

# Optimierungsstrategien im Lebenszyklus von Immobilien - Handlungsleitfaden auf Basis ausgewählter Zertifizierungssysteme

Masterthese zur Erlangung des akademischen Grades  
“Master of Science”

eingereicht bei  
Dipl.- Ing. Günter Zowa

Michael-Alexander Zemina

01047576

## Eidesstattliche Erklärung

Ich, **MICHAEL-ALEXANDER ZEMINA**, versichere hiermit

1. dass ich die vorliegende Masterthese, "OPTIMIERUNGSSTRATEGIEN IM LEBENSZYKLUS VON IMMOBILIEN - HANDLUNGSLEITFADEN AUF BASIS AUSGEWÄHLTER ZERTIFIZIERUNGSSYSTEME", 96 Seiten, gebunden, selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfen bedient habe, und
2. dass ich das Thema dieser Arbeit oder Teile davon bisher weder im In- noch Ausland zur Begutachtung in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Wien, 05.03.2021

---

Unterschrift

## Kurzfassung

Nachhaltige Immobilien gewinnen am Immobilienmarkt zunehmend an Bedeutung. Das optimierte Management dieser Immobilien über den gesamten Lebenszyklus stellt eine Herausforderung für das Immobilienmanagement dar. Ziel dieser Masterthesis ist daher eine Untersuchung in Form einer Literaturlarbeit, wie der Lebenszykluserfolg im Immobilienmanagement definiert wird und welche Optimierungsstrategien dafür zur Verfügung stehen. Die Untersuchung des Gebäudelebenszyklus zeigt, dass die technische Lebensdauer, die Nutzungsdauer und die wirtschaftliche Nutzung eines Gebäudes nicht identisch sein müssen. Dies erschwert eine Einschätzung davon, wie die Kosten für das Gebäude im Zeitablauf optimiert werden könnten. Eine mögliche Lösung besteht darin, die im Gebäudelebenszyklus anfallenden Erlöse bzw. Erträge ebenfalls zu berücksichtigen und den entsprechenden Kosten gegenüberzustellen. Die sich daraus ergebende Differenz wird als Lebenszykluserfolg bezeichnet. Der Lebenszykluserfolg im Immobilienmanagement kann grundsätzlich optimiert werden, indem die anfallenden Kosten im Gebäudelebenszyklus reduziert werden, wobei entweder zunächst höhere Herstellungskosten des Gebäudes mit niedrigeren Folgekosten kompensiert werden oder zu Lasten niedrigerer Herstellungskosten höhere Folgekosten im Gebäudelebenszyklus in Kauf genommen werden. Eine Reduktion der Folgekosten ist sicherlich die beste Lösung, um den Lebenszykluserfolg zu maximieren. Zertifizierungssysteme haben das Potential, bereits in einer frühen Phase des Gebäudelebenszyklus die Kosten der Herstellung wie auch die Folgekosten zu optimieren. Die daraus entstehenden Nutzungseinschränkungen für Kunden können im Regelfall als gering betrachtet werden. Die Mitwirkung der Kunden ist allerdings notwendig, damit der Lebenszykluserfolg maximiert werden kann. Die weitreichendsten Entscheidungen im Lebenszyklus einer Immobilie fallen bereits in den ersten Phasen der Konzeptentwicklung und Planung. Die Festlegung auf bestimmte Anforderungen an die Immobilie im Kontext mit dem Standort kann in vielen Fällen dazu führen, dass bereits in einer frühen Planungsphase das übergeordnete Ziel festgelegt wird, eine nachhaltige Immobilie zu entwickeln. Die weiterhin zunehmende Bedeutung der Nachhaltigkeit und der Zertifizierung von Gebäuden ist zu erwarten. Planungstechniken wie BIM dürften das Potential haben, eine weitere Optimierung des Lebenszykluserfolgs zu ermöglichen.

# Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung .....	1
1.1	Problemstellung und Relevanz des Themas.....	1
1.2	Zielsetzung und Fragestellung .....	2
1.3	Abgrenzungen .....	2
1.4	Struktur.....	3
1.5	Methode.....	3
2.	Grundlagen und begriffliche Einordnung .....	4
2.1	Nachhaltige Immobilien.....	4
2.2	Herkunft und historischer Überblick.....	7
2.3	Grundlagen der Lebenszykluserfassung .....	8
2.3.1	Das Lebenszykluskonzept.....	8
2.3.2	Phasen im Lebenszyklus von Immobilien.....	10
2.3.3	Lebensdauer von Gebäuden .....	12
2.4	Normen und Richtlinien.....	13
2.4.1	Kostengruppierung nach ÖNORM B 1801-1/2 .....	14
2.4.2	Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 1: Objektterrichtung .....	14
2.4.3	Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 2: Objektfolgekosten .....	16
3.	Zertifizierungssysteme .....	20
3.1	Modell der DGNB und ÖGNI.....	26
3.2	Modell von klima:aktiv .....	30
3.3	Nutzen der Gebäudezertifikate.....	35
3.4	Vergleichsmatrix – Wichtige Unterschiede in der Auffassung.....	37
3.5	Umgang mit Unsicherheiten in der Lebenszyklusberechnung.....	41
4.	Handlungsleitfaden für Bauträger .....	42
4.1	Erkenntnisse aus den Lebenszyklusmodellen .....	42

4.1.1	Ökologische Qualität.....	43
4.1.2	Ökonomische Qualität.....	44
4.1.3	Soziokulturelle und funktionale Qualität .....	44
4.1.4	Technische Qualität.....	45
4.1.5	Prozessqualität.....	47
4.1.6	Standortqualität .....	47
4.2	Handlungsempfehlungen und Optimierungsstrategien .....	48
4.2.1	Reduktion der Lebenszykluskosten.....	49
4.2.2	Integrale Planung .....	51
4.2.3	Building Information Modelling (BIM).....	52
4.2.4	Reduktion des CO <sub>2</sub> -Ausstoßes .....	53
4.2.5	Gebäude als CO <sub>2</sub> -Speicher/-Senker .....	54
4.2.6	Technische Innovationen .....	54
4.2.7	Integrierte Stromerzeugung und Energiespeicherung.....	55
4.2.8	Verbesserung der Nachhaltigkeit im Facility Management.....	56
4.2.9	Rückbau und Recyclingfähigkeit .....	57
4.3	Einfluss der Optimierungsstrategien auf Kunden .....	59
4.3.1	Kundenerwartungen .....	59
4.3.2	Mögliche Einschränkungen.....	61
4.3.3	Bewertung und Schwerpunktsetzung .....	62
5.	Reflektion und Fazit.....	64
5.1	Zusammenfassung.....	66
5.2	Grenzen der Erklärungsreichweite .....	67
5.3	Beantwortung der Forschungsfragen .....	67
5.4	Ausblick und weiterer Forschungsbedarf.....	69
	Literaturverzeichnis.....	71
	Abbildungsverzeichnis .....	76

Tabellenverzeichnis.....	78
Anhang .....	79

# 1. Einleitung

Ziel dieser Masterthesis ist eine Untersuchung, wie der Lebenszykluserfolg im Immobilienmanagement definiert wird und welche Optimierungsstrategien dafür zur Verfügung stehen. Ein einheitlicher Standard, der Lebenszykluskosten von Gebäuden vergleichbar machen würde, existiert bisher nicht, allerdings sind Bemühungen in diese Richtung vorhanden. Die Sicht auf den Lebenszykluserfolg ist im Interesse von Bestandshaltern, Investoren und nachhaltig orientierten Projektentwicklern, selbst wenn Gebäude nach Fertigstellung veräußert werden sollten (Arnold, Rottke, & Winter, 2017, S. 332). Die Arbeit will auf Basis der ausgewählten Zertifizierungssysteme in einer Art Check-list die wichtigsten Handlungsempfehlungen zusammenstellen, die als Parameter Einfluss auf den Lebenszykluserfolg von Immobilien haben. In Österreich gelangen derzeit vor allem zwei Systeme zur Nachhaltigkeitszertifizierung zum Einsatz. Beiden Bewertungssystemen ist gemein, dass eine planungsbegleitende Herangehensweise an die Nachhaltigkeitsbewertung das Erreichen des Ziels deutlich erleichtert und damit geradezu die Voraussetzung für mehr Nachhaltigkeit bei der Errichtung, Bewirtschaftung und Nutzung von Wohnbauten ist (Arnold, Rottke, & Winter, 2017, S. 401). Bisher lag der Fokus bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Gebäuden vor allem auf den Errichtungskosten. Die Lebenszykluskostenrechnung betrachtet die Kosten, die während Erstellung, Nutzung und Abriss des Gebäudes entstehen. Diese Methode ist wesentlich wirtschaftlicher, da alle Kosten über den Lebenszyklus miteinbezogen werden und als Ergebnis mittels Barwertmethode der Gegenwartswert dargestellt wird (Bauer & Mösle, 2011, S. 47). Daraus lassen sich die Relevanz des Themas und eine Problemstellung ableiten.

## 1.1 Problemstellung und Relevanz des Themas

Nachhaltige Immobilien gewinnen am Immobilienmarkt zunehmend an Bedeutung. Das optimierte Management dieser Immobilien über den gesamten Lebenszyklus stellt damit eine Herausforderung für das Immobilienmanagement dar. Aus der zunehmenden Bedeutung nachhaltiger Immobilien wird die Relevanz des Themas ersichtlich und aus der Problematik des Immobilienmanagements über den gesamten Lebenszyklus ergibt sich eine entsprechende Problemstellung. Wie nachhaltige und

smarte Immobilien über den gesamten Lebenszyklus gemanagt werden können, ist bislang wenig untersucht worden. Hier eröffnet sich eine Forschungslücke.

## 1.2 Zielsetzung und Fragestellung

Ausgehend von der oben genannten Forschungslücke versucht diese Arbeit folgende Fragen zu klären:

- In welcher Phase des Lebenszyklus von Immobilien fallen die weitreichendsten Entscheidungen?
- Führt die Festlegung von übergeordneten Zielen und die Einbindung sämtlicher Akteure in einer frühen Planungsphase dazu, nachhaltigere Immobilien zu entwickeln?
- Inwieweit können (ausgewählte) Kriterien unterschiedlicher Zertifizierungssysteme während der Planungsphase behilflich sein oder inwieweit schränken diese Kriterien die Immobilienentwickler ein?
- Welche Punkte müssen beachtet werden, um eine nachhaltige und zukunftsfähige Bedarfsermittlung zu erhalten?
- In welcher Phase sollte die Nachhaltigkeitsbetrachtung verankert werden?
- Welche ökologischen Optimierungsstrategien sind möglich, ohne die Erwartungen und Anforderungen der Kunden einzuschränken?

## 1.3 Abgrenzungen

Die vorliegende Arbeit beschränkt sich aufgrund der eigenen beruflichen Erfahrung auf Neubau-Immobilien. Da eine Vielfalt an unterschiedlichen Immobilientypen besteht, werden sämtliche Überlegungen anhand von Wohnbauprojekten vorgenommen. Bei den untersuchten Gebäudezertifikaten handelt es sich um die weitverbreitetsten und bekanntesten in der Branche. Auf eine vollständige Analyse aller Verfahren kann somit verzichtet werden. Im Rahmen dieser Ausarbeitung kann vor allem die Situation in Österreich und Deutschland bis zum Winter 2020 berücksichtigt werden. Nationale Normen anderer Staaten wurden nicht berücksichtigt. Die grundsätzliche Aussagekraft der Untersuchung wird dadurch jedoch nicht berührt.



## 1.4 Struktur

Zunächst werden die wichtigen Begriffe definiert und eingeordnet. Anschließend erfolgt eine umfassende Untersuchung des Themas mit nachfolgender Reflektion. Im abschließenden Fazit werden die Ergebnisse der Untersuchung zusammenfassend betrachtet und die Forschungsfragen beantwortet.

## 1.5 Methode

Ziel dieser Arbeit ist es, die Bedeutung und Umsetzung der Lebenszyklusbetrachtung im Bereich der Wohnimmobilien darzustellen. Die Ausarbeitung soll Bauherren als Grundlage dienen, um sich in den Entscheidungen der Projektentwicklung ein integrales und vor allem nachhaltiges Bild machen zu können. Da das Hauptaugenmerk die Auswertung und Analyse ausgewählter Informationen von Immobilienzertifizierungen ist, eignet sich als Untersuchungsmethode eine Literaturarbeit. Ausgangspunkt ist eine Literaturrecherche, die einen Überblick über die historische Entstehung, die Normen und die bedeutendsten Gebäudezertifikate vermittelt. Aufbauend auf den Grundlagen wird im Hauptteil der Arbeit ein Handlungsleitfaden sowie Empfehlungen und Optimierungsstrategien für Bauträger erarbeitet. Die Kundenerwartungen und mögliche Einschränkungen der Strategien werden erörtert. Abschließend werden die Erkenntnisse zusammengefasst und ein Ausblick über die weitere Entwicklung gegeben.

Die Recherche umfasst in erster Linie Fachliteratur in Form von Büchern, Zeitschriften, Internetseiten und Studien. Bevorzugt werden renommierte Fachzeitschriften. Bei Quellen aus dem Internet wurde darauf geachtet, dass diese zitierwürdig sind. Für statistische Daten werden als Quellen international anerkannte Organisationen, statistische Ämter und Behörden oder qualitativ vergleichbare Datenanbieter ausgewählt.

## 2. Grundlagen und begriffliche Einordnung

Um einen umfassenden Überblick zum Konzept des Lebenszyklus von Immobilien zu erhalten, werden zunächst die zentralen Begriffe dieser Arbeit definiert und eingeordnet. Es folgt ein historischer Rückblick zur Entstehung und die Darstellung der einzelnen Phasen mit Erläuterung der möglichen Lebensdauer von Gebäuden. Nach Ausführung der Grundlagen und Einordnung in die ökonomische Relevanz, werden anschließend die Normen und Richtlinien analysiert.

### 2.1 Nachhaltige Immobilien

Immobilien sind im allgemeinen Sprachgebrauch „unbewegliche Güter (lateinisch *immobilis* eine unbewegliche Sache“). Aus ökonomischer Sicht lässt sich der Begriff nach Bone-Winkel et. al. konkretisieren:

*„Immobilien sind Wirtschaftsgüter, die aus unbebauten oder bebauten Grundstücken mit dazugehörigen Gebäuden und Außenanlagen bestehen. Sie werden von Menschen im Rahmen physisch-technischer, rechtlicher, wirtschaftlicher und zeitlicher Grenzen für Produktions-, Handels-, Dienstleistungs- und Konsumzwecke genutzt“* (Bone-Winkel, Schulte, & Focke, 2008, S. 16)

Die Immobilität sowie die Nutzen stiftende Funktion der Immobilie führen zu einer Segmentierung des Marktes in unterschiedliche Teilmärkte. Wohnimmobilien sind Gebäude, die überwiegend oder ausschließlich Wohnzwecken dienen. (Rottke & Thomas, 2017, S. 142)

Der Begriff „Nachhaltigkeit“ ist nicht eindeutig definiert und lässt dadurch großen Interpretationsspielraum zu. Welche Definitionen für Nachhaltigkeit existieren, soll im Folgenden beschrieben werden.

Die heute übliche Definition für Nachhaltigkeit geht auf den Brundtland-Bericht aus dem Jahr 1987 zurück (WCED, 1987). Die dort erarbeitete Definition lautet:

„Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. It contains within it two key concepts:

- the concept of 'needs', in particular the essential needs of the world's poor, to which overriding priority should be given; and

- the idea of limitations imposed by the state of technology and social organization on the environment's ability to meet present and future needs“ (WCED, 1987, S. 37).

Ziel des Berichts war es, die Weichen für eine nachhaltige Entwicklung von Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt zu stellen. Ausgehend vom Brundtland-Bericht entwickelte die UN die Agenda 21 für weltweite nachhaltige Entwicklung anlässlich der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung im Jahr 1992 in Rio de Janeiro. In Anlehnung daran entstand 1997 mit dem Vertrag von Amsterdam das von der EU entwickelte Modell der drei Säulen der Nachhaltigkeit (Vgl. Spindler, o. J.).

Die daraus entstandenen globalen Nachhaltigkeitsziele, die 17 Sustainable Development Goals (SDGs) mit 169 Unterzielen der UN sollen bis zum Jahr 2030 weltweit vollständig von allen UN-Mitgliedstaaten umgesetzt werden.

Das Konzept der Nachhaltigkeit im Sinne des Drei Säulen-Modells basiert auf den Dimensionen Ökonomie, Ökologie und Soziales (Osraneck, 2017, S. 44). Damit die Gleichwertigkeit der Ziele, wie sie dieser Triple Bottom Line-Ansatz vorsieht, deutlich wird, verwendet man häufig das sogenannte Nachhaltigkeitsdreieck als Darstellung (Spindler, o. J., S. 12).



Abbildung 1: Die 17 Nachhaltigkeitsziele der UN. Quelle: EDA, (2020), o. S.

Basis für die drei Säulen der Nachhaltigkeit sind die zur Verfügung stehenden natürlichen Ressourcen. Davon ausgehend haben sich verschiedene Varianten des Modells entwickelt, die teilweise noch weitere Dimensionen berücksichtigen, wie

etwa Politik oder Kultur. Unternehmen, die ein nachhaltiges Wachstum anstreben, müssen die Dimensionen des Nachhaltigkeitsdreiecks berücksichtigen.



Abbildung 2: Das Nachhaltigkeitsdreieck, Quelle: (Rottke & Thomas, 2017, S. 484)

In ihrer New Urban Agenda bekennt sich die UN für die Einführung des Smart City Konzepts, um die Möglichkeiten der Digitalisierung und die Nutzung von erneuerbaren Energien und nachhaltigen Technologien sowie innovativen Transporttechnologien zu erhöhen. Die Bewohner der Stadt sollen dazu veranlasst werden, mehr umweltfreundliche Entscheidung zu treffen, um so ein nachhaltiges Wirtschaftswachstum zu ermöglichen. Außerdem sollen die Städte dadurch ihr Dienstleistungsangebot verbessern können (United Nations, 2016, S. 66).

In Bezug auf automatisierte intelligente Gebäude sieht das Konzept für Smart Cities die folgenden Punkte vor:

- Gebäudeautomation
- Intelligente Gebäudetechnik: Fortschrittliche Heizung, Lüftung, Klimatisierung (HLK), Beleuchtungs-ausrüstung

Nachhaltige Gebäude sollten eine oder mehrere Eigenschaften besitzen, die vom Green Building Congress 2001 formuliert worden sind:

- Verwendung energieeffizienter und umweltfreundlicher Geräte (z. B. geringer Energieverbrauch durch eine Reihe von Techniken, einschließlich der Verwendung natürlicher Belüftung anstelle von Klimaanlage, Wärmerückgewinnungssystemen und der Verwendung thermischer Masse, sorgfältige Ausrichtung und energiesparendes Beleuchtungsdesign).

- Verwendung von recycelten und umweltfreundlichen Baumaterialien (z. B. sorgfältige Spezifikation von Baumaterialien mit geringerer Umweltbelastung).
- Hochwertige Raumluf für menschliche Sicherheit und Komfort.
- Nutzung erneuerbarer Energien (z. B. maximale Nutzung natürlicher Tagesbeleuchtung).
- Effektive Kontrollen und Gebäudemanagementsysteme.
- Effiziente Wassernutzung (z. B. Nutzung des Grauwasserrecyclings für Landschaftsbewässerung und WCs).
- Verwendung ungiftiger und recycelter Materialien.
- Effektive Nutzung vorhandener Landschaften (z. B. Minimierung der Auswirkungen auf den Standort durch Sensibilität für die Standortökologie und sorgfältige Landschaftsgestaltung).
- Einführung kostengünstiger und umweltfreundlicher Technologien. (Addae-Dapaah et al., 2009, S. 205)

Im folgenden Abschnitt wird die Herkunft der Lebenszykluskosten beschrieben.

## **2.2 Herkunft und historischer Überblick**

Die Betrachtung der Lebenszykluskosten begann in der Weltwirtschaftskrise im Jahr 1933 in den USA, als das General Accounting Office forderte, dass bei der Anschaffung von Traktoren die Wartungs- und Betriebskosten berücksichtigt werden sollen (Pelzeter, 2017, S. 9). In den 1960er Jahren verbreitete sich das Konzept des Life-Cycle Costing (LCC) in den USA und unter dem Begriff „Terotechnology“, womit eine Methode zur Beschaffung und Betreuung technischer Anlagen und Rückkopplung der gewonnen Informationen bezeichnet wurde (Bichler, 2014, S. 13), ab 1975 erforschte man darauf aufbauend in Großbritannien die Lebenszykluskosten (Pelzeter, 2006, S. 10).

Gegen Ende der 1990er-Jahre wurde der Begriff Gesamtlebenszyklusrechnung (WLCC - Whole Life-Cycle Costing) eingeführt, mit dem Ziel erstmals Kosten

(Ausgaben) und Erlöse (Einnahmen), die im gesamten Projektlebenszyklus anfallen, zu erfassen (Bichler, 2014, S. 14).

Die Konzepte LCC und WLC wurden in die Norm ISO 15686-1: 2011 integriert, die ursprünglich aus dem Jahr 2000 stammt. Ihr Ziel ist es, allgemeine Grundsätze für die Lebensdauerplanung und einen systematischen Rahmen für die Durchführung der Lebensdauerplanung eines geplanten Gebäudes oder einer geplanten Bauarbeit während seines gesamten Lebenszyklus (oder des verbleibenden Lebenszyklus für bestehende Gebäude oder Bauarbeiten) zu identifizieren und festzulegen.

Der Lebenszyklus nach ISO 15686-1: 2011 umfasst Initiierung, Projektdefinition, Planung, Konstruktion, Inbetriebnahme, Betrieb, Wartung, Sanierung, Austausch, Dekonstruktion und endgültige Entsorgung sowie das Recycling oder die Wiederverwendung des Vermögenswerts (oder von Teilen davon) einschließlich seiner Komponenten, Systeme und Gebäudetechnik (ISO, 2020, S. o.S.).

### **2.3 Grundlagen der Lebenszykluserfassung**

Zunächst wird das Konzept des Lebenszyklus von Gebäuden definiert und erläutert, um anschließend die einzelnen Phasen des Lebenszyklus besser in ihrer ökonomischen Relevanz einordnen zu können.

#### **2.3.1 Das Lebenszykluskonzept**

Die German Facility Management Association (GEFMA) hat als europäischer Branchenverband für das Facilitymanagement erstmals ein Modell zur Ermittlung von Lebenszykluskosten von Immobilien entwickelt.

In Anlehnung an den biologischen Lebenszyklus wurde das Konzept in der Betriebswirtschaftslehre auch auf Produkte, oder, wie in diesem Fall auf Immobilien angewandt. Als Immobilien-Lebenszyklus wird dabei die zeitliche Abfolge verschiedener Prozesse bezeichnet, die voneinander abhängig sind und die mit der Konzeption und Entstehung eines Gebäudes beginnen. Danach folgen eine oder mehrere Nutzungsphasen bis zum Rückbau oder Abriss des Gebäudes, womit der Lebenszyklus endet. Die verschiedenen Nutzungsphasen können bspw. durch Leer- und Teilleerstände unterbrochen sein aber auch mit Renovierungen, Umbauten und anderen umstrukturierenden Maßnahmen einhergehen (Rottke & Thomas, 2017, S. 423).

Der Immobilien-Lebenszyklus beginnt mit der Projektentwicklung, die eine Kombination von Standort, Konzeptidee und Investitionskapital erfordert. In der anschließenden Bauphase muss das Bauprojektmanagement die Lenkung von Qualitäten, Quantitäten und Terminen überwachen und lenken. In der anschließenden Nutzungsphase stellt das Facility Management das kaufmännische, technische und infrastrukturelle Management der Gebäude und Anlagen sicher.

Durch Umbauten oder Umstrukturierungen können bei einem Gebäude im Verlauf des Lebenszyklus mehrfach weiterer Projektentwicklungen (Revitalisierungen bzw. Redvelopments) mit einer anschließenden neuen oder verlängerten Nutzung erfolgen (Rottke & Thomas, 2017, S. 423).

Die verschiedenen Managementaufgaben, die während des Lebenszyklus anfallen, unterscheiden sich während der unterschiedlichen Phasen erheblich voneinander. Dies hat zu einer Spezialisierung der Immobilienwirtschaft und zu mehreren eigenständigen Managementbereichen geführt.

Allerdings kann die Lebensdauer eines Gebäudes auf unterschiedliche Art gemessen werden. Die tatsächliche Lebensdauer eines Gebäudes umfasst die Phase von der Entstehung bis zum Rückbau oder dem Neubeginn des Zyklus bspw. durch Kernsanierung (Rottke & Thomas, 2017, S. 423).

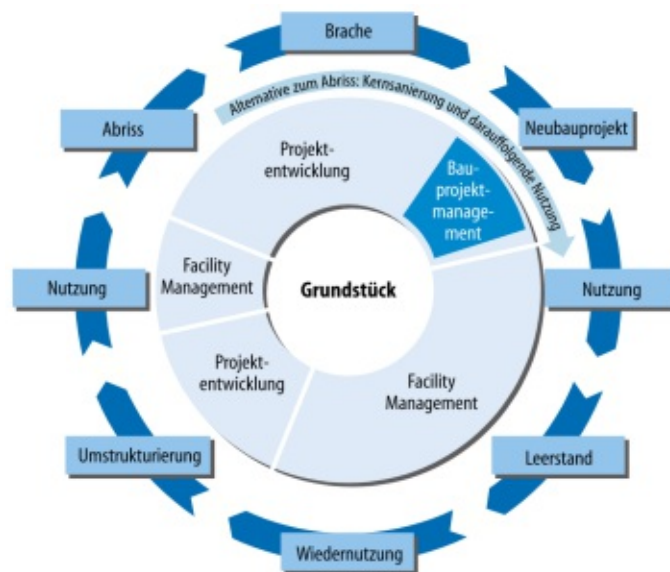


Abbildung 3: Der prozessuale Immobilien-Lebenszyklus. Quelle: (Rottke & Thomas, 2017, S. 423)



### 2.3.2 Phasen im Lebenszyklus von Immobilien

Der Lebenszyklus eines Gebäudes lässt sich in verschiedene Phasen gliedern, die nachfolgend beschrieben werden.

- Bedarfsermittlung: Damit eine möglichst große Übereinstimmung zwischen den Anforderungen an ein Gebäude und den Nutzungswünschen erreicht werden kann, muss zunächst der Bedarf ermittelt werden. Dieser kann sehr allgemein sein aber auch, je nach Anforderungen, spezielle Bedürfnisse umfassen. Bei der Bedarfsermittlung sind deshalb verschiedene Kriterien in die Planung einzubeziehen. Die folgende Übersicht zeigt, welche Faktoren dabei eine Rolle spielen können.



Abbildung 4: Systematik der Bedarfsermittlung. Quelle: (Pelzeter, 2017, S. 12)

Nach Abschluss der Bedarfsermittlung kann die Planungsphase erfolgen.

- Planungsphase: Die Planungsphase umfasst die Phase vom ersten Entwurf des Gebäudes über die Genehmigung bis zur detaillierten Ausführungsplanung, die Voraussetzung für eine Errichtung des Gebäudes ist.
- Errichtungsphase: Die Errichtungsphase umfasst die Baudurchführung sowie die Beseitigung von eventuell anfallenden Mängeln und sie endet mit der Übergabe des bezugsfertigen bzw. nutzbaren Gebäudes.
- Inbetriebnahme: Die Phase der Inbetriebnahme stellt eine Übergangsphase zwischen Errichtung und Nutzung dar und umfasst alle Tätigkeiten, die



notwendig sind, um das errichtete Gebäude so nutzen zu können, wie es die ursprüngliche Planung vorsah. Dazu gehört bspw. die Bereitstellung der notwendigen Betriebsmittel.

- Nutzungsphase: Diese Phase umfasst den Zeitraum, indem der Betreiber oder Nutzer das Gebäude bewirtschaftet, unterhält, saniert und bis zum Zeitpunkt der Verwertung nutzt.
- Verwertung: Mit dem Ende der Nutzungsdauer übernimmt der Verwerter die Aufgabe des gesamten oder teilweisen Rückbaus, der in der Regel Abbruch, Entsorgung und Recycling umfasst. Mit einem freien Grundstück endet diese Phase und auch der Lebenszyklus der Immobilie (Pelzeter, Lebenszykluskosten von Immobilien, 2006, S. 40).

Wie die Phasen des Lebenszyklus von Immobilien ineinandergreifen, zeigt die folgende Grafik.

Der Lebenszyklus einer Immobilie endet, wenn die Lebensdauer erreicht wurde. Die unterschiedlichen Arten, wie die Lebensdauer definiert wird, werden im nächsten Abschnitt beschrieben.



Abbildung 5: Die Phasen im Lebenszyklus eines Gebäudes. Quelle: (IG Lebenszyklus Bau, 2016, S. 8)

### 2.3.3 Lebensdauer von Gebäuden

Neben der tatsächlichen Lebensdauer von Gebäuden gibt es eine technische und eine wirtschaftliche Lebensdauer des Gebäudes sowie eine Gesamtnutzungsdauer des Gebäudes. Diese drei Arten, die Lebensdauer eines Gebäudes einzustufen, werden näher betrachtet.

- Technische Lebensdauer: Das Ende der technischen Lebensdauer ist dann erreicht, wenn die Immobilie ihre ursprüngliche Funktion nicht mehr erfüllen kann und der Zustand auch durch Reparaturen oder eine Sanierung nicht wiederherstellbar ist. Der Lebenszyklus endet, wenn das Gebäude den Status einer Ruine erreicht hat. Bei entsprechender Instandhaltung und Qualität der ursprünglichen Bausubstanz können Gebäude eine technische Lebensdauer von mehreren Jahrhunderten erreichen.
- Wirtschaftliche Lebensdauer: Neben der technischen Lebensdauer hat ein Gebäude auch eine wirtschaftliche Lebensdauer, die meist eine kürzere Zeitspanne umfasst als die technische Lebensdauer. Das Ende der wirtschaftlichen Lebensdauer ist dann erreicht, wenn das Grundstück, auf dem die Immobilie errichtet wurde, durch eine alternative Nutzung, selbst wenn alle damit verbundenen Aufwendungen berücksichtigt werden, eine höhere Rendite erwirtschaften kann, als mit dem bestehenden Gebäude erzielt werden kann. (Rottke & Thomas, 2017, S. 424) Häufig wird eine Immobilie noch weitergenutzt, obwohl die wirtschaftliche Lebensdauer bereits erreicht oder sogar überschritten wurde. Sollte eine laufende Bewirtschaftung nicht durch entsprechende Erträge gedeckt werden können und auch keine andere rentable Nutzung möglich erscheinen, so kann ein Leerstand vom ökonomischen Standpunkt aus sinnvoll sein.
- (Gesamt-)Nutzungsdauer von Gebäuden: Daraus leitet sich eine zusätzliche Unterscheidung zwischen der wirtschaftlichen Lebensdauer und der Nutzungsdauer ab. Die Nutzungsdauer umfasst den Zeitraum der tatsächlichen Nutzung und kann den Zeitraum der wirtschaftlichen Lebensdauer je nach Gebäude und Situation sowohl unter- als auch überschreiten. Ein ökonomisches Optimum ist erreicht, wenn die tatsächliche Lebensdauer der wirtschaftlichen Lebensdauer entspricht (Rottke & Thomas, 2017, S. 424). Bei einigen Immobilien, wie etwa sogenannten Betreiberimmobilien, zu denen z.

B. Hotel- und Freizeitimmobilien gehören, wird der Lebenszyklus mit der Dauer der (ersten) Nutzungsphase gleichgesetzt. Aus der Sicht von Investoren beginnt der Lebenszyklus in der Regel mit der Investition bzw. dem Kauf der Immobilie und er endet mit deren Verkauf. Es ist daher wichtig, den Bezugsrahmen – Gebäude, Eigentümer oder Nutzung – zu kennen, wenn der Lebenszyklus einer Immobilie betrachtet wird (Rottko & Thomas, 2017, S. 424).

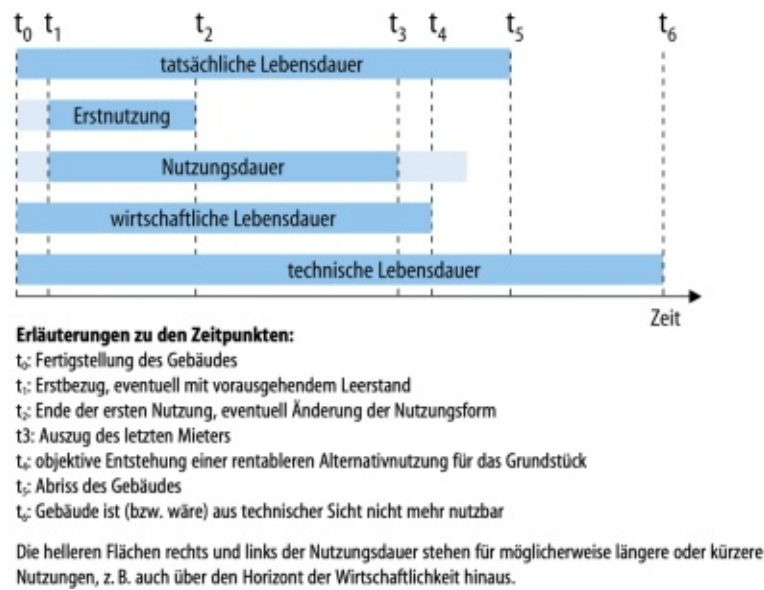


Abbildung 6: Schematische Übersicht zur Lebensdauer von Gebäuden. Quelle: (Rottko & Thomas, 2017, S. 425)

Die Grafik gibt einen Überblick, wie die technische, wirtschaftliche und tatsächliche Lebensdauer zusammenhängen und wie die Nutzungsdauer in diesem Konzept einzuordnen ist.

## 2.4 Normen und Richtlinien

Normen und Richtlinien sind Empfehlungen, die gemäß international anerkannten Regeln erarbeitet werden. Ziel der rechtlich nicht verbindlichen Normen ist die Qualitätssicherung. Österreichische Standards, die von Austrian Standards International herausgegeben werden, werden als ÖNORM bezeichnet (Austrian Standards, 2020, S. o.S.).

#### **2.4.1 Kostengruppierung nach ÖNORM B 1801-1/2**

Die erstmals im Jahr 2009 veröffentlichte ÖNORM B 1801 „Bauprojekt- und Objektmanagement“ besteht aus vier Teilen: Objekterrichtung, Objekt-Folgekosten, Objekt- und Nutzungstypologie, Berechnung von Lebenszykluskosten und Empfehlungen für Kennzahlenvergleiche.

Ziel der ÖNORM ist es, eine standardisierte Basis für die Gliederung von Informationen und Daten in allen Phasen der Errichtung von Bauobjekten zu liefern und die erforderliche Durchgängigkeit der Informationen und Daten sicherzustellen. Zudem werden Begriffe und Unterscheidungsmerkmale festgelegt. Damit werden die Voraussetzungen für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse von Qualität, Kosten und Terminen gegeben. (Österreichisches Normungsinstitut, 2015, S. 3)

Die Kostenplanung nach ÖNORM B 1801-1:2015-12 wird im folgenden Abschnitt beschrieben.

#### **2.4.2 Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 1: Objekterrichtung**

Für die Objekterrichtung unterscheidet die ÖNORM B 1801-1 insgesamt sechs Phasen, die von der Entwicklungsphase bis zur Abschlussphase reichen und die für die Kostenplanung relevant sind. Als Grundsatz für die Kostenplanung gilt dabei, dass sie auf Grundlage von Kosten- und Finanzierungsvorgaben kontinuierlich und systematisch während all dieser sechs Projektphasen durchzuführen ist. Dabei sind Daten und Informationen der Handlungsbereiche „Qualität“ und „Termine“ übereinstimmend mit den jeweiligen Projektphasen in die Kostenplanung einzubeziehen. (Österreichisches Normungsinstitut, 2015, S. 9)

		Entwicklungsphase	Vorbereitungsphase	Vorentwurfsphase	Entwurfsphase	Ausführungsphase	Abschlussphase
Qualität	Qualität	Qualitätsziel	Qualitätsrahmen	Vorentwurfsbeschreibung	Entwurfsbeschreibung	Ausführungsbeschreibung	Qualitätsdokumentation
	Quantität	Quantitätsziel	Raumprogramm	Vorentwurfsplanung	Entwurfsplanung	Ausführungsplanung	Planungsdokumentation
Termine	Termine	Terminziel	Terminrahmen	Grobterminplan	Genereller Ablaufplan	Ausführungsterminplan	Terminfeststellung
	Ressourcen	Ressourcenziel	Ressourcenrahmen	Ressourcenplan			
Kosten	Kosten	Kostenziel	Kostenrahmen	Kostenschätzung	Kostenberechnung	Kostenanschlag	Kostenfeststellung
	Finanzierung	Finanzierungsziel	Finanzierungsrahmen	Finanzierungsplan			
Baugliederung		1. Ebene					
		2. Ebene					
		3. Ebene					
		Elementtyp					
Leistungsgliederung		Leistungsposition					

Abbildung 7: Kostenplanung nach ÖNORM B 1801-1:2015-12. Quelle: (Österreichisches Normungsinstitut, 2015, S. 9)

Für die Kostenplanung werden die Kosten entsprechend der Baugliederung in zehn Kostengruppen von 0 bis 9 getrennt und entsprechend der überwiegenden Verursachung zugeordnet. Die entsprechende Kostengruppierung ist schematisch in der nachfolgenden Grafik dargestellt.

Baugliederung	Abk.	Bauwerkskosten BWK	Baukosten BAK	Errichtungskosten ERK	Gesamtkosten GEK
0 Grund	GRD				
1 Aufschließung	AUF				
2 Bauwerk-Rohbau	BWR	100 %			
3 Bauwerk-Technik	BWT				
4 Bauwerk-Ausbau	BWA				
5 Einrichtung	EIR				
6 Außenanlagen	AAN				
7 Planungsleistungen	PLL				
8 Projektnebenleistungen	PNL				
9 Reserven	RES				

Abbildung 8: Kostengruppierung nach ÖNORM B 1801-1:2015-12. Quelle: (Österreichisches Normungsinstitut, 2015, S. 11)

Diese Gruppierung der Kosten ermöglicht es, in den jeweiligen Projektphasen bei zunehmendem Planungsstand bzw. -fortschritt die Abweichungen von den Kostenplanungen zu ermitteln. Der vorab festgelegte Kostenrahmen gilt dabei als Höchstgrenze. Die Abweichungen von Kostenschätzung zu endgültig festgestellten

Kosten sollten mit entsprechendem Projektfortschritt geringer werden. Diese Vorgehensweise lässt sich anhand des Kostentrichters darstellen.

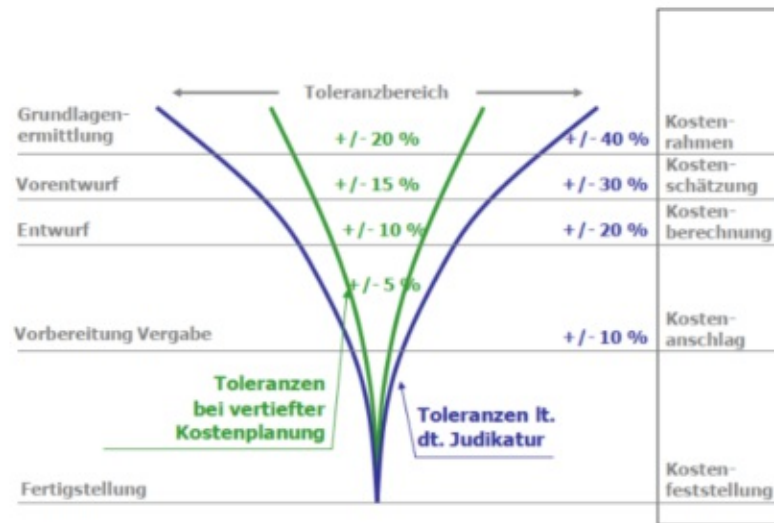


Abbildung 9: Kostentrichter in der Kostenermittlung. Quelle: (TU Graz, 2012)

Nach den Kosten der Objekterrichtung behandelt der Teil 2 der ÖNORM B 1801 die Objektfolgekosten.

### 2.4.3 Bauprojekt- und Objektmanagement Teil 2: Objektfolgekosten

Folgekosten sind gemäß ÖNORM B 1801-2 die Nutzungskosten des Objekts sowie die Kosten für Objektbeseitigung und Abbruch.

Finanzierungskosten									
Kostengruppen gemäß ÖNORM B 1801-1 - Baugliederung									
0	Grund GRD								
1	Aufschließung AUF								
2	Bauwerk-Rohbau BWR	Bauwerkskosten BWK	Baukosten BAK	Errichtungs-kosten ERK	Gesamt-kosten GEK	Anschaf-fungs-kosten	Gebäude-basiskosten GBK	Nutzungs-kosten ONK	Folge-kosten OFK
3	Bauwerk-Technik BWT								
4	Bauwerk-Ausbau BWA								
5	Einrichtung EIR								
6	Außenanlagen AAN								
7	Planungsleistungen PLL								
8	Nebenleistungen NBL								
9	Reserven RES								
Folgekostengruppen gemäß ÖNORM B 1801-2									
1	Verwaltung								
2	Technischer Gebäudebetrieb					Kosten des Gebäude-betriebes KGB			
3	Ver- und Entsorgung								
4	Reinigung und Pflege								
5	Sicherheit								
6	Gebäudedienste								
7	Instandsetzung, Umbau								
8	Sonstiges								
9	Objektbeseitigung, Abbruch								

Abbildung 10: Folgekosten nach ÖNORM B 1801-2 im Verhältnis zur ÖNORM B 1801-1. (Ipser, 2017, S. 12)

Die in der ÖNORM B 1801-2 erfassten Folgekosten werden in neun Kostengruppen gegliedert. Die Kostengruppen 1 bis 6 umfassen die meist regelmäßig in gleicher Höhe anfallenden Nutzungskosten. Kostengruppe 7 die nach mehreren Jahren zur Instandsetzung des Gebäudes und seiner Anlagen oder zur Umnutzung einzelner Bereiche anfallenden Kosten. Kostengruppe 9 erfasst die Einmalkosten der Objektbeseitigung.

Demnach treten Folgekosten im gesamten Gebäudelebenszyklus jährlich und mehrjährlich auf.

Die bei normaler Nutzung jährlich in gleicher Höhe (ohne Berücksichtigung von Inflation und Zinseffekten) auftretende Folgekosten (z. B. Gebühren, Kosten für Reinigung, Verbrauchsgüter, Wartungen, Inspektionen) werden über den Betrachtungszeitraum ab Fertigstellung des Objekts aufsummiert. Mehrjährige Folgekosten (z. B. größere Instandsetzungen oder Umbauten) fallen in entsprechenden (unregelmäßigen) mehrjährigen Abständen an. Für ihre Berechnung wird gemäß ÖNORM B 1801-2 meist die Erneuerung der einzelnen Elemente entweder am Ende ihrer individuellen Lebensdauer oder zu sinnvoll erscheinenden Instandsetzungsmaßnahmen zusammengefasst angenommen. Dazu können jeweils die Errichtungskosten der einzelnen Elemente erneut angesetzt und um einen Aufschlagsfaktor zur Berücksichtigung der zusätzlichen Kosten für Abbruch und Entsorgung des alten Bauteils sowie den Planungs- und Ausführungsaufwand erhöht werden. (Ipser, 2017, S. 17)



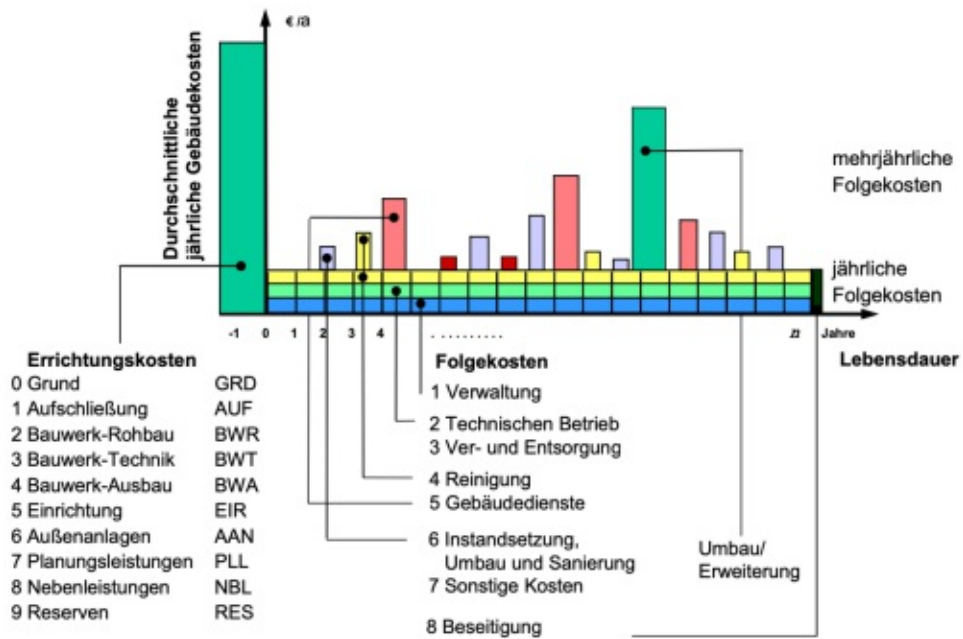


Abbildung 11: Gliederung der Gebäudelebenszykluskosten nach Fertigstellung.  
Quelle: (Ipser, 2017, S. 17)

Die Gliederung der Lebenszykluskosten zeigt, dass die Folgekosten je länger anfallen, je grösser die Lebensdauer des Gebäudes ist. Die Höhe der Folgekosten ist demnach ein entscheidender Faktor, der beeinflusst werden sollte, um die Gesamtkosten des Gebäudes zu optimieren.

Die Folgekosten, die im Lebenszyklus des Gebäudes auftreten, können am stärksten in den frühen Prozessphasen beeinflusst und optimiert werden. Insbesondere der Verbrauch von Ressourcen wie Energie, Baumaterial und Wasser sowie die wesentlichen Komfortparameter lassen sich bis und mit der Planungsphase am besten beeinflussen. Eine Optimierung der erwarteten Folgekosten sollte also möglichst frühzeitig erfolgen, um die Gesamtkosten im Lebenszyklus des Gebäudes zu minimieren.



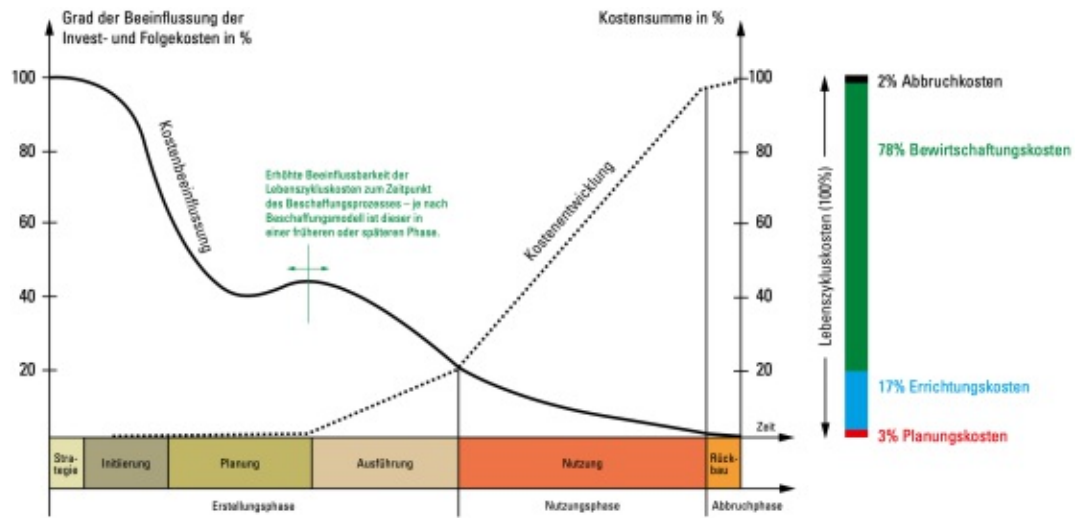


Abbildung 12: Grad der Kostenbeeinflussung Lebenszyklus von Gebäuden. Quelle: (IG Lebenszyklus Bau, 2016, S. 6)

### 3. Zertifizierungssysteme

Weltweit existieren unterschiedliche Zertifizierungssysteme, um nachhaltige Gebäude zu klassifizieren. Die nachfolgende Grafik gibt einen Überblick über die wichtigsten Systeme.

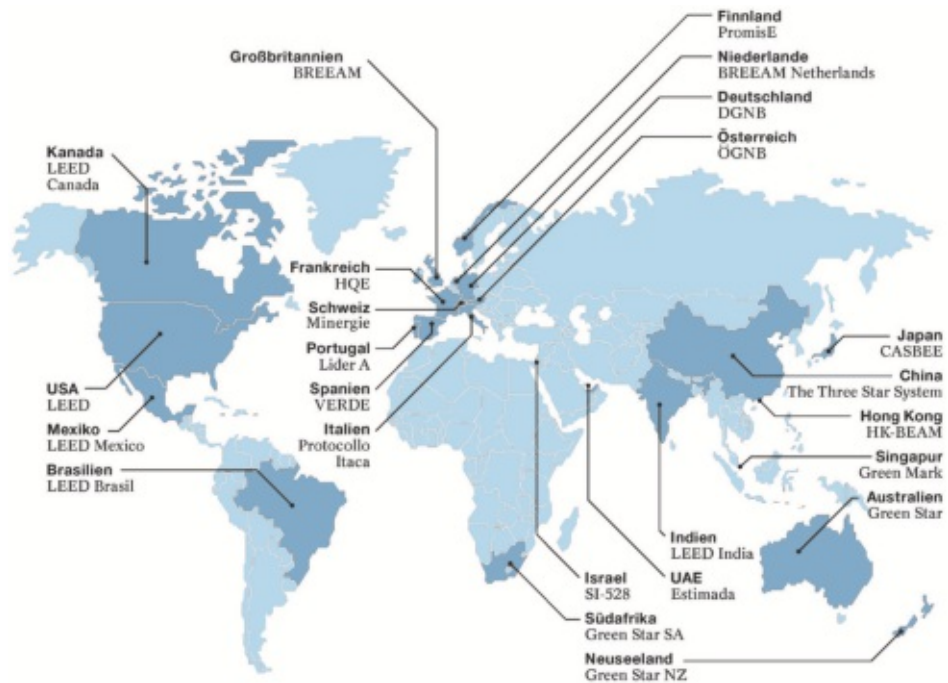


Abbildung 13: Geografische Übersicht international verwendeter Green-Building-Zertifikate: Quelle: (Rottke & Thomas, 2017, S. 488)

Zu den häufigsten Green-Building-Zertifizierungen gehören BREEAM, LEED, HQE und DGNB. Sie bestätigen Käufern, Mietern und Investoren, dass bestimmte Anforderungen an die Nachhaltigkeit erfüllt wurden. Mehr als die Hälfte der zertifizierten Objekte trägt eines dieser Siegel. Es ist inzwischen allgemein anerkannt, dass zertifizierte grüne Gebäude durch das von den Bewertungssystemen verliehene Abzeichen und den damit verbundenen Markennamen eine Prämie auf dem Markt erzielen (Addae-Dapaah, Kim Hiang, Yen Shi, & Sharon, 2009, S. 206).

BREEAM aus Großbritannien ist die führende Methode zur Nachhaltigkeitsbewertung für Gebäude-, Infrastruktur- und Großprojekte. Ziel ist es, den gesamten Lebenszyklus der Gebäude zu erfassen, vom Neubau bis zur Inbetriebnahme und Sanierung. Bei BREEAM erfolgt dies durch eine Bewertung der ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Nachhaltigkeitsleistung eines Objektes. Dies geschieht unter

Verwendung von Standards, die von der Building Research Establishment (BRE) entwickelt wurden. Laut BREEAM sind die bewerteten Objekte nachhaltiger und sie verbessern das Wohlbefinden der Menschen, die in ihnen leben und arbeiten. Dies soll zum Schutz der natürlichen Ressourcen und zu attraktiveren Immobilieninvestitionen beitragen (BREEAM, What is BREEAM?, 2020).

Das BREEAM-Rating basiert auf der Bewertung von elf Nachhaltigkeitskriterien, die Management, Gesundheit und Wohlbefinden, Energie, Verkehr, Wasser, Materialien, Abfall, Landnutzung und Ökologie sowie Umweltverschmutzung umfassen. Für jedes Kriterium gibt es eine eigene Bewertung. Basierend auf der endgültigen Bewertung klassifiziert die BREEAM-Bewertung ein Gebäude als herausragend, ausgezeichnet, sehr gut, gut, bestanden oder nicht klassifiziert (Schleich, 2012, S. 39). Die jeweiligen Gewichtungen für jeden Sektor sind in der folgenden Grafik dargestellt.

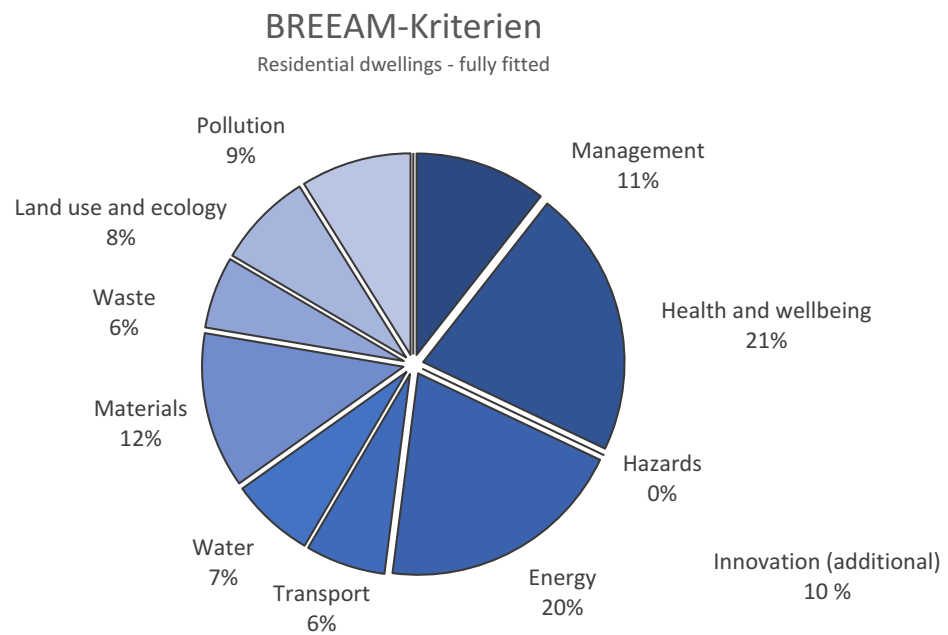


Abbildung 14: BREEAM-Kriterien und Gewichtung. Eigene Darstellung. Quelle: BREEAM International New Construction 2016, Tabelle 5, Seite 21 (BRE Global Limited, 2017, S. 21)

Die Mehrzahl der Zertifizierungen fand in den Jahren 2013 bis 2017 in Großbritannien statt, wobei 88 % dieser Zertifizierungen in England stattfanden und davon wiederum etwa die Hälfte auf London entfiel (BREEAM, 2019, S. 9).

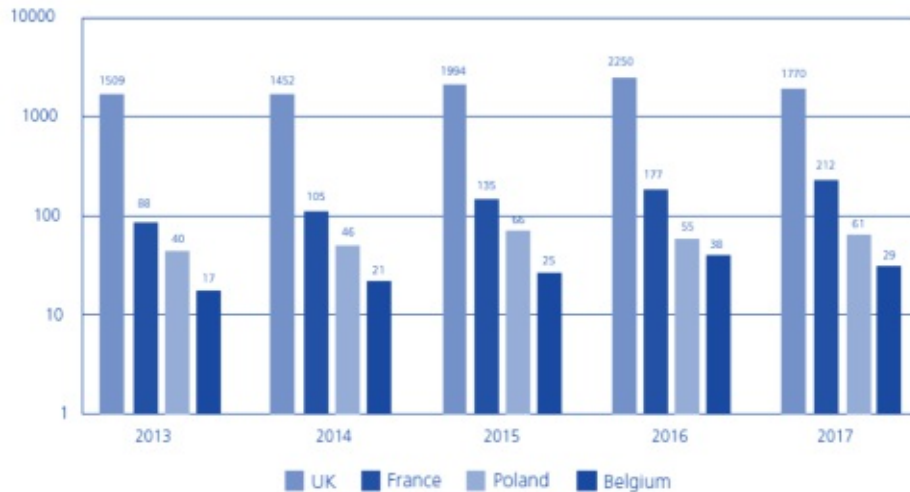


Abbildung 15: Anzahl der BREEAM-Zertifizierungen von 2013 bis 2017. Quelle: BREEAM (2019), S. 9

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) aus den USA ist ebenfalls ein weit verbreitetes Bewertungssystem für umweltfreundliche Gebäude. Es ist für praktisch alle Gebäudetypen verfügbar und bietet einen Rahmen für hocheffiziente und kostensparende grüne Gebäude. Laut LEED ist die Zertifizierung ein weltweit anerkanntes Symbol für Nachhaltigkeit und Leadership. Es ist für alle Gebäudetypen und alle Bauphasen verfügbar. LEED bietet verschiedene Bewertungssysteme an ( U.S. Green Building Council , 2020).

Wie im BREEAM-System werden Objekte bewertet, indem bestimmte Anforderungen in verschiedenen Kriterien erfüllt werden. Basierend auf der Gesamtpunktzahl erhalten die Gebäude eine Zertifizierung mit der Auszeichnung Platin, Gold, oder Silber. LEED basiert auf acht Kategorien die in der folgenden Grafik mit ihren jeweiligen Gewichtungen dargestellt sind.

## LEED-Kriterien

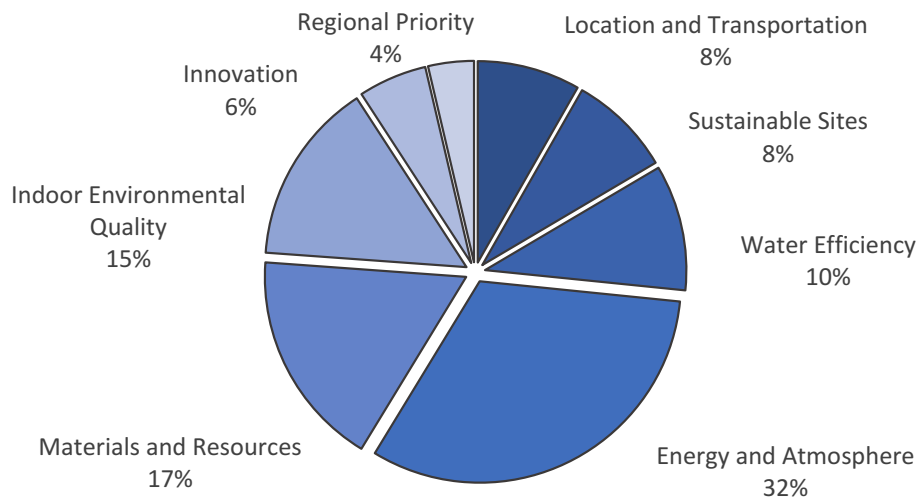


Abbildung 16: LEED-Kriterien und Gewichtung. Eigene Darstellung. Quelle: LEED v4.1 Residential BD+C Multifamily Homes Core and Shell, New Construction (US Green Building Council, 2019)

HQE (Haute Qualité Environnementale) ist eine französische Zertifizierung für den Bau und das Management von Gebäuden sowie für städtebauliche Projekte. Die Zertifizierung deckt den gesamten Lebenszyklus von Wohn- und Nichtwohngebäuden ab (Bau, Renovierung und Betrieb) (Cerway, 2016). HQE weist die vier Gruppen Energie, Umwelt, Gesundheit und Komfort aus. Es werden 14 Ziele aufgeteilt in 7 umwelt- und 7 nutzerspezifische Kriterien vorgegeben. Bei der Bewertung stellen Sterne die Zielerreichung in den vier Gruppen dar. Da das Zertifikat in Österreich kaum verbreitet ist, wird es in dieser Arbeit nicht detailliert analysiert.

Das deutsche DGNB-System basiert auf drei Schlüsselkriterien:

- Ökobilanz bzw. Analyse des Lebenszyklus,
- Ganzheitlichkeit,
- Leistungsorientierung.

Der Zertifizierungsprozess berücksichtigt konsistent den gesamten Lebenszyklus eines Projekts und anstelle einzelner Maßnahmen wird die Gesamtleistung eines Projekts bewertet. Das System basiert auch auf den Nachhaltigkeitsbereichen Ökologie, Ökonomie und soziokulturellen Aspekten, die in der Bewertung gleich gewichtet werden. Es wird versucht, den Standort sowie die technische und verfahrenstechnische Qualität mit einem ganzheitlichen Ansatz zu bewerten. Die Leistung dieser Qualitäten kann anhand der Zertifizierungskriterien der DGNB bewertet werden. Diese sind individuell auf verschiedene Nutzungsarten zugeschnitten und können während des Lebenszyklus auf alle Arten von Gebäuden angewendet werden (DGNB, The DGNB System, 2020).

Das folgende Diagramm zeigt diese Phasen.

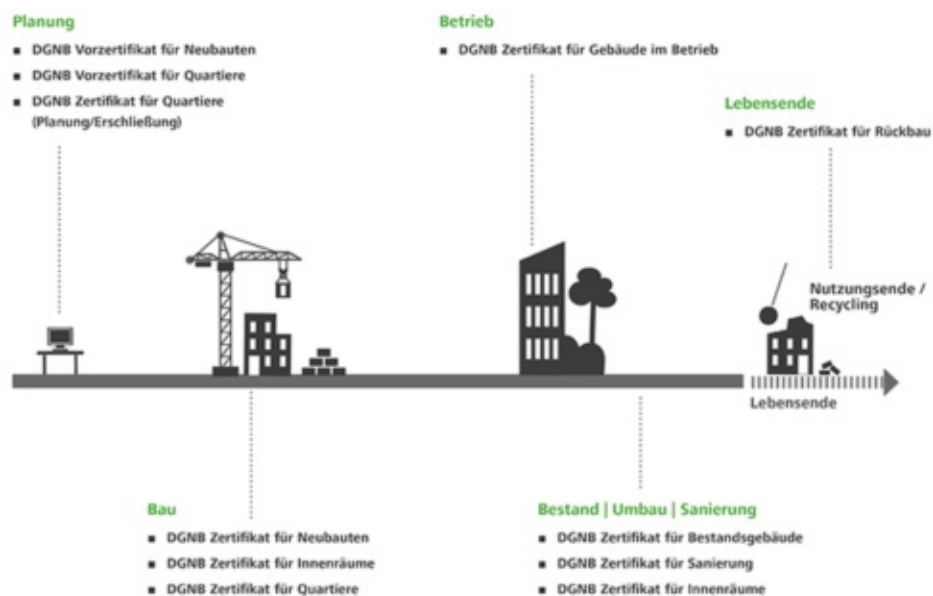


Abbildung 17: DGNB-Zertifizierungssystem in verschiedenen Phasen. Quelle: DGNB 2020.

Die Bewertungskriterien und ihre Gewichtung für das DGNB-System sind in der folgenden Grafik dargestellt.

## DGNB/ÖGNI-Kriterien

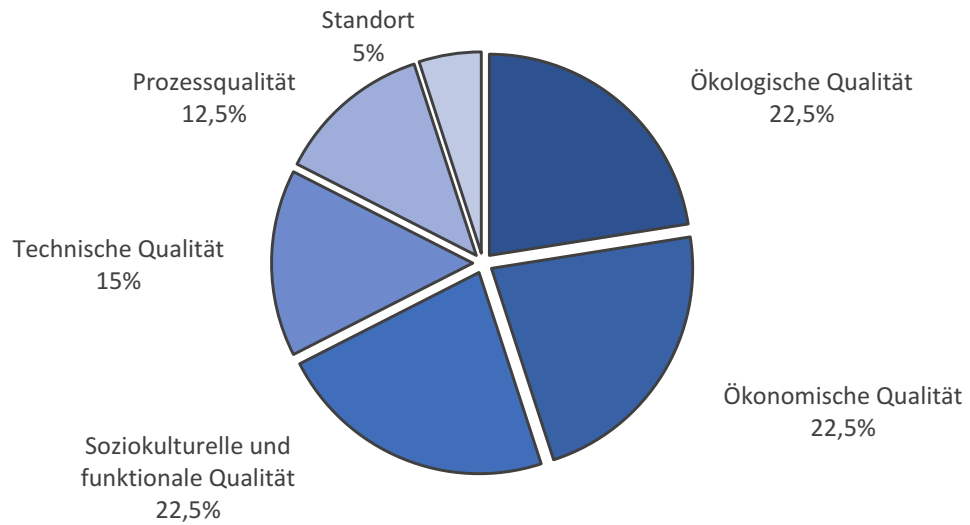


Abbildung 18: DGNB-Kriterien und Gewichtungen. Eigene Darstellung. Quelle: (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, 2018)

Der unabhängige Zertifizierungsprozess dient der Gewährleistung einer transparenten Qualitätskontrolle. Abhängig von den erzielten Bewertungen vergibt die DGNB ein Zertifikat in Platin, Gold oder Silber. Die DGNB definiert für jedes Kriterium spezifische Zielwerte. Diese Werte werden unterschiedlich gewichtet, um stets eine gleichbleibend hohe Qualität von Gebäuden, Quartieren oder auch Innenräumen zu fördern (DGNB, 2020).

	PLATIN	GOLD	SILBER	BRONZE*
Gesamterfüllungsgrad	ab 80%	ab 65%	ab 50%	ab 35%
Mindesterfüllungsgrad	65%	50%	35%	— %

Abbildung 19: DGNB-Zertifikate Erfüllungsgrade. Quelle: DGNB 2020.

Die Anzahl der DGNB-Zertifizierungen hat in den letzten Jahren erheblich zugenommen, insgesamt ist die Anzahl der Zertifizierungen jedoch im Vergleich zur Anzahl der Neubauten immer noch sehr gering.

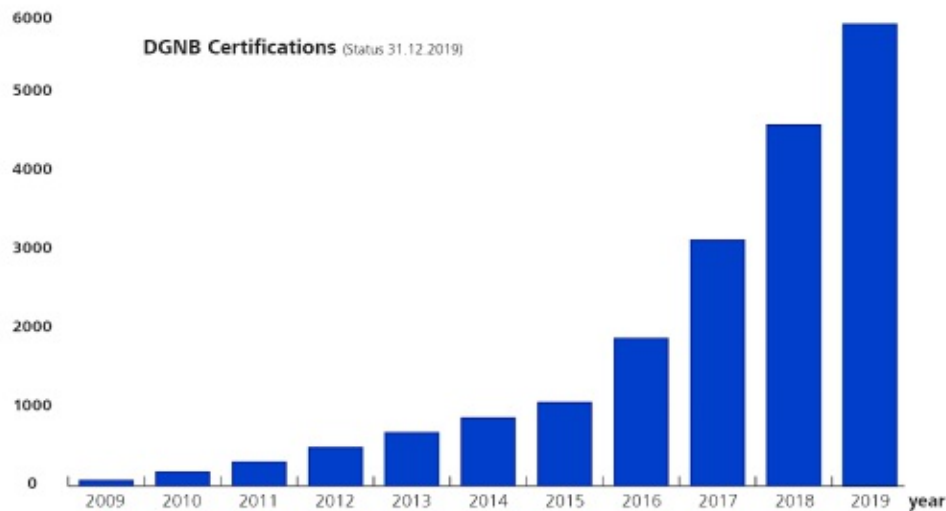


Abbildung 20: Anzahl der DGNB-Zertifizierungen. Quelle: DGNB 2020.

Nach Darstellung der global bedeutendsten Zertifizierungen wird folgend detaillierter auf die in Österreich meistangewendeten Modelle eingegangen.

### 3.1 Modell der DGNB und ÖGNI

Die österreichische Gesellschaft für nachhaltige Immobilienwirtschaft (ÖGNI) ist eine NGO deren Ziel es ist, die Nachhaltigkeit in der Bau- und Immobilienbranche zu etablieren. Dazu will die ÖGNI den Mehrwert von Gebäudezertifizierungen aufzeigen. Kooperationspartner ist für die Zertifizierung die DGNB, deren Zertifizierungssystem von ÖGNI übernommen und an die Verhältnisse in Österreich adaptiert wurde. Für die Zertifizierung vor Ort ist die ÖGNI zuständig. Sogenannte Blue Buildings sind dabei Gebäude, bei denen alle 3 Säulen der Nachhaltigkeit berücksichtigt werden. Die ÖGNI vergibt Vorzertifikate und Zertifikate nach dem DGNB-System und stellt dabei die entsprechenden Bewertungssysteme für verschiedene Gebäudetypen zur Verfügung (ÖGNI, 2020, S. 31). Das dabei angewandte Zertifizierungskonzept von DGNB ist in der nachfolgenden Grafik dargestellt.





Abbildung 21: DGNB System Kriterienkatalog Gebäude Neubau. Quelle: DGNB 2018, S. 24

Für die Zertifizierung nach ÖGNI bzw. DGNB müssen alle Kriterien in den nachfolgenden Übersichten bearbeitet werden. Wenn einzelne Kriterien nicht bearbeitet werden, führt dies zum Ausschluss aus der Zertifizierung (Abbildung 22).

Die DGNB unterstützt die Sustainable Development Goals (SDGs) als zentrales Element der Agenda 2030 und will über die Zertifizierung einen Beitrag zu deren Erreichung leisten. Sämtliche Kriterien werden im Verhältnis zu den Zielen der UN überprüft und entsprechend ausweisbar gemacht. Als Ergebnis erhält jedes Projekt, das eine DGNB Zertifizierung erfolgreich abschließt, eine Aussage darüber, inwieweit es einen Beitrag zur Erreichung der SDGs geleistet hat. Projekte, die in besonderem Maße zum Klimaschutz und der Umsetzung der weiteren UN-Nachhaltigkeitsziele beitragen, erhalten „Agenda 2030 Boni“. (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, 2018, S. 5)

Ein Gebäude muss zu dem Zeitpunkt, zu dem die Nachweisunterlagen zur Konformitätsprüfung bei der DGNB eingereicht werden, fertig gestellt sein. Ausnahmen sind nur im Bereich des Innenausbaus zulässig. Ein Raum gilt mit wenigen Ausnahmen dann als fertig gestellt, wenn die Umschließungsflächen (Wände, Decken, Böden etc.) oberflächenfertig (Anstrich, Bodenbelag etc.) sind und mindestens die Grundbeleuchtung vorhanden ist. Alternativ besteht die Option der

Zertifizierung eines Gebäudes im ausbaufertigen Zustand. Der unvollständige Ausbau spiegelt sich dann im Zertifizierungsergebnis wider. Eine anschließende Bewertung des später ausgebauten Zustand kann z. B. im Rahmen einer Innenraumzertifizierung erfolgen.

DGNB Mindestanforderungen gelten für die Innenraumluftqualität und die Barrierefreiheit, zudem müssen die gesetzlichen Anforderungen bei dem zu zertifizierenden Gebäude erfüllt sein, worunter der Brandschutz fällt oder, sofern erforderlich, ein Sicherheitskonzept. Sofern individuelle Regelungen bzgl. der Mindestanforderungen bestehen, sind diese in Form von Gutachten, Berechnungen und Simulationen, die sich auf den aktuellen Planungsstand bzw. auf das tatsächlich gebaute Gebäude beziehen müssen, zu belegen. Die erforderliche Nachweisführung ist entsprechend der in den offiziellen Kriterien beschriebenen Anforderungen zu erstellen. Abweichend kann ein Nachweis auf andere Art erbracht werden, wenn das (Schutz-)Ziel des Kriteriums / Indikators damit ebenfalls klar nachgewiesen wird.

Dieses Vorgehen muss jedoch mit der DGNB Zertifizierungsstelle, in diesem Fall der ÖGNI, vorab abgestimmt und von dieser genehmigt werden. Grundsätzlich hat die DGNB für jedes Kriterium Zielwerte definiert. Für das Erreichen dieser Zielvorgaben werden jeweils Bewertungspunkte vergeben. Einige Kriterien können je nach Nutzungsprofil unterschiedlich gewichtet werden, abhängig von der Bedeutung, die ein Kriterium für ein bestimmtes Nutzungsprofil hat. (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, 2018, S. 32f.)

THEMENFELD	KRITERIENGRUPPE	KRITERIENBEZEICHNUNG	
 <b>ÖKOLOGISCHE QUALITÄT (ENV)</b>	<b>WIRKUNGEN AUF GLOBALE UND LOKALE UMWELT (ENV1)</b>	<b>ENV1.1</b> Ökobilanz des Gebäudes	
		<b>ENV1.2</b> Risiken für die lokale Umwelt	
		<b>ENV1.3</b> Verantwortungsbewusste Ressourcengewinnung	
 <b>ÖKONOMISCHE QUALITÄT (ECO)</b>	<b>RESSOURCEN-INANSPRUCHNAHME UND ABFALLAUFKOMMEN (ENV2)</b>	<b>ENV2.2</b> Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen	
		<b>ENV2.3</b> Flächeninanspruchnahme	
		<b>ENV2.4</b> Biodiversität am Standort	
	<b>LEBENSZYKLUSKOSTEN (ECO1)</b>	<b>ECO1.1</b> Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	
 <b>SOZIOKULTURELLE UND FUNKTIONALE QUALITÄT (SOC)</b>	<b>GESUNDHEIT, BEHAGLICHKEIT UND NUTZERZUFRIEDENHEIT (SOC1)</b>	<b>ECO2.1</b> Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit	
		<b>ECO2.2</b> Marktfähigkeit	
		<b>SOC1.1</b> Thermischer Komfort	
		<b>SOC1.2</b> Innenraumluftqualität	
		<b>SOC1.3</b> Akustischer Komfort	
		<b>SOC1.4</b> Visueller Komfort	
		<b>SOC1.5</b> Einflussnahme des Nutzers	
	<b>FUNKTIONALITÄT (SOC2)</b>	<b>SOC1.6</b> Aufenthaltsqualitäten innen und außen	
		<b>SOC1.7</b> Sicherheit	
		<b>SOC2.1</b> Barrierefreiheit	
	 <b>TECHNISCHE QUALITÄT (TEC)</b>	<b>QUALITÄT DER TECHNISCHEN AUSFÜHRUNG (TEC1)</b>	<b>TEC1.2</b> Schallschutz
			<b>TEC1.3</b> Qualität der Gebäudehülle
			<b>TEC1.4</b> Einsatz und Integration von Gebäudetechnik
			<b>TEC1.5</b> Reinigungsfreundlichkeit des Baukörpers
			<b>TEC1.6</b> Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit
			<b>TEC1.7</b> Immissionsschutz
			<b>TEC3.1</b> Mobilitätsinfrastruktur
 <b>PROZESSQUALITÄT (PRO)</b>	<b>QUALITÄT DER PLANUNG (PRO1)</b>	<b>PRO1.1</b> Qualität der Projektvorbereitung	
		<b>PRO1.4</b> Sicherung der Nachhaltigkeitsaspekte in Ausschreibung und Vergabe	
		<b>PRO1.5</b> Dokumentation für eine nachhaltige Bewirtschaftung	
	<b>QUALITÄT DER BAUAUSFÜHRUNG (PRO2)</b>	<b>PRO1.6</b> Verfahren zur städtebaulichen und gestalterischen Konzeption	
		<b>PRO2.1</b> Baustelle / Bauprozess	
		<b>PRO2.2</b> Qualitätssicherung der Bauausführung	
 <b>STANDORTQUALITÄT (SITE)</b>	<b>STANDORTQUALITÄT (SITE1)</b>	<b>PRO2.3</b> Geordnete Inbetriebnahme	
		<b>PRO2.4</b> Nutzerkommunikation	
		<b>PRO2.5</b> FM-gerechte Planung	
		<b>SITE1.1</b> Mikrostandort	
	<b>SITE1.2</b> Ausstrahlung und Einfluss auf das Quartier		
	<b>SITE1.3</b> Verkehrsanbindung		
	<b>SITE1.4</b> Nähe zu nutzungsrelevanten Objekten und Einrichtungen		

Abbildung 22: Übersicht der DGNB-Kriterien. Quelle: (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, 2018, S. 25f.)

Damit die von der Zertifizierung vorgegebenen Kriterien möglichst umfangreich erfüllt werden können, empfiehlt es sich, möglichst frühzeitig im Lebenszyklus des Gebäudes die entsprechenden Grundlagen zu schaffen, um kostenintensive Korrekturen in einer späteren Phase zu vermeiden. Ein passendes Mittel dazu ist die Vorzertifizierung. In der folgenden Grafik ist die Phase der Vorzertifizierung im Verhältnis zum Baufortschritt eingezeichnet.



Abbildung 23: Die DGNB Vorzertifizierung im Lebenszyklus des Gebäudes. Quelle: ÖGNI 2020, S. 6

### 3.2 Modell von klima:aktiv

Die Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus klima:aktiv bietet seit 2004 in den Themenschwerpunkten „Bauen und Sanieren“, „Energiesparen“, „Erneuerbare Energie“ und „Mobilität“ ein umfassendes Spektrum an Information, Beratung sowie Weiterbildung und setzt Standards, die international Vorbildcharakter haben. Das Programm klima:aktiv Bauen und Sanieren unterstützt den energieeffizienten Neubau und qualitativ hochwertige Sanierungen in Österreich. Herzstück des Programms ist der klima:aktiv Gebäudestandard. Er steht für Gebäude, die besonders hohen Anforderungen an Energieeffizienz und Ökologie sowie an professionelle Ausführung entsprechen (BMNT, klimaaktiv Kriterienkatalog, 2013, S. 35).

Das Modell von klima:aktiv umfasst verschiedene Basiskriterien zu denen der Standort, die Energie und Versorgung, Baustoffe und Konstruktion sowie Komfort

und Raumluftqualität gehören. Als Mindestanforderungen für das Kriterium des Standortes gilt für die Infrastruktur, dass mindestens zwei Einrichtungen der täglichen Grundversorgung in einer Entfernung von maximal 1.000 Metern vorhanden sind, wobei auch definiert wird, welche Einrichtungen der täglichen Grundversorgung dienen. Dazu gehören bspw. Supermärkte, Bäckereien, Apotheken (BMK, 2020, S. 7).

Weitere Anforderungen bestehen an die soziale Infrastruktur wie Kinderbetreuung, Bildungseinrichtungen und medizinische Versorgung. Weiterhin werden Mindestanforderungen an die umweltfreundliche Mobilität gestellt. Unabhängig vom Benutzertyp sollen Gebäude nicht mehr als 1.000 Meter von einer Haltestelle des öffentlichen Verkehrs mit einer durchschnittlichen Mindesttaktung von maximal 60 Minuten im Zeitraum zwischen 6 Uhr und 20 Uhr entfernt liegen. Diese Mindestvoraussetzung wird als Basiserschließung bezeichnet (BMK, 2020, S. 8).

Ebenso spielt im Kriterienkatalog von klima:aktiv die Wärmeversorgung eine wichtige Rolle, da ihr eine zentrale Funktion bei der Senkung des Heizwärmebedarfs zukommt. Diese ist wesentlich für die Reduktion des Energieeinsatzes und damit auch bei der Reduktion der Treibhausgasen und Schadstoffemissionen. Die Mindestanforderungen beziehen sich hierbei auf einen maximalen Höchstwert für den Heizwärmebedarf (BMK, 2020, S. 11).

Als Richtwert gilt die erforderliche Wärmemenge, die ein Gebäude pro Quadratmeter und Jahr benötigt, um eine Innenraumtemperatur von 22° Celsius zu erhalten. Dabei gibt es unterschiedliche Richtwerte für Neubauten und sanierte Gebäude im Denkmalschutz. Ebenfalls existieren Mindestanforderungen für die Gebäudekühlung.

Der Primärenergiebedarf für Wohngebäude umfasst den Bedarf für Energieanwendungen bei Heizung, Warmwasseraufbereitung, den Hilfsstrombedarf für Wärme-, Solar- und Lüftungssysteme sowie den Haushaltsstrom. Für den Primärenergiebedarf existieren bei klima:aktiv entsprechende Vorgaben, die, wie alle anderen Kriterien, ebenfalls nachgewiesen und dokumentiert werden müssen, um eine entsprechende Einordnung eines Gebäudes zu ermöglichen (BMK, 2020, S. 14).

Durch den Einsatz von emissionsarmen Energieträgern sollen die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Gebäudes während des Lebenszyklus möglichst reduziert werden. Deshalb existieren Mindestanforderung an einen maximalen Höchstwert für die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei klima:aktiv-Gebäuden (BMK, 2020, S. 15).

Zu den weiteren Mindestanforderungen gehört eine möglichst luftdichte Gebäudehülle, zur Vermeidung von feuchtebedingten Bauschäden, der Reduktion des Heizenergiebedarfs und einer Optimierung des Schallschutzes. Die Anforderungen an Baustoffe und Konstruktion beinhalten unter anderem folgende Aspekte:

- Ausschluss von klimaschädlichen und besonders besorgniserregenden Substanzen
- Vermeidung von Baustoffen, welche in einer oder mehreren Phasen des Lebenszyklus Schwächen aufweisen
- Forcierung des Einsatzes von Baustoffen, die über den gesamten Lebenszyklus sehr gute Eigenschaften aufweisen (Bauprodukte mit Umweltzeichen)
- Ökologisch optimierter Einsatz von Baustoffen und Konstruktionen im Gesamtlebenszyklus des Gebäudes (Ökokennzahlbewertung mit Berücksichtigung von Primärenergieaufwand nicht erneuerbar, Treibhauspotenzial und Versauerungspotenzial)
- Verwendung von rückbau- und recyclingfreundlichen Konstruktionen (BMK, 2020, S. 18).

Klimaschädliche Substanzen sollen für den Bau nachhaltiger Immobilien möglichst ausgeschlossen werden. Welche dies sind, wird definiert und der Nachweis und die Dokumentation über die Verwendung der verwendeten der Materialien hat zu erfolgen. Zu den weiteren Mindestanforderungen gehören weiterhin PVC-freie Bodenbeläge sowie Wand- und Deckenbekleidungen (BMK, 2020, S. 20).

Bei den existieren Mindestanforderungen an den thermischen Komfort der Gebäude im Sommer soll sichergestellt werden, dass auch bei steigenden Temperaturen im Sommer und in den Übergangszeiten eine überdurchschnittlich hohe Behaglichkeit geboten wird und die Zahl der Überhitzungsstunden auf ein Minimum reduziert werden kann. Die entsprechenden Mindestanforderungen an das Lüftungskonzept sollen zudem einen hygienisch erforderlichen Luftwechsel bei minimaler Lärmbelastung sicherstellen. Der Luftaustausch soll bedarfsgerecht regelbar sein, um in allen Räumen eine sehr gute Luftqualität zu gewährleisten (BMK, 2020, S. 24).

Die Voraussetzung für die Auszeichnung eines Gebäudes nach den Kriterien von klima:aktiv ist nach einer einmaligen kostenlosen Registrierung die erfolgreiche Online-Bewertung, die sogenannte Gebäudedeklaration. Für Wohngebäude und



Dienstleistungsgebäude gibt es jeweils eine eigene Online-Plattform. Die Gebäudebewertung erfolgt durch Eingabe der geforderten Daten. Wenn alle notwendigen Eingaben getätigt und die erforderlichen Nachweise hochgeladen wurden, folgt eine Plausibilitätsprüfung im jeweiligen Bundesland. Nach positiver Überprüfung wird das Projekt freigegeben und in der Gebäudedatenbank von klima:aktiv veröffentlicht. Nach Fertigstellung des Gebäudes wird eine Urkunde und Plakette von der ÖGUT – Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik vergeben (BMNT, klimaaktiv Kriterienkatalog, 2013, S. 28).

Die Bewertung und Qualitätssicherung von Gebäuden im klima:aktiv Modell erfolgt nach einem Punktesystem mit der maximalen Punktzahl von 1.000. Die entsprechenden Kriterien sind wie oben beschrieben in die vier Bewertungskategorien Standort und Qualitätssicherung, Energie und Versorgung, Baustoffe und Konstruktion sowie Komfort und Raumluftqualität gegliedert. Sowohl für die einzelnen Kriterien als auch für die vier Bewertungskategorien ist eine jeweils maximal erreichbare Punktzahl definiert, die summiert 1.000 Punkte ergibt. Mehr als die Hälfte der maximal möglichen Punktzahl entfällt auf den Bereich Energie und Versorgung.

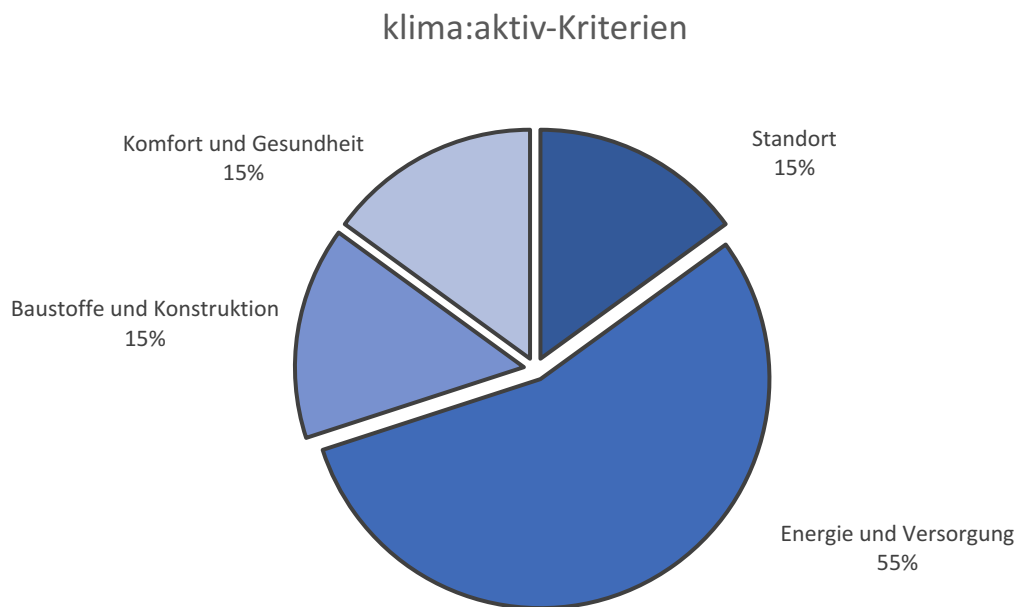


Abbildung 24: klima:aktiv-Zertifikat und Gewichtungen. Eigene Darstellung. Quelle: (BMNT, 2020, S. 7)

Die Muss-Kriterien und die jeweils maximal erreichbaren Punkte sind in der nachfolgenden Übersicht dargestellt.

Num.	Handlungsfelder	Muss-Kriterium	Punkte
<b>A</b>	<b>Standort</b>		<b>max. 150</b>
A.1	Infrastruktur	M	2 bis 75
A.2	Umweltfreundliche Mobilität	M	2 bis 75
A.3	Mikroklima und Grünraum		5 bis 50
<b>B</b>	<b>Energie und Versorgung</b>		<b>max. 550</b>
B.1	<b>Energie</b>		<b>max. 450</b>
B.1.1	Heizwärmebedarf	M	25 bis 150
B.1.2	Primärenergiebedarf	M	50 bis 100
B.1.3	CO <sub>2</sub> -Emissionen	M	50 bis 200
B.1.4	Gesamtenergieeffizienzfaktor $f_{GE}$ OIB		0 bis 50
B.2	<b>Innovative Effizienztechnologien</b>		<b>max. 150</b>
B.2.1	Energieflexibilität		5 bis 80
B.2.2	PV-Erträge		25 bis 80
B.3	<b>Betrieb und Qualitätssicherung</b>		<b>max. 100</b>
B.3.1	Qualitätssicherung und Verbrauchsprognose		40 bis 50
B.3.2	Energieverbrauchsmonitoring	M (ab 1.000m <sup>2</sup> )	15 bis 40
B.3.3	Gebäudehülle luftdicht	M	0 bis 20
B.3.4	Wirtschaftlichkeitsberechnungen		10 bis 20
<b>C</b>	<b>Baustoffe und Konstruktion</b>		<b>max. 150</b>
C.1	<b>Ausschluss von besorgniserregenden Substanzen</b>		<b>max. 0</b>
C.1.1	Ausschluss von klimaschädlichen Substanzen	M	0
C.1.2	Ausschluss von PVC	M	0
C.2	<b>Vermeidung von besorgniserregenden Substanzen</b>		<b>max. 50</b>
C.2.1	PVC-Freiheit für weitere Produktgruppen		5 bis 50
C.2.2	Ausschluss von besonders besorgniserregenden Substanzen (SVHC)		0 bis 10
C.3	<b>Einsatz von klimafreundlichen Bauprodukten und Komponenten</b>		<b>max. 50</b>
C.3.1	Produkte und Komponenten mit Umweltzeichen		5 bis 50
C.3.2	Kältemittel		10 bis 20
C.4	<b>Ökobilanzen</b>		<b>max. 100</b>
C.4.1	Ökoindex OI3	M	0 bis 60
C.4.2	Entsorgungsindikator		0 bis 40
C.4.3	Kreislauffähigkeit und Rückbaukonzept		15 bis 20
<b>D</b>	<b>Komfort und Gesundheit</b>		<b>max. 150</b>
D.1	<b>Thermischer Komfort</b>		<b>max. 50</b>
D.1.1	Thermischer Komfort im Sommer	M	10 bis 50
D.2	<b>Raumluftqualität</b>		<b>max. 110</b>
D.2.1	Raumlufttechnik	M	0 bis 60
D.2.2	Produktmanagement		40 bis 80
D.2.3	Messungen: Formaldehyd und VOC	M (ab 2.000m <sup>2</sup> )	0 bis 20
D.3	<b>Tageslichtversorgung</b>		<b>max. 30</b>
D.3.1	Tageslichtqualität		5 bis 30
	<b>Gesamt</b>		<b>max. 1.000</b>



Abbildung 25: Muss-Kriterien und Punktezahlen im Model von klima:aktiv. Quelle: (BMNT, 2020, S. 8f.)

Der Gebäudestandard von klima:aktiv macht auf diese Weise die Qualität eines Gebäudes messbar, vergleichbar und transparent. Diesen Standard gibt es in den Deklarationsstufen „Planung“, „Fertigstellung“ und „Nutzung“. Für die Basisstufe klima:aktiv Bronze müssen mindestens die von klima:aktiv definierten Basiskriterien (=Muss-Kriterien) erfüllt werden. Um diese Stufe zu erreichen, werden unter anderem deutlich höhere Anforderungen an Energieeffizienz und Primärenergiebedarf als die üblicherweise am Markt etablierten Vorgaben für Neubau und Sanierung gestellt. Es können drei Qualitätsstufen im Modell von klima:aktiv erreicht werden:

- Bronze: Gebäude, die alle Muss-Kriterien erfüllen
- Silber: Gebäude, die alle Muss-Kriterien erfüllen und mindestens 750 Punkte erreichen
- Gold: Gebäude, die alle Muss-Kriterien erfüllen und mindestens 900 Punkte erreichen (BMNT, klimaaktiv Kriterienkatalog, 2013, S. 7).

### 3.3 Nutzen der Gebäudezertifikate

An die Gebäudezertifizierungen sind unterschiedliche Erwartungen geknüpft. Die beschriebenen Nachhaltigkeitsaspekte und deren Einhaltung gehören zu diesen Zielen. Es wird aber auch argumentiert, dass ein „Greening“ den Immobilienwert durch niedrigere Betriebskosten und -risiken, Produktivitätsgewinne und geringere Baukosten sowie finanzielle Anreize erhöht. Nachhaltige Gebäude sollten einen Wettbewerbsvorteil gegenüber herkömmlichen Immobilien haben, da sie möglicherweise höherkarätige Käufer und Mieter anziehen und mit solchen Gebäuden über dem Marktniveau liegende Mieteinnahmen erzielt werden können, was letztlich zu höheren Gewinnen führt. Ein weiterer wirtschaftlicher Vorteil, der nachhaltigen Immobilien zugeschrieben wird, ist die Reduzierung der Gesamtbaukosten. Ob nachhaltige Gebäude tatsächlich kostengünstiger in Erstellung und Unterhalt sind als herkömmliche Gebäude, ist umstritten. Diese Behauptungen sind schwer zu beweisen und Vergleiche zwischen nachhaltigen und konventionellen Immobilien sind schwierig, was impliziert, dass die wirtschaftlichen Vorteile, die nachhaltigen

Gebäuden zugeschrieben werden, übertrieben sein könnten (Addae-Dapaah et al., 2009, S. 206).

Welche potenziellen Vorteile einer Investition in nachhaltige oder umweltfreundliche Gebäude im Vergleich zu einem herkömmlichen Gebäude hat, die zu einem höheren Verkaufspreis führen können, ist in der folgenden Grafik dargestellt.

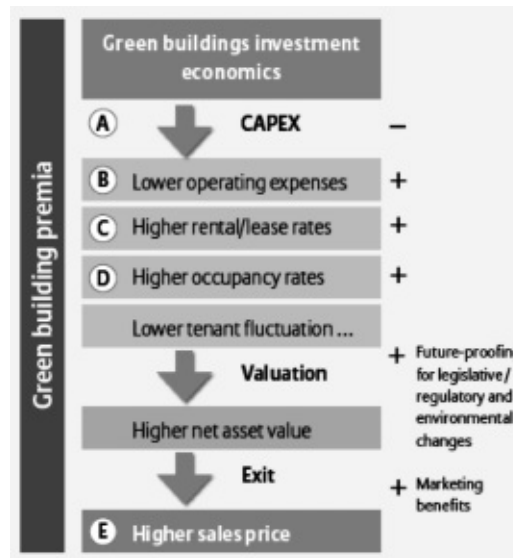


Abbildung 26: Wie sich der höhere Verkaufspreis von nachhaltigen Gebäuden ergibt.

Quelle: Hörter, (2015), S. 8

So soll sich der höhere Verkaufspreis von nachhaltigen Gebäuden durch die niedrigeren Betriebs- und Unterhaltskosten, die höheren Mieterträge, eine höhere Mieterauslastung durch niedrigere Fluktuation der Mieter, eine höhere Bewertung auf Grund der Tatsache, dass das Gebäude auch den zukünftigen rechtlichen und regulatorischen Anforderungen im Umweltschutz genügt, ergeben, da sich all diese Eigenschaften besser vermarkten lassen. Daraus soll ein höherer erzielbarer Verkaufspreis resultieren.

Die Attraktivität nachhaltiger Gebäude für Investoren zeigt sich auch daran, dass laut einer Umfrage unter institutionellen Investoren für die Finanzinitiative des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP FI), die zwischen September 2018 und Februar 2019 stattfand, etwa 80 % der Befragten die Benchmarking-Daten zur Nachhaltigkeit von Gebäuden bei Investitionsentscheidungen zu berücksichtigen

erwägen (UNEP FI et al., 2019, S. 12). Dies zeigt die Bedeutung von Green Building-Zertifikaten für die Investitionsentscheidungen bei Immobilien.

Die Bedeutung der Zertifizierung lässt sich an der Anzahl der weltweit vergebenen Gebäudezertifikate der wichtigsten Zertifizierungsorganisationen erkennen. Die nachfolgende Übersicht zeigt den Stand per Ende 2020.

Zertifizierung	Circa-Anzahl weltweit zertifizierter Projekte
BREEAM	594.011
HQE	380.000
LEED	80.000
DGNB/ÖGNI	6.000
klima:aktiv	967

Tabelle 1: Weltweit erteilte Nachhaltigkeitszertifikate. Quelle: Websites der Herausgeber (2020)

Die Übersicht zeigt, dass die verschiedenen Zertifizierungssysteme unterschiedlich stark verbreitet sind, was durchaus mit den regionalen Präferenzen, Vorschriften oder der Gesetzeslage zusammenhängen kann. Auch der Zweck des Gebäudes und die Zielgruppe, an die sich das Gebäude richtet, haben einen starken Einfluss auf die Zertifizierung. Insofern wäre es nicht zielführend, die unterschiedlichen Systeme zu bewerten. Hingegen ergibt ein Vergleich Sinn, wie er im nächsten Abschnitt erfolgt.

### 3.4 Vergleichsmatrix – Wichtige Unterschiede in der Auffassung

Die Kriterienkataloge der einzelnen Zertifizierungssysteme sind sehr umfassend und detailliert. Sie unterscheiden sich auch in einzelnen Kriterien, die wiederum nicht in allen Systemen vorhanden sind. In der nachfolgenden Übersicht wurden daher für die verschiedenen Bewertungssysteme die prozentualen Gewichtungen einzelner Gebäudequalitäten kategorisiert, die Gewichtungen der jeweiligen Unterkategorien summiert und zusammengefasst. Die einzelnen Gebäudequalitäten, die analysiert werden, sind: ökologische Qualität, ökonomische Qualität, sozio-kulturelle Qualität,

technische Qualität, Prozessqualität, Standortqualität und eine Restgruppe diverser Qualitäten, die sich keiner der vorstehenden Kategorien zuteilen lässt.

Für den Vergleich der Kriterien wird der Kriterienkatalog für Neubau Wohngebäude der DGNB 2018, klima:aktiv Wohnbauten - Neubau und Sanierung 2020, BREEAM International New Construction Technical Manual 2016 und der Kriterienkatalog von LEED v4 Residential BD+C: New Construction and Major Renovation 2019 herangezogen. Das Zertifizierungssystem von HQE wird nicht berücksichtigt, da die Bewertung der Kriterien schwierig mit den anderen Systemen zu vergleichen ist und es in Österreich kaum angewendet wird. Die detaillierte Analyse und Zuordnung der unterschiedlichen Kriterien, ist dieser Arbeit als Anhang angefügt.

Qualität	DGNB/ÖGNI	klima:aktiv	BREEAM	LEED
Ökologische Qualität	22,5%	60%	38%	25%
Ökonomische Qualität	22,5%	0%	4%	5%
Soziokulturelle & funktionale Q.	22,5%	15%	15%	12%
Technische Qualität	15%	12%	8%	21%
Prozessqualität	12,5%	0%	23%	10%
Standortqualität	5%	12%	13%	18%
Diverse Qualitäten			(10%)	9%

*Tabelle 2: Vergleich der Zertifizierungsgewichtungen. Eigene Darstellung gemäß Anhang A.*

Der Vergleich der Immobilienzertifizierungen macht deutlich, dass Unterschiede in der Auffassung zur Nachhaltigkeitszertifizierung existieren und damit eine Wahlmöglichkeit besteht, welches Zertifikat den eigenen Präferenzen oder auch dem jeweiligen Bauprojekt am angemessensten erscheint. In Bezug auf den folgenden Handlungsleitfaden, wird gezeigt inwiefern die Punkte zu berücksichtigen sind, um ein nachhaltiges Objekt zu erhalten.

### Vergleich der Zertifikate

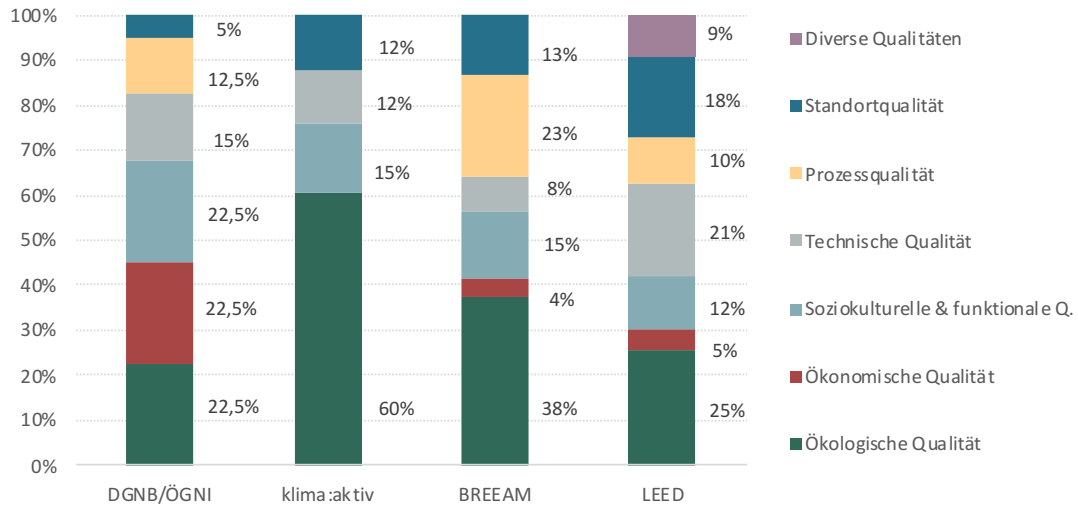


Abbildung 27: Vergleich der Zertifikate von DGNB/ÖGNI, klima:aktiv, BREEAM, LEED. Eigene Darstellung gemäß Anhang A.

Bei Vergleich der Gebäudezertifizierungen wird ersichtlich, dass die Zertifizierung nach ÖGNI bzw. DGNB am ausgewogensten ist, während klima:aktiv einen besonderen Schwerpunkt auf Ökologie setzt.

Die ökonomische Qualität hat bei den Systemen von BREEAM und LEED lediglich eine geringe Bedeutung. Bei klima:aktiv wird sie gänzlich vernachlässigt. Hingegen bezieht das System von DGNB das Kriterium mit einer recht hohen Bewertung mit ein.

Bei sämtlichen Zertifikaten spielt die soziokulturelle und funktionelle Qualität eine ausgewogene Rolle.

Die technische Qualität wird am deutlichsten beim amerikanischen System LEED berücksichtigt. Bei BREEAM spielt sie eine untergeordnete Rolle.

Die Bewertung der Prozessqualität fällt bei BREEAM relativ hoch aus, bei klima:aktiv wird sie dagegen nicht berücksichtigt.

Bei allen Zertifizierungen wird der Standort bewertet.

Bei BREEAM ermöglicht die Innovationskategorie weitere Punkte für herausragende Qualität und Innovationen, die über die Anforderungen hinausgehen, zu erzielen. Für

jeden erzielten Innovations-Punkt wird zusätzlich 1% zur endgültigen Punktzahl addiert. Dies ist bis zu maximal 10% möglich, wobei die endgültige BREEAM Gesamtpunktzahl auf 100% begrenzt ist.

Die folgende Übersicht zeigt, wie Zertifizierungen vom Immobilienmarkt in Österreich angenommen werden. Dabei ist zu beachten, dass dieser Vergleich nichts über die jeweilige Qualität der Zertifizierung aussagt. Vielmehr spielen die Präferenzen der Investoren eine entscheidende Rolle, ob und welche Zertifizierung sie bevorzugen.

### Gebäudebewertungen in Österreich

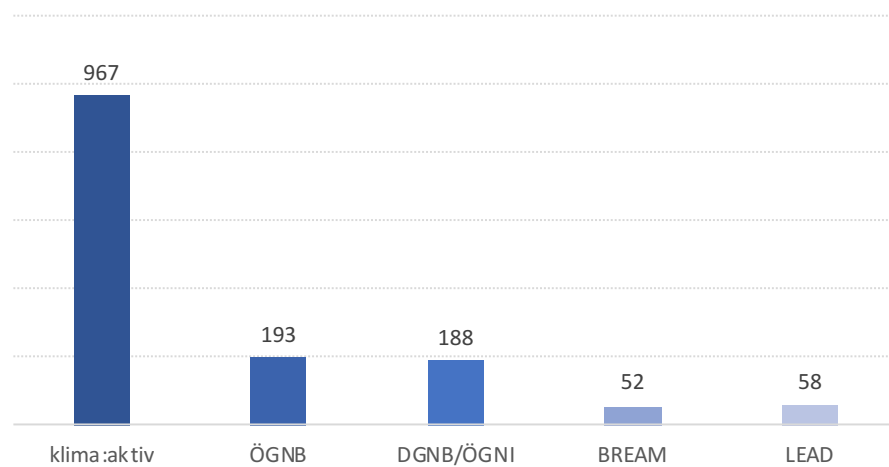


Abbildung 28: Gebäudebewertungen in Österreich. Quelle: klimaaktiv Gebäudedatenbank, ÖGNB, ÖGNI, BREEAM, LEED Projektdatenbank. Eigene Darstellung. Abfragedatum 6.11.2020

Bei allen Bewertungssystemen wurden sämtliche Bewertungsstadien (z.B. Entwurf, Vorzertifikat, Fertigstellung) von Projekten in Österreich berücksichtigt. Beispielsweise führt die ÖGNI/DGNB auf ihrer Website inklusive der Auslandsprojekte zum Abfragezeitpunkt 211 Projekte mit einer durch die ÖGNI betreuten DGNB-Zertifizierung im In- und Ausland. Um die Auslandsprojekte, Blue Card und Quartierszertifizierungen bereinigt ergeben sich rund 190 Projekte, darunter rund 40 Prozent Supermärkte und Handelsbauten. Je nach System ist die Anzahl der tatsächlich bereits realisierten Projekte deutlich geringer. Beispielsweise führt die LEED-Datenbank derzeit 35 tatsächlich zertifizierte Projekte in Österreich; die

restlichen sind entweder als „angelegte“ oder „in Bewertung befindliche Gebäude“ einzustufen.

### **3.5 Umgang mit Unsicherheiten in der Lebenszyklusberechnung**

Die Zertifizierung der Gebäude kann bereits in einem frühen Stadium des Lebenszyklus des Gebäudes einsetzen. Die unterschiedlichen Zertifizierungssysteme zeigen, dass es sinnvoll sein kann, so viele Aspekte der Nachhaltigkeit bereits in den frühen Phasen des Lebenszyklus zu berücksichtigen. In der Initiierungsphase kann die angestrebte Gebäudezertifizierung bereits in die Zielvorgaben übernommen werden und somit können bei der anschließenden Planungsphase entsprechende Überlegungen in die Planung mit einfließen. In der Realisierungsphase ist die Umsetzung der Vorgaben, die sich aus den Anforderungen für die Zertifizierung ergeben, sogar erfolgskritisch. Die Unsicherheiten treten dann ein, wenn unklar ist, wie lange der weitere Lebenszyklus des Gebäudes durch die Zertifizierung abgedeckt wird, bzw. welchen Einfluss die Zertifizierung in der Betriebs-, Stilllegungs- und Endphase des Lebenszyklus des Gebäudes noch hat. Unsicherheiten bestehen dabei aus der Sicht des Erbauers, Betreibers, Käufers bzw. Verkäufers oder des Abrissunternehmens. Alle diese Gruppen konzentrieren sich auch auf unterschiedliche Phasen des Lebenszyklus und alle haben einen unterschiedlichen Zeithorizont, der für sie relevant ist. Daraus leiten sich unterschiedliche Ansichten über die Bedeutung der Zertifizierung ab und auch die Relevanz der Zertifizierung kann unterschiedlich von diesen Zielgruppen beurteilt werden. Daraus ergeben sich auch Unsicherheiten, in welchem Umfang und in welcher Länge der Lebenszyklus für die Zertifizierung anzusetzen ist. Wird die Zertifizierung erst bei einem bestehenden Gebäude durchgeführt, ist der Lebenszyklus entsprechend um mehrere Phasen verkürzt.



## 4. Handlungsleitfaden für Bauträger

Im Folgenden sollen aus der bisherigen Untersuchung Handlungsempfehlungen für Bauträger abgeleitet werden. Zunächst werden die Erkenntnisse aus den Lebenszyklusmodellen zusammengefasst. Anschließend werden mögliche Optimierungsstrategien erläutert und deren Einflusspotenzial aufgezeigt. Die Kundenerwartungen und mögliche Einschränkungen der Strategien werden erörtert. Allgemein sollen die Ratschläge dazu anregen, Kosten und Nutzen von Baumaßnahmen über die Errichtungsphase hinaus zu berücksichtigen.

### 4.1 Erkenntnisse aus den Lebenszyklusmodellen

Die Untersuchung der Lebenszyklen hat gezeigt, dass in den jeweiligen Phasen unterschiedliche Akteure für die in dieser Phase jeweils anfallenden Aktivitäten verantwortlich sind. Das Ende der einzelnen Phasen lässt sich ebenfalls präzisieren. In der nachfolgenden Tabelle sind die Phasen, die Akteure, ihre Tätigkeiten und das Ende der jeweiligen Phase beschrieben.

Phase	Hauptakteur	Aktivitäten	Phasenende
<b>Initiierung</b>	Bauherr	Projektentwicklung, Grundstückssicherung, Finanzierungskonzept	Gebäudekonzept
<b>Planung</b>	Architekt/Fachplaner	Entwurfs-, Genehmigungs-, Ausführungsplanung, Koordination der Fachplanung, Ausschreibung	Ausführungsreife, Planung
<b>Bau</b>	Baufirma	Baudurchführung, Übergabe, Mängelbeseitigung, Dokumentation	bezugsfertiges Gebäude
<b>Nutzung</b>	Betreiber/Nutzer	Gebäudebewirtschaftung, Sanierung	abrisssreifes Gebäude
<b>Rückbau</b>	Verwerter	selektiver Rückbau, Abriss Recycling, Entsorgung	freies Grundstück

Tabelle 3: Lebenszyklusphasen, ihre Akteure und Aktivitäten. Quelle: (Pelzeter, 2006, S. 40)

Damit das Gebäude über den gesamten Lebenszyklus den Anforderungen auch mit Hinblick auf Nachhaltigkeitsaspekte entspricht, ist es wichtig, dass der Bauträger bereits in der Initiierungs- und Planungsphase für das Projekt eine entsprechende Zielsetzung festlegt, bspw. also eine Zertifizierung des Gebäudes nach ÖGNI. Bei der Zusammenstellung des Planungs- und Bauteams ist darauf zu achten, dass die entsprechende Qualifikation und Erfahrung im Bereich Nachhaltigkeit bzw. Zertifizierung vorhanden ist, damit die Zielsetzung möglichst effizient erreicht werden kann. Die Auswahl der Fachplaner und Baufirmen sollte also nicht nur auf Basis möglichst geringer Erstellungskosten basieren, sondern insbesondere Merkmale berücksichtigen, die dem Erreichen der Nachhaltigkeitsziele dienen können. Diese Vorgehensweise lässt sich auch betriebswirtschaftlich dadurch begründen, dass, wie gezeigt, die Erstellungskosten im Vergleich zu den gesamten im Lebenszyklus anfallenden Kosten gering sind und insgesamt gesenkt werden können, wenn das Gebäude von Beginn an unter den Aspekten der vorgestellten Zertifikate geplant und errichtet wird.

#### **4.1.1 Ökologische Qualität**

Der Vergleich der verschiedenen Zertifizierungssysteme hat gezeigt, dass die ökologische Qualität bspw. bei ÖGNI/DGNB eine größere Gewichtung hat als bspw. bei klima:aktiv. Dennoch ist der Aspekt für die Zertifizierung insgesamt wichtig. Aus Sicht des Bauträgers empfiehlt es sich bereits in der Phase der Initiierung und Planung ökologische Aspekte zu berücksichtigen, um eine möglichst hohe ökologische Qualität beim vollendeten Gebäude und im gesamten Gebäudelebenszyklus zu erreichen. Dies kann bereits durch die Standortauswahl und durch die Berücksichtigung von Faktoren, welche die Umwelt an diesem Standort beeinflussen können, geschehen. Ein verantwortungsbewusster Umgang mit den natürlichen Ressourcen bereits in einer frühen Phase des Gebäudelebenszyklus kann sich positiv auf die Beurteilung der ökologischen Qualität auswirken. Insbesondere sollte bereits bei der Sicherung des Grundstücks in der Initiierungsphase und bei der Gebäudekonzeption insgesamt der Aspekt der ökologischen Qualität berücksichtigt werden. Bei der Flächeninanspruchnahme und bei dem zu erwartenden Trinkwasserbedarf aber auch dem Abwasseraufkommen kann durch eine entsprechende Planung ein ressourcenschonender Ansatz gewählt werden und die Ressourceninanspruchnahme optimiert werden. Zudem kann versucht werden, am Standort die für den Bau

notwendigen Eingriffe in die Umwelt so zu planen, dass die Biodiversität am Standort möglichst wenig beeinträchtigt wird. Umweltrisiken sollten im gesamten Lebenszyklus des Gebäudes minimiert werden. Wenn bereits in der Planungsphase derartige Kriterien berücksichtigt werden, so kann dadurch letztlich auch die Ökobilanz des Gebäudes unabhängig von einer angestrebten Zertifizierung optimiert werden. Bei der Planung ist die ökologische Qualität für den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes zu berücksichtigen, also auch ein möglichst umweltschonender Rückbau am Ende des Gebäudelebenszyklus. Dies kann durch die Auswahl der entsprechenden Baumaterialien aber auch durch die Art der Bauweise erreicht werden. Die ökologische Qualität hat damit einen direkten Einfluss auf die ökonomische Qualität des Gebäudes, die im folgenden Abschnitt diskutiert wird.

#### **4.1.2 Ökonomische Qualität**

Die ökonomische Qualität eines Gebäudes wird durch die im gesamten Lebenszyklus anfallenden Kosten und Erträge bestimmt. Da im Zeitablauf die Kosten der Nutzung die Kosten der Errichtung übersteigen, ist bereits bei der Planung darauf zu achten, dass die regelmäßig anfallenden Kosten für Wartung und Unterhalt des Gebäudes möglichst gering sein sollten. Dies kann sowohl durch die Gestaltung der Flächen und Elemente des Gebäudes erreicht werden aber auch durch eine technische Konzeption, die Wert darauflegt, möglichst wartungsfreundlich und wartungsarm zu sein. Auch wenn die ökologische Dimension in einigen Zertifizierungsprozessen nur eine untergeordnete Rolle spielt, so ist aus betriebswirtschaftlicher Sicht die ökonomische Dimension von besonderer Bedeutung. Basierend auf der angestrebten ökologischen Qualität kann also eine Optimierung der ökonomischen Qualität bereits in den frühen Phasen des Lebenszyklus angestrebt werden. Ein wichtiger Faktor, der die ökonomische Qualität eines Gebäudes im gesamten Lebenszyklus beeinflusst, ist die Standortauswahl bzw. Standortqualität, auf die noch eingegangen wird und die soziokulturelle und funktionale Qualität des Gebäudes. Diese Qualitäten werden im nächsten Abschnitt behandelt.

#### **4.1.3 Soziokulturelle und funktionale Qualität**

Ziel der soziokulturellen und funktionalen Qualität ist es, die Zufriedenheit der Nutzer im gesamten Gebäudelebenszyklus möglichst zu optimieren. Neben dem Schutz der Gesundheit der Bewohner soll auch deren Behaglichkeit gewährleistet sein. Dazu

muss das Gebäude einen entsprechenden thermischen Komfort im Verlauf der Jahreszeiten bieten können und dabei jederzeit gewährleisten, dass die Innenraumluftqualität so hoch ist, dass keine gesundheitsschädlichen Beeinträchtigungen entstehen. Damit der Aufenthalt im Gebäude komfortabel ist, sollen auch die Akustik und Belichtung diesen Anforderungen genügen. So muss ein entsprechender Schallschutz auch bei einer solchen Anzahl von Fenstern, die eine möglichst optimale Ausnutzung des Tageslichts erlauben, gegeben sein. Die Qualität des Tageslichts selbst kann ebenfalls von Bedeutung sein, da direkte Besonnung für andere Verhältnisse am und im Gebäude sorgt als etwa indirektes Tageslicht. Diese Sicherheit soll im und außerhalb des Gebäudes ebenfalls gewährleistet sein. Diese kann je nach Abstufung auch Schutz vor Einbruch, Vandalismus, Feuer, Überflutungen und anderen Gefahren beinhalten. Ein Aspekt, der zunehmend an Bedeutung gewinnt, ist die Barrierefreiheit, die nicht zuletzt deshalb wichtig ist, da dies Bewohnern eine langfristige Perspektive gibt und sie nicht gezwungen sind, die Wohnung zu wechseln, wenn sie auf Barrierefreiheit angewiesen sind. Im Nutzungszyklus des Gebäudes ist dies ein wichtiger Aspekt. Die Aufenthaltsqualität innen und außen kann bereits bei der Bedarfsermittlung und in der Planungsphase des Gebäudes in vieler Hinsicht optimiert werden. Dies hat letztlich Auswirkungen darauf, wie das Gebäude vermarktet werden kann und hier zeigt sich eine Verbindung zur ökonomischen Qualität des Gebäudes. Ein weiteres Kriterium, das in dieser Hinsicht die Nutzerzufriedenheit steigern kann, ist es, dem künftigen Nutzer des Gebäudes eine Einflussnahme auf Ausstattung und Gestaltung des Gebäudes zu geben. Diese Einflussmöglichkeiten steigern die soziokulturelle und funktionale Qualität des Gebäudes für Nutzer und bereits in der Planungsphase können mögliche Varianten erarbeitet werden, zwischen denen Nutzer wählen können, ohne dass die Bau- und Folgekosten der individuellen Ausstattung dadurch die ökonomische Qualität des Gebäudes mindern. Die Anforderungen an die soziokulturelle und funktionale Qualität können bereits früh im Lebenszyklus des Gebäudes geplant werden. Sie hängen jeweils stark mit der technischen Qualität des Gebäudes zusammen. Diese wird im nächsten Abschnitt diskutiert.

#### **4.1.4 Technische Qualität**

Die technische Qualität eines Gebäudes bezieht sich auf die technische Ausstattung und die technische Ausführung eines Gebäudes. Bei einigen Zertifizierungsprozessen

wird diese Qualität am höchsten gewichtet. Die technische Qualität hat maßgeblichen Einfluss auf die technische Lebensdauer des Gebäudes und damit auf seine wirtschaftliche Nutzungsdauer. Bereits in der Planungsphase sollten technische Aspekte berücksichtigt werden, die auch die Möglichkeiten zur Sanierung oder des Rückbaus und des Recyclings berücksichtigen. Die Qualität der Gebäudehülle ist ein entscheidender Faktor für die technische Lebensdauer des Gebäudes. Sie spielt auch beim Schallschutz eine wesentliche Rolle und hat damit wiederum Einfluss auf den akustischen Komfort des Gebäudes. Eine frühzeitige Planung einer Gebäudehülle, die den Qualitätsanforderungen genügt, kann bereits ohne besonderen Zusatzaufwand die Nutzerzufriedenheit langfristig verbessern. Denn neben einem optimierten Schallschutz lässt sich durch eine entsprechende Planung der technischen Qualität auch der Schutz vor unerwünschten Immissionen verbessern. Durch die entsprechende Planung kann die eingesetzte Gebäudetechnik wartungs- und unterhaltsfreundlich integriert werden. Die wiederkehrenden Kosten können nicht nur in Bereich der Gebäudetechnik, sondern auch im allgemeinen Unterhalt durch eine entsprechende Planung und Ausführung minimiert werden. Die technische Qualität des Gebäudes kann in dieser Hinsicht ebenfalls zur ökonomischen Qualität beitragen. Zur Gebäudeplanung in technischer Hinsicht gehört auch eine entsprechende Ausstattung für die Mobilitätsinfrastruktur der Bewohner. Eine entsprechende Ausstattung kann die Nutzungsdauer des Gebäudes vor allem dann beeinflussen, wenn die Bewohner auf eine Integration von Mobilitätsinfrastruktur angewiesen sind. Dies kann bspw. in Form von Stell- und Ladeplätzen für Elektroautos, -fahrrädern und -rollern bestehen oder in der Möglichkeit, Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb abzustellen. Insbesondere dieses Beispiel zeigt, dass bei der technischen Planung die technologische Entwicklung möglichst langfristig abgeschätzt werden sollte. Die Vernetzung des Gebäudes mit unterschiedlichen Ver- und Entsorgungssystemen kann dabei ebenso eine Rolle spielen wie etwa die zukunftsfähige Ausrüstung für Smart Home Applikationen. Der angebotene technische Standard kann dabei die Erträge über den Lebenszyklus des Gebäudes verbessern und die ökonomische Qualität dadurch steigern. Auch hier ist eine frühzeitige und in diesem Fall auch eine vorausschauende Planung entscheidend. Eine entsprechende Planung erlaubt es allerdings auch, im weiteren Entstehungsprozess und sogar noch im Lebenszyklus des Gebäudes Optimierungen vorzunehmen.

#### **4.1.5 Prozessqualität**

Bei den meisten Zertifizierungen wird die Prozessqualität weniger stark gewichtet, dennoch kommt ihr in der Planungsphase und in der Bauausführung eine wichtige Rolle zu. Je besser die Planungsvorbereitung ist, desto weniger Fehler dürften in den nachfolgenden Phasen des Gebäudelebenszyklus auftreten. Nachhaltigkeitsaspekte können schon bei der Planung umfassend berücksichtigt werden und eine komplette Dokumentation, insbesondere mit Hinblick auf BIM oder vergleichbare Prozesse, können die Qualität des Planungsprozesses deutlich steigern. Die Qualität der Bauausführung basiert zum einen auf der Qualität der Planung aber andererseits auch auf den Prozessen auf der Baustelle und dem Qualitätsmanagement bei der Ausführung der Bauarbeiten. Die Kommunikation zwischen Investoren, Planern, Erbauern, Nutzern und anderen Stakeholdern sollte geordnet ablaufen und Feedbackschleifen beinhalten. Die Überprüfung der der Einhaltung der Planungsvorgaben ist ebenso relevant wie die Übergabe und Inbetriebnahme des Gebäudes. Dabei zeigt sich auch hier, dass bereits vor dem eigentlichen Baubeginn entsprechende Maßnahmen ergriffen werden sollten, um ein Gebäude zu erhalten, das auf Grund seiner Bauausführung eine möglichst hohe technische Lebensdauer und letztlich auch Nutzungsdauer erreichen kann. Dies unterstützt wie erwähnt die ökonomische Qualität des Gebäudes.

#### **4.1.6 Standortqualität**

Bereits in der Bedarfsermittlung und Initiierung eines Neubauprojekts ist die Standortqualität zu berücksichtigen, da der Standort nachträglich nicht mehr geändert werden kann. Der Standort des Gebäudes selbst, also der Mikrostandort, ist dabei ebenso auf Vor- und Nachteile wie auch Risiken, die sich durch die Lage ergeben können (Überflutungen, Erdbeben, Lawinen...) abzuklären. Die Wechselwirkung des Gebäudes im Quartier ist bei der Wahl des Standortes ebenso zu berücksichtigen. Dabei können sozio-demographische Faktoren ebenso in Betracht kommen wie bspw. der Schattenwurf des Neubaus oder der von Nachbargebäuden. Bei der Bedarfsermittlung ist der Standort des Gebäudes sowie die lokale Infrastruktur - bestehend aus einem Angebot für die tägliche Grundversorgung, die soziale Infrastruktur, die medizinische Versorgung, die Freizeitinfrastruktur und weitere Dienstleistungen - aber auch auf die mögliche Anbindung an Verkehr- und andere Mobilitätslösungen wie den öffentlichen Nahverkehr zu prüfen. Die Standortqualität

kann ebenfalls durch entsprechende Grün- und Freiflächen gesteigert werden, die bereits in die Bedarfsermittlung einfließen sollten. Die Auswirkungen des Gebäudes auf das Mikroklima (Temperatur, Durchlüftung, Windverhältnisse) am Standort sollten in der nachfolgenden Planung ebenfalls berücksichtigt werden. Da der Standort zu den entscheidenden Faktoren in der Wertbestimmung von Immobilien gehört, kann auch im Hinblick auf die Standortqualität über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes bereits in einer sehr frühen Phase der Planung die ökonomische Qualität der Immobilie maßgeblich mitbestimmt werden.

Zusammenfassend lässt sich an dieser Stelle festhalten, dass die unterschiedlichen Qualitäten des Gebäudes überwiegend bereits in frühen Phasen des Lebenszyklus entscheidend geprägt werden können. In einigen Fällen ist die Beeinflussung der Qualitäten in späteren Phasen des Lebenszyklus gar nicht oder nur mit einem erhöhten Aufwand möglich. Eine umfassende und detaillierte Planung und Kontrolle müssen deshalb als Voraussetzung für das Erreichen eines möglichst hohen Qualitätsniveaus in verschiedenen Dimensionen betrachtet werden. Unabhängig von der Art der angestrebten Zertifizierung kann diese Vorgehensweise letztlich den ökonomischen Wert des Gebäudes steigern. Die Wertschöpfung für den Investor kann somit optimiert werden.

#### **4.2 Handlungsempfehlungen und Optimierungsstrategien**

Aus der bisherigen Untersuchung lassen sich verschiedene Handlungsempfehlungen und mögliche Optimierungsstrategien ableiten. Der Megatrend Nachhaltigkeit in der Immobilienwirtschaft sollte aus Investorensicht die Minimierung der Lebenszykluskosten berücksichtigen, womit die Werthaltigkeit des Gebäudes optimiert werden soll. Es soll eine Maximierung von Funktionalität, Zweckdienlichkeit und ästhetischer Qualität von Gebäuden bei einer bewussten Schonung natürlicher Ressourcen sichergestellt werden. Dabei kann eine Zertifizierung als Green Building helfen. Im Idealfall umfasst der schonende Umgang mit Ressourcen den gesamten Lebenszyklus der Immobilie.

Flächennutzer und Immobilienbestandshalter werden gesellschaftlich zunehmend in der Verantwortung für einen ressourcenschonenden Umgang gesehen und an Kriterien der Nachhaltigkeit gemessen. Der damit einhergehende Wandel dürfte in Zukunft vermehrt Immobilienwerte und das Investitionsverhalten beeinflussen. Daraus lässt



sich ableiten, dass eine entsprechende Optimierung empfehlenswert ist. Insbesondere eine nachhaltige Planung, die ökologische Aspekte berücksichtigt, können vor diesem Hintergrund die wirtschaftliche Lebensdauer von Immobilien ausdehnen. Baubiologisch optimierte Gebäude können z. B. die Aufenthaltsqualität bzw. Arbeitsproduktivität der Flächennutzer steigern und dies könnte die Flächennachfrage zusätzlich in Richtung solcher Green Buildings verstärken. Wichtig ist jedoch die Art der praktischen Umsetzung, mit der die Nachhaltigkeit einer Immobilie erreicht werden soll (Rottke & Thomas, 2017, S. 441).

Für ein umfassend ausgewogenes Planungskonzept ist es in jedem Einzelfall daher notwendig, Lage, Substanz und Gebrauch der Immobilie zu berücksichtigen. So können sich ältere Bestandsgebäude von hochwertiger Substanz besonders dann als „nachhaltig“ erweisen, wenn der Materialeinsatz berücksichtigt wird. Allerdings lassen sich Neubauten häufig trotz eines höheren Materialeinsatzes kostengünstiger realisieren als eine technisch aufwendigere Sanierung von Bestandsgebäuden. Die Interessen von Investor und Stakeholdern können somit sehr unterschiedlich sein, je nachdem welche Nachhaltigkeitsaspekte dominieren (Rottke & Thomas, 2017, S. 441).

#### **4.2.1 Reduktion der Lebenszykluskosten**

Eine mögliche Optimierungsstrategie für die Beeinflussung der Lebenszykluskosten wurde bereits betrachtet. Die Möglichkeiten der Kostenbeeinflussung sind zu Beginn des Lebenszyklus am größten.

In den Phasen bis zum Abschluss der Errichtungsphase fallen Erstkosten an. Im Sinne einer unbedingt notwendigen Lebenszyklusbetrachtung muss ein Investor bei seinen Investitionsentscheidungen neben den direkt anfallenden Erstkosten immer auch die mittelbaren Folgekosten (Nutzungskosten) in seine Betrachtung mit einbeziehen. Im Ergebnis werden dadurch die Lebenszykluskosten einer Immobilie im Sinne des Life Cycle Costing betrachtet. In der Praxis stellt sich allerdings zunächst das Problem, eine passende Datenstruktur und Definition zu bestimmen, die es erlaubt, den einzelnen Prozessschritten realistische bzw. realitätsnahe Preise zuzuweisen und daraus schließlich eine Investitionsrechnung mit aktuellen Zinssätzen und realistischen Zeiträumen zu modellieren. Bisher existiert noch kein einheitlicher Standard, der voneinander unabhängig ermittelte Lebenszykluskosten vergleichbar machen würde.

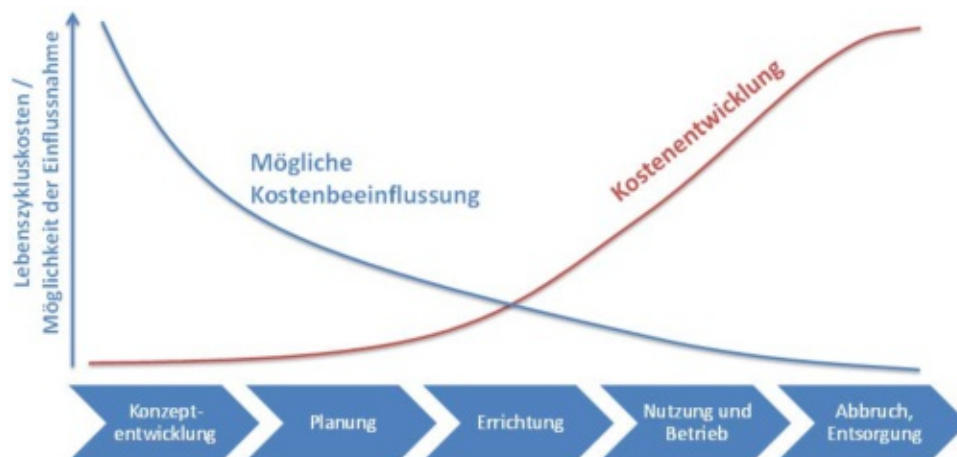


Abbildung 29: Kostenbeeinflussung und Kostenentwicklung der Lebenszykluskosten. Quelle: (Ipser, 2017, S. 32)

In der Praxis stellt sich die Problematik, dass eine ausschließliche Optimierung auf der Kostenseite unerwünschte Folgen haben kann, indem durch Kostensenkungen bereits in der Planungsphase z. B. die künftige Nutzungsflexibilität, der Komfort oder eine Drittverwendungsfähigkeit der Immobilie eingeschränkt werden können. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, nicht nur die Lebenszykluskosten, sondern auch den Lebenszykluserfolg zu betrachten. Dadurch ist es möglich, nicht nur das Potential für Kostensenkungen zu betrachten, sondern auch potenzielle Erlös- und Nutzenänderungen zu berücksichtigen.

	Erstkosten niedrig	Erstkosten hoch
Folgekosten niedrig	<b>A</b> z. B. Vermeidung von technischer Ausstattung (Lowtech)	<b>B</b> z. B. Wärmedämmung
Folgekosten hoch	<b>C</b> z. B. Materialien mit kurzer Lebensdauer	<b>D</b> z. B. überdimensionierte technische Ausstattung

Fall A: Win-win-Situation aus Erst- und Folgekosten (erreichbar durch intelligente Reduktion)  
 Fall B: Erstkosten substituieren Folgekosten  
 Fall C: Folgekosten substituieren Erstkosten (möglicher Nachteil der Budgetierung von Folgekosten)  
 Fall D: zu meidende Kombination aus hohen Erst- und Folgekosten

Abbildung 30: Erst- und Folgekosten im Immobilien-Lebenszyklus. Quelle: (Rotke & Thomas, 2017, S. 440)

Die Matrix zeigt die Zusammenhänge zwischen den Erst- und Folgekosten bei Investitionen im Verlauf des Immobilien-Lebenszyklus. Die Matrix macht deutlich, dass eine kurzfristig vermeintlich günstige Lösung langfristig mit Kostennachteilen einhergehen kann. Wenn bspw. ein Eigentumswechsel vorgesehen ist (wie z. B. bei einem Trader Developer), muss bei einer solchen Strategie ggf. langfristig mit Geschäftseinbußen gerechnet werden, etwa dann, wenn die Marktteilnehmer Kenntnis davon erlangen, dass minderwertige Materialien mit kurzer Lebensdauer verbaut wurden, um die Erstkosten niedrig zu halten.

Auf Dauer nachhaltige Strategien sind in der Matrix prinzipiell die Fälle A und B, vorausgesetzt ist dabei jeweils, dass die Bedürfnisse der Flächennutzer richtig erfasst und erfüllt wurden. Auch hier zeigt sich wieder, dass eine möglichst frühzeitige Berücksichtigung der Lebenszykluskosten in der Planung sinnvoll ist. Der Fall D zeigt, dass zu hohe Erst- und Folgekosten langfristig zu Erlöseinbußen führen können (Rottke & Thomas, 2017, S. 440).

#### **4.2.2 Integrale Planung**

Integrale Planung ist ein ganzheitlicher Planungsansatz, der den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes umfasst und der alle relevanten Erfolgsfaktoren des nachhaltigen und lebenszyklusorientierten Bauens berücksichtigen soll (BMU, 2011, S. A1). Dazu werden alle Fachplanungsbereiche bereits in frühen Planungsphasen berücksichtigt bzw. eingebunden. Zudem soll ein besonderer Fokus auf die Ansprüche der Nutzer in der Betriebsphase gelegt werden. Die Integrale Planung vereint zudem einen nachhaltigen Ansatz, da ökonomische, ökologische und gesellschaftlich-soziale Aspekte in allen Phasen des Lebenszyklus berücksichtigt werden. In der Realität sind Architektur, Tragwerk, Haustechnik u. v. m. über sehr komplexe Abhängigkeiten miteinander verwoben. Ziel der Integralen Planung ist es, diese Abhängigkeiten transparent zu machen. Diese Abhängigkeiten werden durch die Integrale Planung in einer simultanen und iterativen Weise optimiert (Bundesinnung Bau, 2014, S. 3).

Alle wirtschaftlichen Analysen in der Integralen Planung basieren auf Lebenszykluskostenbetrachtungen. Die nachfolgende Abbildung zeigt, wie einzelne Fachbereiche der Integralen Planung im Planungsprozess zu berücksichtigen bzw. einzubinden sind:

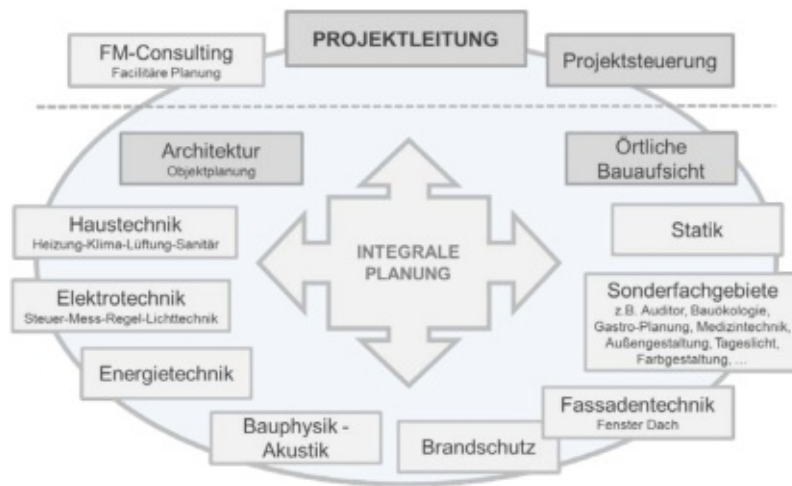


Abbildung 31: Bereiche der Integralen Planung. Quelle: (Bundesinnung Bau, 2014, S. 3)

Aufgabe des integralen Planungsteams ist es, zusammen mit dem Bauherrn ein ganzheitliches Konzept im Sinne einer nachhaltigkeitsorientierten Gesamtstrategie zu entwickeln, um durch eine hochwertige Planung den Energieverbrauch und die Umweltbelastung des Gebäudes im Lebenszyklus zu reduzieren und gleichzeitig den Komfort und die Wirtschaftlichkeit zu verbessern. (BMU, 2011, S. A1)

#### 4.2.3 Building Information Modelling (BIM)

Mit der BIM-Technologie wird ein genaues virtuelles Modell eines Gebäudes digital erstellt. Das computergenerierte Modell enthält präzise und relevante Daten zur Unterstützung der Konstruktion, Herstellung und Beschaffungsaktivitäten, die zur Realisierung des Gebäudes erforderlich sind. BIM bietet auch Funktionen, die zur Modellierung des Lebenszyklus eines Gebäudes benötigt werden. BIM schafft auch die Grundlage für Änderungen in den Rollen und Beziehungen in einem Projektteam (Książek & Rosłon, 2017, S. 11).

Zu den Vorteilen von BIM gehört, dass eine bessere Koordination und schnellere Produktion bzw. Errichtung auf Grund von präzisen und zuverlässigen Informationen möglich werden. Die Entscheidungsfindung und die Kostenkontrolle werden verbessert. Dies führt zu ökonomischen Vorteilen im Lebenszyklus des Gebäudes. (EUBIM, 2016, S. 18).

Zusätzlich zu diesen wirtschaftlichen Vorteilen kann BIM zu ökologischen Vorteilen führen, da bspw. eine genaue Materialbestellung zu weniger Abfall führt. Eine optimierte Simulation des Energieverbrauchs führt zu einem geringeren Energiebedarf im Lebenszyklus. Auf der Ebene sozialer Effekte können durch effektive Nutzung von BIM in der Planung die lokalen Besonderheiten und Bedürfnisse besser berücksichtigt werden. Dies kann mit Hinblick auf die Infrastruktur, Ressourcenplanung oder Nutzung öffentlicher Einrichtungen erfolgen. BIM bietet wirtschaftliche, ökologische und soziale Vorteile für eine Reihe von verschiedenen Interessengruppen. Die meisten Vorteile sind wirtschaftlicher Art, wie etwa Kostensenkungen in der Errichtungs- oder der Nutzungsphase (EUBIM, 2016, S. 18).

BIM ermöglicht daher einen integrierten Entwurfs- und Bauprozess, der zu qualitativ besseren Gebäuden, geringeren Kosten und einer kürzeren Projektdauer führen sollte (Książek & Rosłon, 2017, S. 11).

#### **4.2.4 Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes**

Gebäude verursachen in etwa 35 Prozent des Endenergieverbrauchs und etwa 30 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Der größte Energieverbraucher und Verursacher von CO<sub>2</sub>-Emissionen ist die Heizung. Heizen und Trinkwassererwärmung in Wohngebäuden verursachen nahezu ein Viertel des Endenergieverbrauchs. Mit einem modernen effizienten Heizungssystem kann der Energieverbrauch ggf. gesenkt werden. (Umweltbundesamt, 2020). Ziel des World Green Building Council ist es, den Gebäudebestand bis spätestens 2050 klimaneutral zu machen (World Green Building Council, 2020). Eine (möglichst vollständige) Versorgung mit erneuerbaren Energien kann helfen, dieses Ziel zu erreichen. Da der Energieverbrauch von Gebäuden auch auf Grund zunehmender Pro-Kopf-Wohnflächen steigt, kann eine Reduktion der Pro-Kopf-Wohnfläche im Gegenzug helfen, Energie und damit Treibhausgase einzusparen (Umweltbundesamt, 2020).

Durch den Einsatz energieeffizienter Materialien für die Gebäudehülle oder den Einsatz von Wärmepumpen lassen sich Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen von Gebäuden über den gesamten Lebenszyklus verringern. Es ist wichtig, nicht nur den gebäudeseitigen Energiebedarf durch eine effiziente Gebäudehülle und Anlagentechnik zu minimieren, sondern auch durch ein energiebewusstes Nutzerverhalten. Klimafreundliche Heiztechniken ermöglichen es, die Emissionen

von Treibhausgasen um bis zu 95 Prozent zu senken. Gebäudekonzepte, die auf autarke Energieversorgung setzen, gelten aber aufgrund des Gesamtenergiebedarfs als ökologisch nicht sinnvoll (Umweltbundesamt, 2020). Als ebenfalls kritisch ist eine zu starke Energieeinsparung bei der Warmwasserbereitung zu betrachten. Etwa 10 bis 15 Prozent des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte entfällt auf die Warmwasserbereitung. Aus hygienischen Gründen sollte die Warmwassertemperatur nicht zu sehr verringert werden, um auf ansonsten notwendige chemische Desinfektion zu verzichten. Stattdessen sollten die Wärmeverluste bei der Erzeugung, Speicherung und Verteilung des Warmwassers verringert werden (Umweltbundesamt, 2020).

#### **4.2.5 Gebäude als CO<sub>2</sub>-Speicher/-Senker**

Wenn bei der Errichtung von Gebäuden bspw. Zement und Stahl durch Holz ersetzt werden, kann dies doppelten Nutzen für die Klimastabilisierung haben. Voraussetzung ist aber, dass die geernteten Wälder nachhaltig bewirtschaftet werden und das Holz aus dem Abriss von Gebäuden weiterverwendet wird. Bis zum Jahr 2050 werden nur 0,5 Prozent der Neubauten mit Holz errichtet. Dieser Anteil könnte auf 10, 50 oder sogar 90 Prozent gesteigert werden. Dies könnte dazu führen, dass zwischen 10 Millionen Tonnen Kohlenstoff pro Jahr im niedrigsten Szenario und bis zu 700 Millionen Tonnen im höchsten Szenario gespeichert werden. Darüber hinaus würde der Bau von Holzgebäuden die kumulierten Emissionen von Treibhausgasen aus der Stahl- und Zementherstellung auf Dauer um mindestens 50 Prozent reduzieren (UmweltDialog, 2020).

#### **4.2.6 Technische Innovationen**

Die Entwicklungen im Bereich Digitalisierung können die Gebäudenutzung, wie zum Beispiel die energieeffiziente Steuerung von Anlagen, verbessern (Umweltbundesamt, 2020). Smart Buildings können durch einen hohen Grad der Automatisierung und Vernetzung den Komfort erhöhen.

Das mögliche Spektrum der Funktionen reicht von der Steuerung von Wärme/Kühlung und Belüftung über die Beleuchtung und damit den optimierten Energieeinsatz. Zudem kann eine automatisierte Zugangskontrolle und -überwachung für das gesamte Gebäude oder auch einzelne Teile erfolgen. Die Anwesenheit und Belegungsanzahl von Personen kann erfasst werden. Sicherheitsrelevante Steuerungen wie etwa durch vernetzte Brand-/Gas-, Wasser- oder Einbruchsmelder lassen sich so zentralisieren.



Weitere Sensoren können eingesetzt werden, um vorbeugende Wartungsarbeiten vorzunehmen. Die Überwachung von Räumen und Personen kann auch zum Schutz von Personen, die bspw. sturzgefährdet sind, eingesetzt werden. Auch das Parkplatzmanagement kann durch smarte Technologien automatisiert werden.

#### **4.2.7 Integrierte Stromerzeugung und Energiespeicherung**

Eine Möglichkeit der im Gebäude integrierten Stromerzeugung ist die von Photovoltaiksystemen, die auf dem Dach oder an der Fassade montiert werden. Andere Möglichkeiten sind Brennstoffzellen oder Windenergieanlagen. Da Solar- oder Windstrom nicht immer zur Verfügung steht, wenn er benötigt wird – oder nicht in vollem Umfang benötigt wird, wenn er erzeugt wird, ist die Speicherung der erzeugten Energie notwendig. Die Speicherung von Strom kann bspw. in mechanischen Speichern erfolgen. Dabei wird Energie durch potenzielle Energie, kinetische Energie (Schwungräder) oder als Druck(-luft) gespeichert. Die Speicherung von Strom in Batterien wird als elektrochemische Speicherung bezeichnet. Chemische Speicherung kann in Form von Wasserstoff erfolgen. Kondensatoren und Ultrakondensatoren sowie supraleitende Magnetspulen zählen wiederum zu den elektrischen Speichern (BMVIT, 2018, S. 9).

Eine lokale Nutzung von Photovoltaik in Verbindung mit Heizstäben und/oder Wärmepumpen, v. a. in Haushalten, kann signifikant und einfach erhöht werden. Dazu ist es notwendig, integrierte Systemlösungen für die Kopplung von Infrastrukturen, Technologien und Dienstleistungen für Strom, Wärme und Mobilität zu erarbeiten. Diese umfassen die Bereiche:

- Power-to-Heat, also die Umwandlung von Strom in Wärme.
- Power-to-Gas/Liquid, womit die Umwandlung von Strom in gasförmige Brennstoffe, wie Wasserstoff, der in lokalen Druckbehältern gespeichert wird, bezeichnet wird.
- Gas-to-Power bezeichnet die Umwandlung von gasförmigen Energieträgern in Strom, wie etwa in Brennstoffzellen.
- Power-to-Mobility ist die Nutzung von Strom in Elektromobilitätsanwendungen.
- Vehicle-to-X (X = Home, Building, Grid etc.) ist die Nutzung von elektrischer Energie, die im Fahrzeug gespeichert ist und die nicht für die Mobilität benötigt



wird, in Haushalten und Gebäuden mithilfe von bidirektionalen Ladestationen und Fahrzeugen (BMVIT, 2018, S. 21).

#### **4.2.8 Verbesserung der Nachhaltigkeit im Facility Management**

Nachhaltiges Facility Management kann dazu dienen, die Vorgaben an den Betrieb und die damit verbundenen Lebenszykluskosten inklusive der Energieeffizienz, die im Rahmen des Neubaus definiert wurden, umzusetzen. Dies kann bspw. durch folgende Maßnahmen erfolgen:

- Verwendung umweltverträglicher, abbaubarer Schmiermittel,
- Anpassung von Inspektions- und Wartungsintervallen im Sinne einer optimalen Betriebsstabilität zur Minimierung des CO<sub>2</sub> - Ausstoßes und für einen optimalen Werterhalt,
- Verwendung von energieeffizienten Filtern,
- Verwendung energieeffizienter Pumpentechnik
- Vorausschauende oder prospektive Instandhaltungsstrategie/Inspektionsstrategie (Lange & Meinen, 2010).

Die Möglichkeiten, die ein Smart Building bietet, umfasst auch eine Verbesserung der Nachhaltigkeit im Facility Management, da durch vernetzte Sensoren frühzeitig der Wartungsbedarf für die Haustechnik erfasst und gemeldet werden kann. Predictive Maintenance verringert die Ausfallzeiten und erlaubt eine Optimierung der Wartungsintervalle, so dass die Kosten für das Facility Management im Lebenszyklus insgesamt gesenkt werden können.

Bei der Reinigung/Entsorgung kann die Nachhaltigkeit gesteigert werden durch:

- Verwendung umweltverträglicher, ökologisch abbaubarer Reinigungsmittel,
- Optimierung von Reinigungsintervallen und -intensitäten auf das nötige Maß,
- Reduzierung des Wasserverbrauchs,
- Minimierung des Abfallaufkommens und Einführung einer geeigneten Mülltrennung (Lange & Meinen, 2010).

Nachhaltigkeit im Facility Management kann nicht nur technische, sondern auch kaufmännische Prozesse betreffen und optimieren helfen (Lange & Meinen, 2010).

#### 4.2.9 Rückbau und Recyclingfähigkeit

Für den Abbruch von Gebäuden und das Recycling von Baurestmassen gilt in Österreich die Recycling-Baustoffverordnung. Sie regelt alle Bau-, Abbruch- und Sanierungsvorhaben bei denen relevante Mengen an Abfällen anfallen. Die Recycling-Baustoff VO verpflichtet Bauherren dazu, einen verwertungsorientierten Rückbau durchzuführen, d. h. die Erkundung und Entfernung von relevanten Schad- und Störstoffen vor dem Abbruch eines größeren Gebäudes, die korrekte Abfalltrennung auf Baustellen sowie die Vorgaben für die Verwendung bestimmter Recycling-Baustoffe. Diese Verpflichtungen können durch den Bauherren vertraglich auch an andere Personen übertragen werden, bspw. spezialisierte Unternehmen. Der sogenannte verwertungsorientierte Rückbau besteht zunächst aus einer Erkundung und anschließenden Entfernung aller relevanten Schad- und Störstoffe vor dem eigentlichen Abbruch eines Gebäudes oder eines größeren Umbaus bzw. einer Sanierung des Gebäudes, sofern nicht mehr als 750t Abbruchabfälle anfallen. Die Durchführung dieser Schad- und Störstofferkundung sowie die organisatorische Durchführung des gesamten Rückbaus muss durch eine „rückbaukundige Person“, in der Regel speziell ausgebildete Mitarbeiter von Abbruch- bzw. Baufirmen, erfolgen. Ein verwertungsorientierter Rückbau ist allerdings nicht verpflichtend. Bei Abbrüchen von Gebäuden, die ein Volumen von mehr als 3.500m<sup>3</sup> umbautem Raum umfassen, muss dies durch einen externen Gutachter erfolgen (WKO, 2017, S. 1).

Die Recycling-Baustoffverordnung regelt eine generelle Trennpflicht von Abfällen auf Baustellen, die unabhängig davon gilt, ob die Abfälle verwertet oder deponiert werden sollen, oder ob es sich um einen Abbruch, Sanierung oder Neubau handelt. Grundsätzlich sind gefährliche Abfälle von nicht gefährlichen Abfällen zu trennen.

Bei einem verwertungsorientierten Rückbau müssen die in der Verordnung festgelegten Hauptbestandteile des abzureißenden Gebäudes noch vor Ort getrennt werden, sofern dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist. im Minimum sind dies das Bodenaushubmaterial, mineralische Abfälle, Ausbausphalt, Holz-, Metall, Kunststoff- und Siedlungsabfälle. Bei Neubauvorhaben ab einer geplanten Kubatur von mehr als 3.500m<sup>3</sup> Gebäudevolumen ist eine Trennung vor Ort verpflichtend vorgesehen (WKO, 2017, S. 1).

Der Regelablauf des Rückbaus nach der für Rückbau von Bauwerken als Standardabbruchmethode relevanten ÖNORM B 3151:2014 lässt sich grafisch wie folgt darstellen.

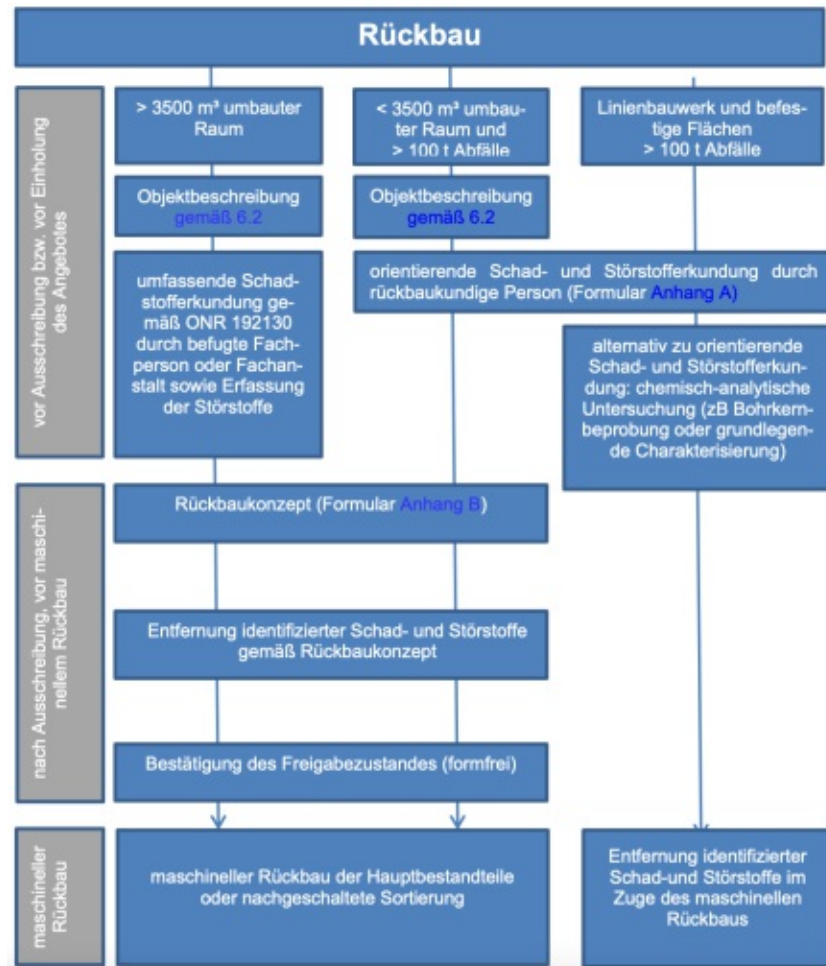


Abbildung 32: Regelablauf des Rückbaus nach ÖNORM B 3151:2014. Quelle: (Austrian Standards Institute, 2016, S. 16)

Der Rückbau und damit das Ende des Gebäudelebenszyklus folgt demnach Aspekten der Nachhaltigkeit und damit kann die Nachhaltigkeit des gesamten Lebenszyklus des Gebäudes gewährleistet werden.

Welchen Einfluss diese Regulierungen auf Optimierungsstrategien der Kunden haben, wird im nächsten Abschnitt diskutiert.

### **4.3 Einfluss der Optimierungsstrategien auf Kunden**

Ein wichtiger Gesichtspunkt des Handlungsleitfadens ist es, mögliche Optimierungsstrategien und deren Einfluss auf die Erwartungen von Kunden sowie die möglicherweise dadurch entstehenden Einschränkungen zu betrachten. Als Kunden können hier verschiedene Anspruchsgruppen definiert werden, nämlich tatsächliche oder potenzielle Käufer, Mieter oder sonstige Nutzer des zu errichtenden Gebäudes.

#### **4.3.1 Kundenerwartungen**

Der Käufer einer Immobilie wird Eigentümer und kann das Objekt entweder selbst nutzen oder an Dritte zur Verfügung stellen. Das Ziel eines Anlegers ist es die Immobilie als Kapitalanlage bzw. Renditeobjekt einzusetzen. Entscheidende Kriterien eines Investors ist die Werterhaltung, die Rentabilitätssteigerung, die Kostenreduktion sowie die Fluktuationsminimierung. Neben dem Standort des Objektes ist auch die ökonomische, soziale und kulturelle Situation in der Umgebung bedeutend. Da der Vermieter aus Angebotssicht lediglich eine Miete fordern kann, die der Markt akzeptiert, werden Aspekte wie Einkommens- und Kaufkraftentwicklung, Arbeitsmarktsituation und Qualitätsansprüche berücksichtigt. Von großer Bedeutung ist daher die Vermietungsquote, da im Falle von Leerstand die Liquidität des Eigentümers beeinträchtigt wird. Für Anleger wird es immer wichtiger Optimierungspotenziale zu nutzen, um der Konkurrenz und den steigenden Anforderungen gewachsen zu sein. (Reisbeck & Schöne, 2017, S. 88) Die Realisierung von Einsparungspotenzialen bei den Bewirtschaftungskosten führt zu einer besseren Vermarktung und höheren Nutzerzufriedenheit, was wiederum einen niedrigeren Leerstand bewirkt. Die Folge ist ein gesamtwirtschaftlicher Vorteil wodurch sowohl der Eigentümer als auch der Nutzer profitiert. (Reisbeck & Schöne, 2017, S. 93)

Der Mieter hat das Recht eine Sache zur bestimmungsgemäßen Verwendung gegen Bezahlung eines Entgeltes zu gebrauchen. Für den Nutzer ist vor allem die tatsächliche Gesamtbelastung entscheidend. Weiters ist die Lage, die optimale Nutzung sowie der Komfort und die Qualität ausschlaggebend. (Reisbeck & Schöne, 2017, S. 91) Die Mieter sind die Leittragenden einer fehlenden Lebenszykluskostenbetrachtung, da die Betriebs- und Erhaltungskosten gewöhnlich umlagefähig sind und sie diese nicht grundlegend beeinflussen können. Aufgrund der kontinuierlichen Steigerung der Betriebskosten in den vergangenen Jahren, liegt das Augenmerk potenzieller Mieter

daher vermehrt auch auf den voraussichtlichen Nebenkosten. (Reisbeck & Schöne, 2017, S. 89)

Bewirtschafter wie Gebäudeverwaltungen und Facility Management sind eine Schnittstellengruppe und vertreten mehrheitlich die Interessen der Eigentümer gegenüber den Nutzern.

Die Erwartung der oben definierten Kundengruppen an das Gebäude und seine Nutzung ist zunächst, dass die Anforderungen an das Gebäude mindestens in der geplanten Nutzungsdauer erfüllt werden. Diese Anforderungen können technische oder funktionale Aspekte genauso umfassen wie ästhetische oder wirtschaftliche Gesichtspunkte. Deshalb ist es wichtig, bereits in einem frühen Stadium des Gebäudelebenszyklus gegenüber den möglichen Kundengruppen die Vor- und möglichen Nachteile eines unter dem Gesichtspunkt der Zertifizierung optimierten Gebäudes zu erläutern. Die Kundenerwartungen sollten deshalb nach den genannten unterschiedlichen Gesichtspunkten aufgegliedert werden und jeder einzelne Aspekt sollte mit den zu erwartenden Ergebnissen bzw. Leistungsversprechen des Gebäudes abgeglichen werden. Zur besseren Kommunikation kann bspw. auf ein Punktesystem zurückgegriffen werden, bei dem jedem Kundenwunsch eine bestimmte Punktzahl zugewiesen wird und demgegenüber aufgelistet wird, welche Erwartungen des Kunden durch das Gebäude erfüllt werden können. So kann schnell ermittelt werden, zu welchem Anteil die Kundenerwartungen erfüllt werden oder nicht. Zudem kann ein Vergleich mit einem anderen, nicht optimierten Gebäude herangezogen werden, um zu ermitteln, welches der Gebäude die Kundenerwartungen objektiv besser erfüllt. Diese Vorgehensweise zeigt sowohl Kunden wie Erbauern und Planern auf, in welchen Bereichen Anpassungen notwendig sind. Daraus lässt sich dann ableiten, welche weiteren Optimierungsschritte möglich, sinnvoll und machbar sind.

Als Grundsatz muss bei der Optimierung so vorgegangen werden, dass die Anforderungen und Erwartungen der Kunden möglichst wenig eingeschränkt oder begrenzt werden. Einen breiten Konsens bei allen Kunden dürften Optimierungen finden, die Risiken im Bereich der Gesundheit vermindern, die einen Beitrag zum Umweltschutz leisten, ohne vom Kunden einen besonderen zusätzlichen Aufwand zu verlangen und welche die technische Lebensdauer verlängern und die den Unterhalt vereinfachen. Diese Vorteile sollten deshalb auch besonders gegenüber den Kunden

kommuniziert werden. Welche Faktoren der Optimierung von Kunden möglicherweise als Einschränkungen empfohlen werden, wird im nächsten Abschnitt näher beleuchtet.

#### **4.3.2 Mögliche Einschränkungen**

Die größten zu erwartenden Einschränkungen für Kunden finden sich im Bereich Energie- und Versorgung und den damit zusammenhängenden Faktoren wie Energieverbrauch und thermischer Komfort. So können Kunden Anforderungen an den thermischen Komfort stellen, die möglicherweise bei einer Optimierung des Gebäudes mit Hinblick auf den Energieverbrauch dazu führen, dass das Gebäude möglicherweise mehr Energie verbraucht als ursprünglich geplant. Dies kann wiederum zu höheren Betriebskosten führen und im schlimmsten Fall dazu, dass die Zertifizierung nicht erreicht werden kann. Ein solcher Fall wäre bspw., wenn ein Gebäude darauf ausgelegt ist, dass die optimale Heiztemperatur im Winter 19°C beträgt, der Kunde aber permanent 23°C als Raumtemperatur haben möchte. Bei sehr niedrigen Außentemperaturen kann es je nach der verwendeten Technologie unter Umständen sogar schwierig werden, die gewünschte Raumtemperatur überhaupt konstant zu halten. Dabei ist auch zu beachten, dass womöglich technisch bedingte zeitliche Verzögerungen berücksichtigt werden müssen, zwischen dem Wunsch des Kunden nach einer höheren Raumtemperatur und bis diese tatsächlich erreicht wurde. In vergleichbarer Weise können derartige Einschränkungen bei der Aufbereitung und Bereitstellung von Warmwasser auftreten, wenn die für die Optimierung des Energieverbrauchs notwendigen Einschränkungen nicht mit den Kundenanforderungen übereinstimmen. Die Forderung nach einer luftdichten Gebäudehülle bspw. kann ebenso Einschränkungen für Kunden mit sich bringen, da die Lüftung des Gebäudes i. d. R. automatisiert ist und ein menschlicher Eingriff die Optimierung des Energieverbrauchs beeinträchtigt. Insbesondere Kunden, die das Gebäude autonom Lüften möchten, können dies als Nachteil empfinden. Weitere mögliche Einschränkungen ergeben sich für die Kunden durch technische Ausfälle oder Fehlfunktionen der Gebäudeautomatisierung. Die notwendige Vernetzung der Gebäudeautomatisierung auch mit externen Netzwerken bringt grundsätzlich Risiken im Bereich des Datenschutzes mit sich. So bestehen für Kunden dann Einschränkungen, wenn missbräuchlich in diese Netzwerke eingegriffen wird. Auch können mögliche Eingriffe in die Privatsphäre entstehen, die bei herkömmlichen



Gebäuden nicht vorkommen, bspw. wenn Daten über Energie- und Wasserverbrauch oder die zeitpunktgenaue Anwesenheit von Personen in bestimmten Räumen erfasst und gespeichert werden. Derartige Daten könnten zur Erstellung von Bewegungs- und Nutzungsprofilen verwendet werden. Auch wenn entsprechend strenge Datenschutzvorschriften existieren, so besteht doch das grundsätzliche Risiko eines Missbrauchs der gesammelten Daten, was von Kunden als Einschränkung der Nutzung empfunden werden kann. So könnte ein Vermieter bspw. seine Mieter in einem Smart Building rund um die Uhr überwachen, bspw. mit der Begründung, den Energieverbrauch optimieren zu wollen. Es empfiehlt sich also die Sammlung von Daten in einem solchen Gebäude auf ein notwendiges Minimum zu beschränken und diese Daten vor Missbrauch zu schützen. Eine weitere mögliche Einschränkung aus Sicht der Kunden kann im ästhetischen Bereich zu suchen sein, wenn technische Notwendigkeiten die Formgebung und Gliederung des Gebäudes beeinflussen und bestimmte architektonische Elemente dem Geschmack des Kunden nicht entsprechen, die aber notwendig sind, um die gewünschte Funktionalität zu erreichen. Dies kann bspw. bei den Dachaufbauten oder der Fassadengliederung der Fall sein oder auch in der Grundrissgestaltung. Hier kann im Dialog mit den Kunden versucht werden, eine Lösung zu finden.

### **4.3.3 Bewertung und Schwerpunktsetzung**

Die überwiegenden Aspekte der Gebäudeoptimierung im Sinne einer Zertifizierung sind für Kunden leicht zu kommunizieren, häufig selbsterklärend und ihr Nutzen ist unmittelbar verständlich. Die Vorteile in ökologischer und ökonomischer Hinsicht sind klar erkennbar. Insbesondere das Potential, die Kosten über den gesamten Lebenszyklus zu optimieren, dürfte für viele Kunden einen Schwerpunkt in der Bewertung der Vorzüge bilden. Die ökologischen Vorteile werden als Zusatznutzen empfunden. Die soziale Nachhaltigkeit, die von zertifizierten Gebäuden erreicht werden kann, dürfte für viele Kunden ebenfalls als Zusatznutzen empfunden werden, der möglicherweise aber eine nachgeordnete Priorität haben könnte. Aus Kundensicht ist in den meisten Fällen deshalb davon auszugehen, dass die wirtschaftlichen Gesichtspunkte einen Schwerpunkt bei der Beurteilung bilden. Die Vorzüge von zertifizierten Gebäuden können bspw. durch einen Vergleich mit konventionellen Gebäuden entsprechend kommuniziert werden. Dabei ist zu beachten, dass die technologische Entwicklung aber auch die Entwicklung der Zertifizierung einem



Wandel unterliegen und einige Aspekte, die von Kunden möglicherweise aktuell als Beeinträchtigung empfunden werden, in Zukunft so gelöst werden können, dass diese Beeinträchtigung nicht mehr bestehen.

## 5. Reflektion und Fazit

Die Untersuchung des Lebenszyklus von Immobilien hat ergeben, dass die technische Lebensdauer, die Nutzungsdauer und die wirtschaftliche Nutzung eines Gebäudes nicht identisch sein müssen. Dies erschwert auf den ersten Blick eine Einschätzung, wie die Kosten für das Gebäude im Zeitablauf optimiert werden könnten. Zudem ist nicht eindeutig abgegrenzt, wie Lebenszykluskosten definiert werden können und welche Kosten berücksichtigt werden sollten und welche nicht. Die Untersuchung hat gezeigt, dass eine mögliche Lösung darin besteht, die im Gebäudelebenszyklus anfallenden Erlöse bzw. Erträge ebenfalls zu berücksichtigen und den entsprechenden Kosten gegenüber zu stellen. Die sich daraus ergebende Differenz wird als Lebenszykluserfolg bezeichnet. Je nach zu Grunde liegender Betrachtungsdauer und den dabei anfallenden Zinsen bzw. Zinseszinsen kann der Lebenszykluserfolg auch mit einer Kapitalwertrechnung exakt ermittelt werden. Doch auch hier ist nicht klar abgegrenzt, welche Erlöse bei der Berechnung zu berücksichtigen sind. Unabhängig davon kann der Lebenszykluserfolg im Immobilienmanagement grundsätzlich optimiert werden, indem die anfallenden Kosten im Gebäudelebenszyklus reduziert werden, wobei entweder zunächst höhere Herstellungskosten des Gebäudes mit niedrigeren Folgekosten kompensiert werden oder zu Lasten niedrigerer Herstellungskosten höhere Folgekosten im Gebäudelebenszyklus in Kauf genommen werden. Eine Reduktion von Herstellungs- und Folgekosten ist sicherlich die beste Lösung, um den Lebenszykluserfolg zu maximieren. Die Rolle der Herstellungskosten ist deshalb so wichtig, da die größte Einflussmöglichkeit auf die gesamten Lebenszykluskosten in den frühen Phasen des Gebäudelebenszyklus liegt. Die vorgestellten Zertifizierungssysteme haben das Potential, bereits in einer frühen Phase des Gebäudelebenszyklus die Kosten sowohl bei Herstellung als auch bei den Folgekosten zu optimieren. Die möglichen Einschränkungen, die für Kunden durch die Anforderung der Zertifizierung entstehen, wurden diskutiert. Die Nutzungseinschränkungen können überwiegend als gering betrachtet werden, allerdings ist eine umfassende und zielgerichtete Kommunikation wichtig, um eventuelle Bedenken auszuräumen oder bei Bedarf Lösungen zu erarbeiten. Die Mitwirkung der Kunden ist notwendig, damit der Lebenszykluserfolg maximiert werden kann. Sollten die Kunden nämlich bei der Optimierung bzw. Minimierung der Folgekosten absichtlich, bewusst oder unbewusst nicht kooperieren, wirkt sich das

negativ auf den Lebenszykluserfolg aus. Daraus lassen sich die wichtigsten Handlungsempfehlungen, die Einfluss auf den Lebenszykluserfolg von Immobilien haben ableiten:

1. Bei Konzeptentwicklung und Planung sollte stets der gesamte Gebäudelebenszyklus berücksichtigt werden. Mögliche Kosten für Umbau, Sanierung und Rückbau oder Abriss sollten von Anfang an in die Kalkulation einbezogen werden.
2. Das Team aus Fachplanern/Architekten und Baufirmen sollte diesen Ansatz berücksichtigen. BIM kann hilfreich sein, um die Herstellungskosten zu optimieren.
3. Nutzung nachhaltiger Baustoffe wie Holz kann die CO<sub>2</sub>-Bilanz des Gebäudes verbessern
4. Eine Reduktion der Folgekosten kann insbesondere durch eine Senkung der Energiekosten erreicht werden. Die Bereitstellung von Energie aus Brennstoffzellen, von Photovoltaik- oder solarthermischen Anlagen, aus Geothermie wie bspw. durch Wärmepumpen oder durch Energiespeicher kann die Beschaffungskosten für Energie langfristig senken. Eine dezentrale Energieerzeugung kann die für die Energieerzeugung anfallenden Folgekosten planbarer machen.
5. Verbrauchsmindernde Maßnahmen durch technisch besonders effiziente Verbrauchsgeräte und durch eine entsprechende Wärmedämmung und Steuerung des Gebäudes sind ebenfalls notwendig, um die Energiekosten zu minimieren.
6. Die Folgekosten lassen sich weiterhin durch eine Optimierung von Instandhaltung und Reinigung verringern. Eine vorausschauende oder prospektive Instandhaltungs- / Inspektions- und Reinigungsstrategie mit den entsprechenden Mitteln ist hier sinnvoll.
7. Die Einnahmen können dadurch maximiert werden, dass möglichst hohe Erträge über einen möglichst großen Zeitraum der wirtschaftlichen Nutzung eines Gebäudes erzielt werden. Eine entsprechende Kommunikation mit Kunden kann hierbei sinnvoll sein, um eine wirtschaftliche Nutzungsdauer des Gebäudes zu optimieren, indem die möglichen Nutzungseinschränkungen für Kunden erklärt oder angepasst werden können.

Damit können die Ergebnisse der der Untersuchung zunächst zusammengefasst werden, die Grenzen der Erklärungsreichweite aufgezeigt und die Forschungsfrage beantwortet werden.

## 5.1 Zusammenfassung

Nachhaltigkeit wird auch bei Immobilien ein immer wichtigerer Faktor. Der Zertifizierungsprozess nach Nachhaltigkeitskriterien berücksichtigt konsistent den gesamten Lebenszyklus eines Projekts und anstelle einzelner Maßnahmen wird die Gesamtleistung eines Projekts bewertet. Ein unabhängiger Zertifizierungsprozess dient dabei der Gewährleistung einer transparenten Qualitätskontrolle. Dabei werden an Gebäude hohe Anforderungen an Energieeffizienz und Ökologie sowie an professionelle Ausführung gestellt. Damit die von der jeweiligen Zertifizierung vorgegebenen Kriterien möglichst umfangreich erfüllt werden können, empfiehlt es sich, möglichst frühzeitig im Lebenszyklus des Gebäudes die entsprechenden Grundlagen zu schaffen, um kostenintensive Korrekturen in einer späteren Phase zu vermeiden, damit die Zertifizierung doch noch erreicht werden kann.

Alle aktuellen Zertifizierungssysteme zeigen, dass es sinnvoll sein kann, so viele Aspekte der Nachhaltigkeit bereits in den frühen Phasen des Lebenszyklus zu berücksichtigen, wie möglich ist. Bereits in der Initiierungsphase kann die angestrebte Gebäudezertifizierung in die Zielvorgaben übernommen werden und somit in die Planung mit einfließen.

Bei der Betrachtung der Lebenszykluskosten werden diese in die einzelnen Phasen im Lebenszyklus der Immobilie gegliedert. Folgekosten fallen demnach desto länger an, je grösser die Lebensdauer des Gebäudes ist. Die Höhe der Folgekosten ist demnach ein entscheidender Faktor, der beeinflusst werden sollte, um die Gesamtkosten zu optimieren.

Nachhaltige Gebäude zeichnen sich durch niedrigere Betriebs- und Unterhaltskosten, höhere Mieterträge und eine die höhere Mieterauslastung und eine höhere Bewertung aus, da das Gebäude auch den zukünftigen rechtlichen und regulatorischen Anforderungen im Umweltschutz genügt.

Damit das Gebäude über den gesamten Lebenszyklus den Anforderungen auch mit Hinblick auf Nachhaltigkeitsaspekte entspricht, ist es wichtig, dass der Bauträger

bereits in der Initiierungs- und Planungsphase für das Projekt eine entsprechende Zielsetzung festlegt, die Standortqualität berücksichtigt wird und die ökologische, ökonomische, technische sowie die soziokulturelle und funktionale Qualität des Gebäudes stimmt. Aber auch die Prozessqualität für die Errichtung des Gebäudes ist zu beachten. Hier kann BIM hilfreich sein, dass eine bessere Koordination und schnellere Produktion bzw. Errichtung auf Grund von präzisen und zuverlässigen Informationen ermöglicht. Daraus ergeben sich auch ökologische Vorteile, da eine genaue Materialbestellung zu weniger Abfall führt. Um die Folgekosten zu reduzieren können verschiedene Maßnahmen, wie eine integrierte Stromerzeugung und Energiespeicherung sowie ein nachhaltiges Facility Management, dazu dienen, die Lebenszykluskosten zu optimieren. Dies alles kann zu einem verbesserten Lebenszykluserfolg beitragen.

Damit können die Grenzen der Erklärungsreichweite beschrieben werden.

## **5.2 Grenzen der Erklärungsreichweite**

Im Rahmen dieser Arbeit kann nur in allgemeiner Weise auf verschiedene Aspekte des nachhaltigen Bauens eingegangen werden. Unternehmens- oder branchenspezifische Besonderheiten oder spezielle Gebäude können hier nicht analysiert werden. Besondere gesetzliche Rahmenbedingungen können nicht berücksichtigt werden. Damit sind die Grenzen der Erklärungsreichweite aufgezeigt. Die allgemeine Aussagekraft der Untersuchung wird dadurch nicht eingeschränkt. Die Beantwortung der Forschungsfrage liegt im Bereich der Erklärungsreichweite der Untersuchung.

## **5.3 Beantwortung der Forschungsfragen**

Die Ausgangsfragen der Arbeit können nach aktuellem Kenntnisstand wie folgt beantwortet werden:

- In welcher Phase des Lebenszyklus von Immobilien fallen die weitreichendsten Entscheidungen ?

Die weitreichendsten Entscheidungen im Lebenszyklus einer Immobilie fallen bereits in den ersten Phasen der Konzeptentwicklung und Planung. In diesen Phasen werden viele Parameter bestimmt, die sich später kaum noch oder nur mit hohem Aufwand ändern lassen.

- Führt die Festlegung von übergeordneten Zielen und die Einbindung sämtlicher Akteure in einer frühen Planungsphase dazu, nachhaltigere Immobilien zu entwickeln?

Die Festlegung auf bestimmte Anforderungen an die Immobilie im Kontext mit dem Standort kann in vielen Fällen dazu führen, dass bereits in einer frühen Planungsphase das übergeordnete Ziel festgelegt wird, eine nachhaltige Immobilie zu entwickeln. Die Einbindung sämtlicher an der Planung und später auch Ausführung beteiligten Akteure und Stakeholder vereinfacht die Erreichung dieser Zielstellung und kann dazu führen, nachhaltigere Immobilien zu entwickeln.

- Inwieweit können (ausgewählte) Kriterien unterschiedlicher Zertifizierungssysteme während der Planungsphase behilflich sein oder inwieweit schränken diese Kriterien die Immobilienentwickler ein?

Die von den unterschiedlichen Zertifizierungssystemen festgelegten Kriterien weisen in vielen Bereichen Ähnlichkeiten und Überschneidungen auf. In der Planungsphase sind insbesondere Kriterien hilfreich, die kritische Baustoffe ausschließen und die in den Bereichen Energie und Versorgung zukunftssichere Lösungen anbieten. Die Analyse der Kriterien ergab keine besonderen Hinweise darauf, dass diese zu nennenswerten Einschränkungen für den Immobilienentwickler führen könnten. Im Gegenteil haben sich Hinweise gefunden, die auf eine Erleichterung und Effizienzsteigerung im Immobilienmanagement hindeuten, da Unterhalts- und Wartungsarbeiten grundsätzlich vereinfacht werden können und bereits in der Planung so angelegt werden können, dass sie möglichst kostengünstig durchgeführt werden können.

- Welche Punkte müssen beachtet werden, um eine nachhaltige und zukunftsfähige Bedarfsermittlung zu erhalten?

Eine nachhaltige und zukunftsfähige Bedarfsermittlung kann vor allem erzielt werden, indem Kriterien der Nachhaltigkeit, wie sie durch die Agenda 2030 und die New Urban Agenda der UN vorgegeben werden, für die Praxis von den Zertifizierungsanbietern umgesetzt werden.

- Wie kann es gelingen, die Nachhaltigkeitsbetrachtung bereits in die Entwurfsphase zu integrieren?

Eine bereits bei der Bedarfsermittlung berücksichtigte Nachhaltigkeitszertifizierung kann als derzeit sicherster Weg bezeichnet werden, um Nachhaltigkeit und Zukunftsfähigkeit zu kombinieren. Die Beurteilungskriterien für die Zertifizierung können dabei entscheidend helfen, die Nachhaltigkeitsbetrachtung bereits in die Entwurfsphase zu integrieren.

- Welche ökologischen Optimierungsstrategien sind möglich, ohne die Erwartungen und Anforderungen der Kunden einzuschränken?

In den meisten Fällen dürften ökologische Optimierungsstrategien im und am Gebäude möglich sein, ohne die Erwartungen und Anforderungen der Kunden in einer besonderen Weise einzuschränken. Es besteht grundsätzlich eine Auswahlmöglichkeit, wie stark welche Optimierungen am Gebäude vorgenommen werden, so dass eine Lösung, die für alle Anspruchsgruppen akzeptabel ist, gefunden werden kann. Einschränkungen bestehen möglicherweise bei individuellen Anforderungen an Heizung, Lüftung und Wasseraufbereitung. Allerdings sollte auch vom Kunden eine Abwägung der Vor- und Nachteile vorgenommen werden und die Vorzüge eines zukunftsorientierten, nachhaltigen, schadstofffreien und kostenoptimierten Gebäudes sollten eventuelle Bedenken hinsichtlich möglicher Einschränkungen überwiegen.

Die Untersuchung hat somit eindeutig ergeben, dass die Vorteile einer Zertifizierung am effizientesten erreicht werden können, wenn bereits auf der Planungsstufe die genannte Zielfestlegung stattfindet.

Damit konnten die zu Beginn gestellten Fragen durch die Literaturlarbeit beantwortet werden. Allerdings konnten auch Themenfelder identifiziert werden, bei denen sich weiterer Forschungsbedarf eröffnet. Diese werden im folgenden Abschnitt erörtert.

#### **5.4 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf**

Die zunehmende Bedeutung der Nachhaltigkeit und der Zertifizierung von Gebäuden ist zu erwarten. In Verbindung mit Planungstechniken wie etwa BIM, dürfte eine weitere Optimierung auch im Hinblick auf die Kosten im Gebäudelebenszyklus erfolgen. Der Lebenszykluserfolg könnte damit langfristig verbessert werden. Die Investition in Immobilien durch die bessere Planbarkeit der Einnahmen und Ausgaben könnte noch attraktiver werden. Insbesondere die Abgrenzung dieser Einnahmen und



Ausgaben, die in die Berechnung des Lebenszykluserfolgs einfließen, müssten an empirischen Beispielen näher untersucht werden, sowohl bei zertifizierten wie auch nicht-zertifizierten Gebäuden. Dadurch könnten weitere Rückschlüsse auf die Vorzüge der Zertifizierung gezogen werden und die Definition der Lebenszykluskosten verbessert werden.

## Literaturverzeichnis

### Monographien

- Arnold, D., Rottke, N. B., & Winter, R. (2017). *Wohnimmobilien - Lebenszyklus, Strategie, Transaktionen*. Wiesbaden: Springer.
- Bauer, M., & Möhle, P. (2011). *Nachhaltiges Bauen: zukunftsfähige Konzepte für Planer und Entscheider*. (D. D. V., Ed.) Berlin: Beuth.
- Bone-Winkel, S., Schulte, K.-W., & Focke, C. (2008). *Immobilienökonomie*. München: De Gruyter Oldenbourg.
- Książek, M., & Rosłon, J. (2017). *Building Information Modelling - BIM*. Warsaw: Warsaw University of Technology.
- Osranek, R. (2017). *Nachhaltigkeit in Unternehmen*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Pelzeter, A. (2006). *Lebenszykluskosten von Immobilien*. Regensburg: Rudolf Müller.
- Pelzeter, A. (2017). *Lebenszyklus-Management von Immobilien*. Berlin et al.: Beuth Verlag.
- Reisbeck, T., & Schöne, L. (2017). *Immobilien-Benchmarking: Ziele, Nutzen, Methoden und Praxis*. Berlin: Springer.
- Rottke, N. B., & Thomas, M. (2017). *Immobilienwirtschaftslehre – Management*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- United Nations. (2016). *New Urban Agenda*. New York: UN.

### Berichte

- Austrian Standards Institute. (2016). *Rückbau von Bauwerken als Standardabbruchmethode*. Wien: Austrian Standards Institute.
- BMK. (2020). *Klimaaktiv Basiskriterien*. Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie.
- BMNT. (2013). *klimaaktiv Kriterienkatalog*. Wien: Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus.

- BMNT. (2020). *klimaaktiv Kriterienkatalog*. Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie.
- BMU. (2011). *Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB)*. Berlin: BMUB.
- BMVIT. (2018). *Innovative Energiespeichersysteme in und aus Österreich*. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.
- BRE Global Limited. (2017). *BREEAM International New Construction 2016: Technical Manual*. Watford: BRE Global.
- BREEAM. (2019). *The Digest of BREEAM Assessment Statistics, Volume 2, 2019*. Watford: BRE Global.
- Bundesinnung Bau. (2014). *Integrale Planung*. Wien: WKO.
- Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus. (2019). *klimaaktiv Kriterienkatalog*. Wien : bmnt.gv.at.
- Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen. (2018). *DGNB System - Kriterienkatalog Gebäude Neubau*. Stuttgart: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen.
- DGNB. (2018). *DGNBB System*. Stuttgart: DGNB.
- EUBIM. (2016). *Handbook for the Introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector*. Brüssel: EU.
- Hörter, S. (2015). *ESG in Real Estate*. München: risklab GmbH.
- IG Lebenszyklus Bau. (2016). *Der Weg zum Lebenszyklusorientierten Hochbau*. Wien: IG Lebenszyklus Bau.
- Ipser, C. (2017). *Lebenszykluskostenbewusstes Planen und Bauen bei Ein- und Zweifamilienhäusern*. Krems: Donau-Universität Krems.
- Schleich, H. (2012). *Sustainable Property Portfolio Management*. Köln: Immobilien Manager Verlag.
- US Green Building Council. (2019). *LEED v4.1 Residential BD+C Multifamily Homes Core and Shell*. Washington: USGBC.
- WCED. (1987). *Our Common Future*. Genf: United Nations.

WKO. (2017). *Merkblatt: Neue Regeln für Hausabbrüche und Recycling von Baurestmassen gemäß der neuen Recycling-Baustoffverordnung*. Wien: WKO.

ÖGNI. (2020). *Ausgezeichnet. Nachhaltig Bauen mit System*. Wien: Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft.

Österreichisches Normungsinstitut. (2015). *ÖNORM B 1801-1 Ausgabe: 2015-12-1*. Wien: Austrian Standards.

### **Artikel in Zeitschriften**

Addae-Dapaah, K., Kim Hiang, L., Yen Shi, N., & Sharon. (2009). Sustainability of Sustainable Real Property Development. *The Journal of Sustainable Real Estate*, S. 203-225.

Lange, F.-K., & Meinen, H. (2010). Nachhaltiges Facility Management. *Facility Management*, S. 6

### **Diplomarbeiten, Masterthesen, Dissertationen und Habilitationen**

Bichler, D. (2014). *Lebenszykluskostenrechnung in der Bauwirtschaft*. Graz: TU Graz.

Kowatsch, L. (2017). *Lebenszyklus im Hochbau*. Graz: TU Graz.

Taufratzhofer, G. (2015). *Vergleich und Bewertung von nationalen und internationalen Gebäudezertifikaten*. Wien: TU Wien.

### **Internetquellen**

Austrian Standards (2020) *Warum Standards?* <https://www.austrian-standards.at/de/standardisierung/warum-standards> - abgerufen am 15. Dezember, 2020

BREEAM (2020) *What is BREEAM?* <https://www.breeam.com/#:~:text=BREEAM%20is%20the%20world's%20leading,masterplanning%20projects%2C%20infrastructure%20and%20buildings.&text=BREEAM%20does%20this%20through%20third,using%20standards%20developed%20by%20BRE> - abgerufen 5. Juli 2020

- CBRE. (2018) *International Green Building Adoption Index 2018*.  
<https://static1.squarespace.com/static/57fa8eb0b3db2b529d44fa66/t/5ade1f3188251b9506c7b346/1524506429700/IGBAI2018.pdf> - abgerufen am 5. November 2020
- Cerway (2016) *What is HQE?* <https://www.behqe.com/presentation-hqe/what-is-hqe>  
- abgerufen am 5. November 2020
- DGNB (2020) *The DGNB System.*, from <https://www.dgnb-system.de/en/system/index.php> - abgerufen am 5. November 2020
- EDA (2020) *17 Sustainable Development Goals*.  
<https://www.eda.admin.ch/agenda2030/en/home/agenda-2030/die-17-ziele-fuer-eine-nachhaltige-entwicklung.html> - abgerufen am 18. Dezember 2020
- ISO (2020) *ISO 15686-1:2011*. <https://www.iso.org/standard/45798.html> – abgerufen am 15. Dezember 2020
- Scope. (2019). *Offene Immobilienfonds – Zertifizierungsquoten steigen weiter an*.  
<https://www.scopeanalysis.com/ScopeAnalysisApi/api/downloadstudy?id=43e44bfb-c767-4e05-aebc-7969fd88fa53> - abgerufen am 28. Juni 2020
- Spindler, E. A. (o. J.) *Geschichte der Nachhaltigkeit*.  
<https://www.nachhaltigkeit.info/media/1326279587phpeJPYvC.pdf> - abgerufen am 29. November 2020
- TU Graz (2012) *Kosten von Bauwerken – Kostentrichter*.  
[https://www.tugraz.at/fileadmin/user\\_upload/Institute/BBW/upload/wasserwirtschaft/A7\\_Kostentrichter.pdf](https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/Institute/BBW/upload/wasserwirtschaft/A7_Kostentrichter.pdf) - abgerufen am 15. Dezember 2020
- Umweltbundesamt (2020) *Energiesparende Gebäude*.  
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/energiesparende-gebaeude#gebaeude-wichtig-fur-den-klimaschutz> – abgerufen am 15. Dezember 2020
- UmweltDialog (2020) *Gebäude als CO2-Speicher?*  
<https://www.umweltdialog.de/de/wirtschaft/businesscase/2020/Gebaeude-als-CO2-Speicher.php> - abgerufen am 15. Dezember 2020

- UNEP FI et al. (2020) *Global ESG Real Estate Investment Survey Results*. from <https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2019/03/Global-ESG-Real-Estate-Investment-Survey-Results.pdf> - abgerufen am 4. Dezember 2020
- U.S. Green Building Council (2020) *What is LEED?* <https://www.usgbc.org/help/what-leed> - abgerufen am 15. Dezmeber 2020
- Willers. (2020). *Smarte Gebäude*. <https://www.willers.ch/knowhow/bit.html> - abgerufen am 16. Dezember 2020
- World Green Building Council (2020). *What is Net Zero?* <https://www.worldgbc.org/advancing-net-zero/what-net-zero> - abgerufen am 15. Dezember 2020

## Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Die 17 Nachhaltigkeitsziele der UN. Quelle: EDA, (2020), o. S. ....</i>	5
<i>Abbildung 2: Das Nachhaltigkeitsdreieck, Quelle: (Rottke &amp; Thomas, 2017, S. 484)</i>	6
<i>Abbildung 3: Der prozessuale Immobilien-Lebenszyklus. Quelle: (Rottke &amp; Thomas, 2017, S. 423) .....</i>	9
<i>Abbildung 4: Systematik der Bedarfsermittlung. Quelle: (Pelzeter, 2017, S. 12) .....</i>	10
<i>Abbildung 5: Die Phasen im Lebenszyklus eines Gebäudes. Quelle: (IG Lebenszyklus Bau, 2016, S. 8) .....</i>	11
<i>Abbildung 6: Schematische Übersicht zur Lebensdauer von Gebäuden. Quelle: (Rottke &amp; Thomas, 2017, S. 425) .....</i>	13
<i>Abbildung 7: Kostenplanung nach ÖNORM B 1801-1:2015-12. Quelle: (Österreichisches Normungsinstitut, 2015, S. 9) .....</i>	15
<i>Abbildung 8: Kostengruppierung nach ÖNORM B 1801-1:2015-12. Quelle: (Österreichisches Normungsinstitut, 2015, S. 11) .....</i>	15
<i>Abbildung 9: Kostentrichter in der Kostenermittlung. Quelle: (TU Graz, 2012) .....</i>	16
<i>Abbildung 10: Folgekosten nach ÖNORM B 1801-2 im Verhältnis zur ÖNORM B 1801-1. (Ipser, 2017, S. 12) .....</i>	16
<i>Abbildung 11: Gliederung der Gebäudelebenszykluskosten nach Fertigstellung. Quelle: (Ipser, 2017, S. 17) .....</i>	18
<i>Abbildung 12: Grad der Kostenbeeinflussung Lebenszyklus von Gebäuden. Quelle: (IG Lebenszyklus Bau, 2016, S. 6) .....</i>	19
<i>Abbildung 13: Geografische Übersicht international verwendeter Green-Building-Zertifikate: Quelle: (Rottke &amp; Thomas, 2017, S. 488) .....</i>	20
<i>Abbildung 14: BREEAM-Kriterien und Gewichtung. Eigene Darstellung. Quelle: BREEAM International New Construction 2016, Tabelle 5, Seite 21 (BRE Global Limited, 2017, S. 21) .....</i>	21
<i>Abbildung 15: Anzahl der BREEAM-Zertifizierungen von 2013 bis 2017. Quelle: BREEAM (2019), S. 9 .....</i>	22
<i>Abbildung 16: LEED-Kriterien und Gewichtung. Eigene Darstellung. Quelle: LEED v4.1 Residential BD+C Multifamily Homes Core and Shell, New Construction (US Green Building Council, 2019) .....</i>	23
<i>Abbildung 17: DGNB-Zertifizierungssystem in verschiedenen Phasen. Quelle: DGNB 2020 .....</i>	24



<i>Abbildung 18: DGNB-Kriterien und Gewichtungen. Eigene Darstellung. Quelle: (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, 2018) .....</i>	25
<i>Abbildung 19: DGNB-Zertifikate Erfüllungsgrade. Quelle: DGNB 2020.....</i>	25
<i>Abbildung 20: Anzahl der DGNB-Zertifizierungen. Quelle: DGNB 2020. ....</i>	26
<i>Abbildung 21: DGNB System Kriterienkatalog Gebäude Neubau. Quelle: DGNB 2018, S. 24.....</i>	27
<i>Abbildung 22: Übersicht der DGNB-Kriterien. Quelle: (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, 2018, S. 25f.) .....</i>	29
<i>Abbildung 23: Die DGNB Vorzertifizierung im Lebenszyklus des Gebäudes. Quelle: ÖGNI 2020, S. 6.....</i>	30
<i>Abbildung 24: klima:aktiv-Zertifikat und Gewichtungen. Eigene Darstellung. Quelle: (BMNT, 2020, S. 7) .....</i>	33
<i>Abbildung 25: Muss-Kriterien und Punktezahlen im Model von klima:aktiv. Quelle: (BMNT, 2020, S. 8f.) .....</i>	35
<i>Abbildung 26: Wie sich der höhere Verkaufspreis von nachhaltigen Gebäuden ergibt. Quelle: Hörter, (2015), S. 8 .....</i>	36
<i>Abbildung 27: Vergleich der Zertifikate von DGNB/ÖGNI, klima:aktiv, BREAM, LEED. Eigene Darstellung gemäß Anhang A. ....</i>	39
<i>Abbildung 28: Gebäudebewertungen in Österreich. Quelle: klimaaktiv Gebäudedatenbank, ÖGNB, ÖGNI, BREEAM, LEED Projektdatenbank. Eigene Darstellung. Abfragedatum 6.11.2020.....</i>	40
<i>Abbildung 29: Kostenbeeinflussung und Kostenentwicklung der Lebenszykluskosten. Quelle: (Ipser, 2017, S. 32).....</i>	50
<i>Abbildung 30: Erst- und Folgekosten im Immobilien-Lebenszyklus. Quelle: (Rottke &amp; Thomas, 2017, S. 440).....</i>	50
<i>Abbildung 31: Bereiche der Integralen Planung. Quelle: (Bundesinnung Bau, 2014, S. 3) .....</i>	52
<i>Abbildung 32: Regelablauf des Rückbaus nach ÖNORM B 3151:2014. Quelle: (Austrian Standards Institute, 2016, S. 16).....</i>	58

## Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Weltweit erteilte Nachhaltigkeitszertifikate. Quelle. Websites der Herausgeber (2020) .....</i>	<i>37</i>
<i>Tabelle 2: Vergleich der Zertifizierungsgewichtungen. Eigene Darstellung in Anlehnung an Taufrazthofer 2015, 50ff. ....</i>	<i>38</i>
<i>Tabelle 3: Lebenszyklusphasen, ihre Akteure und Aktivitäten. Quelle: (Pelzeter, 2006, S. 40) .....</i>	<i>42</i>

## Anhang

### Anhang A:

DGNB / ÖGNI			
Qualität	Kriterien	Gewichtung in % von der Gesamtbewertung	
Ökologie	Ökobilanz des Gebäudes	9,5%	22,5%
	Risiken für die lokale Umwelt	4,7%	
	Verantwortungsbewusste Ressourcengewinnung	2,4%	
	Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen	2,4%	
	Flächeninanspruchnahme	2,4%	
	Biodiversität am Standort	1,2%	
Ökonomie	Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	10,0%	22,5%
	Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit	7,5%	
	Marktfähigkeit	5,0%	
Soziokulturelle und funktionale Qualität	Thermischer Komfort	4,3%	22,5%
	Innenraumluftqualität	5,4%	
	Akustischer Komfort	0,0%	
	Visueller Komfort	3,2%	
	Einflussnahme des Nutzers	2,1%	
	Aufenthaltsqualitäten innen und außen	2,1%	
	Sicherheit	1,1%	
	Barrierefreiheit	4,3%	
Technische Qualität	Schallschutz	2,3%	15,0%
	Qualität der Gebäudehülle	3,0%	
	Einsatz und Integration von Gebäudetechnik	2,3%	
	Reinigungsfreundlichkeit des Baukörpers	1,5%	
	Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit	3,0%	
	Immissionsschutz	0,8%	
	Mobilitätsinfrastruktur	2,2%	
Prozessqualität	Qualität der Projektvorbereitung	1,6%	12,5%
	Sicherung der Nachhaltigkeitsaspekte in Ausschreibung und Vergabe	1,6%	
	Dokumentation für eine nachhaltige Bewirtschaftung	1,1%	
	Verfahren zur städtebaulichen und gestalterischen Konzeption	1,6%	
	Baustelle / Bauprozess	1,6%	
	Qualitätssicherung der Bauausführung	1,6%	
	Geordnete Inbetriebnahme	1,6%	
	Nutzerkommunikation	1,1%	
	FM-gerechte Planung	0,5%	
Standort	Mikrostandort	1,1%	5,0%
	Ausstrahlung und Einfluss auf das Quartier	1,1%	
	Verkehrsanbindung	1,1%	
	Nähe zu nutzungsrelevanten Objekten und Einrichtungen	1,7%	
		100,0%	100,0%

Darstellung der Qualitäten und Kriterien des Zertifizierungssystems von DGNB / ÖGNI mit der prozentuellen Gewichtung an der Gesamtbewertung.

Quelle: DGNB Kriterienkatalog Gebäude Wohnen 2018 (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, 2018)

klima:aktiv			
Qualität	Kriterien	Gewichtung in % von der Gesamtbewertung	
Standort	Standort	12,1%	12,1%
	Infrastruktur		
	Umweltfreundliche Mobilität		
	Mikroklima und Grünraum		
Energie und Versorgung	Energie	36,3%	56,5%
	Heizwärmebedarf		
	Primärenergiebedarf		
	CO <sub>2</sub> -Emissionen		
	Gesamtenergieeffizienzfaktor fGEE OIB		
	Innovative Effizienztechnologien	12,1%	
	Energieflexibilität		
	PV-Erträge		
	Betrieb und Qualitätssicherung	8,1%	
	Qualitätssicherung und Verbrauchsprognose		
	Energieverbrauchsmonitoring		
Gebäudehülle luftdicht			
Wirtschaftlichkeitsberechnungen			
Baustoffe und Konstruktionen	Ausschluss von besorgniserregenden Substanzen	0,0%	16,1%
	Ausschluss von klimaschädlichen Substanzen		
	Ausschluss von PVC		
	Vermeidung von besorgniserregenden Substanzen	4,0%	
	PVC-Freiheit für weitere Produktgruppen		
	Ausschluss von besonders besorgniserregenden Substanzen		
	Einsatz von klimafreundlichen Bauprodukten und Komponenten	4,0%	
	Produkte und Komponenten mit Umweltzeichen		
	Kältemittel	8,1%	
	Ökobilanzen		
Ökoindex OI3			
Entsorgungsindikator			
Kreislauffähigkeit und Rückbaukonzept			
Konfort und Gesundheit	Thermischer Komfort	4,0%	15,3%
	Thermischer Komfort im Sommer		
	Raumlufqualität	8,9%	
	Raumluftechnik		
	Produktmanagement		
	Messungen: Formaldehyd und VOC	2,4%	
	Tageslichtversorgung		
Tageslichtqualität			
		100,0%	100,0%

Darstellung der Qualitäten und Kriterien des Zertifizierungssystems von klima:aktiv mit der prozentuellen Gewichtung an der Gesamtbewertung.

Quelle: klima:aktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung 2020 (BMNT, klimaaktiv Kriterienkatalog, 2020)

<b>BREEAM</b>			
<b>Qualität</b>	<b>Kriterien</b>	<b>Gewichtung in % von der Gesamtbewertung</b>	
Management	Life cycle cost and service life planning	3,1%	16,4%
	Project brief and design	3,1%	
	Responsible construction practices	4,7%	
	Commissioning and handover	3,1%	
	Aftercare	2,3%	
Health and wellbeing	Water quality	0,8%	16,4%
	Indoor air quality	3,9%	
	Thermal comfort	2,3%	
	Visual comfort	3,1%	
	Acoustic performance	3,1%	
	Accessability	1,6%	
	Private space	0,8%	
	Hazards	0,8%	
Hazards	-	0,0%	0,0%
Energy	Reduction of energy use and carbon emissions	11,7%	21,1%
	Low carbon design	2,3%	
	Drying space	0,8%	
	External lighting	0,8%	
	Energy efficient transporting systems	2,3%	
	Energy efficient equipment	1,6%	
	Energy monitoring	1,6%	
Transport	Alternative modes of transport	1,6%	7,0%
	Public transport accessibility	3,1%	
	Proximity to amenities	1,6%	
	Home office	0,8%	
Water	Water consumption	3,9%	6,3%
	Water efficient equipment	0,8%	
	Water leak detection and prevention	0,8%	
	Water monitoring	0,8%	
Materials	Life cycle impacts	4,7%	9,4%
	Responsible sourcing of materials	3,1%	
	Designing for durability and resilience	0,8%	
	Material efficiency	0,8%	
Waste	Adaption to climate change	0,8%	6,3%
	Functional adaptability	0,8%	
	Construction waste management	2,3%	
	Operational waste	1,6%	
	Recycled aggregates	0,8%	
Land use and ecology	Site selection	2,3%	7,8%
	Enhancing site ecology	2,3%	
	Ecological value of site and protection of ecological features	1,6%	
	Long term impact on biodiversity	1,6%	
Pollution	Impact of refrigerants	3,1%	9,4%
	NOx emissions	1,6%	
	Reduction of night time light pollution	0,8%	
	Surface water run off	3,9%	
Innovation (additional)	Innovation	(10,0%)	(10,0%)
		100,0%	100,0%

Darstellung der Qualitäten und Kriterien des Zertifizierungssystems von BREEAM mit der prozentuellen Gewichtung an der Gesamtbewertung.

Quelle: BREAAAM International New Construction 2016 (BRE Global Limited, 2017, S. 21)

LEED			
Qualität	Kriterien	Gewichtung in % von der Gesamtbewertung	
	Integrative Process	0,9%	0,9%
Location and Transportation	Sensitive Land Protection	0,9%	14,5%
	High Priority Site	1,8%	
	Surrounding Density and Diverse Uses	4,5%	
	Access to Quality Transit	4,5%	
	Bicycle Facilities	0,9%	
	Reduced Parking Footprint	0,9%	
	Green Vehicles	0,9%	
	LEED for Neighborhood Development Location	-	
Sustainable Sites	Site Assessment	0,9%	9,1%
	Site Development - Protect or Restore Habitat	1,8%	
	Open Space	0,9%	
	Rainwater Management	2,7%	
	Heat Island Reduction	1,8%	
	Light Pollution Reduction	0,9%	
	Construction Activity Pollution Prevention	-	
Water Efficiency	Outdoor Water Use Reduction	1,8%	10,0%
	Indoor Water Use Reduction	5,5%	
	Cooling Tower Water Use	1,8%	
	Water Metering	0,9%	
	Outdoor Water Use Reduction	-	
	Indoor Water Use Reduction	-	
	Building-Level Water Metering	-	
Energy and Atmosphere	Enhanced Commissioning	5,5%	30,0%
	Optimize Energy Performance	16,4%	
	Advanced Energy Metering	0,9%	
	Demand Response	1,8%	
	Renewable Energy Production	2,7%	
	Enhanced Refrigerant Management	0,9%	
	Green Power and Carbon Offsets	1,8%	
	Fundamental Commissioning and Verification	-	
	Minimum Energy Performance	-	
	Building-Level Energy Metering	-	
Fundamental Refrigerant Management	-		
Materials and Resources	Building Life-Cycle Impact Reduction	4,5%	11,8%
	Building Product Disclosure and Optimization - Environmental Procurement	1,8%	
	Building Product Disclosure and Optimization - Sourcing of Raw Materials	1,8%	
	Building Product Disclosure and Optimization - Material Ingredient	1,8%	
	Construction and Demolition Waste Management	1,8%	
	Storage and Collection of Recyclables	-	
	Construction and Demolition Waste Management Planning	-	
Indoor Environmental Quality	Enhanced Indoor Air Quality Strategies	1,8%	14,5%
	Low-Emitting Materials	2,7%	
	Construction Indoor Air Quality Management Plan	0,9%	
	Indoor Air Quality Assessment	1,8%	
	Thermal Comfort	0,9%	
	Interior Lighting	1,8%	
	Daylight	2,7%	
	Quality Views	0,9%	
	Acoustic Performance	0,9%	
	Minimum Indoor Air Quality Performance	-	
Environmental Tobacco Smoke Control	-		
Innovation	Innovation	4,5%	5,5%
	LEED Accredited Professional	0,9%	
Regional Priority	Regional Priority: Specific Credit	0,9%	3,6%
	Regional Priority: Specific Credit	0,9%	
	Regional Priority: Specific Credit	0,9%	
	Regional Priority: Specific Credit	0,9%	
		100,0%	100,0%



Darstellung der Qualitäten und Kriterien des Zertifizierungssystems von LEED mit der prozentuellen Gewichtung an der Gesamtbewertung.

Quelle: LEED v4.1 Residential BD+C Multifamily Homes Core and Shell, New Construction (US Green Building Council, 2019)

## Anhang B: Gegenüberstellung der Zertifizierungssysteme

Ökologie	Kriterien	Gewichtung in % von der Gesamtbewertung	
ÖGNI	Ökobilanz des Gebäudes	9,5%	22,5%
	Risiken für die lokale Umwelt	4,7%	
	Verantwortungsbewusste Ressourcengewinnung	2,4%	
	Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen	2,4%	
	Flächeninanspruchnahme	2,4%	
	Biodiversität am Standort	1,2%	
klima:aktiv	Energie	36,3%	60,0%
	Heizwärmebedarf		
	Primärenergiebedarf		
	CO2-Emissionen		
	Gesamtenergieeffizienzfaktor fGEE OIB	0,0%	
	Ausschluss von besorgniserregenden Substanzen		
	Ausschluss von klimaschädlichen Substanzen		
	Ausschluss von PVC	4,0%	
	Vermeidung von besorgniserregenden Substanzen		
	PVC-Freiheit für weitere Produktgruppen		
	Ausschluss von besonders besorgniserregenden Substanzen	4,0%	
	Einsatz von klimafreundlichen Bauprodukten und Komponenten		
	Produkte und Komponenten mit Umweltzeichen	8,1%	
	Kältemittel		
	Betrieb und Qualitätssicherung		
	Qualitätssicherung und Verbrauchsprognose		
Energieverbrauchsmonitoring	8,1%		
Gebäudehülle luftdicht			
Wirtschaftlichkeitsberechnungen			
Ökobilanzen	8,1%		
Ökoindex OI3			
Entsorgungsindikator			
Kreislauffähigkeit und Rückbaukonzept			
BREEAM	Reduction of energy use and carbon emissions	11,7%	37,5%
	Life cycle impacts	4,7%	
	Water consumption	3,9%	
	Water quality	0,8%	
	Responsible sourcing of materials	3,1%	
	Designing for durability and resilience	0,8%	
	Material efficiency	0,8%	
	Impact of refrigerants	3,1%	
	Low carbon design	2,3%	
	NOx emissions	1,6%	
	Alternative modes of transport	1,6%	
	Adaption to climate change	0,8%	
	Drying space	0,8%	
	Reduction of night time light pollution	0,8%	
	External lighting	0,8%	

LEED	Green Power and Carbon Offsets	1,8%	25,5%
	Low-Emitting Materials	2,7%	
	Indoor Water Use Reduction	5,5%	
	Rainwater Management	2,7%	
	Outdoor Water Use Reduction	1,8%	
	Cooling Tower Water Use	1,8%	
	Heat Island Reduction	1,8%	
	Light Pollution Reduction	0,9%	
	Enhanced Refrigerant Management	0,9%	
	Building Product Disclosure and Optimization - Environmental Product	1,8%	
	Building Product Disclosure and Optimization - Sourcing of Raw Mate	1,8%	
	Building Product Disclosure and Optimization - Material Ingredients	1,8%	
	Fundamental Refrigerant Management	-	
	Storage and Collection of Recyclables	-	
	Construction and Demolition Waste Management Planning	-	

### Gegenüberstellung der ökologischen Qualität (eigene Darstellung)

Ökonomie	Kriterien	Gewichtung in % von der Gesamtbewertung	
ÖGNI	Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	10,0%	22,5%
	Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit	7,5%	
	Marktfähigkeit	5,0%	
klima:aktiv	-	-	-
BREEAM	Life cycle cost and service life planning	3,1%	3,9%
	Functional adaptability	0,8%	
LEED	Building Life-Cycle Impact Reduction	4,5%	4,5%

### Gegenüberstellung der ökonomischen Qualität (eigene Darstellung)

Soziokulturelle & funktionelle Qualität	Kriterien	Gewichtung in % von der Gesamtbewertung	
ÖGNI	Thermischer Komfort	4,3%	22,5%
	Innenraumlufqualität	5,4%	
	AkustischerKomfort	0,0%	
	Visueller Komfort	3,2%	
	Einflussnahme des Nutzers	2,1%	
	Aufenthaltsqualitäteninnenundaußen	2,1%	
	Sicherheit	1,1%	
	Barrierefreiheit	4,3%	
klima:aktiv	Thermischer Komfort	4,0%	15,3%
	Thermischer Komfort im Sommer		
	Tageslichtversorgung	2,4%	
	Tageslichtqualität		
	Raumlufqualität	8,9%	
	Raumluftechnik		
	Produktmanagement		
Messungen: Formaldehyd und VOC			
BREEAM	Indoor air quality	3,9%	14,8%
	Thermal comfort	2,3%	
	Visual comfort	3,1%	
	Acoustic performance	3,1%	
	Accesability	1,6%	
	Private space	0,8%	
	LEED	Daylight	
Interior Lighting		1,8%	
Enhanced Indoor Air Quality Strategies		1,8%	
Indoor Air Quality Assessment		1,8%	
Thermal Comfort		0,9%	
Quality Views		0,9%	
Acoustic Performance		0,9%	
Construction Indoor Air Quality Management Plan		0,9%	
Minimum Indoor Air Quality Performance		-	
Environmental Tobacco Smoke Control		-	

Gegenüberstellung der soziokulturellen & funktionalen Qualität (eigene Darstellung)

Technische Qualität	Kriterien	Gewichtung in % von der Gesamtbewertung	
ÖGNI	Schallschutz	2,3%	15,0%
	Qualität der Gebäudehülle	3,0%	
	Einsatz und Integration von Gebäudetechnik	2,3%	
	Reinigungsfreundlichkeit des Baukörpers	1,5%	
	Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit	3,0%	
	Immissionsschutz	0,8%	
	Mobilitätsinfrastruktur	2,2%	
klima:aktiv	Innovative Effizienztechnologien	12,1%	12,1%
	Energieflexibilität		
	PV-Erträge		
BREEAM	Energy efficient transporting systems	2,3%	7,8%
	Energy efficient equipment	1,6%	
	Energy monitoring	1,6%	
	Water efficient equipment	0,8%	
	Water leak detection and prevention	0,8%	
	Water monitoring	0,8%	
LEED	Optimize Energy Performance	16,4%	20,9%
	Renewable Energy Production	2,7%	
	Advanced Energy Metering	0,9%	
	Water Metering	0,9%	
	Minimum Energy Performance		
	Building-Level Energy Metering		
	Building-Level Water Metering		

Gegenüberstellung der technischen Qualität (eigene Darstellung)

Prozessqualität	Kriterien	Gewichtung in % von der Gesamtbewertung	
ÖGNI	Qualität der Projektvorbereitung	1,6%	12,50%
	Sicherung der Nachhaltigkeitsaspekte in Ausschreibung und Vergabe	1,6%	
	Dokumentation für eine nachhaltige Bewirtschaftung	1,1%	
	Verfahren zur städtebaulichen und gestalterischen Konzeption	1,6%	
	Baustelle / Bauprozess	1,6%	
	Qualitätssicherung der Bauausführung	1,6%	
	Geordnete Inbetriebnahme	1,6%	
	Nutzerkommunikation	1,1%	
	FM-gerechte Planung	0,5%	
klima:aktiv	-	-	-
BREEAM	Project brief and design	3,1%	22,7%
	Responsible construction practices	4,7%	
	Construction waste management	2,3%	
	Operational waste	1,6%	
	Recycled aggregates	0,8%	
	Surface water run off	3,9%	
	Commissioning and handover	3,1%	
	Aftercare	2,3%	
	Hazards	0,8%	
LEED	Enhanced Commissioning	5,5%	10,0%
	Construction and Demolition Waste Management	1,8%	
	Demand Response	1,8%	
	Integrative Process	0,9%	
	Fundamental Commissioning and Verification	-	
	Construction Activity Pollution Prevention	-	

### Gegenüberstellung der Prozessqualität (eigene Darstellung)

Standort	Kriterien	Gewichtung in % von der Gesamtbewertung	
ÖGNI	Mikrostandort	1,1%	5,0%
	Ausstrahlung und Einfluss auf das Quartier	1,1%	
	Verkehrsanbindung	1,1%	
	Nähe zu nutzungsrelevanten Objekten und Einrichtungen	1,7%	
klima:aktiv	Standort	12,1%	12,1%
	Infrastruktur		
	Umweltfreundliche Mobilität		
	Mikroklima und Grünraum		
BREEAM	Site selection	2,3%	13,3%
	Enhancing site ecology	2,3%	
	Ecological value of site and protection of ecological features	1,6%	
	Long term impact on biodiversity	1,6%	
	Public transport accesibility	3,1%	
	Proximity to amenities	1,6%	
	Home office	0,8%	
LEED	Surrounding Density and Diverse Uses	4,5%	18,2%
	Access to Quality Transit	4,5%	
	Site Development - Protect or Restore Habitat	1,8%	
	High Priority Site	1,8%	
	Sensitive Land Protection	0,9%	
	Site Assessment	0,9%	
	Reduced Parking Footprint	0,9%	
	Green Vehicles	0,9%	
	Bicycle Facilities	0,9%	
	Open Space	0,9%	

Gegenüberstellung der Standortqualität (eigene Darstellung)

Diverses	Kriterien	Gewichtung in % von der Gesamtbewertung	
ÖGNI	-	-	-
klima:aktiv	-	-	-
BREEAM	Innovation (additional)	(10,0%)	(10,0%)
	Innovation	4,5%	9,1%
LEED	Regional Priority: Specific Credit	3,6%	
	LEED Accredited Professional	0,9%	

Gegenüberstellung der diversen Kriterien (eigene Darstellung)