

Working Paper

Überlegungen zur Klimaneutralität bei Gebäuden

M. Großklos, J. Bischof, M. Hörner, A. Müller

Stand: 15.09.2021

**Institut Wohnen
und Umwelt GmbH**

Forschungseinrichtung
des Landes Hessen und
der Stadt Darmstadt

Rheinstraße 65
64295 Darmstadt

Tel. +49 6151 2904-0
Fax +49 6151 2904-97

info@iwu.de
www.iwu.de

Hintergrund

Auf dem Weg zu einem klimaneutralen Gebäudebestand stellt sich auch immer die Frage nach den Anforderungen an das einzelne Gebäude und welche Standards für die Erreichung der Klimaneutralität erforderlich sind. Ein Einzelgebäude ist jedoch in ein Gesamtenergiesystem eingebunden und kann alleine nur schwer die Klimaneutralität – d. h. keinerlei Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen) – erreichen. Es kann und muss aber die Voraussetzungen dafür schaffen, dass das Gesamtsystem (d. h. Gesamtbestand im Energiesystem) zukünftig nur noch minimale THG-Emissionen verursacht. Einzelgebäude, die dazu beitragen, ein solches Ziel zu erreichen, könnte man als „klimadienliche Gebäude“ bezeichnen.

Die Klimaschutzvorgaben der Bundesregierung und der EU gehen von einer Reduktion der THGE von 95 % gegenüber 1990 aus, um den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf 1,5 °C zu begrenzen. Dieses Reduktionsziel wird gegenwärtig als Voraussetzung für die Klimaneutralität Deutschlands angesehen. Die dann noch verbleibenden Emissionen bis zur tatsächlichen Klimaneutralität (Null-Emissionen) müssen im Gesamtenergiesystem ausgeglichen werden. Diese Reduktion muss jedoch sehr schnell erfolgen, da gleichzeitig nur noch ein begrenztes Emissionsbudget für den Transformationsprozess in den Industrieländern zur Verfügung steht.

Diskussion

Als **Zielwerte** für klimadienliche (Wohn-)Gebäude ergeben sich aus dem oben beschriebenen Reduktionspfad $2,6 \text{ kg CO}_{2\text{äq}}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ für die Nutzungsphase, wenn nur Beheizung und Hilfsenergie betrachtet werden, und $3,4 \text{ kg CO}_{2\text{äq}}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$, wenn zusätzlich der Haushaltsstrom mitbilanziert wird [Großklos et al. 2019]. Dabei muss berücksichtigt werden, dass das Potenzial nachhaltig erzeugter Energieträger aus Biomasse in Deutschland heute bereits weitgehend ausgeschöpft ist und Gut-schriften bzw. Verrechnungen von THG-Emissionen zwischen Gebäude- und Energiesektor nicht zu einer substanziellen Reduktion der Emissionen führen.

Neben der Betriebsenergie sind auch die Herstellung, Unterhaltung und Entsorgung des Gebäudes zu berücksichtigen. Aktuelle Neubauten können für die grauen THG-Emissionen (Abbau, Herstellung, Transport und Instandhaltung) Werte von etwa $9 \text{ kg CO}_{2\text{äq}}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ und niedriger über den Gebäudelebenszyklus erreichen (siehe [Röck et al. 2020], [Idler et al. 2019], [Wöhrle et al. 2017],

[Habert et al. 2020] und [SIA 2040:2017]). Dies entspricht bei einer angenommenen Lebenserwartung des Gebäudes von 50 Jahren Emissionen von 450 kg CO_{2äq}/m² im Jahr der Errichtung (z. B. im Jahr 2021). Für Sanierungen werden 5 bis 6 kg CO_{2äq}/(m²·a), bzw. 300 kg CO_{2äq}/(m²) im Jahr der Errichtung angegeben [SIA 2040:2017]. Dieser Wert sollte als Obergrenze eingehalten werden. Das Gebäudedesign und die Wahl der Baumaterialien bieten hierfür ausreichend Spielräume (siehe auch [EnergieSchweiz 2017a]). Ob die Obergrenzen unter Berücksichtigung des Budgetansatzes für die Gesamtemissionen Deutschlands ausreichen, kann gegenwärtig nicht abschließend beurteilt werden.

Die o. g. Werte beziehen sich auf das gegenwärtige Energiesystem. Es ist davon auszugehen, dass durch die weitere Dekarbonisierung des Energiesystems letztendlich eine Klimaneutralität im Gebäudebestand erreicht werden kann ([Idler et al. 2019], [Wöhrlé et al. 2017]). Angesichts des rapide dahinschmelzenden Restbudgets an THG-Emissionen muss auch die Transformation der Energiesysteme deutlich beschleunigt werden.

Wichtig ist es, die beiden Zielwerte für die Herstellungs- und Nutzungsphase getrennt zu betrachten und nicht miteinander zu verrechnen, da sonst die dringend erforderliche Reduktion des Energiebedarfs zur Erreichung des Gesamtziels u. U. abgeschwächt wird.

Neubauten vergrößern die beheizte Nutzfläche des Gebäudebestandes und führen damit in der Regel – absolut gesehen – zu zusätzlichen THG-Emissionen. Da hier optimale Voraussetzungen vorliegen, sollten Neubauten die besten Standards und Techniken nutzen, um den Anstieg der Emissionen insgesamt auf ein Minimum zu begrenzen. Das bedeutet aus unserer Sicht Passivhaus-Standard oder KfW Effizienzhaus 40 und eine weitgehende Nutzung aller geeigneten Flächen für die Solarenergie, vor allem in Form von Photovoltaik. Da Sonnenenergie im Winter nicht ausreichend zur Verfügung steht und die Potenziale für den Einsatz von Biomasse in Deutschland sehr begrenzt sind (und nur im Ausnahmefall für Neubauten genutzt werden sollten), stellt die Nutzung von Strom aus Windkraft eine elementare Voraussetzung für die zukünftig weitgehend regenerative Wärmeversorgung von Gebäuden im Winter dar. Die Gebäude benötigen also die Möglichkeit Strom aus Windkraft überhaupt zu nutzen. Allerdings sind die Potenziale der Windkraft und ihre Akzeptanz in der Bevölkerung ebenfalls begrenzt, so dass für eine effiziente Nutzung von Windstrom Wärmepumpen essentiell sind. Um kurzzeitige Flauten überbrücken zu können und die Lastspitzen im Stromnetz zu begrenzen, sind mittelfristig vor allem thermische Energiespeicher für den Lastausgleich für ein bis zwei Tage im Winter erforderlich. Diese Speicher müssen zumindest einfach nachrüstbar sein, da sie gegenwärtig aufgrund des noch nicht weit fortgeschrittenen Ausbaus der Erneuerbaren noch kaum benötigt werden.

Bestandsgebäude besitzen sehr unterschiedliche Randbedingungen und auch eine Reihe von Dämmrestriktionen, so dass zum aktuellen Zeitpunkt kein allgemeinverbindlicher Standard für Einzelgebäude mit Blick auf die Klimaneutralität im Gesamtbestand gefordert werden kann. Grundsätzlich gilt auch bei Bestandsgebäuden das Prinzip „so gut wie möglich“ und es sollte bei der Gebäudehülle das Niveau des KfW Effizienzhaus 55 oder besser angestrebt werden, da damit über den Lebenszyklus in der Regel eine optimale THGE-Reduktion realisiert werden kann. Dieses Niveau ist jedoch bei einem Teil der Gebäude, z. B. mit erhaltenswerten Fassaden, nur schwer zu erreichen. Generell gilt: je niedriger der Energiebedarf im Gesamtbestand, desto besser kann dieser Bedarf aus regenerativen und somit treibhausgasfreien oder -armen Quellen gedeckt werden und umso eher kann eine Versorgung innerhalb der Potenzialgrenzen in Deutschland erreicht werden [Diefenbach et al. 2021].

Gleichzeitig ist es wichtig die Effizienzverbesserungen sehr schnell voranzutreiben (Steigerung der Sanierungsrate), da nicht nur das Ziel der Klimaneutralität zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Zukunft wichtig ist, sondern auch die auf dem Weg dahin bereits entstandenen THG-Emissionen. Das beinhaltet dann auch die grauen Emissionen, die zum Zeitpunkt der Errichtung bzw. Modernisierung anfallen und sich nicht über einen längeren Zeitraum verteilen. Studien, welche das Spannungsfeld

zwischen einer Steigerung der Sanierungsrate und der optimalen Sanierungstiefe im Hinblick auf Lebenszyklusemissionen und das nationale Emissionsbudget untersuchen, liegen bisher noch nicht vor. Mit den Förderprogrammen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) sowie dem individuellen Sanierungsfahrplan stehen finanzielle Mittel und Instrumente sowohl für stufenweise als auch für vollständige Modernisierung von (Wohn-)Gebäuden zur Verfügung. Auch Bestandsgebäude müssen mittelfristig zu einem wesentlichen Anteil über Wärmepumpen versorgt werden, möglicherweise zu einem Teil bivalent mit einem brennstoffbasierten zweiten Wärmeerzeuger. Im Bestand spielen bei dichter Bebauung zudem auch Wärmenetze eine wichtige Rolle, die dann zusätzlich für den Lastausgleich im Stromnetz genutzt werden können und müssen. Voraussetzung sind überwiegend regenerative Wärmequellen, die Möglichkeit auch in Wärmenetzen Windstrom nutzen zu können und geringe Verteilverluste [Großklos et al. 2020]. Unabhängig von den oben beschriebenen Restriktionen bei Bestandsgebäuden gelten bei diesen die gleichen grundsätzlichen Prinzipien wie bei Neubauten. Insgesamt sollen Gebäude – Alt- und Neubauten – zukünftig im Sommer keine Brennstoffe benötigen, weder direkt noch indirekt (z. B. aus dem vorgelagerten Stromnetz). Im Sommer steht ausreichend Sonnenenergie zur Deckung von Wärme- und Haushaltsstrombedarfen zur Verfügung.

Nach Ausschöpfung von Energieeffizienzpotenzialen (Reduktion des Energiebedarfs) und der Dekarbonisierung der Energieversorgung (Nutzung erneuerbarer Energien) verbleiben voraussichtlich THG-Emissionen, die nicht baulich bzw. technisch verhindert werden können. Hier können in Zukunft – wenn die oben beschriebenen Ziele erreicht oder unterschritten wurden – Maßnahmen wie CO₂-Abscheidung oder synthetische regenerative Gase die Emissionen weiter bis auf null senken. Dies kann mit Blick auf die begrenzten Flächenpotenziale bei den erneuerbaren Energien aber nur der letzte verbleibende Schritt im Gesamtenergiesystem sein. Beim Einzelgebäude bleibt als grundlegende Anforderung, hohe Effizienz schnell zu erreichen.

Literatur

- [Diefenbach et al. 2019] Analyse der Energieversorgungsstruktur für den Wohngebäudesektor zur Erreichung der Klimaschutzziele 2050. Endbericht Teil 1 im Projekt „Energieeffizienz und zukünftige Energieversorgung im Wohngebäudesektor: Analyse des zeitlichen Ausgleichs von Energieangebot und -nachfrage (EE-GebäudeZukunft)“. IWU, Darmstadt, 2019.
www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/prj/EEGebaeudeZukunft_Endbericht_Teil_1.pdf
- [Diefenbach et al. 2021] Erreichung der Klimaschutzziele 2050 bei der Wohngebäude-Wärmeversorgung. — Energiewirtschaftliche Tagesfragen (et) 71 (2021) 1-2: 53-57.
www.iwu.de/fileadmin/publikationen/lizenz/Aufsatz_et_01-02_2021_S.53-57.pdf
- [EnergieSchweiz 2017a] EnergieSchweiz: Graue Energie von Neubauten - Ratgeber für Baufachleute: EnergieSchweiz, 2017.
pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/8719
- [EnergieSchweiz 2017b] EnergieSchweiz: Graue Energie von Umbauten. Ratgeber für Baufachleute. Hg. v. EnergieSchweiz. EnergieSchweiz, 2017.
pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/8721
- [Großklos et al. 2019] Zukunftsfähige Neubauten als Baustein für einen klimaneutralen Wohngebäudebestand 2050: Endbericht Teil 2 im Projekt „Energieeffizienz und zukünftige Energieversorgung im Wohngebäudesektor: Analyse des zeitlichen Ausgleichs von Energieangebot und -nachfrage (EE-GebäudeZukunft)“. IWU, Darmstadt, 2019.
www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/2019_IWU_GrossklosEtAl_Zukunftsf%C3%A4hige-Neubauten-als-Baustein-f%C3%BCr-einen-klimaneutralen-Wohngeb%C3%A4udebestand-2050.pdf

-
- [Großklos et al. 2020] Fernwärme für eine klimaneutrale Wärmeversorgung – Thesenpapier. IWU, 2020.
www.iwu.de/fileadmin/publikationen/thesenpapier/2020-05_IWU_GrossklosEtAl_Thesenpapier-Fernw%C3%A4rme-f%C3%BCr-eine_klimaneutrale-W%C3%A4rmeversorgung.pdf
- [Habert et al. 2020] Carbon budgets for buildings: harmonising temporal, spatial and sectoral dimensions. In: *Buildings and Cities* 1 (1), S. 429–452. DOI: 10.5334/bc.47.
- [Idler et al. 2019] Graue Energie im Ordnungsrecht/Förderung. Hg. v. BBSR, 2019.
www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/zb/Auftragsforschung/5EnergieKlimaBaue/n/2017/graue-energie/Endbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- [Röck et al. 2020] Röck, Martin; Saade, Marcella Ruschi Mendes; Balouktsi, Maria; Rasmussen, Freja Nygaard; Birgisdottir, Harpa; Frischknecht, Rolf et al. (2020): Embodied GHG emissions of buildings – The hidden challenge for effective climate change mitigation. In: *Applied Energy* 258, S. 114107. DOI: 10.1016/j.apenergy.2019.114107.
- [SIA 2040:2017] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 2040 - SIA-Effizienzpfad Energie, Zürich, 2017 sowie Korrigenda C1
- [Wöhrle et al. 2017] Gutachten über erschließbare Umweltpotenziale von Effizienzhaus Plus Gebäuden. In: BMUB - ZukunftBau 2017.
www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/zb/Auftragsforschung/5EnergieKlimaBaue/n/2016/umweltpotenziale-effizienzhaus-plus/Endbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=1