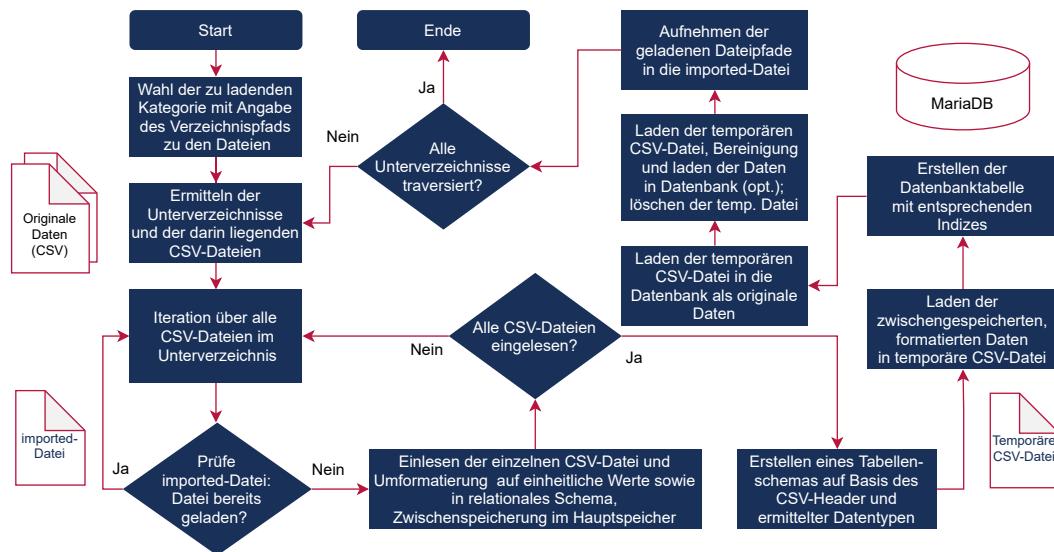


Abb. 2: Prozessablauf der Datenspeicherung [5]

## Literatur und Abbildungen

- [1] Tom Alby. *Data Science in der Praxis*. Rheinwerk Verlag, 2022.
- [2] Alex Bekker. 4 Methoden der Datenanalyse: ein Überblick für tiefere Einblicke. <https://www.scnsoft.de/blog/4-methoden-der-datenanalyse>, 06 2019.
- [3] BNetzA. Bundesnetzagentur. *SMARD.de Benutzerhandbuch*. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, 2022.
- [4] BNetzA. Bundesnetzagentur. Strommarkt erklärt. <https://www.smard.de/home/strommarkt-erklart/alle>, 2022.
- [5] Eigene Darstellung.
- [6] Aurélien Géron. *Praxiseinstieg Machine Learning mit Scikit-Learn, Keras und TensorFlow*. dpunkt.verlag, 2 edition, 2020.
- [7] Steffen Herbold. *Data Science Crashkurs*. dpunkt.verlag, 2022.
- [8] Jochen Hirschle. *Machine Learning für Zeitreihen. Einstieg in Regressions-, ARIMA- und Deep Learning-Verfahren mit Python*. Carl Hanser Verlag, 2021.
- [9] Stefan Papp, W. Weidinger, K. Munro, et al. *Handbuch Data Science und KI*. Carl Hanser Verlag, 2 edition, 2022.
- [10] Jeffrey S. Saltz. CRISP-DM for Data Science: Strengths, Weaknesses and Potential Next Steps. In *2021 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, pages 2337–2344. IEEE, 2021.

# Training eines Objektdetektors auf mehreren Datensätzen

Steffen Ehrenfeuchter

MarkusENZweiler

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Vector Informatik GmbH, Stuttgart

## Einleitung

Informationen, welche in Bilddaten enthalten sind, werden für die Lösung von zahlreichen Aufgaben benötigt. Die Komplexität erstreckt sich dabei, von einer einfachen Kategorisierung, bis hin zur Erkennung einzelner gesuchter Objektinstanzen im Bild. Dabei sind Bilddaten reich an Informationen und günstig zu erhalten. In Geräte, wie Smartphones und Notebooks, sind Kameras bereits integriert. Auch für andere Systeme sind Kameras ein preiswerter Sensor, um die Umwelt zu erfassen. Ein Problem stellt jedoch die Extraktion von Informationen aus den Bilddaten dar. Logik basierte Ansätze, welche mit Expertenwissen erstellt werden, kommen aufgrund der hohen Variationen der Objektdarstellung in den Bilddaten, schnell an eine Grenze. Moderne Ansätze setzen auf Convolutional Neural Networks (CNN's), welche speziell konstruiert und trainiert werden. So lassen sich beispielsweise spezielle Netzwerkarchitekturen zur Objektdetektion in [6] [7] [10] finden. Unter Objektdetektion versteht man dabei die Lokalisierung und Klassifizierung aller gesuchten Objekte im Bild [9]. Hierzu werden Begrenzungsrahmen mit zugehöriger Objektkategorie von einem Modell des neuronalen Netz vorhergesagt, indem dieses auf das Bild angewendet wird. Bei CNN's handelt es sich um Lernalgorithmen, welche besonders gut unter anderem für Bilddaten eingesetzt werden können [3]. Lernalgorithmen stellen immer dann eine Lösung dar, wenn durch Expertenwissen nur schwer oder keine Lösung gefunden werden kann, aber eine hohe Anzahl Daten zur Verfügung stehen [2]. Diese dienen als Erfahrung für den Lernalgorithmus, wodurch die Lösung von diesem gelernt werden kann. Für die Objektdetektion, wurden über die Jahre unterschiedliche Datensätze veröffentlicht, wie [5]. Diese bestehen aus Bildern mit passenden Beschriftungen. Eine Beschriftung besteht aus Begrenzungsrahmen mit einer entsprechenden Kategorie des Objekts im Rahmen. Das angesprochene Modell wird nun abgeleitet, indem dem neuronalen Netz wiederholte Beispiele aus dem Datensatz gezeigt werden und dessen Ausgabe hin zu den Beschriftungen optimiert wird. Der Datensatz sollte dabei den Zu-

standsraum, in welchem das Modell später eingesetzt wird, ausreichend mit Beispielen abdecken [4]. Wie generell ein Objektdetektor eingesetzt werden kann hängt also stark von den Daten ab, auf welchen dieser trainiert wurde. Hier setzt die Masterarbeit mit der Frage an, ob und wie ein Objektdetektor auf mehreren Datensätzen, mit unterschiedlichen Objektkategorien, trainiert werden kann.

Durchgeführt wird die Masterarbeit bei der Firma Vector Informatik. Dort werden State-of-the-Art Objekterkennungsarchitekturen unter anderem dazu eingesetzt, um eine rechtssichere und datenschutzkonforme Aufzeichnung von Bilddaten zu ermöglichen, indem mit hoher Präzision Gesichter und Kennzeichen in Bildern erkannt werden. Lösungen werden hierzu sowohl im Fahrzeug, als auch in der Cloud angeboten.

## Objektdetektion

Moderne Verfahren lassen sich in einstufige und zweistufige Objektdetektoren einteilen. Dabei bieten zweistufige Detektoren zwar im Allgemeinen genauer Ergebnisse, sind aber langsam und können nicht für Echtzeitanwendungen, wie selbst fahrende Autos oder Sicherheitssysteme, verwendet werden. Einstufige Detektoren sind hingegen wesentlich schneller und in den letzten Jahren hat ihrer Genauigkeit aufgeholt. [12] In Abbildung 1 wird die Architektur der unterschiedlichen Detektoren dargestellt. Aufteilen lässt sich ein Detektor nach [1], zunächst in *Backbone*, *Neck* und *Head*. Im Bild wird dies durch die blauen, grünen und grauen Kästen dargestellt. Die Balken in den Kästen deuten an, dass jeder Teil aus mehreren Schichten besteht. Aufgabe des *Backbone* ist es, Merkmale aus dem Bild zu extrahieren [12]. Die Merkmale werden dann vom *Neck* aufbereitet und dem *Head* zur Verfügung gestellt. Im *Head* erfolgt nun die Unterscheidung zwischen einstufigen und zweistufigen Verfahren. Zweistufige Verfahren wie FasterRCNN [7] teilen die Aufgabe in eine Lokalisierung des Objekts im Bild, durch ein Region Proposal Network (RPN) und die anschließende Klassifizierung und Optimierung der Position des Objekts in dieser



Region, auf. In der Abbildung wird dies auf der linken Seite des *Head* Kasten dargestellt. Einstufige Verfahren, wie You Only Look Once (YOLO) [6], sagen direkt Begrenzungsrahmen mit einem Vertrauenswert und einer Klassenwahrscheinlichkeit vorher. Hierzu wird bei YOLO das Bild in Segmente aufgeteilt. Zu jedem Segment ergibt sich eine Ausgabe von

Klassenwahrscheinlichkeit und 3 Begrenzungsrahmen. Detektionen, welche von diesen Modellen erzeugt werden, erfahren dann eine Nachbearbeitung, bei der die schwächeren Detektion einer Region zugunsten der stärkeren Detektionen verworfen werden. Das Verfahren wird auch als Non Maximum Suppression (NMS) bezeichnet [9].

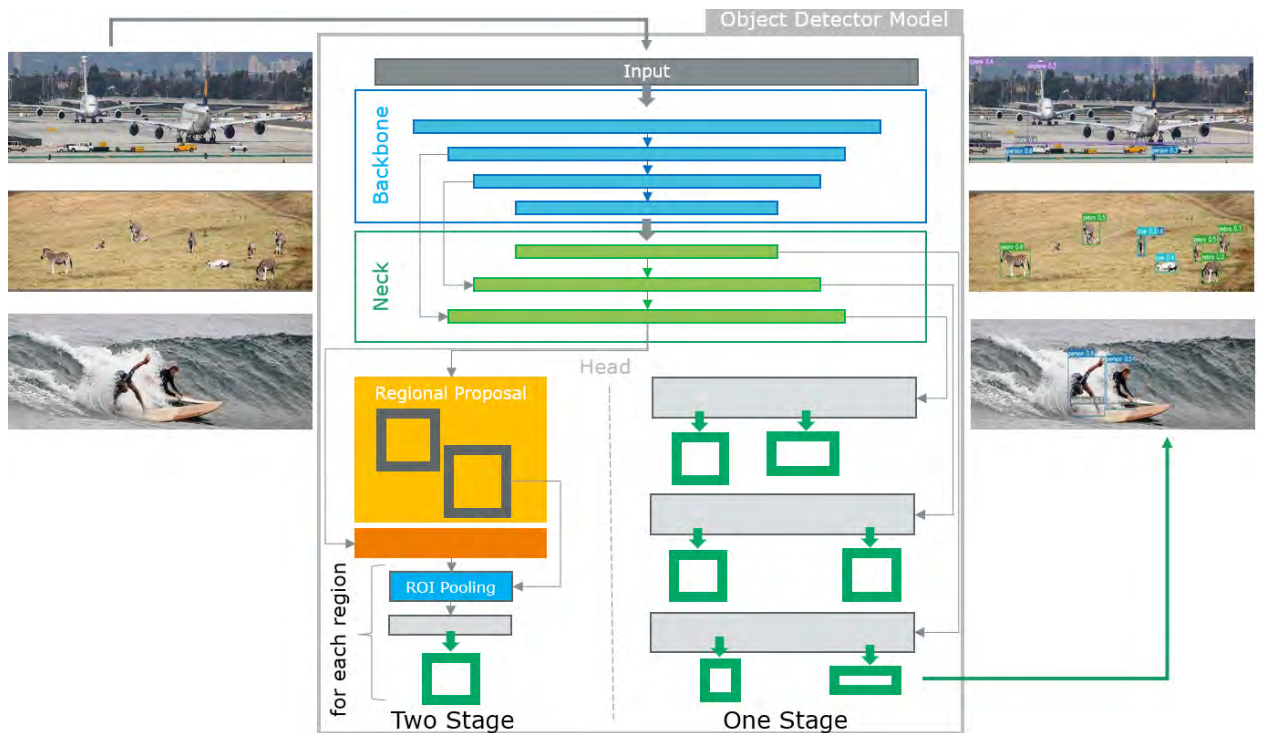


Abb. 1: Architektur eines Objektdetektors Bilder aus MS COCO [5]

### Lernen eines universellen Objektdetektors

Soll ein Objektdetektor mehr erkennen, als in einem Datensatz als Lernerfahrung zur Verfügung steht, kann entweder der Datensatz erweitert werden oder es wird versucht andere Datensätze mit zu nutzen. Ersteres erfordert einen hohen manuellen Aufwand und zweiteres eine Technik, wie auf unterschiedlichen Datensätzen, welche sich in der visuellen Darstellung von Objekten und oder den beschriftet Objekten unterscheiden. Zum einen wollen wir diese Unterschiedlichkeit, um unseren Detektor universeller einsetzen zu können, zum andern stellen diese aber auch eine

Herausforderung dar. In Abbildung 2 werden zwei Beispiele aus zwei Datensätzen dargestellt, fehlende Beschriftungen wurden mit roten Rechtecken markiert. Die restlichen Markierung zeigen die Objekte, welche von einem Detektor, der auf dem jeweiligen Bildern des anderen Datensatz trainiert wurde, erkennt. Die Zahl hinter dem Beschriftungsnamen gibt dabei den Vertrauenswert der Detektion an. Erkennen können wir, dass beide Detektoren auf den unbekannt Bildern gute Ergebnisse liefern können und daher die visuelle Unterschiedlichkeit von Objekten in den Datensätze nicht zu groß ist. Deutlich wird auch, dass jeder Detektor nur die Objekte erkennt, für welche er erstellt wurde.

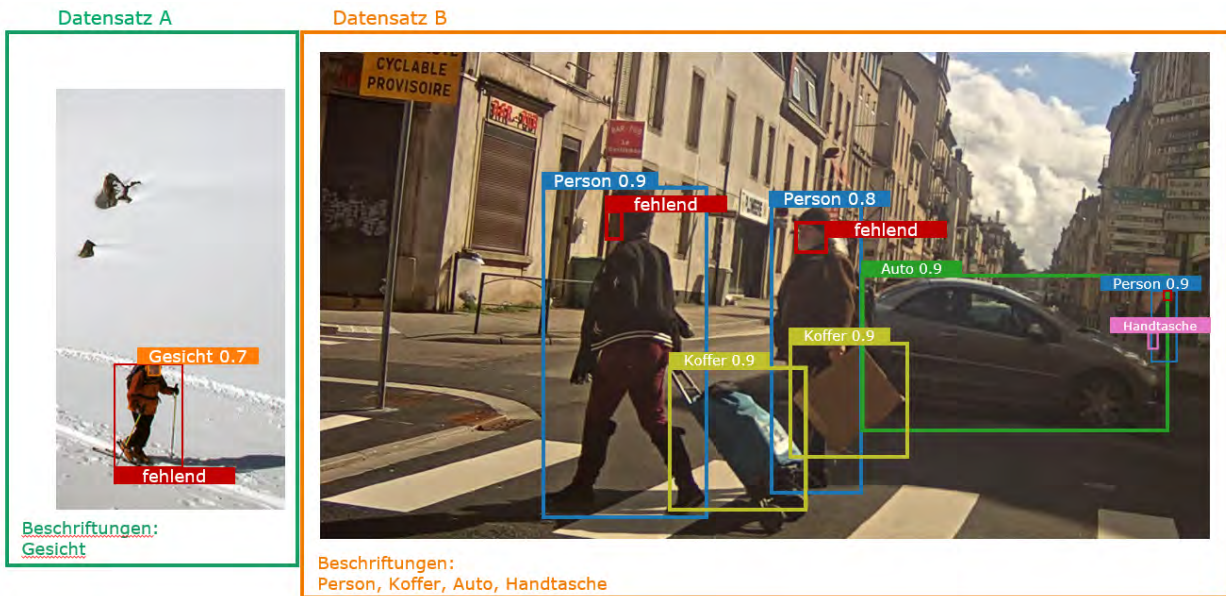


Abb. 2: Übersicht kombinierte Beschriftungen. Bilder aus MS COCO und Vektor Internem Datensatz [5]

In den letzten Jahren wurden unterschiedliche Ansätze veröffentlicht, welche Detektoren auf mehreren Datensätzen trainieren. In [11] wurde ein Objektdetektor mit Datensatz spezifischen *Heads* untersucht. Hierzu wurden 11 Datensätze verwendet, welche von Fotos von Verkehrsszenen, Innenräumen, Luftbilder, MRT-Aufnahmen und Comiczeichnungen enthalten. Der Ansatz unterliegt jedoch der Einschränkung, dass jeder *Head* nur die Objekte eines Datensatzes detektieren kann. Eine Zusammenfassung der Ausgabe der *Heads* wird in [13] dargestellt. In [14] wird außerdem eine Zusammenfassung der Objektkategorien, basierend auf den Aktivierungen der Ausgaben vorgestellt. Ein anderer Ansatz in [13] setzt auf die Vervollständigung der fehlenden Beschriftungen durch datensatzspezifische Detektoren. Diese Pseudobeschriftungen werden dann zusammen mit den Beschriftungen der Datensätze genutzt, um einen einheitlicher Detektor zu trainieren. In [13] und [14] sind die Bilder der Datensätze jedoch aus ähnlichen visuellen Domänen, ähnlich zu Abbildung 2. Alle Arbeiten setzen auf zweistufige Detektoren.

## Problemstellung

Über die Jahre wurden bereits mit viel manuellem Aufwand Datensätze erstellt, welche das Erzeugen von Modellen zur Objekterkennung ermöglichen. Weiter wurden, besonders in den letzten Jahren, bereits arbeiten vorgestellt, welche Erfahrungen aus unterschiedlichen Datensätzen nutzen. Allerdings setzen alle bisherigen Arbeiten auf zweistufige Netzarchitekturen. Einstufige Verfahren bieten ein weit aus besseres Verhältnis zwischen Ressourcenbedarf und Genauigkeit [10]. Ziel dieser Arbeit ist es daher, ein Konzept zu

erarbeiten, wie Erfahrungen aus mehreren Datensätzen genutzt werden können, um die Vereinigungsmenge der beschrifteten Kategorien aus den Datensätzen zu lernen. Dabei soll die Genauigkeit (mAP) mindestens 90% betragen, gegenüber der gleichen Netzarchitektur, welche nur auf einem Datensatz trainiert wurde. Weiter sollte das Training und der Einsatz des Modells mit Konsumenten Hardware erfolgen können. Angenommen wird hierzu, dass Datensätze nicht aus Bereichen mit starken visuellen Unterschieden stammen. Weiter wird angenommen, dass die Kategorien der Datensätze sich nicht überschneiden. Ziel ist es, am Ende ein einzelnes Modell zu erhalten, welches auf ein gutes Verhältnis zwischen Ressourcenbedarf und Genauigkeit bietet. Hier bietet sich als Detektor YOLOv7 [10] an, welcher als Basis für die Arbeit dient.

## Lösungsansatz

Durch eine umfassende Literaturrecherche wurden zwei mögliche Vorgehensweisen identifiziert. Die erste Möglichkeit ist das Trainieren eines Objektdetektors, welcher mehrere *Heads* für jeden Datensatz besitzt. Die andere Möglichkeit stellt die Erstellung von Pseudobeschriftungen dar, welche die Beschriftungen für ein Trainingsbeispiel komplettieren und mit welchem der finale Detektor trainiert werden kann. Die erste Möglichkeit bietet sich vor allem bei sehr unterschiedlichen Datensätzen an und führt zu einer leichten Erhöhung des Rechenaufwands und des Speicherverbrauchs während des Trainings und dem späteren Einsatz. Möglichkeit zwei besitzt nicht dieses Problem. Stattdessen stellt sich das Problem der Erstellung von Pseudobeschriftungen. Die bisherige Arbeit setzt hierzu

auf die Verwendung bereits trainierter Modelle, auf den Einzeldatensätzen. Dieser Ansatz wird übernommen. Allerdings werden in [13] die Pseudobeschriftungen speziell beim Lernen des Detektors berücksichtigt. Das Vorgehen lässt sich nicht direkt auf einstufige Detektoren übernehmen. Das Problem der Erstellung von Pseudobeschriftungen kann auch als teilüberwachtes Lernproblem betrachtet werden, da zusätzliche Daten der anderen Datensätze zu Verfügung stehen, welche aber keine Beschriftungen besitzen. In [8] wird hierzu ein Verfahren vorgestellt, welches ebenfalls Pseudobeschriftungen nutzt für ein teilüberwachtes Training. Dabei werden Pseudobeschriftungen zuerst einer NMS unterzogen und anschließend durch einen festen Schwellwert in der Vertrauenswertung gefiltert. Weiter kann aus der Literatur für das Training ermittelt werden, dass Gradienten Schritte nur auf Daten aus einem Datensatz erfolgen sollten [13] [14] und dass sich ein gleichmäßiges ziehen von Exemplaren aus den Datensätzen, im besten Fall bezogen auf die Kategorien, [14] die besten Ergebnisse liefert. Unbekannt ist jedoch, wie für einen einstufigen Detektor am Besten ein Schwellwert für den Vertrauenswert und der Intersection over Union, der NMS gewählt werden sollte. Grundlegend lässt sich hierzu festhalten, dass ein niedriger Schwellwert für den Vertrauenswert zu einer hohen Anzahl falsch positiver Pseudobeschriftungen führt und ein hoher Schwellwert zu vielen falsch negativen. Unbekannt ist weiter, welches Extrema hiervon besonders große Auswirkungen auf das Training hat. Zunächst soll daher auf den Validierungsdaten der jeweiligen Datensätze die Schwellwerte für die Detektoren ermittelt werden. Ziel ist es, drei Pseudobeschriftungen zu erhalten: mit niedrigem Falsch-Negativ Fehler, mit niedrigem Falsch-Positiv Fehler und einem Minimum beider. Anschließend werden die Detektoren

für eine bestimmte Anzahl Epochen ohne Pseudobeschriftungen und mit diesen drei Abstufungen trainiert und verglichen. Am Ende sollte so bekannt sein, welcher Fehler den größeren Einfluss auf die Trainingsergebnisse hat. Anschließend soll entsprechend eine Anpassung erfolgen, wie Pseudobeschriftungen für das Training verwendet werden. Orientiert wird sich dabei an dem Vorgehen in [13].

## Ausblick

Bisher konnte durch ein Training ohne Pseudobeschriftungen gezeigt werden, dass dieses extrem schlechte Ergebnisse liefert. Hierzu wurden die Epochen für das Training entsprechend der Epochen, welche für das Training auf einen Datensatz benötigt wurden, um eine 80% Verbesserung entsprechend der map50 auf den Validierungsdaten zu erhalten, gewählt. In diesen 50 Epochen verbesserte sich bei einem Training auf den Datensätzen [5] und ein Vector internen Datensatz das Modell nur um 0.004 mAP. Daher wird nach diesen ersten Ergebnissen angenommen, dass vor allem falsch negative Beschriftungen für das Training eines einstufigen Objektdetektors wie YOLOv7 [10] ein starkes Problem darstellen. Erklärt werden kann dies damit, dass nicht beschriftete Bereiche, hin zu einem Vertrauenswert von 0 und somit zu Hintergrund optimiert werden. Wenn das Modell nun also beispielsweise gerade eine Person erkennen würde, diese aber nicht annotiert ist, wird das Modell sofort, weg von den allgemeinen visuellen Merkmalen einer Person optimiert. Der schlechte Erfolg spricht aber auch dafür, dass die visuellen Eigenschaften der Objekte in den verwendeten Datensätzen ausreichend nahe beieinander liegen. Daher sollte ein Pseudobeschriftungsansatz gute Ergebnisse liefern können.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Alexey Bochkovskiy, Chien-Yao Wang, and Hong-Yuan Mark Liao. YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection. <https://arxiv.org/abs/2004.10934>, 04 2020.
- [2] Inga Döbel, Miriam Leis, Manuel Molina Vogelsang, Dmitry Neustroev, et al. MASCHINELLES LERNEN EINE ANALYSE ZU KOMPETENZEN, FORSCHUNG UND ANWENDUNG. [https://www.bigdata-ai.fraunhofer.de/content/dam/bigdata/de/documents/Publicationen/Fraunhofer\\_Studie\\_ML\\_201809.pdf](https://www.bigdata-ai.fraunhofer.de/content/dam/bigdata/de/documents/Publicationen/Fraunhofer_Studie_ML_201809.pdf), 09 2018.
- [3] Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. *Deep Learning*. MIT Press, 1 edition, 2016.
- [4] M. Gopal. *Applied Machine Learning*. McGraw-Hill Education, 1 edition, 2019.
- [5] Tsung-Yi Lin, Michael Maire, Serge Belongie, Lubomir Bourdev, et al. Microsoft COCO: Common Objects in Context. <https://arxiv.org/abs/1405.0312>, 02 2015.
- [6] Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, and Ali Farhadi. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. <https://arxiv.org/abs/1506.02640>, 06 2015.
- [7] Shaoqing Ren, Kaiming He, Ross Girshick, and Jian Sun. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks. <https://arxiv.org/abs/1506.01497>, 06 2015.
- [8] Kihyuk Sohn, Zizhao Zhang, Chun-Liang Li, Han Zhang, et al. A Simple Semi-Supervised Learning Framework for Object Detection. <https://arxiv.org/abs/2005.04757>, 04 2020.
- [9] Richard Szeliski. *Computer Vision: Algorithms and Applications*. Springer Cham, 2 edition, 2022.
- [10] Chien-Yao Wang, Alexey Bochkovskiy, and Hong-Yuan Mark Liao. YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors. <https://arxiv.org/abs/2207.02696>, 07 2022.
- [11] Xudong Wang, Zhaowei Cai, Dashan Gao, and Nuno Vasconcelos. Towards Universal Object Detection by Domain Attention. <https://arxiv.org/abs/1904.04402>, 07 2019.
- [12] Syed Sahil Abbas Zaidi, Mohammad Samar Ansari, Asra Aslam, Nadia Kanwal, et al. A Survey of Modern Deep Learning based Object Detection Models. <https://arxiv.org/pdf/2104.11892.pdf>, 05 2021.
- [13] Xiangyun Zhao, Samuel Schuster, Gaurav Sharma, Yi-Hsuan Tsai, et al. Object Detection with a Unified Label Space from Multiple Datasets. <https://arxiv.org/abs/2008.06614>, 08 2020.
- [14] Xingyi Zhou, Vladlen Koltun, and Philipp Krähenbühl. Simple multi-dataset detection. <https://arxiv.org/abs/2102.13086>, 04 2021.

# Beitrag zur Erstellung einer Simulationsumgebung zur Visualisierung von Fahrscenarien basierend auf Zeitreihen zur Validierung autonomer Fahrfunktionen

Olcay Eker

Hermann Kull

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt an der Fakultät Informatik und Informationstechnik, Esslingen

## Motivation

Eine Vielzahl an Menschen sterben in Folge von Verkehrsunfällen. Beispielsweise betrug die Anzahl an Straßenverkehrsunfällen ca. 2,3 Millionen in Deutschland 2021 [2]. Um die Anzahl an Verkehrsunfälle zu reduzieren, werden Fahrzeugsysteme stetig weiterentwickelt. Neben Fahrerassistenzsysteme ist hierbei insbesondere das Autonome Fahren zu nennen. Neben der mechanischen Entwicklung des Fahrzeugs, stehen insbesondere technische Entwicklungen im Fokus - mit den neuesten Sensortechnologien und Softwarelösungen. In Zukunft könnte das Fahrzeug selbst die Steuerung vollständig übernehmen.

Daher müssen die betreffenden Softwarekomponenten genau und effizient getestet werden. Besonders in Bezug auf sicherheitskritischen Fahrscenarien wie der Spurwechsel oder die Notbremsung. In der Realität sind solche Szenarien jedoch gefährlich und die entsprechenden Daten werden infolgedessen selten messtechnisch erfasst.

Daher müssen diese Daten bzw. Fahrscenarien zu Testzwecken auf andere Weise bereitgestellt werden. Beispielsweise mittels generativen Algorithmen zur Generierung sicherheitsrelevanter Daten bzw. Zeitreihen-bezogenen Daten. Diese neu erstellten Daten (Zeitreihen-basierte Fahrscenarien) können dann auf unterschiedlicher Art und Weise für Test- und Validierungszwecke verwendet werden. Insbesondere auf simulativer Basis. Grundsätzlich ist es typisch, Fahrfunktionen simulativ zu testen. Dazu zählen ebenso Fahrfunktionen im Bereich Autonomes Fahren. Aus diesem Grund gilt es eine Simulationsumgebung zu erstellen, um die neu erzeugten Fahrscenarien, in Form von Zeitreihen, simulieren zu können. Dadurch können diese Fahrscenarien darüber hinaus visualisiert und validiert werden.

## Aufgabenstellung

Bezugnehmend auf die Motivation der Arbeit soll eine entsprechende Simulationsumgebung erstellt werden. Es sind unterschiedliche Methodiken sowie Tools bekannt, um derartige Simulationsumgebungen zu erstellen.

Eine fundierte Literaturrecherche soll hierbei zu einer Taxonomie führen, damit entsprechend die verschiedenen Methodiken und Tools aufgezeigt und gruppiert werden können.

Basierend auf definierten Bewertungskriterien und in Bezug auf den zugrundeliegenden Anwendungsfall (Zeitreihen-basierte Fahrscenarien) gilt es eine Methodik (als Ansatz) und ein passendes Tool (als Umsetzungswerkzeug) auszuwählen, um eine entsprechende Simulationsumgebung zu realisieren. Letztlich soll innerhalb der dann umgesetzten Simulationsumgebung beispielhafte Fahrscenarien simuliert, visualisiert und getestet werden können.

Es ist zu erwähnen, dass die Fahrscenarien sicherheitskritisch oder nicht-sicherheitskritisch sein können. Bei sicherheitskritischen Fahrscenarien können Kollisionen der beteiligten Fahrzeuge entstehen. Dementsprechend muss die Simulationsumgebung ebenso ein Kollisionsmodell umfassen, um derartige Kollisionen visualisieren zu können.

## Lösungskonzept

Die Arbeit wurde in Form eines konkreten Lösungskonzeptes umgesetzt. Als Referenz dient hierbei das in Abbildung 1 abgebildete Blockdiagramm.

Bezugnehmend auf die Literaturrecherche werden die Simulationsumgebungen *Unity*, *Unreal* und *Gazebo* näher betrachtet. Um diese verschiedenen Simulationsumgebungen miteinander vergleichen zu können, werden fundierte Beurteilungskriterien herangezogen. Darunter zählen Komplexität, Anwendbarkeit,

Transparenz, Robustheit, Parametrisierbarkeit, Interpretierbarkeit sowie Effektivität.

Dadurch hat sich *Unity* als die anzuwendende Simulationsumgebung herauskristallisiert.

Für den zugrundeliegenden Anwendungsfall muss die dann ausgewählte Simulationsumgebung bezüglich multivariaten Zeitreihen kompatibel sein. Konkreter muss gewährleistet sein, dass multivariate Zeitreihen, in die Simulationsumgebung, sowohl eingelesen als auch verarbeitet werden können. Schließlich bilden multivariate Zeitreihen die Datengrundlage für den spezifischen Kontext.

Abschließend erfolgen Verifikationen und Validierungen innerhalb der Simulationsumgebung. Es sind Animationen sämtlicher Fahrzeugbewegungen, als Abbild der jeweiligen multivariaten Zeitreihen, zu realisieren. Dadurch können die Bewegungen der Fahrzeuge auf transparente Art und Weise visualisiert werden.

Die jeweiligen Fahrzeugbewegungen können entweder sicherheitskritisch oder nicht sicherheitskritisch sein. Für die sicherheitskritischen Fahrzeugbewegungen können Kollisionen auftreten, die entsprechend animiert werden sollen.

Die multivariaten Zeitreihen selbst liegen in Echtzeit vor, wohingegen die Simulationsumgebung in einer Simulationszeit abläuft. Der Einfluss beider Zeiten gilt es zu analysieren, um das Laufzeitverhalten gegenseitig entsprechend zu bewerten.

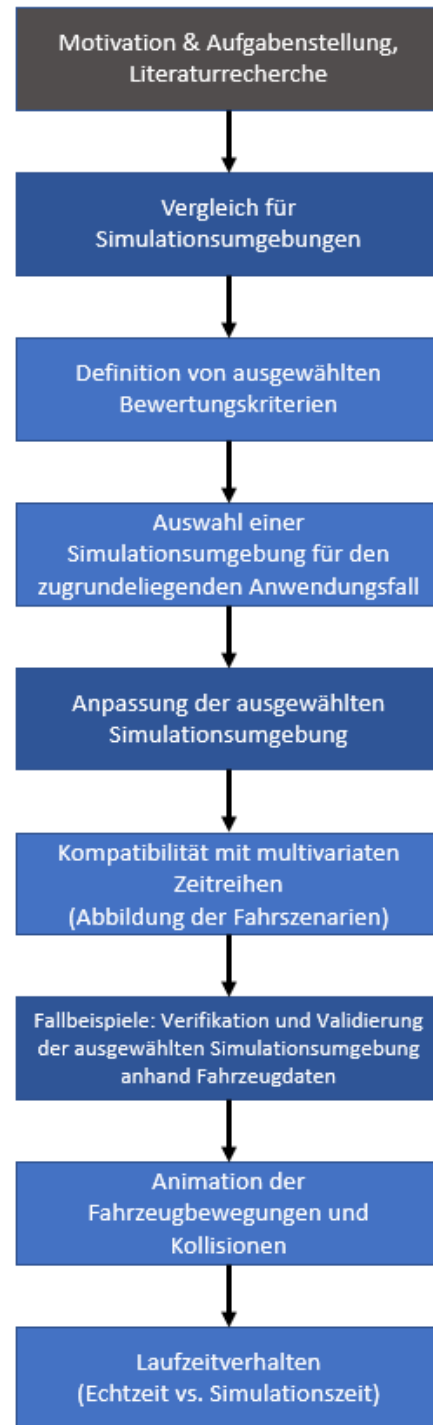


Abb. 1: Lösungskonzept [1]

## Literatur und Abbildungen

[1] Eigene Darstellung.

[2] Statistisches Bundesamt Presse. Verkehrsunfälle 2021: Neuer Tiefststand bei Verkehrstoten und Verletzten. [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/07/PD22\\_286\\_46241.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/07/PD22_286_46241.html), 07 2022.

# Erstellung eines Leitfadens mit den Anforderungen für die Integration von Unternehmen in ein Managed Security Service am Beispiel der EnBW Cyber Security GmbH

Luke Faisst

Tobias Heer

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma EnBW Cyber Security GmbH, Karlsruhe

## Motivation und Problemstellung

Durch die fortschreitende Digitalisierung werden immer mehr Bereiche automatisiert. Dabei wird nicht nur die Informationstechnik (IT), sondern auch die Operational Technology (OT) betrachtet. Die OT beinhaltet Software und Hardware, welche für die Überwachung und Steuerung von industriellen Anlagen zuständig sind. Durch das Zusammenspiel von IT und OT werden gesamte Produktionen automatisiert und dies hat zur Folge, dass immer mehr Bereiche anfällig für Cyberangriffe werden [6]. Digitale Daten haben einen enormen Wert für Unternehmen, dabei kann es sich z.B. um Firmengeheimnisse oder personenbezogene Daten handeln. Diese Informationen machen den Diebstahl der Daten durch Angreifer extrem lukrativ. Der wirtschaftliche Schaden in der deutschen Industrie belief sich im Jahr 2021 laut Bitcom auf 223 Mrd. Euro [10]. Durch regulatorische Marktanforderungen sind Unternehmen verpflichtet, verstärkt Sicherheitsmaßnahmen umzusetzen und einzuhalten, um ihre Daten besser zu schützen. Für klein- und mittelständische Unternehmen (KMU) ist diese Umsetzung in den meisten Fällen eine wirtschaftliche und organisatorische Herausforderung [5]. Spezialisierte Unternehmen wie beispielsweise ein Managed Security Service Provider (MSSP) können durch spezialisierte Dienstleistungen zur regulatorischen Einhaltung der Sicherheitsmaßnahmen beitragen [3]. Bevor ein MSSP unterstützen kann, müssen jedoch in den Unternehmen interne organisatorische und technische Voraussetzungen geschaffen werden. Im Folgenden werden Faktoren aufgezählt, die bei der Umsetzung der Voraussetzungen von Unternehmen zu Problemen führen können.

1. Innerhalb der ISO 2700x werden eine Vielzahl von Informationssicherheitsanforderungen aufgezählt, die umgesetzt werden müssen
2. Die Umsetzung der Anforderungen kann für KMUs zu einer enormen Herausforderung wer-

den, da diese oft nicht über ausreichend Ressourcen verfügen.

3. Viele KMU werden durch Unübersichtlichkeit und komplexe Technik-Sprache oftmals abgeschreckt.

## Design

Um Unternehmen die Betreuung durch einen MSSP zu erleichtern, wird ein Leitfaden erstellt. Dieser enthält Checklisten zu den Anforderungen an eine MSSP Betreuung und Schaubilder.

In Kapitel Motivation und Problemstellung werden Faktoren aufgezählt, die momentan bei der Betreuung von Unternehmen zu Problemen führen können. Im Folgenden wird auf die Problematik dieser Faktoren genauer eingegangen und Lösungsansätze besprochen. Wie in Unterpunkt 1 erklärt wird, werden in der ISO 2700x eine Vielzahl von Informationssicherheitsanforderungen aufgezählt. All diese Anforderungen zeitnah umzusetzen, wäre unrealistisch. Bei der Erstellung des Leitfadens dürfen nur die relevanten Anforderungen herausgefiltert werden. Dabei müssen relevante technische und organisatorische Anforderungen betrachtet werden, um eine erfolgreiche Betreuung durch die EnBW als MSSP gewährleisten zu können. Dadurch wird vor Projektbeginn eine Grundstruktur geschaffen, durch die die Projektdurchführung vereinfacht wird. Um die relevanten Anforderungen ermitteln zu können, wird zu Beginn der Arbeit eine Sichtung und Analyse der ISO 2700x hinsichtlich der Anforderungen durchgeführt und auf die Dienstleistung der EnBW Cyber Security GmbH übertragen.

Bevor die Analyse begonnen und die Anforderungen bestimmt werden können, muss jedoch der Serviceinhalt der MSSP Betreuung als Grundlage definiert werden. Unter der MSSP Betreuung wird die Überwachung einer Organisation durch ein Security Operation Center

(SOC) mithilfe einer Security Incident und Event Management (SIEM) Technologie verstanden.

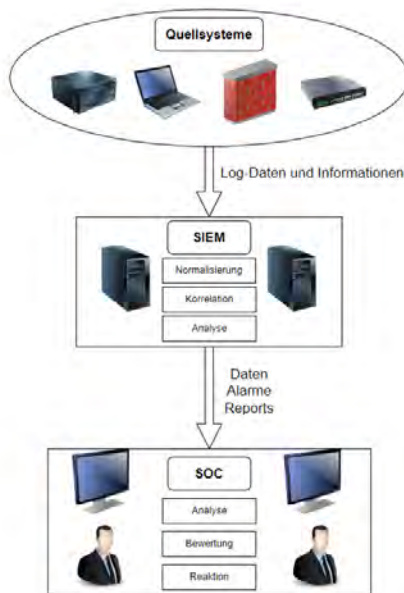


Abb. 1: Funktion eines SOC mit der Verwendung eines SIEM [4]

In Abbildung 1 wird die Überwachung durch ein SOC mit Verwendung einer SIEM Technologie dargestellt. Wie man im oberen Drittel der Abbildung 1 erkennen kann, werden Log-Daten und Informationen von verschiedenen Quellsystemen wie z.B. Firewalls, Server, Netzwerkgeräte usw. an die SIEM Technologie gesendet. Diese ist für die Verarbeitung, Umwandlung und Analyse der Daten verantwortlich. Die SIEM Technologie kann durch die Analyse der Daten, verdächtige Aktivitäten feststellen. Diese werden in Form von Alarmen an das SOC weitergeleitet, welches aus einem Team von Cybersecurity Spezialisten besteht. Die Cybersecurity Analysten analysieren die vom SIEM weitergeleiteten Informationen und bewerten diese. Je nachdem, ob es sich um einen Sicherheitsvorfall handelt, erfolgt eine entsprechende Reaktion zur Behebung oder Verminderung des Schadens [2].

Im Unterpunkt 2 wird beschrieben, dass durch einen Ressourcenmangel, insbesondere bei KMU, es bei der Rollenverteilung zu Überschneidungen kommen kann [1]. Dabei werden mehrere Rollen von gleichen Personen ausgeführt. Dies kann zu Interessen- und Rollenkonflikten führen. Um diese Konflikte zu vermeiden, soll ein Leitfaden erstellt werden, der grundlegende technische und organisatorische Maßnahmen (TOM) aufzeigt, die für eine MSSP Betreuung notwendig sind. Es muss definiert werden, wie ein Leitfaden inhaltlich aufgebaut sein muss, um die Ansprüche eines MSSPs und der zu betreuenden Unternehmen zu erfüllen. Der

Leitfaden wird sich aus abgeleiteten Checklisten der Anforderungen und Prozessschaubildern zusammensetzen, welche zum größten Teil aus der ISO 2700x gefiltert werden. Die Darstellung der Prozesse werden mithilfe des Standards BPMN 2.0 umgesetzt.

Der Unterpunkt 3 beschreibt die Abschreckung von KMU durch Unübersichtlichkeit und komplexer-Technik Sprache [5]. Daher muss der Aufbau und die Darstellungen der Prozesse übersichtlich und verständlich sein, damit Kunden diese ohne spezifisches Hintergrundwissen verstehen können. Diese Prozesse werden mithilfe des Standards BPMN 2.0 dargestellt. Um die Prozesse verständlich und übersichtlich darzustellen, wird eine passende Abstraktionsebene zu den abgeleiteten Anforderungen gewählt. Dabei wird ein Verzeichnis erstellt, in welchem die Grundelemente der BPMN dargestellt und erläutert werden. Als Hilfestellung für eine verständliche Schreibweise wird geeignete Literatur verwendet [7].

## Evaluation

Als Ergebnis wird ein Leitfaden vorliegen, welcher mit Anforderungen und Prozessschaubildern den Kunden die Mindestanforderungen für eine MSSP Betreuung übersichtlich aufzeigt.

Aktuell gibt es keine vergleichbaren Dokumente, woran man die Leistungsfähigkeit des Leitfadens messen könnte. Es bestehen jedoch verschiedene andere Möglichkeiten den Leitfaden zu bewerten.

Als erste Möglichkeit kann die Evaluierung durch Projektvergleiche mit Betreuungen aus der Vergangenheit oder Vorgängerprojekten ohne dieses on Boarding Dokument und einem Testlauf mit aktuellen Kunden durchgeführt werden. Ein Kriterium zur Überprüfung wäre dabei der zeitliche Aspekt. Es wird der Zeitraum zwischen Überreichung des Leitfadens bis hin zum erfolgreichen Projektbeginn betrachtet. Ein weiteres Kriterium ist die Funktionalität. Es wird gemessen, ob durch den Leitfaden alle Anforderungen abgedeckt sind und ob die vorhandenen Ressourcen optimal verwendet werden können. Die letzten beiden Kriterien sind die Übersichtlichkeit und Verständlichkeit. Dabei muss vor allem auf die Reaktion der Kunden geachtet werden, ob diese viele Rückfragen stellen müssen oder den Leitfaden auf Anhieb verstehen.

Als zweite Möglichkeit kann der Leitfaden Kunden für eine Befragung zur Verfügung gestellt werden. Die Befragung sollte anonym durchgeführt werden, sodass es den Teilnehmer leichter fällt, wahrheitsgemäß zu antworten. Dabei sollten auf die Kriterien, wie Übersichtlichkeit und Verständlichkeit eingegangen werden. Um ein auswertbares Ergebnis zu erhalten, sollte ein Fragebogen beantwortet werden, der aus verschiedenen Fragen zum Aufbau und Inhalt des Leitfadens besteht. Dabei muss vor allem die Ver-



ständigkeit durch inhaltliche Fragen überprüft werden. Um die Verständlichkeit der Schaubilder zu prüfen, sollen die Kunden diese in eigenen Worten beschreiben. Außerdem ist zusätzlich ein selbst erstelltes Feedback der Kunden erwünscht, um fehlende Punkte ergänzen zu können.

Als dritte Möglichkeit kann eine interne Evaluation durch die EnBW erfolgen. Dabei wird von Mitarbeitern aus verschiedenen qualifizierten Bereichen, der Leitfaden zur Bewertung mit vergleichbaren Fragen wie aus dem oben genannten Fragebogen vorgelegt. Auch hierbei sollte auf die Kriterien Übersichtlichkeit, Verständlichkeit und Inhalt eingegangen werden. Außerdem werden inhaltliche Fragen bezüglich der Funktionalität und Vollständigkeit ergänzt. Ein selbst erstelltes Feedback wäre erwünscht und würde dabei vor allem durch das Wissen und der Erfahrung der Mitarbeiter einen großen Mehrwert bringen.

### Verwandete Arbeiten

Bei der Recherche nach verwandten Arbeiten konnten keine Arbeiten gefunden werden, welche exakt das gleiche Thema umsetzten. Jedoch existieren Arbeiten, welche sich mit der ISO 2700x und Grundkonzepten der IT-Security für KMU beschäftigen. Im Folgenden werden diese aufgezählt und mögliche Überschneidungen erläutert.

Die erste Arbeit trägt den Titel: „Analyse und Ausarbeitung der in den ISO-Standards 27001-27005 geforderten Prozesse zum Betrieb eines ISMS“ [8]. Die Arbeit befasst sich mit den wichtigsten Themenbereichen aus der ISO/IEC 27001-27005 für die Einrichtung eines ISMS an einer Hochschule. Außerdem werden bestimmte Prozesse mithilfe des Standards BPMN modelliert. Zu Überschneidungen kann es bei

der Analyse und Darstellung der relevanten Prozesse mithilfe des Standards BPMN 2.0 kommen, da diese auch für den Leitfaden relevant sein können.

Der Titel der zweiten Arbeit lautet: „IT-Security für KMU. Praxisnahe Maßnahmen und Empfehlungen zur grundlegenden Absicherung der IT-Systeme in kleinen und mittelständischen Unternehmen“ [9]. In dieser Arbeit wird ein Grundkonzept für die IT-Sicherheit von KMUs vorgestellt. Dieses Grundkonzept beinhaltet sowohl technische als auch organisatorische Maßnahmen aus den wichtigsten Richtlinien. Bei der Erstellung des Leitfadens kann es zu einer Überschneidung der in dieser Arbeit behandelten Maßnahmen kommen.

### Ergebnis

Das Endprodukt wird ein Leitfaden mit Checklisten zu den Anforderungen an eine MSSP Betreuung und Schaubildern sein. Den Kunden wird dieser Leitfaden als on Boarding Dokument zur Verfügung gestellt. Dieser soll ihnen einen direkten Überblick über die Grundanforderungen und ein besseres Verständnis der Prozesse und Abläufe liefern. Es wird ein Ist-Soll Vergleich durchgeführt, um den Kunden fehlende Anforderungen aufzuzeigen. Dadurch bekommen sie die Möglichkeit von Beginn an strukturiert zu arbeiten und somit die verfügbaren Ressourcen optimal zu nutzen. Der Leitfaden dient vor allem zu Beginn dazu, dass möglichst wenig Missverständnisse und Unklarheiten auftreten. Offene Punkte können direkt behandelt werden. Dadurch wird das Verhältnis zwischen Kunde und MSSP positiv beeinflusst, da direkt eine gewisse Sensibilisierung stattfindet und das Erstgespräch qualitativ besser verläuft. Als Zielgruppe sollen speziell KMUs entlastet werden, um ihre verfügbaren Ressourcen optimal einsetzen zu können.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Can Adam Albayrak and Andreas Gadatsch. Sind kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) bereits auf die Digitale Transformation vorbereitet. *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik, Lüneburg*, 2018.
- [2] Sandeep Bhatt et al. The operational role of security information and event management systems. *IEEE security & Privacy*, pages 35–41, 2014.
- [3] Dominik Birk. Managed Security Services: Hilfe oder Herausforderung für die Informationssicherheit? *Datenschutz und Datensicherheit-DuD*, 10:676–679, 2021.
- [4] Eigene Darstellung.
- [5] Annette Hillerbrand et al. Aktuelle Lage der IT-Sicherheit in KMU. *Kurzfassung der Ergebnisse der Repräsentativbefragung, Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (wik)*., pages 75–78, 2017.
- [6] Siegfried Hollerer, Wolfgang Kastner, and Thilo Sauter. Safety und Security - ein Spannungsfeld in der industriellen Praxis. *e & i Elektrotechnik und Informationstechnik*, 7:449–453, 2021.
- [7] Dietrich Juhl and WT Küstenmacher. *Technische Dokumentation Praktische Anleitungen und Beispiele*. Springer, 2 edition, 2005.
- [8] Firuza Muhamadova. Analyse und Ausarbeitung der in den ISO Standards 27001-27005 geforderten Prozesse zum Betrieb eines ISMS, 2018.
- [9] Nico Ohlig. IT-Security für KMU. Praxisnahe Maßnahmen und Empfehlungen zur grundlegenden Absicherung der IT-Systeme in kleinen und mittelständischen Unternehmen, 2021.
- [10] Philippe Riechel et al. 203 Milliarden Euro Schaden pro Jahr durch Angriffe auf deutsche Unternehmen. <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Wirtschaftsschutz-2022#:~:text=Berlin%2C%2031.,2021%20mit%20223%20Milliarden%20Euro,08%202022>.

# Konzeption und Entwicklung einer geeigneten PowerBI Dashboard- Lösung zur Darstellung relevanter Management- Kennzahlen für Energieversorgungsunternehmen

Nico Fink

Thomas Rodach

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Fichtner GmbH & Co. KG, Stuttgart

## Einleitung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Konzeption und Entwicklung einer generalisierten PowerBI Dashboard-Lösung zur Darstellung relevanter Management-Kennzahlen für Energieversorgungsunternehmen und wurde in Zusammenarbeit mit der Fichtner GmbH & Co. KG verfasst.

## Das Unternehmen

1922 wurde das Unternehmen von Martin Fichtner gegründet. Der Firmensitz, welcher sich seit 1947 in Stuttgart befindet, entwickelte sich in dieser Zeit von einem regional handelnden Ingenieurbüro zu einem der führenden unabhängigen Planungs- und Beratungsunternehmen. Die Fichtner Gruppe ist dabei längst nicht mehr nur national vertreten, sondern agiert in mehreren Ländern und trägt zur Planung und Beratung bei Unternehmen oder Projekten bei. Das Angebot des Unternehmens ist dabei breit gefächert. Neben den Bereichen Energie, Wasser und Umwelt ist das Unternehmen auch in den Bereichen Infrastruktur,

Informationstechnologie und Managementberatung tätig. Besonderes Augenmerk liegt hierbei darauf, dass es sich bei den Planungs- und Beratungsthemen nicht um eine klassische Unternehmensberatung handelt, sondern eher um eine interdisziplinäre Kombination aus technischer Planung und Beratung mit den Zügen der klassischen Unternehmensberatung [2].

## Das Tochterunternehmen Fichtner IT-Consulting AG

Diese Bachelorarbeit wurde in Kooperation mit der Fichtner IT Consulting AG (siehe Abbildung [Fichtner]) geschrieben. Die Fichtner IT Consulting AG, kurz FIT, ist ein Tochterunternehmen der Fichtner GmbH & Co. KG. Der Tätigkeitsbereich der FIT zeichnet sich vorrangig durch individuelle, kundenspezifische Anpassungen verschiedener Standardsoftwares aus. Beratungen zu branchenspezifischen IT-Problemen und deren Lösungsmöglichkeiten gehören ebenfalls zu ihren Leistungen. Zusätzlich werden im FIT-Zentrum Geodatenservices betrieben und angeboten [2].



**FICHTNER**  
IT CONSULTING

Abb. 1: Fichtner [1]

## Ziel der Arbeit

Ziel der Arbeit ist es, eine Dashboard- Lösung mit Softwaretools wie PowerBI zu konzipieren und zu erstellen. Besonderes Augenmerk wird hierbei darauf gelegt, dass versucht wird diese Lösung für alle brancheninternen Unternehmen - sprich Energieversorger zu pauschalisieren. Grundlegend stellt sich hier die Frage, wie der Pauschalisierungsprozess gestaltet werden soll und ob und wie dieser umsetzbar ist. Als Endprodukt soll ein klar definiertes, auf die Energieversorgerbranche angepasstes Dashboard als eine Art Standardlösung für branchenspezifische Kennzahlen für das Management entstehen.

## Umsetzung der Lösung

Die Erstellung des Dashboards soll mit Hilfe des Tools PowerBI geschehen. Hierbei ist darauf zu achten, dass alle Daten aus dem Unternehmen die BI- Architektur durchlaufen müssen um letztlich auf der Präsentationsschicht sichtbar gemacht zu werden (siehe Abbildung 2). Das Dashboard soll so modifiziert werden, dass es pauschal auf alle, brancheninternen Unternehmen anwendbar ist. Hierfür erfolgt zusätzlich eine Analyse der relevanten Schnittstellen des Unternehmens. Besonderes Augenmerk muss weiter auf die diversen Einsatzgebiete des Dashboards geachtet werden. Neben den üblichen Reporting und Controlling KPIs muss immer darauf geachtet werden, dass auch branchenspezifische Key Value Indicators nicht vernachlässigt werden [4].

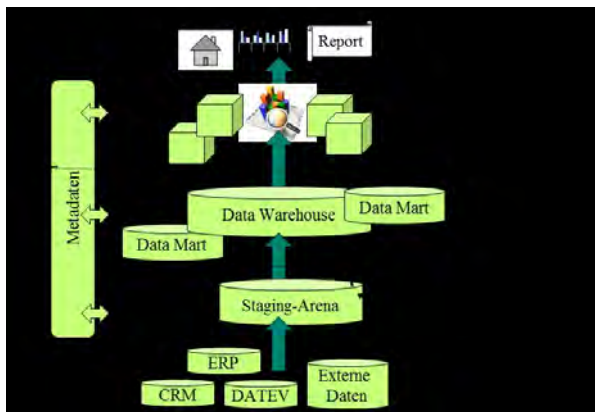


Abb. 2: BI- Architektur [1]

## Eigenentwicklung vs. Standardlösung

Beim Start eines digitalen Projekts stellen sich gleich mehrere Fragen. Zum einem muss der Aspekt der Budgetierung und der verfügbaren Zeit betrachtet werden, zum anderen stellt sich die Frage ob Anpassungen, also das so genannte Customizing durch das interne Personal übernommen werden kann. Weiter muss man sich die Frage nach der Risikoabwägung im Bereich der Sicherheit stellen. Kann man die Sicherheit der Daten des Unternehmens gewährleisten? Wenn man sich diese Agenda an Fragen zu Grunde legt, kann entschieden werden ob man eine bereits bestehende Lösung für ein Projekt kauft, oder ob man selbst in der Lage ist eine taugliche Lösung zu entwickeln [3]. Die Entscheidung, eine Software zu kaufen oder sich dafür zu entscheiden ein Softwareprodukt selbst zu entwickeln spielt in Bezug auf die Unternehmensstrategie eine sehr tragende Rolle. Mit einem guten Ausgleich zwischen externen Bezugsquellen und einer guten Internen Produktion kann ein solides, wettbewerbsfähiges Konstrukt entstehen und somit Kernkompetenzen geschaffen werden. Im Allgemeinen ist zwischen Einkauf-, Erstellungs- oder einer Mischform der Softwarebeschaffung zu unterscheiden [3].

## Ausblick

Eine generalisierte und pauschale Lösung für eine Darstellung und Bearbeitung von managementrelevanter KPIs durch das Dashboard bringt viele Möglichkeiten mit sich. Die Vereinheitlichung eines solchen Produktes ist eine Neuheit auf dem Markt und kann Unternehmen helfen, das Reporting zu strukturieren und nach den speziellen Wünschen des Unternehmens anzupassen. Der Schritt von der Eigenentwicklung zur branchenspezifischen Standardlösung ist das Ziel, welches es zu erreichen gilt. Die Unterscheidung zwischen den verschiedenen Marktrollen innerhalb der Energiebranche macht eine generelle Pauschalisierung schwer möglich. Man muss zwischen den einzelnen Rollen innerhalb des Markts unterscheiden und je nach dem das Dashboard anpassen. Die Nutzung eines solchen, generell anzusehenden und zu nutzenden Dashboards wird vor allem für kleine und mittelständische Unternehmen von großer Bedeutung sein.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] Intern Fichtner. Fichtner Website. <https://www.fichtner.de/>, 2022.
- [3] Hans Georg Kemper, Henning Baars, and Walid Mehanna. *Business Intelligence - Grundlagen und praktische Anwendungen*. Springer Verlag, 2010.
- [4] Andreas Kohne. *Business Development*. Springer Verlag, 2022.

# Aufbau einer reaktiven Arm-Roboter-Applikation mit der Sim2Real-Methode und dem Einsatz von Nvidia Cortex und Isaac Sim

Daniel Fritz

Steffen Schober

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Festo SE & Co. KG, Esslingen

## Einleitung

Ein System besteht meist aus zahlreichen Subsystemen, die miteinander kommunizieren, um eine gewünschte Funktionalität zu erreichen. Je mehr Subsysteme miteinander kommunizieren, desto komplexer wird das ganze System. Dabei kann es für ein Entwickler schwierig werden, den Überblick über das Große und Ganze zu bewahren. Die Modellierung ist eine Möglichkeit, um mit Komplexität umzugehen. Dafür eignet sich die Modellierung mit Unified Modeling Language (UML), da die UML-Notation eine wohl-definierte Semantik besitzt und von allen Beteiligten ohne Fehlinterpretationen verstanden werden kann. Mittlerweile ist die Notation von UML als Standardnotation in der Industrie anerkannt. [1] Beispielsweise lässt sich das Verhalten eines Roboters mithilfe von UML in Form von Entscheidungsbäumen und Zustandsautomaten modellieren.

## Motivation und Zielsetzung

Das Verhalten eines Roboters umfasst eine Vielzahl an Entscheidungen, die dynamisch und in Abhängigkeit von den Ereignissen in der Umgebung getroffen werden. Bei der Implementierung spielen Entscheidungsbäume und Automaten eine wichtige Rolle. Sie beschreiben, welche Entscheidungen der Roboter zu treffen hat, um zum Beispiel ein Objekt zu greifen und an eine andere Position zu platzieren. Da dies im Code schnell unübersichtlich wird, kommt die Modellierung zum Einsatz. Mithilfe von UML lassen sich Entscheidungsbäume und Automaten verständlich darstellen. Im Rahmen dieser Thesis soll ein komplexes Verhalten eines Roboters so dargestellt werden, dass je nach Anforderung das Verhalten in einer möglichst überschaubaren und verständlichen Weise erläutert werden kann. Dazu wird der Anwendungsfall *Pick and Place* herangezogen und gegebenenfalls weitere Implementierungen durchgeführt. Als Werkzeug wird

Isaac Sim Cortex [2] verwendet, um ein Verhalten auf einen virtuellen Roboter zu übertragen.

## NVIDIA Omniverse & Isaac Sim Cortex

Die von NVIDIA entwickelte Plattform Omniverse [4] bietet die Möglichkeit, virtuelle Welten zu erschaffen. Dabei reichen die Anwendungsfälle von den verschiedensten 3D-Modellen, über das Trainieren einer künstlichen Intelligenz, bis hin zu digitalen Zwillingen. Omniverse bietet unter anderem das Framework Isaac Sim Cortex, welches sich auf das Erschaffen und Trainieren von Robotern konzentriert. Bevor also ein Verhalten auf den echten Roboter angewandt wird, kann dieses in Isaac Sim Cortex simuliert und getestet werden. Mit der Programmiersprache Python kann das Verhalten eines Roboters implementiert werden, welches sich auf den virtuellen Roboter übertragen lässt. Es ist ebenfalls möglich, die Navigation und Manipulation mithilfe von ROS/ROS2 auf einen echten Roboter zu übertragen. [4] [2]

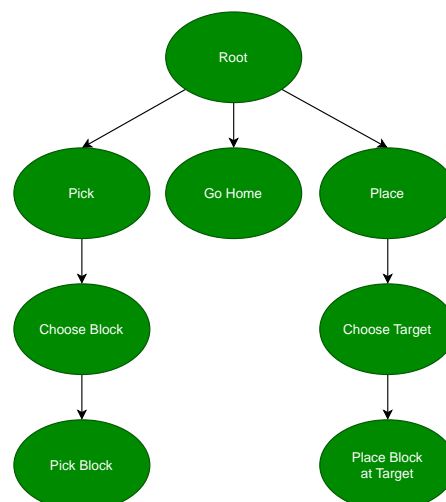


Abb. 1: Entscheidungsbaum [5]

## Entscheidungsnetzwerke

Die Abb. 1 zeigt eine mögliche Visualisierung eines Entscheidungsbaums. Dieser enthält insgesamt drei Pfade. Der linke Pfad beschreibt eine Entscheidung, um ein Objekt aufzuheben, während der rechte Pfad das Platzieren eines Objekts darstellt. Der mittlere Pfad beschreibt, dass sich der Roboter in seine Ausgangsposition zurückbegeben. Diese Pfade bestehen aus Knoten, wobei zwischen folgenden Knoten unterschieden wird:

- **Wurzel:** ist der erste Knoten des Baums und kann nur einmal im Baum vorkommen
- **Blätter:** sind die Knoten, die auf keine weiteren Knoten mehr verweisen
- **innere Knoten:** alle Knoten außer den Blättern und dem Wurzelknoten [3]

Entscheidungsbaume in Isaac Sim Cortex sind reaktiv und treffen somit kontinuierlich Entscheidungen. Mit einer Wiederholungsrate von 60 Hz werden Informationen aus der Umgebung verarbeitet, um daraus eine Entscheidung zu treffen. Dies repräsentiert im Baum ein Pfad, welcher von der Wurzel bis zu einem Blatt verläuft. Anschließend wird eine Aktion ausgeführt, wie beispielsweise die Annäherung einer bestimmten Position oder das Greifen eines Objektes. Es besteht die Möglichkeit, Zustandsautomaten innerhalb eines

Knotens zu implementieren sowie auch komplette Entscheidungsbaume innerhalb eines Zustandsautomaten einzubinden. [3]

## Pick and Place

Ein Anwendungsbeispiel speziell für den Greifarm-Roboter wäre das typische *Pick and Place*. Dabei greift sich der Roboter ein Objekt und platziert es an einer bestimmten Position. Dieses Beispiel lässt sich erweitern, indem der Bau eines Turms aus Würfeln als Ziel für den Roboter gesetzt wird. Das Resultat kann aus der Abb. 2 entnommen werden, welches den Roboter und die Würfel in Isaac Sim Cortex darstellt. Der Roboter greift sich ein Würfel nach dem anderen und platziert es an einer vorprogrammierten Stelle. Es besteht die Wahl, die Würfel in einer zufälligen sowie auch in einer geordneten Reihenfolge zu greifen und auf den Turm zu platzieren. Außerdem müssen Ausnahmezustände berücksichtigt werden, wie beispielsweise das Blockieren eines zu greifenden Würfels durch einen anderen Würfel. Eine mögliche Lösung wäre zuerst die anderen Würfel mit dem Greifarm beiseitezulegen oder die Würfel direkt wegzuschieben. Um all diese Situationen zu berücksichtigen, benötigt es ein Entscheidungsbaum, der mithilfe der Informationen aus der aktuellen Situation die richtige Entscheidung zur Durchführung der Aufgabe trifft.

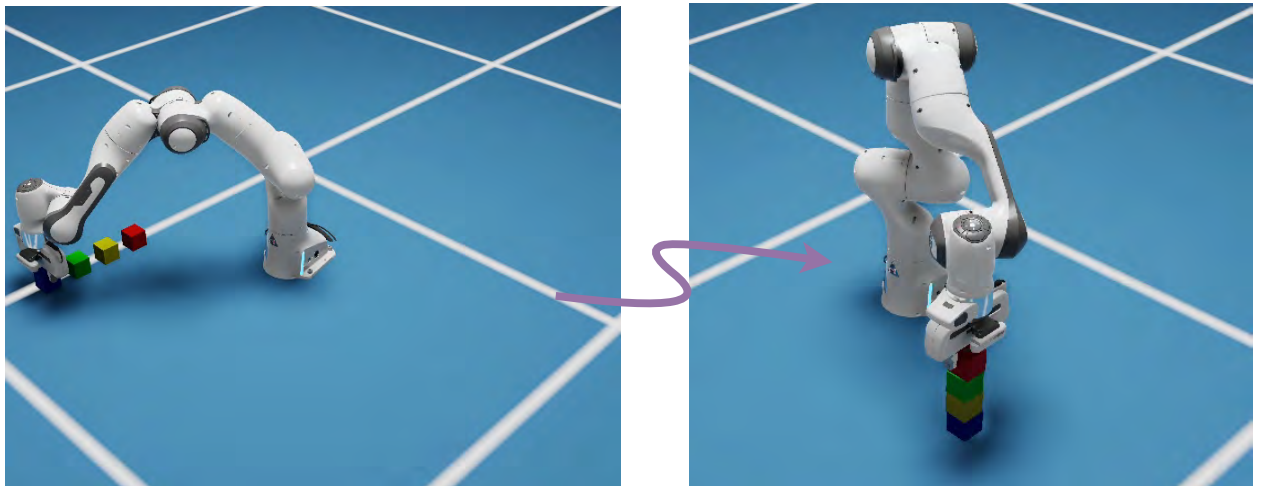


Abb. 2: Pick and Place [5]

## Ausblick

Es konnten bereits gute Visualisierungen für das Verhalten des Roboters erstellt werden. Mithilfe der Erweiterung *Draw.io* in Visual Studio Code lassen sich Diagramme bzw. Graphen wie in der Abb. 1 erstellen. Diese können dann als Bilder im PNG-Format exportiert und sogar innerhalb der Simulation integriert werden. Zusätzlich lassen sich innerhalb von Isaac

Sim Cortex die Knoten eines Entscheidungsbaums hervorheben, damit der Benutzer jederzeit die aktuelle Entscheidung nachverfolgen kann. Als nächsten Schritt wird an der Performance der Visualisierung gearbeitet. Außerdem werden weitere Entscheidungen implementiert wie zum Beispiel das Schieben eines Würfels und am Ende erfolgt die Übertragung auf den realen Roboter.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Bernd Brügge and Allen Dutoit. *Objektorientierte Softwaretechnik mit UML, Entwurfsmustern und Java*. Pearson Studium, 2 edition, 2004.
- [2] NVIDIA Corporation. Overview and Fundamentals. [https://docs.omniverse.nvidia.com/app\\_isaacsim/app\\_isaacsim/tutorial\\_cortex\\_overview.html](https://docs.omniverse.nvidia.com/app_isaacsim/app_isaacsim/tutorial_cortex_overview.html), 2019.
- [3] NVIDIA Corporation. Scripting Behaviors. [https://docs.omniverse.nvidia.com/app\\_isaacsim/app\\_isaacsim/tutorial\\_cortex\\_behaviors.html?highlight=branch](https://docs.omniverse.nvidia.com/app_isaacsim/app_isaacsim/tutorial_cortex_behaviors.html?highlight=branch), 2019.
- [4] NVIDIA Corporation. Omniverse. <https://www.nvidia.com/de-de/omniverse/>, 2022.
- [5] Eigene Darstellung.



# Auswirkungen von Dark Patterns hinsichtlich Usability und User Experience

Gunar Fuchs

Catharina Kriegbaum-Kling

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma adesso SE, Stuttgart

## Einleitung:

Unternehmen verwenden Dark Patterns als bewusste Designentscheidungen, um Nutzer auf Basis der menschlichen Psychologie absichtlich zu täuschen oder zu manipulieren und diese so zu bestimmten Handlungen zu lenken. Damit stellen Unternehmen ihre eigenen Interessen über die ihrer Kunden bzw. Nutzer. Dark Patterns können bei ihrer Nutzung zu unfreiwilliger Preisgabe von Informationen, datenschutzrechtlichen Verstößen oder sogar finanziellen Schäden führen.

## Grundlagen:

Um die Auswirkungen von Dark Patterns hinsichtlich Usability und User Experience feststellen zu können, muss man die Begrifflichkeiten Usability, User Experience und Dark Patterns erst definieren und verstehen. **Usability** ist das Ausmaß, in dem ein interaktives System von bestimmten Benutzern benutzt werden kann, um in einem bestimmten Nutzungskontext bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen [2].

**User Experience** sind die Wahrnehmungen und Reaktionen eines Benutzers, die sich aus der Benutzung oder der erwarteten Benutzung eines interaktiven Systems ergeben. Die Wahrnehmungen und Reaktionen der Benutzer umfassen die Emotionen, Überzeugungen, Vorlieben, Komfort, Verhaltensweisen und Leistungen der Benutzer, die vor, während und nach der Benutzung auftreten [2].

**Dark Patterns** sind besondere Arten von Design Patterns, die Nutzer zu Handlungen verleiten, welche ihren „eigentlichen“ Interessen zuwiderlaufen oder die sie andernfalls nicht vorgenommen hätten. Neben Countdowns, die Angebote zeitlich befristen, sind auch Verweise auf die Knappheit und das Verhalten anderer Nutzer typische Erscheinungsformen, ebenso wie graphische Hervorhebungen, welche die Aufmerksamkeit lenken. Weitere Anwendungsbeispiele sind voreingestellte Eingabemöglichkeiten sowie suggestive Fragen und Informationen [4]. Der Ursprung von Dark

Patterns setzt sich aus drei verschiedenen Bereichen zusammen [5]:

1. Täuschung und Manipulation im Einzelhandel: Der Einzelhandel hat eine lange Historie von Täuschungen und manipulativen Praktiken, welche ein breites aufweist. Ein Beispiel ist das psychologische Pricing, dies ist völlig legal. Das wohl bekannteste Beispiel für psychologisches Pricing ist die Odd-Even-Preisgestaltung, bei der man die Preise niedriger erscheinen lässt, indem man eine ungerade oder ,99-Preisangabe, welche die Vertrautheit des Käufers anspricht und dieser damit einen reduzierten Preis assoziiert. Umgekehrt impliziert eine gerade oder ,00-Preisangabe ein hochwertiges Produkt. Diese Preise werden meist verwendet, wenn der Wert des Artikels klar ist.

2. Nudging: Unter dem Begriff Nudging wird das Erteilen eines leichten Anstoßes zu einer Entscheidung verstanden. Durch einen Nudge können Unternehmen Personen mit einer leichten Veränderung der Auswahl bei einer Entscheidung einfach beeinflussen. Ein Beispiel für ein Nudge ist zum Beispiel eine Fehlermeldung bei inkorrekt ausgefüllten Formularen.

3. Growth Hacking: Growth Hacking ist eine Marketing-Technik, die von Start-ups und kleinen Unternehmen entwickelt wurde mit dem Ziel, möglichst schnell und kosteneffizient Nutzer zu gewinnen. Zum Beispiel bestehenden Nutzern Vorteile anzubieten, wenn diese Freunde oder Bekannte anwerben.

Der UX-Spezialist Harry Brignull war der erste der sich mit dem Thema Dark Patterns im Jahre 2010 beschäftigt hat. Auf der Grundlage seiner Erkenntnisse haben Forscher von der Purdue University [3] fünf Strategien von Dark Patterns identifiziert:

**1. Nagging** (dt. „nörgeln“, „nerven“) ist ein wiederholtes, teilweise aggressives Auffordern, eine bestimmte Handlung vorzunehmen. Eine explizite Ablehnung ist meist nur temporär möglich. Nagging setzt darauf, dass Benutzer irgendwann einfach zustimmen, um sich mühsames Wegklicken zu ersparen.

**2. Obstruction** (dt. „Hindernis“, „Hinderung“) ist eine Behinderung eines Aufgabenflusses, wodurch eine Interaktion schwieriger ist, als diese von Natur aus sein muss. Die Absicht ist es den Benutzer von einer Handlung abzuhalten. Es gibt verschiedene Untertypen von Obstruction, dazu gehören Brignull's „Roach Motel“, „Price Comparison Prevention“ und Intermediate Currency.

**3. Sneaking** (dt. „schleichen“, „heimlich“) ist das Verschleiern oder Verzögern der Weitergabe von Informationen, die für den Benutzer relevant sind. Die Absicht ist es den Benutzer zu einer Aktion zu verleiten, welche dieser mit den richtigen Kenntnissen im Zweifel ablehnen würde. Zu der Strategie Sneaking gehören die Untertypen Brignull's „Forced Continuity“, „Sneak into Basket“ und „Bait and Switch“.

**4. Interface Interference** (dt. „Schnittstelleninterferenz“) ist eine Manipulation der Benutzeroberfläche, um bestimmte Aktionen hervorzuheben und den Benutzer dadurch zu verwirren oder die Auffindbarkeit wichtiger Handlungsmöglichkeiten einzuschränken. Interface Interference manifestiert sich in zahlreichen visuellen und interaktiven Täuschungen und hat sieben Untertypen, Hidden Information: Preselection, Aesthetic Manipulation, Toying with Emotion, False Hierarchy, Brignull's „Disguised Ad“ und „Trick Question“.

**5. Forced Action** (dt. „erzwungenes Handeln“) ist das Erzwingen oder die Provokation einer Handlung,

um Zugriff auf eine bestimmte Funktion zu bekommen. Diese Handlung kann als ein erforderlicher Schritt in einem Prozess oder als Option, von der der Nutzer stark profitiert, getarnt sein. Zur Strategie Forced Action gehören die Untertypen Social Pyramid, Brignull's „Privacy Zuckering“ und Gamification.

### Ziel der Arbeit:

In der Bachelorarbeit soll mithilfe von Prototypen eine Studie zum Einfluss von Dark Patterns auf Usability und User Experience durchgeführt werden. In der Studie soll es sechs verschiedene Prototypen geben, einen ohne jegliche Dark Patterns und jeweils einen Prototypen mit einem Dark Pattern, sodass jede der fünf Strategien von Dark Patterns vertreten ist. Die Prototypen bilden eine Flugvergleichs- und Flugbuchungswebseite ab. Die Studienteilnehmer müssen mit einem vorgegebenen Buchungsszenario einen Flug buchen und anschließend die Usability und User Experience bewerten. Für die Bewertung werden Bewertungsskalen wie der System Usability Scale (SUS), das User Experience Questionnaire (UEQ) und der NASA Task Load index (NASA-TLX) verwendet. Die Ergebnisse der verschiedenen Prototypen mit Dark Patterns werden dann mit dem Prototyp ohne Dark Pattern, den Abbildung 1 zeigt, verglichen.

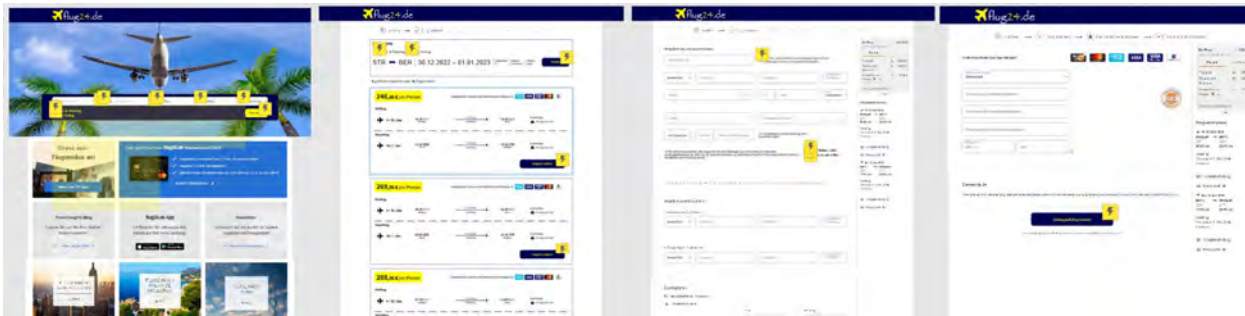


Abb. 1: Prototyp ohne Dark Patterns [1]

### Aktueller Stand und Ausblick:

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Artikels existieren bereits die Prototypen, welche mit Axure RP 10 als Klickdummies erstellt wurden. Die Prototypen mit Dark Patterns unterscheiden sich von dem ohne Dark Patterns lediglich durch das jeweilige Dark Pattern und sind ansonsten Design gleich. Das ist wichtig, damit der Unterschied der Usability und der User Experience nicht durch andere Design Entscheidungen der Prototypen verfälscht wird, sondern lediglich durch

den Einfluss des Dark Patterns. Bei der Studie hat man sich für ein Between-Subject-Design entschieden. Die unabhängige Variable ist hierbei die Art des Prototypen. Jeder Studienteilnehmer wird das Buchungsszenario nur an einem der sechs Prototypen durchführen und im Anschluss die Fragebögen (SUS, UEQ und NASA-TLX) ausfüllen. So kann man nach dem Durchführen der Studie die Prototypen anhand der ausgewerteten Fragebögen vergleichen und dadurch den Einfluss von Dark Patterns auf Usability und User Experience bewerten.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] Thomas Geis and Guido Tesch. *Basiswissen Usability und User Experience*. dpunkt.verlag, 2020.
- [3] Colin M. Gray, Yubo Kou, Bryan Battles, Joseph Hoggatt, and Austin L. Toombs. The Dark (Patterns) Side of UX Design. In -. CHI 2018 Paper, 2018.
- [4] Mario Martini, Christian Drews, Paul Seeliger, and Quirin Weinzierl. Dark Patterns - Phänomenologie und Antworten der Rechtsordnung. *Zeitschrift für Digitalisierung und Recht - Verlag C.H. Beck*, pages 47–74, 2021.
- [5] Arvind Narayanan, Arunesh Mathur, Marshini Chetty, and Mihir Kshirsagar. Dark Patterns - Past, Present, and Future. *ACM Queue*, 2020.

# Konzeptionierung und Implementierung eines Prototyps zur Traceability-Analyse von Software Anforderungen in agilen Software Entwicklungsprozessen

Julius Geyer

Mirko Sonntag

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt an der Fakultät Informatik und Informationstechnik, Esslingen

## Einleitung

Im Bereich der Entwicklung von komplexen Softwaresystemen finden vor allem agile Methoden, wie z.B. das Scrum-Framework, Anwendung. Verglichen zu plangetriebenen Entwicklungsmodellen, wie dem V-Modell, bietet eine agile Entwicklung entscheidende Vorteile. Durch die inkrementelle Entwicklung eines komplexen Softwaresystems ist es möglich Anforderungsänderungen frühzeitig zu identifizieren und in kurzer Zeit zu implementieren. Hierbei liegt der Fokus auf der kontinuierlich entwickelten Software und nicht auf dem Entwicklungsprozess. Folglich wird die Prozessdokumentation bei agilen Methoden nicht per se forciert. [3]

Demgegenüber steht die Entwicklung von sicherheitsrelevanten Softwaresystemen. Hier ist der Entwicklungsprozess meist nach Normen zertifiziert. Dadurch werden rechtliche Konsequenzen im Schadensfall beschränkt. Durch die Zertifizierung wird ein striktes Vorgehensmodell bei der Entwicklung von sicherheitsrelevanten Softwaresystemen vorgegeben. Ein Beispiel für ein zertifiziertes Vorgehensmodell ist das V-Modell nach der Norm ISO 26262. Diese Norm zertifiziert das Entwickeln für sicherheitsrelevante elektrische und elektronische Systeme in Kraftfahrzeugen. Neben dem Vorgehensmodell werden außerdem weitere anzuwendende Methoden festgelegt. Beispielsweise ist für ein nach der ISO-Norm 26262 zertifiziertes Produkt der Prozess des Anforderungsmanagements von Bedeutung. Hier werden sicherheitsrelevante Anforderungen definiert. Zudem wird die Implementierung der Requirements validiert. Zur Gewährleistung einer korrekten Implementierung ist es nötig die Anforderungen mit nachgelagerten Artefakten (wie z.B. Tests) zu verknüpfen. [4]

Ein Vergleich der agilen Methoden mit den normzertifizierten Vorgehensweisen zeigt auf, dass sich die Entwicklungsansätze in weiten Teilen unterscheiden. Denn normzertifizierte Vorgehensweisen legen einen

strikten Fokus auf die Entwicklungsmethoden. Wohingegen sich die agilen Methoden auf die Software als Produkt konzentrieren. Hierdurch entsteht ein großer Freiraum im Entwicklungsprozess.

## Problemstellung

Wie in der Einleitung erläutert, unterscheiden sich agile Methoden in großen Teilen zu einem normzertifizierten Entwicklungsansatz. Falls ein komplexes und gleichzeitig sicherheitsrelevantes Softwaresystem entwickelt werden soll, eignet sich keiner der zuvor beschriebenen Ansätze vollkommen. Um ein Softwaresystem agil und sicher entwickeln zu können ist es essenziell die agile Methodik mit Prozessen, welche einem normkonformen Vorgehen entsprechen, zu erweitern. Ein Ansatz zur Erweiterung der agilen Methoden ist der Einsatz eines Knowledge Graphens, welcher die Anforderungen sowie daraus abgeleitete weitere Artefakte beinhaltet.

## Knowledge Graph

Ein Knowledge Graph nach dem „Resource Description Framework“ (kurz RDF) besteht im Kern aus mehreren Tripeln. Als Triple bezeichnet man die atomare Dateneinheit, welche aus zwei Knoten und einer Kante besteht. Die Kante ist gerichtet und verbindet beide Knoten miteinander. Der Ursprungsknoten der Kante wird als Subjekt, die Kante selbst als Prädikat und der Endknoten als Objekt bezeichnet (siehe Abb. 1). [6]

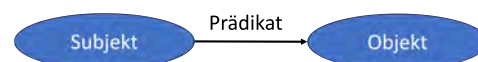


Abb. 1: Tripel [2]

Ein Triple drückt semantische Information in Form von Subjekt, Prädikat und Objekt aus.

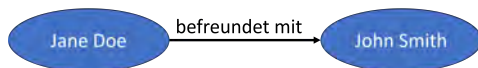


Abb. 2: Beispiel eines Triples [2]

In der Abbildung 2 ist der Satz „Jane Doe ist mit John Smith befreundet“ als Triple dargestellt. Das Subjekt „Jane Doe“ ist über das Prädikat „befreundet mit“ mit dem Objekt „John Smith“ verbunden. Ein Knowledge Graph wird durch mehrere Triple, welche teilweise miteinander verbunden sind, gebildet.

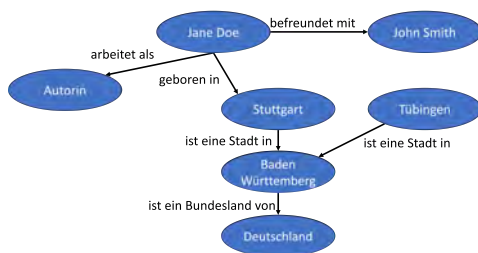


Abb. 3: Beispiel eines Knowledge Graphs [2]

In der Abb. 3 bildet das zuvor beschriebene Triple zusammen mit weiteren semantischen Tripeln einen Knowledge Graphen. Der Vorteil eines Knowledge Graphens ist die Verknüpfung von verschiedenen Informationen. Hierdurch lassen sich Informationen leichter in Zusammenhang setzen. Außerdem ist es möglich nachzuvollziehen wie die Information im Gesamtkontext verbunden ist, um eventuelle Wechselwirkungen mit anderen Informationen zu identifizieren. Somit kann ein Knowledge Graph im Zusammenhang des Anforderungsmanagements bei der agilen Entwicklung von sicherheitskritischen Softwaresystemen verwendet werden. Es ist möglich die Anforderungen mit dafür vorgesehenen Tests und Testergebnisse zu verknüpfen. Des Weiteren können Anforderungen mit übergeordneten Artefakten, wie z.B. rechtliche Rahmenlinien verknüpft werden. Hierbei spielt vor allem die Nachvollziehbarkeit/Rückverfolgbarkeit (Traceability) der einzelnen Artefakte eine große Rolle. [1]

## Traceability

Unter Traceability versteht man das Nachvollziehen von Beziehungen zwischen Artefakte, wie z.B. zwischen Requirements und Tests. Darüber hinaus lässt sich die Requirements Traceability definieren. Diese bezeichnet die Fähigkeit eine Anforderung bis hin zu ihrem Ursprung, wie eine rechtliche Rahmenlinie, zurückzuverfolgen. Ein weiteres Kriterium der Requirements Traceability ist die Verfolgbarkeit der Anforderung über die Spezifikation bis hin zur Entwicklung und Implementation des Systemteils, welcher die Anforderung erfüllt. Die Verwendung eines Knowledge

Graphens zur Steuerung, Kontrolle, Verwaltung und Dokumentation von Anforderungen ist eine Möglichkeit die agilen Methoden zu erweitern. Dadurch wird einer von vielen Gesichtspunkten zur agilen und gleichzeitig normzertifizierten Vorgehensweise zur Entwicklung von sicherheitsrelevanten Softwaresystemen erfüllt. Der Knowledge Graph erweist sich hierbei als volatil, da sich die Anforderungen an das Softwaresystem aufgrund des agilen Entwicklungsansatzes ständig ändern bzw. erweitern können. Im Knowledge Graphen wird ein aktueller Stand der Anforderungen sowie der verknüpften Artefakte abgebildet. Änderungen der Anforderungen, anderer Artefakte oder der Verlinkung werden im Knowledge Graphen sofort dargestellt, sodass der Graph ein aktuelles Abbild aller Artefakte und deren Verknüpfungen ist. Daher sind eine Dokumentation der Historie und eine hohe Requirements Traceability essenzielle Aspekte, um zu verstehen wie sich Anforderungsänderungen auf das System, den Knowledge Graphen und insbesondere auf die verlinkten Artefakte (z.B. Tests) auswirken. Zur Gewährleistung einer hohen Traceability und Requirements Traceability innerhalb des Knowledge Graphens ist es wichtig mögliche Fehler (wie z.B. fehlende Beziehungen) zu detektieren und zu korrigieren. Hierzu empfiehlt sich die Definition von systemspezifischen Trace Chains. Unter Trace Chains versteht man die Verknüpfung von mehreren Artefakten in einer Kette. [5]

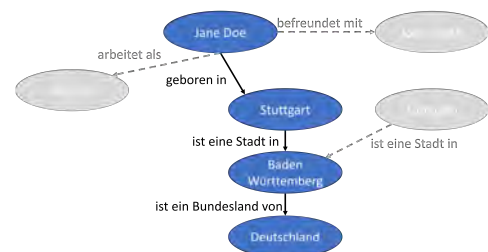


Abb. 4: Beispiel einer Trace Chain [2]

In der Abb. 4 ist ein Ausschnitt aus dem Knowledge Graphen der Abb. 3 markiert. Diese Verkettung von mehreren Tripeln lässt sich als Trace Chain definieren. In diesem Beispiel wird eine Person (Jane Doe) mit einem Geburtsland (Deutschland) über die Geburtsstadt und dem dazugehörigen Bundesland verbunden. Diese Verbindung sollte bei jeder Person vorhanden sein. Äquivalent hierzu lassen sich Trace Chains für Requirements definieren. Durch die Überprüfung dieser definierten Ketten lässt sich eine erhöhte Traceability realisieren, da fehlerhafte oder fehlende Verknüpfungen detektiert werden können. Bei Anforderungsänderungen lassen sich möglich Wechselwirkung auf weitere Artefakte nur erkennen, sofern das Requirement korrekt im Knowledge Graphen verlinkt ist. Zusätzlich zur Bestimmung von fehlerhaften oder

fehlenden Verbindungen via definierte Trace Chains, ist die Prädiktion von korrekten Verlinkungen bei zuvor festgestellten Fehlern (Link Prediction). Die Vorhersage von Verlinkungen im Knowledge Graph ist ein Teilbereich der Knowledge Graph Completion.

## Link Prediction

Unter der Knowledge Graph Completion versteht man die Vervollständigung eines fehlerhaften Knowledge Graphens. Ein Teilbereich hierbei ist die Link Prediction. In diesem Zusammenhang wird zu einem gegebenen Subjekt- Prädikat- Paar das dazugehörige Objekt bestimmt. Anschließend kann die vorhergesagte Verlinkung nach einer Validation im Graphen ergänzt werden. Wodurch wiederum eine erhöhte Datenqualität des Graphens und eine verbesserte Traceability erzielt wird. Eine Möglichkeit zur Umsetzung der Link Prediction ist die Verwendung von Knowledge Graph Embeddings.

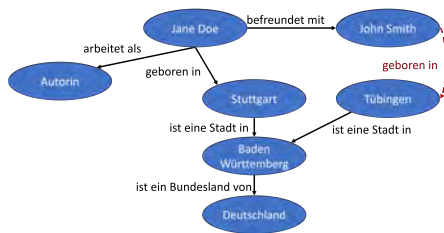


Abb. 5: Link Prediction im Knowledge Graph [2]

In der Abb. 5 wird die fehlende Verbindung zwischen John Smith und der Stadt Tübingen rot markiert.

Die beispielhafte Trace Chain der Abb. 4 wird somit verletzt, da die Person John Smith nicht mit einem Geburtsland verbunden ist. Für eine korrekte Link Prediction müsste in diesem Beispiel die Person John Smith mit der Stadt Tübingen über die Beziehung „geboren in“ vorhergesagt werden. Semantisch wäre auch eine Verlinkung zwischen John Smith und der Stadt Stuttgart möglich. Daher wären in diesem Beispiel weitere Tripel (Informationen) für eine aussagekräftigere Link Prediction nötig. [7] [1]

## Ziel der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung und prototypische Implementation eines Konzeptes zur Verbesserung der Traceability innerhalb eines Knowledge Graphens. Das Ziel lässt sich in sich drei Meilensteine gliedern. Als erstes die Definition von System- und Knowledge Graph spezifischen Trace Chains. Außerdem ist die Ermittlung fehlerhafter Trace Chains essenziell. Hierbei ist die Detektion des fehlerhaften Triples innerhalb dieser Kette wichtig. Denn anhand jedes fehlerhaften Triples soll als letzter Meilenstein eine korrekte Vorhersage der fehlerhaften oder fehlende Beziehung durchgeführt werden. Anschließend kann die vorhergesagte Verlinkung nach einer Validation im Knowledge Graphen ergänzt werden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der implementierte Prototyp den agilen Entwicklungsprozess eines sicherheitskritischen Softwaresystems unterstützen soll. Der Prototyp erkennt Fehler in den definierten Trace Chains und bietet durch dem Entwickler durch die Link Prediction einen ersten Lösungsansatz.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Rossi Andrea, Firmani Donatella, Matinata Antonio, Merialdo Paolo, and Barbosa Denilson. Andrea Rossi, Donatella Firmani, Antonio Matinata, Paolo Merialdo, Denilson Barbosa. *association for computing machinery*, 2020.
- [2] Eigene Darstellung.
- [3] Sommerville Ian. *Software Engineering*. Pearson, 2018.
- [4] Organization for Standardization International. *Road vehicles. Functional safety*. British Standards Institution, 2018.
- [5] Gotel Orlena and Finkelstein Anthony. An Analysis of the Requirements Traceability Problem. *IEEE*, 1994.
- [6] Consortium World Wide Web. RDF 1.1 Concepts and Abstract Syntax. <https://www.w3.org/TR/rdf11-concepts/>, 02 2014.
- [7] Wang Xiao, Bo Deyu, Shi Chuan, Fan Shaohua, et al. A Survey on Heterogeneous Graph Embedding: Methods, Techniques, Applications and Sources. *IEEE*, 2022.

# Das Security Operations Center as a Service als IT-Sicherheitslösung für kleine und mittelständische Unternehmen der Versorgungswirtschaft

Maximilian Gittel

Tobias Heer

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Fichtner IT-Consulting, Stuttgart

## Motivation und Problemstellung

Durch die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung von Unternehmen in allen Geschäftsbereichen rückt die Absicherung eben dieser Digitalen Systeme in den Fokus um sich vor Angriffen zu schützen und die Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit von Daten und Systemen zu gewährleisten. Für viele Unternehmen sind Cyber-Angriffe mittlerweile Alltag, so gaben in einer Umfrage 46% der Befragten in Deutschland an, ihr Unternehmen sei 2022 Ziel eines solchen Angriffs geworden. [1]

Die IT-Sicherheit wird zu einer strategischen Schlüssel-funktion, deren Umsetzung essenziell ist. Dabei kann ein nicht ausreichendes Sicherheitsniveau bei einem erfolgreichen Angriff schwerwiegende Folgen wie etwa den Verlust sensibler Daten, eine Lahmlegung des Unternehmens oder Ansehens und Vertrauensverlust von Kunden mit sich führen. Je nach Schwere des Angriffs kann dies sogar existenzbedrohend für Unternehmen sein.

Im Bereich der Versorgungswirtschaft zu dem die Sektoren Energie und Wasser gehören können Angriffe Folgeschwerer sein da es zum Beispiel zu Versorgungsengpässen für die Bevölkerung kommen kann. Daher werden beide Sektoren vom Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) als Kritische Infrastruktur (KRITIS) bewertet. Dadurch unterliegen die Unternehmen der Branche verschärften Gesetzlichen Regelungen und haben mehr Nachweispflichten für ihre Sicherheitskonzepte. [3]

Die meisten Unternehmen der Branche sind kleine und mittlere Unternehmen (KMU) die oftmals von Kommunen betrieben werden. Gerade diesen KMU fällt es aber meist schwer eine ausreichende Absicherung der IT zu erreichen. Es fehlt oftmals an ausreichend Know-how und technischem Verständnis sowie ausreichenden Finanzmitteln.

Die Herausforderung für ein Unternehmen, um einen guten Sicherheitsstandart zu erreichen ist groß, denn

es gilt, die verschiedenen Geräte, Netzwerke, Daten und Informationen, die ein Unternehmen besitzt und produziert abzusichern und fortlaufend zu überwachen. Da die IT kein statisches Konstrukt ist, sondern sich ständig verändert und weiterentwickelt muss sich auch die IT-Sicherheit eines Unternehmens dementsprechend kontinuierlich verbessern.

Ein Ansatz zum Managen der IT-Sicherheit, der vor allem von großen Unternehmen genutzt wird, ist das sogenannte Security Operations Center, eine Organisationseinheit die zentral Verantwortlich für die Steuerung und Überwachung der vom Unternehmen eingesetzten Werkzeuge und Maßnahmen ist. Für KMU ist ein eigenes SOC aufzubauen meist nicht möglich da die Komplexität und kosten zu groß für die Unternehmen sind. Es gibt jedoch auch die Möglichkeit des SOC as a Service, bei dem der Betrieb des SOC an ein darauf spezialisiertes Unternehmen abgegeben wird. [1] Die Unternehmen können so viele der Vorteile eines SOC nutzen und vermeiden gleichzeitig die Probleme, die ein internes SOC kleinen und mittleren Unternehmen bereitet.



Abb. 1: Anteil der Unternehmen die eine Cyber-Attacke erlebt haben [2]

## Security operations Center

Ein Security Operations Center ist eine zentrale Einheit an in der das Informationssicherheitspersonal die Informations- und Kommunikationstechnologie sowie IT-Infrastruktur eines Unternehmens überwacht werden soll. Es soll eine möglichst Ganzheitliche Sicherheit erreicht werden indem Informationen und Events an einem Definierten Punkt im Unternehmen zusammenlaufen. Die vier Hauptaufgaben des SOC bestehen aus der Abschreckung, der Proaktiven und Reaktiven Kontrolle sowie der Analyse. 2

Die Grundlagen auf die ein SOC aufbaut sind Mitarbeiter wie Sicherheitsanalysten, Prozesse Prozeduren und Technologien nutzen um ein Umfassendes System zur Sicherung des Unternehmens zu schaffen.



Abb. 2: Strategische Ziele eines SOC [5]

## Design

Ziel der der Bachelorarbeit ist die Eignung eines SOC as a Service für KMU der Versorgungsbranche und den Onboarding Prozess zu untersuchen.

Dazu werden Experteninterviews mit Mitarbeitern der IT-Sicherheit von kleinen und mittleren Unternehmen der Versorgungsbranche geführt. Die Interviews werden unter Verwendung eines Leitfadens geführt um Vergleichbare Antworten zu erhalten. Anschließend müssen die Interviews analysiert werden. Ergebnis der Interviews soll eine Evaluation von möglichen Funktionen und Prozessen, die ein SOC as a Service für die Unternehmen übernehmen kann sowie die Eignung des Services als IT-Lösung für KMU der Branche. Des Weiteren sollen mögliche Schnittstellen und der Onboarding Prozess betrachtet werden. Dabei gilt es immer auch den besonderen Auflagen, die durch die KRITIS Verordnung des Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik definiert werden zu beachten.

## Verwandte Arbeiten

Als Verwandte Arbeiten gibt es das Whitepaper „Security Operations Center für KMU – ein pragmatischer Ansatz“ [1] der Firma Bosch CyberCompare in dem die Vorteile für eines SOC für KMU und eine erfolgreiche Implementation beschrieben werden. In „Cyber security operations center characterization model and analysis“ [4] wird ein Charakterisierung Modell erstellt das als Framework und Analysetool für Kollaboration und Diskussion von Unternehmen, die ein SOC betreiben dienen soll.

## Ergebnis

Das Ergebnis der Arbeit soll eine Orientierungshilfe für KMU bereit stellen die Interesse haben ein SOC as a Service zu nutzen und eine mögliche Implementation unterstützen. Den Unternehmen soll die Entscheidung erleichtert werden ob und welche Funktion für Sie wertvoll sein könnten um eine gute Absicherung ihrer IT zu erreichen.



## Literatur und Abbildungen

- [1] Bosch CyberCompare. Security Operations Center für KMU – ein pragmatischer Ansatz. <https://business-services.heise.de/security/security-management/beitrag/security-operations-center-fuer-kmu-ein-pragmatischer-ansatz-4225>, 01 2022.
- [2] Research Forester. Anteil der Unternehmen, die in den letzten 12 Monaten eine Cyber-Attacke erlebt haben, in ausgewählten Ländern im Jahr 2022. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1230157/umfrage/unternehmen-die-in-den-letzten-12-monaten-eine-cyber-attacke-erlebt-haben/>, 08 2022.
- [3] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. Was sind Kritische Infrastrukturen? [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/KRITIS-und-regulierte-Unternehmen/Kritische-Infrastrukturen/Allgemeine-Infos-zu-KRITIS/allgemeine-infos-zu-kritis\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/KRITIS-und-regulierte-Unternehmen/Kritische-Infrastrukturen/Allgemeine-Infos-zu-KRITIS/allgemeine-infos-zu-kritis_node.html), 01 2022.
- [4] Sitaram Kowtha et al. Cyber security operations center characterization model and analysis. In *2012 IEEE Conference on Technologies for Homeland Security (HST)*, pages 470–475. IEEE, 2012.
- [5] C. Onwubiko. Cyber security operations centre: Security monitoring for protecting business and supporting cyber defense strategy. In *2015 International Conference on Cyber Situational Awareness, Data Analytics and Assessment (CyberSA)*. IEEE, 2015.

# Leistungsvorhersagen für Windkraftanlagen basierend auf Messdaten und Ensemble-Prognosen

Goetz Grimmer

Steffen Schober

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt an der Fakultät Informatik und Informationstechnik, Esslingen

## Einleitung

Durch den Umbau der Energieversorgung im Stromnetz auf erneuerbare Systeme ergeben sich neue Herausforderungen auf die Sicherstellung der Versorgung. Ein wichtiger Baustein ist dabei die Abschätzung der erbrachten Leistung von erneuerbaren Systemen, basierend auf der Wettervorhersage und die Auswirkung auf z. B. Windkraftanlagen. So kann auf Basis von bekannten Systemgrößen und vergangenen Wetteraufzeichnungen, sowie deren Vorhersagen abgeschätzt werden, inwieweit eine Leistungsvorhersage durch eine Wettervorhersage möglich ist.

## Idee

Jede Form von Modell benötigt eine Systembeschreibung, die es ermöglicht auf Basis eines Eingabewertes eine Prädiktion zu erstellen. Dabei gibt es verschiedene Ansätze der Modellfindung, die auf dem Lösen eines Optimierungsproblems, bezüglich dem Finden des besten beschreibenden Parametersets besetzt.

**Parameterfreie Systeme:** Modelle, deren Struktur und Parameter durch ein Optimierungsproblem beschrieben werden. Findet dieser Ansatz eine Lösung, so ist dies auf das graduelle Lösen des Optimierungsproblems zurückzuführen.

**Physikalische Systeme:** Modelle mit einer vorgegebenen auf physikalischen Prozessen basierende Struktur. Hierbei löst das Optimierungsproblem die Suche nach dem besten Parameter für das physikalische System. Für eine Leistungsvorhersage sind parameterbehaftete Modelle vorzuziehen, da sie eine deutlich bessere Nachvollziehbarkeit haben und auf physikalisch eindeutige Probleme zurückzuführen sind. Die Zufallsprozesse und Modellabweichungen lassen sich durch komplexe Modellparameter abbilden und geben damit eine Systemunsicherheit wieder.

## Grundlagen

Windkraftanlagen werden durch ein physikalisches Modell beschrieben, welches eine Ableitung der Leistung durch verschiedene aufgezeichnete Parameter ermöglicht. Mit der Formel  $P_0 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$  lässt sich die im Wind enthaltene Leistung berechnen. Eine schematische Darstellung in Abbildung 1 zeigt dies an einer Windkraftanlage. Windräder sind nicht in der Lage die vollständig enthaltene Leistung aus dem Wind zu entziehen, es gibt hierzu ein theoretisches Maximum der möglichen Leistung die dem Wind, abhängig des Rotorentyps, entzogen werden kann. Der meist verwendete Rotorentyp ist der „Auftriebsläufer“, der nach den Gleichungen von Bernoulli durch die Flügelform und der Luftströmung eine Auftriebskraft erzeugt. Drei dieser Rotoren werden an einer horizontalen Drehachse angebracht und sind damit der weiterverbreitete Typ an Windkraftanlagen.

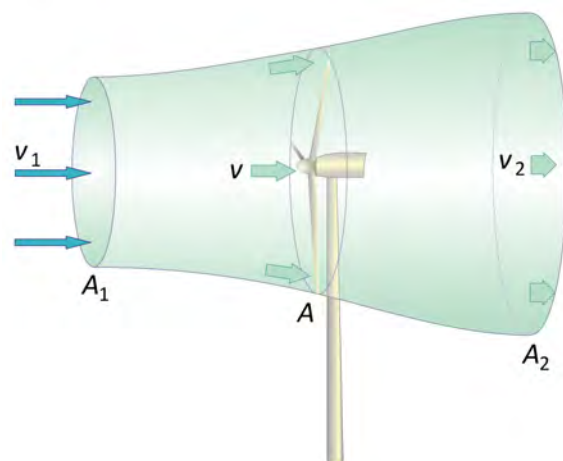


Abb. 1: Strömungsverlauf bei einer frei umströmten Windturbine [4]

Das Verhältnis von im Wind enthaltene Leistung zu tatsächlich entzogener Leistung wird als Leistungsbeiwert bezeichnet und berechnet sich mit  $c_p =$

$\frac{P_N}{P_0}$ . Das theoretische Maximum wird als *Betz'scher Leistungsbeiwert* bezeichnet und wird mit  $c_{p,Betz} \approx 0,593$  angegeben.

Der Leistungsbeiwert einer Windkraftanlage ist zusätzlich abhängig von der Windgeschwindigkeit bei konstanter Drehzahl. Windkraftanlagen sind so ausgelegt, dass die Nennleistung schon bei einer mittleren Windgeschwindigkeit erreicht wird und der Abfall des Leistungsbeiwerts bei höherer Windgeschwindigkeit zu keinem Abfall der Leistung führt. Im Gegenteil, es muss durch eine aktive Regelung der Winkel der Rotorblätter der Leistungsbeiwerts herabgesetzt werden, um den Generator der Windkraftanlage nicht zu überlasten.

Die Berechnung des Leistungsbeiwerts ist komplex, es sind aufwendige Kalkulationen über die aerodynamischen Verhältnisse der Rotorblätter notwendig. Entsprechend wird der Leistungsbeiwert meist durch Messung bestimmt. [4]

Die Bestimmung des Leistungsbeiwerts für eine überwachte Windkraftanlage spielt eine zentrale Rolle bei der Leistungsvorhersage.

## Datensatz

Zur Bestimmung des Leistungsbeiwerts und der Berechnung von Leistungsvorhersagen müssen jeweils zwei unterschiedliche Datensätze bereitgestellt werden:

**Umgebungsdaten:** Ermöglicht die Bestimmung der im Wind enthaltene Leistung, sowie durch Windkraftanlage erzeugte Leistung. Damit kann der anlagen- und standortspezifische Leistungsbeiwert bestimmt werden. Die Daten stammen aus Sensoraufzeichnungen an der Anlage vor Ort.

**Wetterprognosen:** Ermöglicht die Bestimmung der Leistung. Mit der ermittelten Kennlinie aus dem ersten Datensatz lässt sich eine Leistungsvorhersage errechnen.

Die Daten zu den Windkraftanlagen wurden freundlicherweise durch das WiKKI-Projekt bereitgestellt. Dabei handelt es sich um fünf Windkraftanlagen des Typs E-115 von Enercon am Standort „Ellwanger-Berge“. Die Windkraftanlagen sind Teil eines größeren Windparks. Der Datensatz hat eine zeitliche Auflösung von 10 Minuten.

Die Wetterprognosen werden hingegen durch die Firma WEPROG zur Verfügung gestellt. Jede Prognose umfasst 75 Einzelmodelle mit einem Zeithorizont von jeweils 48h. Alle 6h wird eine neue 48h Prognose erzeugt. Der Datensatz hat eine zeitliche Auflösung von einer Stunde.

## Modell

Für eine präzise Vorhersage ist ein möglichst eindeutige Abbildung des Leistungsbeiwerts über die Windgeschwindigkeit notwendig. Der Datensatz mit

den Sensordaten bedarf dafür einer umfangreichen Aufarbeitung. So müssen Abriegelungen der Windkraftanlagen möglichst identifiziert und entfernt werden. Auch Datensätze die fehlerhaft sind oder sich nicht im spezifizierten Leistungsbereich der Windkraftanlage befinden sind zu entfernen. Ebenso muss eine gegenseitige Verschattung der Anlagen im Windpark mit einbezogen werden.

Die gefilterten Datenpunkte bilden mittels einer Gauss-Regression den Leistungsbeiwert ab. Die Datenpunkte werden hierbei als Gauss-Prozess angenommen und die dabei berechnete Kurve gibt den mittleren Leistungsbeiwert bei gegebener Windgeschwindigkeit zurück. Das Rauschen um den Leistungsbeiwert wird durch ein additives Modell ermittelt und gibt die Modellunsicherheit an. [5] In Abbildung 2 ist hierzu die Regression mit den Modellunsicherheiten abgebildet. Zum Vergleich ist ein Auszug der Regressionspunkte des berechneten Leistungsbeiwerts enthalten.

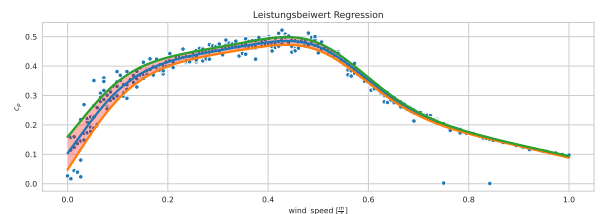


Abb. 2: Regression des Leistungsbeiwerts und dessen Rauschen [1]

Auf Basis dieses Modells lässt sich mit dem WEPROG Ensembleprognosen eine Leistungsvorhersage erzeugen. Jedes Ensemble basiert dabei auf einem eigenen numerischen Wettermodell, welches verschiedene Bedingungen vorhersagt. Dabei sind Modelle die Extremereignisse (Sturm, Flauten) und Reglergebnisse enthalten. Die Interpretation und Nutzung der dabei entstehenden probabilistischen Aussagen ist die Herausforderung, die es dabei zu lösen gilt. In Abbildung 3 wird eine solche Vorhersage exemplarisch an einer Windkraftanlage demonstriert. Die Stärken der indigofarbenen Flächen zeigen die Dichte der Ensemblevorhersagen an. Je dunkler, desto mehr Ensembles liegen in einem 250 Watt Band. Die überlagernde gelbe Fläche ergibt sich aus den gemittelten Sensoraufzeichnungen der im gleichen Zeitraum erfolgten Aufzeichnungen der Windkraftanlage. Die Maxima und Minima der Fläche errechnen sich aus den Schwankungen der Windgeschwindigkeiten vor Ort, die Kennlinie zwischen den Flächen stellt die mittlere Leistung dar. Der Zeithorizont der Prädiktion umfasst 6h mit einem Nowcast ab Beginn.

[3] [2]

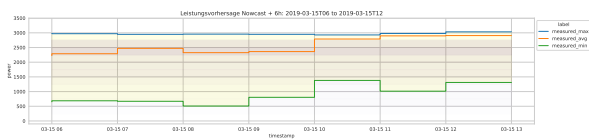


Abb. 3: 6h Prädiktion mit Nowcast und Darstellung der Leistung durch die Sensoraufzeichnungen an einer Windkraftanlage [1]

## Ausblick

Mit diesem System lässt sich für jedes Windrad in jedem Windkraftpark eine maßgeschneiderte Prädiktion der Leistung berechnen. Mit zusätzlichen Informationen, wie z.B. einer Verschattung durch andere Windräder, lässt sich die Leistungsvorhersage immer weiter verfeinern.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] Tao Hong, Pierre Pinson, Yi Wang, Rafał Weron, Dazhi Yang, and Hamidreza Zareipour. Energy Forecasting: A Review and Outlook. *IEEE Open Access Journal of Power and Energy*, 7:376–388, 2020.
- [3] Corinna Möhrlein, Ricardo J. Bessa, and Nadine Fleischhut. A decision-making experiment under wind power forecast uncertainty. *Meteorological Applications*, 29, 2022.
- [4] Volker Quaschnig. *Regenerative Energiesysteme*. Carl Hanser Verlag München, 11 edition, 2022.
- [5] Carl Edward Rasmussen and Chris Williams. *Gaussian Processes for Machine Learning*. Massachusetts Institute of Technology, 2006.

# Training and deployment of machine learning model for anomaly detection in control unit measurements

Sebastian Gropper

Markus Enzweiler

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Robert Bosch GmbH, Kallenberg

## Einleitung

Im Rahmen der Entwicklung und Applikation von Hardware und Software für Motorsteuergeräte können bei Testfahrten bestimmte Softwaresignale (z.B. Druck, Temperatur, Geschwindigkeit, Drehzahlen) aufgezeichnet werden. Da für ein System oder eine Softwarefunktion bestimmte Parameter eingehalten werden müssen, ist es notwendig diese mithilfe von Messungen auf korrektes Verhalten zu überprüfen. Die Überprüfung wird dabei von Ingenieuren durchgeführt, welche korrektive Maßnahmen einleiten können, sollten Sie eine Anomalie in den Messdaten entdecken.

## Problemstellung

Es gibt verschiedene Ansätze die Messdaten auf ein korrektes Verhalten zu überprüfen. Eine Möglichkeit ist es, dass ein Ingenieur die einzelnen Signale in einer Messung manuell auswertet. Da dieses Verfahren sehr zeitaufwändig ist, wird es in der Praxis eher selten verwendet. Die Analyse des Ladedrucksignals eines Turboladers, welches nach der Verdichtung der Umgebungsluft auf der Einlassseite eines Verbrennungsmotors gemessen wird, gestaltet sich zudem als schwierig. Für ungeübte Ingenieure ist es nahezu unmöglich, eine Anomalie in solch einer Messung zu erkennen. Selbst sehr erfahrene Ingenieure erkennen im Durchschnitt nur die Hälfte der Anomalien in einer Messung. Eine weitere Möglichkeit ist die automatisierte Auswertung mit einem regelbasierten Tool. Die Auswertung mit diesem Tool benötigt im Vergleich zur manuellen Auswertung deutlich weniger Zeit. Des Weiteren läuft diese automatisch und der Ingenieur kann in der Zwischenzeit an einer anderen Aufgabe arbeiten. Wie bei der manuellen Auswertung zeigt sich das Problem, dass bei einer automatisierten Auswertung die Erkennung von Anomalien nicht ausreichend ist. Obwohl das regelbasierte Tool gut parametrisiert ist, erkennt es auch hier nur ungefähr die Hälfte der Anomalien. Das liegt daran, dass nicht alle

Betriebsbedingungen durch Regeln abgedeckt werden können.

## Ziel der Arbeit

Das Ziel der Arbeit ist, die Anomalieerkennung des Ladedrucks eines Turboladers zu verbessern. Dafür soll mithilfe des Maschinellen Lernens ein Modell trainiert werden, welches den Ladedruck mithilfe von einigen Eingangssignalen vorhersagen kann. Der Wert, welcher vom Modell vorhergesagt wird, wird anschließend mit dem echten, gemessenen Wert verglichen. Da die beiden Werte nicht exakt übereinstimmen, ist eine mehrstufige Toleranz für den Wert des Modells notwendig. Diese einzelnen Stufen geben vor, wie hoch die Abweichung für einen bestimmten Zeitraum sein darf. Des Weiteren sollen die verschiedenen Eingangsgrößen überprüft werden. Sind diese außerhalb des Bereiches, mit welchem das KI-Modell trainiert wurde, kann nicht sichergestellt werden, dass sich das Modell richtig verhält und der korrekte Ladedruck vorausgesagt wird. Deshalb wird zusätzlich zum Ladedruck und der Toleranz ein Bit als Ausgangsgröße ausgegeben, welches die Eingangsparameter überprüft und den Bereich als gültig bewertet. Nachdem das Modell trainiert wurde, soll es anschließend in die Toolkette eingebunden werden. Als Basis dient eine auf Machine Learning basierende Lösung, welche bereits bei einem anderen Projekt erfolgreich eingeführt worden ist. Mit ihr konnte die Analysequalität bereits nachweislich verbessert werden.

## Datenaufbereitung

Als Datensatz werden die Messdaten der vergangenen Jahre verwendet, welche während verschiedener Erprobungsfahrten aufgezeichnet wurden. Es wird dabei davon ausgegangen, dass diese Daten keine Fehler enthalten, da diese Daten bereits von dem regelbasierten Tool bzw. Ingenieuren überprüft wurden. Allerdings ist es nicht auszuschließen, dass einige dieser

Messdaten Fehler enthalten. Da nicht alle Messungen die benötigten Messsignale enthalten, werden diese aussortiert. Anschließend werden die Messdaten in kleinere Teile zugeschnitten. Dies ist notwendig, da man verschiedene Ereignisse wie z.B. „Motor aus“ nicht für das Training des KI-Modells benötigt.

## Unterteilung des Datensatzes

Um den Datensatz nun in Trainings- und Validation Datensatz zu unterteilen, wird die Hausdorff Distanz berechnet. Die Hausdorff Distanz gibt an, wie stark sich die einzelnen Messungen voneinander unterscheiden. Ist der Wert groß, so unterscheiden sich z.B. zwei Messungen sehr stark voneinander [3]. Es wird dabei der Teil der Messungen für den Trainingsdatensatz verwendet, welcher den größeren Abstand hat. Die Trainingsdaten können, wie in Abbildung 1 zu sehen, im Programm ASCMO Dynamic mit einem Mausklick ausgewählt werden. Jeder blaue Punkt steht dabei für eine Messung und deren jeweiligen Hausdorff Distanz. Die roten Punkte stellen die Anzahl an Messpunkten in der jeweiligen Messung dar. Dabei werden ungefähr die Hälfte der Messungen für den Trainingsdatensatz und die andere Hälfte für den Validation Datensatz verwendet. Der Testdatensatz besteht aus neueren Messungen, welche im Verlauf der Bachelorarbeit aufgenommen wurden.



Abb. 1: ASCMO Dynamic berechnung der Hausdorff Distanz [2]

## Maschinelles Lernen

Das verwendete Tool ASCMO Dynamic bietet die Möglichkeit ein RNN (Recurrent neural network) oder ein NARX (Nonlinear Autoregressive Exogenous) Modell zu trainieren [1]. Das NARX-Modell bietet die Möglichkeit ein Eingangssignal mit einem Delay zu versehen. Damit ist es möglich, ein Signal als mehrfaches Eingangssignal mit verschiedenen Delay zu verwenden, was bei einem RNN-Modell nicht möglich. Durch das verzögerte Ansprechverhalten des Turboladers ist das NARX-Modell hier zu bevorzugen, da es hier notwendig ist die Vergangenheit zu betrachten, um eine korrekte Vorhersage des Ladedrucks machen zu können. In Abbildung 2 ist der gemessene Ladedruck einer Testmessung in schwarz und die Modelvorhersage in blau dargestellt. In dieser Messung ist zu erkennen, dass sich das Modell auch in dynamischen Fahrsituationen korrekt verhält.

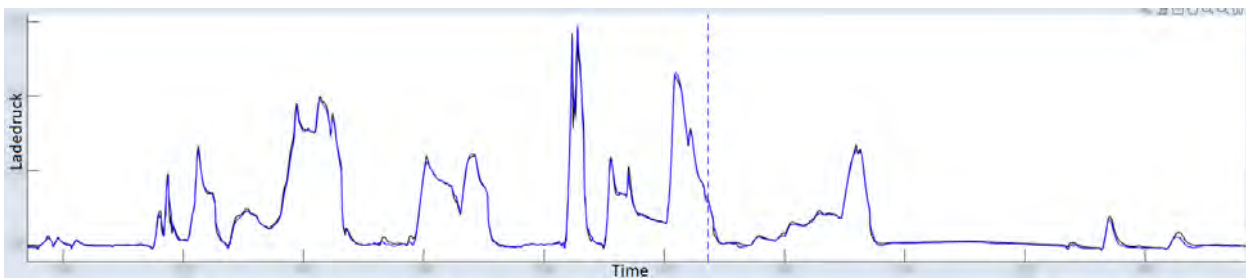


Abb. 2: Ladedruck Real vs. Prediction [2]

## Literatur und Abbildungen

- [1] Authors Anonymous. ANALYZING AND EXPLOITING NARX RECURRENT NEURAL NETWORKS FOR LONG-TERM DEPENDENCIES. <https://openreview.net/pdf?id=r1pW0WZAW>, 2018.
- [2] Eigene Darstellung.
- [3] Normand Grégoire and Mikael Bouillot. Hausdorff distance between convex polygons. <http://cgm.cs.mcgill.ca/~godfried/teaching/cg-projects/98/normand/main.html>, 1998.

# Konzeption und Implementierung einer BI-gestützten Reporting Lösung für das Laufzeitmanagement von Motorsportbauteilen mit Anbindung an ein ERP-System

Jonathan Fritz Guenther

Dirk Hesse

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG, Weissach

## Einführung

Durch die immer weiter fortschreitende Digitalisierung wird das Leben der Menschen immer schneller und datengetriebener. Entscheidungen werden immer weniger aus dem Bauch heraus getroffen, sondern auf der Grundlage von großen Datenmengen, die oft als das Gold des digitalen Zeitalters bezeichnet werden. Die Menge an generierten und replizierten Daten nimmt im Laufe der digitalen Transformation exponentiell zu. Dies zeigt eine im September 2021 veröffentlichte Statistik, die prognostiziert, dass 2025 das Volumen der jährlich generierten und replizierten digitalen Datenmenge weltweit auf 181 Zettabyte (181.000.000.000.000.000 Bytes) steigen wird. Das sind rund 117 Zettabyte mehr und somit fast eine Verdreifachung der Datenmenge gegenüber dem Jahr 2020 (64,2 Zettabyte). [4]

## Grundlage

Das Reporting ist ein Teil des Controllings und hat kurz gesagt die Aufgabe, die exponentiell steigenden großen Datenmengen zu verarbeiten. In der Literatur wird Reporting als „die Informationsbedarfsermittlung, -beschaffung, -aufbereitung, -bereitstellung, -nutzung und -analyse aller steuerungs- und entscheidungsrelevanter Informationen des Betriebs und seiner Umwelt für externe und interne Adressaten des Unternehmens in Form von Berichten“ [3] definiert. Da das Reporting sich durch die digitale Transformation und neue technologische Entwicklungen im dauerhaften Wandel befindet, entwickelt es sich vom traditionellen Berichtswesen zum modernen Reporting, auch Reporting 4.0 genannt. Das Reporting 4.0, welches durch Business Intelligence und weiterführend auch durch künstliche Intelligenz unterstützt wird, zeichnet sich durch seine Flexibilität, Individualität, Umfang und Effizienz (siehe Abbildung 1) aus. Advanced Analytics erweitert das BI-gestützte Reporting durch das Nutzen von

künstlicher Intelligenz. Während Business Intelligence reaktiv und manuell auf gesammelte Daten agiert, verhält sich Advanced Analytics proaktiv, automatisiert und trifft Vorhersagen für die Zukunft (siehe Abbildung 2). Der Reportingprozess kann in vier Schritte unterteilt werden: Informationsbedarfsermittlung und Datenbeschaffung, Datenbereitstellung und -modellierung, Informationsgenerierung und Informationsbereitstellung.



Abb. 1: Reporting 4.0 - digital und agil [2]

## Problemstellung

Im Rahmen der SAP-Transformation ist bei Porsche Motorsport derzeit ein Großprojekt am laufen. Da SAP den Support für das R/3 System 2027 einstellt, müssen alle Prozesse und Bausteine des alten Systems in das neue SAP S/4 HANA migriert werden. Dabei entwickelt Porsche im Motorsportbereich ein Produkt auf Basis einer eigenen SAP S/4 HANA-Instanz. Im PRS wird die Fahrzeugentwicklung inklusive der Logistikafläufe und Stücklistenverwaltung im neuen System bereitgestellt. Damit lassen sich Fahrzeuge konfigurieren, planen, aufbauen und umbauen. Auch die dazugehörigen logistischen Prozesse können über

das PRS gesteuert werden. Zusätzlich können Laufzeiten auf das Fahrzeug beziehungsweise auf bestimmte Bauteile und Zusammenbauten gebucht werden, wenn das Fahrzeug zum Beispiel zum Testen oder für ein Rennen auf einer Rennstrecke oder auf einem Prüfstand war. Die Problemstellung ist, dass es noch keine Reportinglösung für das Laufzeitmanagement der Bauteile gibt. Die Mitarbeiter haben je nach Abteilung und Aufgabenbereich unterschiedliche Berührungspunkte mit den Laufzeiten. Ein Lagermitarbeiter interessiert sich beispielsweise aus Sicht des Lagerorts für die Laufzeiten, während ein Mitarbeiter, der für das Gesamtfahrzeug zuständig ist, sich für die Laufzeiten aller Bauteile des Rennfahrzeugs interessiert.

	BUSINESS INTELLIGENCE	ADVANCED ANALYTICS
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückblick [reaktiv]</li> <li>• Sammelt und analysiert Business-Daten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorhersage [proaktiv]</li> <li>• Modell der menschlichen Verhaltensweisen und Prozesse</li> </ul>
DATEN	Strukturierte und teilweise unstrukturierte	Strukturierte und unstrukturierte
ANWENDER	Business	Business & IT
ERARBEITUNG	Manuell	Automatisch
METHODEN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reports (KPI, Ad hoc)</li> <li>• Scorecards</li> <li>• Monitoring</li> <li>• Dashboards</li> <li>• OLAP-Würfel (Cube Operator)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Predictive Analytics</li> <li>• Prescriptive Analytics</li> <li>• Data Mining</li> <li>• Text Mining</li> <li>• Machine Learning</li> <li>• Kohorten-Analyse</li> <li>• Multimedia Mining</li> <li>• Simulation &amp; Optimierung</li> </ul>

Abb. 2: Business Intelligence und Advanced Analytics im Vergleich [1]

## Zielsetzung

Mit der Forschungsmethode Experteninterviews sollen die Anforderungen, Use Cases und Wünsche der verschiedenen Mitarbeiter an die Reporting Lösung ermittelt werden. Diese Anforderungskriterien sollen mit Hilfe eines Interviewleitfadens analysiert, strukturiert und logisch zusammengeführt werden, sodass

alle Kriterien erfüllt werden und jeder Mitarbeiter mit der Reportinglösung zufrieden ist. Das Ziel ist es den Mitarbeitern, die in ihrem Alltag Berührungspunkte mit den Laufzeiten haben, den Arbeitsalltag zu erleichtern. Somit können Ressourcen wie Zeit, Mitarbeiter und Geld gespart werden.

## Umsetzung

Im ersten Schritt des Reportingprozesses geht es um die Informationsbedarfsermittlung und Datenbeschaffung. Die Informationsbedarfsermittlung wird mithilfe von Experteninterviews gemacht. Für die Datenbeschaffung wird gemeinsam mit den Entwicklern geschaut, wo die relevanten Daten aus der Informationsbedarfsermittlung liegen und wie darauf zugegriffen werden kann. Danach werden die relevanten Daten in der SAP Data Warehouse Cloud bereitgestellt und modelliert. Die Informationsgenerierung und Informationsbereitstellung wird mit der SAP Analytics Cloud gemacht, die auf die SAP Data Warehouse Cloud zugreift.

## Ausblick

Die Reporting Lösung für das Laufzeitmanagement kann in viele Richtungen weiterentwickelt werden. Es ist geplant, dass das Laufzeitdashboard interaktiv durch den Anwender gestaltet wird und durch eine Simulationsfunktion erweitert wird. Bei der Laufzeitsimulation sollen die Mitarbeiter aus den Fachabteilungen simulieren können, wie sich beispielsweise eine bestimmte Kilometerzahl auf die Laufzeiten der Bauteile auswirkt. Dazu simuliert der Mitarbeiter beispielsweise ein Rennen der Formel E mit 200 km Renndistanz und sieht, welche Bauteile die Grenzlaufzeit überschreiten und ausgetauscht werden müssen. So kann der Mitarbeiter, der die Ersatzteile für die Rennen plant, genau sehen, mit welchen Ersatzteilen er den Renntruck bestücken muss und welche Bauteile im Auto noch länger halten. Außerdem kann die Reporting Lösung durch künstliche Intelligenz, wie z.B. Handlungsempfehlungen und Vorhersagen, erweitert werden.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Striped Giraffe. Business Intelligence und Advanced Analytics im Vergleich. <https://www.striped-giraffe.com/de/blog/advanced-analytics/>, 2021.
- [2] Andreas Klein and Jens Gräf. *Reporting und Business Intelligence*. Gräf, Jens, 3 edition, 2017.
- [3] Dietmar Schön. *Planung und Reporting im Mittelstand: Grundlagen, Business Intelligence und Mobile Computing*. Schön, Dietmar, 2012.
- [4] S Statista. Volumen der weltweit generierten Daten 2025. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/267974/umfrage/prognose-zum-weltweit-generierten-datenvolumen/>, 2021.



# AI zur Objekterkennung in Bildern

Philipp Hampel

Jürgen Koch

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Automobilbauer, Stuttgart

## Problemstellung

Wenn ein Kunde mit seinem Auto in eine Autowerkstatt kommt hat der Werkstattmitarbeiter die Möglichkeit in einem Händlersystem eine erste Beschreibung des Falles anzulegen. Der Werkstattmitarbeiter kann optional Bilder an diese Dokumentation anhängen. Während des Werkstattvorgangs kann der Werkstattmitarbeiter Informationen über diesen Vorgang in einem Informationssystem speichern. Auch an diese Dokumentation kann der Werkstattmitarbeiter optional Bilder anhängen. Findet der Werkstattmitarbeiter einen Fehler in der Dokumentation kann er vom Informationssystem aus ein Ticket in einem Ticketsystem erstellen. Auch an dieses Ticket kann der Werkstattmitarbeiter optional Bilder anhängen. Alle drei dieser Systeme speichern Bilddaten von Autobauteilen bei sich. In zwei weiteren Systemen, zum einen einer Strukturdatenbank und zum anderen einem Fahrzeugstamm werden Daten zu den Autobauteilen gespeichert. Es existiert aktuell keine Verknüpfung der Bilddaten mit den Autobauteildaten. Diese Verknüpfung soll mithilfe einer Bilderkennung gebaut werden. In Abbildung 2 Sieht man die Funktionsweise der Bilderkennung.



Abb. 1: Neuronales Netz [1]

Die Bilderkennung besteht aus einem Neuronalem Netz, als Input bekommt dieses ein Bild und als Output gibt diese das Bauteil zurück welches sich in dem Bild befindet und die Koordinaten wo sich das Bauteil im Bild befindet.

## Technisches Konzept

Das Training des Neuronalen Netzes lässt sich in drei Schritte unterteilen

**Datenimport und Datenverarbeitung** Es existieren insgesamt 1106 Datensätze zum trainieren und Validieren des Neuronalen Netzes. Ein Datensatz besteht immer aus einem Bild und einem String, in diesem String steht das Objekt welches sich in dem Bild befindet und die Koordinaten wo im Bild sich das Objekt befindet.

**Training des Neuronalen Netzes** In der Bilderkennung benutzt man Convolutional Neural Networks. Zu einen kann man dieses Neuronale Netz selber bauen. In diesem Fall bestimmt man selber welche Schichten das Neuronale Netz besitzt. Zu anderen kann man ein vortrainiertes Netz benutzen. Hierbei stehen Netze wie VGG16/VGG19, ResNet oder EfficientNet zur Verfügung.

**Validierung des Netzes** Die Validierung des Netzes unterteilt sich in zwei Teile, die Lokalisierung und die Klassifizierung. Bei der Lokalisierung will man bestimmen wie gut das Neuronale Netz vorhersagt wo sich das Bauteil im Bild befindet. Die Lokalisierung des Netzes wird mit der Intersection over Union bestimmt. Bei der Intersection over Union bestimmt man zunächst die gemeinsame Fläche der Original Bounding Box und der Predicteten Bounding Box und teilt diese dann durch die Vereinigte Fläche der beiden Boxen. Links in Abbildung 2 ist die Formel der Intersection of Union dargestellt. Der Wert der Intersection of Union ist zwischen 0 und 1. Umso höher der Wert der Intersection of Union ist umso besser ist die Vorhersage des Neuronalen Netzes. In der Mitte von Abbildung 2 sieht man eine gute Vorhersage des Neuronalen Netzes und dementsprechend auch einen hohen Wert der Intersection of Union. Rechts in Abbildung 2 sieht man eine schlechte Vorhersage des Neuronalen Netzes und dementsprechend auch einen niedrigen Wert der Intersection of Union.

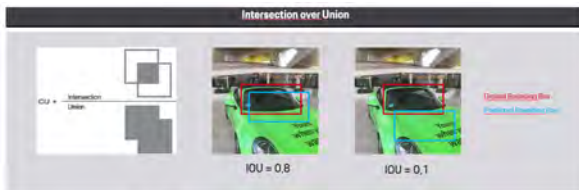


Abb. 2: Validierung Lokalisierung [2]

Bei der Klassifizierung will man bestimmen ob das Neuronale Netz das richtige Bauteil vorhergesagt hat. Dies kann man mit der Categorical Cross Entropy bestimmen. Hierbei bestimmt das Neuronale Netz für alle möglichen Klassen welche vorhergesagt werden können, einen Wert zwischen 0 und 1. Dieser sagt dann aus mit welcher Wahrscheinlichkeit das Bauteil im Bild ist. Links in Abbildung 3 sieht man das das Neuronale Netz vorhersagt, das in dem Bild zu 99,99633 % das Bauteil Windschutzscheibe enthalten ist. Alle anderen Bauteile haben eine sehr geringe % Zahl. Die vorhergesagten Werte aller Klassen summiert ergeben 1. Die Klassifizierung kann man auch noch mit einer Confusion Matrix validieren. Diese sagt aus wie viele Klassen richtig vorhergesagt wurden und wie viele Klassen falsch vorhergesagt wurden, wenn eine Klasse falsch vorhergesagt wurde zeigt die Matrix an als was die Klasse vorhergesagt wurde. In Abbildung 3 rechts in der ersten Zeile der Confusion Matrix sieht man z.B. das zehn Endrohre auch wirklich als Endrohre vorhergesagt wurden, vier Endrohre wurden fälschlicherweise als Seitenspiegel vorhergesagt.



Abb. 3: Validierung Klassifizierung [3]

## Eingesetzte Tools

Das gesamte Projekt wird in der Cloud Plattform Amazon Web Services (AWS) umgesetzt. In AWS gibt es die Machine Learning Plattform Amazon Sagemaker in dieser kann man Instanzen mit beliebig viel Ram und CPU buchen. Im Amazon Sagemaker läuft die Entwicklungsumgebung Jupyter. Das Convolutional Neural Network wird mit dem Keras Framework entwickelt, dieses ist Teil des Tensorflow Frameworks.

## Ausblick

Ein Punkt der weiterentwicklung des neuronalen Netzes wäre das es mehrere Bauteile in einem Bild erkennen kann. In Abbildung 4 ist das verdeutlicht.



Abb. 4: Bilderkennung mit mehreren Objekten [4]

Des weitern kann man die Bilderkennung in die Werkstattssysteme einbinden und die Bilderkennung über ein Userinterface für die Werkstattmitarbeiter erreichbar machen. Zudem kann man Anfangen erste Usability Tests mit den Werkstattmitarbeitern machen.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Hampel Philipp. *Eigene Abbildung 1.*, -, 2022.
- [2] Hampel Philipp. *Eigene Abbildung 2.*, -, 2022.
- [3] Hampel Philipp. *Eigene Abbildung 3.*, -, 2022.
- [4] Hampel Philipp. *Eigene Abbildung 4.*, -, 2022.

# Konzeption und Implementierung eines Systems zur Analyse von Virtual-Reality-Nutzungsdaten

Leonie Heiduk

Markus Enzweiler

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma VRCoaster GmbH & Co KG, Kaiserslautern

## Einleitung

Virtual und Augmented Reality sind zum allgegenwärtigen Thema geworden, das branchenübergreifend aufgenommen wird und viele Anwendungsmöglichkeiten bietet. Die zunehmende Verfügbarkeit, die sinkenden Preise und die steigende Qualität der hierfür notwendigen Ressourcen führen zum starken Wachstum der VR-/AR-Anwendungen als Werkzeug für verschiedene Industriebranchen und Forschungseinrichtungen [1]. Vor allem die steigende Nachfrage in der Unterhaltungsbranche treibt die Innovation der Technologie stark an. In den Angeboten des Marktführers für VR-Experiences "VR Coaster" können Nutzer mit Hilfe der modernsten Technologie verschiedene virtuelle Welten erleben und sich alleine oder in einer Gruppe verschiedenen Herausforderungen stellen. Ziel von VRCoaster ist ein besonderes Erlebnis durch ein außerordentlich hohes Präsenzgefühl. Hierfür werden die Spieler je nach Experience durch Inside-Out bzw. Outside-In Tracking verfolgt. Dadurch können sich die Spieler frei im Raum und somit der virtuellen Welt bewegen und mit dieser auf natürliche Weise interagieren. Dabei werden zu jedem Zeitpunkt der Experience Daten generiert, die Erkenntnisse über das Vorgehen der Spieler, die Machbarkeit, Performance und Qualität der Experiences sowie die Auslastung der Ressourcen liefern. Diese Erkenntnisse können zur Optimierung der Experiences und der Ressourcen verwendet werden, um letztlich Vergnügen und Gewinn zu steigern. Hierfür wird ein System benötigt, welches eine solche Analyse ermöglicht.

## Zielsetzung

Das Ziel dieser Masterarbeit ist es:

- Die Anforderungen an das zu erstellende System zu erheben
- Die für die Anforderungen notwendigen Daten zu identifizieren
- Ein Erhebungskonzept der generierten Daten zu erstellen
- Die verschiedenen Umsetzungsmöglichkeiten bezüglich der Architektur zu evaluieren
- Eine prototypische Umsetzung des Systems als Proof-Of-Concept zu erarbeiten

## Vorgehensweise

Für die Konzepterstellung müssen vorerst die Anforderungen an das zu erstellende System erhoben werden. Anschließend muss festgelegt werden, welche Daten zur Erfüllung dieser Anforderungen gesammelt werden müssen. Die Eigenheiten von Streaming-Daten sowie der Wunsch zur Echtzeitauswertung müssen bei der Auswahl der Umsetzungsmöglichkeiten berücksichtigt werden. Aus diesem Grund ist die Recherche, die Analyse und der Vergleich verschiedener Tools und Lösungen von zentraler Bedeutung. Daraufhin muss ein Konzept erstellt werden, das den gesamten Datenfluss und die letztliche Visualisierung zur Analyse im Hinblick auf die Anforderungen berücksichtigt. Ein solches Konzept der Datenpipeline ist in Abbildung 1 beispielhaft dargestellt.

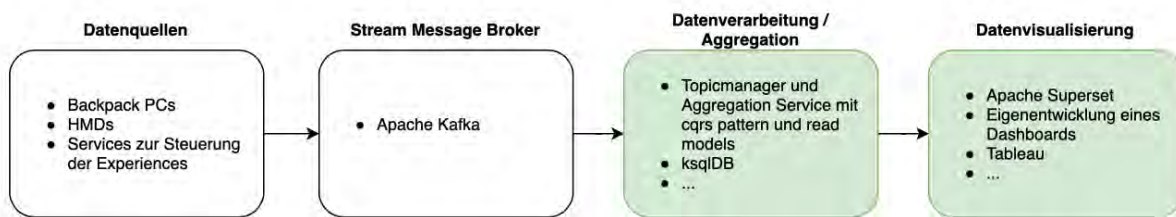


Abb. 1: Grundsätzlicher Datenfluss mit verschiedenen Umsetzungsmöglichkeiten [2]

Zunächst müssen hierbei die Services identifiziert werden, welche die benötigten Daten zur Analyse produzieren bzw. verarbeiten. Daraufhin muss eine neue Topicstruktur erarbeitet werden, sodass die Services ihre Daten für den Anwendungszweck sinnvoll in Kafka streamen können. Diese Daten müssen mit Standortdaten der Experiences angereichert werden. Für die abrechnungsrelevanten Daten wird hierfür aktuell ein eigenentwickelter Topicmanager verwendet. Die Analysedaten müssen allerdings nicht nur angereichert, sondern auch aggregiert werden, um die geforderten Analysen zu gewährleisten. Beispielsweise müssen verschiedene Events kombiniert werden, um die Laufwege der Spieler darstellen zu können. Weiterhin müssen die verschiedenen zeitlichen Darstellungen

der Analysen aufgrund der hohen Berechnungsdauer regelmäßig vorweg, ohne aktive Anfrage vorbereitet werden. Die erarbeiteten notwendigen Ergänzungen der Architektur sind im Diagramm grün dargestellt. Darin enthalten sind die zu dem Erstellungszeitpunkt dieses Artikels bekannten Umsetzungsmöglichkeiten.

### Ausblick

Bis zur Fertigstellung dieser Arbeit soll ein konkretes Konzept des Systems erarbeitet sein. Aufgrund der zeitlichen Begrenzung der Masterarbeit wird keine vollständige Implementation stattfinden können. Aus diesem Grund wird eine prototypische Implementierung mit Mock-Daten als Proof-Of-Concept dienen.

## Literatur und Abbildungen

- [1] David Checa and Andreas Bustillo. A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training. *Multimedia Tools and Applications*, 79, 2020.
- [2] Eigene Darstellung.

# Konzeption und Implementierung einer Scraping Applikation für die Streaming-Plattform Twitch

Andreas Heinrich

Steffen Schober

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma doubleSlash Net-Business GmbH, Stuttgart

## Einführung

Daten sind die Grundlage für viele Forschungen und Entwicklungen. Mittels dieser können künstliche Intelligenzen (KI) trainiert oder Analysen gemacht werden. Firmen sammeln diese, um Prozesse zu optimieren oder um Produkte zu verbessern.

So sammelt Amazon mittels Alexa Sprachdaten, um ihren Sprachassistenten zu verbessern [2]. Durch Tracking und Sammeln von Daten des Nutzerverhaltens beim Durchstöbern eines Onlineshops, lassen sich Anpassungen an der Usability vornehmen, aber auch individuelle Kaufvorschläge und Werbung schalten [4]. Viele dieser Daten werden von Firmen aus Gründen des Datenschutzes und Geschäftsgeheimnisses nur in internen Prozessen verarbeiten und nicht frei zur Verfügung gestellt. Dadurch ist es schwierig, an Datensätze für Forschungszwecke zu gelangen.

Öffentliche Soziale-Medien-Plattformen wie Facebook, Instagram oder LinkedIn sammeln viele Informationen über Personen und zeigen diese Informationen in ihren Apps oder Webseiten an. Viele dieser Plattformen verstecken diese Informationen hinter einer Authentifizierung (Login), sodass die Daten nur von anderen Nutzern der Plattform eingesehen werden können.

Bei Plattformen wie beispielsweise YouTube, Reddit oder Twitch brauchen Nutzer keine Authentifizierung, um Inhalte in ihren Apps und Webseiten anzuschauen. Diese Plattformen verhindern das Hinzufügen von neuem Inhalt (Content) durch unautorisierte Nutzer, zeigen jedoch unautorisierten Nutzern Informationen von anderen Nutzern an. Die sichtbaren Datensätze sind vielseitig und individuell. Je nach Plattform können das zum Beispiel Kommentare sein oder Chat Nachrichten zu einem Livestream und enthalten viele Informationen über einen Nutzer wie Nutzernamen, Ort, Zeitstempel und die eigentliche Nachricht.

Die Inhalte liegen in unstrukturierter Form über Schnittstellen der Webseite vor, lassen sich in dieser Form jedoch nicht für Datenanalyse oder andere Auswertung verwenden.

## Zielsetzung

Das Sammeln, Extrahieren, Aufbereiten und Speichern von Daten bedeutet einen großen Datendurchsatz, Speicherbedarf und Rechenleistung, wodurch Herausforderungen in der Skalierbarkeit und Performance der Applikation entstehen.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Konzeption und Teilimplementierung einer Scraping Applikation zum Sammeln, Extrahieren, Aufbereiten und Speichern von Daten, die Twitch ohne Authentifizierung bereitstellt. Das Ziel dieser Arbeit ist es, einen Einblick in Scraping und Big Data zu geben, sowie verschiedene Architektur-Konzepte zu vergleichen und eine Teilimplementierung umzusetzen, um einen Datensatz zu erzeugen, der für das Trainieren von künstlichen Intelligenzen, Data-Mining oder Datenanalysen genutzt werden kann.

## Big Data

Big Data geht von großvolumigen, heterogenen, autonomen Quellen mit verteilter und dezentraler Kontrolle aus und versucht, komplexe und sich entwickelnde Beziehungen zwischen Daten zu erforschen. Diese Merkmale machen es zu einer extremen Herausforderung, nützliches Wissen aus Big Data zu entdecken [6].

Mit der raschen Entwicklung der Vernetzung, der Datenspeicherung und der Datenerfassungskapazität breitet sich Big Data in allen Bereichen der Wissenschaft und Technik, einschließlich der physikalischen, biologischen und biomedizinischen Wissenschaften, rasch aus. Der Begriff wurde das erste mal 1998 in einer Silicon Graphics (SGI) Präsentation von John Mashey erwähnt [6].

## Scraping

Scraping kommt aus dem Englischen und bedeutet „kratzen/abschürfen“, dabei werden Daten aus Webseiten extrahiert und persistiert. Diese persistierten Datensätze können anschließend für Data-Mining oder

als Grundlage für das Trainieren einer künstlichen Intelligenz genutzt werden [5].

Suchmaschinen wie zum Beispiel Google nutzen Crawler, um Seiten zu erfassen und zu indexieren, dabei werden nur allgemeine Informationen abgerufen, um diese zu kategorisieren [5].

Das Scraping ist im Gegensatz zum Crawling in der Regel auf bestimmte Webseiten ausgerichtet, um spezifische Daten, wie zum Beispiel Preisdaten, Chat Nachrichten oder ähnliche Inhalte zu extrahieren.

## Twitch.tv

Twitch.tv (umgangssprachlich als „Twitch“ bekannt) ist ein Live-Streaming-Videoportal, über das Nutzer Livestreams ansehen und gleichzeitig mittels einer Chatfunktion miteinander interagieren können. Die Künstler sind die „Streamer“ (Content Creator), die Videos live auf ihren Channel übertragen (Stream) und dabei in unterschiedlichem Maße mit ihrem Live-Publikum („Followern“) interagieren. Streamer haben dabei die Möglichkeit, ihren Stream in verschiedenen Kategorien unterzuordnen [3].

Twitch bietet drei Schnittstellen, um Daten abzugreifen, die von Browsern genutzt werden, um Daten dynamisch anzuzeigen:

- HTTP Webfrontend
- Pub-Sub WebSocket Schnittstelle
- IRC WebSocket Schnittstelle

## Architektur Konzeption der Scraping Applikation

Die unterschiedlichen Architekturkonzepte der Scraping Applikation werden nach folgenden Kriterien bewertet und verglichen:

- Skalierbarkeit
- Lastverteilung
- Wartbarkeit

- Erweiterbarkeit
- Zuverlässigkeit
- Netzwerkauslastung bei Skalierung
- Steuerbarkeit
- Verfügbarkeit

Für den Vergleich werden vier Architekturkonzepte ausgearbeitet:

- Monolithische Anwendung (siehe Abbildung 1)
- Microservice Anwendung aufgeteilt nach Twitch-Kanälen und Kommunikation zwischen Services mittels REST
- Microservice Anwendung aufgeteilt nach Twitch-Schnittstellen und Kommunikation zwischen Services mittels REST
- Microservice Anwendung aufgeteilt nach Twitch-Schnittstellen und Kommunikation zwischen Services mittels Message Queues (siehe Abbildung 2)

In Abbildung 1 ist das Architektur-Konzept für eine monolithische Scraping Applikation abgebildet, welche mittels einer API Schnittstelle Consumer Informationen und Daten der Applikation abrufen und verwalten kann. Zu persistierende Daten werden in einer externen Datenbank gespeichert. Die Verbindungen zu den Twitch-Schnittstellen werden direkt aufgebaut und die Logik der Funktionalität ist innerhalb der Scraping Applikation.

In Abbildung 2 wird ein weiteres Architektur-Konzept für eine Microservice Anwendung mit Services für Scheduler, Parser, Database, Monitoring, API Authentication, sowie weitere für die Verbindungen zu den Twitch-Schnittstellen dargestellt. Um die Auslastung bei der Kommunikation zwischen Services bei Skalierung zu kontrollieren, wird diese mittels Message Queues realisiert. Die zu persistierenden Daten werden von jedem Service in eine eigene externe Datenbank gespeichert.

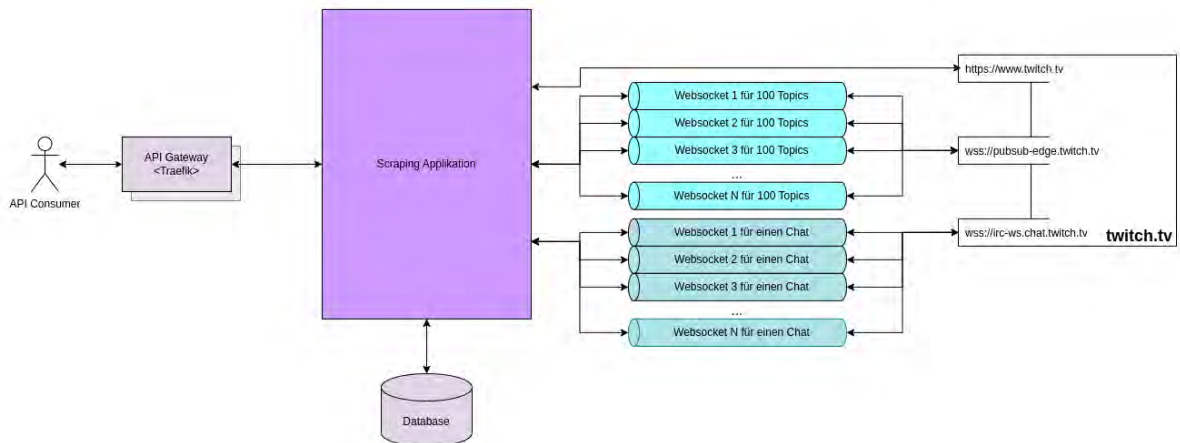


Abb. 1: Architektur-Konzept für eine monolithische Scraping Applikation [1]

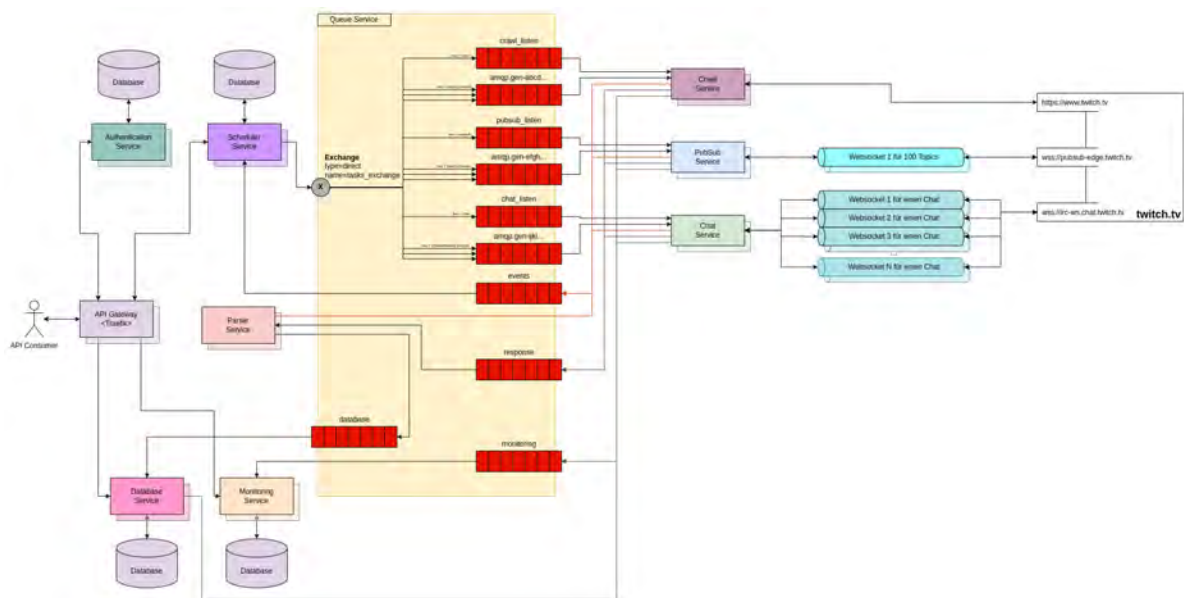


Abb. 2: Architektur-Konzept für eine Microservice Anwendung aufgeteilt nach Twitch-Schnittstellen und Kommunikation zwischen Services mittels Message Queues [1]

## Ausblick

Teil dieser Arbeit ist es, nach der Bewertung der Architekturkonzepte und Teilimplementierung des geeignetsten Konzeptes dieses für einen Zeitraum auf

Servern zu betreiben, um den Praxiseinsatz zu testen. Der entstehende Datensatz wird analysiert, um die Ausmaße der gesammelten Daten zu visualisieren. Eine Folgearbeit kann sich mit dem Analysieren von diesem entstehenden Datensatz befassen.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] Dr. Datenschutz. Amazon Alexa und der Datenschutz. <https://www.dr-datenschutz.de/amazon-alexa-und-der-datenschutz/>, 12 2021.
- [3] James Dux. Social Live-Streaming : Twitch.TV and Uses and Gratification Theory Social Network Analysis, 2018.
- [4] Stefan Friese. Internet der Dinge: Nutzer-Tracking unter der DSGVO. <https://www.dr-datenschutz.de/internet-der-dinge-nutzer-tracking-unter-der-dsgvo/>, 07 2018.
- [5] Digitalguide Ionos. Was ist Web Scraping? <https://www.ionos.de/digitalguide/websites/web-entwicklung/was-ist-web-scraping/>, 09 2020.
- [6] Sameeruddin Khan, Gvnkv Subbarao, and Gnv Vibhav Reddy. Hace Theorem based Data Mining using Big Data. *International Journal of Engineering And Science*, 5, 2016.



# Konzeptionierung eines Perception-Stack

Fabian Hollaender

Markus Enzweiler

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt an der Fakultät Informatik und Informationstechnik, Esslingen

## Einleitung

Der Automobilmarkt der Zukunft ist innovativ und vielfältig. Vor allem das autonome Fahren gewinnt immer mehr an Begeisterung. Durch das maschinelle Lernen und die heutigen leistungsstarken Computer ist es möglich Autos von selbst fahren zu lassen. Um diesen Prozess zu optimieren, greifen Software und Technik ineinander.

Durch visuelle Erkennung der einzelnen Objekte auf einem Bild 1(a), werden Teile der Bilder in Klassen zugeordnet 1(b). Dies wird semantische Segmentierung genannt. Diese Klassen wie zum Beispiel Verkehrsschilder, Hindernisse oder Fahrbahnmarkierungen können weiterverarbeitet werden. Dafür werden die einzelnen Bilder in einen Ros-Knoten geladen, um sie durch Bilderkennung zuordnen zu können.



Abb. 1: Semantische Segmentierung [1]

Die Implementierung der einzelnen Programme in einem Ros-Knoten ist die Aufgabe der Bachelorarbeit [3]. Die Leistung zu steigern und vor allem um die Auswertungen gleichzeitig zu erhalten und weiterverarbeiten zu können, ist auch Aufgabe dieser Bachelorthesis. Hierbei wird das Bild nur einmal in die GPU geladen. Das spart Zeit in der Programmierung und gewährt ein reaktionsschnelles und zuverlässiges selbstfahrendes Modelauto. Die Programme werden dabei auf mehrere Kerne sogenannte Threads aufgeteilt. Dazu werden Kenntnisse in verschiedenen Programmen benötigt und müssen miteinander vernetzt werden.

## Grundlagen

Das wohl wichtigste Programm welches zuständig für die Programmierung des Fahrzeugs ist, nennt sich Ros, Robot operating system. In diesem werden neben den Schnittstellen auch virtuelle Testfahrten bereitgestellt. Ein Ros-Knoten ist ein Programmstück, das mehrere Dateien beinhaltet.

Es werden auch Bilderkennungssoftwares benötigt. Diese Bilderkennungssoftwares beinhalten einen maschinellen Lernalgorithmus (kurz KI), der aus vorhanden Bilder lernt, um neue Bilder besser zu klassifizieren. Da maschinelles Lernen um einiges effektiver auf der GPU läuft, da diese mehr Rechenpower hat, ist der darin verbaute Cuda kernel für die Programmierung essenziell [4].

Der benötigte maschinelle Lern- Algorithmus wird in TensorRT geschrieben. TensorRT ist eine von NVIDIA veröffentlichte Inferenzbeschleunigungsbibliothek, mit der die NVIDIA-GPU-Ressourcen voll ausgenutzt werden können.

Der Überbegriff Perception-stack beinhaltet Segmentation, Detektion, Klassifikation, und Tracking von Objekten auf Bildern. Durch die semantische Segmentierung werden Teile eines Bildes in Objektklassen zugeordnet [2]. Objektklassen sind Gruppierungen von Hindernissen auf der Fahrbahn, die Fahrbahn selbst, Fahrbahnmarkierungen, Verkehrsschilder und vieles mehr.

Bei der Verkehrsschilderkennung werden die einzelnen Verkehrsschilder auf einem Bild erkannt und an eine dafür vorgesehene KI gesendet. Diese KI erkennt um welche Verkehrsschilder es sich handelt. Dieser Algorithmus ist vorhanden wird aber nur separat durchgeführt 2.

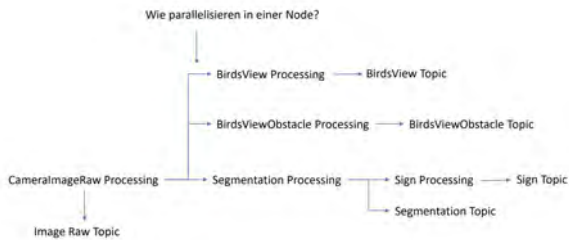


Abb. 2: Parallelisieren von Nodes [1]

Das bisher geplante Anwendungsgebiet ist ein kleines Modelauto, welches mit der nötigen Technik ausgestattet wurde. Die zentrale Steuerung des Fahrzeugs erfolgt über ein System-on-Modul des Typen NVIDIA Jetson AGX Xavier.

## Aufgabenstellung

Derzeit wird die Verkehrsschilderkennung sowie Klassifikation und Segmentation nacheinander ausgeführt. Dadurch werden die Bilder einzeln in die verschiedenen Algorithmen geladen. Das ist zeitaufwändig und erzeugt einen großen Overhead an Datentransfers. Daher ist es Aufgabe der Bachelorarbeit die bestehenden Methoden zu analysieren zu evaluieren und in einen Ros-Knoten zu vereinen. Diese verschiedenen Methoden sollen parallel ausgeführt werden umso zügig zu Ergebnissen zu kommen. Zur Aufgabe der Bachelorarbeit zählt ebenfalls die Integration, Validierung und Optimierung des Perception-stacks.

## Die Umsetzung

Das Jetson Agx Vavier ist ein kleiner Computer. Auf diesem werden die verschiedenen Programme installiert und Bibliotheken heruntergeladen. In C++ wird eine Klasse erstellt die als Frame für die weiteren Programme zur Verfügung steht. Durch Laden des Bildes direkt in den Cuda Kernel werden Kopieraktionen der einzelnen Programme, wie bei der Verkehrszeichenerkennung, nicht mehr gebraucht. Dadurch entstehen keine Delays und die Synchronisierung verbessert sich.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] Fan Michael. STDC-Seg. <https://github.com/MichaelFan01/STDC-Seg>, 07 2021.
- [3] Robotics Open. Ros Robot operating system. <https://www.ros.org/>, 01 2021.
- [4] Jones Stephen. How Cuda Programming works. <https://www.nvidia.com/en-us/on-demand/session/gtc-spring22-s41487/>, 03 2022.

Stage 1 ist der Präprozess, der das Bild in den Cuda Kernel lädt. Auch die Verkehrszeichenerkennung zählt darunter. In Stage 2 wird das Bild weiterverarbeitet und segmentiert. Stage 3 ist der Postprozess, der das Segmentierte Bild in einzelne Teile zerlegt, die wiederum weiterverarbeitet werden können. Schlussendlich wird die Nachricht um was es sich handelt an das System geschickt 3.

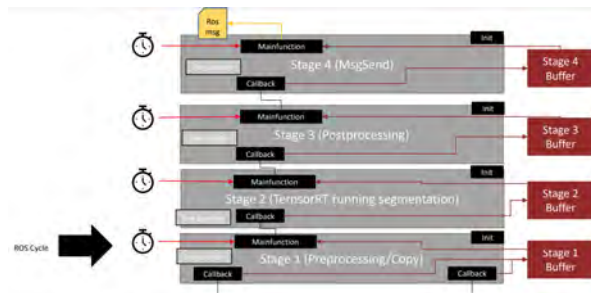


Abb. 3: Stage 1 bis 4 [1]

Für optimale Verwendung der Ressourcen wird die Segmentation auf der GPU laufen und die Birdviews, so werden Draufsichten welche das Auto generiert bezeichnet, auf der CPU laufen.

## Fazit und Ausblick

Ziel der Arbeit ist es einen Frame zu erstellen in dem alle bisherigen Programme laufen. Dadurch werden Daten weniger verschoben, Programme schneller ausgeführt und deren Ergebnisse nahezu zeitgleich zur Verfügung gestellt. Durch die Skalierung und die einfache Einbindung von Programmstücken, können Tests vereinfacht durchgespielt werden, um das bestmögliche Ergebnis zu bekommen. Ebenso können Programme die in der Ausführung mehr Zeit benötigen überarbeitet werden.

Zukünftig könnten auch weitere Programme einfacher implementiert werden. Wie beispielsweise ein Programm welches bewegliche Hindernisse erkennt, wie beispielsweise Menschen.

# Analyse des Frameworks Qwik im Vergleich zu anderen Web-Frameworks

Florian Hoss

Mirko Sonntag

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma pep.digital GmbH, Esslingen am Neckar

## Einführung

„Qwik ist ein neuartiges Web-Framework, mit dem Webanwendungen jeder Größe und Komplexität sofort geladen werden können. Ihre Webseiten und Anwendungen können mit etwa 1kb JavaScript (JS) starten (unabhängig von der Komplexität der Anwendung) und erreichen eine konsistente Leistung im großen Maßstab.“ [1]

Die Botschaft der Entwickler des Qwik Web-Framework ist klar: Webseiten laden anfänglich zu langsam. Dieses Problem möchten sie mit dem als HyperText Markup Language (HTML)-first bezeichneten Ansatz lösen. Es soll vollständig interaktive Webseiten fast ohne JS laden. Während der Benutzer mit der Seite interagiert, werden nur die genutzten Teile der Anwendung bei Bedarf nachgeladen.

## Motivation des Qwik Web-Framework

Qwik möchte ein Problem lösen, welches von noch keinem anderen JS-Framework gelöst werden konnte. Mit dem Framework sollen Anwendungen eine sofortige Verfügbarkeit haben, unabhängig von der Komplexität der Anwendung. Gerade in Regionen mit limitierter Netzwerkbandbreite will es glänzen.

Bei einer, mit dem Qwik Web-Framework umgesetzten Anwendung, wird nicht das komplette JS auf einmal an den Benutzer übertragen. Progressiven Nachladen findet auf der Grundlage von Benutzerinteraktionen statt. Das Ziel des Frameworks soll es damit sein, Seiten so schnell wie möglich dem Benutzer zur Verfügung zu stellen. Dabei soll JS-Code und die Interaktivität der Seite nicht verloren gehen.

In den letzten Jahren wurden immer mehr Webseiten mit mobilen Geräten besucht. Seit Oktober 2016 haben mobile Endgeräte die Internetnutzung per Desktop überholt. [7] Gleichzeitig kann man bei der mobilen Breitbandmessung in den letzten Jahren nur eine geringe Verbesserung feststellen. Die Ergebnisse der Jahresberichte der Breitbandmessung in Deutschland zeigen außerdem, dass nicht jedem Nutzer eine schnelle

Datenrate zur Verfügung steht. Bei den 441.223 durchgeführten Tests wurde bei der Hälfte der Nutzer nur eine bis zu 21.3 Mbit/s schnelle Übertragungsgeschwindigkeit gemessen. [5]

Beim Entwickeln einer Anwendung mit einem Framework ist es die Aufgabe des Entwicklers, Strategien zu entwickeln wie die Ladezeiten verringert werden können. Dazu kann z.B. mit *Lighthouse* die Anwendung analysiert werden. Vorgeschlagen wird dann u.a., dass ungenutztes Cascading Stylesheet (CSS) oder JS entfernt werden kann, Rendering-blockierende Ressourcen beseitigt werden und statische Objekte mit einer effizienten Cache-Politik ausgeliefert werden können. [3]

## Zielsetzung der Arbeit

Zielsetzung dieser Arbeit ist es, das Qwik Web-Framework ausgiebig unter verschiedenen Aspekten zu untersuchen. Dabei sollen vor allem die genannten Kernpunkte des Frameworks auf Durchführbarkeit überprüft werden. Außerdem gilt es, die Notwendigkeit für solch ein Framework zu bestimmen.

Dafür werden automatisierte Tests mit der Netzwerkgeschwindigkeit einer typischen 4G-Verbindung und der Leistung eines Mittelklasse-Handy (~200 \$) durchgeführt. [4] Die Bedingungen sollen für alle getesteten Frameworks die gleichen sein.

Verschiedene Beispielanwendungen, wie z.B. eine Formular-Validierung (vgl. Abb. 1), werden mit unterschiedlichen Web-Frameworks programmiert. Die Schwierigkeit der Umsetzung genau dieser Anwendungen in Qwik, wird dabei im Vergleich zu bestehenden Frameworks analysiert. Automatisierte Tests sollen außerdem die, von den Entwicklern versprochenen, Leistungsmerkmale auf den Prüfstand stellen.

Abb. 1: Fallstudie 1: Formular-Validierung [2]

## Der O(1) Ansatz

Die Big-O-Notation ist eine Methode zur Beschreibung der Geschwindigkeit oder Komplexität eines bestimmten Algorithmus. Wenn ein Projekt einen vordefinierten Algorithmus erfordert, ist es wichtig zu wissen, wie schnell oder langsam er im Vergleich zu anderen Optionen ist. [9]

Jedes Jahr werden die Central processing unit (CPU)s schneller, aber der größte Teil des Geschwindigkeitszuwachses kommt von verbesserter Parallelität. Hinzu kommt, dass sich in den letzten Jahren Leistungssteigerungen pro Kern verlangsamt haben. Wir nähern uns den Grenzen, wie schnell CPU-Takte laufen können und wie viel Intelligenz die CPUs pro Taktzyklus leisten können.

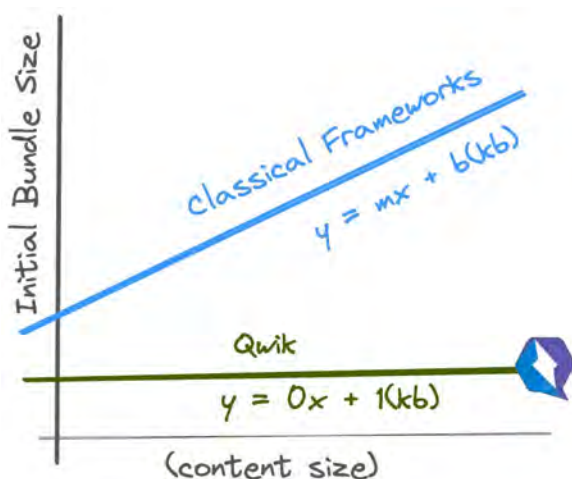


Abb. 2: Anfängliche Paketgröße [6]

Je größer die Webseiten werden und je mehr Code heruntergeladen wird, desto mehr Arbeit hat die CPU auf dem Endgerät zu erledigen. Und da JS ohne erheblichen Mehraufwand des Entwicklers ein Single-Thread-Verfahren ist, fällt die gesamte zusätzliche Arbeit auf einen einzigen Kern. Letztendlich steigt

die aktuelle Belastung schneller als die Leistung der einzelnen CPU-Kerne.

Das Hochfahren der Anwendung setzt sich aus festen Kosten für das Framework und variablen Kosten für die Anwendung selbst (die Komplexität der Anwendung) zusammen. Es handelt sich also um eine lineare Beziehung, die sich als  $y=mx+b$  ausdrücken lässt. Dabei steht  $y$  für die resultierende Paketgröße,  $mx$  für die variable Größe der Anwendung und  $b$  für die festen Kosten des genutzten Frameworks.

Das Problem ist, dass alle Frameworks eine initiale Paketgröße von  $O(n)$  (vgl. Abb. 2 - Klassische Frameworks (englisch: *Classical Frameworks*)) haben. Und selbst wenn das Framework komplett entfernt wird und damit  $b$  Null beträgt, dominiert die Anwendung die Download- und Ausführungsgröße. Bei ausreichend großen Anwendungen spielt  $b$  sozusagen keine Rolle. Somit wächst mit jeder Erweiterung der Anwendung die initial heruntergeladene Datenmenge.

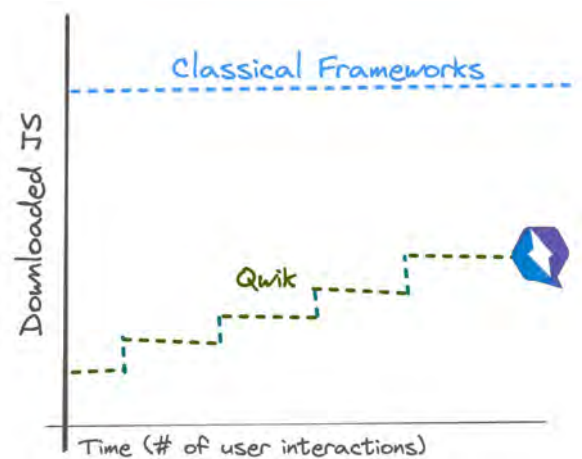


Abb. 3: Heruntergeladenes JS [6]

Nur wenn das Framework mit progressiven Nachladen auf der Grundlage von Benutzerinteraktionen arbeitet, kann eine initiale Paketgröße von  $O(1)$  erreicht werden. Damit dies mit Qwik umgesetzt werden kann, wird nur ein 1 kB großer Framework code und keine anfängliche Anwendungslogik initial an den Benutzer übertragen (vgl. Abb. 3). [6]

## Erste Erkenntnisse und Ausblick

Getestete Web-Frameworks zum aktuellen Zeitpunkt beinhalten Qwik, Vue.js [10] und Nuxt [8]. Jede der in der Arbeit vorgestellten Fallstudien wurde mit diesen Frameworks entwickelt. Durch programmatische Tests wurden die Anwendungen dann ausgiebig über einen langen Zeitraum getestet. Jeder Test generierte dabei viele verschiedene Werte, die gefiltert und analysiert werden können. So kann u.a. die Größe aller beim Aufruf der Anwendung an den Benutzer übertragenen

JS-Dateien angezeigt werden (vgl. Abb. 4). Zusätzlich werden auch andere interessante Aspekte, wie z.B. die Größe aller zur Bereitstellung gebauten Dateien verglichen (vgl. Abb. 5).

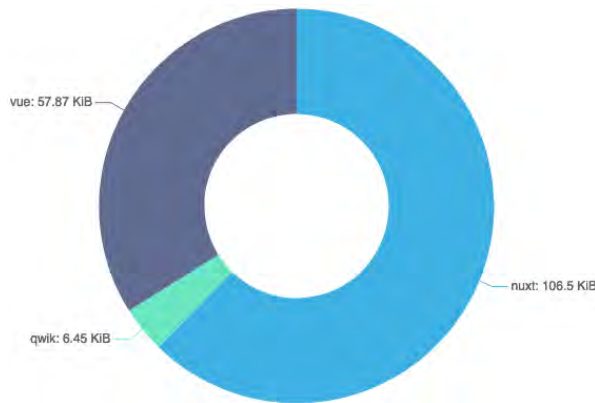


Abb. 4: Fallstudie 1: Größe der beim Aufruf der Anwendung an den Benutzer übertragenen JS-Dateien [2]

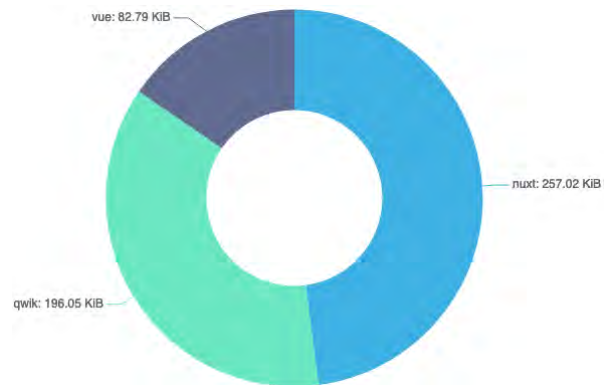


Abb. 5: Fallstudie 1: Größe der aus dem Bau resultierenden Dateien [2]

Erste Erkenntnisse können durch nachträgliche Änderungen an der Programmierung von dem Ergebnis der Arbeit abweichen. Zum Abschluss der Arbeit werden nun Feinheiten verbessert, genutzte Software auf den aktuellen Stand gebracht und Optimierungen eingearbeitet.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Inc Builder io. Qwik Framework. <https://quik.builder.io>, 2022.
- [2] Eigene Darstellung.
- [3] Google Developers. Overview - Lighthouse. <https://developer.chrome.com/docs/lighthouse/overview>, 2016.
- [4] Google Developers. How does Lighthouse work? <https://github.com/GoogleChrome/lighthouse#how-does-lighthouse-work>, 2022.
- [5] zafaco GmbH. Jahresbericht 2020/21 - Mobile Breitbandanschlüsse. [https://download.breitbandmessung.de/bbm/Breitbandmessung\\_Jahresbericht\\_2020\\_2021\\_mobil.pdf](https://download.breitbandmessung.de/bbm/Breitbandmessung_Jahresbericht_2020_2021_mobil.pdf), 2022.
- [6] Miško Hevery. Our current frameworks are  $O(n)$ ; we need  $O(1)$ . <https://www.builder.io/blog/our-current-frameworks-are-on-we-need-o1>, 2022.
- [7] Lea Lang. Mobile Internetnutzung weiter auf dem Vormarsch. <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Mobile-Internetnutzung-weiter-auf-dem-Vormarsch-3455624.html>, 2016.
- [8] Nuxt Project. The Intuitive Web Framework. <https://nuxt.com/>, 2022.
- [9] Jeremy L Thompson. Big O Notation Examples – Time Complexity and Algorithm Efficiency Explained. <https://www.freecodecamp.org/news/big-o-notation-examples-time-complexity-explained/>, 2021.
- [10] Evan You. The Progressive JavaScript Framework. <https://vuejs.org/>, 2014.

# Konzeption und exemplarische Umsetzung einer Social-Media-Kampagne für ein nachhaltiges gemeinnütziges Unternehmen

Radika Kapour

Anke Bez

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma WoodenValley gGmbH, Stuttgart

## Ausgangssituation

Social Media hat sich in den vergangenen Jahren eine immer größer werdenden Stellenwert eingenommen. Es wird nicht nur durch Privatpersonen für deren täglichen Gebrauch eingesetzt und genutzt, sondern viele Unternehmen nutzen ebenfalls aktiv Social Media Kanäle. Social Media bietet den Unternehmen zahlreiche Plattformen, anhand welcher sie ihre Produkte bzw. Dienstleistungen, relativ einfach und schnell an ihre Kunden bringen können. Für die Start-up Unternehmen ist es umso wichtiger, bereits in der Anfangsphase auf Social Media aktiv zu sein und dadurch die entsprechenden Kunden anzusprechen.

## Zielsetzung und Vorgehensweise

In der Arbeit soll eine Social-Media Kampagne konzipiert werden, mit dem Ziel, dass sog. ‚Greenwashing Effekte‘ vermieden werden und die Glaubwürdigkeit des Unternehmens kommuniziert und die entsprechende Zielgruppe angesprochen wird. Um dies zu ermöglichen, werden im Rahmen der Arbeit die Kriterien, anhand der eine Kampagne gemessen und als glaubwürdig beurteilt werden kann, definiert und anhand von geeigneten Beispielen dargestellt. Zugleich werden die Zielgruppen analysiert und die passende Social Media Plattform ausgewählt. Zu der Herausforderung gehört, die Auswahl der richtigen und passenden Social Media Plattform unter den zahlreichen Plattformen. (vgl. Abbildung 1) Schließlich werden diese Kriterien für eine erfolgreiche, glaubwürdige Kampagne genutzt, um diese prototypisch für eine Kampagne umzusetzen.



Abb. 1: Plattform [1]

## Marketing

Unter Marketing wird eine marktorientierte Unternehmensführung verstanden, bei der die Bedürfnisse der (potenzielle) Kunden im Mittelpunkt gestellt und befriedigt werden sollen. Das verhilft nicht nur bei der Akquisition neuer Kunden, sondern auch bei der Bindung an/zu den vorhandenen Kunden. Dabei handelt es sich nicht nur um das Anpassen an die Marktgegebenheiten bzw. -erfordernissen, sondern viel mehr um eine aktive und systematische Veränderung. [2]

## Kampagne

Eine Kampagne stellt eine zeitlich begrenzte Aktion eines Unternehmens dar und unterstützt sowohl bei der

Stärkung des Images und der Marktposition als auch bei der Umsatz- und Gewinnsteigerung. Schließlich handelt es sich um die Ansprache der Zielgruppen, wodurch die Ziele der Kampagne erreicht werden sollen. Dabei werden die gestalteten Werbemittel in dem gewählten Werbegebiet mit dem ausgewählten Werbeträgern und in dem festgelegten Werbezeitraum durchgeführt. Kampagnen können sowohl innerhalb des Unternehmens, in der Marketingabteilung, als auch durch externe Werbeagenturen durchgeführt werden. [4]

### Social Media Marketing

Social Media Marketing ist eine Art des Online-Marketings und wird unter anderem durch das Unternehmen eingesetzt, um die eigene Vermarktungsziele durch die Nutzung von sozialen Kommunikationsprozessen anhand der webbasierten Applikationen zu erreichen. Social Media kann durch Privatpersonen für private Zwecke, wie zum Vernetzen mit Familie, Freunde etc., genutzt werden.

### Nachhaltigkeit

Nach der heutigen Definition (vgl. Abbildung 2) hat die nachhaltige Entwicklung erst dann die Nachhaltigkeit erreicht, wenn die Bedürfnisse der heutigen Generation befriedigt werden, ohne dass die Möglichkeiten der künftigen Generation gefährdet bzw. beschränkt werden, ihre Bedürfnisse zu befriedigen. Die Nachhaltigkeit lässt sich in den drei folgenden Bereichen gliedern:



Abb. 2: Nachhaltigkeit [1]

### WoodenValley gGmbH

Die WoodenValley gGmbH ist ein Unternehmen im Verantwortungseigentum, welches im Jahr 2021 gegründet wurden und ihren Sitz in Stuttgart hat. Die Grundidee hinter der Organisation ist es, klimapositive New Work Quartiere zu planen, bauen und zu betreiben. Dabei richten die sich insbesondere nach den Start-Ups, Selbstständige und Gewerbetreibenden. Um die Klimapositivität und die Kreislaufwirtschaft im Mittelpunkt aller Vorhaben und Handlungen zu setzen, nimmt sich das gemeinnützige Unternehmen das sog. Candle-2-Candle-Prinzip als Leitmotiv vor. ‚Die Natur kennt keinen Abfall, alles wird in geschlossenen Kreisläufen wiederverwendet.‘ Die Aussage durch WoodenValley verdeutlicht deren Absicht und Vision. Schließlich hat alles, was heute getan wird, eine Auswirkung auf die Zukunft. [3]

## Literatur und Abbildungen

[1] Eigene Darstellung.

[2] GerdInno Spindler. 1. Fachbegriffe des Marketings und Einordnung des Marketings im Unternehmen. In *Basiswissen Marketing*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2022.

[3] gGmbH WoodenValley. WoodenValley. <https://woodenvalley.de/>, 2022.

[4] Yener Yildirim. Werbekampagne. <https://onlinemarketingfans.de/lexikon-online-marketing/werbekampagne/>, 2022.

# Konzept und Implementierung eines Algorithmus zur Verteilung von Ladepunkten für E-Scooter in Städten

Pascal Kasper

Mirko Sonntag

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Anwendungszentrum KEIM des Fraunhofer Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Esslingen

## Einleitung

Seit 2019 dürfen E-Scooter am öffentlichen Straßenverkehr teilnehmen. Die Erwartung der E-Scooter war, dass weniger Personen mit dem eigenen Auto durch die Innenstädte fahren, sondern stattdessen die umweltfreundlicheren elektrobetriebenen Scooter benutzen. In Innenstädten werden hauptsächlich Kurzstrecken gefahren. Durch das ständige Anfahren verbraucht ein Verbrennungsmotor sehr viel Treibstoff und verursacht eine hohe CO<sub>2</sub> Emission und Feinstaubbelastung. [2]



Abb. 1: E-Scooter auf dem Gehweg abgestellt [3]

Die Leihanbieter für E-Scooter haben das Potential für E-Scooter entdeckt und bieten in vielen Städten eine Möglichkeit an, E-Scooter kostengünstig zu mieten. Dies hat jedoch zur Folge, dass diese E-Scooter willkürlich abgestellt werden, wenn der Akku leer ist oder die Fahrt beendet. # Aktueller Stand Diese leeren E-Scooter müssen dann von Lieferwägen eingesammelt, aufgeladen und wieder ausgeliefert werden. Nur die Anbieter TIER Mobility GmbH und Bolt Technology bieten in wenigen Städten eine Möglichkeit an, dieses Problem zu umgehen. Bolt stellt „Bolt Docks“ auf. In denen können die Nutzer die gebrauchten E-Scooter abstellen. Dabei werden die leeren Akkus geladen. So stehen immer vollgeladene E-Scooter bereit und die Scooter haben einen bestimmten Platz, wo sie

abgestellt werden sollen. [5]

TIER verteilt Ladeboxen in Geschäften in den Städten. Diese Ladeboxen werden an einer gewöhnlichen 230V Steckdose angeschlossen und so werden die Akkus geladen. Wenn ein Akku eines E-Scooters leer ist, kann dieser einfach abgesteckt und in einem teilnehmenden Geschäft oder Restaurant in die Ladebox geschoben werden. In diesen Ladeboxen haben bis zu vier Akkus Platz. TIER plant, eine Ladebox in Geschäften mit einem Abstand 500m zu verteilen. [4]

## Ziel der Arbeit

Ziel der Arbeit ist es, ein Konzept und einen Algorithmus zu entwickeln, welcher eine gleichmäßige Verteilung der Ladepunkte erstellt. Dabei ist die Menge an Punkten abhängig vom jeweiligen Stadtgebiet. So müssen in Industriegebieten weniger Ladepunkte installiert werden als in der Innenstadt. Des Weiteren sollen die Punkte so verteilt werden, dass die durchschnittliche Entfernung zum nächsten Ladepunkt im Stadtgebiet gleich groß ist. Basierend auf dieser Verteilung, können Ladepunkte installiert werden. An diesen Punkten könnte TIER die Ladeboxen verteilen oder Bolt an den Straßenlaternen ihre Bolt Docks installieren.

## Konzept

Dieser Algorithmus basiert auf einem SUMO-Netz von Stuttgart. Dieses Netz beinhaltet alle Straßenzüge der Stadt. Dabei wird eine Straße als Ganzes in SUMO als „Edge“ bezeichnet, wobei eine lange Straße in mehreren „Edges“ aufgeteilt ist. Unabhängig davon, wie groß die Straße ist oder welche Fahrzeuge darauf fahren dürfen. Für jede „Edge“ werden nun mehrere „Lanes“ definiert. Eine „Lane“ entspricht einer Fahrbahn der Straße. Dazu zählen auch Busspuren oder Gehwege. Darüber hinaus gibt das Netz Auskunft über das jeweilige Stadtgebiet und Gebäude sowie Point-of-



Interests (POI). Diese Daten werden mit der sumolib ausgelesen.

Um eine möglichst gleichmäßige Verteilung zu erstellen, wird das Netz mittels eines Python-Scripts ausgelesen. Die Stadt wird dann in Sektoren unterteilt. Diese Sektoren sind dabei deutlich kleiner als ein Stadtviertel. Für jeden dieser Sektoren wird nun die Art des Stadtgebietes ermittelt. Abhängig von diesem Stadtgebiet, wird ein Gitter über diesen Sektor erzeugt. Der Abstand, der einzelnen Punkte in diesem Gitter unterscheidet sich je nach Stadtgebiet. Anschließend wird die nächstgelegene Fahrbahn ermittelt. Dabei werden nur Straßen berücksichtigt, die von E-Scootern befahrbar sind. Dazu zählen Bundes-, Kreis- und Landesstraßen, innerstädtische Straßen oder Fahrradwege. Ausgeschlossen werden zum Beispiel Autobahnen und Kraftfahrzeugstraßen, Fußwege oder auch Busspuren. Wurde eine Fahrbahn im jeweiligen Gebiet ermittelt, so wird ein Punkt auf dieser Fahrbahn markiert. Dieser Punkt repräsentiert einen möglichen Ladepunkt für

einen E-Scooter. Da es für diese Arbeit keine Rolle spielt, ob der Ladepunkt beispielsweise 10 Meter in die eine oder andere Richtung verschoben wird, wird die Mitte der Fahrbahn als Punkt gespeichert. In SUMO ist eine Fahrbahn nur von Kreuzung zu Kreuzung definiert. Dadurch sind die Strecken meist geringer als die Entfernung der einzelnen Ladepunkte zueinander. Anschließend werden Prüfungen durchgeführt. Dazu zählt, dass eine Fahrbahn nicht zweimal genutzt wird. Dies könnte der Fall sein, wenn in einem Sektor nur wenige Straßen sind und daher eine Straße von zwei Punkten als die nächste berechnet wurde. Des Weiteren muss überprüft werden, ob in einem Sektor die Entfernung von allen Punkten zum nächstmöglichen Punkt in etwa gleich groß ist. Dazu wird für jeden Punkt die nächste Fahrbahn ermittelt, auf dem ein weiterer Punkt für eine Ladestation steht. Nun wird überprüft, ob all diese Entfernungen im Toleranzbereich liegen.

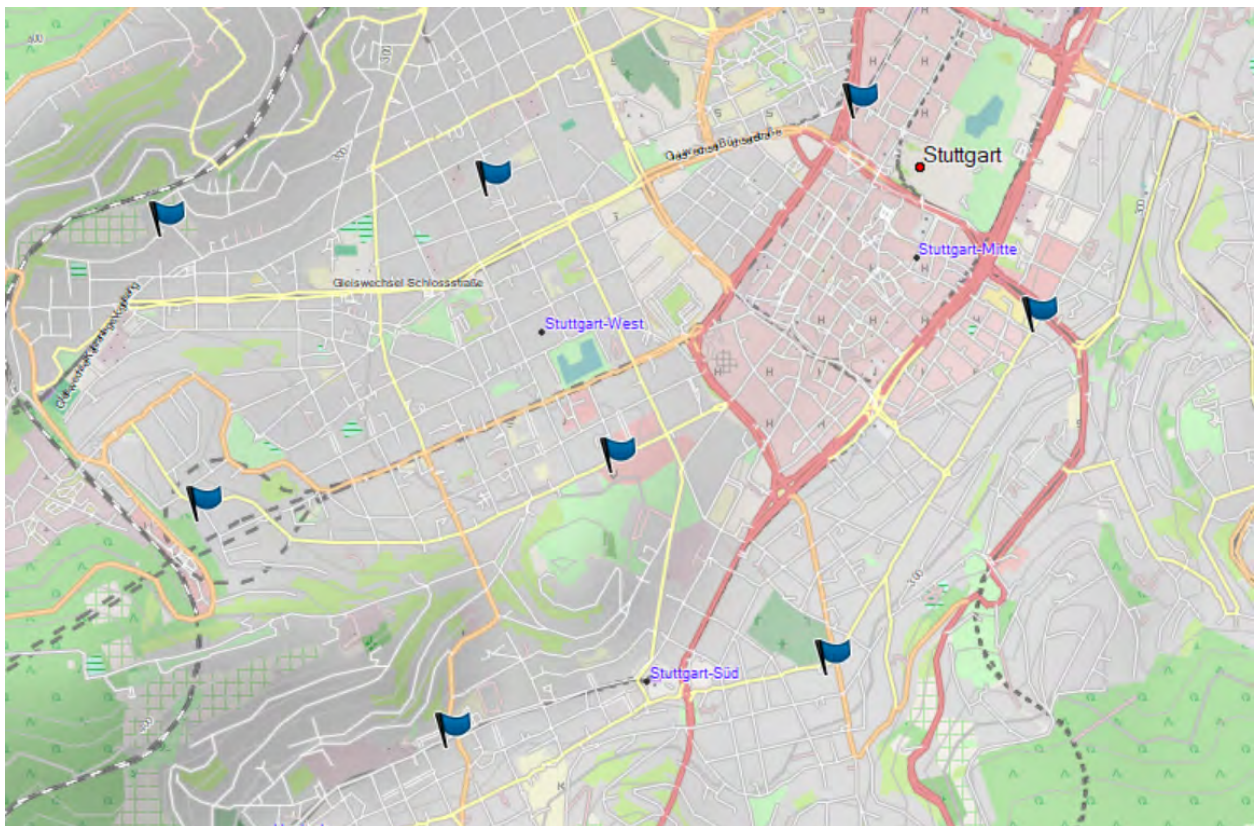


Abb. 2: Beispiel für eine Verteilung in Stuttgart [1]

## Ausblick

Mit dieser Arbeit sollen erste Erkenntnisse über diese Thematik und insbesondere zum aktuellen Stand der Technik für das Anwendungszentrum KEIM ermittelt

werden. Der entwickelte Algorithmus dient als mögliche Methode zur Verteilung von Ladepunkte für E-Scooter an Straßenlaternen im aktuellen Forschungsprojekt „CHANGE“.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] Laura Gebhardt, Christian Wolf, Simone Ehrenberger, Robert Seiffert, Daniel Krajzewicz, and Rite Cyganski. *E-Scooter – Potentiale, Herausforderungen und Implikationen für das Verkehrssystem*. DLR Institut für Verkehrsforschung, 2021.
- [3] Max Kell. Der Kampf gegen E-Scooter auf Gehwegen ist ein Kampf gegen Windmühlen. <https://www.rbb24.de/panorama/beitrag/2022/06/berlin-scooter-ordnungsamt-gehwege.html>, 06 2022.
- [4] Dieter Petereit. Scooter-Verleiher Tier startet neues Ladenetzwerk für Wechselakkus in Münster. <https://t3n.de/news/scooter-tier-energy-network-1345767/>, 12 2020.
- [5] C. Seyerlein. Bolt führt Park- und Lade-Docks für E-Scooter ein. <https://www.next-mobility.de/bolt-fuehrt-park-und-lade-docks-fuer-e-scooter-ein-a-1067123/>, 10 2021.

# Analyse, Konzeption und prototypische Implementierung einer mobilen Anwendung für den Servicetechniker im Außendienst

Kevin Kasprus

Dirk Hesse

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH, Nürtingen

## Einleitung

Die Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH gegründet 1894 mit Sitz in Nürtingen, stellt modernste CNC-Werkzeugmaschinen und Fertigungssysteme für die spanende Bearbeitung her. Ebenso bietet sie Serviceleistungen für ihre Maschinen an. Die Servicetechniker im Außendienst nutzen für ihre Tätigkeiten eine gekaufte Softwarelösung, welche durch HELLER an die eigenen Bedürfnisse und Prozesse angepasst wurde. Die Software verwendet als Middleware die SSAP Data Orchestration Engine" (DOE) welche von SAP für Ende 2025 abgekündigt wurde. Durch deren spezielle Funktionsweise ist ein einfacher Austausch der Middleware nicht ohne weiteres möglich, so dass sich derzeit viele Firmen über eine Nachfolgelösung Gedanken machen. Durch die vielen HELLER-eigenen Prozesse stellt sich auch bei HELLER die Frage, ob es möglich und sinnvoll ist, eine käufliche Standardsoftware umfangreich zu erweitern und zu ertüchtigen, oder ob es zielführender wäre, eine maßgeschneiderte Eigenentwicklung vorzunehmen [2].

## Problemstellung

Die Einschätzung, ob eine Standardsoftware gekauft oder eine Eigenentwicklung gemacht werden soll ist für viele Firmen nicht einfach. Die Erfassung des Umfangs einer solchen Entwicklung, sowie auch die technische Machbarkeit und die Verfügbarkeit von Personal für diese, müssen dafür im Vorfeld behandelt werden. HELLER hat bereits zwei weltweit intern genutzte maßgeschneiderte Anwendungen selbst entwickelt. So gibt es zum einen eine Betriebsdatenerfassung (BDE) und zum anderen ein Shopfloor Interface (SFI). Sie ermöglichen zum einen die Rückmeldung von Zeitdaten auf Aufträgen in Echtzeit, zum anderen das Bereitstellen aller Informationen zur Montage einer Maschine wie z. B. Stücklisten, technische Zeichnungen, Fehlteillisten und das Erfassen von

Messwerten und Serialnummern. Diese Erfahrungen können mit in die Betrachtung für die Nachfolgelösung im HELLER-Service einfließen. Der Unterschied zu den bisherigen Systemen besteht darin, dass die zu untersuchende Lösung nicht nur intern, sondern auch außerhalb des HELLER Netzwerks vor Ort bei Kunden zuverlässig funktionieren muss. Zudem müssen länderspezifische Eigenheiten berücksichtigt und die regionale Gesetzgebung eingehalten werden. Außerdem muss sie an eventuell weitere Technologieänderungen bei SAP mit möglichst geringem Aufwand angepasst werden können.

## Zielsetzung

Diese Arbeit liefert die Grundlage für die spätere Entscheidungsfindung einer Nachfolgelösung als Eigenentwicklung. Dabei wird der Umfang erfasst und eine mögliche technische Umsetzung betrachtet. Diese führen beide zur Bewertung der Machbarkeit einer Eigenentwicklung.

## Vorgehen

Zunächst wurde der Ist-Zustand betrachtet. So konnte die bisherige System- und Prozesslandschaft erfasst werden. Das System basiert auf einem SAP S/4 Hana Enterprise-Resource-Planning (ERP) als backend System, in dem die Daten und die Geschäftslogik liegen, und einer mobilen Progressive Web-App (PWA) für den Servicetechniker. Die komplette Datenübermittlung und Verarbeitung wird von der DOE übernommen (siehe Abb. 1). Ausgehend hiervon wurden die Anforderungen für die Nachfolgelösung erfasst und um Zukünftige Anforderungen erweitert.

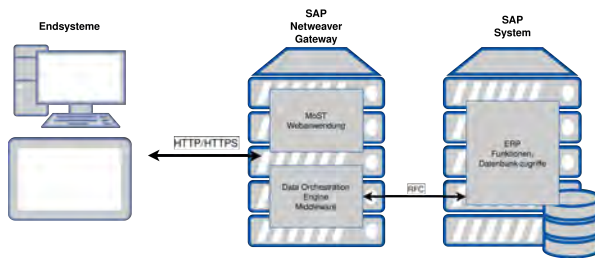


Abb. 1: DOE Technologie Schema [1]

Kurz aufgeführt seien hier die allgemeinen übergeordneten Anforderungsthemen als Stichworte:

- Sicherheit
- Netzwerk Unabhängigkeit (Offline-Fähigkeit)
- Plattform Unabhängigkeit
- Auftragsbearbeitung

- Zeiterfassung
- System

Zusätzlich werden zwei Kaufösungen in ihrem Funktionsumfang betrachtet, um daraus eine bessere Abschätzung des Gesamtumfangs einer Entwicklung abzuleiten. Für die technische Umsetzung müssen Technologieentscheidungen getroffen werden. Einige gehen direkt aus den Anforderungen hervor. Andere, wie z. B. die Auswahl der SAP-Schnittstelle, werden in dieser Arbeit getroffen. Der Wechsel dieser Schnittstelle sollte jedoch mit möglichst geringem Aufwand vollzogen werden können, um sich ändernden Entscheidungen bei SAP anpassen zu können und nicht wie derzeit mit der DOE eine starre Kopplung vorhanden sein. Mit diesen Informationen wird daraufhin ein neues technisches Prozess- und Systemkonzept erstellt. Ebenso wird in Zusammenarbeit mit dem Service ein User Interface (UI) / User Experience (UX) Konzept erarbeitet (siehe Abb. 2).

Auftragsliste		[Einstellungen] [Erneuern]		
Service (2)	Kontraktauftrag (1)	HELLER (0)	Zeitrückmeldung	Reisen
z. B. Auftragsnummer, Text, Kunde, ...		Suchen		↓ 9 ↑
13.09.2022				
7250730 / 20	(SERV) Test Rechnungsstellung NQ1 S4Hana (Test für Kevin)	Frank Alber: (07022)77 1346		
<b>53222 (Production support of HNT)</b> <b>Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH</b> Gebrüder-Heller-Str. 15 72622 Nürtingen, DE		H 4000 - Gen.2 SIEMENS 840D sl (H) Powerdynamik 2-4500, F/C 6000 PC 40/63; 10.000/242 HSK-A 63 DIN 69893 R409 man. Schleuse NC-Rundlauf Tisch (A)		
7250730 / 20	(SERV) Test Rechnungsstellung NQ1 S4Hana (Test für Kevin)	Frank Alber: (07022)77 1346		
<b>53222 (Production support of HNT)</b> <b>Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH</b> Gebrüder-Heller-Str. 15 72622 Nürtingen, DE		H 4000 - Gen.2 SIEMENS 840D sl (H) Powerdynamik 2-4500, F/C 6000 PC 40/63; 10.000/242 HSK-A 63 DIN 69893 R409 man. Schleuse NC-Rundlauf Tisch (A)		
15.09.2022				

Abb. 2: Mockup der Hauptseite [1]

Um die technische Umsetzung und Machbarkeit zu evaluieren wird ein Prototyp entwickelt. Dieser ist auf die Kernelemente, wie das Austauschen von Daten und die Offline-Fähigkeit beschränkt.

## Ausblick

Mit allen gesammelten Informationen und Erfahrungen wird im Weiteren eine Einschätzung zur Machbarkeit für die Eigenentwicklung bei HELLER abgegeben. Auf Basis dieser Grundlage kann dann im Zusammenhang mit einer Betrachtung von Kaufösungen eine weitere Arbeit für die Entscheidungsfindung erstellt werden.

## Literatur und Abbildungen

[1] Eigene Darstellung.

[2] Norbert Gronau. Folge 10: Standardsoftware oder Eigenentwicklung. <https://erp-management.de/themen/digitalisierung/artikel/folge-10-standardsoftware-oder-eigenentwicklung/>, 06 2020.

# Vergleich moderner Programmiersprachen und Frameworks auf Cloud-native Eigenschaften

Levin Kerschberger

Jörg Nitzsche

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Novatec Consulting GmbH, Leinfelden-Echterdingen

## Einleitung & Motivation

Im Jahre 2006 gründete der Online-Versandhändler Amazon das Tochterunternehmen Amazon Web Services und bot damit als erstes Unternehmen weltweit Infrastructure-as-a-Service (IaaS) an. Nun war es möglich Computing-Ressourcen dynamisch, je nach Bedarf, anzumieten. Dies war die Geburtsstunde der Cloud, wie man sie heute kennt. In einem Cloud-System stehen jederzeit Ressourcen bereit, die von Applikationen ohne menschliche Interaktion beansprucht werden können. So entsteht eine dynamische Infrastruktur, welche die Flexibilität, Skalierbarkeit und Ausfallsicherheit der darauf betriebenen Anwendungen im Vergleich zu Legacy-Applikationen stark verbessert. In Cloud-Umgebungen betriebene Anwendungen haben daher den Anspruch unabhängig von der unterliegenden Infrastruktur zu sein und auf entsprechende Änderungen reagieren zu können.

Cloud Native ist eine Softwareentwicklungsmethode, welche darauf beruht, diese Eigenschaft von Beginn an zu gewährleisten. Heroku Mitgründer Adam Wiggins definierte unter Beachtung der Eigenschaften, welche eine Applikation haben muss, um sie problemlos auf der Cloud-Plattform Heroku zu betreiben, die twelve-factor Methodik [5], welche inzwischen zum Leitfaden für die Entwicklung Cloud-nativer Webanwendungen wurde. Dieser Leitfaden dient für den Entwurf der Applikationsebene eines Systems und stellt sicher, dass diese optimal für die Cloud-Nutzung vorbereitet ist. Bei der Cloud Native-Entwicklung werden Softwareteile als einzelne, unabhängige Services betrachtet, welche über ein Netzwerk mithilfe von APIs miteinander kommunizieren können. Ein Beispiel für solch eine Architektur ist in Abbildung 1 zu sehen. Cloud Native-Anwendungen werden daher API-First entwickelt. [3] Dies ermöglicht die frühzeitige Kollaboration von Teams, welche an Services mit horizontalen Abhängigkeiten arbeiten und verhindert Integrationsprobleme, bevor sie auftreten.

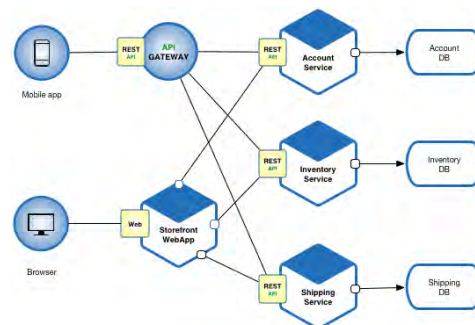


Abb. 1: Service-Architektur der Uber-Applikation [4]

Für die Programmierung von Webanwendungen, existieren viele Frameworks und Bibliotheken für unterschiedlichste Programmiersprachen. Diese liefern beispielsweise einen Webserver, vereinfachen die Implementierung von REST-APIs und dienen der Verknüpfung und Kommunikation mit unterstützenden Diensten, wie Datenbanken. Wie in Abbildung 2 zu sehen sind die meist genutzten Frameworks: Laravel (PHP), Django (Python), Flask (Python), ExpressJS (Node.js) und Ruby on Rails (Ruby).

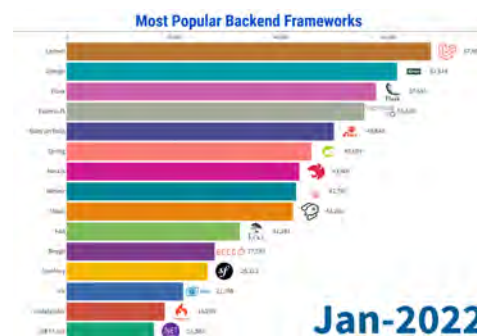


Abb. 2: Übersicht zu den meist genutzten Backend Frameworks 01/22 basierend auf GitHub Sternen [1]

Die Evaluierung der Eigenschaften, Vorteile und Nach-

teile von Web-Frameworks ist unumgänglich, um für die Anforderungen des zu erstellenden Systems das richtige Grundgerüst zu wählen. Ist eine Anforderung des Systems der Betrieb in der Cloud und die Cloud Native-Entwicklung wird als Methodik gewählt diese zu erfüllen, so sollte die Wahl des Frameworks auf Basis der Unterstützung von Cloud-native Technologien und Konformität mit der twelve-factor Methodik erfolgen. Um ein tieferes Verständnis für die Cloud-readiness von unterschiedlichsten Frameworks zu erlangen, werden diese in dieser Thesis analysiert und miteinander verglichen.

## Zielsetzung

Im Umfang dieser Bachelorarbeit werden mit den Frameworks und Programmiersprachen Micronaut (Java), Django (Python), Rust, Gin(GoLang) und Express (Node.js) die Basisfunktionalitäten einer RESTful API programmiert. Dabei wird die Handhabung der Frameworks anhand von Faktoren wie der CRUD-Unterstützung, der Anbindung an Persistenz-Mechanismen, der IDE-Unterstützung und der allgemeinen Verständlichkeit des Codes bewertet. Neben diesen Basisfaktoren, welche einen Indikator dafür geben, wie einfach und schnell man zu einer lauffähigen API kommt, wird genauer untersucht, wie kompatibel die Technologien mit Cloud Native-Entwicklung sind. So werden für jeden Faktor der twelve-factor Methodik Indikatoren und Eigenschaften für die Einhaltung des Faktors definiert, um mit diesen feststellen zu können, welche der programmierten REST-APIs die twelve-factor Methodik am besten umsetzt. Des Weiteren wird auch die Unterstützung bei der Verwendung von Cloud-nativen Technologien bewertet. Dabei wird sich vor allem auf die Anwendung von Containerisierung bezogen. Während der Analyse der twelve-factor Methodik fällt auf, dass auch Metriken in der Cloud Native-Entwicklung eine große Rolle spielen, weshalb die Frameworks neben genannten Eigenschaften auch auf absolute Größen wie der Binary-Größe und dem Memory Footprint oder der Startup- und Shutdown-Zeit verglichen werden.

Nach der Durchführung der Arbeit wird ein Gesamtbild über die untersuchten Frameworks entstehen, mit

welchem man die Entscheidungsfindung bei der Technologienwahl eines neuen Projekts vereinfachen kann.

## Vorgehensweise

Um die genannten Technologien vergleichen zu können wird ein Soll-Zustand definiert, den alle Implementierungen erreichen sollen. Dieser besteht aus folgenden Punkten:

1. Die Applikation soll als Container-Image in einem Docker Hub Repository vorliegen.
2. Die Applikation kann beim Container-Start mithilfe von Umgebungsvariablen konfiguriert werden. Eine der Variablen ist für die Wahl zwischen Produktions- und Entwicklungs-Stage zuständig, wobei die Entwicklungsstage eine In-Memory Datenbank nutzt und die Produktionsversion eine externe Datenbank verwendet. (Bspw. PostgreSQL) Mit der zweiten Umgebungsvariable kann der Serverport gewählt werden.
3. Die Applikation stellt das Content-Management-System für einen Blog dar und bietet die Funktionalität Posts zu erstellen, zu bearbeiten und abzurufen, sowie diese zu kommentieren und mit „gefällt mir“ oder „gefällt mir nicht“ zu markieren. Die Endpunkte werden in Abb. 3 dargestellt.
4. Im Produktionsmodus ist die Applikation zustandslos. Alle Daten werden persistent gespeichert.

Nach Abschluss der Implementierung wird bewertet, in welchem Maß das genutzte Framework die Einhaltung der twelve-factors unterstützt. Dazu wird ein Bewertungssystem aus Indikatoren für jeden Faktor entworfen. Dieses in Verbindung mit den Basisfaktoren der Handhabung des Frameworks und den Metriken, wie dem Startzeit, ergeben eine solide Basis um die cloud-readiness der untersuchten Technologien zu vergleichen.

Verb	Endpoint	Beschreibung
Get	/posts/	Rufe alle Beiträge ab
Get	/posts/{id}/	Rufe einen Beitrag mit der Id {id} ab
Post	/posts/	Erstelle einen neuen Beitrag
Post	/posts/{id}/comments/	Erstelle einen Kommentar zu einem Beitrag
Patch	/posts/{id}/like/	Beitrag positiv bewerten
Patch	/posts/{id}/dislike/	Beitrag negativ bewerten
Patch	/posts/{id}/title/	Titel eines Beitrags ändern
Patch	/posts/{id}/content/	Inhalt eines Beitrags ändern
Put	/posts/{id}/	Beitrag ändern

Abb. 3: Endpunkte der für den Vergleich dienenden Rest-API [2]

## Ausblick

Cloud Native-Anwendungen zeichnen sich dadurch aus, nicht abhängig von der Umgebung zu sein in der sie betrieben werden. Diese Arbeit beschäftigt sich in erster Linie mit dem Verfahren der Implementierung. Es wird untersucht, welches Framework die twelve-factor Methodik zufriedenstellend unterstützt und an welchen Stellen Entwicklungsteams noch Lösungen für die Umsetzung selbst finden müssen. Weiterführende Aspekte für die Evaluierung von Web-Frameworks sind beispielsweise die Unterstützung von Kommunikationstechnologien wie Message Queues oder REST-Alternativen und die Komplexität des Deployments in die Cloud. Die Java-Frameworks Micronaut und Spring Cloud bieten beispielsweise

Adapter für Google Cloud, Microsoft Azure und andere Dienste an, um die Anwendung in die Cloud zu deployen. In diesen Punkten treten weitere große Unterschiede zwischen den untersuchten Technologien auf.

Auf Basis dieser Arbeit können weitere Use Case-spezifischen Anhaltspunkte zur Evaluation von Web-Frameworks hinzugezogen werden. Die gemessenen Metriken spielen hierbei eine entscheidende Rolle und können je nach Anforderungen des Projekts gewichtet werden. In dieser Thesis wird damit eine Basis für die Entscheidungsfindung bei der Technologieauswahl in einem Softwareprojekt gelegt, welche genutzt werden kann, um sich einen industriellen Marktvorteil und eine bessere Konkurrenzfähigkeit zu sichern.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Statistics and Data. Most Popular Backend Frameworks – 2012/2022. <https://statisticsanddata.org/data/most-popular-backend-frameworks-2012-2022/>, 01 2022.
- [2] Eigene Darstellung.
- [3] Kevin Hoffmann. *Beyond the Twelve-Factor App*. O'Reilly Media, Inc., 2016.
- [4] Alfonso Valdes. *Microservices vs Monolith: The Ultimate Comparison 2022*. <https://www.clickittech.com/dev-ops/microservices-vs-monolith/>, 03 2021.
- [5] Adam Wiggins. *The Twelve-Factor App*. <https://12factor.net/>, 2017.



# Analysis and Modeling of VPN Stacks for latency-sensitive Environments

Peter Kindler

Tobias Heer

Department of Computer Science and Engineering, Esslingen University

Work carried out at Hirschmann Automation and Control GmbH, Neckartenzlingen

## Motivation and Problem

The field of industrial automation requires networking to fulfill time-critical Quality of Service. This results in low latency and especially low jitter, such that transmission times can be planned in automation procedures. Interconnected factory lines and robots cause a mixture of time critical and best effort traffic which was not existing before. Time-Sensitive Networking (TSN) enables this convergence of time critical and best effort traffic on a shared medium. However, this interconnectivity reduces physical isolation and adds additional requirements to security mechanics. One security mechanic are virtual private networks (VPN), which are a common solution for connecting two networks through an insecure third network. VPNs make use of encryption to provide confidentiality and integrity to the transported data. Though, encryption also implies security associations and possibly key exchanges. The identification of a connection and the look-up for keys or even key exchanges, as well as the encryption and decryption itself, require time. Executed in software, these steps lead to unpredictable variations in latency. Another security mechanic running in software are firewalls. Lohmiller [4] shows that the latency of current state-of-the-art firewalls cannot be predicted accurately. However, Schramm [10] enables real-time requirements to be fulfilled on the software firewall VPP. As firewalls and VPN both run in software, we assume predictable latencies can be achieved with VPNs as well.

The performance-relevant factors of VPNs are the packet size, the number of packets per second as well as the number of connections maintained by the device and the direction of the data flow. The impact modeling of these factors will be part of the analysis of this work. Different VPN stacks, including WireGuard, OpenVPN and Strongswan (IPsec), offer an open-source basis for an industrial solution.

## Design

The goal of this work is to analyze the three VPN stacks concerning their performance depending on different parameters. The analysis consists of measuring performance as well as code-analysis and CPU-tracing. Additionally, we search for possible improvements and implement some of them.

To rate different deployment configurations regarding their performance, a performance metric is required. The performance of a configuration can be expressed with the jitter, packet loss, latency, and bandwidth. The performance metric is a product of all four factors. The application requirements define the weights for these four factors.

We use different setup arrangements to take measurements. For example, we measure point-to-point VPN setups against point-to-multipoint configurations and the impact of the connection count on the performance. Other variations include the use of tunnel or transport mode for IPsec.

Additionally, we analyze the performance in an environment with artificial CPU load on the gateway or artificial jitter/latency between the two VPN peers. The latter is simulating network infrastructure in between the two VPN nodes.

Load generation and time measurement take place on systems separate from encryption/decryption-systems, to ensure they don't affect each other, as depicted in Figure 1. The timestamping inserts its current time  $t_1$  and  $t_2$  into the frame. With these two values, we can calculate the latency of the VPN setup.

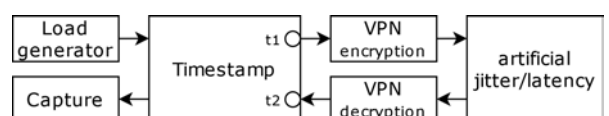


Fig. 1: The arrangement of the setup to measure latency and jitter behavior [9]

To enable measuring the latencies of VPN encryption

or decryption on its own, we can make an addition to the setup depicted in Figure 1. We make use of an additional switch in between the two VPN peers to duplicate the encrypted packets, to send them to an additional timestamping unit. These packets get timestamped to calculate the sub-latencies for the VPN peers. We can not identify each packet on the encrypted path, besides the order of frames. Hence, we can only apply this enhanced measurement method if we observe no or very little packet reordering effects. Code-analysis and tracing of the VPN stacks can identify algorithmic properties causing delays and a possible non-deterministic deviation of it. These observed properties of the stacks can then potentially be used to optimize the setup. For example, the time spend on identifying connections, looking up keys or even exchanging keys are dependent on the setup configuration.

WireGuard places outbound packets in a per-peer queue for encryption/decryption. A new kernel thread processes the per-peer queue [1]. On the one hand, this improves the performance (bandwidth, latency) on multi-core systems. But on the other hand, this introduces a higher jitter due to interrupts. The processing queue has a fixed length. Hence, enqueueing packets to a full queue fails and the packets are dropped [1]. We have to observe the impact of a full list on the performance.

OpenVPN is single-threaded unless it's set up having one OpenVPN server instance per core [3] [6]. Having multiple instances introduces configuration complexity, and also requires the even distribution of the load among the instances. OpenVPN cannot make use of additional cores if only a single connection is used [3]. Strongswan is an open-source IPsec implementation. Strongswan supports multi-threading and additional cores can boost the throughput of a single connection [3].

Based on the analysis further optimizations could include the minimization of jitter through an increase in latency. The Precision Time Protocol is a hardware-supported feature on the devices used in the described industrial use case. Therefore, time-synchronization is available with nano-second accuracy. Though, we will have to observe to which degree a software-based withhold of packets can satisfy the needs of the industry.

A second possible approach addresses the forwarding path latency in software. Pudelko et al. [7] show that using DPDK-drivers and bypassing the kernel lead to higher performance in terms of bandwidth.

## Evaluation

This work aims to achieve three goals. The first objective is the analysis of the time complexity effects

of different parameters on the VPN stacks WireGuard, OpenVPN and Strongswan. This analysis will include source-code analysis as well as tracing of CPU time. The stacks can be compared regarding their strengths and weaknesses and their respective causes. Secondly, with the results of these observations, we search for optimizations. The use of DPDK-drivers, as described earlier will be one variant to boost the performance of user-space applications. And lastly, we implement the most promising optimizations thereof or describe them theoretically to provide a better solution for industrial applications.

The objectives will be measured by the accuracy of the models predicting latency, jitter, packet loss and bandwidth; the improvements described as well as the performance gains achieved by the implemented improvements. These implemented improvements will be set in a context of an applicable industrial use case since they could come with negative effects on other metrics tested.

## Related Work

When using VPNs in office networks, bandwidth is a greater concern than jitter or latency. Therefore, most related work focuses on the bandwidth. The usability of VPNs in time-sensitive environments is still a field of low scientific interest. Nevertheless, there are papers regarding the jitter and bandwidth properties and optimizations of VPN solutions.

Hohmann et al. [2] evaluate latency implications by securing a connection with a VPN. They can bridge Profinet communication over WireGuard+VXLAN without timeouts triggered by the Profinet protocol. Without any encryption applied UDP round-trip-times range from 23 to 73  $\mu\text{s}$  with a median of 47  $\mu\text{s}$ . With WireGuard and VXLAN applied, they measure 47 to 118  $\mu\text{s}$  with a median of 81  $\mu\text{s}$ . Their measurements take place on x86-machines with Linux 5.6 (rt). Additionally, optimizations like CPU affinity and disabling idle states are made [2]. Despite being the paper with the closest agenda to this work, with industrial control systems in mind, it differs by focusing on the proof that it is possible to bridge fieldbus protocols over crypto-tunnels in general. The authors of this paper do not vary packet sizes, keep the bandwidth fixed at 100 Mbit/s and evaluate only the behavior with one data stream.

There are two papers written in Finnish and Portuguese in which the jitter/latency behavior of VPN solutions is compared, including observations about the influence of different encryption schemes [5] [8]. Pyhäluoto [8] analyzes the resilience of WireGuard, OpenVPN and IPsec against artificial latency or jitter with the result that a low-latency / low-jitter connection improves the VPNs throughput in general. As an

exception WireGuard shows a higher resilience and is, therefore, less impacted. In the context of an industrial background with deterministic infrastructure, this would make the VPN solutions less comparable with other benchmarks in best effort environments. The Finish study [8] also shows that IPsec with the ChaCha20Poly1305-Algorithm - the same as used in WireGuard - performs better than WireGuard itself regarding the jitter (2.4  $\mu\text{s}$  vs. 23.2  $\mu\text{s}$  under 1 Mbit/s load) [8]. André Lutz et al. [5] support this by showing the jitter of Strongswan (130-180  $\mu\text{s}$ ) to be lower than OpenVPN (176-266  $\mu\text{s}$ ) or WireGuard (192  $\mu\text{s}$ ). These papers offer a data-basis on the relative performance and in the case of the paper from Pyhäluoto also on the impact of an artificial jitter between the VPN peers on the performance.

Pudelko et al. [6] [7] use DPDK-drivers and bypass the kernel with results of bandwidths reaching the 40 Gbit-limit of their network interface. Their work was done before WireGuard was integrated into the Linux mainline kernel. They show the dominant factor in terms of CPU load is locking when reaching higher packet numbers without using DPDK. They also build their own VPN solution based on WireGuard and the

user-space packet processing framework DPDK. They state that using a spinlock provided by DPDK instead of a POSIX mutex "trades latency for energy efficiency and leads to slightly higher performance." [6] This could offer a basis for optimizations on the software level.

## Result

The results of this project will lead to a better understanding of the time dependencies of the observed VPN stacks. There will also be a rating of the VPN solutions in different environments under different load scenarios as well as modeled impact factors enabling performance predictions.

We will assess the practical usability of the observed VPN stacks (in their current or modified state) in an industrial environment. We may find solutions for some - if not all - described use cases. The most promising improvements will be implemented. The result could fill a gap in industrial automation by providing a (nearly) deterministic solution for virtual private networks in deterministic network environments.

## References and figures

- [1] Jason A. Donenfeld. WireGuard Linux Kernel Integration Techniques. <https://www.wireguard.com/papers/wireguard-netdev22.pdf>, 11 2017.
- [2] Stephan Hohmann, Tobias Müller, and Marius Stübs. Bridge Me If You Can! Evaluating the Latency of Securing Profinet. In *2021 International Conference on Information Networking (ICOIN)*, pages 621–626. IEEE, 2021.
- [3] D. Lacković and M. Tomić. Performance analysis of virtualized VPN endpoints. In *2017 40th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, volume 40, pages 466–471. IEEE, 2017.
- [4] Nils Lohmiller. Modeling and Simulation of the Performance Impact of Network Security Mechanisms on Network Traffic, 2022.
- [5] André Lutz, L. Andrade, Pedro Oliveria, and Francisco Lopes. STUDO DE SOLUÇÕES VPN SITE-TO-SITE SEGUNDO AS TÉCNICAS CRIPTOGRÁFICAS EMPREGADAS. In *Conferências IADIS Ibero-Americanas WWW/Internet e Computação Aplicada 2019*, pages 171–178. IADIS, 2019.
- [6] Maximilian Pudelko. Performance Analysis of VPN Gateways, 2018.
- [7] Maximilian Pudelko, Paul Emmerich, Sebastian Gallenmüller, and Georg Carle. Performance Analysis of VPN Gateways. In *2020 IFIP Networking Conference (Networking)*, pages 325–333. IFIP, 2020.
- [8] Antti Pyhäluoto. Verkkosalaustekniikoiden vertailu, 2021.
- [9] Own representation.
- [10] Markus Schramm. Adaptation of the VPP Firewall for Real-Time Packet Processing in Industrial Environments, 2022.

# Evaluation of Memory Allocators and Prototyping of a Custom Memory Allocator for Dynamic Memory Management

Gerrit Klein

Rainer Keller

Department of Computer Science and Engineering, Esslingen University

Work carried out at Department of Computer Science and Engineering, Esslingen

## Goal

The goal of this work is to analyze a variety of general-purpose memory allocator designs and their implications on performance, namely throughput and memory utilization. This includes studying publications about popular general-purpose memory allocators, such as jemalloc, and comparing how they fare against each other in different types of workloads. Using this knowledge at hand, a design for a specialized memory allocator is derived, which exceeds the performance of the general-purpose allocators in a specified workload.

## Introduction

Processes loaded into the memory are divided into areas, colloquially referred to as "segments" in the ELF format, which tell the operating system where a segment should be placed in virtual memory [3] and which permissions must be assigned. Figure 1 depicts the different segments of a process on x86 GNU/Linux. Global- and static local variables are stored in the Data segment, while local variables are stored on the Stack. Stack memory is allocated automatically when entering a new scope, e.g., when a function is called, and deallocated upon exit of the scope, e.g., by returning from a function call. As a consequence, the lifetime of an object allocated on the stack is limited to the lifetime of the scope, e.g., a function call. Data memory on the other hand is allocated during compile time and the lifetime of objects allocated in this area spans the lifetime of the program. Both data and stack segments are static in nature, i.e., the size of to be allocated objects in those areas must be known during compile time. The Heap segment bridges the gap between the scope-confined lifetime of stack objects and the long-lived data objects. It also enables allocations which are dynamic in nature, i.e., where the allocation size is only known during runtime [2].

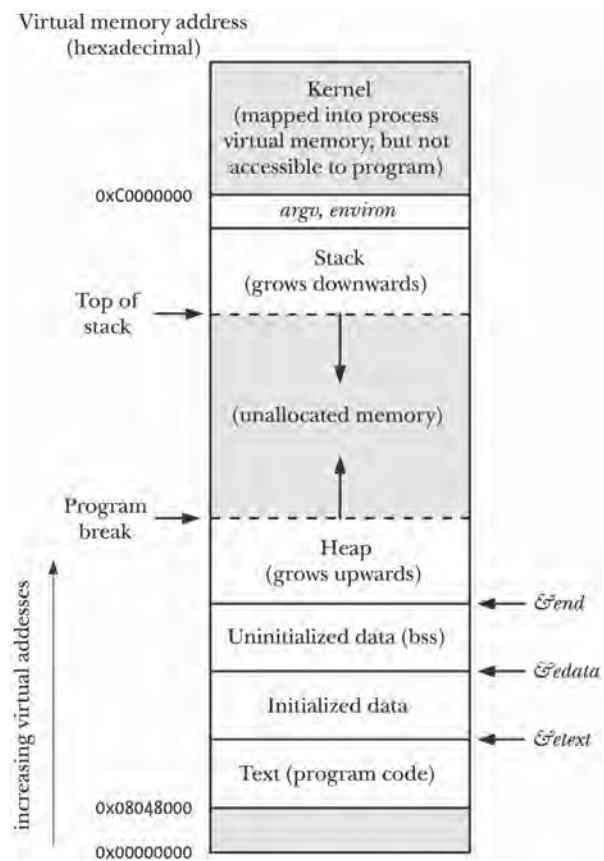


Fig. 1: Typical memory layout of a process on Linux/x86-32 [4]

A typical example would be an application which processes user-input like documents, where the document has an arbitrary size. Unlike the data segment, heap allocations don't have to last the entire program lifetime and unlike stack memory, allocations on the heap aren't automatically deallocated once the scope in which it was allocated is exited. This constitutes the need for "Dynamic Memory Management", which involves managing the heap area.

During runtime, programs can dynamically adjust the heap size through the use of system calls [2]. Typically, smaller adjustments are facilitated via the system call *sbrk* or *brk*. *brk* adjusts the Program Break [5], depicted in figure 1, thus effectively growing or shrinking the heap.

Larger allocations are performed using the *mmap* system call. *mmap* maps an anonymous mapping, i.e., zeroed memory, which isn't file-backed.

Using system calls explicitly for memory management turns out to be disadvantageous for several reasons:

1. System calls are inherently slow due to required context switches, incurring a non-negligible performance hit
2. System calls work on a page granularity level, hence, wasting memory when performing smaller allocations
3. The API provided by system calls isn't very intuitive to use

Memory Allocators seek to alleviate some of the aforesaid shortcomings by either explicitly or implicitly managing memory for the programmer.

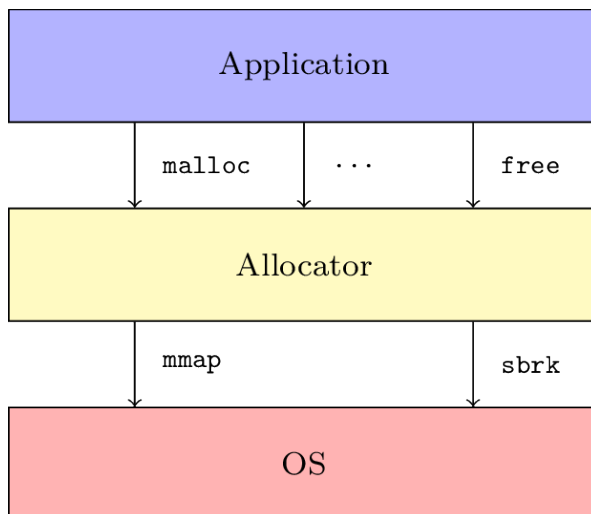


Fig. 2: The role of a memory allocator [6]

Allocators request memory on the behalf of the programmer from the OS, effectively "caching" a larger block of memory, with whom the allocator tries to satisfy a series of memory requests from the application as shown in figure 2. Implicit Memory Allocators, usually used in higher-level languages such as Python, employ a technique called "Garbage Collection" [2], where objects are automatically freed as soon as they're no longer reachable. This requires extensive bookkeeping by counting the number of references held to an object. When the reference count drops

to 0, the object is no longer reachable and therefore can be deallocated from the heap. Explicit Memory Allocators, typically used in systems implementation languages like C, require the programmer to explicitly free previously allocated objects from the heap [2]. Failure to do so will result in a memory leak [2]. The POSIX standard defines for this purpose functions like *malloc* for performing explicit memory allocations and *free* for explicitly freeing prior allocations.

Memory allocators have an significant impact on application performance, as can be seen in the benchmark results shown in figure 3, that is to say, memory allocator choice matters.

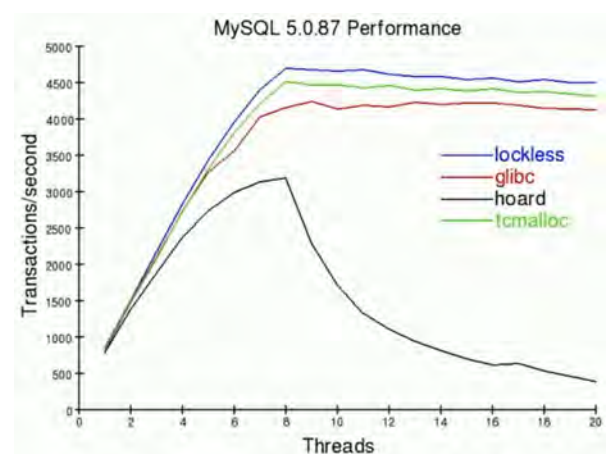


Fig. 3: Results of a MySQL benchmark using different allocators [1]

## Motivation

The goal of an memory allocator is to satisfy a sequence of allocation / deallocation requests from a program using a block of memory, while maximizing throughput and memory utilization [7]. Both goals are adversarial in nature, since optimizing for memory efficiency entails more overhead due to bookkeeping, diminishing throughput and vice versa. Also, explicit memory allocators operate within the confines of several constraints [2], to name just a few:

- Allocation requests require an immediate response, i.e., the allocator can't reorder or buffer requests
- Alignment requirements, imposed by the underlying hardware architecture, must be adhered to
- Once allocated, memory can't be moved, i.e., memory compaction isn't feasible

One major cause for poor memory utilization is fragmentation, which can take the form of internal-

and external fragmentation. As explained in [2]: "External Fragmentation occurs when there's enough aggregate heap memory, but no single free block is large enough to satisfy an allocation request". Managing and reducing fragmentation greatly bates throughput as general-purpose memory allocators need a sophisticated Placement Policy, which places blocks in a way which reduces future fragmentation. By designing a specialized memory allocator, which has prior knowledge of the future request sizes (since it only responds to allocation requests of those sizes), external fragmentation can be reduced, thereby maximizing throughput and memory utilization, albeit at the expense of flexibility.

### Approach

A useful tool for profiling applications, co-developed by the author as part of the research project, which is part of the majors curriculum, is libiotrace. libiotrace, similar to ltrace, allows tracing libc calls, including the

allocation functions *malloc* and *free*. This effectively allows logging all function calls of a program pertaining memory allocations, thereby giving an insight in the runtime behavior of the application at hand. During runtime, libiotrace tracks additional information like the actual block size, allowing e.g., post mortem analysis of the internal- and external-fragmentation. Tools like perf or valgrind's Cachegrind can be used to grok the impact of the allocator on hardware data structures, like the TLB (Translation Lookaside Buffer).

Exemplary workloads for evaluating allocators may be database applications or OpenFOAM (CFD software). Different allocators with different designs then can be compared for efficiency in different workloads by using the aforementioned tools.

Once the behavior of an application has been observed and characterized, a specialized allocator can be written, which takes this observed behavior in account for optimizing performance.

## References and figures

- [1] Samy Al Bahra et al. What Programmers Should Know About Memory Allocation - S. Al Bahra, H. Sowa, P. Khuong - CppCon 2019. <https://youtube.com/watch?v=gYfd25Bdmws>, 2019.
- [2] Randal E. Bryant and David R. O'Hallaron. *Computer Systems A Programmer's Perspective*. Pearson, 3 edition, 2015.
- [3] TIS Committee. Tool Interface Standard (TIS) Executable and Linking Format (ELF) Specification. <http://refspecs.linuxfoundation.org/elf/elf.pdf>, 1995.
- [4] Michael Kerrisk. *The Linux Programming Interface: A Linux and UNIX System Programming Handbook*. No Starch Press, 2010.
- [5] Sandra Loosemore, Richard M. Stallman, et al. The GNU C Library Reference Manual. <https://www.gnu.org/software/libc/manual/pdf/libc.pdf>, 2022.
- [6] Own representation.
- [7] Paul R. Wilson, Mark S. Johnstone, et al. Dynamic storage allocation: A survey and critical review. In *Lecture Notes in Computer Science: Memory Management (IWMM 1995)*, pages 1–116. Springer Berlin Heidelberg, 1995.

# Workflow Automatisierung von VM Deployments

Pascal Kneisel

Jörg Nitzsche

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma IT-Designers GmbH, Esslingen

## Problemstellung

In der modernen Softwareentwicklung ist Virtualisierung ein wichtiges Thema. So kommt Virtualisierung in verschiedenen Bereichen der Softwareentwicklung zum Einsatz. Im Bereich Dev-Ops wird die Virtualisierung häufig in der Umsetzung der Test- und Produktivumgebung genutzt. Die Virtualisierung kommt zudem in verschiedenen Formen wie Vollvirtualisierung oder Container-Virtualisierung zum Einsatz. Die Herausforderung hierbei ist, den Überblick über die virtuellen Maschinen und Container auf verschiedenen Clustern zu bewahren. Um eine Zertifizierung nach ISO/IEC 27001 zu erhalten, müssen Organisationen unter anderem die IT-Systeme, wie in diesem Fall die virtuellen Maschinen und Container, überwachen und dokumentieren [2]. Daraus resultiert der übliche Ablauf der IT-Administratoren für das Erstellen einer virtuellen Maschine: Der Entwickler beantragt eine virtuelle Maschine für einen bestimmten Zweck mit den dafür benötigten Ressourcen wie CPU-Kerne, Arbeitsspeicher und Festplattenkapazität. Daraufhin bearbeiten die Administratoren die Anfrage und erstellen die virtuelle Maschine. Schließlich folgt die Dokumentation der virtuellen Maschine. Infolgedessen wird der Entwickler informiert, dass die virtuelle Maschine einsatzbereit ist. Dieser manuelle Ablauf soll durch eine automatisierte Lösung ersetzt werden, um den IT-Administratoren den Aufwand des Dokumentierens und Erstellens von virtuellen Maschinen zu ersparen und somit zur ISO/IEC 27001 Zertifizierung beizutragen.

Bisher wird im internen Rechenzentrum Citrix als Hypervisor für virtuelle Maschinen verwendet. Der Hypervisor soll jedoch in naher Zukunft durch die Open-Source-Lösung Proxmox VE ersetzt werden. Proxmox VE basiert auf dem im Linux-Kernel integrierten Hypervisor KVM und auf der ebenfalls im Linux-Kernel integrierten LXC Container Virtualisierungstechnologie.

Zur Dokumentation des Rechenzentrums befindet sich das Data Center Infrastructure Management (DCIM)-Werkzeug NetBox im Einsatz. Dieses ist in der Lage, die gesamte Infrastruktur des Rechenzentrums zu dokumentieren und zu überwachen. NetBox bietet eine Plugin-Architektur zur freien Erweiterung des DCIM-Systems mittels eines Python-Moduls. Das Automatisierungswerkzeug Puppet wird für die globale Konfiguration der Netzwerk-Infrastruktur sowie der Client-Verwaltung verwendet. Zur Kommunikation zwischen den Mitarbeitern und der IT-Administration wird das Ticket-System Zammad verwendet.

## Konzept

Zur Verwirklichung der automatisierten Lösung greift diese Arbeit auf die Plugin-Architektur des NetBox-Systems zurück. Der schematische Ablauf soll hierbei grundlegend erhalten bleiben. Der Entwickler muss eine virtuelle Maschine beantragen, ohne dass diese erstellt wird. Hierfür kommt jedoch statt des Ticket-Systems direkt NetBox zum Einsatz. Der Entwickler dokumentiert entsprechend seine geplante virtuelle Maschine mit den benötigten Ressourcen wie den CPU-Kernen, dem Arbeitsspeicher, der Festplattenkapazität und dem gewünschten Betriebssystem. Daraufhin folgt eine Benachrichtigung an die IT-Administratoren mittels des Ticket-Systems. Diese enthält einen Link zur geplanten virtuellen Maschine in NetBox, worin der Administrator die virtuelle Maschine bearbeiten, freigeben oder ablehnen kann. Es folgt bei Akzeptierung der virtuellen Maschine ein Puppet-Bolt-Skript zur Erstellung der virtuellen Maschine. Bei Ablehnung der virtuellen Maschine wird diese in NetBox zu Dokumentationszwecken gespeichert. Schlussendlich werden der Entwickler als auch die IT-Administration benachrichtigt. Der geplante Ablauf mit der Interaktion zwischen den Systemen ist in Abbildung 1 dargestellt.

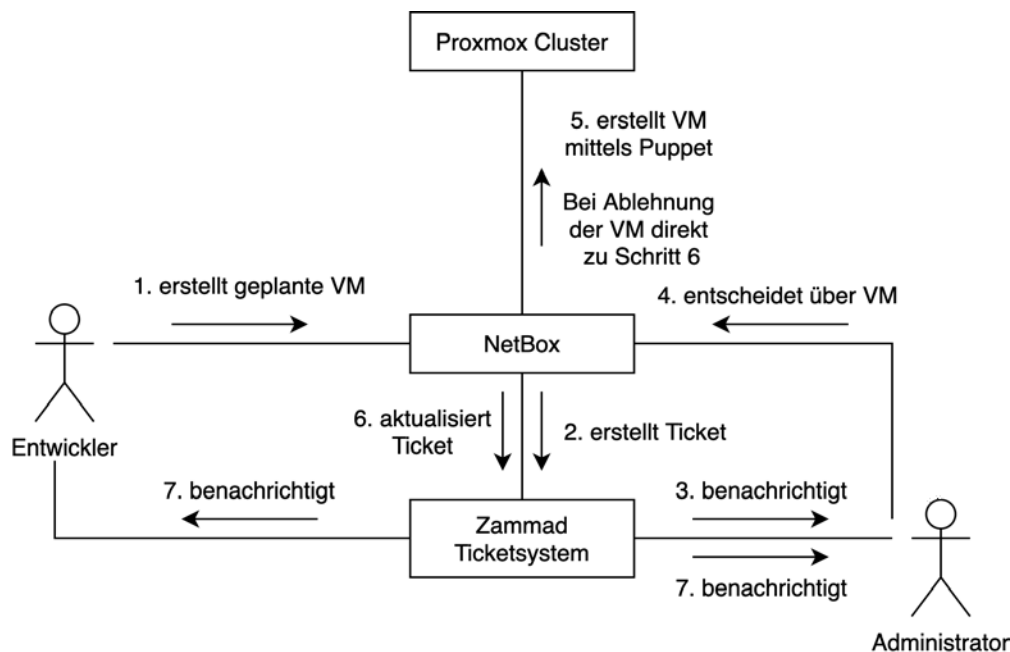


Abb. 1: Kollaborationsdiagramm des Systems [1]

Zur Kompatibilität verschiedener Hypervisoren wie Citrix, VMware vSphere oder auch Proxmox VE soll das NetBox-Plugin unabhängig von den eingesetzten Clustern arbeiten. Dies erfolgt durch jeweils eine Skript-Vorlage für den jeweiligen Cluster. So kann die virtuelle Maschine mittels Bash-Skript oder auch einem Automatisierungswerkzeug wie Ansible oder Puppet-Bolt auf dem jeweiligen Hypervisor erstellt werden. Um den laufenden Betrieb des DCIM-Systems durch Unterbrechung oder Absturz nicht zu stören, erfolgt die Ausführung des Skripts in einer Redis-Queue. NetBox bietet zusätzlich zur Plugin-Architektur ein Webhook-Feature an. So wird durch NetBox ein Webhook angestoßen, sobald ein Antrag auf eine virtuelle Maschine erfolgt.

## Fazit und Ausblick

Während der manuelle Ablauf ein größerer Verwaltungsakt ist, bis schlussendlich alle Modalitäten abgeklärt sind, kann das Plugin für das DCIM-System einen

echten Mehrwert für den Alltag der IT-Administration bringen. So werden beispielsweise zwei Kernaufgaben des Arbeitsablaufes zur Erstellung einer virtuellen Maschine durch den Entwickler beziehungsweise durch NetBox erledigt: Das Dokumentieren mit den verwendeten Ressourcen und das Erstellen einer virtuellen Maschine. Durch die somit im Ablauf automatisierte Dokumentation der virtuellen Maschine trägt das Plugin zudem aktiv zur ISO/IEC 27001 Zertifizierung bei.

In der weiterführenden Entwicklung des Plugins ist die Automatisierung der Erstellung einer virtuellen Maschine mittels Puppet-Bolt während dieser Abschlussarbeit in Planung. Außerdem wäre, über diese Arbeit hinaus, eine Verwaltung bestehender virtueller Maschinen auf einem Cluster durchaus denkbar. So könnte die gesamte Verwaltung der Virtualisierungscluster eines Datenzentrums in dem DCIM erfolgen und dieses somit zum zentralen Management-Werkzeug der Administratoren werden lassen.

## Literatur und Abbildungen

[1] Eigene Darstellung.

[2] DIN Normenausschuss Informationstechnik und Anwendungen. *DIN EN ISO/IEC 27001:2017-06: Informationstechnik - Sicherheitsverfahren - Informationssicherheitsmanagementsysteme - Anforderungen*. Beuth Verlag, 2017.



# Digitalisierung der Hochschullehre: Analyse des aktuellen Standes aus Perspektive der Studierenden und Lehrenden

Mahmut Koese

Andreas Rößler

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt an der Fakultät Informatik und Informationstechnik, Esslingen

## Einleitung

Digitalisierung ist ein Prozess bzw. ein Wandel, der vor fast 90 Jahren mit der ersten Erfindung der Computer angefangen, und vor allem in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung zugenommen hat. Sowohl in der Forschung als auch in der Lehre spielt die Digitalisierung eine wichtige Rolle. Sie beschleunigt nicht nur die Prozesse, sondern sichert ebenfalls unzählige Menge an Daten ab. Der immer mehr zunehmende Einsatz von Informationstechnologien hat zu einer „digitalen Transformation“ unserer Gesellschaft geführt. Sei es Smartphones, Laptops, Monitore mit Touch-Funktion, KI-gesteuerte Fahrzeuge oder essenliefernde Roboter, auch genannt als „Kellnerroboter“. Die Digitalisierung heute ist so fortgeschritten, dass sie nahezu das Leben jedes Menschen beeinflusst. Statt Briefe verwendet man nur noch E-Mails, für Anrufe werden nur noch Smartphones benutzt und der soziale Kontakt, unter anderem auch wegen Corona, findet überwiegend digital statt. Des Weiteren werden Einkäufe häufig über das Internet betätigt, Unternehmen bieten Homeoffice-Möglichkeiten und vieles mehr an. Digitalisierung bietet den Menschen viele neue Chancen sich weiter-

zuentwickeln, neue Kontakte aufzubauen und flexibler zu arbeiten. Doch, die Digitalisierung hat nicht nur Vorteile, sondern bringt auch viele Konsequenzen mit sich, die nicht ignoriert werden dürfen.

## Ziel der Arbeit

Ziel der Bachelorarbeit ist es, die aktuelle Lage der Digitalisierung der Hochschullehre aus Perspektive der Studierenden und Lehrenden zu analysieren. Dabei wurden Interviews mit mehreren Professoren aus verschiedenen Bereichen wie Betriebswirtschaft, IT und Sozialpädagogik durchgeführt. Gleichzeitig wurde eine Umfrage mit den Studenten bezüglich der aktuellen Lage der HS-Esslingen durchgeführt, ob sie mit der Digitalisierung zufrieden oder unzufrieden sind. Im Umfang der Bachelorarbeit wird zwischen Digitization, Digitalisierung und digitale Transformation unterschieden, auf aktuelle Themen wie Online/Hybrid-Lehre, Industrie 4.0 und Chancen und Risiken der Digitalisierung eingegangen. Ebenfalls wird auf die Corona-Pandemie eingegangen, wie diese das Hochschulleben verändert und die Digitalisierung beschleunigt hat.

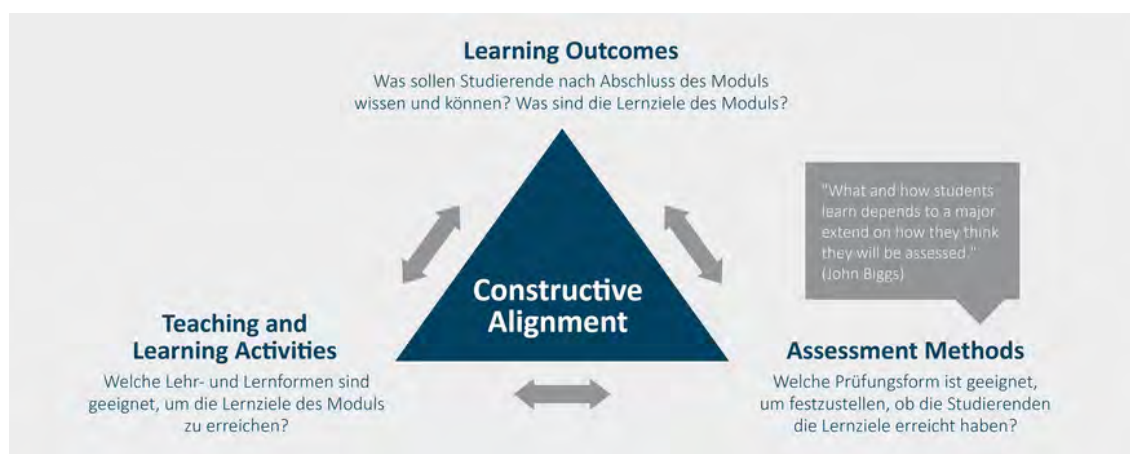


Abb. 1: Das Constructive Alignment-Modell [3]

## Digitalisierung der Hochschullehre

Die Digitalisierung der Hochschullehre kann durch das „Constructive Alignment-Modell (siehe Abb. 1) beschrieben werden. Dieses Modell ermöglicht den Einsatz digitaler Medien und überprüft die Wirksamkeit der Methoden. Konstruktive Ausrichtungsmodelle können verwendet werden, um den Umgang mit digitalen Medien pädagogisch zu demonstrieren und gleichzeitig die Wirksamkeit der Methode zu überprüfen. Das Potenzial für die Gestaltung und Anreicherung von technologiegestützten Lerndesigns wird erreicht, wenn sich der Einsatz digitaler Medien als pädagogisch nützlich erweist, um Lernziele zu erreichen, zu messen und Lehr- und Lernmethoden zu unterstützen. In Blended-Learning-Szenarien („vermishtes“ Lernen) wird die

klassische Präsenzlehre um E-Learning-Formate ergänzt. Die für den Studienerfolg wichtigen Elemente des sozialen Austauschs und des direkten Kontaktes zur Lehrperson gewährleistet die Präsenzlehre. E-Learning-Elemente erweitern den physischen Lernraum um virtuelle Lernräume. In diesen virtuellen Lernräumen werden Materialien zur Verfügung gestellt, es kann formative Wissensüberprüfung stattfinden oder ein Austausch über Foren und Chats erfolgen. Die digitale Infrastruktur an Hochschulen und die Mediennutzung und -ausstattung der Studierenden erlaubt die umfassende Nutzung solcher Studienbegleitangebote. Das eröffnet breite Gestaltungsmöglichkeiten bei der Konzeption von Lehr- und Lerndesigns. Beispiele hierzu sind Blended-Learning, Flipped Classrooms, Massive Open Online Courses (MOOCs) und Erklärvideos.

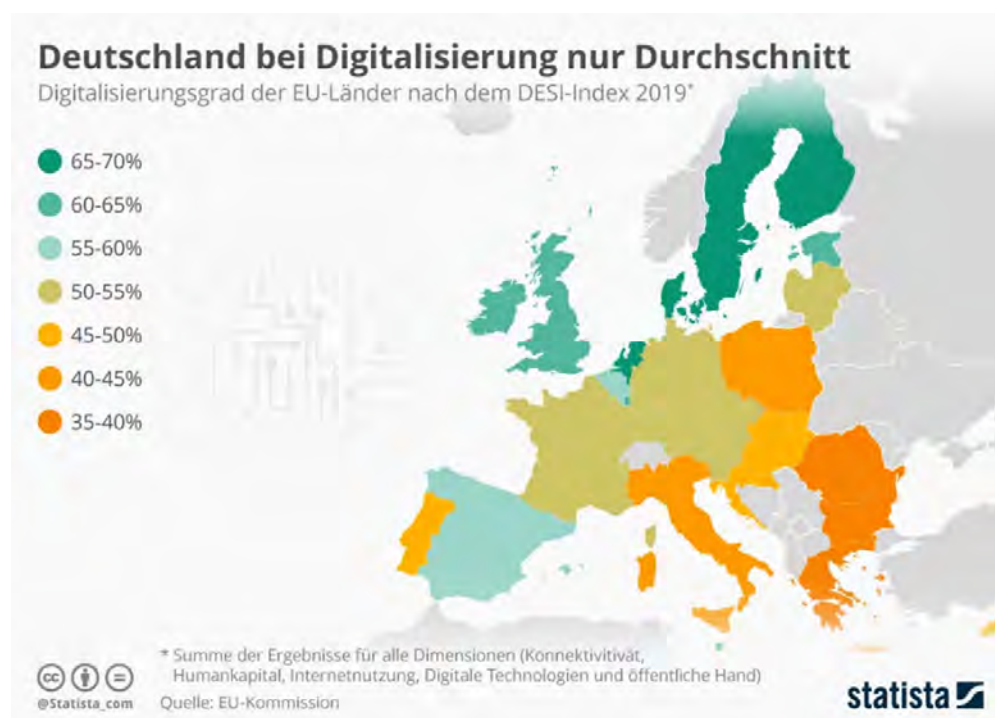


Abb. 2: Digitalisierung in Deutschland vor Corona [1]

## Corona als Beschleuniger der Digitalisierung

„Befriedigend“ bis „ausreichend“: Diese Schulnoten gaben mittelständische Geschäftsführer im Frühjahr 2020 ihren eigenen Unternehmen in Sachen Digitalisierung. [2] Das waren nicht die einzigen ernüchternden Ergebnisse der damaligen Bitkom-Umfrage: 4% der Unternehmenslenker hielten die gesamte deutsche Wirtschaft für digital abgeschlagen, niemand sah Deutschland im internationalen Vergleich als führend an. Diese Einschätzung deckte sich mit den Ergebnissen des DESI 2019 (Digital Economy and Society Index) der EU-Kommission. Dieser bescheinigte, dass der

Digitalisierungsgrad von Deutschland im europäischen Vergleich nur im Mittelfeld lag (vgl. Abb. 2). Der deutsche Digitalisierungsgrad lag vor der Corona-Pandemie zwar noch im mittleren Feld, aber er stieg seit Jahren an - so eine positive Erkenntnis des D21 Digital Index 2019/2020. Laut der Studie waren 86 % der Deutschen online, davon gingen die meisten über ihr Smartphone ins Netz. Die meisten Unternehmen geben an, dass die Corona-Pandemie die Digitalisierung im eigenen Unternehmen noch wichtiger gemacht hat. 94% glauben, dass die Bedeutung der Digitalisierung für die deutsche Wirtschaft insgesamt zugenommen hat (2020: 86%). Im Vergleich zum

Vorjahr (27%) sehen sich mit 34 % mehr Unternehmen als digitale Vorreiter. Zwei Drittel glauben, dass sie im Rückstand sind (2020: 71 %), aber keiner glaubt, etwas verpasst zu haben. Dies spiegelt sich auch in den zahlreichen konkreten digitalen Maßnahmen wieder, die aufgrund der Corona-Pandemie adressiert oder ergänzt wurden. [4] 92 % haben Videokonferenzen statt Präsenzmeetings eingeführt oder erweitert, 75% haben digitale Collaboration-Tools (Slack, Microsoft Teams,...) und rund zwei Drittel haben zusätzliche Hardware angeschafft. Digitales Lernen und Lehren mussten plötzlich zur Normalität werden. Doch schon vor dem Übergang zur digitalen Aus- und Weiterbildung

lernte fast niemand rein analog, also ohne Internet und Laptop. Die Vermittlung von Wissen, Fähigkeiten und Kompetenzen im Bildungswesen befindet sich demnach bereits seit längerem im Wandel, wobei Corona diesen noch zusätzlich beschleunigt hat und deswegen als Chance für ein zeitgemäßes Lernen und Lehren angesehen werden kann. Corona bedingte Schulschließungen haben die digitalen Fehlstellen im deutschen Bildungswesen schonungslos offengelegt. Nicht nur die digitale Infrastruktur, sondern auch die mangelnde technische Ausstattung und funktionstüchtiger Geräte im Schulwesen. [5]

## Literatur und Abbildungen

- [1] Katharina Aganina. Digitalisierung in Deutschland: Wie ist der aktuelle Stand? <https://www.ratbacher.de/blog/digitalisierung-stand-deutschland/>, 09 2021.
- [2] Katharina Aganina. Digitalisierung in Deutschland: Wie ist der aktuelle Stand? <https://www.ratbacher.de/blog/digitalisierung-stand-deutschland/>, 09 2021.
- [3] Yannick Helmke. Constructive Alignment: Lehre von der Prüfung her planen. <https://www.uni-potsdam.de/de/zfq/themen/studienprogrammentwicklung/lehrveranstaltungsziele>, 09 2022.
- [4] Grogorick und Susanne Robra-Bissantz Linda. Digitales Lernen und Lehren: Führt Corona zu einer zeitgemäßen Bildung? <https://link.springer.com/content/pdf/10.1365/s40702-021-00806-z.pdf>, 09 2021.
- [5] Andreas Streim. Digitalisierungsschub in der Wirtschaft wird Pandemie überdauern. <https://www.bit-kom.org/Presse/Presseinformation/Digitalisierungsschub-in-Wirtschaft-wird-Pandemie-ueberdauern>, 11 2022.

# Konzeptionierung und Entwicklung einer Low-Code-Anwendung zur Digitalisierung und Automatisierung von Prozessen und Formularen

Paul Kolbe

Andreas Rößler

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma inovex GmbH, Karlsruhe

## Stand der Digitalisierung in Deutschland

Die Digitalisierung schreitet seit einigen Jahren voran und erreicht immer mehr Unternehmen in Deutschland [1]. Das liegt unter anderem an dem immer klarer werdenden wirtschaftlichen Nutzen, der sich durch die Digitalisierung ergibt, und vielen Unternehmen einen Investitionsanreiz bietet [2].

Auch die Bundesregierung versucht mit Hilfe von Gesetzen ihren Teil zur Digitalisierung beizutragen. Das Onlinezugangsgesetz "verpflichtet Bund und Länder, ihre Verwaltungsleistungen bis Ende 2022 auch elektronisch über Verwaltungsportale anzubieten" [6]. Damit sind öffentliche Verwaltung und staatliche Einrichtungen gefordert, Leistungen, wie Anträge

und Formulare, bis Ende 2022 öffentlich und online zugänglich zu machen.

Und auch wenn alle Branchen digitaler werden wollen [2], hinkt Deutschland in der Digitalisierung immer noch hinterher. Auf dem Index für digitale Wirtschaft und Gesellschaft (DESI) belegt Deutschland nur Platz 13 [4]. Von den 575 Verwaltungsdienstleistungen, die es zu digitalisieren gibt, werden bis Ende 2022 höchstens 35 davon umgesetzt sein [8].

Die Gründe für das langsame Voranschreiten der Digitalisierung sind vielfältig. Doch auf Seiten der Unternehmen sind der hohe Investitionsbedarf und der Mangel an qualifizierten Fachkräften mit 73% und 64% die größten Hindernisse (vergleiche Abbildung 1).

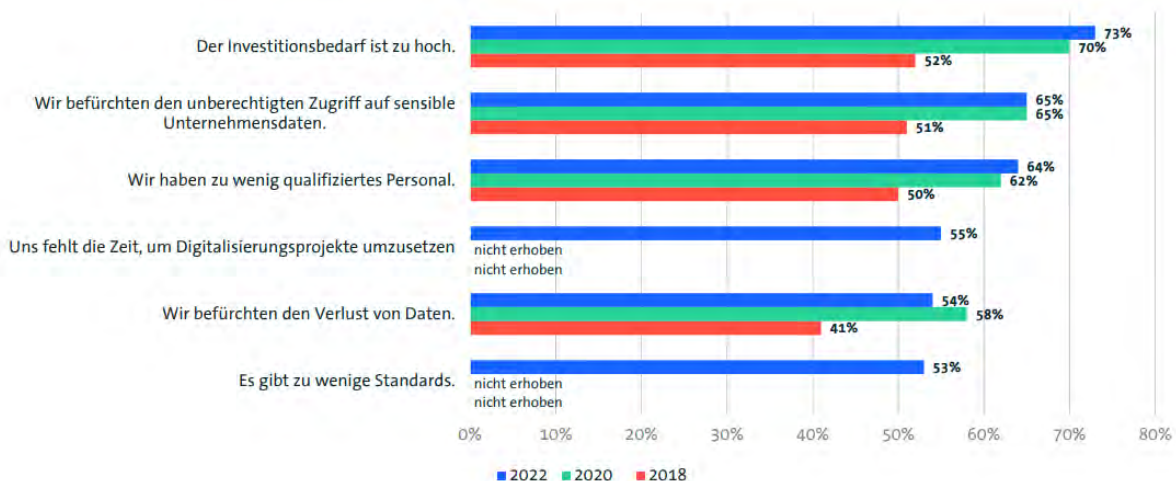


Abb. 1: Die größten Hürden für die Digitalisierung in Unternehmen [3]

## Low-Code-Anwendungen als Möglichkeit für die Digitalisierung

Low-Code-Plattformen sind eine mögliche Lösung für den hohen Investitionsbedarf und den Fachkräftemangel. Eine Plattform kann sich wie ein Baukasten

vorgestellt werden, in dem über eine grafische Oberfläche eine Anwendung gebaut wird. Die Hauptaufgabe bei der Entwicklung von Low-Code-Anwendungen ist das Erstellen der Business-Logik und der Benutzeroberfläche. Aufgaben wie das Aufbauen einer

Infrastruktur, die Auswahl der passenden Technologien oder das Entwerfen einer Architektur werden in großen Teilen von der Plattform übernommen. Damit fallen Entwickler, die sich um diese Aufgaben kümmern müssten weg und es wird an der Entwicklungszeit gespart. Diese Zeitersparnis macht sich in den Kosten wiederum bemerkbar.

### Realer Use-Case als Motivation für die Arbeit

Die Aufgabe, Prozesse und Formulare zu Digitalisieren und Automatisieren wird anhand eines realen Beispiels aus der Hochschule Esslingen untersucht. Damit ein

Studierender seine Bachelorarbeit schreiben kann, muss er den Antrag auf Ausgabe eines Themas für die Bachelorarbeit ausfüllen und einreichen. Da der Antrag nur in PDF-Form verfügbar ist, muss er mittels E-Mail verschickt werden. Je nachdem, ob die entsprechenden Personen den Antrag digital ausfüllen und unterschreiben, muss er eventuell zusätzlich noch ausgedruckt und im Anschluss wieder eingescannt werden. Dieser gesamte Prozess ist verhältnismäßig aufwändig und umständlich. Um dem entgegenzuwirken, soll dieser Prozess mittels einer Low-Code-Anwendung digitalisiert werden. Die Erkenntnisse, die anhand des Use-Cases erlangt werden, sollen auf andere Prozesse und Formulare angewandt werden.

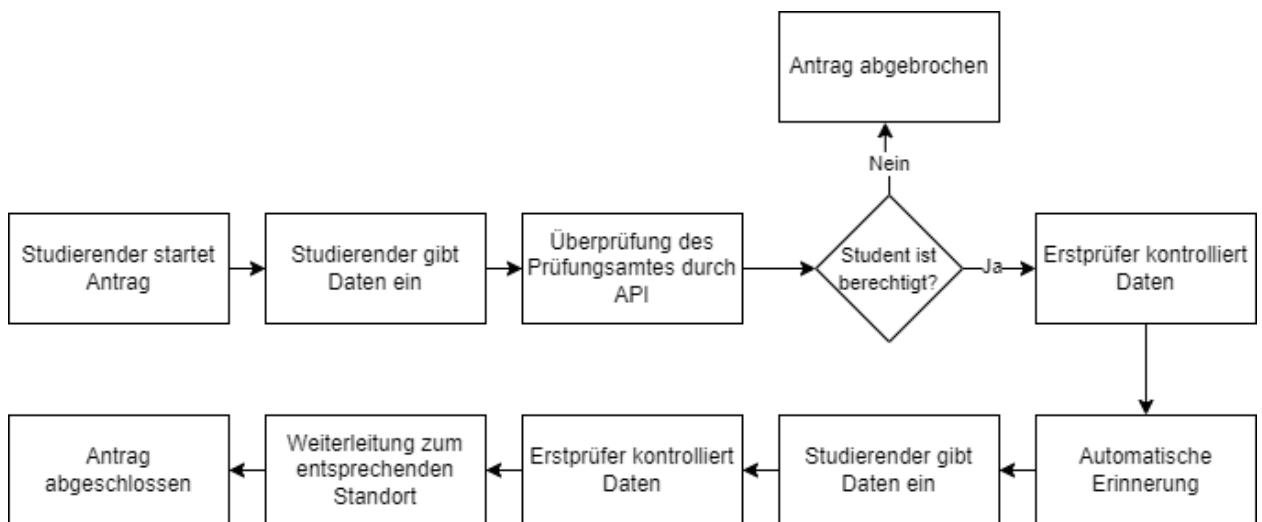


Abb. 2: Ablauf des Antrags auf Ausgabe eines Themas für die Bachelorarbeit [5]

In Abbildung 2 wird der Antrag auf Ausgabe eines Themas für die Bachelorarbeit wie er in der Low-Code-Anwendung sein wird dargestellt. Der bisherige Antrag ist in seinem Ablauf überarbeitet worden, mit dem Ziel, weniger Stationen durchlaufen zu müssen. Das Prüfungsamt wird durch eine API ersetzt. Diese startet automatisch eine Anfrage an einen Service zur Überprüfung des Studierenden. Im Falle des Prototypen der Arbeit wird das ein gemockter Service sein, der feste Werte zurückgibt und keine tatsächliche Überprüfung vornimmt. Außerdem wird der Antrag nicht immer wieder zurück zu dem Studierenden geschickt, sondern direkt weiter an die nächste Station. Neben dem Antrag auf Ausgabe eines Themas für die Bachelorarbeit muss der Studierende zudem noch den Antrag auf Ausstellung des Abschlusszeugnisses abgeben. Dieser wird in der selben Low-Code-Anwendung digitalisiert. Der Studierende wird im Wintersemester Anfang November und im Sommersemester Anfang Mai daran erinnert.

### Vergleich von Low-Code-Plattformen

Im Zuge der Arbeit wird ein Vergleich zwischen drei Low-Code-Plattformen durchgeführt. Am Ende wird eine der Plattformen für die Entwicklung der Low-Code-Anwendung für den Antrag auf Ausgabe eines Themas für die Bachelorarbeit ausgewählt. Budibase, Mendix und OutSystems sind die drei zu vergleichenden Plattformen. Mit jedem der Tools wurde die gleiche Anwendung entwickelt und in verschiedenen Kriterien untersucht.

Budibase ist die kleinste und jüngste der drei Plattformen und als einzige open-source. Budibase benutzt eine entwicklernahe Sprache und Vorgehensweise. Zudem kann es sehr einfach lokal gehostet werden. Schön ist außerdem, dass alle Funktionen wie Userverwaltung, Datenmanagement, App-Einstellungen und Design alle im selben Tool sind.

Mendix ist eine der bekanntesten Plattformen und gilt bei vielen als einer der vielversprechendsten Anbieter dieser Branche [9]. Mendix legt viel Wert auf einfache Sprache. Es muss kein Code geschrieben werden,

gleichzeitig kann die gesamte Logik verhältnismäßig einfach dargestellt werden.

OutSystems ist die älteste Plattform. Die Bedienung von OutSystems ist an vielen Stellen umständlich und gewöhnungsbedürftig. Damit ist die Plattform nicht einsteigerfreundlich. Gleichzeitig können sehr mächtige und komplexe Prozesse in dem Tool abgebildet werden. Insgesamt sind alle drei Plattformen mächtige Tools, um Anwendungen zu entwickeln. OutSystems und Budibase sind in ihrer Art sehr Entwicklernah, Mendix dagegen spricht auch Nicht-Entwickler an. Von ihren Funktionen her, sind alle drei Tools sehr ähnlich. Ein großer Unterschied gibt es aber der Lizenzierung. Sowohl Mendix als auch OutSystems erfordern eine kostenpflichtige Lizenz, um Anwendungen außerhalb der hauseigenen Clouds hosten zu können. Budibase ist open-source und kann daher beliebig gehostet werden. Da die Bedienung und der Aufbau von Budibase am positivsten wahrgenommen wird, wird diese Plattform auch für die Entwicklung der Anwendung ausgewählt. Da für die Hochschule Esslingen das lokale Hosten wichtig ist, spricht auch das für Budibase.

## Entwicklung der Low-Code-Anwendung

Die Anwendung wird lokal entwickelt und auch lokal gehostet. Dafür wird ein Docker-Compose-File verwendet. In den Docker-Containern läuft Budibase. Die benötigten Container werden von Budibase gestellt

[7]. Die Authentifizierung der User wird mit Keycloak gelöst. Für das Datenmanagement wird die Budibase-eigene Datenbank verwendet.

Im ersten Schritt werden die Daten modelliert. Alle benötigten Entitäten werden identifiziert und ihre Eigenschaften und Beziehungen definiert. Anschließend werden diese in Budibase in die Datenbank eingepflegt. Im zweiten Schritt wird der Workflow der Anwendung definiert. Die Screens werden dafür grob designet und die Userinteraktionen und Verknüpfungen bestimmt. Das Design wird in Budibase schließlich umgesetzt.

## Ausblick

Low-Code-Anwendungen sind eine kostengünstige Möglichkeit, Software zu entwickeln. Der Fokus der Entwicklung wird dabei viel stärker auf den Aufbau und das Design der Anwendung gelegt, als bei der herkömmlichen Softwareentwicklung. Sollten die Ressourcen einer Low-Code-Plattform nicht ausreichen, können externe Datenquellen oder Services sehr einfach über APIs angebunden werden.

Auch mit Blick auf die Digitalisierung sind Low-Code-Anwendungen eine große Chance. Um für die Digitalisierung relevant zu sein, müssen Anwendungen schnell und kostengünstig entwickelt werden können und zudem noch funktionale Anforderungen erfüllen. Low-Code-Anwendungen erfüllen diese Kriterien.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Achim Berg. Digitalisierung der Wirtschaft. In *Digitalisierung der Wirtschaft*, page 2. bitkom e.V., 2022.
- [2] Nils Britze and Felix Lange. Digital Office Index 2022. In *Digital Office Index 2022*, pages 56–62. bitkom e.V., 2022.
- [3] Nils Britze and Felix Lange. Digital Office Index 2022. In *Digital Office Index 2022*, page 61. bitkom e.V., 2022.
- [4] European Commission. Digital Economy and Society Index (DESI) 2022. In *Digital Economy and Society Index (DESI) 2022*, page 19. European Commission, 2022.
- [5] Eigene Darstellung.
- [6] Bundesministerium des Inneren und für Heimat. Das Onlinezugangsgesetz. <https://www.onlinezugangsgesetz.de/Webs/OZG/DE/grundlagen/info-ozg/info-ozg-node.html>, 2022.
- [7] Budibase Dokumentation. Docker compose. <https://docs.budibase.com/docs/docker-compose>, 2022.
- [8] arg dpa afx. Digitalisierung von Ämtern verzögert sich deutlich. [https://www.t-online.de/digital/netzpolitik/id\\_100043528/digitalisierung-der-aemter-verzoegert-sich-deutlich.html](https://www.t-online.de/digital/netzpolitik/id_100043528/digitalisierung-der-aemter-verzoegert-sich-deutlich.html), 2022.
- [9] Heinrich Vaske. Was Siemens mit der Low-Code-Plattform Mendix vorhat. <https://www.computerwoche.de/a/was-siemens-mit-der-low-code-plattform-mendix-vorhat,3545808>, 2018.

# Rolle und Konzeption einer Community im Rahmen der Einführung eines neuen IT-Tools (Salesforce) bei Robert Bosch GmbH Powertrain Solutions

Elif Koral

Thomas Rodach

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Robert Bosch GmbH, Stuttgart

## Einleitung

Die gesamte Automobilbranche befindet sich derzeit in einem fundamentalen Umbruch. Auf der einen Seite steht ein wachsender Mobilitäts- und Transportbedarf, auf der anderen Seite eine mittelfristig stagnierende Automobilproduktion, verbunden mit veränderten Mobilitätsbedürfnissen und Verbraucherverhalten. Verändertes Kundenverhalten, neue Vorschriften und Mobilitätsformen erfordern eine strategische Ausrichtung für zukünftiges Wachstum. Um wettbewerbsfähig zu bleiben und die Position als Marktführer zu behaupten und zu stärken, verfolgt der Geschäftsbereich Bosch Mobility Solutions (BBM) der Robert Bosch GmbH das Ziel, die treibende Kraft auf dem Weg in ein neues Zeitalter der Mobilität zu sein. Zu diesem Zweck entwickelt BBM neue Geschäftsfelder, um seinen Kundenstamm und sein Geschäftsspektrum zu erweitern. Die neuen Wachstumsfelder wie Elektrifizierung, assistiertes und automatisiertes Fahren profitieren von Geschäftsmodellen, die sich über den gesamten Lebenszyklus des Fahrzeugs erstrecken und erfordern eine bereichsübergreifende Zusammenarbeit zwischen mehreren Geschäftsbereichen, um erfolgreich zu sein. Aus diesem Grund hat sich BBM für die Einführung der Salesforce-Plattform entschieden. Eine wichtige Voraussetzung ist hierbei die interne Kommunikation bei der Einführung, die über den Kommunikationskanal Bosch Connect erfolgen soll.

## Ziel

Ziel der Arbeit ist die Konzeption einer Community für den Geschäftsbereich Powertrain Solutions, die für die interne Kommunikation eingesetzt wird. Damit sollen die Mitglieder der Community mit den wichtigsten und aktuellen Informationen rund um die Einführung von Salesforce versorgt werden.

## Salesforce

Das amerikanische Softwareunternehmen Salesforce wurde 1999 in San Francisco gegründet und bietet ein cloudbasiertes Customer Relationship Management System (CRM-System) als Software-as-a-Service für die zentrale Verwaltung von Kundendaten an. Salesforce wird über das Internet auf einer zentralen Cloud-Plattform zur Verfügung gestellt und enthält eine Vielzahl von Anwendungen und Tools, die flexibel kombiniert und kontinuierlich an die Bedürfnisse des Unternehmens angepasst werden können. Auf diese Weise können Endbenutzer unabhängig von ihrem Standort auf die Software und Anwendungen zugreifen. Durch die Bündelung aller wichtigen Daten eines Unternehmens an einer zentralen Stelle ermöglicht das CRM-System den Austausch von Informationen, Daten und Dateien und erleichtert den Zugang für die Mitarbeiter. Dabei werden alle Daten und Dokumente, die rund um Kunden oder Projekte anfallen können, ganzheitlich erfasst. Alle relevanten Informationen können ausgewertet werden und liefern wertvolle Erkenntnisse für zukünftige Entscheidungen. [4]

## Interne Unternehmenskommunikation

Interne Unternehmenskommunikation beinhaltet sämtliche kommunikative Vorgänge, die im Unternehmen zwischen den Mitarbeitern der einzelnen Unternehmensbereiche und Hierarchieebenen ablaufen. Die zentrale Rolle der internen Kommunikation ist es, sicherzustellen, dass Wissen, gemeinsame Werte und Unternehmensziele für alle Mitarbeiter zugänglich sind. [5] Dabei besteht die Herausforderung darin, die vielfältigen Inhalte effizient und konsistent über die verschiedenen Kommunikationskanäle zu vermitteln. Außerdem wird die interne Kommunikation durch die Digitalisierung enorm verändert, insbesondere wenn es um die Auswahl der geeigneten Instrumente geht. Digitale Kommunikationswege wie soziale Netzwerke,

Wikis und Newsletter werden zum Bestandteil der internen Kommunikation. [2] In der Folge wird das Unternehmensnetzwerk Bosch Connect erläutert.

## Bosch Connect

Der Unternehmensnetzwerk Bosch Connect ermöglicht die Vernetzung, Kommunikation und Zusammenarbeit mit anderen Bosch-Mitarbeitern auf der ganzen Welt. Mit Bosch Connect kann die digitale Technik genutzt werden, um internes Know-how transparent darzustellen, Informationen zentral verfügbar zu machen und den Dialog zwischen Einzelnen und anderen Mitarbeitern über alle Hierarchieebenen und Ländergrenzen hinweg zu fördern. Übergeordnetes Ziel ist es, virtuelle Gemeinschaften von Mitarbeitern, sogenannte „Communities“ zu schaffen, die das vorhandene Wissen optimal nutzen und Informationen gewinnen, die dem Unternehmen und den Geschäftsbereichen heute und in Zukunft nützlich sind (siehe Abbildung 1).

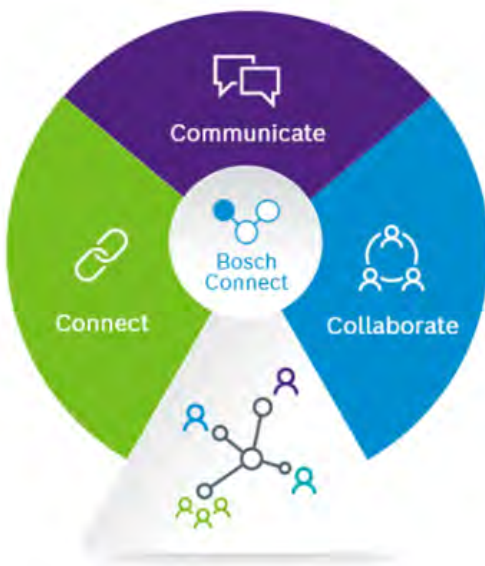


Abb. 1: Bosch Connect [1]

## Community Management

Unter einer Community versteht man eine Gruppe oder Gemeinschaft, die sich in der virtuellen Welt

zusammenfindet, um gleiche oder ähnliche Interessen zu verfolgen oder um durch den Austausch und Dialog miteinander einen gemeinsamen Mehrwert zu erzielen. Um eine Community aufzubauen, ist es hilfreich, bestimmte Phasen zu benennen, die durchlaufen werden. [3] Die Robert Bosch GmbH visualisiert den Community Lifecycle in neun Phasen (siehe Abbildung 2). Ausgangspunkt ist eine bestimmte Grundidee, um die Idee zu realisieren, braucht man ein Konzept. Dieses definiert den Zweck, die Zielgruppe und den Inhalt der Community. Sobald das Konzept vorliegt, beginnt man mit dem Aufbau. Die Community wird dann mit dem entsprechenden Inhalt gefüllt. Anschließend werden die Mitglieder eingeladen, der Gemeinschaft beizutreten. Damit die Community langfristig erfolgreich bleibt, braucht sie ständige Aufmerksamkeit und Weiterentwicklung. Der Zustand muss in regelmäßigen Abständen überprüft werden. Dabei kann es auch vorkommen, dass die Community nicht mehr benötigt wird und somit zu einem späteren Zeitpunkt geschlossen werden kann.



Abb. 2: Community Lifecycle [1]

## Ausblick

Die Einführung eines neuen IT-Tools in einem Unternehmen ist ein aufwendiger Prozess. Entscheidend sind dabei die Mitarbeiter, die informiert und einbezogen werden müssen. Daher ist eine gute interne Kommunikation wichtig für eine effiziente Zusammenarbeit. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wird untersucht, wie eine erfolgreiche Community entwickelt werden kann. Dabei werden die Rollen, Aufgaben und Erfolgsfaktoren des Community-Managements herausgearbeitet.



## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] Mirco Hillmann. *Das 1x1 der Unternehmenskommunikation*. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2. edition, 2017.
- [3] Tanja Laub. Was ist eine Community? <https://www.communitymanagement.de/was-ist-eine-community/>, 2021.
- [4] Sebastian Weinert. Was ist Salesforce? — Definition & Wissenswertes. <https://comselect.de/salesforce/>, 2022.
- [5] Ansgar Zerfaß, Manfred Piwinger, and Ulrike Röttger. *Handbuch Unternehmenskommunikation*. Springer Gabler Wiesbaden, 2020.

# Exemplarische Umsetzung von Methoden der KI und des Machine Learning mit Jupyter Notebooks

Madelaine Kramer

Dirk Hesse

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt an der Fakultät Informatik und Informationstechnik, Esslingen

## Einleitung

Eine Hauptproblematik in den Bereichen der KI und des Machine Learning (ML) ist der Mangel an fachkundigen Personen. Dies ist einer Studie der Computerwoche in Zusammenarbeit mit Lufthansa Industry Solutions, Microsoft und DataLab nachzulesen.

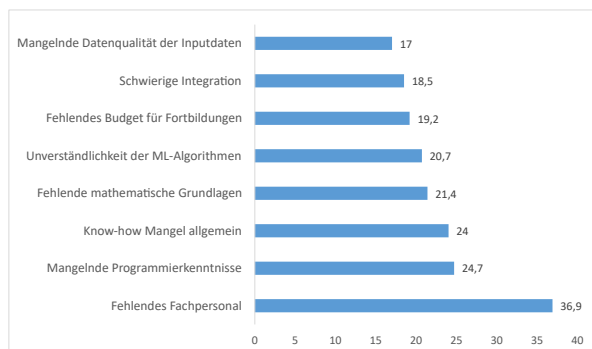


Abb. 1: Hürden für die Anwendung von ML [7]

Abbildung 1 zeigt die Top-8-Nennungen von insgesamt 271 Firmen, die an der Studie teilnahmen. Die teilnehmenden Unternehmen setzen entweder bereits ML ein, befinden sich gerade in der Einführung davon oder planen ML künftig einzusetzen. Gezeigt wird das Gesamtergebnis aller Firmen, die unter 1.000 bis zu 10.000 oder mehr Mitarbeitende aufweisen. Mehrfachnennungen waren erlaubt. Weitere Probleme sind Know-How Mängel allgemein sowie fehlende mathematische, Programmier- und ML-Kenntnisse. Daher soll in dieser Arbeit aufgezeigt werden, wie ein einfacher Einstieg in ML erreicht werden kann. [7]

## Grundlagen

Um dieses Ziel zu erreichen, werden in diesem Abschnitt grundlegende Kenntnisse vermittelt. Einleitend wird die Definition der KI genutzt, die John McCarthy 2004 veröffentlichte. McCarthy wird in Informatik-Kreisen als Vorreiter im Bereich KI wertgeschätzt.

Er beschreibt KI als Wissenschaft, die Maschinen menschliche Intelligenz einhaucht. [1] Ein großer Teilbereich der KI stellt das ML dar. Im Zuge der Abschlussarbeit werden verschiedene ML-Methoden des *Supervised Learning* implementiert. Diese werden nachfolgend kurz beschrieben.

### Logistische Regression

Hierbei handelt es sich um eine der verbreitetsten statistischen Methoden. Die logistische Regression ermöglicht eine Schätzung der Verbindung einer oder mehrerer unabhängiger Variablen. Eine dritte Variable, binärer Natur, wird als Ergebnis geliefert. Als Beispiel hierfür wäre die Schätzung für *gesund* oder *erkrankt* zu nennen. Dies gilt, sofern der Zusammenhang einer Erkrankung das Ziel der Analyse ist. [5]

### Decision Tree (D-Tree)

Eine populäre Klassifizierungs- sowie Regressionsmodelle stellen Decision Trees dar. Diese bilden eine Baumstruktur ab. Jedes Blatt des D-Tree gibt eine finale Klassifizierung an. Das bedeutet, es kann von den Blättern abgelesen werden, ob ein Patient an einer Krankheit leidet oder nicht. Aufgrund der Einfachheit hinsichtlich Aufbau und Visualisierung sind D-Trees beliebte Anwendungen. Darüber hinaus gestaltet sich auch die Interpretation als leicht. [6]

### Random Forest (RF)

Für einen Random Forest werden mehrere D-Trees erstellt. Um die einzelnen D-Trees zufällig zu regulieren, wird die *Random Subspace* Methode angewendet. Um eine höhere Genauigkeit bei der Vorhersage zu gewährleisten, werden die erstellten Bäume zusammengeführt. Verwendung finden RFs vor allem bei der Regression oder Klassifizierung. [5]

### Support Vector Machine (SVM)

SVMs zählen zu den leistungsstärksten und effizientesten Algorithmen des Supervised Learning. Verwendet werden diese häufig als Klassifikationsmodell. Ziel dieses Algorithmus ist die Erschließung einer Hyperebene sowie des maximalen Spielraums dieser. Die Hyperebene soll Datenpunkte trennen, um eine zweifelhafte Klassifizierung zu gewährleisten. [5]

### Neuronales Netzwerk (NN)

NN ähneln in ihrem Aufbau dem menschlichen Gehirn. Genau wie dieses, können NN aus Erfahrungen, hier Daten, lernen. NN bestehen aus verschiedenen Layern (dt. Schichten).

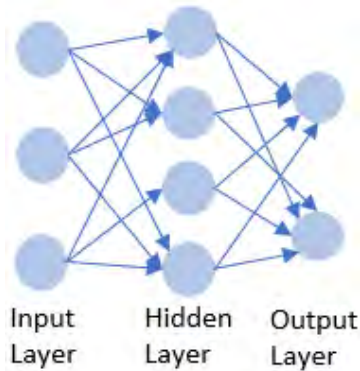


Abb. 2: Beispielhafter Aufbau eines NN [2]

Abbildung 2 zeigt den Aufbau eines NN auf. Dem Input-Layer folgen beliebig vielen Hidden-Layer. Die Gewichte der Neuronen des Input-Layer werden summiert und an den ersten Hidden-Layer weitergegeben. Die Ergebnisse werden im Output-Layer zusammengetragen. [4]

### Verwendete Tools

#### Anaconda

Anaconda stellt eine Open-Source Technologie dar, die von Data Scientists für Data Scientists entwi-

ckelt wurde. Hierbei werden Tools und Bibliotheken gebündelt, die den Einstieg in ML-Anwendungen erleichtern sowie ermöglichen. So werden beispielsweise Tools mit installiert, die für die Bereiche ML und Datenvisualisierung eingesetzt werden können. Auch individuelle Installationen sind möglich. [3]

#### Python

Neben den bereits genannten Paketen für ML wird überdies die Python-Version 3.9 mit installiert. Ferner sind unter anderem die Python Pakete Pandas und NumPy enthalten. Diese werden zur Manipulation von Daten benötigt. Weiterhin sind die ML-Module Keras, TensorFlow, PyTorch sowie ScikitLearn vorinstalliert. Damit sind die grundlegenden Bibliotheken für die im praktischen Teil der Arbeit entwickelten ML-Anwendungen integriert. [3]

#### Jupyter Notebooks

Data Scientists, die auf Python setzen, verwenden standardmäßig Jupyter. Daher dienen für diese Arbeit Jupyter Notebooks. Diese basieren ebenfalls auf der Open-Source Technologie. Jupyter Notebooks sind webbasierte Notizbücher, die sowohl Textfelder als auch Programmcode sowie Daten enthalten können. [3]

### Ausblick

Während der vorliegenden Arbeit sollen zu den fünf genannten ML-Methodiken entsprechende Anwendungen entwickelt werden. Diese könnten anschließend in einem kleinen oder mittleren Unternehmen implementiert werden. Ebenso würden sich als Erweiterung Methoden des *Unsupervised Learning* anbieten.

## Literatur und Abbildungen

- [1] IBM Corporation. What is Artificial Intelligence (AI)? | IBM. <https://www.ibm.com/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence>, 06 2020.
- [2] Eigene Darstellung.
- [3] Anaconda Incorporated. Anaconda | Open Source. <https://www.anaconda.com/open-source>, 2022.
- [4] Richard V. McCarthy, Mary M. McCarthy, Wendy Ceccucci, et al. *Applying Predictive Analytics*. Richard V. McCarthy, Mary M. McCarthy, Wendy Ceccucci, 2 edition, 2022.
- [5] Prajyot Palimkar, Rabindra Nath Shaw, Ankush Ghosh, et al. Machine Learning Technique to Prognosis Diabetes Disease: Random Forest Classifier Approach. In *Advanced Computing and Intelligent Technologies*, volume 218, page 228. Monica Bianchini, Vincenzo Piuri, Sanjoy Das, Rabindra Nath Shaw, 2022.
- [6] Prajyot Palimkar, Rabindra Nath Shaw, Ankush Ghosh, et al. Machine Learning Technique to Prognosis Diabetes Disease: Random Forest Classifier Approach. In *Advanced Computing and Intelligent Technologies*, volume 218, page 229. Monica Bianchini, Vincenzo Piuri, Sanjoy Das, Rabindra Nath Shaw, 2022.
- [7] Bernd Reder. Machine Learning. [https://www.lufthansa-industry-solutions.com/de-de/studien/idg-studie-machine-learning-2021?gclid=CjwKCAiAs8acBhA1EiwAgRFdw3omVRc15Jqn4nI6nM8Bv9pj86c3LPbreRCK-Nd2sQDgjc0UlocT-exoCVS0QAvD\\_BwE](https://www.lufthansa-industry-solutions.com/de-de/studien/idg-studie-machine-learning-2021?gclid=CjwKCAiAs8acBhA1EiwAgRFdw3omVRc15Jqn4nI6nM8Bv9pj86c3LPbreRCK-Nd2sQDgjc0UlocT-exoCVS0QAvD_BwE), 2021.

# Aufbau eines Data Warehouse und Entwicklung des tabularen Analysemodells für die Auswertung tagesaktueller Auftragseingangsdaten

Tristan Loeffler

Reinhard Schmidt

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Gühring KG, Albstadt

## Einleitung

Die Firma Gühring KG gilt als einer der führenden Hersteller für Präzisionswerkzeuge. Für die Auswertung tagesaktueller Auftragseingangsdaten aus über 70 Produktionsstandorten in 48 Ländern wird zurzeit ein Data Warehouse auf Basis von Microsoft SQL Server 2019 eingesetzt. Der ETL Prozess, welcher das Extrahieren, Transformieren und Laden der Daten in das Data Warehouse umfasst, wird mithilfe von Microsoft SQL Server Integration Services (SSIS) durchgeführt. Anschließend werden die Daten in Form von Würfeln in einem multidimensionalen Analysemodell bereitgestellt. Hierbei kommt das Produkt Microsoft SQL Server Analysis Services (SSAS) zum Einsatz.

## Stand der Technik

Microsoft SQL Server Analysis Services (SSAS) dient im Bereich Business Intelligence dazu, Abfragen und Berichte schnell und einfach auszuführen. Die Daten können ad hoc durchsucht und ausgewertet werden. Um dies zu ermöglichen, ist es notwendig, die Daten in einer speziellen Form abzulegen. Dies kann wahlweise in Form von einem multidimensionalen oder tabularen Modell erfolgen.

Die Idee des multidimensionalen Modells ist es, Daten im Voraus in Verbindung zu stellen und zu aggregieren. Diese werden dann in Form eines Würfels auf der Festplatte gespeichert. Wenn die Daten abgefragt werden, muss das Ergebnis nur noch von der Platte gelesen werden, die eigentliche Berechnung erfolgte schon im Vorfeld. [5] In der folgenden Abbildung sieht man beispielhaft einen Würfel, der die Anzahl an Paketen gruppiert nach Quelle, Route und Zeit modelliert. Man sieht auch verschiedenste Hierarchien wie zum Beispiel Jahr, Quartal, Monat, Tag. Eine weitere Hierarchie wäre Kontinent, Land.

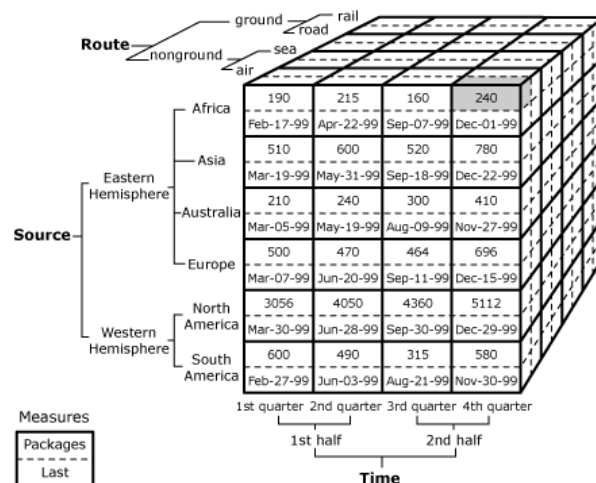


Abb. 1: Beispiel eines Würfels [2]

Durch diese besondere Form der Datenspeicherung sind verschiedenste mehrdimensionale Auswertungen ohne viel Rechenaufwand möglich.

Das tabulare Modell basiert auf der relationalen VertiPaq Engine, wobei die Daten in Spalten gespeichert werden. Dies hat den Vorteil, dass jede Spalte individuell organisiert und komprimiert werden kann. VertiPaq hält alle Daten im Arbeitsspeicher, wodurch keine langsamen Festplattenzugriffe notwendig sind. [4]

## Problembeschreibung

Die Firma Gühring KG stellt in einem Würfel alle für das Vertriebscontrolling relevanten Daten bereit. Dabei sind die täglichen Auftragseingangsdaten am relevantesten und müssen spätestens um acht Uhr zur Verfügung stehen. Die Daten können ab ein Uhr morgens aus den Quellsystemen geladen werden. Aktuell dauert das Laden der Daten aus 30 verschiedenen Systemen und der anschließende Würfelaufbau bis zu

sieben Stunden. In der Vergangenheit konnte deshalb die Deadline nicht immer eingehalten werden.

Ein weiteres Problem ist auf das multidimensionale Modell zurückzuführen. Dieses muss bereits bei geringen strukturellen Anpassungen, wie zum Beispiel bei der Bereitstellung neuer Funktionen, komplett neu aufgebaut werden. In dieser Zeit kann nicht mehr auf die Daten zugegriffen werden.

Microsoft beendete vor einigen Jahren zudem die Weiterentwicklung des multidimensionalen Modells. Das Produkt gilt als fertig und erhält nur noch Sicherheitsupdates.

## Lösungsansatz

Um die oben genannten Probleme zu lösen, soll der ETL Prozess für die Auftragsingangsdaten von den restlichen Daten entkoppelt werden. Hierzu soll ein eigenständiges Data Warehouse aufgebaut werden. Dies löst das Problem der Abhängigkeiten zu den anderen Daten. Gleichzeitig kann hierdurch auch wieder ein Aufbau vor acht Uhr garantiert werden, da deutlich weniger Daten verarbeitet werden müssen. Für die Auswertung soll ein tabulares Modell dienen, wodurch die neueste Technik getestet werden kann. Zudem bietet das tabulare Modell den Vorteil, dass strukturelle Änderungen ohne Downtime vorgenommen werden können. Im Folgenden werden die beiden Modelle verglichen sowie eine Aussicht auf den aktuellen Entwicklungsstand gegeben.

## Vergleich multidimensionales vs. tabulares Modell



Abb. 2: Tabulares vs Multidimensionales Modell [1]

Das multidimensionale Modell in Microsoft Analysis Services gibt es nun bereits seit über 20 Jahren. Seit 2012 gibt es auch den tabularen Modus. Das multidimensionale Modell gilt seitens Microsoft als abgeschlossen und erhält deshalb keine neuen Funktionen mehr. Dies kann man sowohl als Vor- als auch als Nachteil sehen. Durch die lange Existenz gibt es zahlreiche Dokumentationen. Über die Jahre konnten zudem zahlreiche Bugs behoben werden, weshalb das Produkt jetzt sehr stabil läuft. Durch das Einstellen der Weiterentwicklungen kann jedoch nicht von der neuesten Technik profitiert werden, so bietet das

multidimensionale Modell zum Beispiel keinen nativen Azure Cloud Support. Im Gegensatz dazu erhält das tabulare Modell ständig neue Features und entwickelt sich immer mit der neuesten Technik weiter.

Ein weiterer Vorteil von Tabular ist die Abfragesprache DAX, welche der Syntax von Excel stark ähnelt. Um die Würfel abzufragen, wird die Sprache MDX (Multidimensional Expression) verwendet, welche deutlich komplexer als DAX ist. Auch das Erstellen des Datenmodells ist in Tabular einfacher, da im Gegensatz zum multidimensionalen Modell kein Sternschema benötigt wird. Dies könnte jedoch auch als Nachteil gesehen werden, da man nicht dazu gezwungen wird, ein gutes Datenmodell für schnelle Auswertungen zu erstellen.

In Sachen Funktionsumfang unterscheiden sich die beiden Modelle seit dem Release 2019 nicht mehr so stark. Nichtsdestotrotz bietet das multidimensionale Modell immer noch Lösungen für komplizierte Problemstellungen, die in Tabular nicht so einfach umgesetzt werden können. Dafür ist beispielsweise die Erstellung von häufig benutzten Distinct Count Measures in Tabular deutlich einfacher geworden.

Die Hardwareanforderungen an die beiden Modelle unterscheiden sich deutlich. Da das tabulare Modell komplett in den Arbeitsspeicher geladen werden muss, ist hier ein großer und schneller RAM nötig. Das multidimensionale Modell wird auf der Festplatte gespeichert, weshalb es hier auf eine schnelle Festplatte ankommt. Schnelle Prozessoren sind in beiden Modellen hilfreich. Die Datenkompression in Tabular ist mit eins zu zehn deutlich stärker als im multidimensionalen Modell (eins zu drei). Somit würde ein Data Warehouse mit einem Terabyte an Daten beispielsweise einen Würfel der Größe 333 Gigabyte ergeben. Das tabulare Modell wäre hingegen nur 100 Gigabyte groß.

Für die Entwicklung im Team ist zu beachten, dass ein tabulares Projekt immer aus genau einer Datei besteht. Dies hat den Nachteil, dass es häufig zu Merge-Konflikten kommt. Ein multidimensionales Modell besteht hingegen immer aus mehreren Dateien, beispielsweise für die verschiedenen Würfel, Dimensionen und Quelldatenansichten.

Wie der Vergleich zeigt, unterscheiden sich die beiden Modelle aufgrund ihrer Grundstruktur deutlich. Es gibt Vor- und Nachteile bei beiden Modellen, man kann also nicht pauschal sagen, dass eines der beiden besser ist. Es muss für jeden Anwendungsfall entschieden werden, welches Modell die Anforderungen erfüllen kann. So ist es beispielsweise bei großen Modellen mit mehreren Terabyte heutzutage nicht sinnvoll, das tabulare Modell zu wählen, da der Arbeitsspeicher hierfür nicht wirtschaftlich wäre. Zu beachten ist auch, dass die Migration vom einen zum anderen Modell nicht automatisiert werden kann und aufgrund der

unterschiedlichen Funktionsumfängen eventuell gar nicht möglich ist. [3]

## Ergebnis

Nachdem die benötigten Quelltabellen identifiziert wurden, konnte ein separates Data Warehouse mit ausschließlich für den Auftragseingang relevanten Daten aufgebaut werden. Auf Basis dieses Data Warehouse wurde dann das tabulare Modell initiiert, woraufhin die MDX Measures in DAX umgewandelt wurden. Während des gesamten Entwicklungsprozesses konnten die Daten vom existierenden multidimensionalen Modell mit dem neuen tabularen Modell verglichen werden. So konnten die Unterschiede schnell gefunden und angeglichen werden.

Die Auswertungen des Vertriebscontrollings basieren auf dem Excel Plug-in XLCubed. XLCubed kann auf das tabulare sowie das multidimensionale Modell zugreifen. Somit konnte die Datenquelle über den Verbindungsmanager einfach ausgetauscht werden. Die Auswertung hat jedoch nicht auf Anhieb funktioniert, der Grund war, dass der Würfel zur Identifizierung von Datensätzen einen Schlüsselwert verwendet. Für die Anzeige kann dann ein anderer Wert gewählt

werden. So wird beispielsweise für das Datum im Hintergrund das Format YYYYMMDD verwendet, für die Anzeige das deutsche Format dd.mm.yyyy. In der Excel wird per Formel täglich das Datum des vergangenen Tages gefiltert, wobei das Schlüsselformat YYYYMMDD benutzt wird. Da es in Tabular die Funktion des getrennten Schlüssel- und Anzeigewerts nicht gibt, muss direkt der Anzeigewert gefiltert werden. Somit besteht die Möglichkeit, die Excel-Formel auf das deutsche Ausgabeformat umzustellen oder das Schlüsselformat auch als Anzeigewert zu nutzen. Nach geringfügigen Anpassungen an der Excel-Datei konnte dann dasselbe Ergebnis wie im multidimensionalen Modell erzielt werden.

## Ausblick

Das tabulare Modell läuft nun parallel zum multidimensionalen Modell und konnte schon einige Ausfälle des bestehenden Systems ausgleichen. Die Zeit für das vollständige Aufbauen des Modells beträgt aktuell 40 Minuten. Aufgrund dessen sollen in Zukunft neben den Auftragseingangsdaten noch weitere wichtige Daten, wie zum Beispiel die Umsatzzahlen, in das tabulare Modell aufgenommen werden.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Daniel Calbimonte. Tabular vs Multidimensional models for SQL Server Analysis Services. <https://www.mssql-tips.com/sqlservertip/4154/tabular-vs-multidimensional-models-for-sql-server-analysis-services/>, 2016.
- [2] Owen Duncan. Cubezellen (Analysis Services – Mehrdimensionale Daten). <https://learn.microsoft.com/de-de/analysis-services/multidimensional-models-olap-logical-cube-objects/cube-cells-analysis-services-multidimensional-data?view=asallproducts-allversions#see-also>, 2022.
- [3] Steven Hughes. *Hands-On SQL Server 2019 Analysis Services*. Packt Publishing, 2020.
- [4] Nicola Ilic. VertiPaq – “Brain & Muscles” behind Power BI. <https://data-mozart.com/vertipaq-brain-muscles-behind-power-bi/>, 2022.
- [5] Tony Zhang. What is SQL Server Analysis Services (SSAS)? <https://kyligence.io/blog/what-is-sql-server-analysis-services-ssas/>, 12 2021.

# Sensorfusion eines Laser-Doppler-Anemometers zur optischen Windvektormessung

Christian Mayer

Reiner Marchthaler

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Technische Physik, Stuttgart

## Motivation

In der Luftfahrt wird seit mehr als 100 Jahren der Flugzustand (Flughöhe, Geschwindigkeit, Anstellwinkel, Temperatur, etc.) mittels (elektro-)mechanischer Sensoren erfasst. Diese erzeugen aufgrund der verwendeten Technik schwer zu lösende Probleme in Hinsicht ihrer Messeigenschaften, wie Fehlertoleranz und Kalibrierungsaufwand.

In den letzten Jahrzehnten wurde an laseroptischen Messverfahren geforscht, die die primäre Flugsensorsensorik hinsichtlich der genannten Eigenschaften verbessern oder ergänzen können. Ein Verfahren ist hierbei die Laser-Doppler-Anemometrie (LDA), die kontaktlos die Relativgeschwindigkeit des Luftfahrzeuges zur umgebenden Luftmasse bestimmen kann.

Hierbei werden im Testaufbau des DLR (siehe Abb. 1) vier Laser in unterschiedliche Richtungen abgestrahlt. Die Streuung der Laserstrahlen durch in der Luft schwebende Partikel wird durch einen Detektor erfasst.



Abb. 1: Im Rumpf der Falcon verbaute Messoptiken [5]

Der Detektor kann die verursachte Dopplerverschiebung messen und so die relative Radialgeschwindigkeit der Streuquellen bestimmen. Unter Berücksichtigung

aller vorliegenden Messkanäle kann der vollständige relative Windvektor präzise bestimmt werden.

Diese Kombination mehrerer LDA-Sensoren ist jedoch nicht trivial, da die Messmethode statistisch verteilte (nicht-kontinuierliche) Messpunkte liefert.

## Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit ist die Fusion mehrerer LDA-Sensoren zu einem Windvektorsignal.

Die Eignung eines neuen Ansatzes ist dann gegeben, wenn sich hinsichtlich Rauschverhalten und Messunsicherheiten ein Vorteil gegenüber bestehenden Ansätzen ergibt.

Für die Arbeit stehen die Messdaten eines experimentellen LDAs zur Verfügung welches derzeit in Flugversuchen erprobt wird. Darüber hinaus stehen hochgenaue Referenzdaten bereit, um die Ergebnisse zu validieren. Eine Herausforderung ist die zeitlich irreguläre Datenstruktur sowie „Nicht-Gleichzeitigkeit“ der Daten der einzelnen LDA Sensoren.

## Funktionsweise des LDA

Das am Partikel gestreute Licht erfährt durch den Dopplereffekt eine Frequenzverschiebung  $f_D$  nach Gl. 1 (vgl. [4]).

$$f_D = -\frac{2 \cdot \vec{v} \cdot \vec{e}_{laser}}{\lambda} \quad (1)$$

Im vorliegenden Aufbau des Referenzstrahl-LDA (Abb. 2) wird das einfallende Licht im Detektor mit dem ausgesendeten Laser überlagert, wodurch eine Schwebung des Signals entsteht. Durch einen Vergleich mit der ausgesendeten Wellenlänge, kann die Verschiebung  $f_D$  von der Trägerfrequenz getrennt und digital Abgetastet werden.

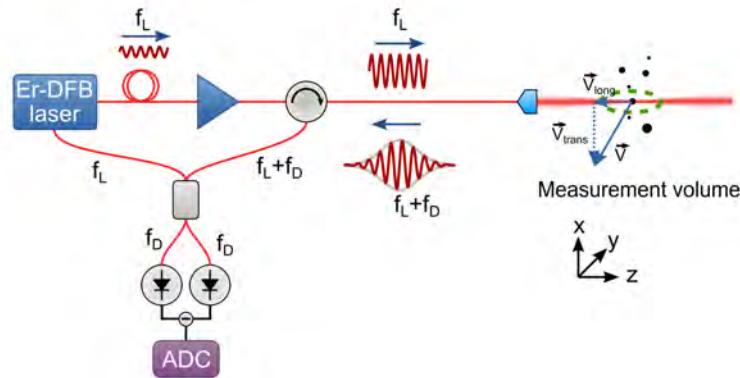


Abb. 2: Schematische Darstellung eines Referenzstrahl Laser-Doppler-Anemometers [2]

Die von [2] vorgestellte Pipeline prozessiert und transformiert das abgetastete Signal. Durch eine Berechnung von zeitlich überlappenden Fast Fourier Transformationen (FFTs) ermöglicht die Pipeline die Detektion von Streuevents weitgehend isoliert von Mess- und Hintergrundrauschen. Die resultierenden Events werden auf wenige Informationen (Frequenzverschiebung, Amplitude und Qualität der Streuung) reduziert und schließlich im Rahmen dieser Arbeit zur Datenfusion verwendet.

## Umsetzung

Die Datenfusion wird mit einer zweistufigen Pipeline umgesetzt. Dafür werden die vier Kanäle zunächst getrennt mit ROSE-Filtern [3] verarbeitet. Hierdurch lässt sich die stark schwankende Varianz der einzelnen Messwerte filtern. Zudem werden die Messwerte der einzelnen Kanäle synchronisiert, da durch die Prädiktion des ROSE-Filters Zustandswerte zu beliebigen Zeitpunkten abgeschätzt werden können.

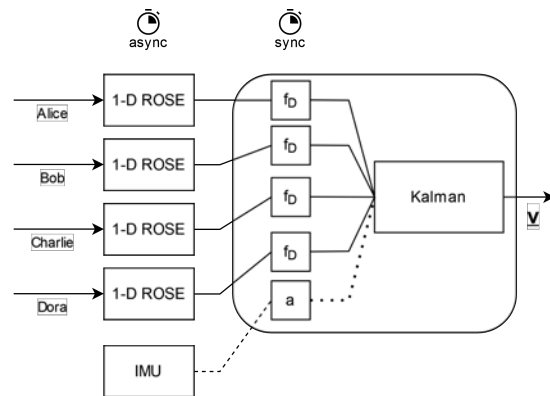


Abb. 3: Entwurf der Filter-Pipeline [1]

Im zweiten Schritt werden die Daten der Kanäle durch einen Kalman-Filter fusioniert. Durch diese Fusion wird sowohl die geometrische Rekonstruktion des Windvektors umgesetzt, als auch die statistische Verteilung der Messpunkte ausgenutzt. Da der rekonstruierte Windvektor von allen Kanälen abhängt, können auf diese Weise die Auswirkungen von Messaussetzern einzelner Kanäle reduziert werden. Optional kann das IRS des Versuchflugzeuges für einen Ausgleich größerer Abtastlücken hinzugezogen werden.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] O. Kliebisch and P. Mahnke. Real-time laser Doppler anemometry for optical air data applications in low aerosol environments. In *Review of Scientific Instruments*, volume 91. AIP Publishing, 2020.
- [3] Reiner Marchthaler and Sebastian Dingler. *Kalman-Filter*. Springer Vieweg Wiesbaden, 2017.
- [4] Jochen Wiedemann. *Laser-Doppler-Anemometrie*. Springer, 1984.
- [5] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt. Vom Labor in die Luft: Flugdaten messen mit Laser. [https://www.dlr.de/content/de/artikel/news/2022/03/20220824\\_vom-labor-in-die-luft-flugdaten-messen-mit-laser](https://www.dlr.de/content/de/artikel/news/2022/03/20220824_vom-labor-in-die-luft-flugdaten-messen-mit-laser), 2022.



# Impersonation of user workloads on a SLURM-based HPC cluster with k8s

Mathis Frederick Michel

Rainer Keller

Department of Computer Science and Engineering, Esslingen University

Work carried out at Department of Computer Science and Engineering, Esslingen

## Introduction

Nowadays, there is a high demand for High Performance Computing (HPC). Many institutions have access to a HPC cluster. With the high demand and usage comes the task to provide users access to these clusters. The first possibility to do so is to access the cluster directly via the Operating System (OS). In contrast to this there are application that provide a more user-friendly way, by offering a web-interface, which allows the users to create certain tasks that are supported by the application. One example for this is JupyterHub, it is used to combine software code and it's computational output with explanatory text and other multimedia resources [15]. Other from this many more concepts can be found, for example 3D Rendering as a service. All these applications have a common challenge: provide users with the ability to access computing environments and resources to solve tasks. In such cases, cluster computing is one of the methods to meet these requirements.

HPC clusters consist of many individual computing nodes interconnected by fast networks. In addition, workload managers are used to combine the computing power and resources of the nodes into an HPC system. Workload managers consist of a *resource manager* and a *job scheduler*. The resource manager allocates resources such as CPU, GPU, and memory [9]. The job scheduler enforces resource limits and distributes jobs to available nodes [12]. One of the major workload managers is SLURM, which includes both a resource manager and a job scheduler [18], it is free and open-source. SLURM provides features like high-availability, high-performance and high-configurability. There is a large number of plugins available to extend its core functionality. These features matches requirements needed for scientific purposes. When there is the need for managing production applications in the cluster, like JupyterHub, this results in a challenge that is not covered by the SLURM feature set.

Kubernetes is a container orchestration system re-

leased in 2014 under the Apache License 2.0 licence. According to a survey, done by the Cloud Native Computing Foundation, the adoption of Kubernetes is still growing and has reached its highest level ever, manifesting in 96% of organizations using or evaluating it and with arround 5.6 million developers working with it worldwide [8]. Kubernetes comes with features designed for managing applications at a large scale. The feature set contains service discovery and load balancing, storage orchestration, automated rollouts and rollbacks, automatic bin packing, self-healing and secret and configuration management [4]. These features are a perfect match for applications that will run in the cluster to provide users the possibility to access the cluster in a more simplified and user-friendly way.

Recently, researchers have studied the integration of SLURM and Kubernetes and explained how these two can be combined for workloads that require the resource allocation and user accounting functionality provided by SLURM with the support for microservices and complex environments provided by Kubernetes [5] [10] [19] [13] [14] [7].

## Motivation

Applications that will perform the task of scheduling workload that is recieved from users, are a perfect usecase for using Kubernetes, to solve the requirement of managing these applications. On the other hand there is the need for providing a standardized way, to allow the scheduling of user generated workloads. When looking at Kubernetes in isolation there is no feature that provides a mechanism for handling the user accounting. SLURM provides such mechanisms that can be used for this. As described by Simon Bauer in his Master Thesis the integration of both systems is possible [5].

The missing piece, is a architecture that provides the possibility of automatically scheduling a user generated workload within Kubernetes and to account for the

resources used in the SLURM context. Looking at the possibilities, for example provided by JupyterHub, it is feasible to configure the spawning behaviour of notebooks that are executed by a user [11]. The default spawner configurations do not take into account that the computing resources consumed by the notebook are counted towards the user balance. It is possible to do an adjustment to the default configuration in order to integrate into the architecture provided by Simon Bauer's solution [5].

With this approach, only JupyterHub would be able to accomplish the integration. Any other application that could be used to schedule a workload of a user would then need to be adjusted in a similar way. This is why a generic approach is very beneficial and would reduce the effort needed and lessen the complexity of such an integration.

## Proposed Solution

The proposed integration of co-scheduling Kubernetes in SLURM HPC clusters provides users with the possibility to schedule a SLURM job that will setup and run a kubernetes cluster [5]. In addition, users can schedule a SLURM job that will join a new kubernetes node into an existing cluster that is running in SLURM. These two mechanisms will be used as baseline for the new proposed architecture that allows application to schedule kubernetes workloads that will be executed by SLURM and therefore be tracked as if the user would run any other SLURM job. The new architecture will contain two additional components:

- **slurm-impersonation daemon:** This service will run outside of the Kubernetes cluster on the SLURM nodes. It will create a dedicated socket for impersonation requests. Such a request will contain the User Identifier (UID) of the user that should be impersonated. In addition, it contains information about the SLURM job that should be started. To prevent an abusive use of the impersonator service, the job must be validated against a whitelist and the user sending

the request must be part of a specific user group. If a request meets these prerequisites, the service will continue with the impersonation and calling the `srun` tool of SLURM, in order to initiate the SLURM job [17].

- **slurm-impersonation controller:** The custom Kubernetes controller will watch the state of the cluster [1]. It waits for Pods that are new and are annotated with a specific label. Labels are key-value pairs, in this case the key will be `impersonationRequestForUID` and the value will be the UID of the user that should be impersonated [2]. If such a label is found it will annotate the Pod further to prevent it from being scheduled on the wrong Kubernetes node. For this the Kubernetes concept of Taints and Tolerations and Node Selectors will be used [3] [2]. If a node has a taint (key-value pair), a Pod can define tolerations to match this taint. This will result in the Pod being scheduled on a tainted node that matches the tolerations of the Pod. In order to prevent other Pods to be scheduled on the user's node the node needs to have a specific label, in this case it will be `impersonationForUID` as the key and the value will be the corresponding UID of the user. The controller will annotate the Pod with the correct tolerations and with a node selector that specifies that the node should have the `impersonationForUID` label with the value of the UID of the user. This will result in the desired behaviour of scheduling Pods to the correct nodes. In addition, it will request to create a new node and to join it into the current cluster using the `slurm-impersonation daemon`.

Using this architecture will decouple the software, used to dispatch a user's workload, from the implementation on how and where this workload will be executed. The following simplified architecture displays an example when integrating JupyterHub into the proposed solution:

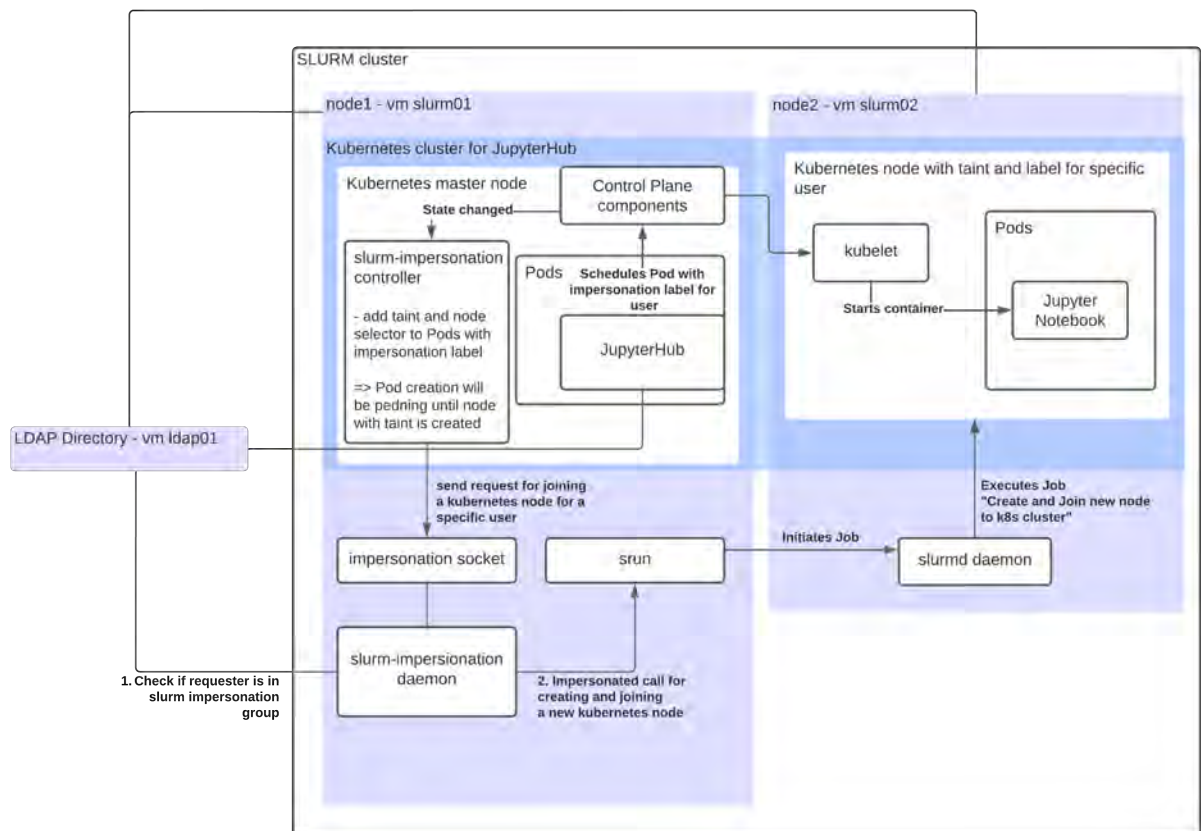


Fig. 1: Proposed architecture [16]

## Approach

For developing and testing the proposed solution there will be three stages to test and implement the new concept.

The first stage is a PoC implementation including a bare frontend that allows the specification of a UID in order to schedule a Pod that will execute a sample workload for the specified user. The frontend will communicate the UID to a simple API that does the scheduling of the Pod.

For the second stage a minimum viable product will be build that allows to configure LDAP authentication, where users can login and upload a blender file that then will be rendered in a Pod using the blender cli [6]. The rendering result should then be made available to be downloaded by the user.

The final stage is to setup a JupyterHub instance that allows authentication via LDAP and allows users to

execute notebooks, that are then scheduled on-behalf of the user to integrate correctly with the SLURM accounting service.

The test setup for this is the following:

- **Hardware:** Mainboard: ASRock Z790 Pro RS ATX LGA1700, CPU: Intel® Core™ i7-13700K (16 Cores, 24 Threads), Memory: 2x 16GB DDR5-5600
- **Hypervisor:** Hyper-V Manager Version: 10.0.22621.1
- **Virtual Machines:** 4 VMs with 2 Cores, 4 GB Memory, Ubuntu 22.04.1
- **Automation:** Ansible roles provided by [5] have been extended to automate the complete provisioning process including the new required components

## References and figures

- [1] Kubernetes Authors. Controller. <https://kubernetes.io/docs/concepts/architecture/controller/>, 2022.
- [2] Kubernetes Authors. Labels and Selectors. <https://kubernetes.io/docs/concepts/overview/working-with-objects/labels/>, 2022.
- [3] Kubernetes Authors. Taints and Tolerations. <https://kubernetes.io/docs/concepts/scheduling-eviction/taint-and-toleration/>, 2022.
- [4] Kubernetes Authors. Why you need Kubernetes and what it can do. <https://kubernetes.io/docs/concepts/overview/#why-you-need-kubernetes-and-what-can-it-do>, 2022.
- [5] Simon Bauer. Co-Scheduling of Kubernetes Pods in a SLURM HPC Cluster, 2022.
- [6] Blender Community. Command Line Rendering. [https://docs.blender.org/manual/en/latest/advanced/command\\_line/render.html](https://docs.blender.org/manual/en/latest/advanced/command_line/render.html), 2022.
- [7] Rim Doukha, Sidi Ahmed Mahmoudi, Mostapha Zbakh, and Pierre Manneback. Deployment of Containerized Deep Learning Applications in the Cloud. In *2020 5th International Conference on Cloud Computing and Artificial Intelligence: Technologies and Applications (CloudTech)*, pages 1–6. IEEE, 2020.
- [8] Cloud Native Computing Foundation. CNCF Sees Record Kubernetes and Container Adoption in 2021 Cloud Native Survey. <https://www.cncf.io/announcements/2022/02/10/cncf-sees-record-kubernetes-and-container-adoption-in-2021-cloud-native-survey/>, 2022.
- [9] Matthias Hovestadt, Odej Kao, Axel Keller, and Achim Streit. Scheduling in HPC Resource Management Systems: Queuing vs. Planning. In *Job Scheduling Strategies for Parallel Processing*, pages 1–20. Springer, Berlin, Heidelberg, 2003.
- [10] Sylabs Inc. WLM-operator. <https://github.com/sylabs/wlm-operator>, 2022.
- [11] Project Jupyter. Spawners. <https://jupyterhub.readthedocs.io/en/stable/reference/spawners.html>, 2022.
- [12] Dalibor Klusáček, Václav Chlumský, and Hana Rudová. Planning and Optimization in TORQUE Resource Manager. In *Proceedings of the 24th International Symposium on High-Performance Parallel and Distributed Computing*. Association for Computing Machinery, New York, NY, United States, 2015.
- [13] Boris Lublinsky, Elise Jennings, and Viktória Spišaková. A Kubernetes 'Bridge' operator between cloud and external resources. *Springer*, 2022.
- [14] Sergio López-Huguet, J. Damià Segrelles, Marek Kasztelnik, Marian Bubak, and Ignacio Blanquer. Seamlessly Managing HPC Workloads Through Kubernetes. In *High Performance Computing*, pages 310–320. Springer International Publishing, 2020.
- [15] Jeffrey M. Perkel. Why Jupyter is data scientists' computational notebook of choice. *Nature* 563, pages 145–146, 2018.
- [16] Own representation.
- [17] SLURM Team. Overview. <https://slurm.schedmd.com/overview.html>, 2022.
- [18] Andy B. Yoo, Morris A. Jette, and Mark Grondona. SLURM: Simple Linux Utility for Resource Management. In *Job Scheduling Strategies for Parallel Processing*, pages 44–60. Springer, Berlin, Heidelberg, 2003.
- [19] Naweiluo Zhou, Yiannis Georgiou, Li Zhong, Huan Zhou, and Marcin Pospieszny. Container Orchestration on HPC Systems. In *2020 IEEE 13th International Conference on Cloud Computing (CLOUD)*. IEEE, 2020.

# Imitation Learning basierte Trajektorienplanung für Autobahnauffahrten

Robert Mondry

Markus Enzweiler

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Robert Bosch GmbH, Abstatt



Abb. 1: Auffahren bei hoher Verkehrsdichte [5]

Autonomes und automatisiertes Fahren verspricht mehr Sicherheit, mehr Komfort und mehr Inklusion. Eine automatisierte Fahrfunktion besteht üblicherweise aus den Subsystemen Perception, Planning und Control. [7] Diese Masterthesis ist im Bereich Behaviour Planning anzusiedeln. Die zwei anderen Bereiche des Planning sind das Route Planning sowie das Motion Planning. [2] Um die Trajektorie des Fahrzeugs und damit dessen Verhalten planen zu können, kann auf neuronale Netze zurückgegriffen werden. Mithilfe des Imitation-Learnings wird anhand von Realdaten das menschliche Fahrverhalten erlernt. Ein Vorteil dieses Ansatzes ist ein, für andere Verkehrsteilnehmer, nachvollziehbares Verhalten des automatisierten Fahrzeugs.

## Ziel der Arbeit

Das Ziel dieser Masterthesis ist es, mithilfe von Imitation Learning ein Modell zu trainieren, welches das Verhalten eines automatisierten Fahrzeugs steuert, um Autobahnauffahrten zu meistern. Das Auffahren auf die Autobahn erfordert viele Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmern wie Beschleunigen, Blinker setzen oder Abbremsen, um den anderen zu signalisieren, in welche Lücke man gerne einscheren möchte. Im Idealfall stören diese Manöver die anderen Verkehrsteilnehmer nur minimal. Zusätzlich muss auf viele weitere Dinge geachtet werden, zum Beispiel wann der Beschleunigungstreifen endet oder ob ein vorausfahrendes Fahrzeug stark abbremst, weil dieses keine geeignete Lücke gefunden hat. Es zeigt sich, dass sehr viele mögliche Szenarien existieren, auf die das automatisierte Fahrzeug reagieren muss. Mithilfe eines angemessenen großen Datensatzes soll ein Modell

trainiert werden, welches generalisiert und auch in nie zuvor gesehenen Sonderfällen angemessen und sicher reagiert.

## Imitation Learning

Das Imitation-Learning ähnelt dem Reinforcement Learning (RL). Beim RL interagiert ein Agent mit seiner Umwelt und entscheidet anhand seiner Policy, welche Aktion er ausführen möchte. Ziel des Agenten ist es, seine kumulativen Belohnungen auf lange Sicht zu maximieren. Viele RL-Ansätze verwenden hauptsächlich die Belohnungen, die sie während des Trainings erhalten, um die beste Policy zu finden. Allerdings ist dies bei komplizierten Aufgabestellungen nicht zielführend, da der Agent zu selten eine Belohnung erhalten würde. Zwar kann man die Aufgabe dahin gehend verändern, dass der Agent bereits für kleine Fortschritte belohnt wird, diese Anpassung ist aber meist nur bei einfachen Aufgaben möglich. Das Auffahren auf die Autobahn beinhaltet so viele Eventualitäten, dass eine manuelle Erstellung der Belohnungsfunktion nicht möglich ist. Hier kommt das Imitation-Learning ins Spiel. Anstatt die Policy anhand einer Belohnungsfunktion zu erlernen, wird diese durch das Imitieren von Expertendaten erlernt. [8]

## Datensatz

Um eine so komplexe Aufgabe wie das Auffahren auf die Autobahn zu erlernen, sind besonders viele Experten Daten notwendig. Viele Publikationen im Bereich des Imitation-Learnings verwenden simulierte

Experten Daten. Allerdings ist es ratsam möglichst nur Realdaten zu verwenden, da das Modell sonst nicht generalisiert. [6] In dieser Arbeit wird der exiD Datensatz verwendet. [5] Dieser wurde mithilfe von Drohnen auf deutschen Autobahn Auf- sowie Abfahrten aufgezeichnet und liegt als aufbereitete CSV-Dateien vor. Der Datensatz enthält die Trajektorien von 69.172 Fahrzeugen aus über 16 Stunden Videomaterial. Da in dieser Masterarbeit nur die Szenen relevant sind, die sich auf den Auffahrten abspielen, wird der Datensatz anhand der Spurinformatoren gefiltert. Um für jede Fahrzeugposition die genauen Spurinformatoren, wie den Spurtyp, ermitteln zu können, liefert der Datensatz HD Karten im openDRIVE Format mit. Anhand dieser kann ermittelt werden, dass sich 13.453 Fahrzeuge für durchschnittlich 102 Frames auf einer Auffahrt befinden haben, dies entspricht einem Anteil von 19,4 % und einer Fahrzeit von 15,3 Stunden. Für die Evaluierung des Modells werden nicht nur Metriken erhoben, sondern auch besondere Situationen händisch geprüft. Um Szenen zu finden, in denen viele Verkehrsteilnehmer das Auffahren auf die Autobahn erschweren, wird gezielt die Verkehrsdichte auf den rechten Spuren ermittelt (vgl. Abb. 1).

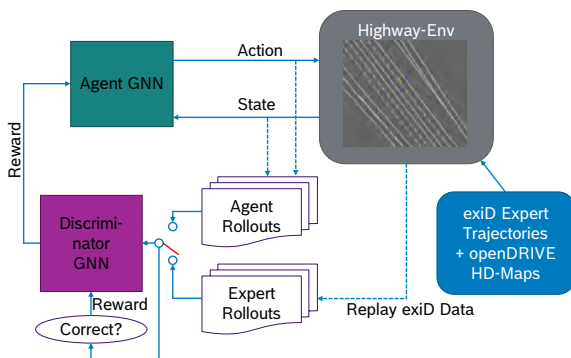


Abb. 2: Modell Struktur [1]

## Ansatz und Ausblick

Um ein Modell zu erzeugen, welches auf die Autobahn auffahren kann, wird in dieser Arbeit das Generative Adversarial Imitation Learning (GAIL) Verfahren verwendet. [4] Bei diesem Verfahren spielen zwei konkurrierende neuronale Netze gegeneinander und versuchen den jeweils anderen zu täuschen (vgl. Abb. 2). Zum einen gibt es den Discriminator. Dieser muss entscheiden, ob eine eingegebene Trajektorie aus den Experten Daten stammt oder vom Agenten kommt. Der Agent hingegen muss erlernen, so gute Trajektorien zu erzeugen, dass dieser den Discriminator täuscht und dieser fälschlicherweise denkt, dass die Trajektorie aus dem Experten Datensatz stammt. Die beiden neuronalen Netze werden jeweils aus Graph Neural Networks (GNNs) bestehen. Dies ist inspiriert vom VectorNet und hat unter anderem den Vorteil, dass 70 % des Rechenaufwands eingespart werden kann. [3] Zudem liegt mit der HD-Karte bereits das Straßennetz als Graph vor. Auch müssen keine Rasterbilder gerendert werden, wie bei anderen Ansätzen, die Convolutional Neural Networks verwenden. Was wiederum den Vorteil hat, dass der Informationsverlust gering bleibt. Implementiert wird der Ansatz in ein Framework, was es erlaubt, diesen mit anderen Ansätzen zu vergleichen. Ein weiterer Vorteil des Frameworks ist die Einsatzfähigkeit auf einem GPU-Cluster, was die Trainingszeiten stark verringert.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] Ferguson Dave, Howard Thomas, and Likhachev Maxim. Motion planning in urban environments. *Journal of Field Robotics*, 25:939–960, 2008.
- [3] Jiyang Gao, Chen Sun, Hang Zhao, Yi Shen, Dragomir Anguelov, Congcong Li, and Cordelia Schmid. VectorNet: Encoding HD Maps and Agent Dynamics From Vectorized Representation. In *Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pages 11522–11530. IEEE, 2020.
- [4] Jonathan Ho and Stefano Ermon. Generative Adversarial Imitation Learning. In *Advances in Neural Information Processing Systems*, volume 29. Curran Associates, Inc., 2016.
- [5] Tobias Moers, Lennart Vater, Robert Krajewski, Julian Bock, Adrian Zlocki, and Lutz Eckstein. The exiD Dataset: A Real-World Trajectory Dataset of Highly Interactive Highway Scenarios in Germany. In *Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, pages 958–964. IEEE, 2022.
- [6] Manu Orsini, Anton Raichuk, Léonard Hussenot, Damien Vincent, Robert Dadashi, Sertan Girgin, Matthieu Geist, Olivier Bachem, Olivier Pietquin, and Marcin Andrychowicz. What matters for adversarial imitation learning? *Advances in Neural Information Processing Systems*, 34:14656–14668, 2021.
- [7] Chris Urmson, Joshua Anhalt, Drew Bagnell, Christopher Baker, Robert Bittner, MN Clark, John Dolan, Dave Duggins, Tugrul Galatali, Chris Geyer, et al. Autonomous driving in urban environments: Boss and the urban challenge. *Journal of field Robotics*, 25:425–466, 2008.
- [8] Lőrincz Zoltán. A brief overview of Imitation Learning. <https://smartlabai.medium.com/a-brief-overview-of-imitation-learning-8a8a75c44a9c>, 09 2019.

# Evaluierung agiler Entwicklungsmethoden für die Entwicklungsprozesse im USU Service Management Bereich

Anil Oezdemir

Thomas Rodach

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma USU Software AG, Möglingen

## Einleitung

Agile Entwicklungsmethoden werden immer beliebter, da Sie Unternehmen im Bereich Projektmanagement und Softwareentwicklung helfen Kunden schneller und reibungsloser Mehrwert zu bieten. Mittlerweile nutzen mehr als 50% aller deutschen Unternehmen agile Methoden insbesondere im Bereich IT Projektmanagement. Die beliebteste Methode dabei ist nach wie vor Scrum, welches auch im USU Service Management Bereich eine große Rolle spielt [6]. Die USU Software AG ist ein Softwareunternehmen, das Software- und Servicelösungen im Bereich IT & Customer Service Management anbietet. Der USU Service Management Bereich befasst sich dabei mit ITSM-Prozessen und wird als zentrales Tool für Enterprise Service Management unternehmensweit eingesetzt. In dieser Abschlussarbeit wird untersucht, wie agile Methoden im USU Service Management Bereich eingesetzt werden können, um die Produktivität und Effizienz zu steigern. Diese agilen Methoden dienen dem Unternehmen als Grundlage für die Entwicklung von Software und Anwendungen und sind somit essenziell, um weiterhin wettbewerbsfähig zu bleiben.

## Problemstellung

Bevor es agile Methoden gab, war das Wasserfallmodell für die Softwareentwicklung ein etabliertes Vorgehensmodell. Doch schnell erwies sich, dass dieses Modell ziemlich träge und unflexibel ist, wodurch es durchaus schwierig für Softwareunternehmen wurde sich am schnell verändernden Markt zu beteiligen. Wenn sich ein Unternehmen auf die Technologie verlässt, um sich zu differenzieren oder Technologie im Mittelpunkt seines Geschäfts steht, wird die Entwicklungszeit und die Produktivität der Projektteams zum Schlüsselfaktor. Denn je schneller ein Unternehmen auf Änderungen im Markt reagieren kann oder Anpassungen der Geschäftsprozesse in der Software umwandeln kann,

desto vorteilhafter ist es. Jedoch stellte sich die Anwendung des Wasserfallmodells mit den stetig wachsenden Projekten und Projektteams als ziemlich schwierig dar. Durch den Einsatz von agilen Methoden können neue Maßstäbe gesetzt werden, daher gehören agile Methoden zu einem wichtigen Faktor, um die Wettbewerbsfähigkeit zwischen dem Unternehmen und das langfristige Bestehen am Markt gewährleisten zu können. Da es bei agilen Methoden kein Standard gibt, sondern lediglich verschiedene Frameworks, an denen man sich orientieren kann, muss die Integration von diesen Methoden für jedes Softwareprojekt individuell betrachtet werden und demnach eine individuelle Lösungsstrategie entwickelt werden. Anschließend kann man überprüfen, welche Vorteile agile Methoden für das Projekt liefern kann.

## Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es, die Wirksamkeit agiler Entwicklungsmethoden für die Entwicklungsprozesse im USU-Service-Management-Bereich zu untersuchen. Es sollen die Ist-Prozesse analysiert sowie verschiedene agile Methoden evaluiert, mithilfe dessen ein Soll-Prozess entworfen und exemplarisch integriert werden soll. Dabei werden die Optimierungsansätze im USM Bereich ebenfalls ermittelt. Davor werden mittels einer Literaturanalyse die Potenziale von agilen Methoden ausgearbeitet. Anschließend sollen diese Ergebnisse, mit denen aus dem Prototyp validiert werden. Mithilfe der Lösungsstrategie soll dann die folgende Forschungsfrage beantwortet werden: *Welche Potenziale von agilen Methoden können zur Verbesserung der Softwareentwicklungsprozesse im USU Service Management beitragen?*



## Projektmanagement

Das Projektmanagement umfasst Prozesse und Aktivitäten, die erforderlich sind, um Projekte erfolgreich zu koordinieren und zu implementieren. Projekte sind dabei, zeitlich begrenzte Aktivitäten die zur Erfüllung von Geschäftsprozessen beitragen. Projekte haben sowohl einen definierten Anfang, sowie ein definiertes Ende. Das Projektmanagement beinhaltet die Führungsaufgaben, Organisation, Techniken und Ressourcen zur erfolgreichen Durchführung eines Projekts [7]. Das Hauptziel dabei ist es die erfolgreiche Durchführung des Projektes sicherzustellen, dies erzielt man mit der Erreichung der festgelegten Ziele. Der Aufbau des Projektmanagementprozesses sowie die Auswahl der Methoden sind hierbei individuell für das Projekt auszulegen. Kernfaktoren sind hierbei Kosten, Zeit und Leistung [2].

## Agile Methoden

Einer der bekanntesten Richtlinien für Agilität im Projektmanagement ist das Agile Manifesto, welches von Personen mit Erfahrungen in agiler Softwareentwicklung zusammengetragen wurde und die wichtigsten Prinzipien aufzeigt.



Abb. 1: Zwölf Prinzipien des Agilen Manifest [4]

Agile Methoden sind dafür bekannt, kurze Entwicklungszyklen sowie hohe Flexibilität mit sich zu bringen [5]. Zu den bekanntesten Agilen Methoden gehören Scrum und Kanban. Scrum hat eine einfache Struktur und klar definierte Rollen, wodurch es schnell integrierbar ist und sich somit produktiv einsetzen lässt. Im Mittelpunkt steht das Scrum Team, das durch die Zusammenarbeit von drei Rollen weitgehend

autonom agiert. Sie legt fest, wer was und wie in welcher Reihenfolge umsetzt. Der Scrum Master ist für den Prozess verantwortlich. Sein Ziel ist ein effizientes Scrum-Team zu organisieren. Die Aufgabe des Product Owners besteht darin, Prioritäten zu setzen, um sicherzustellen, dass immer die wertvollste Arbeit geleistet wird. Die Entwickler treffen Entscheidungen über die technische Umsetzung und stellen Qualität und Wartbarkeit entsprechend dem Geschäftsmodell sicher [1]. Kanban hingegen lässt sich als agile Methode für evolutionäres Change Management definieren, d.h. das ein bestehender Prozess in kleinen optimiert wird, indem viele kleine Änderungen vorgenommen werden. Dadurch wird das Risiko für jede Maßnahme reduziert. Der erste Schritt bei der Einführung von Kanban besteht darin, bestehende Workflows und Probleme zu visualisieren. Dies geschieht beispielsweise in Form eines Kanban-Boards, bestehend aus einem einfachen Whiteboard und Karteikarten. Jede Karte auf dem Brett stellt eine Aufgabe dar. Allein diese einfache Maßnahme kann die Arbeitsverteilung und bestehende Engpässe sehr transparent machen. Danach wird der Work in Progress (WIP) limitiert, d.h. die Anzahl parallel laufender Aufgaben ist begrenzt. Einerseits wird dadurch Multitasking reduziert, andererseits bedeutet weniger WIP, dass jede einzelne Aufgabe schneller erledigt werden kann. Durch diese WIP-Limit Mechanismen wird gewährleistet, dass Probleme aktiv angegangen werden anstatt um sie herum zu arbeiten [3].

## Ausblick

Ein Blick in die unternehmensweiten Entwicklungsprozesse zeigt wie starr und monolithisch diese noch sind. Besonders der große Aufwand diese umzustrukturieren schreckt die meisten davon ab. Jedoch ist in der heutigen Zeit eine hohe Flexibilität und Skalierbarkeit notwendig, um am Markt konkurrenzfähig zu bleiben. Deshalb ist der Einsatz von agilen Methoden umso wichtiger. Die Umsetzung eines solchen großen Projektes erfordert jedoch sehr viele Ressourcen und sollte deshalb bedacht angegangen werden. Basierend auf den Erkenntnissen soll im Laufe der Arbeit für die Entwicklungsprozesse im USM Bereich eine individuelle Lösung erarbeitet und integriert werden.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Atlassian Atlassian. Agile: Was bedeutet Agile? <https://www.atlassian.com/de/agile>, 2022.
- [2] Markus Huber and Gerda Huber. *Prozess- und Projektmanagement für ITIL*. Vieweg+Teubner Verlag, 2011.
- [3] IT-Agile IT-Agile. Was ist Kanban? <https://www.it-agile.de/agiles-wissen/kanban/was-ist-kanban/>, 2022.
- [4] Josua Josua. Das Agile Manifest und agile Prinzipien. <https://projektmanagement-zentrum.ch/2019/02/11/agile-prinzipien/>, 02 2019.
- [5] Redhat Redhat. Was ist agile Softwareentwicklung? <https://www.redhat.com/de/devops/what-is-agile-methodology>, 2022.
- [6] Kim Rixecker. Agile Methoden: Unternehmen in Deutschland schwören auf Scrum. <https://t3n.de/news/agile-methoden-unternehmen-in-deutschland-schwoeren-auf-scrum-1112556/>, 09 2018.
- [7] Kusay-Merkle Ursula. *Agiles Projektmanagement im Berufsalltag - Für mittlere und kleinere Projekte*. Springer Gabler, 2 edition, 2021.

# Pedestrian Intention Prediction using Transformers

David Reski

Markus Enzweiler

Department of Computer Science and Engineering, Esslingen University

Work carried out at Robert Bosch GmbH, Vaihingen Stuttgart

## Introduction

Pedestrian intention prediction is an essential problem when it comes to autonomous driving. In the low level of driver safety systems, the car slows down if an object is too close to the car. The main disadvantage of this approach is that the intention of the pedestrian is irrelevant. For example, in adaptive cruise control the distance to the next object in front of the car is measured. If a car brakes in front of yours, the distance between them decreases. If this distance is too small, your car brakes on its own. However, you cannot react with foresight because other road users, such as pedestrians, are not observed. If a child runs directly in front of the car, it has no time to brake because it only observes objects in front of you but not the surroundings.

However, a neural network that processes images from the scene and understands the signals from this child would slow down. For example, looking left and right over the street or making a footstep on the street are signals that the person will cross it. Interpret such gestures and movements seems to be very intuitive for us humans. Nevertheless, it is a complex task for a neural network to learn this kind of human intentions. Solving this task would resolve in a lower death rate from car accidents. Driver safety is increased since 1968 with features like a seatbelt, 3rd brake lights, or ABS. Different innovations are now well established in our regulations. Wearing a seatbelt, for example, has been mandatory since 2006 in the EU. Also, car producers cannot sell cars without a seatbelt, brake, or light. Therefore, every new technology that's long enough on the market will sooner or later be a part of the regulation for the Car industry. A study from the UK showed that we could reduce car accidents by 23.8% by fully deploying the six most common ADAS. On the other hand, we can see that between July 2021 and Mai 2022, almost 400 crashes were registered from cars using ADAS, where 5 of those ended deadly. The data from the past years show we still have to invest a lot of time in research in the field of ADAS to reduce the number of accidents caused by the software.

## Related Work

In the last years, researchers tested different prediction methods. I.e., the Trajectory-based prediction. This Method has many different goals and approaches.

The Physic-based approach is the simplest model of all 3. It only captures the current velocity and predicts the position in the next frame with mathematical equations. The main disadvantage of using only physical data is that the surroundings do not change the output. A suitable example of missing information would be the red pedestrian traffic light. Also, understanding a crosswalk can lead to better prediction results.

The Pattern-based approach leads to overfitting. Training data is usually sampled locally in the area of interest. Changing the scene can lead to wrong predictions. Therefore it is only used in areas without safety conditions.

The Planning-based approach is the most accurate prediction if fed with sufficient information. However, in reality, we do not have those perfect conditions, especially when the data comes from a car driven in daily situations like rain or snow. With random real-world objects, the pedestrian also could be occluded. Another method is based on visual features. A CNN generates intention prediction based on the bounding box crop of the image and another crop of the images that double the size of the bounding box to capture the surroundings. If they are objects that would influence the pedestrian's behavior outside of this double-sized bounding box, they will not change the outcome of this method.

The Action-ViT [3] architecture tries to outperform older models using Vision Transformer (ViT). To do this, they use several recognition features in the image. The architecture is shown in the image 1. One is a sequence of 15 cropped pedestrians. These are cut out with the bounding box coordinates. Then this bounding box is doubled, and a second image sequence is created. This has the advantage that the pedestrian's surroundings can be perceived, and important information, such as traffic lights, can be detected. These bounding box coordinates themselves

are used as input too. Finally, using OpenPose, the 18 key points of each pedestrian are calculated and used as input. The bounding box and pose key points are in a 15-dimensional vector representation, with every new dimension representing the next frame in the video sequence. That results in an observation time of 0.5 Seconds. Those features are then processed by a base-ViT pre-trained on ImageNet. The last layer of the ViT is removed so that the output is a feature vector. Then this vector is edited, and cross attention between the different modalities is applied. The weighted output is then passed to a two-layer, fully connected layer. The output is an action state like walking. The last fully connected layer predicts crossing or not, which input is the output of the attention module concatenated with the current action state. The network is trained to predict 0.5 seconds ahead.

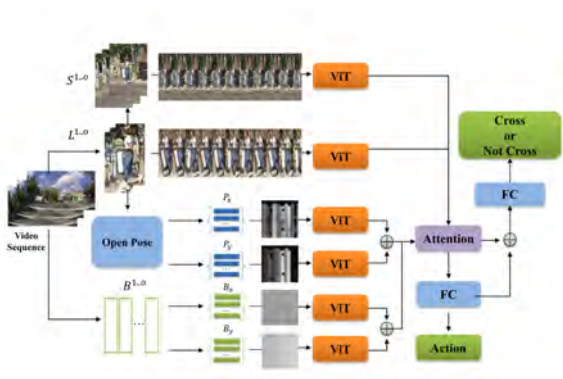


Fig. 1: Model architecture of Action-ViT [3]

## Data

The training uses the JAAD [2] and PIE [1] dataset. The PIE dataset 2 collects images and videos for pedestrian intention estimation. The dataset consists of 6 hours of video in typical traffic from an ego-centric camera perspective, which results in over 1842 different pedestrian tracks in about 293,000 labeled frames collected from real-world driving scenarios, including various traffic conditions and pedestrian behaviors.

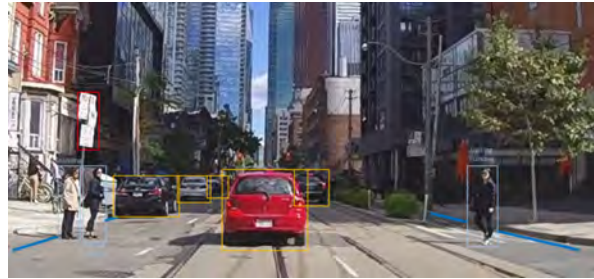


Fig. 2: PIE Dataset scene example [1]

Those image annotations contain detailed information about the pedestrians, such as hand signs, walking, crossing, or occlusion. This data can train machine learning algorithms that predict pedestrians' intentions in a given scene.

The JAAD dataset is similar to the PIE dataset but focuses on joint attention in autonomous driving. The JAAD dataset contains 346 short video clips. These clips are 5-10 seconds long and picked from over 240 hours of footage of people driving in north America and eastern Europe. In JAAD, there are 686 pedestrians with behavior annotations in 82 thousand frames.

## Method and Approach

For the observation, this attempt take 15 frames of pedestrian crops and append them to one large Image. Then we define a time to event of 0.5 seconds. For this prediction of pedestrians, it's possible to use many recognition features. These include image details, bounding box coordinates, or the human pose. This bachelor thesis attempt uses the same components of the Action-ViT [3]. This will also be the baseline for comparison of the results. To generate bounding boxes to create the pedestrian crops explained in the related work part, it's necessary to feed the Images from the camera to a Neural network. The Action ViT takes those coordinates, cuts the pedestrians out of the images, and processes them again with the vision Transformer.

The idea is to detect all pedestrians on the images with Mask-R-CNN to avoid an image being processed twice. We use Mask-R-CNN to generate a feature map of the entire image. Then we use the bounding box coordinates as ROI to create a 1024-dimensional feature vector out of the feature map. That means that additional surrounding information is in the feature vector. 15 of these vectors are concatenated to form our image sequence as feature vector representation. A dedicated feature vector from Mask-R-CNN with information about near street signs, crosswalks, or construction sites could lead to better results in the overall evaluation.

## References and figures

- [1] Amir Rasouli, Iuliia Kotseruba, Toni Kunic, and John Tsotsos. PIE: A Large-Scale Dataset and Models for Pedestrian Intention Estimation and Trajectory Prediction. [https://data.nvision2.eecs.yorku.ca/PIE\\_dataset/](https://data.nvision2.eecs.yorku.ca/PIE_dataset/), 2019.
- [2] Amir Rasouli, Iuliia Kotseruba, and John Tsotsos. Are they going to cross? A benchmark dataset and baseline for pedestrian crosswalk behavior. [https://data.nvision2.eecs.yorku.ca/JAAD\\_dataset/](https://data.nvision2.eecs.yorku.ca/JAAD_dataset/), 2017.
- [3] Shengzhe Zhao, Haopeng Li, Qihong Ke, Liangchen Liu, and Rui Zhang. Action-ViT: Pedestrian Intent Prediction in Traffic Scenes. In *IEEE Signal Processing Letters*, volume 29, pages 324–328. Engineers, Institute of Electrical and Electronics, 2022.

# Ein Beitrag zur Entwicklung eines Verfahrens zum automatisierten bündigen Einschrauben von ASSY 4 CSMP-Schrauben auf Basis eines ABS18 Compact.

David Retinski

Clemens Klöck

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Adolf Würth GmbH & Co. KG, Künzelsau

## Einleitung

Akkuschrauber, Schlagschrauber und Bohrmaschinen sind sogenannte Powertools. Diese sind in der heutigen Zeit fester Bestandteil jedes Haushaltes. Die Elektrowerkzeugindustrie ist in Deutschland trotz der Dominanz mehrerer größerer Hersteller und Marken vielfältig und differenziert strukturiert. Hierbei muss zwischen den Marktsegmenten Profibedarf und dem Heimwerker unterschieden werden. Für den Laien sind im Internet immer mehr Do-it-yourself-Projekte (DIY) für ein schöneres Zuhause zu finden. Aufgrund der wachsenden Nachfrage nach DIY-Projekten steigt auch der Bedarf an Powertools [5]. Nicht nur in diesem Bereich steigt die Nachfrage nach Elektrowerkzeuge. In Deutschland arbeiten in der Profibranche, je nach Abgrenzung, 12.000 bis 14.000 Beschäftigte [3]. Diese stellen wichtige Anforderungen an Powertools. Hierzu zählen aus Nutzersicht beispielsweise die Leistungsfähigkeit, Qualität, Ergonomie und vielfältige Anwendungsmodi. Typische Ansatzpunkte für diese Modi sind intelligente Funktionalitäten, die den Anwender bei der Arbeit unterstützen [3]. Dies ist sowohl in der Heimwerker Branche als auch beim Profibedarf von großem Interesse. Solche intelligenten Algorithmen steigern ebenso die Effizienz der Arbeit, dies hat den Vorteil das Profihandwerker schneller und genauer Arbeiten können. Fehlt dem Anwender das Knowhow so kann dies mit intelligenten und vernetzten Powertools kompensiert werden. Elektrowerkzeuge dieser Art liefern bessere Arbeitsergebnisse. Zudem werden Fehlausführungen und die damit einhergehenden Geräteschäden minimiert. Außerdem können diese Powertools dazu beitragen, Verletzungen von Nutzern zu reduzieren [5]. Dementsprechend steigt das Innovationsgeschehen für die Zukunft der Branche an.

## Einordnung der Arbeit bei der Firma Würth

Als Reaktion auf den steigenden Wettbewerbsdruck und zur Förderung des Unternehmenswachstums verfolgt die Adolf Würth GmbH & Co. KG (AWKG) das Ziel, eine stärkere Kundenbindung zu erreichen [1]. Eine Möglichkeit wäre es die Produkte aufeinander abzustimmen und somit miteinander zu verbinden. Das schafft ein sogenanntes "Ökosystem" von Produkten, die in Kombination Mehrwert für den Kunden liefern. Anwendern mit eigens entwickelten intelligenten Powertools einen Mehrwert zu bieten ist ebenfalls ein praktizierter Ansatz. Mit beiden Möglichkeiten kann das vorgenommene Ziel erreicht werden. Die Würth-Gruppe möchte sich verstärkt vom Großhändler hin zu einem Hersteller eigener Produkte entwickeln. Mit diesem Schritt wird ein größerer Einfluss auf den zukünftigen Produktentwicklungsprozess möglich. Durch die zunehmende Verfügbarkeit von preiswerten Sensoren und Mikrocontrollern ist es möglich Kundenanforderungen in Powertools mit intelligenten Algorithmen umzusetzen [8]. Diese neu entwickelten Algorithmen sorgen für eine Erhöhung von Komfort, Sicherheit und Zeiteinsparung bei der Anwendung. Bei der Implementierung intelligenter Komfort Funktionen kann auf interne Verbrauchsmaterialien zurückgegriffen werden. Diese Materialien, wie beispielsweise Holzschrauben werden firmenintern bereits entwickelt und produziert. Dies führt zu einem Marktvorteil gegenüber Wettbewerbern und erzielt eine Steigerung der Kundenwerte.

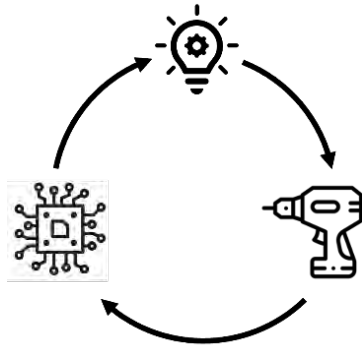


Abb. 1: Powertool mit einer intelligenten Algorithmik [2]

## Problemstellung

Für das Zusammenfügen verschiedener Holzstücke können Holzschrauben mit Senkköpfen verwendet werden. Diese ermöglichen ein bündiges Einschrauben und verbessern das Oberflächenergebnis. Die Oberfläche besitzt somit keine Erhöhung an der Verbindungsstelle und stellt eine ebene Fläche dar. Dies ist aus optischen, aber auch aus technischen Gründen gewünscht. Eine Studie des Institutes für Produktentwicklung am KIT (Karlsruher Institut für Technologie) kommt zum Ergebnis, dass bei manuell durchgeführten Verschraubungen, durchschnittlich 80 % der Einschraubzeit für die Annäherung an die gewünschte Einschraubtiefe oder für Korrekturen, aufgewendet wird [6]. Die Firma Würth kann ein ähnliches Problem bei ihren Kunden identifizieren. Um den Kunden die Arbeit zu erleichtern und eine deutliche Zeitersparnis zu erreichen wird ein Verfahren entwickelt, welches in der Lage ist, Senkkopf-Holzschrauben halbautomatisiert einzuschrauben.

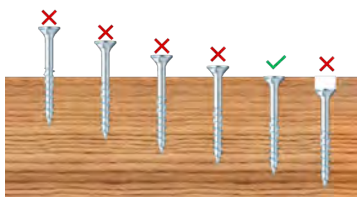


Abb. 2: Vergleich einer bündig eingedrehten Senkkopfschraube [2]

## Aktueller Stand

Eine Vielzahl der Akkuschrauber, die auf dem Markt zu finden sind, besitzen bis dato eine mechanische Lösung für dieses Problem. Dies funktioniert entweder über eine mechanische Abstandsmessung von Werkzeug zu Oberfläche oder über eine mechanische Rutschkupplung. Beide Ansätze nutzen eine mechanische

Vorrichtung, um die Drehmomentübertragung bei einer gewünschten Einschraubtiefe zu unterbrechen. Einige Unternehmen wie beispielsweise die Firma Black & Decker [4] haben jedoch eine Algorithmik entwickelt, welche das bündige Einschrauben unterstützt. Zudem hat die Firma Positec Power Tools einen Algorithmus entwickelt, der anhand der Stromüberwachung herleiten kann, wann eine Schraube bündig in das Material eingedreht wurde [7]. Die Firmen, Bosch, Hilti und Festool haben bereits elektronische Drehmomentbegrenzungen, die das Arbeiten bereits deutlich erleichtern. Darüber hinaus sind derzeit viele Powertool Hersteller in einem Wandel. Das Thema IoT ist in der heutigen Zeit ein wichtiger Bestandteil der Gesellschaft. Dieser wachsende Pfad wird von zunehmend vielen Elektrowerkzeugherstellern angetrieben.

## Ziele der Arbeit

Ziel der aktuellen Abschlussarbeit ist es, ein elektronisch sensorbasiertes Verfahren zum bündigen Verschrauben von Senkkopfschrauben zu entwickeln. Der Algorithmus muss in der Lage sein, eine Senkkopfschraube ohne aktives Eingreifen des Nutzers bündig zur Oberfläche des Werkstückes einzudrehen. Bei der Entwicklung eines Algorithmus werden nicht nur Maschinendaten erfasst und ausgewertet. Es besteht außerdem die Möglichkeit zusätzliche Sensordaten einzubinden und mit Hilfe dieser die Genauigkeit zu verbessern. Diese liefern neue Daten die genauer analysiert werden müssen. Die Ergebnisse dieser Daten bilden die Grundlage für die Applikation der Abschaltkriterien. Idealerweise ist der Lösungsansatz auf mehrere Schraubenlängen übertragbar und erzielt dabei ebenfalls eine hohe Genauigkeit. Für eine Validierung der Ergebnisse wird ein Testplan, welcher alle unterschiedlichen Einflussgrößen beinhaltet, erstellt und ausgewertet. Für eine ökonomische Betrachtungsweise soll zudem überprüft werden, ob die Firma Würth eine solche Funktionalität in den nächsten Akkuschraubern umsetzen kann.

## Ausblick

Sind die Hauptziele der Arbeit erreicht wird die Funktionalität des Algorithmus erweitert. Des Weiteren besteht die Möglichkeit zusätzliche Verfahren zu implementieren und miteinander zu vergleichen. Ein alternativer Ansatz wäre es die Anforderungen über einen Machine Learning Ansatz zu verbessern. Durch solch ein Ansatz kann eine Vielzahl von Merkmalen aus Signalverläufen betrachtet werden. Mit mehreren unterschiedlichen Verfahren bietet sich ebenfalls die Möglichkeit diese zu kombinieren, um die Vorteile beider zu nutzen. Für die Weiterentwicklung stellt hier die Einbindung aller Schraubendurchmesser und Schraubenlängen ein

Ziel dar. Des Weiteren ist es möglich innovative Funktionen für einen Akkuboehrschrauber zu entwickeln. Es gibt eine Vielzahl an Funktionalitäten, die in einem intelligenten Powertool erforscht werden müssen. Hierzu gehört beispielsweise eine Lageerkennung, eine elektronische Rutschkupplung, eine Anti-Kickback und

vieles weitere. Dementsprechend ist es für die Adolf Würth Gruppe von großem Interesse, die Forschung und die Entwicklung von neuen Funktionalitäten für Power Tools zu fördern. Folglich wird der Teilbereich Powertools immer weiter ausgebaut. Dies bietet Potenzial neue Ideen zu entwickeln und diese zu realisieren.

## Literatur und Abbildungen

- [1] GmbH Adolf Würth. Zielvereinbarung AWKG bis 2025. <https://intranet-wuerth.net/downloads/Zielvereinbarung2021.pdf>, 2021.
- [2] Eigene Darstellung.
- [3] Dispan Jürgen. *Branchenanalyse Elektrowerkzeuge*. Hans Böckler Stiftung, 343 edition, 2016.
- [4] Shaun Lovelass. Power tool having multiple operating modes. *EUROPEAN PATENT APPLICATION*, 2013.
- [5] GmbH Selfbits. Connected Power Tools. <https://selfbits.de/connected-power-tools/>, 2022.
- [6] Jürgen Wilwer, René Germann, Philipp-Tobias Dörner, and Sven Matthiesen. SMART assistive systems in power tools – Identification of product requirements in application studies. *The Design Society*, pages 141–150, 2020.
- [7] Tang Xiangyang. CONTROL METHOD FOR POWER TOOL AND POWER TOOL EXECUTING CONTROL METHOD. *EUROPEAN PATENT APPLICATION*, 2010.
- [8] Feng Zhou et al. Fundamentals of product ecosystem design for user experience. *Research in Engineering Design volume*, pages 43–61, 2011.



# Untersuchung der ökonomischen Vorteile durch Künstliche Intelligenz

Mergim Rizaj

Catharina Kriegbaum-Kling

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt an der Fakultät Informatik und Informationstechnik, Esslingen

## Einleitung

„Die Evolution des menschlichen Geistes verkörpert sich in der Evolution der Technik.“ [4]. Dieses Zitat beschreibt die Innovationskraft von Künstlicher Intelligenz sehr gut, denn aktuellen Entwicklungen zufolge hat die KI vorläufig ihren Höhepunkt erreicht [2]. Es ist ein wichtiger Teilbestand unseres Alltags und somit kaum wegzudenken. Nachdem Algorithmen eine lange Zeit den Fokus auf intellektuelle Problemstellungen gelegt hatten, nähern sich Computer an „menschliche Eigenschaften“. Metaphorisch betrachtet findet man somit, wie im Zitat auch beschrieben, den menschlichen Geist wieder. KI bewegt sich nun vermehrt in Richtung Emotionalität und Kommunikation und bietet Unter-

nehmen viele Chancen, um ihre Prozesse zu gestalten und eine bessere Wertschöpfung zu generieren. Unternehmen stehen in einem schweren, herausfordernden globalen Wettbewerb, sodass weltweit intelligent agierende Maschinen und Datenmanagementprozesse eine entscheidende Rolle spielen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Bitkom Research führte eine branchenübergreifende Befragung mit 606 deutsche Unternehmen durch, die über mindestens 20 Angestellte verfügten. Aus einer Studie des Unternehmens, Bitkom, geht hervor, dass Unternehmen KI in der deutschen Wirtschaft als Zukunftstechnologie erkennen, doch wenig nutzen. Nur 9 % der Teilnehmer setzen KI ein, obwohl sie KI als Chance für ihr Unternehmen sehen. [1]

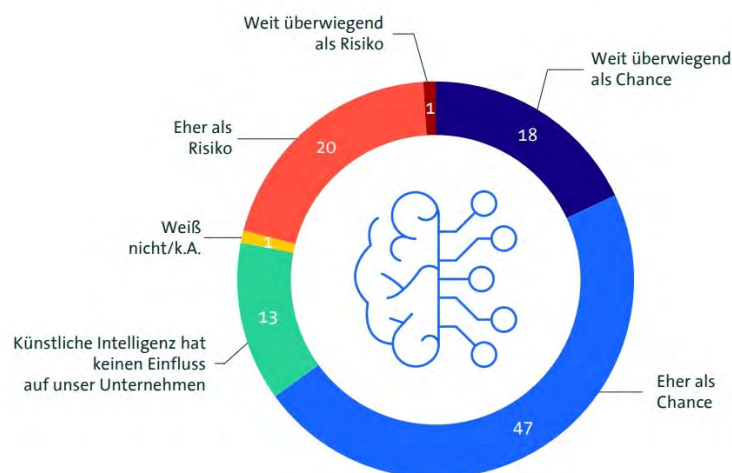


Abb. 1: Studienergebnis Bitkom Research 2022 - Unternehmen sehen KI als Chance [1]

Die Vorteile sehen die meisten Teilnehmer in der schnelleren und präziseren Problem-Analyse und in der Beschleunigung der Prozesse. Die Studie zeigt zudem, dass viele Unternehmen akzeptieren, dass KI

die Wettbewerbsfähigkeit steigert. Die beschriebenen Vorteile, tragen einen positiven Beitrag zur Wirtschaft und bilden auch die ökonomischen Vorteile der KI ab [1].

## Wo Unternehmen Vorteile beim KI-Einsatz sehen

Welche Vorteile sehen Sie beim Einsatz von KI in Unternehmen?

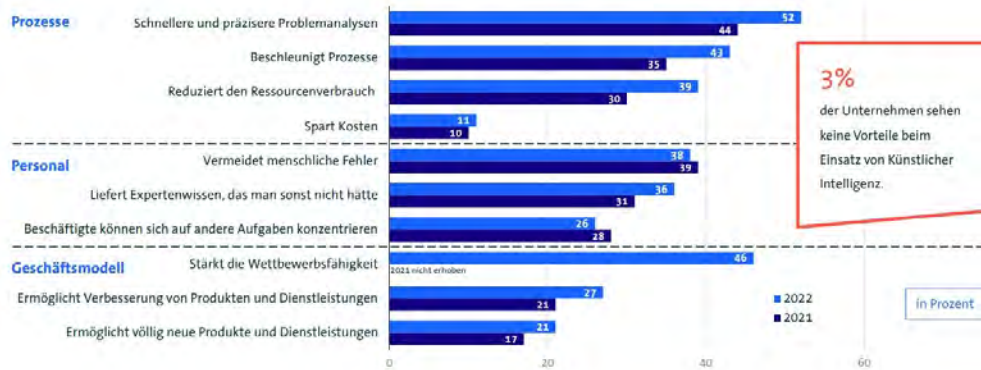


Abb. 2: Studienergebnis Bitkom Research 2022 -Vorteile beim KI-Einsatz [1]

### Problemstellung

Viele Unternehmen erkennen, dass sich Chancen und Potentiale durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) ergeben. Sie können allerdings KI nicht erfolgreich einsetzen und nutzen. Digitalisierung erfordert Ressourcen, um durch Big Data zu sortieren und die darin vorhandene Wertströmung zu erkennen und analysieren. Hierfür ist es effizient KI einzusetzen, um diverse Muster zu erkennen und Prozesse zu optimieren. Darauf basierend können präzisere Entscheidungen getroffen werden. Es bietet zudem die Möglichkeit

nicht nur Daten zu erfassen, sondern auch zu trainieren, sodass ein „lernendes System“ entstehen kann und man durch vorliegende Muster zukünftige Prognosen treffen kann. KI erhöht somit das Wertschöpfungspotential. Der große Vorteil liegt darin, dass KI effizienter mit Big Data und unsortierten Datenmengen arbeiten kann [5]. Doch um dies zu ermöglichen, braucht der Einsatz von KI wichtige Ressourcen, wie beispielsweise Personal, Hardware und Daten. Aber auch IT-Sicherheitsrisiken und rechtliche Verletzungen stellen Herausforderungen dar.

## Für KI fehlt es an Personal – und Daten

Was sind die größten Hemmnisse für den KI-Einsatz in Ihrem Unternehmen?

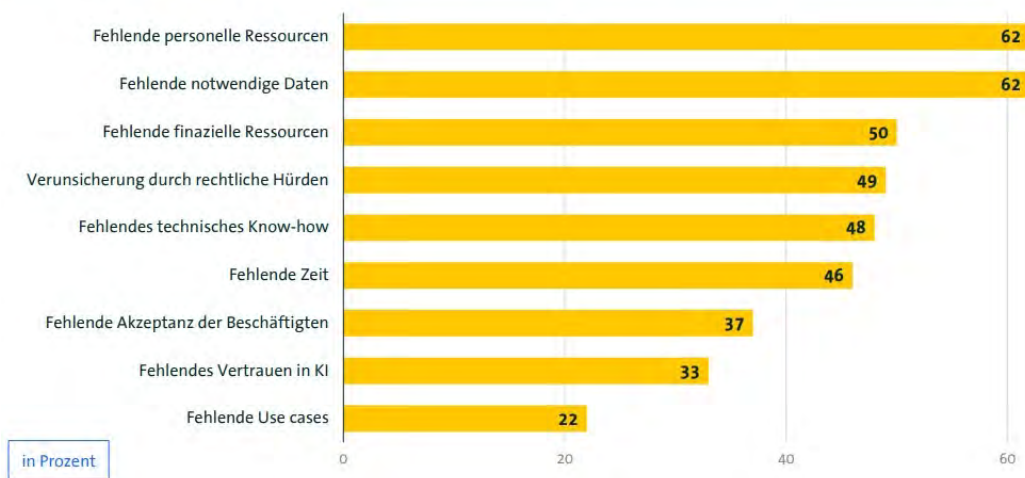


Abb. 3: Studienergebnis Bitkom Research 2022 - Herausforderungen KI-Einsatz [1]

## Vorteile durch den Einsatz von KI

Der Einsatz von Künstliche Intelligenz hat in diversen Hinsichten viele Vorteile für Unternehmen. Einsatzmöglichkeiten, die einen großen Beitrag bringen, sind unter anderem:

- Personalisierte Werbung: Verbesserung der Kundenzufriedenheit durch personalisierte Werbung [6]
- Prozessoptimierung: Verbesserung der internen Prozessabläufe in verschiedenen Bereichen, wie Produktion und Instandhaltung [6]
- Automatisierte Beantwortungen: Verbesserung von Reaktionszeiten der Anfragen durch automatisierte Beantwortungen [6]
- Optimierung Datenanalyse: Verbesserung von Trendanalysen durch Optimierung des Analyseverfahrens bezüglich des Kundenverhaltens oder zur Unterstützung des Managements unter anderem bei der Entwicklung von Entscheidungen und Strategien [6]. Durch die Verbesserung von Analyseprozessen werden zudem Produkte und Dienstleistungen verbessert [3]
- Automatisierung von Prozessen: Beispielsweise in der IT, um Logistikprozesse zu digitalisieren

oder auch in der Personalabteilung, um den Bewerberprozess zu automatisieren [3]

- Menschliche Fehler werden vermieden [3]
- Senkung des Ressourcenverbrauchs und diverser Kosten [3]

## Fazit

Heute stehen KI-Anwendungen im Bereich der Robotik im Fokus, um diverse Arbeitsprozesse effizienter zu gestalten. Allerdings wächst auch die Nachfrage für intelligente Lösungen in Hinsicht von Routineprozessen. Auch intelligente Assistenten, wie beispielsweise Alexa oder Siri gehören zu den beliebtesten KI-Lösungen [6]. Solche Lösungen haben viele Vorteile und helfen Unternehmen dabei ihre alltäglichen Prozesse zu automatisieren und somit effizient zu gestalten. Einer der größten ökonomischen Vorteile liegt dadurch in der Verbesserung der Datenanalyse und der Minimierung von Produktionskosten [1]. KI ermöglicht zudem die Verbesserung der Produktqualität und steigert vermehrt die Kundenzufriedenheit. Dies trägt einen positiven Beitrag in Hinsicht Unternehmenswachstum und Innovation bei. KI unterstützt heute in der Entscheidungsfindung und sorgt dafür, dass ein Unternehmen wettbewerbsfähig bleibt.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Achim Berg. Künstliche Intelligenz – Wo steht die deutsche Wirtschaft? [https://www.bit-kom.org/sites/main/files/2022-09/Charts\\_Kuenstliche\\_Intelligenz\\_130922.pdf](https://www.bit-kom.org/sites/main/files/2022-09/Charts_Kuenstliche_Intelligenz_130922.pdf), 09 2022.
- [2] Thomas Gebhardt. KI-Fortschritte im Jahr 2022 und deren Folgen – Vom persönlichen Alltag bis hin zu Recruitingprozessen. <https://newsroom.spectrum-ag.de/ki-fortschritte-im-jahr-2022/>, 06 2022.
- [3] Christian Kaiser. Künstliche Intelligenz Statistiken 2022 – Zahlen, Daten, Fakten rund um KI. <https://winningfour2six.de/kuenstliche-intelligenz-statistik-ki-statistik>, 2022.
- [4] Michael Katzlberger. Die besten Zitate über Künstliche Intelligenz. <https://katzlberger.ai/2020/03/13/die-besten-zitate-ueber-kuenstliche-intelligenz-in-deutscher-sprache/>, 03 2020.
- [5] Henning Vöpel. Wie künstliche Intelligenz die Ordnung der Wirtschaft revolutioniert. <https://www.wirtschaftsdienst.eu/inhalt/jahr/2018/heft/11/beitrag/wie-kuenstliche-intelligenz-die-ordnung-der-wirtschaft-revolutioniert.html>, 2018.
- [6] Jannik Wilk. Deutsche Wirtschaft setzt auf Künstliche Intelligenz. <https://www.der-bank-blog.de/deutsche-wirtschaft-kuenstliche-intelligenz/studien/37678666/>, 06 2021.

# Automatisiertes Auswerten von Tickets zur Unterstützung der Softwarewartung

Florian Rost

Thomas Rodach

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma adesso SE, Stuttgart

## Hintergrund

Das Instandhalten einer Anwendung ist eine bedeutende Aktivität in der Softwareentwicklung und kann dahingehend hohe Kosten und Zeitaufwände verursachen. Um Ressourcen einzusparen greifen deshalb viele Unternehmen auf Dienstleister zurück, die solche Aktivitäten über einen längeren Zeitraum übernehmen. Eine zentrale Herausforderung ist die Übergabe des dafür benötigten Wissens vom Kunden an den Dienstleister. Typisch dabei ist, dass ein kleines Team viele diverse Komponenten einer Anwendung betreuen muss. Die Pflege des Wissens über die zu betreuende Anwendung endet nicht mit der Übergabe der Anwendung, da regelmäßig Mitarbeiter aus dem Wartungsteam ausscheiden und neue Mitarbeiter integriert werden müssen. Dabei besteht naturgemäß die Gefahr, dass wichtige Themen unter den Tisch fallen, weil sie gerade nicht im Fokus stehen.

Als eine der wichtigsten Wissensquellen dienen Ticketsysteme, die mittlerweile zum Standard in der Softwareentwicklung gehören. Dort können Stakeholder, wie zum Beispiel Nutzer oder Entwickler, durch

Tickets Anforderungen, Fehler, Probleme, Anregungen oder sonstige Fragen und Aufgaben beschreiben. Nach Abgabe kann es vorkommen, dass einige Tickets nicht direkt lösbar sind oder zunächst zurückgestellt werden, wodurch Tickets auch über mehrere Jahre in Bearbeitung sein können. Über den kompletten Software-Lebenszyklus können sich dadurch eine hohe Anzahl von Tickets mit einer Vielzahl von Informationen ansammeln. Dies macht es in der Regel unmöglich, bei einer Übergabe alle Tickets systematisch zu sichten. Ticketsysteme bieten zwar Möglichkeiten zur Kategorisierung, jedoch ist die Pflege solcher Daten aufwendig und ständigen Änderungen unterworfen. Beispielsweise hat die IT-Sicherheit in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen, was sich auch in der Art der neu erstellten Tickets niederschlägt. Aus diesen Gründen kann nicht vorausgesetzt werden, dass ein Ticketsystem bei der Übernahme einer Anwendung bereits bestmöglich strukturiert ist. Eine beispielhafte Durchführung einer Wartung nach einer Fehlermeldung ist in Abbildung 1 zu sehen und soll den Prozess verdeutlichen.

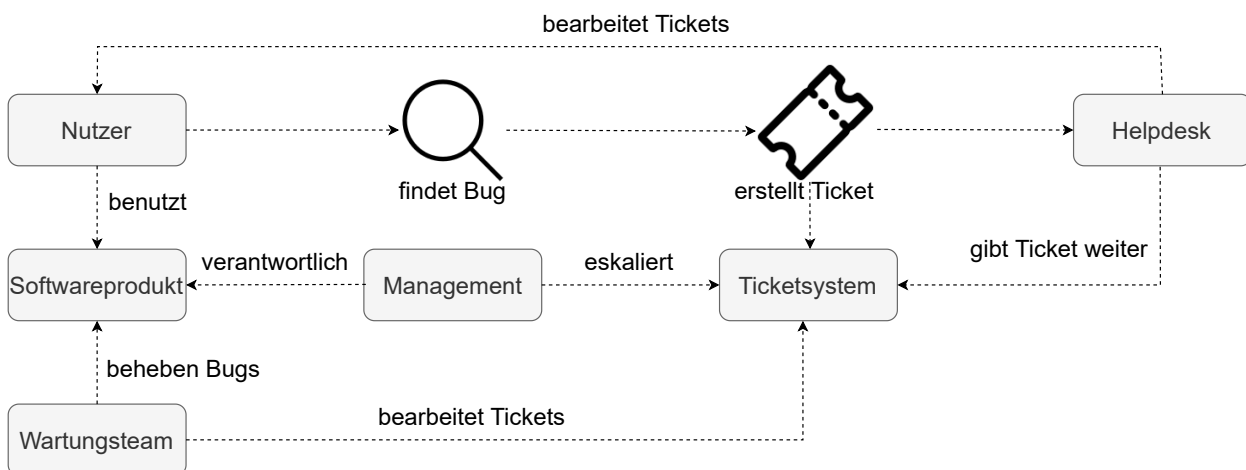


Abb. 1: Möglicher Ticketprozess [5]

## Zielstellung

Auf Basis der angesprochenen Schwierigkeiten in der Softwarewartung, sollen Analysemethoden für Ticketsysteme identifiziert werden, welche die Übergabe und Erschließung von Wissen ermöglichen und erleichtern. Die Zielsetzungen der Analysen für die Tickets können dabei vielfältig sein, wie zum Beispiel: (a) Dublettenerkennung [9], (b) Priorisierung [11], (c) Kategorisierung [8], (d) Identifizierung nach Funktionen oder Komponenten [10], (e) Relevanz [4] oder (f) eine automatische Zuordnung zu passenden Bearbeitungsgruppen, womit sich letztes Semester eine Bachelorarbeit an der Hochschule Esslingen beschäftigt hat [3]. Die theoretische Vorstellung der möglichen Methoden soll zunächst auf Basis der vorhandenen Literatur breit angelegt werden, sich aber dann anhand gewählter Kriterien auf eine engere Auswahl beschränken.

## Grundlagen

Tickets bestehen aus strukturierten und unstrukturierten Bestandteilen. Erstere basieren auf vordefinierten Werten, während zweitere auf Grundlage natürlicher Sprache verfasst werden. In Abbildung 2 ist eine Übersicht mit möglichen Ticketfeldern dargestellt. Anhand der Bestandteile können Analysegebiete identifiziert werden. In dieser Arbeit sollen vor allem Textfelder, die in natürlicher Sprache verfasst sind, und die vordefinierten Verlinkungen zwischen den Tickets betrachtet werden. Weitere vordefinierte Bestandteile können die Analyse unterstützen, sollen aber nicht primär betrachtet werden. In einer Studie wurde durch die Auswertung von 7000 Tickets aufgezeigt, dass diese Parameter häufig irreführend sein können und deshalb bei der Analyse mit Bedacht zu wählen sind, so haben mehr als 40 Prozent eine falsche Klassifizierung [7]. Die Auswertung erstreckte sich über 90 Tage und hat verdeutlicht, dass manuelle Inspektionen sehr aufwendig sein können und deshalb häufig nicht hinnehmbar sind.

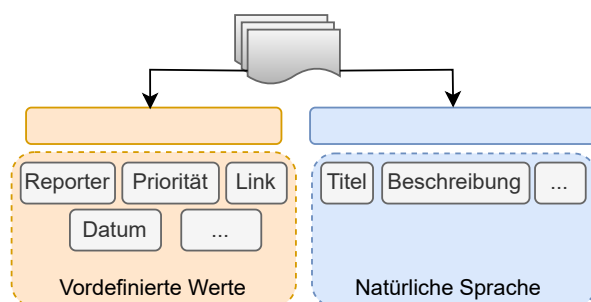


Abb. 2: Strukturierung von Tickets [5]

Zur Analyse der textuellen Daten kommen Methoden des Text Minings in Frage, die sich auf unstrukturierte Datenbestände fokussieren und zum Ziel haben, aus einer großen Menge Text neue und relevante Informationen zu extrahieren. Dazu eignen sich besonders statistische Vorgehen in Form des maschinellen Lernen, sowohl unüberwacht als auch überwacht, die gemeinsam haben, dass die textuellen Daten in Vorverarbeitungsschritten in numerische Werte umgewandelt werden müssen [1].

Beim unüberwachten Lernen haben sich vor allem das Clustering und Topic Modelling als mögliche Varianten herausgestellt.

Beim Clustering werden ähnliche Tickets einer Klasse, Cluster genannt, zugeordnet, wodurch möglicherweise Ähnlichkeitsstrukturen entdeckt werden können [1]. Dazu kann sich für das Clustering von Tickets der partitionierende k-means-Algorithmus eignen. Dabei wird eine vorher festgelegte Anzahl von Clusterschwerpunkten zufällig im Raum verteilt und die Tickets anhand von Ähnlichkeitsmaßen einem Cluster zugeordnet [1]. Eine Herausforderung stellt die Wahl der Clusteranzahl dar, da in der Regel zu Analysebeginn Unklarheit über die möglichen Cluster der Tickets herrscht. Deshalb kann mit dem x-means-Algorithmus eine Erweiterung in Frage kommen, welche selbstständig die optimale Clusteranzahl der Tickets abschätzt [6].

Das Topic Modelling eignet sich ebenfalls zur Analyse von natürlicher Sprache. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich jedes Wort aus einem Ticket in einen Themenbereich, auch Topic genannt, einordnen lässt. Die Topics werden aus den Inhalten der Tickets abgeleitet. Daraus erschließt sich, dass ähnliche Tickets denselben Topics zugeordnet werden. Diese Zuordnung zwischen Tickets und Topics wird auch als Topic Modell bezeichnet, womit letztendlich die Gemeinsamkeiten zwischen den Tickets identifiziert werden können [1]. Zur Umsetzung wird häufig die Familie der Latent Dirichlet Allocation Algorithmen verwendet [8].

Das Clustering und Topic Modelling können sich als erste Analyseschritte eignen, wenn noch keine initialen Vorkenntnisse über die Verteilung und das Aufkommen der Tickets vorliegen. Beide Vorgehensweisen können auch miteinander kombiniert werden. So wird in [6] für jedes Ticket ein Topic Modell erstellt, dass sich in einen Vektorraum projizieren lässt, worauf anschließend eine Clusteranalyse ausgeführt wird. Außerdem können beide Verfahren als Grundlage für überwachtes Lernen eingesetzt werden, um die dafür benötigten Klassen zu erschließen. Ein oftmals verwendetes Vorgehen ist die Klassifikation, bei der anhand von Trainingsdaten und maschinellem Lernen, Modelle trainiert werden [1], um aktuelle und zukünftige Tickets automatisch in Themenbereiche einzuordnen [11].

Zur Analyse der Verlinkungen kann vor allem der

PageRank Algorithmus in Betracht gezogen werden. Ursprünglich wurde PageRank zur Bewertung von Webseiten von den Google-Gründern entwickelt, um Dokumente anhand der Verlinkungen und Struktur in einem Netzwerk zu gewichten und zu bewerten [2]. Das Vorgehen kann somit auf die Verlinkungen zwischen den Tickets übertragen werden [4].

## Ausblick

Im weiteren Verlauf der Arbeit soll überprüft werden, welche Methoden im Projektkontext der adesso SE geeignet sein könnten. Dazu sollen Verfahren zur praktischen Umsetzung vorgestellt und gegebenenfalls angewendet werden.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Chris Biemann, Gerhard Heyer, and Uwer Quasthoff. *Wissensrohstoff Text*. Springer Vieweg, 2 edition, 2022.
- [2] Sergey Brin and Lawrence Page. The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine. *Computer Networks and ISDN Systems*, 30:107–117, 1998.
- [3] Dominik Buecher and Clemens Klöck. Erkennung von Topics in Jira Tickets mit Natural Language Processing Algorithmen. *IT-Innovationen*, 29:21–23, 2022.
- [4] Alessandro Caetano, Leonardo Leite, Paulo Meirelles, et al. Using PageRank to Reveal Relevant Issues to Support Decision-Making on Open Source Projects. In *Open Source Systems: Enterprise Software and Solutions*, pages 102–113. Springer, 2018.
- [5] Eigene Darstellung.
- [6] Hide Hata, Akito Monden, Kenichi Matsumoto, and Nachai Limsettho. Unsupervised Bug Report Categorization Using Clustering and Labeling Algorithm. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, pages 1027–1053, 2016.
- [7] Kim Herzig, Sascha Just, and Andreas Zeller. It's not a bug it's a feature: How Misclassification Impacts Bug Prediction. In *International Conference on Software Engineering (ICSE)*, volume 35, pages 392–401. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2013.
- [8] Lucas Layman, Allen P. Nikora, Joshua Meek, and Tim Menzies. Topic Modeling of NASA Space System Problem Reports. In *13th Working Conference on Mining Software Repositories (MSR)*, pages 303–314. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2016.
- [9] Per Runeson, Magnus Alexandersson, and Oskar Nyholm. Detection of Duplicate Defect Reports Using Natural Language Processing. In *29th International Conference on Software Engineering (ICSE'07)*, volume 29, pages 499–510. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2007.
- [10] Meng Yan, Xiaohong Zhang, Dan Yang, Ling Xu, and Jeffrey D. Kymer. A component recommender for bug reports using Discriminative Probability Latent Semantic Analysis. *Information and Software Technology*, 73:37–51, 2016.
- [11] Tao Zhang, Jiachi Chen, Geunseok Yang, Byungjeong Lee, and Xiapu Luo. Towards more accurate severity prediction and fixer recommendation of software bugs. *Journal of Systems and Software*, 117:166–184, 2016.

# Analyse und Erstellung von Optimierungsansätzen für die EDI/ASN-Anwendung im Hinblick auf Serienlieferanten bei der Bosch Rexroth AG

Robin Rummel

Anke Bez

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Bosch Rexroth AG, Stuttgart

## Einleitung

Die Bosch-Gruppe steht seit über 135 Jahren für innovative Lösungen und neuste Technologien. Bosch Rexroth ist seit 2001 ein Element dieser Gruppe und ist im Bereich der Automatisierungstechnik tätig. Da die Konkurrenz täglich zunimmt, reicht es heutzutage nicht mehr aus, nur Innovationen und neue Technologien auf den Markt zu bringen. Vielmehr müssen Visionen, Missionen und konkrete Ziele für die zukünftige Ausrichtung des Unternehmens festgelegt werden. Diese beziehen sich auf Richtlinien für Kosten, Qualität, Technologien und mehr. Aus diesem Grund ist es notwendig, die passenden Strategien festzulegen, um die gesteckten Ziele erreichen zu können. Dies gilt für die Produkte und Dienstleistung von Bosch Rexroth, aber auch für interne Prozesse und Systeme des Unternehmens. Die Bachelorthesis unterstützt dabei mit der Analyse und Erstellung von Optimierungsansätzen für die Anwendung von Electronic Data Interchange (EDI) und der damit zusammenhängenden Advance Shipping Notice (ASN) im Hinblick auf Serienlieferanten bei der Bosch Rexroth AG am Standort Stuttgart.

## Zielsetzung der Arbeit

Das Ziel der Arbeit ist es, für die EDI/ASN-Anwendung im Bereich der Beschaffungslogistik der Bosch Rexroth AG Optimierungsansätze zu entwickeln, welche langfristig zu einer geringeren Fehlerquote in der Kommunikation mit den Serienlieferanten führen und die Kosten und Arbeitskapazität in diesem Bereich verringern. Dabei wird in der Arbeit zuerst in einem theoretischen Teil erläutert, was man unter der Beschaffungslogistik und damit verbundenen Disposition und dem Lieferantenmanagement versteht, um ein Verständnis für den Arbeitsbereich zu erhalten, in welchem die entwickelnden Optimierungsansätze später wirken und Anwendung finden. Anschließend wird erläutert, was man unter Electronic Data Interchange

und der damit zusammenhängenden Advance Shipping Notice im unternehmerischen Kontext versteht und welche Standards, Anwendungsmöglichkeiten und Technologien in diesem Zusammenhang ihren Einsatz finden. Des Weiteren werden die verschiedenen Arten von EDI in einer Vor- und Nachteilbetrachtung gegenübergestellt und ein Benchmarking zur EDI-Anwendung innerhalb der Bosch-Gruppe und gegenüber externen Mitbewerbern durchgeführt. Darüber hinaus werden im theoretischen Teil der Thesis die Konzepte zu den später angewendeten Analysen erläutert.

## Beschaffungslogistik

Die Beschaffungslogistik spielt eine wichtige Rolle, da nahezu alle Unternehmen für die Produktion oder die Errichtung von Dienstleistungen auf Materialien angewiesen sind. Denn diese sorgt dafür, dass ein Unternehmen handlungsfähig bleibt, in dem die benötigten Materialien zur Verfügung gestellt werden. Hinzu kommt, dass die Beschaffungslogistik die Verantwortung darüber besitzt, dass die Waren mit der höchsten wirtschaftlichen Effizienz zur Verfügung gestellt werden, wodurch die jeweiligen Unternehmensziele besser erreicht werden können [9] [5]. Der Verantwortungsbereich der Beschaffungslogistik erstreckt sich von der Disposition und Steuerung über die Beschaffung und das Management der Lieferanten bis zum Wareneingang [9]. Im weiteren Verlauf der Thesis werden die Bereiche Disposition und Lieferantenmanagement genauer erläutert, da die Optimierungsansätze innerhalb dieser Teilbereiche Anwendung finden und diese beeinflussen.

## Grundlagen zu EDI

Unter EDI versteht man die elektronische Übermittlung von geschäftsrelevanten Daten zwischen den IT-Systemen verschiedener Unternehmen. Dabei kommen

vordefinierte Nachrichtenstandards zum Einsatz. Der Einsatz von EDI führt dazu, dass menschliche Eingriffe wie zum Beispiel das Versenden und Empfangen von Geschäftsdaten per Fax, Brief oder E-Mail (siehe Abbildung 1) nicht mehr notwendig sind oder auf ein Minimum reduziert werden können [4] [3].



Abb. 1: Beispiel für den manuellen Datenaustausch [1]

Das bedeutet, dass EDI die elektronische Übertragung kommerzieller und administrativer Daten zwischen Computern nach einer ausgewählten Norm zur Strukturierung ermöglicht. Die Übertragung der Daten erfolgt dabei über eine EDI-Nachricht. Unter einer EDI-Nachricht versteht man eine Gruppe von Segmenten, die nach einer vereinbarten Norm aufgebaut ist, in ein für Maschinen auslesbares Format gebracht wird und sich eindeutig und automatisch verarbeiten lässt. Durch den Einsatz von EDI wird ermöglicht, dass Geschäftsdaten wie Lieferscheine, Lagerbestände, Bestellungen und Rechnungen direkt und unmittelbar von einem Unternehmen in das jeweils andere Unternehmen gelangen (siehe Abbildung 2) [4].



Abb. 2: Beispiel für EDI [1]

Dadurch entfällt gänzlich das manuelle Erfassen, Ausdrucken, Kuvertieren sowie der Postversand. Ein Vergleich von Abbildung 1 und 2 veranschaulicht den elementaren Unterschied zwischen EDI und dem ‚manuellen‘ Datenaustausch anhand des Austauschs von einer Bestellung und der darauffolgenden Rechnung [4].

## ASN

Die ASN wird auch als Lieferavis oder despatch advice bezeichnet. Die ASN hat ähnliche Funktionen wie ein Lieferschein, denn sie listet die Artikel und Mengen einer Lieferung auf und ergänzt bei Bedarf um weitere Informationen wie Liefertermin, Gewichte und/oder Preise. Der fundamentale Unterschied zum Papier-Lieferschein ist, dass der Kunde das Dokument bereits vor der Ware erhält, selbst wenn der Lieferant die ASN erst kurz nach Versendung der Ware verschickt. Denn Elektronen sind in der Regel schneller als die jeweiligen Speditionen oder Paketdienstleister [2] [6] [7] [8]. Abbildung 3 veranschaulicht, wann die ASN (Lieferavis) im elektronischen Beschaffungsprozess zum Einsatz kommt. Dabei ist zu erkennen, dass diese nach der Bestellung des Käufers und der darauffolgenden Bestellbestätigung vom Lieferanten an den Käufer versendet wird [6].



Abb. 3: Abfolge von elektronischen Belegen bei Beschaffungsprozessen [6]

## Ausblick

Im praktischen Teil der Thesis werden die davor theoretisch erläuterten Analysen durchgeführt und daraus passende Strategien für die Optimierungsansätze abgeleitet. Danach werden interne Unternehmensdaten analysiert, ausgewertet und erweitert und auf Basis dieser, die finalen Optimierungsansätze entwickelt. Zum Abschluss der Thesis wird noch ein Ausblick in die Zukunft, unter Berücksichtigung der entwickelten Ansätze, gegeben.



## Literatur und Abbildungen

- [1] . Cdata. EDI: Der vollständige Leitfaden. [https://arc.cdata.com/resources/edi/?kw=what%20is%20edi&cpn=373660297&kw=what%20is%20edi&cpn=373660297&msclkid=4b59b76c0f0518a8ec1ad43b92586902&utm\\_source=bing&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=ArcESB%20-%20Search%20-%20EDI&utm\\_term=what%20is%20edi&utm\\_content=](https://arc.cdata.com/resources/edi/?kw=what%20is%20edi&cpn=373660297&kw=what%20is%20edi&cpn=373660297&msclkid=4b59b76c0f0518a8ec1ad43b92586902&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=ArcESB%20-%20Search%20-%20EDI&utm_term=what%20is%20edi&utm_content=), 2022.
- [2] . EDI Center GmbH. DESADV (Lieferavis) - was ist das eigentlich? <https://www.edicenter.de/22-05-2019-desadv-was-ist-das-eigentlich/>, 2019.
- [3] Hermann Gehring and Roland Gabriel. *Wirtschaftsinformatik*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2022.
- [4] Mario Kischporski. *EDI – Digitalisierung und IT-Wertbeitrag konkret umgesetzt*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2017.
- [5] Peter Klaus. *Gabler Lexikon Logistik. Management logistischer Netzwerke und Flüsse*. Springer Gabler, 5 edition, 2012.
- [6] Phillip Liegl. Was ist eine DESADV-Nachricht? <https://ecosio.com/de/blog/was-ist-eine-desadv-nachricht/>, 2016.
- [7] . Logistische Informationssysteme AG. Avis. <https://www.lis.eu/lexikon/avis/>, 2020.
- [8] . Robert Bosch GmbH. Lieferantenhandbuch Logistik. [https://assets.bosch.com/media/global/bosch\\_group/purchasing\\_and\\_logistics/information\\_for\\_business\\_partners/downloads/logistics\\_docs/lieferantenhandbuch.pdf](https://assets.bosch.com/media/global/bosch_group/purchasing_and_logistics/information_for_business_partners/downloads/logistics_docs/lieferantenhandbuch.pdf), 2019.
- [9] Kevin Schroer. Beschaffungslogistik. <https://www.bwl-lexikon.de/wiki/beschaffungslogistik/>, 2022.

# Einsatz von flussbasierten Konfigurationswerkzeugen für die dynamische Verwaltung von Industrienetzwerken

Julius Ruppert

Tobias Heer

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Hirschmann Automation and Control GmbH, Neckartenzlingen

## Motivation und Problemstellung

In Industrieanlagen sind durch Entwicklungen wie dem Industrial Internet of Things (IIoT) immer mehr Geräte miteinander vernetzt. So werden auch die sonst vom Rest des Netzwerks getrennten Kommunikationssysteme, wie zum Beispiel separierte Maschinennetzwerke in ein miteinander verbundenes Gesamtsystem integriert. Damit keine sensiblen Daten aus oder bösartige Kommunikation in eine Fertigungsanlage gelangen können, ist der Einsatz von sicherheitsfördernden Technologien wie Firewalls, VLANs und VPN unumgänglich. Deren Einsatz erhöht jedoch die Komplexität von Industrienetzwerken und deren Konfigurationsaufwand zusätzlich, was wiederum den Administrationsaufwand steigert.

Fabrikanlagen werden rund um die Uhr betrieben. Ein Ausfall von wenigen Stunden kann nicht kalkulierbare Kosten verursachen, weshalb im Ernstfall Eile geboten ist. Fällt beispielsweise nachts, wenn kein Administrator vor Ort ist, ein Switch aus, muss ein Schichtleiter auch ohne aufwendige Schulung in der Lage sein, diesen schnell und korrekt auszutauschen, sodass die Anlage schnellstmöglich wieder in Betrieb gehen kann. Aufgaben dieser Art werden typischerweise mit Netzwerk-Management-Programmen gelöst. Diese sind allerdings aufgrund ihrer Komplexität nicht flexibel genug und nur mit großem Programmieraufwand vom Hersteller in der Lage, individuelle Aktionen basierend auf verschiedensten Eingabequellen automatisch durchzuführen.

Mit dieser Arbeit soll die Inflexibilität im Netzwerk-Management vermindert werden. Dazu wird ein System entworfen, das zieldefinierende Aufgaben (Intents) mit einem generischen Ansatz löst. Diese Intents werden in Form von sogenannten Flows abgebildet, die sich dem Konzept der flussbasierten Programmierung bedienen [4]. Dieses Konzept verbindet einzelne Bausteine (Nodes), die verschiedenste Funktionen ausführen. Die Verbindungen zwischen den Nodes legen deren Eingabe- und Ausgabeinformationen fest. Ein wesentli-

cher Vorteil von flussbasierten Programmierwerkzeugen gegenüber klassischen Programmierparadigmen ist die einfache Wiederverwendung der Nodes und Flows. Man benötigt keine Kenntnisse einer bestimmten Programmiersprache, da die Flows durch grafische Oberflächen instanziiert und miteinander in Verbindung gesetzt werden können. Diese Simplität erweitert die Anzahl potenzieller Anwender.

Flows können auf verschiedene Dinge reagieren wie beispielsweise auf interpretierte Ereignisse von bereits im Netzwerk installierten Systemen wie Network Access Control (NAC). Aber auch Autorisierungs- und Authentifizierungsinformationen oder einzelne Sensoren, wie eine Lichtschranke können in einem Flow berücksichtigt werden. Diese Informationen sind die Eingabemenge von einem individuell erstellbaren Ablauf, der letztendlich definierte Aktionen ausführt. Das kann der Mailversand einer Warnung oder die Rekonfiguration von Netzwerkkomponenten sein.

In dieser Arbeit soll ermittelt werden, unter welchen Grundvoraussetzungen dieser Ansatz umsetzbar ist und welche Einschränkungen und Hürden mit flussbasierter Programmierung einhergehen. Eine abschließende prototypische Implementierung von Intents verschiedenster Komplexität zeigt abschließend, wie praktikabel dieser Weg ist.

Die Arbeit kann in drei wesentliche Teile gegliedert werden: (1) Die Ermittlung und Kategorisierung von Eingabequellen in industriellen Netzwerken und wie diese transformiert werden können, sodass eine einheitliche Weiterverarbeitung möglich ist. (2) Welche Typen von Ausgabenschnittstellen gibt es und welche Informationen werden benötigt, um diese zu bedienen? Dazu zählen Schnittstellen, die Veränderungen der Netzwerkkomponenten veranlassen oder Zugang zu Informationskanälen ermöglichen. (3) Basierend auf den Rahmenbedingungen von (1) und (2) werden einzelne Flows angelegt. Um für spätere Anwender die Umsetzung von weiteren Flows zu vereinfachen, werden Best Practices ermittelt und oft miteinander kombinierte Flow-Teile zu einem neuen Flow zur

einfachen Wiederverwendung zusammengefasst.

## Design

In diesem Kapitel werden die Probleme aus Kapitel Motivation und Problemstellung aufgegriffen und passende Lösungsansätze präsentiert.

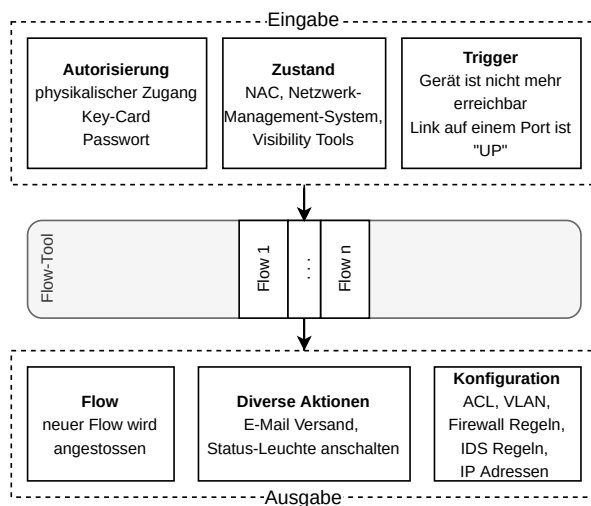


Abb. 1: Mögliche Systemumgebung für die flussbasierte Netzwerk-Management-Lösung. In den Flows können verschiedenste Eingabequellen und Ausgabeschnittstellen zur Umsetzung von Intents verwendet werden. [1]

Die Integration des flussbasierten Ansatzes in der Netzwerkkumgebung ist in Abbildung 1 abgebildet. Als Eingaben werden verschiedene Quellen verwendet. Die Eingabetypen lassen sich in die Kategorien Autorisierung, Trigger und Zustand unterteilen. Autorisierungsinformationen können als Bedingung für einen auszuführenden Flow dienen. Über Zustandsinformationen wird der aktuelle Netzwerkzustand durch verfügbare Schnittstellen ermittelt. Trigger, wie z.B. das Erkennen eines defekten Switches lösen Flows aus. Ein Flow leitet aus den Eingabeparametern beispielsweise eine Konfigurationsänderung ab und setzt diese um, stößt einen anderen Flow an oder interagiert mit anderen Systemen. Die nachfolgenden *Teile (1)* und *(2)* befassen sich mit den dazu notwendigen Schnittstellen. *Teil (3)* beschäftigt sich mit dem strukturellen Aufbau und der Implementierung von Flows.

**Teil (1)** – Identifikation von Informations-Eingabequellen Ein Fokus dieser Arbeit liegt auf der dynamischen Konfigurationsänderung von Industrienetzwerken, welche sich im Umfang der verwendeten Netzwerkkomponenten unterscheiden. Es werden diverse Schnittstellen zur Informationsbeschaffung benötigt (siehe Abbildung 1). In diesem Teil der

Arbeit wird ermittelt, welche Schnittstellen in einem Industrienetzwerk verfügbar sind.

Die Informationsquellen unterscheiden sich durch a) Übertragungsprotokoll (z.B. MQTT), b) Dateiformat (z.B. XML) und c) Informationstyp (z.B. Switch-Konfiguration). Es sind beliebige Kombinationen aus a), b) und c) denkbar, allerdings übertragen manche Protokolle nicht alle Dateiformate und beschränken damit die möglichen Kombinationen. Ein Teilproblem der Arbeit ist die Generierung von einheitlichen Informationsobjekten basierend auf den verwendbaren Informationsquellen.

**Teil (2)** – Ermittlung von Ausgabeschnittstellen Eine weitere zentrale Frage der Arbeit befasst sich mit möglichen Aktionen, welche die Flows tätigen. Dabei reichen die Möglichkeiten vom E-Mail Versand über das Anlegen von Log-Dateien bis hin zur Rekonfiguration von Netzwerkkomponenten oder das Aufleuchtenlassen einer Status-LED. Ähnlich wie in *Teil (1)* wird ermittelt, welche Ausgabeschnittstellen in einem typischen Industrienetzwerk verfügbar sind und ob daraus Einschränkungen bei der Umsetzung von Intents entstehen.

**Teil (3)** – Implementierung verschieden komplexer Intents Betrachtet man die Permutation aller theoretischen Szenarien, die eine Konfigurationsänderung im Netzwerk erfordern würden, ist der Großteil davon vermutlich nicht in der Praxis relevant. Es ist daher nicht Anspruch der Arbeit, alle denkbaren Szenarien abzudecken, sondern jene zu bestimmen, die die größte Relevanz im Feld haben oder in Zukunft haben könnten. Diese relevanten Szenarien werden durch Interviews mit Endnutzern ermittelt und priorisiert.

Aktuelle NAC-Systeme bieten bereits Rekonfigurationsmechanismen wie die Verschiebung eines auffälligen Gerätes in eine Quarantäne-Zone an. Komplexere Konfigurationsmechanismen, die mehrere individuelle Eingabequellen zur Erfüllung von notwendigen Vorbedingungen nutzen, werden nicht von NAC-Systemen unterstützt, sollen aber im zu entwickelnden Tool berücksichtigt werden. Dazu werden die ermittelten Szenarien verschiedenster Komplexitätsklassen prototypisch implementiert.

Um den späteren Benutzern die Entwicklung eigener Flows zu vereinfachen, werden bei der prototypischen Implementierung Best Practices abgeleitet. Hierbei werden besonders trickreiche oder oft angewandte Problemlösungen bevorzugt präsentiert.

Teile eines Flows werden eventuell häufig in Kombination verwendet. Um eine einfache Wiederverwendung zu ermöglichen und um einen Flow möglichst übersichtlich zu halten, bietet es sich daher an, diese erkannten Muster in einen separaten Teil-Flow zu kapseln.

## Evaluation

Die Ziele der Arbeit sind nicht in konkreten Zahlenwerten messbar. Es wäre zwar möglich, Laufzeit, Speicherverbrauch und Reaktionsgeschwindigkeit als konkrete Zahlenwerte zu bewerten, doch es gibt keine Benchmarks zum direkten Vergleich. Im Fokus steht vielmehr eine Vereinfachung der Netzwerkverwaltung durch automatisierte Abläufe.

Diese Abläufe sollen einfach implementierbar, flexibel und leicht verständlich sein. Der Projekterfolg wird daher unter anderem durch Erfüllen von initial definierten Anforderungen beurteilt.

Eine grundlegende Anforderung ist, dass der Zeitaufwand zur Implementierung eines Intents mit dem zu entwickelnden Tool geringer ausfallen sollte als bei einem Netzwerk-Management-Programm.

## Verwandte Arbeiten

Im Bereich der dynamischen Konfiguration in industriellen Netzwerken hat Graur [3] einen Ansatz vorgestellt, der auf der Verwendung sogenannter Software Defined Networks (SDN) basiert. In SDNs ist die Konfiguration und Steuerung der Netzwerkkomponenten auf einem Netzwerkkontroller zentralisiert. Graur installiert auf den Switches eine Software, welche Anomalien erkennt und den Netzwerkkontroller darüber informiert. Dieser leitet daraufhin eine Rekonfiguration der Netzwerkkomponenten ein. Als Basis der Konfigurationsänderungen

werden daher nur im Gegensatz zum eigenen Ansatz, die Inhalte der Netzwerkpakete berücksichtigt und keine weiteren Quellen zur Entscheidung von Konfigurationen genutzt.

Flussbasierte Tools wie Node-Red werden in [5], [NodeRedIndustrial] primär zum Monitoring eingesetzt. In [6] wird Node-Red zur Aufbereitung von Informationen genutzt, um diese für ein anderes System in eine unterstützte Form zu bringen.

Zur automatischen Sicherstellung von Intents stellt [2] eine umfassende Architektur mit einer MAPE-K-Schleife (Monitor Analyze Plan Execute over a shared Knowledge) im Fokus vor, die zyklisch ausgeführt wird und bei Nichterfüllen der Intents Anpassungen am Netzwerk durchführt. Die Intents werden dabei durch maschinelles Lernen von Natural Language Processing in konkrete Policies transformiert, was in dem Papier nicht weiter tiefgehend diskutiert wird.

## Ergebnis

In Industrieanlagen eingesetzte Programme zur Netzwerkzugriffskontrolle sind oft komplex und nur mit hohem Programmieraufwand an eigene individuelle, zielbasierte Aufgaben (Intents) anpassbar. Diese Arbeit stellt eine ergänzende Möglichkeit zur Netzwerkverwaltung vor, mit der Intents flexibel mittels flussbasierter Programmierung umgesetzt werden können. Alle verfügbaren Eingabe- und Ausgabequellen können bei der Umsetzung von Intents verwendet werden.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] K. Dzeparoska, N. Beigi-Mohammadi, A. Tizghadam, and A. Leon-Garcia. *Towards a Self-Driving Management System for the Automated Realization of Intents*. IEEE Access, vol. 9, 2021.
- [3] F. Graur. *Dynamic network configuration in the Internet of Things*. International Symposium on Digital Forensic and Security (ISDFS), 2017.
- [4] J. P. Morrisson. *Flow-based Programming: A New Approach to Application Development*. Van Nostrand Reinhold, 2 edition, 1994.
- [5] E. Okhovat and M. Bauer. *Monitoring the Smart City Sensor Data Using Thingsboard and Node-Red*. IEEE SmartWorld, 2021.
- [6] M. Tabaa, B. Chouri, S. Saadaoui, and K. Alami. *Industrial Communication based on Modbus and Node-RED*. Procedia Computer Science, vol. 130, 2018.

# Entwicklung eines Techlab im Rahmen der Vorentwicklung innovativer digitaler Produkte

Jenny Lynn Lourdes Schick

Anke Bez

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt an der Fakultät Informatik und Informationstechnik, Esslingen

## Einleitung

In der heutigen Zeit, in der sich Technologien rapide weiterentwickeln, spielen Innovationen für die Unternehmensstrategie vieler etablierter Unternehmen eine wichtige Rolle. Der Fortschritt wird immer schneller und Prozesse, Produkte und Dienstleistungen müssen sich den Bedürfnissen der Kunden immer besser anpassen. Durch die digitale Transformation wird die Wertschöpfung von etablierten Services und Produkten weitgehend ausgereizt. Dieses Prinzip gilt sowohl auf dem regionalen als auch auf dem globalen Markt. Unternehmen stehen aufgrund dieser Aspekte vor einer Herausforderung. [10] Um auf dem Markt weiterhin anpassungs- und wettbewerbsfähig zu sein und die Zukunftssicherheit des Unternehmens zu stärken wird eine interne Innovationsstrategie benötigt. [1]

## Problemstellung

Corporate Entrepreneurship beschreibt im Allgemeinen das Unternehmertum in bereits etablierten Unternehmen. Es ist eine Strategie, welche sich auf die Förderung von Innovationen durch unternehmerisches Denken und Handeln in etablierten Unternehmen bezieht. Hierbei soll die Zukunftssicherheit von etablierten Unternehmen gewährleistet werden indem traditionellen Denkweisen und Handlungen durch den grundlegenden Gedanken und die Dynamik des Unternehmertums dauerhaft im Unternehmen ersetzt werden soll. [7] Unternehmen sind gezwungen, sich mit dieser Strategie auseinanderzusetzen, um sich den vorherrschenden wirtschaftlichen Rahmenbedingungen anpassen zu können. [11] Obwohl der Wert von Corporate Entrepreneurship auf Grundlage bestehender Forschung belegt ist, gibt es bis heute keine einheitliche Begriffsdefinition, jedoch gibt es diverse Kategorisierungen sowie verschiedene Umsetzungsmöglichkeiten für Unternehmen. [8] Die Herausforderung ist demnach, ein für das Unternehmen individuelles Corporate Entrepreneurship-Konzept zu entwickeln, welches radikale Innovation fördert. Ein beliebter

Innovationsansatz, welcher oft in Kombination mit Corporate Entrepreneurship steht, ist Design Thinking. Dabei werden komplexe Problemstellungen durch eine nutzerzentrierte und systematische Herangehensweise gelöst. Es schafft eine Organisationskultur, in der veraltete und traditionelle Denkweisen sowie Arbeitsmodelle überwunden werden können, um damit die digitale Transformation zu meistern. [13] Unternehmen haben hierbei die Möglichkeit, kundenzentriert zu handeln, Innovationen in kürzerer Zeit zu generieren und damit im Markt Alleinstellungsmerkmale aufzubauen. [3] Im Design Thinking wird eine Innovation aus dem synergetischen Zusammenwirken von den drei Faktoren, Wertschöpfung für den Menschen, Wertschöpfung durch Technologie und der Wertschöpfung im ökonomischen System definiert. Die Schnittmenge dieser drei Faktoren ergibt somit die wahre Innovation, wie in Abbildung 1 zu sehen ist.

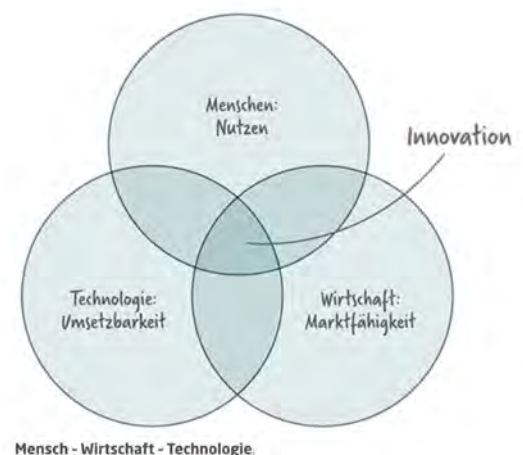


Abb. 1: Design Thinking Wertschöpfung und Innovation [6]

Somit kann in diversen Bereichen eines übergeordneten

Ökosystems durch das Zusammenspiel wertschöpfender Innovationen ein Transformationsprozess entstehen. Diese Transformation ist besonders für etablierte Unternehmen essentiell, um die gewünschte Zukunftsfähigkeit zu gewährleisten, aber auch um einen Mehrwert für den Kunden und deren Bedürfnisse zu schaffen. Digitale Technologien nehmen hierbei meist eine unterstützende Rolle ein. Diese Rolle kann beispielsweise ein Impulsgeber, Verstärker, Multiplikator oder Beschleuniger sein. [5] Wenn Unternehmen nach dem Innovationsansatz von Design Thinking die maximale Synergie erreichen möchten, darf die Wertschöpfung der Technologie nicht nur als Unterstützung der anderen beiden Faktoren dienen, sondern sollte auch selbst im Fokus eines Innovationsprozesses stehen. Dies ist ein weiterer Aspekt, mit dem sich Unternehmen auseinandersetzen müssen, um wahre und radikale Innovation erschaffen zu können und somit im Rahmen von Corporate Entrepreneurship erfolgreich zu sein.

## Zielsetzung und Vorgehensweise dieser Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, einen neuartigen Innovationsprozess, mit dem Namen Techlab, zu konzeptionieren und zu entwickeln, welcher in einem etablierten Unternehmen praktisch erprobt wird. Dabei steht die Wertschöpfung von Technologien in Bezug auf digitale Produkte in der Vorentwicklung im Vordergrund. In Anlehnung an das „Google Venture Design Sprint“ Framework umfasst das Techlab einen 5- bis 10-tägigen Sprint, indem ein interdisziplinäres Team einen Prototypen entwickelt und an Nutzern testet. Anschließend werden die Ergebnisse aller Tests ausgewertet und implementiert, bevor die Ergebnisse sowie der überarbeitete Prototyp übergeben werden. Zum besseren Verständnis ist in Abbildung 2 der klassische Ablauf eines Google Design Sprint zu sehen. Im Folgenden wird das Thema Innovation, Innovationsmanagement und Innovationsprozesse angerissen.

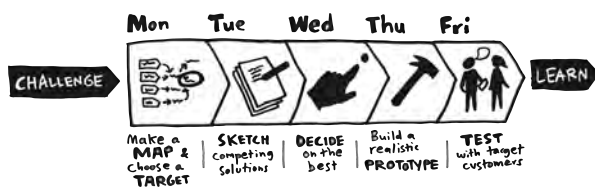


Abb. 2: Google Venture Design Sprint Prozess [4]

## Innovation

Eine Innovation ist die Einführung von etwas Neuartigem oder die Erneuerung von etwas Bestehendem. Es wird oft im Kontext von neuen Ideen und Erfindungen

in der wirtschaftlichen Umsetzung verwendet. Die Innovation resultiert durch die Umsetzung einer Idee, welche einen Mehrwert durch neue Verfahren, Produkte oder Dienstleistungen schafft und sich somit erfolgreich auf dem Markt durchsetzt. [9] Innovationen können in zwei Kategorien eingeteilt werden. Das wäre zum einen die inkrementelle Innovation, welche sich auf die Verbesserung bereits bestehender Lösungen fokussiert. Dem gegenüber steht die radikale Innovation, diese befasst sich mit der Lösung eines Kundenproblems. [2]

## Innovationsmanagement

Damit ein generell innovatives Produkt in einem Unternehmen entstehen kann, muss der gesamte Innovationsprozess, von der Ideenfindung bis zur Umsetzung, systematisch geplant, gesteuert und kontrolliert werden. Dies sind die Aufgaben und Ziele des Innovationsmanagements. [9] Das Innovationsmanagement ist ein Teil der Unternehmensstrategie. Es umfasst die Umsetzung von Produkten, Dienstleistungen, Fertigung, Organisationsstrukturen und Managementprozesse.

## Innovationsprozesse

Ein Innovationsprozess ist ein mehrstufiger, systematischer Prozess für die Umsetzung und Entwicklung eines Produktes. Er umfasst alle Phasen von der Generierung der Ideen bis zur Umsetzung. Die Einteilung kann variieren und es existieren verschiedene Innovationsprozess-Modelle. In der Praxis verläuft ein Innovationsprozess meist iterativ oder rekursiv und durchläuft mehrere Schleifen. [9] Es kann festgehalten werden, dass ein generelles Innovationsprozess-Modell aus folgenden Schritten, siehe Abbildung 3, besteht.

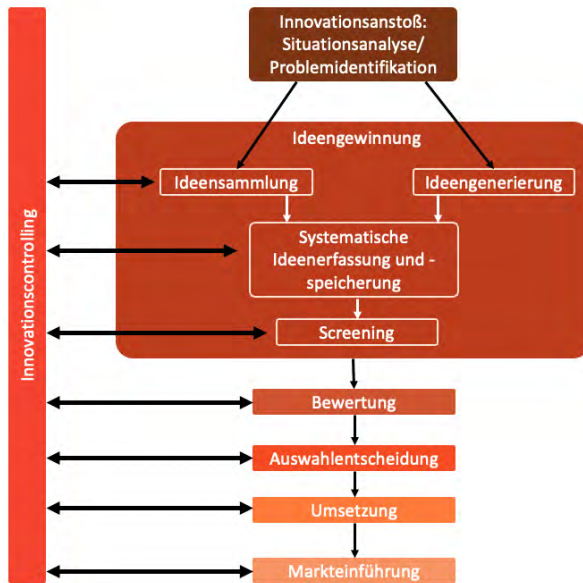


Abb. 3: Grundschemata eines innerbetrieblichen Innovationsprozesses [12]

## Ausblick

Im Rahmen von Corporate Entrepreneurship und Design Thinking existieren noch zwei weitere Innovationsprozesse, die sich der Wertschöpfung Mensch und Geschäftsmodell widmen. Das Innovation Lab stellt den Menschen im Fokus. Dieser befolgt meistens den Ablauf eines „Google Design Sprints“. In vielen Unternehmen wird dabei regelmäßig ein fachbereichsübergreifende Projektteam gebildet, um

Kundenwünsche zu identifizieren und neue, innovative Lösungen für Kundenprobleme zu entwickeln. Das Business Lab befasst sich mit dem Geschäftsmodell, welches auf eine vor validierte Idee aufbaut. Dies kann eine Lösung eines Innovation Labs sein oder auf einer Idee aufbauen, welche auf anderem Wege bereits eine weitreichende Ausarbeitung und eine Bestätigung ihres Potenzials erfahren hatte. Ziel ist es, unter der Leitung eines Experten, eine betriebswirtschaftliche Validierung des ersten Geschäftskonzeptes durchzuführen. Damit nach dem Design Thinking Prinzip, eine radikale Innovation erschaffen werden kann, wird das Techlab benötigt. Das Techlab bezieht sich auf die Lösung eines Kundenproblems, welches sich bereits im Problemraum Technologie befindet oder mithilfe von Technologien und technischen Mitteln gelöst werden kann. Dabei ist es notwendig, dass vor dem Start eine vor validierte Idee eines Innovation Labs zur Verfügung steht. Die Reihenfolge der verschiedenen Innovationsprozesse kann unterschiedlich sein. Vorhergesehen ist aber, dass zunächst eine Idee durch den Innovation Lab Prozess laufen muss und bei Bestätigung des Potenzials der Durchlauf eines Business Labs folgt. Wird dies ebenfalls bestätigt, folgt der Durchlauf eines Techlabs. Jedoch ist es möglich nach einem Innovation Lab direkt ein Techlab anzuschließen. Ob nun ein Business Lab oder ein Techlab auf ein Innovation Lab folgt, ist demnach abhängig von der Grundidee und der Testergebnisse. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass für eine erfolgreiche Umsetzung von Corporate Entrepreneurship zur Förderung von radikaler Innovation das Zusammenspiel von Innovation Lab, Business Lab und Techlab erfolgen muss, um die Zukunftssicherheit zu stärken.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Richard D'Aveni. Strategic Supremacy through Disruption and Dominance. *Sloan Management Review*, 3:127–135, 1999.
- [2] Marcus Disselkamp. *Innovationsmanagement : Instrumente und Methoden zur Umsetzung im Unternehmen*. Springer Gabler, 2 edition, 2012.
- [3] Jürgen Gehm. *Design Thinking etablieren : So verankern Sie Design Thinking im Unternehmen – bewährtes Vorgehensmodell, Erfahrungen, Fallbeispiele*. Wiesbaden : Springer Fachmedien Wiesbaden, 2022.
- [4] Jake Knapp, John Zeratsky, and Braden Kowitz. *Sprint : wie man in nur fünf Tagen Ideen testet und Probleme löst*. München : REDLINE Verlag, 1 edition, 2016.
- [5] Timm Krohn. Was bedeuten Innovation und Transformation? <https://hpi-academy.de/innovation-transformation/>, 2021.
- [6] Timm Krohn. Was ist Design Thinking? <https://hpi-academy.de/design-thinking/was-ist-design-thinking/>, 2021.
- [7] Donald Kuratko, Jeffrey Hornsby, and James Hayton. Corporate entrepreneurship: the innovative challenge for a new global economic reality. *Small Business Economics*, pages 245–253, 2015.
- [8] Donald Kuratko and Sherry Hoskinson. The Challenges of Corporate Entrepreneurship in the Disruptive Age. *Advances in the Study of Entrepreneurship, Innovation and Economic Growth*, 2018.
- [9] Tobias Müller-Prothmann. *Innovationsmanagement : Strategien, Methoden und Werkzeuge für systematische Innovationsprozesse*. Hanser, 2009.
- [10] Alexander Rief. *Entwicklungsorientierte Steuerung strategischer Unternehmensnetzwerke*. Wiesbaden : Gabler, 2009.
- [11] Cheng Tseng and Chien-Chi Tseng. Corporate entrepreneurship as a strategic approach for internal innovation performance. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 2019.
- [12] Dietmar Vahs and Ralf Burmester. *Innovationsmanagement : von der Produktidee zur erfolgreichen Vermarktung*. Stuttgart : Schäffer-Poeschel, 2 edition, 2002.
- [13] Ulrich Weinberg. Was ist Design Thinking? <https://hpi.de/school-of-design-thinking/design-thinking/was-ist-design-thinking.html>, 2021.



# Aufbau und Inbetriebnahme einer Evaluierungsplattform für Digitale LEDs

Matthias Schneider

Clemens Klöck

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Diehl Aerospace, Nürnberg

## Einleitung

Die Firma Diehl Aerospace ist ein Luftfahrt-Ausrüster im zivilen Bereich mit Hauptsitz in Überlingen am Bodensee. Es gibt jedoch mehrerer Außenstellen. Eine davon in Nürnberg, welche sich unter anderem um die Kabinenbeleuchtung kümmert. Diehl Aerospace ist Teil von Diehl Aviation, einem Teilkonzern der Diehl Gruppe, welcher überwiegend zivilen Luftfahrtaktivitäten der Diehl-Gruppe bündelt [4].

In den letzten Jahren haben LEDs Einzug in nahezu alle Bereiche des täglichen Lebens erhalten, von der Hintergrundbeleuchtung beim Fernseher und leuchtenden Computer-Tastaturen bis hin zur Akzentbeleuchtung im Auto. Auch in der Luftfahrt werden schon lange LED-Leuchten zur Beleuchtung in den Kabinen verwendet [2]. Dabei handelt es sich bereits um RGB-LEDs, mit denen die Innenräume thematisch oder auch Marken-spezifisch beleuchtet werden können. So ist es unterbewusst klar, mit welcher Fluggesellschaft man unterwegs ist. Die Möglichkeiten dieser Technik sollen nun erweitert werden.

## Problemstellung

Bisher werden RGBW-Leuchten verwendet, die in Segmente mit einer festen Länge unterteilt sind. Diese Segmente können einzeln angesteuert werden und in unterschiedlichen Farben leuchten. Das Problem ist jedoch, dass um eine feinere Granularität zu erreichen, diese Segmente kleiner werden müssen. Dies führt jedoch dazu, dass der Verkabelungsaufwand größer wird. Da das Ziel eine möglichst feine Granularität ist, bei der jede LED einzeln angesteuert werden kann, ist die bisher verwendete Architektur ungeeignet.

Aus dem geplanten Einsatzgebiet ergibt sich ein weiteres Problem, da die Leuchten aus sehr unterschiedlichen Winkeln und Entfernungen betrachtet werden. Denken Sie nur an die Beleuchtung im Mittelgang. Man sieht die Lampe direkt neben sich, aber auch die fünfzehn Reihen weiter vorne ist noch sichtbar. Da das menschliche Auge sehr gut darin ist, selbst kleinste

Abweichungen in einer ansonsten uniformen Fläche zu erkennen, muss darauf geachtet werden, dass eine hohe Farbwertgenauigkeit eingehalten wird.

## Lösungsansätze und Technologien

Es gibt bereits einzeln adressierbare LEDs, welche günstig erworben werden können. Der bekannteste Vertreter im Consumer-Bereich sind wohl die WS2812b. Dabei handelt es sich um in Reihe geschaltete 5V-LEDs, die meist auf einer flexiblen PCB verbaut sind und mit 3 Kabeln bestehend aus zwei Stromführendem so wie einem Signalkabel komplett gesteuert werden können. Dies verringert die Verkabelungsproblematik drastisch und ermöglicht es einem einzelnen Mikrocontroller, einen ganzen Bereich zu beleuchten, egal ob es sich dabei um mehrere kurze Stränge oder um einen langen handelt. Die Maximallänge wird nur begrenzt durch die gewünschte Aktualisierungsrate, sowie den Spannungsabfall.

Im Automobilbereich ist diese Technologie ebenfalls bereits angekommen. Diese LEDs werden unter dem Namen ISELED [3] entwickelt und verkauft. Dabei handelt es sich nicht um ein spezielles Produkt, sondern um eine Kategorie von LEDs, die von unterschiedlichen Herstellern produziert werden. Diese sind im Vergleich zu denen aus dem Consumer-Bereich deutlich farbtreuer und haben zusätzliche Funktionen, welche eine bidirektionale Kommunikation ermöglichen.

Osram, einer der Produzenten von ISELED, geht jedoch einen Schritt weiter und hat auf Basis dieser Architektur weitere Verbesserungen eingebaut. Um ein uniformes Licht zu gewährleisten, haben diese LEDs auf ihrem IC einen kleinen Speicher, auf dem Abgleichdaten für diese LED gespeichert werden. Diese können genutzt werden, um Streuungen auszugleichen und ein uniformes Farbbild zu erhalten. Ein weiterer Punkt ist die Temperaturempfindlichkeit der LEDs, insbesondere bei der roten Diode, deren Intensität durch die Temperatur stark beeinflusst wird. Für eine möglichst genaue Kompensation hat jede LED

einen eigenen Temperatursensor. Auf diese Weise können auch Temperaturunterschiede an einzelnen, punktuellen Stellen kompensiert werden.

## Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, einen Demonstrator auf Basis der im vorherigen Absatz beschriebenen Technologien zu bauen, um die Möglichkeiten der neuen Technologie zu veranschaulichen. Ein praktischer Aufbau soll es ermöglichen, die neuen Leuchten mit bestehenden zu vergleichen und Ergebnisse in der Abgleichs-Station zu verifizieren. Auf diese Weise sollen Limitierungen in dieser frühen Phase identifiziert und Angaben vom Hersteller in der tatsächlichen Umgebung überprüft werden. Um die Funktionen einfach und für jedermann zugänglich zu visualisieren, soll eine einfach zu bedienende Oberfläche entwickelt werden.

## Umsetzung

Im ersten Schritt wurde die von Osram bereitgestellte Hardware auf einer Lochplatine aufgebaut und mit der mitgelieferten Software auf ihre Funktionalität getestet. Anschließend wurde die Software erweitert, um eigene Lichteffekte zu zeigen und die grundlegende Funktionalität zu demonstrieren.

Für den Demonstrator wurde das Kommunikationsprotokoll der Software auf einen anderen Mikrocontroller portiert. Die anderen benötigten Funktionen wurden neu geschrieben. Für die Hardware des Demonstrators wurde zunächst eine Steuerplatine entwickelt, deren Aufgabe darin besteht, die Ansteuerung der LEDs sowie die Pegelwandlung von 3,3V des Mikrocontrollers auf die 5V der LED zu übernehmen.

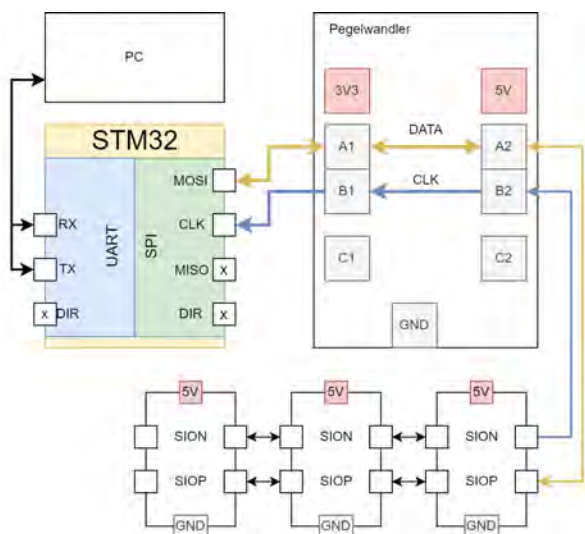


Abb. 1: Skizze LED Kommunikation [1]

Da die LEDs ihre Kommunikationskonfiguration automatisch durch vorgeschaltete Widerstände erkennen, befindet sich die hierfür Schaltungslogik ebenfalls auf der Platine. Eventuell störende Widerstände werden dann nach dem initialen Setup überbrückt. Die Kommunikation von LED zu LED erfolgt durch ein differentielles Signal, das einen verbesserten Schutz gegen elektromagnetische Störungen und zufällige Fehler bietet und daher für die Datenübertragung über längere Distanzen gut geeignet ist. Deshalb wurde auf der Steuerplatine direkt eine LED verbaut, um neben einem einfachen Funktionstest auch die Vorteile gegenüber einer einfachen SPI-Kommunikation nutzen zu können. Um die Kommunikation mit einem PC zu ermöglichen, wurde auf der Platine auch eine UART-Schnittstelle eingebaut. Die LED-Platine selbst ist so gestaltet, dass man kurze Stücke zu Leuchten beliebiger Größe zusammenbauen kann. Das bedeutet, dass die Entfernung zwischen zwei LEDs unabhängig davon ist, ob sie auf derselben Platine oder auf verschiedenen Platinen liegen. Dies macht sie universell einsetzbar und handlicher im gesamten Fertigungsprozess.

Softwareseitig wird für die Kommunikation zwischen der Leuchte und dem PC ein eigenes Protokoll verwendet, das den vollen Funktionsumfang der LEDs nutzt und zu einem späteren Zeitpunkt erweitert werden kann.

## Ausblick

Ein weiterer Punkt, der noch Zeit und Tests erfordert, ist die Alterungskompensation der LEDs. Da die Leistung der LEDs im Laufe der Zeit abnimmt, betreibt man diese meistens nicht von Anfang an mit 100 %. Diese Reserven können dann zum Ausgleichen der Alterung genutzt werden. Für einen solchen Kompensationsalgorithmus benötigt man jedoch Daten, die erst gesammelt werden müssen. Deshalb kann diese Funktion erst später implementiert werden. Da sie aber komplett softwareseitig ist, stellt das kein Problem dar und ist Teil des Entwicklungsprozesses.

Um diese Technik für die Hauptbeleuchtung tauglich zu machen, wäre es denkbar eine solche LED durch eine zusätzliche, rein weisse zu ergänzen. Diese bräuchte zwar dann einen separaten IC, welche die Abgleichdaten für diese enthält, dies wäre dennoch eine Möglichkeit, da der Aufwand nach wie vor geringer ist, als mit dem aktuellen System.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] Aviation Diehl. Cabin lighting. <https://www.diehl.com/aviation/de/portfolio/cabin-lighting/>, 2022.
- [3] BMW ISELED. ISELED. <https://iseled.com/smart-leds.html>, 05 2021.
- [4] Wikipedia Raktop. Diehl Aerospace. [https://de.wikipedia.org/wiki/Diehl\\_Aerospace](https://de.wikipedia.org/wiki/Diehl_Aerospace), 06 2017.

# Cyber Security Optimierung von hybriden Infrastrukturen mittels Zero Trust & SASE

Jan Schoeller

Anke Bez

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma IBM Deutschland GmbH, Ehningen

## Überblick:

'Never trust, always verify', mit diesen Worten brachte John Kindervag, ehemaliger Forrester-Analyst, 2010 seine Idee einer kompromisslosen Sicherheitsstrategie und -philosophie namens Zero Trust (ZT) auf den Weg. Diese gewinnt gerade in Zeiten großer Unsicherheit, geprägt durch Krieg und Pandemien sowie durch eine Verkettung von Einflussfaktoren, wie flexibles Arbeiten und IoT-Anwendungen, vermehrt an Relevanz. Im Grunde geht es bei ZT um die Absicherung von Unternehmensnetzen, indem man dem Netz das ihm inwohnende Vertrauen entzieht. Dies geschieht durch ständige Authentifizierung eines jeden Zugriffs auf interne sowie externe Ressourcen. Hierfür kommen, wie in Abbildung 1 zu sehen ist, nutzer- und gerätespezifische Attribute sowie bestimmte Zugriffsrichtlinien im Rahmen der Authentifikation durch einen Single Sign On (SSO)-Service mittels Reverse Proxy zu tragen. Secure Access Service Edge (SASE), namentlich von Gartner geprägt, berücksichtigt die Grundsätze von ZT und beschäftigt sich mit dem Schutz der Unternehmensgrenzen in der Cloud.

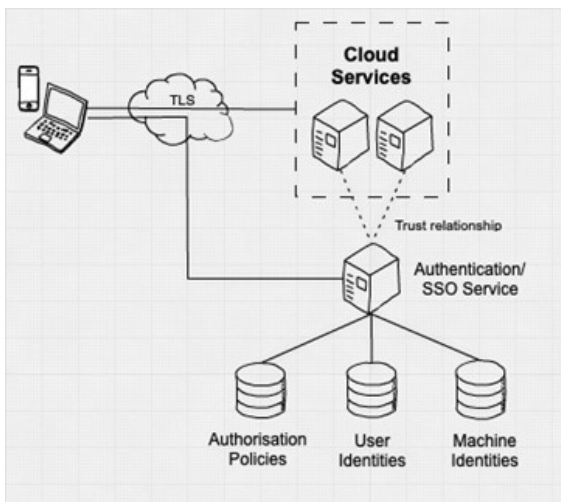


Abb. 1: Zero Trust Architektur [1]

## Problemstellung:

Die Methoden und Technologien, die im Zusammenhang mit Zero Trust und SASE im Bereich der Cyber Security eingesetzt werden, wurden nicht komplett neu erfunden; es geht mehr um eine neue Art von Orchestrierung dieser Ansätze unter Berücksichtigung bestimmter Schlüsselprinzipien. So kommt es auch, dass eine Vielzahl bereits etablierter IT-Security Service Dienstleister mit eigenen Implementierungsansätzen zu den Themen ZT & SASE aufwarten. Zwar gibt es Bemühungen unterschiedlichster Institutionen, wie die Grundsätze der CISA (siehe Abbildung 2) oder die Special Publication 800-207 vom National Institute of Standards and Technology (NIST), allerdings gehen diese nicht über eine sehr hohe konzeptionelle Ebene hinaus. Aufgrund der Unterschiedlichkeit dieser Ansätze gibt es bislang kein einheitliches Verständnis bezüglich einer gemeinsamen Art von Vorgehensweise, sodass Umsetzungslösungen sehr verschieden aussehen können.

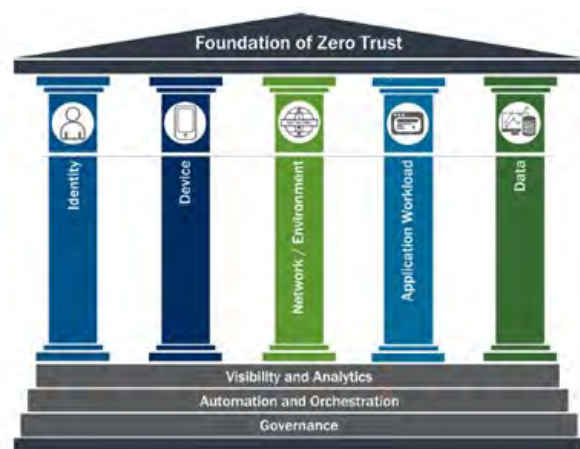


Abb. 2: CISA Zero Trust Model [2]

**Zielsetzung:**

Die Bachelorarbeit soll als zusätzliche Informationsquelle neue Mitarbeiter und Kunden von IBM's Security Sparte dabei unterstützen, schneller ein Verständnis für die Themen Zero Trust und SASE aufzubauen, sowie die Relevanz und die sich daraus ergebenden Möglichkeiten und Chancen zu verstehen. Dafür wird ein einheitliches Begriffsverständnis zu Zero Trust & SASE geschaffen und aktuelle Trends sowie Probleme beleuchtet. Anhand einer praxisnahen Fallstudie wird anschließend der Prozess der Konzeption von Sicherheitsmaßnahmen gemäß des Zero Trust-Ansatzes veranschaulicht.

**Fallstudie und Ausblick:**

Im praktischen Teil der Arbeit geht es darum, die zuvor im theoretischen Teil gelernten Prinzipien und

Methoden auf ein kleines mittelständisches Unternehmen (KMU) der kritischen Infrastruktur anzuwenden. Dabei handelt es sich um einen Energieversorger aus Deutschland, dessen relevante Assets und Risiken identifiziert, klassifiziert und bewertet werden, um auf dieser Basis individuelle Cyber Security-Maßnahmen unter Berücksichtigung branchenspezifischer Auflagen, wie KRITIS, zu entwickeln. Hierzu werden vier Interviews mit verschiedenen Mitarbeitern der IT-Abteilung des Partnerunternehmens durchgeführt, die Aufschluss über den aktuellen Reifegrad der IT-Security geben sollen. Im Anschluss werden die gesammelten Ergebnisse aufbereitet und den Schlüsselprinzipien von ZT & SASE ebenso wie dem von IBM vertriebenen ZT-Ansatz gegenübergestellt, um eine passende Implementierungsstrategie herauszuarbeiten.

**Literatur und Abbildungen**

- [1] C. Ensor. Zero Trust Network Access (ZTNA). [https://www.ncsc.gov.uk/static-assets/images/guidance/byodpc.sdxml%20\(1\).png](https://www.ncsc.gov.uk/static-assets/images/guidance/byodpc.sdxml%20(1).png), 06 2021.
- [2] D. Holmes. CISA Zero Trust Model. <https://go.forrester.com/wp-content/uploads/2022/02/OMB1.png>, 02 2022.

# Konzept und Implementierung eines Sequenzeditors für das Testen einer Unity basierten 3D Simulation

Robert Sittlinger

Markus Enzweiler

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Robert Bosch Manufacturing Solutions GmbH, Stuttgart

## Einleitung

In der modernen Industrie 4.0 ist es in den vergangenen Jahren immer wichtiger geworden, 3D Simulationen zu entwerfen. Dabei haben diese verschiedene Anwendungsfälle. Mit 3D Simulationen lassen sich beispielsweise Prozesse und Maschinen simulieren und können schon im Vorfeld für die Optimierung und Risikominimierung genutzt werden. Hierbei wird schon in frühen Phasen der Planung ein digitales Modell einer Anlage angefertigt. Dabei können sowohl einzelne Bewegungsabläufe als auch ganze Prozessabläufe simuliert werden. [2]

## 3D Simulation in Unity

Unity ist eine Spieleengine, welche primär zur Erstellung von Spielen entwickelt wurde. Doch durch die einfache Bedienung und den einfachen Umgang mit 3D Objekten kann Unity auch für industrielle Zwecke genutzt werden. Unity bietet als Echtzeit-3D-Entwicklungsplattform die Möglichkeit, vollständig interaktive Modelle sowie ganze Welten und Umgebungen in einem einzigen Augenblick digital 3D zu rendern. Für die meisten Industrieanwender dient Unity für die Visualisierung von 3D-Modellen, welche aus CAD-Sitzungen erstellt werden können. [3] Dabei werden die erstellten CAD Modelle in ein für Unity lesbares Format umgewandelt und anschließend die einzelnen beweglichen Komponenten animiert. In siehe Abb. 1 ist eine solches 3D Model zu sehen.

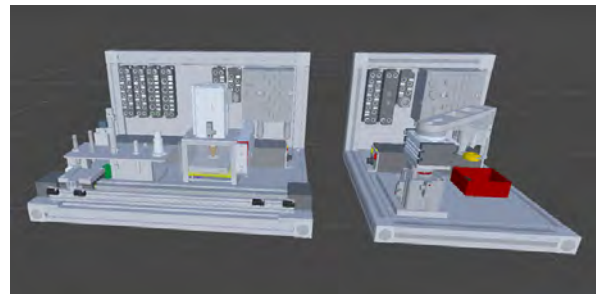


Abb. 1: Modell einer Anlage in Unity [1]

## Problemstellung

In aktuellen Projekten werden 3D Modelle nach der Umwandlung in ein für Unity lesbares Format in ein statisches und ein kinematisches Model unterteilt. Dabei werden nicht bewegte Komponenten im statischen Model abgelegt und zu bewegende Komponenten im kinematischen Model. Anschließend werden für die zu bewegenden Komponenten Skripte angefügt, welche die zu simulierende Bewegung in Unity animieren. So werden beispielsweise für einen Zylinder ein Anfangswert und ein Endwert bestimmt, welcher dann über ein entsprechendes Skript die Bewegung ausführt.

In einer speicherprogrammierbaren Steuerung, kurz SPS, werden ganze Schrittketten und andere Prozesse programmiert, welche entsprechende Signale an die zu bedienende Anlage übergibt. Diese Signale werden dann über einen OPC-UA Server, welcher lokal auf einem Rechner ausgeführt werden kann, an die 3D Simulation übergeben. Diese Signale werden dann über die entsprechenden Skripte zum Starten der Bewegungen genutzt. So können Anlagen schon vor dem Arbeiten an den realen Maschinen virtuell simuliert und getestet werden. Zusätzlich zu der Steuerung der Skripte für das Bewegen der 3D Komponenten, über die von der SPS kommenden Signale, ist es möglich diese über entsprechende Flags im Inspektor in Unity zu steuern. Siehe Abb. 2.

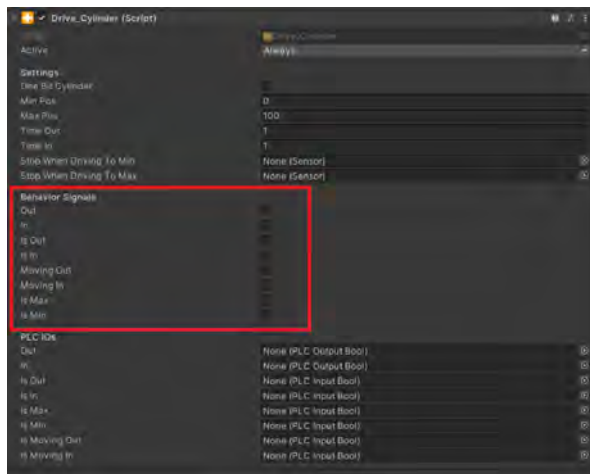


Abb. 2: Im markierten Bereich sind die Flags zu sehen [1]

Die fertige Simulation wird schon vor der Programmierung der Anlage in der SPS erstellt. Für das Testen der 3D Simulation ist es notwendig, die einzelnen bewegten Komponenten nacheinander entsprechend einer Ablaufsequenz zu starten. Dabei werden die eingestellten Abhängigkeiten, wie beispielsweise Entfernungen überprüft und gegebenenfalls abgeändert. Dies ist sehr zeitaufwendig und bei Anlagen mit vielen einzelnen Schritten müssen oft dieselben Vorgänge wiederholt werden.

## Zielsetzung

Ziel der Arbeit ist es, sequenzielle Abläufe in Unity erstellen und steuern zu können. Dabei soll es möglich sein, verschiedene Bewegungen aneinanderzureihen und dadurch eine Sequenz zu bilden. Dadurch soll das vorher aufwendige Testen der einzelnen Bewegungen vereinfacht werden. Zudem ist es dadurch möglich, ähnlich einer Ablaufsteuerung in der SPS-Programmierung einen sequenziellen Ablauf, mehrere Schritte parallel mit alternativen Verzweigungen oder in einer Schleife laufen zu lassen. So ist das Testen der 3D Simulation auch ohne SPS-Programm zeitlich weniger aufwendig und sich wiederholende Sequenzen einfacher zu testen. Die Implementierung erfolgt in Unity und wird dort über C# Skripte realisiert. Dabei wird die Bedienoberfläche im Unity Inspektor implementiert und gegebenenfalls auf ein User Interface in der ausgeführten Anwendung erweitert.

## Aktueller Stand

Aktuell ist es möglich, Sequenzen zu erstellen und unabhängig voneinander zu steuern. Dabei dient ein Inspektor Interface als Bedienoberfläche. In dieser können Sequenzschritte angefügt werden. Zudem ist es dort auch möglich, die Sequenz zu starten, zu pausieren und die Sequenz neu zu starten. Auch ist die Sequenz in einer Schleife ausführbar. In Abb. 3 ist der Sequenzeditor abgebildet.

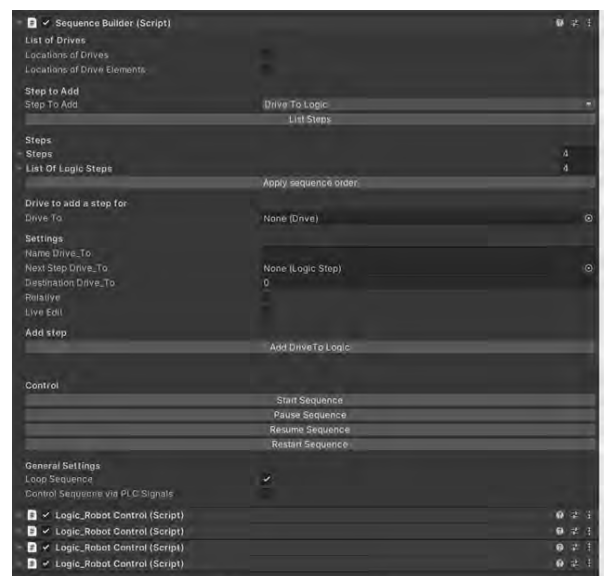


Abb. 3: Sequenzeditor [1]

## Ausblick

Zukünftig soll die angewendete Logik für das Erstellen und Steuern von Sequenzen in einer sich in der Entwicklung befindenden, Bosch eigenen Software für das Erstellen von 3D Simulationen implementiert werden. Diese nutzt ebenfalls Unity als Basis Entwicklungstool. Zudem soll das Steuern der Sequenzen sowohl über SPS-Signale als auch einer davon unabhängigen Oberfläche möglich sein. Dies soll durch einen polymorphen Ansatz implementiert werden, bei dem die Basis Klasse, auf dem der Sequenzeditor abgeleitet ist, überschrieben wird. Dadurch ist es möglich, unabhängige Funktionalitäten auf derselben Basis aufbauend zu bieten. So kann beispielsweise eine Klasse die Steuerung über SPS-Signale übernehmen und eine andere die Steuerung über Interfaces und trotzdem können noch alle Variablen der Basis Klasse genutzt werden.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] Ralf Dohndorf and Ines Stotz. Industrie 4.0 Wie 3D-Simulation die Fertigungsplanung vereinfacht. <https://www.konstruktionspraxis.vogel.de/wie-3d-simulation-die-fertigungsplanung-vereinfacht-a-1067110/>, 10 2021.
- [3] Unity Technologies. Echtzeit-3D-Technologie in der Industrie erklärt. <https://unity.com/de/solutions/automotive-transportation-manufacturing/rt3d-explained>, 2022.



# Analyse und Vergleich der Sicherheit von Backend-, Frontend- und Full-Stack-Web-Frameworks

Melanie Spitzer

Tobias Heer

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma IT-Designers GmbH, Esslingen

## Motivation und Problemstellung

Webanwendungen werden immer relevanter, weil sie plattformunabhängig sind und der Nutzer keine zusätzliche Software auf dem eigenen Rechner installieren muss. In allen möglichen Bereichen des Alltags werden Webanwendungen benutzt. Beispiele sind soziale Medien, Onlineshopping oder auch Onlinebanking. Gerade weil so viele persönliche und sensible Daten in Webanwendungen verwaltet werden, ist es wichtig, dass Webanwendungen sicher sind und keine Daten an unbefugte Personen gelangen. Allerdings passiert genau das noch häufig aus den verschiedensten Gründen, obwohl es Möglichkeiten gäbe, das Risiko für entsprechende Attacken zu minimieren.

Meistens werden bei der Entwicklung von Webanwendungen Frameworks verwendet, da diese vorgefertigte Funktionen bieten, um das Entwickeln einer Webanwendung zu erleichtern. Auch im Bereich Sicherheit nehmen die Frameworks dem Entwickler einige Arbeit ab [9], wobei sich die eingebauten Features je nach Art des Frameworks (Frontend-, Backend- und Full-Stack-Frameworks) unterscheiden. Allerdings fehlt es unter Entwicklern häufig noch an dem Bewusstsein für die möglichen Attacken und Gegenmaßnahmen [10]. Deswegen ist das Ziel dieser Arbeit, Best-Practices für das Erstellen sicherer Webanwendungen herauszuarbeiten und dabei die verschiedenen Frameworks und Framework-Arten, zu vergleichen.

## Design

Im Rahmen dieser Arbeit wird zunächst herausgearbeitet, welche Schwachstellen und Attacken aktuell am häufigsten sind [11], [1], [12]. Die Attacken können in folgende Bereiche aufgeteilt werden:

- Authentifizierung
- Zugriffskontrolle
- Datenverschlüsselung und Datentransfer

- Nutzereingaben
- Konfiguration
- Abhängigkeiten (d.h. Bibliotheken)

Zu den Attacken werden im Anschluss effektive Gegenmaßnahmen beschrieben. Diese Gegenmaßnahmen basieren auf den Hinweisen des OWASP-Projekts [11], dem Buch von Hoffman zur Sicherheit von Webanwendungen [4], drei verwandten Arbeiten [6], [3], [5] und zwei weiteren Quellen zu spezifischeren Themengebieten [1], [8]

Anschließend wird die Auswahl der Frameworks erläutert. Dabei wird darauf geachtet, dass die gewählten Frameworks einen Querschnitt aus den am meisten verwendeten und beliebtesten Frameworks darstellen. Außerdem sollen auch die verschiedenen Arten von Frameworks repräsentiert werden. Die Schwierigkeit bei der Framework-Wahl ist, dass es aufgrund der Menge nicht möglich ist, alle häufig verwendeten Frameworks zu beleuchten. Für die Auswahl wird die Entwickler Umfrage von Stack Overflow aus dem Jahr 2022 herangezogen [7]. Abbildung 1 zeigt die ausgewählten Frameworks, die jeweilige Framework-Art und welcher Teil des Stacks mit diesem Framework umgesetzt werden soll.

Framework-Art	Framework-Name	Umgesetzte Anwendung
Frontend-Framework	Angular	Frontend-Anwendung
Backend-Framework	Express.js	Backend-Anwendung
Full-Stack-Framework	Next.js	Full-Stack-Anwendung
Full-Stack-Framework	ASP.Net Core	Full-Stack-, Backend- und Frontend-Anwendung

Abb. 1: Framework-Wahl [2]

Der Hauptteil der Arbeit besteht darin, dass untersucht wird, wie die zuvor herausgearbeiteten Sicherheitsfeatures mit den gewählten Frameworks umgesetzt werden können. Dabei werden die verschiedenen Frameworks, beziehungsweise Framework-Arten, verglichen.

In diesem Zusammenhang wird mit allen gewählten Frameworks die gleiche einfache Blog-Anwendung umgesetzt. Diese Anwendung soll die zuvor herausgearbeiteten Sicherheitsmaßnahmen berücksichtigen. Um das reine Backend- und das reine Frontend-Framework mit den Full-Stack-Frameworks vergleichen zu können, werden die zuvor herausgearbeiteten Sicherheitsmaßnahmen in Frontend- und Backend-Maßnahmen aufgeteilt. Dann wird verglichen, wie sich die Backend- und die Frontend-Maßnahmen mit den jeweiligen Frameworks der jeweiligen Kategorie umsetzen lassen. Zur Veranschaulichung der verschiedenen Maßnahmen werden Codebeispiele aus der Beispielanwendung verwendet.

Abschließend sollen die Erkenntnisse aus dem Vergleich in Best-Practices festgehalten werden. Dieser Abschnitt soll als Übersicht dienen. Dabei sollen in Kurzfassung die Vergleichsergebnisse geschildert werden. Zusätzlich soll aus den Ergebnissen abgeleitet werden, wann sich welches Framework und wann sich welche Framework-Art eignet.

## Evaluation

Die Analyse der Sicherheit der verschiedenen Frameworks soll die zuvor bestimmten relevantesten Schwachstellen und deren Gegenmaßnahmen abdecken. Es sollen also die Bereiche Authentifizierung, Zugriffskontrolle, Datenverschlüsselung und Datentransfer, Nutzereingaben, Konfiguration und Abhängigkeiten behandelt werden. Zu jedem Bereich werden konkrete Maßnahmen genannt, die umgesetzt werden sollten, um eine Web-Anwendung abzusichern. Diese Punkte werden in Frontend- und Backend-Maßnahmen eingeteilt, um die verschiedenen Frameworks vergleichbar zu machen. Zu jedem gewählten Framework soll dann anhand einer Beispielanwendung, die für jedes Framework gleich aufgebaut ist, festgestellt werden, ob das Framework eine eingebaute Funktion zur Umsetzung dieser Maßnahme bietet. Außerdem soll auch geprüft werden, wie schwierig es ist, die automatischen Sicherheitsmaßnahmen zu deaktivieren. Es wird für jedes Framework jede Maßnahme einzeln geprüft. Abschließend sollen Best-Practices für die Wahl des Frameworks stehen. Außerdem sollen an dieser Stelle nochmal die wichtigsten Punkte zusammengefasst werden.

## Verwandte Arbeiten

Peguero et al. [9] untersuchen in ihrer Arbeit anhand der Cross-Site-Scripting Attacke, wie sich die Nutzung verschieden stark in ein Framework integrierter Sanitizing-Funktionen auf die Sicherheit von JavaScript-Webanwendungen auswirkt. Dabei kommen sie zu dem Schluss, dass das Verwenden von

Funktionen, die komplett von dem Framework gestellt werden, generell am sichersten ist. In dieser Arbeit soll darauf aufgebaut werden, indem gezeigt wird, welche eingebauten Features verschiedene bekannte Frameworks liefern.

Weber [13] analysiert in seinem Studienprojekt bereits, wie sicher die Frameworks React, Angular und Codeigniter sind. Dabei werden die OWASP-Schwachstellen aus dem Jahr 2017 und mögliche Gegenmaßnahmen untersucht. Diese Erkenntnisse werden in dieser Arbeit vor allem bei der Umsetzung der Beispielanwendung einfließen. Allerdings werden in dieser Arbeit zusätzliche Frameworks untersucht und die Unterschiede der Framework-Arten genauer beleuchtet, als im besagten Studienprojekt.

Lala et al. [6] analysieren in ihrer Arbeit, wie eine unsichere Beispielanwendung, die mit Node.js und Express.js umgesetzt wurde, abgesichert werden kann. Dabei wird auf einige der OWASP Schwachstellen eingegangen. In dieser Bachelorthesis wird auf die genannte Arbeit aufgebaut, indem weitere Frameworks und zusätzliche Schwachstellen untersucht werden. Außerdem wird die Arbeit verwendet, um mögliche Sicherheitsmaßnahmen herauszufiltern.

Grünwaldt [3] beschäftigt sich in seiner Arbeit damit, inwieweit die typischen Gegenmaßnahmen, die gegen die häufigsten Attacks helfen, in verschiedenen Backend-Frameworks umgesetzt werden können. Die Erkenntnisse zu Express.js fließen in dieser Bachelorthesis bei der Umsetzung der Beispielanwendungen mit ein. Allerdings wird in dieser Bachelorthesis die komplette Webanwendung betrachtet. Zusätzlich wird die genannte Arbeit auch als Quelle für effektive Sicherheitsmaßnahmen verwendet.

In der Arbeit von Kornienko et al. [5] liegt der Schwerpunkt darauf, wie eine REST API abgesichert werden kann. Außerdem wird erläutert, wie die beschriebenen Sicherheitsmaßnahmen mit Flask umgesetzt werden können. Die Möglichkeiten eine REST API abzusichern, werden in der Bachelorthesis ebenfalls bei der Analyse der Sicherheitsmaßnahmen und bei der Umsetzung der Beispielanwendungen mit einfließen. Aber auch diese Arbeit wird in der Bachelorthesis erweitert, indem die komplette Webanwendung betrachtet wird.

## Ergebnis

Ergebnis dieser Arbeit ist ein Vergleich verschiedener Web-Frameworks und Framework-Arten hinsichtlich der eingebauten Sicherheitsfeatures. Im Rahmen dieses Vergleichs hat sich sowohl im Backend- als auch im Frontendbereich gezeigt, dass die größten Unterschiede zwischen den Frameworks und Framework-Arten bei der Authentifizierung und Zugriffskontrolle bestehen. Bei Full-Stack-Frameworks ist es meistens einfacher abzufragen, ob für den aktuellen Nutzer eine valide

Session besteht, als bei reinen Frontend-Frameworks. Damit ist das Risiko für Fehler in der Absicherung einer UI-Seite bei reinen Frontend-Frameworks tendenziell größer, als bei Full-Stack-Frameworks. Beim Absichern von API-Endpunkten gibt es weniger Unterschiede zwischen reinen Backend-Frameworks und Full-Stack-Frameworks. Bei der Validierung eines Nutzers kommt die Unterstützung auf die Wahl des Frameworks, unabhängig von dessen Art an. Im Rahmen von Verschlüsselung und Hashing hat sich gezeigt, dass alle Frameworks die Möglichkeit bieten, Schlüssel zu generieren und eine Verschlüsselung oder Hashing durchzuführen. ASP.Net Core bietet zusätzlich eine Unterstützung für das Schlüsselmanagement. Wenn es um die Validierung von Eingaben, Code-Sanitizing,

Datenbankzugriff, HTTP-Anfragen und -Antworten oder den Umgang mit Abhängigkeiten geht, gibt es kaum Unterschiede zwischen den Frameworks und Framework-Arten.

Die Arbeit macht bewusst, welche Stellen einer Webanwendung besonders verwundbar sind und wie diese Stellen abgesichert werden können. Dabei wird auf die gesamte Webanwendung, nicht nur einen Teil davon, eingegangen. Außerdem wird für mehrere bekannte Frameworks gezeigt, welche Sicherheitsfeatures diese schon eingebaut haben. So wird auf diese Features aufmerksam gemacht und dazu motiviert, diese auch zu nutzen. Durch die Beachtung der in dieser Arbeit genannten Punkte sollen Webanwendungen also im gesamten sicherer werden.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Dr. C. Amuthadevi, Sparsh Srivastava, Raghav Khatoria, and Varun Sangwan. A Study on Web Application Vulnerabilities to find an optimal Security Architecture. *arXiv preprint arXiv:2204.07107*, 2022.
- [2] Eigene Darstellung.
- [3] Jan-Marius Grünwaldt. A Comparison of Modern Backend Frameworks Protection against Common Web Vulnerabilities. *Thinkmobiles.[Online]. Available:-http://www.cs.tufts.edu/comp/116/archive/fall2019/jgrunwaldt.pdf.[Accessed: Mar-2020]*, 2019.
- [4] Andrew Hoffman. *Web Application Security - Exploitation and Countermeasures for Modern Web Applications*. O'Reilly Media, Incorporated, 2020.
- [5] D. V. Kornienko, S. V. Mishina, S. V. Shcherbatykh, and M. O. Melnikov. Principles of securing RESTful API web services developed with python frameworks. In *Journal of Physics: Conference Series*, volume 2094, page 032016. IOP Publishing, 2021.
- [6] Shubham Kumar Lala, Akshat Kumar, and Dr. T. Subbulakshmi. Secure Web development using OWASP Guidelines. *2021 5th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)*, pages 323–332, 2021.
- [7] Stack Overflow. 2022 Developer Survey. <https://survey.stackoverflow.co/2022/>, 2022.
- [8] Rohan Patra and Sandip Patra. Cryptography: A Quantitative Analysis of the Effectiveness of Various Password Storage Techniques. *Journal of Student Research*, 10:3, 2021.
- [9] Ksenia Peguero, Nan Zhang, and Xiuzhen Cheng. An Empirical Study of the Framework Impact on the Security of JavaScript Web Applications. *Companion Proceedings of the The Web Conference 2018*, pages 753–758, 2018.
- [10] Merve Sahin, Tolga Ünlü, Cédric Hébert, Lynsay A. Shepherd, Natalie Coull, and Colin McLean. Measuring Developers' Web Security Awareness from Attack and Defense Perspectives. In *2022 IEEE Security and Privacy Workshops (SPW)*, pages 31–43. IEEE, 2022.
- [11] OWASP team. OWASP Top 10,. <https://owasp.org/Top10/>, 2021.
- [12] positive technologies. Web Applications vulnerabilities and threats: statistics for 2019. <https://www.ptsecurity.com/ww-en/analytics/web-vulnerabilities-2020/>, 2020.
- [13] Simon Weber. *Advanced Web Application Security*, 2021.

# Studie zur Optimierung des Workflows mit einer Game Engine

Patrick Thuemer

Harald Melcher

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Mercedes-Benz Group AG, Sindelfingen

## Einleitung

Durch den rasanten technologischen Fortschritt ist die Darstellung von virtuellen Fahrzeugumgebungen mittlerweile mit einer solchen Präzision möglich, dass viele Entscheidungen, die früher an teuren Modellen gefällt wurden, heute schon zu einem frühen Zeitpunkt am Bildschirm des Computers getroffen werden können. Die verwendete *Virtual Reality* Technologie verfolgt dabei das Ziel, reale oder künstliche Welten wirklichkeitsnah darzustellen und erlebbar zu machen. Mit den modernen Darstellungsmöglichkeiten ist es somit im-

mer attraktiver geworden, Probanden die zukünftigen Innenräume und Funktionen von Kraftfahrzeugen in einer virtuellen Welt beurteilen zu lassen. Hinzu kommt, dass das immer höher werdende Verkehrsaufkommen und die gleichzeitig ansteigenden Anforderungen an die Sicherheit des Fahrers nicht mehr gewährt wird. Virtuelle Untersuchungen zwischen Mensch und Fahrzeug sind deshalb notwendig. Außerdem müssen aufgrund des Zeitdrucks in der Entwicklung neue Innovationen bereits frühzeitig festgelegt werden, obwohl die Hardware zu dem kommenden Fahrzeug noch nicht zur Verfügung steht. [3]



Abb. 1: Virtuelle Umgebung eines Fahrzeuginnenraums [1]

Auch das Thema *Augmented Reality* gewinnt immer mehr an Relevanz im Automobilssektor. Ein entscheidender Grund dafür ist der signifikante Mehrwert von zahlreichen Anwendungsfällen. Im Gegensatz zur

Virtual Reality bezeichnet man mit Augmented Reality die erweiterte Realität. Es wird keine komplett eigene virtuelle Welt angezeigt, sondern nur die reale Welt mit zusätzlichen virtuell generierten Daten. Die Daten

werden dabei so dargestellt, dass ein täuschend echter Eindruck mit der Umgebung entsteht. [5] Dieser Effekt ist heutzutage in dem *Head-Up Display* oder auch in den Fahrzeugkameras auffindbar. Der Umgang und die Verwendung von computergrafischen Inhalten ist in der Fahrzeugentwicklung unumgänglich.

## Der Themenbereich

Die Abteilung, in der die Studie durchgeführt wird, ist für die Erarbeitung von einheitlichen und vor allem benutzerfreundlichen Interaktionskonzepten zuständig. Grundsätzlich werden Ideen für alle Interaktionsmöglichkeiten im Fahrzeug ausgearbeitet. Dazu zählt auch das Infotainmentsystem *MBUX*, welches viele Funktionen wie eine Sprachsteuerung, verschiedene Fahrzeugassistenten oder Apps beinhaltet und diese über die Fahrzeugbildschirme anzeigt. Der Mensch am Steuer verarbeitet zusätzlich zu seiner klassischen Fahraufgabe ein Informationsvolumen, das ohne klare Strukturierung und Priorisierung schnell zur Überforderung führen kann. Für eine intuitive Kontrolle über die Technik müssen die Bedienschritte klar ersichtlich und schnell umsetzbar sein, sodass der Fahrer bei seiner Fahraufgabe entlastet wird. [2]



Abb. 2: MBUX in der aktuellen S-Klasse [4]

Damit bereits existierende Fahrzeugfunktionen sich stetig verbessern und auch neue Funktionen in das System integriert werden, sind zunächst visuelle Darstellungen der Ideen erforderlich. Anhand der erstellten Konzepte lässt sich die Gebrauchstauglichkeit und Mensch-Computer Interaktion frühzeitig prüfen, damit sich für die Autoinsassen und besonders für den Fahrer ein einzigartiges Fahrerlebnis erzielen lässt.

## Die Problemstellung

In der Abteilung treffen verschiedene Expertenbereiche aufeinander, die alle unterschiedlichen Programmen arbeiten. Viele 2D Screen Konzepte werden mit *UX/UI*

Tools entwickelt und später an Testfahrzeugen getestet. Es wäre somit praktisch, wenn ohne großen Aufwand eine schnelle Testalternative zur Verfügung stünde, mit der schon früh erste Erkenntnisse gemacht und den anderen Kollegen präsentiert werden könnten. Für eine möglichst realitätsnahe Visualisierung und Wahrnehmung der Ideen kommen *Virtual Reality* Welten oder auch 3D-Prototypen zum Einsatz. Jedoch ist nicht jeder Mitarbeiter auf den 3D- und VR Bereich spezialisiert und kennt sich somit nicht mit den komplexen Programmen aus. Die betroffenen Mitarbeiter können ihre erstellten Konzepte nicht virtuell testen und müssen stattdessen auf andere umständliche Darstellungsmöglichkeiten umsteigen. Ein weiteres Problem ist die Arbeitsweise unter den 3D-Entwicklern. Es existieren viele 3D-Daten die jedoch keine verständliche Struktur oder Dokumentation aufweisen. Es sind deshalb viele Projektdateien unbrauchbar. Die Arbeit mit den virtuellen Daten bedarf somit einer guten Struktur, damit der Entwicklungsprozess möglichst reibungslos und schnell zwischen den 3D-Entwickler erfolgen kann.

## Zielsetzung

Im Rahmen der Arbeit wird untersucht, wie sich die Arbeitsweise mit Konzeptinhalten und besonders 3D-Daten in der Entwicklungsabteilung optimieren lässt. Damit zeitaufwendige Einarbeitungen vermieden werden, aber dennoch Mitarbeiter ihre erstellten Konzepte virtuell testen können, soll mit der Game Engine *Unity* ein intuitives Grundgerüst erstellt werden. Das Grundgerüst soll dabei auf Basis von Entwicklungsthemen der Abteilung erstellt werden. Aufgrund des einfachen und verständlichen Aufbaus sollen auch Unerfahrene im Bereich 3D oder VR in der Lage sein, den Prototypen zu bedienen. Außerdem soll anhand der entwickelten Umgebung untersucht werden, wie in Zukunft 3D-Projekte strukturiert und aufgebaut werden müssen, damit die komplette Szene oder einzelne Bestandteile eine langfristige Verwendung finden.

## Ausblick

Derzeit wird eine virtuelle Szene eines Fahrzeug-Innenraums aufgebaut, mit dem sich schnell neue Screen Inhalte testen lassen. Im Verlauf der Ausarbeitung wurden bereits einige Aspekte gefunden, die unter Berücksichtigung in Zukunft zu einem besseren Arbeitsablauf führen würden. Mit einer im Anschluss folgenden Evaluation oder einem *User Testing*, soll der Entwicklungsprozess und die Erkenntnisse kritisch festgehalten werden.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Mercedes-Benz Group AG. InCar Virtual Reality-Experience bei Mercedes-Benz: das Interieur der Mercedes-Benz A-Klasse durch die VR Brille erleben. <https://group-media.mercedes-benz.com/marsMediaSite/de/instance/picture/Kundenerlebnis-in-neuer-Dimension-3D-Augmented-Reality-App-Mercedes-cAR-und-Virtual-Reality-Brille-Mercedes-Benz-forciert-Digitalisierung-im-Vertrieb.xhtml?oid=40291591>, 04 2018.
- [2] Mercedes-Benz Group AG. MBUX: Die Mercedes-Benz User Experience. <https://www.mercedes-benz.de/passengercars/technology-innovation/mbux/mbux-stage.module.html>, 2022.
- [3] Heiner Bubb, Klaus Bengler, Rainer Grünen, and Mark Vollrath. *Automobilergonomie*. Springer Verlag, 2015.
- [4] Roland Hildebrandt. Mercedes S-Klasse (2021): Jetzt ist der Innenraum offiziell. <https://de.motor1.com/news/432716/mercedes-s-klasse-2021-innenraum-offiziell/>, 07 2020.
- [5] Horst Orsolits and Maximilian Lackner. *Virtual Reality und Augmented Reality in der Digitalen Produktion*. Springer Verlag, 2020.

# Change Impact Analyse – Prozess Transformation SAP ECC 6.0 zu SAP S/4HANA und die damit einhergehende Veränderung für die Anwender

Zeynep Vatansever

Thomas Rodach

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Robert Bosch GmbH, Stuttgart

## Einleitung

Der digitale Wandel ist heutzutage existenziell notwendig. Die Digitalisierung wird großgeschrieben. Unter digitalem Wandel versteht man die Integration digitaler Technologien von Unternehmen in ihre Arbeitsabläufe und die Auswirkung auf die Gesellschaft. Es ist ein Prozess der stetigen Weiterentwicklung. Sie entstehen durch Umwelteinflüsse, neue Gewohnheiten und Bedürfnisse sowohl im Privat- als auch im

Geschäftsleben. Nachdem SAP angekündigt hat den Support und die Wartung der SAP Business Suite ab 2027 einzustellen, steigt für Unternehmen der Druck, bis spätestens zu diesem Zeitpunkt auf die neue Produktgeneration SAP S/4HANA zu migrieren. Um so ein Unternehmen relevantes IT-System in die nächste Generation zu migrieren, starten Unternehmen mit Ihren Transformationsprojekten. Die Bekannteste Neuerung mit der Einführung von SAP S/4HANA ist die neue Benutzungsoberfläche auch Fiori genannt.

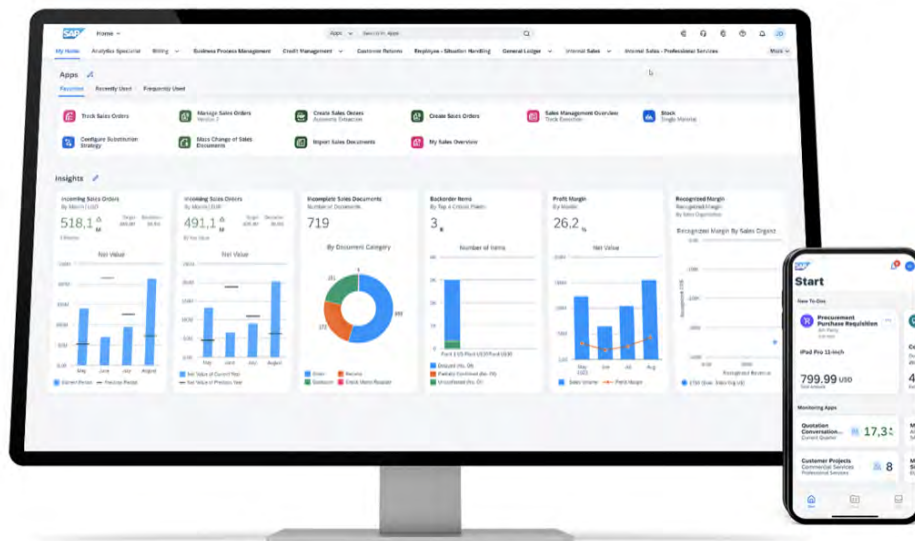


Abb. 1: Fiori [2]

## Problemstellung

Mit der Einführung einer neuen ERP-Generation müssen sich Unternehmen nicht nur um das Umgestalten Ihrer Unternehmensprozesse, sondern auch die Schulung Ihrer Anwender kümmern. Bestandteil der Bachelorarbeit ist die Durchführung einer Change Im-

Impact Analyse in Bezug auf das Transformationsprojekt bei der Robert Bosch GmbH im Hinblick auf Veränderungen der Benutzungsoberfläche für die Anwender. „Das Change Management hat es sich klassischerweise zur Aufgabe gemacht, ein Unternehmen von einem bestimmten Zustand weg zu einem neuen Zustand hinzuführen, wobei der neue Zustand qualitativ ein bes-

serer sein sollte als der Ausgangspunkt.“ [3] Die Change Impact Analyse soll dazu dienen, dass Prozessexperten die Veränderung für die Anwender, für jeden Prozessschritt auf einer vordefinierten Change Impact Skala bewerten können. Eine Change Impact Analyse wurde erstmalig durchgeführt und soll hinsichtlich Methodik, Datenerhebung und damit Datenqualität verbessert werden. Das Ziel ist eine Datenbank fundierte Lösung zu schaffen auf der die verschiedenen Prozessexperten ihre Bewertungen eintragen können. Die bisherige Lösung mit Excel soll damit deutlich verbessert werden. Es soll eine Datenbank und auch ein User Interface implementiert werden, worüber die Prozessexperten nun Ihre Bewertungen abgeben können. Außerdem soll nach dem Release der Software ein Status Reporting mittels eines Power-BI Dashboards erstellt werden. Nach Beendigung der Change Impact Analyse sollen die Ergebnisse in Power-BI visualisiert dargestellt werden.

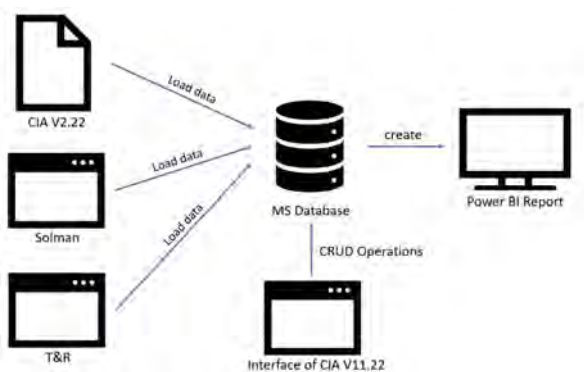


Abb. 2: Datenquellen der Change Impact Analyse [1]

## Umsetzung

Wie in der ersten Abbildung zusehen ist wurden verschiedene Datenquellen in einer Datenbank vereint. Es wurden Werte aus der letzten durchgeführten Change Impact Analyse als auch Daten aus Jira, auch Track and Release genannt in die Datenbank hinzugefügt. Des weiteren wurden aus dem SAP Produkt dem Solution Manager Daten in die Datenbank hinzugefügt. Im SAP Solution Manager werden alle End to End Prozesse und alle zugehörigen Prozesse und Prozessschritte mit ihren jeweiligen Attributen

aufgelistet dargestellt. Anhand dieser Prozessstruktur können Prozessexperten ihre Change Impact Values in der Change Impact Analyse abgeben. Außerdem dient die Benutzungsoberfläche der Change Impact Analyse auch dazu, um zu sehen, wo es noch Lücken in der Prozessstruktur gibt und wie gut die Daten im Solution Manger eingepflegt wurden. Nachdem alle benötigten Daten in die Datenbank hinzugefügt wurden sind, konnte eine Spezifikation für das User Interface erstellt werden. Alle Anforderungen an das User Interface wurden tabellarisch zusammengefasst. Es wurden alle Spalten mit Information Buttons und Informationstext versehen, um es den Prozessexperten so einfach wie möglich zu machen. Für viele Spalten wurden vordefinierte Dropdown Felder benutzt damit die Daten Qualität verbessert wird und die Einschätzung oder Bewertung der einzelnen Spalten einfacher wird. Während des Implementierungsprozesses und dem Austausch mit den Prozessexperten wurde schnell klar, dass immer mehr Anforderungen dazu kamen. Dafür wurde eine Testumgebung eingerichtet, in der man neue Anforderungen hinzufügen und testen konnten, bevor sie auf der Produktivumgebung für den Anwender zugänglich gemacht wurden. Nach der Fertigstellung der Change Impact Analyse wurden Prozessexperten über verschiedenen Kanälen auf die Change Impact Analyse aufmerksam gemacht und aufgefordert die Veränderungen für die Anwender zu bewerten. Außerdem wurden Informationsmaterialien zur leichten Benutzung der Change Impact Analyse bereitgestellt.

## Ausblick/Zusammenfassung

Die Ergebnisse liefern Informationswerte für Experten zur generellen Ausprägung der neuen Templates mit S/4HANA und anderen IT-Produkten für den Bereich Bosch Mobility Solutions. Darüber hinaus liefern sie wichtige Hinweise für Trainingsbedarf und Trainingsaufwände. Dazu ist erforderlich, dass die Change Impact Werte auf der Handlungsebene erhoben werden und für Übergeordnete Prozessebenen aggregierbar und darstellbar sind. Die Change Impact Analyse soll dazu beitragen, dass der erfahrene User auf die neue Umgebung vorbereitet und begleitet wird, um die neue Anwendungsumgebung möglichst schnell und optimal nutzen zu können.



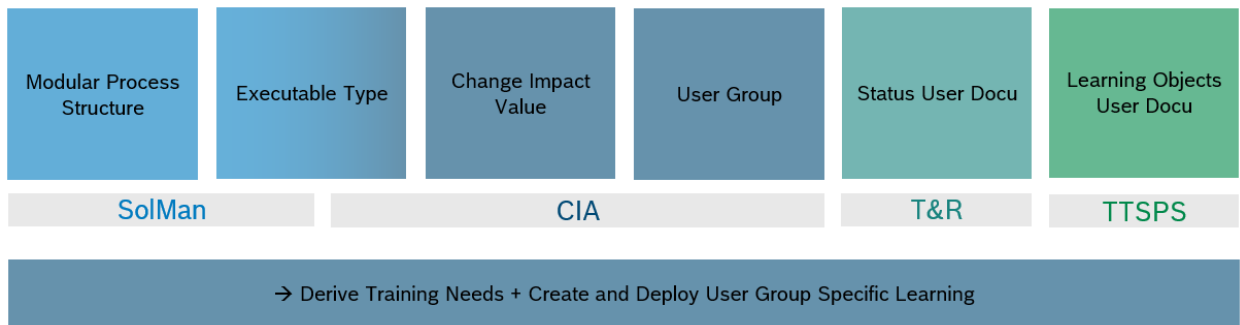


Abb. 3: Prozessübersicht [1]

## Literatur und Abbildungen

- [1] Eigene Darstellung.
- [2] SAP SE. Fiori. <https://www.sap.com/products/technology-platform/fiori.html>, 2022.
- [3] Brugger Thomas, Czeslik Markus, Hager Ariane, and Uebel Matthias. *Business Transformation mit S/4HANA*. Springer, 2021.

# Erarbeitung eines Prüfkonzeptes zur automatisierten Mobile App Validierung

Pascal Veigel

Markus Enzweiler

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Festool GmbH, Wendlingen

## Einleitung

In der heutigen Zeit wird der IoT-Bereich immer wichtiger, da die Zugriff- und Updatemöglichkeiten via Smartphone auf Maschinen immer mehr zum Standard werden. Insofern werden zusätzlich zu den von Firmen entwickelten Maschinen oder Geräten Apps für die verschiedenen Softwareplattformen wie Android oder iOS benötigt. Im Fokus stehen Funktionen, die den Status der Maschinen anzeigen oder Einstellungen und Softwareaktualisierungen vom Smartphone aus ermöglichen. Auch bei Festool hat deren Work App in den vergangenen Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Die steigenden Nutzeranforderungen an die App und die immer kürzer werdenden Releasezyklen der App stellen eine große Herausforderung für das funktionale Testen in mobilen Entwicklungsprojekten dar. Daher soll eine Testautomatisierung ein schnelles Feedback über den aktuellen Qualitätsstatus der App bereitstellen und dem Entwicklungsteam helfen, eine zuverlässige und robuste App zu entwickeln.

## Ziel der Arbeit

Um den manuellen Testaufwand der funktionalen App-Tests in Kombination mit einer Maschine zu minimieren, soll ein Testkonzept mit Proof of Concept (PoC) ausgearbeitet werden. Diese Tests sollen automatisiert ausgeführt werden können. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf dem Datenaustausch der App mit der Maschine. Die Kommunikation zwischen App und Maschine wird über Bluetooth Low Energy (BLE) und ein darunterliegendes Maschinenprotokoll, welches von Festool entwickelt wurde, realisiert. Das Testkonzept soll mit einer Akku-Tischkreissäge CSC SYS 50, siehe Abb. 1, die neu auf dem Markt erscheint, umgesetzt werden. Dieses Konzept soll ein Testautomatisierungswerkzeuge für funktionales Testen von Apps verwenden. Da es auf dem Markt sehr viele solcher Werkzeuge gibt, werden aus dem erwähnten Bereich eine Open-Source Software und eine kommerzielle Software ausgewählt. Diese sollen in einer anschließenden Evaluation mit

festgelegten Kriterien gegenübergestellt und verglichen werden. Aus Zeit und Kostengründen wird das Konzept mit Android durchgeführt. Es soll bei der Wahl der Testautomatisierungswerkzeuge auf Cross-Plattform-Fähigkeit geachtet werden, da die App auch für iOS zur Verfügung steht. An der Maschine werden manuelle Testschritte wie das Einschalten, das Pairing zwischen App und Maschine, Einstellungen, die in der App vorgenommen und am Display der Maschine überprüft werden getätigt. Um dies zu umgehen, soll zusätzlich für das Testkonzept ein Simulator entwickelt werden. Mit diesem soll die Kommunikation zwischen App und Maschine simuliert werden. Damit kann eine Kommunikation mit der App über BLE stattfinden. Die Funktionalitäten der App, die eine BLE Verbindung mit der Maschine voraussetzen, können somit automatisiert getestet werden. Das Testkonzept soll dem Softwaretest-Team als Grundlage für eine Entscheidung dienen, ob sich die Anschaffung eines kostenpflichtigen Testautomatisierungswerkzeuges lohnt. Außerdem soll es helfen zu entscheiden, ob sich der Aufwand lohnt, zusätzlich zu den bisherigen manuellen funktionalen App-Tests mit einer Maschine eine Simulation der Maschinenkommunikation zu erstellen, um zukünftig automatisierte Vorab- oder Regressions-Tests zu ermöglichen. Diese sollen sicherstellen, dass Modifikationen in bereits getesteten Teilen der App keine neuen Fehler verursachen.



Abb. 1: CSC SYS 50 [4]

## Appium

Als Open-Source Software wurde Appium gewählt. Appium ist ein plattformübergreifendes Testframework, welches Android und iOS unterstützt. Es ermöglicht das Testen von nativen-, Web- oder hybriden Apps. Appium unterstützt zudem viele Sprachen wie Python, C#, Java, Objective-C und andere. Das Werkzeug ist mit einer Client-Server-Architektur aufgebaut, welches eine REST-API bereitstellt. Der Appium-Server erhält die Befehle von einem Client, der z.B. auf einem lokalen Rechner ausgeführt wird. Dieser leitet die empfangenen Anfragen an die Bootstrap.jar, welche auf dem Android-System installiert ist, weiter. Bootstrap ist für die Überwachung der Appium-Befehle und das Aufrufen des Android-UiAutomators auf dem mobilen Endgerät zuständig. Der UiAutomator ist ein Framework, das von Google entwickelt wurde, um Ui-Tests auf Androidsystemen durchzuführen. Dieser führt die Befehle in der Application Under Test (AUT) auf dem Gerät aus. Nach Ausführung des Befehls leitet Bootstrap das Ergebnis an den Appium Server weiter und dieser antwortet mit einer HTTP-Response an den Client, siehe Abb. 2. Einer der wichtigsten Gründe für die Wahl von Appium war, dass Appium die Sprache C# unterstützt. Dadurch wird die Kompatibilität mit dem Festool internen SDK erleichtert, da dieses ebenfalls in C# geschrieben ist und die Funktionalitäten aus dem SDK in der Maschinenkommunikationssimulation zur Anwendung kommen. Außerdem unterstützt Appium Blackbox-Tests, was von Vorteil ist, da nur die kompilierte .apk Datei benötigt wird und kein zusätzlicher Sourcecode. [3] [5]

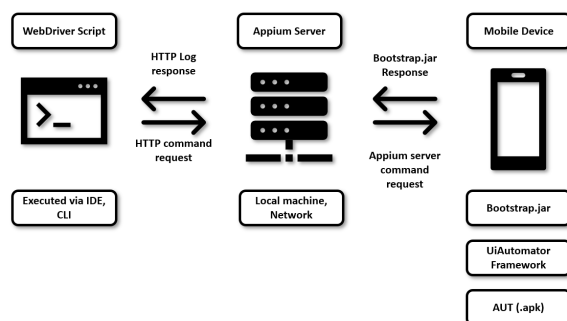


Abb. 2: Appium Übersicht [2]

## Squish (Qt Group)

Squish ist eine kommerzielle Software für mobiles App-Testing. Es unterstützt wie Appium mehrere Betriebssysteme und Tests mit nativen-, Web- und hybriden Apps, sowie einigen Programmiersprachen wie Python, Java und weitere. Ähnlich wie bei

Appium wird ein Squish-Server ausgeführt, welcher die Kommunikation zwischen der AUT und dem Testskript übernimmt. Das Skript selbst wird von dem Squish-Runner ausgeführt, der sich mit dem Server verbindet. Dieser startet die instrumentierte AUT auf dem mobilen Endgerät, die die Squish-Hook startet. Die Squish-Hook ist eine kleine Bibliothek, die die laufenden Objekte in der AUT zugänglich macht und die Kommunikation mit dem Squish-Server ermöglicht, siehe Abb. 3. [1] Ein großer Vorteil von Squish gegenüber Appium ist die einfache Installation und die Einrichtung der zugehörigen Werkzeuge Squish benötigt außer dem Android SDK und einer JDK Version keine weitere Software. Appium ist in Bezug auf die Einrichtung deutlich komplizierter und wartungsaufwendiger als Squish, da mehr zusätzliche Software benötigt wird. Auch besitzt Squish schon integrierte Funktionalitäten, um Bildvergleiche zu ermöglichen, während bei Appium auf die Programmbibliothek für Bildverarbeitung opencv4nodejs [5] zurückgegriffen werden muss.

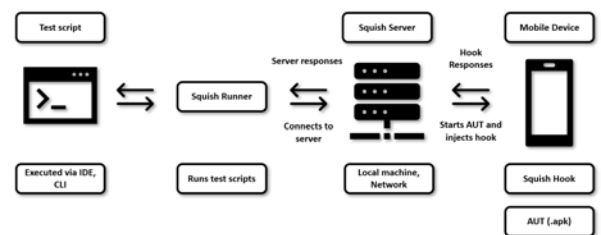


Abb. 3: Squish Übersicht [2]

## Simulation der Maschinenkommunikation und Testskripte

Ziel der Kommunikationssimulation ist es, die sogenannten Advertising-Daten, das sind Informationen, die vom BLE-Gerät übertragen werden, ohne eine Verbindung aufzubauen [6] und die Responses und Requests des Festool internen Maschinenprotokolls nachzubilden. So ist es möglich, mit der App zu kommunizieren, ohne dass eine echte Maschine vorhanden ist. Aus Hardwaresicht ist der BLE-Controller in den Akkupacks platziert, mit denen die Maschinen betrieben werden. Diese kommunizieren intern über eine UART-Schnittstelle mit dem Hauptcontroller der Maschine. Das bedeutet, alle Daten, die von dem Hauptcontroller der Maschine an die App oder umgedreht gesendet werden, werden über UART an den BLE-Controller im Akkupack geschickt und dieser sendet oder empfängt die Daten über BLE an die App. Für die Simulation wird ein Nordic DevKit benötigt, da diese einen BLE-Controller besitzen, auf dem eine Akku-Software geflasht werden kann. Das DevKit dient, wie bei der echten

Maschine, als Gateway zwischen der App und dem Hauptcontroller der Maschine. Bei der Simulation wird die Maschine durch ein C# Skript ersetzt, das die Kommunikation und die Daten einer echten Maschine nachbilden soll. Die Kommunikation mit dem DevKit erfolgt mit UART über USB. Die Maschinendaten, welche für die Kommunikation und das Identifizieren der Maschine benötigt werden, werden in einer XML-Datei gespeichert. Diese kann das Skript auslesen und für die Simulation verwenden. Daten, die von der App an den Simulator gesendet werden, speichert

der Simulator ebenfalls in separaten XML-Dateien. Sowohl die Input- als auch die Output-Dateien des Simulators, werden während der Testläufe von den Testautomatisierungswerkzeugen als Referenzdaten für festgelegte Pass-/Fail-Szenarien verwendet, siehe Abb. 4. Die Testskripte rufen beim Start den Simulator auf. Sie generieren beim Beenden des Testdurchlaufs einen HTML-Testreport und schließen den Simulator wieder. Im Testreport werden alle Test-Cases und Test-Steps die durchgeführt wurden, aufgelistet.

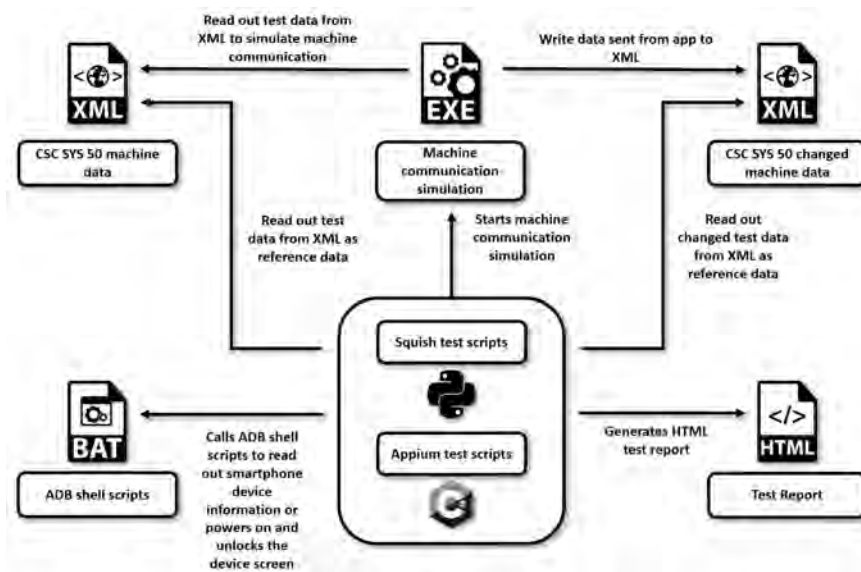


Abb. 4: Testkonzept Übersicht [2]

## Ausblick

Ein funktionierendes Demonstrationsbeispiel für eine Testausführung inklusive Simulator unter Appium ist bereits fertiggestellt. Für die Tests mit Squish müssen noch Methoden zum Auslesen der XML-Dateien, in denen die Test- und Maschinendaten gespeichert sind, erstellt werden. Anschließend können hier ebenfalls

Beispieltests für eine Demonstration erstellt werden. Sobald dies abgeschlossen ist, kann mit einer zuvor erstellten Bewertungsmatrix die Evaluation der beiden Werkzeuge fertiggestellt werden. Ist noch Zeit vorhanden, kann der Simulator noch erweitert werden, da dieser noch nicht alle Kommunikationsmöglichkeiten mit der App abdeckt.

## Literatur und Abbildungen

- [1] The Qt Company AG. Squish Manual. <https://doc.qt.io/squish/>, 2022.
- [2] Eigene Darstellung.
- [3] JS Foundation. Appium Documentation. <https://appium.io/docs/en/about-appium/intro/>, 2022.
- [4] Festool GmbH. Akku-Tischkreissäge CSC SYS 50 EBI. <https://www.festool.de/produkte/saegen/tischkreissaegen/577379—csc-sys-50-ebi-set>, 2022.
- [5] Junmei Wang and Jihong Wu. Research on Mobile Application Automation Testing Technology Based on Appium. In *2019 International Conference on Virtual Reality and Intelligent Systems (ICVRIS)*. IEEE, 2019.
- [6] Martin Woolley. Bluetooth Low Energy – It Starts with Advertising. <https://www.bluetooth.com/blog/bluetooth-low-energy-it-starts-with-advertising/>, 02 2017.

# Entwicklung einer BLDC Motorsteuerung für mobile Roboter

Heiko Wascheck

Reiner Marchthaler

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Telerob Gesellschaft für Fernhandlungstechnik mbH, Ostfildern

## Einleitung

Roboter werden heutzutage überall eingesetzt. Die bekanntesten Umgebungen befinden sich meistens in großen Lagerhallen oder in Fabriken. Oftmals werden diese dazu verwendet, um schwere Bauteile zu montieren oder filigrane Arbeiten zu verrichten. Die Firma Telerob ging einen etwas anderen Weg: Sie entwickeln mobile Roboter, um verschiedene Sicherheits- und Entschärfungsaufgaben zu absolvieren. Hierbei werden diese über eine Fernsteuerung gesteuert, um aus der Ferne gefährliche Arbeiten durchzuführen. Ein wichtiger Bestandteil dieser Roboter sind Antriebseinheiten, welche unterschiedliche Aufgaben erledigen. So werden unter anderem im Manipulatorarm zahlreiche Elektromotoren eingesetzt. Mit Hilfe der, bis zu acht, Motoren ist es möglich den Arm zielgerichtet zu bewegen. Der Roboterarm muss in der Lage sein, verschiedene Tätigkeiten zu verrichten. Das Aufgabengebiet reicht von sehr empfindlichen Arbeiten wie bspw. das Durchtrennen eines Drahts bis hin zum Heben von schweren Gegenständen.

Hinzu kommen weitere Antriebe, um die Ketten des Fahrzeugs in Gang zu setzen, damit sich dieser fortbewegt. Die Motoren der Roboter müssen teilweise über 400kg in Bewegung setzen. Die primär eingesetzten Motoren Typen sind BLDC (**B**rush**L**ess **D**irect **C**urrent) Motoren, wie beispielsweise in dem Telex, zu sehen in Abbildung 1. Diese zeichnen sich durch eine hohe Effizienz, bei kleinem Bauraum und geringen Gewicht aus. Sie eignen sich sowohl für den Antrieb der Roboter als auch für die präzise Positionierung des Manipulatorarm.



Abb. 1: Telerob Telex Evo Plus [2]

## Problemstellung

Eine wichtige Anforderung, die an die Roboter gestellt wird, ist ein möglichst geringer Platzbedarf und ein geringes Gesamtgewicht bei gleichzeitig hoher Funktionalität. Hierbei haben die Antriebseinheiten einen besonders großen Einfluss. Durch eine entsprechende Konzipierung der Antriebseinheit kann der

Platzbedarf stark beeinflusst werden. Bspw. bietet die Integration eines Antriebsregler-Moduls direkt auf der Platine einen deutlichen Platz Vorteil gegenüber einem separaten Antriebsregler. Eine weitere Reduzierung des Platzbedarfs ist durch eine höhere Integration möglich: So kann der Platzbedarf der Antriebseinheit weiter reduziert werden, wenn der Antriebsregler direkt auf einer Platine realisiert wird. Mehrere Chiphersteller bieten entsprechende Lösungen an.

### Zielsetzung

Die Herausforderung hierbei ist das Optimieren der Controller an die gegebenen Umstände. Die Aufgabe im Rahmen dieser Arbeit ist die Erarbeitung bisheriger Antriebsregler und ihre Realisierung auf Platinen (s. Abb. 2). Dabei soll die Platine Bauraumoptimiert sein. Zudem sollen die unterschiedlichen Lösungsansätze bezüglich der Bauteile und Hardware-Architektur unter die Lupe genommen werden. Des Weiteren soll die Auswahl der jeweiligen Bauteile und der Architektur in einem selbst entworfenen Schaltplan festgehalten werden. Durch den entsprechenden Aufbau soll die Lösung anhand eines Funktionsmusters in der Praxis umgesetzt werden. Hierzu gehört die Realisierung und Inbetriebnahme des Aufbaus. Zudem wird die Programmierung inklusive der dazugehörigen Schalt Algorithmen beachtet. Diese wird zur Ansteuerung der angeschlossenen bürstenlosen Gleichstrommotor (BLDC) verwendet.

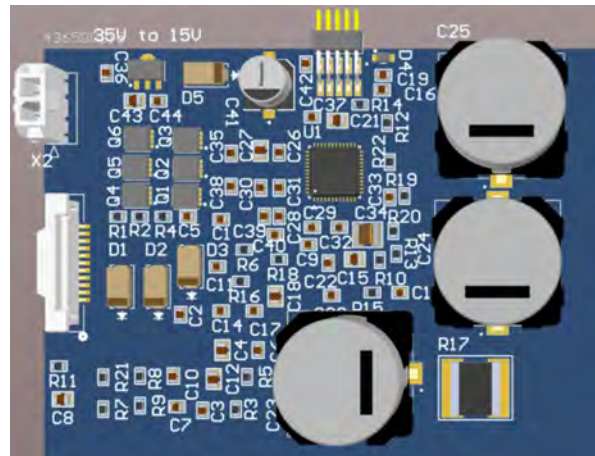


Abb. 2: Platinen Design eines Motorcontrollers [1]

### Ausblick

Im weiteren Verlauf der Arbeit wird sowohl die Umsetzung des Prototyps vorgeführt, als auch Anforderungen anhand von Messungen validiert. Nach Fertigstellung der Bachelorarbeit dient diese der Firma Telerob unter anderem als Machbarkeitsstudie. Zudem kann die Ausarbeitung für zukünftige Projekte verwendet werden.

## Literatur und Abbildungen

[1] Eigene Darstellung.

[2] Telerob Gesellschaft für Fernhandlungstechnik mbH. Fahrzeug der Firma Telerob, Bezeichnung Teodor Evo. <https://www.telerob.com/de/produkte/teodor-evo>, 2021.

# Validierung und Implementierung von Methoden zur Transkription von Videosegmenten in einer Streaming-Plattform

Henning Weise

Mirko Sonntag

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma IT.TEM GmbH, Stuttgart

## Einleitung und Motivation

Seit der Entwicklung von Computern streben Wissenschaftler danach, selbst denkende Maschinen zu entwickeln. Zusammengefasst wird dies unter dem Begriff Künstliche Intelligenz (KI). KI findet Einsatz in Unternehmen, um Zeit und Kosten zu sparen, um Prozesse zu verbessern und um den Umsatz zu steigern. Während im Jahr 2020 der Gewinn weltweit durch den Einsatz von KI bei 296,7 Billionen US-Dollar lag, wird im Jahr 2022 ein Umsatz von 432,8 Billionen US-Dollar prognostiziert [4]. Dies verdeutlicht die ansteigende Beliebtheit in Unternehmen und die immer größer werdenden Einsatzgebiete. Eine Form der KI ist das Machine Learning, welches allgemein „das Lernen an Trainingsdaten mit anschließender Verallgemeinerung auf Testdaten“ beschreibt [3]. Mithilfe der Trainingsdaten werden anschließend Modelle wie das Kausalmodell gebildet. Zum Bereich des Machine Learning gehört die Automatic-Speech-Recognition (ASR) sowie das Natural Language Processing. Während Natural Language Processing versucht, die Sprache zu verstehen, um darauf zu reagieren, befasst sich ASR mit der Umwandlung von Sprache in Text. Die Spracherkennung ist mittlerweile nicht nur im professionellen Umfeld weit verbreitet, denn mit Apples Siri, Microsofts Cortana, Amazons Alexa und Googles Assistant stehen mittlerweile in fast jedem Smartphone Sprachbefehle zur Verfügung.

## Problemstellung und Zielsetzung

Ziel der Bachelorarbeit ist es, für eine bereits vorhandene Streaming-Plattform der Firma IT.TEM GmbH, welche im Bereich des Distanzunterrichts und für firmeninterne Meetings benutzt wird, einen Speech-to-Text Server zu implementieren. Dieser soll aus bereits aufgezeichneten Videodateien die Audiospur transkribieren und das Ergebnis in XML-Format über eine Schnittstelle zurückgeben. Dabei soll keine eigene

KI entwickelt werden, sondern eine bereits auf dem Markt vorhandene Lösung benutzt werden. Um den Schwerpunkt auf den Vergleich der verschiedenen Anbieter und ihre Ergebnisse legen zu können, werden nur Anbieter verglichen, bei welchen bereits trainierte Models benutzt werden können. Die Transkription soll es Schülern erleichtern, bei bereits gehaltenen Vorlesungen Inhalte schnell und unkompliziert nachschlagen zu können, ohne dass diese das komplette Video erneut anschauen müssen. Zudem kann mithilfe der Transkription der Videoinhalt unkompliziert in eine andere Sprache übersetzt werden. Dies beseitigt die natürliche Barriere der Sprache und macht Inhalte auch Menschen zugänglich, welche die ursprüngliche Sprache nicht beherrschen. Bei geschäftlichen Sitzungen über die Streaming-Plattform kann durch die Transkription nach Abhalten der Sitzung automatisch Protokoll geführt werden, ohne dass hierfür eine extra Person benötigt wird. Außerdem ermöglicht die Transkription das Durchsuchen von Videos nach Worten, was somit das Auffinden von spezifischen Videos in einer großen Datenbank erleichtert.

## Bewertungskriterien

Die verschiedenen Transkripte der Anbieter werden anhand unterschiedlicher Faktoren verglichen. Dazu zählt unter anderem die Word Error Rate (WER). Die WER ist eine Metrik, um die Qualität einer Spracherkennung bewerten zu können. Zur Berechnung der WER wird die folgende Formel benutzt:

$$WER = \frac{I + D + S}{N} * 100$$

I (Insertions) beschreibt dabei die Anzahl der Wörter, die fälschlicherweise hinzugefügt werden. S (Substitutions) gibt die Anzahl an Wörtern an, welche durch andere Wörter ersetzt werden und D (Deletions) wie viele Wörter nicht erkannt werden. N ist dabei die

Anzahl der gesamten Wörter im Referenztext [1]. Eine hohe WER bedeutet, der transkribierte Text weicht stark vom Ursprungstext ab. Je kleiner die WER, desto besser wird der Text richtig erkannt. Ist die WER von mehreren Anbietern ähnlich, wird die Transkriptionsgeschwindigkeit betrachtet. Um diese zu messen, wird für jeden Anbieter ein Backend mit Node oder Java implementiert und die Geschwindigkeit der Transkriptionen anschließend über die API-Plattform Insomnia gemessen. Als weitere Metriken zum Vergleich werden die Character Error Rate, die Kosten, die Anzahl der Sprachen, die Unterstützung der verschiedenen Programmiersprachen, die Erkennung von verschiedenen Sprechern, der Umgang mit Störgeräuschen sowie der Implementierungsaufwand betrachtet.

## Vergleich

Damit die Anbieter transparent miteinander verglichen werden können, werden insgesamt acht verschiedene Audiodateien erstellt. Diese sind unterschiedlich lang und enthalten neben verschiedenen Szenarien wie Telefongespräch, Interview und Hörbuch auch unterschiedliche Störgeräusche sowie Eigennamen und Fremdwörter. Nach Implementierung der verschiedenen Schnittstellen werden die Transkripte anhand der WER untersucht. Aus Abbildung 1 geht hervor, dass Speechmatics und Microsoft im Schnitt die beste WER besitzen. Die schlechteste WER über alle Audiodateien hinweg besitzt IBM.

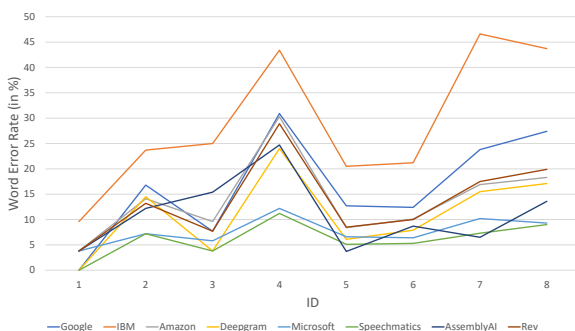


Abb. 1: Vergleich der Anbieter anhand der Word Error Rate [2]

Die WER spiegelt an dieser Stelle sehr gut die Qualität der Transkripte wider. Die Inhalte der Transkripte von IBM sind nur sehr schwer zu erkennen. Anschließend folgt der Vergleich der Transkriptionsdauer (siehe Abbildung 2). Hierbei ist klar erkennbar, dass von Audiodatei vier auf Audiodatei fünf bei allen Anbietern ein Sprung in der Transkriptionsdauer stattfindet. Dies liegt daran, dass die ersten vier Audiodateien deutlich kürzer sind als die letzten vier. Es lässt sich also ableiten, je länger die Audiodatei ist, desto länger braucht die Transkription. Dennoch fällt der Sprung im

Anstieg der Transkriptionsdauer unterschiedlich stark aus. Während bei Deepgram die Dauer um Faktor zwei steigt, steigt die Transkriptionsdauer bei Microsoft um Faktor 13.

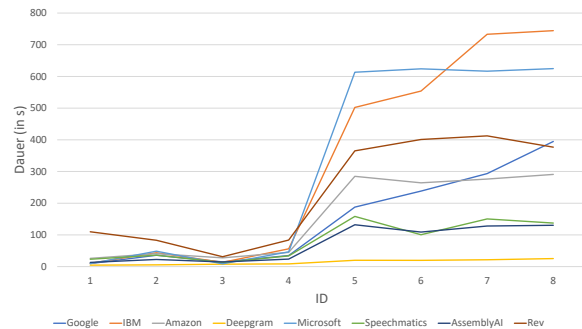


Abb. 2: Vergleich der Anbieter anhand der Transkriptionsdauer [2]

Zur Ableitung eines besseren Fazits wird an dieser Stelle ein eigenes Bewertungssystem eingeführt, bei welchem für jede Audiodatei eine Abhängigkeit zwischen Dauer und WER hergestellt wird. Weil die Dauer in Millisekunden gemessen wird und die WER in Prozent angegeben wird, muss zunächst die Dauer normiert werden. Dazu wird die längste Transkriptionsdauer als 100 Prozent festgelegt und alle anderen Dauern im Verhältnis zu dieser umgewandelt. Dies sorgt dafür, dass ein niedriger Prozentwert bei der Dauer einer hohen Geschwindigkeit entspricht. Für jede Audiodatei wird ein Prozentsatz mithilfe der WER und der normierten Dauer berechnet. Die Dauer sowie die WER werden addiert und durch die Anzahl der Anteile geteilt. Damit die WER mehr gewichtet wird, wird diese mit Faktor zehn multipliziert, weshalb nach Addieren der Dauer durch elf geteilt wird.

$$Ranking_{ID} = (WER * 10 + Dauer_{normiert}) / 11$$

Für jeden Anbieter wird ein Mittelwert des Rankings über alle Audiodateien gebildet. Weil die Transkription für Meetings eingesetzt werden soll, spielt die Zuordnung der Sprecher eine wichtige Rolle. Dafür wird für jedes Transkript die Speaker Error Rate (SER), ein Prozentwert, welcher die Anzahl der falsch zugeordneten Wörter angibt, berechnet. Damit für jeden Anbieter ein finales Ranking gebildet werden kann, wird der Mittelwert des Rankings aus Dauer und WER mit der SER verrechnet. In Abbildung 3 ist deutlich erkennbar, dass Google, Microsoft und AssemblyAI keine Sprechererkennung besitzen und deshalb das schlechteste Ranking haben. Rev liefert bei der Sprechererkennung die besten Ergebnisse. Dennoch befindet sich Amazon knapp vor Rev, weil das Ranking aus WER und Geschwindigkeit bei Amazon besser ist.



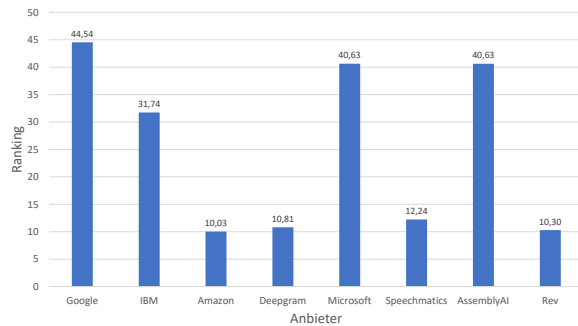


Abb. 3: Ranking der Anbieter mit Word Error Rate, Geschwindigkeit und Sprechererkennung als Faktoren [2]

Für ein anschließendes Fazit müssen die anderen Bewertungskriterien ebenfalls berücksichtigt werden. Dabei wird differenziert, welcher Anbieter am besten

für welches Szenario geeignet ist. Außerdem wird zur Überprüfung auf Datenschutz von den besten Anbietern das On-Premise-Deployment implementiert.

### Ausblick

An diese Arbeit kann angeknüpft werden, indem anhand der bereits festgelegten Kriterien weitere Speech-to-Text Anbieter untersucht werden. Dabei können insbesondere Open-Source Lösungen wie Kaldi oder DeepSpeech, die erst ein Training erfordern, bezüglich ihrer Konkurrenzfähigkeit untersucht werden. Zudem wäre es möglich, eine KI zu entwickeln, die anhand der Transkriptionen Zusammenfassungen oder Titel erstellt. Zusätzlich wäre es denkbar, dass zum Beispiel Terminvereinbarungen in der Transkription erkannt werden und automatisch in Outlook oder einem anderen Termintool ein entsprechender Termin angelegt wird.

## Literatur und Abbildungen

- [1] Ahmed Ali and Steve Renals. Word Error Rate Estimation for Speech Recognition:e-WER. In *Proceedings of the 56th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, volume 2, pages 20–24. Association for Computational Linguistics, 2018.
- [2] Eigene Darstellung.
- [3] Bernhard Miebach. *Digitale Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft: Wie KI, Social Media und Big Data unsere Lebenswelt verändern*. Springer Verlag, 2020.
- [4] Michael Shirer. Artificial intelligence (AI) market revenues worldwide in 2020 and forecasts from 2021 to 2023. <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS48881422>, 02 2022.