

Scientists for Future

# Kommunale Wärmewende: Chance oder Überforderung?

Durch den russischen Krieg gegen die Ukraine, die Gaspreiskrise und den Streit um das Heizungsgesetz wird die Wärmewende öffentlich diskutiert. Im Rahmen des vom Umweltbundesamt geförderten Projekts Key Points der kommunalen Wärmewende haben die Scientists for Future handlungsorientierte Kurzinformationen zur Wärmewende erstellt, deren Kernbotschaften hier vorgestellt werden.

Von Jens Clausen, Volker Stelzer und Michael Huber

## Kommunale Wärmewende

Deutschland soll nach dem Klimaschutzgesetz spätestens 2045 klimaneutral sein und es ist unter Fachleuten unstrittig, dass, um das 1,5-°C-Ziel noch zu erreichen, bis 2030 nicht nur die Kohleverstromung völlig eingestellt, sondern auch der Erdgasverbrauch halbiert und in wenigen weiteren Jahren völlig beendet werden muss. Eine Neuinvestition in die Grundlasterzeugung von Strom und Wärme auf Erdgasbasis ist nicht mit den Klimaregularien in Deutschland zu vereinbaren (Oei et al. 2019).

Wärmeversorgung wird in Zukunft nicht nur Sache der Gebäudeeigentümer/innen sein, sondern zunehmend zu einer kommunalen Aufgabe werden. Die Kommunen müssen die Wärmeversorgung der Zukunft planerisch vorbereiten. Statt sich darauf zu beschränken, wie bisher Lizenzen an Gasnetzbetreiber zu vergeben, werden sie durch eine Wärmeplanung dafür sorgen, dass Wärmenetze auf Basis erneuerbarer Energien dort entstehen können, wo sie sozioökonomisch und ökologisch gegenüber der Einzelversorgung von Gebäuden vorteilhaft sind.

## Die kommunale Wärmeplanung

Nach den Plänen der Bundesregierung (2023) werden Kommunen ab 10.000 Einwohnenden eine kommunale Wärmeplanung erstellen. Diese besteht in der kartografischen Erfassung des Wärmebedarfs und der möglichen erneuerbaren Wärmequellen im Gebiet einer Kommune (Scientists for Future 2022 a). Weiter soll sie ein klimaneutrales Szenario für das Jahr 2045 beschreiben und individuelle Meilensteine für die Jahre 2030, 2035 und 2040 zur zukünftigen Entwicklung des Wärme-

bedarfs sowie eine flächendeckende Darstellung der zur klimaneutralen Bedarfsdeckung geplanten Versorgungsstruktur enthalten. Hierauf aufbauend werden im kommunalen Wärmeplan mögliche Handlungsstrategien und Maßnahmen entwickelt: die Wärmewendestrategie.

Die kommunale Wärmeplanung ist durch die Kommune selbst oder in ihrem Auftrag zu erarbeiten. Bürgerinnen und Bürger, besonders in ihren Funktionen als Wärmeabnehmer, Wärmeanbieter oder als die Maßnahmen durchführende Unternehmen des Handwerks oder der Wirtschaft, sind zu beteiligen. Durch die kommunale Wärmeplanung wird nicht nur die zukünftige erneuerbare Wärmeversorgung geplant, sie macht die Kommune auch unabhängiger von Preisschwankungen der Weltmarktpreise für Energie. Die kommunale Wärmeplanung ist damit von zentraler Bedeutung für die Umsetzung der Klimaneutralität und für die Aufrechterhaltung einer preisgünstigen und sicheren Wärmeversorgung.

## Ein energieeffizienter Gebäudebestand

ist dabei eine wesentliche Voraussetzung für die Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energie und damit für das Erreichen der kommunalen Klimaneutralität (Scientists for Future 2023 a). Denn jede Kilowattstunde, die nicht erzeugt werden muss, vereinfacht die Energiewende. Eine wichtige Handlungsoption für die Kommune ist die energetische Optimierung des eigenen Gebäudebestands. Hierdurch reduziert sie die Wärmenachfrage direkt. Die meisten Gebäude gehören allerdings nicht der Gemeinde, sondern Privatpersonen. Die Frage ist: Was kann eine Gemeinde tun, damit die nicht-städtischen Gebäude energetisch optimiert werden?

Eine aktive, bürgernahe, kompetente Energieberatung ist wichtig, um die Gebäudebesitzer/innen zu informieren, wie sie ihre Immobilien möglichst wirksam und kosteneffizient auf einen möglichst hohen energetischen Standard bringen können. Je nach Größe der Gemeinde kann diese Energieberatung eigenständig oder auf Landkreisebene erfolgen.

Eine Reihe von ordnungsrechtlichen Vorschriften geben Mindeststandards für die Energieeffizienz des Gebäudebestands wie auch bei Neu- und Umbauprojekten vor. Allerdings kümmert sich die Bauaufsicht oft nicht ausreichend um die Einhaltung der Standards. Ein wichtiger Schritt, hier Verbesserungen zu erreichen, ist die ausreichende personelle Ausstattung der Bauaufsichtsbehörde.

Die Dämmung der obersten Geschossdecke lässt sich dort, wo sie noch nicht erfolgt ist, oft kostengünstig umset-

zen. Als Gegenstand der Energieberatung ist sie genauso geeignet wie die Dämmung der Kellerdecke oder des Kellerbodens, eine Kerndämmung bei zweischaligem Mauerwerk oder eine raumlufttechnische Anlage bei der Fenstersanierung. Auch die Dämmung bisher ungedämmter Heizungs- und Warmwasserrohre und der Tausch der Heizungspumpe gehören dazu. Einige dieser Maßnahmen können in Eigenleistung umgesetzt werden und alle sind förderfähig, wenn sie über das gesetzlich Geforderte hinausgehen.

Mit dem seriellen Sanieren kommt eine neue Technologie auf den Markt, die das Potenzial bietet, besonders die einfachen Mehrfamilienhausbestände aus den 1950er- bis 1980er-Jahren kostengünstig zu sanieren. Die Gemeinde könnte versuchen, die lokalen Wohnungsunternehmen für diese Sanierungstechnologie zu gewinnen oder auch den eigenen Gebäudebestand seriell sanieren zu lassen.

Die Erarbeitung von Quartierskonzepten und ein anschließendes Sanierungsmanagement können den Eigentümer/innen in besonders sanierungsbedürftigen Gebieten helfen, schneller voranzukommen.

Das Ziel, eine hohe Energieeffizienz im Gebäudebestand zu erreichen, ist eine große Herausforderung für Kommunen. Bis zur Klimaneutralität im Jahr 2045 muss dies flächendeckend Realität sein. Es ist daher wichtig, dass jede Kommune ihre planungsrechtlichen und alle anderen Instrumente nutzt, um Einfluss auf die Sanierungsaktivitäten zu nehmen.

## Wärmenetze

spielen in der Wärmeversorgung der Zukunft eine immer größere Rolle. Sie werden erhebliche Teile der verdichteten Wohnbebauung vor allem in Innenstädten mit Wärme versorgen. Verschiedene wissenschaftliche Studien sehen zum Erreichen der nationalen Klimaziele eine Verdopplung bis Verdreifachung der bestehenden Trassenkilometer innerhalb der nächsten 20 bis 30 Jahre als erforderlich an (AGFW 2022). Daher besteht in vielen Kommunen unmittelbarer und breitenwirksamer Handlungsbedarf. Auch zeigt das Beispiel Dänemark, dass die Wärmeversorgung durch Wärmenetze nicht nur klimafreundlich ist, sondern auch zu geringeren und stabileren Kosten im Vergleich zu fossilen Energien führen kann. Dies gilt besonders, wenn die Wärmeversorgung gemeinnützig, genossenschaftlich oder kommunal organisiert ist.

Durch Wärmenetze können Wärmepotenziale erschlossen werden, die sonst zur Wärmeversorgung nicht zur Verfügung stehen (Scientists for Future 2022b). Hierzu gehören die Nutzung von Abwärme aus Industrieprozessen oder Rechenzentren, Wärme aus oberflächennaher, mitteltiefer und tiefer Geothermie, Wärme aus großen solarthermischen Anlagen, Wärme aus der Verbrennung von Abfall und Klärschlamm und über Großwärmepumpen erschließbare Potenziale von Wärme in Flusswasser und im Abwasser. Diese Wärmepotenziale werden zur Substitution der fossilen Energien Kohle und Erdgas in der Fernwärme dringend gebraucht. Der Aufwand

zum Umbau der bereits bestehenden großen Wärmenetze, die heute noch zu 80 % Wärme aus fossilen Kraftwerken mit Kraft-Wärme-Kopplung nutzen, auf regenerative Wärmequellen wird erheblich sein. An vielen Stellen wird das Temperaturniveau dieser Quellen durch Wärmepumpen angehoben werden müssen. Im Gegenzug sollte das gegenwärtig oft sehr hohe Temperaturniveau der Fernwärmenetze sukzessive abgesenkt werden.

Neben den großen Fernwärmenetzen wird es auch mehr Quartierswärmenetze und sogenannte „kalte Nahwärmenetze“ geben. Auch sie bieten Potenziale, unkonventionelle Wärmequellen abseits von fossilen Energien oder Strom zu erschließen. Die Stadtplanung muss diese Wärmenetze in der kommunalen Wärmeplanung mitdenken und den Rahmen für sie schaffen.

## Wärmepumpen

sind als regenerativer Wärmeerzeuger im letzten Jahr stärker ins Gespräch gekommen. Sie stehen für die Versorgung einzelner Gebäude mit Wärme aus der Umwelt und aus erneuerbar erzeugtem Strom. Da Holz und Pellets schon heute knapp sind (Scientists for Future 2022c), wird die Wärmepumpe das dominierende Heizsystem werden.

Wärmepumpen können Umweltwärme aus der Luft, dem Erdreich, dem Grundwasser und, je nach Verfügbarkeit, auch andere Wärmequellen für das Heizen nutzbar machen. Je nach energetischem Standard des Gebäudes und der Temperatur und Art der genutzten Umweltwärme kann eine Wärmepumpe im Jahresmittel pro Kilowattstunde Strom drei bis vier, unter besonders günstigen Bedingungen auch fünf Kilowattstunden Wärme zum Heizen bereitstellen (Scientists for Future 2022d). Wärmepumpen arbeiten besonders effizient, wenn die Wärme über Flächenheizungen verteilt wird. Besonders verbreitet ist die Fußbodenheizung. Aber auch Wände und Decken können mit Flächenheizsystemen nachgerüstet werden.

Verzichtet man auf den Anspruch höchster Effizienz, dann zeigen zahlreiche Beispiele, dass sich auch ältere Bestandsgebäude mit Wärmepumpenanlagen durch die vorhandenen Heizkörper beheizen lassen. Oft reicht schon der Austausch einzelner Heizkörper für eine erste Optimierung des Heizsystems aus.

Die Ausrüstung zahlreicher Gebäude mit Wärmepumpen, zeitgleich mit der Verbreitung von Elektroautos, wird den Strombedarf in Wohngebieten deutlich erhöhen. Gemeinden sollten darauf hinwirken, dass die Netzbetreiber die Stromnetze rechtzeitig ertüchtigen, damit diese die zusätzlichen Strommengen transportieren können.

Wärmepumpen erfordern den Einsatz von Kältemitteln, die früher häufig sehr klimaschädlich waren. Da sich die Freisetzung durch Lecks nie ganz vermeiden lässt, wird in der EU-Verordnung Nr. 517/2014 vorgeschrieben, dass als Kältemittel in Wärmepumpen künftig nur noch Stoffe mit einem geringen Treibhausgaspotenzial wie Propan, Butan oder Ammoniak zum Einsatz kommen.

Neben der Wärme sind viele Wärmepumpen auch in der Lage zu kühlen. Ein wachsender Bedarf an Gebäudekühlung entsteht durch den fortschreitenden Klimawandel, vor allem in den Sommermonaten. Wärmepumpen können also auch dazu beitragen, hitzebedingte Gesundheitsschäden abzumildern.

## Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Ist die effiziente gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme auf Basis meist fossiler Brennstoffe und gehört seit den 1970er-Jahren zum ökologischen Programm. Deshalb wurde KWK auch seit 2002 massiv gefördert. Zu diesem Zeitpunkt galt die relative Verminderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen noch als ein wirksamer Baustein der Klimapolitik.

Prinzipiell gilt: Wenn bei der Erzeugung von Elektrizität auch Wärme anfällt, sollte diese Wärme genutzt werden, zum Beispiel indem sie als Wärmequelle für ein Wärmenetz dient. Unter diesem Aspekt bleibt KWK in einer CO<sub>2</sub>-freien Zukunft sinnvoll, wenn auch in stark reduziertem Maßstab.

Große, moderne Gas-und-Dampf-Kombikraftwerke (GuD) werden auch in Zukunft zur Erzeugung von Strom in Zeiten benötigt, in denen Windenergie und Sonnenstrom nicht in ausreichender Menge vorhanden sind (Dunkelflaute). Der Energiebedarf dieser neuen Residuallastkraftwerke wird durch grünen Wasserstoff gedeckt werden müssen (Scientists for Future 2023 b). Ein Anschluss dieser großen Kraftwerke an geeignete Pipelines wird dafür notwendig sein. Bei diesen dann strombedarfsgeführten Kraftwerken ist KWK nur noch zur temporären Einspeisung der Abwärme in Wärmenetze möglich.

Durch den Ausstieg aus der Erdgasnutzung werden etliche bestehende kleine, dezentrale KWK-Anlagen und BHKW keinen Zugang mehr zu Brennstoff haben. Dennoch können einige dieser BHKW (eventuell auch Brennstoffzellen-Anlagen) als Teil eines Energie-Insel-Konzepts weiterhin eine wichtige Rolle für die Netzstabilität und die Versorgungssicherheit mit Elektrizität spielen: Durch den Einsatz von lokal erzeugtem und gespeichertem Wasserstoff könnten sie sowohl lokale Spitzenlast bereitstellen als auch EE-Strommangelzeiten überbrücken. Auch wenn dies derzeit oft noch unwirtschaftlich ist, wird es bei sukzessiver Umsetzung in Zukunft immer notwendiger sein.

Auch die Funktion von biogasbasierter KWK wird sich ändern: Durch den Klimawandel und in Anbetracht der ökologischen Anforderungen an die Landwirtschaft mit dem Primat der Lebensmittelversorgung wird der Anbau von Energiepflanzen zurückgehen, sodass deutlich weniger Biogas zur Verfügung stehen wird. In den nächsten Jahren könnte sich allerdings der Betriebsmodus von Biogasanlagen von der Grundlast- zur Mittellasterzeugung verschieben.

KWK, die mit Gas aus Abfallbehandlung, Kläranlagen, Grubengasen oder industriellen Reststoffen versorgt wird, stellt eine eigene Gruppe dar. Ein Zubau von Anlagen auf der Grundlage dieser Gase kann dort sinnvoll sein, wo ungenutzte Abfall-

Potenziale wie Faulschlamm aus Kläranlagen oder aus der anaeroben Kompostierung von Bioabfall bestehen.

Für die Kraft-Wärme-Kopplung kündigt sich also an, dass sich ihre in den letzten 40 Jahren etablierte Rolle in der Strom- und Wärmeversorgung grundlegend ändert. Das Ziel der Dienstlichkeit für das Stromnetz wird für den Betrieb von KWK-Anlagen deutlich wichtiger werden als das Ziel der Maximierung der effizienten Nutzung von Brennstoffen.

## Das Erdgasnetz

Ist eine in Jahrzehnten gewachsene Selbstverständlichkeit der Energieversorgung. Mit einer Gesamtlänge von insgesamt circa 600.000 km erreicht es die Mehrzahl der Städte und Dörfer. Erdgas gehört aber zu den fossilen Energien und seine Verwendung muss bis zur angestrebten Klimaneutralität 2045 eingestellt werden. Wie geht es also mit den Gasnetzen weiter?

Eine Vorstellung ist, dass zukünftig andere Gase durch die Leitungen fließen. Das könnte zum Beispiel Biogas sein, von dem allerdings nur wenig zur Verfügung steht. Die aktuelle Erzeugung von Biogas entspricht nur circa 10% des Erdgasverbrauchs und viele Stimmen mahnen, dass zur Schonung der Natur die Produktion von Biogas sinken sollte (Scientists for Future 2023 c).

Auch über grünen Wasserstoff oder daraus hergestelltes Methan wird oft gesprochen. Wasserstoff scheint aus gleich zwei Gründen kein guter Ersatz für Erdgas zu sein: Zum einen sind die zur Verfügung stehenden Mengen sehr wahrscheinlich noch über Jahrzehnte gering, zum anderen bleiben von einer Kilowattstunde grünem Strom nach der Umwandlung in Wasserstoff beziehungsweise Methan maximal 0,7 beziehungsweise 0,5 Kilowattstunden zum Heizen übrig, während mit einer Wärmepumpe aus der gleichen Menge grünen Stroms drei bis vier Kilowattstunden Wärme bereitgestellt werden können. Das Heizen mit Wasserstoff wird daher deutlich teurer werden als das Heizen mit Wärmepumpen.

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen, zum Beispiel das Energiewirtschaftsgesetz und das Konzessionsrecht, setzen einen florierenden Gasmarkt voraus. Es fehlen bisher Regelungen, die einen geordneten Ausstieg aus der flächendeckenden Gasversorgung sowie eine Reduktion der Erdgas-Infrastruktur ermöglichen.

Die Wirtschaftlichkeit der Gasnetze wird voraussichtlich stark sinken. Durch die Sanierung von Gebäuden sinkt der Gasabsatz kontinuierlich. Hinzu kommt die beginnende Umrüstung vieler Gebäude auf das Heizen mit Wärmepumpen sowie deren Anschluss an Wärmenetze, nicht zuletzt auch durch das kommende gesetzliche Verbot des Neueinbaus von Gasheizungen. Auch industrielle Gaskunden mit Bedarf an Prozesswärme beginnen die Elektrifizierung der Wärmeversorgung vorzubereiten. Fallenden Absätzen stehen aber keine sinkenden Netzkosten gegenüber, solange die Ausdehnung der Gasnetze nicht zurückgeht. Daher müssen in Zukunft die Netz-

kosten auf immer weniger Kund/innen umgelegt werden, wodurch der Gaspreis steigen wird.

Durch die sinkende Ertragskraft der Gasnetze und den sinkenden Absatz sind auch die kommunalen Einnahmen aus den Konzessionsabgaben zukünftig unsicher. Zudem könnte es dazu kommen, dass sich für einzelne Gasnetze kein Konzessionär mehr findet.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung sollte berücksichtigt werden, dass die Erdgasnetze im Bereich der privaten Wärmeversorgung mittel- bis langfristig entfallen werden. Im Bereich großer Reservekraftwerke ist dagegen darauf zu achten, dass der Anschluss an die Gas-Fernnetze zum Weiterbetrieb mit grünem Wasserstoff erhalten bleibt.

In Zukunft wird die Existenz eines Erdgasnetzes in vielen Gebieten keine Selbstverständlichkeit mehr sein. Die Kommunen und Gasnetzbetreiber sollten sich frühzeitig auf die Veränderungen einstellen, welche die Energiewende mit sich bringen wird, und sie in der Planung bereits heute berücksichtigen.

## Wasserstoff

wird immer wieder als neue Universalenergie bezeichnet. Allerdings sind aktuell nur geringe Mengen an grünem Wasserstoff verfügbar. Und auch in Zukunft wird Wasserstoff nicht zu Preisen zur Verfügung stehen, die mit direkt eingesetztem Wind- und Solarstrom in Wärmepumpen konkurrieren können.

Wasserstoff wird benötigt, um Ammoniak und Methanol als Grundstoffe für die chemische Industrie herzustellen. In der Eisen- und Stahlherstellung erfolgt gerade die Umstellung auf Wasserstoff als Reduktionsmittel – er soll dort die Kohle ersetzen (Scientists for Future 2022 e). Für die saisonale und längerfristige Speicherung von Energie wird Wasserstoff von einer breiten Mehrheit der Wissenschaft als notwendiger Energieträger eingestuft.

Der Einsatz von Wasserstoff als Energieträger ist auch in zahlreichen weiteren Anwendungen scheinbar sehr reizvoll. So könnte man grünen Wasserstoff oder seine Folgeprodukte in Gasheizungen oder Verbrennungsmotoren verbrennen, und so alte und ineffiziente Technologien auch in der Zukunft nutzen.

Doch der Einsatz von Wasserstoff ist nicht unbedenklich oder folgenlos für die Erdatmosphäre: Durch Wasserstofflecks kommt es zu Wasserbildung in der Stratosphäre, wo Wasser langanhaltend als Treibhausgas wirkt. Diese indirekte Treibhausgaswirkung schätzen Derwent (2018) circa viermal und Warwick et al. (2022) sogar elfmal so schädlich ein wie Kohlendioxid. Auch Wasserstoff ist also ein klimaschädliches Gas, das zum Treibhauseffekt beiträgt, das sparsam verwendet und in geschlossenen Kreisläufen geführt werden sollte. Und das ist beim kleinsten aller Moleküle aufwendig, denn es kann schon durch kleinste Risse im Material austreten.

Die Verwendung von Wasserstoff ist nur sinnvoll, wenn er mit erneuerbarem Strom hergestellt wird (grüner Wasserstoff). Dies ist zukünftig auch die billigste Produktionsmethode. Aus

Erdgas hergestellter Wasserstoff (grauer bzw. blauer Wasserstoff) und Wasserstoff aus Methanpyrolyse (türkis) ist wegen der Nutzung von Erdgas sowie der Vorkettenemissionen von Methan nicht klimaneutral und Atomenergie als Energiequelle der Elektrolyse birgt zu hohe Risiken und Langzeitfolgen, um damit umweltfreundlich Wasserstoff (pink bzw. rosa) herzustellen.

Die Produktion von Wasserstoff durch Elektrolyse von Wasser mit Strom ist ein altbewährtes Verfahren, das prinzipiell auch für grünen Wasserstoff eingesetzt werden kann. Aber aus Kostengründen ( $H_2$  aus Erdgas war billiger) gibt es bislang national wie international nur wenige große Elektrolyseanlagen. Hierzulande scheitert die Erzeugung von größeren Mengen grünen Wasserstoffs am zu langsamen Ausbau von Wind- und Solarstrom. Es wird deshalb viele Jahre dauern, bis merkliche Mengen an Wasserstoff im Inland hergestellt werden können. Zwar gibt es im Ausland Standorte mit sehr guten Bedingungen zur Erzeugung von Wasserstoff aus regenerativen Quellen. Allerdings ist es auch dort aufwendig, die erforderlichen Anlagen zu installieren. Zudem muss ausreichend Wasser vorhanden sein. Der Transport des Wasserstoffs ist wiederum mit erheblichen Emissionen von Treibhausgasen verbunden und Deutschland ist ja nicht das einzige Land, das gerne grünen Wasserstoff importieren würde. Bis also größere Mengen Wasserstoff als Energieträger importiert werden können, werden mindestens zehn Jahre vergehen.

Wasserstoff steht im Wettbewerb mit anderen Energieträgern. Sowohl beim Antrieb von Fahrzeugen als auch bei der Wärmeerzeugung konkurriert Wasserstoff mit dem Einsatz von Elektrizität, der aus physikalischen Gründen um ein Vielfaches effizienter ist. Setzen wir auf Elektrizität, dann brauchen wir zum Beispiel für die Wärmeversorgung etwa um den Faktor fünf weniger Windkraftwerke und Photovoltaik, als wenn wir auf Wasserstoff setzen – so groß sind die Verluste der Erzeugung und Verbrennung von Wasserstoff gegenüber elektrischen Lösungen wie Wärmepumpen oder Elektroautos. Der Import von Wasserstoff, etwa für Heizungszwecke, wäre für die Masse der Bevölkerung unbezahlbar. Kommunen sollten sich demnach nicht darauf verlassen, dass kurzfristig ausreichend grüner Wasserstoff vorhanden ist und die Wärmeversorgung mit möglichst wenig Wasserstoff planen.

## Schlussfolgerung

Da es so aussieht, als könnte die Klimaerwärmung nicht kurzfristig gestoppt werden, ist es offensichtlich, dass in Zukunft viele Kommunen durch die Folgen der Klimaerwärmung überfordert werden. Kommunen sollten also alles in ihrer Macht Stehende unternehmen, damit die Klimaerwärmung nicht weiter zunimmt. Hierzu ist eine kommunale Wärmeplanung, die am besten auch den Strom- und den Mobilitätssektor mitbetrachtet, aufzustellen. Dies bildet auch die Chance, die Energiekosten für die Gemeinde erheblich zu verringern und sogar Einnahmen zu generieren.

## Literatur

- AGFW (2022): Fernwärmenetze im Kontext nationaler Klimaziele: Potenziale für „UrbanTurn“. Frankfurt am Main, Arbeitsgemeinschaft Fernwärme. [www.agfw.de/forschung/urbanturn](http://www.agfw.de/forschung/urbanturn)
- BMWK (2022): Diskussionspapier des BMWK: Konzept für die Umsetzung einer flächendeckenden kommunalen Wärmeplanung als zentrales Koordinierungsinstrument für lokale, effiziente Wärmenutzung. Berlin, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. [www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/diskussionspapier-waermeplanung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/diskussionspapier-waermeplanung.pdf?__blob=publicationFile&v=4)
- Derwent, R. G. (2018): Hydrogen for Heating: Atmospheric impacts. A literature review. London, Department for Energy Security and Net Zero. [www.gov.uk/government/publications/atmospheric-impacts-of-hydrogen-literature-review](http://www.gov.uk/government/publications/atmospheric-impacts-of-hydrogen-literature-review)
- Bundesregierung (2023): Entwurf eines Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (1. Referentenentwurf). Berlin, Bundesregierung. [www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/Webs/BMWSB/DE/Waermeplanung.html](http://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/gesetzgebungsverfahren/Webs/BMWSB/DE/Waermeplanung.html)
- Oei, P. Y. et al. (2019): Neues Klima für Europa: Klimaschutzziele für 2030 sollten angehoben werden. Berlin, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. [www.diw.de/documents/publikationen/73/diw\\_01.c.682894.de/19-41-1.pdf](http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.682894.de/19-41-1.pdf)
- Scientists for Future (2022 a): Kommunale Wärmeplanung. Grundlage einer klimaverantwortlichen Stadtplanung. Berlin, Scientists for Future. <https://de.scientists4future.org/keypoints-kommunale-waermewende/>
- Scientists for Future (2022 b): Wärmenetze. Die klimaneutrale Wärmeversorgung für verdichtete Stadtgebiete. Berlin, Scientists for Future. <https://de.scientists4future.org/keypoints-kommunale-waermewende/>
- Scientists for Future (2022 c): Heizen mit Holz: knapp, teuer und unerwartet klimaschädlich. Berlin, Scientists for Future. <https://de.scientists4future.org/keypoints-kommunale-waermewende/>
- Scientists for Future (2022 d): Wärmepumpen. Die klimaneutrale Wärmeversorgung im Neubau und für Bestandsgebäude. Berlin, Scientists for Future. <https://de.scientists4future.org/keypoints-kommunale-waermewende/>
- Scientists for Future (2022 e): Wasserstoff in der Energiewende: Unverzichtbar, aber keine Universallösung. Berlin, Scientists for Future. <https://de.scientists4future.org/keypoints-kommunale-waermewende/>
- Scientists for Future: (2023 a) Ein energieeffizienter Gebäudebestand. Eine kommunalpolitische Herausforderung. Berlin, Scientists for Future. <https://de.scientists4future.org/keypoints-kommunale-waermewende/>

- Scientists for Future (2023 b): Kraft-Wärme-Kopplung. Von der fossilen Effizienztechnologie zu einer neuen Rolle in der Wärmewende. Berlin, Scientists for Future. <https://de.scientists4future.org/keypoints-kommunale-waermewende/>
- Scientists for Future (2023 c): Haben Gasnetze eine Zukunft? Kommunale Wärmeversorger stehen vor großen Umstellungen. Berlin, Scientists for Future. <https://de.scientists4future.org/keypoints-kommunale-waermewende/>
- Warwick, N. et al. (2022): Atmospheric implications of increased Hydrogen use. London, Department for Energy Security and Net Zero. [www.gov.uk/government/publications/atmospheric-implications-of-increased-hydrogen-use](http://www.gov.uk/government/publications/atmospheric-implications-of-increased-hydrogen-use)

## AUTOREN + KONTAKT

**Dr. Jens Clausen** ist Senior Researcher beim Borderstep Institut in Hannover.

Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit, Büro Hannover, Gieseckeweg 11, 30659 Hannover. Tel.: +49 179 9285171, E-Mail: [Clausen@borderstep.de](mailto:Clausen@borderstep.de)

**Dr. Volker Stelzer** ist Wissenschaftler am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und verantwortlich für Energiefragen am Karlsruher Transformationszentrum für Nachhaltigkeit und Kulturwandel (KAT).

Karlsruher Transformationszentrum für Nachhaltigkeit und Kulturwandel (KAT), Karlstraße 11, 76133 Karlsruhe. Tel.: +49 721 608-23474, E-Mail: [Volker.Stelzer@kit.edu](mailto:Volker.Stelzer@kit.edu)

**Dr. Michael Huber** ist Physikochemiker, Fachautor und Technical Consultant im Bereich erneuerbare Energien, aktiv bei den S4F im FG Energie, FG Kommunaler Klimaschutz und AG Wärmewende sowie beratendes Mitglied in den Klimaschutzausschüssen von Stadtrat und Kreistag Celle.

E-Mail: [doc.hu@t-online.de](mailto:doc.hu@t-online.de)



## Nachhaltigkeit

# A-Z



## K wie Klimakonferenz

Es geht nicht voran mit dem Klimaschutz – obwohl das Thema regelmäßig auf höchster UN-Ebene diskutiert wird. Welche Hürden gibt es, welche Machtstrukturen verhindern aus Sicht von Klimaaktivist\*innen die dringend nötige Klimagerechtigkeit? Eine Analyse der COP26 mit Ausblick auf künftige Klimakonferenzen.

J. Neumann

### Wo bleibt die Klimagerechtigkeit?

Barrieren und Potenziale aus Perspektive der globalen Klimabewegung am Beispiel der COP26

86 Seiten, Broschur, 26 Euro  
ISBN 978-3-98726-024-7

Bestellbar im Buchhandel und unter [www.oekom.de](http://www.oekom.de).  
Auch als E-Book erhältlich.

Die guten Seiten der Zukunft

