



## TINYML

VERTEILTE KI-SYSTEME ZUR ZUSTANDSÜBERWACHUNG VON STROMVERSORGENSKOMPONENTEN UND ANGESCHLOSSENEN VERBRAUCHERN.



## Verteilte KI-Systeme zur Zustandsüberwachung von Stromversorgungskomponenten und angeschlossenen Verbrauchern

Stromversorgungskomponenten mit digital konfigurierbarer Regelung und digitaler Regelung werden häufig auf Basis eines Mikrocontrollers realisiert. Die für die Regelung der Stromversorgungskomponente benötigten Betriebsdaten können durch den Mikrocontroller über eine Kommunikationsschnittstelle ausgegeben werden, ohne dass hierfür zusätzlicher Messaufwand erforderlich ist.

Diese Daten können für eine Zustandsüberwachung oder Anomalie-Erkennung der Stromversorgungskomponente oder der angeschlossenen Verbraucher genutzt werden. Je nach Realisierungsform und verwendetem Mikrocontroller kann die Datenvorverarbeitung oder die Datenanalyse auch direkt durch den Mikrocontroller in der Stromversorgungskomponente erfolgen. Hierfür wurden Möglichkeiten zur Realisierung der Zustandsüberwachung durch Nutzung von Tiny-Machine-Learning Ansätzen untersucht.

Tiny Machine Learning (TinyML) bezieht sich auf die Verwendung von Algorithmen und Techniken des maschinellen Lernens auf kleinen, ressourcenbeschränkten Geräten, wie z. B. Mikrocontrollern. Diese Geräte werden beispielsweise in Anwendungen für das Internet der Dinge (IoT) eingesetzt und verfügen oft nur über eine begrenzte Verarbeitungsleistung, einen begrenzten Arbeitsspeicher und eine begrenzte Speicherkapazität. Diese genannten Kriterien erschweren die Ausführung herkömmlicher maschineller Lernmodelle.

Bei TinyML-Ansätzen werden Modelle und Algorithmen verwendet, welche auf einem Mikrocontroller mit minimalen Rechenressourcen ausgeführt werden können. Zu den beliebten TinyML-Techniken gehören beispielsweise die Verwendung von vortrainierten SciKit-learn- und TensorFlow Modellen, wobei letztere mithilfe von Quantisierung optimiert werden, indem die Anzahl von Bits, die zur Darstellung von Modellgewichten und Aktivierungen erforderlich sind, verjüngt werden.

Im Rahmen des Projekts wurde erforscht, wie eine Zustandsüberwachung eines DCDC-Wandlers in Bezug auf Tiny-Machine-Learning realisiert werden kann. Hierzu erfolgte eine systematische Erhebung von Daten mithilfe von Laboraufbauten und Demonstratoren. Es wurden Anforderungen an die Hardware, Modellgenauigkeit und Ressourcenbeschränkungen erforscht und die Grenzen von TinyML bei der Zustandsüberwachung auf den realisierten Systemen erörtert.

Die im Rahmen des Projekts gewonnenen Erkenntnisse zeigen, dass eine kostengünstige und ressourcenschonende Zustandsüberwachung und Anomalie-Erkennung im Bereich der Stromversorgungstechnik durch Datenanalyse mittels Tiny-Machine-Learning Verfahren realisiert werden kann. Das Projekt wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Elec-Con technology GmbH durchgeführt.

An diesem Projekt sind folgende Personen beteiligt:



**Sven Menzel** studiert derzeit im Bachelor Angewandte Informatik mit dem Schwerpunkt eingebettete Systeme an der Technischen Hochschule Deggendorf. Seit Oktober 2022 ist er als Projektmitarbeiter an der Technischen Hochschule Deggendorf angestellt. Das Bachelorstudium schließt er voraussichtlich im März 2023 mit der Bachelorarbeit über das Thema Tiny Machine Learning ab.



**Andreas Federl** studierte Elektro- und Informationstechnik an der Technischen Hochschule Deggendorf, an welcher er auch den Masterstudiengang Applied Research in Engineering Sciences absolvierte. Seit 2018 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter und arbeitet an verschiedenen Forschungsprojekten der THD. Schwerpunktmäßig beschäftigt er sich mit Forschung- und Entwicklung im Bereich der Stromversorgungstechnik mit Zustandsüberwachung und Anomalie-Erkennung, Intelligenter Sensorik sowie eingebetteten Systemen.



**Prof. Dr. Robert Bösnecker** ist Leiter des „Projektlabor für hardwarenahe Digitalisierung“ der Fakultät EMT und ausgewiesener Spezialist u.a. für Schwingungsanalyse, Automatisierungstechnik, Signalverarbeitung und Realisierung komplexer eingebetteter Systeme.