

## **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

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>IX</b>
<b>I Kurzdarstellung des Projektes</b>	<b>1</b>
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
<b>II Eingehende Darstellung der Projektergebnisse</b>	<b>17</b>
<b>6 Projektergebnisse</b>	<b>19</b>
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
<b>7</b>	<b>Zahlenmäßiger Nachweis</b>	<b>97</b>
<b>8</b>	<b>Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit</b>	<b>99</b>
<b>9</b>	<b>Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse</b>	<b>101</b>
<b>10</b>	<b>Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen</b>	<b>103</b>
<b>11</b>	<b>Publikationen</b>	<b>105</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>106</b>