

Identifikation von Handlungsfeldern und Bewertungsmethoden des Positiven Bauens

Eine Literaturrecherche

Wissenschaftliche Projektarbeit im Rahmen des
M.Sc. Environmental Engineering
an der TUM School of Engineering and Design der Technischen Universität
München.

Betreut von Kathrin Theilig und Michael Vollmer
Lehrstuhl für energieeffizientes und nachhaltiges Planen und Bauen

Eingereicht von Helena Gartmeier
Schleißheimer Straße 330
80809 München

Eingereicht am München, den Datum

Vereinbarung

zwischen

der Technischen Universität München, vertreten durch ihren Präsidenten,
Arcisstraße 21, 80290 München

hier handelnd der Lehrstuhl für Energieeffizientes und Nachhaltiges Planen und Bauen
(Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. Lang), Arcisstr. 21, 80333 München

– nachfolgend TUM –

und

Frau Helena Gartmeier
Schleißheimer Straße 330
80809 München

– nachfolgend Autorin/Autor –

Die Autorin / der Autor wünscht, dass die von ihr/ihm an der TUM erstellte Projektarbeit
mit dem Titel

.....

.....

auf mediaTUM und der Webseite des Lehrstuhls für Energieeffizientes und Nachhaltiges Planen und Bauen mit dem Namen der Verfasserin / des Verfassers, dem Titel der Arbeit, den Betreuer:innen und dem Erscheinungsjahr genannt werden darf.

in Bibliotheken der TUM, einschließlich mediaTUM und die Präsenzbibliothek des Lehrstuhls für Energieeffizientes und Nachhaltiges Planen und Bauen, Studierenden und Besucher:innen zugänglich gemacht und veröffentlicht werden darf. Dies schließt auch Inhalte von Abschlusspräsentationen ein.

mit einem Sperrvermerk versehen und nicht an Dritte weitergegeben wird.

(Zutreffendes bitte ankreuzen)

Zu diesem Zweck überträgt die Autorin / der Autor der TUM zeitlich und örtlich unbefristet das nichtausschließliche Nutzungs- und Veröffentlichungsrecht an der Projektarbeit.

Die Autorin / der Autor versichert, dass sie/er alleinige(r) Inhaber(in) aller Rechte an der Projektarbeit ist und der weltweiten Veröffentlichung keine Rechte Dritter entgegenstehen, bspw. an Abbildungen, beschränkende Absprachen mit Verlagen, Arbeitgebern oder Unterstützern der Projektarbeit. Die Autorin / der Autor stellt die TUM und deren Beschäftigte insofern von Ansprüchen und Forderungen Dritter sowie den damit verbundenen Kosten frei.

Eine elektronische Fassung der Projektarbeit als pdf-Datei hat die Autorin / der Autor dieser Vereinbarung beigelegt. Die TUM ist berechtigt, ggf. notwendig werdende Konvertierungen der Datei in andere Formate vorzunehmen.

Vergütungen werden nicht gewährt.
Eine Verpflichtung der TUM zur Veröffentlichung für eine bestimmte Dauer besteht nicht.

Die Autorin / der Autor hat jederzeit das Recht, die mit dieser Vereinbarung eingeräumten Rechte schriftlich zu widerrufen. Die TUM wird die Veröffentlichung nach dem Widerruf in einer angemessenen Frist und auf etwaige Kosten der Autorin / des Autors rückgängig machen, soweit rechtlich und tatsächlich möglich und zumutbar.

Die TUM haftet nur für vorsätzlich oder grob fahrlässig verursachte Schäden. Im Falle grober Fahrlässigkeit ist die Haftung auf den vorhersehbaren Schaden begrenzt; für mittelbare Schäden, Folgeschäden sowie unbefugte nachträgliche Veränderungen der veröffentlichten Projektarbeit ist die Haftung bei grober Fahrlässigkeit ausgeschlossen.

Die vorstehenden Haftungsbeschränkungen gelten nicht für Verletzungen des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit.

Meinungsverschiedenheiten im Zusammenhang mit dieser Vereinbarung bemühen sich die TUM und die Autorin / der Autor einvernehmlich zu klären. Auf diese Vereinbarung findet deutsches Recht unter Ausschluss kollisionsrechtlicher Regelungen Anwendung. Ausschließlicher Gerichtsstand ist München.

München, den

.....
(TUM) (Autor:in)

Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die von mir eingereichte Studienarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Ort, Datum, Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

Vereinbarung	I
Erklärung	III
Inhaltsverzeichnis	1
Kurzfassung.....	5
Abkürzungsverzeichnis	7
Glossar	9
1. Einleitung.....	11
1.1. Ausgangssituation und Motivation	11
1.2. Forschungsfragen.....	12
1.3. Methodik.....	13
2. Grundlagen.....	15
2.1. Herkömmliches Bauwesen und Auswirkungen auf Menschen und Umwelt..	15
2.2. Bezeichnungen und Methoden alternativer Bauweisen.....	16
2.2.1. Alternative Bauweisen	16
2.2.2. Analyse-Tools.....	20
2.3. Zertifizierungssysteme des nachhaltigen Bauens	22
2.3.1. BREEAM	23
2.3.2. LEED	24
2.3.3. DGNB.....	25
2.3.4. LBC	25
2.4. Handlungsmotivation: Vom nachhaltigen zum positiven Bauen	27
2.4.1. Weiterentwicklungsansprüche an das Bauwesen	27
2.4.2. Grenzen bisheriger Bewertungsansätze	28
2.4.3. Neue Ansprüche durch positives Bauen	29
2.4.4. Vorgehensweise zur Ableitung zentraler Handlungsfelder des positiven Bauens	31
3. Handlungsfelder des Positiven Bauens.....	33
3.1. Planungsqualität	33
3.1.1. Planung und Ausführung	33
3.1.2. Standortqualität	33
3.1.3. Lebenszykluskosten und Wirtschaftlichkeit	35
3.1.4. Innovation.....	36
3.1.5. Politischer Rahmen	36
3.2. Stoffkreisläufe.....	37

3.2.1.	Energie	37
3.2.2.	Ressourceninanspruchnahme, Materialien und Abfall.....	39
3.2.3.	Wasser	40
3.2.4.	CO ₂ -Emissionen	42
3.3.	Mensch.....	44
3.3.1.	Gesundheit und Wohlbefinden.....	44
3.3.2.	Ästhetik.....	45
3.3.3.	Sicherheit.....	46
3.3.4.	Soziale Strukturen und Gleichheit	47
3.4.	Biosphäre	48
3.4.1.	Biodiversität	48
3.4.2.	Ökosystemdienstleistungen	49
3.4.3.	(Stadt-)Klima.....	50
3.4.4.	Grüne und blaue Infrastruktur	52
3.4.5.	Umweltauswirkungen und Klimawandel	53
3.5.	Quartiers- und Stadtgestaltung	54
3.5.1.	Landnutzung und Flächenversiegelung.....	54
3.5.2.	Mobilität und Infrastruktur	56
3.5.3.	Nahversorgung und Lebensmittelproduktion	58
3.5.4.	Belebung und Mischnutzung.....	60
4.	Möglichkeiten zur Bewertung von positiven Auswirkungen des Bauens.....	63
4.1.	Geläufige Tools im positiven Bauen.....	63
4.1.1.	Eco-positive design review (eDR)	63
4.1.2.	STARfish	65
4.1.3.	Living Building Challenge (LBC)	67
4.2.	Bewertung der Handlungsfelder des positiven Bauens	68
4.2.1.	Strategie zur Bewertungsuntersuchung	68
4.2.2.	Bewertungsergebnisse und Zusammenfassung.....	69
4.2.3.	Zielsetzungen des positiven Bauens.....	71
5.	Diskussion	75
5.1.	Vorgehensweise und Ergebnisse dieser Arbeit	75
5.2.	Offene Fragen im positiven Bauen.....	77
6.	Zusammenfassung und Fazit	81
7.	Ausblick	83
8.	Literaturverzeichnis.....	85
	Abbildungsverzeichnis	107
	Tabellenverzeichnis	109

Anhang	111
8.1. Tabellarische Übersicht: Handlungsfelder und ihre Bewertungsmethoden.	111
8.2. Fragenkatalog: Eco-positive design review – Social issues	116
8.3. Fragenkatalog: Eco-positive design review – Ecological issues	117

Kurzfassung

Der Prozess der Urbanisierung sorgt sowohl global als auch innerhalb von Deutschland dafür, dass die Mehrheit der Bevölkerung in Städten lebt. Um den Defiziten des Bauwesens in Bezug auf Gesundheit von Menschen und Umwelt entgegenzuwirken, werden global diverse Nachhaltigkeitszertifizierungen eingesetzt.

Ausgehend von diesen leitet die Arbeit Handlungsfelder ab, in denen nicht nur mit nachhaltigen, sondern vielmehr mit positiven Auswirkungen zu bauen ist. Die 22 auf diese Weise identifizierten Bereiche werden in die Kategorien „Planungsqualität“, „Stoffkreisläufe“, „Mensch“, „Biosphäre“ und „Quartiers- und Stadtgestaltung“ eingeordnet. Des Weiteren erlauben drei Bewertungsansätze einerseits eine qualitative, andererseits eine quantitative Beurteilung. Ersteres geschieht primär durch das „Eco-positive Design Review“. Zweiteres ist möglich durch die Tools des „STARfish“ sowie der „Living Building Challenge“, wobei letztere in acht Fällen numerische Benchmarks vorgibt.

Ebenso divergent wie die Methodiken sind die Zielsetzungen des positiven Bauens. In Abhängigkeit von dem betrachteten Handlungsfeld kann Positivität erstens die Erhöhung von Standards im Vergleich zu herkömmlichen Bauweisen bedeuten, zweitens die Reduktion von Effekten, welche Beeinträchtigungen von Menschen und Biosphäre darstellen, drittens als Bedarfsdeckung durch Eigenerzeugung definiert werden, oder viertens die Wiederherstellung von vorindustriellen Zuständen meinen.

Da sich die in dieser Arbeit betrachteten Tools in Bezug auf ihre Vorgehensweisen unterscheiden, ist ein gleichzeitiger Einsatz dieser möglich. Die Etablierung von designorientierten Strategien wie dem positiven Bauen konfrontiert Planungsverantwortliche und Entscheidungsträger in Politik und Bauwesen mit zusätzlichen Ansprüchen. Die Grundsätze des positiven Bauens fortführend, ergibt sich die Notwendigkeit weiterer Forschung. Potenzielle Synergien, welche sich bei einer großflächigen Implementierung dieses Ansatzes ergeben, müssen ebenso untersucht werden wie Anforderungen an Tools zu Monitoring und Bewertung.

Abkürzungsverzeichnis

BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
C2C	Cradle-to-cradle, dt. Von der Wiege zur Wiege
CO ₂ e	CO ₂ -Äquivalente
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
eDR	Eco-positive Design Review
EnEV	Energieeinsparverordnung
LBC	Living Building Challenge
LCA	Life Cycle Analysis, dt. Lebenszyklusanalyse
LCC	Life Cost Calculation, dt. Lebenszykluskostenrechnung
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
GEG	Gebäudeenergiegesetz
O & M	Operation and Maintain, dt. Betriebs- und Erhaltungsphase
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PD	Positive Development
PV	Photovoltaik
SDGs	Sustainable Development Goals, dt. Ziele für nachhaltige Entwicklung
UBA	Umweltbundesamt
UN	United Nations, dt. Vereinte Nationen

Glossar

- **Graue Energie**

Energie, die für Herstellung und Transport von Baumaterial eingesetzt wird (DGNB e.V. 2020)

- **CO₂-Äquivalente**

Neben Kohlenstoffdioxid (CO₂), dem populärsten und prozentual am stärksten vertretenen Treibhausgas werden durch menschliche Aktivitäten weitere treibhausaktive Gase emittiert. Zu diesen zählen unter anderem Methan, Distickstoffoxid, Schwefelhexafluorid und fluorierte Kohlenwasserstoffe. Entsprechend ihres Anteils und ihrer Lebensdauer in der Atmosphäre werden sie anhand ihres Treibhauspotentials angegeben. Somit kann ihre Wirkung mit der von CO₂ verglichen und in CO₂-Äquivalente (englisch CO₂-equivalents, kurz CO₂e) umgerechnet werden. (Umweltbundesamt 2022c; Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013)

- **Planetare Grenzen**

Englisch „planetary boundaries“, durch Johan Rockström 2009 definiert. Die planetaren Grenzen betreffen neun Gebiete, für die Limitationen formuliert werden, innerhalb derer menschliches Leben in der heutigen Form möglich ist. Hierzu zählen „Klimawandel“, „Ozonverlust in der Stratosphäre“, „Versauerung der Meere“, „Neue Substanzen und modifizierte Lebensformen“, „Aerosolgehalt in der Atmosphäre“, „Biogeochemische Flüsse“, „Süßwassernutzung“, „Landnutzungswandel“ und „Intaktheit der Biosphäre“. (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz 2021; Potsdam Institute for Climate Impact Research 2015; Steffen et al. 2015; Stockholm Resilience Centre o. J.)

- **Klimaresilienz**

Resiliente Systeme reagieren widerstandsfähig auf externe Störungen, beziehungsweise weisen „dynamische Stabilitätseigenschaften“ auf. (Universität Leipzig 2021) In Bezug auf Klimatologie können laut Potsdam Institute for Climate Impact Research (o. J.) als Resilienzstrategien Persistenz – Widerstandsfähigkeit zur

Schockabsorption innerhalb von Schwellenwerten –, Anpassungsfähigkeit und Transformierbarkeit unterschieden werden.

1. Einleitung

1.1. Ausgangssituation und Motivation

„Städte haben der Menschheit immer als Motor gedient, um sich in die Zukunft zu projizieren, und als Anker, um den Kontakt mit der Vergangenheit nicht zu verlieren.“ Mega (2011), verweisend auf L.Benevolo

Im historischen Verlauf waren und sind Städte stets Orte der Begegnung, Diversität und Innovation. (Mega 2011) Sie zeichnen sich durch Attraktivität hinsichtlich ihrer Angebotsvielfalt und -qualität aus, durch höhere Löhne und vielschichtigere Arbeitsmöglichkeiten als im ländlichen Umland. (Lang 2022a) Hieraus resultiert der weltweit beobachtbare Megatrend der Urbanisierung, der auch in Deutschland andauert. Dies führt dazu, dass über drei Viertel der deutschen beziehungsweise mehr als die Hälfte der globalen Bevölkerung in Städten leben. Bis zum Jahr 2050 wird dieser Anteil voraussichtlich auf mehr als 80 % steigen. (Schneider 2022; Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung 2022)

Um Einrichtungen des täglichen Bedarfs, Infrastruktur und insbesondere Wohnraum in Städten bereitzustellen, müssen mit steigenden Bevölkerungszahlen neue Flächen ausgewiesen werden beziehungsweise bestehende verdichtet. (Umweltbundesamt 2022b) Darüber hinaus führt die sinkende Haushaltsgröße zu wachsendem Druck auf den Wohnungsmarkt. (Umweltbundesamt 2022h) So sollen in Deutschland jährlich 400.000 neue Wohnungen gebaut werden. (Zdrzalek 2022) Damit einher geht, dass ein signifikanter Anteil der zusätzlich pro Tag versiegelten Flächen dem Siedlungs- und Verkehrsbau zuzuschreiben ist. (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz 2022) Angesichts des global stattfindenden Klimawandels muss der Bausektor einerseits seine Anteile an Ressourcen- und Wasserverbrauch sowie entstehende CO₂-Emissionen und Abfälle reduzieren. Andererseits ist eine Adaption von Gebäuden an klimatische Veränderungen vonnöten, um dauerhaft Sicherheit und Komfort gewährleisten zu können.

Gleichzeitig steht die nationale Baubranche weiteren Herausforderungen gegenüber. Die sinkenden Zahlen von Auszubildenden im Handwerk sorgen auch in der Bauindustrie für einen Fachkräftemangel. Darüber hinaus führen Lieferkettenengpässe zu

Verzögerungen und damit häufig zu Teuerungen im Bauprozess. Dies betrifft auch die Verfügbarkeit von Rohstoffen, wobei die weltpolitische Lage und die Covid-19-Pandemie zu einer Zuspitzung dieser Trends geführt haben. (Blepp 2022; pwc 2021; Bauindustrie o. J.; Cosuno 2021)

Um sowohl den branchenspezifischen Herausforderungen als auch den gesellschaftspolitischen und umweltbezogenen Entwicklungen zu begegnen, muss sich das Bauwesen neu orientieren. Dabei darf nicht vernachlässigt werden, dass Gebäude in erster Linie dafür konzipiert sind, menschliche Bedürfnisse zu erfüllen (Nugent et al. 2016).

1.2. Forschungsfragen

Sich dem Einfluss des Bauwesens auf Menschen und Umwelt bewusst werdend, und in Anbetracht vorgenannter nationaler und globaler Herausforderungen, betrachtet die Forschung zunehmend Maßnahmen zur Reduktion schädigender Auswirkungen. Die resultierenden Vorgaben zu nachhaltigem Bauen befassen sich mit den Gestaltungsmöglichkeiten des Menschen innerhalb planetarer Grenzen und Kapazitäten. Der Ansatz des „Positiven Bauens“ hingegen stellt eine Erweiterung des Nachhaltigkeitsgedankens dar, da sein Fokus über die Minderung von Beeinträchtigungen hinausgeht. Vielmehr zielt „positives Bauen“ darauf ab, Individuen und die belebte Umwelt ebenso wie die Gesamtheit an Gebäuden und die Stadtentwicklung positiv zu beeinflussen. Dies bedeutet, dass die Existenz einer Immobilie, die nach den entsprechend abgeleiteten Prinzipien des positiven Bauens errichtet wurde, einen Mehrwert für Mensch, Umwelt und Umgebung darstellt.

Im Rahmen dieser Arbeit sollen primär Handlungsfelder identifiziert werden, innerhalb derer positives Bauen angewendet werden kann oder angewendet wird. Neben der Einordnung eines „positiven“ Beitrags soll insbesondere geklärt werden, auf welche Weise dieser bewertet werden kann. Zudem wird für bereits eingesetzte Bewertungsstrategien ihre Strategie, bezogen auf das jeweilige Handlungsfeld, erläutert.

1.3. Methodik

Diese Arbeit zielt darauf ab, Charakteristika des heutigen Bauwesens aufzuzeigen und daraus resultierende Auswirkungen zu evaluieren. Des Weiteren werden anhand von etablierten Zertifizierungen zentrale Handlungsfelder des Positiven Bauens abgeleitet.

Der Fokus im Rahmen dieser Arbeit liegt auf Neubauten zu Wohnzwecken im Städtischen. Weiterhin werden Gebäude in Deutschland und vergleichbaren Klima- und Kulturkreisen untersucht.

Zunächst werden in Kapitel 2 für das Verständnis der Arbeit notwendige Begrifflichkeiten erläutert, mit besonderem Augenmerk auf in der Praxis angewandten Bewertungstools und alternativen Bauweisen. Im Kontext mit letzteren werden exemplarisch vier etablierte, in unterschiedlichen Nationen genutzte, Zertifizierungen des nachhaltigen Bauens beleuchtet. Nach Grundlagen zu Auswirkungen des herkömmlichen Bauens wird die Motivation und der Mehrwert des positiven Bauens abgeleitet.

Anhand der benannten Zertifizierungen, unterstützt durch Literatur zu den Prioritäten des positiven Bauens, werden die zentralen Handlungsfelder der Arbeit abgeleitet. Diese werden in Kapitel 3 in fünf Themenbereiche untergliedert und inhaltlich vorgestellt.

Kapitel 4 beginnt mit einer Darstellung von drei unterschiedlich funktionierenden Bewertungsansätzen zu positivem Bauen. Diese werden auf die beschriebenen Handlungsfelder angewandt, um zu analysieren, welche Bereiche zu welchem Detaillierungsgrad gegenwärtig in der Literatur und Forschung bedacht worden sind. Neben einer tabellarischen Zusammenfassung werden die divergenten Zielsetzungen der Handlungsfelder des positiven Bauens beschrieben.

Hierauf folgend werden in Kapitel 5 die Ergebnisse und Vorgehensweise der Arbeit diskutiert und weiterführende Fragestellungen aufgezeigt. Nach einer insgesamt Zusammenfassung der Methodik, Ergebnisse und offener Fragen in Kapitel 6 folgt in Kapitel 7 ein Ausblick auf Weiterentwicklungsmöglichkeiten des positiven Bauens im Kontext mit technischen und gesellschaftspolitischen Vorgängen.

Diese Arbeit bedient sich einer Literaturrecherche mit der Verwendung von deutsch- und englischsprachigen Publikationen. Hierbei werden insbesondere die Begriffe

„Positives Bauen“ und grundlagenspezifisch „nachhaltiges Bauen“ verwendet sowie die englischsprachigen Äquivalente „positive development“, „regenerative design“, „eco-positive“ und „net-positive“. Darüber hinaus bedient sich die Arbeit des Snowballing-Prinzips.

2. Grundlagen

2.1. Herkömmliches Bauwesen und Auswirkungen auf Menschen und Umwelt

Mit dem andauernden Prozess der Urbanisierung sowie einem globalen Bevölkerungswachstum spitzen sich insbesondere im städtischen Umfeld die Effekte des Bauwesens zu. Hierzu zählen zunächst umweltbezogene Konsequenzen.

Die Gebäudebranche ist weltweit für ein Drittel der CO₂-Emissionen verantwortlich. (Lang 2022b) Ähnliche Anteile macht die deutschlandbezogene Baubranche bei den nationalen Emissionen aus. (Umweltbundesamt 2022f) Diese fallen nicht nur in dem Gebäudesektor selbst an, sondern zudem in den Bereichen „Energie“, „Industrie“, „Verkehr“ und „Abfall“. (DGNB e.V. 2020)

Die Baubranche vereint einen wesentlichen Anteil des Ressourcenkonsums auf sich. (Leistner et al. 2022) Ein Drittel des globalen Rohstoffkonsums sowie ein Achtel des Wasserverbrauchs fließen in das Bauwesen. (Lang 2022b). Insbesondere die Herstellung von Zement als Baumaterial wirkt sich massiv auf die Umwelt aus, da hierbei rund fünf Prozent des globalen CO₂-Ausstoßes freigesetzt werden (Boeing 2019). Abfälle, die in der Gebäudelebensphase des „Lebensendes“ entstehen, entsprechen 40 % des weltweiten Abfallaufkommens. (Lang 2022b)

Des Weiteren besteht vor allem in Städten bereits gegenwärtig ein zunehmendes Risiko durch den „Urban Heat Island“-Effekt (dt. „Städtische Hitzeinsel“-Effekt). Ursächlich hierfür sind erstens die gewählten Materialien und Oberflächenstrukturen, die im Bauwesen Usus sind. Die thermisch aktive Masse von Gebäuden und anthropogener Infrastruktur absorbiert einen höheren Anteil der eingestrahnten Wärme. Zweitens besitzen städtische Kerne eine verminderte Fähigkeit zur Kühlung. Dies liegt an einem Mangel an Vegetation und Wasseroberflächen sowie, durch die Stadtgeometrie bedingt, Schneisen für den Frischluftaustausch mit dem Umfeld. Zudem fehlen Schattenspendler, und die Möglichkeit zu nächtlicher Abkühlung. Insgesamt führen diese Rahmenbedingungen dazu, dass die Temperatur in städtischen Zentren 10 °C über denen der ländlichen Umgebung liegen kann. Unmittelbare Auswirkungen auf den Menschen sind Hitzestress, welcher bei vulnerablen Gruppen tödlich sein kann, sowie verminderte Luft- und

Wasserqualität. (United States Environmental Protection Agency 2022; Bauernfeind 2020; Deutscher Wetterdienst o. J.)

Zudem wird das Bauwesen durch eine Vielzahl von Entwicklungen und Megatrends herausgefordert. Zunächst zu nennen ist in Deutschland, gleichsam in westlichen Industrienationen, der demografische Wandel. Dieser führt nicht nur zu einer Verkleinerung der durchschnittlichen Haushaltsgröße, sondern durch einen erhöhten Altenanteil auch zu einer Veränderung der Ansprüche an Barrierefreiheit und Nahversorgung. (Umweltbundesamt 2022h) Zum zweiten erfordert der weltweite Klimawandel eine Erneuerung des Bauwesens. Hierzu zählt nicht nur eine Steigerung der Umweltschutzbemühungen im gesamten Gebäudelebenszyklus. Auch die menschliche Sicherheit bezüglich Trinkwasser- und Nahrungsmittelversorgung sowie der Schutz vor Extremwetterereignissen werden im Planungsverlauf von Bauwerken bedacht werden müssen. Schließlich beeinflusst die Digitalisierung sämtliche Lebensbereiche und damit auch das Bauen und Wohnen.

2.2. Bezeichnungen und Methoden alternativer Bauweisen

Angesichts der im vorherigen Kapitel beleuchteten Problematiken ist ein Kurswechsel bei gängigen Baustrategien unvermeidbar (Wuppertal Institut 2020). Diese sollen zum einen gegenwärtige Belastungen reduzieren, zum anderen insbesondere unter Einbezug der beschriebenen Megatrends zukunftsfähiges Wohnen garantieren. In diesem Kapitel werden zunächst in Abschnitt 2.2.1 Ansätze vorgestellt, die alternative Lösungen für die Baubranche bieten. Hierauf vergleicht Abschnitt 2.2.2 dafür eingesetzte Methoden der Projektplanung, welche in ebenjenen Strategien verwendet werden.

2.2.1. Alternative Bauweisen

Brown et al. (2018) verdeutlichen in folgender Abbildung 1 die Abstufungen von herkömmlichen Bauweisen, deren Einflüsse im vorherigen Kapitel 2.1 beschrieben worden sind, und alternativen Formen des Bauens.

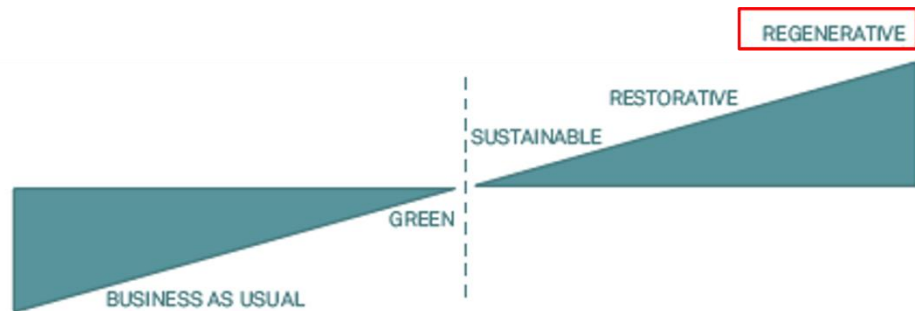


Abbildung 1: Szenarien des Bauens von "Business as usual" zu "Regenerative design". Eigene Bearbeitung von Brown et al. (2018).

Die Schritte von grünem zu nachhaltigem, restaurativen und in letzter Instanz regenerativem Bauen werden im Folgenden dargelegt.

- **Green design, dt. Grünes Design**

Die Klassifikation „grün“ wird im deutschen Sprachgebrauch gemeinhin mit „umweltfreundlich“ gleichgesetzt (Ertl 2021). Dementsprechend unterscheiden sich „grüne“ Gebäude von herkömmlichen insbesondere hinsichtlich eines besseren Abschneidens bezüglich Umweltauswirkungen. Diese umfassen unter anderem Ressourcen- und Materialverwendung sowie die Erschließung und Beeinträchtigung neuer Flächen. Ebenso soll die menschliche Gesundheit weniger stark beeinträchtigt werden. Um „grüne“ Gebäude als solche klassifizieren zu können, wird die Performance in ausgewählten, quantifizierbaren Kriterien gemessen und mit einem relativen Grenzwert verglichen. (Cole 2012b, 2012a; Malik 2021)

Erfolg grüner Gebäude zeichnet sich durch eine Reduktion von negativen Auswirkungen aus. Angesichts der vereinfachenden Technik werden Synergien vernachlässigt und Fragestellungen jenseits von Umweltgedanken, etwa ökologische und soziale Dimensionen, nicht betrachtet. Schließlich wird bei Verbesserungen nicht auf etwaige Nachteile in weiteren Bereichen eingegangen. (Cole 2012b, 2012a; Malik 2021)

- **Sustainable design, dt. Nachhaltiges Design**

Der Begriff der Nachhaltigkeit wurde in seiner frühen Verwendung insbesondere im Jahr 1713 durch den Oberberghauptmann Hans Carl von Carlowitz in Bezug auf zukunftsfähige Forstwirtschaft geprägt (Forstwirtschaft in Deutschland o. J.). Zu seinem modernen

Verständnis hat maßgeblich die vormalige norwegische Ministerpräsidentin Gro Harlem Brundtland während des norwegischen Vorsitzes der „Weltkommission für Umwelt und Entwicklung“ im Jahr 1987 beigetragen. Der Bericht „Our common future“, dt. „Unsere gemeinsame Zukunft“, auch als „Brundtland-Report“ bekannt, beschreibt „Nachhaltigkeit“ als ein Handeln, das „die Bedürfnisse der gegenwärtigen Generation befriedigt, ohne die künftigen Generationen zu beeinträchtigen, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen“ (World Commission on Environment and Development 1987). In der weiteren Entwicklung hat sich seit der Jahrtausendwende die heute geläufige Sichtweise manifestiert, welche Nachhaltigkeit als „Dreiklang von sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Faktoren“ (Bonde und Fuhrmann 2021) auffasst. In Abhängigkeit von ihrem Einsatz werden diese drei Themenfelder, häufig auch als „Säulen der Nachhaltigkeit“ bezeichnet, entweder als gleichwertig berücksichtigt, in unterschiedlicher Weise priorisiert oder um Bereiche wie „Kultur“ erweitert. (Vereinte Nationen 2002; Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung 2023; Gatrell et al. 2016; Bonde und Fuhrmann 2021)

Sämtlichen Definitionen ist gemein, „inter- und intragenerationelle Gerechtigkeit“ (Birke-land 2018) als Kernaspekt von nachhaltigem Verhalten zu sehen. Nachhaltige Strategien sind demnach zukunftsfähig und agieren innerhalb der planetaren Grenzen.

Brown et al. (2018) beschreiben Nachhaltigkeit als einen Sachverhalt, in dem „ebenso viel zurückgegeben wird wie genommen“, und demnach einen Gleichgewichtszustand. Dieser kann im konkreten Fall des Bauwesens überprüft werden bei einem Vergleich zwischen Beeinträchtigungen einerseits und dem Mehrwert durch das Gebäude andererseits.

In ähnlicher Weise erläutern Cole (2012a) und El-Haram et al. (o. J.), dass ein nachhaltiges Bauprojekt einen „multidisziplinären Ansatz [erfordere], welcher die Integration zwischen Strategien, Programmen, Plänen und Projekten über räumliche und zeitliche Grenzen hinweg [fördere und] [...] mit dem Entscheidungsprozess kompatibel“ sei.

Jedoch betont Cole (2012a) und Cole (2012b), dass nicht ein Gebäude per se als nachhaltig zu klassifizieren ist, sondern vielmehr dessen Beitrag zu Standortentwicklung und Bewohnerverhalten zu untersuchen sei. Im Vergleich zu der vorgenannten Vorgehensweise des „green building“ fördere der Nachhaltigkeitsansatz eine umfangreichere Sichtweise durch die Berücksichtigung mehrerer Kriterien. Hieraus ergäbe sich ein

Kreislaufdenken, welches der Nutzung möglicher Synergien zwischen denselben zuträglich sei.

- **Restorative design, dt. Restauratives Design**

Der Vorgang des „Restaurierens“ bezeichnet im deutschen Sprachgebrauch den Vorgang, „etwas wieder in den alten Zustand [zu] bringen [oder] wiederher[zu]stellen“ (DWDS - Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache o. J.). Dementsprechend ist restauratives Design laut Malik (2021) ein Ansatz, welcher bestrebt ist, Schäden durch herkömmliche Bauweisen aufzuwiegen. Folglich kompensieren entstehende positive Effekte diese Nachteile, wobei insgesamt die Existenz von Negativem in Kauf genommen wird. Der Gesamteffekt des restaurativen Designs ist mindestens null, in seiner Weiterführung net-positiv.

- **Regenerative design, dt. Regeneratives Design**

Regenerative Gebäude sind imstande, einzelne Stoffkreisläufe auf Gebäudeebene zu erhalten, da sie gemäß Kudryashova et al. (2015) beispielsweise energie- und wasser-autark entworfen werden. Summa summarum tragen regenerative Ansätze im Unterschied nicht nur zu einer Wiederherstellung, sondern zu einer Verbesserung gegenüber des Status Quo bei. Die Standortentwicklung, aber auch einzelne Akteure wie Bewohner oder am Bau Beteiligte profitieren folglich von dem Bauprojekt. (Malik 2021)

Während nachhaltige Gebäude ein Gleichgewicht zwischen Vor- und Nachteilen erlangen, ermöglicht restauratives Bauen eine „Gesundheit“ von Gesellschaft und Umwelt (Brown et al. 2018). Regeneratives beziehungsweise positives Bauen zielt in letzter Instanz auf eine Förderung von sozialen und ökologischen Fragestellungen ab. (Pedersen Zari 2010)

Der Einsatz regenerativen Designs soll sich dabei nicht nur auf das Gewinnen beziehungsweise Wiederherstellen von Ressourcen beschränken, sondern gemäß Cole und Fedoruk (2015) zudem das Verbrauchsverhalten hinterfragen. Aus dem Zusammenspiel dieser Trends ergibt sich schlussendlich ein net-positiver Effekt.

2.2.2. Analyse-Tools

Um die Ambitionen des alternativen Bauens, die in Kapitel 2.2.1 vorgestellt worden sind, messen und bewerten zu können, sind Analyse-Tools entwickelt worden. Diese werden im Folgenden ausgeführt.

- **Ökologischer Fußabdruck**

Der ökologische Fußabdruck veranschaulicht die Umweltauswirkungen durch menschliches Verhalten. Dabei werden bioaktive Flächen mit versiegelten, landwirtschaftlich oder energetisch genutzten oder für Rohstoffe bewirtschafteten Arealen verglichen. Hierfür werden beide Größen in globale Hektar umgerechnet. Auf Basis des individuellen beziehungsweise nationalen Konsums, verglichen mit der zur Verfügung stehenden Biokapazität, kann darüber hinaus errechnet werden, um welchen Faktor der Ressourcenverbrauch globale Vorräte übersteigt. Für weitere Anwendungen wurde beispielsweise der Wasserfußabdruck entwickelt, welcher analog arbeitet. (Earth Overshoot Day o. J.; Winter und Ebert 2021)

- **Lebenszyklusanalyse (LCA) / Ökobilanzierung**

Die Lebenszyklusanalyse (englisch „Life Cycle Assessment“, kurz LCA), im deutschen Sprachgebrauch auch „Ökobilanzierung“, ist für Produkte, aber auch Dienstleistungen anwendbar, und zunächst nicht spezifisch auf das Bauwesen bezogen (Braune et al. 2018). Wird die LCA für die Untersuchung eines Neubaus angewendet, sind vier der namensgebenden Lebensphasen zu betrachten, welche folgende Abbildung 2 verdeutlicht. (Braune et al. 2018)

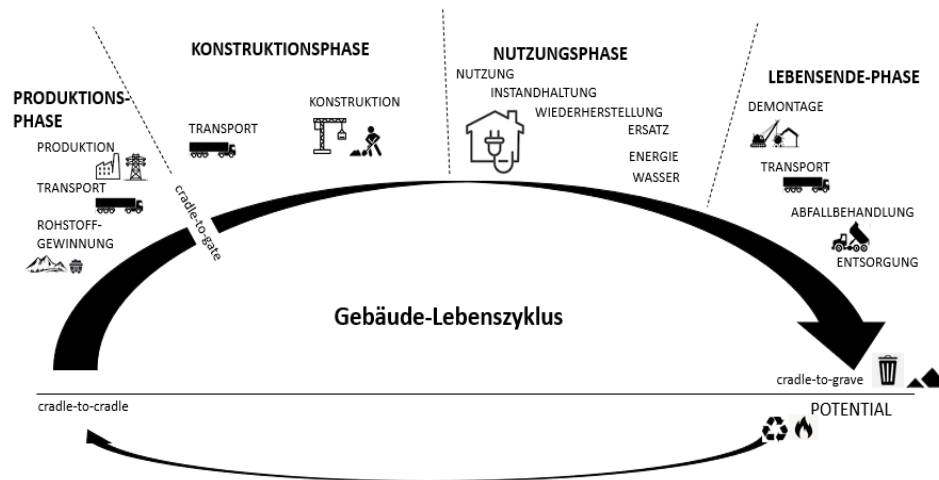


Abbildung 2: Phasen und zugehörige Prozesse des Gebäudelebenszyklus. Eigene Darstellung nach Winter und Ebert (2020).

Der Produktionsphase der Rohstoffgewinnung und Bauteilproduktion folgt die Konstruktionsphase. An diese schließt die Nutzungsphase an, welche zudem Austausch- und Modernisierungsarbeiten sowie den Energie- und Wasserverbrauch einbezieht. Zuletzt wird in der Entsorgungsphase das Gebäude rückgebaut und der Abfall beseitigt. (Braune et al. 2018) Die LCA ist zunächst eine lineare Betrachtungsweise, da der Lebenszyklus des Gebäudes, sowie auch seiner Bestandteile, mit der jeweiligen Beseitigung endet. Somit analysieren die LCA beziehungsweise die Ökobilanzierung Auswirkungen „von der Wiege bis zur Bahre“. Wie jedoch Abbildung 2 entnommen werden kann, ist ein Schluss von der linearen zu einer Kreislaufanalyse möglich durch eine entsprechende Wiederverwendung auf Gebäude- beziehungsweise Baustoffebene. (Braune et al. 2018) Dieser Absatz wird unter dem Punkt „Cradle-to-Cradle“-Prinzip sowie „Circular Economy“ genauer ausgeführt.

- **Lebenszykluskostenrechnung (LCC)**

In Fortführung zur LCA wird die Lebenszykluskostenrechnung (LCC) genutzt, um eine Wirtschaftlichkeitsberechnung über den Lebenszyklus durchführen zu können. Hierbei werden nicht nur Anschaffungskosten betrachtet, sondern auch sämtliche weiteren, im Verlauf des Lebenszyklus entstehenden, Kosten einkalkuliert. Hierzu zählen ebenfalls Kosten für sogenannte externe Effekte, beispielsweise die Belastung der Umwelt. Dies

hat zur Folge, dass Präferenzen, zum Beispiel hinsichtlich der Umweltfreundlichkeit, in die LCC einbezogen werden können. (Umweltbundesamt 2017a)

- **Cradle-to-Cradle, dt. Von der Wiege zur Wiege**

Wie im Abschnitt zur Lebenszyklusanalyse und in der zugehörigen Abbildung 2 hervor-gehoben, ist die Cradle-to-Cradle (C2C)-Analyse eine Möglichkeit der zirkulären Be-trachtung. Dabei sollen Materialien und Rohstoffe in einem Kreislauf gehalten werden. Dies dient in erster Linie der Abfallvermeidung und dem gezielten Ressourceneinsatz. Es muss bedacht werden, dass Energie zur Umformung von Material für eine umwelt-verträgliche C2C-Systematik aus erneuerbaren Quellen zu entnehmen ist. (Baunetz-Wissen o. J.)

- **Circular Economy, dt. Kreislaufwirtschaft**

Analog zum Cradle-to-Cradle-Prinzip stellt die Circular Economy, deutsch Kreislaufwirt-schaft, einen Ansatz dar, innerhalb dessen „Materialien, Produkte und Dienstleistungen so lange wie möglich in einem Kreislauf“ (United States Environmental Protection Agency 2022) gehalten und gewirtschaftet werden. Auf diese Weise werden Stoffkreis-läufe erhalten, sowie Anreize zu Wiederverwendung und Recycling von Produkten ge-geben. (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbrau-cherschutz o. J.; United Nations Conference on Trade and Development o. J.)

Nachdem in diesem Kapitel 2.2 der Gedanke des nachhaltigen Bauens und zugehörige Analyse-Tools ausgeführt wurden, befasst sich Kapitel 2.3 mit gängigen Zertifizierungs-systemen des Bauwesens. Dabei wird ebenso der Aufbau der Zertifikate beleuchtet und ihr Beitrag abschließend auf Abbildung 4 auf Seite 26 von „nachhaltig“ über „restaurativ“ bis zu „regenerativ“ eingeordnet.

2.3. Zertifizierungssysteme des nachhaltigen Bauens

Insbesondere in Industrienationen hat das Wissen um nachteilige Auswirkungen von Bauen, wie in Kapitel 2.1 ausgeführt, zur Entwicklung von Ansätzen des nachhaltigen

Bauens geführt. Untenstehende Abbildung 3 verdeutlicht, in welchen Nationen etablierte Nachhaltigkeitszertifikate vorwiegend angewendet werden.



Abbildung 3: Internationale Zertifizierungen nach Nationen. Bearbeitung von Geiselman (2019).

Für die weiteren Betrachtungen in dieser Arbeit werden hieraus vier global angewandte Zertifizierungen ausgewählt. Die folgenden vier Abschnitte 2.3.1 bis 2.3.4 erläutern die Funktionsweise und Spezifika von BREEAM, LEED, DGNB und LBC. Bei den beschriebenen Auszeichnungen handelt es sich um freiwillige Belege für die Performance eines Gebäudes. Jedoch kann, wie beispielsweise in New York City geschehen, auf kommunaler Ebene eine Zertifizierung von Neubauten bestimmter Gebäudetypen gefordert werden. (Vierra 2022; New York City Department of Design and Construction)

Die zentralen Handlungsfelder der einzelnen Zertifizierungsschemata werden final in Abbildung 6 im folgenden Kapitel 2.4.4 dargelegt.

2.3.1. BREEAM

Die Zertifizierung „BREEAM“ (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) wurde in Großbritannien im Jahr 1990 entwickelt. Sie wird von der Organisation BRE (Building Research Establishment) betrieben. Insbesondere in Europa

sowie im Nahen und Mittleren Osten findet BREEAM Anwendung. (Kudryashova et al. 2015) Insgesamt wurden bislang rund 535.000 Projekte mit BREEAM ausgezeichnet. (BRE Group o. J.a)

BREEAM bedient sich mehrerer Tools im Zertifizierungsprozess. Hierzu zählt zunächst die Lebenszyklusanalyse, aber auch der Kreislaufgedanke schlägt sich in den Ambitionen von BREEAM nieder. In ihren Zielen orientiert sich diese Zertifizierung an den Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen (UN Sustainable Development Goals, kurz SDGs). Für das Erstellen der Zertifizierung werden in zehn Themenbereichen 57 Kriterien abgedeckt, wie Abbildung 6 zeigt. (BRE Group o. J.b; TÜV Süd; DGNB e.V. 2018b)

Bewertungsergebnisse werden in sechs Abstufungen ausgesprochen, von „Hervorragend“, „Ausgezeichnet“, „Sehr gut“, „Gut“ zu „Durchschnittlich“ und „Akzeptabel“. Hierfür erfolgt eine Punktvergabe pro Themenbereich, wobei diese unterschiedlich stark gewichtet werden. Neben Wohnraum können auch andere Gebäudetypen zertifiziert und sowohl Neubauten als auch Bestand untersucht werden. (Horster 2022; Haroglu 2013; Barthauer et al. 2021)

2.3.2. LEED

„LEED“ ist das Akronym für Leadership in Energy and Environmental Design und beschreibt die gleichnamige Zertifizierung, die im Jahr 2000 in den USA veröffentlicht wurde und seitdem vom USGBC (US Green Building Council) durchgeführt wird. LEED-Zertifikate dominieren in den USA, in Indien und in China. Zusammen mit dem BREEAM-Zertifikat zählt es nach eigener Aussage zu den global am weitesten verbreiteten. Im Jahr 2021 wurden insgesamt über 1.900 Bauprojekte zertifiziert, wovon der Hauptanteil aus China stammt. (Kudryashova et al. 2015; Verdinez 2022)

LEED unterscheidet 52 Kriterien aus insgesamt neun Themenfeldern. Es erfolgt eine Unterscheidung nach Gebäudeteil, Nutzungszweck sowie separate Anforderungen für Neubauten. Darüber hinaus differenziert LEED zwischen sogenannten „Pre-requisites“, welche Mindestanforderungen formulieren, und „Credits“, welche bepunktet werden. Aus der Summe letzterer erlangt das Projekt eine Gesamtpunktzahl, welche in aufsteigender Reihenfolge in die Kategorien „Zertifiziert“, „Silber“, „Gold“ und „Platin“ eingeordnet werden können. (Hoinka; US Green Building Council 2019; DGNB e.V. 2018b)

2.3.3. DGNB

Die „DGNB“, die „Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen“ ist Träger eines eigenen, gleichnamigen Zertifikats seit dem Jahr 2009. (Kudryashova et al. 2015) Aufgebaut ist die DGNB als eingetragener Verein (e.V.) mit rund 1.200 Mitgliedsorganisationen. (Geiselman 2019)

Auszeichnungen werden in den Abstufungen „Bronze“, „Silber“, „Gold“ und „Platin“ vergeben. Gemäß der Statistik der DGNB wurden in den Jahren von 2009 bis einschließlich 2019 über 5.900 Bauprojekte zertifiziert. Darunter haben 35,6 % den höchsten Standard erlangt. (Buenger et al. 2020) Innerhalb von Deutschland haben DGNB-Zertifikate einen signifikant höheren Marktanteil als BREEAM und LEED. (Geiselman 2019) Hingegen werden DGNB-Auszeichnungen ebenfalls im europäischen und internationalen Ausland vergeben. (Buenger et al. 2020)

Die DGNB orientiert sich an sechs Themenfeldern, welche 37 Einzelanforderungen zusammenfassen. Die Bewertung erfolgt anhand von der Analyse und Bepunktung von Indikatoren für jedes Kriterium. Unterschiedliche Anforderungen werden gestellt an Wohn- beziehungsweise Bestandsgebäude sowie in Abhängigkeit von Gebäudenutzungszwecken, darüber hinaus existieren Schemata für Quartiere sowie Innenräume. (Geiselman 2019) Das DGNB-Zertifikat arbeitet mit Lebenszyklusbetrachtungen. (Geiselman 2019)

2.3.4. LBC

Kudryashova et al. (2015) führen an, dass das „LBC“- (Living Building Challenge) Zertifikat, entwickelt vom „International Living Future Institute“, sich selbst als „fortschrittlichste“ Bewertung bezeichnet. Dies bedeutet, dass Living-Building Gebäude einen holistischen Ansatz verfolgen, und mindestens Nachhaltigkeit, in weitergehenden Fällen auch ein regenerativer Zustand, erreicht werden soll. LBC-Zertifikate werden in erster Linie in Nordamerika vergeben, jedoch auch in asiatischen und europäischen Ländern.

Der Zertifizierungsstandard The International Living Future Institute (2019) schreibt 20 sogenannte „Imperative“ aus, welche Forderungen darstellen, die allesamt von zertifizierten Neubauten, von Bestandsgebäuden zu einem Großteil, erfüllt werden müssen. (Cole 2012b) Sie können in sieben Kernbereiche gruppiert werden, auf welche Kapitel

2.4.4 detaillierter eingehen wird. Entscheidend für die LBC-Auszeichnung ist darüber hinaus, dass für die Analyse Gebäudedaten nach einer zwölfmonatigen Betriebsphase erhoben werden. In Abhängigkeit von Gebäudetyp und Nutzungszweck können die Anforderungen adaptiert werden. (The International Living Future Institute 2019; Cole 2012b) Um das Bauprojekt in den regionalen Kontext einzubinden, grenzt die LBC sechs Raumstrukturtypen voneinander ab, für welche entsprechend unterschiedliche Baumaßnahmen erlaubt sind. (The International Living Future Institute 2019) Der Betreiber der LBC, das International Living Future Institute, vergibt auch andere Zertifizierungen, beispielsweise für „Zero Energy“ und „Zero Carbon“. (The International Living Future Institute 2019)

Untenstehende Abbildung 4 ordnet in der Praxis gängige Zertifizierungssysteme für nachhaltiges Bauen ein. Die Unterscheidung basiert dabei auf der Abstufung in Bezug auf den in Kapitel 2.2.1 definierten Begriffen „nachhaltiges“, „restauratives“ und „regeneratives“ Bauen.

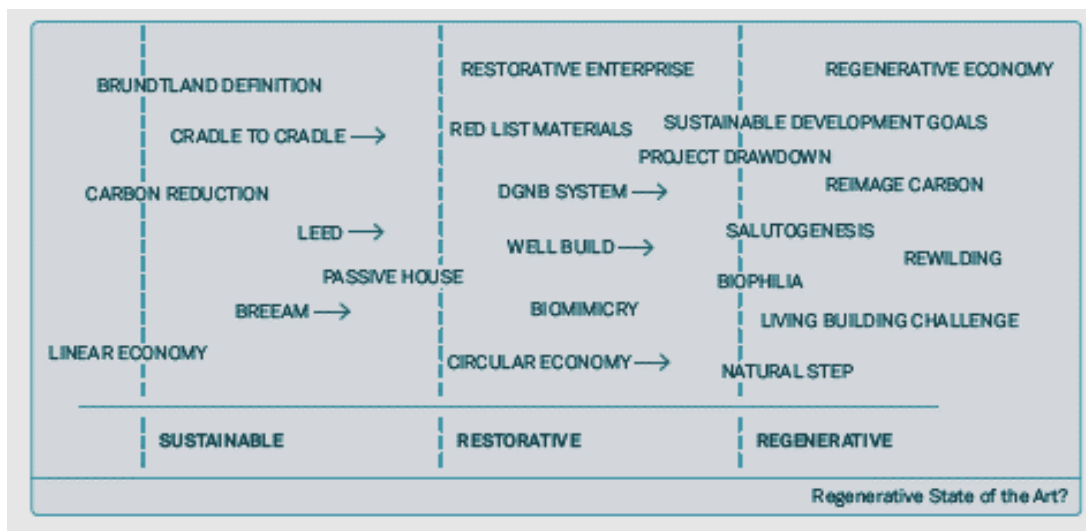


Abbildung 4: Ansätze von Zertifizierungen. Brown et al. (2018)

In Bezug auf die in diesem Kapitel vorgestellten Bewertungen bewegen sich BREEAM und LEED in ähnlichen Dimensionen zur Erlangung von „Nachhaltigkeit“. Mit weiterreichenden Anforderungen sind DGNB-zertifizierte Gebäude als „restaurativ“ einzuordnen. Am umfangreichsten arbeitet die LBC, welche „regenerative“ Zustände anstrebt.

Den beschriebenen vier Systemen ist gemein, dass Planungsteams für eine Auszeichnung üblicherweise Standards ansetzen, welche deutlich über gesetzlich festgeschriebenen Minima liegen.

2.4. Handlungsmotivation: Vom nachhaltigen zum positiven Bauen

2.4.1. Weiterentwicklungsansprüche an das Bauwesen

Angesichts der Umweltherausforderungen und Gefährdungen menschlicher Gesundheit und des Wohlbefindens haben sich die vorgestellten sowie zahlreiche weitere Zertifizierungen herausgebildet. Institutionen des Umweltschutzes und der Nachhaltigkeit stellen zunehmend Forderungen, was zukunftsfähiger Wohnungsbau leisten muss.

Das Umweltbundesamt (UBA) und die DGNB formulieren unter anderem die Anforderung, die Recycling- und Rückbaumöglichkeiten von Gebäuden zu erhöhen, um Kreislaufhandlungen verbessern zu können. Risiken für Ökosysteme und die lokale Umgebung sollen ebenso vermieden werden wie solche für die menschliche Gesundheit. Betont wird außerdem die Wahrung des Komforts für Nutzende, die Anpassung an die in Kapitel 2.1 beschriebenen Megatrends – Urbanisierung, Klimawandel, demografischer Wandel und Digitalisierung – und die Integration des Einzelgebäudes in den städtebaulichen Kontext. (Verbücheln et al. 2021; DGNB e.V. 2018a) Weiterhin wird für eine zukünftige und zukunftsfähige Quartiers- und Stadtentwicklung eine Verdichtung vorgeschlagen, die vielfältige Nachbarschaften und damit Mischnutzung präferieren. Außerdem wird ein suffizienter, mit anderen Worten ein gemäßiger, Umgang mit noch unversiegelten Flächen gefordert. (Kommission Nachhaltiges Bauen am Umweltbundesamt 2019) Auch Effizienzsteigerungen können erzielt werden, wenn „kompakter[e] Gebäudegeometrien“ (Kommission Nachhaltiges Bauen am Umweltbundesamt 2019) gewählt werden.

Die Nutzung von bereits existierenden Umwelttechnologien wie Wärmepumpen, das Monitoring von Daten aus dem Gebäudebetrieb und eine Vernetzung von Einzelgebäuden unterstützen laut Kommission Nachhaltiges Bauen am Umweltbundesamt (2019) und Mahler et al. (2019) diese Zielsetzungen. Gemäß Braune et al. (2018) ist darüber hinaus nicht nur die Lebensdauer einer Immobilie, welche bei Wohngebäuden rund 80 Jahre beträgt (Pfeiffer 2019), als Kenngröße zu beachten. Vielmehr soll die

Nutzungsdauer des Gebäudes, aber auch des technischen Ausbaus, und damit gegebenenfalls notwendige Umbauten, Wartungen und Ersatzteile während der Gesamtlebensdauer, herangezogen werden. (Mahler et al. 2019)

Kritisiert wird an den Vorgehensweisen von BREEAM und LEED das Verständnis von Nachhaltigkeit als Verbesserung gegenüber herkömmlichen Standards anstelle der Vorgabe eigener Benchmarks. (Birkeland 2012) Nichtsdestoweniger können als „nachhaltig“ klassifizierte Projekte nach wie vor negative Auswirkungen erzeugen. Malik (2021) betont etwa, dass sich ebendiese Nachteile akkumulieren. Aus diesem Grund wird im folgenden Kapitel 2.4.2 aufgezeigt, wo bislang eingesetzte Ansätze Grenzen aufweisen.

2.4.2. Grenzen bisheriger Bewertungsansätze

Obwohl die in Kapitel 2.3 vorgestellten Zertifikate auf unterschiedliche Weisen die Standards herkömmlicher Bauweisen erhöhen und Vergleichbarkeiten erlauben, unterliegen sie Limitationen. Gleiches gilt für die beleuchteten Bewertungsstrategien.

Die Methode des ökologischen Fußabdrucks wird dahingehend kritisiert, dass sie über Emissions- und Flächenberechnung hinausgehende Aspekte vernachlässigt. Sowohl sozioökonomische Faktoren als auch Auswirkungen von Emissionen auf die Biokapazitäten von Vegetation und Ozeanen gehen nicht in die Berechnung ein. (Earth Overshoot Day o. J.)

Obwohl die C2C-Methode die Erhaltung von Rohstoffen innerhalb eines Kreislaufs anstrebt, beschreiben Bjørn und Strandesen (2011), dass die Einbringung neuer Materialien und Rohstoffe umweltbezogene Vorteile bringt. Im Gegenzug kann das C2C-Prinzip mit einer Beeinträchtigung der Biodiversität und der wirtschaftlichen Prosperität einhergehen. In ähnlicher Weise fungiert die Circular Economy, wie in Abschnitt 2.2.2 beschrieben. An diesem Ansatz nachteilig zeigt sich die Tatsache, dass etwa „eine Effizienzsteigerung einer Technologie zu einer verstärkten Nutzung dieser Technologie führ[en kann]“ (Fennemann et al. 2018).

Die LCA beziehungsweise Ökobilanzierung zeichnet sich zwar durch einen zeitlich holistischen Ansatz aus. In ihren Ergebnissen ist sie nach Renger et al. (2015) jedoch nicht imstande, Effekte zu messen, die über net-zero hinausgehen. Wie in Abschnitt 2.2.2 erläutert, bedient sich die LCC derselben Vorgehensweise wie die LCA.

Nichtsdestotrotz ist Schury (2012) zufolge „unklar, ob das Life-Cycle Costing Konzept auf dem klassischen Produktlebenszyklus oder auf dem Lebenszyklus eines Einzelprodukts aufbaut“. Ebenso können Variationen in Berechnungs- und Datengrundlage Ergebnisse verzerren, bedingt durch Datenmangel und Subjektivität der Vorgehensweise. (Braune et al. 2018; Winter und Ott 2021)

Zusammenfassend kann an dieser Stelle gefolgert werden, dass derzeit etablierte Ansätze innerhalb der Ansprüche des nachhaltigen Bauens zielführend angewendet werden können. Jedoch laufen sich die Bewertungstools in ihrer Funktionsweise teils zuwider, wie Bjørn und Hauschild (2018) exemplarisch für LCA und C2C zeigen. Aus den in Kapitel 2.1 dargestellten Herausforderungen sowie den oben beleuchteten Limitationen ergibt sich eine Notwendigkeit für die Weiterentwicklung der Anforderungen an das Bauen. Hieraus resultieren einerseits Bestimmungen an das positive Bauen per se, andererseits auch für Methoden zu dessen Bewertung. Diese Aspekte sollen im folgenden Kapitel ausgeführt werden.

2.4.3. Neue Ansprüche durch positives Bauen

Wie in den vorherigen Kapiteln dieser Arbeit beleuchtet, bildet das nachhaltige Bauen einen wichtigen Pfeiler in der Abkehr von herkömmlichen, den Menschen und die Umwelt schädigenden Bauweisen. Es wurde jedoch auch ausgeführt, an welchen Stellen diese Ansätze nicht länger ausreichend sind, und daher die Notwendigkeit einer neuen Bauform aufgezeigt.

Somit stellt etwa die DGNB die Frage, „ob neutral bereits gut genug“ (DGNB e.V. 2020) sei. Um die Fortführung von Neutralitätskonzepten zu erlangen, ist, wie in untenstehender Abbildung 5 nach Pedersen Zari (2010) verdeutlicht, eine gedankliche Neuorientierung erforderlich.

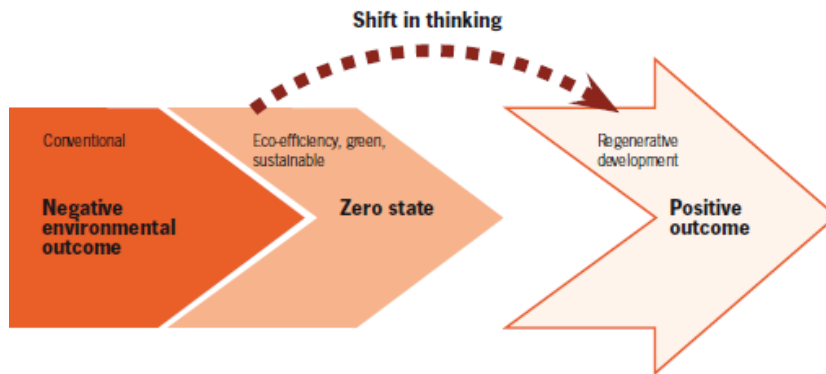


Abbildung 5: Veränderungen der Bauweise erfordern eine gedankliche Neuorientierung. Bearbeitung von Pedersen Zari (2010).

Birkeland (2020) moniert, dass in gegenwärtigen Ansätzen zum Erreichen von Nachhaltigkeit lediglich die Verbesserung gegenüber nicht-nachhaltiger Praktiken gemessen würde. Dadurch würden jedoch nach wie vor schädigende Einflüsse in Kauf genommen. Dies betonen auch Brown et al. (2018), die „mehr Bewusstsein für physikalisches, soziales und wirtschaftliches Planungsdesign“ fordern. Folglich kann sich eine Positivität im Bauwesen nur teilweise technologischer Unterstützung bedienen. Vielmehr ist eine verhaltensorientierte und ganzheitliche Neuausrichtung vonnöten.

Der Stand der Forschung zu positiven Bauweisen schlägt sich in Strategien wie Plusenergiehäusern nieder, welche ihren Eigenenergiebedarf selbst decken und darüber hinaus ein Plus an Energie gewinnen können. (Brown et al. 2018) Weitere Stellen, an denen in der Literatur positive Effekte durch das Bauwesen festgestellt werden, umfassen die Nutzung lokaler Märkte und Rohstoffe, das Recycling von anfallendem Abfall und die Schaffung von Ökosystemen für beheimatete Spezies. Darüber hinaus wird empfohlen, ein Gebäude auf multiple Art und Weise zu nutzen, etwa für urbane Landwirtschaft, sowie es im Kontext zu seiner Nachbarschaft zu planen und zu betreiben. (Brown et al. 2018) Der Schutz von natürlichen Wasser- und Bodenressourcen wird darüber hinaus von Malik (2021) thematisiert.

Insgesamt befasst sich das positive Bauen also weitgehend mit denselben Fragestellungen, die sich Forschende zu nachhaltigem Bauen auf die Agenda geschrieben haben. Jedoch sollen durch die erzielten positiven Auswirkungen nicht nur die Schädigungen durch das Gebäude ausgeglichen werden für einen net-zero Impact. Stattdessen wird ein net-positives Szenario erlangt, das in der weitesten Form keine negativen

Konsequenzen nach sich zieht. (Malik 2021) Birkeland (2014) sieht als Mindestzielsetzung, die Umgebung aus Wasser, Luft, Boden, die Menschen und die Entwicklung des Standorts final durch die Existenz des Gebäudes „gesünder“ werden zu lassen. Darüber hinaus sind design-basierte Maßnahmen zu ergreifen, welche einen Mehrwert sowohl on- als auch off-site erzielen.

2.4.4. Vorgehensweise zur Ableitung zentraler Handlungsfelder des positiven Bauens

In Kapitel 2.3 wurden gängige Zertifizierungsschemata und ihre Funktionsweisen vorgestellt. Untenstehende Abbildung 6 fasst die zentralen Handlungsfelder von LEED, BREEAM, DGNB und LBC zusammen.

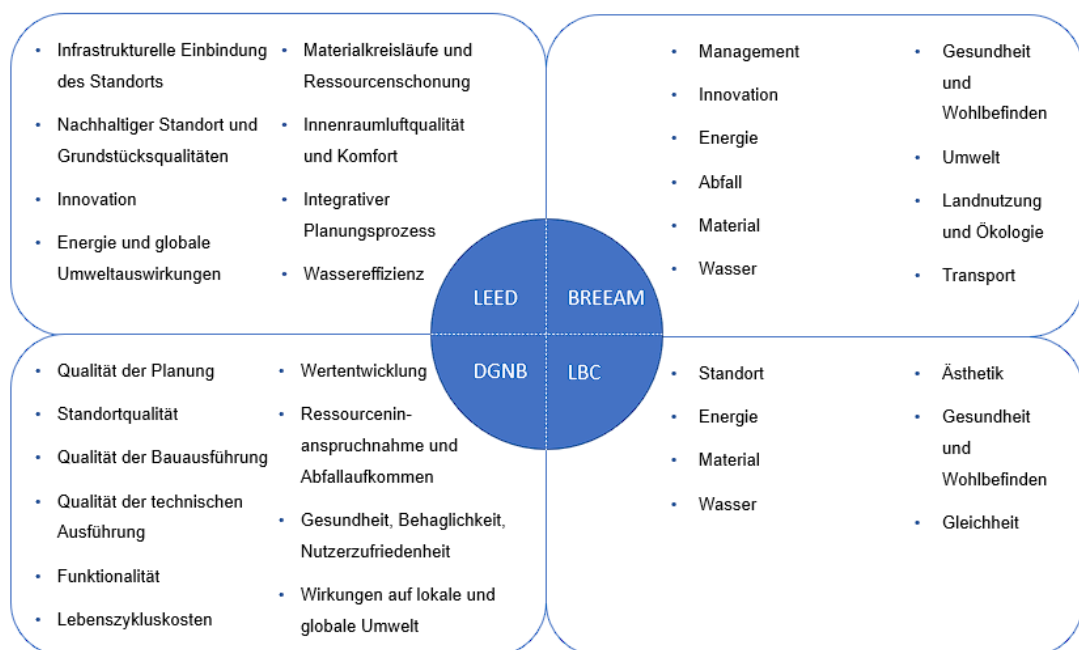


Abbildung 6: Zentrale Handlungsfelder gängiger Nachhaltigkeitszertifizierungen. Eigene Darstellung basierend auf Informationen zu LEED (Hoinka; US Green Building Council 2019), BREEAM (TÜV Süd), DGNB (DGNB e.V. 2018a) und LBC (The International Living Future Institute 2019).

Im Zertifizierungsprozess werden diese Handlungsbereiche teils in weitere Indikatoren aufgeschlüsselt, weswegen etwa die DGNB 37 Einzelkriterien unterscheidet. (DGNB e.V. 2018a) Wie das vorhergehende Kapitel 2.4.3 beleuchtet hat, gehen Anforderungen an positives Bauen über „grüne“ oder „nachhaltige“ Bauweisen hinaus. Aus diesem

Grund werden die in Abbildung 6 genannten Kriterien als grundlegend für die Formulierung von Handlungsfeldern eingeordnet. Es wurde jedoch in diesem Kapitel gezeigt, an welchen Stellen Positivität einen Mehrwert generieren kann. Demzufolge werden im Rahmen dieser Arbeit die Kernkriterien bestehender Zertifizierungen kumuliert und um die Handlungsbereiche der Literatur des positiven Bauens erweitert.

Die genannten Handlungsfelder können, wie in Kapitel 3 ausgeführt wird, mit fünf Oberbegriffen überschrieben werden. Im Rahmen dieser Arbeit werden somit für Projekte des positiven Bauens „Planungsqualität“, „Stoffkreisläufe“, „Mensch“, „Biosphäre“ und „Quartiers- und Stadtgestaltung“ betrachtet, wie in Abbildung 7 dargestellt.



Abbildung 7: Handlungsfelder des positiven Bauens. Eigene Darstellung.

Die Reihenfolge der Handlungsfelder innerhalb eines Themenkomplexes orientieren sich dabei an keiner definierten Priorisierung. Jedoch sind die übergeordneten Bereiche aufeinander abgestimmt. Sie folgen zum einen dem Bauprozessverlauf von Planung über Ressourcengewinnung zu Konstruktion, zum anderen wird der Blick von der Gebäude- auf die Quartiers- und schließlich auf die Stadtebene aufgeweitet. Im Folgenden befasst sich Kapitel 3 mit den Inhalten der 22 identifizierten Handlungsfelder.

3. Handlungsfelder des Positiven Bauens

Nachdem in den vorausgehenden Kapiteln die Kerngedanken des positiven Bauens vorgestellt und die Vorgehensweise zur Auswahl von Betrachtungspunkten erläutert wurde, befasst sich dieses Kapitel mit den Inhalten der Handlungsfelder. Dies beinhaltet zunächst grundsätzliche Erklärungen zu den 22 Themen, welche in Abschnitt 2.4.4 hergeleitet wurden. Darüber hinaus wird insbesondere auf potenzielle Verbindungen zu weiteren Handlungsfeldern hingewiesen.

3.1. Planungsqualität

3.1.1. Planung und Ausführung

Der Planungsprozess steht der Bauausführung bevor. Nach den Richtlinien der DGNB wird in diesem Schritt zunächst die Frage nach dem Bedarf der Immobilien gestellt. Dabei werden außerdem zeitliche und finanzielle Rahmenbedingungen sowie das Gebäude in seiner Gesamtheit und im nachbarschaftlichen Kontext skizziert. (DGNB e.V. 2018a) Darüber hinaus betont LEED, dass „durch eine frühzeitige Analyse von Korrelationen“ (US Green Building Council 2019) Zuverlässigkeit und Qualität der Planung gewährleistet werden können.

Weiterhin ist es von Vorteil, bereits an dieser Stelle Partizipation zu ermöglichen. Dies geschieht durch Kommunikation des Bauvorhabens an die Öffentlichkeit, aber auch durch Informationsveranstaltungen für Mitbürger. (DGNB e.V. 2018a)

3.1.2. Standortqualität

In den Worten der DGNB ist unter diesem Handlungsfeld „die Wirkung des Projekts auf sein Umfeld und umgekehrt“ (DGNB e.V. 2018a) zu verstehen.

Zum einen wird von dem gewählten Standort gefordert, dauerhaft sicheren Wohnraum bereitstellen zu können. Im deutschen und europäischen Raum zählen unter anderem Hochwasser, Erdbeben oder Waldbrände zu standortbezogenen,

wohnraumgefährdenden Naturereignissen. (DGNB e.V. 2018a; Schauser und Daschkeit 2022; Leistner et al. 2022) Des Weiteren ist Deutschland insgesamt von Temperaturanstiegen und Hitzeereignissen betroffen, wie in Kapitel 2.1 bereits beschrieben. (DGNB e.V. 2018a; Leistner et al. 2022)

Risikoanalysen werden durchgeführt, um die Gefahrenexposition des gewählten Standorts quantifizieren zu können. Insbesondere unter diesem Gesichtspunkt spielen „Umweltauswirkungen und Klimawandel“ eine zentrale Rolle, um die Zukunftsfähigkeit des Gebäudes zu garantieren. Auf diesen Aspekt wird in Abschnitt 3.4.5 genauer eingegangen werden. Weiterhin können Wohngebäude lokalen Belastungen, beispielsweise partikulären Luftschadstoffen und Lärmmissionen ausgesetzt sein. (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2018) Dies stellt insbesondere eine Korrelation zu Kapitel 3.5.2 dar.

Zum anderen ist es als vorteilhaft anzusehen, einen solchen Standort zu bestimmen, der die Befriedigung einer Vielzahl der Bewohnerbedürfnisse ermöglicht. Vice versa beeinflusst der gewählte Standort das Handlungsspektrum für Anwohner. (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2018) Aus diesem Grund finden sich Korrelationen zwischen dem Handlungsfeld „Standortqualität“ und anderen Bereichen wie „Mobilität und Infrastruktur“, siehe Absatz 3.5.2, oder „Nahversorgung und Lebensmittelproduktion“, beschrieben in dem darauffolgenden Abschnitt.

Zugleich ergeben sich aus der Wahl des Standortes Rahmenkonditionen für die Bauplanung und -ausführung. Dies beinhaltet unter anderem die Verwendung von lokal vorliegenden Rohstoffen, die Anpassung an klimatische Bedingungen und die optische und konzeptionelle Eingliederung in die Nachbarschaft. (DGNB e.V. 2018a; Sachverständigenrat für Umweltfragen 2018) Weitere Aspekte wie Außenlärmpegel und Luftbelastungen zählen ebenfalls zu den standortbezogenen Indikatoren für die Qualität eines Wohnortes.

Weiterhin muss im Kontext des Standorts den sich ändernden Anforderungen durch Städtebau und Technik gedacht werden. Somit bietet etwa die Digitalisierung Möglichkeiten zur Erschließung von Standorten, welche durch geografische Gegebenheiten allein benachteiligt wären. Im Umkehrschluss ist das Vorhandensein von digitaler Infrastruktur ebenfalls als Standortfaktor zu werten und wird daher ebenfalls in Kapitel 3.5.2 zu Mobilität und Infrastruktur beleuchtet. (DGNB e.V. 2018a)

3.1.3. Lebenszykluskosten und Wirtschaftlichkeit

Lebenszykluskosten (LCC) bezeichnen, wie in Abschnitt 2.2.2 beschrieben, die Kosten eines Bauprojekts über die gesamte Gebäudebestandsdauer, inklusive Rohstoffgewinnung und Rückbau. Da Kosten nicht nur während der Konstruktions- und Betriebsphasen anfallen, ist dieses Handlungsfeld lebenszyklusorientiert. Somit betrifft es nicht nur den Neubau, sondern auch wie in Abbildung 2 auf Seite 21 ersichtlich, die Phasen von Betrieb und Lebensende. (Umweltbundesamt 2017a; DGNB e.V. 2018a)

Zusätzlich sind Kosten zu betrachten, welche bei der Instandhaltung des Gebäudes sowie seines Ausbaus und technischer Anlagen anfallen. Dies inkludiert die frühestmögliche Einbeziehung von Folgekosten. (DGNB e.V. 2020)

Wie der Begriff der Lebenszykluskosten unterstreicht, orientiert sich auch die Berechnung der Wirtschaftlichkeit eines Gebäudes an der Lebensdauer. Gegenwärtig ist es in der Baubranche gängig, für diese 80 Jahre im Fall von Wohnhäusern anzunehmen. Für einzelne Bauteile werden in der Regel 50 Jahre veranschlagt, wobei diese beispielsweise bei abdichtenden Außenwandbekleidungen, holzbasierten Dachdeckungen oder Wärmedämmverbundsystemen geringer ausfallen kann. (Pfeiffer 2019; Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen o. J., 2011) Dies betrifft ebenso den Innenausbau, welcher jedoch nicht Bestandteil der Methodik dieser Arbeit ist.

Weiterhin gilt es, durch erhöhte Flexibilität die Lebenszykluskosten zu senken. Mit den Möglichkeiten zur Umnutzung wird insbesondere bei Wohngebäuden Leerstand vermieden. Dies kann beispielsweise durch nichttragende Innenwände geschehen, welche eine Adaption des Grundrisses erlauben. (DGNB e.V. 2018a) Erneut spielt darüber hinaus die Fähigkeit zur Anpassung an künftige Umweltereignisse eine Rolle; hierzu sei auf den Abschnitt „Umweltauswirkungen und Klimawandel“ verwiesen.

Im Sinn der sozialen Nachhaltigkeit ist es darüber hinaus unabdingbar, Gebäude für Nutzer aller sozialen Schichten erschwinglich zu gestalten. Mehr als die Hälfte der privaten Haushalte in Deutschland leben zur Miete oder mietfrei, wobei die Mietpreisentwicklung im urbanen Raum eine zunehmende Belastung darstellen kann. (Hans-Böckler-Stiftung 15.06.2021; Holm et al. 2021; Statistisches Bundesamt 2019)

Betriebskosten für Gebäudenutzer umfassen daneben insbesondere Energiekosten. Deren Betrag wird darüber hinaus durch politische Rahmenbedingungen,

beispielsweise die CO₂-Bepreisung betreffend, beeinflusst, weswegen Korrelation zu Handlungsfeld 3.1.5 im Folgenden besteht. (Thöne et al. 2019)

3.1.4. Innovation

Um sich an sich ändernde Umwelt- und Rahmenbedingungen anpassen zu können, ist es unabdingbar, die Wandlungsfähigkeit von Gebäuden zu gewähren und zu erhalten. Dieser Aspekt wurde bereits im vorhergehenden Kapitel beleuchtet. (Nugent et al. 2016; DGNB e.V. 2018a) Die Förderung von innovativen Ansätzen soll nicht nur zu Zukunftsfähigkeit beitragen, sondern auch „die Planer [dazu motivieren], die bestmöglichen und für das Projekt sinnvollsten Lösungen zu verfolgen“ (DGNB e.V. 2018a).

Angesichts des Megatrends der Digitalisierung geht dieses Handlungsfeld mit der Anwendung neuer Technologien einher. Die DGNB argumentiert etwa, dass ein Einsatz von Software neue Möglichkeiten zur Gestaltung von Planungsprozessen erlaubt. (DGNB e.V. 2018a) Darüber hinaus können Gebäude auf einer Quartiersskala miteinander vernetzt werden. (DGNB e.V. 2018a)

Innovationen innerhalb der Baubranche wirken sich auf die weiteren in dieser Arbeit vorgestellten Handlungsfelder aus. Dies kann einerseits beispielsweise durch die Implementierung energieeffizienter Bauweisen und die dezentrale Nutzung erneuerbarer Energieträger geschehen, wie im Kapitel 3.2.1 beschrieben wird. Andererseits zeigt Kapitel 3.2.2 auf, dass Innovationen zum Beispiel im Bereich der Baustoffe genauso dem veränderten Einsatz historischer Materialien gleichkommen können.

3.1.5. Politischer Rahmen

Die Rahmenbedingungen für den Bausektor werden durch nationale und internationale Vorgaben gesteckt, in Bezug auf diese Arbeit deutsche und europäische Politik.

Der European Green Deal (dt. Europäischer Grüner Deal) sieht vor, dass Europa bis zum Jahr 2050 ein klimaneutraler Kontinent wird. Entsprechende Treibhausgasreduktionsziele werden etappenweise vorgegeben. Im Gebäudesektor umfasst dies insbesondere die Steigerung der Betriebseffizienz und den schonenden Einsatz von Ressourcen.

Darüber hinaus werden Vorgaben für die energetische Renovierung des Gebäudebestands gemacht. Da der Fokus der vorliegenden Arbeit auf Neubauten liegt, wird dieser Aspekt im Folgenden nicht genauer vertieft. (Europäische Kommission 2019b, 2019a)

Zusätzlich existieren politische Richtlinien auf Bundesebene, welche Treibhausgasneutralität für das Jahr 2045 anstreben. Neben Emissionsreduktionen werden finanzielle Förderungen für Investitionen in Technologien, beispielsweise Wärmepumpen, vorgesehen. (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz 2022)

Schließlich ist die Lokalbevölkerung über den Planungsverlauf aktiv zu informieren und in den Entwurfs- und Gestaltungsprozess einzubeziehen. Diese Form der Partizipation erlaubt eine Adaption an örtliche Bedürfnisse, und das Etablieren von Best-Practice-Lösungen, wobei gleichzeitig die Akzeptanz sowohl auf der Planenden- als auch auf der Anwohner-Seite gestärkt wird. (Birkeland 2020; DGNB e.V. 2020)

Der politische Rahmen gestaltet die Umsetzbarkeit und Effizienz der übrigen Handlungsfelder. Gesetzgebungen, ebenso wie finanzielle Förderungen, geben Leitlinien für die Entwicklung der Baubranche vor, beispielsweise im Bereich der Energieeffizienz das GEG (Gebäudeenergiegesetz) und die Investition in dezentrale Photovoltaik-Anlagen (NDR 2023; Dittmann 2020). Die im Vorhergehenden geschilderten, bereits existenten, Strategien betreffen insbesondere die Kapitel „Planung und Ausführung“, „Lebenszykluskosten und Wirtschaftlichkeit“, „Innovation“, „Energie“ und „CO₂-Emissionen“.

3.2. Stoffkreisläufe

3.2.1. Energie

Wohngebäude in Deutschland benötigen rund ein Drittel der nationalen Endenergie. (Deutsche Energie-Agentur o. J.) Um den Energieeinsatz zu ermitteln, welcher für die Erstellung, aber auch den Betrieb eines Gebäudes vonnöten ist, müssen vordergründig Konsumenten im Lebenszyklus ermittelt werden. Mahler et al. (2019) unterscheiden Energien für Materialien des Bauwerks, der Anlagentechnik und den Gebäudebetrieb. Zum größten Teil trägt der Wärmebedarf zum Energiekonsum von Gebäuden bei, daneben der Verbrauch von Strom sowie die Wasserversorgung beziehungsweise Warmwasserbereitstellung. (Kaden 2014) Des Weiteren fordert die DGNB e.V. (2020), die

erforderliche Nutzenergie für den Gebäudebetrieb bereits im Planungsprozess zu quantifizieren.

Um diesen Konsum zu decken und dabei die Positivität im Hinblick auch auf Treibhausgasemissionen, vornehmlich CO₂, zu gewährleisten, sind zur Stromerzeugung regenerative Quellen zu verwenden. Dieser Aspekt wird in Abschnitt 3.2.4 weiter ausgeführt. Für die Energiegewinnung auf Gebäudeebene können laut Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2018) vordergründig Photovoltaikanlagen eingesetzt werden. Diese können darüber hinaus bei einer gekoppelten Nutzung mit Wärmepumpen der dezentralen Wärmeversorgung dienen. (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2018) Weitere erneuerbare Energieträger zur Wärmergewinnung umfassen in Deutschland vor allem Biomasse beziehungsweise Biogas und Geothermie. (Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Inneren, für Bau und Verkehr 2015) Letztere wird insbesondere durch Sole-Wasser-Wärmepumpen auf effiziente Weise genutzt. (Lauf et al. 2019)

Maßgebliche Relevanz kommt, neben der Energie- und Wärmeerzeugung per se, dem effizienten Verbrauch zu. (Lüking und Hauser 2009) Zur Reduktion des Heizaufwandes tragen verbesserte Isolierungen an Außenfassaden inklusive des Dachs bei. Für kühlende Maßnahmen können Ventilationseffekte, erzielt durch die Ausrichtung des Gebäudes und die Anordnung von Räumen, genutzt werden. (Auer 2023) Daneben müssen auf thermischen Innenraumkomfort abzielende Nutzerbedürfnisse einbezogen werden, welche den Energiebedarf beeinflussen und Teil von Kapitel 3.3.1 sind. (DGNB e.V. 2018a) Energetische Handlungsmöglichkeiten korrelieren wesentlich mit den lokal-klimatischen Standortbedingungen, welche in Kapitel 3.4.3 genauer betrachtet werden.

Energetische net-zero Gebäude sind in Summe imstande, ebenso viel Energie zu erzeugen, wie sie verbrauchen. Dies kann jedoch durchaus bedeuten, dass Elektrizität aus dem überregionalen Netz entnommen wird, um zu einem anderen Zeitpunkt überschüssige Energie einzuspeisen. Darüber hinaus existieren Plusenergiehäuser, die insgesamt mehr Energie generieren, als sie entnehmen. (Winter und Ebert 2020; DGNB e.V. 2020, 2018a) Arten und historische Entwicklung des energiesparenden Bauens sind nachfolgender Abbildung 8 zu entnehmen.

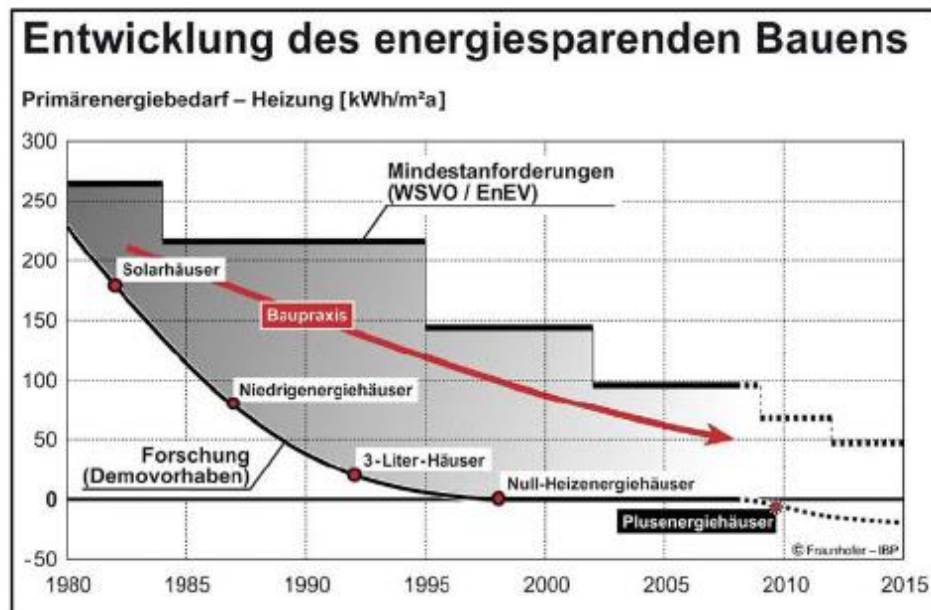


Abbildung 8: Entwicklung des Forschungsstands zu energiesparenden Gebäuden. Winter und Ebert (2020).

An der Stelle der Energiegewinnung und -speicherung wird es von Hesse et al. (2022) als vorteilhaft angesehen, die Zuständigkeitsgrenze von der Gebäude- auf die Quartiersebene auszuweiten. Des Weiteren betont die DGNB e.V. (2020), dass eine Kernaufgabe des Bausektors neben der Energiebereitstellung künftig vordergründig die Vermeidung von damit verbundenen CO₂-Emissionen ist. Hierauf wird Kapitel 3.2.4 genauer eingehen.

3.2.2. Ressourceninanspruchnahme, Materialien und Abfall

Wie Kapitel 2.1 beleuchtet hat, haben die verwendeten Materialien Einfluss auf die Gesamtumweltwirkungen eines Neubaus.

Gemäß Boeing (2019) kann Holz als Baustoff eine dem Stahlbeton ähnliche Stabilität durch Druckfestigkeit erlangen, besitzt dabei ein deutlich geringeres Gewicht und damit flexible Einsatzmöglichkeiten. Durch technologische Weiterentwicklung ist es darüber hinaus möglich, den Brandschutz sowie die Wasserbeständigkeit bei Holzgebäuden zu erhöhen. Gegenwärtig bedienen sich 18 % des deutschen Gebäudebestandes Holz als Material. (Boeing 2019) An dieser Stelle ist außerdem auf Umweltstandards

entsprechender Holzentnahme zu achten, belegt etwa durch das FSC (Forest Stewardship Council) - Siegel. (The International Living Future Institute 2019) Nicht nur in Bezug auf die tragenden Elemente, sondern beispielsweise als Wärmedämmstoffe können nachwachsende Ressourcen wie Holzfaser und Stroh eingesetzt werden. (Verbraucherzentrale 2022) In Bezug auf nicht-nachwachsende Materialien wird technische Separier- und Recyclingfähigkeit intensiviert, zum Beispiel bei Beton. (Janning 2018)

Darüber hinaus entstehen insbesondere in den Lebenszyklusphasen der Produktion und Konstruktion transportbezogene CO₂-Emissionen, wie Abbildung 2 unterstrichen hat. Demzufolge kann bevorzugt der Einsatz lokaler Materialien gefordert werden, welche etwa The International Living Future Institute (2019) als Materialien in einem Umkreis von 500 Kilometern definiert. Gleichzeitig wird auf diese Weise die Notwendigkeit der Materiallagerung reduziert.

An dieser Stelle ist außerdem die Bauteilebene zu betrachten. Werden Gebäudekomponenten in materialtrennbarer oder sortenreiner Form erstellt, erhöht das die Rezyklierbarkeit der Einzelbestandteile. In weiterer Folge besteht somit die Notwendigkeit, einzelne Gebäudebestandteile ausbaubar zu gestalten, um bei Defekten oder veränderten Nutzeransprüchen Flexibilität gewährleisten zu können. Dies geht nicht nur mit dem Aspekt der Ressourcenschonung, sondern auch der in Abschnitt 3.1.3 beschriebenen Wirtschaftlichkeit einher. Die Gesamtheit des Abfallaufkommens, welches am Lebensende Deponien zugeführt wird, ist gemäß The International Living Future Institute (2019) zu reduzieren. Dies kann laut Poher (2013) unterstützt werden durch die Verwendung biologisch abbaubarer Materialien.

In Korrelation mit Kapitel 3.3.1 - Gesundheit und Wohlbefinden muss bei der Materialauswahl die Schadstofffreiheit gewährleistet werden. (The International Living Future Institute 2019)

3.2.3. Wasser

Bei der Analyse des Wasserverbrauchs ist der direkte Verbrauch von einem indirekten, welcher für die Herstellung von Bauprodukten investiert werden muss, zu unterscheiden. (Umweltbundesamt 2022i) Für den direkten Wasserverbrauch können natürliche Wasserkreisläufe auf Gebäudeebene erhalten und genutzt werden. Hierfür muss ein

Gebäude Wasser aufnehmen, verarbeiten und kontrolliert abgeben können. Dies bedeutet, dass Niederschlagswasser aufgefangen und der Wasserzirkulation des Gebäudes zugeführt wird. (Brown et al. 2018; Back et al. 2019)

Nugent et al. (2016) führen an, dass Gebäude im Umkehrschluss imstande sind, ihre Umgebung positiv zu beeinflussen, beispielsweise durch die Wiederherstellung hydrologischer Mechanismen.

Die DGNB e.V. (2018a) betont, dass nicht nur die Bereitstellung von Wasser für Trink- und Nutzzwecke erfasst werden muss, sondern darüber hinaus auch das Aufkommen und die Behandlung von Abwässern. Chancen ergeben sich durch eine getrennte Aufbereitung verschiedener Abwasserarten. Zu unterscheiden sind bei privaten Haushalten Grau- und Schwarzwasser, in Abhängigkeit von der Art der Belastung. Unter Grauwasser ist geringfügig verunreinigtes Wasser zu verstehen, zum Beispiel nach dem Duschen, wogegen Schwarzwasser menschliche Fäkalien enthält. (Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat 2019) Daneben wird das ablaufende Niederschlagswasser in konventionellen Mischsystemen ebenfalls dem Abwasser zugeführt.

Grauwasser kann innerhalb des Gebäudes weiterverwendet werden, beispielsweise für die Bewässerung von Grünanlagen und Dach- beziehungsweise Fassadenvegetation. (Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat 2019; Nenz et al. 2019) Regenwasser kann einerseits Einsatz finden für Toilettenspülungen. Gleichzeitig kann durch die Behandlung von Grau- und Schwarzwasser das Volumen an Wasser, das aus dem Kreislauf austritt, reduziert werden. (Brown et al. 2018) Auf der Stadt- und Regional-ebene ist darüber hinaus zu beachten, dass Niederschläge für die Regeneration von Grundwasser und die Gewährleistung der Bodenqualität erforderlich sind. (Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat 2019)

Abbildung 9 auf Seite 42 verdeutlicht zum einen alltägliche direkte Wasserverbräuche, welche sich in Deutschland pro Person und Tag auf rund 130 Liter belaufen (Umweltbundesamt 2022j). Die Grafik exkludiert den Trinkwasserbedarf für Ernährung und Nahrungszubereitung. Zum anderen wird das Abwasseraufkommen dargestellt, wobei Wert darauf gelegt wird, an welchen Stellen Trink- durch Regenwasser ersetzt werden kann, wie oben beschrieben.

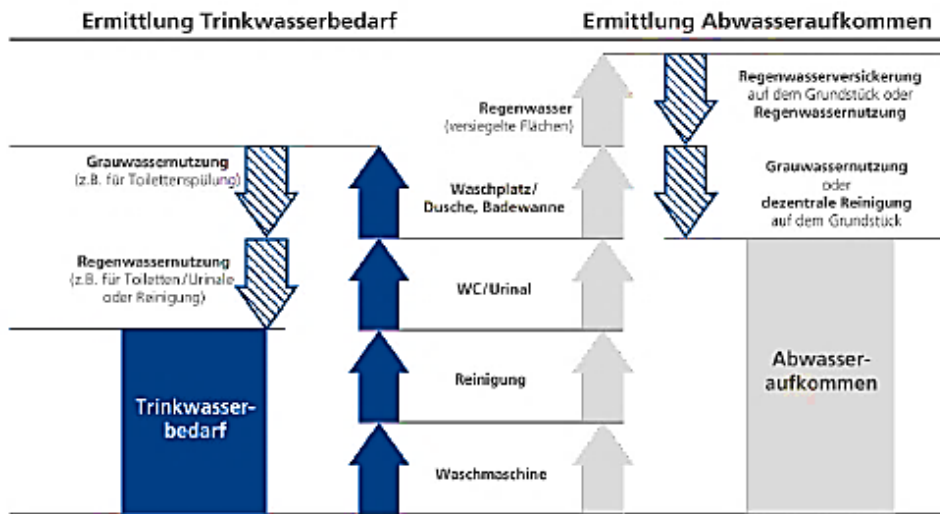


Abbildung 9: Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen, ausgenommen Ernährung und Nahrungszubereitung. DGNB e.V. (2018a).

Neben den beschriebenen direkten Wasserverbräuchen zeigt der indirekte Verbrauch auf, welche Wassermengen für die Erzeugung von Produkten des täglichen Bedarfs aufzuwenden sind. Innerhalb der Baubranche ist insbesondere bei der Herstellung von „Zement, Kalk und Gips, Kunststoffprodukten und Stahlerzeugnissen“ (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung und Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 2020) der indirekte Wasserverbrauch hoch.

Die dauerhaft garantierte Versorgung mit Wasser tangiert die Handlungsfelder „Sicherheit“ und „Gesundheit“. Bei der Erweiterung des Aktionsradius von der Gebäude- auf die Stadtebene unterstreichen Back et al. (2019) die Korrelation zu den Handlungsfeldern „Grüne und blaue Infrastruktur“ sowie „(Stadt-)Klima“ beziehungsweise „Umweltauswirkungen und Klimawandel“.

Darüber hinaus ist vor allem bei einer Einbeziehung der Rohstoffgewinnung und Bauteilherstellung der Schutz von Trinkwasservorkommen zu fokussieren.

3.2.4. CO₂-Emissionen

Wie bereits in Kapitel 3.2.1 eingeleitet, korreliert der Gebäudeenergiekonsum mit CO₂-Ausstößen. Gemäß DGNB e.V. (2020) soll der Optimierungsfokus des künftigen

Bauwesens neben der Energiepositivität insbesondere auf den CO₂-Emissionen liegen. Dabei ist von besonderer Relevanz die Verwendung der Energieträger für die Stromerzeugung.

Während im Jahr 2021 der deutsche Strommix zu 41,1 % aus regenerativen Quellen bestand, ist Deutschland bestrebt, deren Anteil am Stromverbrauch bis zum Jahr 2030 auf 80 % zu steigern. (Umweltbundesamt 2022a; Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz 2023) Das Umweltbundesamt (2022a) zeigt darüber hinaus auf, dass der Einsatz erneuerbarer Energien im Jahr 2021 den Ausstoß von 221 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten vermieden hat.

Signifikant bei der Betrachtung der gebäudebedingten CO₂-Emissionen ist die Betrachtung der in Kapitel 2.2.2 vorgestellten Lebenszyklusphasen, welche neben dem „Betrieb“ auch in „Herstellung“, „Bau und Transport“ und „Lebensende“ unterschieden werden können. (DGNB e.V. 2020) Untenstehende Abbildung 10 verdeutlicht schematisch die anteiligen Emissionen, unterteilt nach Sektoren und Lebenszyklusphasen.

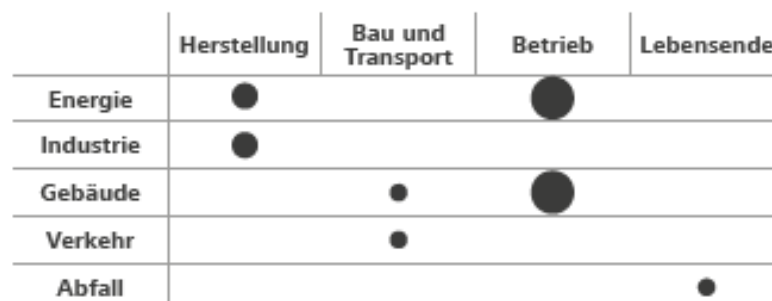


Abbildung 10: Emissionssektoren und schematischer Anteil an Gesamtemissionen im Gebäudelebenszyklus. (DGNB e.V. 2020)

Wie in Kapitel 3.2.2 zu Ressourcenkonsum und Abfallaufkommen dargelegt wurde, haben Materialelektion und Bauweise ebenso Einfluss auf die Gesamtemissionsbilanz. Kapitel 2.1 hat gezeigt, dass etwa die Zementindustrie global wesentlichen Anteil an CO₂-Emissionen während der Bauteilherstellung hat.

3.3. Mensch

3.3.1. Gesundheit und Wohlbefinden

Menschen in Deutschland verbringen täglich rund 90 % ihrer Zeit in Gebäuden. (Velux 2018a, 2018b) Um gleichzeitig die menschliche Gesundheit zu fördern, aber auch die Zufriedenheit und den Komfort der Gebäudenutzer im Fokus zu behalten, orientiert sich dieses Handlungsfeld an einer Vielzahl von Aspekten, welche das Leben in Innenräumen beeinflussen. Hierzu zählen zunächst akustischer, visueller und thermischer Komfort. (DGNB e.V. 2018a)

- Akustischer Komfort korreliert mit der Art der Raumnutzung sowie der Schallbelastung durch die Gebäudeumgebung. Die Exposition gegenüber dauerhaft hohen Schallpegeln kann neben Beeinträchtigungen des Gehörs auch Stress und Herz-Kreislauf-Erkrankungen hervorrufen. Die Umgebung hat wesentlich Einfluss auf die akustische Belastung in einem Wohngebäude, weswegen eine Korrelation zu den Kapiteln „Standortqualität“ und „Mobilität und Infrastruktur“ besteht. (Umweltbundesamt 2021)
- Unter visuellem Komfort ist die Versorgung von Innenräumen mit Tageslicht zu verstehen. Die Zufriedenheit der Bewohner eines Gebäudes ist darüber hinaus von der Umgebung des Standortes geprägt, welche sich optisch wahrnehmen lässt. (DGNB e.V. 2018a)
- Weiterhin wirkt sich die Innenraumluft auf das menschliche Wohlbefinden aus. Um diese variieren zu können, müssen Innenraumfeuchte und Luftgeschwindigkeiten herangezogen werden. Mithilfe der Luftwechselrate wird dargestellt, wie häufig das Raumvolumen pro Stunde ausgetauscht wird. Der Parameter hängt unter anderem von der Raumnutzungsart und der darin befindlichen Personenzahl ab. (Rosenkranz 2021; DGNB e.V. 2018a)

Die DGNB legt Wert auf die „Möglichkeiten [...] [des Nutzers], selbstbestimmt Lüftung, Sonnen- und Blendschutz, Temperatur und Lichtverhältnisse [...] zu justieren“ (DGNB e.V. 2018a). Somit korrelieren Faktoren der Visualität und des Innenraumklimas insbesondere mit dem Energieverbrauch eines Gebäudes und damit Kapitel 3.2.1. Es ist außerdem zu betonen, dass etwa die Notwendigkeit für künstliche Beleuchtung in

Innenräumen und somit der Einsatz von Energie durch eine ausreichende Versorgung mit Tageslicht reduziert werden kann. (DGNB e.V. 2018a)

Daneben spielt der Aspekt der Schadstofffreiheit – widergespiegelt auch in Kapitel 3.2.2 zur Thematik Materialien – eine Rolle für die humane Gesundheit. Dass die Wahl der Baustoffe darüber hinaus Einfluss sowohl auf physisches als auch auf psychisches Wohlergehen hat, legen Pollmeier Massivholz GmbH & Co. KG (2019) dar. Sie benennen Holz als ein Material, welches sowohl vorgenannte Komfortanforderungen bedient als auch durch Natürlichkeit menschliche Sinneswahrnehmungen stimuliert. In diesem Kontext schildern Brown et al. (2018), dass ein entscheidender Beitrag zu Wohlbefinden der Wiederherstellung der Verbindung zwischen Mensch und Natur zukommt. Hierbei muss der Nachhaltigkeitsgedanke beachtet werden, wonach Wohlbefinden keine „Ausbeutung von anderen Menschen, der Umwelt oder zukünftiger Generationen“ (Brown et al. 2018; O’Brien 2012) erfolgen darf.

Gesichtspunkte der sozialen Gerechtigkeit und Flexibilität erfordern die Betrachtung variierender Nutzertypen. Zuletzt ist das menschliche Wohlbefinden wesentlich von der Befriedigung des Sicherheitsbedürfnisses abhängig. Auf diesen Aspekt wird in Kapitel 3.3.3 genauer eingegangen werden.

3.3.2. Ästhetik

Obwohl ästhetische Vorstellungen individuell variieren, können grundsätzliche Ansprüche an dieses Handlungsfeld gestellt werden. Eine als ästhetisch empfundene Bauweise orientiert sich an der lokalen Baukultur und zugehörigen Traditionen. (Koerth 2018) Zeitgleich erlauben die in Kapitel 3.1.4 beschriebenen Innovationen in der Baubranche beispielsweise hinsichtlich der verwendeten Materialien ein Plus an Vielfalt. Letztere wird laut Christian Illies in Koerth (2018) durch Individualisierung und das Setzen überraschender Akzente realisiert. Insgesamt stehen kulturell-ästhetische Bau-traditionen nicht im Gegensatz zu der Anwendung moderner Fertigungstechniken (Bundesstiftung Baukultur und Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie 2022).

Darüber hinaus trägt es zu ästhetischem Empfinden von Gebäuden bei, wenn diese sich förderlich auf die menschliche Psyche auswirken. Dieser Aspekt wird unter anderem durch die Wahl naturbasierter Materialien beeinflusst, wie in Kapitel 3.2.2

beschrieben. (Haselsteiner et al. 2017; Haselsteiner 2018) Schließlich wird durch das bestehende bebaute Umfeld ein ästhetischer Kontext vorgegeben, an welchem sich Neubauten orientieren. (Haselsteiner et al. 2017) In ihrer Gesamtheit sind städtische Nachbarschaften abwechslungsreich, mit hochqualitativem Design, zu planen (Gehl 2015), womit sich Kapitel 3.5.4, „Belebung und Mischnutzung“, intensiv befassen wird.

3.3.3. Sicherheit

Zu grundlegenden menschlichen Sicherheitsanliegen zählt zunächst das Bedürfnis nach Gesundheit, welches Kapitel 3.3.1 elaboriert hat. Weiterhin werden Sicherheit und Gesundheit gewahrt durch Schutz von Wasserressourcen, der Reinhaltung von Luft und Boden und der Schadstofffreiheit der verwendeten Materialien. Diese Punkte wurden in den Kapiteln des Abschnitts 3.2 vorgestellt.

Grundlegende Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Wohnräumen sind nicht zu vernachlässigen. Hierzu zählt die Sicherheit hinsichtlich der Statik, des Brandschutzes und gegenüber Übergriffen (DGNB e.V. 2018a). Letzterer basiert etwa auf dem „Grad der Einsehbarkeit“ und dem „Grad der Ausleuchtung“ (DGNB e.V. 2018a). Um eine Lebensdauer zu gewähren, welche die in Kapitel 3.1.3 genannten 80 Jahre erlangt oder darüber hinausgeht, ist eine kontinuierliche Analyse sicherheitsrelevanter Aspekte erforderlich. (Bundesstiftung Baukultur und Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie 2022)

Darüber hinaus wird an dauerhaft sicheren Wohnraum der Anspruch gestellt, Resilienz gegenüber Umwelteinflüssen zu bieten. Dies inkludiert den Schutz vor Extremwetterereignissen, auf welche Kapitel 3.4.5 eingehen wird. Prognosen über eine Entwicklung dieser beinhalten Analysen des Standorts, Kapitel 3.1.2 betreffend.

Schließlich beinhaltet der Sicherheitsaspekt die dauerhafte Sicherung der Verfügbarkeit von Wohnungen. Sozialer Wohnungsbau gewährleistet Menschen mit geringen Einkommen im urbanen Umfeld Zugang zu Wohnraum. In Deutschland werden jährlich rund 20.000 als Sozialwohnungen klassifizierte Wohnungen errichtet. (Tekkilic 2022; Radomsky 2022) Für die Organisation und den Betrieb von Wohngebäuden mit mehreren Parteien existieren alternative Ansätze, wie Kapitel 3.3.4 im Folgenden darlegt.

Diese sind nicht nur für Wohnraumdauerhaftigkeit per se konzipiert, sondern auch für Sicherheit innerhalb der Nachbarschaft.

Sicherheiten für Nutzer sowie für am Bauprozess Beteiligte umfassen außerdem Planungs- und finanzielle Sicherheit sowie Prozessqualität (Bundesstiftung Baukultur und Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie 2022), was einer Korrelation mit den Kapiteln 3.1.1 und 3.1.3 entspricht.

3.3.4. Soziale Strukturen und Gleichheit

Die Gestaltung von Gebäuden im urbanen Kontext trägt wesentlich zu menschlichen Interaktionen und demnach sozialer Nachhaltigkeit bei. Hierzu zählt zunächst der im vorherigen Kapitel ausgeführte soziale Wohnungsbau.

Darüber hinaus erlauben alternative Wohnformen die Verfestigung von sozialen Strukturen. Diese umfassen beispielsweise Wohngemeinschaften für Senioren, Mehrfamilien- beziehungsweise Mehrgenerationenhäuser mit geteilten Gemeinschaftsräumen oder Anlagen mit Zugang zu Gemeinschaftsgärten. (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen 2014a, 2014b; Schiele 2016; Gehl 2015) In diesem Zusammenhang ist laut Pedersen Zari (2010) darüber hinaus dem „Verständnis lokaler Traditionen und heimischen Wissens“ Rechnung zu tragen. Somit könne das Bauwesen zur Herausbildung, Betonung und Erhaltung „kultureller Identitäten“ (Pedersen Zari 2010) beitragen.

Der Gleichheitsaspekt kommt nach DGNB e.V. (2018a) unter anderem bei der Gewährleistung von Barrierefreiheit zum Tragen. Diese gewinnt aufgrund globaler Megatrends wie dem demografischen Wandel an Bedeutung, wenn sich Ansprüche an Gebäude durch einen steigenden Anteil an Personen erhöhten Alters ändern. Sozialen Gruppen mit besonderen Bedürfnissen oder Minderheiten soll nicht nur ein adäquates Leben innerhalb des Gebäudes erlaubt werden, sondern vielmehr auch eine Teilhabe am gesellschaftlichen Leben. Birkeland (2020) bestätigt, dass sowohl intra- als auch intergenerationale Gerechtigkeit gewährt als auch Chancengleichheit ermöglicht werden muss.

Der Aspekt der Partizipation, welcher Beteiligten im Planungs- und Realisierungsprozess Mitsprachemöglichkeiten bietet, wurde im Kapitel 3.1.5, „Politischer Rahmen“, beleuchtet. Zuletzt wird das menschliche Sozialleben durch Räume öffentlicher

Interaktionen gefördert, worauf Kapitel 3.5.4, „Belebung und Mischnutzung“, weiter eingegangen wird.

3.4. Biosphäre

3.4.1. Biodiversität

Biodiversität bezeichnet nach DGNB e.V. (2018a) die „biologische[...] Vielfalt im lokalen Kontext“. Ebenjene erfährt durch menschliche Handlungen einen Rückgang, welcher irreversibel ist (DGNB e.V. 2018a; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2007). Um jedoch die Entwicklung der lokalen Biodiversität genauer beschreiben zu können, teilen Birkeland und Knight-Lenihan (2016) diese in drei Ebenen ein. Die genetische Biodiversität bildet die vorhandene Vielfalt genetischer Informationen ab. Diese steigt mit einer Zunahme der Zahl an Individuen einer zusätzlichen Population. Unter der Spezies-Diversität hingegen verstehen Birkeland und Knight-Lenihan nicht nur Anzahl und Typ der vorhandenen Spezies. Es wird zusätzlich Wert auf die relative Dominanz der einzelnen Arten gelegt, um die Ausgeglichenheit der einzelnen Spezies zueinander zu gewährleisten. Ursächlich hierfür sind potenzielle negative Auswirkungen für die Gesamtheit eines Ökosystems bei einem abrupten Anstieg der Population lediglich einer Art. Schließlich zeigt die Ökosystem-Diversität die „Vielfalt von Habitaten und Tier- und Pflanzen-Kommunikationen und -Prozessen“ (Birkeland und Knight-Lenihan 2016) an.

Ansätze zur Gestaltung ebenjener biologischen Vielfalt legen eine Planung zugrunde, welche die Flora und Fauna nicht nur schützt, sondern ihre Bedürfnisse gleichberechtigt zu den unmittelbar menschlichen Kriterien behandelt.

Wesentlich für biodiversitätsbezogene Fragestellungen ist die Erhaltung existierender und die Schaffung neuer Habitats. Insbesondere in der urbanen Umgebung ist grüne und blaue Infrastruktur nicht nur in der Lage, bestehende Habitats zu konservieren, sondern zudem deren Verknüpfung entlang menschengemachter Infrastruktur durch beispielsweise Gründächer zu ermöglichen. Hierauf wird in Kapitel 3.4.4 genauer eingegangen.

Obwohl evolutionäre Anpassungen von Lebewesen an die menschengestaltete Umwelt gerade in Städten beobachtbar sind, wie Schilthuizen (2019) berichtet, wird die Bewahrung lokaler Spezies vor die Verbreitung invasiver Arten gestellt. (DGNB e.V. 2020; Hauck und Weisser 2015) Lebewesen passen sich an durch Menschen geformte Umwelt in der Stadt an. Dies geschieht beispielsweise durch eine Änderung des Aussehens zum Schutz vor Fressfeinden oder durch Veränderungen von Verhaltensweisen hinsichtlich der Lebensraum- und Nahrungsauswahl. Folglich haben anthropogene Handlungen Einfluss auf die Zusammensetzung der biologischen Vielfalt. Obgleich neue Nischen erschaffen werden, profitieren insbesondere Generalisten von diesen. Spezialisten hingegen gelangen schneller an die Grenzen ihrer Adaptionfähigkeiten, wenn sich ihre Lebensumstände verändern. (Schilthuizen 2019; MDR Wissen 2022)

Das Ziel, Ökosysteme in ihrer Komplexität zu erhalten, erfordert eine Beendigung des Aussterbens von Flora und Fauna. Dieser Vorgang führt dazu, dass die planetaren Grenzen zur Erhaltung der Biosphäre überschritten werden. (Steffen et al. 2015; Stockholm Resilience Centre o. J.; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz 2021; Potsdam Institute for Climate Impact Research 2015)

Der Erhalt und die Förderung von Artenvielfalt müssen insofern zentral im menschlichen Denken sein, da sie die Funktionsfähigkeit und die Resilienz von Ökosystemen gewährleisten und damit auch Ökosystemdienstleistungen, auf welche im folgenden Kapitel eingegangen wird.

3.4.2. Ökosystemdienstleistungen

Unter Ökosystemdienstleistungen sind jene Dienstleistungen zu verstehen, die die Biosphäre der menschlichen Spezies zur Verfügung stellt. In umgekehrter Weise sind Menschen angewiesen auf die Bereitstellung dieser Services. Gemäß Grunewald und Bastian (2012) können vier Kategorien derselben unterschieden werden. Zunächst umfassen *Versorgungsleistungen* Nahrungsmittel, Trinkwasser und nachwachsende Rohstoffe. Zu *Regulationsleistungen* zählt die Reinigungsfähigkeit in Bezug auf Wasser, Luft und Boden ebenso wie der Schutz vor Erosion oder Hochwasser. Darüber hinaus ist die Funktionalität des Ökosystems in seiner Gesamtheit sowie die im vorhergehenden Kapitel vorgestellte Biodiversität gefordert. *Kulturelle Dienstleistungen* sprechen das

menschliche Bedürfnis nach Erholung im Kontext mit Erleben der Natur an. Hierzu zählt außerdem die Zugänglichkeit ebenjener Dienstleistungen. Schließlich erlauben *unterstützende Dienstleistungen* die Erhaltung natürlicher Kreisläufe und die Funktionalität sämtlicher vorgenannter Leistungen. (Grunewald und Bastian 2012) An dieser Stelle muss hervorgehoben werden, dass für das Fortbestehen der menschlichen Spezies eine intakte Biosphäre, welche die beschriebene Ökosystemdienstleistungen bereitstellen kann, unabdingbar ist.

3.4.3. (Stadt-)Klima

Wie Kapitel 3.3.1 dargelegt hat, besteht eine zentrale Anforderung an Wohngebäude in der Gewährleistung thermischen Komforts gegenüber klimatischen Außenbedingungen, sowie den Schutz vor denselben. Zudem beeinflusst die menschliche, bebaute Umwelt in Städten ihre unmittelbare Umgebung in Bezug auf Witterung und Klima. Aus diesem Grund bestehen im Handlungsfeld des (Stadt-)Klimas engmaschige Wechselbeziehungen zwischen dem Beitrag des Bauwesens zur städtischen Erwärmung einerseits und der Mitigation von mit Klimaveränderungen einhergehenden Risiken für Mensch und Biosphäre andererseits.

Der „Urban Heat Island Effekt“, dessen Ursachen insbesondere in Hinblick auf das Bauwesen in Kapitel 2.1 beleuchtet wurden, sorgt dafür, dass Temperaturen in städtischen Kernen bis zu 10 °C über denen des ländlichen Umlands liegen. (Deutscher Wetterdienst o. J.) Abbildung 11 auf Seite 51 verdeutlicht Gefälle der Lufttemperatur von einem „Stadtzentrum“ bis zu „Ackerflächen“ im Umland. Die städtischen Hitzeinseln führen dazu, dass sowohl Ökosysteme als auch Menschen zusätzlichem Hitzestress ausgesetzt werden. Daneben muss zusätzliche Energie für die technische Adaption an das Stadtklima aufgewendet werden. (Deutscher Wetterdienst o. J.; United States Environmental Protection Agency 2022)

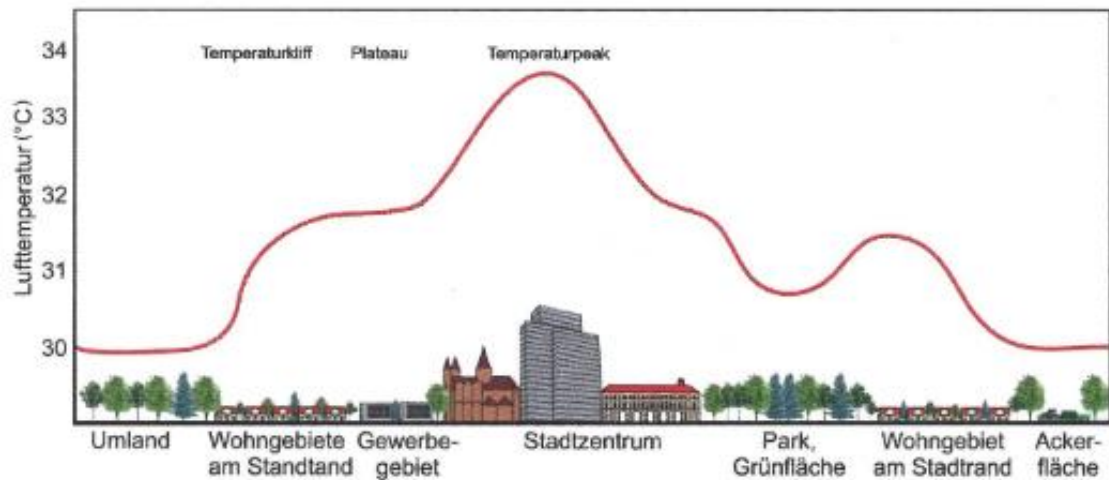


Abbildung 11: Verlauf der Lufttemperatur von Stadtzentren zu ländlichem Umland. Hamacher et al. (2022) mit Verweis auf Henninger und Weber (2019).

Gleichzeitig haben bebaute Formen Einfluss auf die Luftströmungen in Quartieren. Diese reduzieren Windgeschwindigkeiten, verglichen mit ländlichen Umgebungen, was bei gleichbleibenden meteorologischen Rahmenbedingungen zu höheren Lufttemperaturen führt. (Katzschner und Kipski 2019) Von Relevanz in diesem Kontext sind außerdem die Belüftungskorridore, welche durch Baugeometrien sowie Bebauungsdichten und städtische Freiflächen vorgegeben werden. Letztgenannte erlauben den Austausch von städtischer Warmluft mit Kalt- beziehungsweise Frischluft aus dem Umland. (Umweltbundesamt 2020a; Leistner et al. 2022)

Der Urban Heat Island Effekt ist wesentlich beeinflusst durch den Albedo-Wert der städtischen Oberflächenmaterialien. Diese Kennzahl beschreibt den Anteil an reflektierter zu einfallender Solarstrahlung und verdeutlicht, dass insbesondere dunkle, künstliche Oberflächen Strahlung aufnehmen und sich folglich erwärmen. Darüber hinaus gestaltet die spezifische Wärmekapazität eines Baumaterials dessen Oberflächentemperaturen mit. Weiterhin beeinflussen partikuläre Luftschadstoffe, welche sich auf Gebäudeaußenseiten ablagern, deren Albedo-Wert. (Krispel et al. 2017; Oke et al. 2017)

Aus diesem Grund wirken sich städtische Grün- und Blauflächen, welche im folgenden Abschnitt betrachtet werden, auf Stadtklimata aus.

3.4.4. Grüne und blaue Infrastruktur

In Bezug auf Stadtgrün können Initiativen der grünen Architektur auf Gebäudeebene sowie grüne Infrastrukturen auf Quartiers- beziehungsweise Stadtebene angeführt werden. Zu ersteren zählt die Begrünung von Fassaden und Dächern, zu zweiterem außerdem von menschlicher Infrastruktur unabhängige, bioaktive Flächen wie Auen, Moore und Hecken. (Europäische Kommission 2014) Der Begriff der „Infrastruktur“ betont nicht nur die Existenz von städtischer Vegetation per se. Vielmehr muss die Verbindung zwischen vorhandenen Grünflächen, beispielsweise Parkanlagen, sowie die Anbindung an die Peripherie untersucht werden.

Verschattung und Verdunstungskälte von Pflanzen wirken sowohl auf Gebäude- als auch auf Stadtteilebene dem Urban Heat Island Effekt entgegen. Laut Hietel et al. (2016) ist dieser Effekt insbesondere in den Sommermonaten zu beobachten. Das Umweltbundesamt (2020a) stellt heraus, dass „Fließgewässer oder Grünzüge“ wesentlich sind für die in Kapitel 3.4.3 beschriebenen Ausgleichsfunktionen für Stadtklima. Die somit entstehenden Luftleitbahnen seien „den Kalt- beziehungsweise Frischluftentstehungsgebieten zugeordnete Verbindungen in die Siedlungsbereiche. Über sie wird die Kalt- beziehungsweise Frischluft transportiert, beispielsweise Fließgewässer oder Grünzüge“ (Umweltbundesamt 2020a). Des Weiteren trägt städtisches Grün zu einer Aufnahme von Luftschadstoffen und folglich zu einer reinigenden Wirkung, förderlich für die menschliche Gesundheit, bei. (Europäische Kommission 2014)

Darüber hinaus dient grüne Infrastruktur als Lebensraum für Flora und Fauna und folglich der Biodiversität. Hietel et al. (2016) stellen heraus, dass sich Dachbegrünungen förderlich auf die örtliche Artenvielfalt, insbesondere bei Insekten, auswirken. Wesentlich ist an dieser Stelle laut der Europäischen Kommission (2014) die Intaktheit der lokalen Ökosysteme und die Verknüpfung von Habitaten auf Gebäude- und Quartiers-ebene. (Birkeland 2018; Europäische Kommission 2014) Dabei ist der Fokus auf einheimische, den lokalen Rahmenbedingungen und dem beabsichtigten Einsatztyp angepassten, Spezies zu legen, wie im Kapitel zu „Biodiversität“ bereits tangiert.

Wesentlich ist somit nicht nur die Betrachtung von urbanem Grün, sondern zusätzlich von städtischen Wasserkreisläufen und blauer Infrastruktur. Trapp et al. (2020) unterstreichen, dass die Kombination beider Maßnahmen wesentlich zur Mitigation von klimawandelbedingten Wetterentwicklungen ist. Dieser Aspekt wird im folgenden Kapitel zu „

Umweltauswirkungen und Klimawandel“ beleuchtet. Weiterhin sind Pflanzen imstande, Niederschläge aufzunehmen, zu halten und kontrolliert abzugeben, was einen essentiellen Beitrag zu einem Schwammstadt-Konzept darstellt. Dieses beschreibt ein städtebauliches Konzept, welches die Aufnahme von Niederschlagswasser und Oberflächenabflüssen sowie deren kontrollierte, gegebenenfalls zeitlich versetzte, Abgabe vorsieht. (Trapp et al. 2020; Hietel et al. 2016; Bundesamt für Naturschutz 2017) Maßnahmen zu städtischer grüner und blauer Infrastruktur beruhen in ihrer Funktionalität insbesondere auf Quartiersebene auf der Reduktion von Flächenversiegelung, auf welche Kapitel 3.5.1 eingehen wird.

3.4.5. Umweltauswirkungen und Klimawandel

Wie insbesondere Kapitel 3.2.4 in Bezug auf Gebäudeemissionen, aber auch die Absätze 3.2.2 und 3.4.3 zu Ressourcenverbrauch und Stadtklima, hervorgehoben haben, trägt die Baubranche massiv zu globalen klimatischen Entwicklungen bei.

Gleichzeitig ist jedoch Resilienz eines Gebäudes gegenüber Klimawandelauswirkungen und damit verbundenen Extremwetterereignissen erforderlich. Zu letzteren sind insbesondere Hitzewellen und Starkregenfälle zu zählen. (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz 2018; Leistner et al. 2022) Außerdem müssen Gebäude vor Sturm und Hagel geschützt werden. (Leistner et al. 2022) Die DGNB e.V. (2018a) betont, „Maßnahme[n] zur Klimaanpassung und Stärkung der Resilienz von Gebäuden [würden] [...] in Zeiten des stattfindenden Klimawandels eine höhere Bedeutung erfahren“. Weiterhin spielen Änderungen der lokalen Umweltbedingungen eine Rolle bezüglich des thermischen Innenraumkomforts. Um der klimawandelbedingten Lufterwärmung zeitgleich mit dem Urban Heat Island Effekt Rechnung zu tragen, sind Maßnahmen der Verschattung und Ventilation essentiell, wie in Kapitel 3.3.1 ausgeführt.

Wie im vorherigen Kapitel erklärt, sind grüne und blaue Infrastrukturen sowie reduzierte Flächenversiegelung wesentlicher Bestandteil urbaner Klimaadaptionsstrategien. Neben Begrünung von Fassaden, Dächern und Straßenzügen ist die Wahl der Materialien für die Gebäudeaußenhülle zu beachten. Letztere kann durch Sturm- und Hagelereignisse beschädigt werden, die Farbe der Außenflächen und die thermisch aktive Masse beeinflussen die Erwärmung des Gebäudes. Schließlich tragen entsiegelte Oberflächen

sowie begrünte Dächer zur Aufnahme von Starkregen und deren zeitlich versetzten Abgabe bei. (Leistner et al. 2022; Trapp et al. 2020)

Von hoher Relevanz bei der Planung eines Gebäudes ist dessen zu erwartende Lebensdauer. Hierbei sind globale Klimaveränderungen über den gesamten Lebenszyklus zu betrachten, um Anforderungen an das Gebäude prognostizieren und modellieren zu können. Dazu zählt, sich in kurzfristigen Zeitskalen bewegend, der Aufwand für Heizen und Kühlen. (DGNB e.V. 2018a) Für eine langfristige Betrachtung sind standortbezogene Veränderungen einzubeziehen. Zu diesen zählen laut des Intergovernmental Panel on Climate Change (2019) der Anstieg der Meeresspiegel, Desertifikation und die Verminderung der Bodenqualität.

Der Ansatz der Nachhaltigkeit sowie die darauf aufbauende Strategie des positiven Bauens streben eine Vermeidung von Umweltbelastungen und langfristige Klimaresilienz an. Deshalb steht dieses Handlungsfeld in Verbindung mit sämtlichen in dieser Arbeit betrachteten Themen. Insbesondere besteht jedoch, wie ausgeführt, Korrelation zu „Standortqualität“, „Grüne und blaue Infrastruktur“ sowie dem folgenden Kapitel „Landnutzung und Flächenversiegelung“. Die Ausführung entsprechender Maßnahmen muss außerdem die Gewährleistung der in Kapitel 3.3.1 beschriebenen menschlichen Gesundheit fokussiert werden.

3.5. Quartiers- und Stadtgestaltung

Nachdem die vorhergehenden Kapitel 3.1 bis 3.4 die Einflussbereiche von Planung und Herstellung auf Bauteil- und Gebäudeebene sowie die Auswirkungen auf Menschen und Umwelt betrachtet haben, bettet dieses Kapitel die Immobilie in ihren räumlichen Kontext ein. Wie bereits bezogen auf (Stadt-)Klima und Grüne und blaue Infrastruktur beschrieben, können bei Analysen auf Quartiers- und Stadtniveau Synergien erfasst und genutzt werden.

3.5.1. Landnutzung und Flächenversiegelung

Eine zentrale Herausforderung für Städte weltweit, besonders in Anbetracht von Urbanisierungsprozessen, ist die Bereitstellung von alltäglich notwendiger Infrastruktur auf begrenztem Raum.

Dies hat innerhalb Deutschlands zur Folge, dass jährlich 93 km² Freifläche versiegelt werden. (Umweltbundesamt 2022b) Dazu zählen gemäß Umweltbundesamt (2022b) Flächen, die „bebaut, betoniert, asphaltiert, gepflastert oder anderweitig befestigt“ worden sind. Hiervon dienen rund 33.700 km² dem Zweck der Siedlungsflächen und davon 41,7 % Wohnungszwecken. (Statistisches Bundesamt 2022) Diese Oberflächen stehen nicht mehr für Nutzungen der grünen oder blauen Infrastruktur zur Verfügung. Flächenbedarfe für Wohnraum hängen maßgeblich mit der Wohnfläche pro Person zusammen, welche in Deutschland 47 m², mit steigender Tendenz, beträgt. (Umweltbundesamt 2017b)

Für die Reduktion der neu benötigten Siedlungsflächen sind der Erhalt und die flexible Nutzung des Gebäudebestandes essentiell. (Umweltbundesamt 2017b) Darüber hinaus müssen Flächen im Fall von Neuversiegelung selektiert werden, sodass Zersiedelungsprozesse vermieden werden. Dies geschieht im urbanen Umfeld durch eine Reaktivierung von Brachflächen und eine Verdichtung im zentrumsnahen Bereich. (Umweltbundesamt 2020b, 2017b) Essentiell zur effizienten Flächennutzung ist darüber hinaus die Priorisierung von Mehr- gegenüber Einfamilienhäusern. (Bundesstiftung Baukultur und Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie 2022)

Im Zusammenspiel mit den Kapiteln 3.4.4 und 3.4.5 stehend, empfiehlt sich die Schaffung unversiegelter Flächen im urbanen Kontext als Sicherheit vor Extremwetterereignissen. Letztere werden, wie in Abschnitt zu „

Umweltauswirkungen und Klimawandel“ beschrieben, durch die globale Erwärmung wahrscheinlicher. Lokale Starkniederschläge in Städten und die resultierenden Wassermengen müssen abgeführt werden. Hierfür wurde der Begriff der „Schwammstadt“ (englisch „sponge city“) etabliert. Das Erreichen dieses Zweckes kann, wie in Kapitel 3.4.4 beschrieben, durch grüne und blaue Infrastruktur befördert werden. (Bundesamt für Naturschutz 2017)

Künstliche, dunkle Oberflächen mit geringem Albedo-Wert unterstützen darüber hinaus zum einen, wie in Kapitel 3.4.3 beschrieben, den Urban Heat Island Effekt. (Hamacher et al. 2022) Zum anderen wird die Qualität der Böden, die Boden Neubildung und ihre Fähigkeit zur Regeneration durch mechanische Verdichtungsprozesse reduziert. Hier von sind insbesondere Stadtbäume und damit grüne Infrastrukturen betroffen. (Böll et al. 2014) Zudem erfüllen intakte Böden die Funktion der CO₂-Speicherung, was eine

Verbindung zu Handlungsfeld 3.2.4 darstellt. (Sauerwein 2004; Bundesstiftung Baukultur und Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie 2022)

Flächen, welche nicht durch menschliche Infrastruktur geprägt sind, können darüber hinaus die in Kapitel 3.4.2 ausgeführten Ökosystemdienstleistungen erbringen. Zudem betont das Umweltbundesamt (2023), dass die Neuinanspruchnahme von Flächen in Deutschland zumeist „zu Lasten der landwirtschaftlich genutzten Fläche“ stattfindet. Daraus kann eine Verbindung zu Handlungsfeld 3.5.3 hergestellt werden. Schließlich beeinträchtigen Siedlungsstrukturen Bevölkerungsdichten und den Grad der Mischnutzung, wie Kapitel 3.5.4 zeigen wird. Diese Rahmenbedingungen hängen außerdem mit den Möglichkeiten und Gewohnheiten des Mobilitätsverhaltens zusammen, wie dem folgenden Kapitel entnommen werden kann.

3.5.2. Mobilität und Infrastruktur

Während der Begriff der „Mobilität“ zunächst die Befähigung und Möglichkeiten von Menschen zu außerhäuslicher Bewegung beschreibt, bezeichnet „Verkehr“ hieraus resultierende, stattfindende Bewegungen. Damit korreliert der Indikator der „Mobilitätsquote“, welche beschreibt, welcher Anteil an Menschen beschreibt, welche tatsächlich außerhäuslich mobil sind. (Bertram und Bongard 2014; Nobis und Kuhnimhof 2018)

Durch städteplanerische Gestaltung können Mobilitätsentscheidungen von Menschen beeinflusst werden. Sowohl die räumliche Lage des Wohnorts als auch sozioökonomische Faktoren haben Einfluss auf das gewählte Verkehrsmittel sowie die durchschnittliche Weglänge. Urbane Mobilität zeichnet sich durch insgesamt kürzere Wege zur Befriedigung alltäglicher Bedürfnisse sowie durch einen erhöhten Stellenwert des ÖPNV (Öffentlichen Personennahverkehrs) aus. Zudem bewegen sich Menschen im städtischen Umfeld verstärkt multimodal, das heißt verschiedene Verkehrsmittel für eine Wegstrecke kombinierend. (Nobis und Kuhnimhof 2018)

Impulse können gegeben werden durch die infrastrukturelle Bereitstellung von Alternativen unmittelbar im Gebäude oder aber in der Nachbarschaft. Ersteres beinhaltet unter anderem sichere, witterungsbeständige Abstellmöglichkeiten für Fahrräder und Ladeanschlüsse für Elektrofahrzeuge, zweiteres Sharing-Angebote und die Verfügbarkeit von Parkplätzen für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben. Überdies ist der Anschluss

an öffentliche Verkehrsmittel zentral für die zukunftsfähige Stadtgestaltung. (Haroglu 2013; The International Living Future Institute 2019)

Eingangs zu diesem Kapitel wurden Charakteristika städtischen Mobilitätsverhaltens, bedingt durch die dortige Siedlungsstruktur, benannt. Von entscheidender Wichtigkeit ist die Korrelation zum untenstehenden Handlungsfeld „Belebung und Mischnutzung“. Durch die Diversifizierung von Quartieren und die Schaffung von öffentlichen Räumen kann die Weglänge zur Befriedigung täglicher Bedürfnisse reduziert werden. Hierdurch werden Menschen zu aktiver Mobilität – Zufußgehen und Fahrradfahren – eingeladen. Entsprechende Planungsansätze, etwa die „Stadt der kurzen Wege“ und die „15-Minuten-Stadt“, schlagen alternative Schwerpunkte der Mobilität vor, basierend auf der Angebotsvielfalt von Quartieren. Es ist an dieser Stelle hervorzuheben, dass die Möglichkeiten der Verkehrsgestaltung sowohl auf Quartiers- als auch auf Stadtebene an bereits vorhandene Gebäude und deren historischen Entstehungskontext anzupassen sind. Ebenso können sich Mobilitätsbedürfnisse und damit verbundene Verhaltensweisen zwischen städtischen Zentren- und Randgebieten unterscheiden. (Nobis und Kuhnimhof 2018)

Durch die Verlagerung von motorisiertem Individualverkehr zu aktiver Mobilität und Verkehrsmitteln des Umweltverbundes wird insbesondere eine Reduktion von Emissionen und Luftschadstoffen erreicht, sowie auch eine Minderung der Lärmbelastung. Dies und eine Förderung aktiver Mobilität stellen eine Verbindung zu dem Handlungsfeld „Gesundheit und Wohlbefinden“ dar. Weiterhin gilt es, den öffentlichen Raum und Verkehrsinfrastrukturen insbesondere für Fußgänger und Fahrradfahrer und hierbei insbesondere Verkehrsteilnehmer mit besonderen Bedürfnissen sicher und übersichtlich zu gestalten. Hierdurch werden zugleich die Felder „Sicherheit“ und „Soziale Strukturen und Gleichheit“ tangiert. (Gehl 2015)

Die Neupriorisierung von Mobilitätsoptionen, Verkehrsteilnehmern und von öffentlichem Raum kann mit baulichen Maßnahmen einhergehen. Neben der Erhöhung der Mobilitätsquote und der Sicherheit beeinflusst dies den Komfort positiv. (Umweltbundesamt 2022e, 2022g)

Hieraus ergeben sich Anforderungen an die Gestaltung des öffentlichen Raums, adressiert im Kapitel „Landnutzung und Flächenversiegelung“. Maßnahmen diesbezüglich können beispielsweise die Aufteilung des Straßenraums für Stellplätze umfassen. Darüber hinaus können Flächengewinne entweder in die Schaffung von Wohnraum oder in

hochqualitative Außenräume, wie in Handlungsfeld „Grüne und blaue Infrastruktur“ beschrieben, investiert werden. Letztere erlauben Komfort während des Aufenthalts, insbesondere in Anbetracht des Klimawandels und in Kapitel 3.4.3 beschriebener stadtklimatischer Besonderheiten, und verstärken die oben genannten gesundheitlichen und sozialen Vorzüge. (Gehl 2015; Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr 2022)

Insgesamt ist somit bei der Ausweisung neu entstehenden Wohnraums die zeitgleiche Betrachtung der Mobilitätsoptionen von Anwohnern entscheidend. Im Umkehrschluss können Verkehrswege die Herausbildung neuer Siedlungen definieren. Einerseits erlaubt motorisierte Fortbewegung die Erschließung zusätzlicher Regionen, mit untergeordneter Relevanz von geografischen Gegebenheiten. Andererseits sind hieraus resultierende Zersiedelungsprozesse, insbesondere angesichts des Trends der Urbanisierung, zu vermeiden. Im städtischen Bereich erfordert dies die Kompaktheit und Durchmischung von Quartieren und beeinflusst, wie oben ausgeführt, die Flächeninanspruchnahme. Im ländlichen Raum beeinträchtigt die Schaffung von Verkehrsinfrastruktur ebenso die Flächenversiegelung sowie rurale Ökosysteme beziehungsweise Habitate. (Umweltbundesamt 2019, 2011)

3.5.3. Nahversorgung und Lebensmittelproduktion

Aus den Megatrends des globalen Bevölkerungswachstums sowie der Urbanisierung resultiert ein wachsender Bedarf für Nahrungsmittel in Städten. Um diesen zu decken, gewinnen Ansätze des „Urban Gardening“ zusätzlich zu Formen der konventionellen, ländlichen Landwirtschaft an Popularität. (Biedermann und Ripperger 2017) Insbesondere pflanzenbasierte Nahrungsmittelproduktion kann im städtischen Umfeld umgesetzt werden. Synergien mit Tierhaltung sind beispielsweise durch Imkerei und Aquaponik möglich. Ersteres profitiert von einer vielfältigen urbanen Flora, wobei die Anwesenheit von Bienen selbst Artenvielfalt fördert, setzt jedoch grüne Infrastrukturen voraus. (Schacht 2020) Zweiteres beschreibt eine Kombination von Fischhaltung und Pflanzenanbau. Diese Form der Nahrungsmittelbereitstellung wird als ökosystemschonend sowie nährstoff- und ressourceneffizient eingeordnet, während der Energieinput eine zentrale Herausforderung darstellt. (Schauenberg 2021) Da sowohl Imkerei als auch Aquaponik zusätzliche Kenntnisse erfordern, sind sie nicht Teil der weiteren Betrachtung in diesem Kapitel.

In jedem Fall dient urbane Landwirtschaft nicht an erster Stelle der Existenzsicherung von daran Arbeitenden, sondern unterstützt vordergründig die Deckung des Nahrungsmittelgrundbedarfs von Anwohnern. (bgmr Landschaftsarchitekten 2014; Deutscher Städtetag 2021)

Zu diesem Zweck können öffentliche Flächen, das heißt Teile der in Kapitel 3.4.4 beschriebenen urbanen grünen Infrastruktur, zu Gemeinschaftsgärten umgewidmet werden. (bgmr Landschaftsarchitekten 2014) Diese werden nach Rosol (2006) und Biedermann und Ripperger (2017) definiert als „gemeinschaftlich und durch freiwilliges Engagement geschaffene und betriebene Gärten, Grünanlagen und Parks mit Ausrichtung auf eine allgemeine Öffentlichkeit“. Somit ist es „[m]it ‚Urban Gardening‘ [und] ‚Gemeinschaftsgärten‘ [möglich, dass] sich die Anwohnerinnen und Anwohner aktiv in die Gestaltung und Pflege ihrer Umgebung“ (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2015) einbringen. Häufig erfordert die Initiierung von Urban Gardening eine Neuaufteilung des öffentlichen Raums oder die Reaktivierung von ungenutzten Flächen, was eine Korrelation zu Kapitel 3.5.1 darstellt. (Biedermann und Ripperger 2017) Jedoch kann Urban Gardening auch auf Gebäudeebene betrieben werden, was eine Effizienzsteigerung in der Nutzung bereits versiegelter Flächen darstellt. Hierfür eignen sich Dachgärten und Fassadenbepflanzungen, welche zudem Beiträge zur thermischen Regulierung eines Gebäudes leisten. Dabei ist jedoch sicherzustellen, dass Niederschläge aufgenommen und der Bepflanzung zugeführt werden, und gleichzeitig die Auswaschung von Boden beziehungsweise Substrat vermieden wird. Die Wahl geeigneter Spezies und Standorte kann den Ertrag steigern. (Trapp et al. 2020; bgmr Landschaftsarchitekten 2014; Mitteldeutscher Rundfunk 2022; Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau 2019)

Darüber hinaus trägt Urban Gardening laut Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015) und bgmr Landschaftsarchitekten (2014) zu Biodiversität bei. Des Weiteren werden durch verkürzte Transportwege für die tägliche Versorgung sowie eine pflanzlich orientierte Ernährung weniger CO₂-Emissionen freigesetzt (Biedermann und Ripperger 2017; Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft 2022; Umweltbundesamt 2022d), weswegen eine inhaltliche Verbindung zu Kapitel 3.2.4 besteht. Fallstudien zeigen auf, dass lokale soziale Strukturen durch Gemeinschaftsgärten verfestigt werden können. (Brener Mizrahi 2021) Aus diesem Grund können die in den Kapiteln 3.3.4 und 3.5.4 beschriebenen Ansprüche durch Urban Gardening unterstützt werden.

Alternative Anlagen, wie einerseits Vertical Farming für hohe Produktivität auf reduzierter Fläche, oder andererseits Privatanlagen in Gärten, Kleingartenanlagen und Schrebergärten, ermöglichen ebenfalls Nahrungsmittelgewinnung im städtischen Umfeld. (Hirsch et al. 2016; Fritz 2021) Da diese jedoch nicht Teil der allgemein-öffentlichen urbanen Gestaltung sind, werden sie nicht von der Methodik der vorliegenden Arbeit fokussiert.

3.5.4. Belebung und Mischnutzung

Wesentliches Ziel von städtebaulichen Maßnahmen ist die Gestaltung einer „Stadt für Menschen“ (Gehl 2015). Aus diesem Grund soll eine Stadtgestaltung, welche die Handlungsfelder dieser Arbeit berücksichtigt, Belebung von öffentlichem Raum erreichen. Dies inkludiert nicht nur die dort stattfindenden Bewegungen per se, sondern vielmehr die Aufenthaltsqualität, welche Menschen zum Verweilen einlädt. Darüber hinaus sollen Räume zur Interaktion gestaltet werden. (Gehl 2015)

Dabei dürfen Gruppen mit besonderen Bedürfnissen, wie Kinder und Senioren, nicht vernachlässigt werden. Im Sinn der Zukunftsfähigkeit und Dauerhaftigkeit der Stadtplanung geben demografische Entwicklungen Aufschluss über potenziell notwendige Adaptionen der öffentlichen Infrastruktur sowie die Bereitstellung zusätzlicher Angebote und Einrichtungen. (Gehl 2015)

Weiterhin soll im Planungsverlauf für Neubauten die Möglichkeit zur Partizipation gewährt werden. Dies betrifft ebenso Maßnahmen des Umbaus im Gebäudebestand, welche jedoch nicht zentraler Gegenstand dieser Arbeit sind. An dieser Stelle ist entscheidend, Partizipationsprozesse sämtlichen Gesellschaftsgruppen zugänglich zu gestalten. Schließlich stellt der öffentliche urbane Raum zum einen eine Fläche für die Ausübung demokratischer Prozesse dar. (Gehl 2015; Rinn 2017; Walther 2018)

Zum anderen erlaubt er zeitlich befristete Designansätze, beispielsweise in Form von Märkten, Zusammenkünften von Sportgruppen oder Straßenexperimente. (Gehl 2015) Diese können eine Erweiterung darstellen zu den in gemischt-genutzten Quartieren dauerhaft bereitzustellenden Einrichtungen des täglichen Lebens. Wie im Kontext mit „Mobilität und Infrastruktur“ beschrieben, liegt dem Konzept der „15-Minuten-Stadt“ die Anforderung zugrunde, Servicediversität innerhalb eines zeitlich definierten

Aktionsradius um den Wohnort zu schaffen. Hierdurch werden, wie in Kapitel 3.5.2 ausgeführt, nicht nur aktive Mobilität und Gesundheit gestärkt. Gemischte Quartiere sind wesentlich für soziale urbane Gerechtigkeit und werten Nachbarschaften auf. (Walther 2018; DGNB e.V. 2018a; Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr 2022)

Das Wohlbefinden von Anwohnern wird nicht nur durch die in Kapitel 3.3.1 vorgestellten Aspekte unmittelbar beeinflusst. Auch die Erhaltung sozialer Strukturen, siehe Abschnitt 3.3.4, entscheidet über die Zufriedenheit der Menschen. Demokratische Prozesse und Mitwirkung können essentielle Instrumente bei der Transformation von Gebäuden, Quartieren und Städten sein.

4. Möglichkeiten zur Bewertung von positiven Auswirkungen des Bauens

4.1. Geläufige Tools im positiven Bauen

Wie Kapitel 2.4.2 beschrieben hat, sind die bisher im traditionellen, aber auch nachhaltigen Bauen angewandten Tools nur bedingt geeignet, um net-positive Auswirkungen zu messen. (Birkeland 2014) Aus diesem Grund werden in diesem Kapitel 4 drei weitere Methodiken vorgestellt. Ihnen ist zum einen gemein, dass sie deutlich machen, wie Positivität der Impacts gemäß den jeweiligen Definitionen erreicht werden kann. Dazu geben sie Anlass zur Selbstreflexion oder formulieren konkrete Forderungen und Benchmarks, welchen das Bauprojekt genügen soll. Zum anderen wurden die Tools danach ausgewählt, dass ein jedes davon auf die Mehrheit der identifizierten Handlungsfelder anwendbar ist. Schließlich arbeiten die Bewertungsansätze teils qualitativ, teils quantitativ, und bilden somit ein breites Spektrum an Lösungsmöglichkeiten ab.

Im Folgenden werden kurz die Funktionsweisen und Ansprüche des Eco-positive Design Review (eDR), des STARfish und der Living Building Challenge (LBC) vorgestellt.

4.1.1. Eco-positive design review (eDR)

Bei Eco-positive design review (eDR) handelt es sich um ein qualitatives Tool. Es adressiert soziale und ökologische Problemstellungen im Kontext mit dem Gebäudeplanungs- und Gebäudeerstellungsprozess. Wie die Namensgebung dieses Bewertungstools nahelegt, handelt es sich um einen design-orientierten Ansatz. Damit erfolgt die Untersuchung bereits vor Baubeginn, anders agierend als heute gängige Nachhaltigkeitszertifizierungen, welche die bereits bestehende Immobilie bewerten. (Birkeland 2020)

Diese Bereiche unterscheidend werden Fragenkataloge entworfen, welche in Anhang 8.2 und 8.3 enthalten sind. Sie sind als offene Fragen formuliert, die den planenden Personen zur Selbstreflexion dienen können. Aufgrund seiner Design-Orientierung ist diese Methode flexibel an variierende Projekte und Rahmenbedingungen anpassbar und ergänzbar. (Birkeland 2020)

Um ein erfolgreiches eDR zu erstellen, formuliert Birkeland (2020) sechs grundlegende Merkmale.

- **Design-Orientierung:** Die Variabilität lokaler Gegebenheiten einbeziehend, wird durch Designorientierung anstelle der Erfüllung vorgegebener Anforderungen flexibel auf Rahmenbedingungen reagiert. Hierbei wird durch Feedback-Loops eine kontinuierliche Selbstreflexion und -verbesserung angestrebt.
- **Kontextbezug:** Um den vielgestaltigen Nachhaltigkeitsfragen, die ein Gebäude beeinflusst, Rechnung zu tragen, muss das geplante Projekt in seinem räumlichen Kontext gedacht werden. Dazu zählt nicht nur die Vermeidung von Belastungen von Bewohnern wie Nachbarn, sondern auch die Berücksichtigung von off-site Effekten.
- **Ausgeglichenheit:** Insbesondere in ökonomisch schwachen Regionen soll nicht zwischen einer Effizienzsteigerung oder Kosteneinsparung entschieden werden müssen. Stattdessen können natürliche Systeme und Kreisläufe erhalten und für menschliche Zwecke genutzt werden. Kompensationsmaßnahmen off-site können in Ausnahmefällen zulässig sein, wenn die Gebäudeplanung dem Gemeinwohl dient. Darüber hinaus soll das eDR das Streben nach kreativen Lösungsprozessen unterstützen.
- **Bottom-up:** Die Notwendigkeit von Partizipation wurde bereits in Kapitel 3 mehrfach dargelegt. Bedacht werden muss diese demokratische Möglichkeit im gesamten Gebäudeplanungs- und -lebenszyklus. „Das eDR soll ein offener Prozess sein, der zu konstruktiven Input motiviert“ (Birkeland 2020), was mit der Forderung nach Transparenz einhergeht.
- **Verifizierung:** Korrelierend mit dem Anspruch nach kontinuierlicher Selbstverbesserung muss das eDR Rückschlüsse ermöglichen, wenn Fehlplanungen vorliegen. In einem solchen Fall müssen Korrekturen vorgenommen werden, was durch flexibles Design und modulare Komponenten erleichtert wird.
- **Soziale Kriterien:** Mit der Auseinandersetzung mit räumlichen und sozio-ethnischen Gegebenheiten wird Positivität individuell definiert. Ökonomische Gewinne werden dabei als den sozialen und ökologischen Aspekten untergeordnet betrachtet.

Insgesamt sorgt das eDR dafür, dass überdurchschnittlich viel Aufwand in die Planungsphase investiert wird. Im Gegenzug sollen mehr Vorteile bei gleichzeitig weniger Kosten erlangt werden. (Birkeland 2020)

4.1.2. STARfish

Im Gegensatz zum eDR handelt es sich bei STARfish, im weiteren Verlauf der Arbeit vereinfachend als Starfish geschrieben, um eine quantitative Bewertungsmethode. Sie behandelt die sechs Themenfelder Material / Abfall, Energie / Effizienz, Gesundheit / Lebensqualität, Treibhausgas- / CO₂-Emissionen, Ökologie / Biodiversität und Planung / räumliche Beziehungen. (Birkeland 2020, 2022)

Für die Bewertung wählt Starfish eine Skala von -10 Punkten für ein Worst-Case-Szenario über 0 für neutrale oder restaurative, mit anderen Worten net-zero Auswirkungen, zu +10 für einen positiven oder regenerativen Entwurf. Den Ansätzen des heutigen, herkömmlichen Bauwesens folgend, wird üblicherweise eine Bewertung zwischen -10 und 0 erreicht. Die Darstellung erfolgt anhand von Radialdiagrammen, welche in Abhängigkeit des Nutzungszwecks beispielsweise Balkendiagramme, Spinnendiagramme oder eine überlappende Form sein können. Sämtliche Unterkategorien sind schlussendlich an ein zentrales Hauptdiagramm geknüpft. (Birkeland 2020, 2022)

Untenstehend kann die grafische Darstellung der Bewertung für ein Themenfeld in Abbildung 12 nachvollzogen werden.

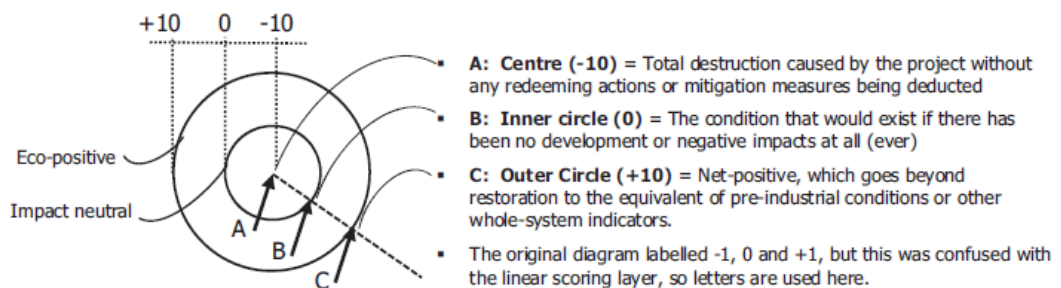


Abbildung 12: Grafische Darstellung der Bewertung mit der Starfish-Methode. Birkeland (2020).

Jedes der im Kapiteleingang vorgestellten sechs übergeordneten Themenfelder steht in Verbindung mit untergeordneten Satellitendiagrammen für entsprechende Teilaspekte.

Diese umfassen exemplarisch Luftqualität und die Erhaltung von Habitaten für das Themenfeld Ökologie/Biodiversität. Erneut können für die Zusammenfassung der Unterpunkte verschiedene Diagrammtypen gewählt werden. Die Verdeutlichung von Interaktionen und Korrelationen erfolgt anhand von Querverbindungen zwischen den Einzeldiagrammen. In Abhängigkeit von den Pfeilrichtungen derselben werden positive beziehungsweise negative Korrelationen angezeigt, wie untenstehender Abbildung 13 zu entnehmen ist. Es ist möglich, dass Satelliten weitere Unterasspekte zugeordnet bekommen. (Birkeland 2020; Birkeland et al. o. J.)

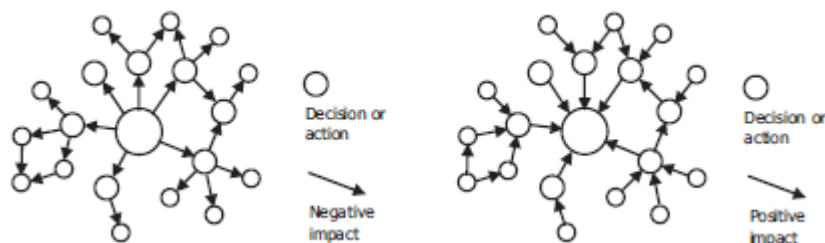


Abbildung 13: Darstellung von Korrelationen im Starfish-Diagramm. Birkeland (2020).

Die finale Bewertung erfolgt durch die Verrechnung sämtlicher Unterkategorien und anschließend der Aggregation der oben genannten sechs Themenfelder. (Birkeland 2020) Die definierte Bepunktung betrachtend kann somit geprüft werden, ob das Projekt summa summarum den angestrebten positiven Beitrag leistet. Exemplarisch dargestellt wird die Zusammenfassung von Starfish-Bewertungsergebnissen in der Abbildung 14 auf Seite 67.

Durch seine Darstellung der einzelnen Themenbereiche erlaubt der Starfish Verständnis für die jeweiligen detaillierten Ergebnisse. Da die Übersicht individuell anpassbar ist, können Chancen und Schwächen der Planung identifiziert werden. Die Starfish-Methode ist somit gleichzeitig holistisch und erlaubt eine nachvollziehbare Darstellung. (Birkeland 2022, 2020)

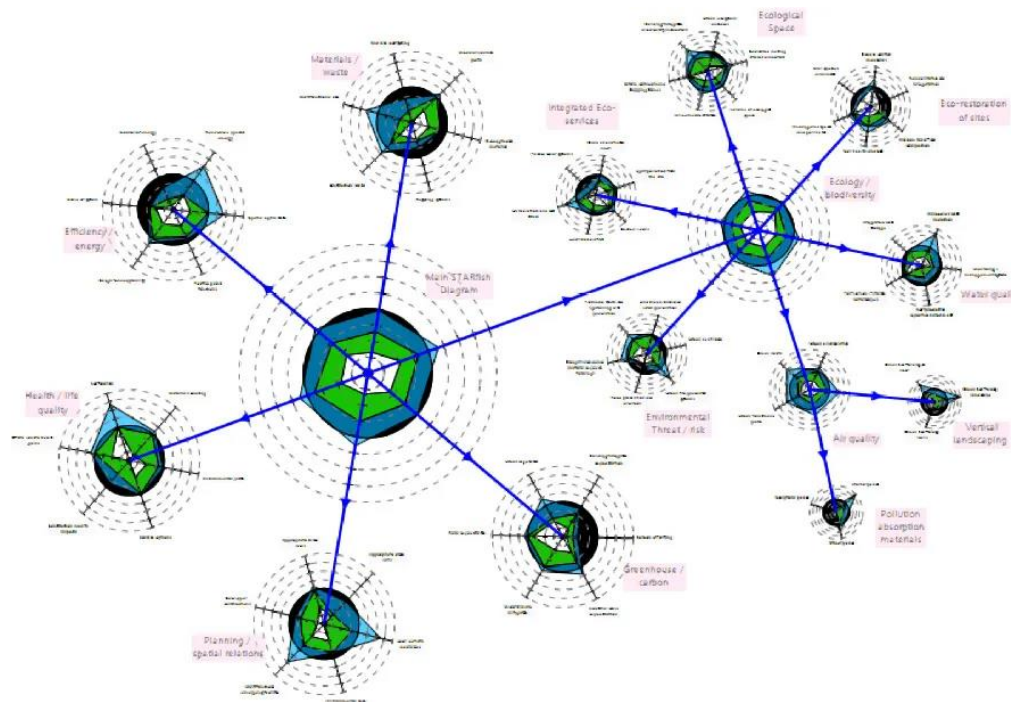


Abbildung 14: Exemplarische Ergebniszusammenfassung einer Starfish-Bewertung. Birkeland (2022)

4.1.3. Living Building Challenge (LBC)

Die Grundzüge der Living Building Challenge wurden in Kapitel 2.3.4 vorgestellt. Sie wird im Rahmen dieser Arbeit nicht nur als Zertifizierungsschema, sondern auch als Bewertungsmechanismus betrachtet. Ursächlich hierfür sind die umfangreichen sogenannten 20 „Imperative“, welche bei einem Neubau allesamt erfüllt werden müssen. Innerhalb eines Imperativs werden bei Fragestellungen mit messbaren Ergebnissen konkrete Benchmarks vorgegeben und mitunter mehr Maßnahmen vorgegeben als erfüllt werden müssen. Dies erlaubt den planenden Institutionen Wahlfreiheit. Die LBC entwirft ihre Ansprüche, um „wahrhaftig regenerativ“ zu sein und somit „positive ökologische Auswirkungen“ zu verursachen (The International Living Future Institute 2019). Im Fall von nicht-messbaren Imperativen werden Instrumente benannt, mithilfe derer die geforderten Ziele erreicht werden können.

4.2. Bewertung der Handlungsfelder des positiven Bauens

Nachdem Kapitel 3 einen Überblick über essenzielle Themen des positiven Bauens gegeben hat, stellt sich in einem weiteren Schritt die Frage nach Möglichkeiten zur Bewertung derselben. Dies erlaubt, wie in Kapitel 2.3 im Kontext von Zertifizierungen des nachhaltigen Bauens ausgeführt wurde, den Vergleich unterschiedlicher Bauvorhaben und die Beurteilung der Zielerreichung. Wie aus den vorherigen Kapiteln hervorgeht, bedient das positive Bauen ein breites Spektrum an Handlungsfeldern. Aus diesem Grund existieren, wie Kapitel 4.1 erklärt hat, zahlreiche, sowohl qualitativ als auch quantitativ arbeitende Tools, welche auf Teilaspekte des positiven Bauens angewendet werden. Im Folgenden soll analysiert werden, inwieweit sich die Forschung mit der Bewertung der einzelnen Handlungsfelder befasst, sowie im Rahmen der bestehenden Erkenntnisse Tools für die Felder angewendet werden.

4.2.1. Strategie zur Bewertungsuntersuchung

Die beschriebenen Tools auf die Handlungsfelder aus Kapitel 3 anwendend, wird im Folgenden beleuchtet, inwieweit eine Bewertung in der Literatur bereits stattfindet. Diese Abstufungen werden als „umfassend“, „teils“ oder „ansatzweise bewertet“ benannt und fasst die Ergebnisse bezüglich eDR, Starfish und LBC zusammen.

Um den Detaillierungsgrad der Bewertung eines Handlungsfelds durch eDR zu untersuchen, wird ermittelt, wie häufig das genannte Feld in den Fragebögen zu sozialen beziehungsweise ökologischen Themen, einzusehen in Anhang 8.2 und 8.3, berührt wird. Hierbei handelt es sich um eine rein qualitative Analyse, da das Augenmerk auf der Anzahl an Nennungen liegt, jedoch keine Priorisierung von Teilaspekten erfolgt.

Wie in Kapitel 4.1.2 erklärt, nimmt der Starfish in seiner Bewertung eine Einteilung in „negativ“, „neutral“ und „positiv“ vor, wobei diese bepunktet werden von -10 über 0 zu +10. Im Rahmen dieser Arbeit werden zunächst die Vorgehensweisen berücksichtigt, welche mit +10 Punkten eingestuft werden. Darüber hinaus werden, aus Gründen der Vollständigkeit, net-zero Maßnahmen aufgeführt.

Die LBC definiert ihre Vorgaben in einer Weise, welche bei Erfüllung einen regenerativen beziehungsweise positiven Endzustand erzeugt. Daher wird in dem Analyseprozess

die Gesamtheit der Strategien berücksichtigt, wobei besonders hervorgehoben wird, für welche Handlungsfelder messbare Benchmarks vorgelegt werden.

Die Anwendung der drei vorgestellten Bewertungsmechanismen auf die Handlungsfelder des positiven Bauens kann in Tabelle 2 bis Tabelle 6, angefügt im Anhang 8.1, nachvollzogen werden.

4.2.2. Bewertungsergebnisse und Zusammenfassung

Ausgehend von den vorgenannten Tabellen in Anhang 8.1 auf den Seiten 111 bis 115 soll zudem ein zusammenfassendes Urteil über den Bewertungsdetailierungsgrad pro Handlungsfeld formuliert werden. Hierbei wird unterschieden zwischen „umfassend“, „teils“ und „ansatzweise“ bewertet. Als „umfassend“ wird eine Bewertung definiert, wenn das Handlungsfeld durch alle Tools bedacht wird. Dabei wird Wert darauf gelegt, dass der Bereich innerhalb des eDR durch mehr als ein Kriterium sowie sowohl in ökologischen als auch in sozialen Fragestellungen bedacht wird. Der Starfish gibt bei umfassenden Bewertungen nicht nur net-zero, sondern auch net-positive Maßnahmen vor. Von der LBC wird bei umfassenden Bewertungen eine Mehrzahl an zu erfüllenden Maßnahmen vorgegeben. Diese werden gegebenenfalls unterstrichen durch Benchmarks. Bei einer „teils“ vorliegenden Bewertung werden entweder nicht alle Tools auf ein Handlungsfeld angewendet. Andererseits kann es hier der Fall sein, dass das Feld in einer weniger ausführlichen Weise bedacht wird, als es, wie vorhergehend beschrieben, bei einer „umfassenden“ Bewertung geschieht. Schließlich wird eine „ansatzweise“ Bewertung attestiert, wenn die Literatur sich zwar mit dem Handlungsfeld auseinandergesetzt hat, dies jedoch primär auf einer qualitativen Ebene geschieht, oder eine Erfüllung der Vorgaben der Tools zu einem net-zero statt einem net-positiven Zustand führt.

Die untenstehende Tabelle 1 fasst die Resultate zusammen.

Tabelle 1: Zusammenfassende Darstellung der Handlungsfelder und ihres Detaillierungsgrads in der Literatur. Eigene Darstellung.

Handlungsfeld	Umfassend / teils / ansatzweise bewertet
Planungsqualität	
Planung und Ausführung	Teils

Standortqualität	Ansatzweise
Lebenszykluskosten und Wirtschaftlichkeit	Teils
Innovation	Teils
Politischer Rahmen	Teils
Stoffkreisläufe	
Energie	Umfassend
Ressourcen, Material, Abfall	Umfassend
Wasser	Teils
CO ₂ -Emissionen	Umfassend
Mensch	
Gesundheit und Wohlbefinden	Umfassend
Ästhetik	Ansatzweise
Sicherheit	Teils
Soziale Strukturen und Gleichheit	Umfassend; qualitativ
Biosphäre	
Biodiversität	Teils
Ökosystemdienstleistungen	Teils
(Stadt-)Klima	Ansatzweise
Grüne und blaue Infrastruktur	Umfassend; qualitativ
Umweltauswirkungen und Klimawandel	Teils
Quartiers- und Stadtgestaltung	
Landnutzung und Flächenversiegelung	Umfassend
Mobilität und Infrastruktur	Teils
Nahversorgung und Lebensmittelproduktion	Ansatzweise
Belebung und Mischnutzung	Umfassend

Aus obiger Tabelle ist ersichtlich, dass acht Handlungsfelder bereits in „umfassender“ Weise in der Literatur bedacht werden, davon in zwei Fällen in vornehmend qualitativer Weise. Zehn weitere Handlungsfelder werden als „teils“ bewertet eingeordnet. Schließlich existiert eine „ansatzweise“ Bewertung für insgesamt vier Handlungsfelder.

Es kann darüber hinaus festgestellt werden, dass die umfangreichsten Bewertungen für den Themenkomplex „Stoffkreisläufe“ bestehen. Hier liegen für drei von vier Handlungsfeldern umfangreiche Bewertungen vor sowie eine „teils“-Bewertung im Bereich des Wassers. Daneben existieren für alle Felder der Stoffkreisläufe Benchmarks. Im Gegenzug dazu ist der Themenbereich „Planungsqualität“ am wenigsten detailliert bewertet.

Die in dieser Arbeit vorgestellten Bewertungstools des positiven Bauens zeichnen sich nicht nur durch ihre unterschiedlichen Vorgehensweisen aus. Darüber hinaus weisen das eDR, der Starfish und die LBC verschiedene Stärken vor. Zunächst ist die Anwendung des eDR vorteilhaft, wenn eine ganzheitliche, qualitative Analyse vonnöten ist. Diese lässt sich nicht nur mit anderen Bewertungsmethoden kombinieren, sondern begünstigt auch eine individuelle Anpassung an die jeweiligen Rahmenbedingungen. Zudem ist kontinuierliches Projektmonitoring möglich. Der Starfish erlaubt eine Eingrenzung der durch das Gebäude erzielten Auswirkungen entsprechend der in Kapitel 2.2.1 vorgestellten Zielsetzungen zu „net-zero“ beziehungsweise „net-positiv“. Außerdem ermöglicht der Starfish die Betrachtung von Interaktionen zwischen den Aktionsfeldern. Schließlich fordert die LBC die Erfüllung von quantitativen Benchmarks. Dabei gibt die LBC mitunter pro Imperativ mehr Anweisungen vor, als für eine erfolgreiche Bewertung erfüllt werden müssen, was zu Flexibilität in der Planung führt.

4.2.3. Zielsetzungen des positiven Bauens

Wie diese Arbeit zeigt, sind die Felder, innerhalb derer das positive Bauen agiert, breit gefächert. Aus diesem Grund muss die Fragestellung bedacht werden, wie sich „Erfolg“ dieses Baukonzepts in Bezug auf die hergeleiteten Handlungsbereiche auszeichnet. Im Folgenden werden vier Zielsetzungen vorgestellt, welche durch das positive Bauen bedient werden. Dabei werden beispielhaft ein bis zwei Handlungsfelder pro Zielbereich eingeordnet.

- **Erhöhung des gegenwärtigen Standards**

Sowohl für qualitative als auch in quantitative Fragestellungen kann das Abzielen auf erhöhte Standards festgestellt werden. Dies betrifft beispielsweise das Handlungsfeld „Mobilität und Infrastruktur“. Hierbei muss hervorgehoben werden, dass die Zielerreichung nicht notwendigerweise bauliche und infrastrukturelle Zusatzmaßnahmen erfordert, durch diese jedoch gefördert werden kann. Die im zugehörigen Kapitel 3.5.2 dargestellten Strategien zielen darauf ab, die Mobilitätsquote von Menschen zu erhöhen, und dabei Gleichheit hinsichtlich Mobilitätsoptionen, -zugang und Teilhabe am öffentlichen Raum zu gewährleisten. (Nobis und Kuhnimhof 2018; The International Living Future Institute 2019)

- **Reduktion des gegenwärtigen Niveaus**

Um Positivität zu erlangen, ist es beispielsweise in den Handlungsfeldern der Ressourceninanspruchnahme, Materialien und Abfall oder bezüglich der Landnutzung und Flächenversiegelung vonnöten, gegenwärtige Niveaus zu reduzieren.

Für die Einordnung dessen, was als Positivität zu verstehen ist, ist zum Ersten die in dieser Arbeit definierte Methodik entscheidend. Wird in einem Bestandsgebäude durch Aus- oder Umbau neuer Wohnraum geschaffen, erweitert dies die Optionen, Flächeninanspruchnahme zu bewerten, indem keine neuen Flächen versiegelt werden müssen. Dies kann beispielsweise durch eine modulare Bauweise realisiert werden, was einer net-zero-Flächenversiegelung entsprechen kann. (Rietz et al. 2022) Weitere Auswirkungen der Erweiterung der Methodik können dem folgenden Kapitel 5, „Diskussion“, entnommen werden.

Zum Zweiten können Details der Zielsetzung durch technische und gesellschaftspolitische Entwicklungen verändert werden. Dies betrifft beispielsweise Vorgaben für die Anteile von recycelten Baumaterialien, was durch eine Etablierung von Ansätzen wie Circular Economy gestaltet werden kann. (The International Living Future Institute 2019; DGNB e.V. 2018a)

- **Bedarfsdeckung durch Eigenerzeugung**

Das vorhergehend beschriebene Ziel der Aufwandsreduktion weiterführend, sind Gebäude imstande, ihren Eigenbedarf durch systeminterne Produktion beziehungsweise Gewinne zu decken. Dementsprechend sind geschlossene Kreisläufe beispielsweise für

die Wassergewinnung und -nutzung notwendig. Dabei ist eine dezentrale Behandlung erforderlich, wobei bei Bedarf Wasser von externen Systemen entnommen werden darf. (The International Living Future Institute 2019)

- **Wahrung und Wiederherstellung vorindustrieller Zustände**

Das Handlungsfeld der Biodiversität bezieht sich auf die Ausweitung der ökologischen Basis, bestehend unter anderem aus der ökologischen *carrying capacity* und den verfügbaren Habitaten. Positivität der Biodiversität kann somit einerseits über die *carrying capacity*, dt. Tragfähigkeit, definiert werden, welche die Populationsdichte beziehungsweise die Populationszahlen innerhalb eines Habitats beschreibt. (The Editors of Encyclopaedia Britannica 2022) Die *carrying capacity* eines Ökosystems kann positiv bewertet werden, wenn vorindustrielle Zustände nicht nur wiederhergestellt, sondern sogar ausgeweitet werden. (Birkeland 2014)

Andererseits kann die Entwicklung von Biodiversität beziehungsweise Habitaten durch drei Arten von Diversität beschrieben werden, wie Kapitel 3.4.1 gezeigt hat. Birkeland und Knight-Lenihan (2016) weisen darauf hin, dass die positive „genetischen Diversität“ die Steigerung der „Variabilität der genetischen Information“ (Birkeland und Knight-Lenihan 2016) verlangt. Ein net-positiver Schritt kann darin bestehen, Individuen einer Vielzahl von Arten in einem Habitat zusammenzuführen. Darüber hinaus kann genetische Diversität die Resilienz des Ökosystems erhöhen.

Bei der Förderung der „Spezies-Diversität“ kann ein überdurchschnittlicher Zuwachs einer Spezies nachteilige Auswirkungen auf die Gesamtheit des Ökosystems haben. Daher wird in Hinblick auf diese Diversitätsform eine Kompensation der durch menschliche Eingriffe dezimierten Biodiversität angestrebt, was, entsprechend der in Kapitel 2.2.1 vorgestellten Begrifflichkeiten einen regenerativen statt eines restaurativen Ansatzes darstellt. (Birkeland und Knight-Lenihan 2016)

Schließlich ist die „Ökosystem-Diversität“ ein Repräsentant der Vielfalt von „Habitaten, Tieren, Pflanzen und deren Kommunikation und Prozessen“ (Birkeland und Knight-Lenihan 2016), welche durch menschliche Flächeninanspruchnahme gehemmt werden können. Nugent et al. (2016) argumentieren ebenso, dass die Wiederherstellung von verlorener Artenvielfalt – von Fauna und auch Flora – Ziel von restaurativen und positiven Bauten sein soll. Dabei geben Birkeland und Knight-Lenihan heimischen Spezies Vorrang.

Insgesamt war dieses Kapitel in der Lage, zu zeigen, dass die Ansätze des eDR, des Starfish und der LBC die Handlungsfelder des positiven Bauens nicht nur darlegen, sondern auch bewerten. Hierbei werden in Vorgehensweise und Darlegung der Ergebnisse verschiedene Strategien gewählt. Schließlich ergeben sich für die 22 Handlungsfelder vier „ansatzweise“ Bewertungen, zehn „teils“ erfolgte Bewertungen sowie acht „umfassende“.

5. Diskussion

5.1. Vorgehensweise und Ergebnisse dieser Arbeit

Die vorliegende Arbeit hat gezeigt, dass der Ansatz des positiven Bauens eine Weiterentwicklung von Nachhaltigkeitsansprüchen darstellt. Dementsprechend werden hierbei net-positive Auswirkungen eines Bauprojekts in allen drei Nachhaltigkeitsdimensionen sowie darüber hinaus angestrebt. Die im Rahmen dieser Arbeit behandelten Felder und Bewertungsmethoden fokussieren insbesondere ökologische und soziale Fragestellungen. Außerdem wird der Einordnung des Gebäudes in den Quartiers- und Stadtkontext Rechnung getragen. Insgesamt handelt es sich bei positivem Bauen um eine Methodik, die das Design in den Vordergrund stellt.

Diese Arbeit befasst sich primär mit Neubauten von Wohnraum in städtischem Kontext und dem für Deutschland typischen Klima. Im Verlauf weiterer Forschungen kann diese Sichtweise ausgeweitet werden auf Gebäude außerhalb der definierten Methodik.

Wie beispielsweise eingangs in Kapitel 2.1 beschrieben wurde, hat die Baubranche global und national wesentlichen Anteil am Abfallaufkommen. Hierzu zählt auch der Aushub für Neubaumaßnahmen; zudem erfordert dieser Prozess wesentlichen Ressourcen- und Energieeinsatz. Knappe und Theis (2016) schlagen somit die Sanierung von Bestandsgebäuden und Bedacht bei Rückbaumaßnahmen vor, um die dargestellten Abfallmengen zu reduzieren. Vor allem auf das Handlungsfeld „Landnutzung und Flächenversiegelung“ hat ein auf den Bestand fokussiertes Bauwesen Einfluss, wobei die Möglichkeiten zu Aus- oder Umbau beziehungsweise Umnutzung zunehmend Beachtung in der Praxis finden. (w-plan o. J.; Bundesstiftung Baukultur und Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie 2022) Birkeland (2022) begründet, dass insbesondere der Starfish nicht nur bei Neubauten, sondern auch bei Sanierungen einsatzmöglich ist.

Darüber hinaus wird bei der Betrachtung von Projekten anderer Klima- und Kulturkreise deutlich, wie sich unter Einbezug der in Kapitel 3 betonten Anforderung, regionale Materialien, Arbeitskraft und Wissen zu nutzen, die Gestaltungen des positiven Bauens national unterscheiden können. Gleichmaßen unterscheiden sich lokale Rahmenbedingungen wie klimatische Faktoren und politische Vorgaben, von Land zu Land.

Ein wesentlicher Einflussfaktor für die Ergebnisse von Bewertungen ist die Wahl der Systemgrenze. Dies wird bei der Anwendung diverser Tools, beispielsweise der LCA, bereits berücksichtigt (Winter und Ebert 2020). Im Rahmen dieser Arbeit wird die Betrachtung auf die Gebäude- beziehungsweise Stadtteilebene beschränkt. Für weiterführende Forschungsansätze, vor allem jedoch auch für einen großflächigen Einsatz des positiven Bauens müssen Systemgrenzen nachvollziehbar und einheitlich gewählt werden. Dies ist insbesondere bei der Internalisierung von externen Effekten vonnöten. Die LBC erklärt etwa, dass die Gebäudeebene für die Behandlung von Stoffkreisläufen gewählt wird. Eine darüber hinausreichende Betrachtung, auf Quartiers- oder Stadtebene, vergrößert die Effektivität von Maßnahmen wie grüne Infrastruktur und Nahrungsmittelproduktion. Dabei ist die Überschreitung einer gewählten Grenze für einzelne Handlungsfelder möglich, wie etwa die LBC für Wasserkonsum und urbane Landwirtschaft vorstellt. (The International Living Future Institute 2019)

Im Kontext mit der Wahl einer Systemgrenze ist es notwendig, die Zulässigkeit von Kompensationsmaßnahmen zu prüfen. Wird Positivität wie in Kapitel 4.2.3 als ein vollständiges Vermeiden negativer Effekte definiert, sollen diese weder on- noch off-site in Kauf genommen werden. Folglich dürfen Tools zur Bewertung des positiven Bauens eine erfolgreiche Zertifizierung nicht auf Off-site-Ausgleichsstrategien aufbauen. Schließlich verlangt das positive Bauen zudem die Festlegung zeitlicher Systemgrenzen. Ursächlich hierfür ist die in Kapitel 4.2.3 vorgestellte Zielsetzung, sich beispielsweise bei ökologischen Rahmenbedingungen und der carrying capacity an vorindustriellen Zuständen zu orientieren. (Birkeland und Knight-Lenihan 2016)

Im weiteren Sinn kann Positivität demnach zum Beispiel den Schutz der an der Rohstoffgewinnung und Gebäudeerrichtung beteiligten Arbeiter sicherstellen. (The International Living Future Institute 2019) Schließlich weist Birkeland (2020) darauf hin, dass bei einem Einsatz des Kreislaufgedankens Downcycling zu vermeiden ist.

Die in dieser Arbeit beschriebenen Tools zur Bewertung des positiven Bauens unterscheiden sich in ihrer Funktionsweise von den in Kapitel 2.3 vorgestellten Nachhaltigkeitszertifikaten. Das eDR, der Starfish und die LCB nehmen keine Gewichtung ihrer Handlungsfelder vor. Insbesondere die LBC verlangt eine Auseinandersetzung mit sämtlichen ihrer Inhalte, um Positivität zu attestieren. Den drei beleuchteten Tools ist gemein, dass keine Gewichtung der Handlungsfelder vorgenommen wird. Damit sind die Planungsverantwortlichen in der Pflicht, sich mit den in dieser Arbeit genannten

Feldern auseinanderzusetzen, welche für eine Einordnung als positives Bauprojekt notwendig sind. Dies ist insbesondere dann relevant, wenn Konfliktpotential zwischen einzelnen Handlungsfeldern besteht.

Kapitel 3 hat während der Darlegung der einzelnen Handlungsfelder durch Querverweise betont, dass wesentliche Korrelationen zwischen den Aktionsfeldern bestehen. Im weiteren Forschungsverlauf ist es daher notwendig, der Untersuchung dieser besondere Aufmerksamkeit zukommen zu lassen. Hierbei ist zudem zu beleuchten, wie sich Anforderungen an positive Gestaltung eines einzelnen Handlungsfeldes verändern bei der Berücksichtigung von Interaktionen. Weitere offene Fragen, die bei der Analyse aufgetreten sind, werden im folgenden Kapitel 5.2 dargelegt.

5.2. Offene Fragen im positiven Bauen

In der vorhergehenden Diskussion wurden die diversen Zielsetzungen des positiven Bauens vorgestellt und erläutert, welche Analyseansätze deren Erreichen beurteilen können. Folglich besteht die Notwendigkeit, Erfassungsmöglichkeiten auch für die in Kapitel 4.1.3 als „teils“ oder „ansatzweise“ bewerteten Handlungsfelder zu erstellen. In diesem Zusammenhang muss untersucht werden, welche der bereits bestehenden Tools auf ebendiese Felder angewendet werden können, und an welcher Stelle neue Instrumente designt werden müssen. Weiterhin empfiehlt es sich, zu untersuchen, unter welchen Rahmenbedingungen bislang geläufige Schemata anwendbar und übertragbar sind.

Des Weiteren finden im Rahmen dieser Arbeit für die Analyse in Kapitel 4 ausschließlich solche Bewertungstools Eingang, welche zum einen auf sämtliche Handlungsfelder anwendbar sind und zum anderen die Mehranforderungen von Positivität deutlich machen. Nichtsdestoweniger existieren, wie in Kapitel 2.2.2 ausgeführt, weitere Tools, deren Anwendungsgebiet auf einzelne Felder beschränkt ist. Neben grundlagenorientierten, universellen Methodiken wie der LCA existiert handlungsfeldspezifisch beispielsweise die CAP (carbon armotization performance, dt. Performance bei der Amortisierung von Kohlenstoff), welche Renger et al. (2015) im Bereich des positiven Bauens anstelle der LCA vorschlagen. Die CAP definiert eine Positivität der emittierten CO₂-Äquivalente über den Lebenszyklus, wie Abbildung 15 schematisch zeigt.

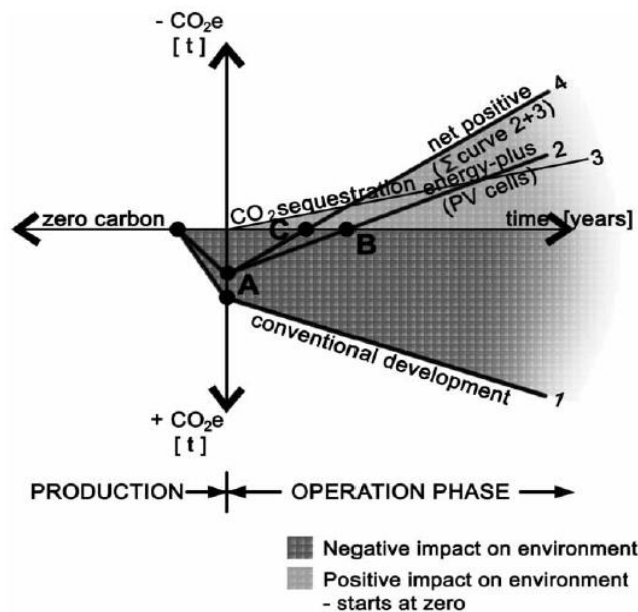


Abbildung 15: Bewertung von Emission von CO₂-Äquivalenten für Gebäudeproduktion und -betrieb mittels Carbon Amortization Performance. Renger et al. (2015).

Folglich besteht der Anspruch an weitere Untersuchungen, zu überprüfen, zu welchem Grad die für Einzelaspekte etablierten Tools auf andere Felder angewendet werden können. Im Zuge dessen ist nicht nur die Adaption der Bewertungsschemata notwendig, sondern auch die Grenzen der Übertragbarkeit sichtbar werden. Schlussfolgernd können Anforderungen formuliert werden, welchen ein neuartiges Tool zur Bewertung des positiven Bauens genügen muss.

Dergleichen Ansätze können im weiteren Forschungsverlauf unterstützend herangezogen werden, um Positivität einzelner Handlungsfelder genauer zu beleuchten. Durch den Einsatz einer Vielzahl, qualitativer wie quantitativer, Tools können Ergebnisse diversifiziert und Schwachstellen der Planung identifiziert werden. Qualitative Betrachtungsweisen wie das eDR erlauben zudem eine Analyse ohne die Notwendigkeit zur Definition von Vergleichsindikatoren. Birkeland (2020) merkt an, dass mit der Weiterentwicklung quantitativer Ansätze, welche die Strategien von beispielsweise des eDR bereits einbinden, die zusätzliche Anforderlichkeit von qualitativen Betrachtungsweisen entfallen kann.

Zusätzlich zu der Untersuchung dieser Aspekte ist die Analyse des Innenraumbaus empfehlenswert. Die LBC und die DGNB etwa legen dasselbe Grundgerüst an Kriterien

für die Bewertung des Interieurs zugrunde, wobei zweitens diese noch nicht für Wohnraum adaptiert haben. (The International Living Future Institute 2019; DGNB e.V. o. J.) Schlussendlich kann die Forschung die Fragestellung adressieren, in welchem Umfang das Konzept des positiven Bauens über die Baubranche hinaus auf andere Sektoren, etwa den Verkehrsbereich, übertragen werden kann.

Diese Arbeit hat mehrfach deutlich gemacht, dass die identifizierten Handlungsfelder in Korrelation zueinander stehen. Sollen Maßnahmen zum positiven Bauen großflächig umgesetzt, oder, in einem weiteren Schritt, als Standard etabliert werden, müssen diese Abhängigkeiten detailliert untersucht werden. Auf der anderen Seite können auf diese Weise die oben erwähnten Synergien zwischen Aktionsbereichen genutzt und maximiert werden.

Des Weiteren werden bislang beispielsweise innerhalb der LBC „temporäre Ausnahmen [gewährt], um gegenwärtig bestehenden Limitationen des Markts Rechnung zu tragen“ (The International Living Future Institute 2019). Bei einem großflächigen Einsatz der Grundsätze des positiven Bauens würden diese Sonderfälle entfallen, das heißt, der Umsetzbarkeit eines Projekts seien keine Ausnahmegenehmigungen zugrunde zu legen. (The International Living Future Institute 2019) Da sich das positive Bauen vordergründig an Design orientiert, müssen hierfür Verantwortliche Expertise über die vielfältigen Handlungsfelder besitzen. Daher sind, wenn möglich, laut Poher (2013) multi-disziplinäre Teams für die Planung heranzuziehen.

6. Zusammenfassung und Fazit

Diese Arbeit hat zum Ziel, den Ansatz des positiven Bauens, die durch ihn adressierten Handlungsfelder und zugehörige Bewertungsmöglichkeiten zu untersuchen. Nachdem die Defizite herkömmlicher Bauweisen aufgezeigt und hieraus die Motivation für eine Abkehr von denselben abgeleitet wurden, werden Funktionsweisen, aber auch Grenzen von heute gängigen Zertifizierungen des nachhaltigen Bauens beschrieben. Im weiteren Verlauf werden hieraus Ansätze deduziert, bei denen das positive Bauen einerseits relevant ist, andererseits einen Mehrwert generiert.

Um das positive Bauen als Weiterentwicklung von nachhaltigen Bauweisen zu verstehen und Teilaspekte genauer definieren zu können, werden anhand von vier Nachhaltigkeitszertifikaten sowie weiterführender Literatur die in dieser Arbeit betrachteten insgesamt 22 Handlungsfelder hergeleitet und in die fünf Themenbereiche „Planungsqualität“, „Stoffkreisläufe“, „Mensch“, „Biosphäre“ und „Quartiers- und Stadtgestaltung“ eingeordnet. Nach einer Beschreibung der Inhalte und Bedeutung der Handlungsfelder werden drei Methoden – das Environmental Design Review (eDR), der Starfish und die Living Building Challenge (LBC) – vorgestellt, welche explizit für die Anforderungen des positiven Bauens konzipiert sind. Mit besonderem Augenmerk auf den Detaillierungsgrad in qualitativen beziehungsweise quantitativen Bewertungen werden die Handlungsfelder unterteilt. Dabei liegen in acht Fällen „umfassende“ Einteilungen vor, in zehn Fällen geschieht dies „teils“. Eine „ansatzweise“ Bewertung wird bei vier Handlungsfeldern vollzogen. Weiterhin wird herausgestellt, dass in acht der 22 Fälle konkrete, messbare Benchmarks für die Zielerfüllung der Positivität vorgegeben wird.

An diesen Kontext schließt eine Diskussion an, welche zunächst bespricht, inwieweit die Zielsetzungen eines positiven Bauprojekts nach Handlungsfeldern variieren und an welchen Stellen diese divergieren oder aber Synergien bilden. Die Nutzung letzterer ist ebenso wie die Weiterführung der Entwicklung von Bewertungsmechanismen des positiven Bauens Teil der noch offenen Forschungsfragen. Darüber hinaus werden die Möglichkeiten dargestellt, die sich durch die Analyse von Rahmenbedingungen außerhalb der in dieser Arbeit betrachteten Methodik ergeben.

Diese Arbeit hat gezeigt, inwieweit positives Bauen Mehrwerte gegenüber herkömmlichen oder nachhaltigen Bauweisen bietet. Durch die signifikant umfangreichere

Betrachtungsweise wird bereits im Planungsverlauf ein breites Spektrum an potenziellen Auswirkungen bedacht. Dies reduziert sowohl das Risiko für Schädigungen als auch die Notwendigkeit für Kompensationsmaßnahmen und damit Kostenaufwendungen im späteren Gebäudelebenszyklus. Aufgrund des Anspruchs an positive Bauprojekte, die zugeordneten Thematiken gleichsam zu berücksichtigen, wird keine Priorisierung der Handlungsfelder innerhalb eines Bewertungstools vorgenommen. Hieraus kann für die planenden Personen die Herausforderung entstehen, mehrere Zielsetzungen gegeneinander abzuwägen. Darüber hinaus soll positives Bauen die Dauerhaftigkeit und Lebensdauer des Gebäudes erhöhen. Um dies zu erreichen, müssen Flexibilität und Anpassbarkeit an sich ändernde Rahmenbedingungen und Nutzerbedürfnisse gewährleistet werden.

Die in dieser Arbeit untersuchten Tools unterscheiden sich in Hinblick auf ihre Funktionsweise und Zielsetzungen. Im Gegensatz zu anderen Mechanismen bedeutet dies, dass Methoden des positiven Bauens nicht miteinander konkurrieren. Vielmehr ist es durch den Einsatz mehrerer Tools möglich, Schwachstellen innerhalb der Planung zu identifizieren und zu hinterfragen. Positive Baustrategien setzen aus diesem Grund einen Schwerpunkt auf das Design und folglich Individualität der Lösungsstrategien. Gleichzeitig verlangt dieser Ansatz den Planungsverantwortlichen überdurchschnittliche Kenntnisse und die Auseinandersetzung mit holistischem Kreislaufdenken. Diese Anforderungen können durch die Entwicklung hierfür adaptierter Tools erleichtert werden, wenn das positive Bauen als Weiterentwicklung von Nachhaltigkeitsstrategien großflächig eingesetzt werden soll.

Insgesamt ist der Designprozess für das positive Bauen jedoch kein im zeitlichen Verlauf eingeschränkter Vorgang. Vielmehr ermöglicht die Partizipation von Stakeholdern und Bürgern die kontinuierliche Überarbeitung und Anpassung an lokale beziehungsweise nutzerspezifische Bedürfnisse. Zudem erleichtert diese demokratische Vorgehensweise Be- und Anwohnern die Identifikation mit dem Bauprojekt. Somit sind Bottom-Up-Prozesse eine zentrale Komponente, um das angestrebte Resultat zu erlangen, und, auf gesamtstädtischer Ebene, eine „Stadt für Menschen“ (Gehl 2015) zu konstruieren, welche innerhalb der planetaren Grenzen agiert.

7. Ausblick

Diese Arbeit hat Einsatzmöglichkeiten und Gründe aufgezeigt, weswegen des positiven Bauens von Vorteil sein kann. Ebenso wurde beleuchtet, welche damit verbundenen entscheidenden Fragen in weiterer Forschung zu beantworten sind.

In Anbetracht der in Kapitel 5 angesprochenen Notwendigkeit für die Neuentwicklung von Bewertungsmechanismen für das positive Bauen können Machbarkeitsstudien von Vorteil sein, welche die Umsetzbarkeit der einzelnen Handlungsfelder überprüfen. Hier kann besonderes Augenmerk darauf gelegt werden, welche Aspekte in welcher Zeitspanne realisiert werden können und wo besonderer Investitions- und Forschungsbedarf besteht. Erneut ist es denkbar, dass die großflächige Implementierung des positiven Bauens die Ergebnisse gegenüber denen der heutigen Rahmenbedingungen abweichen. Letztlich erfordert eine realitätsgetreue Untersuchung der Handlungsfelder des positiven Bauens ein konsequentes und einheitliches Monitoring von Gebäudedaten auch im Betrieb. Dies erhöht die Verlässlichkeit und Exaktheit sowohl der Datengrundlage als auch die der hierauf aufbauenden Maßnahmen. Um den umfangreichen Anforderungen an Planungsverantwortliche Rechnung zu tragen, sind Kollaborationen unabdingbar. Best-Practice-Beispiele können wertvolle Anhaltspunkte für weitere Forschung darstellen.

Des Weiteren formen Entwicklungen in der Baubranche per se die Gestaltung von Immobilien. Nicht nur in Gesetzgebung und Planung, sondern auch im Ausführungsprozess eröffnet die Digitalisierung neue Möglichkeiten. Gleichzeitig eröffnen neue oder innovative Fertigungsverfahren Optionen für die Erleichterung alternativen Bauens. Zusätzlich zu gesamtgesellschaftlichen und politischen Veränderungen muss der technologischen Entwicklung im Bauplanungsprozess Rechnung getragen werden. Aus diesen Gründen müssen sich die Formulierungen von Kriterien wie auch die Bewertungsansätze insgesamt weiterentwickeln. Einzelne Aspekte können somit entfallen beziehungsweise ersetzt werden. Aufgrund der Langlebigkeit eines Gebäudes ist es darüber hinaus essentiell, die Schritte des Transformationsprozesses, von herkömmlichen hin zu alternativen Bauweisen, frühzeitig einzuleiten und sie gegebenenfalls zu überarbeiten beziehungsweise zu ergänzen.

Wie diese Arbeit unterstrichen hat, ist Partizipation unabdingbar für das Gelingen von Bauvorhaben. Insbesondere bei einer Abkehr von herkömmlichen Bauweisen sind sämtliche Stakeholder während der Planungs- und Umsetzungsphasen einzubeziehen. In diesem Zug sind Zuständigkeiten und bürokratische Abläufe eindeutig zu definieren. Daneben sind Eigentumsverhältnisse sowohl auf Gebäude- als auch auf Quartiers- beziehungsweise Stadtebene zu berücksichtigen, welche über die finalen Gestaltungsmöglichkeiten entscheiden, dabei jedoch nicht durchweg klar formuliert sind.

Hieraus resultiert zudem die Erkenntnis, dass individuelle Verhaltensweisen und Prioritäten entscheidend den Erfolg von Nachhaltigkeits- und Positivitätsbestrebungen beeinflussen. Aufklärung über und Auseinandersetzung mit alternativen Formen des Bauwesens erhöhen die Akzeptanz derselben. Gleichzeitig sind suffizientes Verhalten und die Bereitschaft zu gesellschaftlichem Engagement notwendig, um die in dieser Arbeit beschriebenen Strategien umzusetzen, Quartiere zu beleben und Lebensqualität zu schaffen.

8. Literaturverzeichnis

Auer, Thomas (2023): Climate responsive design. Vorlesung. Technische Universität München, München. Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen.

Back, Yannick; Kitanovic, S.; Urich, C.; Kleidorfer, M. (2019): Untersuchung und Optimierung der Einbindung dezentraler Entwässerungssysteme zur Entlastung des städtischen Abwassernetzes und Minderung urbaner Hitzeinseln. In: Regenwasser weiterdenken. Bemessen trifft Gestalten. Aqua Urbanica. Rigi Kaltbad, 09.-10.09.2019.

Hochschule für Technik Rapperswil. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/profile/m-burkhardt/publication/337772421_regenwasser_weiterdenken_-_bemessen_trifft_gestalten_-_tagungsband_der_aqua_urbanica_2019/links/5de95d164585159aa4658dc0/regenwasser-weiterdenken-bemessen-trifft-gestalten-tagungsband-der-aqua-urbanica-2019.pdf#page=15.

Barthauer, Matthias; Gromoll, Kevin; Rajnovic, Djordje; Spittler, Louisa (2021): Nachhaltigkeitszertifikat als Werttreiber? Empirische Erhebung und Szenarien zum Werteeinfluss bei Bürogebäuden. JLL. Online verfügbar unter <https://www.jll.de/content/dam/jll-com/documents/pdf/research/emea/germany/de/Nachhaltigkeitszertifikat-als-Werttreiber-JLL-Deutschland.pdf>.

Bauernfeind, Johann (2020): Urban Heat Island: Städtische Wärmeinseln und Stadtklima. Online verfügbar unter <https://www.solaga.de/2020/09/urban-heat-island-staedtische-waermeinseln-und-stadtklima/>, zuletzt aktualisiert am 29.09.2020, zuletzt geprüft am 07.12.2022.

Bauindustrie (Hg.) (o. J.): Zunehmende Herausforderungen für die Bauwirtschaft: Reichen die Arbeitskräftekapazitäten? Online verfügbar unter <https://www.bauindustrie.de/zahlen-fakten/auf-den-punkt-gebracht/zunehmende-herausforderungen-fuer-die-bauwirtschaft-reichen-die-arbeitskraeftekapazitaeten>, zuletzt geprüft am 05.12.2022.

Baunetz-Wissen (Hg.) (o. J.): Cradle-to-Cradle-Prinzip. Online verfügbar unter <https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/fachwissen/baustoffe-teile/cradle-to-cradle-prinzip-748225>, zuletzt geprüft am 07.12.2022.

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (Hg.) (2019): "Urban Gardening" mit Dach- und Fassadenbegrünungen. Nahrungsmittelproduktion auf überbauten

Flächen im Siedlungsbereich. Endbericht zum Forschungsvorhaben Nr. KL/16/01. Veitshöchheim. Online verfügbar unter https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/landespflege/dateien/2019_urbangardening_endbericht-imperia.pdf.

Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (Hg.) (2022): Mobilitätskonzepte in neuen Wohnquartieren. Mobilität sichern, Flächen und Emissionen sparen, Wohnqualität schaffen. Broschüre. Referat Öffentlichkeitsarbeit; Referat Städtebauförderung; Deutsches Institut für Urbanistik. München. Online verfügbar unter https://www.stmb.bayern.de/assets/stmi/buw/staedtebaufoerderung/220507_brosch%C3%BCre_mobilitaetskonzepte_in_neuen_wohnquartieren.pdf.

Bertram, Mathias; Bongard, Stefan (2014): Elektromobilität im motorisierten Individualverkehr. Grundlagen, Einflussfaktoren und Wirtschaftlichkeitsvergleich. Wiesbaden: Springer Vieweg.

bgmr Landschaftsarchitekten (2014): Urbanes Grün - Konzepte und Instrumente. Leitfaden für Planerinnen und Planer. Hg. v. Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.bgmr.de/system/publications/files/000/000/019/original/NRW_Urbanes_Gr%C3%BCn.pdf?1522936216.

Biedermann, Amrei; Ripperger, Anna-Lena (2017): Urban Gardening und Stadtentwicklung. Neue Orte für konflikthafte Aushandlungsprozesse um städtischen Raum. Unter Mitarbeit von Susanne Heeg. Wiesbaden: Springer Spektrum (BestMasters).

Birkeland, Janis (2012): Design Blindness in Sustainable Development: From Closed to Open Systems Design Thinking. In: *Journal of Urban Design* 17 (2), S. 163–187. DOI: 10.1080/13574809.2012.666209.

Birkeland, Janis (2014): Positive development and assessment. In: *Smart and Sustainable Built Environment* 3 (1), S. 4–22. DOI: 10.1108/SASBE-07-2013-0039.

Birkeland, Janis (2018): Challenging policy barriers in sustainable urban design. In: *Bulletin of Geography. Socio-economic Series* (40), S. 41–56.

Birkeland, Janis (2020): Net-positive design and sustainable urban development. New York, NY: Routledge. Online verfügbar unter <https://www.taylorfrancis.com/books/9780429290213>.

Birkeland, Janis (2022): The STARfish app. New sustainable design tool to aid net-positive sustainability outcomes.

Birkeland, Janis; Knight-Lenihan, Stephen (2016): Biodiversity offsetting and net positive design. In: *Journal of Urban Design* 21 (1), S. 50–66. DOI: 10.1080/13574809.2015.1129891.

Birkeland, Janis; McDonald, Alison; Midmore, David J.; Holt, Kathi; Knerr, Konrad; Uhlmann, David et al. (o. J.): How does STARfish work? Net-positive design. Online verfügbar unter <https://netpositivedesign.org/how-does-starfish-work/>, zuletzt geprüft am 29.09.2022.

Bjørn, Anders; Hauschild, Michael Z. (2018): Cradle to Cradle and LCA. In: Michael Z. Hauschild, Ralph K. Rosenbaum und Stig Irving Olsen (Hg.): *Life Cycle Assessment*. Cham: Springer International Publishing, S. 605–631.

Bjørn, Anders; Strandesen, Maria (2011): The Cradle to Cradle concept - is it always sustainable? DTU. The Life Cycle Management conference. Berlin, 2011.

Blepp, Christoph (2022): Zukunftsfähig? Wie sich die Baubranche verändern muss. Kiel, München. Online verfügbar unter <https://bi-medien.de/fachzeitschriften/baummagazin/betriebsfuehrung/unternehmensstrategie-zukunftsfahig-wie-sich-die-baubranche-veraendern-muss-b14897>, zuletzt aktualisiert am 01.09.2022, zuletzt geprüft am 05.12.2022.

Boeing, Niels (2019): Stark wie ein Baum. In: *ZEIT*, 02.10.2019.

Böll, Susanne; Schönfeld, Philipp; Körber, Klaus; Herrmann, Josef Valentin (2014): Stadtbäume unter Stress. Projekt "Stadtgrün 2021" untersucht Stadtbäume im Zeichen des Klimawandels. Hg. v. Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau. Abteilung Landespflege. Veitshöchheim. Online verfügbar unter https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/landespflege/dateien/stadtgr%C3%BCn2021_stress.pdf.

Bonde, Alexander; Fuhrmann, Constanze (2021): Die vierte Säule der Nachhaltigkeit. Hg. v. Deutscher Kulturrat. Online verfügbar unter <https://www.kulturrat.de/themen/nachhaltigkeit-kultur/klima-kultur/die-vierte-saeule-der-nachhaltigkeit/?print=pdf>.

Braune, Anna; Ruiz Durán, Christine; Gantner, Johannes (2018): Leitfaden zum Einsatz der Ökobilanzierung. Unter Mitarbeit von Bettina Dittmer, Frank Brotzel, Ramona Eisensteger, Levan Ekhvaia, Jens Glöggler, Joost Hartwig et al. Hg. v. DGNB e.V. Stuttgart.

BRE Group (Hg.) (o. J.a): All about BREEAM. Online verfügbar unter <https://bre-group.com/buzz/all-about-breeam/>, zuletzt aktualisiert am 2023, zuletzt geprüft am 08.01.2023.

BRE Group (Hg.) (o. J.b): BREEAM Solutions. Online verfügbar unter <https://bre-group.com/products/breeam/breeam-solutions/>, zuletzt aktualisiert am 2023, zuletzt geprüft am 26.09.2022.

Brener Mizrahi, Michelle (2021): Incredible Edible Todmorden: Impacts on Community Building, Education, and Local Culture. A Case for the Operationalization of a Sustainability-led Discourse. In: *European Journal of Cultural Management and Policy* (11). Online verfügbar unter <https://www.encatc.org/media/6212-incredible-edible-todmorden-impacts-on-community-building-education-and.pdf>.

Brown, Martin; Haselsteiner, Edeltraud; Apró, Diana Kopeva; Eglá, Luca; Pulkkinen, Katri-Liisa; Rizvanolli, Blerta Vula (2018): Restore. Sustainability, Restorative to Regenerative.

Buenger, Witold; Jansen, Felix; Gemmingen, Ulrike von; Kreißig, Johannes; Lemaitre, Christine; Feyhl, Sven; Anders, Stephan (2020): DGNB Zertifizierungen 2019. Hg. v. DGNB e.V. Stuttgart.

Bundesamt für Naturschutz (Hg.) (2017): Urbane grüne Infrastruktur. Grundlage für attraktive und zukunftsfähige Städte. Hinweis für die kommunale Praxis. Unter Mitarbeit von Rieke Hansen, Werner Rolf, Stephan Pauleit, Dennis Born, Robert Bartz, Ingo Kowarik et al. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. Online verfügbar unter https://www.bfn.de/sites/default/files/BfN/planung/siedlung/Dokumente/ugi_broschuere.pdf, zuletzt geprüft am 18.11.2022.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung; Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hg.) (2020): Umweltfußabdruck von Gebäuden in Deutschland. Kurzstudie zu sektorübergreifenden Wirkungen des Handlungsfelds "Errichtung und Nutzung von Hochbauten" auf Klima und Umwelt. Bonn (17). Online verfügbar unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2020/bbsr-online-17-2020-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=3, zuletzt geprüft am 20.11.2022.

Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat (Hg.) (2019): Leitfaden Nachhaltiges Bauen. Zukunftsfähiges Planen, Bauen und Betreiben von Gebäuden. Berlin. Online verfügbar unter https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/Leitfaden_2019/BBSR_LFNB_D_190125.pdf.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hg.) (2022): Landwirtschaft, Klimaschutz und Klimaresilienz. Online verfügbar unter <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/klimaschutz/landwirtschaft-und-klimaschutz.html>, zuletzt geprüft am 06.12.2022.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hg.) (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Kabinettsbeschluss. Unter Mitarbeit von Joanna Küchler-Krischun und Alfred Maria Walter. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/nationale_strategie_biologische_vielfalt_2015_bf.pdf.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hg.) (2015): Grün in der Stadt - Für eine lebenswerte Zukunft. Grünbuch Stadtgrün. Unter Mitarbeit von H. Eyink und B. Heck. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/bmub/verschiedene-themen/2015/gruenbuch-2015-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Hg.) (o. J.): Kreislaufwirtschaft. Online verfügbar unter <https://www.bmu.de/themen/wasser-ressourcen-abfall/kreislaufwirtschaft>, zuletzt geprüft am 07.12.2022.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Hg.) (2018): Extremwetterereignisse. Online verfügbar unter <https://www.bmu.de/themen/gesundheitschemikalien/gesundheitschemikalien-im-klimawandel/extremwetterereignisse>, zuletzt geprüft am 10.11.2022.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Hg.) (2021): Planetare Belastbarkeitsgrenzen. Online verfügbar unter <https://www.bmu.de/themen/nachhaltigkeit-digitalisierung/nachhaltigkeit/integriertes-umweltprogramm-2030/planetare-belastbarkeitsgrenzen>, zuletzt geprüft am 16.11.2022.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Hg.) (2022): Flächenverbrauch - Worum geht es? Online verfügbar unter <https://www.bmu.de/themen/nachhaltigkeit-digitalisierung/nachhaltigkeit/strategie-und-umsetzung/flaechenverbrauch-worum-geht-es>, zuletzt aktualisiert am 2022, zuletzt geprüft am 06.12.2022.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hg.) (2013): Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen. Treibhauspotential (GWP). Online verfügbar unter https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/fileadmin/steckbriefe/unterrichtsgebaeude/neubau/v_2013/BNB_UN2013_111.pdf, zuletzt geprüft am 10.10.2022.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hg.) (2018): 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung. Innovationen für die Energiewende. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/7-energieforschungsprogramm-der-bundesregierung.pdf?__blob=publicationFile&v=4.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Hg.) (2022): Effiziente Gebäude. Online verfügbar unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/energiewende-immergebäudebereich.html>, zuletzt geprüft am 07.11.2022.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Hg.) (2023): Erneuerbare Energien. Online verfügbar unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html>.

Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (Hg.) (2022): Hintergrund: Das Zeitalter der Städte. Stadtentwicklung. Online verfügbar unter <https://www.bmz.de/de/themen/stadtentwicklung/hintergrund-18138>, zuletzt aktualisiert am 2022, zuletzt geprüft am 06.12.2022.

Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (Hg.) (2023): Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung. Online verfügbar unter <https://www.bmz.de/de/service/lexikon/weltgipfel-fuer-nachhaltige-entwicklung-14944>, zuletzt aktualisiert am 2023.

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (Hg.) (o. J.): Nutzungsdauern von Bauteilen. Informationsportal Nachhaltiges Bauen. Online verfügbar unter <https://www.nachhaltigesbauen.de/austausch/nutzungsdauern-von-bauteilen/>.

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (Hg.) (2011): Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB). Online verfügbar unter https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/Nutzungsdauer_Bauteile/BNB_Nutzungsdauern_von_Bauteilen__2011-11-03.pdf.

Bundesstiftung Baukultur; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (2022): Baukultur Bericht 2022/23. Neue Umbaukultur. Unter Mitarbeit von Reiner Nagel, Inga Glader, Natalie Hipp, Bettina Preuße, Achim Reese, Isabel Klocke und Ira Mazzoni. 1.

Auflage. Berlin (Baukulturbericht, 2022/23). Online verfügbar unter https://www.bundesstiftung-baukultur.de/fileadmin/files/BKB-22/BBK_BKB-22-23.pdf.

Cole, Raymond J. (2012a): Regenerative design and development: current theory and practice. In: *Building Research & Information* 40 (1), S. 1–6. DOI: 10.1080/09613218.2012.617516.

Cole, Raymond J. (2012b): Transitioning from green to regenerative design. In: *Building Research & Information* 40 (1), S. 39–53. DOI: 10.1080/09613218.2011.610608.

Cole, Raymond J.; Fedoruk, Laura (2015): Shifting from net-zero to net-positive energy buildings. In: *Building Research & Information* 43 (1), S. 111–120. DOI: 10.1080/09613218.2014.950452.

Cosuno (Hg.) (2021): Die größten Herausforderungen der Baubranche. Von Fachkräftemangel bis Wettbewerbsdruck. Online verfügbar unter <https://www.cosuno.com/de/blog/die-groesten-herausforderungen-der-baubranche>, zuletzt geprüft am 05.12.2022.

Deutsche Energie-Agentur (Hg.) (o. J.): Keine Energiewende ohne Wärmewende. Online verfügbar unter <https://www.dena.de/themen-projekte/energieeffizienz/gebaeude/>, zuletzt geprüft am 15.12.2022.

Deutscher Städtetag (Hg.) (2021): Urbane Landwirtschaft. Positionspapier des Deutschen Städtetages. Berlin, Köln. Online verfügbar unter <https://www.staedtetag.de/files/dst/docs/Publikationen/Positionspapiere/2021/positionspapier-urbane-landwirtschaft-2021.pdf>.

Deutscher Wetterdienst (Hg.) (o. J.): Urban climate - urban heat islands. Online verfügbar unter https://www.dwd.de/EN/research/climateenvironment/climate_impact/urbanism/urban_heat_island/urbanheatisland_node.html, zuletzt geprüft am 07.12.2022.

DGNB e.V. (Hg.) (o. J.): Innenräume. Online verfügbar unter <https://www.dgnb-system.de/de/innenraeume/>, zuletzt aktualisiert am 2023, zuletzt geprüft am 27.03.2023.

DGNB e.V. (Hg.) (2018a): Kriterienkatalog Gebäude Neubau (DGNB System).

DGNB e.V. (Hg.) (2018b): DGNB & Co. - The similarities and differences between building certification systems. Background information. Stuttgart. Online verfügbar unter <https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-ev/en/news/statements/DGNB-Background-Information-Comparison-Building-Certification-Systems.pdf>.

DGNB e.V. (2020): Klimapositiv: jetzt! Wie jedes Gebäude einen Beitrag zum Klimaschutz leisten kann. Unter Mitarbeit von Anna Braune, Christine Lemaitre, Felix Jansen und Ulrike von Gemmingen.

Dittmann, Matthias (2020): Das Gebäudeenergiegesetz - was das GEG für Bauherren bedeutet. Hg. v. bauen.de. Online verfügbar unter <https://www.bauen.de/geg.html>.

DWDS - Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache (Hg.) (o. J.): Restaurieren. Online verfügbar unter <https://www.dwds.de/wb/restaurieren>, zuletzt geprüft am 26.09.2022.

Earth Overshoot Day (Hg.) (o. J.): Wie funktioniert der ökologische Fußabdruck (Footprint)? Online verfügbar unter <https://www.overshootday.org/wie-funktioniert-der-okologische-fussabdruck-footprint/>, zuletzt geprüft am 21.09.2022.

El-Haram, Mohamed; Walton, Jonathon; Horner, Malcolm; Hardcastle, Cliff; Price, Andrew; Bebbington, Jan et al. (o. J.): Development of an Integrated Sustainability Assessment Toolkit. Online verfügbar unter <https://download.sue-mot.org/Conference-2007/Papers/El-Haram.pdf>, zuletzt geprüft am 16.12.2022.

Ertl, Stephanie (2021): Greenwashing / Bluewashing. Engagement für Mensch und Umwelt oder Maßnahme zur Imageverbesserung? Hg. v. Verbraucherportal Bayern. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz. Online verfügbar unter https://www.vis.bayern.de/nachhaltiger_konsum/einkaufen/greenwashing.htm, zuletzt aktualisiert am 26.08.2021, zuletzt geprüft am 15.12.2022.

Europäische Kommission (Hg.) (2014): Eine grüne Infrastruktur für Europa. Luxembourg.

Europäische Kommission (Hg.) (2019a): Der europäische Grüne Deal. Anhang der Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Brüssel.

Europäische Kommission (Hg.) (2019b): Der europäische Grüne Deal. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Brüssel.

Fennemann, Verena; Hohaus, Christian; Kopka, Jan-Philip (2018): Circular Economy Logistics: Für eine Kreislaufwirtschaft 4.0. Unter Mitarbeit von Michael ten Hompel, Michael Henke und Uwe Clausen.

Forstwirtschaft in Deutschland (Hg.) (o. J.): Die Sylvicultura Oeconomica. Online verfügbar unter <https://www.forstwirtschaft-in-deutschland.de/forstwirtschaft/nachhaltigkeit/sylvicultura-oeconomica/>, zuletzt geprüft am 15.12.2022.

Fritz, Veronika (2021): Vertical Farming als klimafreundliche Alternative. Landwirtschaft im Hochhaus. Hg. v. Deutschlandfunk. Online verfügbar unter <https://www.deutschlandfunk.de/vertical-farming-als-klimafreundliche-alternative-100.html>.

Gatrell, Jay D.; Jensen, Ryan R.; Patterson, Mark W.; Hoalst-Pullen, Nancy (2016): Urban Sustainability: Policy and Praxis. Cham: Springer International Publishing.

Gehl, Jan (2015): Städte für Menschen. Berlin: Jovis.

Geiselman, Dietmar (2019): Grundlagen der Nachhaltigkeit und des DGNB Systems. Nachhaltiges Bauen Grundmodul. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen. Technische Universität München. München, 09.07.2019.

Grunewald, Karsten; Bastian, Olaf (2012): Ökosystemdienstleistungen. Konzept, Methoden und Fallbeispiele. Berlin, Heidelberg: Springer.

Hamacher, Thomas; Li, Pingyi; Odersky, Leonhard (2022): Stadtklima und Planung in Zeiten des Klimawandels. Stadtenergiesysteme. Vorlesung. Technische Universität München, München. Lehrstuhl für Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme.

Hans-Böckler-Stiftung (15.06.2021): Miete: Fast die Hälfte der Haushalte in deutschen Großstädten tragen eine präker hohe Belastung - Mehr als 1,5 Millionen leistbare und angemessene Wohnungen fehlen. Neue Studie mit Daten für alle 77 Großstädte. Online verfügbar unter <https://www.boeckler.de/de/pressemitteilungen-2675-33590.htm>.

Haroglu, Hasan (2013): The impact of Breeam on the design of buildings. In: *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability* 166 (1), S. 11–19. DOI: 10.1680/ensu.11.00030.

Haselsteiner, Edeltraud (2018): Low Tech - High Effect. Teil 3: Low-Tech-Bauen mit Naturmaterialien. Hg. v. Handwerk und Bau. Online verfügbar unter <https://www.handwerkundbau.at/planen/low-tech-high-effect-teil-3-low-tech-bauen-mit-naturmaterialien-9367>, zuletzt geprüft am 15.02.2023.

Haselsteiner, Edeltraud; Bodvay, Andrea; Gosztonyi, Susanne; Preisler, Anita; Berger, Michael; Gasser, Bernhard (2017): Low Tech - High Effect! Eine Übersicht über nachhaltige Low Tech Gebäude. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. Wien (20). Online verfügbar unter https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/sdz_pdf/schriftenreihe-2017-20_low-tech-high-effect.pdf.

Hauck, Thomas E.; Weisser, Wolfgang W. (2015): AAD - Animal Aided Design. München: Technische Universität München.

Henninger, Sascha; Weber, Stephan (2019): Stadtklima. Paderborn: Ferdinand Schöningh (utb-studi-e-book, 4849). Online verfügbar unter <https://elibrary.utb.de/doi/book/10.36198/9783838548494>.

Hesse, Tilman; Bleher, Daniel; Braungardt, Sibylle; Sutter, Jürgen; Winger, Christian; Köhler, Benjamin et al. (2022): Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Energien in effizienten Gebäuden und Quartieren. Hg. v. Umweltbundesamt. Öko-Institut e.V.; Fraunhofer ISE. Dessau-Roßlau (27). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_27-2022_nachhaltige_nutzung_erneuerbarer_energien_in_effizienten_gebaeuden_und_quartieren.pdf, zuletzt geprüft am 14.12.2022.

Hietel, Elke; Panferov, Oleg; Rösner, Ute (2016): Extensive Dachbegrünungen im urbanen Raum. In: *Transforming Cities* (3), S. 18–22.

Hirsch, Darya; Meyer, Christian; Klement, Johannes; Hamer, Martin; Terlau, Wiltrud (2016): Urban AgriCulture and Food System Dynamics. Urban Gardening and Urban Farming of the Bonn-Rhein-Sieg region, Germany. Bonn-Rhein-Sieg University of Applied Sciences; International Centre for Sustainable Development.

Hoinka (Hg.): Die LEED Kriterien. Online verfügbar unter <https://hoinka.com/gebaeudezertifizierung/leed/leed-kriterien/>, zuletzt geprüft am 19.08.2022.

Holm, Andrej; Regnault, Valentin; Sprengholz, Maximilian; Stephan, Meret (2021): Die Verfestigung sozialer Wohnversorgungsprobleme. Working Paper. Entwicklung der Wohnverhältnisse und der sozialen Wohnversorgung von 2006 bis 2018 in 77 deutschen Großstädten. Hg. v. Hans-Böckler-Stiftung. Düsseldorf (217).

Horster, Hermann (2022): Definition der Green-Building-Zertifizierungssysteme. Online verfügbar unter <https://www.realestate.bnpparibas.de/blog/esg/definition-der-green-building-zertifizierungssysteme>, zuletzt aktualisiert am 13.04.2022, zuletzt geprüft am 18.08.2022.

Intergovernmental Panel on Climate Change (Hg.) (2019): Climate change and land. An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems : summary for policymakers. [Geneva].

Janning, Martina (2018): Recycling von Beton. Hg. v. Planet Wissen. Online verfügbar unter https://www.planet-wissen.de/technik/werkstoffe/beton_der_formbare_stein/beton-baustoff-100.html, zuletzt aktualisiert am 26.09.2018, zuletzt geprüft am 06.12.2022.

Kaden, Robert (2014): Berechnung der Energiebedarfe von Wohngebäuden und Modellierung energiebezogener Kennwerte auf der Basis semantischer 3D-Stadtmodelle. Technische Universität München, München. Lehrstuhl für Geoinformatik. Online verfügbar unter <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1210304/1210304.pdf>.

Katzschner, Lutz; Kipski, Sebastian (2019): Bedeutung der Kaltluft und Ventilation in Städten (Warnsignal Klima). Online verfügbar unter https://www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de/wp-content/uploads/pdf/de/staedte/warnsignal_klima-die_staedte-kapitel-1_5.pdf, zuletzt geprüft am 17.11.2022.

Knappe, Florian; Theis, Stefanie (2016): Abfallvermeidung in der Baubranche. Informationen für Bauherrn, Architekten und alle am Bau Interessierten. Hg. v. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg und Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Heidelberg. Online verfügbar unter https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Daten/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Umwelt/Abfallvermeidung_in_der_Baubranche.pdf, zuletzt geprüft am 27.10.2022.

Koerth, Katharina (2018): Viele bauen hässliche Häuser, das ist fatal. Neubau-Architektur. Hg. v. Spiegel Kultur. Online verfügbar unter <https://www.spiegel.de/kultur/gesellschaft/fertighaeuser-und-aesthetik-was-schoene-architektur-ausmacht-a-1222449.html>, zuletzt aktualisiert am 26.08.2018, zuletzt geprüft am 18.10.2022.

Kommission Nachhaltiges Bauen am Umweltbundesamt (Hg.) (2019): Was tun - im Wohnungsbau? Handlungsempfehlungen für den nachhaltigen Wohnungs- und Städtebau. Dessau-Roßlau.

Krispel, Stefan; Peyerl, Martin; Maier, Gerald; Weihs, Philipp (2017): Urban Heat Islands - Reduktion von innerstädtischen Wärmeinseln durch Whitetopping. In: *Bauphysik* 39 (1), S. 33–40. DOI: 10.1002/bapi.201710002.

Kudryashova, Alla; Genkov, Atanas; Mo, Tianxiang (2015): Certification Schemes for Sustainable Buildings. Assessment of BREEAM, LEED and LBC from a Strategic Sustainable Development Perspective. Blekinge Institute of Technology, Karlskrona, Schweden.

Lang, Werner (2022a): What is City? Vorlesung. Technische Universität München, München. Lehrstuhl für energieeffizientes und nachhaltiges Planen und Bauen.

Lang, Werner (2022b): Introduction to sustainability in an urban context. Sustainable Architecture, Urban and Landscape Planning. Vorlesung. Technische Universität München, München. Lehrstuhl für energieeffizientes und nachhaltiges Planen und Bauen.

Lauf, Thomas; Memmler, Michael; Schneider, Sven (2019): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2018. Hg. v. Umweltbundesamt. Fachgebiet V 1.5 Energiedaten, Geschäftsstelle der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energie-Statistik. Dessau-Roßlau.

Leistner, Philip; Eitle, Adrian; Krause, Pia; Meier, Linda; Röseler, Holger (Hg.) (2022): Klimaangepasste Gebäude und Liegenschaften. Empfehlungen für Planende, Architektinnen und Architekten sowie Eigentümerinnen und Eigentümer. Unter Mitarbeit von Svenja Binz und Stefan Haas. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung; Universität Stuttgart. Stand: Mai 2022. Bonn: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Zukunft bauen, Band 30). Online verfügbar unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/zukunft-bauen-fp/2022/band-30-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

Lüking, Rolf-Michael; Hauser, Gerd (2009): Nachhaltige Energieversorgung von Gebäuden. In: *Technik am Bau* (10), S. 62–66. Online verfügbar unter https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjD-YGGi439AhXYQ_ED-HXqLD60QFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.knauf.de%2Fwmv%2F%3Fid%3D3291&usg=AOvVaw2_tDi04lLkbHggqAELphxY.

Mahler, Boris; Idler, Simone; Nusser, Tobias; Gantner, Johannes (2019): Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus. Hg. v. Umweltbundesamt und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. Steinbeis-Transferzentrum für Energie-, Gebäude- und Solartechnik; Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP. Stuttgart. Online verfügbar unter

https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Forschungsdatenbank/fkz_3715_41_111_energieaufwand_gebaeudekonzepte_bf.pdf, zuletzt geprüft am 14.12.2022.

Malik, Ciaran (2021): Regenerative Design in Buildings. Architectural Association School of Architecture.

MDR Wissen (Hg.) (2022): Tschüss, Biodiversität: Generalisten verdrängen Spezialisten. Artenvielfalt. Online verfügbar unter <https://www.mdr.de/wissen/allerweltpflanzen-verdraengen-spezialisten-100.html>.

Mega, Voula (2011): The desirable future of innovative cities. Cities in harmony with nature, people and society. Verlag: LAP Lambert Academic Publishing.

Mitteldeutscher Rundfunk (Hg.) (2022): Urban gardening: Gemüse auf dem Dach anbauen. Dachbegrünung. Online verfügbar unter <https://www.mdr.de/mdr-garten/gestalten/gartenelemente/gemuese-dach-anbauen-dachbegruenung-urban-gardening-102.html#sprung0>.

NDR (Hg.) (2023): Photovoltaik: Jetzt bessere Förderung für neue Anlagen. Online verfügbar unter <https://www.ndr.de/ratgeber/verbraucher/Photovoltaik-Jetzt-bessere-Foerderung-fuer-neue-Anlagen,photovoltaik130.html>.

Nenz, Diana; Trapp, Jan; Matzinger, Andreas; Funke, Fabian; Rouault, Pascale (2019): Potenziale grau-grün-blau gekoppelter Wasserinfrastrukturen für die Gestaltung zukunftsfähiger und klimagerechter Städte. Ergebnisse eines strategischen Planungsprozesses in einem Pilotquartier. In: Regenwasser weiterdenken. Bemessen trifft Gestalten. Aqua Urbanica. Rigi Kaltbad, 09.-10.09.2019. Hochschule für Technik Rapperswil.

New York City Department of Design and Construction: Sustainable Design. Local Law 86. Online verfügbar unter <https://www.nyc.gov/site/ddc/about/sustainable-design-local-law-86.page>, zuletzt geprüft am 07.12.2022.

Nobis, Claudia; Kuhnimhof, Tobias (2018): Mobilität in Deutschland - Ergebnisbericht 2017. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. infas Institut; Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. Bonn, Berlin.

Nugent, Sarah; Packard, Anna; Brabon, Erica; Vierra, Stephanie (2016): Living, Regenerative, And Adaptive Buildings. Hg. v. Whole Building Design Guide. Online

verfügbar unter <https://www.wbdg.org/resources/living-regenerative-and-adaptive-buildings>, zuletzt aktualisiert am 08.05.2016, zuletzt geprüft am 09.08.2022.

O'Brien, Catherine (2012): Sustainable Happiness and Well-Being: Future Directions for Positive Psychology. In: *PSYCH* 03 (12), S. 1196–1201. DOI: 10.4236/psych.2012.312A177.

Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Inneren, für Bau und Verkehr (Hg.) (2015): Umweltbewusst heizen mit erneuerbaren Energien. 1. Aufl. Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Technologie und Energie. München. Online verfügbar unter [https://www.bestellen.bayern.de/application/e-shop_app000007?SID=614502087&ACTIONxSESSx-SHOWPIC\(BILDxKEY:%2703500174%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27\)](https://www.bestellen.bayern.de/application/e-shop_app000007?SID=614502087&ACTIONxSESSx-SHOWPIC(BILDxKEY:%2703500174%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27)), zuletzt geprüft am 15.12.2022.

Oke, T. R.; Mills, G.; Christen, A.; Voogt, J. A. (Hg.) (2017): *Urban Climates*: Cambridge University Press.

Pedersen Zari, Maibritt (2010): *Regenerative Design for the Future*. Victoria University.

Pfeiffer, Martin (2019): Lebensdauer von Bauteilen. Stuttgarter Bausachverständigentag 2019. Hochschule Hannover, 2019. Online verfügbar unter https://www.akbw.de/fileadmin/download/Freie_Dokumente/Fortbildung_IFBau/Bausachverstaendigentag_2019/Bausachverstaendigentag_2019_Pfeiffer.pdf, zuletzt geprüft am 15.12.2022.

Poher, Adrian Alexander (2013): *Going beyond sustainability*.

Pollmeier Massivholz GmbH & Co. KG (Hg.) (2019): Wohlfühlfaktor Holz (15). Online verfügbar unter <https://www.pollmeier.com/de/dam/jcr:a2f8e459-363e-44b8-9102-d4a0c7d732b2/Pollmeier%20BauBuche%20-%20Kapitel%2015%20-%20Wohlf%C3%BChlfaktor%20Holz.pdf>, zuletzt geprüft am 29.10.2022.

Potsdam Institute for Climate Impact Research (Hg.) (o. J.): *Klimaresilienz. Klimafolgen und Anpassung*. Unter Mitarbeit von Sabine Gabrysch und Hermann Lotze-Campen. Online verfügbar unter <https://www.pik-potsdam.de/de/institut/abteilungen/klimaresilienz/rd2-klimaresilienz>.

Potsdam Institute for Climate Impact Research (Hg.) (2015): Four of nine planetary boundaries now crossed. Online verfügbar unter <https://www.pik->

potsdam.de/en/news/latest-news/four-of-nine-planetary-boundaries-now-crossed, zuletzt geprüft am 16.11.2022.

pwc (Hg.) (2021): Digitalisierung, Nachhaltigkeit und Corona in der Bauindustrie. Eine PwC-Studie zum Umgang der Branche mit den drei aktuellen Herausforderungen. Unter Mitarbeit von Rebekka Berbner, Christian Elsholz, Lilly Schüch und Sven Michael Hoffmann. Online verfügbar unter <https://www.pwc.de/de/digitale-transformation/pwc-studie-digitalisierung-nachhaltigkeit-und-corona-in-der-bauindustrie.pdf>, zuletzt geprüft am 05.12.2022.

Radomsky, Stephan (2022): Der soziale Wohnungsbau stockt. In: *Süddeutsche Zeitung*, 15.07.2022. Online verfügbar unter <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/sozialwohnungen-wohnungsbau-deutschland-1.5621848>.

Renger, Birte Christina; Birkeland, Janis L.; Midmore, David J. (2015): Net-positive building carbon sequestration. In: *Building Research & Information* 43 (1), S. 11–24. DOI: 10.1080/09613218.2015.961001.

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (Hg.) (2014a): Lernen von Vauban. Ein Studienprojekt und mehr. Unter Mitarbeit von Ulrike Sommer und Carolin Wiechert. Lehrstuhl für Planungstheorie und Stadtentwicklung, Fakultät Architektur. Online verfügbar unter http://publications.rwth-aachen.de/record/231115/files/6_pt_materialien_32-1.pdf.

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (Hg.) (2014b): Wie sehen Jugendliche das Quartier Vauban? Was folgt daraus für die Planung neuer Stadtteile? Auswertung einer Straßenbefragung von 13 Jugendlichen im Freiburger Stadtteil Vauban. Unter Mitarbeit von Britta Rösener. Lehrstuhl für Planungstheorie und Stadtentwicklung, Fakultät Architektur. Aachen. Online verfügbar unter http://publications.rwth-aachen.de/record/231111/files/17_pt_materialien_31-1.pdf?subformat=pdfa.

Rietz, Andreas; Jäger, Juliane; Hempel, André (2022): Serielles und modulares Bauen in der Praxis. Eine Zwischenbilanz im Rahmen der Wohnraumoffensive zur Förderung des seriellen und modularen Bauens ; Dokumentation der Veranstaltung. Unter Mitarbeit von Michael Neitzel. Stand: Dezember 2021. Bonn: Bundesinstitut für Bau- Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). Online verfügbar unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2022/serielles-modulares-bauen-praxis-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

Rinn, Moritz (2017): Etwas Besseres als Beteiligung? Kritische Partizipation und Partizipationskritik in der Stadtentwicklungspolitik. Hg. v. Bundeszentrale für politische Bildung. Online verfügbar unter <https://www.bpb.de/themen/stadt-land/stadt-und-gesellschaft/216888/etwas-besseres-als-beteiligung/>.

Rosenkranz, Alexander (2021): Luftwechselrate: Bedeutung und Berechnung. Online verfügbar unter <https://heizung.de/heizung/wissen/luftwechselrate-bedeutung-und-berechnung/>, zuletzt geprüft am 20.09.2022.

Rosol, Marit (2006): Gemeinschaftsgärten in Berlin. Eine qualitative Untersuchung zu Potenzialen und Risiken bürgerschaftlichen Engagements im Grünflächenbereich vor dem Hintergrund des Wandels von Staat und Planung. Zugl.: Berlin, Humboldt-Univ., Diss., 2006. Berlin: Mensch & Buch-Verl.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (Hg.) (2018): Wohnungsneubau langfristig denken - Für mehr Umweltschutz und Lebensqualität in den Städten. Stellungnahme. Unter Mitarbeit von Claudia Hornberg, Manfred Niekisch, Claudia Kemfert, Wolfgang Lucht, Lamia Messari-Becker und Vera Susanne Rotter. Berlin. Online verfügbar unter https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2016_2020/2018_11_Stellungnahme_Wohnungsneubau.pdf?__blob=publication-File&v=2.

Sauerwein, Martin (2004): Urbane Bodenlandschaften. Eigenschaften, Funktionen und Stoffhaushalt der siedlungsbeeinflussten Pedosphäre im Geoökosystem. Habilitationsschrift. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Schacht, Mascha (2020): Imkern in der Stadt. Bienenhaltung zwischen Blumen und Bäumen. Urban Gardening. Hg. v. Bundeszentrum für Ernährung. Frankfurt am Main. Online verfügbar unter <https://www.bzfe.de/nachhaltiger-konsum/staedte-essbar-machen/imkern-in-der-stadt/>.

Schauenberg, Tim (2021): Aquaponik: Zukunft der Landwirtschaft? Hg. v. Deutsche Welle. Online verfügbar unter <https://www.dw.com/de/ern%C3%A4hrung-ausgew%C3%A4chsh%C3%A4usern-fische-helfen/a-58684751>.

Schauser, Inke; Daschkeit, Achim (2022): Deutschland im Klimawandel - Risiken und Handlungserfordernisse. Hg. v. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/deutschland-im-klimawandel-risiken#undefined>.

Schiele, Christian (2016): Alternative Lebensgemeinschaften in Bayern. Anders leben. Hg. v. Bayerischer Rundfunk. Bayern 2. Online verfügbar unter

<https://www.br.de/radio/bayern2/sendungen/zeit-fuer-bayern/alternative-lebensgemeinschaften-wohnprojekte-bayern-100.html>.

Schilthuizen, Menno (2019): Darwin in der Stadt. Die rasante Evolution der Tiere im Großstadtdschungel. 2. Auflage. München: dtv.

Schneider, Katharina (2022): Stadt oder Land - wo lebt es sich besser? Wohnglück. Online verfügbar unter <https://wohnglueck.de/artikel/stadt-oder-land-56131>, zuletzt geprüft am 06.12.2022.

Schury, Christoph (2012): Verknüpfung von Life-Cycle Costing und Life-Cycle Analysis am Beispiel einer Photovoltaik-Anlage. Masterarbeit. Karl-Franzens-Universität Graz, Graz. Systemwissenschaften, Innovations- und Nachhaltigkeitsforschung. Online verfügbar unter <https://unipub.uni-graz.at/obvugrhs/content/titleinfo/221880/full.pdf>, zuletzt geprüft am 22.09.2022.

Statistisches Bundesamt (Hg.) (2019): Wirtschaftsrechnungen. Einkommens- und Verbrauchsstichprobe Wohnverhältnisse privater Haushalte (Fachserie 15 Sonderheft 1). Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/Publikationen/Downloads-Wohnen/evs-wohnverhaeltnis-haushalte-2152591189004.pdf?__blob=publicationFile.

Statistisches Bundesamt (Hg.) (2022): Fläche für Siedlung nach Nutzungsarten in Deutschland. Flächennutzung. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Flaechennutzung/Tabellen/siedlungsflaeche.html>.

Steffen, Will; Richardson, Katherine; Rockström, Johan; Cornell, Sarah E.; Fetzer, Ingo; Bennett, Elena M. et al. (2015): Sustainability. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. In: *Science (New York, N. Y.)* 347 (6223), S. 1259855. DOI: 10.1126/science.1259855.

Stockholm Resilience Centre (Hg.) (o. J.): Planetary boundaries. Stockholm University. Online verfügbar unter <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>, zuletzt geprüft am 16.11.2022.

Tekkilic, Frank (Hg.) (2022): Bilanz zum sozialen Wohnungsbau. Deutschland verliert alle 19 Minuten eine Sozialwohnung. Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt. Online verfügbar unter <https://igbau.de/Binaries/Binary17910/Alle-19-Minuten-verliert-Deutschland-eine-Sozialwohnung.pdf>.

The Editors of Encyclopaedia Britannica (Hg.) (2022): carrying capacity. Encyclopaedia Britannica. Online verfügbar unter <https://www.britannica.com/science/carrying-capacity>, zuletzt aktualisiert am 04.12.2022, zuletzt geprüft am 09.01.2023.

The International Living Future Institute (2019): Living Building Challenge 4.0. A Visionary Path to a Regenerative Future. Seattle.

Thöne, Michael; Gierkink, Max; Pickert, Lena; Kreuter, Helena; Decker, Hanna (2019): CO₂-Bepreisung im Gebäudesektor und notwendige Zusatzinstrumente. Hg. v. Universität Köln. Energiewirtschaftliches Institut; Finanzwirtschaftliches Institut. Online verfügbar unter [https://www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/uploads/2019/09/EWI_FiFo_Studie_CO₂-Bepreisung-im-Geb%C3%A4udesektor_190918.pdf](https://www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/uploads/2019/09/EWI_FiFo_Studie_CO2-Bepreisung-im-Geb%C3%A4udesektor_190918.pdf).

Trapp, Jan Hendrik; Winker, Martina; Anterola, Jeremy; Brüning, Herbert; Frick-Trzebitzky, Fanny; Gunkel, Michael (Hg.) (2020): Blau-grün-graue Infrastrukturen vernetzt planen und umsetzen. Ein Beitrag zu Klimaanpassung in Kommunen : netWORKS. Deutsches Institut für Urbanistik. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH.

TÜV Süd (Hg.): BREEAM DE Neubau. Nachhaltigkeitszertifizierung vor Baubeginn. Online verfügbar unter <https://www.tuvsud.com/de-de/branchen/real-estate/immobilien/energie-und-nachhaltigkeit-bei-immobilien/breeam/breeam-de-neubau>, zuletzt geprüft am 26.09.2022.

Umweltbundesamt (Hg.) (2011): Leitkonzept - Stadt und Region der kurzen Wege. Gutachten im Kontext der Biodiversitätsstrategie. Unter Mitarbeit von Klaus Beckmann, Jürgen Gies, Jörg Thiemann-Linden und Thomas Preuß (48). Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4151.pdf>.

Umweltbundesamt (Hg.) (2017a): Lebenszykluskosten. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/umweltfreundliche-beschaffung/lebenszykluskosten>, zuletzt geprüft am 25.09.2022.

Umweltbundesamt (Hg.) (2017b): Flächeninanspruchnahme für Siedlungen und Verkehr reduzieren. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/flaechensparen-boeden-landschaften-erhalten/flaecheninanspruchnahme-fuer-siedlungen-verkehr#siedlungs-und-verkehrsflächen-in-deutschland>.

Umweltbundesamt (Hg.) (2019): Was sind die Gründe für Zersiedelung, wie ist sie regional ausgeprägt? Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung; Statistische Ämter

des Bundes und der Länder; Statistik der Bundesagentur für Arbeit. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/umweltatlas/bauen-wohnen/wirkungen-bauen/zersiedelung-verkehr/was-sind-die-gruende-fuer-die-zersiedelung-wie-ist>.

Umweltbundesamt (Hg.) (2020a): Klimaanpassung in der räumlichen Planung. Gestaltungsmöglichkeiten der Raumordnung und Bauleitplanung. Starkregen, Hochwasser, Massenbewegungen, Hitze, Dürre. Unter Mitarbeit von BKR Aachen Noky & Simon, ISB und IÖR. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/klimaanpassung_in_der_raeumlichen_planung_praxis-hilfe_02-2020.pdf, zuletzt geprüft am 18.11.2022.

Umweltbundesamt (Hg.) (2020b): Flächenrecycling und Innenentwicklung. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/flaechensparen-boeden-landschaften-erhalten/flaechenrecycling-innenentwicklung#brachen-nutzen-grune-wiesen-schonen>.

Umweltbundesamt (Hg.) (2021): Lärmwirkungen. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/laermwirkungen#gehorschaften-und-stressreaktionen>.

Umweltbundesamt (Hg.) (2022a): Erneuerbare Energien in Deutschland. Daten zur Entwicklung im Jahr 2021. 2. Aufl. Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien - Statistik. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/hg_erneuerbareenergien_dt_0.pdf, zuletzt geprüft am 03.12.2022.

Umweltbundesamt (Hg.) (2022b): Bodenversiegelung. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/boden/bodenversiegelung#was-ist-bodenversiegelung>, zuletzt geprüft am 20.11.2022.

Umweltbundesamt (Hg.) (2022c): Treibhausgas-Emissionen in Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#emissionsentwicklung>, zuletzt geprüft am 12.10.2022.

Umweltbundesamt (Hg.) (2022d): Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/landforstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas#treibhausgas-emissionen-aus-der-landwirtschaft>, zuletzt geprüft am 04.12.2022.

Umweltbundesamt (Hg.) (2022e): Fußverkehr. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/fussverkehr>, zuletzt aktualisiert am 2023.

Umweltbundesamt (Hg.) (2022f): Energiesparende Gebäude. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/energiesparende-gebaeude#gebaeude-wichtig-fur-den-klimaschutz>, zuletzt aktualisiert am 03.06.2022, zuletzt geprüft am 27.10.2022.

Umweltbundesamt (Hg.) (2022g): Aktive Mobilität. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/aktive-mobilitaet>, zuletzt aktualisiert am 2023.

Umweltbundesamt (Hg.) (2022h): Bevölkerungsentwicklung und Struktur privater Haushalte. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/strukturdaten-privater-haushalte/bevoelkerungsentwicklung-struktur-privater#832-millionen-menschen>.

Umweltbundesamt (Hg.) (2022i): Wassernutzung privater Haushalte. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/wassernutzung-privater-haushalte#direkte-und-indirekte-wassernutzung>.

Umweltbundesamt (Hg.) (2022j): Wassernutzung privater Haushalte. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/wassernutzung-privater-haushalte#direkte-und-indirekte-wassernutzung>, zuletzt geprüft am 12.12.2022.

Umweltbundesamt (Hg.) (2023): Siedlungs- und Verkehrsfläche. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/siedlungs-verkehrsflaeche#anhaltender-flachenverbrauch-fur-siedlungs-und-verkehrszwecke->.

United Nations Conference on Trade and Development (Hg.) (o. J.): Circular Economy. Online verfügbar unter <https://unctad.org/topic/trade-and-environment/circular-economy>, zuletzt geprüft am 07.12.2022.

United States Environmental Protection Agency (Hg.) (2022): Learn About Heat Islands. Online verfügbar unter <https://www.epa.gov/heatislands/learn-about-heat-islands#causes>, zuletzt aktualisiert am 02.09.2022, zuletzt geprüft am 07.12.2022.

- United States Environmental Protection Agency (Hg.) (2022): What is a Circular Economy? Online verfügbar unter <https://www.epa.gov/recyclingstrategy/what-circular-economy>, zuletzt aktualisiert am 29.09.2022, zuletzt geprüft am 07.12.2022.
- Universität Leipzig (Hg.) (2021): Resilienz (Deutscher Wortschatz). Online verfügbar unter https://corpora.uni-leipzig.de/de/res?corpusId=deu_news_2021&word=Resilienz, zuletzt geprüft am 06.02.2023.
- US Green Building Council (Hg.) (2019): LEED v4 for Building Design and Construction. Online verfügbar unter https://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20BDC_07.25.19_current.pdf, zuletzt geprüft am 19.08.2022.
- Velux (Hg.) (2018a): Die Indoor-Generation. Die Auswirkungen des modernen Lebens auf Gesundheit, Wohlbefinden und Produktivität. Online verfügbar unter <https://presse.velux.de/download/1120832/velux-tig-yougov-report-180515.pdf>, zuletzt geprüft am 21.12.2022.
- Velux (Hg.) (2018b): Gesundheitsrisiken für heutige "Indoor Generation". Online verfügbar unter <https://presse.velux.de/gesundheitsrisiken-fur-heutige-indoor-generation/>, zuletzt geprüft am 21.12.2022.
- Verbraucherzentrale (Hg.) (2022): Ökologische Wärmedämmung mit alternativen Dämmstoffen. Online verfügbar unter <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/energetische-sanierung/oekologische-waermedaemmung-mit-alternativen-daemmstoffen-48066>, zuletzt aktualisiert am 20.09.2022, zuletzt geprüft am 28.12.2022.
- Verbücheln, Maic; Buchert, Matthias; Bleher, Daniel; Dolega, Peter (2021): Ressourcenschutz durch Stadtplanung und Stadtentwicklung. Hg. v. Umweltbundesamt. Fachgebiet für Nachhaltige Raumentwicklung.
- Verdinez, Deisy (2022): USGBC announces Top 10 Countries and Regions for LEED in 2021. Hg. v. USGBC. Online verfügbar unter <https://www.usgbc.org/articles/usgbc-announces-top-10-countries-and-regions-leed-2021>, zuletzt geprüft am 26.09.2022.
- Vereinte Nationen (Hg.) (2002): Bericht des Weltgipfels für nachhaltige Entwicklung. Auszugsweise Übersetzung. Johannesburg, 26.08.-04.09.2002. Online verfügbar unter <https://www.un.org/depts/german/conf/jhnsnrbg/a.conf.199-20.pdf>.

Vierra, Stephanie (2022): Green Building Standards And Certification Systems. Hg. v. Whole Building Design Guide, zuletzt aktualisiert am 17.06.2022, zuletzt geprüft am <https://www.wbdg.org/resources/green-building-standards-and-certification-systems>.

Walther, Uwe-Jens (2018): Quartiermanagement in der Sozialen Stadt. Hg. v. Bundeszentrale für politische Bildung. Online verfügbar unter <https://www.bpb.de/themen/stadt-land/stadt-und-gesellschaft/216887/quartiermanagement-in-der-sozialen-stadt/>.

Winter, Stefan; Ebert, Samuel (2020): Ökobilanzierung im Bauwesen. Ökobilanzierung von Gebäuden. Vorlesung. Technische Universität München, München. Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion.

Winter, Stefan; Ebert, Samuel (2021): Bewertungsmethoden und Tools. Entwicklung und Historie. Vorlesung. Technische Universität München, München. Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion.

Winter, Stefan; Ott, Stephan (2021): Interpretation und Evaluation von ÖB-Ergebnissen. Verständnis, Interpretation, Diskussion. Vorlesung. Technische Universität München, München. Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion.

World Commission on Environment and Development (Hg.) (1987): Our common future. Report of the World Commission on Environment and Development. Oslo. Online verfügbar unter <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>, zuletzt geprüft am 14.12.2022.

w-plan (Hg.) (o. J.): Aus dem Alten etwas Neues schaffen. Durch Umnutzung Ihres Gebäudes - vorhandene Möglichkeiten nutzen. Online verfügbar unter <https://www.w-plan.nrw/umnutzung>, zuletzt geprüft am 16.02.2023.

Wuppertal Institut (Hg.) (2020): Schlüsselergebnisse der Studie des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie zu einem Beitrag Deutschlands zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze. Online verfügbar unter https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/CO2-neutral_2035_Factsheet.pdf, zuletzt geprüft am 15.12.2022.

Zdrzalek, Susanna (2022): "Dramatischer Einbruch" beim Neubau. Baugewerbe in der Krise. Hg. v. Tagesschau. Online verfügbar unter <https://www.tagesschau.de/thema/wohnungsbau/>, zuletzt aktualisiert am 06.12.2022, zuletzt geprüft am 06.12.2022.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Szenarien des Bauens von "Business as usual" zu "Regenerative design". Eigene Bearbeitung von Brown et al. (2018).....	17
Abbildung 2: Phasen und zugehörige Prozesse des Gebäudelebenszyklus. Eigene Darstellung nach Winter und Ebert (2020).....	21
Abbildung 3: Internationale Zertifizierungen nach Nationen. Bearbeitung von Geiselman (2019).....	23
Abbildung 4: Ansätze von Zertifizierungen. Brown et al. (2018)	26
Abbildung 5: Veränderungen der Bauweise erfordern eine gedankliche Neuorientierung. Bearbeitung von Pedersen Zari (2010).....	30
Abbildung 6: Zentrale Handlungsfelder gängiger Nachhaltigkeitszertifizierungen. Eigene Darstellung basierend auf Informationen zu LEED (Hoinka; US Green Building Council 2019), BREEAM (TÜV Süd), DGNB (DGNB e.V. 2018a) und LBC (The International Living Future Institute 2019).	31
Abbildung 7: Handlungsfelder des positiven Bauens. Eigene Darstellung.....	32
Abbildung 8: Entwicklung des Forschungsstands zu energiesparenden Gebäuden. Winter und Ebert (2020).....	39
Abbildung 9: Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen, ausgenommen Ernährung und Nahrungszubereitung. DGNB e.V. (2018a).	42
Abbildung 10: Emissionssektoren und schematischer Anteil an Gesamtemissionen im Gebäudelebenszyklus. (DGNB e.V. 2020)	43
Abbildung 11: Verlauf der Lufttemperatur von Stadtzentren zu ländlichem Umland. Hamacher et al. (2022) mit Verweis auf Henninger und Weber (2019).	51
Abbildung 12: Grafische Darstellung der Bewertung mit der Starfish-Methode. Birkeland (2020).....	65
Abbildung 13: Darstellung von Korrelationen im Starfish-Diagramm. Birkeland (2020).	66
Abbildung 14: Exemplarische Ergebniszusammenfassung einer Starfish-Bewertung. Birkeland (2022)	67
Abbildung 15: Bewertung von Emission von CO ₂ -Äquivalenten für Gebäudeproduktion und -betrieb mittels Carbon Armotization Performance. Renger et al. (2015).	78

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenfassende Darstellung der Handlungsfelder und ihres Detaillierungsgrads in der Literatur. Eigene Darstellung.....	69
Tabelle 2: Bewertungsmethoden für den Bereich "Planungsqualität". Eigene Darstellung.....	111
Tabelle 3: Bewertungsmethoden für den Bereich "Stoffkreisläufe". Eigene Darstellung.....	112
Tabelle 4: Bewertungsmethoden für den Bereich "Mensch". Eigene Darstellung.....	113
Tabelle 5: Bewertungsmethoden für den Bereich "Biosphäre". Eigene Darstellung.....	114
Tabelle 6: Bewertungsmethoden für den Bereich "Quartiers- und Stadtgestaltung". Eigene Darstellung.....	115

Anhang

8.1. Tabellarische Übersicht: Handlungsfelder und ihre Bewertungsmethoden

Die untenstehenden Tabellen fassen die Bewertungsmethoden für die in dieser Arbeit identifizierten Handlungsfelder zusammen.

Tabelle 2: Bewertungsmethoden für den Bereich "Planungsqualität". Eigene Darstellung.

Handlungsfeld	Bewertungsmethode		
	eDR	Starfish	LBC
Planungsqualität			
Planung und Ausführung	Soziales (2) Ökologie (1)	Net-zero: Planungs- und räumliche Gleichheit	Integration vul- nerabler Gruppen in Planung
Standortqualität	Ökologie (1)	Net-zero: Planungs- und räumliche Gleichheit	Prüfung der histori- schen, kulturellen, ökologischen und klimatischen Eig- nung
Lebenszykluskosten und Wirtschaftlichkeit	Soziales (2) Ökologie (2)	Net-zero: Zero waste Energieautonomie Net-positiv: Ressourcenerneuerung Net-positive Effizienz/Energie Emissionen	Nutzung von Res- ourcen aus lokalen Märkten B
Innovation	Soziales (3) Ökologie (1)	Net-positiv: Öko-Tourismus	Offenlegung von Case Studies Tag der offenen Tür
Politischer Rahmen	Soziales (5) Ökologie (1)	/	/

Tabelle 3: Bewertungsmethoden für den Bereich "Stoffkreisläufe". Eigene Darstellung.

Handlungsfeld	Bewertungsmethode		
	eDR	Starfish	LBC
Stoffkreisläufe			
Energie	Soziales (1) Ökologie (2)	Net-zero: Energieautonomie Net-positiv: Net-positive Effizienz/Energie	Benchmarks für erneuerbare Energiequellen B
Wasser	Soziales (1) Ökologie (1)	Net-zero: Lokale Abwasserbehandlung Ökologische Restauration	Aufbereitung von Regen- und Abwasser Sparsamer Umgang mit Wasserressourcen B
Ressourcen, Material, Abfall	Soziales (3) Ökologie (3)	Net-zero: Zero waste Net-positiv: Ressourcenerneuerung (Multifunktionalität, Na-WaRo)	Benchmarks für Materialursprung, Recycling und Schadstoffe B
CO ₂ -Emissionen	Soziales (2) Ökologie (3)	Net-positiv: Reduktion von Luftbelastung durch Vegetation	Benchmarks zur Emissionsreduktion bei Material und Transport B

Tabelle 4: Bewertungsmethoden für den Bereich "Mensch". Eigene Darstellung.

Handlungsfeld	Bewertungsmethode		
	eDR	Starfish	LBC
Mensch			
Gesundheit und Wohlbefinden	Soziales (3) Ökologie (3)	Net-zero: Eliminieren gesundheitsgefährdender Stoffe Vermeidung der Gesundheitsbeeinträchtigung anderer Net-positiv: Rückbezug zur Natur, Möglichkeiten zu Interaktion und Stressbewältigung Möglichkeiten zu aktiver Betätigung im öffentlichen Raum	Innenraumklima: Anforderungen an Lüftung und Testzeiträume Einfall von Sonnenlicht möglich B
Ästhetik	Soziales (2) Ökologie (2)	/	Einpassung in Nachbarschaft Öffentliche Kunst
Sicherheit	Soziales (1) Ökologie (1)	Net-positiv: Einrichtungen zum Schutz vor Extremwetter	/
Soziale Strukturen und Gleichheit	Soziales (5) Ökologie (3)	Net-zero: Planungs- und räumliche Gleichheit Net-positiv: Multifunktionalität Möglichkeit zu aktiver Betätigung im öffentlichen Raum	Integration vulnerabler Gruppen in Planung Barrierefreiheit

Tabelle 5: Bewertungsmethoden für den Bereich "Biosphäre". Eigene Darstellung.

Handlungsfeld	Bewertungsmethode		
	eDR	Starfish	LBC
Biosphäre			
Biodiversität	Ökologie (3)	Net-zero: Erhaltung insbesondere lokaler Spezies Erhaltung von Habitaten Net-positiv: Schaffung von Habitaten	Erhaltung von Habitaten und zusammenhängenden Flächen
Ökosystemdienstleistungen	Ökologie (1)	Net-zero: Erhaltung von Habitaten Freie öffentliche Flächen Aufnahme von Luftschadstoffen Net-positiv: Städtische Vegetation Zugang zur Natur	/
(Stadt-) Klima	Ökologie (2)	Net-zero: Plus an Freiflächen bei erhöhter Bebauungs- und Bevölkerungsdichte Net-positiv: Städtische Vegetation	/
Grüne und blaue Infrastruktur	Soziales (2) Ökologie (4)	Net-zero: Erhaltung von Habitaten Freie öffentliche Flächen Net-positiv: Städtische Vegetation	Keine Beeinträchtigung von Wasser- und Frischluftkorridoren
Umweltauswirkungen und Klimawandel	Soziales (1) Ökologie (4)	Net-positiv: Resilienz gegen Extremwetterereignisse und Klimawandel Anpassbarkeit an wechselnde Rahmenbedingungen	/

Tabelle 6: Bewertungsmethoden für den Bereich "Quartiers- und Stadtgestaltung". Eigene Darstellung.

Handlungsfeld	Bewertungsmethode		
	eDR	Starfish	LBC
Quartiers- und Stadtgestaltung			
Landnutzung und Flächenversiegelung	Soziales (1) Ökologie (4)	Net-zero: Möglichkeiten zur Verbesserung „ungesunder“ Gebiete Net-positiv: Multifunktionale Flächen Erhaltung / Schaffung grüner Flächen Reversibilität von Landnutzung	Formulierung von Voraussetzung für Zulässigkeit von Neubebauung und Ausgleichsflächen
Mobilität und Infrastruktur	Soziales (1) Ökologie (1)	/	Bereitstellung alternativer Mobilitätsformen B
Nahversorgung und Nahrungsmittelproduktion	Soziales (1) Ökologie (1)	/	Bereitstellung von Agrarflächen und Zugang lokaler Gemeinschaften zu dort produzierten Nahrungsmitteln B
Belebung und Mischnutzung	Soziales (3) Ökologie (1)	Net-zero: Plus an öffentlichen Annehmlichkeiten bei erhöhter Bevölkerungsdichte Net-positiv: Multifunktionalität Möglichkeit zu aktiver Beteiligung im öffentlichen Raum	Zugang zu Orten öffentlicher Interaktion Barrierefreiheit und Möglichkeit der Partizipation

8.2. Fragenkatalog: Eco-positive design review – Social issues

Aus Birkeland (2020) entnommen.

- Health, safety and security
 - o How will security and means of survival be built in?
 - o How will adaptability to disasters/demographic change be provided?
 - o How will resource autonomy be increased to provide natural security?
 - o How is “crime prevention by design” provided for?
- Sustainability education and social change
 - o How will people be motivated to make neighbourhood improvements?
 - o How will the community become more aware of urban design?
 - o How will awareness and adoption of green technologies be promoted?
- Social needs (values, justice, fairness, etc.)
 - o How will the project avoid exclusionary practices?
 - o How will social and cultural needs / values be identified and supported?
 - o How will social deficits and spatial inequities be addressed?
 - o How will impediments to social advancement be addressed?
- Space for changing needs
 - o How will flexible interior-exterior spaces be provided?
 - o How will social interaction and civic engagement be increased?
 - o How will accessibility for the young, elderly, and / or disabled be provided?
 - o How will the spatial arrangements increase socialization?
- Economic equity, opportunity or affordability
 - o How will affordable housing be distributed?
 - o How will opportunities for affordable housing be increased?
 - o How will offsetting mechanisms assist poorer communities?
 - o How will full-cost accounting for the project be undertaken?
- Safer and healthier jobs
 - o How will productive jobs be created?
 - o How will construction workers and occupants benefit?
 - o How will fair and safe labor practices be implemented?
 - o How will local sustainable practices, products and services be supported?

8.3. Fragenkatalog: Eco-positive design review – Ecological issues

Aus Birkeland (2020) entnommen.

- Restore and increase natural systems and eco-services
 - o How will environmental degradation / depletion be addressed?
 - o How will net habitats for appropriate indigenous species be increased?
 - o How will biodiversity incubators and ecological corridors be increased?
 - o How will watercourses be protected, runoff reduced, and rainwater stored?
- Create eco-positive onsite and offsite impacts
 - o How will ecological space be leveraged?
 - o How will the project increase future options?
 - o How will the building footprint and ecological footprint be reduced?
 - o How will sensitive natural areas and construction sites be protected?
- Reduce waste and total material flows
 - o How will total lifecycle waste be reduced?
 - o How is eco-retrofitting prioritized over new construction?
 - o How are ecological waste and designed waste reduced?
 - o How will the design create beauty and quality without luxury (waste)?
- Eliminate fossil fuels and sequester carbon
 - o How are highly polluting sources of energy avoided?
 - o How will renewable / passive systems be maximized?
 - o How will community energy generation / conservation be encouraged?
 - o How will insulation be used in optimal, multifunctional ways?
- Increase ecological and human health
 - o How will urban environmental health be improved?
 - o How will the ecological impacts of poverty be mitigated?
 - o How will healthy indoor/outdoor air quality be increased?
 - o How will biodegradable, adaptable and renewable materials be selected?
- Recognize complex and interdependent open systems
 - o How will exogenous or unexpected consequences be designed for?
 - o How will the ecological base be increased?
 - o How will wildlife and nearby ecosystems benefit?
 - o How will site planning contribute to the bioregion?