

Jetzt
kaufen auf
shop.wvgw.de

Als Print oder
PDF-Download

Deutscher Verein des
Gas- und Wasserfaches e.V.



www.dvgw-forschung.de

Smart District 2: Entwicklung von Konzepten und Projektskizzen zur Sektorenkopplung in Quartieren

Abschlussbericht

Dr. Ben Wortmann, Dr.-Ing. Frank Burmeister, Dr.-Ing. Rolf Albus
Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.

Dr. Holger Dörr
DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie

Yi Nie, Thomas Bruno Schreiber, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller
RWTH Aachen, E.ON Energy Research Center, Lehrstuhl für Gebäude- und Raumklimatechnik

Dr.-Ing. Nicolas Witte, Othmar Verheyen
Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Ingenieurwissenschaften - Lehrstuhl Energietechnik

Patrick Heinrich, Thomas Wenzel, Philipp Pietsch
DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH



Herausgeber

DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.

Technisch-wissenschaftlicher Verein

Josef-Wirmer-Straße 1–3

53123 Bonn

T +49 228 91885

F +49 228 9188990

info@dvwg.de

www.dvgw.de

Smart District 2:
**Entwicklung von Konzepten
und Projektskizzen zur
Sektorenkopplung in Quartieren**

Abschlussbericht

September 2021

DVGW-Förderkennzeichen G 201821

Autorenliste

- Dr. Ben Wortmann Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.
- Frederic Frankenhoff, M.Sc. Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.
- Dipl.-Ing. Jörn Benthin Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.
- Dr.-Ing. Frank Burmeister Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.
- Dr.-Ing. Rolf Albus Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.
- Dr. Holger Dörr DVGW Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut
- Yi Nie, M.Sc. RWTH Aachen E.ON Energy Research Center
- Thomas Bruno Schreiber, M.Sc. RWTH Aachen E.ON Energy Research Center
- Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller RWTH Aachen E.ON Energy Research Center
- Dr.-Ing. Nicolas Witte Universität Duisburg-Essen
- Dipl.-Phys. Ing. Othmar Verheyen Universität Duisburg-Essen
- Patrick Heinrich, B.Sc. DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH
- Dipl.-Wi.-Ing. Thomas Wenzel DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH
- Dipl.-Ing. Philipp Pietsch DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

Danksagung

Wir danken Herrn Michael Walter (DVGW) als Vertreter des Auftraggebers und Herrn Peter Naab (Energieversorgung Filstal GmbH & Co. KG) als Vorsitzenden des Clusters „KWK/Anwendungstechnik“ für die vertrauensvolle Zusammenarbeit.

Zudem möchten wir der Netzgesellschaft Düsseldorf unseren Dank für die Mitwirkung und die Bereitstellung von Realdaten des Düsseldorfer Quartiers aussprechen.

Unser Dank für die fachliche Unterstützung gilt auch den Mitgliedern des Clusters „KWK/Anwendungstechnik“.

Zusammenfassung

Motivation und Ziele

Die Sektorenkopplung ist eine wesentliche Maßnahme zur Effizienzsteigerung von Energiesystemen, um die Klimaziele der Bundesregierung zu erreichen. Die Verknüpfung von Strom-, Wärme- und Gasinfrastruktur sowie des Mobilitätssektors steigert die Flexibilität des Versorgungssystems und ermöglicht eine systemdienlich-ökologische Transformation der Energieversorgung. Im Projekt Smart District 2 soll eine modellhafte Energieversorgungsanalyse von Typquartieren durchgeführt werden, um Erkenntnisse auf vergleichbare Gebiete übertragen zu können. Ziel ist es, die Umsetzung einer klimaneutralen Energieversorgung zu prüfen.

Methodik

Aufbauend auf dem Vorgängerprojekt Smart District erfolgt in verschiedenen Szenarien eine Optimierung der integrierten Energieversorgung repräsentativer Typquartiere unter Berücksichtigung unterschiedlicher Endverbraucher aller Sektoren inklusive Mobilität sowie Erzeuger nach wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten. Des Weiteren wird untersucht, wie sich der Ausbau eines Wärmenetzes auf die Kombination der verwendeten Technologien und das Optimierungsergebnis auswirkt. Für die Berechnung werden Geoinformationssysteme sowie mathematische Optimierungstools verwendet.

Ergebnisse

Eine klimaneutrale Energieversorgung im Sinne der Ziele der Bundesregierung ist in allen untersuchten Typquartieren möglich. Insbesondere erneuerbare Gase und erneuerbarer Strom können einen sehr großen Beitrag leisten, um die Versorgung der energieintensiven Sektoren Wärme, Strom und Mobilität im Einklang mit den Klimazielen zu transformieren. Ländliche Regionen stehen dabei besonders im Fokus, da die Analysen in Smart District 2 gezeigt haben, dass dort das Angebot an Erneuerbaren Energien die Nachfrage übersteigen kann.

Fazit und Handlungsempfehlungen

Ein Netzausbau als Sektorenkopplung sollte weiter umgesetzt werden, da dies bei allen Quartieren zukünftig zu deutlichen CO₂-Reduktionen beiträgt. Das schließt die Integration von Speichertechnologien ein. Zudem ist es zwingend nötig, den Ausbau der Erneuerbaren Energien weiter zu forcieren. Der Ausbau umfasst vor allem die Photovoltaik und Windkraft sowie Biogas aus Reststoffen. Im Mobilitätssektor sollte technologieoffen die Abkehr von fossilen Kraftstoffen forciert werden. Wirtschaftliche Anreize sind vor allem zu Beginn einer Technologie- bzw. Energiewende notwendig und sollten verstetigt werden. Bei allen Maßnahmen muss jedoch die Sozialverträglichkeit einen Kernschwerpunkt bilden, sonst verweigern sich die Betroffenen den Klimaschutzmaßnahmen oder können sie sich nicht leisten.

Ausblick und Forschungsbedarf

Ein Aspekt, welcher im Rahmen von Smart District 2 nicht näher untersucht werden sollte, ist der Einfluss des Klimawandels auf die Gebäude- und Quartiersversorgung. Der Begriff der Sektorenkopplung ist dabei von „Wärme-Strom-Mobilität“ auf „Wärme-Kälte-Strom-Mobilität“ auszuweiten. Insbesondere gasbasierte Technologien können hier durch KWKK eine Schlüsseltechnologie sein, wobei eine Einbindung innovativer Speicher- und Erzeugungstechnologien zu evaluieren ist. Darüber hinaus ist die Rolle des Energieträgers Wasserstoff im Wärmemarkt zu prüfen. Erneuerbar erzeugter Wasserstoff hat ein hohes Potenzial, zur Dekarbonisierung des Wärmemarktes im Gebäudesektor beizutragen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Reflexion aktueller DVGW Forschungsergebnisse	3
3	Szenarien, Kennzahlen und Digitalisierung	10
3.1	Szenarien und Kennzahlen	10
3.2	Digitalisierung in Quartieren	13
4	Methodik zur Bestimmung der Energiebedarfe für die Mobilität im Quartier.....	19
4.1	Ermittlung der Kfz-Bestände je Quartier und Verteilung der jeweiligen Antriebsarten und Fahrleistungen nach Status quo.....	19
4.2	Berechnung des Endenergieverbrauches und der aktuellen CO ₂ -Emissionen der Mobilität je Quartier.....	23
4.2.1	Ermittlung der Endenergiebedarfe.....	23
4.2.2	Ermittlung der aktuellen CO ₂ -Emissionen je Kfz-Typ und Quartier	25
4.3	Methodik zur Prognose des Endenergieverbrauches je Quartier für das Jahr 2050.....	26
4.3.1	Prognose der Fahrzeuganzahl im Quartier.....	26
4.3.2	Abschätzung der zukünftigen Antriebstechnologien für das Jahr 2050.....	27
4.3.3	Prognose des Endenergieverbrauches und der zukünftigen CO ₂ -Emissionen der Mobilität je Quartier	29
5	Methodik zur Modellierung der Wärmenetze im Quartier	32
5.1	Vorbetrachtung: Wärmebedarfsanalyse im Quartier	32
5.2	Zuordnung der Wärmeabnehmer zum nächstgelegenen Straßenzug und Identifikation von lukrativen Netzabschnitten	34
5.3	Modellierung eines Wärmenetzes für lukrative Netzabschnitte	36
6	Methodik zur Quartiersoptimierung.....	40
6.1	Struktur der Methodik und Parametertabelle	40
6.2	Analyse der Energieversorgung	42
6.2.1	Lastprofilerstellung von unterschiedlichen Energieträgern.....	42
6.2.2	Einflussfaktoren auf Energiebedarf und Energieerzeugung	50
6.3	Optimierungsverfahren zur konzeptionellen Ausgestaltung	51
6.3.1	Zuordnung der Versorgungstypen	52
6.3.2	Zentrale Versorgungsoptimierung	53
6.3.3	Objekt-Versorgungsoptimierung.....	60
6.3.4	Annahmen im Optimierungsmodell.....	63
6.4	Bewertungsparameter	78
6.4.1	Systemdienlichkeit	78
6.4.2	Flexibilität	79
6.4.3	Umweltverträglichkeit	80
6.4.4	Wirtschaftlichkeit	81
6.5	Ausblick.....	82
7	Charakterisierung der Quartiere	83
7.1	urban / nicht industriell	83
7.1.1	Quartiersbeschreibung	83
7.1.2	Mobilitätsanalyse im Quartier Lindenberg.....	85

7.1.3	Energiebedarfe im Quartier Lindenberg	89
7.1.4	PV-Potenziale im Quartier Lindenberg	93
7.1.5	Wärmenetze im Quartier Lindenberg.....	96
7.2	urban / industriell.....	99
7.2.1	Quartiersbeschreibung.....	99
7.2.2	Mobilitätsanalyse im Quartier Düsseldorf	101
7.2.3	Energiebedarfe im Quartier Düsseldorf	104
7.2.4	PV-Potenziale im Quartier Düsseldorf	110
7.2.5	Wärmenetze im Quartier Düsseldorf	112
7.3	ländlich / nicht industriell	116
7.3.1	Quartiersbeschreibung.....	116
7.3.2	Mobilitätsanalyse im Quartier Langenau.....	119
7.3.3	Energiebedarfe im Quartier Langenau	124
7.3.4	PV Potenziale im Quartier Langenau	129
7.3.5	Wärmenetze im Quartier Langenau.....	132
8	Quartierskonzepte.....	136
8.1	urban / nicht industriell	136
8.1.1	Analyse der zentralen Versorgung über Netze	136
8.1.2	Analyse der dezentralen Versorgung am Gebäude	137
8.1.3	Typtaganalyse im Quartier Lindenberg.....	139
8.1.4	Kostenanalyse und Emissionen im Quartier	141
8.1.5	Ergebnisse und Fazit der Quartierskonzepte für das Quartier Lindenberg.....	143
8.2	urban / industriell.....	144
8.2.1	Analyse der zentralen Versorgung über Netze	144
8.2.2	Analyse der dezentralen Versorgung am Gebäude	145
8.2.3	Typtaganalyse im Quartier Düsseldorf	148
8.2.4	Kostenanalyse und Emissionen im Quartier	149
8.2.5	Ergebnisse und Fazit der Quartierskonzepte für das Quartier Düsseldorf	151
8.3	ländlich / nicht industriell	153
8.3.1	Analyse der zentralen Versorgung über Netze	153
8.3.2	Analyse der dezentralen Versorgung am Gebäude	154
8.3.3	Typtaganalyse im Quartier Langenau.....	158
8.3.4	Kostenanalyse und Emissionen im Quartier	159
8.3.5	Ergebnisse und Fazit der Quartierskonzepte für das Quartier Langenau.....	163
9	Vergleich der Quartiersergebnisse und Fazit.....	164
9.1	Technologieverteilungen innerhalb der Quartiere	164
9.2	Kostenvergleich für alle Quartiere je Emissionsszenario	168
9.3	CO ₂ -Emissionen für alle Quartiere je Emissionsszenario	170
9.3.1	Vergleich der Gesamtreduktion der Emissionen.....	170
9.3.2	Vergleich der Emissionsveränderungen pro Kopf.....	173
10	Handlungsempfehlungen und Ausblick	176
10.1	Handlungsempfehlungen	176
10.2	Ausblick.....	178
11	Literaturverzeichnis.....	180
12	Abkürzungsverzeichnis	189

13	Abbildungsverzeichnis	192
14	Tabellenverzeichnis	197
15	Anhang	200