

Geoinformationssysteme als Ausgangsbasis für die regionale Wärmewende

Damit die breite Umsetzung der Energiewende in der Basis gelingen kann, ist aus technischer Sicht neben der „Stromwende“ auch eine „Wärmewende“ zwingend notwendig. Ein Baustein, der in diesem Zusammenhang maßgeblich zum Gelingen beitragen kann, sind regionale Wärmeverbände. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projektes „Render – Regionaler Dialog Energiewende“ wurde für die nahe Aachen gelegene Stadt Baesweiler exemplarisch ein Wärmeversorgungskonzept ausgearbeitet und entsprechende Handlungsempfehlungen für die Umsetzung formuliert.

von: Daniel Löwen, Dr.-Ing. Kristoffer Ooms (beide: FiW e. V.) & Jörg Ottersbach (BET)

Im Rahmen des Projektes „Render – Regionaler Dialog Energiewende“ wurde in der Städteregion Aachen mit ihren über 550.000 Einwohnern und einer Fläche von 700 km² untersucht, wie durch die Bildung von regionalen Wärmeverbänden die Wärmewende in der Region umgesetzt werden kann. Hierzu wurde mithilfe eines Geoinformationssystems (GIS) ein Wärmekataster der Region erstellt (Abb. 1), wodurch Gebiete mit räumlicher Nähe zu einer Wärmequelle und mit hohem spezifischem Wärmebedarf identifiziert werden konnten. In einem nächsten Schritt wurden die ermittelten Wärmesenken hinsichtlich geeigneter Wärmeverbände analysiert.

Die Bildung eines Wärmeverbundes ist in lokalen Gebieten insbesondere dann wirtschaftlich möglich, wenn Bereiche mit einer hohen Wärmedichte vorhanden sind – auf diese Weise können die nicht unerheblichen Investitionskosten eines Wärmenetzes auf eine große Absatzmenge verteilt werden, wodurch die spezifischen Wärmekosten sinken. Aus diesem Grund erstellten die Projektbeteiligten aus dem Wärmekataster kommunenspezifische Wärmedichtekarten, anhand derer im Anschluss Regionen im Projektgebiet ermittelt werden konnten, die aufgrund der räumlichen Lage sowie des Wärmebedarfs für eine Erschließung

als Nahwärmeinsel interessant erschienen. Konnte daraufhin ein potenzielles Wärmeverbundsystem identifiziert werden, erfolgte im Anschluss eine Grobtrassierung des Gebietes (Abb. 2), wobei die mögliche Trassenführung prioritär anhand der bestehenden Infrastruktur sowie der ausgewählten Flurstücke durch das Netz gelegt wurde.

Basierend auf der ermittelten Wärmebedarfsleistung wurde anschließend untersucht, welche bestehenden und neuen Wärmequellen in das Wärmeversorgungskonzept integriert werden können. Grundsätzlich ist jede Form der erneuerbaren Wärmebereitstellung integrierbar, um das Maximum der Wärmelast regenerativ abdecken zu können. Mittels eines größeren Speichers ließe sich zusätzlich der Anteil eines konventionellen Gaskessels zur Abdeckung der Spitzenlast reduzieren.

Detailanalyse im Projektgebiet Baesweiler

In diesem Zusammenhang wurde in der nahe Aachen gelegenen Stadt Baesweiler mit einer Gebietsfläche von rund 30 km² und ca. 28.000 Einwohnern eine Detailanalyse durchgeführt. Der Jahreswärmebedarf des Projektgebietes betrug rund 6.000 Megawattstunden pro Jahr (MWh/a). In der Stadt existiert

ein mit Biogas betriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW) mit noch rund zehn Jahren Förderdauer und ein Gaskessel, der zur Beheizung eines kommunalen Gebäudes vorgesehen ist. Bislang ist an das existierende Wärmenetz nur das örtliche Schwimmbad angeschlossen, das ganzjährig Wärme bezieht.

Die bereits vorgestellten Schritte zur Ableitung eines Wärmeverbundsystems ergaben, dass die kommunalen Gebäude aufgrund ihres Volumens und ihres Alters den höchsten Jahreswärmebedarf aufweisen und sich eine relevante Anzahl der Gebäude in der Nähe der bestehenden Wärmeleitung befinden.

Wärmeversorgungskonzept

Ziel einer im Rahmen des Projektes verfassten Masterarbeit waren die Entwicklung, Simulation und Berechnung eines Wärmeversorgungskonzeptes für die Stadt Baesweiler. Dazu wurden verschiedene, auf einem Wärmenetz basierende Versorgungsvarianten und -szenarien entworfen und miteinander verglichen. Unterscheidungsmerkmale der insgesamt fünf betrachteten Varianten sind die jeweils eingesetzten Wärmequellen, wobei Kombinationen aus Gaskessel, erdgasbetriebenem BHKW, Solarthermie, Biomasseheizwerk und

Wärmepumpe mit Fotovoltaik-Anlagen untersucht wurden. Abgegrenzt wurden die verschiedenen Versorgungsszenarien anhand unterschiedlicher Netzausbaustufen sowie dem Anschlussgrad der privaten Wohn- und Geschäftsgebäude im Versorgungsgebiet in Höhe von 30, 60 oder 100 Prozent.

Ein Vergleich der Wärmequellen hat ergeben, dass mit deren Nutzung unterschiedliche Vor- und Nachteile einhergehen. Die niedrigsten Wärmeversorgungskosten konnten mit einer Kombination aus BHKW, Biomasseheizwerk und Gaskessel erreicht werden, was im Wesentlichen auf das Biomasseheizwerk mit dem niedrigsten Kosten-Wärme-Verhältnis der verglichenen Wärmequellen zurückzuführen ist: In diesem wird ausschließlich Brennstoff aus regional anfallendem Grünschnitt eingesetzt, was für eine hohe regionale Wertschöpfung und niedrige CO₂-Emissionen sorgt. Im Rahmen der genannten Masterarbeit wurde die ausreichende regionale Verfügbarkeit von Biomasse vorausgesetzt. Weiterhin ist zu beachten, dass die Größe des Biomasseheizwerks aufgrund des regionalen Bioenergiepotenzials begrenzt ist; diese beiden letzten Punkte können innerhalb der Wirtschaftlichkeitsanalyse von besonderer Bedeutung sein.

Weiterhin zeigten die Untersuchungen, dass die Wärmeversorgungskosten eines BHKW und einer Wärmepumpe in einer vergleichbaren Größenordnung liegen. Der wesentliche Vorteil des

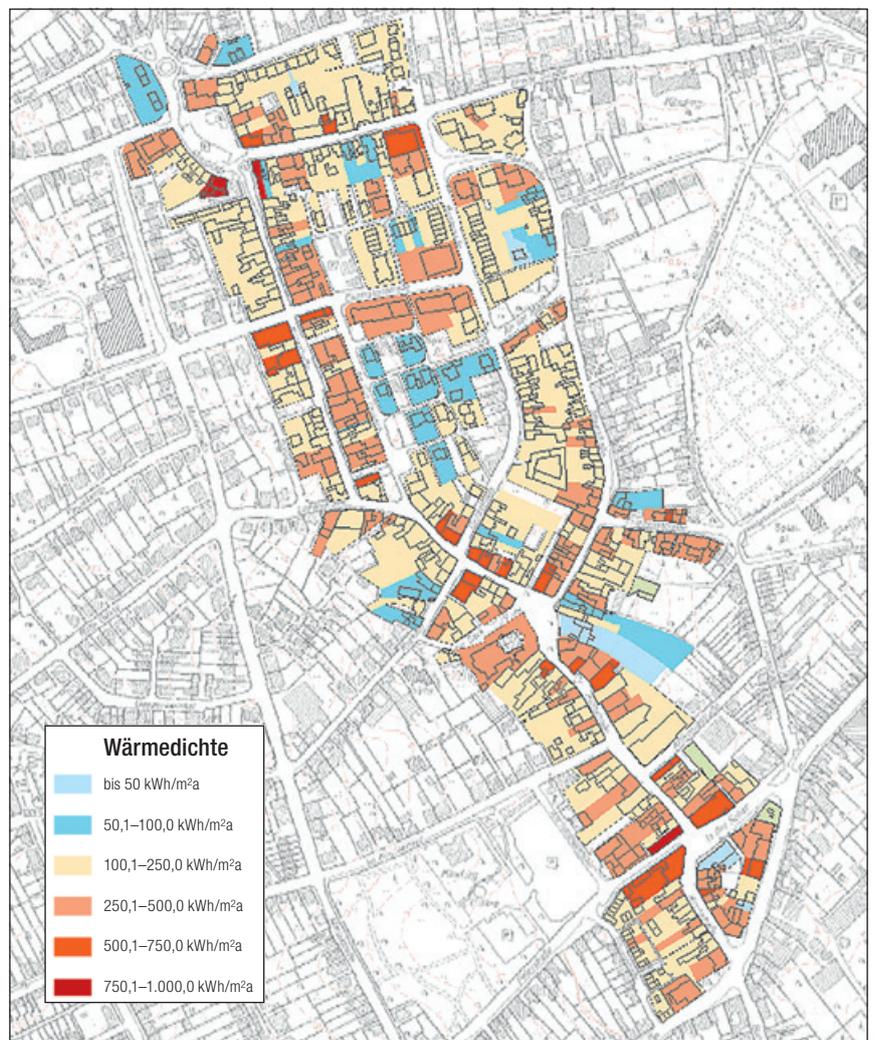


Abb. 1: Beispielhafte Darstellung eines Wärmekatasters mit eingezeichneter Wärmedichte

Quelle: [3]

BHKW besteht in den niedrigen CO₂-Emissionen, die durch die CO₂-Gutschrift für den ins Netz eingespeisten Strom erreicht werden. Demgegenüber besteht ein wesentlicher Vorteil der Wärmepumpe darin, dass der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärme-

versorgung deutlich höher ist. Die Kombination aus BHKW und Wärmepumpe mit einer am Börsenstrompreis orientierten Betriebsweise zur Nutzung der Preisvolatilität hat sich unter den derzeitigen Randbedingungen als unwirtschaftlich erwiesen. Dabei sollte



energie|wasser-praxis

**Bleiben Sie up to date:
neuer monatlicher
Newsletter**

Jetzt
kostenlos
abonnieren

Mit unserem neuen Newsletter informieren wir Sie einmal im Monat zwischen den Print-Ausgaben über aktuelle Themen aus der Energie- und Wasserwirtschaft und neue Beiträge auf der Website.
Den Newsletter können Sie auf www.energie-wasser-praxis.de ganz einfach und kostenlos abonnieren.

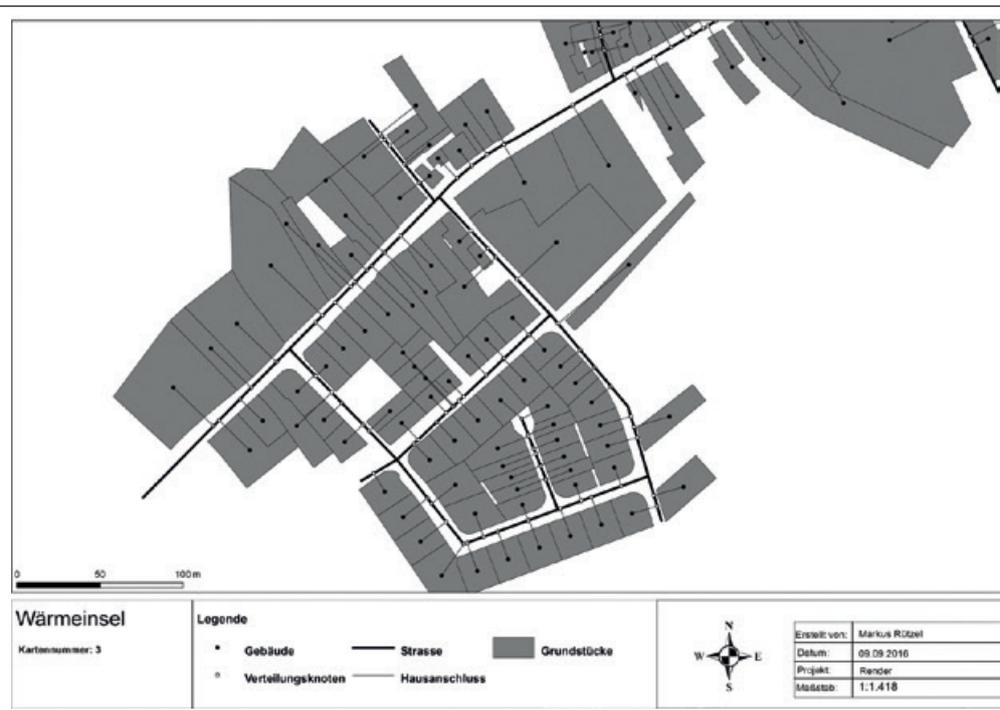


Abb. 2: Geoinformations-gestützte Trassierung einer Nahwärmeleitung

das BHKW bei hohen Strommarktpreisen (Stromproduktion) und die Wärmepumpe bei niedrigen Strommarktpreisen (Strombezug) betrieben werden. Deutlich wurde jedoch, dass trotz zeitweise auftretenden negativen Börsenstrompreisen fast ausschließlich das BHKW zur Wärmebereitstellung den Vorrang hatte (Abb. 3).

BHKW und Gaskessel können neben Erdgas auch mit Biogas betrieben wer-

den. Die Kosten des Biogases liegen aktuell jedoch deutlich über dem von Erdgas, weshalb ein wirtschaftlicher Betrieb nur mit einer entsprechenden Förderung realisierbar ist. Die Literaturauswertung zur Bemessung des Bioenergiepotenzials ergab, dass neben Grünschnitt auch Hackfrüchte und Stroh – ein hohes energetisches Potenzial aufweisen. Diese Stoffe eignen sich für die Co-Vergärung in einer Biogasanlage,

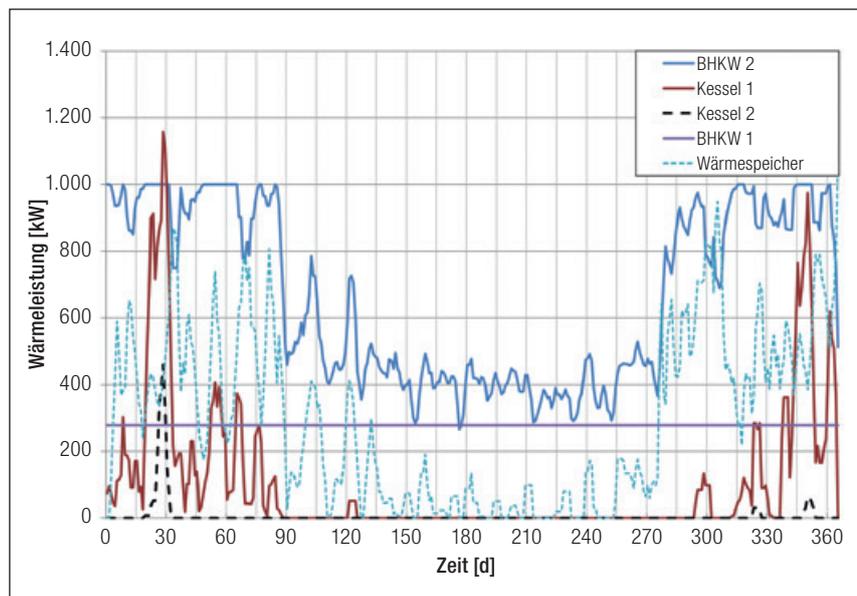


Abb. 3: Leistungsbereitstellung der verschiedenen Wärmequellen pro Tag

wobei das Biogas im BHKW oder dem Gaskessel des Wärmenetzes energetisch genutzt werden kann [5]. Die Menge der im Zielgebiet anfallenden Erntenebenprodukte würde ausreichen, um rund 58 Prozent des jährlichen Gasverbrauchs von Gaskessel und BHKW bei der Wärmequellenkombination aus Biomasseheizwerk, BHKW und Gaskessel abdecken zu können [6, 7].

Hinsichtlich der Nutzung von Solarthermie hat die Untersuchung der Simulationsergebnisse gezeigt, dass diese ohne einen saisonalen Wärmespeicher keinen signifikanten Beitrag zur Wärmeversorgung liefern kann. Grund hierfür ist die zeitliche Diskrepanz zwischen dem Wärmebedarf der Verbraucher (im Winter hoch) und der Wärmeproduktion der Solarthermie (im Sommer hoch). Verglichen mit der derzeitigen Wärmeversorgung in Baesweiler, die im Wesentlichen auf dezentralen Heizöl- und Erdgasheizkesseln beruht, können durch alle untersuchten Varianten jedoch sowohl der Wärmepreis als auch die CO₂-Emissionen z. T. erheblich reduziert werden. Mit Nutzung des Biomasseheizwerks oder der Wärmepumpe ließe sich darüber hinaus der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung von 4 Prozent auf über 20 Prozent bzw. fast 60 Prozent erhöhen. Darüber hinaus wäre nochmals zu überprüfen, ob in naher Zukunft Freiflächen erschlossen werden können, auf denen ein saisonaler Wärmespeicher gebaut werden könnte. Möglich wäre hier auch ein unterirdischer Speicher, der neben Wasser als Speichermedium z. B. mit einer Gesteinsschüttung befüllt wird. Dadurch ist der Speicher ausreichend tragfähig und auf dessen Deckenplatte könnten Spielplätze oder parkähnliche Flächen errichtet werden.

Der Vergleich verschiedener Ausbaustufen des Wärmenetzes und der Anschlussgrade der anliegenden Verbraucher macht deutlich, dass diese einen erheblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes haben. Grundsätzlich lässt sich hieraus folgende Tendenz ableiten: Je größer

das Netz und je höher dessen Wärmeabsatzdichte, desto niedriger sind einerseits die spezifischen Wärmeversorgungskosten und andererseits die relativen Wärmeverluste des Netzes. Bei Umsetzung eines Wärmenetzes in Baesweiler sollten die Verbraucher deshalb frühzeitig in den Planungsprozess eingebunden und Anreize geschaffen werden, damit möglichst viele Kunden einem Netzanschluss zustimmen.

Weiterführung der ENERKO-Studie [9]

Im Zuge der Detailanalyse konnte u. a. auf ein bereits bestehendes „Klimaschutzteilkonzept für die Baesweiler Innenstadt“ [9] aufgebaut werden. Zusätzlich wurden in mehreren Sitzungen mit dem Bürgermeister, den lokalen Energie- und Wärmeversorgern sowie den städtischen Fachdezernenten die kommunalen Interessen, Planungen und Ziele ausgetauscht sowie die bis dahin vorliegenden Ergebnisse weiterdiskutiert.

Basierend auf ausgewählten Informationen der ENERKO-Studie ergab sich, dass unter Berücksichtigung der verfügbaren BHKW-Leistung, der aktuellen Volllaststundenzahl und der existierenden Rohrdimensionierung/dem Rohrdurchmesser der vorhandenen Wärmeleitung eine erhöhte Wärmeabgabe sinnvoll wäre, um den Wärmebedarf der nahliegenden kommunalen Gebäude zu decken. Zudem wäre es möglich, zusätzlich zu den öffentlichen Gebäuden auch interessierte Privatkunden entlang der zu erweiternden Trasse sowie ein geplantes Neubaugebiet an das Wärmenetz anzuschließen und regenerativ mitzuversorgen. Sollte sich im Verlauf der Zeit zeigen, dass die Resonanz und der Privatkundenwunsch zum Anschluss an die Wärmeleitung stärker zunimmt als geplant, könnten die BHKW-Kapazitäten zur Deckung der Grundlast auch bei einer Anschlussförderung weiter ausgebaut werden. Hierbei sollte darauf geachtet werden, dass Bedarf und Volllastbetriebsstunden für

eine wirtschaftliche Aggregatauslastung hinreichend groß sind. Als Erweiterungsoption wurde weiterhin die Einbindung von Abwärmestandorten, wie z. B. von Abwärme-intensiven Industrieprozessen, ebenso wie die Integration von Wärmepumpen im Rahmen dieses Vorhabens geprüft werden.

Bei einem zügigen Ausbaufortschritt und der Anbindung einer größeren Anzahl von Privatkunden oder einzelnen industriellen Großabnehmern könnte in naher Zukunft die Leistungsgrenze des Netzes und/oder des BHKW erreicht werden. Aufbauend darauf wurde zur Entlastung des Wärmenetzes sowie des BHKW zusätzlich untersucht, ob eine Einbindung erneuerbarer Wärmeproduktion bzw. durch Solarthermie-Kollektoren oder Wärmepumpen hilfreich sei und ggf. teilweise über die vorhandenen und potenziell sinnvollen Dachflächen realisiert werden könnte. Als praktisches Tool für die Belegung der Dachflächen und für die

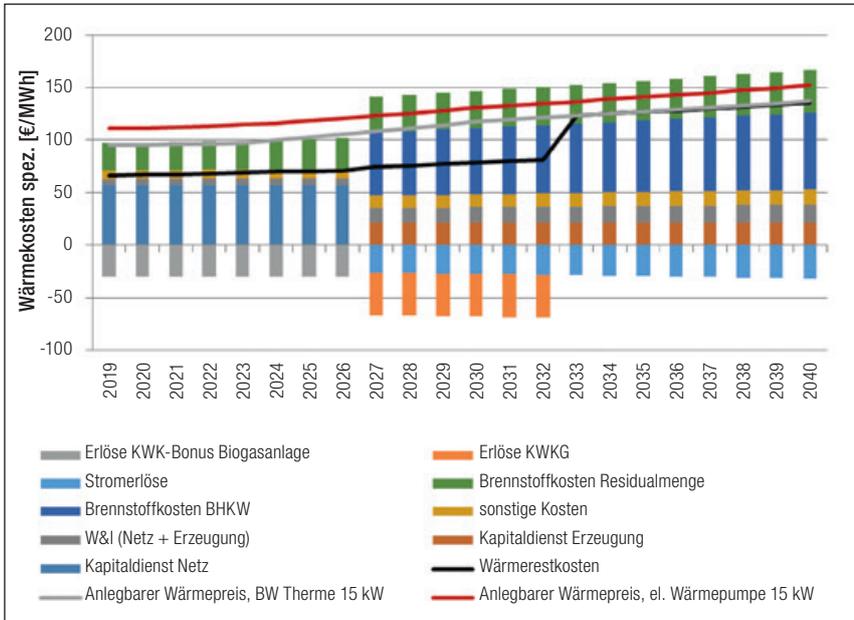


SUPPORTERS



MEDIA PARTNERS





Quelle: [3]

Abb. 4: Aufstellung der Wärmerestkosten für den Endkunden (Szenario inklusive Neubaugebiet)

Hochrechnung hat sich beispielsweise das Solarpotenzialkataster herausgestellt, das für die gesamte Städteregion Aachen vorliegt [4].

Wirtschaftlichkeit Netzausbau

Ein sehr wichtiger Entscheidungsfaktor, nach Prüfung der technischen Machbarkeit, war die Bewertung der Wirtschaftlichkeit eines solchen Nahwärmenetzes im Vergleich zu konventionellen, dezentralen und heizkesselbasierten Systemen. Um hierzu ein Ergebnis ableiten zu können, wurde der ENERKO-Ansatz unter Berücksichtigung aktueller Fördermittel sowie zukünftiger Preismodelle und Prognosen überarbeitet. Ergebnis der Prüfung ist, dass die Wärmerestkosten insgesamt zwar höher, jedoch noch deutlich unterhalb des anlegbaren Wärmepreises liegen, solange eine Förderung nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) erfolgt. Dabei konnte der wesentliche Anteil der Wärmelast – nämlich über 75 Prozent des Jahreswärmebedarfs von den rund 12.000 MWh/a – über das bestehende Biogas-BHKW bereitgestellt werden.

Innerhalb der Wirtschaftlichkeitsanalyse wurde auch die notwendige Erweiterung des aktuellen Wärmenetzes betrachtet. Unter Berücksichtigung aller

Kosten, Einsparungen und Erlösen resultierte in der Gesamtbewertung, je nach Szenario, eine statische Amortisationsdauer von ca. fünf bis zehn Jahren. Zusammenfassend zeigte das Projekt, dass der Betrieb eines Wärmenetzes in Baesweiler mit einem hohen Wärmeanteil aus erneuerbaren Energien und KWK technisch möglich ist und gegenüber dem derzeitigen Versorgungskonzept eine sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Verbesserung darstellt. Die Autoren empfehlen deshalb unter zusätzlicher Berücksichtigung der aktuellen Fördersituation, das Wärmenetz kurzfristig umzusetzen.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich für die Förderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Forschung für Nachhaltigkeit (FoNa) im Förderschwerpunkt „Nachhaltiges Landmanagement“ (NaLaM) sowie für die Unterstützung aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des interdisziplinären Projektverbunds render. ■

Literatur

[1] Geobasis NRW (2014): Liegenschaftskataster. Bezirksregierung Köln, online unter www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/geobasis/liegenschaftskataster/index.html, abgerufen am 4. Januar 2019.

[2] Geobasis NRW (2015): Digitale Höhenmodelle. Bezirksregierung Köln, online unter www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/geobasis/hoehenmodelle/index.html, abgerufen am 4. Januar 2019.

[3] Rützel, M. (2016): GIS-gestützte Auswertung eines Wärmeatlanten zur Identifikation und Bewertung von dezentralen Wärmeinseln. 25. August 2016, Aachen.

[4] Aachen, S. (2016): Solarpotenzialkataster der Städteregion Aachen. Dezernat IV für Bauen, Umwelt und Verbraucherschutz, online unter www.solare-stadt.de/staedteregion-aachen/Solarpotenzialkataster, abgerufen am 4. Januar 2019.

[5] Kaltschmitt, M., Hartmann, H., Hofbauer, H. (2016): Energie aus Biomasse – Grundlagen, Techniken und Verfahren. Heidelberg: Springer Vieweg. 2016, Berlin.

[6] Lindner, F., Genzowsky, K. (2016): Beiträge eines regionalen Grünschnittkreislaufs zur nachhaltigen Energieerzeugung, Aachen.

[7] Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2017): Biogasausbeuten verschiedener Substrate, online unter www.lfl.bayern.de/iba/energie/049711/?sel_list=22%2Cb&anker0=substratanker#substratanker, abgerufen am 11. Januar 2019.

[8] Genzowsky, K., Loderhose, M., Schneider, J., Rützel, M. (2016): Integration von dezentralen durch KWK-Anlagen und erneuerbare Energien gespeisten Wärmeverbundsystemen in bestehende Infrastrukturen, Aachen.

[9] EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH (2017): Klimaschutzkonzept für die Baesweiler Innenstadt. 6. März 2017, Aldenhoven.

Die Autoren

Daniel Löwen ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen e. V. (FiW) im Bereich Energie und Wasserökonomie.

Dr.-Ing. Kristoffer Ooms ist Leiter des Bereichs der Umweltverfahrens- & Energietechnik am Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen e. V. (FiW).

Dipl.-Ing. Jörg Ottersbach ist Berater für nachhaltige Erzeugungsstrategien beim BET Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH in Aachen.

Kontakt:

Daniel Löwen
 Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW) e. V.
 Kackertstr. 15–17, 52056 Aachen
 Tel.: 0241 80268-31
 E-Mail: loewen@fiw.rwth-aachen.de
 Internet: www.fiw.rwth-aachen.de

DVGW-STUDIERENDEN- PATENSCHAFTSPROJEKT

Nehmen Sie als vorausschauendes Unternehmen am DVGW-Studierenden-Patenschaftsprojekt im Rahmen der **gatIwat 2019** in Köln teil und treten Sie in Kontakt mit angehenden Nachwuchskräften.

➔ www.dvgw.de/patenschaft



Anmeldefrist ist der
26. April 2019

Bei Fragen schreiben Sie uns eine E-Mail an **nachwuchs@dvgw.de**
oder rufen Sie uns an unter Tel.: 030/79 47 36 70.

Deutscher Verein des
Gas- und Wasserfaches e.V.

