

Healthy Buildings Barometer 2024

Gesunde, nachhaltige und resiliente
Gebäude verwirklichen



Author:innen

Jerson P. Amorochio
Caroline Düvier
Essam Elnagar

BPIE Mitwirkende / Rezensent:innen

Sibyl Steuwer
Oliver Rapf

VELUX Mitwirkende / Rezensent:innen

Constanze Katharina Krüger
Clara Schubert

Externe Rezensent:innen des globalen HHB

Corinne Mandin, IRSN, France
Marcel Schweiker, RWTH Aachen, Germany
Pawel Wargozcki, DTU, Denmark

Design

Make® + SAGROSS DESIGNOFFICE GmbH

Fotografie

Cover (iStock, Nikada), S. 3 (Adobe Stock, Yulia), S. 6 (Febiyan), S. 10 (Christian Flatscher), S. 13 (Jose Jovena), S. 16 (Gabriel Sollmann), S. 18 (Imagizz Communication), S. 19 (Laura Thonne), S. 20 (Daniel Funes Fuentes), S. 21 (Adam Mørk), S. 22 (Stakeholder Communications and Public Relations, Thomas Overholt Hansen), S. 24 (Christian Flatscher), S. 25 (Marie Luisa Jünger), S. 26 (Christian Flatscher), S. 29 (Marie Luisa Jünger), S. 31 (Adobe Stock, New Africa), S. 34 (Adobe Stock, Tahir), S. 38 (Adobe Stock, Dagmara_K), S. 41 (Marie Luisa Jünger)

Copyright 2024, BPIE (Buildings Performance Institute Europe a.s.b.l.).

This document is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) licences. This means that reuse is allowed provided appropriate credit is given and any changes are indicated.

Zitiervorschlag:

BPIE (2024) Healthy Buildings Barometer 2024. Gesunde, nachhaltige und resiliente Gebäude verwirklichen. Verfügbar unter: <https://www.velux.de/healthy-homes-barometer>

BPIE (Buildings Performance Institute Europe) ist ein europäischer gemeinnütziger Thinktank, der mittels unabhängiger Analysen und Datenerhebungen Forschungsbeiträge für einen klimaneutralen Gebäudebestand leistet und in die politische Debatte auf EU-Ebene sowie in den europäischen Mitgliedsländern einspeist. Unsere Vision ist eine klimaneutrale gebaute Umwelt, die mit den Zielen des Pariser Abkommens in Einklang steht und eine gerechte und nachhaltige Gesellschaft unterstützt. Neben unserem Hauptsitz in Brüssel haben wir seit 2014 ein Büro in Berlin. www.bpie.eu



Vorwort VELUX

Seit 2015 veröffentlicht VELUX regelmäßig Studien, die den Zustand von Gebäuden in ganz Europa dokumentieren und untersuchen, wie Gebäude zum Nutzen des Einzelnen, der Gesellschaft und des Planeten verbessert werden können. Wir tun das, weil wir noch mehr darüber lernen wollen, wie Gebäude sich auf die Gesundheit von Nutzer:innen einerseits, und auf Umwelt und Klima andererseits auswirken. Dieser ganzheitliche Blick hilft uns, zu verstehen, was gesunde Gebäude – Healthy Buildings – ausmacht und was wir tun müssen, um sie zu realisieren.

Wir sind davon überzeugt, dass gesunde Gebäude die einzigen Gebäude sein sollten, in denen Menschen leben, lernen, arbeiten, spielen oder sich erholen – als Normalität, nicht als Ausnahme. Deswegen haben wir es uns zur Aufgabe gemacht, über die Vorteile gesunder Gebäude aufzuklären und Aufmerksamkeit in der politischen Auseinandersetzung mit dem Thema zu schaffen. Das Healthy Buildings Barometer 2024 und seine Vorgänger sind wichtiger Bestandteil dieser Arbeit.

In diesem Jahr umfasst das Barometer vier wichtige Gebäudetypen: Wohnhäuser, Arbeitsplätze, Schulen und Krankenhäuser. Es liefert erstmalig eine holistische Definition eines gesunden Gebäudes und entwickelt ein Framework, auf dessen Basis gesunde Gebäude geplant und evaluiert werden können. Diese deutsche Version baut auf der europäischen Ausgabe des Healthy Buildings Barometers auf, die wir im April dieses Jahres vorgestellt haben. Wir sind stolz, mit dem Buildings Performance Institute Europe (BPIE) einen renommierten Partner gefunden zu haben, der die Konzeption, Recherche, Entwicklung des theoretischen Rahmens, Analyse und letztlich die Erstellung des Reports übernommen hat.

Das Ziel, den Gebäudebestand zukunftsfähig zu machen, ist klar definiert. Die Leitplanken sind, unter anderem durch die Gebäude-richtlinie auf EU-Ebene oder das Gebäudeenergiegesetz auf nationaler Ebene, gesetzt. Ausschlaggebend für den Erfolg in der Erreichung unserer Ziele wird nun sein, wie und wann wir diese Vorgaben umsetzen und dass Wirtschaft, Politik und Wissenschaft eng zusammenarbeiten.

Wir hoffen, dass das Healthy Buildings Barometer einen Beitrag hierfür leisten kann und die skizzierten Lösungsansätze als Anregung dienen. Denn wir sind überzeugt: Nur in Verbindung mit gesundheitlichen Aspekten können wir das volle Potential eines dekarbonisierten und energieeffizienten Gebäudebestandes erschließen.



Silke Stehr

Vice President Operations
North Europe und Sprecherin
der Geschäftsführung
VELUX Deutschland GmbH



Matthias Mager

Vice President Market
Germany und Geschäftsführer
Vertrieb
VELUX Deutschland GmbH

Vorwort BPIE

Wir verbringen den größten Teil unseres Lebens in Innenräumen. Gebäude haben einen tiefgreifenden Einfluss auf unsere Gefühle, unser Wohlbefinden und unsere Produktivität – oft ohne, dass wir uns dessen bewusst sind. Der Begriff "gesundes Gebäude" fasst diese Einflüsse zusammen. Wie dieser Bericht zeigt, wird er in Deutschland, aber auch anderswo in Europa häufig auf einige Parameter der Innenraumluft reduziert.

Aber was genau sollte ein „gesundes Gebäude“ beschreiben? Wie kann man die vielen Facetten eines gesunden Gebäudes aussagekräftig zusammenfassen?

Nachhaltiges Bauen ist als Begriff inzwischen nicht mehr wegzudenken und auch hier gibt es zuweilen Verunsicherung darüber, was ein nachhaltiges Gebäude eigentlich ausmacht und ab wann es nachhaltig ist. Der Begriff Nachhaltigkeit hat an Bedeutung gewonnen, als er in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie mit Indikatoren hinterlegt wurde – frei nach dem Motto „Nur was man messen kann, kann man auch steuern.“ Und genau das möchte das Healthy Buildings Barometer: Die verschiedenen Dimensionen eines gesunden Gebäudes zunächst sichtbar und dann messbar machen.

Dafür haben wir umfangreich nach belastbaren Studien und Daten recherchiert. Die Ergebnisse sind zweideutig.

Zwar gibt es Hinweise darauf, dass Neubauten und die Renovierung bestehender Gebäude messbare Verbesserungen für die Bewohner:innen mit sich bringen können. Eine umfassende Datenerfassung in allen europäischen Ländern, die es uns ermöglichen würde, die Gesundheit unserer Gebäude im Laufe der Zeit zu verstehen, gibt es hingegen nicht. Dies ist angesichts der zahlreichen wissenschaftlichen Studien, die die Auswirkungen von Gebäuden auf den Menschen dokumentieren, recht überraschend. Mit dem Healthy Buildings Barometer haben wir einen Analyse- und Bewertungsrahmen entwickelt, um zukünftig gezielter Daten sammeln und noch genauer auswerten zu können, als es heute möglich ist.

Aber auch die Ergebnisse des vorliegenden Berichts zeigen, dass wir bereits wissen, dass wir vieles bei unseren Gebäuden verbessern können. So haben wir exemplarisch gezeigt, wie eine Gebäudebewertung nach dem Healthy Buildings Barometer (HBB) in Deutschland aussehen könnte und welche Daten bereits jetzt vorliegen. Und die Situation in Deutschland entwickelt sich leider zum Schlechteren. Genau hier liegen die Chancen: Wir wissen, dass wir in unsere Gebäude investieren müssen, um sie energieeffizienter und weniger klimaschädlich zu machen. Wenn wir das anpacken, sollten wir dafür sorgen, dass auch die Kriterien für gesunde Gebäude – die wir in diesem Bericht vorschlagen – in die Investitionsentscheidung für Renovierungen einbezogen werden. Und wenn wir uns schließlich auch daran machen, unsere Gebäude widerstandsfähiger gegen die zunehmenden extremen Wetterereignisse aufgrund des sich ändernden Klimas zu machen, werden wir von einem dreifachen Gewinn für die von uns getätigten Investitionen profitieren.

Das Healthy Buildings Barometer soll Entscheidungen zugunsten eines menschenzentrierten und zukunftsicheren Gebäudebestands unterstützen, der für die vor uns liegenden Herausforderungen gerüstet ist. Es bietet Investoren eine Orientierungshilfe für ihre Entscheidungsfindung und gibt politischen Entscheidungsträgern Empfehlungen, welche Politik- und Datenlücken dringend geschlossen werden sollten.

Das Healthy Buildings Barometer wird dazu beitragen, „gesunde Gebäude“ als Mess- und Zielgröße in Deutschland und europaweit zu etablieren.



Dr. Sibyl Steuwer
Head of BPIE Berlin Office
Buildings Performance
Institute Europe



Oliver Rapf
Executive Director
Buildings Performance
Institute Europe



Inhalt



Vorworte	3	3. Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften	20	Welche Vorteile birgt diese Art der Evaluierung?	36
Methodik und Vorgehensweise	7	4. Resilienz und Flexibilität	21	Erkenntnisse	36
Zusammenfassung	8	5. Menschen durch Wissen befähigen	22	Herausforderungen in Hinblick auf die Datenlage	37
Auf dem Weg in eine gesunde, nachhaltige und resiliente Zukunft	11	Anwendungsmöglichkeiten des Healthy Buildings Frameworks	23	Schlussfolgerungen der Anwendungsfälle	37
Ein Framework für gesunde Gebäude	17	Anwendungsfall 1: Ganzheitliche Betrachtung und Bewertung von Bauprojekten	23	Politische Empfehlungen für Healthy Buildings	38
Die fünf Dimensionen gesunder Gebäude	17	Anwendungsfall 2: Evaluierung der Gesundheit von Gebäuden durch die Verknüpfung von Daten	28	Handlungsfelder	39
1. Verbesserung der psychischen und physischen Gesundheit	18	Der Gebäudebestand in Deutschland – ein Überblick	28	Handlungsbedarf und Lösungsansätze	40
2. Menschliche Bedürfnisse im Fokus	19			Referenzen	42
				Notizen	43

Methodik und Vorgehensweise

Das Healthy Buildings Barometer basiert auf einem fünfstufigen methodischen Ansatz – angefangen mit der Auseinandersetzung mit dem aktuellen Forschungsstand, über die Entwicklung des Healthy Buildings Frameworks, bis hin zur Ableitung politischer Handlungsempfehlungen.



Zusammenfassung

Das Healthy Buildings Barometer 2024 präsentiert ein umfangreiches Framework für gesunde Gebäude. Es basiert auf wissenschaftlichen Untersuchungen und umfasst 12 Fallbeispiele aus der gesamten Europäischen Union². Diese deutsche Version untersucht, wie gut Deutschland aufgestellt ist, gesunde Gebäude zu gewährleisten. Die intensive Auseinandersetzung mit Daten von 2015 bis heute zeigt, dass die Bemühungen im Gebäudesektor einschließlich entsprechender politischer Rahmenbedingungen weiter vorangetrieben werden müssen. Nur durch einen verstärkten politischen Fokus kann sichergestellt werden, dass alle Menschen in gesunden Gebäuden leben können. Die Bereitstellung konkreter Anwendungsmöglichkeiten des Frameworks bietet Stakeholdern die notwendigen Instrumente, um zügig und entschlossen zu handeln.

Es ist unbedingt notwendig, Bewusstsein für die Relevanz gesunder Gebäude zu schaffen und die Notwendigkeit einer umfangreichen Definition anzuerkennen. Das Fehlen einer weithin akzeptierten Definition verhindert Fortschritte beim Ausbau gesunder Gebäude. Dabei hat die Verbesserung der Gebäudegesundheit zahlreiche positive Auswirkungen. Sie macht Gebäude finanziell zukunftsfähig, nachhaltig und resilient gegen Klimaauswirkungen. Grundsätzlich gilt: Gesunde Gebäude sollten die einzigen Gebäude sein, in denen Menschen leben, lernen, arbeiten, spielen oder sich erholen.

Vor diesem Hintergrund liefert das diesjährige Healthy Buildings Barometer ein neues Framework, das die Notwendigkeit gesunder Gebäude in den Mittelpunkt stellt, und Politiker:innen sowie Stakeholdern aus dem gesamten Gebäude- und Bausektor als Entscheidungshilfe dienen kann. Das Framework definiert, was gesunde Gebäude sind: **Gesunde Gebäude priorisieren die Gesundheit und das Wohlbefinden ihrer Nutzer:innen und fördern Nachhaltigkeit.**

Durch Resilienz und Mitwirkungsmöglichkeiten ermöglichen sie den Wandel hin zu einem gesunden und nachhaltigen Gebäudesektor.

Die deutsche Version des Healthy Buildings Barometers zeigt, dass Deutschland sich den Herausforderungen stellen und Anforderungen für gesunde Gebäude entwickeln muss – integrativ, holistisch und auf die Bedürfnisse der Menschen zugeschnitten. Zusätzlichen Mehrwert liefert die Darstellung zweier Möglichkeiten für die konkrete Anwendung des Frameworks: Erstens können Stakeholder aus der Baubranche das Framework nutzen, um zu bewerten und zu prüfen, ob Projekte – Neubau oder Sanierung – den Kriterien gesunder Gebäude entsprechen. Zweitens können mittels Verknüpfung und Nachverfolgung von Daten wichtige Erkenntnisse zum Status Quo einzelner Gebäude oder des Gebäudebestandes von Städten, Regionen oder Ländern gewonnen werden. Diese Erkenntnisse können unter anderem für politische Entscheidungsprozesse herangezogen werden.

Deutschland und die EU sind weit davon entfernt, die Klimaziele für 2045 bzw. 2050 in Bezug auf Energieverbrauch und Sanierungen zu erreichen [1]. Indem es gesunde Gebäude dezidiert betrachtet, präsentiert das internationale Healthy Buildings Barometer 2024 ein Framework zur Beobachtung des Fortschrittes auf EU-Ebene. Außerdem formuliert es politische Empfehlungen, um die Bemühungen für gesunde Gebäude mit den Dekarbonisierungszielen für 2050 aus dem Pariser Abkommen abzustimmen. Klimapolitik muss die Menschen in den Mittelpunkt stellen. Das Healthy Buildings Framework tut das.

Das Healthy Buildings Barometer 2024 formuliert drei zentrale Botschaften für Politiker:innen, die nachfolgend aufgeführt sind.

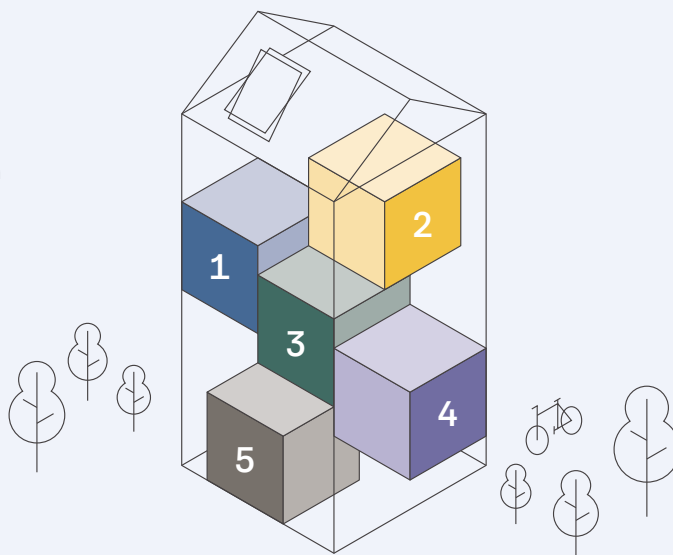
1

Um echten Fortschritt zu erreichen, braucht es eine ganzheitliche Definition für gesunde Gebäude.

Gesunde Gebäude haben viele Facetten, die durch die Betrachtung einzelner Merkmale nur unzureichend verstanden werden können. Das Healthy Buildings Framework ist nur mit fünf ineinandergreifenden Dimensionen realisierbar:

1. Verbesserung psychischer und physischer Gesundheit
2. Menschliche Bedürfnisse im Fokus
3. Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften
4. Resilienz und Flexibilität
5. Menschen durch Wissen befähigen

Jede Dimension enthält mehrere Indikatoren. Insgesamt umfasst das Framework 24 Indikatoren. Sie helfen Stakeholdern zu verstehen, was für gesunde Gebäude wirklich notwendig ist.



Qualitativ hochwertige Daten, die die Gesundheit von Gebäuden und Nutzer:innen erfassen, müssen priorisiert werden.

Eine große Herausforderung in Bezug auf die Anwendung des Healthy Buildings Frameworks besteht in der Verfügbarkeit von Daten. Das zeigt das Kapitel „Anwendungsmöglichkeiten des Healthy Buildings Frameworks“. Oftmals sind Daten zu Gebäuden nicht verfügbar, unvollständig oder nur unregelmäßig erfasst. Zudem beziehen sich die Daten meist ausschließlich auf Wohngebäude. Das gilt sowohl für Deutschland, als auch die EU. Dadurch ist es schwierig, einen ganzheitlichen Blick auf die Gesundheit von Gebäuden zu werfen, so wie es das Ziel des neu entwickelten Frameworks ist. Dies zeigt deutlich, dass die EU und ihre Mitgliedsstaaten künftig mehr Fokus auf gesunde Gebäude legen müssen. Es gilt, bestehende Datenquellen zu nutzen und zu optimieren sowie neue Möglichkeiten zur Datenerhebung zu finden.

Was hat sich seit Veröffentlichung des ersten Healthy Homes Barometers im Jahr 2015 sowie des Pariser Klimaabkommens³ hinsichtlich der Gesundheit von Gebäuden und Nutzer:innen in der EU verändert?

Die wichtigsten Statistiken⁴ zu Public Health und Gebäuden in der EU deuten erstaunlicherweise darauf hin, dass sich die

Gesundheit von Gebäuden und deren Nutzer:innen seit 2015 kaum verändert hat. Gebäude verbrauchen noch immer zu viel Energie und stoßen zu viel Treibhausgase aus. Da heute weniger in Sanierungen investiert wird, sind Sanierungsquoten unzureichend. Dass die Gesundheit von Menschen sich verschlechtert, lassen steigende Fehlzeiten am Arbeitsplatz vermuten.

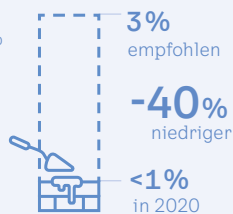
Was hat sich in Deutschland seit dem Jahr 2015 verändert?

Ähnlich wie in der EU, sind auch in Deutschland noch erhebliche Verbesserungen in Hinblick auf die Gesundheit von Gebäuden notwendig. In Deutschland leiden sogar noch mehr Menschen unter ungesunder Raumluftqualität und unzureichender Versorgung mit Tageslicht. Auch die Fortschritte bei den Einsparungen von CO₂-Emissionen sind nicht zufriedenstellend. Zudem liegt die Quote für umfassende Sanierungen in Deutschland noch unter der Quote der EU – und sinkt 2024 weiter. Die notwendigen Sanierungen sollten umfassend sein, um Lock-in-Effekte oder negative Gesundheitseffekte zu vermeiden [2], [3]. Die Notwendigkeit, diese Themen anzugehen, besteht weiterhin. Und sie wird immer dringender.

Highlights der EU-Daten

Niedrige Sanierungsquote und mangelnde Investitionen

Die jährliche Sanierungsquote beträgt weniger als 1 % in der EU. Empfohlen wird eine jährliche Sanierungsquote von 3 % [2]. Die Sanierungsinvestitionen im Jahr 2020 waren um 40 % niedriger als zur Erreichung der gesetzten EU-Ziele⁵ notwendig [1].



Schlechte Raumluftqualität

1 von 4 Europäer:innen leben in Gebäuden, in denen die Raumluftqualität unter dem nationalen Standard liegt [4].



Hohe CO₂-Emissionen

Die Reduktion der CO₂-Emissionen von Gebäuden ist unzureichend. Im Jahr 2020 waren die Emissionen sogar um 18 % höher als sie es für das Erreichen der gesetzten EU-Klimaziele sein dürften [1].



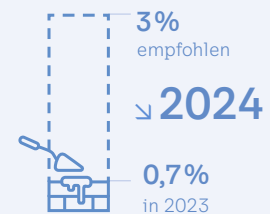
Unzureichende Versorgung mit Tageslicht

Laut EU-SILC 2020¹⁰ sind mehr als 6,5 % der Haushalte in der EU von unzureichendem Tageslicht in ihrem Zuhause betroffen.



Highlights der deutschen Daten

Die Sanierungsquote lag in Deutschland im Jahr 2023⁶ bei 0,7 %. Empfohlen wurde eine Quote von 3 % [2]. Es wird prognostiziert, dass die Sanierungsquote in Deutschland im Jahr 2024 sinkt⁷.



1 von 3 Menschen in Deutschland leben in Gebäuden, in denen die Raumluftqualität unter dem nationalen Standard liegt⁸ [4].



In Deutschland sind die CO₂-Emissionen zwischen 2015 und 2021 nur um etwa 5 % gesunken. Das reicht nicht aus, um die im Klimaschutzgesetz gesetzten Ziele zu erreichen⁹.



Laut EU-SILC 2023¹¹ sind mehr als 7,1 % der Haushalte in Deutschland von unzureichendem Tageslicht in ihrem Zuhause betroffen.





3

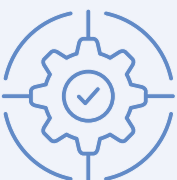
Politik für Gebäude muss Gesundheit, Nachhaltigkeit und Resilienz integrieren.

Auf allen Ebenen sind sofortige politische Maßnahmen nötig. Es gilt, Richtlinien und Regelungen einzuführen, die in Entscheidungsprozessen einen ganzheitlichen Fokus auf Gesundheit, Nachhaltigkeit und Resilienz legen.

Die politischen Empfehlungen, die am Ende dieses Barometers skizziert werden, umfassen die EU-, die nationale sowie die lokale Ebene. Sie fordern eine bessere Zusammenarbeit und die Integration von Aspekten gesunder Gebäude in bereits

bestehende Richtlinien. Außerdem verlangen sie nach verbesserten Bauvorschriften, einer besseren Datenerfassung und Finanzierung, sowie einen stärkeren Fokus auf Lebenszyklusbetrachtung und Biodiversität. Im Kontext des europäischen Grünen Deals und der überarbeiteten EU-Gebäuderichtlinie sind die Empfehlungen des Reports auch ein Wegweiser, um Klima- und Innenraumqualitätsziele zu erreichen.

Handlungsfelder



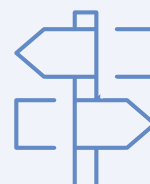
Ausweitung des regulatorischen Fokus, um gesunde Gebäude und Bewohner:innen stärker zu berücksichtigen



Sicherstellung des Datenzugriffs, damit sich die Gesundheit, Nachhaltigkeit und Resilienz von Gebäuden über einen längeren Zeitraum nachverfolgen lässt



Ausbau von funktionsübergreifender Zusammenarbeit und Informationsaustausch zwischen Akteur:innen inner- und außerhalb des Bausektors



Effektive Nutzung von Entscheidungshilfen, um Gesundheit, Nachhaltigkeit und Resilienz von Gebäuden zu integrieren



Fokus auf die Menschen und deren Einbindung in den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden

Auf dem Weg in eine gesunde, nachhaltige und resiliente Zukunft

Das diesjährige Barometer betrachtet den Zustand verschiedener Gebäudetypen: Wohnhäuser, Bürogebäude, Schulen und Krankenhäuser.

Der Status Quo

Fehlender Fokus auf Gesundheit und Wohlbefinden

Der Einfluss von Gebäuden auf die Gesundheit wird in zahlreichen Policy-Frameworks als ein wichtiger positiver Nebeneffekt der Energieeffizienz erwähnt. Das ist beispielsweise in der EU-Gebäuderichtlinie (EPBD) sowie der Energieeffizienzrichtlinie¹² der Fall. Allerdings gibt es noch immer keinen ganzheitlichen, strategischen Ansatz, um gesunde Gebäude flächendeckend sicherzustellen. In Deutschland regeln verschiedene gesetzliche Bestimmungen, allen voran das Gebäudeenergiegesetz (GEG), welche Vorgaben in Bezug auf Innenraumqualität (Indoor Environmental Quality, kurz IEQ) gelten, wie etwa in Bezug auf Lüftungssysteme in Wohngebäuden. Auch hier fehlt ein umfassender und strukturierter Blick auf gesunde Gebäude. Die aktuelle Fassung der EU-Gebäuderichtlinie enthält zum ersten Mal eine Definition für IEQ und weist Mitgliedsstaaten an, konkrete Anforderungen für IEQ-Standards zu formulieren. Die Definition eines gesunden Gebäudes sollte jedoch über IEQ-Elemente hinausgehen und unter anderem auch Aspekte wie Nachhaltigkeit, Resilienz, Anpassungsfähigkeit und Selbstbefähigung von Menschen berücksichtigen.

Hohe Dringlichkeit beim Thema Gebäudesanierung

In Deutschland und anderen europäischen Ländern sind ganzheitliche Sanierungs-

konzepte für Gebäude dringend notwendig, um die gesetzten Klimaziele zu erreichen. Mit der aktuell niedrigen Sanierungsquote¹³ von 0,7 % in Deutschland (und unter 1 % in der EU) werden lediglich minimale positive Fortschritte für die Erreichung der Klimaziele gemacht. Eine Initiative für mehr Sanierungen der Europäischen Kommission („The European Commission Renovation Wave“)¹⁴ empfiehlt die Verdopplung der Sanierungsquote. Doch selbst dann würde es mehr als ein Jahrhundert dauern, unseren Gebäudebestand zu dekarbonisieren [5]. Die Sanierungsinvestitionen in der EU müssen eine Lücke von 1,4 Billionen Euro zwischen der tatsächlichen Sanierungsquote und der für die Dekarbonisierung des Gebäudebestands notwendigen Sanierungsquote schließen [1]. Tatsächlich sind die Investitionen in Gebäudesanierungen in Deutschland kontinuierlich gesunken, die Sanierungsziele wurden wiederholt verfehlt¹⁵. So waren die Investitionen im Sanierungsbereich im Jahr 2022 um 13 % niedriger als im Jahr 2011¹⁶. Mit Blick auf die Neuauflage der EU-Gebäuderichtlinie¹⁷ und die Relevanz von Gebäuden bei der Erreichung der Klimaziele müssen die Sanierungsmaßnahmen nicht nur schneller, sondern auch intensiver vorangetrieben werden. Dies ist eine gute Gelegenheit, die Sanierungsbemühungen in Deutschland und in Europa mit einem ganzheitlichen Ansatz für gesunde Gebäude zu verknüpfen.

Bau und Nutzung von Gebäuden sind ressourcenintensiv

Auch der Einsatz ressourcenintensiver Materialien wie Stahl und Beton, die Nutzung von Strom und Wärme aus fossilen Brennstoffen [1], sowie die Verschwendung von Baumaterialien [6] müssen reguliert werden. Nur so kann der Anteil von 43 % des Gesamtenergieverbrauchs durch Gebäude [7] und der Anteil von 35 % bei den energiebedingten Treibhausgasemissionen (THG) in der EU [8] in Angriff genommen werden. In Deutschland sind Gebäude für etwa 35 % des Gesamtenergieverbrauchs und für ein Drittel der Treibhausgasemissionen verantwortlich¹⁸. Laut der überarbeiteten EU-Gebäuderichtlinie¹⁹ müssen alle neuen Gebäude emissionsfrei²⁰ und bereit für den Einsatz erneuerbarer Energien sein. Außerdem muss für sie bis zum Jahr 2030 das Treibhauspotential (Global Warming Potential, GWP) für ihren Lebenszyklus berechnet worden sein.

Im Jahr 2023 gab es im Gebäudesektor eine Emissionsminderung von 8,3 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten, was einem Rückgang von 7,5 Prozent entspricht, auf insgesamt etwa 102 Millionen Tonnen²¹. Trotz dieser Reduktion überschritt der Gebäudesektor laut Umweltbundesamt, wie schon in den Vorjahren, die zulässige jährliche Emissionsmenge, diesmal um etwa 1,2 Millionen Tonnen²². Das jüngst novellierte Klimaschutzgesetz legt weiterhin Sektorziele fest, ein Verfehlen führt jedoch nicht mehr zu sektorspezifischen Sofortprogrammen²³.

Die aktuelle Situation und ihre Folgen

Der Gebäudebestand in Deutschland und in Europa schützt die Gesundheit seiner Bewohner:innen nicht ausreichend. Während der Covid-19-Pandemie haben viele Menschen unter dem Lockdown in ungesunden Häusern gelitten²⁴ [9], [10], [11]. Herausforderungen wie Überbelegung²⁵ und soziale Isolation haben die psychische und physische Gesundheit der Menschen beeinflusst [10].

Schlechte Raumluftqualität durch eine unzureichende Luftwechselrate und/oder die unsachgemäße Handhabung von Lüftungsanlagen können Werte von Schadstoffen wie Radon, toxischen flüchtigen organischen Verbindungen (TVOCs) oder Mikroben [12] erhöhen. Auch Sanierungsarbeiten zur Verbesserung der Wärmedämmung und Luftdichtheit können ohne adäquate Berücksichtigung des Themas Lüftung zu Problemen wie Feuchtigkeit und Schimmelbildung führen [13].

Lebensgefährliche Hitze in Form häufigerer und stärkerer Hitzewellen zeigt deutlich, dass Gebäude bei Überhitzung im Sommer nicht ausreichend anpassungsfähig sind [14], [15]. Die aktuelle Norm zur Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes beruht auf Klimadaten der Vergangenheit und kann nicht dazu beitragen, dass Gebäude ausreichend auf immer heißere Sommer vorbereitet sind. Mehr als ein Viertel der Europäer:innen hat im Sommer 2012²⁶ unter zu heißen Wohnräumen gelitten. In Deutschland ist die Anzahl der Toten aufgrund hoher Temperaturen von 1.000 im Jahr 2014 auf 4.500 im Jahr 2022²⁷ gestiegen. Schlecht geplante und gebaute Gebäudehüllen können zu unangenehm aufgeheizten Gebäuden führen. Auch im Winter tragen ineffiziente thermische Gebäudehüllen zu Schwierigkeiten, Wärme ausreichend zu speichern, bei. Durch einen hohen Energiebedarf von Gebäuden mit einer ineffizienten Gebäudehülle sind der Verbrauch und die Kosten für die Energieträger hoch [16].

Die Auswirkungen von Gebäuden auf die Gesundheit gehen weit über strukturelle

Parameter hinaus: Sie äußern sich auch in Gesundheitsrisiken wie Atemwegserkrankungen, Herz-Kreislauf-erkrankungen, Hautproblemen, Kopfschmerzen, Allergien und schwerwiegenden psychischen Problemen wie Depressionen. Auch Schlaf-, Konzentrations- und Sehstörungen können Auswirkungen von ungesundem Raumklima sein [13], [17], [18], [19], [20]. Darüber hinaus gibt es deutlich zu wenige Gebäude, die die unterschiedlichen physischen Bedürfnisse der Menschen erfüllen können [21].

Hinzu kommen die steigenden Energiekosten und die hohe Inflation. In Deutschland haben 41,4 % der einkommensschwachen Haushalte²⁸ Schwierigkeiten, ihre Stromrechnungen, Mieten oder Kredite zu bezahlen. Dieser Anteil ist höher als im Rest der EU (30 %). Mehr als 83 % der Deutschen haben in der Eurobarometer-Umfrage (2022) angegeben, dass steigende Energiepreise einen signifikanten Einfluss auf ihre Kaufkraft haben [22]. Darüber hinaus wenden 11,8 % der Deutschen mehr als 40 % ihres Einkommens für Wohnkosten auf²⁹.

„Gesunde Gebäude priorisieren die Gesundheit und das Wohlbefinden ihrer Nutzer:innen. Sie gewährleisten und fördern Nachhaltigkeit. Durch Resilienz und Mitwirkungsmöglichkeiten ermöglichen sie den Wandel hin zu einem gesunden und nachhaltigen Gebäudesektor.“



Der Nutzen gesunder Gebäude

Die Vorteile gesunder Gebäude sind enorm. Sie unterstützen den sozialen Wohlstand. In der EU könnten jährlich zwischen 200.000 und 500.000 Jobs durch gut konzipierte Sanierungsprogramme entstehen [23]. Allein in Deutschland könnten dadurch 130.000 neue Arbeitsplätze geschaffen werden [24]. Wenn in der EU an allen aktuell ineffizienten Gebäuden umfang-

reiche Sanierungsmaßnahmen vorgenommen werden, könnten die Kosten innerhalb von zwei Jahren amortisiert werden. Es wird zudem angenommen, dass dies 194 Milliarden Euro an äquivalenten gesellschaftlichen Gütern einsparen würde, wie etwa weniger Krankheitstage oder kürzere Krankenhausbesuche [25]. Allein der Gesundheitssektor könnte jährlich mehr als 45 Milliarden Euro einsparen (etwa 10% der jährlichen Gesundheitskosten in der

EU³⁰), wenn bei allen Krankenhäusern gut konzipierte Effizienzmaßnahmen zum Tragen kämen [23].

Die Sanierung aller Wohngebäude in der EU auf einen Energieeffizienz-Standard³¹, könnte 44 % des Endenergieverbrauchs für das Beheizen von Räumen einsparen. In Deutschland ist das Einsparpotenzial mit 47 % sogar noch höher [16]. Darüber hinaus ist die Dekarbonisierung des



Wohngebäude

Sanierungsmaßnahmen, die darauf abzielen Wohngebäude gesünder zu machen, haben zusätzliche positive Nebeneffekte

Arbeitsplätze in der Bauindustrie

↑ **22%**

Investitionsrendite durch Gesundheitsverbesserungen

↑ **75%**

Energieeinsparungen durch Wärmespeicherung

↑ **44%**

Eingesparte Kosten aufgrund höherer psychischer Gesundheit

↑ **20%**



Einsparungen pro Haushalt nach Sanierung

€ **400**
pro Jahr

Arbeitsplätze

Von einem gesünderen Arbeitsplatz profitieren die Mitarbeitenden und die Wirtschaft

Leistungsfähigkeit durch mehr Tageslicht

↑ **10%**

Leistungsfähigkeit durch -1°C bei Überhitzung

↑ **3.6%**

Produktivität durch verbesserten Zugang zur Natur

↑ **6-12%**

Leistungsfähigkeit durch Verbesserung der Belüftung

↑ **1%**



Leistungsfähigkeit durch bessere Beleuchtung

↑ **0.8%**
pro Jahr



Wertschöpfung für die europäische Wirtschaft

€ **40 Mrd**
pro Jahr

Neubausektors möglich und notwendig. Allein durch ein entsprechendes Design können CO₂-Emissionen um 41 % und Kosten um 9 % gesenkt werden. Kostensenkend kann sich auch eine effizientere Bauweise auswirken (bis zu -15 %) [26]. Die Vorteile könnten auch in spezifische Verbesserungen für die Bewohner:innen in verschiedenen Gebäuden heruntergebrochen werden. Untersuchungen zu den zahlreichen Vorteilen³² gesunder Gebäude

gibt es sowohl für Wohnhäuser, Bürogebäude, Schulen und Krankenhäuser als auch für gesamte Stadtteile. In jedem einzelnen Gebäudetyp profitieren Menschen auf unterschiedliche Art und Weise von effizienten Sanierungen: im Bürogebäude beispielsweise durch erhöhte Leistungsfähigkeit, in der Schule durch bessere Konzentrationsfähigkeit, im Krankenhaus durch schnellere Genesung oder im Wohngebäude durch

besseren thermischen Komfort und verbesserte Atemwegsgesundheit [5], [27], [28], [29]. Bei allen vier Gebäudetypen kann ein signifikanter wirtschaftlicher Mehrwert entstehen, indem gesunde Gebäude in finanziell tragfähige Projekte mit hohem Kosten-Nutzen-Faktor verwandelt werden [30].



Schulen

Gesündere Schulgebäude sind bessere Orte zum Lernen.

Leistungsfähigkeit durch mehr Tageslicht

↑ **9-18%**

Leistungsfähigkeit durch -1°C bei Überhitzung

↑ **2.3%**



Leistungsfähigkeit durch 1 Dezibel weniger Lärm

↑ **0.7%**
pro Jahr

Leistungsfähigkeit durch bessere Beleuchtung

↑ **2.9%**

Leistungsfähigkeit durch Verbesserung der Belüftung

↑ **1%**



Steigerung des EU BIP durch bessere Lernumgebungen

€ **173** Mio
pro Jahr



Krankenhäuser

Sanierungen von Krankenhäusern haben zahlreiche positive Nebeneffekte auf Patient:innen und Personal.

Stationäre Aufenthalte von Patient:innen

↓ **11%**

Medizinische Kosten

↓ **21%**



Potenzielle Einsparungen durch verbesserte Tageslichtversorgung

€ **42** Mrd
pro Jahr

Mitarbeiterwechsel

↓ **20%**

Sterblichkeitsrate

↓ **19%**



Potenzielle Einsparungen durch verbesserte Raumluftqualität

€ **38** Mrd
pro Jahr



Ein Framework für gesunde Gebäude

Das Healthy Buildings Barometer 2024 liefert ein neues Framework für die Analyse und Evaluierung gesunder Gebäude, das sich durch Mehrdimensionalität und einen Fokus auf Umsetzbarkeit auszeichnet. Wie auch die vorherigen Ausgaben basiert dieses Barometer auf umfassenden wissenschaftlichen Erkenntnissen rund um gesunde Gebäude, die gebündelt und aufbereitet werden. So wird es zum Impulsgeber für gezielte Maßnahmen in diesem Bereich. Gleichzeitig zeigt das Framework die Notwen-

digkeit auf, die Bereiche Gesundheit, Gebäude und Klima integrativ zu betrachten. Allzu oft werden bei Bauprojekten nur ausgewählte Aspekte dieser drei Bereiche berücksichtigt, hilfreiche Richtlinien oder Handlungsempfehlungen für Stakeholder bereitzustellen. Ziel des vorliegenden Frameworks ist es daher, die drei Bereiche miteinander zu verbinden, indem eine neue Definition für gesunde Gebäude etabliert wird. Diese Definition besteht aus fünf zentralen Dimensionen.

Die fünf Dimensionen gesunder Gebäude

Die fünf Dimensionen wurden anhand einer umfangreichen Literaturrecherche sowie einer intensiven Auseinandersetzung mit ähnlichen Frameworks und Projekten abgeleitet. Hierzu gehört unter anderem das sogenannte Kompass-Modell, das von der VELUX Gruppe und EFFEKT Architects entwickelt wurde. Jede Dimension kann anhand verschiedener Indikatoren beurteilt werden, die in den folgenden Abschnitten beschrieben werden.

Die fünf Dimensionen gesunder Gebäude

Verbesserung der psychischen und physischen Gesundheit

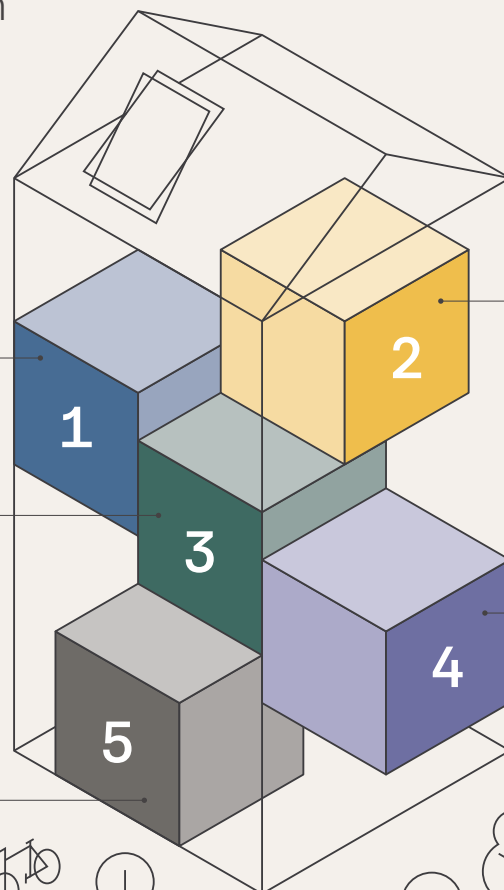
Förderung einer besseren psychischen und physischen Gesundheit im Kontext sozialer, wirtschaftlicher, emotionaler und ökologischer Gesichtspunkte – durch Maßnahmen, die ein gesundes Innenraumklima und den Komfort fördern.

Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften

Priorisierung nachhaltiger Maßnahmen während des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes – unter Berücksichtigung von Klimaschutz, Ressourceneinsatz, Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß.

Menschen durch Wissen befähigen

Bereitstellung von Wissen rund um das Thema gesunde Gebäude – durch kompetente Wissensvermittlung und Kommunikation über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes.



Menschliche Bedürfnisse im Fokus

Design basiert auf dem Einbeziehen menschlicher Bedürfnisse und Verhaltensweisen – und folgt einem inklusiven, kollaborativen Ansatz, der zu den Menschen passt, die das Gebäude nutzen.

Resilienz und Flexibilität

Sicherstellung der Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel und Minimierung von Umweltbelastungen – bei gleichzeitiger Gewährleistung einer gewissen Flexibilität an regionale Klimazonen und für Veränderungen in der Gebäudenutzung.



Verbesserung der psychischen und physischen Gesundheit

Gesunde Gebäude sind so konzipiert, dass sie die Gesundheit und das Wohlbefinden ihrer Bewohner:innen verbessern, sowohl psychisch als auch physisch. Diese Dimension umfasst mehrere grundlegende Indikatoren, die im Zusammenspiel zu einem gesunden Raumklima beitragen³³.



Zentrale Indikatoren zur Verbesserung psychischer und physischer Gesundheit in gesunden Gebäuden

Innenraumqualität



Raumluftqualität

Zu den zentralen Faktoren gehört die Verbesserung der Raumluftqualität und des Komforts mithilfe eines entsprechenden Gebäude-Designs. Sowohl technische als auch natürliche Lösungen müssen für den notwendigen Luftaustausch sorgen, sodass die Luftqualität der Gesundheit und dem Wohlbefinden der Bewohner:innen zuträglich ist. Die wichtigsten Indikatoren zur Reduktion von Gesundheitsrisiken sind die Lüftungsrate und der CO₂-Gehalt in der Luft.



Thermischer Komfort

Eine wichtige Rolle spielt die Aufrechterhaltung eines hohen Komfortlevels in Innenräumen und die Beobachtung des Wärmeempfindens der Bewohner:innen. Es gilt, den thermischen Komfort das ganze Jahr über sicherzustellen, indem passive und aktive Maßnahmen ergriffen werden. Hierzu gehören beispielsweise natürliche Belüftungs- und Sonnenschutzmaßnahmen³⁴.



Tageslicht, Beleuchtung und visueller Komfort

Ausreichend Tageslicht im Tagesverlauf sowie geeignete Beleuchtung – ganz ohne Blenden und Flackern – sorgen für visuellen Komfort, eine höhere Produktivität und bessere Stimmung bei den Bewohner:innen. Lichtverhältnisse sollten generell auf die individuellen Bedürfnisse abgestimmt sein, um visuellen Komfort, Leistungsfähigkeit und Sicherheit zu gewährleisten, ohne dabei ein potenzielles gesundheitliches Risiko darzustellen.



Akustischer Komfort

Die Schaffung ruhiger oder geräuschartiger Orte, aber auch die Möglichkeit für Bewohner:innen, Geräusche durch das Öffnen und Schließen von Fenstern regulieren zu können, sind wichtige Faktoren. Darüber hinaus sollte der Geräuschpegel von innen und außen generell auf einem angenehmen Niveau liegen. Dazu gehört auch die Vermeidung von Nachhalleffekten, um eine zufriedenstellende Akustik zu gewährleisten.



Verbundenheit mit der Natur

Es sollte Außenbereiche geben, die Bewohner:innen einen bequemen Zugang zu Grünflächen ermöglichen. Auch die Integration von Natur-Elementen wie Grünpflanzen und Frischluft sowie die Verwendung passender Geräusche und Farben in den Gebäuden stellen die Zufriedenheit der Bewohner:innen sicher.



Soziale Kontakte

Möglichkeiten, zwischenmenschliche Beziehungen aufbauen zu können und Teil einer Community zu sein, sind essenziell. Abgesehen von sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Vorteilen erhöht dies das Wohlbefinden, kann Angststörungen reduzieren und die allgemeine Gesundheit fördern.



Ansprechendes Design

Der Einsatz affektiver Gestaltungsprinzipien stellt die Bedürfnisse der Menschen in den Mittelpunkt. Hierzu zählen architektonische und designtechnische Entscheidungen rund um Ästhetik, Tageslicht, Farben, Texturen und Grundrisse. Diese Faktoren beeinflussen die Psyche und die Emotionen von Bewohner:innen.



Bezahlbarkeit

Von Bedeutung sind beim Thema Wohlbefinden in Gebäuden auch finanzielle Aspekte. Dazu gehören etwa ein bezahlbares Gebäude-Design, aber auch die Bildung von Wohngemeinschaften, um den gestiegenen Wohnkosten in Städten Rechnung zu tragen und Wohnraum für Bedürftige zu schaffen.



Menschliche Bedürfnisse im Fokus

Die zweite Dimension priorisiert bei der Entwicklung gesunder Gebäude einen Designansatz, der die Menschen in den Mittelpunkt stellt – abgestimmt auf architektonische Prinzipien, die dies ebenfalls tun. Zu diesem Ansatz gehören Methoden wie nutzerzentriertes, inklusives und universelles Design (siehe [21], [31], mit einem besonderen Augenmerk auf die Relevanz universellen Designs in Zusammenhang mit gesunden Gebäuden³⁵).

Zentrale Indikatoren für die Bedürfnisse von Menschen in gesunden Gebäuden



Universelles Design

Es ist wichtig, sicherzustellen, dass das Design für jeden gleichermaßen einfach nutzbar ist und klare visuelle, verbale und taktile Informationen zur Verfügung stehen. Außerdem sollte das Design flexibel sein, um unterschiedliche Präferenzen und Bedürfnisse abbilden zu können, unabhängig von Fähigkeiten, Alter, Sprache und Mobilität.



Interaktion von Menschen

Die Implementierung kollaborativer Prozesse, die Anregungen der unterschiedlichen beteiligten Personen berücksichtigen, insbesondere jene von Nutzer:innen der Gebäude, ist ein elementarer Punkt. Zudem ist es wichtig, dass der Designprozess die Perspektiven und Erkenntnisse aus verschiedensten Disziplinen berücksichtigt.



Design für die Community

Die Umgebung der Gebäude muss durch gezielte Maßnahmen das Zusammensein der Bewohner:innen fördern.



Intelligentes Gebäudedesign

Es gilt, intelligente Funktionalitäten zu integrieren, die die Verfügbarkeit von Tageslicht erhöhen. Außerdem sollten adaptive elektrische Lichtkonzepte für eine gesunde Beleuchtung und Temperaturkontrollsysteme für Komfort und Energieeffizienz angeboten werden.



Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften

Die dritte Dimension betont den verantwortungsvollen Umgang mit natürlichen Ressourcen während des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes – zum Wohle heutiger und zukünftiger Generationen. Im Fokus stehen dabei die Themen Energie, Wasser, Materialien sowie verantwortungsvolles Ressourcenmanagement³⁶. Da Menschen viel Zeit in Innenräumen verbringen, sind qualitativ hochwertige Baumaterialien ebenso wichtig wie gesundheitsfördernde Innenraumkonzepte und -materialien. All das trägt dazu bei, dass Gebäude nicht krank, sondern gesünder machen.

Zentrale Indikatoren für Gebäude, die nachhaltig gebaut und bewirtschaftet sind



Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß

Um den Energieverbrauch und den damit einhergehenden CO₂-Ausstoß zu reduzieren, bietet sich der Einsatz passiver Heiz- und Kühltechniken, energieeffizienter Systeme, sowie erneuerbarer Energien an. Um auch die sogenannten grauen Emissionen zu reduzieren, die durch die Herstellung, den Transport und die Entsorgung der Baumaterialien und -produkte anfallen, spielen die Materialwahl und das Design eine große Rolle.



Materialverbrauch und Kreislauffähigkeit

Es gilt, eine nachhaltige Verwendung von Materialien zu fördern. Dazu gehört unter anderem die Auswahl biobasierter³⁷ und anderer langlebiger Materialien mit niedrigem CO₂-Fußabdruck, genauso wie der Fokus auf Wiederverwendung, Recycling und die Reduzierung von Baumaterialien insgesamt. Darüber hinaus sollten Gebäude so gebaut werden, dass Abfälle minimiert und Umweltbelastungen reduziert werden sowie die Lebensdauer von Materialien gesteigert wird. Um das zu erreichen, ist es wichtig, die Möglichkeiten zur Verlängerung der Lebensdauer einzelner Produkte auszuschöpfen, zum Beispiel mithilfe von Reparaturangeboten und der Beschaffung von Ersatzteilen, statt ein gesamtes Produkt neu kaufen zu müssen.



Wassermanagement

Der Einsatz nachhaltigen Wassermanagements ist ein weiterer zentraler Aspekt. Hierbei sollte effiziente Sanitärtechnik zum Einsatz kommen, um Abwässer zu verringern, Methoden zur Wiederverwendung von Wasser zu nutzen und Grauwasser für die Nutzung auf dem Gelände zu sammeln. All das ist wichtig, um Wasserressourcen zu schützen und den Verbrauch zu senken.



Gebäudemanagement

Wichtig ist auch die Einführung eines Gebäudemanagements, das die richtige Instandhaltungsstrategie verfolgt. So lässt sich die optimale Effizienz von Gebäuden und Technologien während des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes sicherstellen. Dies umfasst auch eine qualitativ hochwertige Bauweise, Kosten, effiziente Bauprozesse, Reparaturen, Sanierungen, Rückbaupraktiken und Abfallmanagement.



Resilienz und Flexibilität

Die vierte Dimension bezieht sich auf Bauweisen, die umweltbedingten Herausforderungen wie Naturkatastrophen und Klimawandel standhalten. Dazu gehören widerstandsfähige Kühlmethoden, naturbasierte Lösungen und Automatisierungen für das Innenraumklima. Diese Dimension legt außerdem einen Schwerpunkt auf die Anpassungsfähigkeit von Gebäuden, um flexibel auf Veränderungen bei der Gebäudenutzung reagieren zu können. Auch das trägt zur Langlebigkeit von Gebäuden bei. Darüber hinaus werden maßgeschneiderte Notfallsysteme für Neu- und Bestandsimmobilien in dieser Dimension berücksichtigt.



Zentrale Indikatoren für resiliente und flexible gesunde Gebäude



Resilienz gegenüber Naturgefahren

Die Entwicklung von Gebäudestrukturen, die Schäden minimieren und zur Sicherheit der Bewohner:innen beitragen (wie zum Beispiel Fundamente und Fassaden, die Erdbeben standhalten) sind hier ein relevanter Faktor. Zusätzlich gilt es, Maßnahmen zu ergreifen, die Gebäude resilienter machen und vor extremen Witterungsbedingungen wie Fluten, Hagel, Schnee, Sturm und Hitzewellen schützen.



Robuste integrierte Kühl- und Lüftungssysteme

Um auf den Klimawandel und unerwartete Herausforderungen wie Pandemien reagieren zu können und das Wohlbefinden von Bewohner:innen weiterhin sicherzustellen, sollten widerstandsfähige Kühl- und Lüftungssysteme eingebaut werden, die sowohl aktive (mechanische) als auch passive (natürliche) Methoden nutzen. Beim Design sollte Wert auf eine unkomplizierte Umstellung von einer mechanischen auf eine natürliche Lüftung gelegt werden, um die Anpassungs- wie auch Widerstandsfähigkeit von Gebäuden zu erhöhen.



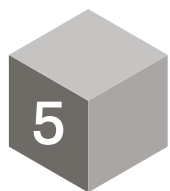
Blaue und grüne Infrastruktur

Auch Elemente im Außenbereich, die die Luft abkühlen und als Wasserrückhaltesysteme fungieren, sind zu berücksichtigen. Zu dieser sogenannten „blauen Infrastruktur“ gehören etwa Teiche und reflektierende Flächen. Die Einbeziehung externer³⁸ Grünflächen, der sogenannten „grünen Infrastruktur“, wiederum zielt darauf ab, die Luft zu kühlen und zu reinigen. Außerdem soll dies dazu beitragen, Ökosysteme wiederherzustellen und Wasser mithilfe unversiegelter Flächen dem natürlichen Kreislauf zuzuführen.



Moderne intelligente und/oder automatisierte Funktionen

Durch intelligent gesteuerte Sonnenschutzsysteme und Türschlösser können Sicherheit und Komfort in Innenräumen erhöht werden. Das Energiemanagement passt den Stromverbrauch je nach Netzbelastung an, während spezielle Monitoringsysteme die Gesundheit der Nutzer:innen im Auge behalten. Die Verbindung zu Notfalldiensten gewährleistet die Sicherheit der Bewohner:innen.



Menschen durch Wissen befähigen

Die fünfte Dimension betont die Relevanz des Wissens und der Fähigkeiten, die Menschen benötigen, um gesunde Gebäude bauen und instand halten zu können. Sie berücksichtigt, dass die Nutzer:innen von Gebäuden, also Bewohner:innen, Mitarbeiter:innen und Personal, eine entscheidende Rolle dabei spielen, ihre eigene Gesundheit und ihr Wohlbefinden zu verbessern – und gleichzeitig die Nachhaltigkeit von Gebäuden zu erhöhen. Der Fokus auf die Steigerung des Wohlbefindens der Menschen ist zentraler Bestandteil einer nachhaltigeren Zukunft gemäß der Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen.

Zentrale Indikatoren für die Befähigung von Menschen in gesunden Gebäuden



Wissen und Fähigkeiten

Es ist wichtig, das Wissen rund um gesunde Gebäude sowie dessen praktische Anwendung auszubauen. Dies beinhaltet die Integration von Gesundheitsaspekten in bestehende Bildungsprogramme und die Bereitstellung von Informationsmaterialien, inklusive Fallstudien, zur Schließung von Wissenslücken. Außerdem gilt es, die Kompetenzentwicklung zu fördern.



Effiziente Kommunikation unter Stakeholdern³⁹

Ein regelmäßiger Austausch schafft einen offenen Dialog unter Stakeholdern – von Bauunternehmen über Regierungen bis hin zu öffentlichen Behörden. Hierfür gilt es, verschiedene Kommunikationskanäle zu nutzen, um sicherzustellen, dass alle Parteien in die Entscheidungsprozesse einbezogen werden.



Steuerungsmöglichkeiten für Bewohner:innen

Individuelle Kontrollmöglichkeiten, die Bewohner:innen die Gegebenheiten, wie Licht, Belüftung und Sonnenschutz in ihren Räumlichkeiten selbst anpassen lassen, ermutigen sie zu gesünderem Verhalten. So wird auch eine gesündere Umgebung in Innenräumen gefördert.



Zugang zu Informationen

Gebäudemanagementsysteme erleichtern und schützen den Zugang zu relevanten Informationen. Dadurch eröffnen sie den Bewohner:innen verschiedene Möglichkeiten, Sensordaten, Energieverbrauchsstatistiken und Innenraumkomfort (Temperatur, Tageslicht und Frischluft) für die Steigerung ihres Wohlbefindens zu nutzen.

ANWENDUNGS- MÖGLICHKEITEN DES HEALTHY BUILDINGS FRAMEWORKS

Das Healthy Buildings Framework kann auf zweierlei Art und Weise angewendet werden. Der **erste Anwendungsfall** erlaubt es Projektteams, zu prüfen und zu bewerten, wie die fünf Dimensionen gesunder Gebäude bei ihren Bauprojekten aufgegriffen werden. Mithilfe des

Frameworks lassen sich alle Typen von Neubau- und Sanierungsprojekten beurteilen. Der **zweite Anwendungsfall** erweitert die Einsatzmöglichkeit des Frameworks, indem mit jedem Indikator des Frameworks relevante Daten verknüpft werden. So kann eine

umfassende Evaluierung des Gebäudebestands in einer bestimmten Stadt, einer bestimmten Region oder einem bestimmten Land erfolgen. Beide Ansätze werden in den nachfolgenden Abschnitten im Detail erläutert.

ANWENDUNGSFALL 1:

Ganzheitliche Betrachtung und Bewertung von Bauprojekten

Bauexpert:innen, aber auch alle anderen Interessierten können das Framework nutzen, um ein Verständnis dafür zu entwickeln, wie gut sie die fünf Dimensionen gesunder Gebäude im Rahmen ihrer Bauprojekte berücksichtigen. In diesem Abschnitt betrachten wir zwei Beispielgebäude in Deutschland: ein Wohngebäude und ein Nichtwohn-

gebäude. Obwohl diese zwei Beispiele nicht repräsentativ für den gesamten deutschen Gebäudebestand sind, veranschaulichen sie doch sehr eindrücklich, wie Projekte hinsichtlich der Dimensionen gesunder Gebäude aufgestellt sind. Das Framework lässt sich auf verschiedenste Bauprojekte und Gebäudetypen anwenden. Das zeigt die internationale Ausgabe

des Healthy Buildings Barometer 2024. Dort erfolgte die Bewertung von insgesamt 12 Projekten in den verschiedenen europäischen Klimazonen, darunter öffentliche und kommerzielle Gebäude, aber auch Wohngebäude.

Zwei Beispiele aus Deutschland

Das erste Beispiel ist ein Wohnhaus („Dortmannhof“), das im Jahr 1791 als landwirtschaftlich genutzte Scheune errichtet wurde. Später wurde es in ein Wohnhaus umgebaut. Im Jahr 2020 entschieden die Besitzer:innen, das Gebäude einem Upgrade zu unterziehen. Vor Ort geltende Vorgaben untersagten jedoch äußerliche Veränderungen am Gebäude aufgrund der Denkmalschutzvorgaben. Daher wurden die Fenster von innen ergänzt. Die Anpassungen für einen reduzierten Energieverbrauch wurden auf die Wohnräume beschränkt, um die Veränderungen minimal zu halten. Die Sanierung ermöglicht den Eigentümer:innen, den gesamten Prozess komplett unter Kontrolle zu haben und gleichzeitig die ursprüngliche Schönheit des Gebäudes zu erhalten. Dieses Projekt zeigt, wie die Gebäudegesundheit durch die Ergänzung von Heizsystemen und besseren Licht-

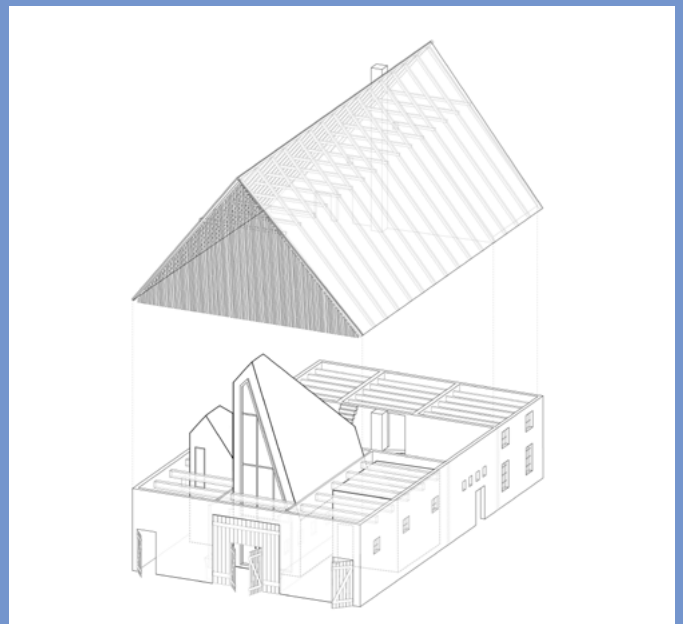
Akustikverhältnissen optimiert werden kann, selbst wenn Auflagen zum Denkmalschutz einzuhalten sind.

Auch bei der Musikakademie, dem zweiten Beispiel, lag der Fokus auf dem Erhalt der Schönheit der historischen Gebäudemerkmale, bei gleichzeitiger Erhöhung des Komforts und der Reduktion des Energieverbrauchs. Im Fall der Musikakademie haben die Behörden die Vorteile einer Sanierung des alten Klosters erkannt und signifikanten Änderungen zugestimmt. Das Projektteam hat die ursprünglichen Merkmale erhalten, aber alle Fassadenfenster vergrößert. Der Innenhof wurde zu einem Speise- und Versammlungssaal umgestaltet, der dank einer Reihe von Dachfenstern von viel Tageslicht profitiert. Der ursprüngliche Charakter des Klosters wurde so gut es ging erhalten. Der bewusst gewählte minimalistische

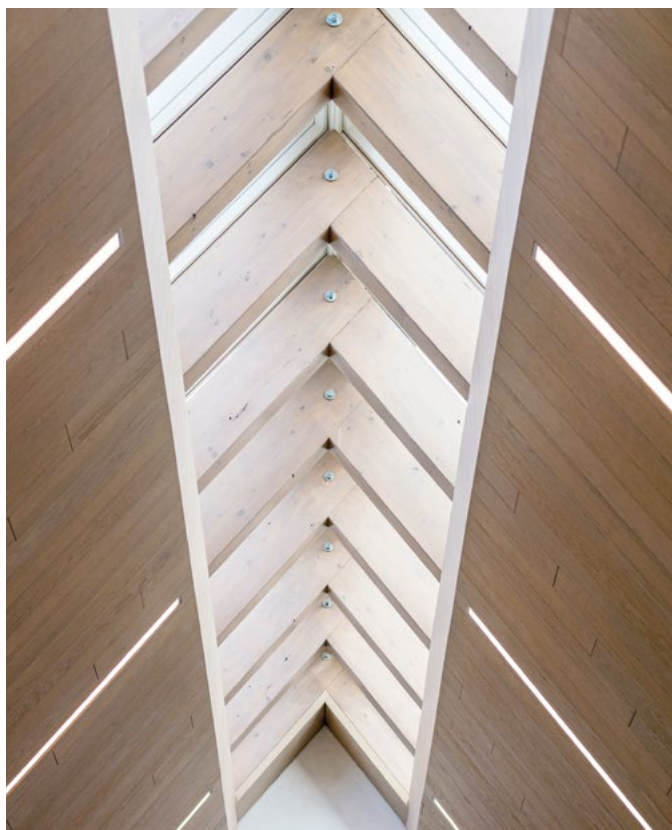
Designansatz führte dazu, dass während der Sanierung vorrangig natürliche Baumaterialien zur Anwendung kamen, wie etwa Lehm, Stein und Kalkstein.

In beiden Gebäuden war zudem auch die Akustik ein wichtiger Punkt. In der Musikakademie ist das selbsterklärend, aber auch im Dortmannhof haben die Bewohner:innen einen Musikraum. Daher setzten die Designtteams in den Gebäuden auf die Isolierung bzw. Aufteilung von Räumlichkeiten, um die Geräusche auf bestimmte Räume zu begrenzen. Das Ergebnis der Sanierungsmaßnahmen sind in beiden Fällen komfortable, helle und energieeffiziente historische Gebäude, die durch ihr minimalistisches Design und traditionelle Baumaterialien wie Holz, Erde und Stein ästhetisch ansprechend sind. Mehr Tageslicht und Frischluft tragen zum Wohlbefinden bei.

Dortmannhof



Musikakademie Hammelburg



Bewertung von Bau- und Sanierungsprojekten

Zur Bewertung von Bau- und Sanierungsprojekten werden individuell durchgeführte Maßnahmen (z. B. die Installation von Lüftungssystemen, der Einbau und Austausch von Dach- oder Fassadenfenstern) mit den entsprechenden Indikatoren (und gegebenenfalls Sub-Indikatoren) zusammengeführt, auf die sie einzahlen. Die Installation eines Lüftungssystems beispielsweise wird mit dem Sub-Indikator „Lüftung und Luftfilterung“ der Dimension „Verbesserung der psychischen und physischen Gesundheit“ verknüpft. Die fünf Dimensionen sowie die komplette Auflistung der Indikatoren und Sub-Indi-

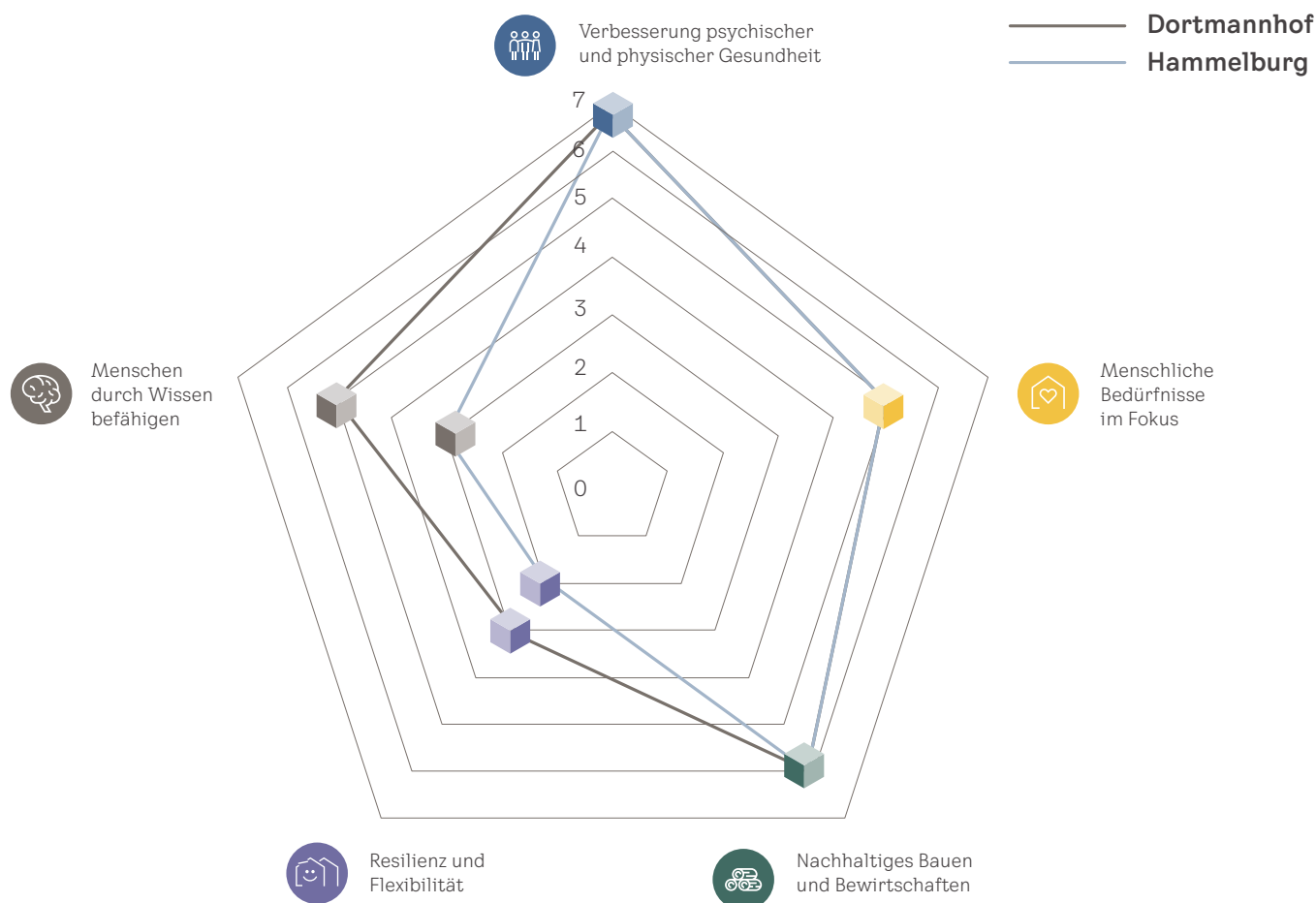
katoren sind im Appendix des internationalen Healthy Buildings Barometer 2024 zu finden. Indikatoren, die von einer oder mehreren Maßnahmen adressiert werden, gelten als „berücksichtigt“. (Sub-)Indikatoren, denen keine Maßnahmen zugeordnet werden konnten, sind als „nicht berücksichtigt“ gekennzeichnet. Im nächsten Schritt wird ein kumulierter Wert berechnet, indem alle Indikatoren für jede der fünf Dimensionen verglichen werden. Diese Werte werden im Anschluss auf eine Punktzahl von 10 vereinheitlicht, um die Dimensionen besser vergleichen zu können.

Eine solche Bewertung ist sowohl während der Planungsphase als auch im Nachhinein möglich. Im Fall der beiden erwähnten Beispiele basiert die Bewertung auf einer Analyse bereits bestehender Projekte. Das folgende Diagramm illustriert die Bewertung dieser zwei Projekte entlang der fünf Dimensionen gesunder Gebäude. Beide Bauprojekte adressieren alle Indikatoren in der Dimension „Verbesserung der psychischen und physischen Gesundheit“. In der Dimension „Resilienz und Flexibilität“ hingegen berücksichtigen sie weniger als die Hälfte der Indikatoren.



Dortmannhof

Diagramm zur Berücksichtigung der Dimensionen



Welche Vorteile birgt die Bewertung?

Die Bewertung eines Bauprojekts (Neubau oder Sanierung) anhand der fünf Dimensionen gesunder Gebäude hat zahlreiche Vorteile:

Sie regt Projektteams dazu an, ganzheitlich über das Thema Gesundheit von Gebäuden nachzudenken. Dies trägt zur Entwicklung einheitlicher Vorgehensweisen und zur Nutzung effizienter Synergien im Arbeitsprozess bei.	Sie ermöglicht die Identifizierung von Aspekten, die möglicherweise bei der Erstellung oder in der Planungsphase eines Bauprojekts außen vor gelassen wurden. Das kann dazu beitragen, dass im Nachhinein Maßnahmen entwickelt werden, um die Gesundheit des Gebäudes mit einem ganzheitlichen, zielgerichteten Ansatz zu verbessern.	Sie trägt dazu bei, dass aus den gesammelten Erkenntnissen mehrerer Bauprojekte Vorlagen oder Strategien entwickelt werden können. Zukünftige Bauprojekte können diese nutzen, um sicherzustellen, dass die fünf Dimensionen gesunder Gebäude berücksichtigt werden. Das kann Projektteams unterstützen, vor allem, indem Planungszeiten reduziert werden, wenn die Teams klein sind oder die Expertise eingeschränkt ist.
---	--	---

Projektdetails finden Sie hier:

Dortmannhof: https://assets.foleon.com/eu-central-1/de-uploads-7e3kk3/49490/de_dortmannhof-sigurd Larsen.c9c33782bfb9.pdf

Hammelburg Musikakademie: https://assets.foleon.com/eu-central-1/de-uploads-7e3kk3/49490/de_musikakademie.bd69bfd15761.pdf

ANWENDUNGSFALL 2:

Evaluierung der Gesundheit von Gebäuden durch die Verknüpfung von Daten

Der zweite Anwendungsfall des Frameworks berücksichtigt die Nutzung und Verknüpfung von Daten mit den Indikatoren der fünf Dimensionen gesunder Gebäude. In diesem Zuge werden Datensätze identifiziert, die einen Messwert für jeden der (Sub-)Indikatoren darstellen könnten. Die Dimension „Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften“ beispielsweise enthält den Indikator „Betriebliche Energie“. Für diesen Indikator könnten reale Daten rund um den Endenergieverbrauch erfasst werden, um den Status quo sowie die Entwicklung betrieblicher Energie vom Gebäudebestand zu verstehen. Nachdem dieser Prozess für alle Indikatoren der fünf Dimensionen durchlaufen wurde, kann beurteilt werden, wie gesund der Gebäudebestand einer bestimmten Stadt, einer bestimmten Region oder eines bestimmten Landes ist.

Als Versuch, dies für den Gebäudebestand in Deutschland umzusetzen, haben wir die verfügbaren Daten von Datenbanken wie EUROSTAT, BSO und ODYSSEE untersucht. Ziel war es, Datensätze zu finden, die als Bewertungsmaßstäbe für die Indikatoren des Frameworks für gesunde Gebäude genutzt werden können⁴⁰. Ein Beispiel zur Veranschaulichung: Datensätze zu dem Bevölkerungsanteil, der in Wohnungen lebt, die im Sommer nicht angenehm gekühlt werden können, sowie zu dem Bevölkerungsanteil, der die Wohnung im Winter nicht ausreichend heizen kann, können mit dem Indikator „Thermischer Komfort“ der Dimension „Verbesserung psychischer und physischer Gesundheit“ verknüpft werden. Dieses Prozedere wurde für alle Indikatoren durchgeführt. Eine erste Analyse lässt darauf schließen, dass für etwa die Hälfte aller Indikatoren keine

Daten existieren. Von den restlichen Indikatoren sind 40 % der Datensätze unvollständig⁴¹. Somit können insgesamt nur 30 % der Daten über einen längeren Zeitraum hinweg betrachtet und verglichen werden. Das schränkt die Möglichkeiten, die Gesundheit des Gebäudebestands zu evaluieren und zu analysieren, ein. Diese und weitere Aspekte hinsichtlich der Datenverfügbarkeit und Datenqualität werden am Ende dieses Abschnitts weiter erörtert.

Der Gebäudebestand in Deutschland – ein Überblick

In diesem Abschnitt werden ausgewählte Indikatoren, für die Daten verfügbar sind, präsentiert. Dies soll einen Überblick darüber ermöglichen, wie sich die Gesundheit der Gebäude in Deutschland seit dem Jahr 2015 entwickelt hat. In manchen Fällen werden auch Daten aus der EU als Referenz für die Interpretation herangezogen. Dabei gilt es zu beachten,

dass sich die Dimensionen nicht auf die hier aufgeführten Indikatoren beschränken. Vielmehr dienen die acht gewählten Indikatoren als Beispiel dafür, wie das Framework die Evaluierung und Analyse eines gesunden Gebäudebestands unterstützen kann. Im Anhang des internationalen Healthy Buildings Barometer 2024 sind alle Indikatoren aufgeführt.



Hammelburg

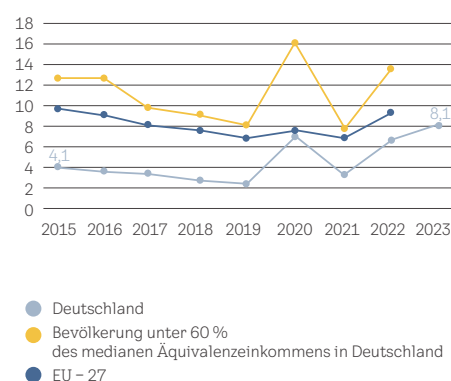


Verbesserung der psychischen und physischen Gesundheit

Thermischer Komfort

Der Indikator „Thermischer Komfort“ der Dimension „Verbesserung psychischer und physischer Gesundheit“ zielt darauf ab, die thermischen Bedingungen von Gebäuden und die dazugehörigen Erfahrungen der Nutzer:innen zu evaluieren. Um diesen Indikator zu analysieren, wurde er mit einem Datensatz verknüpft, der den Bevölkerungsanteil aufzeigt, der Schwierigkeiten hat, das eigene Zuhause ausreichend zu heizen. Auch wenn die Zahlen für Deutschland niedriger sind als im Durchschnitt in der EU, so ist seit dem Jahr 2019 eine Steigerung zu beobachten. So hat sich der Bevölkerungsanteil, der das eigene Zuhause nicht ausreichend heizen kann, zwischen 2015 und 2023 fast verdoppelt⁴². Die höchsten Werte wurden in den Jahren 2020 (7,0%), 2022 (6,7%) und 2023 (8,2%) verzeichnet. Dabei spielten diverse Faktoren wie kalte Winter und hohe Energiepreise eine Rolle. Es ist wichtig zu beachten, dass bei der Analyse der einkommensschwachen Bevölkerung (die Bevölkerung, deren Einkommen unter 60% des medianen Äquivalenzeinkommens liegt⁴³), der Anteil derer, denen es unmöglich ist, das eigene Zuhause ausreichend zu heizen, in allen Jahren durchschnittlich um etwa 7 % höher war.

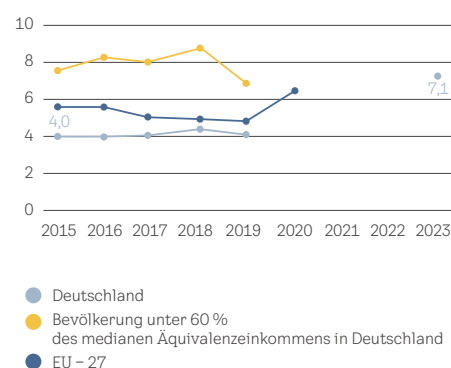
Bevölkerungsanteil, der das eigene Zuhause nicht ausreichend heizen kann (%)



Tageslicht, Beleuchtung und visueller Komfort

Um die Gesundheit des Gebäudebestands hinsichtlich des Indikators „Tageslicht, Beleuchtung und visueller Komfort“ zu analysieren, haben wir einen Datensatz untersucht, der den Bevölkerungsanteil aufzeigt, der das eigene Zuhause als zu dunkel empfindet. Der Datensatz zeigt, dass der Anteil der deutschen Bevölkerung, der das eigene Zuhause als zu dunkel empfindet, sich von 4,0% im Jahr 2019 auf 7,1% im Jahr 2023 erhöht hat⁴⁴ (Zahlen für den Zeitraum 2020 bis 2022 sind nicht verfügbar). Ein ähnlicher Trend ist EU-weit zwischen 2019 und 2020 zu beobachten. Tageslicht und Beleuchtung zu optimieren, ist essenziell, um den visuellen Komfort der Nutzer:innen von Gebäuden in ihrem Alltag sicherzustellen.

Gesamtbevölkerung, die das eigene Zuhause als zu dunkel empfindet (%)

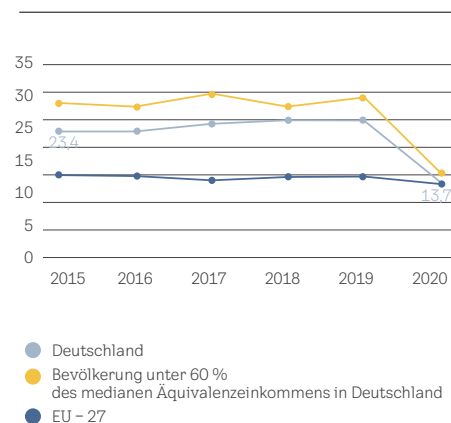




Innenraumluftqualität

Im Optimalfall sollten die Verantwortlichen in Kommunen und Regierung einen Überblick über die Innenraumluftqualität über den gesamten Gebäudebestand haben. Allerdings stellen fehlende Daten bezüglich der Raumluftqualität eine riesige Herausforderung dar. Für diesen Report ziehen wir einen Datensatz heran, der jenen Bevölkerungsanteil umfasst, der Verschmutzung, Ruß oder andere Umweltprobleme (im Freien) erlebt. Die Verschmutzung im Freien kann die Verschmutzung im Innenbereich direkt beeinflussen, da das Eindringen von Schadstoffen stark von der Quelle der Verschmutzung abhängt [32]. Wie in der Grafik zu sehen ist, war der Anteil der Bevölkerung, der Luftverschmutzung erlebt bis 2020, in Deutschland höher als durchschnittlich in der EU⁴⁵. Etwa ein Viertel aller Menschen in Deutschland ist von Luftverschmutzung betroffen. Die Grafik zeigt außerdem, dass die einkommensschwache Bevölkerungsschicht solchen Verschmutzungen oftmals stärker ausgesetzt ist. Der Rückgang der Werte im Jahr 2020 hängt vermutlich mit den diversen Einschränkungen und Lockdowns im Kontext der Covid-19-Pandemie zusammen. Der Einsatz effektiver Lüftungsroutinen und ein erhöhtes Bewusstsein für die Lüftung und Ausstattung von Gebäuden mit passenden Luftfiltersystemen spielen eine wichtige Rolle dabei, die Luft in Innenräumen sauber zu halten und die Nutzer:innen von Gebäuden vor Schadstoffen von außerhalb zu schützen.

Verschmutzung, Ruß oder andere Umweltprobleme (%)



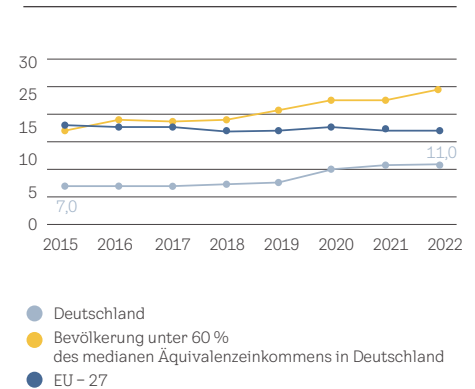


Menschliche Bedürfnisse im Fokus

Universelles Design

Ein gesunder Gebäudebestand sollte das Design von Innenräumen berücksichtigen. Für die Untersuchung des Indikators „Universelles Design“ erfolgte die Analyse eines Datensatzes zu dem Prozentsatz der Bevölkerung, der in einer überbelegten Wohneinheit lebt. Das heißt, der Haushalt verfügte über zu wenige Zimmer im Verhältnis zur Personenzahl. Wie in der Grafik zu sehen ist, sind die Zahlen in Deutschland niedriger als in der EU. Allerdings steigt der Anteil der Bevölkerung, der in überbelegten Räumlichkeiten lebt, seit dem Jahr 2019 in Deutschland an⁴⁶. Dahingegen bleibt er im Rest der EU gleich oder sinkt leicht. In Deutschland ist die Überbelegungsquote zwischen 2019 und 2022 um um fast die Hälfte gestiegen. Im Jahr 2022 lebten mehr als 10 % der deutschen Bevölkerung in überbelegten Wohnräumen. Bei der einkommensschwachen Bevölkerung sind diese Zahlen sogar noch höher. Im Jahr 2022 lebten fast 25 % von ihnen in überlegten Wohnräumen. Eine passende Gestaltung und Aufteilung der Innenräume, insbesondere für vulnerable Bevölkerungsgruppen, ist entscheidend, um beim Wandel hin zu einem gesünderen Gebäudebestand alle mit einzubeziehen.

Überbelegungsquote (%)



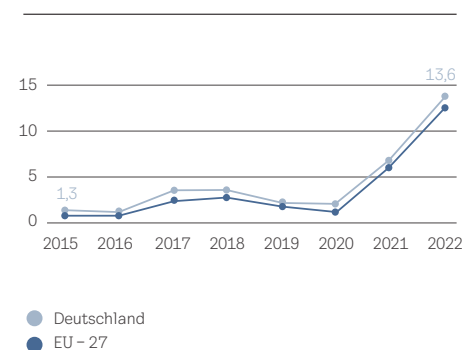
Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften

Kosten für Bau und Arbeitskräfte

Die Art und Weise, wie Gebäude während ihres Lebenszyklus bewirtschaftet werden, hat Einfluss auf diverse Aspekte des Gebäudebestands. Die Baupreise beispielsweise können eng mit Aspekten wie der Bezahlbarkeit von Neubauten oder der Qualität der verwendeten Baumaterialien in Verbindung gebracht werden. Zur Analyse des Sub-Indikators „Kosten für Bau und Arbeitskräfte“ wurde dieser mit einem Datensatz vom Baukosten-Index für neue Wohngebäude verknüpft. Dieser Index zeigt die prozentuale Veränderung im Vergleich zum vergangenen Jahr an.

In der Grafik ist zu sehen, dass sich die Herstellungskosten in Deutschland ähnlich wie in der restlichen EU entwickelt haben. Die Daten zeigen für Deutschland eine enorme Steigerung seit dem Jahr 2020. Diese Steigerung flacht langsam wieder ab⁴⁷. Im Jahr 2022 sind die Baukosten für neue Wohngebäude im Vergleich zum Jahr 2021 dennoch um fast 14 % gestiegen. Es ist wichtig, dass politische Entscheidungsträger:innen sowie zentrale Akteur:innen diese Trends frühzeitig erkennen, um rechtzeitig gegensteuern zu können, um die Auswirkungen für den Gebäudebestand und die Nutzer:innen abzumildern.

Herstellungskosten im Baugewerbe, neue Wohngebäude (%)

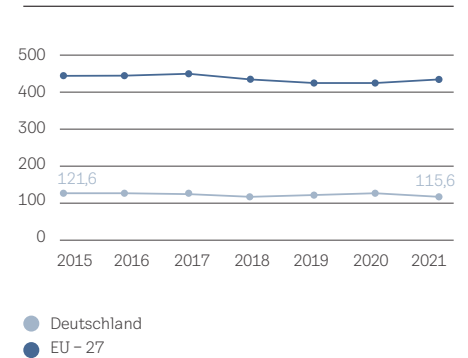


Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß

Im Rahmen der Eindämmung des Klimawandels spielt der Gebäudesektor eine zentrale Rolle. Ein gesunder und nachhaltiger Gebäudebestand muss die Reduktion seiner CO₂-Emissionen berücksichtigen.

Das Monitoring und die Reduktion der CO₂-Emissionen beim Betrieb eines Gebäudes (auch der grauen Emissionen) sind Voraussetzung dafür die Gebäudegesundheit evaluieren zu können. Die nebenstehende stehende Grafik zeigt die jährlichen CO₂-Emissionen für den Gebäudebestand in Deutschland. Zwischen 2015 und 2021 sind die Emissionen lediglich um etwa 5 % gesunken⁴⁸. Sie haben 116 Millionen Tonnen insgesamt betragen. Eine solche Reduktion reicht nicht aus. Der Gebäudebestand in Deutschland hat seine im Klimaschutzgesetz [33] gesetzten Ziele bezüglich der CO₂-Emissionen wiederholt verfehlt. Ein nachhaltiger Betrieb des Gebäudebestands ist von den genutzten Energiequellen sowie der Gebäudeeffizienz abhängig. Damit der Gebäudebestand seine Emissionsziele erreicht, ist es notwendig, die Nutzung erneuerbarer Energien in Gebäuden auszubauen. Gleichzeitig muss die Energieeffizienz durch umfassende und tiefgreifende Sanierungsmaßnahmen verbessert werden. Das kann beispielsweise durch effizientere und umweltfreundlichere Heiz- und Kühlsystemen (inklusive passiver Ansätze wie externem Sonnenschutz) geschehen. Auch die Selbstbefähigung von Nutzer:innen zum adäquaten Betrieb von Gebäuden spielt eine Rolle.

Jährliche CO₂-Emissionen für (Haushalte, kommerzielle und öffentliche Gebäude) (Millionen Tonnen)

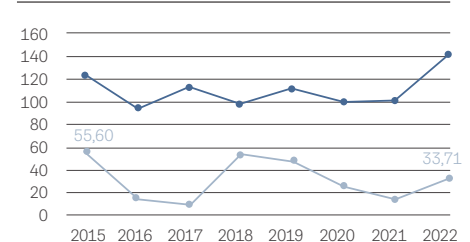


Resilienz und Flexibilität

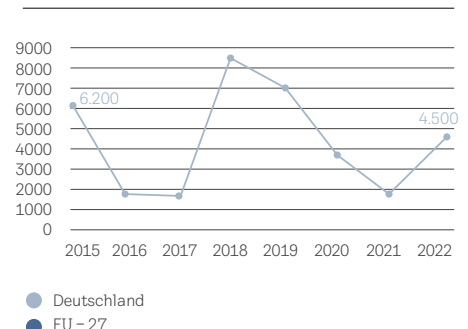
Schutz vor extremen Wetterlagen

Die Resilienz von Gebäuden wird zunehmend relevanter, da die Auswirkungen des Klimawandels immer häufiger und stärker den Gebäudebestand betreffen [34]. Für die Untersuchung des Indikators „Schutz vor extremen Wetterlagen“ haben wir Daten zur Anzahl der Todesopfer durch Überhitzung in Deutschland betrachtet. Wie in der Grafik deutlich wird, sind in Deutschland im Jahr 2022 mehr als 4.000 Menschen aufgrund extremer Hitze verstorben. Im Jahr 2018 gab es sogar 8.000 Todesfälle⁴⁹. Es gilt hierbei zu beachten, dass sich diese Daten nicht ausschließlich auf Hitze in Innenräumen beziehen. Wenn wir jedoch Daten zur Anzahl der Kühlgradtagen (Anzahl der Tage, an denen es notwendig war, die Kühlung/Klimaanlage zu nutzen, um angenehme Bedingungen in Innenräumen zu schaffen⁵⁰) analysieren und vergleichen, lässt sich beobachten, dass in Jahren wie 2015 und 2018, in denen es hohe Temperaturen und einen großen Bedarf an Kühlung gab⁵¹, auch die Anzahl der Todesfälle durch Überhitzung höher war. Die Transformation zu einem gesünderen Gebäudebestand sollte auch Strategien zur Anpassung und Resilienz beinhalten, sodass Gebäude mit den entsprechenden Möglichkeiten ausgestattet werden, Nutzer:innen vor extremen Witterungsbedingungen schützen.

Kühlgradtage (in Gradtagen)



Todesfälle aufgrund von Überhitzung (in Tausend)



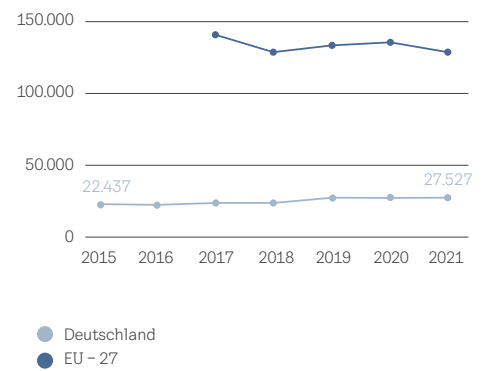


Menschen durch Wissen befähigen

Wissen und Fähigkeiten

Menschen spielen beim Entwurf und Bau gesunder Gebäude die entscheidende Rolle. Um die Herausforderungen, die mit der Transformation des Gebäudebestands, dessen Energieversorgung und urbanen Lebensräumen im weiteren Sinne einhergehen, zu bewältigen, sind entsprechendes Wissen und Fähigkeiten notwendig. Der Indikator „Wissen und Fähigkeiten“ wird mithilfe von Daten zur Anzahl der Absolventen im Bereich Architektur und Baugewerbe analysiert. Der Gebäudebestand muss leistungstärker und gesünder werden, wobei die signifikante Steigerung der Sanierungsquote helfen würde. Allerdings stagnierte in den letzten drei Jahren die Anzahl der Fachkräfte, die diesen Wandel vorantreiben und unterstützen können, wie die Grafik zeigt. Für die Sanierungsmaßnahmen, die notwendig sind, braucht es auch eine größere Anzahl an Fachkräften. Die Anzahl der Absolventen im Bereich Architektur und Baugewerbe in Deutschland lag drei Jahre in Folge bei etwa 27.000⁵². Eine ähnliche Entwicklung ist auch in anderen Bereichen im Gebäudesektor zu beobachten. Der demografische Wandel wird diesen Trend in Zukunft noch beschleunigen.

Anzahl der Hochschulabsolventen im Bereich Architektur und Baugewerbe (in Tausend)



Welche Vorteile birgt diese Art der Evaluierung

Sie ermöglicht Rückschlüsse über diejenigen Indikatoren und Dimensionen, die eine quantitative Messung benötigen, um eine umfangreiche Datensammlung sicherzustellen, die informierte Entscheidungen und Rahmenbedingungen ermöglichen.	Sie liefert wichtige Erkenntnisse über den Status unserer Gebäude in Bezug auf die fünf Dimensionen des Frameworks. Nur so lässt sich die Entwicklung von Rahmenbedingungen unterstützen, die einen gesunden Gebäudebestand fördern. Außerdem lässt sich so identifizieren, wie wir Wohnhäuser, Bürogebäude, Schulen und Krankenhäuser gesünder machen können.	Sie erlaubt die Evaluierung des aktuellen Status des Gebäudebestands, um Stärken zu identifizieren, aber auch Schwächen zu erkennen, die Maßnahmen erfordern.	Sie ermöglicht die Beobachtung und Messung von Fortschritten hinsichtlich der Gesundheit des Gebäudebestands über einen längeren Zeitraum. So können die Effektivität bereits bestehender Rahmenbedingungen betrachtet oder die Entwicklung eventuell notwendiger neuer Rahmenbedingungen begleitet werden. Es ist entsprechend auch möglich, spezielle Bereiche des Gebäudebestands zu identifizieren, bei denen die Gesundheit der Gebäude in Gefahr ist und Verbesserungen dringend erforderlich sind. Das hilft, Entscheider:innen auf die Thematik aufmerksam zu machen, um so die Entwicklung passender Strategien zu priorisieren.
---	--	---	---

Erkenntnisse

Die beiden vorgestellten Anwendungsfälle des Frameworks eröffnen über alle Gebäudetypen hinweg Möglichkeiten und bieten somit einen Mehrwert für Politiker:innen, Stakeholder der Baubranche und Bauprojektteams.

Um sicherzustellen, dass die fünf Dimensionen und die Indikatoren des Healthy Buildings Barometer 2024 in spezifische Maßnahmen und Bauweisen überführt werden, ist es notwendig, das Framework im Laufe der Zeit weiterzuentwickeln. Konkrete Herausforderungen in Hinblick auf die Datenlage sowie wichtige Schlussfolgerungen sind unten aufgeführt.

Herausforderungen in Hinblick auf die Datenlage

Unsere Analyse hat gezeigt, dass die öffentlich verfügbaren Datensätze, die von der EU und den Mitgliedsstaaten⁵³ veröffentlicht werden, keinen vollständigen Überblick liefern, und zahlreichen Indikatoren keine Daten zugeordnet werden können. Für Indikatoren wie „Lüftung“ oder „Zugang zu Informationen“ beispielsweise liegen derzeit keinerlei entsprechende Daten vor. Eine weitere Herausforderung besteht darin, dass die meisten Daten nur für Haushalte erhoben werden (etwa durch großangelegte Umfragen wie EU-SILC) und somit ausschließlich Wohngebäude erfassen. Hinzu kommt, dass die

meisten Daten nicht regelmäßig erhoben werden. Indikatoren, wie „Überhitzung“, wurden nur ein einziges Mal für alle Mitgliedsstaaten erhoben, im Jahr 2012, also vor mittlerweile 12 Jahren. Mit Blick auf die steigenden Temperaturen und Todesfälle durch Überhitzung sowie die weiteren prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels ist eine regelmäßige Überprüfung dieses Indikators sowie weiterer Indikatoren unbedingt erforderlich.

Das kontinuierliche Nachverfolgen aller Gebäudetypen über einen längeren Zeitraum hinweg ist derzeit durch die

Datenlage beinahe unmöglich. Insgesamt können nur rund 30 % der Daten, die zu den Indikatoren zugeordnet werden können, über einen längeren Zeitraum nachverfolgt werden. Zudem sind einige Indikatoren eher qualitativer Natur. Das gilt insbesondere für die Dimension „Menschliche Bedürfnisse im Fokus“. Das bedeutet, dass auf EU-Ebene keine Daten vorliegen, um diese Indikatoren über einen längeren Zeitraum zu betrachten⁵⁴. Ein umfassendes Datenmapping aller Dimensionen (das nicht abschließend ist und regelmäßig aktualisiert werden sollte) ist im internationalen Healthy Buildings Barometer 2024 zu finden.

Schlussfolgerungen der Anwendungsfälle

Das Framework kann Stakeholder der Baubranche und Projektteams bei der Bewertung ihrer Projekte unterstützen, die sicherstellen wollen, dass Gebäude gesund, nachhaltig und resilient sind.

Kommt das Framework bereits in einem frühzeitigen Stadium des Bauprozesses zum Einsatz, egal ob im Neubau oder in der Sanierung, kann gewährleistet werden, dass Projektteams alle fünf Dimensionen von Anfang an berücksichtigen können.

Verschiedene Maßnahmen können Dimensionen auf unterschiedliche Art und Weise adressieren. So ist es möglich, selbst bei Einschränkungen – wie etwa limitiertem Platz oder gesetzlichen Vorgaben – gesunde Gebäude zu realisieren.

Einige Indikatoren sind naturgemäß subjektiv, insbesondere bei der Dimension „Menschliche Bedürfnisse im Fokus“, und verlangen einen eher qualitativen Datenansatz.

Wenn Daten zum Gebäudebestand kontinuierlich gesammelt und veröffentlicht würden, wäre es möglich, die Entwicklung über einen längeren Zeitraum zu betrachten und den Erfolg sowie die Effektivität von konkreten Maßnahmen und politischen Instrumenten deutlich besser zu evaluieren. Das könnte dabei helfen, Maßnahmen gezielter zu planen und umzusetzen.

Anhand einer nachvollziehbaren Verknüpfung von Indikatoren und qualitativ hochwertigen Daten können Aussagen darüber getroffen werden, ob spezielle Indikatoren oder Dimensionen kontinuierlich vernachlässigt werden und wo mehr Fokus und mehr Investitionen besonders notwendig wären.

Das Framework kann sich mit der Zeit weiterentwickeln, um konkrete Maßnahmen zu integrieren, die zu den einzelnen Indikatoren passen (beispielsweise Modelle von Lüftungssystemen oder Technologien für den Indikator „Lüftung“) und so einen größeren Nutzen erzielen können.

Durch Nutzung des Frameworks für Empfehlungen und Richtlinien können Stakeholder in der EU und in Mitgliedsstaaten wie Deutschland Evaluierungskriterien für gesunde Gebäude entwickeln.

Das Framework dient als Katalysator für eine bessere Abstimmung und verstärkte Bemühungen bei der Datenerfassung in der EU und den Mitgliedsstaaten. Es unterstreicht, wie wichtig es ist, die Gebäudegesundheit in Entscheidungsprozessen zu priorisieren.



Politische Empfehlungen für Healthy Buildings

Im nächsten Schritt wollen wir darstellen, wie politische Entscheidungsträger:innen und die Akteure der Bauindustrie das Framework anwenden können. Nachstehend werden Handlungsfelder und mögliche politische Handlungsempfehlungen aufgezeigt. Die Notwendigkeit eines ganzheitlichen Ansatzes für gesunde Gebäude wird hervorgehoben, damit alle fünf Dimensionen gesunder Gebäude zusammen und gleichzeitig berücksichtigt werden können.

Der Zustand des Gebäudebestands in Deutschland und der EU muss sich verbessern. Zur Erreichung der Klimaziele gibt es auf deutscher und europäischer Ebene einige aktuelle Gesetzesänderungen. So sollen die Neufassungen der Europäischen Gebäuderichtlinie (EPBD 2024/1275) und des deutschen Gebäudeenergiegesetzes (GEG) den Gebäudebestand zukunftstauglich machen. Hierbei haben aktuell mittel- und langfristige Ziele eine hohe Priorität. Für das Monitoring des Dekarbonisierungsfortschritts gibt es auf EU-Ebene den von BPfE entwickelten „EU Buildings Climate Tracker“, der über Indikatoren wie Endenergieverbrauch, Treibhausgas-

emissionen, Investitionen in Sanierungsmaßnahmen und Energieausgaben pro Haushalt feststellt, ob die EU auf Kurs ist, die Klimaneutralitätsziele im Gebäudereich zu erreichen [1]. In Deutschland werden die Fortschritte bei der Senkung der Emissionen über die Sektorziele des Klimaschutzgesetzes ermittelt. Allerdings beschränken sich diese Erhebungen bislang fast ausschließlich auf Energieeinsparungen und die Emissionsreduzierung. Dieses Barometer hat eine Reihe von politischen Handlungsempfehlungen entwickelt, um notwendige Maßnahmen hin zu gesünderen Gebäuden mit dem Dekarbonisierungsziel des Pariser Klimaschutzabkommens in Einklang zu bringen. Diese Empfehlungen sind als Antwort für die aufgezeigten Defizite zu verstehen und konzentrieren sich auf die Indikatoren für gesunde Gebäude in den dargestellten Handlungsfeldern. Die anstehende nationale Umsetzung der EPBD bietet eine konkrete Gelegenheit, erstmals ganzheitliche Gebäudemaßnahmen und Anforderungen einzuführen, die gleichzeitig Energie-, Dekarbonisierungs- und soziale Parameter berücksichtigen.

Handlungsfelder

Datengrundlage stärken

Der Zugang zu Daten, die die Indikatoren rund um die Themen Gesundheit, Nachhaltigkeit und Resilienz von Gebäuden messen, sollte sichergestellt werden. Politik und Behörden müssen sich dafür auf eine konsistente Datensammlung verständigen, damit fehlende Informationen und Daten identifiziert werden können. Das ermöglicht das Monitoring des Fortschritts hin zu gesunden, nachhaltigen und resilienten Gebäuden.

Effektive Nutzung vorhandener Instrumente

Vorhandene Instrumente zu Indikatoren rund um die Themen Gesundheit, Nachhaltigkeit und Resilienz müssen in Entscheidungsprozessen mit einbezogen werden. Instrumente wie Gebäudedatenmodellierung oder individuelle Sanierungsfahrpläne sollten angemessen weiterentwickelt und angepasst werden, um Aspekte ganzheitlich und mit Blick auf den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes mit einzubeziehen.

Erweiterung des regulatorischen Fokusses

Der regulatorische Fokus sollte um die Themen zu gesunden Gebäuden und Bewohner:innen erweitert werden. Dafür müssen politische Entscheidungsträger:innen ihren Blick auf Gebäude über die Begriffe Energieeffizienz und CO₂-Emissionen hinaus erweitern. Neben den politischen Entscheidungsträger:innen müssen jedoch auch Akteur:innen aus der gesamten Baubranche, Wissenschaft und Zivilgesellschaft ihren Fokus ebenfalls so erweitern, dass neben den Nachhaltigkeitsparametern auch Gesundheit, Resilienz und Anpassungsfähigkeit an ein wärmeres Klima mit extremeren Wetterbedingungen berücksichtigt werden.

Übergreifende Zusammenarbeit und Informationsaustausch

Eine sektorübergreifende Zusammenarbeit zwischen Akteur:innen innerhalb und außerhalb des Baugewerbes ist essentiell. Zu diesen Akteur:innen zählen Vertreter:innen aus Baubranche, Politik (Bundes- und Landesebene), Architektur und Planung. Außerdem sollten Eigentümer:innen, Mieter:innen und Industriepartner:innen mit involviert werden. Sie alle müssen für diesen ganzheitlichen Ansatz zu Gebäuden eng zusammenarbeiten. Dazu gehören unter anderem ein verbesserter Informationsaustausch und die Kommunikation über innovative Designstrategien als Schlüsselemente für gesunde, nachhaltige und resiliente Gebäude.

Menschen in den Mittelpunkt stellen

Der sogenannte menschliche Faktor sollte während des gesamten Lebenszyklus von Gebäuden mit einbezogen werden und im Mittelpunkt stehen. Die Gestaltung nachhaltiger Gebäude muss von den menschlichen Bedürfnissen, Gewohnheiten und Fähigkeiten ausgehen, die Menschen müssen in den Mittelpunkt des Designs gestellt werden und sie bei der Optimierung des Gebäudebetriebs mit einbezogen werden. Dafür ist es notwendig, Vorteile von Automatisierungs- und Digitalisierungsmaßnahmen im Gebäudebetrieb und über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes bestmöglich zu erklären und überzeugend zu kommunizieren.



Handlungsbedarf und Lösungsansätze

1. Politische Rahmenbedingungen

Es fehlt ein kohärenter und gut funktionierender politischer Rahmen für Gebäude, der alle relevanten Parameter, - Gesundheit, Nachhaltigkeit, Klima und Energie - erfasst.

Lösungsansatz: Es sollte eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen den politischen Entscheidungsträger:innen auf EU- und Mitgliedstaatsebene zur Entwicklung ganzheitlicher Vorschriften und Standards für gesunde Gebäude geben, die über Energieeffizienz und Emissionsreduzierung hinausgehen. In Deutschland sollte das Gebäudeenergiegesetz weiter entwickelt werden und Ansätze zu nachhaltigen und gesunden Gebäuden stärker, bzw. überhaupt integrieren.

2. Klare Definition eines gesunden Innenraumklimas

Auf nationaler Ebene fehlt eine klare Definition für ein gesundes Innenraumklima, welche die Gesamtheit der Indikatoren innerhalb von Gebäuden, die sich auf das Wohlbefinden, die Produktivität und die Gesundheit der Menschen konzentrieren, mit einbezieht. Dazu gehören Faktoren wie Luftqualität, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Beleuchtung, Lärm und Raumgestaltung.

Lösungsansatz: Mit der aktuellen EPBD Novelle gibt es erstmals eine klare Definition für Innenraumklima auf EU Ebene. Diese muss nun in nationale Gesetzgebung übernommen werden. Diese Definition sollte jedoch nicht nur in die Gesetzgebung übernommen werden, sondern auch als Orientierung für Beratung, Finanzierung, Baupläne und Sanierungskonzepte genutzt werden.

3. Anpassungsfähigkeit von Gebäuden und Ge- bäudeautomatisierung

Bislang fehlt der Fokus auf die Anpassungsfähigkeit von Gebäuden, damit sie so gestaltet sind, dass sie auf spezifische klimatische Bedingungen ihres Standorts reagieren und dabei Energieeffizienz, Komfort und Nachhaltigkeit im Blick haben. Anpassungsfähige Gebäude nutzen passive und aktive Technologien, um sich an Temperaturschwankungen, Sonneneinstrahlung und andere Umweltbedingungen anzupassen, wodurch der Energieverbrauch reduziert und der Komfort für die Bewohner verbessert wird. Ein wichtiger und bislang deutlich zu wenig beachteter Aspekt dafür ist auch die Automatisierung von Gebäuden. Auch hier fehlen bislang klare politische Anforderungen.

Lösungsansatz: Die Weiterentwicklung einer Gebäudegesetzgebung, die Komfort und Energieeffizienz eines Gebäudes über das ganze Jahr hinweg regelt, auch im immer wärmer werdenden Sommer und nicht nur beschränkt auf die winterliche Heizperiode.

Der Einsatz intelligenter Gebäudetechnologien, wie Gebäudeautomatisierung und Sensortechnik sollte gefördert werden.

4. Ökobilanzierung und CO₂-Grenzwerte für Baumaterialien

Rechtlich bindende Anforderungen für die Ökobilanzierung von Gebäuden gibt es in Deutschland im Rahmen des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen (BNB) bislang nur für Bundesbauten. Darüber hinaus ist eine Ökobilanz auch verpflichtend für die Inanspruchnahme der Bundesförderung (BEG) – über den Nachweis des Qualitätssiegels Nachhaltiges Gebäude (QNG). Diese Systeme berücksichtigen verschiedene Aspekte wie den Energieverbrauch, die CO₂-Emissionen, den Ressourcenverbrauch und andere Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes hinweg. Im Rahmen des QNG sind auch Lebenszyklus-CO₂-Grenzwerte einzuhalten. Außer für Bundesbauten besteht bislang keine Verpflichtung eine Ökobilanz zu berechnen bzw. bestimmte Grenzwerte einzuhalten. Zudem sind beide Systeme recht aufwändig.

Lösungsansatz: Zeitnah sollte eine einfachere, rechtlich bindende Anforderung für Neubauten zur Durchführung einer Ökobilanz eingeführt werden. Grenzwerte können zunächst nur für die Lebenszyklus-THG-Emissionen festgelegt werden. Deutschland sollte mit der Verpflichtung ambitioniert vorangehen, und nicht erst – wie in der EPBD festgehalten – 2028 damit beginnen.

5. Schutz der Biodiversität

Der Schutz und die Erhaltung der biologischen Vielfalt, einschließlich verschiedener Arten von Pflanzen, Tieren und Ökosystemen, die Vermeidung von Flächenversiegelung und der Erhalt von Grünflächen wird bislang bei Bau- und Sanierungsvorhaben zu wenig beachtet. Hierfür verpflichtenden Vorgaben vorzuschreiben erscheint aufgrund von sehr unterschiedlichen Begebenheiten im Umfeld von Baumaßnahmen kaum umsetzbar.

Lösungsansatz: Bauordnungen sollten das Thema Biodiversität dennoch mit in den Blick nehmen. Hier könnten nichtverpflichtende Vorgaben eine mögliche Herangehensweise sein, um beispielsweise über eine Checkliste mit möglichen Biodiversitätsmaßnahmen das Bewusstsein für dieses Thema zu stärken. Die Gestaltung einer gesunden Umwelt inklusive von Biodiversitätsmaßnahmen um Gebäude und in Quartieren sollte von Planer:innen, Architekt:innen und Bauherren mitgedacht und geplant werden, wenn die Möglichkeit besteht, das Umfeld mit zu gestalten. Unterstützend könnten kommunale Förderprogramme und eine ganzheitliche Städteplanung dem Thema mehr Beachtung verschaffen.

Referenzen

- [1] BPIE, 'EU Buildings Climate Tracker 2nd Edition: A call for faster and bolder action', BPIE, 2023. [Online]. Available: https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2023/11/EU-Buildings-Climate-Tracker_2nd-edition.pdf
- [2] BPIE, 'How to design fair and effective minimum energy performance standards'. [Online]. Available: https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2023/05/Minimum-standards-maximum-impact_Final.pdf
- [3] European Commission, Directorate General for Energy, IPSOS, and Navigant, 'Comprehensive study of building energy renovation activities and the uptake of nearly zero-energy buildings in the EU: final report. LU: Publications Office, 2019. [Online]. Available: <https://data.europa.eu/doi/10.2833/14675>
- [4] A. Asikainen et al., 'The Proportion of Residences in European Countries with Ventilation Rates below the Regulation Based Limit Value', *Int. J. Vent.*, vol. 12, no. 2, pp. 129–134, Sep. 2013, doi: 10.1080/14733315.2013.11684007.
- [5] European Commission, Joint Research Centre., 'Energy efficiency, the value of buildings and the payment default risk. LU: Publications Office, 2018. [Online]. Available: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/267367>
- [6] United Nations Environment Programme and Yale Center for Ecosystems + Architecture, 'Building Materials and the Climate: Constructing a New Future.', UNEP, 2023. [Online]. Available: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/43293>
- [7] M. Rousselot and F. Pinto Da Rocha, 'Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU', *Enerdata*, 2021. [Online]. Available: <https://www.odyssee-mure.eu/publications/policy-brief/buildings-energy-efficiency-trends.pdf>
- [8] EEA, 'Greenhouse gas emissions from energy use in buildings in Europe', European Environment Agency, 2023. [Online]. Available: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emissions-from-energy>
- [9] A. Amerio et al., 'COVID-19 Lockdown: Housing Built Environment's Effects on Mental Health', *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 17, no. 16, p. 5973, Aug. 2020, doi: 10.3390/ijerph17165973.
- [10] A. Keller et al., 'Housing environment and mental health of Europeans during the COVID-19 pandemic: a cross-country comparison', *Sci. Rep.*, vol. 12, no. 1, p. 5612, Apr. 2022, doi: 10.1038/s41598-022-09316-4.
- [11] T. Peters and A. Halleran, 'How our homes impact our health: using a COVID-19 informed approach to examine urban apartment housing', *Archnet-IJAR Int. J. Archit. Res.*, vol. 15, no. 1, pp. 10–27, Dec. 2020, doi: 10.1108/ARCH-08-2020-0159.
- [12] P. M. Bluyssen, 'All you need to know about the indoor environment, its occupants, interactions and effects', in *Proceedings of the 3rd International Conference on Comfort at the Extremes: COVID, Climate Change and Ventilation*, S. Roaf and W. Finlayson, Eds., Ecohouse Initiative Ltd, 2022, pp. 315–326. [Online]. Available: <https://research.tudelft.nl/en/publications/all-you-need-to-know-about-the-indoor-environment-its-occupants-i>
- [13] M. Ortiz and P. M. Bluyssen, 'Indoor environmental quality, energy efficiency and thermal comfort in the retrofitting of housing', in *Routledge Handbook of Resilient Thermal Comfort*, 1st ed., London: Routledge, 2022, pp. 433–445. doi: 10.4324/9781003244929-32.
- [14] J. Taylor et al., 'Ten questions concerning residential overheating in Central and Northern Europe', *Build. Environ.*, vol. 234, p. 110154, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.buildenv.2023.110154.
- [15] ECMWF, 'ESOTC 2022 - Europe in Focus: Extreme Heat', The Copernicus Institute, 2022. [Online]. Available: <https://climate.copernicus.eu/esotc/2022/extreme-heat>
- [16] BPIE, 'How to stay warm and save energy', 2023. [Online]. Available: https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2022/12/How-to-stay-warm-and-save-energy_final-report.pdf
- [17] J. G. Allen, P. MacNaughton, J. G. C. Laurent, S. S. Flanagan, E. S. Eitland, and J. D. Spengler, 'Green Buildings and Health', *Curr. Environ. Health Rep.*, vol. 2, no. 3, pp. 250–258, Sep. 2015, doi: 10.1007/s40572-015-0063-y.
- [18] P. M. Bluyssen, *The Healthy Indoor Environment*, 0 ed. Routledge, 2014. doi: 10.4324/9781315887296.
- [19] W. Bischof, Ed., *Expositionen und gesundheitliche Beeinträchtigungen in Bürogebäuden: Ergebnisse des ProKlima-Projektes*. Stuttgart: Fraunhofer-IRB-Verl, 2003.
- [20] S. Engelhart, H. Burghardt, R. Neumann, U. Ewers, M. Exner, and M. H. Kramer, 'Sick Building Syndrome in an Office Building Formerly Used by a Pharmaceutical Company: A Case Study', *Indoor Air*, vol. 9, no. 2, pp. 139–143, Jun. 1999, doi: 10.1111/j.1600-0668.1999.t01-1-00009.x.
- [21] E. Steinfeld and J. Maisel, *Universal design: creating inclusive environments*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc, 2012.
- [22] European Commission, 'EU's response to the energy challenges', 2022. [Online]. Available: <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2912>
- [23] BPIE, 'Building Renovation: A kick-starter for the EU Recovery', *Renovate Europe*, 2020. [Online]. Available: https://www.renovate-europe.eu/wp-content/uploads/2020/06/BPIE-Research-Layout_FINALPDF_08.06.pdf
- [24] Prognos, 'Fachkräftebedarf für die Energiewende in Gebäuden', 2018. [Online]. Available: https://www.vdzev.de/wp-content/uploads/2021/01/VdZ_Prognos_Kurzstudie.pdf
- [25] D. Ahrendt, *Inadequate housing in Europe: costs and consequences*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016.
- [26] Shifting Paradigms, 'Embodied carbon regulations in the European construction sector: An analysis of the economic impact', 2023. [Online]. Available: https://shiftingparadigms.nl/wp-content/uploads/2023/01/ECF_Embodied_Carbon_v2_spreads_6Feb23.pdf
- [27] BPIE, 'Building 4 People: Quantifying the benefits of energy renovation investments in schools, offices and hospitals', 2018a. [Online]. Available: https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2018/12/BPIE_methodology_031218.pdf
- [28] BPIE, 'The Inner Value of a Building: Linking Indoor Environmental Quality and Energy Performance in Building Regulation', 2018b. [Online]. Available: https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2018/11/The-Inner-value-of-a-building-Linking-IEQ-and-energy-performance-in-building-regulation_BPIE_Final.pdf
- [29] IEA, 'Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency', 2015. [Online]. Available: <https://www.iea.org/reports/capturing-the-multiple-benefits-of-energy-efficiency>
- [30] D. Brown, H. Wheatley, C. Kumar, and J. Marshall, 'A green stimulus for housing: The macroeconomic impacts of a UK whole house retrofit programme'. New Economics Foundation, Jul. 07, 2020. [Online]. Available: <https://neweconomics.org/2020/07/a-green-stimulus-for-housing>
- [31] M. Cooley, 'Human centred systems: An urgent problem for systems designers', *AI Soc.*, vol. 1, no. 1, pp. 37–46, Jul. 1987, doi: 10.1007/BF01905888.
- [32] D. L. Mendoza, T. M. Benney, and S. Boll, 'Long-term analysis of the relationships between indoor and outdoor fine particulate pollution: A case study using research grade sensors', *Sci. Total Environ.*, vol. 776, p. 145778, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.145778.
- [33] J. Nasr, 'Additional measures needed to achieve climate targets Current projection report sees gap by 2030'. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/en/press/pressinformation/additional-measures-needed-to-achieve-climate>
- [34] L. Felicioni, A. Lupișek, and J. Gaspari, 'Exploring the Common Ground of Sustainability and Resilience in the Building Sector: A Systematic Literature Review and Analysis of Building Rating Systems', *Sustainability*, vol. 15, no. 1, p. 884, Jan. 2023, doi: 10.3390/su15010884.
- [35] P. te Braak, J. Minnen, M. Fedkenheuer, and B. Wegener, 'VELUX Renovative - User experience and post-occupancy evaluation: Final Report on the Sociological Monitoring', Vrije Universiteit Brussel, Institute of Social Sciences Humboldt University Berlin, 2020.

Notizen

1. Die europäische Ausgabe des Healthy Buildings Barometer 2024 stellt insgesamt 12 Case Studies aus sieben EU-Ländern vor. Weitere Informationen unter: <https://healthybuildings.velux.com/case-studies/overview>
2. Dieser Report enthält ausschließlich die deutschen Fallstudien. Die komplette Auflistung mit detaillierten Erläuterungen ist zu finden unter: <https://healthybuildings.velux.com>
3. Das Pariser Abkommen ist ein rechtsverbindlicher interner UN-Vertrag unter dem UNFCCC: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
4. Eingeschränkte Verfügbarkeit von Statistiken zu gesunden Gebäuden aufgrund fehlender Datenerfassung durch die EU und ihre Mitgliedsstaaten.
5. Diese Zahlen sind nur für die EU verfügbar, nicht für Deutschland.
6. Von einer Markstudie von B+L Marktdaten im Auftrag des Bundesverbands energieeffiziente Gebäudehülle e. V. (BuVEG): <https://buveg.de/pressemedlungen/sanierungsquote-im-sinkflug-prognose-2024-schwach/>
7. <https://buveg.de/pressemedlungen/sanierungsquote-im-sinkflug-prognose-2024-schwach/>
8. Die nationalen Standards beziehen sich auf die Raumluftqualität infolge von Lüftungsquoten, die unter den festgelegten nationalen Standards liegen.
9. <https://www.umweltbundesamt.de/en/press/pressinformation/additional-measures-needed-to-achieve-climate>
10. Das Jahr 2020 ist das letzte verfügbare Jahr, in dem für alle 27 EU-Staaten Daten erfasst wurden. Quelle: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ilc_mdho04__custom_10105150/default/table?lang=en
11. Deutschland hat für das Jahr 2020 keine Daten vorgelegt, die neuesten Daten liegen für die Jahre 2019 und 2023 vor. Quelle: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ilc_mdho04__custom_10105150/default/table?lang=en
12. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-first-principle_en
13. Von einer Markstudie von B+L Marktdaten im Auftrag des Bundesverbands energieeffiziente Gebäudehülle e. V. (BuVEG): <https://buveg.de/pressemedlungen/sanierungsquote-im-sinkflug-prognose-2024-schwach/>
14. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_en
15. https://www.diw.de/de/diw_01.c.879519.de/publikationen/wochenberichte/2023_33_1/investitionen_in_die_energetische_gebaeudesanierung_auf_talfahrt.html#box1-collapsible
16. ibid
17. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401275
18. <https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Dossier/enhancing-energy-efficiency-in-buildings.html>
19. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401275
20. Ab 2030 müssen alle neuen Gebäude den Anforderungen an Nullemissionsgebäuden entsprechen (Art. 11 EPBD 2024) und dürfen keine CO₂-Emissionen an ihrem Standort mehr verursachen* Quelle: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:52021PC0802>
21. <https://www.umweltbundesamt.de/en/press/pressinformation/additional-measures-needed-to-achieve-climate>
22. ibid
23. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>
24. Ungesunde Gebäude haben negative Effekte auf mentale und physische Gesundheit (zum Beispiel, sick building syndrome), die durch einen oder mehreren Gebäudefehler verursacht wurden, u.A. Strukturschäden, Sicherheitsmängel (lose Kabel oder Nägel), Feuchtigkeit, Luftverschmutzung, Überbelegung, Lärm, oder zu wenig Tageslicht
25. Definition für Überbelegung „Die Überbelegungsrate ist definiert als der Prozentsatz der Bevölkerung, die in einer überfüllten Bevölkerung lebt. Haushalt. Eine Person gilt als in einem überfüllten Haushalt lebend, wenn der Haushalt nicht über eine Mindestanzahl von Räumen verfügt, die
 - ein Raum für den Haushalt;
 - ein Zimmer pro Paar im Haushalt;
 - ein Zimmer für jede einzelne Person ab 18 Jahren;
 - ein Zimmer pro Paar von alleinstehenden Personen des gleichen Geschlechts zwischen 12 und 17 Jahren;
 - ein Zimmer für jede einzelne Person zwischen 12 und 17 Jahren und nicht in der vorherigen Kategorie enthalten;
 - ein Zimmer pro Paar Kinder unter 12 Jahren.“ Source: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Overcrowding_rate&action=statexp-seat&lang=de
26. Hitzetod kann mehrere Ursachen haben, wie z.B. überhitzte Gebäude, Krankheitsanfälligkeiten, und Hitzeeinwirkungen im urbanen Raum, siehe [14]
27. https://www.rki.de/DE/Content/GesundAZ/H/Hitzefolgekrankheiten/Bericht_Hitzemortalitaet.html
28. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ilc_lvho07a__custom_11016415/default/table?lang=en
29. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ilc_lvho07a/default/table?lang=en&category=livcon.ilc_lvho07a__custom_11016415/default/table?lang=en
30. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Healthcare_expenditure_statistics#Healthcare_expenditure_by_function
31. Die Berechnung basiert auf u-WertenSynikia Projekt zu 'multiple benefits': <https://www.synikia.eu/>
32. Synikia Projekt zu 'multiple benefits': <https://www.synikia.eu/>
33. Siehe auch das Compass Model, welches Synergien mit dieser Dimension hat: <https://buildforlife.velux.com/en/compass>
34. Solarschutzmaßnahmen können den thermalen und visuellen Komfort in Innenräumen verändern. Die Maßnahmen können innen oder außen an (Dach)Fenstern angebracht werden. Die üblichen Anwendungen sind Rollos, Vorhänge, Rollläden, Vordächer und Sonnensegel, die alle entweder manuell oder automatisch betrieben werden.
35. Siehe auch das Compass Model, welches Synergien mit dieser Dimension hat: <https://buildforlife.velux.com/en/compass>
36. Siehe auch das Compass Model, welches Synergien mit dieser Dimension hat: <https://buildforlife.velux.com/en/compass>
37. Bio-basierte Materialien werden aus erneuerbaren Materialien hergestellt, wie z.B. Holz oder Pflanzen (u.A. Hanf, Stroh, Algen)
38. Begrünung kann auch innen angebracht werden, mit der richtigen Beachtung von Feuchtigkeitseinflüssen auf Innenräume.
39. Siehe auch das Compass Model, welches Synergien mit diesem Indikator hat: <https://buildforlife.velux.com/en/compass>
40. Daten wurden bis Ende 2023 gesammelt
41. Das bedeutet, dass von 50% der Indikatoren 40% unvollständige Daten haben. Damit liegen für insgesamt 20% unvollständige Daten vor.
42. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_07_60/default/table?lang=en
43. Das Äquivalenzeinkommen ist eine Maßeinheit für das Haushaltseinkommen, das Unterschiede in Größe und Zusammensetzung eines Haushalts berücksichtigt. Dadurch ist es entzerrt bzw. ausgeglichen für alle Größen und Zusammensetzungen von Haushalten: Eurostat
44. <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/bookmark/c2e36dbb-4c9a-48ac-b59f-f1073882e7a4?lang=en>
45. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ilc_mdhw02__custom_7986922/default/table?lang=en
46. <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tessi172/default/table?lang=en>
47. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sts_copi_a__custom_8021486/default/table?lang=en
48. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>
49. https://www.rki.de/DE/Content/GesundAZ/H/Hitzefolgekrankheiten/Bericht_Hitzemortalitaet.html
50. Kühlgradtage messen den Energiebedarf für die Kühlung von Gebäuden. Sie werden berechnet, indem von dem Durchschnitt aus maximaler und minimaler Außentemperatur eine Basistemperatur (üblicherweise 18,3°C) abgezogen wird. Ein positives Ergebnis weist darauf hin, dass gekühlt werden muss. Eine höhere Anzahl an Kühlgradtagen lässt einen erhöhten Energiebedarf für Kühlung während wärmerer Jahreszeiten vermuten.
51. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_chdd_a/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=d4755e45-62ba-403b-8b11-633fd68189ee
52. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/educ_uoe_grad02__custom_8501018/default/table?lang=en
53. Im Appendix des internationalen Healthy Buildings Barometer 2024 [link] ist ein Überblick über die Indikatoren und die entsprechenden Datensätze zu finden.
54. Hilfreich könnte hier eine Integration mit dem Buildings Stock Observatory sein: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/eu-building-stock-observatory_en

