



PRAXISCHECK –

auf dem Weg zur Strom- und Wärmewende

Sind wir noch auf dem Dekarbonisierungspfad?

Autor:innen:

Jochen Gerber, Franz Schumacher, Hanjo Arms, Dietmar Herrmann,
Jens-Peter Schulz, Philippe Steiner, Moritz Wickert & Bettina Zschille

Damit Kommunen, Energiewirtschaft, Unternehmen und auch Privatpersonen sinnvolle Investitionen in die kommunale Wärmeplanung tätigen können, bedarf es planbarer und verlässlicher Preise sowie eines Konsenses darüber, wer welche Kosten übernimmt und wie die Politik bei der Umsetzung langfristig planbar unterstützt.

NUR SO KANN DIE STROM- UND WÄRMEWENDE EIN ERFOLG WERDEN.

Die Politik der Bundesregierung hat im Rahmen des Klimaschutzgesetzes für alle Sektoren einen Weg zur Klimaneutralität bis 2045 skizziert. Dazu sollen erhebliche Investitionen innerhalb Deutschlands mobilisiert werden. Die Weichen für die Dekarbonisierung der Strom- bzw. Wärmeinfrastruktur sind bereits heute zu stellen, da sie langfristigen Investitionszyklen unterliegen und mit sorgfältiger Weitsicht geplant werden müssen.

Die Praxis aus Expertensicht zeigt klar: Unkalkulierbare punktuelle Fördermaßnahmen, Rettungsschirme oder Preisbremsen sind hierbei auf Dauer nicht zielführend. Vielmehr benötigen die Entscheidungsträger verlässliche und wegweisende Rahmenbedingungen sowie kalkulierbare Daten im Hier und Jetzt. Planungssicherheit und Vertrauen in die Erreichbarkeit der Ziele sind elementar für die Abwägung von Chancen und Risiken bei Investitionen in die Strom- und Wärmewende und die dafür notwendigen Prognosen.

Ein belastbarer ökonomischer Rahmen und verlässliche Preisschilder auf Basis eines „digitalen ökonomischen Zwillings“ bieten Transparenz, Klarheit und Orientierung. Diese Bedingungen sind von Politik und Kommunen zu erfüllen, damit den Energieversorgern ein finanziabler und umsetzbarer Auf- und Ausbau der CO₂-freien Energieinfrastruktur gelingt. Letztlich ermöglichen sie damit auch den Gebäudeeigentümern als Endverbrauchern, ihren Beitrag zu Investitionen in klimaneutrale Technologien im Strom- bzw. Wärmesektor zu leisten. Dabei spielt der Immobilienbestand und die vorhandene Infrastruktur sowie deren Transformation die zentrale Rolle.

„Die Strom- und Wärmewende benötigt digitalisierte und mit KI unterlegte stochastische Anwendungen – erprobt, schnell umsetzbar und werthaltig!“

Situation & HERAUSFORDERUNGEN

Der Auf- und Ausbau einer dekarbonisierten Strom- und Wärmeinfrastruktur erfordert eine aktive Steuerung durch Politik, Kommunen und Energieversorger mit einem realisierbaren wirtschaftlichen Nutzen für alle Beteiligten, einschließlich der Privatpersonen: Klimaschutz muss sich gegenüber dem Status quo rechnen.

Der Aufbau von Vertrauen in die technische Machbarkeit, in die Umsetzungsgeschwindigkeit, die Finanzierbarkeit sowie die faire Lastenverteilung der ambitionierten Vorhaben zur Erreichung der gesetzten Klimaziele – und in die gesellschaftliche Akzeptanz auf dem Weg dorthin – ist erfolgskritisch für Entscheidungen über werthaltige und realisierbare Investitionen. Aber auch das Vertrauen in eine faire Lastenverteilung zwischen Kommunen, Energieunternehmen sowie Unternehmen und Gebäudeeigentümern ist von großer Bedeutung.

Politik und Kommunen bilden mit der kommunalen Wärmeplanung den Ausgangspunkt für diese Rahmenbedingungen. Energieversorger und Stadtwerke nehmen dabei aufgrund ihrer Nähe zu den Energieverbrauchern eine wichtige Rolle bei der Umsetzung der Strom- und Wärmewende ein. Gemeinsam mit den Energieverbrauchern gestalten sie die Transformation, um neue Geschäftsfelder zu erschließen und sich am Markt neu zu positionieren. Ziel ist es, wertschöpfende Investitionen zu identifizieren und diese langfristig im Sinne des Gemeinwohls zu finanzieren. Dies erfordert von allen Beteiligten – Bürger:innen und Gebäudeeigentümern, Kommunen und Stadtwerken bzw. Energieversorgern und der Politik – eine aktivere Rolle, um die Strom- und Wärmewende zum Erfolg zu führen.

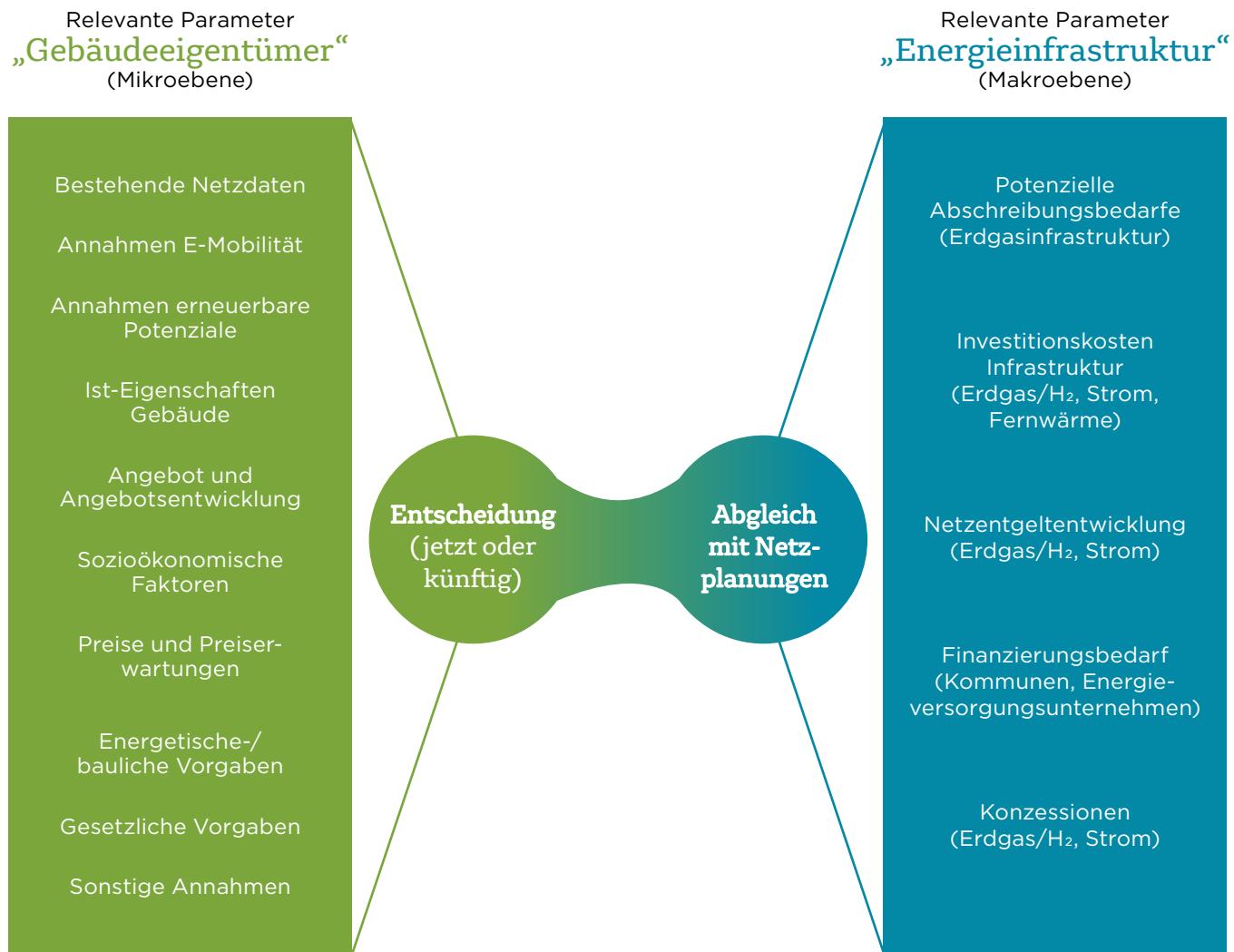
„Klimaschutz muss sich gegenüber dem Status quo rechnen - transparent unterlegt mit einem ökonomischen digitalen Zwilling“

Erkenntnisse aus PRAXISBEISPIelen

Unternehmen und Gebäudeeigentümer (hier als Mikroebene definiert) benötigen Verbindlichkeit und Planungssicherheit, um werholtige Entscheidungen treffen zu können, die sich aus der ökonomischen Optimierung der Gesamtkosten durch die Energieversorger (hier als Makroebene definiert) ableiten.

Entscheidungen auf der Mikroebene werden immer unter Berücksichtigung von Informationen auf Basis entscheidungsrelevanter Parameter getroffen, zum Beispiel mit Blick auf Investitionskosten für verschiedene Heizungstechnologien wie Erdgasheizung, Wärmeleitung, Ölheizung, aber auch Stromerzeugungs-technologien wie Photovoltaik und deren Anschluss

Wesentliche Parameter für Prognose und Entscheidungen auf Mikro- und Makroebene



an bestehende Stromnetze einschließlich geeigneter Ladeinfrastruktur für die E-Mobilität. Dies umfasst zudem auch die Betriebskosten zum Beispiel für Erdgas, Strom und Öl sowie den CO₂-Preis und zukünftig auch Wasserstoff. Bei großer Unsicherheit über die zukünftige Entwicklung dieser Parameter, wie es heute u. a. beim CO₂-Preis der Fall ist, werden in der Regel Entscheidungen getroffen, die es erlauben, auch in Zukunft flexibel zu bleiben, um sich an jeweils neue Situationen anzupassen zu können.

Flexibilität bedeutet dann, entweder abzuwarten, bis sich die Situation geklärt hat oder keine Entscheidung zu treffen. Dies führt zu ungewollten Verzögerungen bei der Umsetzung der Strom- und Wärmewende. In eher seltenen Fällen sind Entscheidungen denkbar, die zwar teuer sind, aber die Unsicherheit auf der Mikroebene beseitigen – zum Beispiel Entscheidungen für eine autarke Energieversorgung eines Gebäudes. Oder es sind Entscheidungen, die den Weg des scheinbar geringsten Widerstandes wählen – zum Beispiel den Umstieg von Erdgas auf strombetriebene Wärmepumpen. Dieses Entscheidungsverhalten ist auf der Mikroebene nachvollziehbar.

Aus übergeordneter Sicht kann es jedoch einerseits zu erheblichen Fehlallokationen volkswirtschaftlicher Ressourcen führen und andererseits zu wesentlichen Verzögerungen bei der Umsetzung politischer Ziele. Verbindliche Rahmenparameter seitens der Politik im Hier und Jetzt reduzieren diese Fehlallokationen.

Allen Beteiligten muss klar sein, dass die Gesamtverantwortung bei den politischen Ideengebern auf Bundesebene liegt, die Umsetzung aber regional und lokal erfolgt. In Deutschland gibt es erhebliche regionale Unterschiede bei der Energieinfrastruktur. Auch die finanziellen und sonstigen Ressourcen der Länder und Kommunen sind sehr unterschiedlich. Es ist daher unerlässlich, dass die Länder und Kommunen Instrumen-

„Um die Energiewende umzusetzen und die Klimaziele zu erreichen, ist die Finanzierung von Energiewende-Investitionen noch stärker als bisher auf verschiedene Akteure zu verteilen. Energiewirtschaft, öffentliche Hand, Finanzinvestoren und Gebäudeeigentümer werden eine wichtige Rolle spielen.“

te an die Hand bekommen, mit denen sie den Umbau der spezifischen regionalen Energieinfrastrukturen zu in einem austarierten Optimum unter Wahrung der gesellschaftlichen Akzeptanz erreichen können. So ist im Bereich der Stromnetze ein Umbau der bestehenden Netze von wenigen zentralen Erzeugungseinheiten (Großkraftwerke) und verteilten Verbraucher:innen hin zu dezentralen Erzeugungskapazitäten erforderlich. Die hieraus entstehenden zeitlichen Versätze und Unsicherheiten bremsen den Ausbau entsprechender Technologien, sowohl auf der Erzeugerseite mit der Einspeisung von Strom aus PV-Anlagen als auch der Verbraucherseite mit dem zunehmenden Einbau strombetriebener Heizanlagen wie Wärmepumpen in Gewerbe und Industrie.

Letztlich finden diese Bemühungen zum Umbau der Wärmeinfrastrukturen ihren Niederschlag in den kommunalen Wärmeplanungen (KWP). Hier gilt: Es müssen wesentliche Parameter festgelegt werden, damit KWP simuliert und kalkuliert werden können, die Umsetzung sinnvoll ist und dabei ökonomischen Grundprinzipien unterliegt. Zur Verdeutlichung dieser These sei Wasserstoff genannt, der nach politischem Willen eine zentrale Rolle in der Strom- und Wärmewende spielen soll. Hier herrscht auf breiter Front Unsicherheit, sowohl inhaltlich als auch auf der Zeitachse. Weder ist klar, wie sich die Verfügbarkeit von Wasserstoff und „Wasserstoffheizungen“ für den Gebäudebereich entwickeln

Mehr Digitalisierung, KI und Technologie – weniger HOAI*

Lösungen aus der Praxis bei Gebäuden



Praxisbeispiel Humboldt Capture Gruppe

1. mehr als 5 Jahre Erfahrungen in der Erfassung und Umsetzung von digitalen Assets
2. mehr als 450 industrielle Anlagen sowie kommerzielle und öffentliche Gebäude
3. mehr als 10 Industrien und öffentlicher Bereich
4. mit über 1,2 Mio. Quadratmetern erfasster und abgerechneter Gebäudeflächen



Gesamtergebnisse & Hebel

(Durchschnittswerte)

Anwendung neuer Fähigkeiten und Technologien mit optimierten Abläufen

Gesteigerte Qualität und reduzierter Aufwand

- verbesserte Kooperation & Koordination
- durchgängige digitale Simulation und Analyse
- detaillierte Zeitplanung und Visualisierung



Leistungsphasen (LP) HOAI (wesentliche Veränderungen)	Aufwand nach HOAI	Aufwand mit neuen Fähigkeiten & Technologien	Effekte
LP 1: Grundlagenermittlung	2%	12%	10 %
LP 5: Ausführungsplanung	22%	15%	-7 %
LP 8: Objektüberwachung	35%	10 %	-25 %
Sonstige LP (2, 3, 4, 6, 7, 9, 10)	41%	41%	-
Gesamt	100 %	78 %	-22 %

* Honorarordnung für Architekten und Ingenieure

„Die kommunale Wärmeplanung (KWP) ist ein Instrument und keine Lösung – das Zusammenspiel mehrdimensionaler Faktoren ist im Zeitverlauf zu berücksichtigen“

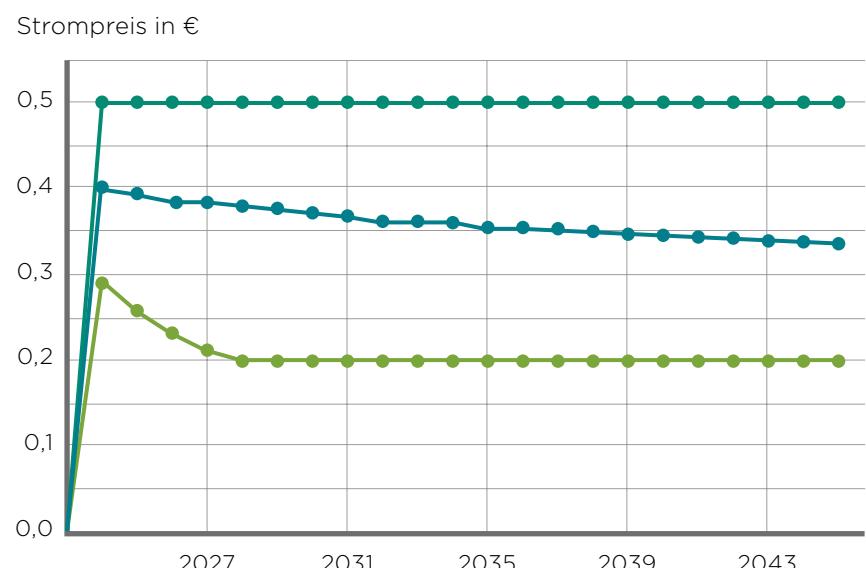
wird, noch gibt es belastbare Simulationen mit Aussagen über die Eintrittswahrscheinlichkeit zu zukünftigen Wasserstoffpreisen. Auch Aussagen zu nationalen und internationalen Produktionskapazitäten und einer marktorientierten Handelbarkeit sind nicht mit diskreten Werten bestimmbar. Ein zielgerichtetes und ökonomisches Investieren auf Mikroebene erscheint schwierig und birgt die Gefahr von suboptimalen Entscheidungen und damit ineffizienter Mittelverwendung.

Im Zusammenhang mit dem Umbau von Stromnetzen führt ein langwiger Umbauprozess zu Unsicherheiten für Investoren und Planer, beispielsweise beim Netzanschluss von dezentralen Stromerzeugern. Konkret sind Netzanschlüsse häufig nicht ausreichend und müssen zunächst ertüchtigt werden oder interne Prüfungsprozesse dauern nicht zuletzt aufgrund mangelnder Ressourcen länger, als es für Investoren wünschenswert ist. Neue Ansätze wie die Nutzung dezentral erzeugten Stroms für lokale (Nah-)Wärmenetze mittels Wärmepumpen könnten kurz- oder mittelfristig die Netzingpässe beheben und gleichzeitig zur CO₂-freien Wärmeversorgung beitragen.

Mögliche Entwicklung Strompreise bis 2045

Auf Basis definierter Volatilitäten im 95%-Wahrscheinlichkeitsband

Strompreis „geclipped“ bei 0,2 €/kWh (untere Grenze) und 0,5 €/kWh (obere Grenze)



Empfehlungen

Was aber können die Entscheidungsträger in den Energieversorgungsunternehmen bzw. Stadtwerken tun, um ihrer jeweiligen Verantwortung gerecht zu werden? Wie können die Variablen aus den Preisen für Energieträger wie Strom, Erdgas, Wasserstoff oder unterschiedliche Technologieansätze wie ein großflächiger Einsatz von Wärmepumpen oder der Auf- und Ausbau von Fernwärmennetzen sinnvoll geplant werden, um die politischen Ziele der Transformation zu erreichen? Wie können auf kommunaler Ebene im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung sinnvolle Lösungen erarbeitet werden, die dann auch die Investitionsentscheidungen der Endverbraucher beeinflussen?

Hier kann ein ökonomisch fundiertes Prognose- und Simulationsmodell helfen. Ziel ist es, mit einer Vielzahl von Ist-Daten (zum Beispiel Gebäude- und Verbrauchsdaten, Bebauungsdichte und vorhandene Infrastruktur u. a. von Strom, Erdgas und Fernwärme) einen „ökonomischen digitalen Zwilling“ der bestehenden kommunalen Versorgungsstruktur aufzubauen und mit wesentlichen Annahmen zu Parametern bis 2045+ zu verknüpfen. Damit kann das Verhalten der Gebäudeeigentümer modelliert werden, um Anhaltspunkte zu erhalten, wann welche Investitionsentscheidungen getroffen werden.

Eine Kommune kann damit ihre Wärmeplanung zielgerichtet und bedarfsgerecht strukturieren und je nach Prognose der Variablen simulieren. Dieses Instrument ermöglicht sowohl die Berechnung der Einzelkosten für die anstehenden Investitionsentscheidungen auf der Ebene der Einzelgebäude als auch die Berechnung der kommunalen Gesamtkosten einschließlich der erforderlichen Investitionen für den Umbau der Strom-, Gas- und Wärmenetze.

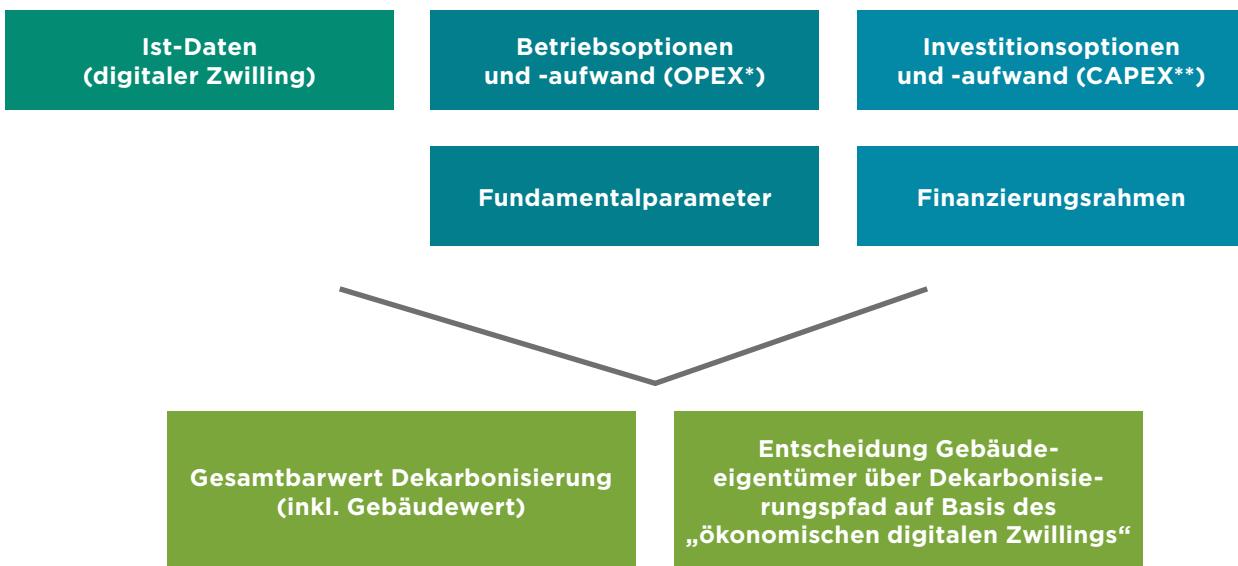
Die Ermittlung der kommunalen Gesamtkosten ermöglicht Aussagen zur langfristigen lokalen und regionalen Budgetplanung, aber auch Diskussionen über eine faire Lastenverteilung im Hinblick auf das Ziel der Klimaneutralität bis 2045+.

Eine faktenbasierte und mit modernen stochastischen Methoden variierte kommunale Wärmeplanung erleichtert die Akzeptanz der notwendigen Veränderungsschritte in den Kommunen, bei den betroffenen Gebäudeeigentümern und auch bei den in der Pflicht stehenden Energieversorgern einschließlich der Stadtwerke.

„Entscheider brauchen valide Prognosen. Jetzt und heute. Ad hoc-Rettungsschirme und -Preisbremsen sind keine langfristig planbaren Entscheidungsparameter. Vertrauen und Planungssicherheit fördern die Bereitschaft zur Umsetzung des angestrebten Dekarbonisierungspfads“

Der ökonomische digitale Zwilling erfasst Ist-Daten u. a. zu Einzelgebäuden. Diese Daten können mittels stochastischer Verfahren und Varianzen unterschiedliche Preis-sensitivitäten und Opportunitäten abbilden und machen die Bandbreiten von Investitionsmöglichkeiten deutlich.

Kernelemente des „ökonomischen digitalen Zwillings“ zur Bewertung von Gebäuden

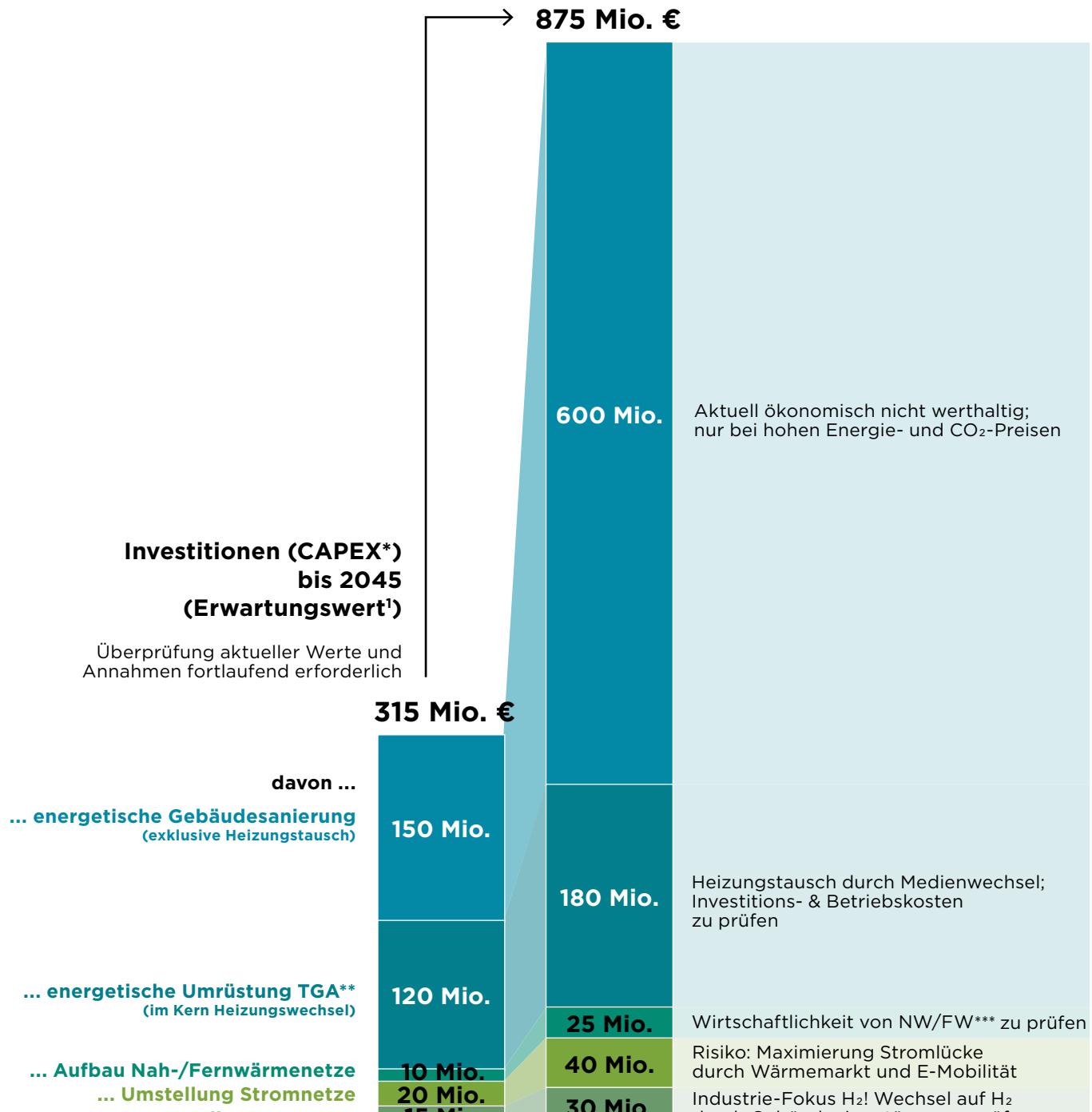


* „operational expenditures“, d. h. Betriebsausgaben

** „capital expenditures“, d. h. Investitionsausgaben für längerfristige Anlagegüter

Dekarbonisierungspfad 2045 mit Brandbreiten möglicher Preisschilder

Illustratives kommunales Praxisbeispiel mit Investitionsarten- und -bandbreiten



¹ Annahmen mit stochastisch definierten Erwartungswerten je Parameter, Volatilität als Maß der Unsicherheit, definiert als Abweichung (+/-) vom Erwartungswert;

Ist-Basisdaten:

- CO₂-Emissionen: 150.000 t
- Wärmedarf: 600 GWh
- Anzahl Gebäude: 15.000

* „capital expenditures“, d. h. Investitionsausgaben für längerfristige Anlagegüter

** Technische Gebäudeausrüstung

*** Nahwärme/Fernwärme

Fazit

In der Praxis zeigen gerechnete kommunale Wärmeplanungen folgende Ergebnisse:

- 1.** Ein Großteil der finanziellen Lasten für den Umbau der Wärmeinfrastruktur ist von den Gebäudeeigentümern zu tragen, sei es durch Investitionen in Heizungstechnologien und/oder durch Transferzahlungen für die Bereitstellung der Strom- und Wärmeinfrastruktur. Die Auswirkungen auf die kommunale Wärmeplanung variieren je nach Investitionsentscheidungen: zum Beispiel bei Investitionen in moderne Heizungstechnologien mit steigenden Anforderungen an die Energieinfrastruktur oder Investitionen in energetische Sanierungen durch Dämmung mit eher sinkenden Anforderungen an die Energieinfrastruktur. Je nach Entwicklung der relevanten Preise für Strom, Erdgas, Wasserstoff und CO₂ ergeben sich unterschiedliche Amortisationszeiten und damit unterschiedliche ökonomische Kalküle für „effizientes“ Handeln.
- 2.** Der fundamentale „Preis“ für Strom, Erdgas, Wasserstoff und CO₂ im Zeitverlauf und mit angenommenen Volatilitäten bis 2045 hat erhebliche Auswirkungen auf Investitionsentscheidungen, da sich je nach Entwicklung unterschiedliche Chancen zum Beispiel für den Einsatz von Heiztechnologien oder den Ausbau der Energieinfrastruktur (zum Beispiel in Strom oder Fernwärme) ergeben.
- 3.** Die technischen und zeitlichen Optionen, aber auch die Restriktionen für den Umbau der Wärmeversorgung sowie die damit verbundenen Kosten müssen den Gebäudeeigentümern durch Kommunen und Energieversorger (zeitnah) aufgezeigt werden, um die Akzeptanz für das Erreichen der Klimaneutralität bis 2045 zu erhöhen. Dies erfolgt idealerweise durch eine integrierte Bewertung auf Einzelobjektebene mittels Barwertberechnung einschließlich von Einmalausgaben und laufenden Betriebskosten über die Gesamtauflaufzeit der Investitionen.

Diskussionen über die Gesamtkosten und eine faire Lastenverteilung müssen geführt werden:

-  Die Transformation zu einer CO₂-freien Strom- und Wärmeinfrastruktur hat einen volkswirtschaftlichen Gesamtpreis. Je nach gewähltem Energieträgermix (u. a. Strom, Erdgas, Wasserstoff), dessen Erzeugung bzw. Verfügbarkeit sowie dessen Transport und Verteilung auf regionaler und lokaler Ebene ergeben sich unterschiedliche Kosten und Investitionsbedarfe in die zukünftige Energieinfrastruktur.
-  Mögliche individuelle Investitionsentscheidungen zum Auf- und Ausbau dezentraler Stromerzeugungskapazitäten oder zur energetischen Sanierung (Dämmung) wirken ebenfalls CO₂-vermei-
- dend (Substitution von Energie durch Investition), erhöhen aber zusätzlich die finanzielle Belastung der Endenergieverbraucher.
-  Frühzeitige Berechnungen und Kommunikation, wer welche Kosten im Gesamtkontext zu tragen hat, fördern die Akzeptanz der Zielerreichung bis 2045.
-  Klare politische Bekenntnisse zur langfristigen Kostentragung einerseits, aber auch entsprechende finanzielle Erleichterungen und Fördermaßnahmen andererseits fördern die Bereitschaft zur Umstellung zur Dekarbonisierung auf allen Entscheiderebenen.

Autor:innen

Die Autor:innen verbinden auf elegante Weise die technische und ökonomische Modellierung von Energieinfrastrukturprojekten zur Wertoptimierung mit modernen Analysemethoden. Dies erfolgt unter Verwendung umfangreicher Erfahrungen und Daten aus Energie- und kommunalen Wärmeprojekten in Zusammenarbeit mit Expert:innen für die Visualisierung von digitalen Zwillingen.

**Jochen Gerber**www.g5-partners.eu

ist Mitgründer und Senior Partner von G5-Partners, Frankfurt-Oberursel, und fokussiert sich u.a. auf die strategische Ausrichtung, Bewertung und Optimierung von Energieinfrastrukturen.

**Jens-Peter Schulz**www.humboldtcapture.com

ist CEO von Humboldt Capture, Leipzig/Amsterdam, und steht für schnelle digitale Praxislösungen bei der Erfassung von Immobilien, Industrie, Infrastruktur und anderen physischen Assets.

**Dr. Franz Schumacher**www.msfp.ch

ist Gründer und Geschäftsführer von MSFP, Luzern, und fokussiert sich u.a. auf die Modellierung strategischer Finanzplanungen im Bereich Energie und Infrastruktur.

**Philippe Steiner**www.spg-steiner.com

ist Geschäftsführer von SPG Steiner, Frankfurt/Siegen, und fokussiert sich u.a. auf die Planung sowie den Bau und Betrieb von Kernelementen der zukünftigen Wasserstoffwirtschaft, insbesondere auf Energiespeichertechnik, dezentrale H₂-Produktion sowie H₂-Distribution.

**Hanjo Arms**www.kearney.com

ist Partner und Managing Director von KEARNEY, Berlin, und fokussiert sich u.a. auf die strategische und finanzielle Beratung von Energieunternehmen.

Dietmar Herrmann

war bis 2021 Geschäftsführer eines Gasinfrastrukturbetreibers und fokussiert sich auf das Asset Management von Energieinfrastrukturen.

**Moritz Wickert**www.garbe-green.de

ist Geschäftsführer der GARBE Renewable Energy - GREEN, Hamburg, die sich als führender Projektentwickler u.a. fokussiert auf großflächige Photovoltaik-Aufdachanlagen im (Logistik-) Immobilienumfeld.

**Bettina Zschille**www.zschille.com

ist Gründerin von Zschille Bauplanung & Design sowie Partnerin von PGG Planungsgesellschaft & Architekten, Dresden/Glauchau und fokussiert sich u.a. auf die Revitalisierung nachhaltiger Objekte.

Impressum

G5-Partners

Dynamic Decision Advisory
Merging strategy, technology and finance.

Jochen Gerber

Senior Partner

Office Frankfurt
An der Bleiche 10
D-61440 Oberursel-Frankfurt

jochen.gerber@g5-partners.eu
Tel: +49 6171 88 73 63 0
Mobil: +49 1523 45 05 94 6

www.g5-partners.eu

Grafische Umsetzung: Handelsblatt Research Institute

Cover Image: Midjourney

Gendern im Text: Sofern das generische Maskulinum verwendet wird (insbesondere bei Komposita), dient dies allein der besseren Lesbarkeit; grundsätzlich sind alle Geschlechter einbezogen.