

Jetzt
kaufen auf
shop.wvgw.de
Als Print oder
PDF-Download

Deutscher Verein des
Gas- und Wasserfaches e.V.



www.dvgw-forschung.de

Zukunft Fernwärme: Untersuchung der Fern- und Nahwärmeka- pazitäten aus Kohle in Deutschland und dar- aus resultierende Potenziale für mit Gas er- zeugter Fernwärme und KWK-Anwendungen

Abschlussbericht

Philipp Pietsch, Thomas Wenzel, Patrick Heinrich

DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

Kevin Pacco, Simon Thams

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen – Lehrstuhl und Institut
für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft

Joana Verheyen, Othmar Verheyen

Universität Duisburg-Essen: Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Lehrstuhl
Energietechnik

Dr. Ben Wortmann, Jörn Benthin

Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.



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

Untersuchung der Fern- und Nahwärme- kapazitäten aus Kohle in Deutschland und daraus resultierende Potenziale für mit Gas erzeugter Fernwärme und KWK- Anwendungen

Abschlussbericht

Oktober 2023

DVGW-Förderkennzeichen G 202013

Autorenliste

| | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| Dipl.-Ing. Philipp Pietsch | DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH |
| Dipl.-Wi.-Ing. Thomas Wenzel | DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH |
| Patrick Heinrich, B.Sc. | DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH |
| Dipl.-Phys. Ing. Othmar Verheyen | Universität Duisburg-Essen |
| Joana Verheyen, M.Sc. | Universität Duisburg-Essen |
| Kevin Pacco, M.Sc. | RWTH Aachen University |
| Martin Simon Thams, M.Sc. | RWTH Aachen University |
| Dr. Ben Wortmann | Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. |
| Dipl.-Ing. Jörn Benthin | Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. |

Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht beschäftigt sich mit dem zukünftigen Ausbau der vorhandenen Wärmenetze und insbesondere der Netze mit Kohle-KWK-Anlagen als einer der Hauptwärmequellen in Deutschland. Im Projekt wurde untersucht, wie ein Ausstieg aus der Kohle eine Chance für eine solche Transformation bieten kann. Vor dem Hintergrund des Kohleausstiegs bis 2038 entfallen erhebliche Kapazitäten an durch Kohleverbrennung erzeugter Fernwärme und Strom. Um weiterhin die Versorgungssicherheit insbesondere der angeschlossenen Wärmenetze zu gewährleisten, ist es notwendig, alternative Versorgungskonzepte zu finden. Daher wurde hier auf die im starken Wandel befindliche Versorgungslage, nicht nur auf dem Strom-, sondern vor allem auf dem Wärmemarkt eingegangen und zukünftige Versorgungsmodelle identifiziert und bewertet.

Basierend auf den Daten zu den Kohlekraftwerken aus öffentlich verfügbaren Quellen, wie Kraftwerksliste, Zensus und den Angaben verschiedener Anlagenbetreiber konnten im Projekt viele relevante Wärmenetze ermittelt werden, welche vom Kohleausstieg betroffen sind.

Auf Basis der Netzbetriebssimulation wurde die regionale Netzauslastung sowie der Beitrag heutiger kohlebefuerter Kraftwerke mit und ohne KWK zum Redispatch in Deutschland bestimmt.

Auch wenn KWK-Anlagen mit erneuerbaren Gasen gerade für die Überbrückung der „Dunkelflaute“ im Strommarkt auch zukünftig eine wichtige Rolle spielen werden, wurden explizit technologische Alternativen zur Wärmeversorgung mit untersucht. Insbesondere durch mehr Wind- und Solarstrom im Netz werden die Stunden mit „Stromüberschuss“ weiterhin zunehmen und somit müssen auch die Wärmenetze ggf. als Puffermöglichkeiten über Power-to-Heat-Anlagen genutzt werden. Dementsprechend wurden die betrachteten Netze ganzheitlich ohne Ausschluss bestimmter Technologien betrachtet und berechnet.

Resultat der Studie ist neben einem umfangreichen Überblick des Status Quo der Kohle-KWK auch eine Betrachtung der Potenziale an den einzelnen Kohle-Standorten sowie Detailbetrachtungen einzelner repräsentativer Wärmenetze mit hohem Kohleanteil.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|------------|
| Inhaltsverzeichnis | I |
| Abkürzungsverzeichnis | 126 |
| 1 Einleitung | 1 |
| 2 Metastudie leitungsgebundene Wärmeversorgung Deutschland | 4 |
| 2.1 Entwicklung wesentlicher allgemeiner Parameter | 4 |
| 2.2 Entwicklung der Wärmenetze | 8 |
| 2.3 Entwicklung der Energiequellen der Wärmenetze..... | 12 |
| 3 Ermittlung des Status quo bestehender kohlebefeuerter Wärmenetze | 18 |
| 3.1 Einführung: gegenwärtige Energieversorgung in Deutschland | 18 |
| 3.1.1 Primärenergiebereitstellung..... | 18 |
| 3.1.2 Primärenergieverbrauch..... | 19 |
| 3.1.3 Endenergieverbrauch..... | 20 |
| 3.1.4 Herausforderungen der Energiewende im Rahmen des Kohleausstieges | 22 |
| 3.2 Strom- und Wärmebereitstellung durch Kohlekraftwerke | 24 |
| 3.2.1 Lokalisierung und Georeferenzierung vorhandener Kohlekraftwerke in Deutschland | 24 |
| 3.2.2 Energieproduktion in Kohlekraftwerken | 27 |
| 3.2.3 Kohlebefeuerte KWK-Anlagen zur Strom- und Wärmeproduktion | 30 |
| 3.3 Räumlich-Strukturelle Analysen der Gebiete um die Kohlekraftwerksstandorte | 36 |
| 3.3.1 Strukturelle Analyse des Umfeldes der Kraftwerksstandorte | 36 |
| 3.3.2 Analyse der Energiebedarfe im Umfeld der Kraftwerksstandorte..... | 40 |
| 3.1 Datenerhebung und Entwicklung eines Status-Quo-Szenarios im Stromsystem..... | 50 |
| 3.1.1 Szenarioannahmen – Markt | 51 |
| 3.1.2 Szenarioannahmen – Netz..... | 53 |
| 4 Klassifizierung der Wärmenetze in Regional- und Leistungsklassen | 55 |
| 4.1 Erhebung der kohlebefeuerter Wärmenetze in Deutschland | 55 |
| 4.2 Relevanz kohlebefeuerter Kraftwerke und KWK-Anlagen im heutigen Stromsystem . | 56 |
| 4.2.1 Strommarktsimulation..... | 57 |
| 4.2.2 Netzbetriebssimulation | 59 |
| 4.3 Regionale und leistungsbezogene Klassifizierung der relevanten Wärmenetze..... | 64 |
| 4.4 Beurteilung von Wärmenetzschnittstellen und -kopplungspunkten zwischen einzelnen Netzen und Netzabschnitten..... | 69 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 5 | Analyse der technologischen Möglichkeiten für den Ersatz von Kohle zur Wärmeerzeugung | 70 |
| 5.1 | Ersatztechnologien für Kohlekraftwerke mit dem Fokus auf die Bereitstellung von Fernwärme | 70 |
| 5.2 | Beurteilung der Ersatztechnologien für Kohle im Hinblick auf die relevanten Fernwärmenetze..... | 72 |
| 5.3 | Bewertung der wärmeseitigen Kohleersatztechnologien anhand ausgewählter Beispielsimulationen | 76 |
| 5.3.1 | Solarthermie..... | 79 |
| 5.3.2 | Großwärmepumpe | 81 |
| 5.3.3 | Kombination aus industrieller Abwärme, Flusswasserwärmepumpe, Solarthermie und thermischem Speicher..... | 83 |
| 5.4 | Identifikation der Flexibilitätspotentiale neuartiger Ersatztechnologien für den Stromsektor | 88 |
| 6 | Bewertung der Technologien bezüglich Stromnetzstabilität und Zusammenführung von Leistungsklassen | 92 |
| 6.1 | Ableitung geeigneter Zukunftsszenarien zur Beurteilung regionaler Unterschiede bei der Allokation von innovativen Ersatztechnologien | 92 |
| 6.1.1 | Szenarioannahmen – Markt | 92 |
| 6.1.2 | Szenarioannahmen – Netz..... | 94 |
| 6.2 | Untersuchung der Generation Adequacy | 96 |
| 6.3 | Transmission Adequacy..... | 101 |
| 6.3.1 | Strommarktsimulation..... | 102 |
| 6.3.2 | Netzbetriebssimulation | 102 |
| 7 | Ermittlung der Umrüstmöglichkeiten von Kohle zu Gasen zum Betrieb der Wärmenetze | 110 |
| 7.1 | Identifikation und Charakterisierung von Referenzstandorten: TOPSIS-Methode | 110 |
| 7.2 | GIS-basierte Wärmenetzanalyse für die identifizierten Standorte | 113 |
| 8 | Schlussfolgerungen und Ausblick..... | 118 |
| 8.1 | Schlussfolgerungen | 118 |
| 8.2 | Ausblick | 119 |
| 9 | Literaturverzeichnis | 120 |
| | Abbildungsverzeichnis | 129 |
| | Tabellenverzeichnis | 134 |
| | Anhang..... | 135 |