

Masterarbeit für Herrn/Frau cand. M.Sc. Vorname Nachname

Datum: 04.09.2026

Integration einer digitalen Ortsnetzstation auf Basis von Weidmüller u-OS in einen Digitalen Zwilling der Niederspannung und Bewertung des Integrationsaufwands

Im Zuge der Energiewende werden in Deutschland Großkraftwerke wie Kern- und Kohlekraftwerke abgeschaltet und durch dezentrale Erzeugungsanlagen wie Photovoltaik- und Windkraftanlagen ersetzt. Dies führt zu einer Verlagerung der Einspeisung von den Übertragungs- zu den Verteilnetzen und somit zu bidirektionalen Leistungsflüssen. Um die neuartige Belastung insbesondere der Niederspannungsnetze zu erkennen, rüsten Verteilnetzbetreiber ihre Ortsnetzstationen mit Mess- und Steuerungstechnik zu digitalen Ortsnetzstationen (dONS) auf. Die Messwerte einer dONS bleiben heute in der Regel im System des jeweiligen Herstellers. Jede Plattform bringt ihr eigenes Engineering und ihr eigenes Transportprotokoll mit, etwa TwinCAT und diverse IoT- und Feldbusprotokolle bei Beckhoff oder u-OS und NATS bei Weidmüller. Am ie3 wurde bereits ein Digitaler Zwilling der Niederspannung auf Basis der Verwaltungsschale (Asset Administration Shell, AAS) entwickelt, der die Messwerte seiner Quellsysteme über ein IEC-61850-Datenmodell beschreibt und je Messgröße einen Herkunftsverweis auf die Datenquelle führt. Für intelligente Messsysteme (iMSys) ist dieser Verweis über den Tarifierungsfall 10 vollständig ableitbar. Für die am ie3 vorhandene dONS auf Basis von Beckhoff liegt die Zuordnung der Messgrößen zu ihren MQTT-Topics dagegen nur in einem TwinCAT-Projekt vor und wird von Hand gepflegt. Da der Digitale Zwilling mit jeder weiteren dONS-Plattform wachsen soll, sind Verfahren notwendig, die eine neue Plattform mit möglichst geringem und messbarem Aufwand an das IEC-61850-Modell des Zwillings binden.

Im Rahmen dieser Masterarbeit soll zunächst eine dONS auf Basis der Weidmüller-Plattform u-OS mit der Steuerung, dem Remote-I/O-System UR20 und teilbaren Stromwandlern im Smart Grid Technology Laboratory (SGTL) des ie3 in Betrieb genommen werden. Die Hardware wird von Weidmüller gestellt und im Niederspannungsnetz des SGTL installiert. Die Messwerte der Abgänge sollen über den u-OS Data Hub und dessen NATS-Schnittstelle bereitgestellt werden. Wie bei der bestehenden Beckhoff-dONS soll das IEC-61850-Datenmodell über dem IoT-Transport liegen und die Messwerte semantisch beschreiben. Dazu sollen die Verwaltungsschalen des Edge-Geräts, der Wandler und der Messpunkte im Digitalen Zwilling angelegt, die IEC-61850-Gerätekonfiguration (IID) mit dem bestehenden Werkzeug des ie3 aus der AAS erzeugt und je Messgröße der Herkunftsverweis auf das NATS-Subject eingetragen werden. Für die Anwendung IEC-61850-Feldgateway des ie3, die Quellsysteme an das IEC-61850-Modell bindet, soll ein Adapter für die dONS-Quelle entwickelt werden, sodass die Echtzeitmesswerte im Digitalen Zwilling ankommen. Als Anwendungsfall soll ein herstellerunabhängiges Abgangsmonitoring realisiert werden, das Spannungen und Ströme beider dONS, Beckhoff und Weidmüller, aus dem Digitalen Zwilling liest, ohne den Hersteller zu kennen. Im Mittelpunkt der Bewertung steht der Integrationsaufwand einer neuen dONS-Plattform. Hierfür sind Kennzahlen zu definieren, insbesondere der Anteil der aus dem Gerät oder seiner Schnittstelle maschinell ableitbaren Zuordnungen, die Anzahl der manuellen Schritte und plattformspezifischen Artefakte des Adapters sowie der wiederverwendbare Anteil des Adapters für eine weitere Plattform. Die Beckhoff-dONS ist hierbei als Vergleichsfall auf Basis der vorhandenen Dokumentation zu beschreiben. Die Funktionalität ist anhand der Vollständigkeit der Zuordnungen und der Plausibilität der Messwerte gegenüber der Referenzmessung des SGTL zu prüfen. Die Ergebnisse werden Weidmüller zur Verfügung gestellt.

Folgende Strukturierung der Arbeit wird vorgeschlagen:

1. Einarbeitung in den Digitalen Zwilling des ie3, die Verwaltungsschale, IEC 61850 und die bestehende Beckhoff-dONS
2. Literaturrecherche zur Integration von Feldgeräten in digitale Zwillinge und zur Messung des Integrationsaufwands
3. Inbetriebnahme der Weidmüller-dONS im SGTL und Bereitstellung der Messwerte über den u-OS Data Hub
4. Modellierung des Edge-Geräts, der Wandler und der Messpunkte in der AAS sowie Erzeugung der IID mit Herkunftsverweisen
5. Entwicklung des dONS-Adapters für die Anwendung IEC-61850-Feldgateway und Anbindung der Echtzeitmesswerte an den Digitalen Zwilling
6. Realisierung des herstellerunabhängigen Abgangsmonitorings für beide dONS
7. Definition der Kennzahlen des Integrationsaufwands, Bewertung der Weidmüller-Integration und Vergleich mit der Beckhoff-dONS
8. Optional: Übergabe der erzeugten IID an die IEC-61850-App von u-OS oder Entwicklung eines zweiten Adapters für die Beckhoff-dONS

Im Anschluss an diese Arbeit ist in einem Vortrag über die Ergebnisse zu berichten.

Diese Arbeit wird ab sofort als Masterarbeit an cand. M.Sc. Vorname Nachname vergeben.

Tag der Ausgabe:	tt.mm.jjjj
Tag der Abgabe:	tt.mm.jjjj
Zuständig:	M. Sc. Thomas Schwierz, Thomas.Schwierz@tu-dortmund.de Dr.-Ing. Alfio Spina, alfio.spina@tu-dortmund.de Vorname Nachname, Weidmüller GmbH & Co. KG, vorname.nachname@weidmueller.com