

National 5G Energy Hub

Einführung zukunftssträchtiger Kommunikationsstandards in der Energietechnik

Teilprojekt: Open Source-Plattform für Energiesysteme

- Abschlussbericht -

Projektleiter Prof. Dr.-Ing. habil. J. Seifert / Prof. Dr.-Ing. P. Schegner /
Prof. Dr.-Ing. F. Fitzek

Bearbeiter Dr.-Ing. M. Knorr / Dipl.-Ing. S. Wiemann
Dipl.-Ing. S. Kraher / Dipl.-Ing. E. Gasch
Dr.-Ing. R. Bonetto / I. Sychev, M. Sc. / Dr.-Ing. W. Kozak

Förderkennzeichen: 03ET1561A

Dresden, den 5. Mai 2021

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Copyright liegt bei den Autoren

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdrucks, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Use Cases und Anforderungen an die Kommunikation sowie Softwarearchitektur	3
2.1	Use Case 1 - „Regionales virtuelles Kraftwerk“	4
2.1.1	Motivation	4
2.1.2	Beschreibung in der N5GEH-Architektur	4
2.2	Use Case 2 - „Netzschutz in der Nieder- und Mittelspannungsebene“	7
2.2.1	Motivation	7
2.2.2	Beschreibung in der N5GEH-Architektur	9
2.3	Anforderungen an Kommunikation und Softwarearchitektur	11
2.4	Anforderungen Use Case RVK	15
2.4.1	Allgemeine Anforderungen	15
2.4.2	Kommunikationsinfrastruktur	16
2.5	Anforderungen Use Case Netzschutz	16
2.5.1	Allgemeine Anforderungen	16
2.5.2	Kommunikationsinfrastruktur	17
3	Cloudgestützte Softwareplattform für die Energietechnik	19
3.1	Cloud-Struktur für die Datenerfassung und -verarbeitung	19
3.1.1	Container-Orchestrierung und Clusterverwaltung	21
3.2	Basisapplikationen	22
3.2.1	Zeitreihen-Datenbanken - Beurteilung der Leistungsfähigkeit	22
3.2.2	Monitoring-Tool für eine FIWARE-Plattform	28
3.2.3	Keycloak – Identity Access Management	29
3.3	Applikation RVK	30
3.3.1	Softwarearchitektur	30
3.3.2	Datenaustausch	30
3.4	Applikation Netzschutz	33
3.4.1	Softwarearchitektur	33
3.4.2	Datenaustausch	34
3.4.3	Eigenständige Softwareplattform mit Anlehnung an FIWARE	35
3.4.4	Simulation der Netzsensorwerte	36
3.5	Semantische Erstellung und Verwaltung von Entitäten	38
3.5.1	SARGON-SmArt eneRGy dOmain oNtology	38
3.5.2	ENTIRETY	38
3.5.3	Illustrative Beispiele	41
3.5.4	Datenmodell - am Beispiel des Use Case RVK	42
4	Drahtlose Datenerfassung und -übertragung	43
4.1	Drahtlose Sensoren und Aktoren in der Elektroenergieversorgung	43
4.1.1	Anforderungen an die Sensorsysteme der Elektroenergieversorgung	44
4.1.2	Konzept eines Überstromschutzgerätes	47
4.1.3	Anforderungen an Aktoren der Elektroenergieversorgung	49
4.2	Funkbasierte Datenübertragung in Gebäuden	50
4.2.1	LoRaWAN	52
4.2.2	LTE CAT-M1	55
4.2.3	NB-IoT [1]	55
4.2.4	IEEE 802.15.4 / ZigBee	56

4.2.5	Überlegungen zur Abdeckung	57
4.3	MQTT Protokoll	58
4.4	Übersicht über die IEC 60870-5 Protokolle	59
4.4.1	Übersicht über das IEC 60870 Netzwerk	60
4.4.2	Integration der IEC 60870 mit der N5GEH-Plattform	60
5	Datenschutz und Datensicherheit	64
5.1	Bedrohungsanalyse und Angreiferdetektion	64
5.2	Absicherung der Clouddienste	67
5.2.1	Authentifizierung und Autorisierung von MQTT-Clients	69
6	Erprobung und Demonstration der Plattform	72
6.1	Simulator des RVK-Gateways	72
6.2	Demonstratordesign	73
6.3	Use Case 1 - „Regionales virtuelles Kraftwerk (RVK)“	74
6.3.1	Konzept	74
6.3.2	Hardware	75
6.4	Use Case 2 - „Netzschutz in der Nieder- und Mittelspannungsebene“	76
6.4.1	Umsetzung des Test-Setups	76
6.4.2	Übersicht und Szenarien	78
6.4.3	Hardware	80
6.4.4	Deployment	80
7	Dokumentation und Softwaremanagement	83
7.1	Homepage und Wiki-System	83
7.2	Softwaremanagement	84
8	Zusammenfassung / Fazit	86
	Literatur	88
A	Selbstverständnis	91
A.1	Glossar	91
A.2	Open Source Lizenzmodell	93
B	Datenbanken	95
C	Veröffentlichungen	97
D	Dokumentation RVK-Services	98
D.1	RVPP simulator	100
D.1.1	Overview of the RVPP simulator	100
D.1.2	Producers: CHP unit	112
D.1.3	Producers: Gas boiler	115
D.1.4	Consumers: Heating system	117
D.1.5	Consumers: DHW coil in storage tank	119
D.1.6	Schedule execution	123
D.2	Energy Services	127
D.2.1	Overview of the energy services	127
D.2.2	Weather prediction	128
D.2.3	Thermal demand prediction	129

D.2.4	Electric demand prediction	130
D.2.5	Energy vector	130
D.2.6	Schedule creation	140
E	Ergänzungen zum Demonstrator	142