

KLIMAWIRKUNGEN VON SANIERUNGEN

EINE LEBENSZYKLUSBASIERTE ANALYSE

Ergebnisse einer Studie mit 19 Gebäuden

INHALT

Kurzfassung	2
Hintergrund	2
Ergebnisse der Auswertungen	5
Zusammenfassung und Erkenntnisse	11
Anhang	14

Stuttgart, 20. Februar 2025

Klimawirkungen von Sanierungen: Eine lebenszyklusbasierte Analyse

Kurzfassung

Um Klimaziele und Energiesicherheit zu erreichen und langfristigen Werterhalt zu sichern, sind Sanierungen unserer Gebäudebestände notwendig und sinnvoll. Vor diesem Hintergrund drängen sich immer wieder Fragen zur tatsächlichen Klimawirkung der Sanierungsmaßnahmen auf. Aus diesem Grund wurden 19 DGNB-zertifizierte Sanierungsprojekte hinsichtlich ihrer Ökobilanz ausgewertet. Mit den Ergebnissen dieser Auswertung kann gezeigt werden, dass die Sanierungsmaßnahmen der Projekte deutlich weniger Klimawirkungen verursachen als Neubauten.

Die Auswertung zeigt zudem, dass die CO₂-Emissionen¹ des Betriebs in Summe, also über 50 Jahre gerechnet, den weitaus größten Anteil über den Lebenszyklus ausmachen, v.a. wenn weiterhin konventionelle Energieträger eingesetzt werden. Zudem kann gezeigt werden, dass die Emissionen der Sanierungsmaßnahmen sehr stark variieren, so wie der Umfang der realisierten Maßnahmen selbst. Anhand einer Beispielrechnung, die Ergebnisse der Auswertungen nutzt, kann die Frage nach dem besten Zeitpunkt von Sanierungen diskutiert werden - und ob dieser, unter der Berücksichtigung sich verändernder Energiesysteme und zukünftigen CO₂-ärmeren Lösungen der Industrie für Sanierungsmaßnahmen, eher jetzt oder später erreicht wird.

Hintergrund

Vor dem Hintergrund der Dringlichkeit, klimawirksame Emissionen drastisch und schnell zu reduzieren, müssen wir unsere Gebäudebestände auf Klimazielpfad bringen. Die Bestandsgebäude stellen hierbei den größten Hebel dar. Dies bedarf einerseits die schnellstmögliche Dekarbonisierung unserer Energieversorgungssysteme sowie die Ausrichtung auf erneuerbare Energieträger und eine dezentralere Versorgung, abgestimmt auf die v.a. jahreszeitlich schwankenden Möglichkeiten und der Gebäudebestände. Andererseits erfordert ein in der notwendigen Zeit realisierbarer und für die Versorgungsunternehmen leistbarer Klimazielpfad, dass auch die Gebäudebestände ihre Möglichkeiten ausschöpfen und zum Erreichen der Klimaziele beitragen. Konkret bedeutet dies, dass die Energieverbräuche - unter Beachtung von energiesystem-unterstützenden Verbrauchsmustern – in Summe reduziert werden müssen. Energieproduktionspotenziale sollten auch auf den Grundstücken der Bestände und an den Bauwerken selbst ausgeschöpft werden. Die energetische Modernisierung ist also ein wesentliches Element auf dem Weg zu klimaneutralen Gebäudebeständen.

In der öffentlichen Debatte und auch bei Fachleuten stellt sich neben der Finanzierbarkeit von Modernisierungsmaßnahmen jedoch immer wieder die Frage, ob sich die Maßnahmen selbst überhaupt aus Klimaperspektive amortisieren und ob die Klimawirkungen der Maßnahmen ihren Nutzen für das Klima nicht sogar überschreiten. Um Evidenzen in diese Debatte zu bringen, kann das Ermittlungsverfahren der Ökobilanzierung genutzt werden. Dieses ermöglicht eine transparente, ganzheitliche Bilanzierung der Umweltwirkungen über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes,

¹ Hinweis: Der Begriff „CO₂-Emissionen“ wird in dieser Studie synonym für alle Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente) gemäß Definition im Kyoto-Protokoll verwendet

die die unterschiedlichen Phasen von der Herstellung über die Nutzung bis zum Lebensende berücksichtigt. Als bewährte und standardisierte Methode kann die Ökobilanzierung als gutes Instrument zur Erfassung und Optimierung des CO₂-Ausstoßes genutzt werden.

Wenn es in der Praxis gelingt, neben den CO₂-Emissionen des Gebäudebetriebs auch die CO₂-Emissionen des Bauwerks bzw. der Modernisierungsmaßnahmen, die sogenannten grauen Emissionen, aus Lebenszyklusperspektive zu optimieren, sind die Akteure der Branche aber auch politisch Entscheidende gut gerüstet, um Überzeugungsarbeit zu leisten und Grundlagen für klimazielunterstützende Regelungen zu schaffen.

Gebäude-Ökobilanzen in Deutschland: Grundlage für Klimaschutz beim Bauen

In Deutschland sind die Berechnung von Gebäude-Ökobilanzen und die Einhaltung von Anforderungswerten schon seit Einführung von Gebäudezertifizierungen (2008) sowie seit 2022 für den Erhalt staatlicher Fördergelder für den Neubau nötig. Eine Einführung in das Ordnungsrecht wird diskutiert. EU-Mitgliedsstaaten wie die Niederlande, Frankreich, Dänemark und weitere skandinavische Länder² haben diese Anforderung bereits im Ordnungsrecht verankert oder angekündigt. Sie fördern dadurch den Aufbau von Kapazitäten am Markt, z.B. von Ökobilanz-Dienstleistenden und -Datenbanken.

Die Europäische Norm EN 15978 definiert alle Lebenszyklusphasen in Form von Modulen (Abbildung 1). In Deutschland wird gemäß nationalen Konventionen und in Hinblick auf aktuelle Datenverfügbarkeiten ein bestimmter Ausschnitt dieser Module und des Bilanzrahmens erfasst. Seit der Einführung im Jahr 2022 hat sich die Ökobilanz-Methodik gemäß Qualitätssiegel Nachhaltige Gebäude (QNG) als Methode etabliert, die auch Teil der DGNB Zertifizierung von Neubauten ist.

Herstellung und Errichtung					Nutzung und Betrieb							Umbau, Modernisierung und Rückbau							
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6.1	B6.2	B6.3	B7	C1	C2	C3	C4	D1	D2
Rohstoffversorgung	Transport (Produktion)	Produkt-Herstellung	Transport (Baustelle)	Errichtung / Einbau	Nutzung	Instandhaltung	Instandsetzung	Austausch	Modernisierung	Betrieb (reguliert)	Betrieb (nicht reguliert)	Energiebedarf Nutzer	Wasserverbrauch	Rückbau / Abriss	Transport (Verwertung)	Abfallaufbereitung	Entsorgung	Recyclingpotenzial	Exportierte Energie
Bilanzrahmen ‚Bauwerk‘					Bilanzrahmen ‚Bauwerk‘					Bilanzrahmen ‚Betrieb‘				Bilanzrahmen ‚Bauwerk‘					
QNG (Stand 2024) / DGNB Neubau (Version 2023)	X	X	X	(DGNB: optional)				X		X	X	X				X	X		(separat ausgewiesen)
DGNB Neubau (Version 2018)	X	X	X					X		X	X	X				X	X		X
DGNB Sanierung (Version 2021)	X	X	X		* nur Neueingebrachtes			X*		X	X	X				X*	X*		X*
QNG Sanierung (Stand 2024)	X	X	X					X		X	X	X				X	X		(separat ausgewiesen)

Abbildung 1: Ökobilanz: Bilanzrahmen, Lebenszyklusphasen und Module gemäß DIN EN 15978

² BPIE (2023): Regulierung der Lebenszyklus-THG-Emissionen von Gebäuden – Empfehlungen für Deutschland; BPIE (2024): How to establish WLC benchmarks: Insights and lessons learned from emerging approaches in Ireland, Czechia and Spain

Bis dahin wurde bei den meisten Bilanzierungen die davon leicht abweichende ursprüngliche Methode der DGNB angewandt. Nicht Teil des Betrachtungsumfangs sind nach diesen angewandten Methoden die Errichtungsphase sowie der spätere Rückbau und Transport der Materialien am Ende des Gebäudelebenszyklus³.

Die Ökobilanz-Methodik der DGNB (Version 2021) bilanziert die Sanierungsmaßnahmen und fokussiert sich auf neueingebrachte Bauteile und Materialien in den Lebenszyklusmodulen A1 bis A3, B4, C3, C4 und D). Hierdurch sollen Sanierungsmaßnahmen mit geringerem Aufwand evaluiert und der Einfluss der einzelnen Maßnahmen transparent gemacht werden können. Bei der Ökobilanzierung von Sanierungsprojekten gemäß der neueren QNG-Methodik^{Fehler! Textmarke nicht definiert.} wird in den Modulen B4, C3 und C4 das Gesamtgebäude, also sowohl Neueingebautes als auch der Bestand, bilanziert. Die in dieser Veröffentlichung genutzten Daten basieren auf der Methode der DGNB und sind deshalb mit Ergebnissen aus QNG-konformen Berechnungen nicht direkt vergleichbar.

Ziel der Kurzstudie und methodisches Vorgehen

Ziel dieser Veröffentlichung ist es, Evidenzen in die Debatte zu bringen. Dazu werden folgende Fragen im Zusammenhang mit der Reduktion von CO₂-Emissionen von Sanierungsmaßnahmen beantwortet:

- Wie hoch ist der CO₂-Ausstoß von Sanierungsmaßnahmen im Mittel und wie ist dieser im Vergleich zu dem von Neubauten einzuordnen?
- Zu welchem Zeitpunkt im Gebäudelebenszyklus treten die meisten CO₂-Emissionen von Sanierungsmaßnahmen auf?
- Wie stark unterscheiden sich die CO₂-Emissionen von Sanierungsmaßnahmen?
- Ist Abwarten und Nicht-Sanieren eine Option, die auch im Sinne der Klimaziele sein kann?

Zu diesem Zweck wurden Daten von 19 von der DGNB zertifizierten Sanierungsprojekten ausgewertet. Hierbei wurden für noch mehr Transparenz neben harten Zahlen, wie z.B. dem Betriebsenergieverbrauch und Treibhausgasausstoß, auch weiche Parameter analysiert, beispielsweise der Sanierungstyp und die umgesetzten Sanierungsmaßnahmen.

Für die 19 untersuchten Gebäude wurden die Daten der Ökobilanzergebnisse zusammengetragen und statistisch ausgewertet. Die Sanierungsprojekte wurden nach der gleichen Ökobilanz-Methode bewertet (siehe Abbildung 1). Neben ihrer Ökobilanzierungsergebnisse wurden sie auch hinsichtlich ihrer Projekt- und Gebäudecharakteristiken analysiert, um den CO₂-Ausstoß der Sanierungsprojekte bezogen auf Sanierungsmaßnahmen bzw. -umfänge sowie eingesetzte Energiegewinnungstechnologien beurteilen zu können. Die einzelnen Auswertungen und Erkenntnisgewinne können dem folgenden Kapitel entnommen werden.

Bei den analysierten Sanierungsprojekten handelt es sich fast ausschließlich um Büro- und Verwaltungsbauten. Darüber hinaus sind zwei Hotelbauten und zwei Mischnutzungen in der Auswertung enthalten. Die betrachteten Projekte haben abweichende Baujahre bzw. modernisierte Gebäudezustände vor der ausgewerteten Sanierungsmaßnahme (siehe Tabelle 2): Drei Gebäude wurden zwischen 1900 und 1951 errichtet, elf Gebäude wurden zwischen 1951 und 1990 errichtet bzw. zuletzt modernisiert und fünf Gebäude wurden zwischen 1991 und 2020 errichtet. Die zuletzt erfolgten und zertifizierten Sanierungsmaßnahmen fanden alle zwischen 2018 bis 2023 statt.

³ www.qng.info/qng/qng-anforderungen/

Ergebnisse der Auswertungen

Ergebnis 1: Die grauen Emissionen bei der Herstellung von Sanierungen sind bis zu zwei Drittel geringer als die grauen Emissionen bei der Herstellung von Neubauten.

Die Frage, ob die Emissionen der Errichtung eines Neubaus oder die Emissionen von baulichen Maßnahmen einer Bestandssanierung klimafreundlicher sind, lässt sich aus den Auswertungen zertifizierter Projekte aus Abbildung 2 herauslesen. Im Vergleich der bauwerksbezogenen CO₂-Emissionen über den gesamten Gebäudelebenszyklus zeigt sich ein deutlicher Unterschied zwischen Neubauten und Sanierungen. Gegenüber Neubauprojekten (gemäß DGNB Studie zu 50 zertifizierten Neubauten⁴) weisen die analysierten Sanierungsprojekte im Schnitt um zwei Drittel weniger bauwerksbezogene CO₂-Emissionen auf. Sanierungsprojekte sparen durch Bestandserhalt der Tragstrukturen sehr viele CO₂-Emissionen ein. Bei Neubauten hingegen werden besonders in der Tragstruktur viele, häufig primär produzierte Materialien, Produkte und Bauteile eingesetzt, die mit hohen CO₂-Emissionen einhergehen. Zusätzlich addieren sich zu den in Abbildung 2 dargestellten bauwerksbedingten Emissionen noch die betriebsbedingten Emissionen (nicht dargestellt), die je nach Energiestandard und eingesetzter Energiequelle sowohl bei Neubauten als auch Sanierungen stark variieren.

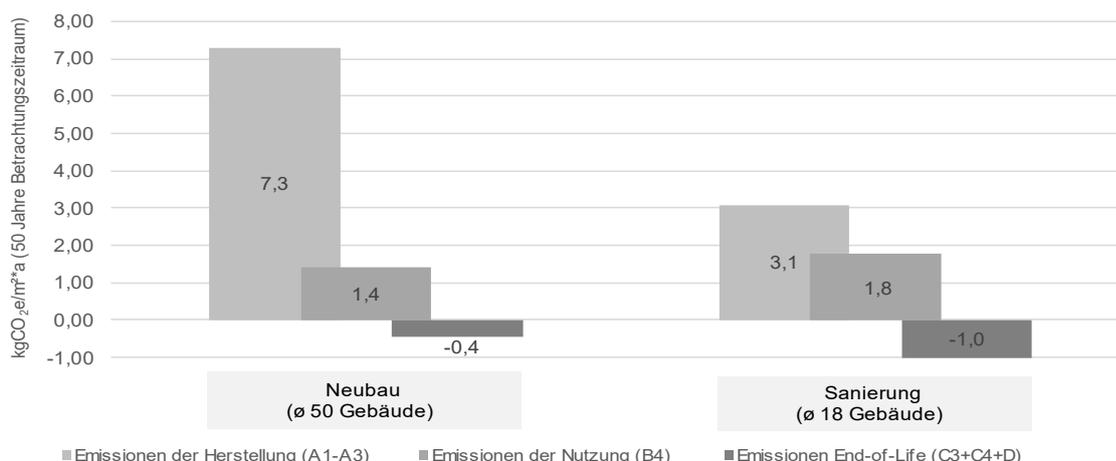


Abbildung 2: Durchschnittswert der grauen bzw. bauwerksbezogenen CO₂-Emissionen [GWP_{total}] (Module A1-A3, B4 sowie C3-C4 + D) von Neubau- und Sanierungsprojekten (jeweils vorwiegend Nichtwohngebäude bzw. Büro- und Verwaltungsbauten)

Ergebnis 2: Die meisten CO₂-Emissionen treten im Betrieb über viele Jahre hinweg summiert auf. Zeitlich betrachtet entstehen jedoch zuerst die ebenfalls signifikant hohen grauen Emissionen der Herstellungsphase.

Die Auswertungen der Sanierungsprojekte zeigen, dass auch nach einer erfolgten Sanierung im Betrieb der Gebäude (gerechnet über 50 Jahre) der weitaus größte Anteil klimawirksamer Emissionen auftritt (siehe Abbildung 3). Dies liegt darin begründet, dass die untersuchten Projekte zum größten Teil nicht auf einen klimaneutralen Betrieb optimiert wurden. Mit einem Mittelwert von ca. 28 kg CO₂e/m²*a (und einer gleichzeitig sehr großen Streuung der Ergebnisse) ist der Treibhausgasausstoß

⁴ DGNB-Studie „Benchmarks für die Treibhausgasemissionen der Gebäudekonstruktion“ (2021) Studien zum Klimaschutz | DGNB

des Betriebs bei den betrachteten Sanierungen nahezu fünfmal so hoch wie der Mittelwert der CO₂-Emissionen der Sanierungsmaßnahmen selbst. Dieser liegt, gerechnet über ihren Lebenszyklus, in Summe der Lebenszyklusmodule bei knapp 6 kg CO₂e/m²*a (siehe Tabelle 1).

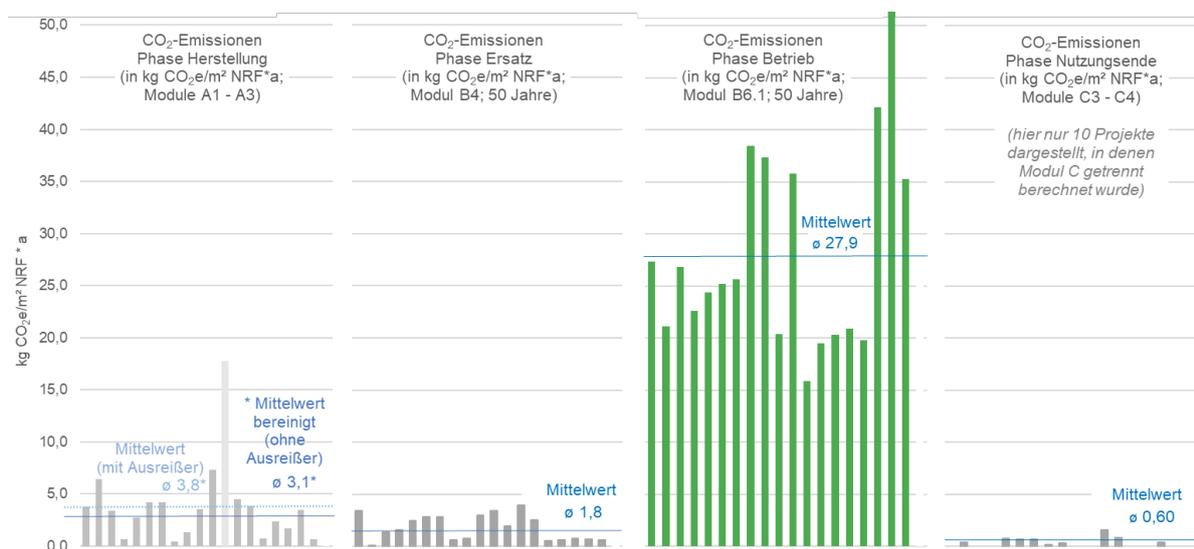


Abbildung 3: CO₂-Emissionen von 19 zertifizierten Sanierungsprojekten und Darstellung der Mittelwerte je Lebenszyklusphase

Bei Betrachtung der Emissionen der Sanierungsmaßnahmen selbst treten die meisten grauen bzw. bauwerksbezogenen CO₂-Emissionen zu Beginn in der Herstellungsphase auf (Module A1- A3, siehe Abbildung 3). Der zweithöchste Einfluss zur Optimierung liegt im Austausch der Bauteile (Modul B4). Hierbei kommt es auf eingesetzte Strategien an, die unter anderem die Langlebigkeit von verbauten Produkten und Materialien in den Fokus stellen und dadurch zusätzliche Austauschzyklen vermeiden.

GWP _{total} [kgCO ₂ e/m ² a]	Lebenszyklus- phase:	A1 - A3 Herstellung	B4 Ersatz	B6 Betrieb	C3 + C4 Aufbereitung	D Potenzial	C3+C4+D End-of-Life
Anzahl ausgewerteter Projekte:		19 Projekte			10 Projekte		19 Projekte
Mittelwert, alle Projekte		3,84	1,79	27,95	0,60	-2,78	-1,49
Mittelwert, 18 Projekte*		3,07	1,78	-	0,49	-1,83	-1,04
Median		3,50	1,58	25,19	0,54	-1,74	-0,24
Min.		0,44	0,01	15,89	0,03	-11,33	-9,74
Max.		17,77	3,95	51,97	1,59	0,00	0,89
15% Perzentil		0,70	0,62	20,15	0,26	-4,09	-3,33
75%-Perzentil		4,20	2,85	35,53	0,77	-0,47	-0,04
90%-Perzentil		6,59	3,42	39,20	0,90	-0,12	0,11

Tabelle 1: Kennzahlen der Treibhausgasemissionen [GWP_{total}, Bilanzrahmen 50 Jahre] (*ohne Ausreißer-Projekt)

Die Emissionen des Szenarios für das Lebensende fallen im Vergleich zur Herstellung und dem Ersatz gering aus. Somit lassen sich die meisten grauen CO₂-Emissionen gleich zu Beginn des

Gebäudelebenszyklus bei der Planung und Umsetzung der baulichen Sanierungsmaßnahmen reduzieren. Aufgrund der Dringlichkeit zur Erreichung der Klimaziele sollten jedoch alle Möglichkeiten bzw. alle Lebenszyklusphasen in die Strategien zur Emissionsreduktion einbezogen werden.

Ergebnis 3: Sanierungsumfänge und Energieträger und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen der umgesetzten Maßnahmen variieren projektspezifisch sehr stark.

Zur Planung und Durchführung klimaschonender Sanierungsmaßnahmen können, wie im auch Neubau, unterschiedliche Strategien zur Emissionsreduktion verfolgt werden. Die Auswertung der analysierten Sanierungen lässt keine pauschale Antwort auf zu präferierende Strategien zu, etwa ob der Umfang der Sanierung oder die umgesetzte Energieversorgungstechnologie sich in der Regel auf die CO₂-Bilanz auswirken. Es kommt daher auf projektoptimierte Lösungen an.

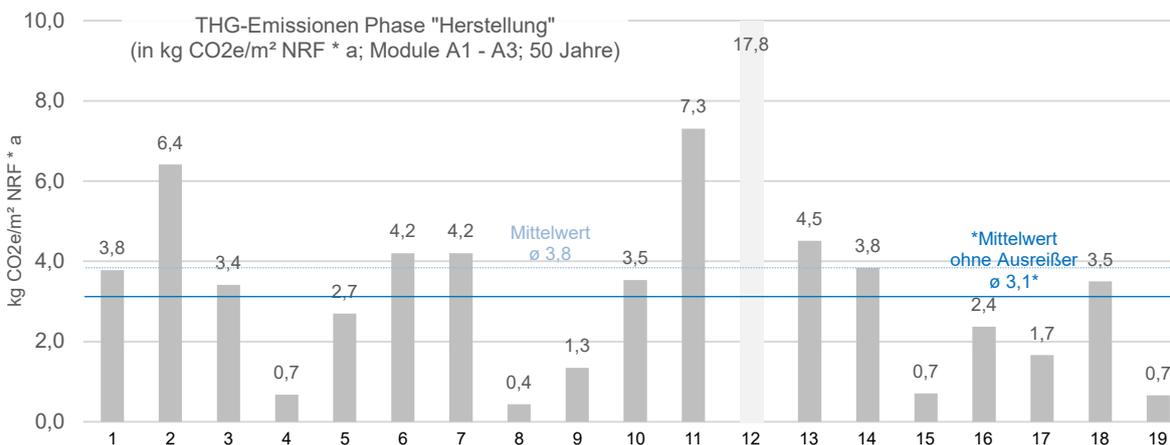


Abbildung 4: „Zoom In“: CO₂-Emissionen der Herstellungsphase (Modul A1-A3) von 19 zertifizierten Sanierungsprojekten

Projekt Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Baujahr (bzw. Jahr der letzten Modernisierung)	1951-1990	1991-2005	1951-1990	1951-1990	1900-1950	1900-1950	1900-1950	1991-2005	1951-1990	1951-1990	1951-1990	1951-1990	1991-2005	1951-1990	1991-2005	1951-1990	1951-1990	1951-1990	1951-2005	
Jahr der Sanierung (Fertigstellung)	2021-2023	2018-2020	2018-2020	2018-2020	2021-2023	2021-2023	2021-2023	2021-2023	2021-2023	2021-2023	2018-2020	2021-2023	2018-2020	2021-2023	2021-2023	2021-2023	2018-2020	2021-2023	2021-2023	
BGF(R) [m ²]	5.000 - 10.000	5.000 - 10.000	5.000 - 10.000	10.000 - 15.000	5.000 - 10.000	5.000 - 10.000	5.000 - 10.000	5.000 - 10.000	5.000 - 10.000	< 5.000	< 5.000	< 5.000	> 15.000	10.000 - 15.000	5.000 - 10.000	5.000 - 10.000	10.000 - 15.000	5.000 - 10.000	> 15.000	
Umbau	+++ (Anbau, Zugänge)	+++ (Nutzung, Zugänge)	+	++ (Zugänge)	++ (Zugänge)	+	++ (Zugänge)	++ (Nutzung)	++ (Nutzung)	-	++ (Nutzung)	+++ (Nutzung, Zugänge)	+++ (Nutzung)	++ (Nutzung)	-	++ (Nutzung)	++ (Nutzung, Zugänge)	+++ (Anbau, Dach)	+	
Erweiterung	+++ (Anbau, Aufstock.)	-	-	-	-	-	-	-	-	++ (Aufstockung)	-	-	+++ (Anbau, Aufstock.)	++ (Aufstockung)	-	-	++ (Aufstockung)	-	-	
Modernisierung	++ Kernsanierung	o.A.	+ Techn. Sanierung	+++ Kernsanierung Techn. Sanierung	++ Kernsanierung Techn. Sanierung	+++ Kernsanierung Techn. Sanierung	++ Kernsanierung Techn. Sanierung	+++ Kernsanierung Techn. Sanierung	++ Kernsanierung Techn. Sanierung	++ Kernsanierung Techn. Sanierung	+++ Kernsanierung Techn. Sanierung	+++ Kernsanierung Techn. Sanierung	++ Kernsanierung Techn. Sanierung	++ Kernsanierung Techn. Sanierung	++ Kernsanierung Techn. Sanierung					
Energetische Sanierung (Gebäudehülle)	++ Dach, Fassade	-	-	-	-	-	-	+ tlw. Fassade	++ Dach, Öffnungen	+++ Dach, Fassade	++ Fassade	+++ Keller, Fassade	++ tlw. Dach	+	+	+	+	++ Dach	+++ Dach, Fassade	
Herstellkosten [€/m ² BGF (R)] (brutto)	1000 - 1500	> 2500	2000 - 2500	1000 - 1500	1500 - 2000	1500 - 2000	1500 - 2000	1500 - 2000	> 2500	1000 - 1500	1500 - 2000	2000 - 2500	1500 - 2000	2000 - 2500	1500 - 2000	> 2500	> 2500	2000 - 2500	> 2500	1000 - 1500
Endenergiebedarf (nach Sanierung) [kWh/m ² a]	75 - 100	50 - 75	75 - 100	100 - 150	50 - 75	75 - 100	75 - 100	150 - 250	150 - 250	50 - 75	100 - 150	75 - 100	50 - 75	50 - 75	75 - 100	> 250	> 250	100 - 150	100 - 150	

Tabelle 2: Zoom In“: CO₂-Emissionen der Herstellungsphase (Modul A1-A3) von 19 zertifizierten Sanierungsprojekten (Bewertung der Umfänge der Sanierungsmaßnahmen laut Projektbeschreibung: +++ umfangreicher / ++ mittlerer Umfang / + geringer) [Farbabstufung der Zellen jeweils nach Intensität (je Zeile) von niedrig (hell) bis hoch (dunkler)]

Die Analyse der Sanierungsumfänge (siehe Tabelle 2) sowie der eingesetzten Energieträger zur Wärmeerzeugung (siehe Abbildung 5) zeigt keine eindeutige Korrelation zum CO₂-Ausstoß der Sanierungsmaßnahmen. Die Umfänge von Umbau, Erweiterung, Modernisierung und energetischer Sanierung (Gebäudehülle) der betrachteten Modernisierungen sind so unterschiedlich groß und so divers realisiert, dass sich keine eindeutige Aussage ableiten lässt in Bezug auf den CO₂-Ausstoß der Sanierungsmaßnahmen.

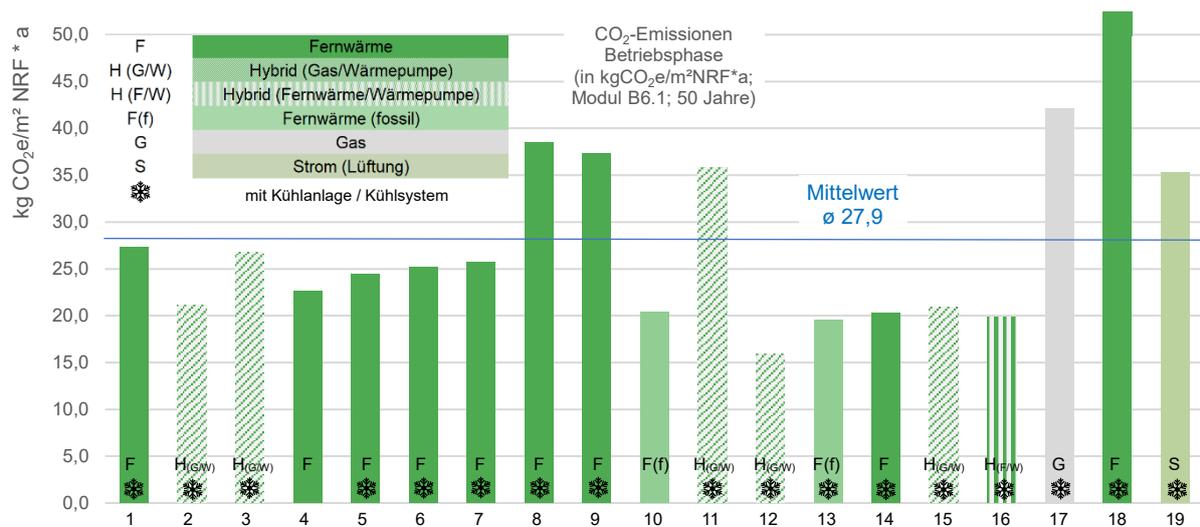


Abbildung 5: „Zoom In“: CO₂-Emissionen der Betriebsenergie (Phase „Betrieb“) kategorisiert nach verwendeten Energieträgern zur Wärmeerzeugung [GWP_{total}]

Analysiert wurde zudem, ob die Herstellungskosten der Sanierungsmaßnahmen mit den CO₂-Emissionen korrelieren. Im Mittel aller 19 Projekte liegen die Kosten für die Kostengruppen 300 und 400 gemäß DIN 276 bei 16,5 Mio EUR (brutto) bzw. 2.130 EUR/m² BGF (R) (brutto). Nur vier Projekte sind teurer als 2.500 EUR/m² BGF(R) und nur ein Projekt, das große Umbaumaßnahmen erfahren hat, erzeugte höhere Treibhausgasemissionen als der Referenzwert für Bürogebäude-Neubauten, welcher laut aktuellem DGNB System für Neubauten⁵ für die Module A1-A3 bei 8,4 kg CO₂e/m² NRF(R) liegt.

Eine leichte Korrelation lässt sich zwischen den Herstellungskosten und den CO₂-Emissionen der Herstellung erkennen: Günstiger realisierte Projekte weisen tendenziell geringere CO₂-Emissionen auf, was vor allem am geringeren Sanierungsumfang und einem entsprechend geringeren Materialverbrauch liegt. Eine Korrelation zwischen den Herstellungskosten und den Lebenszyklusemissionen oder den Betriebsemissionen ließ sich nicht herausarbeiten.

⁵ Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V. (2023): DGNB System Kriterienkatalog Gebäude Neubau, Version 2023, 3. Auflage

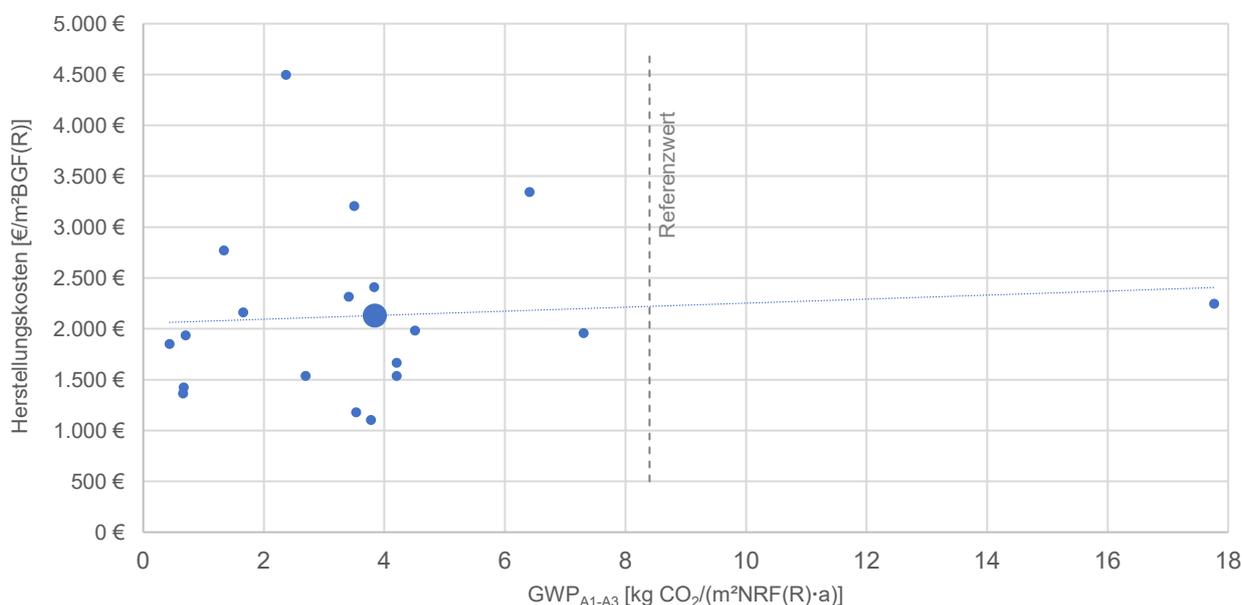


Abbildung 6: Korrelation der Herstellungskosten (brutto) mit den grauen CO₂-Emissionen der Herstellung (Modul A1-A3)

Ergebnis 4: Bei Bestandsbauten lohnen sich frühe Modernisierungen: Je früher Modernisierungen umgesetzt werden, desto geringer sind die Gesamtemissionen – auch wenn Sanierungsmaßnahmen zukünftig emissionsärmer realisiert werden können.

Ob sich in jedem Fall CO₂-Einsparungen durch Sanierungen erreichen lassen und wie hoch diese in den nächsten 20 Jahren sein werden, lässt sich nur durch eine spezifische Betrachtung ermitteln. Zu viele Faktoren beeinflussen diese Aussage. Mit Beispielrechnungen lässt sich jedoch zeigen, dass ein Abwarten auf eine klimafreundlichere Energieversorgung, bessere Sanierungseffekte und geringere Emissionen zukünftiger Sanierungsmaßnahmen über die Jahre aufsummiert zu vielen vermeidbaren Emissionen führt. Dies lässt sich mit Hilfe spezifischer Berechnungen, z.B. über individuelle Sanierungsfahrpläne oder Klimaschutzfahrpläne, darstellen und beispielsweise die Summe aller Emissionen zu verschiedenen Zeitpunkten der nächsten 20 Jahre ermitteln. Ob ein Abwarten auf klimafreundlichere Produktionsweisen von Sanierungsmaßnahmen eine aus Klimaperspektive bessere Option ist als eine schnelle Sanierung zu einem früheren Zeitpunkt, kann z.B. unter folgend beschriebenen Annahmen bezüglich des Endenergieverbrauchs projektspezifisch angepasst, evaluiert und beantwortet werden. Die für die Szenarien für ein Beispielgebäude in Abbildung 7 getroffenen Annahmen sind:

- Annahme Endenergieverbrauch unsaniert: 160 kWh/m²a
- Annahme Endenergieverbrauch saniert: 50 kWh/m²a
- CO₂-Intensität der eingesetzten Energieträger Erdgas (2025-2045: 250 g CO₂e/kWh (Grundlage: Ökobaudat 2024)
- CO₂-Intensität der eingesetzten Energieträger Strom 2025 / 2030: 447 g CO₂e/kWh / 359,5 g CO₂e/kWh (Grundlage Ökobaudat 2024)
- CO₂-Intensität der eingesetzten Energieträger 2045: 0 kg CO₂e/kWh (interpoliert 2030 – 2045)

- CO₂-Intensität der Sanierungsmaßnahme (Module A1-A3): 3,1 kg CO₂e/m²a (50 Jahre; Wert ohne Ausreißer-Projekt) entspricht 155 kg CO₂e/m² (Grundlage: siehe Auswertungen oben)
- CO₂-Intensität Ersatz der Sanierungsmaßnahme (Modul B4) nach 15 Jahren als Summenwert: 1,8 kg CO₂e/m²a (50 Jahre) entspricht 89,5 kg CO₂e/m² (Grundlage: s. oben)
- Abnahmefaktor der CO₂-Intensität der Sanierungsmaßnahmen nach 15 Jahren: 5% pro Jahr (Grundlage: Agora Industrie, 2024⁶)

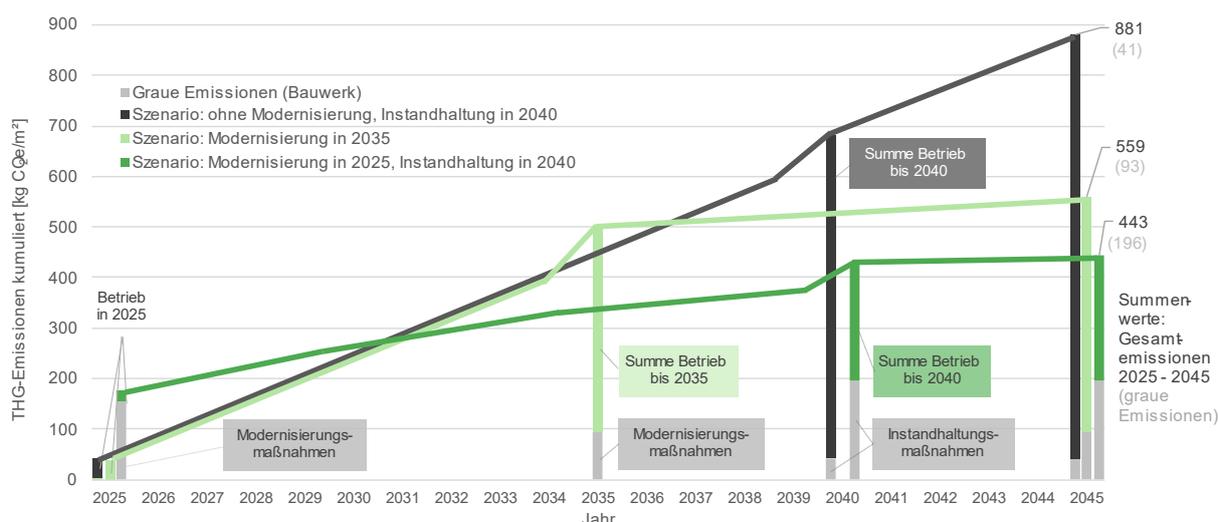


Abbildung 7: Aufsummierte (kumulierte) THG-Emissionen der Modernisierung / Nicht-Modernisierung eines Beispielgebäudes ohne und mit Modernisierung zu verschiedenen Zeitpunkten (hier: Szenario mit Energieträger Erdgas und Modernisierung in 2035; weitere verwendete Annahmen siehe Text)

Es zeigt sich, dass der Zeitpunkt der Sanierung sehr entscheidend für die Gesamtsumme an CO₂-Emissionen ist und dass die Effekte einer zeitlich früher erfolgten Sanierung nicht mehr aufgeholt werden können. Die Auswirkungen eines Abwartens unter der Hoffnung, die bis dahin emittierten CO₂-Emissionen durch dann vorhandene emissionsreduzierte Techniken, Materialien, Geräte und Energieträger wieder ausgleichen zu können, lässt sich mit solchen Beispielrechnungen projektspezifisch untersuchen. Die für Abbildung 13 untersuchten Beispielgebäude bestätigen nicht, dass ein Abwarten sich lohnt. Es ist also „schlimmer“, nicht sofort, sondern erst in ein paar Jahren zu modernisieren, in der Hoffnung, dass die Sanierungsmaßnahmen selbst dann mit geringeren CO₂-Emissionen verbunden sind. Zudem leisten schnellere Sanierungen einen Beitrag zum Gelingen der Energiewende, da erst durch eine Reduktion des Energiebedarfs von Gebäuden die zukünftige klimaneutrale Energieversorgung gesichert werden kann.

⁶ Agora Industrie, ifeu, RISE und Ramboll (2024): Reduktion und Regulierung von Embodied-Carbon-Emissionen im deutschen Gebäudesektor: Schaffung von Leitmärkten für klimafreundliche Grundstoffe

Zusammenfassung und Erkenntnisse

Aus den Auswertungen der Ökobilanzierungsergebnisse der betrachteten Sanierungsprojekte und der Beispielrechnung lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

- Sanierung schlägt Neubau:** Im Vergleich zu Neubauten generieren die Sanierungsmaßnahmen von Bestandsbauten im Schnitt circa die Hälfte bis zu zwei Drittel weniger bauwerksbezogene CO₂-Emissionen („graue Emissionen“). Da bis auf eine Ausnahme alle Sanierungsprojekte unter dem Durchschnittswert für Neubauten liegen, ist die Aussage als sehr sicher einzustufen. Daraus lässt sich die Empfehlung ableiten, dass Sanierungen aus Klimaschutzgründen gegenüber Neubauten zu bevorzugen sind.

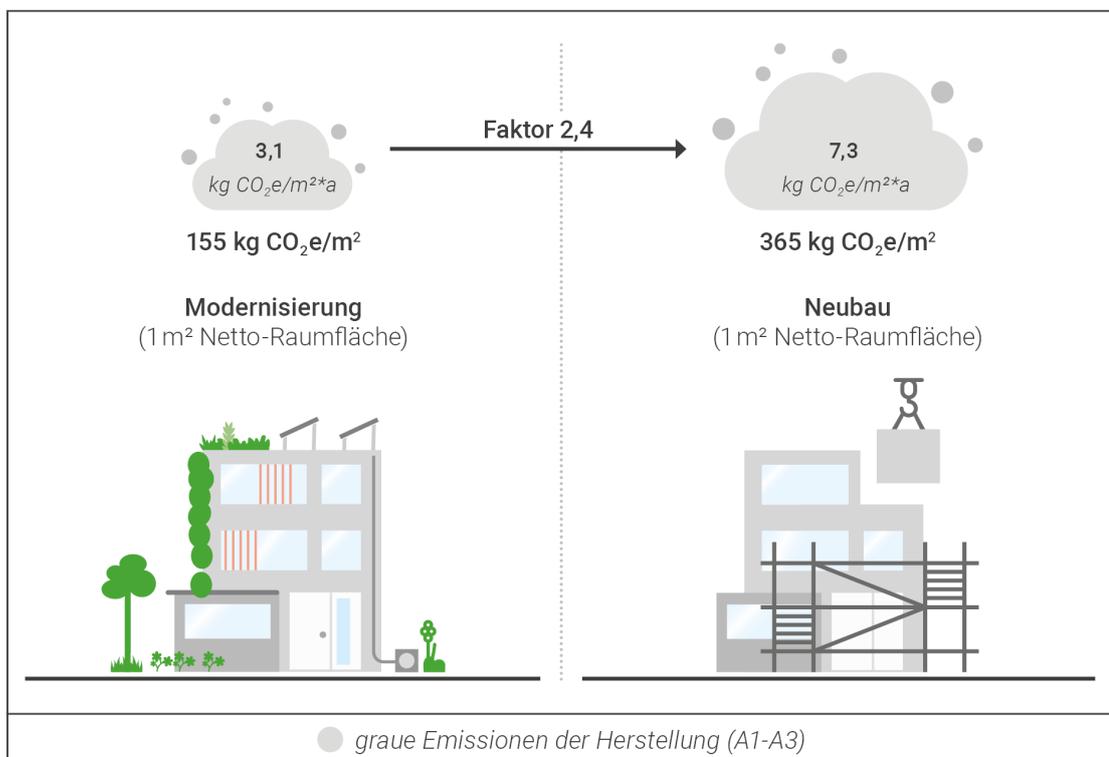


Abbildung 8: Vergleich der Emissionen von Neubauten und Modernisierungen

- Auf den Betrieb kommt es an:** Werden sanierte Gebäude nicht komplett erneuerbar betrieben, ist die Betriebsphase (ohne Berücksichtigung der Effekte der Energiewende) die Phase im weiteren Lebenszyklus, die die meisten CO₂-Emissionen verursacht. Weitaus weniger, nämlich im Mittel nur ein Achtel davon, wird bei der Herstellung der Materialien und Bauteile der Sanierungsmaßnahmen (Modul A1-A3) emittiert. Daraus lässt sich ableiten, dass bei Sanierungen die Optimierung der CO₂-Emissionen der Betriebsphase Richtung Klimaneutralität im Fokus stehen muss. Der Einsatz klimaschonender Sanierungsmaßnahmen zur Emissionsreduktion heute ist wichtig, bei nicht klimaneutral betriebenen Gebäuden jedoch über den gesamten Lebenszyklus betrachtet als zweitrangig einzustufen.

- Es gibt kein Patentrezept für Sanierungen:** Sanierungen sind sehr mannigfaltig in ihrer Ausführung und ihrem Umfang und jedes Projekt ist unterschiedlich. Deshalb lassen sich keine eindeutigen Zusammenhänge zwischen verschiedenen Sanierungsumfängen und dem CO₂-Ausstoß der Sanierungsmaßnahmen identifizieren. Eine leichte Korrelation lässt sich nur zwischen den Herstellungskosten und den Herstellungsemissionen erkennen: Günstiger realisierte Projekte weisen tendenziell geringere CO₂-Emissionen auf, was aber vor allem am geringeren Sanierungsumfang bzw. Materialverbrauch liegt. Bei jedem Projekt sollten aus diesem Grund immer alle sinnvollen Optimierungsstrategien untersucht und die bestmöglichen umgesetzt werden.
- Frühe Modernisierungen lohnen sich:** Beispielrechnungen zeigen, dass auch wenn es in den nächsten zehn bis 15 Jahren gelingt, die Sanierungsmaßnahmen selbst emissionsreduziert umzusetzen, die weiteren Emissionen im Betrieb bis zur Sanierung den Effekt weit übertreffen und durch eine spätere Sanierung nicht mehr einzuholen sind. Deshalb sollten Sanierungen nicht aufgeschoben werden, um auf die Effekte der Energiewende und Verbesserungen im Industriesektor zu warten. Die individuell besten Lösungen lassen sich durch gute Beratung, die diese Effekte in die Entscheidungsfindung miteinbezieht, finden.

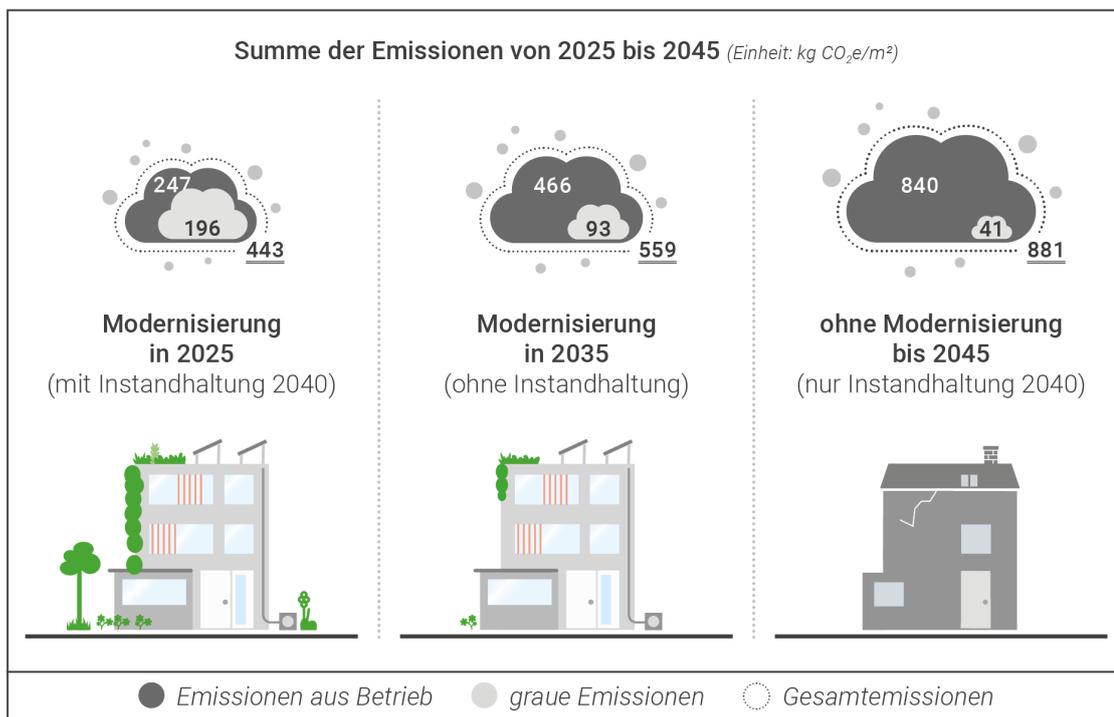


Abbildung 9: Vergleich von drei Modernisierungsszenarien und deren jeweiligen Gesamtemissionen bis 2045

Für die DGNB als Organisation leitet sich aus dieser ersten Betrachtung von bisher zertifizierten Sanierungsprojekten ab, dass die Datenabfragen im Zuge von Sanierungszertifizierungen konkreter definiert und insgesamt ausgeweitet werden sollten. So können von der DGNB zertifizierte Sanierungen zukünftig noch zielgerichteter und detaillierter ausgewertet werden, wodurch eine valide Basis für optimierte Sanierungsplanungen und politische Entscheidungsprozesse durch noch aussagekräftigere Erkenntnisse und Kennwerte bereitgestellt werden kann.

Autorinnen: Dr. Anna Braune, Isabell Viola Wellstein, Isa Raus, DGNB e.V.

Über die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V.

2007 gegründet, ist die DGNB heute mit rund 2.500 Mitgliedsorganisationen Europas größtes Netzwerk für nachhaltiges Bauen. Ziel des Vereins ist es, Nachhaltigkeit in der Bau- und Immobilienwirtschaft zu fördern und im Bewusstsein der breiten Öffentlichkeit zu verankern. Mit dem DGNB Zertifizierungssystem hat die unabhängige Non-Profit-Organisation ein Planungs- und Optimierungstool zur Bewertung nachhaltiger Gebäude und Quartiere entwickelt, das dabei hilft, die reale Nachhaltigkeit in Bauprojekten zu erhöhen. Dabei fußt das DGNB System auf einem ganzheitlichen Nachhaltigkeitsverständnis, das die Umwelt, den Menschen und die Wirtschaftlichkeit gleichermaßen einbezieht. Über die Fort- und Weiterbildungsplattform DGNB Akademie wurden zudem bereits mehr als 10.000 Personen in rund 60 Ländern zu Experten für nachhaltiges Bauen qualifiziert.

Mehr Informationen unter www.dgnb.de

Zitiervorschlag: DGNB, 2025: Klimawirkungen von Sanierungen: Eine lebenszyklusbasierte Analyse

Anhang

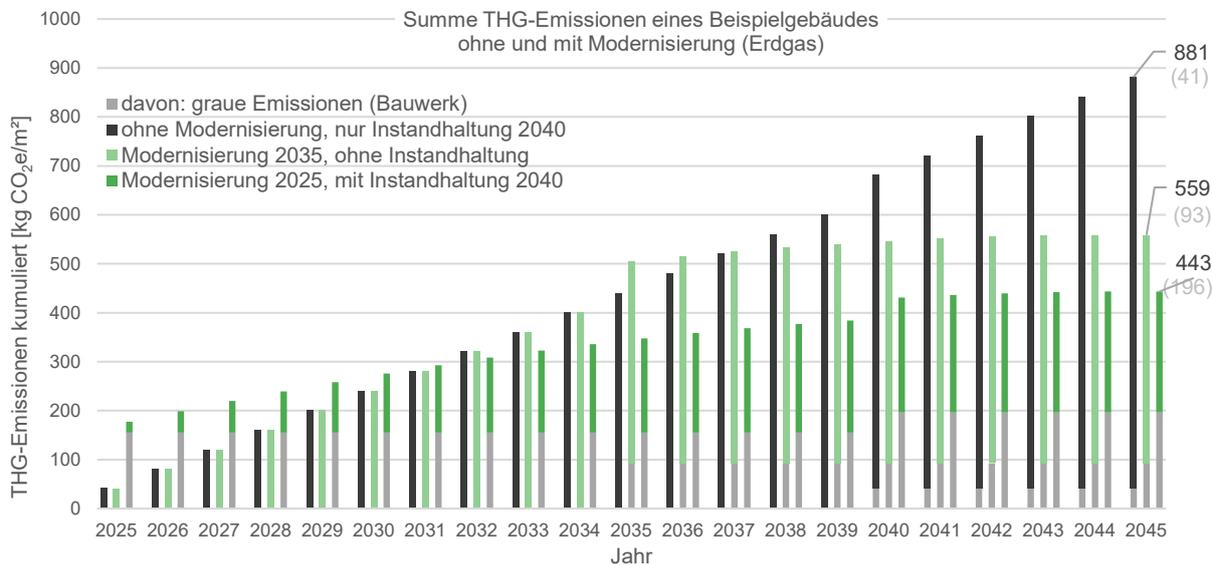


Abbildung 10: Aufsummierte (kumulierte) THG-Emissionen der Modernisierung / Nicht-Modernisierung eines Beispielgebäudes ohne und mit Modernisierung zu verschiedenen Zeitpunkten (hier: Szenario mit Energieträger Erdgas und Modernisierung in 203, vgl. Abbildung 7; weitere verwendete Annahmen siehe Text) – Summen rechts: kumulierte Emissionen bis 2045 gesamt, darunter in Klammern die grauen Emissionen.

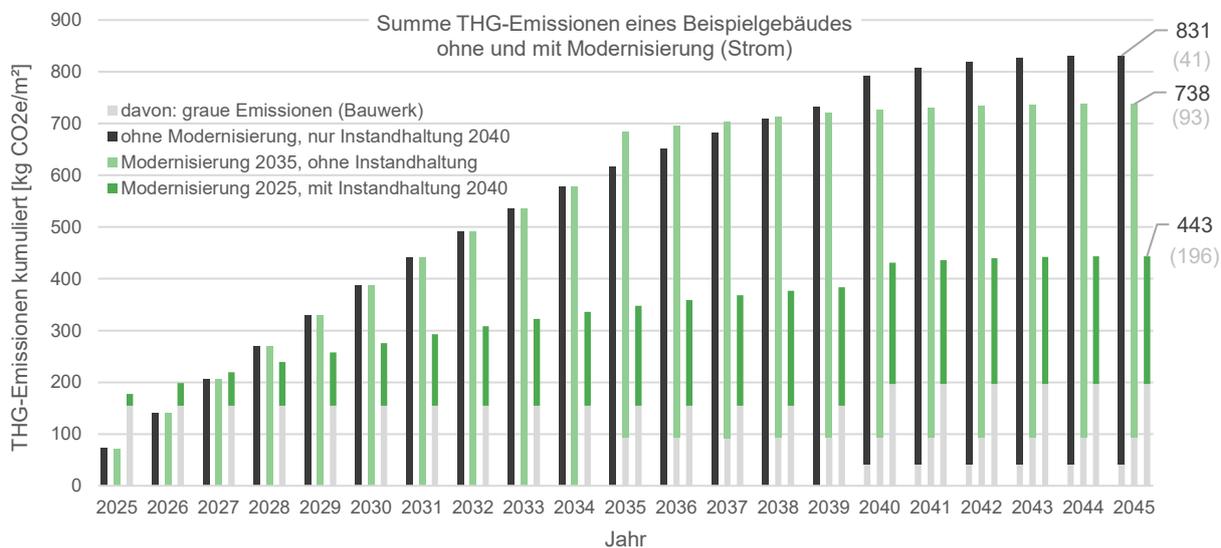


Abbildung 11: Aufsummierte (kumulierte) THG-Emissionen der Modernisierung / Nicht-Modernisierung eines Beispielgebäudes ohne und mit Modernisierung zu verschiedenen Zeitpunkten (vgl. Abbildung 10, hier: Szenario mit Energieträger Strom und Modernisierung in 2035)

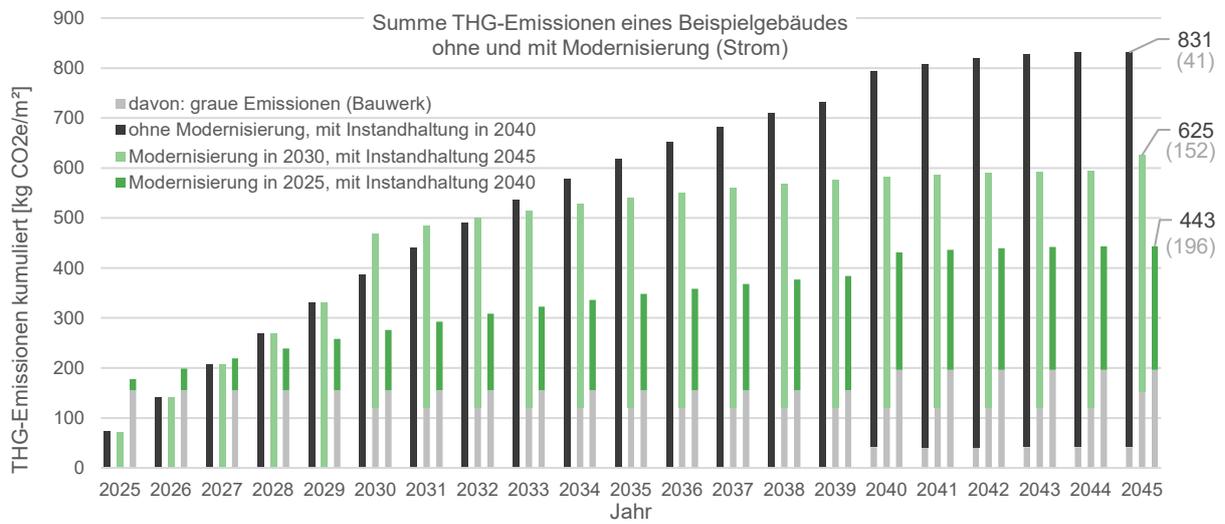


Abbildung 12: Aufsummierte (kumulierte) THG-Emissionen der Modernisierung / Nicht-Modernisierung eines Beispielgebäudes ohne und mit Modernisierung zu verschiedenen Zeitpunkten (vgl. Abbildung 10, hier: Szenario mit Energieträger Strom und Modernisierung in 2030)

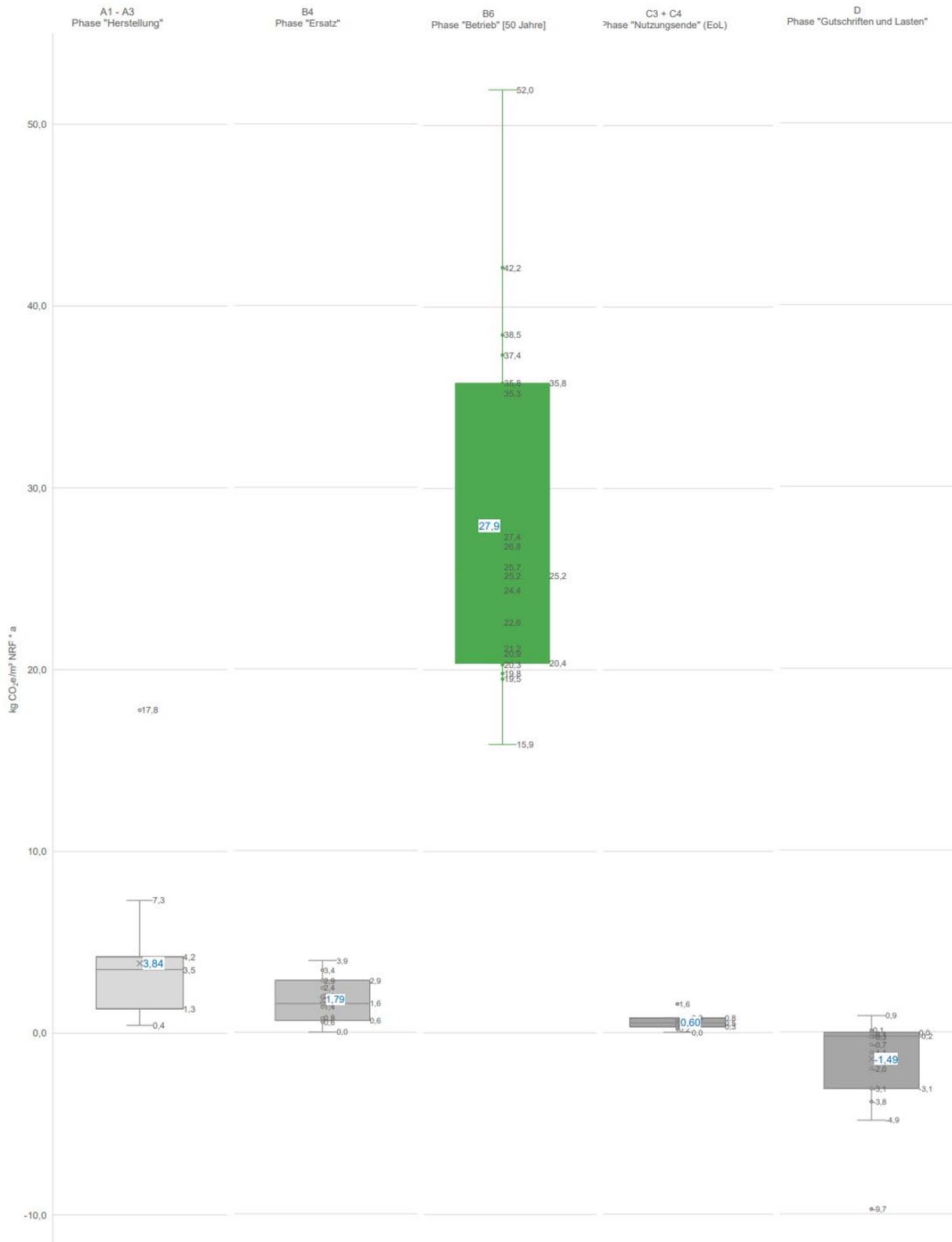


Abbildung 13: Auswertung der CO₂-Emissionen [GWP_{total}] laut Lebenszyklusphasen von 19 zertifizierten Sanierungsprojekten (Modul C und D sind nur für 10 Sanierungsprojekte ausgewertet, bei denen diese Module getrennt bilanziert wurden)