ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Wiesener, Sophia; Focke, Christian

Working Paper

Energieausweise in der Carbon Risk Real Estate Monitor Analyse: Verbrauchsorientiert versus bedarfsorientiert

IIWM-Paper, No. 12

Provided in Cooperation with:
Technische Hochschule Aschaffenburg, IIWM - Institut für Immobilienwirtschaft und -management

Suggested Citation: Wiesener, Sophia; Focke, Christian (2025) : Energieausweise in der Carbon Risk Real Estate Monitor Analyse: Verbrauchsorientiert versus bedarfsorientiert, IIWM-Paper, No. 12, Technische Hochschule Aschaffenburg, Institut für Immobilienwirtschaft und -management (IIWM), Aschaffenburg

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/311851

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

IIWM-Paper No. 12
Schriftenreihe des IIWM
Institut für Immobilienwirtschaft und -management
Februar 2025

Sophia Wiesener
Christian Focke

Energieausweise in der Carbon Risk Real Estate Monitor Analyse - verbrauchsorientiert versus bedarfsorientiert

IIWM Institut für Immobilienwirtschaft und-management TH Aschaffenburg

ISSN (print) 2568-4140
ISSN (online) 2568-5872

www.iiwm.de

Das IIWM-Paper No. 12 wurde unterstützt durch:

Sirios MP GmbH
Jahnweg 3
82291 Mammendorf

Tel.: +49 162 5949006
Web: www.sirios-mp.com
E-Mail: info@sirios-mp.com

Zitierempfehlung: **Wiesener, Sophia; Focke, Christian** (2024): Energieausweise in der Carbon Risk Real Estate Monitor Analyse - verbrauchsorientiert versus bedarfsorientiert. In: IIWM (Hrsg.): IIWM-Paper No. 12, Aschaffenburg: IIWM Institut für Immobilienwirtschaft und -management, Februar 2025.

Impressum

ISSN (print) 2568-4140
ISSN (online) 2568-5872

Herausgeber:
IIWM Institut für Immobilienwirtschaft und -management
Technische Hochschule Aschaffenburg
Vertreten durch die Institutsleitung:
Prof. Dr.-Ing. Lars Bernhard Schöne
Prof. Dr. Verena Rock MRICS
Würzburger Straße 45
63743 Aschaffenburg
Tel.: +49(0)6021-4206-745
Web: www.iiwm.de
E-Mail: institutsleitung@iiwm.de

Redaktion:
Sophia Wiesener
c/o IIWM Institut für Immobilienwirtschaft und -management
Technische Hochschule Aschaffenburg
Würzburger Straße 45
63743 Aschaffenburg

Bilder:
Soweit nicht anders gekennzeichnet von der Technischen Hochschule Aschaffenburg und der Sirios GmbH.

Energieausweise in der Carbon Risk Real Estate Monitor Analyse - verbrauchsorientiert versus bedarfsorientiert

Energy Performance Certificates in the Carbon Risk Real Estate Monitor Analysis - Consumption-Oriented versus Demand-Oriented

Sophia Wiesener

Christian Focke

Zusammenfassung

Um den weltweiten Klimawandel einzudämmen spielt der Gebäudesektor eine entscheidende Rolle. In Deutschland werden zur energetischen Bewertung von Gebäuden verbrauchs- oder bedarfsorientierte Energieausweise ausgestellt. Diese Arbeit untersucht den Unterschied der beiden Datenerhebungsmethoden sowie deren Einfluss in der Carbon Risk Real Estate Monitor (CRREM) Analyse. Dafür wird ausgehend von einer Beschreibung der Grundlagen der CRREM-Analyse eine Gegenüberstellung von drei Fallbeispielen durchgeführt. Die Verbrauchsdaten zeigen den „Ist-Verbrauch“ und somit die effektive energetische Qualität des Gebäudes im Betrieb durch seinen spezifischen Nutzer. Die Bedarfsdaten spiegeln die bauliche energetische Qualität des Gebäudes wider, abhängig von dessen Art der Nutzung, jedoch unabhängig vom Verhalten des konkreten Nutzers und basierend auf standardisierten Parametern („Typischer Verbrauch“). Dies führt dazu, dass ein Gebäude je nach verwendetem Ansatz energetisch unterschiedlich bewertet werden kann. Es zeigt sich, dass die beiden Energieausweisarten die Vergleichbarkeit sowie die realistische Bewertung der einzelnen Gebäude in der CRREM Analyse nicht gewährleisten können. Somit besteht dringender Bedarf zur Forschung und Weiterentwicklung der energetischen Gebäudebewertung.

Summary

The building sector plays a crucial role in mitigating global climate change. In Germany, energy performance certificates are issued using either consumption-based or demand-based approaches. This study examines the differences between these methodologies and their impact on the Carbon Risk Real Estate Monitor (CRREM) analysis. After a description of principles of CRREM-Analysis, the study will conduct this analysis for three buildings and contrast the results. Consumption-based data represent the "actual consumption" and reflect the effective energy performance of a building operated by a specific user. In contrast, demand-based data capture the building’s structural energy efficiency, independent of a specific user, using standardised parameters ("typical consumption"). This difference can result in varying energy assessments of the same building depending on the approach chosen. This study concludes that that neither method ensures comparability or realistic evaluation within the CRREM framework and underscores the urgent need for further research and improvement with respect to energy performance assessment methodologies.

Geleitwort

Die Folgen des Klimawandels haben ein unübersehbares Maß erreicht und erfordern einen grundsätzlichen Wandel im wirtschaftlichen Denken und Handeln. Starkwetterereignisse und verschärfte gesetzliche Vorgaben setzen die Immobilienbranche unter erheblichen Anpassungsdruck und verdeutlichen die Dringlichkeit des Handelns. Diese Entwicklungen bringen Unsicherheiten mit sich und machen eine zukunftsorientierte und nachhaltige Bewertung und Entwicklung von Gebäuden unverzichtbar.

Um den Risiken und der Bedeutung des Klimawandels gerecht zu werden, ist eine transparente und standardisierte Bewertung essenziell. Die CRREM-Analyse unternimmt hierbei den Versuch, mittels einer standardisierten Berechnung die Obsoleszenz von Objekten energetischer und emissionsbezogener Sicht für alle Marktteilnehmer greifbar zu machen. Das Tool wird entweder mit Daten aus dem Energieverbrauchs- oder -bedarfsausweis befüllt.

Diese beiden Ansätze führen jedoch häufig zu erheblichen Abweichungen in den Ergebnissen, wodurch die Aussagekraft und Vergleichbarkeit nicht nur der Energieausweise selbst, sondern auch der Ergebnisse der CRREM-Analyse beeinträchtigt werden.

Die Autoren widmen sich daher der Untersuchung dieser Bewertungsmethoden und deren unterschiedlichen Auswirkungen auf die CRREM-Analyse. Ziel ist es, zu mehr Transparenz und Klarheit in diesem Thema beizutragen und Investoren sowie Eigentümern eine verlässliche Grundlage für nachhaltige und erfolgsorientierte Entscheidungen zu bieten.

München, im Februar 2025

Jamie Wilkinson
Project Director, Partner
Sirios MP GmbH, München

Vorwort

Zur Erreichung der Klimaziele, die Deutschland und die EU sich gesetzt haben, sind erhebliche Anstrengungen erforderlich, auch und gerade im Gebäudesektor. Wie eigentlich immer und überall im Wirtschaftsleben, besteht auch hier eine Ressourcenkonkurrenz mit anderen Zielvorstellungen, die es unmöglich macht, alle Gebäude gleichzeitig in den Zielzustand zu versetzen. Daher ist es wichtig, die anstehenden Aufgaben und Maßnahmen zu priorisieren um die effektivsten Maßnahmen zuerst umzusetzen. Bei heterogenen Wirtschaftsgütern wie Immobilien ist diese Einordnung bereits eine besondere Herausforderung. Denn hierfür ist es ja erforderlich, dass an die unterschiedlichsten Immobilien ein einheitlicher Maßstab angelegt wird, der vergleichbare Messungen erlaubt und dadurch zu möglichst objektiven und verlässlichen Ergebnissen führt. Das Carbon Risk Real Estate Monitor Tool, das wir in diesem Aufsatz thematisieren, will einen solchen Maßstab definieren. Dabei ist das Verfahren auf verlässliche Eingangswerte angewiesen – wie sich zeigt, besteht ein Problem mit den hierfür genutzten Energieausweisen darin, dass die Art der Ermittlung Einfluss auf das Ergebnis nimmt. Der vorliegende Aufsatz ist daher für den Praktiker insofern interessant, als dass er durch gezielte Wahl des Energieausweises Einfluss auf Timing und Reihenfolge der Maßnahmen in seinem Portfolio nehmen kann. Er ist ebenso für Verordnungsgeber interessant, deren normatives Interesse darauf gerichtet ist, die Regelungen zu Energieausweisen so fortzuentwickeln, dass ebensolche Optimierungen nicht mehr möglich sind.

Der vorliegende Aufsatz basiert auf einer Bachelor-Arbeit, die Mitte 2024 an der TH Aschaffenburg vorgelegt wurde.

Die Autoren danken der Firma Sirios MP GmbH, München, ohne deren Unterstützung diese Arbeit und auch die zu Grunde liegende Bachelorarbeit nicht möglich gewesen wären.

Aschaffenburg, im Februar 2025

Sophia Wiesener Christian Focke

Inhalt

Abkürzungen VII
Abbildungen VII
1 Einleitung 9
2 Klimaziele und Immobilien 10
2.1 Dekarbonisierung in der Immobilienwirtschaft 12
3 Energieausweise – Verbrauchsdaten versus Bedarfsdaten 13
3.1 Primär-, End- und Nutzenergie 13
3.2 Energieausweise 14
3.2.1 Energieverbrauchsdaten 15
3.2.2 Energiebedarfsdaten 16
3.2.3 Vor- und Nachteile, Kritik 17
4 Einführung in die CRREM Analyse 20
4.1 Strukturierung des CRREM Tools 21
4.1.1 Parameter 21
4.1.2 Berechnung der Treibhausgas- und Energieintensität 24
4.2 Dekarbonisierungs- und Energiereduktionspfad 25
5 Fallstudien: CRREM mit Bedarfs- vs. Verbrauchsdaten 26
5.1 Bürogebäude 1 26
5.1.1 CRREM Analysen 27
5.1.2 Differenzierung 29
5.2 Bürogebäude 2 30
5.2.1 CRREM Analysen 31
5.2.2 Differenzierung 33
5.3 Wohngebäude 34
5.3.1 CRREM Analysen 35
5.3.2 Differenzierung 37
5.4 Kritische Analyse der Energieausweise in der CRREM Analyse 38
6 Schlussfolgerung 39
Literaturverzeichnis IX
Anhang XII

Abkürzungen

CH_4 ..... *Methan*
CO_2 ..... *Kohlenstoffdioxid*
CO_2e ..... *Kohlendioxidäquivalent*
COP21 ..... *21. Klimakonferenz*
CRREM ..... *Carbon Risk Real Estate Monitor*
ENEG ..... *Energieeinsparungsgesetz*
EPC ..... *Energy Performance Certificate*
GEG ..... *Gebäudeenergiegesetz*
H'_T ..... *Transmissionswärmeverlust*
IPMS ..... *International Property Measurement Standards*
IPPC ..... *Intergovernmental Panel on Climate Change*
KSG ..... *Klimaschutzgesetz*
N_2O ..... *Distickstoffmonoxid*
NDC ..... *National festgelegte Beiträge*
THG ..... *Treibhausgase*
UNFCCC ..... *Convention on Climate Change*
U-Wert ..... *Wärmedurchgangskoeffizient*

Abbildungen

Abbildung 1: THG-Emissionen 2023 in Deutschland in Mio. t CO_2e 9
Abbildung 2: THG-Fußabdruck des Handlungsfelds "Errichtung und Nutzung von Hochbauten" im Jahr 2014 11
Abbildung 3: CRREM Analyse Stranding Diagramm 20
Abbildung 4: Ablauf interne Berechnung des Tools 24
Abbildung 5: 1,5-Grad Ziel Dekarbonisierungspfad und Energiereduktionspfad, Deutschland, Bürogebäude 25
Abbildung 6: 1,5-Grad Ziel Dekarbonisierungspfad und Gebäudeemissionspfad Verbrauchsdaten Bürogebäude 1 27
Abbildung 7: 1,5-Grad Ziel Energiereduktionspfad und Gebäudeenergieintensitätspfad Verbrauchsdaten Bürogebäude 1 28
Abbildung 8: 1,5-Grad Ziel Dekarbonisierungspfad und Gebäudeemissionspfad Bedarfsdaten Bürogebäude 1 28
Abbildung 9: 1,5-Grad Ziel Energiereduktionspfad und Gebäudeenergieintensitätspfad Bedarfsdaten Bürogebäude 1 29
Abbildung 10: 1,5-Grad Ziel Dekarbonisierungspfad und Gebäudeemissionspfad Verbrauchsdaten Bürogebäude 2 31
Abbildung 11: 1,5-Grad Ziel Energiereduktionspfad und Gebäudeenergieintensitätspfad Verbrauchsdaten Bürogebäude 2 32
Abbildung 12: 1,5-Grad Ziel Dekarbonisierungspfad und Gebäudeemissionspfad Bedarfsdaten Bürogebäude 2 32

Abbildung 13: 1,5-Grad Ziel Energiereduktionspfad und Gebäudeenergieintensitätspfad Bedarfsdaten Bürogebäude 2 **33**
Abbildung 14: 1,5-Grad Ziel Dekarbonisierungspfad und Gebäudeemissionspfad Verbrauchsdaten Wohngebäude **35**
Abbildung 15: 1,5-Grad Ziel Energiereduktionspfad und Gebäudeenergieintensitätspfad Verbrauchsdaten Wohngebäude **36**
Abbildung 16: 1,5-Grad Ziel Dekarbonisierungspfad und Gebäudeemissionspfad Bedarfsdaten Wohngebäude **36**
Abbildung 17: 1,5-Grad Ziel Energiereduktionspfad und Gebäudeenergieintensitätspfad Bedarfsdaten Wohngebäude **37**

1 Einleitung

„*If you can´t measure it, you can´t manage it*"[1]

Der Mensch emittiert seit der Industrialisierung Treibhausgase (THG), die Wärme in der Atmosphäre speichern und somit zur globalen Erderwärmung beitragen.[2]

Um die globalen und nationalen Bemühungen zur Reduktion der THG-Emissionen umzusetzen, bedarf es einer Systematik zur Ableitung klarer Handlungsempfehlungen für die verschiedenen betroffenen Wirtschaftssektoren.

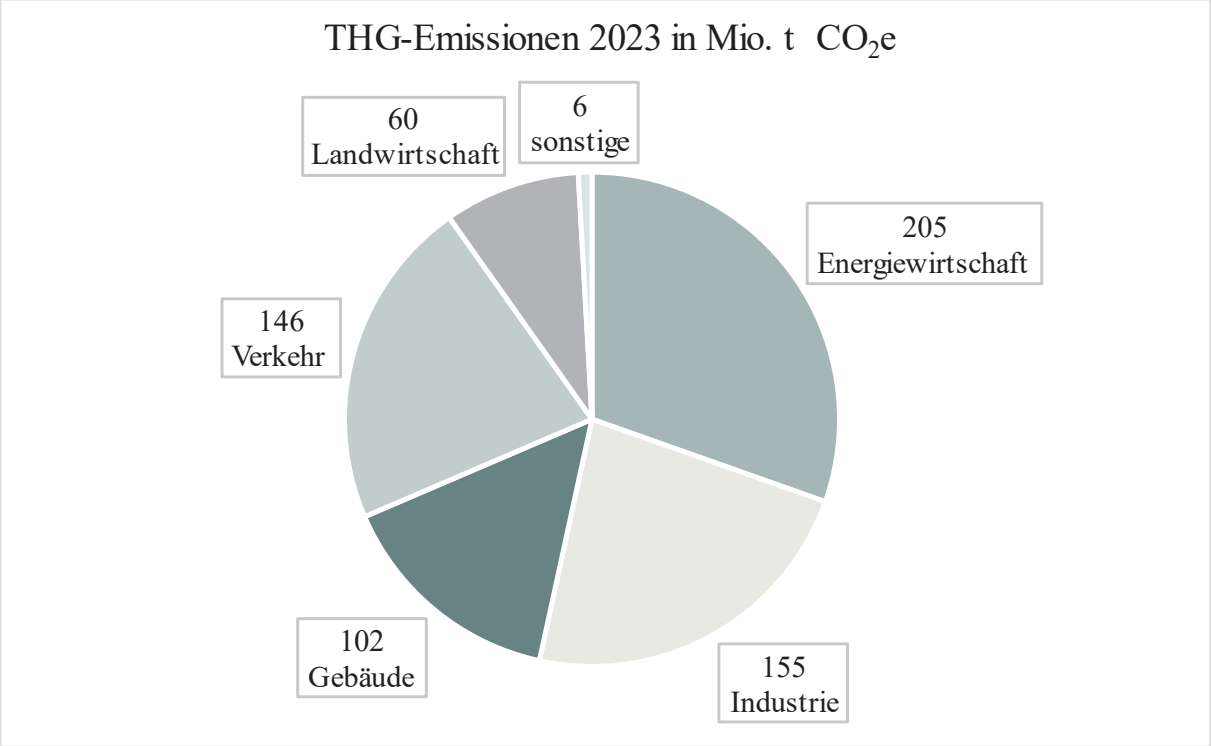


Abbildung 1: THG-Emissionen 2023 in Deutschland in Mio. t CO_2e[3]

Abbildung 1 macht deutlich, dass der Gebäudesektor einer der Hauptverursacher von Treibhausgasen in Deutschland ist. Somit ist es von entscheidender Bedeutung, die spezifischen Emissionen sowie die damit verbundenen Risiken für den Gebäudebestand zu identifizieren, zu quantifizieren und vergleichbar zu machen.

Energieausweise bieten in diesem Zusammenhang ein wichtiges Instrument zur energetischen Bewertung von Gebäuden.[4] Die Ausweise können entweder anhand von verbrauchs- oder anhand von bedarfsorientierten Daten erstellt werden. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse wäre allerdings eingeschränkt, wenn Diskrepanzen zwischen den mit den unterschiedlichen Verfahren gewonnenen Ergebnissen auftreten.

[1] Kaplan und Norton (1997) S. 21.
[2] Vgl. IPCC (2021).
[3] Eigene Darstellung, vgl. Todtmann (2024).
[4] Vgl. Muldoon-Smith und Greenhalgh (2019) S. 64.

Der Carbon Risk Real Estate Monitor (CRREM) kann anhand gebäudespezifischer Energieausweisdaten den Emissionsausstoß bis zum Jahr 2050 quantifizieren und den Zielvorgaben des Pariser Klimaabkommens gegenüberstellen. Dadurch kann definiert werden, ab wann das Gebäude energetisch nicht mehr den vorgegebenen Klimazielen entspricht und somit dem Risiko eines Wertverlustes ausgesetzt ist.[5] Da die Berechnung des CRREM Tools maßgeblich von den Daten der Energieausweise abhängig ist, betrifft die oben genannte Vergleichbarkeitsproblematik auch die Ergebnisse der CRREM-Analyse.

Dieser Aufsatz untersucht den Einfluss, den die Wahl des Energieausweises (verbrauchs- bzw. bedarfsorientiert) auf die Ergebnisse der CRREM-Analyse hat. Hierzu wird im Folgenden zunächst die Bedeutung des Gebäudesektors in Zusammenhang mit den Klimazielen dargestellt und die beiden Datenerhebungsmethoden der Energieausweise näher erläutert. Es wird sodann die CRREM Analyse beschrieben bevor anhand von Fallbeispielen untersucht wird, wie sich die Verfahrenswahl beim Energieausweis auf das Ergebnis der CRREM-Analyse auswirkt. Ein Fazit fasst die Erkenntnisse der Arbeit zusammen.

2 Klimaziele und Immobilien

In Deutschland verantwortete der Gebäudesektor etwa 15 Prozent der THG-Emissionen im Jahr 2023. Zwar sind das rund 7,5 Prozent weniger als im Vorjahr, dennoch überschritt der Sektor damit die im Klimaschutzgesetz (KSG) erlaubte Jahresemissionsmenge.[6] Auf europäischer Ebene verantworteten Gebäude etwa 40 Prozent des Energieverbrauchs und 36 Prozent der THG-Emissionen.[7]

Zu den Treibhausgasen gehören insbesondere Kohlenstoffdioxid (CO_2), Distickstoffmonoxid (N_2O) und Methan (CH_4).[8] Dabei ist der CO_2 Anteil mit 89,4 Prozent am höchsten.[9] THG-Emissionen werden gem. § 2 Nr. 2 KSG als Tonne Kohlendioxidäquivalent (CO_2e) pro Jahr beschrieben. Dabei werden die Treibhausgase in CO_2e umgerechnet um das Klimaerwärmungspotential vergleichbar zumachen.

[5] Vgl. Institut für Immobilienökonomie et al. (2024) S. 4.
[6] Vgl. Todtmann (2024).
[7] Vgl. Europäische Kommission (2020b).
[8] Vgl. Ströbele (2022) S. 82ff.
[9] Vgl. Kuhlmey (2024).

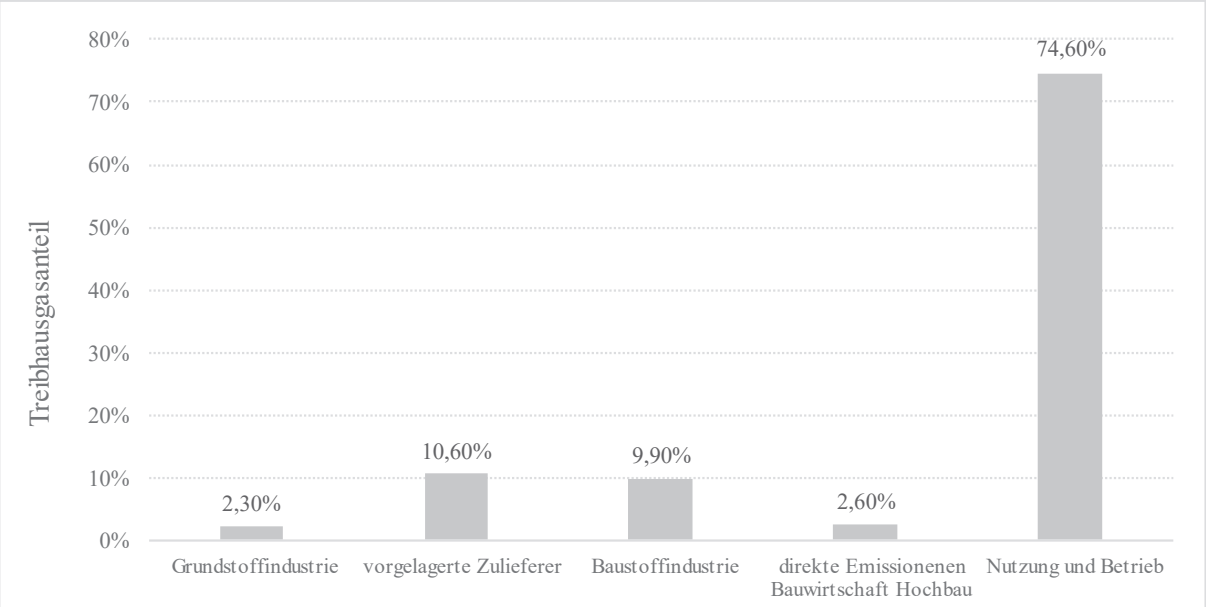


Abbildung 2: THG-Fußabdruck des Handlungsfelds "Errichtung und Nutzung von Hochbauten" im Jahr 2014[10]

Die Errichtung und die Nutzung von Gebäuden benötigen ein großes Maß an Energie und Ressourcen. Aus Abbildung 2 ist jedoch erkennbar, dass das Betreiben von Bestandsgebäuden den größten Anteil an THG-Emissionen ausmacht. Im Jahr 2014 entfielen allein 74,6 Prozent der THG-Emissionen des Hochbausektors auf den Gebäudebetrieb. Dies verdeutlicht einen zwingenden Handlungsbedarf in Bezug auf das Nutzen und Betreiben von Bestandsimmobilien.

Im Jahr 2016 trat das auf der 21. Klimakonferenz (COP21) der *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) verabschiedete Pariser Klimaabkommen in Kraft. Dies fordert die beigetretenen Staaten dazu auf, den Anstieg der Erdtemperatur auf deutlich unter 2°C, vorzugsweise 1,5°C, im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter zu begrenzen.[11] Das Klimaabkommen ist ein völkerrechtlich bindendes Abkommen, welches von 195 der 198 Vertragsparteien ratifiziert wurde.[12] Gemäß dem Pariser Klimaabkommen, muss jedes Land alle fünf Jahre seine Klimaschutzmaßnahmen in national festgelegten Beiträgen (NDC) i.e. Klimaschutzprogrammen, mitteilen.[13]

Das Pariser Klimaabkommen stellt allerdings keinen konkreten Handlungsvorschlag oder Lösungsansatz zur Erreichung der vorgegebenen Ziele dar. Durch die vorgeschrieben NDCs wird diese Verantwortung an die einzelnen Länder abgegeben. Auf Ebene der EU trat hierfür das Europäische Klimagesetz in Kraft, welches die EU-Mitgliedstaaten verpflichtet, bis 2030 die THG-Emissionen um 55 Prozent zu senken und bis 2050 die THG-Neutralität zu erreichen.[14] Zur Erreichung des Zieles, veröffentlichte die Europäische Kommission weitere Strategie- und

[10] Eigene Darstellung, in Anlehnung an Ramseier und Frischknecht (2020) S. 15.
[11] Vgl. UNFCCC (2015) S. 6.
[12] Vgl. UNTC (2024).
[13] Vgl. UNFCCC (2015) S. 6.
[14] Vgl. Europäische Kommission (2020a).

Legislativrichtlinien, wie bspw. den „EU Green Deal“ oder das „Fit for 55“ Klimapaket, an denen sich die europäischen Länder orientieren sollen.

Deutschland hat sich nicht nur als Mitglied der Europäischen Union, sondern auch als Bundesrepublik verpflichtet, die Auswirkungen des weltweiten Klimawandels so gering wie möglich zu halten. Auf nationaler Ebene verschärft das KSG die Ziele der EU für die kommenden Jahre. Diese beinhalten, dass bis 2030 THG-Emissionen um 65 Prozent gegenüber 1990 reduziert werden müssen, und im Jahr 2045 die THG-Neutralität erreicht werden sollte.

2.1 Dekarbonisierung in der Immobilienwirtschaft

Wie bereits in den vorstehenden Kapiteln aufgeführt, wird dem Gebäudesektor auf nationaler als auch auf europäischer Ebene eine entscheidende Rolle im Klimaschutz zugeschrieben. In den folgenden Kapiteln wird die Notwendigkeit der Umrüstung im Gebäudesektor zur Reduzierung der mit dem Klimawandel einhergehenden Risiken dargestellt.

Erst seit den 1970er Jahren kommen in der EU spezifische Vorgaben zur Wärmedämmung eines Gebäudes zur Anwendung (bspw. Deutschland EnEG in 1976). Da ein Großteil des Gebäudebestandes davor erbaut wurde, gelten rund 75 Prozent – verglichen mit heutigen Standards – als nicht mehr energieeffizient.[15] Dies liegt unter anderem daran, dass veraltete Kühl- und Heiztechnik verbaut ist, welche noch mit fossilen Brennstoffen betrieben wird. Da Gebäude eine Gesamtnutzungsdauer von ca. 80-Jahren haben, werden zukünftige Maßnahmen im Neubau nicht reichen, um die Ziele des Pariser Klimaabkommens rechtzeitig zu erreichen.[16] Angesichts dieser Zeitschiene sind auch die Sanierungsraten bestehender Gebäude zu niedrig, denn jährlich werden lediglich 0,4-1,2 % des Bestandes energetisch optimiert.[17] Dies könnte daran liegen, dass Investitionen von Kosten-Nutzen-Analysen getrieben werden, bei denen Nachhaltigkeitsaspekte eine untergeordnete Rolle spielen.[18]

Laut einer Studie des Energiewirtschaftlichen Instituts der Uni Köln besteht ein Investitionsbedarf von mehr als einer Billion Euro im Gebäudesektor, um die nationalen Klimaziele bis 2030 zu erreichen. Davon fallen knapp 730 Milliarden Euro auf energetische Sanierungen von Gebäudehüllen, sowie knapp 320 Mrd. Euro auf die von Anlagentechnik.[19]

Sowohl innerhalb der EU als auch in Deutschland wird bereits über eine Sanierungspflicht diskutiert. Deutschland hat diese nun mit der Reform des Gebäudeenergiegesetz (GEG) zum 01.01.2024 teilweise umgesetzt. So gibt das GEG an, wie energieeffizient Neubauten errichtet und Bestandsgebäude nachgerüstet werden müssen.

Die sich ständig ändernde Legislation hinsichtlich der Nachhaltigkeit bedarf einer flexiblen Anpassungsfähigkeit seitens der Eigentümer. Steigende Kosten aufgrund von Emissionssteuern und Energiekosten sowie Übergangsrisiken eines drohenden Wertverlust durch Umweltrisiken

[15] Vgl. Filippidou et al. (2019) S. 5.
[16] Vgl. Helmrich et. al. (2021) S. 7.
[17] Vgl. Filippidou et al. (2019) S. 6.
[18] Vgl. Christensen, Robinson und Simons (2018).
[19] Vgl. Schnaars et al. (2023) S. 9.

oder Änderungen der Gesetzgebung verunsichern die Akteure der Immobilienbranche und beeinflussen ihr Verhalten maßgeblich.[20] Im Grundsatz sollte die Rentabilität des Vermögens nicht auf Kosten der Umwelt gehen, während die Dekarbonisierungsziele auch nicht das Wohlergehen des Unternehmens oder der Privatperson beeinträchtigen dürfen.[21]

Schlussfolgernd kann gesagt werden, dass Investoren und Eigentümer eine objektive und einheitliche Herangehensweise benötigen, welche ihnen die Identifikation und das aktive Administrieren der Kohlenstoffrisiken im Gebäudesektor ermöglicht. Nachhaltigkeit sollte dabei durch einen gesetzlichen Rahmen an Wichtigkeit und an Struktur gewinnen. Dies könnte mit einer klaren Handlungsanleitung, unterlegt durch Gesetze und Vorschriften, erreicht werden. Die CRREM Analyse bietet hierfür ein Analysetool, welches anhand des Energieausweises, den CO_2e- und kWh-Verbrauch eines Gebäudes den Zielen des Pariser Klimaabkommens gegenüberstellt. Die CRREM-Analyse kann dabei allerdings nur konsistente und vergleichbare Ergebnisse liefern, wenn die Eingangsdaten aus den Energieausweisen ebenfalls konsistent und vergleichbar sind.

3 Energieausweise – Verbrauchsdaten versus Bedarfsdaten

Energieausweise bieten relevante Daten zur Beurteilung der Energieeffizienz von Gebäuden. Sie haben das Potenzial, Immobilientransaktionsentscheidungen zu beeinflussen und bieten nationalen Gesetzgebern die Möglichkeit, Standards in der Energieleistung einheitlich zu implementieren. Des Weiteren sind Energieausweise ein wichtiges Informationsinstrument für Mieter, Eigentümer und Investoren.[22]

Wesentliche Eingabedaten der CRREM Analyse sind daher auch die der Energieausweise. Bevor diese im Folgenden einer kritischen Bewertung unterzogen werden, ist die Einordnung einiger Begriffe unerlässlich.

3.1 Primär-, End- und Nutzenergie

In der Energiewirtschaft wird zwischen drei zentralen Energiearten unterschieden: Primärenergie, Endenergie und Nutzenergie.[23]

Primärenergie
wird von natürlichen Ressourcen wie bspw. Kohle, Öl, Erdgas und Uran (fossile Brennstoffe) oder Sonnenenergie, Wasserkraft und Windenergie (erneuerbare Energie) bereitgestellt.

Endenergie
ist die Energie, welche aus der Primärenergie umgewandelt wird und dem Verbraucher zur Verfügung steht, wie bspw. Erdgas oder Strom. Die Endenergie wird vom Verbraucher bezahlt.

[20] Vgl. Warren-Myers und Hurlimann (2022).
[21] Vgl. Braungardt et al. (2021) S. 5.
[22] Vgl. Muldoon-Smith und Greenhalgh (2019) S. 64.
[23] Vgl. Lüdeke-Freund und Opel (2014) S. 433.

Nutzenergie
ist schlussendlich die Energie, welche aus der Endenergie direkt benutzt wird, wie bspw. Raumwärme durch Beheizung oder Licht aus Leuchtmitteln.[24]

Wie im weiteren Verlauf beschrieben, wird in Energieausweisen die Endenergie mit einen Primärenergiefaktor multipliziert. Durch die Multiplikation des Primärfaktors kann berücksichtigt werden, wie viel Primärenergie benötigt wird, um die gegebene Menge an Endenergie zu erhalten. Betrachtet werden dabei u.a. die Energiegewinnung, die Umwandlung und der Transport des Energieträgers.[25] Primärenergiefaktoren werden im GEG in Anlage 4 definiert, dabei sind die Faktoren für erneuerbare Energien < 1 und die Faktoren für nicht erneuerbare Energien > 1.

In Anbetracht des Primärfaktors der erneuerbaren Energien von < 1 wird deutlich, dass der Faktor nicht nur die Umwandlungsverluste berücksichtigt, sondern auch die Nachhaltigkeit des jeweiligen Energieträgers und dessen politische Bewertung einbezieht. Der Faktor stellt ebenso eine strategische Ausrichtung zugunsten erneuerbarer Energien dar. Die Umwandlung von bspw. Holz zu Holzpellets für den Heizzweck ist ebenfalls mit einem erheblichen Energieaufwand verbunden, dennoch liegt der Primärfaktor gem. GEG, Anlage 4 bei 0,2. Dies soll Eigentümer und Investoren motivieren, in erneuerbare Energien zu investieren.[26]

3.2 Energieausweise

In Deutschland gibt es zwei Arten von Energieausweisen - den Energieverbrauchsausweis und den Energiebedarfsausweis - welche in Teil fünf des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) geregelt sind. Dabei wird der Primär- und der Endenergieverbrauch bzw. -bedarf angegeben, sowie die THG-Emissionen in CO_2e. Wohnimmobilien werden zudem in Energieeffizienzklassen eingeordnet, wobei A hinsichtlich der Energieeffizienz als beste und G als schlechteste Gebäude klassifiziert werden. § 79 GEG folgend dienen Energieausweise ausschließlich der Information und dem überschlägigen Vergleich der energetischen Eigenschaften eines Gebäudes. Die Ausweise beinhalten ebenfalls eine Modernisierungsempfehlung, wenn diese nötig ist (§ 84 GEG).

Gem. § 80 Abs. 4 und 5 GEG ist bei Verkauf, Vermietung und Verpachtung ein gültiger Energieausweis verpflichtend. Dabei können grundsätzlich beide Ausweise erstellt werden, sie weisen gemäß § 79 Abs. 3 GEG eine Gültigkeit von zehn Jahren auf. Bei folgenden Ausnahmen ist jedoch zwingend ein Energiebedarfsausweis auszustellen:

- bei Neubauten (§ 80 Abs. 1 GEG)
- wenn ein Wohngebäude weniger als fünf Wohneinheiten hat und vor dem Jahr 1977 erbaut wurde (§ 80 Abs. 3 GEG)
- die Fassade nachträglich gedämmt wurde (§ 80 Abs. 2 GEG)

[24] Vgl. Kaltschmitt und Stampfer (2024) S. 11.
[25] Vgl. BauNetz (2024).
[26] Vgl. Energieeffizienzexperte Bielecki, zitiert nach Wiesener (2024) S. 16.

Die Kennwerte beziehen sich gem. Teil 2 Abschnitt 2 GEG auf die Gebäudenutzfläche bzw. auf die Nettogrundfläche.

Wie dem Namen zu entnehmen ist, unterscheiden sich die Energieausweise in der Datenerhebung und in der Berechnung. Dies wird in den folgenden Absätzen näher betrachtet.

3.2.1 Energieverbrauchsdaten

Der Energieverbrauchsausweis wird gem. § 82 GEG auf Grundlage des durchschnittlichen Endenergieverbrauchs der Energierechnungen (Heizung und Strom für Warmwasser) aus den letzten drei Jahren ausgestellt. Diese Kennzahlen werden klimabereinigt, um wetterbedingte Schwankungen wie bspw. einen außergewöhnlich kalten Winter, auszugleichen. Leerstände sind durch einen Leerstandfaktor rechnerisch berücksichtigt.

Einige der im Ausweis auszuweisenden Kennzahlen werden in der nachstehenden Tabelle 1 für Wohn- bzw. Nichtwohngebäude gegenübergestellt.

Tabelle 1: Gegenüberstellung Energieverbrauchsausweis Wohngebäude und Nichtwohngebäude[27]

Energieverbrauchsausweis	
Wohngebäude	**Nichtwohngebäude**
Endenergieverbrauch Gebäude	Endenergieverbrauch Gebäude
Primärenergieverbrauch Gebäude	Primärenergieverbrauch Gebäude
THG-Emissionen CO_2e/m²/a	THG-Emissionen CO_2e/m²/a
	Endenergieverbrauch Wärme
	Endenergieverbrauch Strom
Energieeffizienzklasse	
	Angabe ob Kühlung, Beleuchtung etc. in Stromwert beinhaltet ist
Empfehlung zur kostengünstigen Modernisierung (bei Bestandsgebäuden)	Empfehlung zur kostengünstigen Modernisierung (bei Bestandsgebäuden)

Auffallend ist, dass bei Nichtwohngebäuden der Endenergieverbrauch von Strom für bspw. Beleuchtung, Kühlung und Lüftung angegeben wird, während dieser bei Wohngebäuden nicht ausgewiesen wird.

Dies kann unter anderem daran liegen, dass in gewerblich genutzten Gebäuden üblicherweise eine umfangreichere technische Gebäudeausrüstung (TGA) installiert ist, also Systeme zur Belüftung, Klimatisierung und Beleuchtung. Da in Wohngebäuden derartige Installationen nicht regelmäßig verbaut werden, liegt der Fokus hier primär auf der Bereitstellung von Warmwasser und Wärme.[28]

[27] Eigene Darstellung, vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz/Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (2023).
[28] Vgl. Energieeffizienzexperte Bielecki, zitiert nach Wiesener (2024) S. 18.

3.2.2 Energiebedarfsdaten

Der Energiebedarfsausweis wird gem. § 81 GEG ausgestellt. Grundsätzlich wird dabei im Wesentlichen auf die Gebäudequalität geachtet. Der Endenergiebedarf wird durch das Heranziehen verschiedener energetischer Kennzahlen für Gebäudebauteile eines vergleichbaren Referenzgebäudes ermittelt. Die Berechnung ist komplexer und aufwendiger, weshalb dafür die Verwendung einer Software empfohlen wird (§ 25 GEG). Da der Bedarfsausweis auf dem energetischen Zustand des Gebäudes basiert, ist der Leerstand irrelevant und wird nicht ausgewiesen.

Einige der im Ausweis auszuweisenden Kennzahlen werden in der nachstehenden Tabelle für Wohn- bzw. Nichtwohngebäude gegenübergestellt.

Tabelle 2: Gegenüberstellung Energiebedarfsausweis Wohngebäude und Nichtwohngebäude[29]

Energiebedarfsausweis	
Wohngebäude	**Nichtwohngebäude**
Endenergiebedarf Gebäude	Endenergiebedarf Gebäude
Primärenergiebedarf Gebäude	Primärenergiebedarf Gebäude
THG-Emissionen CO_2e/m²/a	THG-Emissionen CO_2e/m²/a
	Endenergiebedarf Wärme
	Endenergiebedarf Strom
Energieeffizienzklasse	
Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien	Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien
Empfehlung zur kostengünstigen Modernisierung (bei Bestandsgebäude)	Empfehlung zur kostengünstigen Modernisierung (bei Bestandsgebäude)

Ebenfalls wird hier deutlich, dass nur bei den Nichtwohngebäuden Strom berücksichtigt wird.

Die Regelungen in §§ 20 ff. GEG i.V.m. DIN V 18599 und DIN 4108 normieren die Ermittlung der benötigten Kennzahlen. Zunächst wird der bauliche Wärmeschutz angenommen. In Anlage 3 GEG werden dafür Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert bei Nichtwohngebäuden) bzw. Transmissionswärmeverluste ($H`_T$ bei Wohngebäuden) definiert, welche die verschiedenen Bauteile nicht überschreiten dürfen. Die Werte geben an, wie viel Wärmeenergie durch ein Bauteil unter Normbedingungen entweicht. Des Weiteren wird anhand der DIN V 18599 der Lüftungswärmeverlust berücksichtigt. Dieser Wert stellt dar, wie viel Wärme über die Luft durch bspw. Undichtigkeiten oder Fensterlüftung aus dem Gebäude nach außen weicht. Das GEG gibt dafür ebenfalls einen Maximalwert an. § 24 GEG beschreibt die Berücksichtigung von Wärmebrücken des zu bewertenden Gebäudes. Wärmebrücken sind Bereiche, an denen

[29] Eigene Darstellung, vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz/Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (2023).

die Dämmung reduziert oder unterbrochen ist. Dies kann durch Materialübergänge oder Konstruktionsdetails verursacht werden (bspw. Fensterrahmen zu Fensterglas), was zu einem erhöhten Wärmeverlust führen kann.[30]

Durch die zuvor beschriebene Vorgehensweise kann resultierend ein jährlicher Gesamtenergiebedarf ermittelt werden, welcher zusätzlich mit einem Primärenergiefaktor aus Anlage 4 GEG multipliziert wird. Durch diesen Faktor kann die Art des Energieträgers (erneuerbar oder nicht erneuerbar) berücksichtigt werden, worauf in Kapitel 3.1 bereits näher eingegangen wurde.

3.2.3 Vor- und Nachteile, Kritik

Vorteilhaft bei einem verbrauchsdatenbasierten Energieausweis ist die Beschaffung der Daten. Die Energierechnungen liegen in der Regel vor und können somit einfacher und weniger fehleranfällig für den Energieausweis umgerechnet werden. Der Energieverbrauchsausweis liegt preislich deutlich unter dem eines Energiebedarfsausweis. Für ein Wohngebäude kann ein Verbrauchsausweis für unter 100 Euro ausgestellt werden.[31]

Bei dem verbrauchsorientierten Energieausweis nachteilig zu beachten ist die Abhängigkeit vom Nutzerverhalten. Angenommen, ein Unternehmen ermöglicht Mitarbeitern drei Tage pro Woche von zuhause zu arbeiten, so sind die Heiz- und Stromkosten nicht mit einer 100-prozentigen Anwesenheitsplicht im Büro zu vergleichen. Dementsprechend „beschönigt“ das teils ungenutzte Gebäude den eigentlichen energetischen Zustand des Objekts. Der Energieverbrauchsausweis ist also auch abhängig von der Gebäudenutzung und nicht nur von der Gebäudequalität. Dies ist in Anbetracht der Bewertung der Energieeffizienz, welche maßgeblich abhängig vom baulichen Zustand (Gebäudequalität) ist, zu hinterfragen.

Die Stromabrechnungen der Mieter sind ebenfalls kritisch zu betrachten. Die Rechnungen enthalten Verbrauchsanteile, welche in den Energieausweisen nicht bilanziert werden müssen wie bspw. der Stromverbrauch in Teeküchen oder von Laptops und PCs. Diese Verbrauchswerte können allerdings den Abrechnungen nicht entnommen werden, somit auch nicht vom Gesamtverbrauch getrennt erfasst werden, was die Genauigkeit der gesamten Verbrauchsberechnung beeinträchtigt.[32]

Ebenfalls zu hinterfragen ist § 82 Abs. 2 GEG, welcher beschreibt, dass bei unbekannten Verbrauchsdaten der Mieter vorgegebene Kennwerte anzunehmen sind. Da Mieter nicht dazu verpflichtet sind, ihre Verbrauchsdaten mit dem Vermieter zu teilen, ist dies vor allem hinsichtlich des Mieterstroms eine gängige Methode, die Verbrauchsdaten zu ermitteln. Ob die in § 82 Abs. 2 GEG getroffenen Annahmen näher an der Realität stehen, als die tatsächlichen Verbräuche, welche durch das subjektive Nutzerverhalten beeinflusst sind, ist kritisch zu hinterfragen.

Der Bedarfsausweis zeigt ebenfalls charakteristische Vor- und Nachteile auf, die nachfolgend erörtert werden.

[30] Winter et al. (2008) S. 5.
[31] Vgl. Energie-Fachberater (2024).
[32] Vgl. Energieeffizienzexperte Bielecki, zitiert nach Wiesener (2024) S. 19.

Vorteil der energiebedarfsorientierten Daten ist die Berücksichtigung des gebäudetechnischen Zustandes. Es kommt nicht auf das subjektive Nutzerverhalten an, sondern es werden rein objektiv die Gegebenheiten des Gebäudes berücksichtigt. Wie bereits in Kapitel 3.2 erwähnt, ist der Zweck eines Energieausweises der überschlägige Vergleich der energetischen Eigenschaften eines Gebäudes. Durch vorgegebene und einheitliche Kennzahlen der Gebäudequalität wird dies eher begünstigt als bei verbrauchsorientierten Daten.

Die normierten Kennzahlen können allerdings auch Nachteile mit sich bringen. Grundsätzlich sind die bestimmenden Parameter der Energiebedarfsdaten kritisch zu hinterfragen.

Die in der DIN V 18955 vorgegeben Parameter sind oftmals schlechter angenommen, als sie in Wirklichkeit sind. Bspw. werden für den zuvor genannten Luftwärmeverlust durch Fensterlüftung die Werte eines hygienisch korrekten Raumluftwechsels gem. Arbeitsstättenrichtlinie angenommen, welcher in der Realität selten so durchgeführt und eingehalten wird.[33]

Ebenfalls normiert die DIN V 18955 alle Gebäude auf den Klimafaktor des Standortes Potsdam (§ 23 Abs. 2 GEG). Dies verfälscht grundsätzlich die Realitätstreue der Ausweise, bietet jedoch andererseits eine höhere Vergleichbarkeit.

So wie die reine Betrachtung des Nutzerverhaltens im Verbrauchsausweis nachteilig ausgelegt werden kann, so kann die komplette Nichtbeachtung des Nutzerverhaltens im Bedarfsausweis ebenfalls nachteilig angesehen werden. Denn dabei lässt sich nicht genauer spezifizieren, wie die Nutzer das Gebäude tatsächlich bewirtschaften. Bspw. wird ein Büro für ein Unternehmen mit einer vier Tages-Woche genauso bewertet wie ein Callcenter, welches sieben Tage die Woche belegt ist.

In Großbritannien wird das Energy Performance Certificate (EPC) ausgestellt. Es ähnelt dem deutschen Energiebedarfsausweis, denn das EPC basiert primär auf Annahmen der physischen Gebäudestruktur.[34] Ergebnisse einer Studie des Energy Institute am University College London verdeutlichen, dass die angenommenen Primärenergiewerte in den EPCs durchschnittlich über denen der tatsächlich gemessenen Primärenergiewerte liegen. Die Diskrepanz steigt deutlich bei den Energieeffizienzklassen C und schlechter.[35] Diese Diskrepanz ist in den deutschen Energiebedarfsausweisen ebenfalls vorhanden.

Nachteilig bei einem Energiebedarfsausweis ist der deutlich höhere Preis. Dies liegt an dem erhöhten Zeitaufwand zur Ermittlung und Berechnung der bauphysikalischen Parameter.[36]

In Anbetracht der Vor- und Nachteile beider Energieausweisdaten kann festgestellt werden, dass die realitätsnahe Darstellung im Widerspruch zur Vergleichbarkeit der Objekte steht. Da Gebäude sehr heterogen sind, stellt die Darstellung aussagekräftiger Kennzahlen der Gebäudeenergieeffizienz eine große Herausforderung dar.

Energetisch minderwertige Häuser werden statistisch gesehen häufiger von Menschen mit geringem Einkommen bewohnt. Einer Kurzstudie des Öko-Instituts e.V. folgend verbrauchen

[33] Vgl. Energieeffizienzexperte Bielecki, zitiert nach Wiesener (2024) S. 21.
[34] Vgl. Bre (2012).
[35] Vgl. Few et al. (2023) S. 8ff.
[36] Vgl. Energieeffizienzexperte Bielecki, zitiert nach Wiesener (2024) S. 22.

Haushalte mit einem niedrigeren Einkommen bezogen auf die Fläche weniger Wärmeenergie als Haushalte mit höherem Einkommen.[37] Daraus kann man schließen, dass durch die höheren Kosten ein sparsamer und bewusster Verbrauch stattfindet, obwohl aus Sicht der Gebäudequalität die Bedarfsdaten einen gegensätzlichen Rückschluss zulassen würden.

Dieser sparsame und bewusste Verbrauch könnte ein wichtiger Anhaltspunkt zur Bewertung von Energieeffizienz im Kampf gegen den Klimawandel darstellen. Unter Suffizienz versteht man ein unschädliches Maß an Ressourcenverbrauch, welches der Erde gleichzeitig eine ausreichende Bedürfnisbefriedigung für alle ermöglicht. Die Suffizienz umfasst demnach soziale und ökologische Aspekte, die darauf schließen lassen, wie viel die Verbraucher tatsächlich benötigen, um komfortabel leben zu können bzw. ein Gebäude nutzen zu können. Diese Strategien sollten grundsätzlich aus menschlichen Bedürfnissen abgeleitet werden.[38]

Die Effizienz der thermischen Eigenschaften von Gebäudehüllen, die installierten Versorgungssysteme und die verwendeten Energieträger werden seit Jahren erforscht und weiterentwickelt.[39] Um die realitätsnahe Bewertung verschiedener Gebäude gewährleisten zu können, sollte dementsprechend eine Kombination aus Effizienz und Suffizienz untersucht werden. Die oben genannten Gründe zur Kritik spiegeln ebenfalls die zuvor genannten Vor- und Nachteile der beiden Datenerhebungsmethoden wider. Da Energieausweise als Grundlage für politisch bestimmte Handlungsvorgaben wie z.B. die zuvor genannte Sanierungspflicht genutzt werden, besteht dringender Bedarf einer ganzheitlichen Optimierung.

[37] Vgl. Schumacher et al. (2022) S. 10ff.
[38] Vgl. Zimmermann et al. (2023) S. 11.
[39] Vgl. ITG Dresden/FIW München (2021) S. 16.

4 Einführung in die CRREM Analyse

Die CRREM Initiative entwickelte mit dem Carbon Risk Real Estate Monitor (CRREM) Analyse Tool wissenschaftsbasierte Dekarbonisierungspfade (Decarbonisation Pathways in kg CO_2/m²/a oder kg CO_2e/m²/a) und Energiereduktionspfade (Energy Reduction Pathways in kWh/m²/a). Dabei kann zwischen zuvor genanntem Kohlenstoffdioxid und Kohlendioxidäquivalent unterschieden werden. Da in dieser Arbeit der Fokus auf CO_2e liegt, wird im Folgenden ausschließlich der Dekarbonisierungspfad unter Berücksichtigung dieser Äquivalente dargestellt. Die Pfade zeigen, wie viel CO_2e und kWh das Objekt bis 2050 innerhalb eines Jahres im Betrieb ausstoßen darf, um im Einklang mit dem 1,5-Grad Ziel des Pariser Klimaabkommens zu sein. Anhand objektspezifischer Daten, wie den Energieverbrauchs- oder -bedarfsdaten, und der Lage des zu analysierenden Gebäudes oder Portfolios kann das CRREM Tool den sogenannten „Strandingzeitpunkt“ ermitteln.[40] Das Gebäude ist ab dann nicht mehr in Einklang mit dem Klimaabkommen und daraus resultierend dem Übergangsrisiko und somit signifikantem Wertverlustpotential ausgesetzt.[41] Das Tool gibt ebenfalls die Möglichkeit, die Emissionen einer energetischen Sanierung zu bewerten und somit vergleichbar zu machen. Das Tool bietet Dekarbonisierungs- und Energiereduktionspfade für Wohn- und Gewerbeimmobilien in 44 Ländern an, welche überwiegend in Europa, Nordamerika und im asiatisch-pazifischen Raum liegen.[42]

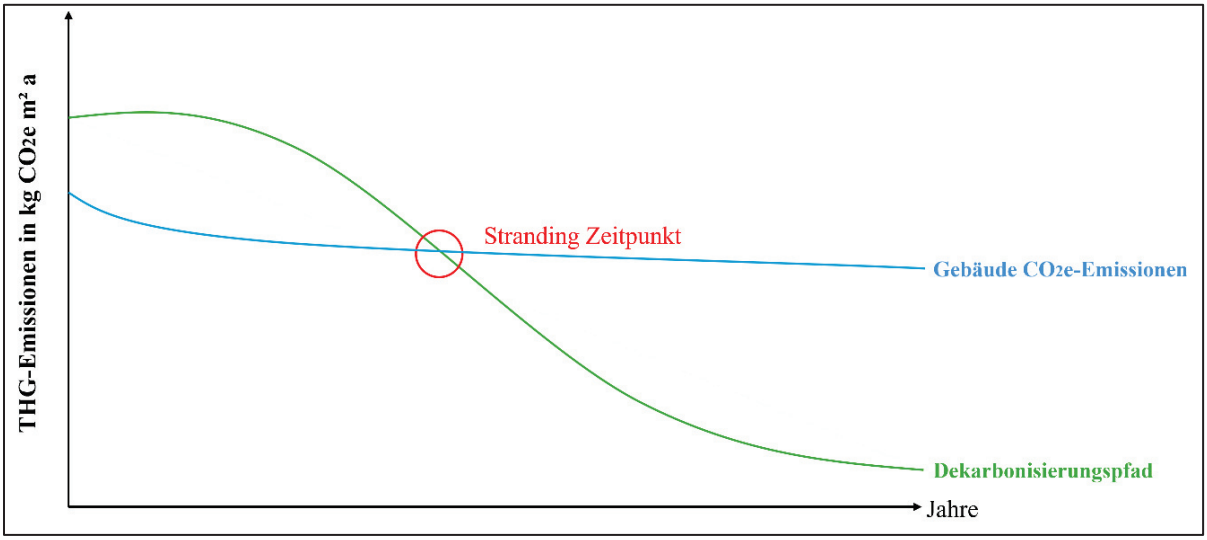


Abbildung 3: CRREM Analyse Stranding Diagramm[43]

Das CRREM Analyse Tool fördert folglich die Transparenz der Kohlenstoffrisikoindikatoren sowie der wissenschaftsbasierten Emissionsbewertung. Daraus resultierend ist es das Ziel des Projektes, Investoren und Eigentümer die Vorteile von energie- und kosteneffizienten Maßnahmen aufzuzeigen und sie bei der Bewältigung der Übergangsrisiken zu unterstützen. Das Projekt wurde unter anderem von dem „Horizon 2020-Programm“ für Forschung und Innovation der Europäischen Union finanziert und unterstützt.[44]

[40] Vgl. Haran et al. (2019) S. 12.
[41] Vgl. Caldecott et al. (2017) S. 4.
[42] Vgl. Institut für Immobilienökonomie (2024).
[43] Eigene Darstellung, in Anlehnung an Institut für Immobilienökonomie u. a. (2024).
[44] Vgl. CRREM (2024b).

Der zuvor beschriebene „Strandingzeitpunkt“ des Wertverlustes basiert auf modellierten Marktdynamiken, welche durch die zunehmende Bedeutung von Klimarisiken entstehen. Wichtig ist zu erwähnen, dass die Immobilien trotz dieser Bewertung aus finanzwirtschaftlicher Sicht nicht zwangsmäßig wertlos sind. Übergangsrisiken und der Strandingzeitpunkt im Gebäudesektor können in diesem Modell nur umgangen bzw. behoben werden, wenn das Gebäude energetisch auf einen Zustand saniert wird, in dem es aktuellen Vorgaben und Zielwerte wie bspw. dem 2-Grad bzw. 1,5-Grad Ziel des Pariser Klimaabkommens entspricht.[45]

Das CRREM Analysetool konzentriert sich grundsätzlich auf die THG-Emissionen während des Gebäudebetriebes. Dabei zählen die direkten Emissionen aus der Verbrennung von Brennstoffen sowie die indirekten Emissionen aus der Nutzung von Elektrizität.[46] Das Analysetool wird auf der Website „CRREM Global“ kostenlos als Excel Datei zur Verfügung gestellt.

Im folgenden Kapitel wird die Methodik der CRREM Analyse betrachtet, mit besonderem Fokus auf den Einfluss der Energieausweisdaten. Im Anschluss werden verschiedene Fallbeispiele vorgestellt, welche den Unterschied zwischen verbrauchs- und bedarfsorientierten Daten in der CRREM Analyse widerspiegeln.

4.1 Strukturierung des CRREM Tools

Um eine CRREM Analyse erstellen zu können, müssen Nutzer verschiedene gebäude- und standortspezifische Daten in das Tool eintragen. Aus den hier angegebenen Informationen ermittelt das Tool mittels Standard- bzw. länderspezifischen Default-Werten (Emissionsfaktoren, Marktdurchschnittspreise, etc.) den objektspezifischen CO_2-Emissionspfad im Vergleich zum mit dem 1,5-Grad Ziel kompatiblen Dekarbonisierungspfad, sowie den objektspezifischen Energieintensitätspfad im Vergleich zum zielkompatiblen Energiereduktionspfad.

Auf die einzugebenden Parameter wird im folgenden Abschnitt eingegangen.

4.1.1 Parameter

Grundsätzlich müssen nicht alle Felder zwingend ausgefüllt werden, um das Tool bedienen zu können. Je mehr Information jedoch eingegeben werden, desto präziser kann das Tool die Berechnungen durchführen. Da dieser Beitrag von der Differenzierung von Energieverbrauchs- und -bedarfsdaten handelt, werden hier nur die betroffenen Eingabeparameter näher betrachtet. Das Institut für Immobilienökonomie beschreibt die Parameter wie folgt:[47]

Allgemeine Information

> Die allgemeine Information beinhaltet obligatorisch den Objektnamen, das Berichtsjahr und den zu berichtenden Zeitraum, in dem das Gebäude bewertet werden soll. Außerdem können optional der Bruttoinventarwert und die Beschreibung angegeben werden, welche bei einer Portfoliobetrachtung Beachtung finden würde.

[45] Vgl. Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (2024).
[46] Vgl. Bienert et al. (2023) S. 36.
[47] Vgl. Institut für Immobilienökonomie et. al. (2024) S. 15ff.

Gebäudemerkmale

Für die Gebäudemerkmale obligatorisch sind der Standort, die Nutzungsart, die Bruttoinnenfläche sowie bekannte Leerstände anzugeben.

Die im Energieausweis ausgewiesene Nettogrundfläche muss auf die Bruttoinnenfläche umgerechnet werden. Hierfür empfiehlt die CRREM Initiative bspw. für Bürogebäude den Flächenstandard nach *International Property Measurement Standards 2* (IPMS). Dies kann dazu führen, dass bspw. spezifische Allgemeinflächen addiert oder Technikräume subtrahiert werden müssen.[48]

Für die Flächenbelegung wird von einem „business as usual" ausgegangen, bei dem aktuelle Leerstände zwingend Beachtung finden müssen. Abhängig davon welche Energiedaten vorliegen, muss der Leerstand des Objekts im CRREM Tool berücksichtigt werden. Liegen bspw. die tatsächlichen Verbrauchsdaten des Objekts vor, muss der Leerstand zusätzlich im CRREM Tool eingetragen werden. Liegen entweder der Verbrauchs- oder Bedarfsausweis vor, sind Leerstände bereits in den Kennzahlen erfasst.[49]

Optional anzugeben ist, ob eine Kühlung vorhanden ist oder nicht. Dies könnte ein Indikator für einen erhöhten Stromverbrauch im Zusammenhang mit dieser Gebäudeeigenschaft bedeuten. Diese Daten können teilweise (Wohnimmobilie) oder gesamtheitlich (Nichtwohnimmobilie) dem Energieausweis entnommen werden.

Energiebeschaffung

In diesem Abschnitt handelt es sich um die bedeutsamsten Daten zur erfolgreichen Risikoberechnung, weshalb diese obligatorisch anzugeben sind.

Grundsätzlich soll der gesamte Energieverbrauch bzw. -bedarf des Gebäudes angegeben werden. Dies beinhaltet neben den Mietflächen auch die Allgemeinflächen. Sollten die Energiedaten von Mieterflächen nicht einsehbar sein, kann das Tool durch die vorhandenen Daten der bspw. Allgemeinflächen eine Hochrechnung auf das gesamte Gebäude vornehmen.

Hierbei kann je nach Informationsstand der Endenergieverbrauch- oder bedarf angegeben werden. Es kann zwischen folgenden Energieträgern ausgewählt werden: Netzstrom, Erdgas, Heizöl, Fernwärme, Fernkühlung oder anderer Energieverbrauchstyp. Da Energieausweise nach GEG die Endenergie pro m² sowie den Energieträger angeben, kann dieser durch Multiplikation mit der Bruttoinnenfläche in das Tool eingetragen werden. Bei Nichtwohnimmobilien wird im Energieausweis zusätzlich die Endenergie für den Strom angegeben, weshalb dies als weitere Eingabe im Tool eingetragen wer-

[48] Vgl. Bradford (2015) S. 18.
[49] Vgl. CRREM Expertin Wein, zitiert nach Wiesener (2024) S. 29.

den kann. Außerdem wird empfohlen bei Wohnimmobilien einen geschätzten jährlichen kWh-Wert für den Stromverbrauch anzugeben. Da das CRREM Tool hier jedoch keinen Standardwert annimmt, ist dieser von den Tool-Nutzern selbst festzulegen.[50]

Flüchtige Emissionen

Flüchtige Emissionen oder Kältemittelverluste können im Zusammenhang mit einer vorhandenen Kühlung entstehen. Da das CRREM Tool wie zuvor beschrieben im Dekarbonisierungspfad zwischen kg CO_2 und kg CO_2e unterscheidet, sind flüchtige Emissionen nur bei der CO_2-Äquivalent Berechnung anzugeben. Dabei ist es besonders wichtig, auf einen einheitlichen Vergleich zu achten.[51] Da dieser Wert jedoch nicht einem Energieausweis zu entnehmen ist, wird dieser hier nicht weiter ausgeführt.

Erneuerbare Energien

In diesem Abschnitt kann eingegeben werden, welche Menge an Energie vor Ort erzeugter oder gekaufter erneuerbarer Energie wie Photovoltaik oder Windkraft verbraucht bzw. in das Netz eingespeist werden.

Renovierungsmaßnahmen

In diesem Abschnitt können geplante Renovierungsmaßnahmen angegeben werden. Da in Energieausweisen ebenfalls eine Empfehlung zu energetischen Sanierungen abgegeben wird, können diese hier durch Ergänzung von dem geplanten Sanierungsjahr und den geschätzten Kosten angegeben werden.

Hierbei ist zu beachten, dass die geplanten Sanierungsmaßnahmen nicht mehr den Ist-Zustands des zu bewertenden Gebäudes im Ergebnis widerspiegeln wird. Deshalb ist zu empfehlen, die Sanierungsmaßnahmen als weitere „Asset ID“ in einer separaten Zeile in das CRREM Analyse Tool einzupflegen.

Einstellungen

Sollten objektspezifische Informationen und Faktoren vorliegen, können diese grundsätzlich im CRREM Tool manuell angepasst werden. Dies könnte bspw. ein vorhandener Fernwärmefaktor bei der Energiebeschaffung sein.

[50] Vgl. CRREM Expertin Wein, zitiert nach Wiesener (2024) S. 30.
[51] Vgl. Wiesener (2024) S. 30.

4.1.2 Berechnung der Treibhausgas- und Energieintensität

Unter Verwendung der gesammelten Daten wird der Energieverbrauch bzw. -bedarf anhand von Emissionsfaktoren durch länderspezifische Standard bzw. Default-Werte (der sogenannte „location-based-approach“) in CO_2e- Emissionen und Energieintensität umgewandelt. Folgende Abbildung zeigt den groben Ablauf dieser Umwandlung:

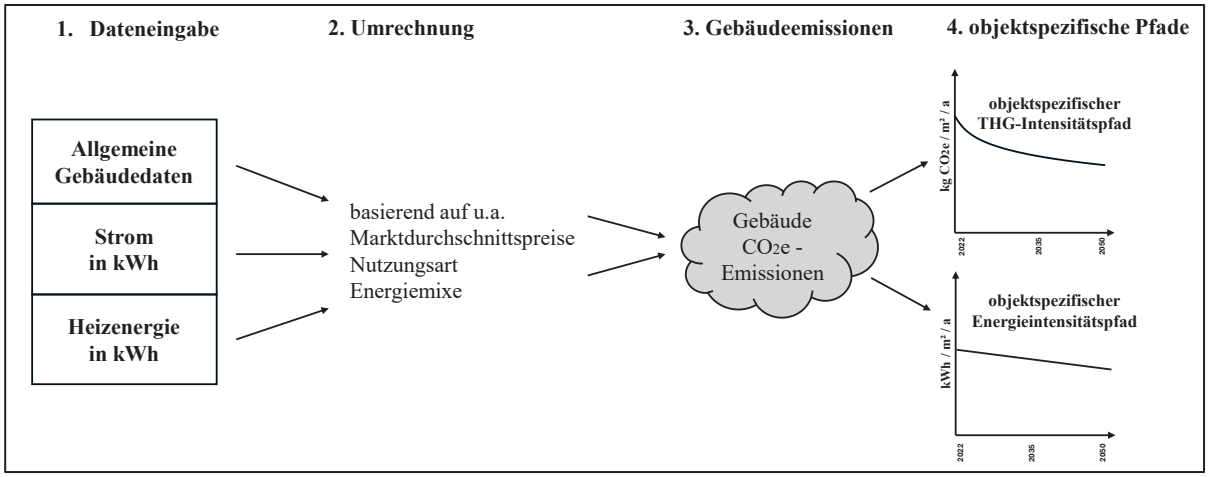


Abbildung 4: Ablauf interne Berechnung des Tools[52]

Aus dieser Berechnung resultierend wird die gebäudespezifische THG-Intensität in kg CO_2e pro m² pro Jahr und die Energieintensität in kWh pro m² pro Jahr bis 2050 berechnet und grafisch dargestellt. Diese Pfade werden dann mit dem jeweiligen 1,5-Grad Ziel Dekarbonisierungs- und Energiereduktionspfad gegenübergestellt, woraus die Schnittstellen dann den Strandingzeitpunkt des Gebäudes darstellt.

Wie sich der 1,5-Grad Ziel Dekarbonisierungs- und Energiereduktionspfad berechnet, wird im Folgenden dargestellt.

[52] Eigene Darstellung, vgl. CRREM (2020).

4.2 Dekarbonisierungs- und Energiereduktionspfad

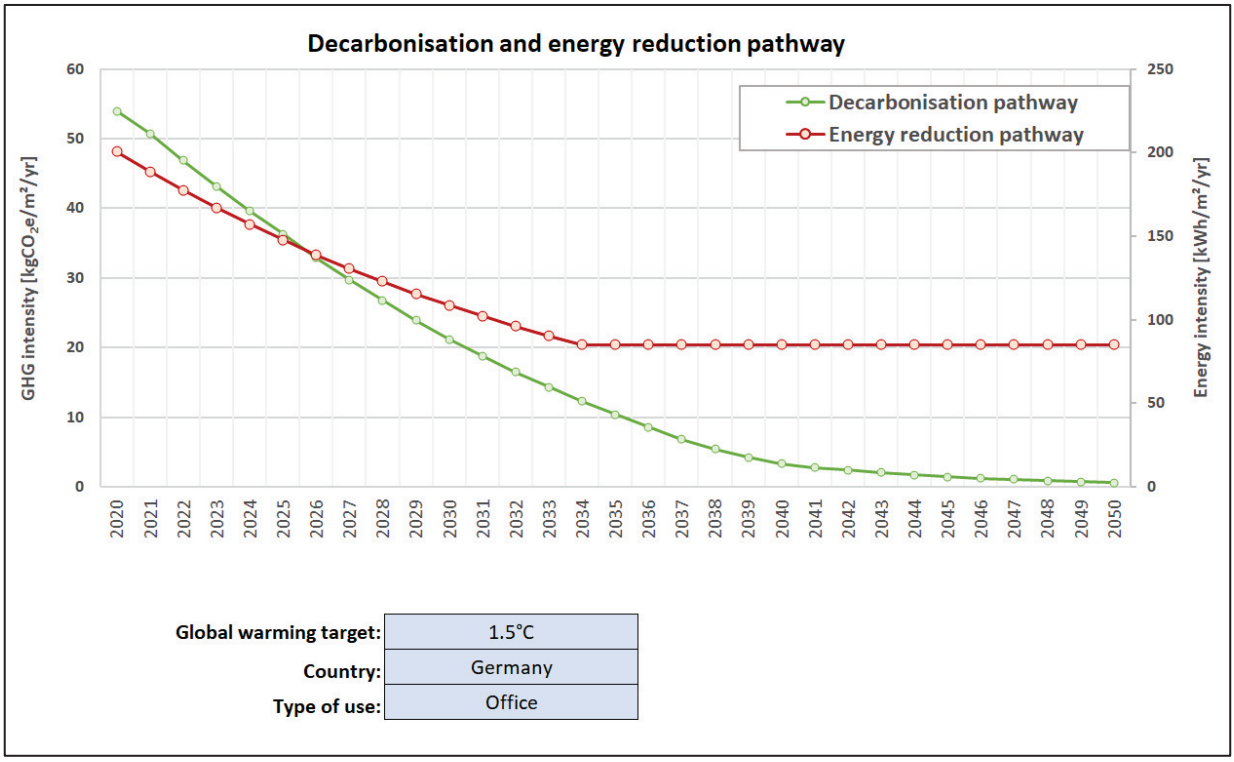


Abbildung 5: 1,5-Grad Ziel Dekarbonisierungspfad und Energiereduktionspfad, Deutschland, Bürogebäude[53]

Wie in Abbildung 5 zu sehen, kann das globale Klimaziel, das Land und die Nutzungsart des Gebäudes ausgewählt werden.

Der **Dekarbonisierungspfad** gibt grundsätzlich an, wie viel THG-Emissionen pro Jahr ausgestoßen werden dürfen, um mit dem Ziel der THG-Neutralität bis zum Jahr 2050 im Einklang zu sein und somit nicht dem Übergangsrisiko ausgesetzt zu sein.

Der Pfad wurde anhand des anthropogenen Kohlenstoffbudgets, welches von der *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPPC) festgelegt wurde, berechnet. Basierend auf dem Anteil der Bodenfläche, den Wachstumsraten und den sektoriellen Aktivitäten verglichen zu anderen Wirtschaftssektoren, wurde ein Teil des CO_2 Budgets dem Immobiliensektor zugeteilt. Um das Budget auf nationale bzw. regionale Begebenheiten abzustufen, wurden durch nationale Quellen zwischen den verschiedenen Nutzungsarten und unterschiedlicher lokalen Wachstumsraten des Gebäudebestandes sowie sonstige notwendigen Anpassungen unterschieden. Dieser Rechenweg ermöglicht es, lokale Markt- und Standortbegebenheiten in der CRREM Analyse zu berücksichtigen.[54]

Durch Kreuzung mit dem objektspezifischen CO_2-Emissionspfad kann der schon zuvor beschriebene Strandingzeitpunkt ermittelt werden. Zu sehen ist dieser in den folgenden Fallbeispielen in Kapitel 5.

[53] CRREM (2024a).
[54] Vgl. Bienert et al. (2023a) S. 29ff.

Der **Energiereduktionspfad** zeigt an, wie viel Energie das Gebäude pro Quadratmeter maximal pro Jahr verbrauchen darf, um die THG-Neutralität im Jahr 2050 erreichen zu können. Der Energiereduktionspfad leitet sich von dem Dekarbonisierungspfad ab. Durch Kohlenstoff-zu-Energiefaktoren, welche auf prognostizierten Standarddaten wie bspw. dem Energiemix (Anteil Strom und Brennstoff) oder der Netzdekarbonisierung des ausgewählten Landes basieren, kann der Dekarbonisierungspfad in den Energiereduktionspfad umgewandelt werden.[55]

Zu beachten ist, dass sich die Pfade durch Anpassungen der Basisdaten ändern können. Die Basisdaten werden durch neue Erkenntnisse aus der Klimawissenschaft fortlaufend angepasst.[56] Die 1,5-Grad Ziel Dekarbonisierungs- und Energiereduktionspfade sind abgesehen von dem selektierten Klimaziel, dem Land in welchem das Objekt sich befindet und dessen Nutzungsart, unabhängig von dem zu bewertenden Gebäude.

Durch Kreuzung mit dem objektspezifischen Energieintensitätspfad ist zu erkennen, wann der Energieverbrauch bzw. -bedarf des Gebäudes den Zielwert der THG-Neutralität übersteigt.

5 Fallstudien: CRREM mit Bedarfs- vs. Verbrauchsdaten

Im Folgenden werden drei reale, in Deutschland gelegene Immobilienobjekte als Fallbeispiele untersucht. Es handelt sich um zwei Bürogebäude und ein Wohngebäude, für die den Verfassern jeweils sowohl ein auf Verbrauchs- wie auch auf Bedarfsdaten basierender Energieausweis vorliegt. Die Daten der Energieausweise wurden in die CRREM Analyse eingepflegt, um im Anschluss deren Ergebnisse gegenüberzustellen.

5.1 Bürogebäude 1

Bei dem Bürogebäude 1 handelt es sich um einen Massivbau aus dem Jahr 1991, welcher im Jahr 2023 einen durchschnittlichen Leerstand von knapp 5% hatte. Das Objekt hat eine Nettogrundfläche von ca. 13.100 m² und befindet sich in Hannover. Als Wärmerzeuger ist eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (Blockheizkraftwerk) installiert. Die KWK-Anlage wird durch Gas von einem Versorgungsanbieter betrieben. In Tabelle 3 sind die relevanten Daten der beiden Energieausweise angegeben.

Tabelle 3: Energiedaten Bürogebäude 1[57]

Bürogebäude 1				
Erdgas		**Verbrauchsdaten**	**Bedarfsdaten**	**Veränderung V. zu B. in %**
NGF in m²	13.077			
Endenergie Wärme	kWh/m²/a	**44,90**	**154,27**	≈ 243,59
	kWh/a	587.157,30	2.017.388,79	
Endenergie Strom	kWh/m²/a	**3,00**	**12,94**	≈ 331,33
	kWh/ a	39.231,00	163.331,73	
CO_2e	kg/m²/a	**12,40**	**56,12**	≈ 352,58

[55] Vgl. Bienert et al. (2023a) S. 30ff.
[56] Vgl. Bienert et al. (2023) S. 7.
[57] Eigene Darstellung, vgl. anonyme Energieausweise.

Die verbrauchs- und bedarfsorientieren Daten weichen deutlich voneinander ab. Die Endenergie für Wärme der Bedarfsdaten beträgt mit ca. 150 kWh/m²/a mehr als das Dreifache der Verbrauchsdaten mit ca. 45 kWh/m²/a, während die Endenergie für Strom der Bedarfsdaten mit ca. 13 kWh/m²/a das Vierfache der Verbrauchsdaten beträgt. Diese Differenz spiegelt sich folgend auch in den CO_2e Emissionen wider, welche für die Bedarfsdaten das Vierfache der Verbrauchsdaten darstellt.

Wie sich dies in der CRREM Analyse ausdrückt, wird im Folgenden deutlich.

5.1.1 CRREM Analysen

Verbrauchsdaten

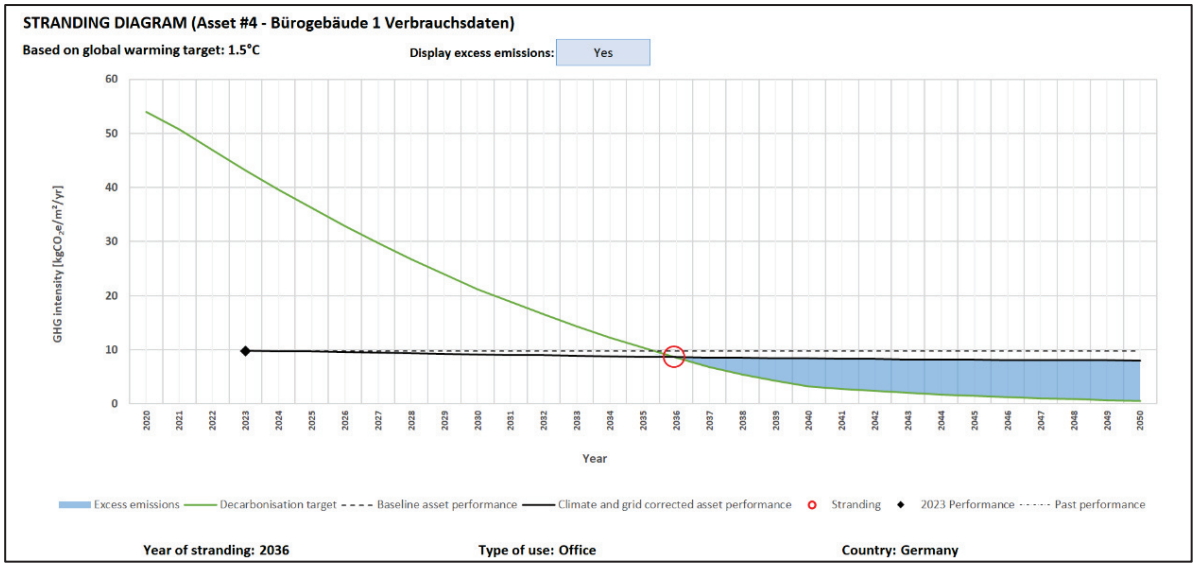
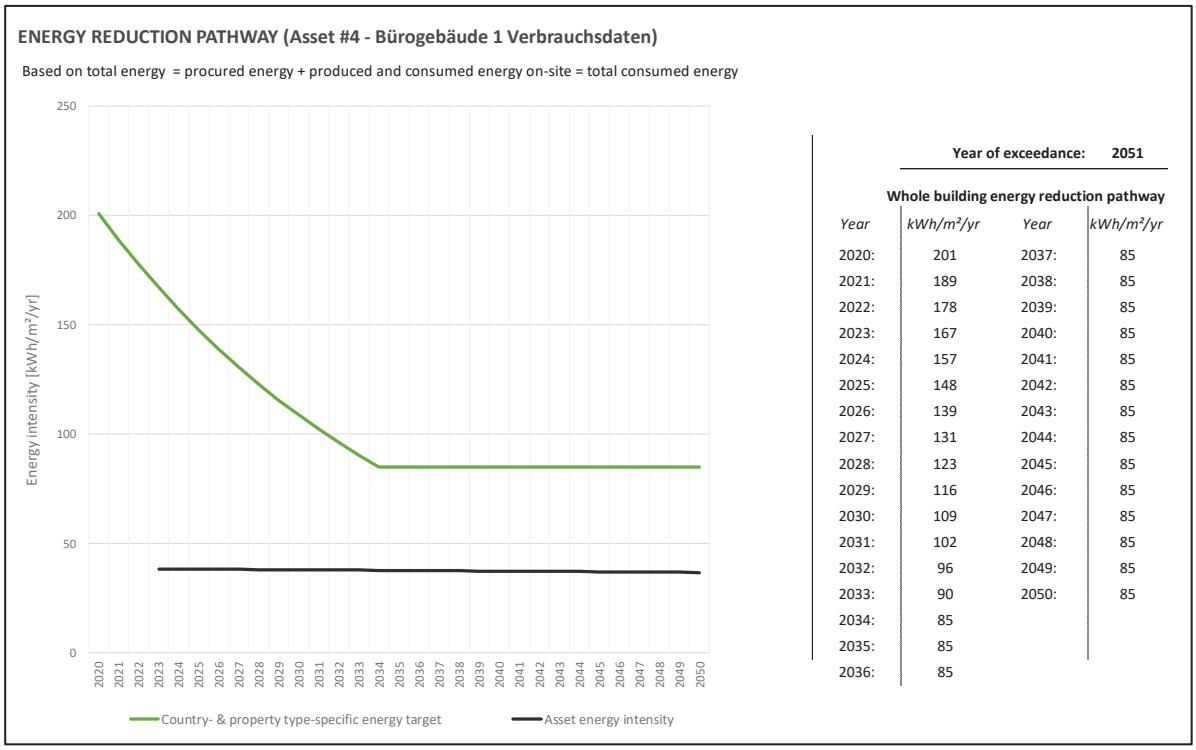


Abbildung 6: 1,5-Grad Ziel Dekarbonisierungspfad und Gebäudeemissionspfad Verbrauchsdaten Bürogebäude 1[58]

[58] Vgl. CRREM und Wiesener (2024).



Year of exceedance: 2051

Whole building energy reduction pathway

Year	kWh/m²/yr	Year	kWh/m²/yr
2020:	201	2037:	85
2021:	189	2038:	85
2022:	178	2039:	85
2023:	167	2040:	85
2024:	157	2041:	85
2025:	148	2042:	85
2026:	139	2043:	85
2027:	131	2044:	85
2028:	123	2045:	85
2029:	116	2046:	85
2030:	109	2047:	85
2031:	102	2048:	85
2032:	96	2049:	85
2033:	90	2050:	85
2034:	85		
2035:	85		
2036:	85		

Abbildung 7: 1,5-Grad Ziel Energiereduktionspfad und Gebäudeenergieintensitätspfad Verbrauchsdaten Bürogebäude 1[59]

Bedarfsdaten

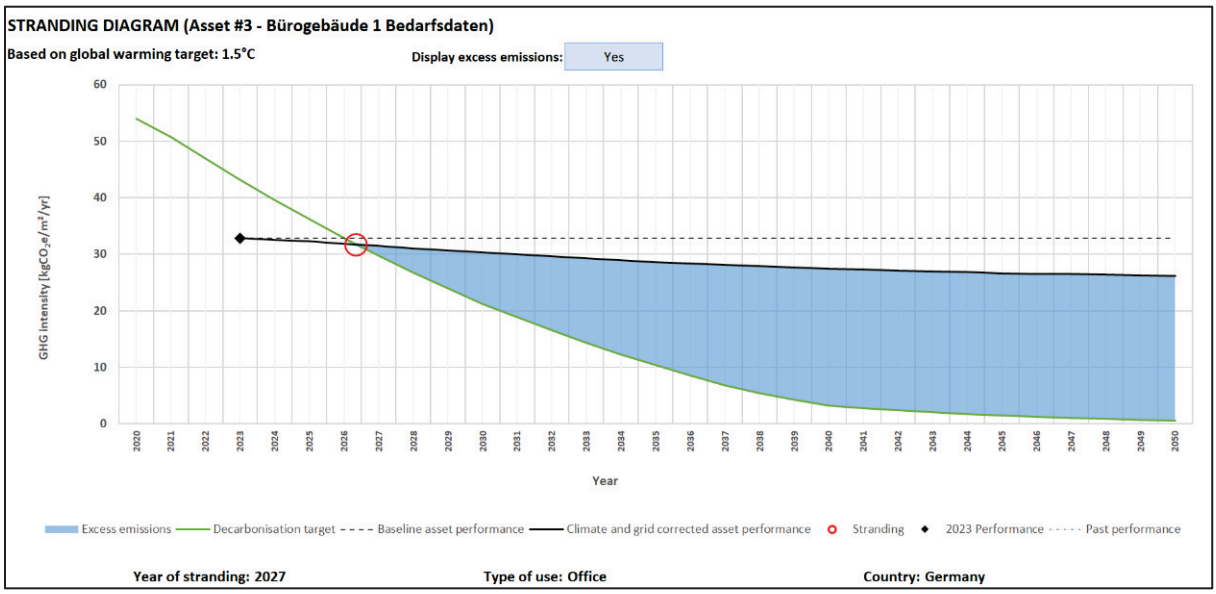
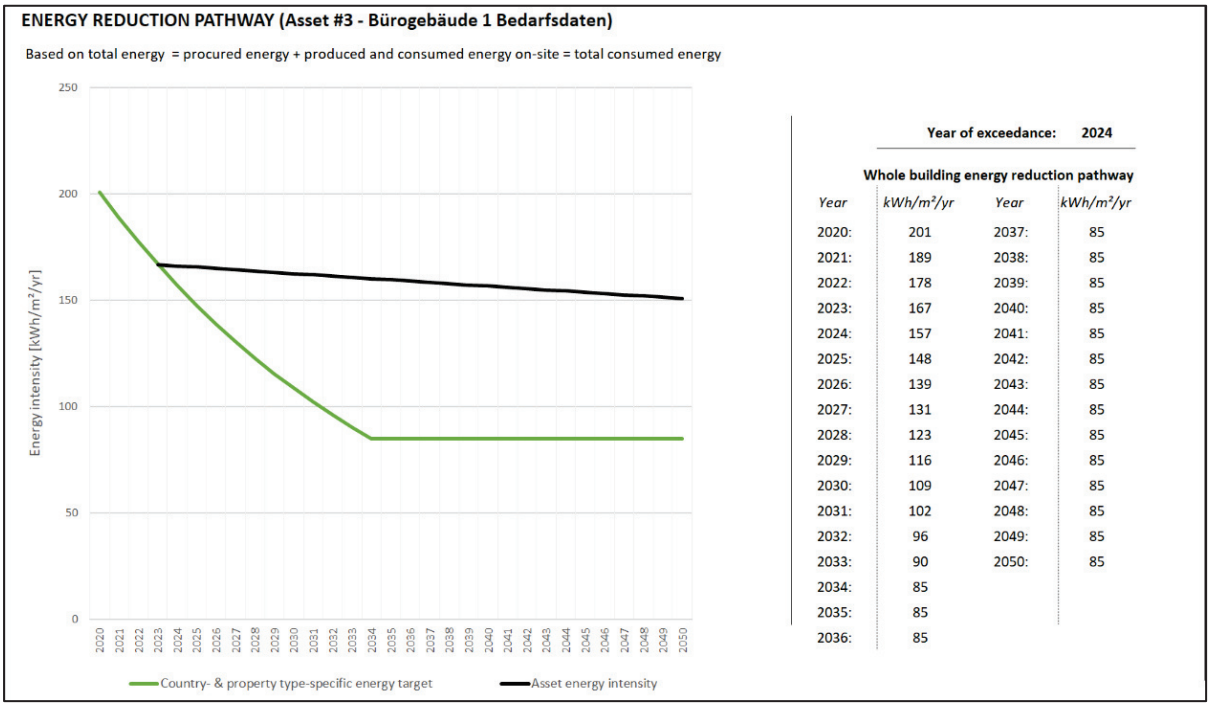


Abbildung 8: 1,5-Grad Ziel Dekarbonisierungspfad und Gebäudeemissionspfad Bedarfsdaten Bürogebäude 1[60]

[59] Vgl. CRREM und Wiesener (2024).
[60] Vgl. CRREM und Wiesener (2024).



Year of exceedance: 2024

Whole building energy reduction pathway

Year	kWh/m²/yr	Year	kWh/m²/yr
2020:	201	2037:	85
2021:	189	2038:	85
2022:	178	2039:	85
2023:	167	2040:	85
2024:	157	2041:	85
2025:	148	2042:	85
2026:	139	2043:	85
2027:	131	2044:	85
2028:	123	2045:	85
2029:	116	2046:	85
2030:	109	2047:	85
2031:	102	2048:	85
2032:	96	2049:	85
2033:	90	2050:	85
2034:	85		
2035:	85		
2036:	85		

Abbildung 9: 1,5-Grad Ziel Energiereduktionspfad und Gebäudeenergieintensitätspfad Bedarfsdaten Bürogebäude 1[61]

5.1.2 Differenzierung

Tabelle 4: Zusammenfassung Strandingzeitpunkte Bürogebäude 1[62]

	Verbrauch	**Bedarf**
Stranding Dekarbonisierungspfad	2036	2027
Stranding Energiepfad	2051	2024

Anhand der CRREM Analysen lassen sich deutliche Abweichungen zwischen den Ergebnissen der beiden Energieausweise erkennen.

Laut dem Verbrauchsausweis strandet das Objekt auf dem Dekarbonisierungspfad im Jahr 2036, während es laut dem Bedarfsausweis im Jahr 2027 strandet. Dieser drastische Unterschied wird mit Hilfe von tabellarischen Ergebnissen des CRREM Tools in Tabelle 9 in Anhang 1 nochmals dargestellt. Diese Tabelle wird im Zuge der CRREM Analyse von dem Tool bereitgestellt.

Die Treibhausgasintensität des Gebäudes wird mit 32,9 kg CO_2e/m²/a für die Bedarfsdaten und 9,8 kg CO_2e/m²/a für die Verbrauchsdaten jeweils niedriger angesetzt als in den Energieausweisen.

[61] Vgl. CRREM und Wiesener (2024).
[62] Vgl. CRREM und Wiesener (2024).

Für die kumulativen THG-Emissionen wird für das Gebäude, um die 1,5-Grad Zielvorgaben bis 2050 des Tools einzuhalten, ein Ausstoß von 4.825 tCO_2e vorgegeben. Laut CRREM Analyse überschreitet das Objekt laut dem Bedarfsausweis diese um 6.371 tCO_2e, während die der Verbrauchsdaten diese um 1.420 tCO_2e unterschreiten. Das Analyse Tool berechnet die direkten und indirekten Emissionen des Bedarfsausweis mehr als dreimal so hoch wie die entsprechenden Werte des Verbrauchsausweises. Diese Tendenzen spiegeln sich ebenfalls in den Energiekosten wider. Somit steht der verbrauchsorientierte Energieausweis energetisch deutlich besser da, was suggeriert, dass vorerst keine akute Dringlichkeit besteht, energetische Maßnahmen umzusetzen, während das Gebäude laut Bedarfsausweis schon in den nächsten drei Jahren strandet und somit dem Risiko eines imminenten Wertverlustes ausgesetzt ist.

Auffallend sind die unterschiedlichen Strandingzeitpunkte des Energiepfades. Während beim Verbrauchsausweis der Energiepfad im Jahr 2051 “strandet“ und somit 1,5-Grad konform ist, “strandet“ der Energiepfad des Bedarfsausweis vor dem zusammenhängenden Dekarbonisierungspfad, im Jahr 2024. Demnach ist das Gebäude erneut gegensätzlich zum Verbrauchsausweis nicht 1,5-Grad konform, da der Energieausstoß im Bedarfsausweis deutlich höher angenommen und in der CRREM Analyse entsprechend berechnet wird.

Bei diesem Gebäude spielen einige physische sowie nutzerbedingte Faktoren eine Rolle. Zum einen wird ein BHKW betrieben, welches beim Betrieb zusätzlichen Strom erzeugt, welcher vom Betreiber ganzheitlich in das Stromnetz eingespeist wird. Dies wird in den Energieausweisen und in der CRREM Analyse allerdings nicht berücksichtigt, da die Energie demnach nicht gebäuderelevant ist. Dem zu Folge finden reale Nachhaltigkeitsaspekte des Gebäudes in der theoretischen Bewertung keine Beachtung.

Somit lässt sich festhalten, dass die Diskrepanz zwischen verbrauchs- und bedarfsorientierten Energieausweisen so groß ist, dass die entsprechenden Ergebnisse der CRREM Analyse eine deutlich unterschiedliche Gebäudeperformance aufweisen.

5.2 Bürogebäude 2

Das Bürogebäude 2 wurde im Jahr 1991 errichtet und verfügt über eine Nettogrundfläche von ca. 10.800 m². Das Objekt befindet sich ebenfalls in Hannover.

Das Objekt hatte im Jahr 2023 einen durchschnittlichen Leerstand von knapp 85 Prozent und wird durch Fernwärme beheizt. Hierfür liegt ein Zertifikat des Fernwärmeversorgungssystems vor, welches einen überdurchschnittlich guten CO_2-Emissionswert des Versorgungssystems bescheinigt. Dieser Wert wird deshalb in den zuvor beschriebenen Einstellungen manuell den Standardwert ersetzen.

Tabelle 5: Energiedaten Bürogebäude 2[63]

Bürogebäude 2				
Fernwärme		**Verbrauchsdaten**	**Bedarfsdaten**	**Veränderung V. zu B. in %**
NGF in m²	10.754			
Endenergie Wärme	kWh/m²/a	**80,90**	**128,65**	≈ 59,02
	kWh/a	869.998,60	1.383.502,10	
Endenergie Strom	kWh/m²/a	**22,70**	**10,30**	≈ - 54,63
	kWh/ a	244.115,80	110.766,20	
CO_2e	kg/m²/a	**45,10**	**56,12**	≈ 24,43

Ebenso wie bei Bürogebäude 1, sind hier abweichende Kennzahlen zwischen den beiden Energieausweisdaten zu erkennen, jedoch sind diese Unterschiede weniger signifikant. Der Leerstand wird beim Verbrauchsausweis durch einen Leerstandsfaktor berücksichtigt, wobei dieser die Verbrauchsdaten auf eine 100-prozentige Belegung anpasst. Wie zuvor beschrieben, wird bei dem Bedarfsausweis grundsätzlich von einer vollen Belegung ausgegangen.

Die Endenergie für Wärme der Bedarfsdaten liegt mit ca. 130 kWh pro m² im Jahr 60% über dem Wert der Verbrauchsdaten. Gegensätzlich dazu beträgt der angenommene Stromendenergiebedarf mit 10,3 kWh pro m² im Jahr nur circa die Hälfte der tatsächlich verbrauchten Stromendenergie mit 22,7 kWh pro m² im Jahr. Die CO_2e Intensität im Jahr beträgt lediglich ca. 9 kg CO_2e pro m² mehr gemäß den Bedarfsdaten als in den Verbrauchsdaten ausgewiesen. Wie sich dies in der CRREM Analyse ausdrückt, wird im Folgenden deutlich.

5.2.1 CRREM Analysen

Verbrauchsdaten

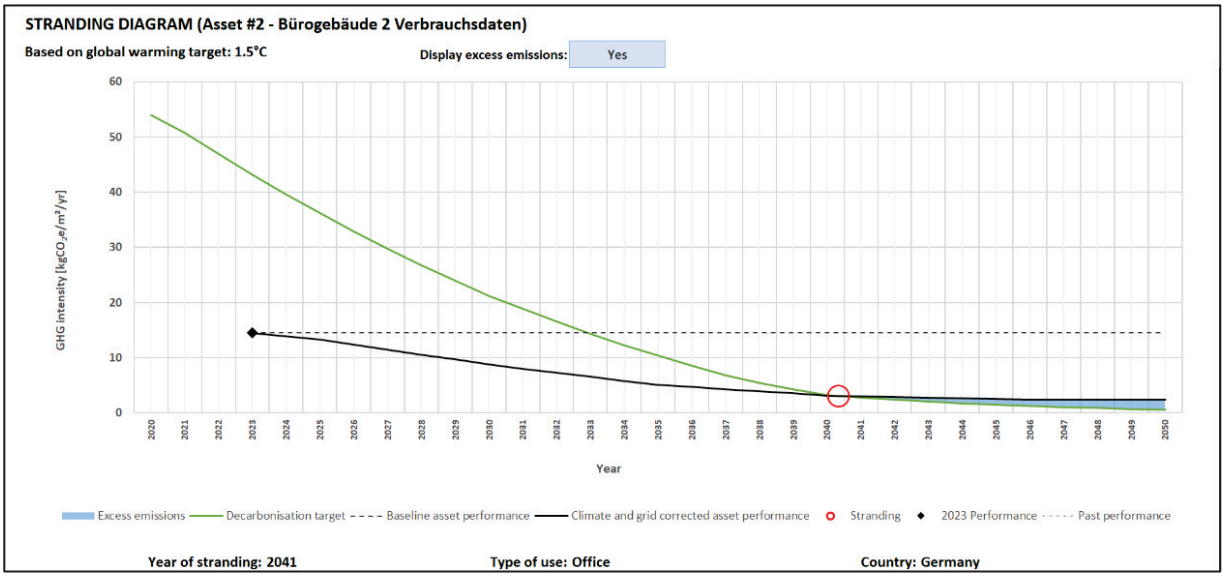
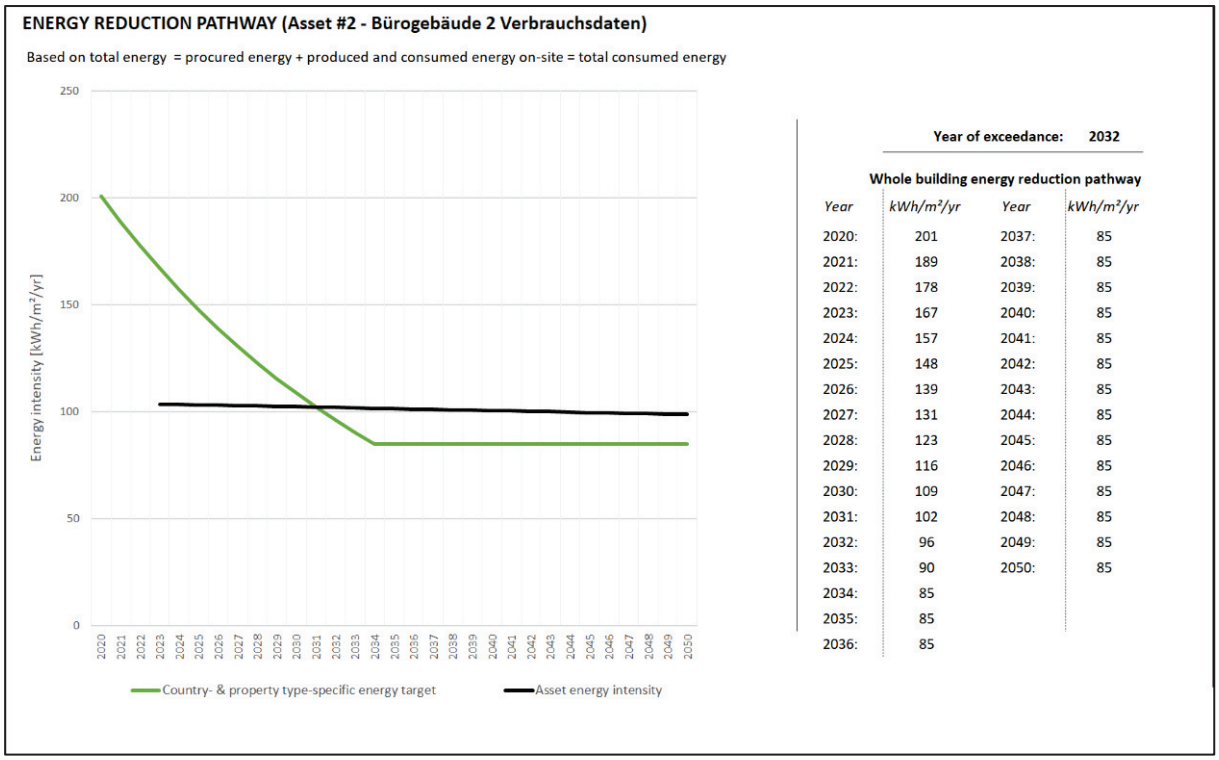


Abbildung 10: 1,5-Grad Ziel Dekarbonisierungspfad und Gebäudeemissionspfad Verbrauchsdaten Bürogebäude 2[64]

[63] Eigene Darstellung, vgl. anonyme Energieausweise.
[64] CRREM und Wiesener (2024).



Year of exceedance: 2032

Whole building energy reduction pathway

Year	kWh/m²/yr	Year	kWh/m²/yr
2020:	201	2037:	85
2021:	189	2038:	85
2022:	178	2039:	85
2023:	167	2040:	85
2024:	157	2041:	85
2025:	148	2042:	85
2026:	139	2043:	85
2027:	131	2044:	85
2028:	123	2045:	85
2029:	116	2046:	85
2030:	109	2047:	85
2031:	102	2048:	85
2032:	96	2049:	85
2033:	90	2050:	85
2034:	85		
2035:	85		
2036:	85		

Abbildung 11: 1,5-Grad Ziel Energiereduktionspfad und Gebäudeenergieintensitätspfad Verbrauchsdaten Bürogebäude 2[65]

Bedarfsdaten

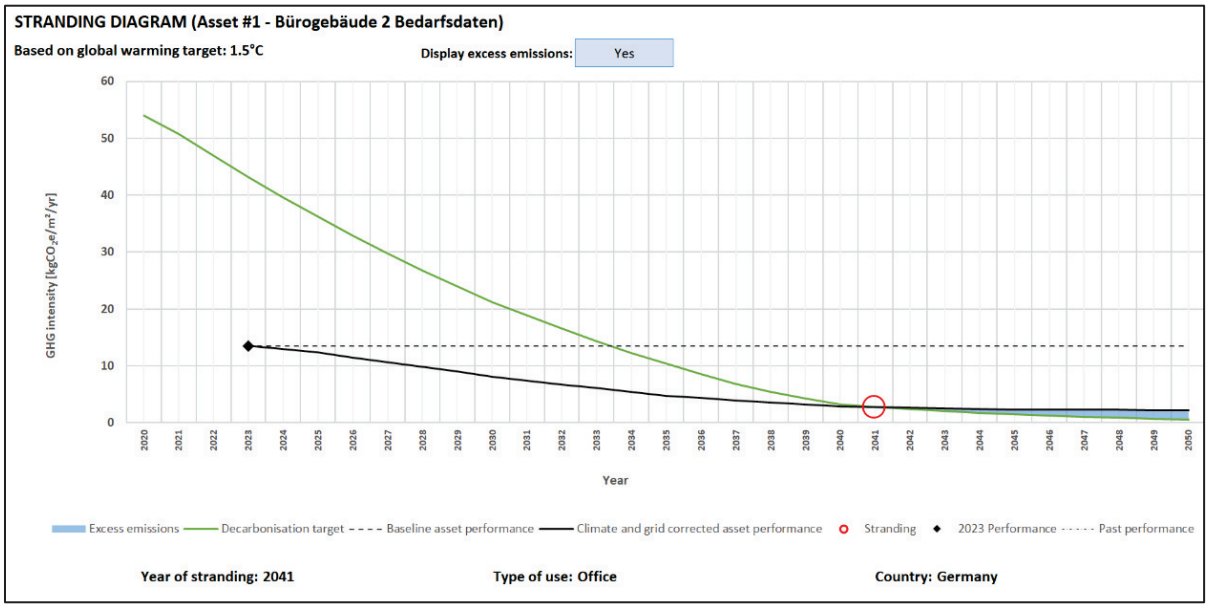


Abbildung 12: 1,5-Grad Ziel Dekarbonisierungspfad und Gebäudeemissionspfad Bedarfsdaten Bürogebäude 2[66]

[65] CRREM und Wiesener (2024).
[66] CRREM und Wiesener (2024).

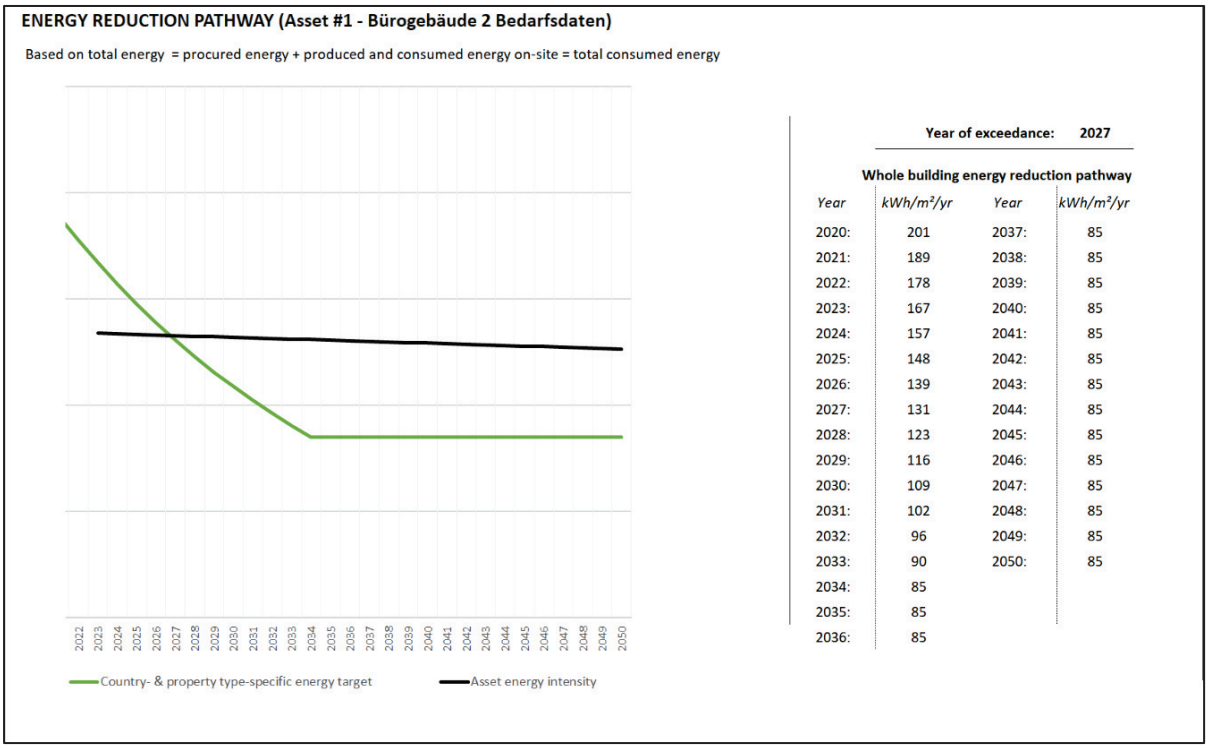


Abbildung 13: 1,5-Grad Ziel Energiereduktionspfad und Gebäudeenergieintensitätspfad Bedarfsdaten Bürogebäude 2[67]

5.2.2 Differenzierung

Tabelle 6: Zusammenfassung Strandingzeitpunkte Bürogebäude 2[68]

	Verbrauch	**Bedarf**
Stranding Dekarbonisierungspfad	2041	2041
Stranding Energiepfad	2032	2027

Die Ergebnisse der CRREM Analyse weichen bei diesem Objekt nicht signifikant voneinander ab. Lediglich der Strandingzeitpunkt des Energiepfades des Bedarfsausweises liegt drei Jahre vor dem des Verbrauchausweises. Wie dies von der CRREM Analyse ausgewertet wird, zeigt sich in Tabelle 10 in Anhang 1.

Aufgrund des doch deutlich höheren Wärmeenergiebedarfs im Vergleich zum Wärmeenergieverbrauchs, welcher sich auch in den höheren Kosten des Energiekonsums widerspiegelt, “strandet“ das Objekt aus Energieintensitätssicht früher als bei den Verbrauchsdaten. Aus Dekarbonisierungssicht hingegen gleicht der positive Primärenergiefaktor der vorliegenden Fernwärme den Unterschied der zwei Datenerhebungsmethoden so weit aus, dass das Objekt jeweils im Jahr 2041 “strandet“. Das heißt, dass auch wenn ein Objekt einen hohen Wärmeenergieverbrauch aufweist, diese Wärme jedoch von einer überwiegend nachhaltigen Quelle

[67] CRREM und Wiesener (2024).
[68] Vgl. CRREM und Wiesener (2024).

stammt, sich dies nur in der Energieintensität negativ widerspiegelt, aus Dekarbonisierungssicht jedoch keine große Rolle spielt.

Gem. dem Tool wird für das vorliegende Gebäude ein 1,5-Grad Emissionsbudget bis 2050 von 3.968 tCO_2e vorgegeben. Die verbrauchsorientierten Daten ergeben einen Ausstoß von 1.861 tCO_2e, während die bedarfsorientierten Daten einen Ausstoß von 1.724 tCO_2e bis 2050 darstellen. Die Fernwärme findet in der Bewertung durch die angesetzten 0 kg ausgestoßenen direkten Emissionen wie bereits oben beschrieben positive Beachtung.

Die Energiepreise werden von dem Tool auf wissenschaftlichen Prognosen, welche sich an Marktdurchschnittspreisen inklusive Mehrwertsteuer orientieren, festgelegt. Dabei wird hier bspw. das kWh Fernwärme als auch der Stromverbrauch mit einer jährlichen Preissteigerung kalkuliert.[69]

Bei dem Bürogebäude 2 wird somit deutlich, dass sich die ausgewiesenen Kennzahlen, sowie die ermittelten Ergebnisse der CRREM Analyse nicht signifikant unterscheiden. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass durch den 85-prozentigen Leerstand und die damit verbundene Hochrechnung der Leerstandsflächen im Verbrauchsausweis, die Daten denen im Bedarfsausweis ähneln.

5.3 Wohngebäude

Bei dem Wohngebäude handelt es sich um ein im Jahr 1994 erbautes Mehrfamilienhaus mit sechs Wohneinheiten. Es hat eine Nettogrundfläche von 1.270 m² und steht in Berlin. Das Mauerwerk ist aus Kalksandstein, mit einem Wärmedämmverbundsystem aus dem Jahr 1994. Als Wärmeerzeuger wird ein Erdgas-Brennwertkessel zur Heizwärmeerzeugung und Trinkwassererwärmung verwendet.

In Tabelle 7 sind die relevanten Daten der beiden Energieausweise angegeben.

Tabelle 7: Energiedaten Wohngebäude[70]

Wohngebäude				
Energieeffizienzklasse E		**Verbrauchsdaten**	**Bedarfsdaten**	**Veränderung V. zu B. in %**
Erdgas				
NGF in m²	1.270			
Endenergie Wärme	kWh/m²/a	**146**	**148,3**	≈ 1,57
	kWh/a	185.420,00	188.341,00	
CO_2e	kg/m²/a	**35,7**	**36,3**	≈ 1,68

Anders als bei den beiden Bürogebäuden wird bei Wohngebäuden, wie zuvor beschrieben, keine Angabe zum Stromverbrauch- bzw. bedarf im Energieausweis gemacht. Wie zuvor aufgeführt, wird für die CRREM Analyse die Eintragung eines Schätzwertes empfohlen. Dieser wurde in der vorliegenden Arbeit für dieses Objekt basierend auf Erfahrungswerten von Sirios MP auf 36.000 kWh/a festgelegt. Auffallend ist die marginale Veränderung des tatsächlichen

[69] Vgl. Institut für Immobilienökonomie u. a. (2024) S. 32.
[70] Eigene Darstellung, vgl. anonyme Energieausweise.

Verbrauchs und der normierten Bedarfsdaten. Diese beträgt lediglich 1,57 Prozent, was auf eine hohe Übereinstimmung der beiden Datenerhebungen deutet. Ebenfalls wird die CO_2e Belastung mit ähnlichen Werten von Verbrauch 35,7 kg/m²/a und Bedarf 36,3 kg/m²/a ausgewiesen.

Wie sich dies in der CRREM Analyse ausdrückt, wird im Folgenden deutlich.

5.3.1 CRREM Analysen

Verbrauchsdaten

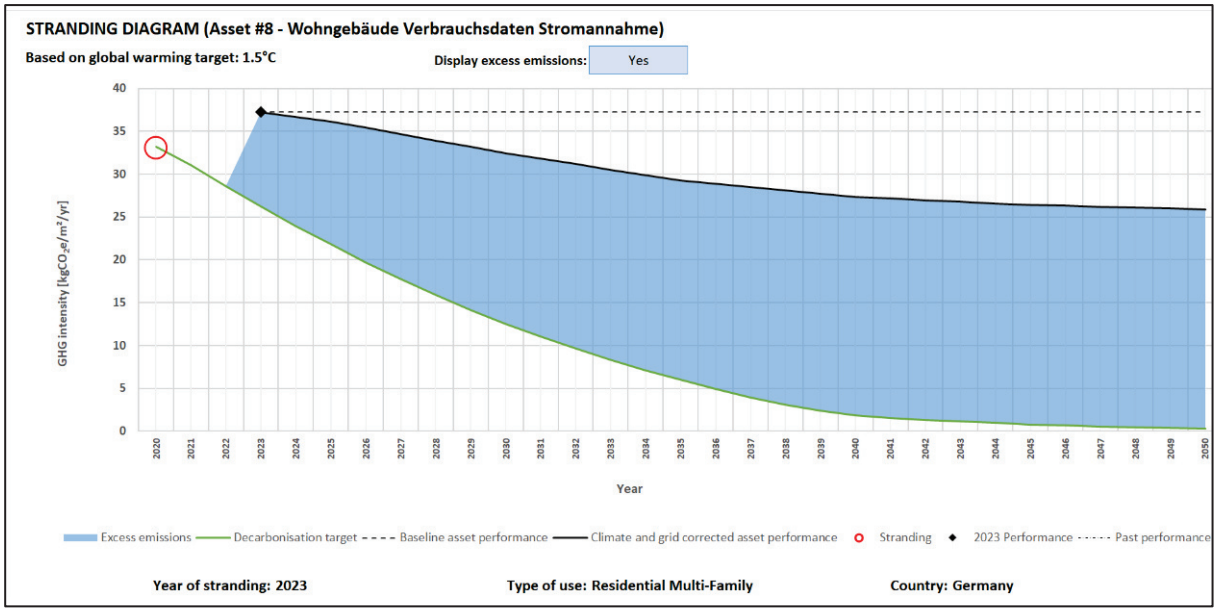
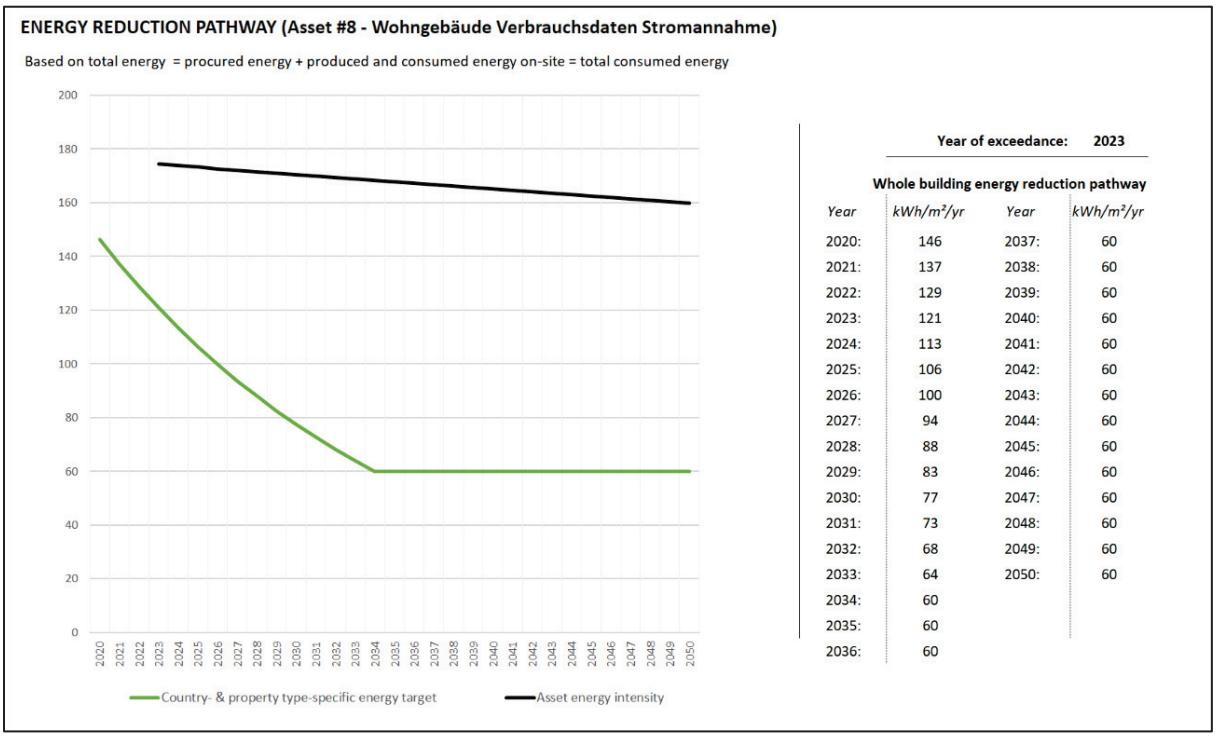


Abbildung 14: 1,5-Grad Ziel Dekarbonisierungspfad und Gebäudeemissionspfad Verbrauchsdaten Wohngebäude[71]

[71] CRREM und Wiesener (2024).



Year of exceedance: 2023

Whole building energy reduction pathway

Year	kWh/m²/yr	Year	kWh/m²/yr
2020:	146	2037:	60
2021:	137	2038:	60
2022:	129	2039:	60
2023:	121	2040:	60
2024:	113	2041:	60
2025:	106	2042:	60
2026:	100	2043:	60
2027:	94	2044:	60
2028:	88	2045:	60
2029:	83	2046:	60
2030:	77	2047:	60
2031:	73	2048:	60
2032:	68	2049:	60
2033:	64	2050:	60
2034:	60		
2035:	60		
2036:	60		

Abbildung 15: 1,5-Grad Ziel Energiereduktionspfad und Gebäudeenergieintensitätspfad Verbrauchsdaten Wohngebäude[72]

Bedarfsdaten

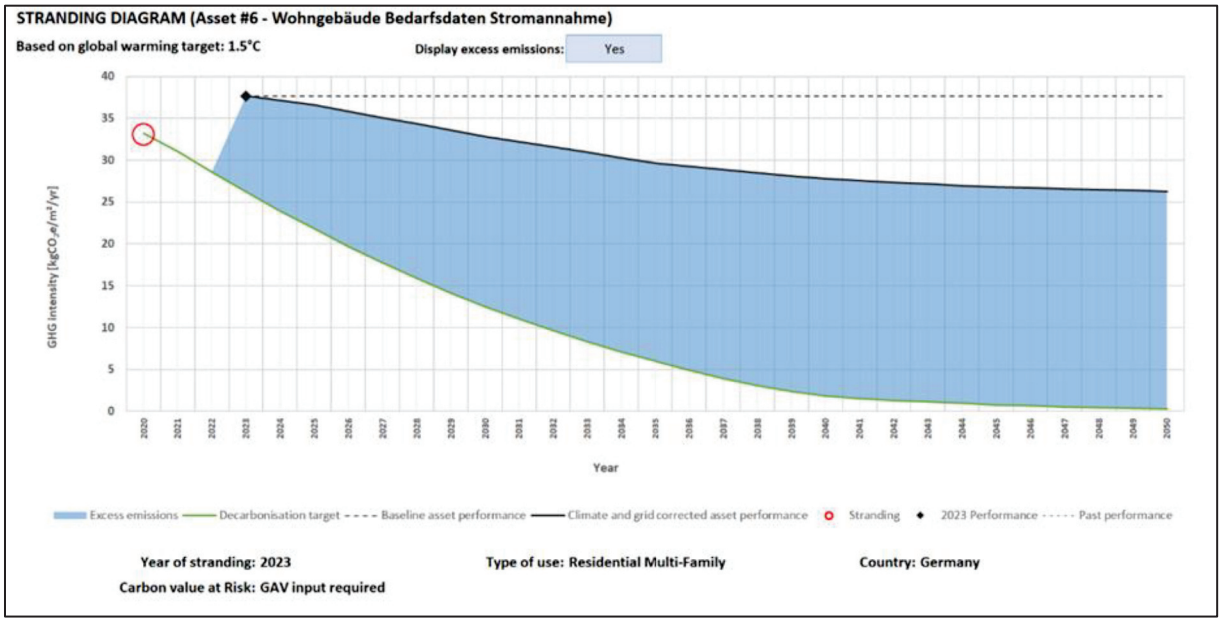
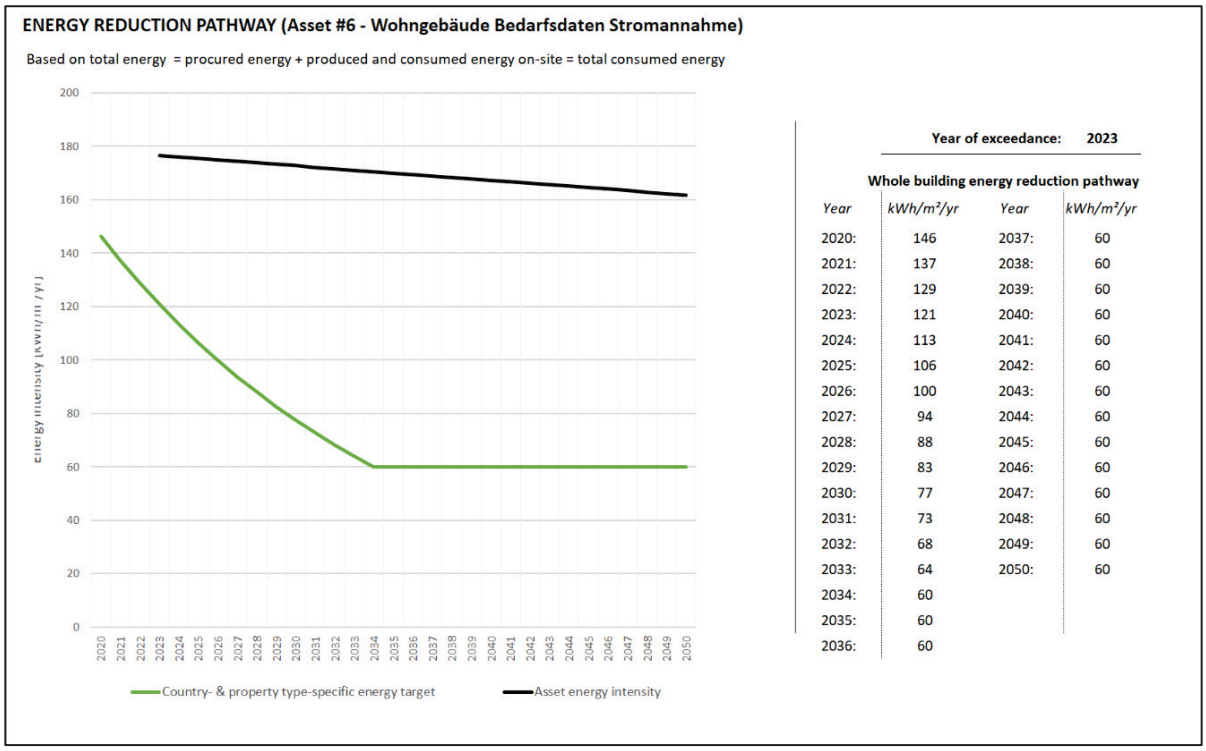


Abbildung 16: 1,5-Grad Ziel Dekarbonisierungspfad und Gebäudeemissionspfad Bedarfsdaten Wohngebäude[73]

[72] CRREM und Wiesener (2024).
[73] CRREM und Wiesener (2024).



Year of exceedance: 2023

Whole building energy reduction pathway

Year	kWh/m²/yr	Year	kWh/m²/yr
2020:	146	2037:	60
2021:	137	2038:	60
2022:	129	2039:	60
2023:	121	2040:	60
2024:	113	2041:	60
2025:	106	2042:	60
2026:	100	2043:	60
2027:	94	2044:	60
2028:	88	2045:	60
2029:	83	2046:	60
2030:	77	2047:	60
2031:	73	2048:	60
2032:	68	2049:	60
2033:	64	2050:	60
2034:	60		
2035:	60		
2036:	60		

Abbildung 17: 1,5-Grad Ziel Energiereduktionspfad und Gebäudeenergieintensitätspfad Bedarfsdaten Wohngebäude[74]

5.3.2 Differenzierung

Tabelle 8: Zusammenfassung Strandingzeitpunkte Wohngebäude[75]

	Verbrauch	**Bedarf**
Stranding Dekarbonisierungspfad	2023	2023
Stranding Energiepfad	2023	2023

Den Grafiken kann man entnehmen, dass das Gebäude sowohl mit den verbrauchsbasierten als auch mit den bedarfsorientierten Daten im Jahr 2023 strandet bzw. gestrandet ist. Anders als bei den Nichtwohngebäuden, kommt das CRREM-Tool hier mit beiden Ausweisarten zu einem sehr ähnlichen Ergebnis.

Da aus den Strandingzeitpunkten der Tabelle 8 keine Abweichung abzulesen ist, wird für die folgenden Ausführungen die Details in der CRREM Tabelle 11 in Anhang 1 verwiesen.

Die Treibhausgasintensität des Gebäudes unterscheidet sich nur minimal zwischen den Bedarfs- (37,7 kg CO_2e/m²/a) und den Verbrauchsdaten (37,3 kg CO_2e/m²/a), während diese etwas höher als in den Energieausweisen angesetzt werden. Die direkten Emissionen weisen ebenfalls einen etwas höheren Wert für die Bedarfsdaten (27,2 zu 26,7 kg CO_2e/m²/a) aus, während die indirekten Emissionen für beide Datensätze identisch sind. Beide Energieausweise werden mit einem Emissionsbudget von 277 tCO_2e bis 2050 bewertet, um das 1,5-Grad Ziel zu erreichen. Dabei stößt das Wohngebäude anhand des Verbrauchsausweises bis 2050

[74] CRREM und Wiesener (2024).
[75] Vgl. CRREM und Wiesener (2024).

kumuliert 1.124 tCO_2e und anhand des Bedarfsausweises 1.140 tCO_2e zu viel THG-Emissionen aus.

Die CRREM Analyse verdeutlicht, dass die verbrauchsorientierten und bedarfsorientierten Daten für dieses Wohngebäude sehr ähnliche Ergebnisse liefern. Die geringen Abweichungen bei der Treibhausgasintensität und den überschüssig kumulativen Emissionen lassen darauf schließen, dass die Zahlen der CRREM Analyse die Zahlen der Energieausweise erneut verhältnismäßig widerspiegeln.

Es ist davon auszugehen, dass durch die nahezu vollständige Auslastung des Objekts und die erhöhte Homogenität der Nutzungsart „Wohnen“ eine belastbare Vergleichbarkeit mit den in der Bedarfsberechnung getroffenen Annahmen besteht. Diese Unterstellung wird durch die Ergebnisse der CRREM Analyse unterstützt.

Ein schon zurückliegender Strandingzeitpunkt ist für das vorliegende Objekt bei einer Energieeffizienzklasse E plausibel.[76] Er bedeutet letztlich, dass zur Einhaltung des 1,5-Grad-Ziels Gebäude wie dieses bereits hätten ertüchtigt werden müssen.

5.4 Kritische Analyse der Energieausweise in der CRREM Analyse

Anhand der durchgeführten Recherche und Analysen der vorliegenden Arbeit können folgende Punkte festgehalten werden:

- **Bürogebäude 1:** Veränderung der im Ausweis angegebenen Verhältnisse von
  - Endenergieverbrauch zu Endenergiebedarf Wärme ca. 240 Prozent
  - Endenergieverbrauch zu Endenergiebedarf Strom ca. 330 Prozent
- **Bürogebäude 2:** Veränderung der im Ausweis angegebenen Verhältnisse von
  - Endenergieverbrauch zu Endenergiebedarf Wärme ca. 50 Prozent
  - Endenergieverbrauch zu Endenergiebedarf Strom ca. – 50 Prozent
- **Wohngebäude:** Veränderung des im Ausweis angegebenen Verhältnisses von
  - Endenergieverbrauch zu Endenergiebedarf ca. 1,6 Prozent

Die CRREM Analyse spiegelt ausnahmslos dieselben Tendenzen der Diskrepanzen der ausgewiesenen Kennzahlen der Energieausweise wider.

Zunächst können diese Punkte anhand der bereits vorhergegangenen Kapitel begründet werden. Die auffallend erhebliche Differenz der Datensätze und CRREM-Ergebnisse in Bezug auf Verbrauch und Bedarf der beiden Bürogebäude kann damit begründet werden, dass, wie in Kapitel 3.2.1 beschrieben, die Verbrauchsausweise stark abhängig von dem individuellen Nutzerverhalten und nicht von der Gebäudequalität sind. So findet bei Nichtwohngebäuden bspw. eine Homeoffice-Regelung und somit die Nichtnutzung von Flächen keinerlei Beachtung. Ebenfalls weisen nicht alle Gewerbetypen dasselbe Nutzerverhalten und somit dieselbe Menge an Energieverbrauch aus, bspw. durch Benutzung diverser Geräte wie bspw. Beamer,

[76] Vgl. CRREM Expertin Wein, zitiert nach Wiesener (2024) S. 48.

Drucker etc. Die Verbrauchsausweisdaten zeigen demnach die momentane Realität des gebäude- und nutzerspezifischen Energieverbrauchs und Emissionsausstoßes, reflektieren jedoch nicht den bauenergetischen Qualitätszustand und bieten daher keinerlei Vergleichbarkeit. Dasselbe gilt folgernd auch für die Ergebnisse der CRREM Analyse.

Wiederum wird bei den Bedarfsdaten, wie in Kapitel 3.2.2 beschrieben, primär die Gebäudequalität anhand der Parameter gem. DIN V 18955 teilweise unrealistisch normiert. Bspw. basiert der Lüftungswärmeverlust auf einem hygienisch korrekten Luftwechselkonzept der Arbeitsstättenrichtlinie und der Klimastandort ist immer auf Potsdam normiert. Dies macht den Energiebedarfsausweis zwar standardisierter und vergleichbarer als den Energieverbrauchsausweis, durch die zusätzliche Nichtbeachtung des Nutzerverhaltens weichen die Bedarfsdaten allerdings stark von der Realität ab.

Bei dem vorliegenden Wohngebäude lässt sich klar erkennen, dass die Energieausweise nur eine minimale Abweichung zeigen. Dies lässt sich auf die ganzjährige, nahezu vollständig homogene Auslastung des Gebäudes zurückführen, wodurch die Verbrauchsdaten realistische Kennzahlen ausweisen. Ebenfalls zeigen die vorliegenden Daten, dass die Parameter im normierten Bedarfsausweis bei einem gewöhnlichen Mehrfamilienhaus zutreffender sind und somit eine belastbare CRREM Analyse durchgeführt werden kann. Gegensätzlich dazu kann ebenfalls gefolgert werden, dass Nichtwohngebäude durch deren Heterogenität und komplexeren Nutzerverhaltens schwerer zu standardisieren und somit vergleichbar zu machen sind.

Weitere noch nicht zuvor erwähnte Gründe können u.a. generelle Unsicherheiten von Nutzern und Verbrauchern im allgemeinen Umgang mit Energieausweisen sein. Dies veranlasste diese Recherche, im Zuge derer ebenfalls die unzureichende Datengrundlage zum Thema Energiedatenbeschaffung deutlich geworden ist. Wie zuvor beschrieben, lässt sich diese Unsicherheit auf die gesamte Situation des Gebäudesektors in der aktuellen Klimawandels-Bekämpfung erkennen.

Ebenfalls kann die Nutzung des CRREM Analysetools Fehler in der Anwendung bergen. Bspw. kann die wiederholte Angabe des Leerstands eingetragen werden, obwohl diese schon in den Berechnungen der zwei Energieausweistypen Beachtung findet. Das Tool muss nicht zwingend mit einem Energieausweis befüllt werden. Liegen Versorgungsabrechnungen mit detaillierten Verbrauchsdaten vor, können diese auch eingepflegt werden, wobei die leerstehenden Flächen dann im Tool ergänzt werden müssen.

6 Schlussfolgerung

Ziel dieser Arbeit war es, den verbrauchsorientierten Energieausweis und den bedarfsorientierten Energieausweis im Kontext der Carbon Risk Real Estate Monitor Analyse gegenüberzustellen. Dabei wurde besonders auf die Aussagefähigkeit und die Realitätsnähe der beiden Bewertungsmethoden geachtet, um die praktischen Vor- und Nachteile einer energetischen Bewertung anhand der beiden Energiedatenerhebungsmethoden herauszuarbeiten.

Zunächst wurde ersichtlich, dass der Gebäudesektor national wie auch international einen erheblichen Beitrag zur Klimaschutzpolitik leisten kann und muss. Daraus ergeben sich Heraus-

forderungen für Investoren und Eigentümer, sowie auch durch Marktdynamiken sowie Legislativakte entstehende Risiken. Zum Vergleich verschiedener Gebäude und zum Management der vorgenannten Risiken ist die CRREM-Analyse ein zentrales Instrument, welches allerdings in erheblichem Maß auf die Verlässlichkeit von Eingangsdaten, insbesondere aus Energieausweisen angewiesen ist.

Deutlich wurde, dass die Verbrauchsausweise zu sehr auf dem individuellen Nutzerverhalten basieren, was eine Vergleichbarkeit verwehrt und oft das Potenzial der Gebäudequalität verdeckt. Da der energetische Zustand ebenso von den bauphysikalischen Bedingungen eines Gebäudes abhängt, ist es nicht ausreichend, diesen nur anhand des Nutzerverhaltens zu messen.

Andererseits zeigt die vorliegende Arbeit, dass Bedarfsausweise auf Normen zur Bewertung der Bausubstanz basieren, welche teilweise realitätsfern sind und nicht der individuellen und potenziellen Bewirtschaftung einiger Gebäude gerecht werden. Die Normierung bietet einerseits den Vorteil, dass alle Gebäude vergleichbar gemacht werden. Andererseits geht dabei, aufgrund der starken heterogenen Nutzung vor allem bei Nichtwohngebäuden, die Realitätsnähe verloren. Da bspw. Bürogebäude sehr abhängig vom individuellen Nutzerverhalten sind, zeigen sich in der durchgeführten Analyse die höchsten Differenzen. Wohngebäude dagegen sind homogener in ihrer Benutzung.

Es kann also festgehalten werden, dass die Verbrauchsausweise zwar den momentanen realen Energieverbrauch und den damit verbundenen Emissionsausstoß des Gebäudes widerspiegeln, dieser allerdings die Vergleichbarkeit erschwert. Bedarfsausweise bieten durch die Normierung zwar eine einheitliche Vergleichbarkeit des energetischen Bauzustandes, sind aber oftmals realitätsfern.

In den durchgeführten CRREM Analysen der vorliegenden Fallbeispiele spiegeln sich die deutlichen Differenzen aus den zuvor genannten Faktoren der beiden Bewertungsmethoden wider.

Die Wahl zwischen den verbrauchs- oder bedarfsorientierten Daten für die Durchführung einer CRREM Analyse ist stark abhängig von den Toolnutzern. Wenn bspw. ein Investor ein Gebäude veräußern möchte, ist die Betrachtung eines Verbrauchsausweises, mit den meist niedrigeren Energiewerten, sowohl als Ausweis als auch in der CRREM Analyse mitunter attraktiver. Ist allerdings die Betrachtung eines Gebäudes bzw. Portfolios mit ehrlicher Absicht einer energetischen Qualitätsbewertung gefragt, so wird der Bedarfsausweis eine konkretere und vergleichbarere Basis zur weiteren Gebäudebewertung liefern.

Die Auswertung der Fallstudien ergab, dass bei den Bürogebäuden der im Bedarfsausweis modellierte „Normverbrauch“ erheblich über den tatsächlich realisierten Verbräuchen lag, wobei signifikante Unterschiede zwischen den Objekten zu beobachten waren. Das CRREM-Analysetool lieferte demzufolge auf Basis der Bedarfsausweise mehr oder weniger erheblich frühere Stranding-Zeitpunkte als bei einer Berechnung auf Basis der Verbrauchsausweise.

Beim Wohngebäude lieferte das CRREM-Analysetool hingegen unabhängig von der verwendeten Energieausweisart ein im Wesentlichen gleiches Ergebnis.

Dieses Ergebnis lässt damit erklären, dass die Homogenität der Objekte und Ihrer Nutzungen im Wohnsektor höher ist als bei den Gewerbeimmobilien, so dass eine einheitliche Modellierung für Wohnimmobilien häufig einen Bedarf nahe dem tatsächlichen Verbrauch prognostizieren kann. Im Gewerbebereich können die unterschiedlichen Nutzungskonzepte und deren Auswirkungen auf den Energieverbrauch schwer einheitlich modelliert werden und sind offenbar für die Praxis nicht ausreichend gut modelliert.

Da das vorliegende Ergebnis nur auf Grundlage von drei Fallstudienobjekten gewonnen wurde, wäre künftig zu untersuchen, ob es sich um Einzelfälle oder um eine generelle Unzulänglichkeit handelt. Studien, die in anderem Kontext angefertigt wurden, deuten jedoch auf die letztgenannte Möglichkeit hin.

Dieses Ergebnis ist in zweierlei Hinsicht problematisch:

Erstens bieten Verfahrensalternativen, die zu systematisch inkongruenten Ergebnissen führen, stets Spielraum für interessengeleitete Gestaltungen. Im vorliegenden Kontext laufen sie auch der eingangs geforderten Notwendigkeit entgegen, klare Handlungsanweisungen aufgrund objektiver Priorisierungsbeurteilungen für die Entwicklung hin zu einem nachhaltigen Gebäudebestand zu formulieren.

Ein zweites Problem besteht darin, dass hier nicht eindeutig ist, welche Herangehensweise die bessere wäre. Denn für die Erderwärmung kommt es im Ergebnis darauf an, wie viel Treibhausgase tatsächlich ausgestoßen werden. Dies wird durch die Perspektive des Verbrauchsausweises reflektiert. Eine Verbesserung eines Bestandsgebäudes wird (bei gegebener Nutzung) jedoch nur durch Änderungen an Gebäudetechnik und Bauphysik erreichbar sein. Hier geht es also um Faktoren, die nur in der Bedarfsanalyse erfasst werden.

Eine Kombination aus beiden Sichtweisen wäre daher erforderlich. Diese müsste zunächst erarbeitet und dann, um Planungssicherheit für Eigentümer und Nutzer zu schaffen, langfristig beibehalten werden.

Mit einer solchen Datengrundlage wäre das (entsprechend angepasste) CRREM-Analysetool ein (noch) deutlich besseres Instrument zur Bestandsbewertung und Risikoanalyse.

Literaturverzeichnis

BauNetz. 2024. Primärenergiefaktor | Dämmstoffe | Glossar | Baunetz_Wissen. *Baunetz Wissen*. 7. April. https://www.baunetzwissen.de/glossar/p/primaerenergiefaktor-8005001 (zugegriffen: 27. April 2024).

Bienert, Sven, Julia Wein und Hunter Kuhlwein. 2023. FROM GLOBAL EMISSION BUDGETS TO DECARBONIZATION PATHWAYS AT PROPERTY LEVEL. Institut für Immobilienökonomie. https://www.crrem.eu/wp-content/uploads/2023/05/CRREM-downscaling-documentation-and-assessment-methodology_Update-V2_V1.01-03.05.2023.pdf (zugegriffen: 4. Mai 2024).

Bradford, Tim. 2015. *RICS property measurement: incorporating international property measurement standards*. 1st edition. London: Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS).

Braungardt, Sibylle, Katja Schumacher, Franziska Wolff, Rasmus Prieß, Veit Bürger, Dietlinde Quack, Ali Aydemir, Lisa Neusel und Fabian Voswinkel. 2021. Wirtschaftlichkeit neu denken. Abschlussbericht. UBA. https://publica.fraunhofer.de/handle/publica/416693 (zugegriffen: 19. April 2024).

Bre, S. A. P. 2012. The government's standard assessment procedure for energy rating of dwellings. *Building Research Establishment, Watford, UK*.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz und Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. 2023. Bekanntmachung der Muster von Energieausweisen nach dem Gebäudeenergiegesetz vom: 01.12.2023. https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/nivvXz9fbaqaTaYx87n/content/nivvXz9fbaqaTaYx87n/BAnz%20AT%2008.12.2023%20B1.pdf?inline (zugegriffen: 27. April 2024).

Caldecott, Ben, G. Dericks, A. Pfeiffer und P. Astudillo. 2017. Stranded Assets: the transition to a low carbon economy. Overview for the insurance industry. *Innovation Series: Society and Security. Emerging Risk Report 2017*.

Christensen, Pernille H., Spenser J. Robinson und Robert A. Simons. 2018. The influence of energy considerations on decision making by institutional real estate owners in the U.S. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 94 (Oktober): 275–284. doi:10.1016/j.rser.2018.05.061, .

CRREM. 2020. CRREM Tool Introduction.
2024a. V2.05 CRREM-Risk-Assessment-Tool-Europe. https://www.crrem.eu/tool/.
2024b. Ziele und Vorteile – CRREM-Projekt. *Ziele und Vorteile - CRREM Projekt*. 25. April. https://www.crrem.eu/objectives-and-benefits/ (zugegriffen: 25. April 2024).

CRREM und Sophia Wiesener. 2024. V2.05 CRREM-Risk-Assessment-Tool-Europe, bearbeitet BA Sophia Wiesener. https://www.crrem.eu/tool/.

Energie-Fachberater. 2024. Energieausweis - ENERGIE-FACHBERATER. 15. Mai. https://www.energie-fachberater.de/beratung-foerdermittel/gesetzliche-vorgaben/energieausweis/ (zugegriffen: 15. Mai 2024).

Europäische Kommission. 2020a. (COM(2020) 562 final): Mehr Ehrgeiz für das Klimaziel Europas bis 2030. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0562&from=EN (zugegriffen: 16. April 2024).
2020b. COM(2020) 662 final: A Renovation Wave for Europe - greening our buildings, creating jobs, improving lives. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0662 (zugegriffen: 14. April 2024).

Few, Jessica, Despina Manouseli, Eoghan McKenna, Martin Pullinger, Ellen Zapata-Webborn, Simon Elam, David Shipworth und Tadj Oreszczyn. 2023. The over-prediction of energy use by EPCs in Great Britain: A comparison of EPC-modelled and metered

primary energy use intensity. *Energy and Buildings* 288 (1. Juni): 113024. doi:10.1016/j.enbuild.2023.113024, .

Filippidou, F, Juan Jimenez Navarro, Faidra Filippidou und Juan Pablo. 2019. *Achieving the cost-effective energy transformation of Europe's buildings Energy renovations via combinations of insulation and heating & cooling technologies Methods and data*. doi:10.2760/278207, .

Haran, M, W. Stanley McGreal, PT Davis, Jim Berry, Michael McCord, Daniel Lo, P Griffiths, u. a. 2019. *Carbon Risk Integration in Corporate Strategies within the Real Estate Sector. CRREM Report No. 2*. CRREM.

Helmrich, Robert, Tobias Maier, Torben Padur und Marc Ingo Wolter. 2021. Baugewerbe zwischen Klimawandel und Fachkräfteengpass: Thesen und Maßnahmen angesichts der energetischen Sanierung und Aktivierung des Gebäudebestandes. Bonn: Deutsche Nationalbibliothek. https://downloads.gws-os.com/2021_Helmrich_Maier_Baugewerbe_Klimawandel_Fachkraefteengpass_final.pdf (zugegriffen: 3. Mai 2024).

Institut für Immobilienökonomie, University of Ulster, GRESB BV, Universidad de Alicante und TiasNimbas Business School BV. 2024. Reference Guide – CRREM Project. https://www.crrem.eu/tool/reference-guide/ (zugegriffen: 28. April 2024).

IPCC. 2021. Klimawandel 2021: Eine Zusammenfassung für alle. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/outreach/IPCC_AR6_WGI_SummaryForAll_German.pdf (zugegriffen: 17. Mai 2024).

ITG Dresden und FIW München. 2021. Gutachten zur dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität. Dresden, Gräfelfing: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena). https://www.dena.de/dena-leitstudie-aufbruch-klimaneutralitaet/gutachten/ (zugegriffen: 1. Mai 2024).

Kaltschmitt, Martin und Karl Stampfer, Hrsg. 2024. *Ressourcen und Bereitstellung*. 4. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg.

Kaplan, Robert S. und David P. Norton. 1997. *Balanced scorecard: Strategien erfolgreich umsetzen*. Hg. von Péter Horváth. Handelsblatt-Reihe. Stuttgart: Schäffer-Pöschel.

Kuhlmey, Florian. 2024. Detaillierte Treibhausgas-Emissionsbilanz 2022: Emissionen sanken um 40 Prozent gegenüber 1990 – EU-Klimaschutzvorgaben werden eingehalten. Text. Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/detaillierte-treibhausgas-emissionsbilanz-2022 (zugegriffen: 24. April 2024).

Lüdeke-Freund, Florian und Oliver Opel. 2014. Energie. In: , 429–453. 4. Februar. doi:10.1007/978-3-642-25112-2_11, .

Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change. Verbleibendes CO2-Budget. https://www.mcc-berlin.net/forschung/co2-budget.html (zugegriffen: 27. April 2024).

Muldoon-Smith, Kevin und Paul Greenhalgh. 2019. Suspect foundations: Developing an understanding of climate-related stranded assets in the global real estate sector. *Energy Research & Social Science* 54 (1. August): 60–67. doi:10.1016/j.erss.2019.03.013, .

Ramseier, L. und R. Frischknecht. 2020. *Umweltfußabdruck von Gebäuden in Deutschland: Kurzstudie zu sektorübergreifenden Wirkungen des Handlungsfelds „Errichtung und Nutzung von Hochbauten "auf Klima und Umwelt*. Publikation No. r. 17/2020 BBSR-Online-Publikation.

Schnaars, Philip, Amir Ashour Novirdoust und Stephan Terhorst. 2023. Investitionen der Energiewende bis 2030. https://www.ewi.uni-koeln.de/de/publikationen/investitionen-der-energiewende-bis-2030/ (zugegriffen: 1. Mai 2024).

Schumacher, Katja, Christian Nissen und Sibylle Braungardt. 2022. Energetische Sanierung schützt Verbraucher*innen vor hohen Energiepreisen – Vorschläge für eine soziale Ausrichtung der Förderung. Öko-Institut e.V.

Ströbele, Wolfgang. 2022. CO2 und andere Treibhausgase – menschengemachte Klimaänderung II. In: *Energiewende einfach erklärt: Von guten Absichten und unbequemen Fakten*, hg. von Wolfgang Ströbele, 79–86. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

doi:10.1007/978-3-658-36691-9_10, https://doi.org/10.1007/978-3-658-36691-9_10 (zugegriffen: 24. April 2024).
Todtmann, Feliks. 2024. Klimaemissionen sinken 2023 um 10,1 Prozent – größter Rückgang seit 1990. Text. *Umweltbundesamt*. Umweltbundesamt, 14. März. https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/klimaemissionen-sinken-2023-um-101-prozent (zugegriffen: 24. April 2024).
TÜV Süd Industrie Service GmbH. *BREEAM DE/AT/CH Bestand V6.0 Technisches Handbuch: Gewerbliche Nutzung*.
UNFCCC United Nations Framework Convention on Climate Change, Hrsg. 2015. The Paris Agreement. In: , 6. Paris, 12. Dezember. (zugegriffen: 11. April 2024).
UNTC. 2024. United Nations Treaty Collection. 11. April. https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-7-d&chapter=27&clang=_en (zugegriffen: 11. April 2024).
Warren-Myers, Georgia und Anna Hurlimann. 2022. Climate change and risk to real estate. In: *A Research Agenda for Real Estate*, 139–164. Edward Elgar Publishing, 8. März. https://www.elgaronline.com/edcollchap/edcoll/9781839103926/9781839103926.00016.xml (zugegriffen: 15. April 2024).
Wiesener, Sophia. 2024. Energieausweise in der Carbon Risk Real Estate Monitor Analyse - verbrauchsorientiert versus bedarfsorientiert. 13. Juni.
Winter, Stefan, D. Schmidt und Absatzförderungsfonds der deutschen Forst-und Holzwirtschaft. 2008. Holzhäuser - Werthaltigkeit und Lebensdauer. (vollständige Überarbeitung). https://mediatum.ub.tum.de/736679 (zugegriffen: 23. April 2024).
Zimmermann, Patrick, Lars-Arvid Brischke, Anja Bierwirth und Michael Buschka. 2023. Unterstützung von Suffizienzansätzen im Gebäudebereich. Bundesinsitut für Bau-,Stadt- und Raumforschung.

Anhang

A1 CRREM Ergebnistabellen

Tabelle 9: CRREM Ergebnisse Bürogebäude 1[77]

Asset ID	Asset name	Entity	Click on 'edit' to modify your input for the specific asset	Click on 'User-defined settings' to change assumptions individually	Total GHG emissions in reporting year [tCO2e/yr]	Whole building GHG intensity in reporting year [kgCO2e/m²/yr]	Whole building direct emissions intensity in reporting year [kgCO2e/m²/yr]	Whole building indirect GHG intensity in reporting year [kgCO2e/m²/yr]	1.5°C-target cumulative excess emissions until 2050 [tCO2e]	All GHG-target cumulative excess emissions until 2050 [tCO2e]	Cumulative emissions until 2050 [tCO2e]	1.5°C-target emission budget until 2050 [tCO2e]	all GHG-target emission budget until 2050 [tCO2e]	Total costs of energy consumption including carbon price in reporting year [€/yr]	Total costs of energy consumption including carbon price per floor area in reporting year [€/m²/yr]	Market- vs. Location-based method	Country	ZIP Code	City	Address	Property type	NUTS3 region (if ZIP Code is geocoded)
3	Bürogebäude 1 Bedarfsdaten	1	Edit asset input	Userdefined settings	430	32,9	28,3	4,6	6.004	5.674	11.196	4.825	4.394	276.564	21	Location-based	Germany	30177	Hannover		Office	Region Hannover
4	Bürogebäude 1 Verbrauchsdaten	1	Edit asset input	Userdefined settings	123	9,8	8,7	1,2	1.063	983	3.405	4.825	4.394	78.709	6	Location-based	Germany	30177	Hannover		Office	Region Hannover

Tabelle 10: CRREM Ergebnisse Bürogebäude 2[78]

Asset ID	Asset name	Entity	Click on 'edit' to modify your input for the specific asset	Click on 'User-defined settings' to change assumptions individually	Total GHG emissions in reporting year [tCO2e/yr]	Whole building GHG intensity in reporting year [kgCO2e/m²/yr]	Whole building direct emissions intensity in reporting year [kgCO2e/m²/yr]	Whole building indirect GHG intensity in reporting year [kgCO2e/m²/yr]	1.5°C-target cumulative excess emissions until 2050 [tCO2e]	All GHG-target cumulative excess emissions until 2050 [tCO2e]	Cumulative emissions until 2050 [tCO2e]	1.5°C-target emission budget until 2050 [tCO2e]	all GHG-target emission budget until 2050 [tCO2e]	Total costs of energy consumption including carbon price in reporting year [€/yr]	Total costs of energy consumption including carbon price per floor area in reporting year [€/m²/yr]	Market- vs. Location-based method	Country	ZIP Code	City	Address	Property type	NUTS3 region (if ZIP Code is geocoded)
1	Bürogebäude 2 Bedarfsdaten	1	Edit asset input	Userdefined settings	146	13,5	0,0	13,5	99	63	1.724	3.368	4.107	280.238	26	Location-based	Germany	30163	Hannover		Office	Region Hannover
2	Bürogebäude 2 Verbrauchsdaten	1	Edit asset input	Userdefined settings	156	14,5	0,0	14,5	122	82	1.861	3.368	4.107	241.943	22	Location-based	Germany	30163	Hannover		Office	Region Hannover

Tabelle 11: CRREM Ergebnisse Wohngebäude[79]

Asset ID	Asset name	Entity	Click on 'edit' to modify your input for the specific asset	Click on 'User-defined settings' to change assumptions individually	Total GHG emissions in reporting year [tCO2e/yr]	Whole building GHG intensity in reporting year [kgCO2e/m²/yr]	Whole building direct emissions intensity in reporting year [kgCO2e/m²/yr]	Whole building indirect GHG intensity in reporting year [kgCO2e/m²/yr]	1.5°C-target cumulative excess emissions until 2050 [tCO2e]	All GHG-target cumulative excess emissions until 2050 [tCO2e]	Cumulative emissions until 2050 [tCO2e]	1.5°C-target emission budget until 2050 [tCO2e]	all GHG-target emission budget until 2050 [tCO2e]	Total costs of energy consumption including carbon price in reporting year [€/yr]	Total costs of energy consumption including carbon price per floor area in reporting year [€/m²/yr]	Market- vs. Location-based method	Country	ZIP Code	City	Address	Property type	NUTS3 region (if ZIP Code is geocoded)
6	Wohngebäude Bedarfsdaten Stromannahme	1	Edit asset input	Userdefined settings	48	37,7	27,2	10,5	800	798	1.140	277	280	33.637	26	Location-based	Germany	12529	Berlin		Residential Multi-family	Dahme-Spreewald
8	Wohngebäude Verbrauchsdaten Stromannahme	1	Edit asset input	Userdefined settings	47	37,3	26,7	10,5	786	784	1.124	277	280	33.326	26	Location-based	Germany	12529	Berlin		Residential Multi-family	Dahme-Spreewald

[77] CRREM und Wiesener (2024).
[78] CRREM und Wiesener (2024).
[79] CRREM und Wiesener (2024).

Kurzbiografie der Autoren

Sophia Wiesener

Nach dem Abitur im Profil „Internationale Wirtschaft“ in Friedrichshafen begann sie ihr Studium im Bereich „Internationales Immobilienmanagement“ an der Technischen Hochschule Aschaffenburg. Nach einem Auslandssemester an der University of Technology Sydney schloss sie das Studium im Juli 2024 erfolgreich mit dem akademischen Grad Bachelor of Arts (B.A.) ab.

Während ihres Studiums sammelte sie bereits berufliche Erfahrungen in Form von Praktika und ihrer Werkstudententätigkeit in der Immobilienbranche. Im Anschluss an ihr Bachelorstudium studiert sie derzeit im Master of Science International Real Estate and Planning am University College London.

Die im Rahmen ihres Studiums unter der Betreuung von Herrn Prof. Dr. Christian Focke verfasste Bachelorthesis mit dem Titel „Energieausweise in der Carbon Risk Real Estate Monitor Analyse - verbrauchsorientiert versus bedarfsorientiert" diente als Grundlage für dieses Arbeitspapier.

Christian Focke

Christian Focke wurde im März 2012 als Professor für das Lehrgebiet Immobilienbetriebswirtschaft an die Fakultät Wirtschaft und Recht der Technischen Hochschule Aschaffenburg berufen.

Prof. Dr. Focke, geb. 1976 in Coesfeld, studierte Betriebswirtschaftslehre mit Studienschwerpunkt Immobilienökonomie an der Universität Münster, der EUROPEAN BUSINESS SCHOOL (ebs) in Oestrich-Winkel und an der Georgia State University in Atlanta (USA). Nach seinem Abschluss als Diplom-Kaufmann und Master of Science in Real Estate (USA) promovierte er bei Prof. Dr. Karl-Werner Schulte am Lehrstuhl für Immobilienökonomie der ebs.

Vor seinem Wechsel in die Wissenschaft war er als selbständiger Unternehmensberater und Bereichsgeschäftsführer einer Immobilien-AG in der praktischen Immobilienwirtschaft tätig. Während dieser Zeit blieb er in der immobilienwirtschaftlichen Aus- und Weiterbildung im Rahmen diverser Lehraufträge – unter anderem für die Universität Zürich – engagiert.

IIWM Institut für
Immobilienwirtschaft
und-management
TH Aschaffenburg

Technische Hochschule Aschaffenburg
Würzburger Straße 45
D-63743 Aschaffenburg