

Abschlussbericht

N5GEH: National 5G Energy Hub - Einführung zukunftssträchtiger Kommunikationsstandards in der Energietechnik Teilvorhaben: Einbindung dezentraler Energieversorgungssysteme

Förderkennzeichen 03ET1561B

Berichtszeitraum: 01.05.2018 - 31.12.2020

Aachen, Juni 2021



**RWTH Aachen University, E.ON Energy Research Center, Lehrstuhl für
Gebäude- und Raumklimatechnik**
Mathieustrasse 10, 52074 Aachen

**RWTH Aachen University, E.ON Energy Research Center, Institute for
Automation of Complex Power Systems**
Mathieustrasse 10, 52074 Aachen

RWTH Aachen University, Lehrstuhl Software Engineering
Ahornstraße 55, 52074 Aachen

**RWTH Aachen University, Lehrstuhl und Institut für Theoretische
Informationstechnik**
Kopernikusstraße 16, 52074 Aachen

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Autoren

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren

RWTH Aachen University, Lehrstuhl für Gebäude- und Raumklimatechnik:

Alexander Kümpel, Thomas Storek, Sebastian Blechmann, Rita Streblow, Dirk Müller

RWTH Aachen University, Institute for Automation of Complex Power Systems:

Maliheh Haghgoo, Carlo Guarnieri, Igor Sowa, Stephan Groß, Bettina Schäfer, Antonello Monti

Danksagung

Das Forschungsprojekt N5GEH wurde in der Zeit vom 01.05.2018 bis zum 31.12.2020 durch den Projektträger Jülich (PTJ) unter dem Förderkennzeichen 03ET1561B betreut. Die Finanzierung erfolgte aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, wofür wir uns herzlich bedanken.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	IX
I Kurzdarstellung des Projektes	1
1 Aufgabenstellung und Kurzfassung	3
2 Voraussetzungen	5
3 Planung und Ablauf des Vorhabens	7
4 Stand der Technik vor Projektbeginn	13
5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen	15
II Eingehende Darstellung der Projektergebnisse	17
6 Projektergebnisse	19
6.1 Use Case Definition	19
6.1.1 Cloudbasierte Regelung energetischer Systeme von Gebäuden	19
6.1.2 Stromnetz Use Cases	22
6.2 Entwicklung einer Cloud-Plattform	27
6.2.1 Cloud-Plattform	27
6.2.2 Virtualisierung und Skalierung der Plattform	34
6.2.3 Implementierung einer Client-Bibliothek	36
6.2.4 Datenmodell	39
6.2.5 Cloud Services	48
6.3 Funkbasierte Sensoren und Aktuatoren	52
6.3.1 Problemdefinition	52
6.3.2 Implementierung v1	54
6.3.3 Implementierung v2	56
6.3.4 Konfiguration	61
6.4 Entwicklung von Gateways	64
6.4.1 Definition von Anwendungssituationen	64

6.4.2	Integration von Gateways in das Energy Hub Konzept	64
6.5	Erprobung und Demonstration der Plattform anhand der Use-Cases	67
6.5.1	Monitoring von Gebäuden und elektrischer Netze	67
6.5.2	Regelung und Energie Management Systeme	79
7	Zahlenmäßiger Nachweis	97
8	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	99
9	Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	101
10	Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen	103
11	Publikationen	105
	Literaturverzeichnis	106