

## Executive Summary

Die Sanierung von Gebäuden zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Reduktion der Operativen Emissionen ist von zentraler Bedeutung für das Erreichen nationaler und lokaler Klimaziele im Gebäudesektor. Für eine gesamtheitliche Lösung muss der Betrachtungsrahmen aus dem Fokus auf die reine Energieeinsparung gelöst und um weitere Kriterien der Nachhaltigkeit erweitert werden. Dies betrifft vor allem die Grauen Emissionen und den Verbrauch von (Primär-)Rohstoffen. Hieraus resultiert, dass nicht die maximale Energieeffizienz allein das Ziel sein kann. Es geht vielmehr um eine Pareto-Optimierung zwischen Energieeinsparung, Ressourcenverbrauch und Emissionsreduktion.

Aufbauend auf den Grundlagen, die in vorangegangenen Studien für die BSW erarbeitet wurden, werden in der vorliegenden Untersuchung diverse Parameter hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf das Treibhausgasaufkommen verglichen. Die Gegenüberstellung der unterschiedlichen Gebäudetypen, Ausgangs- und Zielzustände sowie Betrachtungszeitpunkte ermöglicht einen Vergleich der Treibhausgasemissionen je Variante.

Die erarbeiteten Erkenntnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

- Einfamilienhäuser sind pro qm stets emissionsintensiver als Mehrfamilienhäuser.
- Freistehende Gebäude sind pro qm stets emissionsintensiver als umbaute Gebäude.
- Die Umstellung auf nicht-fossile Energieträger ist das effektivste Mittel zur Emissionsreduktion; dies gilt unabhängig von der gewählten Sanierungstiefe.
- Moderate Sanierungstiefen wie z.B. EH70 sind zu bevorzugen. Hierbei sollte sichergestellt werden, dass Niedertemperatursysteme installiert werden können.
- Orientierung an technischer Notwendigkeit für Niedertemperatursysteme
- Ältere Gebäude mit schlechten energetischen Ausgangszuständen sollten priorisiert werden.
- Nur wenn eine Umstellung auf nicht-fossile Energieträger aus technischen Gründen nicht möglich ist, sollte die Sanierungstiefe gesteigert werden.
- Aus der Sanierung resultierende Graue Emissionen sollten durch die Verwendung von nachwachsenden bzw. wiederverwertbaren Materialien minimiert werden.
- Eine Rückführung der eingesetzten Ressourcen in technische bzw. biologische Kreisläufe muss durch lösbare Verbindungen sichergestellt werden.

## 1 Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht erweitert die Untersuchungen der Machbarkeitsstudie der Hamburger Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen (BSW) um die Ermittlung der Grauen Emissionen für verschiedene Sanierungsstrategien anhand unterschiedlicher energetischer Ausgangszustände, Gebäudetypencluster und Sanierungstiefen. Die ganzheitliche Betrachtung der ökologischen Auswirkungen über den gesamten Lebenszyklus hinweg ist geeignet, um Handlungsempfehlungen und Sanierungsstrategien zu erarbeiten.

Die Studie lässt sich im Wesentlichen in zwei Bausteine unterteilen:

Im ersten Baustein wird die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen infolge der Sanierungsmaßnahmen ebenso wie der damit einhergehende reduzierte Endenergiebedarf den Grauen Emissionen gegenübergestellt, die durch die Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen entstehen. Dabei werden verschiedene Varianten der Energieversorgung und unterschiedliche Zeithorizonte (2018, 2030, 2045/2050) einbezogen.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine nicht-fossile Energieversorgung klar gegenüber fossilen Energieträgern zu bevorzugen ist und die effektivste Maßnahme darstellt. Insbesondere bei Energieträgern, die bei der Wärmeerzeugung keine Operativen Emissionen verursachen, sind die Grauen Emissionen der entscheidende Faktor zur Beurteilung der Gesamtmaßnahme. Zudem gilt es bei der Gesamtbeurteilung zu berücksichtigen, dass die Grauen Emissionen durch den Herstellungsprozess ihre atmosphärische Schädigungswirkung bereits zu Beginn des Gebäudelebenszyklus in vollem Umfang entfalten und ihnen deshalb eine besondere Relevanz zukommt. [1] Die Berechnungen zeigen, dass eine sehr große Sanierungstiefe (z.B. E40) durchschnittlich nicht zu einer besseren Gesamtbilanz führt: Im Gegenteil: Insbesondere moderate Sanierungsmaßnahmen (z.B. E70) sind hier zu bevorzugen. Kann eine Umstellung auf nicht-fossile Energieträger nicht erfolgen, sollte eine höhere Sanierungstiefe gewählt werden, um die jährlich anfallenden Operativen Emissionen so weit wie möglich zu reduzieren.

Bezüglich der Priorisierung eines Bestandportfolios zeigt sich, dass vor allem ältere Baualterklassen in schlechten energetischen Ausgangszuständen zu bevorzugen sind, da sich hier die höchsten Einsparungen je Quadratmeter Bezugsfläche (AN) erzielen lassen. Um ein möglichst effizientes Verhältnis von eingesetzten Grauen Emissionen zu eingesparten Operativen Emissionen zu erzielen, ist die Sanierungstiefe entscheidend: Diese sollte nur so tief gewählt werden, wie für eine effiziente Auslegung der Energieversorgung mit Niedertemperatursystemen im Zusammenhang mit Wärmepumpen zwingend erforderlich ist. Unter Berücksichtigung der Begrenztheit der materiellen Ressourcen und den durch die Sanierungsmaßnahmen anfallenden Grauen Emissionen sollte von einer vorfälligen Sanierung von intakten Bauteilen abgesehen werden.

Aufgrund des Studiendesigns, das eine sehr grobe Clusterung der Bestandsgebäude und Sanierungsmaßnahmen erforderte, sind die hier getroffenen Aussagen stets im Einzelfall zu prüfen und abzuwägen.

In Baustein 2 werden Hinweise und Empfehlungen zur Erstellung einer Rangfolge der für die Sanierungen untersuchten Dämmstoffvarianten gegeben.

Insgesamt sind Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen ressourcen- und klimaschonender als solche, für die endliche Rohstoffe verwendet werden. Entscheidend ist hierbei die dauerhafte Nutzung der nachwachsenden Dämmstoffe. Eine kurzzeitige Verwendung mit anschließender thermischer Verwertung ist

nicht zielführend in Bezug auf die Klimaschonung. Die mit der Herstellung, Nutzung und dem Rückbau der Dämmstoffe verbundenen Treibhausgasemissionen hängen wesentlich vom angesetzten Verwertungsszenario ab. Besonders deutlich ist dies grundsätzlich bei nachwachsenden Rohstoffen wie Holz. Solange die biogenen Baustoffe noch nicht verbrannt wurden, ist die CO<sub>2</sub>-Bilanz nahezu neutral (Phase A+C). Durch die Verbrennung und die damit verbundenen Gutschriften aufgrund der Energiegewinnung wird der Wert negativ und damit ggf. auch die Gesamtemissionen.

Wünschenswert ist jedoch in allen Fällen die Schließung von Stoffkreisläufen, sodass die mit der Produktion verbundenen Emissionen nicht erneut anfallen müssen. Vorteilhaft ist dafür die Ausführung als hinterlüftete Fassade. Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) sind aufgrund ihrer schlechten Trennbarkeit nicht zielführend.

## 2 Gegenstand der Untersuchung

### 2.1 Ausgangslage

Mit der Fortschreibung des Hamburger Klimaplanes von 2019 werden weitreichende Ziele zur CO<sub>2</sub>-Einsparung definiert (bis 2030 -55 % CO<sub>2</sub> gegenüber 1990, bis 2050 -95 %)¹. Hohe Einsparziele sind auch im Sektor Private Haushalte (PHH) gesetzt. Zu diesem Sektor zählen Wohngebäude. In einem Transformationspfad Wärmewende/Gebäudeeffizienz werden von der BUKEA (Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft) verschiedene Maßnahmen zur Zielerreichung benannt. Unter Klärung des derzeitigen energetischen Zustands des Hamburger Wohngebäudebestands soll ein Weg aufgezeigt werden, wie die Hamburger Klimaziele für den Wohngebäudebereich bis 2030 bzw. 2050 bei gleichzeitiger Sicherung bezahlbarer Kosten für das Wohnen erreicht werden können.

Zur Umsetzung des Klimaplanes im Hamburger Wohngebäudebestand wurden dazu im Auftrag der Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen eine Machbarkeitsstudie und weitere Gutachten erstellt.

„Graue Energie bzw. Graue Emissionen“ werden in der Systematik des Hamburger Klimaplanes nicht im Sektor PHH bilanziert. Gleichwohl sollen die in der Machbarkeitsstudie entwickelten Maßnahmen an der Gebäudehülle auch vor dem Hintergrund der bei der Herstellung, Errichtung und Entsorgung der Bauteile (Module A und C gemäß DIN EN 15804) entstehenden Treibhausgasemissionen bewertet und den durch die Maßnahmen verringerten CO<sub>2</sub>-Emissionen und Endenergieverbräuchen in der Nutzungsphase der Gebäude gegenübergestellt werden („CO<sub>2</sub>-Amortisationsdauer“). Dadurch soll ein möglichst vollständiges Bild der Auswirkungen der in der Machbarkeitsstudie untersuchten Maßnahmen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Gebäudesektors erzeugt werden.

---

¹ Aktuell wird die zweite Fortschreibung des Hamburger Klimaplanes erarbeitet. Darin werden die Ziele nochmals angepasst. Die hier dargelegten Untersuchungen beziehen sich auf die erste Fortschreibung des Hamburger Klimaplanes.