

Sanierung von Gründerzeithäusern mit dem Ziel der Dekarbonisierung

Masterthese zur Erlangung des akademischen Grades
“Master of Science”

eingereicht bei
Mag. Höflechner Peter, REV, FRICS

Nikolaus Knehs (B.Sc.)

01454583

Eidesstattliche Erklärung

Ich, **NIKOLAUS KNEHS (B.SC.)**, versichere hiermit

1. dass ich die vorliegende Masterthese, "SANIERUNG VON GRÜNDERZEITHÄUSERN MIT DEM ZIEL DER DEKARBONISIERUNG", 120 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, 15.01.2024

Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Hintergrundinformationen.....	4
2.1 Die Gründerzeit	4
2.2 Die Entwicklung und Gebäudestruktur des Gründerzeithauses	5
2.2.1 Das Mauerwerk	10
2.2.2 Wandöffnungen und Fenster	11
2.2.3 Heizen.....	12
2.2.4 Gas.....	13
2.2.5 Elektrischer Strom.....	13
2.2.6 Bad und WC	14
2.3 Einführung in die Thematik der Nachhaltigkeit.....	14
2.3.1 Definition der Nachhaltigkeit.....	15
2.3.2 Das Ein-Säulen Modell	16
2.3.3 Das Drei-Säulen Modell.....	17
2.4 Bedeutung der Nachhaltigkeit in der Immobilienwirtschaft	21
2.4.1 Ökologische Nachhaltigkeit	24
2.4.2 Ökonomische Nachhaltigkeit	27
2.4.3 Soziale Nachhaltigkeit.....	32
2.5 Wechselwirkung zwischen den Nachhaltigkeitsaspekten in der Immobilienwirtschaft	35
3. Thematische Grundlagen.....	37
3.1 Der Begriff Energie	37
3.2 Energieausweis für Gebäude	38
3.3 Regenerative Energie	41
3.3.1 Geothermie	42
3.3.2 Wärmepumpen	46
3.3.3 Sonnenenergie	47

3.4 Fernwärme (Wien)	49
4.4.1 Kennzahlen.....	50
3.5 Fernkälte.....	51
4.Sanierung und Umbau	53
4.1 Gesetzliche Regelungen und Normen	56
4.1.1 Bauordnung	56
4.1.2 OIB-Richtlinien (Österreichischen Institut für Bautechnik)	56
4.1.3 Denkmalschutz	57
4.1.4 Wiener Bauordnung	58
4.2 Sanierung unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit.....	63
4.2.1 Heizwärmebedarf	64
4.2.2 Primärenergiebedarf.....	65
4.2.3 CO ₂ – Emissionen.....	66
4.2.4 Gesamtenergieeffizienzfaktor fGEE OIB	67
4.3 Sanierungsmaßnahmen.....	67
4.3.1 Innovative und technische Lösungsansätze.....	68
4.4 Förderungen	72
4.4.1 Aktuelle Wohnbauförderungen	73
4.4.2 „Raus aus Öl und Gas“ für Private.....	77
4.4.3 Höhe der Förderungen.....	80
5. Ergebnisse der Arbeit	82
5.1 Vorteile einer thermisch-energetischen Sanierung	83
5.1.1 Klima und Finanzen	84
5.1.2 Reduzierung der Abhängigkeit und Autarkie.....	84
5.1.3 Verbessertes Raumklima.....	84
5.1.4 Wertsteigerung der Immobilie	85
5.1.5 Durchführung von Reparaturen.....	85
6. Schlussfolgerungen	86

Anhang	88
Anhang 1: Detailinformationen zu Geothermie	89
Anhang 2: Detailinformationen zur Solarthermie und Wärmequellen	95
Literaturverzeichnis.....	106
Gesetztestexte und Normen.....	109
Artikel und Berichte	109
Internetquellen.....	110
Abbildungs-, Tabellenverzeichnis.....	112

Kurzfassung

Die vorliegende Masterarbeit widmet sich der anspruchsvollen Aufgabe, historische Gründerzeithäuser in Wien im Kontext des zunehmenden Umweltbewusstseins und der Notwendigkeit einer effizienten Ressourcennutzung energetisch zu optimieren. Angesichts des übergeordneten Ziels, Österreich bis zum Jahr 2040 klimaneutral zu gestalten, fokussiert die Arbeit auf die energetische Sanierung dieser Gebäude als entscheidenden Schritt zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen im Wohnsektor. Die Untersuchung beleuchtet die historischen Grundlagen der Gründerzeitarchitektur und analysiert, inwiefern diese Gebäude im Einklang mit modernen energetischen Standards und ökologischen Zielen optimiert werden können. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die Bedeutung nachhaltiger Bauweisen und regenerativer Energieversorgungssysteme für die Immobilienbranche gelegt. Die Gliederung der Arbeit erfolgt in historische Prämissen, ökologische Imperative und innovative Energieversorgungsvarianten für Gründerzeitgebäude. Ein zentraler Schwerpunkt liegt auf konkreten Methoden zur thermisch-energetischen Sanierung mit dem Ziel, einen Wettbewerbsvorteil für diese historischen Immobilien zu generieren. Die erzielten Ergebnisse verdeutlichen, dass die energetische Sanierung nicht nur ökologisch und ökonomisch vorteilhaft ist, sondern auch den Immobilienwert steigert. Die Reduktion des Energieverbrauchs, die Nutzung erneuerbarer Energien und finanzielle Anreize durch Fördermaßnahmen tragen zur Attraktivität und Werthaltigkeit der Gebäude bei. Die Vorzüge einer thermisch-energetischen Sanierung werden in verschiedenen Bereichen verdeutlicht, darunter das Klima, die Finanzen, die Unabhängigkeit von externen Energiequellen, das Raumklima, die Immobilienwertsteigerung und die Möglichkeit zur Durchführung von Reparaturen. Die Arbeit schließt mit einem Appell an die Eigentümer, die Sanierung als Chance für individuelle Werterhöhung und als Beitrag zur nachhaltigen Gesellschaft zu erkennen. Dabei wird die Bedeutung der Renovierung historischer Gebäude als strategische Investition in eine emissionsärmere Zukunft hervorgehoben, und es wird dazu aufgerufen, diesen Weg im Einklang mit den globalen Klimazielen zu beschreiten.

1. Einleitung

Die stetig wachsende Sensibilisierung für Umweltbelange und die zunehmende Notwendigkeit, Ressourcen effizient zu nutzen, haben die Architektur- und Immobilienbranche vor neue Herausforderungen gestellt. In diesem Kontext gewinnt die Optimierung von historischen Bauten, insbesondere der Wiener Gründerzeithäuser hinsichtlich ihrer Energieeffizienz und Nachhaltigkeit eine zentrale Bedeutung. Die vorliegende Masterarbeit widmet sich der Fragestellung, inwiefern Architekten und Fachplaner die Potenziale dieser architektonischen Schätze ausschöpfen können, um nicht nur den modernen energetischen Standards zu genügen, sondern darüber hinaus die ökologischen und ökonomischen Vorteile für Eigentümer, Mieter und die Umwelt zu maximieren. Die Analyse und Optimierung historischer Gebäude stellen eine komplexe Herausforderung dar, die nicht nur technische Aspekte, sondern auch den Erhalt des kulturellen Erbes berücksichtigt.

Bis zum Jahr 2040 soll Österreich klimaneutral sein – auf dieses Ziel hat sich die aktuelle Bundesregierung geeinigt. Dazu müssen auch die Treibhausgas-Emissionen im Wohnbereich stark sinken. Die energetische Sanierung bestehender Gebäude ist dabei ein wichtiger Baustein. Klimaneutrale Gebäude der Zukunft sind energieoptimierte Gebäude, die eine intelligente Steuerung und Vernetzung sowie eine wirtschaftliche und klimafreundliche Energieversorgung aufweisen. Klimaneutral bedeutet, dass Gebäude und Quartiere nach einer Sanierung im Einklang mit den Zielen des Pariser Klimaabkommens von 2015 (COP21) stehen, das besagt, die Erderwärmung auf möglichst 1,5 °C zu beschränken. Die Treibhausgasemissionen von Gebäuden sollen durch die Sanierung, den weiteren Betrieb und auch die "End of Life"-Phase auf ein Maß reduziert werden, das natürlich kompensiert werden kann.

Um das österreichische Ziel – die Klimaneutralität bis 2040 – zu erreichen, sollen in den nächsten Jahren die Sanierungsrate und die Sanierungsqualität massiv angehoben werden. Dazu wurde 2021 auch eine Sanierungsoffensive gestartet. Die Anwendung der EU-Gebäuderichtlinie, die von allen EU-Ländern harmonisiert wurde, verlangt zuerst eine energieeffiziente Sanierung und danach eine Umstellung von erneuerbaren Energien, um den Energieverbrauch zu senken. Unter anderem soll bis 2035 das Heizen mit fossilen Brennstoffen in Österreich aus heimischen Gebäuden gänzlich verschwinden.

Der zentrale Leitgedanke dieser Masterarbeit entspringt der Überzeugung, dass die Renaissance dieser architektonischen Juwelen nicht nur eine Restaurierung ihrer äußeren Pracht bedeutet,

sondern auch eine tiefgreifende Transformation im Sinne der Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit impliziert. Vor dem Hintergrund der drängenden Klimakrise und der unausweichlichen Notwendigkeit, den Pfad der Dekarbonisierung einzuschlagen, intendiert diese Arbeit, eine überzeugende Argumentation für die Entscheidung zur Sanierung und den konsequenten Übergang von fossilen zu regenerativen Energien zu entwickeln.

In den folgenden Abschnitten wird dieses Vorhaben in seiner Vollständigkeit durchleuchtet, indem sowohl die historischen Prämissen als auch die gegenwärtigen ökologischen Imperative beleuchtet werden. Die Essenz dieser Arbeit liegt somit in der kunstvollen Verknüpfung von Tradition und Innovation, wobei der Weg zur Dekarbonisierung als eine unumgängliche Brücke zwischen gestern und morgen betrachtet wird.

Die Gründerzeit steht nicht nur für eine Ära historischer Entwicklungen, sondern auch für eine architektonische Pracht, die bis heute das Stadtbild prägt. Die im 19. Jahrhundert entstandenen Gebäude repräsentieren nicht nur eine Zeitspanne, sondern auch eine spezifische Bauweise, die den urbanen Raum nachhaltig geformt hat. Diese Diplomarbeit nimmt sich vor, die geschichtlichen Hintergründe der Gründerzeit und deren Einfluss auf die Gebäudestruktur eingehend zu beleuchten.

Im ersten Teil dieser Arbeit wird somit ein Blick auf die historischen Fundamente geworfen, um das Verständnis für die Charakteristika der Gründerzeitgebäude zu vertiefen. Der Fokus liegt dabei auf der Architektur, die nicht nur Zeitgeist widerspiegelt, sondern auch als Grundlage für spätere Überlegungen zur energetischen Nachhaltigkeit dient.

Mit einer nahtlosen Überleitung führt der zweite Abschnitt dieser Arbeit in die Welt der Nachhaltigkeit ein, wobei der Schwerpunkt auf deren Anwendung in der Immobilienwirtschaft liegt. In einer Zeit, in der ökologische Verantwortung einen immer höheren Stellenwert einnimmt, wird die Bedeutung nachhaltiger Bauweisen und Energieversorgungssysteme zunehmend evident.

Der Fokus verschiebt sich im weiteren Verlauf der Arbeit auf innovative und regenerative Energieversorgungsvarianten für Mehrparteienhäuser, die als Schlüssel für eine nachhaltige Immobilienzukunft gelten. Dabei werden sowohl technologische Entwicklungen als auch

wirtschaftliche Aspekte berücksichtigt, um ganzheitliche Lösungen für die Energieversorgung von Gründerzeitgebäuden zu präsentieren.

Im dritten Teil rückt die energetische Nachhaltigkeit durch Sanierungsmaßnahmen in den Mittelpunkt. Konkrete Methoden zur thermisch-energetischen Sanierung von Gründerzeitbauten werden ausführlich diskutiert, wobei das übergeordnete Ziel besteht, einen Marktvorteil für diese historischen Immobilien zu schaffen.

Diese Arbeit verfolgt somit das klare Ziel, durch die Darstellung von thermisch-energetischen Sanierungsmaßnahmen an Gründerzeitgebäuden einen Weg aufzuzeigen, wie Hauseigentümer nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch von nachhaltigen Maßnahmen profitieren können. Als Entscheidungsvorlage für Hauseigentümer konzipiert, strebt diese Arbeit an, einen Beitrag zur Transformation historischer Bausubstanz in zukunftsweisende, nachhaltige Immobilien zu leisten.

2. Hintergrundinformationen

Wie wird ein Wiener Gründerzeit-Zinshaus definiert? Eine präzise Definition bietet der Erste Wiener Zinshaus-Marktbericht von Otto Immobilien. Gemäß diesem Bericht handelt es sich um Bauwerke, die in den Jahren 1848 bis 1918 in geschlossener Bauweise errichtet wurden. Architektonisch sind Gründerzeithäuser dem Historismus zuzuordnen, wobei sie häufig mit klassischen dekorativen Stilelementen verziert sind. Diese Immobilien dienen nicht öffentlichen Zwecken, und es liegt keine Form des Wohnungseigentums vor. (Erster Wiener Zinshaus – Marktbericht, Otto Immobilien, Frühjahr 2022, S. 3ff).

2.1 Die Gründerzeit

Im Jahre 1840 verzeichnete die Bevölkerung Wiens eine Anzahl von etwa 440.000 Einwohnern. Ein erhebliches Bevölkerungswachstum war zu dieser Zeit durch Zuwanderung, eine gesteigerte Geburtenrate sowie gesellschaftliche Veränderungen bedingt. Diese Entwicklungen stellten die Stadtplaner vor bedeutende Herausforderungen. Die steigende Wohnungsnot führte zu einem regelrechten Bauboom, der als entscheidender Moment für die Entstehung des Gründerzeit-Zinshauses betrachtet werden kann. Bis zum Jahr 1918 erreichte die Bevölkerung Wiens schließlich knapp 2.240.000 Menschen. (Abrihan und Magistrat der Stadt Wien 2013).

Insgesamt wurden während dieses Zeitraums etwa 450.000 Wohnungen errichtet, von denen viele bis heute einen maßgeblichen Anteil an der Wohnbebauung Wiens ausmachen. Für die Analyse des Gründerzeithauses ist die städtebauliche Gliederung zu jener Zeit von wesentlicher Bedeutung, da sie Rückschlüsse auf die Baustruktur und -weise im Kontext gesellschaftlicher Entwicklungen und Nutzergruppen zulässt. (Abrihan und Magistrat der Stadt Wien 2013).

Zu Beginn der Gründerzeit war Wien in drei Abschnitte unterteilt. Der Kernbereich entsprach der Altstadt, die heute weithin dem ersten Wiener Gemeindebezirk entspricht und sich innerhalb der ehemaligen Stadtmauer erstreckte, die mit der heutigen Lage der Ringstraße korreliert. Die dort befindlichen Bürger- und Mietshäuser datieren überwiegend aus dem 18. und frühen 19. Jahrhundert. (Abrihan und Magistrat der Stadt Wien 2013).

Der Beschluss Kaiser Franz Josephs I. im Jahr 1857, die städtischen Befestigungsanlagen aufzugeben, führte schließlich zu einer Gründerzeitbebauung in den Gebieten des ehemaligen

Glacis, dem unbebauten Vorfeld der Stadtmauer. (Erster Wiener Zinshaus – Marktbericht, Otto Immobilien, Frühjahr 2017, S. 21).

In den Vorstädten, heute durch den Wiener Gürtel begrenzt, wurden ab der Mitte des 19. Jahrhunderts vermehrt bürgerliche Mietshäuser errichtet. Ihre Fassadengestaltung orientierte sich an der horizontalen Gliederung und dem reichhaltigen Einsatz von Zierelementen des Historismus, wie sie bei den großbürgerlichen Mietshäusern entlang der Ringstraße zu finden waren. (Abrihan und Magistrat der Stadt Wien 2013). Die Wohnungen in zentrumsnahen Gebäuden waren in der Regel größer als die des Arbeitervolkes und verfügten teilweise über Räumlichkeiten für Bedienstete. (Fassmann, Hatz, und Matznetter 2009).

Die dritte Zone erstreckte sich außerhalb des heutigen Gürtels, in die damaligen Vororten. Dort wurden Mietshäuser und Mietskasernen für Arbeiter errichtet, die vorwiegend mit Klein- und Kleinstwohnungen ausgestattet waren. Diese Wohnungen, oft über einen Außengang zugänglich, bestanden aus einem Zimmer und eventuell einem Kabinett, und ihre Fassaden waren ähnlich strukturiert wie die Gebäude in zentrumsnahen Gebieten, jedoch in reduzierter Form. (Abrihan und Magistrat der Stadt Wien 2013). Die Toilettenanlagen sowie der Wasseranschluss, die sogenannte "Bassena", befanden sich im Gangbereich und wurden gemeinschaftlich genutzt. (Fassmann u. a. 2009). Im Jahr 1917 machten Klein- und Kleinstwohnungen etwa 50 % des Gesamtwohnungsbestandes in Wien aus. (Abrihan und Magistrat der Stadt Wien 2013).

2.2 Die Entwicklung und Gebäudestruktur des Gründerzeithauses

Bereits während der Epoche des Vormärz manifestierte sich in Wien die architektonische Form des Zinshauses. Diese spezielle Baustruktur fand Anwendung sowohl auf schmalen Grundstücken als auch in größeren Dimensionen. Es war nicht unüblich, dass bestehende Bausubstanz aus früheren Bauperioden in die Konzeption integriert wurde, was sich von der späteren Gründerzeit unterschied. Die Gebäude wurden durch die sogenannte Blockrandbebauung miteinander verbunden und nahmen Formen von Straßentrakten oder Seitenflügelhäusern an. Je nach Gestalt ihres Grundrisses wurden sie als L-, U- oder T-förmige Typen klassifiziert. Gelegentlich fanden sich an diesen Häusern auch Pawlatschen, das sind offene Laubengänge, die zu individuellen Wohneinheiten führten. Die Standardisierung der Grundriss-Typologien war zu dieser Zeit noch nicht weit fortgeschritten. (Jäger-Klein 2010).

Das Wiener Gründerzeithaus in klassischer Bauart präsentiert eine Traufenhöhe von etwa 16 bis 25 Metern. Darüber erstreckt sich ein Satteldach, bedeckt mit Ziegeln, die als die "Wiener Taschen" bekannt sind. Die Neigung dieses Daches beträgt zwischen 32 und 37 Grad. Die Konstruktion der Pfetten für das Kaltdach ruht im Firstbereich auf einer stabilen tragenden Mittelmauer, die gleichzeitig die Kamineinfassungen beherbergt. Eine schlichte Gestaltung kennzeichnet sowohl das Dach als auch die Hoffassade des Gebäudes. (Kniefacz und Gebietsbetreuung 2004).

Die Außenmauern bestehen aus massivem Ziegelmauerwerk und offenbaren beachtliche Wandstärken, die sich in den oberen Etagen allmählich reduzieren. Die Straßenansicht des Gebäudes beeindruckt durch aufwändige Verzierungen, darunter Gesimse und horizontal angeordnete Stuckelemente. Im Laufe der Zeit wurden diese Verzierungen von den Fassaden, besonders an den Arbeiterwohnhäusern, häufig entfernt, und heute lassen sich ihre Details lediglich anhand historischer Planunterlagen rekonstruieren. (Hüttler, W, Sammer, K, Innovative Sanierung von Gründerzeitgebäuden- technische Optionen und rechtliche Fragen, immolex, 09/2010, S.237-243).

Eine ausreichende Fundierung offenbart sich nicht immer im unmittelbaren Erscheinungsbild. Diese Funktion wird von den Kellerwänden übernommen, die eine Dicke von bis zu 90 Zentimetern aufweisen und aus Ziegelmauerwerk bestehen. Der Fußboden setzt sich häufig aus natürlichen Lehmböden zusammen, die bereits vorhanden sind. Aufgrund der fehlenden Abdichtung und der damit einhergehenden Feuchtigkeitsinfiltration durch die Ziegelwände ergibt sich eine Begrenzung hinsichtlich der Nutzung der Kellerräume sowie vielfach auch der darüber liegenden Erdgeschossbereiche. Eine uneingeschränkte Nutzung ist erst nach Durchführung von Trockenlegungs- und Abdichtungsmaßnahmen möglich. (O A 2013b).

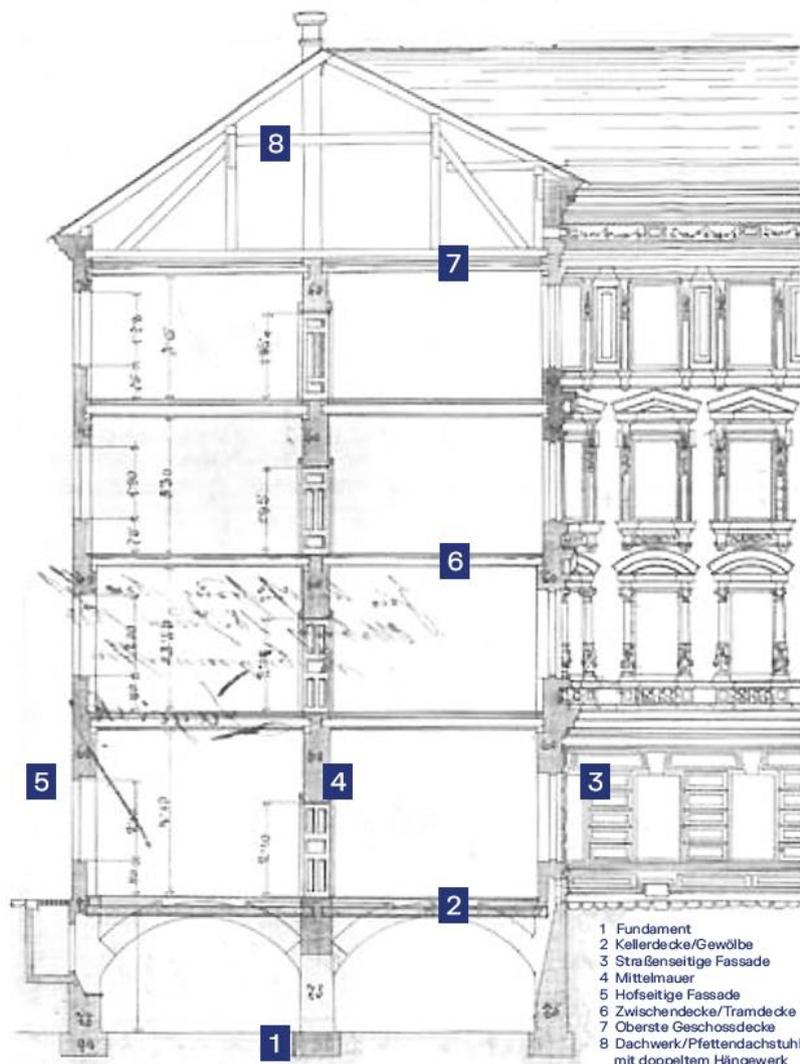


Abbildung 01: Schnitt eines typischen Gründerzeithauses © (Abrihan und Magistrat der Stadt Wien 2013)

Die architektonische Konstruktion, die den oberen Bereich des Kellers abschließt, präsentiert sich in Form einer stabilen Deckenstruktur. Diese architektonische Struktur wird in der Regel in Form eines Tonnengewölbes oder einer Ziegelkappendecke ausgeführt und ist als "Platzgewölbe" bekannt. Es setzt sich aus robusten Tonnengewölben zusammen, welche von Stahlprofilträgern getragen werden. Diese Konfiguration resultiert in einer beträchtlichen Tragfähigkeit sowie einer außerordentlichen Langlebigkeit. Im Kontext historischer Gründerzeithäuser wurde ebenso die Decke über dem Erdgeschoss oft im Stil des "Platzgewölbes" gestaltet. Im Kontrast dazu bestehen die Zwischengeschossdecken der oberen Stockwerke größtenteils aus Holztramdecken. Die Untersicht der Holzdecken wurde mittels einer Stukkatorschalung umgesetzt, auf die eine Schilfrohrmatte aufgebracht wurde, um den Putz aufzunehmen. Der Fußbodenaufbau präsentiert sich in Form einer Sturzschalung auf den

Tramen, gefolgt von einer Schüttung, dem Blindboden, welcher auf Polsterhölzern ruht und schließlich der abschließenden Oberfläche, wahlweise in Form von Parkett- oder Schiffboden. Die oberste Geschossdecke, die das Dachgebälk stützt, wurde in der Konfiguration einer Dippelbaumdecke konstruiert. Ein charakteristisches Merkmal dieser Bauweise ist, dass die Deckenbalken im Gegensatz zur Tramdecke direkt und ohne Zwischenraum aneinander angeordnet sind. Diese Gestaltungsvariante verleiht der Decke eine beträchtliche Steigerung ihrer Tragfähigkeit. Diese Tatsache erweist sich als von grundlegender Bedeutung, da die spezifische Struktur dieser Decke in der Lage sein muss, die auftretenden Belastungen eines möglichen Einsturzes des Dachstuhls, beispielsweise im Falle eines Brandes, effektiv zu absorbieren. (Hofer und Klinger 2022).

Das charakteristische Merkmal des Wiener Gründerzeithauses besteht in einer architektonischen Anordnung, die neben dem Erdgeschoss bis zu drei bis vier weitere Stockwerke umfasst. In einer vertikalen Dimension der Geschosse zeigt sich eine graduell abnehmende lichte Raumhöhe mit steigender Höhe. Diese physische Ausgestaltung korreliert in gewisser Weise mit dem historischen Sozialgefüge, indem sie auf die Tendenz verweist, dass die höher gelegenen Ebenen von Bewohnern minderer sozialer Positionierung bevorzugt wurden. Diese Disposition lässt sich auf die Prämisse zurückführen, dass die begehrteste Residenzregion, nämlich die Beletage, im ersten Obergeschoss lokalisiert war. Hier manifestierte sich folglich auch eine signifikante Mietpreishierarchie, die die höchsten Mieten für diese privilegierte Ebene vorsah. Das Erdgeschoss wurde überwiegend für kommerzielle Zwecke genutzt, während der nicht ausgebauten Dachboden oft die einfache Funktion eines Wäschetrockenbereichs innehatte. Die räumlichen Gegebenheiten im Souterrain hingegen, sofern sie existierten, tendierten dazu, als weniger präferierte Wohnbereiche wahrgenommen zu werden. (Kniefacz und Gebietsbetreuung 2004).

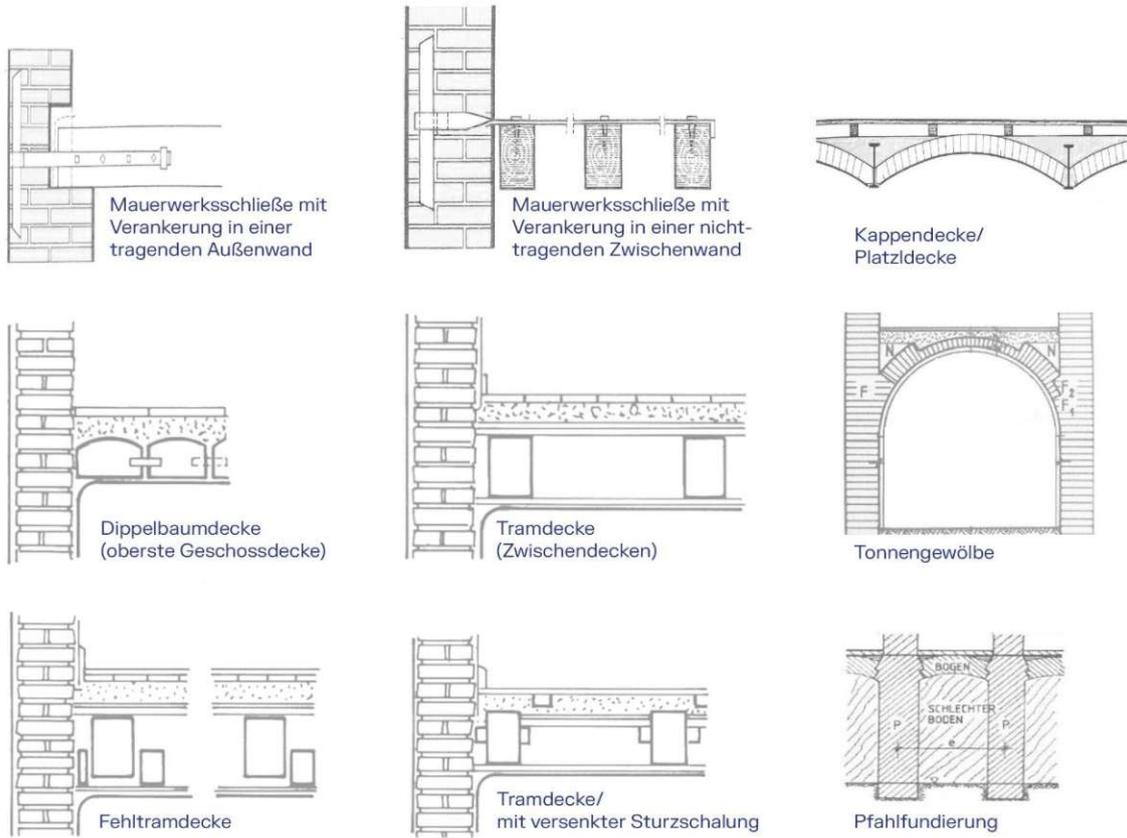


Abbildung 02: Details von Decken, Böden, Fundamenten und Verbindungen von Wand und Decke in einem typischen Gründerzeithaus © Andreas Kolbitsch, Bautechnische Analysen und Statik historischer Baukonstruktionen, Wien 2015.

Die Fenster des Gründerzeithauses weisen zwei unterschiedliche Ausführungsvarianten auf. Bis zum Jahr 1860 wurde im städtischen Umfeld an den Straßenfronten das klassische Altwiener Kastenfenster präferiert. An den Hoffassaden hielt sich diese Ausführung sogar bis zum Ende der Gründerzeit. Diese spezielle Fensterform wurde in die Fassade integriert, wobei die äußeren Flügel nach außen geöffnet wurden. Ab dem Jahr 1855 etablierte sich vermehrt die Verwendung des Wiener Kastenfensters. Hierbei erfolgte der Einbau tiefer in die Leibung, was eine nicht mehr außenbündige und somit wettergeschütztere Positionierung zur Folge hatte. In dieser Ausführung besteht die Möglichkeit, sowohl die Innen- als auch die Außenflügel nach innen zu öffnen. (Bernard u. a. 2014).

Die Integration der Zentralheizung und der Gasversorgung erfolgte erst während des Übergangs zur Jahrhundertwende in die Strukturen des Gründerzeithauses. Die Einführung der Elektrizität erfolgte schließlich zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Es datieren aus dieser Epoche die nach wie

vor präsenten nicht-geerdeten und textillummantelten Stromleitungen, welche ein substanzielles Gefährdungspotenzial darstellen können. In Bezug auf die sanitären Bedingungen während der Gründerzeit ist aus zeitgenössischer Perspektive vornehmlich von einer prekären und unzureichenden Beschaffenheit zu sprechen. Hierbei ist jedoch hervorzuheben, dass ab dem Jahr 1873 die Wiener Hochquellwasserleitung in Betrieb genommen wurde und bereits ab 1859 gemäß den geltenden Baubestimmungen Neuerrichtungen an das Wiener Kanalnetz anzuschließen waren.(O A 2014).

Die ausgeführten Wasserleitungen wurden grundsätzlich in Form von Bleirohren realisiert, was jedoch im Kontext aktueller Vorschriften nicht mehr konform ist. (O A 2013b).

2.2.1 Das Mauerwerk

Angesichts der florierenden Bauaktivitäten ab dem Jahre 1840, insbesondere entlang der Rangstraße in Wien, geriet der Verfügbarkeitsstatus des Baustoffes Naturstein in eine problematische Schieflage und bedingt durch die beträchtliche Nachfrage erfolgte eine markante Preiserhöhung desselben. Diese Situation induzierte eine verstärkte Präferenz für das kostengünstigere Baumaterial Ziegel, verstärkt noch durch die bahnbrechende Einführung des Ringofens zur effizienteren Ziegelproduktion im Jahre 1859. Es ist von besonderem Interesse, dass bereits in den legislativen Maßgaben der Bauordnung präzise Richtlinien für die Herstellung von Ziegeln verankert wurden. Das Mauerwerk der Zinshäuser erfüllte mehrere essenzielle Funktionen. Es diente sowohl dem Schutz vor widrigen Witterungsbedingungen als auch als strukturelle Stütze für die Gebäude, wobei es gleichzeitig eine Schalldämmungsfunktion übernahm. Diese tragenden Mauern waren vielfältig, einschließlich der Außenwände, der Trennwände zwischen den Wohnungen und der brandschutztechnischen Trennwände. Im Jahre 1859 wurden in der Bauordnung konkrete Vorschriften für die Dimensionierung dieser Mauern festgehalten. Gemäß diesen Vorschriften sollte die Mauerstärke von oben nach unten abnehmen. Präziser ausgedrückt sah die Bauordnung vor, dass bei einer Raumtiefe von bis zu 6,5 Metern die Mauer eine Dicke von etwa 30 Zentimetern haben sollte. Für jedes zusätzliche Stockwerk sollte diese Dicke um acht Zentimeter zunehmen. (Erster Wiener Zinshaus – Marktbericht, Otto Immobilien, Frühjahr 2013, S. 12).

1. Ziegelteilung.

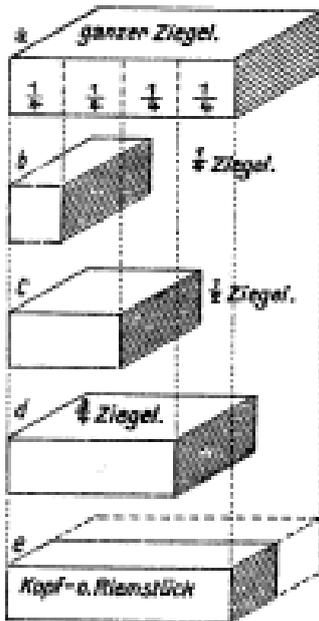


Abbildung 03: Ziegelteilung © (Titscher und Arbeiten 1910)

2.2.2 Wandöffnungen und Fenster

Jeder Raum war dazu verpflichtet, durch Wandöffnungen für Luftzirkulation und natürliche Belichtung gesorgt zu haben. Zur Gewährleistung dieses Erfordernisses wurde auf Lichthöfe zurückgegriffen. Diese Lichthöfe hatten ursprünglich eine Mindestfläche von Quadratmetern, jedoch wurde diese Größe aufgrund der zunehmenden Verdichtung der Bebauung auf 6 Quadratmeter reduziert. Die Fenster in den Gebäuden der Wiener Gründerzeit sind in der Regel Kastenfenster, die aus Holz gefertigt sind und Einfachverglasungen aufweisen. Aufgrund der begrenzten Größe der verfügbaren Glasscheiben sind die beiden Flügelrahmen häufig zusätzlich durch Fenstersprossen unterteilt. So entsteht eine geschlossene Struktur die aus den äußeren und inneren Flügeln sowie dem Rahmen besteht und im Regelfall eine Tiefe von etwa 8 bis 25 Zentimeter aufweist. Aufgrund der großen Fensterhöhe in Gründerzeithäusern und der leichteren Bedienbarkeit der Flügel befindet sich der Kasten im Regelfall im oberen Drittel und wird horizontal durch einen Kämpfer sowohl in der inneren als auch äußeren Fensterebene unterteilt. Dies führt jeweils zu einem Oberlicht, das konstruktiv ähnlich den Fensterflügeln gestaltet ist, sei es ein- oder zweiflügelig. Bei gestuften Fassaden ist der Kasten oft in der Fensteröffnung zurückversetzt angeordnet, wodurch er vor Witterungseinflüssen geschützt bleibt. Die ca. 3–4 cm breiten Flügelrahmen sind üblicherweise profiliert und seitlich am Kasten durch Fensterbänder befestigt. Die Verglasung ist von außen in den Flügel eingefügt und erfüllt

die Funktion einer stabilisierenden Platte in der Flügelstatik. Zusätzlich sind die Flügel oft an den Ecken mit Fensterwinkelbändern verstärkt. Beide Fensterebenen in den Kastenfenstern dieser Epoche öffnen sich nach innen und werden durch eine Falzverriegelung nach oben im Kämpfer und nach unten im Fensterbrett gesichert. Die Verriegelung wird durch eine in der Mitte des Flügelstulps angebrachte Fensterhalbolive oder einen Fensterreiber betätigt. Die Frage der geringfügigen Undichtigkeit war damals wie heute ein viel diskutiertes Thema. (vgl. F. Oettl, (2011), Wien, S. 9f.).

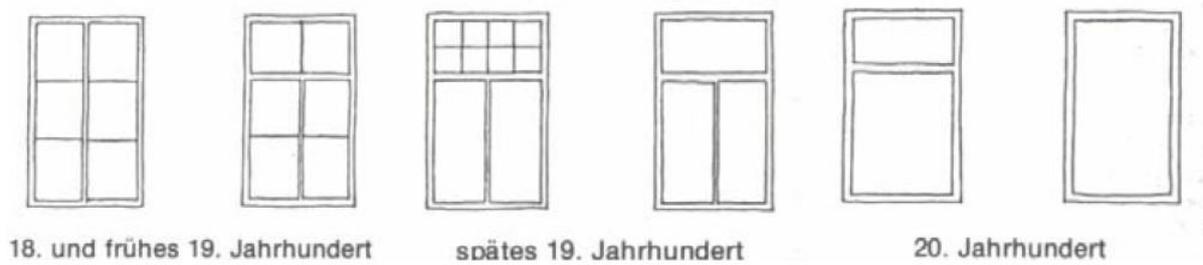


Abbildung 04: Fensterteilungen © (Breitling 1982)

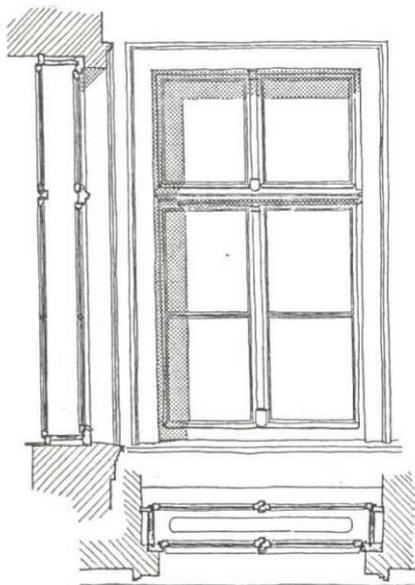


Abbildung 05: Fenster mit Wiener Stock © (Breitling 1982)

Im Fall des Kastenfensters mit dem sogenannten Wiener Stock erfolgt das Öffnen beider Flügel nach innen, und der Fensterrahmen ist etwa 10 Zentimeter in die Fassade zurückgesetzt, wodurch die Fensterlaibung besonders betont wird. Ein vorteilhafter Aspekt dieses Fenstertyps besteht in seiner erhöhten Fähigkeit, Regen abzuwehren.

2.2.3 Heizen

Die Verbreitung von Zentralheizungen begann erst in den 1890er-Jahren. Allerdings waren sie zu dieser Zeit hauptsächlich in wohlhabenderen Wohngebieten und Herrenhäusern anzutreffen. Es verging noch einige Zeit, bevor sie in einfacheren Mietshäusern Einzug hielten. Vor dieser Entwicklung, die vorschrieb, dass jeder Raum beheizbar sein sollte, waren Kamine

in jedem Raum vorgesehen, die mit Holz beheizt werden konnten. In den Mietshäusern des Bürgertums sind bis heute teilweise diese wunderschönen, historischen Holzkamine erhalten geblieben. (Erster Wiener Zinshaus – Marktbericht, Otto Immobilien, Frühjahr 2013, S.15).

2.2.4 Gas

Gas wurde erstmals in Wien während der 1850er Jahre eingeführt. In dieser Zeit fand es primär Verwendung zur Illumination. Damals existierten insgesamt 1058 gasbetriebene Laternen in der Inneren Stadt, die zur Beleuchtung der Straßen beitrugen, während in den Vorstädten lediglich 282 solcher Laternen zu verzeichnen waren. Erst mit dem Übergang ins neue Jahrhundert erfuhr Gas eine flächendeckende Anwendung und wurde in der Folge auch zur Erzeugung von Warmwasser und zur Beheizung von Gebäuden genutzt. (Petrovic und Nagl 1998).

2.2.5 Elektrischer Strom

Bis zur Einführung elektrischen Stroms in private Haushalte sollten noch einige Jahre verstreichen. Erst in den frühen Jahren des 20. Jahrhunderts wurde Elektrizität für die breite Bevölkerung zugänglich. Vor dieser Zeit fand sie eher Verwendung an öffentlichen Orten, beispielsweise für Straßenbahnen und Ähnliches. Spätestens mit dem Beginn des 20. Jahrhunderts wurde elektrischer Strom zu einem unverzichtbaren Bestandteil des täglichen Lebens. Dies war die Ära, in der der elektrische Aufzug auch in Europa weitverbreitet wurde. Schon ab etwa 1853 war der Aufzug in den Vereinigten Staaten zu einem unentbehrlichen Ausstattungsmerkmal geworden, nachdem er von Elisha Otis erfunden worden war. (Erster Wiener Zinshaus – Marktbericht, Otto Immobilien, Frühjahr 2013, S. 15).

Die Elektroleitungen, die damals verbaut wurden, finden sich oft noch heute in historischen Gebäuden. Die Herausforderung dabei besteht darin, dass diese Leitungen lediglich mit einem isolierenden Stoffmantel umhüllt waren und keine Erdung aufwiesen. Dies führte zwangsläufig zu einem erhöhten Brandrisiko. Das Elektrotechnikgesetz von 1992 sieht vor, dass solche veralteten Leitungen den zeitgemäßen Standards angepasst werden müssen und somit neu hergestellt werden sollten. (O A 2009).

2.2.6 Bad und WC

Bereits im 16. Jahrhundert wurden in Wien öffentliche Brunnen errichtet, um die Bürger Wiens mit frischem Wasser zu versorgen. Erst im Jahre 1804 wurde die „Albertinische Wasserleitung“ vollendet, die das erste umfassende Wasserversorgungssystem in Wien darstellte. Diese Wasserleitung wurde etwa ab dem Jahr 1840 durch die Kaiser-Ferdinand-Wasserleitung ergänzt und später, ab 1873, durch die Wiener Hochquellwasserleitung erweitert. Ab dem Jahr 1859 wurden, gemäß den geltenden Bauvorschriften, neue Gebäude in Wien an das städtische Kanalisationsnetz angeschlossen. Diese Anforderung wurde teilweise auch auf bestehende Gebäude ausgeweitet. Ursprünglich waren Toiletten in den öffentlichen Gängen zugänglich für jedermann. Mit der Zeit fanden sie jedoch auch ihren Platz innerhalb der Wohnungen. (Erster Wiener Zinshaus – Marktbericht, Otto Immobilien, Frühjahr 2013, S. 15f).

Zu dieser Zeit herrschten andere Vorstellungen von Hygiene vor, und Badezimmer im heutigen Sinne waren noch nicht verbreitet. Toiletten innerhalb der Wohnungen waren eine Seltenheit. Der Nachttopf war noch weit verbreitet, selbst in gut situierten Haushalten. (Jankowsky, Heinz, 100 Jahre Leben und Wohnen in Wien, 6. Auflage, 2011, Wien, S. 10).

Obwohl diese historischen Wasserversorgungssysteme zu ihrer Zeit von großem Nutzen waren, bergen sie heute eine nicht zu unterschätzende Gefahr. Da sie in der Regel aus Blei gefertigt wurden, weisen die noch vorhandenen Leitungen erhöhte Bleikonzentrationen auf. Gemäß der Trinkwasserverordnung (TWV) darf der Bleigehalt in trinkwasserführenden Leitungen seit dem 1. Dezember 2013 nicht mehr als 10 µg/l betragen. Daher sind Hauseigentümer heute verpflichtet, diese Leitungen an den aktuellen technischen Standard anzupassen. (O A 2009).

2.3 Einführung in die Thematik der Nachhaltigkeit

Der Terminus "Nachhaltigkeit" findet häufig Anwendung in einer scheinbaren Selbstverständlichkeit, die der Komplexität seiner Semantik nicht angemessen ist. Der Begriff wird oftmals als Rechtfertigung für diverse Initiativen herangezogen und rückt diese aufgrund seines positiven Ansehens in ein vorteilhaftes Licht. Um ihn zu präzisieren, ist es notwendig, die ursprüngliche Konzeption nachhaltigen Wirtschaftens ausführlich zu erläutern und ihre sukzessive Entwicklung darzulegen. Es sollte deutlich herausgestellt werden, welche Definition heutzutage als die maßgebliche Grundlage für die Fortentwicklung von Wirtschaft und

Gesellschaft fungieren sollte, insbesondere im Kontext der Immobilienbranche. Im nachfolgenden Abschnitt wird die historische Entwicklung des Nachhaltigkeitsgedankens inklusive seiner potenziellen Implementierungsstrategien und Herausforderungen detailliert dargestellt. Des Weiteren wird beleuchtet, wie sich seine Bedeutung im Bereich der Immobilienwirtschaft manifestiert.

2.3.1 Definition der Nachhaltigkeit

Die Termini „Nachhaltigkeit“ und „nachhaltige Entwicklung“, auch als „sustainability“ und „sustainable development“ im Englischen bekannt, wecken in der akademischen Sphäre diverse Interpretationen und Diskursansätze. Aufgrund ihrer komplexen Natur sowie der vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten, die von verschiedenen Interessengruppen und Einflussfaktoren geprägt sind, gestaltet sich die exakte Definition von Nachhaltigkeit weitaus nuancierter, als es die häufig selbstbewusste Anwendung in politischen und wirtschaftlichen Kontexten suggeriert. (Gromer 2012).

Wie bereits im vorangegangenen Abschnitt detailliert erläutert, hat sich dieser Begriff von einer allgemeinsprachlichen Bezeichnung zu einem prominenten politischen Terminus entwickelt. Innerhalb dieses Wandels zeigt sich eine breite Spanne an Bedeutungsnuancen, die von einem eher forstwirtschaftlichen Verständnis von Nachhaltigkeit als Dauerhaftigkeit bis hin zu den Interpretationen der Vereinten Nationen reichen, welche darunter ein Prinzip der Erhaltung der natürlichen Umwelt und der Förderung von Chancengleichheit verstehen. (O A 2013a). Die Verwendung eines unpräzisen Begriffs in diesem Kontext führt zu einer gewissen Unklarheit innerhalb der Debatte zur Nachhaltigkeit, wodurch die Möglichkeit von Greenwashing geschaffen wird. (Di Giulio 2004).

In diesem Zusammenhang werden Handlungsziele als nachhaltig dargestellt, da sie beispielsweise langfristige Gewinne generieren können, ohne dabei umfassendere Aspekte zu berücksichtigen. Die Vieldeutigkeit dieses Begriffs ermöglicht somit die Rechtfertigung der entsprechenden Maßnahme und vermittelt ein positives Gesamtbild. (O A 2013a).

Die Definition einer nachhaltigen Entwicklung im Bericht der Brundtland-Kommission vermittelt scheinbare Klarheit hinsichtlich der Richtlinien für nachhaltiges Handeln:

"Humanity has the ability to make development sustainable to ensure that it meets the needs of present without compromising the ability of future generations to meet their own needs."
(WECD (1987), S. 24; deutsche Übersetzung unter Hauf (1987): S. 9 und 10).

Folglich erstreckt sich die Idee der Nachhaltigkeit über Zeiten hinweg, sowohl in die Zukunft als auch in die Gegenwart. Obwohl dieser Ansatz auf den ersten Blick simpel erscheinen mag, erweist er sich bei genauerer Betrachtung als äußerst komplex, da der Begriff "Entwicklung" oft mit ökonomischem Wachstum und der Steigerung des Bruttosozialprodukts assoziiert wird. In der zitierten Passage wird jedoch keine explizite Aussage über Wohlfahrt und Lebensqualität gemacht. (Hardtke 2001).

Selbst wenn nicht ausdrücklich präzisiert wird, welche Konnotationen dem Begriff "Entwicklung" zugeschrieben werden sollen, eröffnet er dennoch ein breites Spektrum an möglichen Auslegungen und Handlungsspielräumen, die sich potenziell nachteilig auf die Förderung der Nachhaltigkeit auswirken können. Im Hinblick auf die Verwirklichung und Erörterung der Brundtland-Definition sowie der zuvor dargelegten Konzepte, Termini und Leitbilder im Kontext der Nachhaltigkeit, sind im Laufe der vergangenen Jahrzehnte Ein-Säulen-Modelle und Mehr-Säulen-Modelle mit variierenden Betonungen der Nachhaltigkeitsdimensionen entstanden. Im "Ein-Säulen-Modell" nimmt beispielsweise die ökologische Dimension eine zentrale Position ein. (Kopfmüller 2001).

Im Kontext des Brundtland-Berichts kann Nachhaltigkeit als ein Konzept verstanden werden, das sowohl ökologische, ökonomische als auch sozial-kulturelle Aspekte berücksichtigt und dabei die Erhaltung der Natur- und Umweltkapazitäten im Blick hat. Als Konsequenz daraus entwickelte sich das "Drei-Säulen-Modell" auf Grundlage des „Triple-Bottom-Line-Prinzips“, das gleichermaßen die ökologische, ökonomische und soziale Dimension in Betracht zieht. (Elkington, 1994).

2.3.2 Das Ein-Säulen Modell

Die Nachhaltigkeitsdiskussion wurde in den Jahren nach dem Erscheinen des Berichts "*Limits of Growth*" und im Zuge gesteigerter Umweltschutzbemühungen verstärkt auf die Ökologie und den Erhalt natürlicher Lebensgrundlagen ausgerichtet. Dies führte zur Entwicklung eines Modells, das das Handeln von Wirtschaft und Gesellschaft auf ökologische Grenzen beschränkt. Es wird betont, dass natürliche Ressourcen nur in dem Maße genutzt werden

sollten, wie ihr Potential auch für zukünftige Generationen erhalten bleibt. Sowohl die Wirtschaft als auch die Gesellschaft sollen sich innerhalb der festgelegten ökologischen Grenzen bewegen, ein Konzept, das als das Leitplanken-Modell bekannt ist. Diese Ideologie bildet die Grundlage für die Forschungsarbeiten des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU), des Wissenschaftlichen Beirates der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen (WBGU) sowie vieler ökologisch orientierter Gruppen, insbesondere aus dem Bereich der Nichtregierungsorganisationen (NGOs). (Renn u. a. 2007).

2.3.3 Das Drei-Säulen Modell

Das Konzept des Drei-Säulen-Modells oder Triple-Bottom-Line-Ansatzes integriert die Komponenten, die den Begriff der Nachhaltigkeit definieren. Diese Komponenten sind in den drei Dimensionen Ökonomie, Ökologie und Soziales repräsentiert und werden als gleichberechtigt und von gleichem Wert betrachtet. Ein nachhaltiges Produkt berücksichtigt daher gleichermaßen verschiedene Faktoren aus diesen drei Dimensionen. Zur Erarbeitung nachhaltiger Lösungen ist es von wesentlicher Bedeutung, Ansätze entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu verfolgen, einschließlich Herstellung, Nutzung, Recycling und Entsorgung. (Beschoner u. a. 2005).

Dieses Konzept des Drei-Säulen-Modells fußt auf dem Prinzip der Gleichwertigkeit der drei Säulen: Ökologie, Ökonomie und Soziales. Diese Säulen werden als eigenständige Bereiche betrachtet, deren langfristige Stabilität und Funktionalität im Fokus stehen. Befürworter dieses Ansatzes sind unter anderem die Enquete-Kommission des 13. Deutschen Bundestages mit dem Titel "Schutz des Menschen und der Umwelt" aus dem Jahr 1998 sowie die Helmholtz-Gemeinschaft (HGF). (Renn u. a. 2007).

Allerdings existiert auch Kritik an diesem Modell. Trotz seiner anschaulichen Darstellung und scheinbaren Konsensfähigkeit mangelt es an einer präzisen inhaltlichen Definition der einzelnen Säulen. Dies kann dazu führen, dass das Modell für verschiedene sozialpolitische und wirtschaftliche Zielsetzungen anfällig ist. Eine einseitige Betonung bestimmter Säulen und eine Gefährdung ihrer Gleichrangigkeit sind mögliche Konsequenzen. Es wurden zwar Vorschläge gemacht, das Modell um weitere Dimensionen wie Wissen oder Demokratie zu erweitern, jedoch haben sich solche Mehr-Säulen-Modelle nicht durchgesetzt. Darüber hinaus wird angeregt, kulturelle und institutionelle Aspekte in das Modell einzubeziehen, insbesondere von Seiten kirchlicher Institutionen und Nichtregierungsorganisationen (NGOs). (Hermann 2016).

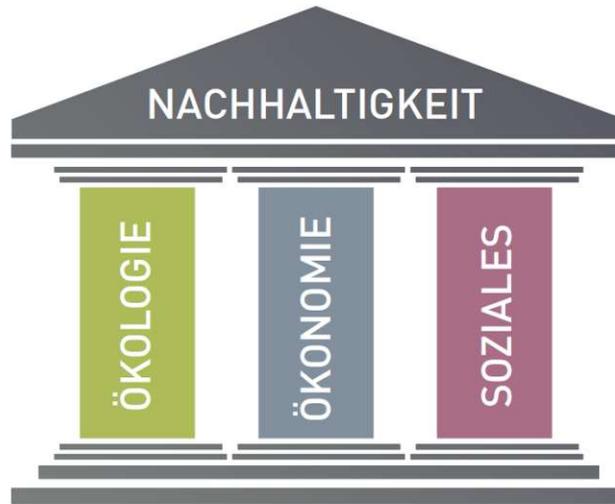


Abbildung 06: Drei Säulen der Nachhaltigkeit © <https://ibu-epd.com/nachhaltige-entwicklung/>. Datum des Zugriffs: 13.09.2023 um 11:31 Uhr

Gemäß dem Bericht der Brundtland-Kommission ist es erforderlich, im Interesse der Verantwortung gegenüber kommenden Generationen für eine umfassende Nachhaltigkeit Sorge zu tragen. Diese kann im Wesentlichen als die Bewahrung ökologischen, ökonomischen und sozialen Kapitals beschrieben werden, wobei dieses Kapital nicht nur monetäre, sondern auch physische, zeitliche und qualitative Dimensionen einschließt. Diese Komponenten können wie folgt präzisiert werden. (Kleine 2009).

Ökologie

Die Ökologie, als eine der Grundpfeiler der Nachhaltigkeit, hat zum Ziel, die Integrität der Natur und der Umwelt zu bewahren. Dies erfordert eine verantwortungsvolle Nutzung unserer natürlichen Ressourcen, wobei darauf geachtet wird, die natürlichen Regenerationsraten nicht zu überschreiten, Schadstoffemissionen zu begrenzen und schädliche Eingriffe in Ökosysteme zu vermeiden. Das ökologische Kapital erstreckt sich über erneuerbare Ressourcen in Ökosystemen, die Bewahrung natürlicher Lebensräume sowie die Berücksichtigung von Faktoren wie Klimasystemen und Nahrungskreisläufen. Selbst bebaute Flächen und erschöpfliche Rohstoffe können als Bestandteile des natürlichen Kapitals angesehen werden. In beiden Fällen steht die nachhaltige Erhaltung der Umwelt im Vordergrund. (Hermann 2016).

Ökonomie

Die ökonomische Dimension der Nachhaltigkeit verfolgt das Ziel, die langfristige Wirtschaftlichkeit von Unternehmen zu gewährleisten, indem sie auf die Maximierung der

Gewinne im Rahmen der Produktion und des Vertriebs von Gütern abzielt. Dieser Erfolg in wirtschaftlichen Systemen erfordert die Sicherung der Liquidität des Unternehmens sowie die Erzielung überdurchschnittlicher Renditen für Eigentümer und Investoren. (Kropp 2019). Das ökonomische Kapital, das in erster Linie in Form von finanziellen Mitteln gemessen wird, umfasst ein breites Spektrum an Ressourcen, darunter Produktionskapital, welches Sachkapital, Wissenskapital und Humankapital einschließt. Diese Ressourcen werden in den Prozess der Produktion und des Handels eingebracht. (Hermanni 2016).

Soziales

Die soziale Dimension der Nachhaltigkeit hat als vorrangiges Ziel die Bewahrung natürlicher Ressourcen für kommende Generationen und die gerechte Verteilung sozialer Grundgüter. Dieser Ansatz strebt danach, ein Leben in Wohlstand und Frieden zu ermöglichen. Hingegen gestaltet sich die Definition von Sozialkapital als eine komplexe Aufgabe, da es immaterielle Vorteile umfasst, die aus den zwischenmenschlichen Beziehungen bis hin zu formalen Institutionen erwachsen. Es spielt eine wesentliche Rolle bei der Befriedigung individueller Grundbedürfnisse, der sozialen Integration und der gesellschaftlichen Entwicklung. Dennoch bleibt zu beachten, dass seine Bewertung subjektiv ist und einem ständigen Wandel unterliegt. (Hermanni 2016).

Um eine umfassende und ganzheitliche nachhaltige Entwicklung zu gewährleisten, ist es von entscheidender Bedeutung, alle drei relevanten Bereiche zu berücksichtigen. Neben dem Säulenmodell, das die individuellen Besonderheiten dieser Teilbereiche hervorhebt und somit verdeutlicht, existiert eine alternative Darstellungsmethode - das Nachhaltigkeitsdreieck. Wie in der nachstehenden Abbildung dargestellt, illustriert das Nachhaltigkeitsdreieck die Beziehungen und Abhängigkeiten zwischen den Teilbereichen in Form eines Dreiecks.

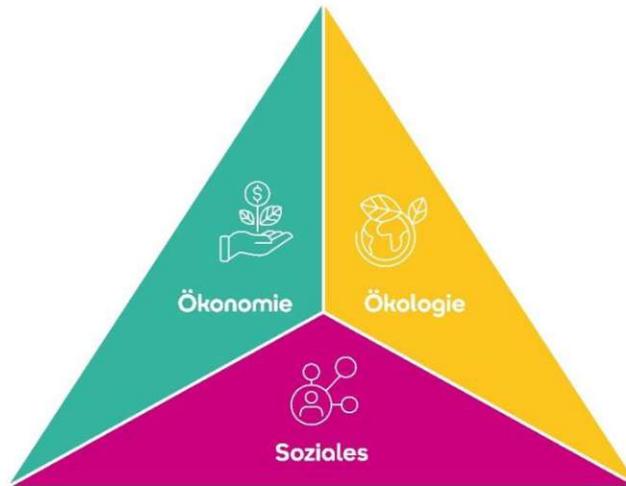


Abbildung 07: Drei Dimensionen der Nachhaltigkeit © <https://www.mobile-university.de/blog/welche-nachhaltigkeit/>. Datum des Zugriffs 13.09.2023 um 14:01 Uhr

In Abbildung 08 wird zudem die dritte Darstellung der Dimensionen der Nachhaltigkeit präsentiert, nämlich das Modell der Schnittmengen. Hier wird die Bedeutung aller Bereiche durch die gleichmäßige Unterteilung der Überschneidung der drei Dimensionen in jeweils drei gleich große Teile symbolisiert. Der Bereich, der von allen drei Kreisen gemeinsam umspannt wird, veranschaulicht das Konzept der Nachhaltigkeit.

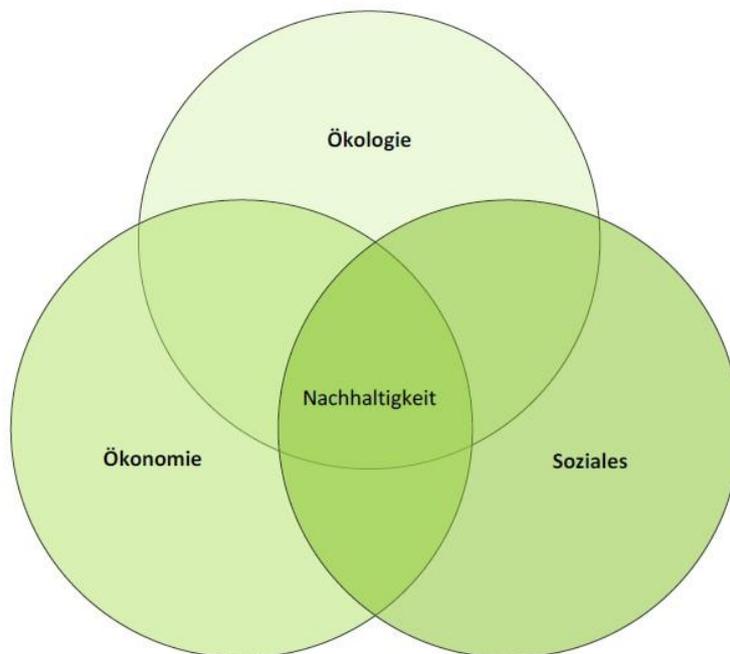


Abbildung 08: Definition der Nachhaltigkeit und deren Schnittmengen © eigene Abbildung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass es in allen Wirtschaftszweigen als äußerst herausfordernd angesehen wird, eine gleichmäßige Berücksichtigung sämtlicher Nachhaltigkeitsdimensionen zu erreichen. Diese Herausforderung resultiert in erster Linie aus unterschiedlichen Definitionen von Zielen, die wiederum zu Konflikten zwischen den einzelnen Dimensionen führen können. Diese Problematik lässt sich auf mehreren Ebenen analysieren. Ein weit verbreitetes Defizit besteht zweifellos darin, dass ein erheblicher Teil der Bevölkerung nur über begrenzte Kenntnisse im Bereich Umweltschutz verfügt und das Bewusstsein dafür in der Regel nur schwach ausgeprägt ist. Bürger verweisen oft auf große Umweltauswirkungen seitens der Industrie und großer Fabriken und sehen sich daher nur selten in der Verantwortung. Die Bereitschaft zur eigenständigen Initiative und zur Umsetzung von Maßnahmen ist in weiten Teilen nicht vorhanden. Nachhaltiges Wirtschaften erfordert zweifellos auch eine Veränderung in zahlreichen Unternehmen. Dies wiederum erfordert die Entwicklung neuer Prozesse und Technologien, was zu Investitionen und gesteigerten Kosten führen kann. Die politischen Entscheidungsträger setzen in dieser Frage jedoch oft auf Wirtschaftswachstum statt auf eine grundlegende Neuorientierung. Schließlich hat der Umweltschutz im Vergleich zu allen anderen Sektoren des täglichen Lebens den erheblichen Nachteil, dass er keine starke Lobby im Rücken hat. (Kropp 2019).

2.4 Bedeutung der Nachhaltigkeit in der Immobilienwirtschaft

Die Immobilienbranche stellt einen spezifischen Bereich innerhalb der Betriebswirtschaftslehre dar, der sich aufgrund einzigartiger Faktoren von der konventionellen Lehre der Betriebswirtschaft unterscheidet. (Brauer 2013). In begrifflicher Präzision wird die Immobilienwirtschaft als ein Wirtschaftsbereich konzeptualisiert, welcher die Aspekte der Konstruktion, Kapitalaufbringung, Verwaltung, Vermietung und verwandte Tätigkeiten von Immobilien umfasst. (<https://www.duden.de/rechtschreibung/Immobilienwirtschaft> Datum des Zugriffs: 15.09.2023 um 10:01).

Untersucht man die Etymologie des Begriffs „Immobilie“, wird unverzüglich das herausragende Merkmal deutlich. Das Wort „Immobilie“ leitet sich von dem lateinischen Ausdruck „immobilia“ ab und hat die Bedeutung von „unbeweglich“ (immobilia bona = unbewegliches Vermögen). (<https://www.duden.de/rechtschreibung/Immobilie#herkunft> Datum des Zugriffs: 15.09.2023 um 10:06)

Gemäß der terminologischen Konvention erweist sich die Standortgebundenheit als vorherrschende Charakteristik einer jeden Immobilie. In Anbetracht dessen erlangen zahlreiche zusätzliche Faktoren, die mit dem Umfeld der Immobilie in Bezug auf deren Wert verbunden sind, eine herausragende Bedeutung. Hierbei spielen die regionale wirtschaftliche und arbeitsmarktrelevante Situation, die bestehende sowie geplante Infrastruktur, die Bebauung und andere relevante Faktoren eine zentrale Rolle. Folglich ergibt sich aus der Standortgebundenheit auch die Einzigartigkeit jeder Immobilie. Selbst wenn die Grundrisse vollständig ident sein mögen, gleicht doch kein Gebäude einem anderen in vollem Umfang. Dies gilt gleichermaßen für Wohnungen, die sich durch unterschiedliche Belichtungsverhältnisse voneinander differenzieren. Diese Einzigartigkeit geht mit einer gewissen Heterogenität jeder Immobilie einher, was besonders relevant ist, wenn man Immobilien oder Wohnungen miteinander vergleicht. Obwohl Wohnungen grundsätzlich voneinander abweichen, ermöglicht dies dennoch einen Vergleich. Ein weiterer zu berücksichtigender Aspekt sind die äußerst langen Produktionszeiträume in der Bau- und Immobilienbranche. Hierbei bezieht sich die Länge der Produktionszeit nicht alleine auf die Zeit, die für den Bau selbst benötigt wird, sondern vielmehr auf den gesamten Produktionszyklus eines Projekts, angefangen bei der Projektinitiierung, die Ausarbeitung eines Finanzierungsmodells, die Bauausführung und sämtliche ergänzende Aktivitäten. Aufgrund dieser langen Produktionszeiträume besteht die Gefahr, dass sich die Marktsituation während dieser Zeitspanne erheblich ändert und die erwartete Preise signifikant fallen können. (Brauer 2013).

Themen der Nachhaltigkeit gewinnen zunehmend an Bedeutung in den strategischen Ausrichtungen, operativen Abläufen und Initiativen innerhalb der Immobilienwirtschaft. Die Bemühungen der Immobilienunternehmen, Nachhaltigkeitsziele zu verfolgen, erfolgen vor dem Hintergrund gesellschaftlicher, politischer und wirtschaftlicher Anreize sowie treibender Kräfte. Die Immobilienbranche kann einen signifikanten Beitrag zur Erreichung dieser Nachhaltigkeitsziele leisten, die sowohl von internationalen Gremien wie den Vereinten Nationen als auch von nationalen Regierungen angestrebt werden. Die Bedeutung dieser Beiträge ist vielschichtig und lässt sich anhand verschiedener Aspekte verdeutlichen.

Die Immobilie nimmt eine entscheidende Rolle im Leben der Menschen ein, insbesondere aufgrund der Tatsache, dass der Großteil der Bevölkerung rund 90% ihrer Zeit in baulichen Strukturen verbringt. Die Architektur von Gebäuden und städtischen Umgebungen trägt

maßgeblich zur Gestaltung des sozialen Miteinanders bei und stellt einen integralen Bestandteil der kulturellen Identität dar. Des Weiteren beanspruchen Immobilien einen erheblichen Anteil am volkswirtschaftlichen Kapital und tragen durch Bauprojekte ganz besonders zur Schaffung von Arbeitsplätzen bei. (Viering und Liebchen 2007).

Die Planung und Realisierung von Bauvorhaben erfordern in erheblichem Maße den Einsatz von Umweltressourcen, finanziellen Ressourcen und Arbeitskraft. In erster Linie obliegt die Verantwortung für diese Belastungen der heutigen und kommenden Generationen den Investoren und Bauherren. Trotz der steigenden Förderung nachhaltiger Immobilienkonzepte stellt sich die Frage, ob die Projektentwicklung für alle Beteiligten sinnvoll ist. Wenn sowohl die Investition als auch die Immobilie selbst langfristig ökologisch, ökonomisch und sozial vorteilhafte Auswirkungen aufweisen und gleichzeitig Schäden verhindern, kann sie demzufolge als nachhaltig betrachtet werden. Eine umfassende Analyse erfordert daher, dass der Begriff der Nachhaltigkeit im spezifischen Kontext näher erläutert wird und nicht ausschließlich auf die Leistung des Gebäudes beschränkt bleibt. Vielmehr müssen, im Rahmen eines ganzheitlichen Ansatzes, nicht nur die gebäudespezifischen Faktoren, sondern auch die Investitionsaspekte selbst bewertet werden.

Eine treffende Definition im Kontext nachhaltiger Immobilieninvestitionen von der Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS) lautet folgendermaßen:

„Sustainable property investment can therefore be described as investing in pursuit of sustainability, or to be more precise, as investing in pursuit of greater durability, adaptability, usability and efficiency of buildings and the building stock, leading to enhanced productivity, well-being, and economic benefit measured in terms of financial, natural, manufactured, human and social capital“ (RICS (2008): Sustainable Property Investment & Management).

In der Umsetzung von Bemühungen zur Förderung von Nachhaltigkeit hat sich in der Immobilienwirtschaft das Konzept der „Drei Säulen“ als bewährte Methode zur praktischen Anwendung von Nachhaltigkeitsaspekten etabliert. Eine kritische Perspektive auf das dreigliedrige Modell zielt auf die Herausforderung ab, ökonomische, ökologische und soziale Fragestellungen unabhängig voneinander zu untersuchen. Als Reaktion auf diese Kritik wurden integrative Ansätze entwickelt, welche auch die Wechselwirkungen und Verflechtungen

zwischen diesen Kategorien angemessen berücksichtigen sollen. (Grunwald und Kopfmüller 2012).

2.4.1 Ökologische Nachhaltigkeit

In Bezug auf Bauprojekte im Bereich der Immobilien, insbesondere bei Entwicklungen „auf der grünen Wiese“, lassen sich Veränderungen in der natürlichen Umgebung beobachten, welche Auswirkungen auf die örtliche Flora, Fauna, den Wasserhaushalt sowie das Mikroklima haben können. Die erfordert nicht selten aufwendige Erschließungsmaßnahmen und bedarf einer gründlichen ökonomischen Prüfung. Hingegen bieten Projekte in urbanen Ballungszentren einige Vorzüge wie die räumliche Nähe zu Versorgungsinfrastruktur und eine hervorragende Anbindung an den öffentlichen Personennahverkehr, wodurch das Potenzial zur Reduzierung des Individualverkehrs gegeben ist. Die ökologische Komponente der Nachhaltigkeit legt ihren Schwerpunkt auf den Erhalt der Natur und der Umwelt als essenzielle Grundlagen für menschliches Leben. In diesem Kontext gewinnt ein nachhaltiger Umgang mit Ressourcen und Energie bei der Herstellung und Nutzung von Immobilien signifikante Bedeutung. Dies impliziert die Notwendigkeit, den Ausstoß von CO₂, die Belastung der Luft und des Wassers, die Erzeugung von Abwärme, die Bewältigung von Abfall und Abwässern sowie die Größe versiegelter Flächen zu minimieren. Ziel ist es, am Ende des Lebenszyklus einer Immobilie die Möglichkeit zur Rückführung in den natürlichen Stoffkreislauf zu gewährleisten. (Gromer 2012).

Grundsätzlich ist es bereits in der Planungsphase eines Gebäudes von wesentlicher Bedeutung, die Aufwendungen für die Wartung und Instandhaltung der Bauelemente und Oberflächen zu berücksichtigen. Im Verlauf des Lebenszyklus eines Gebäudes ist nämlich mit erheblichem Energie- und Rohstoffaufwand zu rechnen. Eine vorausschauende Planung erfordert daher die frühzeitige Einbindung des Facility Managements. Dadurch können praxisrelevante Gesichtspunkte wie etwa die Beeinflussung der zukünftigen Betriebskosten rechtzeitig in die Konzeption eines Gebäudes integriert werden. Bei der Analyse der Baustoffe ergeben sich diverse zu beachtende Gesichtspunkte. Idealerweise sollten diese aus nachhaltigen und wiederverwertbaren Rohstoffen bestehen, ethisch unbedenklich sein, auf die Nutzungsdauer der Immobilie abgestimmt sein und eine einfache Recyclingfähigkeit aufweisen. Eine sorgfältige Auswahl der Baustoffe, die bei der Errichtung einer Immobilie Verwendung finden, ermöglicht somit einen erheblichen Beitrag zur Förderung nachhaltigen Handelns. (Rottke und Landgraf 2010).

Die Nutzung von nachhaltigen Rohstoffen stellt einen bedeutenden Aspekt dar. Dies wird besonders evident bei Betrachtung von Ressourcen, die sich auf natürliche Weise regenerieren oder aus wiederverwertetem Material gewonnen werden können. Zu den primären Ressourcen, die in ausreichender Fülle verfügbar sind, zählen exemplarisch Holz, Lehm und Kies. Als Sekundärrohstoffe werden solche bezeichnet, die durch den Prozess des Recyclings gewonnen werden können. Es ist anzustreben, die Verwendung von Rohstoffen zu minimieren, die nur begrenzt zur Verfügung stehen wie zum Beispiel Kupfer oder Chrom. (Peyinghaus u. a. 2012).

Des Weiteren sollte in Erwägung gezogen werden, Materialien zu vermeiden, die aus weit entfernten Ländern importiert werden müssen und somit lange Transportwege erfordern. Hierbei ist die Betonung der regionalen Verfügbarkeit von Materialien von Relevanz. (Rottke und Landgraf 2010). In dieser Hinsicht gilt es ebenso, die Quantität der Grauen Energie im Blick zu behalten, welche in den Baumaterialien latent vorhanden ist. Unter diesem Terminus versteht man die energetische Aufwendung, die bei der Herstellung, dem Transport und der (erneuten) Verwendung von Materialien aufgebracht wird und die in eine objektive Evaluierung der Energieeffizienz eines Bauwerks integriert werden sollte. Daher erweisen sich vermeintlich umweltfreundliche Baumaterialien als ungeeignet, wenn sie über beträchtliche Distanzen transportiert werden müssen und somit eine gesteigerte Umweltbelastung durch den damit einhergehenden CO₂-Ausstoß induzieren. In dieser Hinsicht erweist sich beispielsweise lokales Aushubmaterial als vorteilhaft, da es in den Produktionsprozess vor Ort rezykliert werden kann. (Peyinghaus u. a. 2012).

In Bezug auf Baumaterialien ergeben sich zwei grundlegende Gesichtspunkte, die Beachtung finden müssen. Einerseits können sowohl die Herstellungsprozesse als auch die Inhaltsstoffe negativen Einfluss auf die Gesundheit von Menschen und Umwelt haben. Dies betrifft insbesondere Produkte wie Farben, Abdichtungsmaterialien, Klebstoffe und Kunststoffe. Die Auswahl geeigneter Baustoffe nimmt einen zentralen Stellenwert im Bereich des Innenausbau ein, auch wenn Baustoffe mit emissionsarmen Eigenschaften nach wie vor nur begrenzt verfügbar sind. Demnach ist es von essenzieller Bedeutung, den Einsatz nachweislich schädlicher Substanzen auf ein Minimum zu reduzieren. Ein weiteres bedeutendes Anliegen betrifft die Sanierung von historischen Gebäuden, in denen häufig Materialien wie Asbest und polychlorierte Biphenyle (PCB) Verwendung fanden. (Peyinghaus u. a. 2012).

Um schädliche Emissionen zu minimieren und potenzielle Gesundheitsrisiken für die Nutzer zu verhindern, empfiehlt es sich, ein umfassendes Schadstoffmonitoring einzuführen. Dies sollte bereits in der Entwurfsphase eines Bauprojekts initiiert werden und darauf abzielen, potenziell schädliche Substanzen von vornherein zu vermeiden. (Rottke und Landgraf 2010).

Die Energieeffizienz von Gebäuden hängt von verschiedenen Faktoren ab. Eine kompakte Gebäudeform minimiert den Energieverlust über die Außenfläche und ermöglicht solare Wärmegewinne durch Südausrichtung der Fassade. Dennoch sollte vor sommerlicher Überhitzung geschützt werden. Die Raumklimaregulierung durch bauliche Maßnahmen wie Bauteilaktivierung reduziert den Bedarf an Haustechnik. Wärmedämmende Materialien sind entscheidend, um Wärmeleitung und Energieverluste zu minimieren, während große Glasflächen trotz technischer Verbesserungen Energieverluste verursachen. (Gonzalo und Habermann 2006). Die steigende Nachfrage nach Elektrizität in Gebäuden erfordert energiesparende Geräte und eine ausgewogene Balance zwischen technischer Ausstattung und baulichen Maßnahmen wie Tageslichtnutzung und Beschattung. Die Technik der Gebäudeausstattung ist fortschrittlich, aber die Update-Fähigkeit der technischen Einbauteile sollte berücksichtigt werden, da der Fortschritt in diesem Bereich weitergeht. (Peyinghaus u. a. 2012).

In der Analyse des Energiebedarfs für den Betrieb von Immobilien rückt der Verbrauch an Heizenergie in den Fokus. Dabei spielen sowohl die architektonische Gestaltung des Gebäudes als auch die Auswahl der Energiequelle für das Raumklima eine maßgebliche Rolle. Um von Anfang an den Energieverbrauch zu minimieren, empfiehlt es sich, bereits in der Planungs- und Bauphase geeignete Maßnahmen zu ergreifen. Hierzu zählen die Integration von Technologien wie Wärmerückgewinnung, natürlicher Belüftung und Tageslichtnutzung, die dazu beitragen können, den Energiebedarf zu reduzieren. Ebenso tragen energieeffiziente Elektrogeräte und Beleuchtung zur Verbesserung der Energieeffizienz bei. Die Wahl der Energiequellen für das Raumklima ist von erheblicher Tragweite. Optimalerweise sollten erneuerbare und umweltfreundliche Energiequellen in Betracht gezogen werden, um die Umweltauswirkungen zu minimieren. Die Vision von energieautarken Gebäuden, die weitgehend unabhängig von externen Energiequellen agieren, ist erstrebenswert, wenngleich absolute Unabhängigkeit aufgrund potenzieller Störungen und variabler Energieerzeugung schwer zu realisieren ist. (Peyinghaus u. a. 2012).

Die architektonische Ausführung des Gebäudes nimmt eine zentrale Stellung ein. Gut isolierte und luftdichte Gebäudehüllen sind von entscheidender Bedeutung, um den Energiebedarf für Heizung und Kühlung so gering wie möglich zu halten. Allerdings kann die Implementierung luftdichter Hüllen in einigen Fällen die Notwendigkeit einer mechanischen Frischluftzufuhr mit sich bringen, was selbst Energie verbrauchen kann. Hier erweist sich die Integration von Wärmerückgewinnungssystemen als vorteilhaft. Die Nutzung erneuerbarer Energiequellen wie Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung und Solarkollektoren zur direkten Wärmeenergieerzeugung stellt einen Schlüssel zur Steigerung der Energieeffizienz dar. Ebenso können Systeme wie Holzheizungen oder Wärmepumpen ökologisch nachhaltige Alternativen bieten. Im Sommer, um Überhitzung zu verhindern, kann passive Kühlung oder aktive Kühlung mittels Geothermie oder Grundwasser genutzt werden. Wenn mechanische Kühlung, wie beispielsweise Klimaanlage, erforderlich ist, sollte der dafür benötigte Strom aus Photovoltaikanlagen stammen, um die Umweltauswirkungen zu minimieren. (DOMINGO-IRIGOYEN, S. et al.: (2017).

Insgesamt ist es von wesentlicher Bedeutung, den Energieverbrauch von Immobilien durch eine effiziente architektonische Ausführung und die Nutzung erneuerbarer Energiequellen zu minimieren. Dadurch lassen sich sowohl ökologische als auch wirtschaftliche Vorteile erzielen. Dies führt nicht nur zu einer nachhaltigeren und umweltfreundlicheren Betriebsweise, sondern ermöglicht auch erhebliche Einsparungen bei den Energiekosten. Für die Wahrung der ökologischen Nachhaltigkeit ist eine präzise Abstimmung der Einrichtungsgegenstände sowie der technischen Gebäudeausstattung von essenzieller Bedeutung. Geräte, die übermäßig dimensioniert sind, tragen in der Regel nicht zur Verbesserung bei, sondern führen lediglich zu einer unnötigen Verschwendung von Energie.

2.4.2 Ökonomische Nachhaltigkeit

Im Rahmen der Betrachtung von Nachhaltigkeit im ökonomischen Kontext steht das langfristige Streben nach wirtschaftlichem Wohlstand im Vordergrund. Dieses Ziel erfordert ein tiefgehendes Verständnis des Immobilienmarktes von Anfang an, inklusive sicherzustellender Aspekte während der Planung, um zu gewährleisten, dass die Immobilie den zukünftigen Bedürfnissen der Nutzer gerecht wird. Eine entscheidende Strategie zur Realisierung dieses Ziels beinhaltet eine effiziente Bewirtschaftung und einen serviceorientierten Ansatz, die darauf abzielen, Leerstände zu minimieren und damit einhergehende wirtschaftliche Risiken langfristig zu verringern. (Peyinghaus u. a. 2012).

Die wirtschaftliche Dimension der Nachhaltigkeit konzentriert sich allgemein auf die Produktion, Verbreitung und den Konsum von Waren und Gütern, wobei das Hauptziel darin besteht, finanziellen Gewinn zu maximieren. Im Zusammenhang mit der Immobilienbranche bedeutet wirtschaftliche Nachhaltigkeit, dass eine Immobilie langfristig kontinuierliche finanzielle Einnahmen generiert. Dies wird durch die Senkung der Lebenszykluskosten und die Sicherstellung der dauerhaften Nutzbarkeit erreicht. Die Lebenszykluskosten im Kontext von Immobilien sind hauptsächlich von Betriebskosten geprägt, die minimiert werden müssen, um wirtschaftliche Nachhaltigkeit zu gewährleisten. Die langfristige Nutzbarkeit setzt die Anpassungsfähigkeit der Immobilie an sich ändernde Nutzungsanforderungen durch wechselnde Mieter voraus. (Peyinghaus u. a. 2012).

In der Immobilienbranche können diverse Kriterien festgelegt werden, um diese wirtschaftliche Dimension der Nachhaltigkeit genauer zu analysieren. Durch gezielte Umsetzung von Maßnahmen in diesen Bereichen können Verbesserungen im Sinne der Nachhaltigkeit erzielt werden. Auf diese Weise wird die langfristige Rentabilität von Immobilienprojekten sichergestellt und gleichzeitig ein Beitrag zur wirtschaftlichen Nachhaltigkeit geleistet. (Gromer 2012).

Die ökonomische Nachhaltigkeit einer Immobilie manifestiert sich nicht lediglich in den verwendeten Baumaterialien, sondern ebenso in ihren Standortmerkmalen und ihrer baulichen Ausstattung. Die Lage einer Immobilie wird vielfach als ihr maßgeblichstes Attribut angesehen und es wird häufig argumentiert, dass eine Immobilie anhand dreier Kriterien beurteilt werden sollte: Lage, Lage und Lage. Nichtsdestotrotz erfordert diese Aussage eine differenzierte Analyse. Die Beurteilung sowohl der Mikro- als auch der Makrolage, welche bereits im Kontext der Infrastruktur erörtert wurde, stellt einen entscheidenden Faktor dar. In ihrer Gesamtheit spielt die geografische Position einer Immobilie eine grundlegende Rolle in Bezug auf ihren monetären Wert und ihre ökonomische Nachhaltigkeit. (Peyinghaus u. a. 2012).

Die Wahl des Standortes spielt eine entscheidende Rolle bei der ökonomischen Nachhaltigkeit einer Immobilie. Diese Nachhaltigkeit hängt von verschiedenen Faktoren ab, darunter Mikro- und Makrolagemerkmale. Mikrolagemerkmale wie eine gute Verkehrsanbindung und die Nähe zu anderen Marktteilnehmern sind von Bedeutung. Makrolagemerkmale wie die regionale Wertschöpfung und die Nähe zu Großstädten sind ebenfalls relevant. Obwohl in der Immobilienbranche oft die Bedeutung der „Lage, Lage, Lage“ betont wird, ist dies nur teilweise richtig. Tatsächlich hängt der Wert einer Immobilie je nach Objekttyp nur zu etwa 25 – 30%

von der Lage ab. Die spezifischen Merkmale der Immobilie selbst, wie der Grundriss und die Gestaltung, tragen jedoch 70 – 75% zum Wert bei. (Rottke und Landgraf 2010).

In Bezug auf die langfristige Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit von Immobilien spielt die Fähigkeit zur Anpassung eine zentrale Rolle. Eine nachhaltige Immobilie zeichnet sich durch ihre Kapazität aus, sich den stetig verändernden sozialen und wirtschaftlichen Anforderungen anzupassen. Dies betrifft vor allem die Elemente, die nicht dauerhaft mit der Bausubstanz verbunden sind und daher austauschbar sein sollten. Die Flexibilität einer Immobilie erstreckt sich von der Möglichkeit zur Mehrfachnutzung einzelner Einheiten bis hin zur umfassenden Anpassung des gesamten Objekts, sowohl in Bezug auf die Flächenaufteilung als auch die Nutzungsbereiche. (Rottke und Landgraf 2010).

Es ist jedoch zu beachten, dass eine maßgeschneiderte Gestaltung der Immobilie für einen bestimmten Nutzer die Möglichkeit der Mehrfachnutzung einschränken kann. In solchen Situationen wird es entscheidend, langfristige Mietverträge abzuschließen, um dem Eigentümer eine nachhaltige Rendite zu garantieren. Nach Vertragsende sollte die Investition in die Immobilie profitabel sein oder eine wirtschaftlich vertretbare Umgestaltung ermöglichen. In dynamischen Märkten mit kürzeren Mietlaufzeiten wird Flexibilität von entscheidender Bedeutung. In diesem Zusammenhang ist es von großer Wichtigkeit, dass die Erschließungsflächen und Tragstrukturen der Immobilie so konzipiert sind, dass eine unkomplizierte Anpassung der Grundrisse und technischen Ausstattung möglich ist. (Peyinghaus u. a. 2012).

Die langfristige Wettbewerbsfähigkeit einer Immobilie hängt somit von ihrer Anpassungsfähigkeit ab, sei es durch die Bewahrung der Möglichkeit zur Mehrfachnutzung oder durch die Schaffung flexibler Strukturen, die auf wechselnde Anforderungen reagieren können. Eine erfolgreiche Immobilienstrategie sollte diese Aspekte berücksichtigen, um langfristige Erträge und Nachhaltigkeit zu gewährleisten.

Die wirtschaftliche Dimension der Nachhaltigkeitsbewertung von Immobilien ist von wesentlicher Bedeutung und legt besonderen Fokus auf die Kostensteuerung. Die Gesamtkosten über den gesamten Lebenszyklus einer Immobilie, bekannt als Lebenszykluskosten, setzen sich aus verschiedenen Komponenten zusammen, wie in

Abbildung 09 veranschaulicht. Diese Kosten beinhalten die Anschaffungskosten abzüglich der Grund- und Aufschließungskosten sowie die nutzerspezifischen Ausgaben.

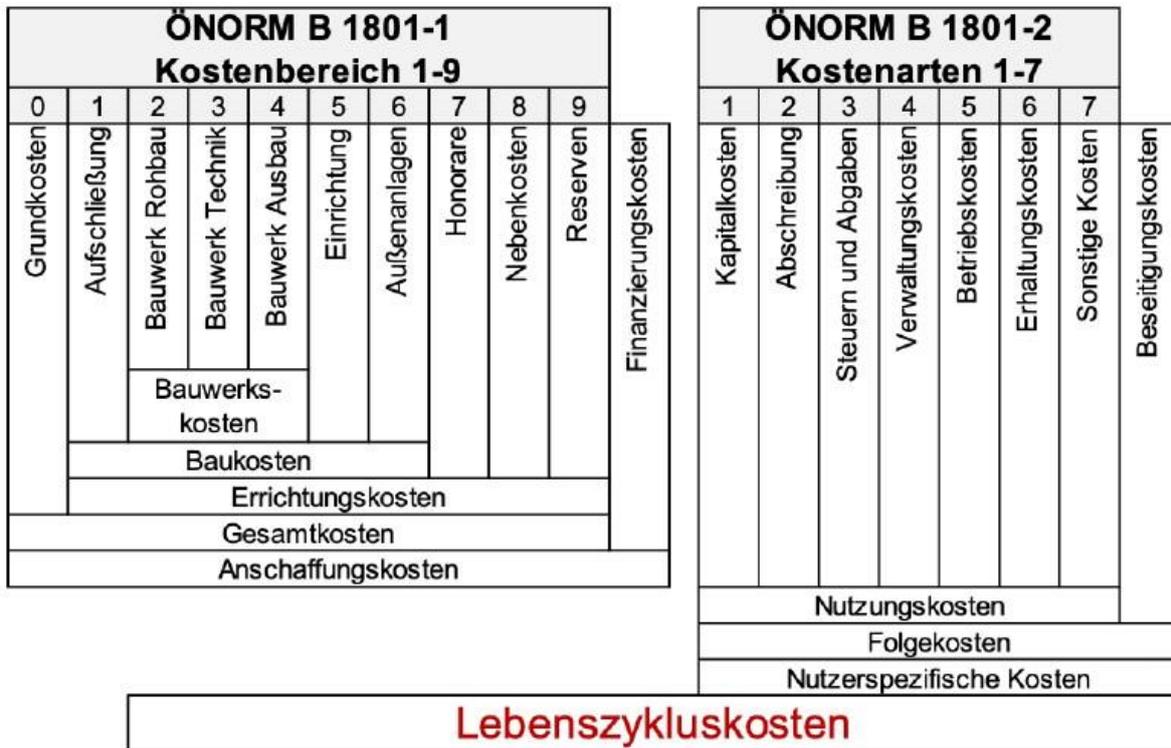


Abbildung 09: Ö-Norm 1801-1 / 1801-2 Lebenszykluskosten © MAUERHOFER, G.; LANG-PETSCHAUER, K.; ORTBAUER, B.: Bauprojektmanagement 1. Skriptum. S. 136

Besonders signifikant ist die Erkenntnis, dass lediglich 20% der Kapitalinvestitionen in die Bauphase fließen, während die restlichen 80% der Kosten im Verlauf des Betriebs anfallen. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, bauliche Maßnahmen zu ergreifen, die langfristige Folgekosten reduzieren. Diese Herangehensweise erweist sich als vorteilhaft sowohl für die Eigentümer als auch für die Nutzer. Die Eigentümer können durch eine gezielte Auswahl langlebiger Materialien und Bauteile Einfluss auf die Instandhaltungskosten während der Nutzungsphase nehmen. Zudem spielt die Reparaturfreundlichkeit eine bedeutende Rolle, um den Wert ihrer Investition zu erhalten. Es ist jedoch von entscheidender Wichtigkeit, sämtliche Kosten zu berücksichtigen, die nicht direkt den Nutzern in Rechnung gestellt werden können. (Peyinghaus u. a. 2012).

Für die Nutzer eröffnen sich Möglichkeiten zur Kosteneinsparung bei den Betriebsausgaben durch bauliche Maßnahmen, die üblicherweise zu einem reduzierten Energieverbrauch führen. Dies wird häufig durch die unmittelbare Nutzung erneuerbarer Energiequellen erreicht. Eine

nachhaltige Gebäudeplanung, die auf die Reduzierung der Lebenszykluskosten abzielt, gewinnt somit an erheblicher Bedeutung, da die Folgekosten einer Immobilie bereits nach kurzer Zeit die Baukosten übersteigen und somit den Hauptanteil der Lebenszykluskosten ausmachen. Zusammenfassend zeigt sich, dass die frühzeitige Berücksichtigung der Kostenkategorien 1 - 7 gemäß ÖNORM B 1801-2 für die langfristigen Folgekosten einer Immobilie von entscheidender Bedeutung ist, um eine nachhaltige und wirtschaftliche Leistungsfähigkeit sicherzustellen. (Peyinghaus u. a. 2012).

In einer ökonomischen Analyse der Immobilienbewirtschaftung spielen sowohl die Raumausnutzung der Grundrisse als auch die finanziellen Aspekte eine maßgebliche Rolle. Die Effizienz der Raumgestaltung beeinflusst in erheblichem Maße die Betriebskosten eines Gebäudes. Wenn die Gestaltung der Verkehrsflächen optimiert wird, resultiert dies in reduzierten Betriebskosten, die wiederum von den vertraglich festgelegten Mietflächen abhängig sind. Die Nutzer eines Gebäudes erzielen wirtschaftliche Vorteile durch geringere Betriebskosten und eine gesteigerte Effizienz innerhalb ihrer gemieteten Flächen, besonders im Falle eines gut durchdachten Grundrisskonzepts. Ein solcher Grundriss kann dazu beitragen, die Fluktuation der Mieter zu verringern und somit das Risiko für den Eigentümer zu minimieren. Dies wiederum erhöht den Gesamtwert des Objekts. (Peyinghaus u. a. 2012).

Die Aufwendungen in Verbindung mit der Bewirtschaftung von Immobilien sind vielseitig. Sie umfassen sowohl Betriebskosten als auch Instandhaltungskosten, die im Interesse einer wirtschaftlich nachhaltigen Bewirtschaftung idealerweise niedrig gehalten werden sollten. Die interne Ausführung bestimmter Tätigkeiten wie Reinigungs- oder Wartungsarbeiten kann zur Kostensenkung beitragen und somit wirtschaftlich sinnvoll sein. Gleichzeitig ist es von Bedeutung, die Kosten für externe Dienstleistungen sorgfältig zu überwachen und nach Möglichkeit zu reduzieren. Betriebs- und Instandhaltungskosten, inklusive Kapitalkosten, bilden den Hauptanteil der Lebenszykluskosten. Daher bietet die Optimierung dieser Kostenbereiche die größte Möglichkeit zur Kostensenkung. Ferner ist die Minimierung von Reparaturkosten von zentraler Bedeutung. Diese entstehen durch die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands und die Beseitigung von Mängeln und Gewährleistungsschäden. Eine sorgfältige Abstimmung der Baumaterialien untereinander ist unerlässlich, um diese Kosten zu reduzieren. (Peyinghaus u. a. 2012).

Im Gesamten zeigt sich, dass die Effizienz der Raumausnutzung und die zielgerichtete Kontrolle der finanziellen Aspekte von wesentlicher Bedeutung für die wirtschaftliche Nachhaltigkeit und den Gesamtwert einer Immobilie sind. Eine effiziente Bewirtschaftung und die Minimierung von Kostenelementen tragen dazu bei, den langfristigen Erfolg und den Nutzen einer Investition in Immobilien zu maximieren.

2.4.3 Soziale Nachhaltigkeit

Im sozialen Kontext der Immobilienwirtschaft beinhaltet Nachhaltigkeit die Schaffung von Wohnkomfort und die Bewahrung kultureller Werte. Dies schließt die Bereitstellung und Verbesserung von Wohnqualität ein. Ebenso zielt sie auf den Erhalt kultureller Werte ab, insbesondere denkmalgeschützter Gebäude und ähnlicher architektonischer Schätze. Die Anerkennung und Bewahrung des Wertes dieser kulturellen Erbgüter ist von essenzieller Bedeutung. Soziale Nachhaltigkeit nimmt auch den Aspekt des Landschaftsschutzes in den Blick, was eine Schnittstelle zur ökologischen Dimension verdeutlicht. Dies veranschaulicht die wechselseitige Verflechtung der verschiedenen Dimensionen der Nachhaltigkeit und wie Handlungen in einer Dimension sich auf andere auswirken können. (Schalcher, Kammer Unabhängiger Bauherrenberater, und Eidgenössische Technische Hochschule Zürich 2009).

Die Auswirkung einer Immobilie auf ihre Bewohner und ihre unmittelbare Umgebung steht im Mittelpunkt sozialer Nachhaltigkeit. Dies beginnt mit der harmonischen Integration des Gebäudes in seine Umgebung und das urbane Gefüge. Die Architektur spielt hierbei eine Schlüsselrolle, indem sie zum kulturellen Verständnis der Gesellschaft beiträgt. Es erfordert daher die gebührende Beachtung der regionalen Baustile und die angemessene Wahl der Materialien. (Gromer 2012). Ein weiterer signifikanter Gesichtspunkt liegt in der Analyse des sozialen Gefüges und der Verfügbarkeit von Dienstleistungen während des Entwicklungsprozesses von Immobilienprojekten. Die Förderung einer vielfältigen sozialen Struktur und die Bereitstellung der Möglichkeit für die Nutzer, ihre alltäglichen Bedürfnisse in ihrer unmittelbaren Umgebung zu decken, ist von zentraler Wichtigkeit. (Peyinghaus u. a. 2012).

Insgesamt wird ersichtlich, dass die soziale Dimension der Nachhaltigkeit in der Immobilienbranche tiefgreifende Auswirkungen hat, die über die bloße Bauplanung hinausgehen. Sie betrifft soziale Gerechtigkeit, kulturelle Werte und den Schutz der Umwelt. Daher ist es unerlässlich, diese Dimension bei der Entwicklung und Umsetzung von

Immobilienprojekten zu berücksichtigen, um langfristig nachhaltige und für die Gesellschaft wertvolle Ergebnisse zu erzielen.

In einer umfassenden Analyse von Immobilienprojekten rückt die Berücksichtigung der Bedürfnisse und Interessen sämtlicher beteiligter Parteien in den Fokus. Jede Immobilie unterliegt einem individuellen Lebenszyklus und einer flexiblen Nutzungsdynamik, wodurch Eigentümer und Betreiber im Verlauf des Betriebs vielfältige Entscheidungen treffen müssen. Diese Entscheidungen können signifikanten Einfluss auf die Nutzerschaft der Immobilie ausüben. Um in ethischer und gesellschaftlicher Verantwortung zu handeln, manifestiert sich die tiefgreifende Wichtigkeit, die Nutzer bereits in den frühen Phasen der Planung und Entscheidungsfindung zu involvieren, sei es bei Revitalisierungen, Umstrukturierungen, Rückbauvorhaben, Veräußerungen oder anderen Projektvorhaben. (Peyinghaus u. a. 2012).

Insbesondere beim Erwerb von Immobilien, vornehmlich im Bereich des Wohnungsbaus, manifestiert sich oftmals eine erhöhte Besorgnis und Verunsicherung seitens der zukünftigen Bewohner. Mittels transparenter Kommunikation und der frühzeitigen Integration der Nutzerschaft in den Planungsprozess können deren Vertrauen gestärkt und individuelle Anliegen adäquat berücksichtigt werden. Dies ermöglicht ebenso die Erarbeitung von alternativen Lösungen, falls erforderlich. In einem idealen Szenario erfolgt nicht bloß die Information der Nutzer über Projektentwicklungen, sondern auch ihre partizipative Einbindung in die Wahl der technischen Ausstattung und der Qualität der Einrichtungen, um ihren individuellen Bedürfnissen gerecht zu werden. (STEP 05. Stadtentwicklung Wien 2005. Wien. S.26 ff.).

Abgesehen von der Nutzerpartizipation manifestiert sich ein weiterer bedeutsamer Aspekt in der uneingeschränkten Gewährleistung der Sicherheit und Gesundheit der auf der Baustelle tätigen Personen. Dies schließt auch den Schutz der Anwohnerschaft vor schädlichen Emissionen ein. Bedauerlicherweise wird infolge von Zeit- und Budgetzwängen vielfach an Arbeitnehmerschutzmaßnahmen eingespart, was zu Verstößen gegen Sicherheitsrichtlinien und illegaler Beschäftigung führen kann. Die Arbeitnehmerrechte müssen während des gesamten Bauprozesses in jeder Hinsicht respektiert und gewahrt werden.

Selbst nach Abschluss des Bauvorhabens nimmt die Wahrung der Gesundheit und des Wohlbefindens der Nutzer einen zentralen Stellenwert ein. Dies umfasst nicht nur den Komfort

innerhalb der klimatischen Komfortgrenzen, sondern auch ausreichende Beleuchtung und Belüftung in den Wohn- und Arbeitsräumen. Insgesamt bedarf es einer ganzheitlichen Planung und Umsetzung von Immobilienprojekten, sowohl während der Bau- als auch der Nutzungsphase, die den sozialen und gesundheitlichen Bedürfnissen der Nutzer gerecht wird, ohne dabei die Sicherheit und Rechte der an der Bauausführung beteiligten Arbeitnehmer zu vernachlässigen. (Everling 2009).

In einem verdichteten Wohn- und Arbeitsumfeld muss besonders auf die Berücksichtigung des menschlichen Ruhebedürfnisses geachtet werden. Dies erfordert einen effektiven Schallschutz, der sowohl die interne Lärmausbreitung im Gebäude verhindert als auch die Belästigungen von außen minimiert. Insbesondere im Kontext von Verkehrslärm erlangen solche Maßnahmen eine herausragende Bedeutung. Im Bereich der Gewerbeimmobilien sind Strategien gefragt, die eine gesteigerte Arbeitsproduktivität der Mitarbeiter gewährleisten. Obwohl es technisch möglich ist, optimale Arbeitsbedingungen zu schaffen, gestaltet sich die Beurteilung von Maßnahmen, deren Nutzen nicht allein anhand quantitativer Kennzahlen erfasst werden kann, als herausfordernd. Dies trifft insbesondere auf die Entscheidungsfindung bezüglich der Wahl zwischen offenen und geschlossenen Raumstrukturen im Zusammenhang mit den damit verbundenen Flächenkosten zu. Trotz der Tatsache, dass in den meisten Unternehmen die Arbeitsplätze aufgrund von Krankheit, Urlaub, Dienstreisen usw. während 30 bis 50% der tariflichen Arbeitszeit unbesetzt sind, sollte dies nicht zu einer übermäßigen Verkleinerung der Flächen führen. Denn trotz der Zunahme von Mobilität und Kommunikationsflächen bleibt der persönliche Arbeitsplatz nach wie vor von essenzieller Bedeutung. (Mütze 2009).

Die soziale Dimension der Nachhaltigkeit ist von zentraler Bedeutung und betont die Gleichberechtigung aller BürgerInnen in der Gesellschaft. Ein Schlüsselement dieser Gleichberechtigung liegt in der barrierefreien Gestaltung von Gebäuden. Dieser Aspekt ist nicht nur für Menschen mit körperlichen und geistigen Behinderungen von entscheidender Bedeutung, sondern davon profitieren auch Familien mit Kindern und Kinderwägen sowie ältere Menschen. Die Umsetzung von Barrierefreiheit in der Bauwelt wird weitgehend durch bautechnische Vorschriften geregelt, die in den verschiedenen Bundesländern harmonisiert wurden, dank des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB). (Peyninghaus u. a. 2012).

Die OIB-Richtlinie 4, die die Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit von Gebäuden behandelt, legt spezifische Anforderungen fest, um die Barrierefreiheit von Immobilien sicherzustellen.

Dies ist insbesondere in öffentlichen Gebäuden von großer Bedeutung, da sie für alle Bürger zugänglich sein sollten. In vielen Fällen erfordert dies spezielle Erschließungssituationen und ein gut durchdachtes Leit- und Orientierungssystem innerhalb des Gebäudes, um die Bedürfnisse von Menschen mit körperlichen Beeinträchtigungen zu erfüllen. (OIB-Richtlinie 4, Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit, OIB-330.4-020/15, S.11 ff.).

Es ist wichtig anzumerken, dass der demographische Wandel dazu führen wird, dass der Anteil älterer Menschen in der Bevölkerung in Zukunft zunehmen wird. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, dass der bestehende Gebäudebestand diese demografischen Veränderungen berücksichtigt und Maßnahmen ergreift, um die Bedürfnisse älterer Menschen zu erfüllen. Dies erfordert eine kontinuierliche Anpassung und Verbesserung der Barrierefreiheit in öffentlichen und privaten Gebäuden, um sicherzustellen, dass alle Bürger gleichberechtigten Zugang zu diesen Einrichtungen haben und die soziale Dimension der Nachhaltigkeit gewahrt bleibt.

2.5 Wechselwirkung zwischen den Nachhaltigkeitsaspekten in der Immobilienwirtschaft

Die Immobilienbranche steht gegenwärtig vor vielfältigen Herausforderungen im Kontext der Nachhaltigkeit. Die anvisierten Themenbereiche manifestieren sich in ihrer Komplexität und Diversität. Eine fundamentale Erkenntnis, die sich hierbei herauskristallisiert, liegt darin begründet, dass keine Einzelakteure in der Lage sind, diese Herausforderungen in ihrer Gänze zu bewältigen. Vielmehr erfordert die Realisierung nachhaltiger Immobilienprojekte einen interdisziplinären Ansatz sowie die Schaffung adäquater Rahmenbedingungen.

Es gilt zu betonen, dass die verschiedenen Facetten der Nachhaltigkeit, einschließlich ihrer ökonomischen, ökologischen und sozialen Dimensionen, keinesfalls separat voneinander betrachtet werden dürfen. Diese Aspekte sind untrennbar miteinander verwoben und exerzieren eine wechselseitige Beeinflussung aus. In der Praxis überlagern sie sich und korrespondieren miteinander, was eine integrale Herangehensweise unabdingbar macht. Um einen umfassenden Einblick in die vielfältigen Kriterien der Nachhaltigkeit zu gewinnen, erweist es sich als hilfreich, die Dimensionen der Nachhaltigkeit auf systematische Weise zu analysieren und ihre gegenseitigen Verhältnisse zu durchdringen. Ein derartiges Vorgehen ermöglicht es, die facettenreichen Herausforderungen, denen sich die Immobilienbranche im Hinblick auf

Nachhaltigkeit gegenübersteht, besser zu bewältigen und geeignete Lösungsansätze zu konzipieren.

Im nachfolgenden Bild sind die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit zusammen mit den jeweiligen Kriterien dargestellt. In den Bereichen, in denen sich zwei Dimensionen überschneiden, sind die positiven Effekte aufgrund ihrer Wechselwirkungen vermerkt. Eine detaillierte Erörterung dieser positiven Auswirkungen auf die Nutzer erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt im Verlauf dieser Arbeit. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass diese Darstellung nicht allein auf Wohnimmobilien beschränkt ist, weshalb positive Effekte wie gesteigertes Mitarbeiterwohlbefinden oder erhöhte Mitarbeiterproduktivität für den Kerninhalt dieser Abhandlung im Wesentlichen irrelevant sind.

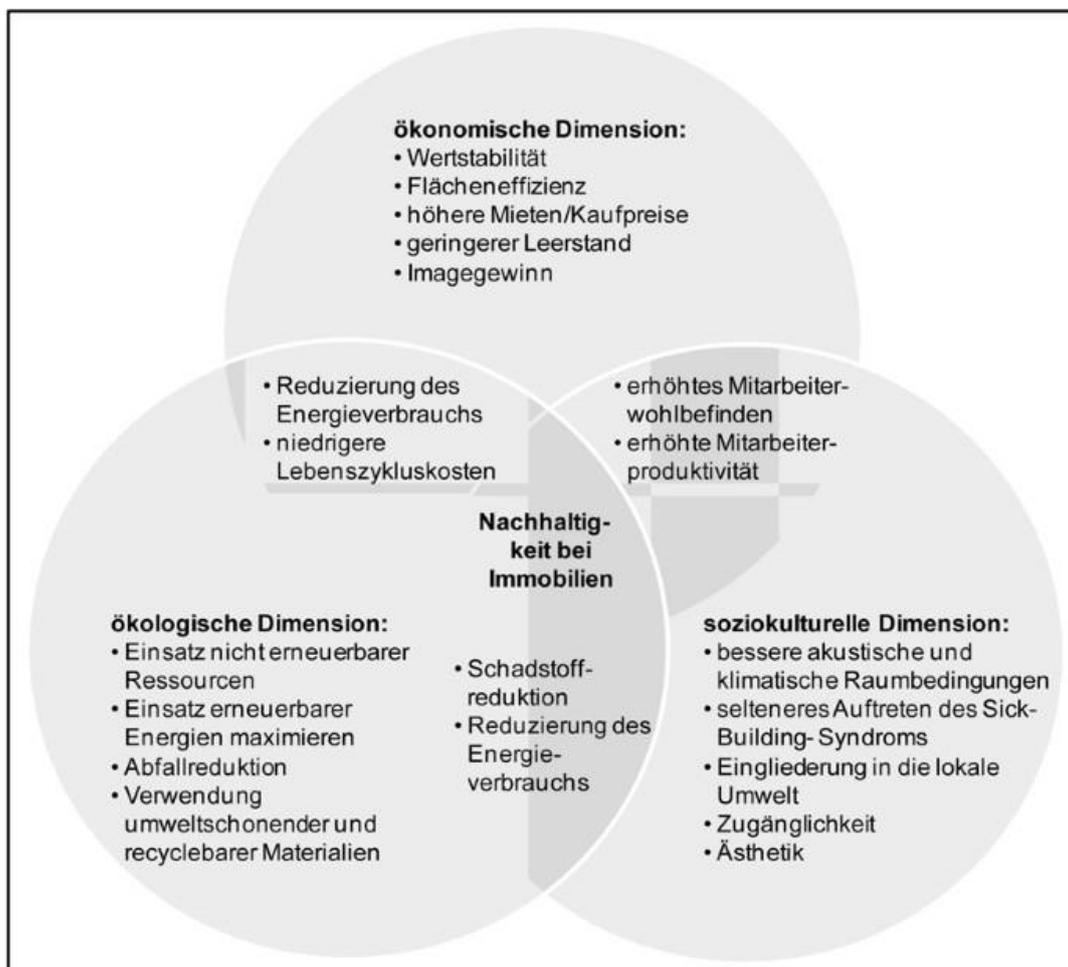


Abbildung 10: Drei Dimensionen der Nachhaltigkeit bezogen auf die Immobilienwirtschaft © (Gromer 2012)

3. Thematische Grundlagen

Die auf der Erde nutzbaren Energieströme lassen sich vier grundlegende Arten von Primärenergieträgern einteilen: nukleare Energie, chemische Energie, Wärme- und Strahlungsenergie sowie potenzielle und kinetische Energie. Diese werden im Folgenden näher diskutiert. Jede Art von Energie beinhaltet verschiedenen Typen von Energieträgern. Die Gruppe des Energieträgers bestimmt den Prozess der Umwandlung in eine geeignete Form für den Endverbrauch. Die nachstehende Abbildung 1.0 veranschaulicht die Zusammenhänge zwischen den Energieformen, den verwendeten Primärenergieträgern und den Umwandlungsmöglichkeiten. Da sich der Hauptfokus der gegenständlichen Arbeit auf regenerative Energieformen richtet, wird in der weiteren Bearbeitung nur dieser Ausschnitt aus der Materie weiter behandelt. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass es sich hierbei nur um ein Teilgebiet der Energieformen, -träger und -umwandlungsprozesse handelt. (Stieglitz und Heinzl 2013).

3.1 Der Begriff Energie

Energie bezeichnet die Fähigkeit eines Stoffes oder Systems, Arbeit zu verrichten. Im Bereich der Mikrophysik, also auf atomarer und molekularer Ebene, wird von freier oder innerer Energie (auch bekannt als Enthalpie bekannt) gesprochen. Diese Energien sind über die Hauptsätze der Thermodynamik miteinander verknüpft, wie beispielsweise Rotationsenergie, Schwingungsenergie, Anregungsenergie, Resonanzenergie, Bindungsenergie, Dissoziationsenergie, Aktivierungsenergie und Gitterenergie. In Bezug auf Makrophysik und Technik werden verschiedene Energiearten unterschieden, darunter mechanische Energie, chemische Energie, Kernenergie und Strahlungsenergie. In praktischen Anwendungen von Energie manifestiert sich die Leistungsfähigkeit von Energie in Form von Kraft, Wärme und Licht. Die Arbeitsfähigkeit chemischer Energie, Kernenergie und Strahlungsenergie wird erst durch die Umwandlung dieser Energieformen in mechanische und/ oder thermische Energie gegeben. Ein Energieträger wird als Stoff verstanden, der direkt oder durch eine oder mehrere Umwandlungen nutzbare Energie (bzw. die sich daraus ergebene Energiedienstleistung) erzeugen kann. Energieträger können entsprechend ihres Umwandlungsgrades in Primär- und Sekundärenergieträger gegliedert werden. Die jeweiligen Energieinhalte der zuvor angeführten Energieträger werden als Primärenergie, Sekundärenergie sowie Endenergie definiert. (Kaltschmitt und Streicher 2009a).

3.2 Energieausweis für Gebäude

Zur Beurteilung der energetischen Qualität eines Gebäudes wird in Österreich und weiten Teilen der Europäischen Union der Energieausweis verwendet. Dieser Ausweis ist gemäß den Bestimmungen des Baugesetzes für sämtliche Neubauten sowie umfassende Renovierungen obligatorisch und hat eine maximale Gültigkeitsdauer von zehn Jahren. (<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007799> (Datum des Zugriffs: 03.10.2023, um 17:20)).

Der Energieausweis dokumentiert sowohl die thermische Leistungsfähigkeit des Gebäudes als auch die zu erwartenden Energiekosten. Hierdurch wird die einfache Vergleichbarkeit verschiedener Gebäude ermöglicht. Dabei fließen verschiedene Faktoren in die Bewertung ein darunter die Gebäudehülle, die Heizungsanlage einschließlich der Warmwasserbereitung, die Nutzung solarer Energie, die Gebäudetechnik und die verwendeten Energieträger. Dies ermöglicht eine präzise Abbildung der gegenwärtigen Situation. (<https://www.umweltberatung.at/download/?id=Energieausweis-1144-umweltberatung.pdf>, Datum des Zugriffs: 03.10.2023, um 11:16).

Basierend auf diesen Informationen werden die nachfolgenden Parameter berechnet und graphisch im Energieausweis visualisiert (siehe nachfolgende Abbildung xx). Aufgrund der standardisierten Annahmen bezüglich des Nutzerverhaltens im Energieausweis können individuelle Abweichungen im Energieverbrauch nicht individualisiert berücksichtigt werden. (OIB-Richtlinie, Energieeinsparung und Wärmeschutz, OIB-330.6-026/19, Nr. 61, S.3 ff.).

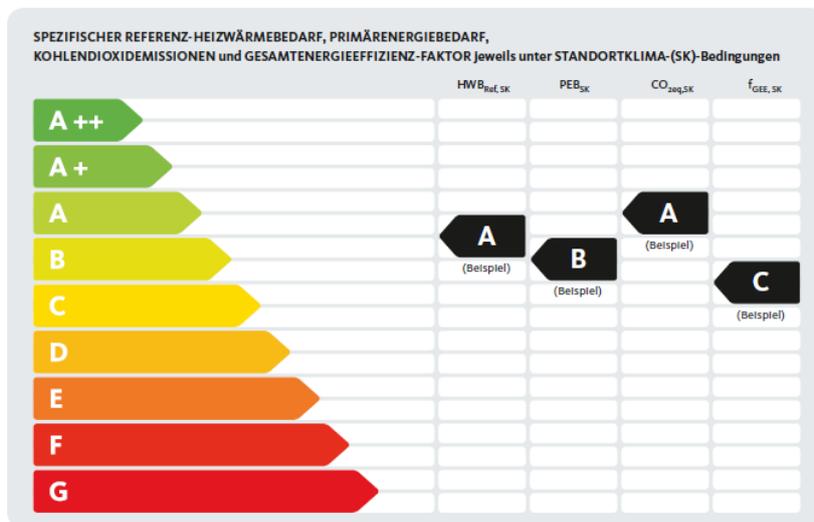


Abbildung 11: Energieausweis Musterbeispiel © OIB-Richtlinie, Energieeinsparung und Wärmeschutz, OIB-330.6-026/19, Nr. 61, S.16.)

Der Begriff „Referenz-Heizwärmebedarf“ ($HWB_{Ref,SK}$) dient dazu, die erforderliche Wärmemenge zu quantifizieren, welche notwendig ist, um sämtliche Räumlichkeiten eines Gebäudes auf die normativ festgesetzte Raumtemperatur zu erwärmen. In diesem Kontext verweist die Abkürzung „SK“ auf das Standortklima, welches die tatsächlichen klimatischen Bedingungen am gegebenen Standort in die Bewertung einfließen lässt. (OIB-Richtlinie, Energieeinsparung und Wärmeschutz, OIB-330.6-026/19, Nr. 61, S.3 ff.).

In einem weiteren Schritt lassen sich aus diesen Angaben Rückschlüsse auf die Qualität der Gebäudehülle und deren Dämmung ziehen. Der $HWB_{Ref,SK}$ wird in Einheiten von Kilowattstunden pro Quadratmeter pro Jahr [kWh/m^2] ausgedrückt, wobei die folgende Regel Anwendung findet: Je geringer dieser Wert ist, desto höher ist die energetische Effizienz des betreffenden Gebäudes.

Der Primärenergiebedarf (PEB_{SK}) quantifiziert den gesamten Energiebedarf eines Gebäudes, einschließlich der Aufwendungen für die Produktion und den Transport des entsprechenden Energieträgers und wird in Einheiten von [kWh/m^2] pro Jahr ausgedrückt. Es ist zu beachten, dass eine Ölheizung, die auf importiertes Heizöl aus dem Ausland angewiesen ist, zu einem höheren Primärenergiebedarf eines Gebäudes führt, das eine vergleichbare Dämmung aufweist, im Vergleich zu einer Pelletheizung, die mit inländischen Holzpellets betrieben wird. (OIB-Richtlinie, Energieeinsparung und Wärmeschutz, OIB-330.6-026/19, Nr. 61, S.3 ff.).

Um die Effizienz der Energieversorgung zu steigern oder die Auswahl eines Energieträgers zu erleichtern, wird dieser Wert in der Regel für Vergleichszwecke herangezogen. Die Begrifflichkeit der äquivalenten Kohlendioxidemissionen ($CO_{2eq, SK}$) umfasst sämtliche Emissionen von Treibhausgasen, einschließlich, jedoch nicht beschränkt auf Kohlendioxid, Methan, Lachgas und fluorierte Gase. Diese Emissionen werden in [kg/m^2] pro Jahr ausgedrückt und resultieren aus dem Gesamtenergieverbrauch, inklusive der Aufwendungen für die Gewinnung und den Transport von Energieträgern sowie etwaigen Verlusten. (OIB-Richtlinie, Energieeinsparung und Wärmeschutz, OIB-330.6-026/19, Nr. 61, S.3 ff.).

Der Gesamtenergieeffizienzfaktor ($f_{GEE,SK}$) dient dazu, eine energetische Bewertung des Gebäudes im Vergleich zu einem Referenzobjekt vorzunehmen. Dies ermöglicht die Einschätzung, ob das betrachtete Gebäude energetisch günstiger ($f_{GEE,SK} > 1$) oder energetisch ungünstiger ($f_{GEE,SK} < 1$) ist. Es ist anzumerken, dass ein niedrigerer Wert auf eine höhere

energetische Qualität des Gebäudes hinweist. (<https://www.umweltberatung.at/download/?id=Energieausweis-1144-umweltberatung.pdf>, Datum des Zugriffs: 03.10.2023, um 06:30).

Der Primärenergiebedarf (PEB) umfasst sämtliche energetischen Anforderungen innerhalb des Gebäudes, einschließlich der Aufwendungen für die Energiebereitstellung wie beispielsweise Herstellung und Transport. In dieser Arbeit, die sich auf die Bereiche Heizung und Warmwasserbereitung konzentriert, wird eine detaillierte Untersuchung des Primärenergiebedarfs und seiner Berechnung durchgeführt. ([https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/wohnen/1/Seite.210460.html#:~:text=Der%20Prim%C3%A4renergiebedarf%20schlie%C3%9Ft%20die%20gesamte,Herstellung%2C%20Transport\)%20mit%20ein.&text=Diese%20Kennzahl%20stellt%20die%20Auswirkung,Geb%C3%A4udes%20auf%20die%20Klimasituation%20dar](https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/wohnen/1/Seite.210460.html#:~:text=Der%20Prim%C3%A4renergiebedarf%20schlie%C3%9Ft%20die%20gesamte,Herstellung%2C%20Transport)%20mit%20ein.&text=Diese%20Kennzahl%20stellt%20die%20Auswirkung,Geb%C3%A4udes%20auf%20die%20Klimasituation%20dar), Datum des Zugriffs: 03.10.2023, um 7:30).

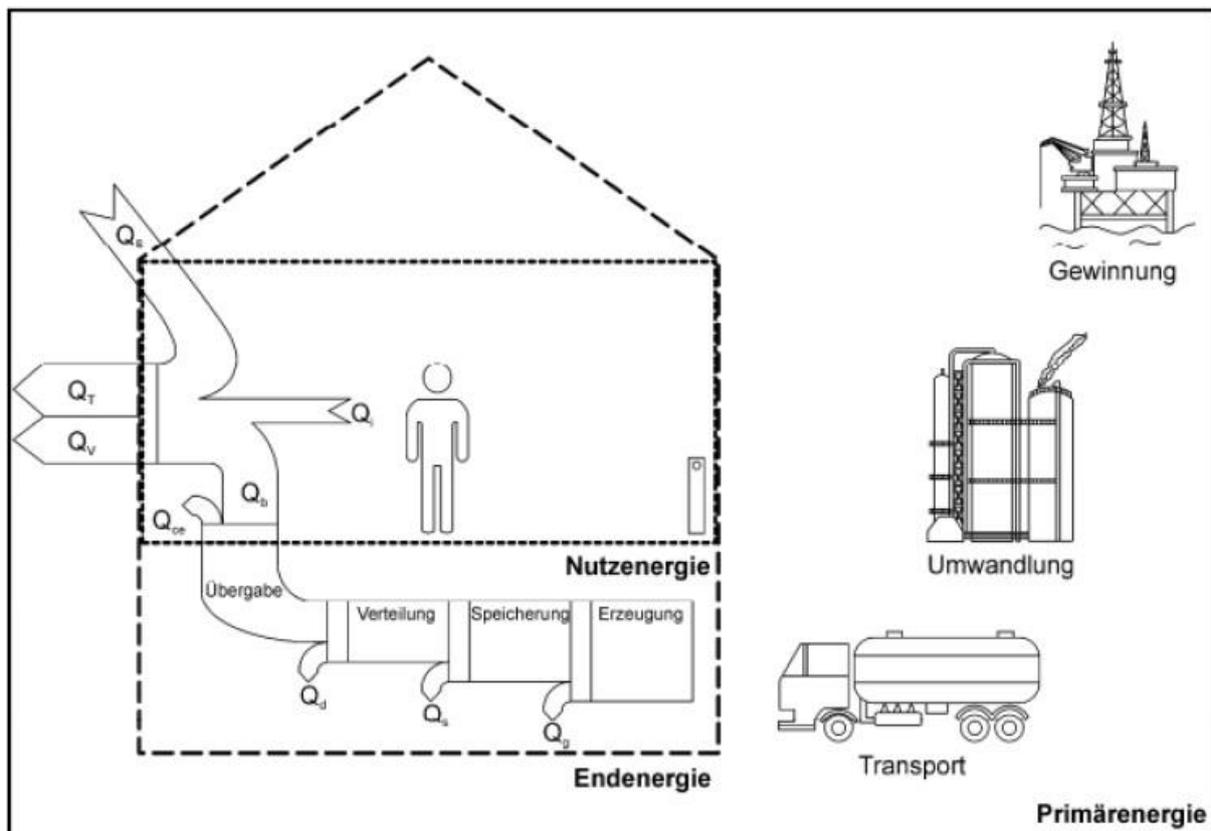


Abbildung 12: Schema zur Berechnung des Primärenergiebedarf © (Schild und Brück 2010)

Der Begriff „Nutzenergiebedarf“ (NEB) verweist auf die Menge an Energie, die einem Endverbraucher zur Verfügung steht, nachdem Verluste durch Energieübertragung und

Luftwärmeverluste abgezogen und Gewinne durch solare oder interne Energiequellen berücksichtigt wurden. Dieser Wert bildet somit die Grundlage für die Ermittlung der Nutzenergieabgabe seitens des Energieerzeugers und des Energiebedarfs. (Schild und Brück 2010).

Der Endenergiebedarf (EEB) beinhaltet neben dem Heizenergiebedarf (HEB) und dem Warmwasserwärmebedarf (WWWB) sowohl den Bedarf an Haushaltsstrom (HHSB) als auch den Bedarf an Haustechnikenergie (HTEB). In dieser Betrachtung sind Verluste (Q) innerhalb der Anlagentechnik, die bei der Erzeugung, Speicherung, Verteilung und Übergabe auftreten können, miteinbezogen. Daher entspricht der Endenergiebedarf exakt der Menge an Energie, die für den Einkauf erforderlich ist (Lieferenergiebedarf). (Schild und Brück 2010).

$$EEB = HWB + WWWB + HTEB + HHSB$$

Der Berechnung des Primärenergiebedarfs (PEB) liegt die nachfolgende Formel zugrunde:

$$PEB = \frac{EEB \cdot f_{PE}}{BGF} = \frac{EEB \cdot (f_{PE,n.ern} + f_{PE.ern})}{BGF}$$

Der Primärenergiebedarf (PEB) setzt sich zusammen aus einem Anteil erneuerbarer Energiequellen ($PEB_{em.}$, wie zum Beispiel Biomasse) sowie einem Anteil nicht-erneuerbarer Energiequellen ($PEB_{n.em.}$, wie etwa Öl oder Gas). Die entsprechenden Primärenergiefaktoren (f_{PE} , $f_{PE,n.em.}$ und $f_{PE,em.}$) sind gemäß den Vorgaben der OIB Richtlinie 6 verfügbar. Diese Faktoren werden mit dem Endenergiebedarf (EEB) multipliziert und anschließend durch die Bruttogeschossfläche (BGF) dividiert. (OIB-Leitfaden, Energietechnisches Verhalten von Gebäuden, OIB-330-024/12, Stück 73, Nr. 73/2012, S.391f.).

3.3 Regenerative Energie

Ein entscheidendes Anliegen für eine effiziente Nutzung von Energie in Gebäuden besteht darin, die Energieerzeugung möglichst nahe am Verbraucher zu platzieren. Dieses Ziel dient einerseits der Vermeidung kostenintensiver Verteilernetze und andererseits der Minimierung von Nettoverlusten sowie Energieverlusten. Die Umsetzung erfolgt in der Regel durch die Installation von Solarthermie- oder Photovoltaikanlagen vor Ort. Zudem besteht die Möglichkeit, Energie aus dem Untergrund oder aus der Luft zu gewinnen.

In diesem Abschnitt der Arbeit werden grundlegende Kenntnisse vorgestellt, die für die Entwicklung eines innovativen und nachhaltigen Energienutzungskonzepts für ein Wiener Zinshaus im Rahmen dieser Masterthese erforderlich sind.

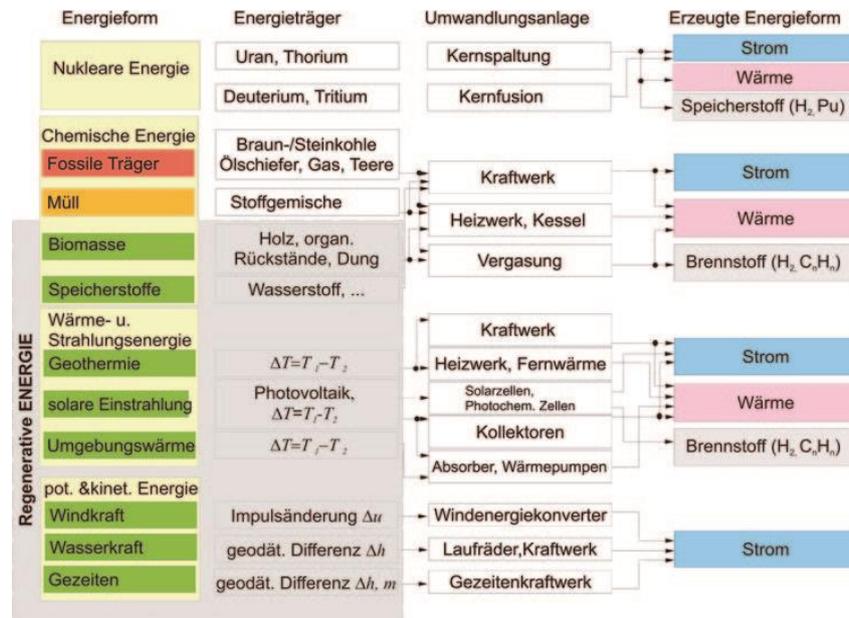


Abbildung 13: Übersicht über die Umwandlungssysteme regenerativer Energie © (Stieglitz und Heinzel 2013)

Im Fokus dieses Abschnitts liegt die Vorstellung grundlegender Konzepte, die für die Entwicklung eines innovativen und nachhaltigen Energienutzungsplans im Kontext dieser Masterthese relevant sind. Eine vertiefende Diskussion und weitere Details zu diesen Konzepten finden sich im Anhang 1 und Anhang 2, der die notwendigen Hintergrundinformationen für das angestrebte Konzept eines nachhaltigen Energieeinsatzes in einem Wiener Zinshaus liefert.

3.3.1 Geothermie

Die Nutzung von Geothermie als regenerativer Energieträger, auch als Energie aus dem Untergrund bekannt, verweist auf eine etablierte Tradition bei der Energiegewinnung aus den ausgeglichenen Temperaturen unter der Erdoberfläche. Ab einer Tiefe von etwa 10-15 Metern bleibt die Temperatur verhältnismäßig stabil und liegt zwischen 10 und 15 Grad Celsius bis zu einer Tiefe von 50 Metern. Mit leistungsstarken Wärmepumpen kann die im Erdreich gespeicherte Energie auf ein nutzbares Temperaturniveau angehoben werden. Systeme wie Absorber, die über Flach- oder Tiefenfundierungen wie Ortbetonbohrpfähle,

Stahlbetonrammpfähle und Schlitzwände oder Energiepfähle installiert werden, gestatten die Entnahme oder Einspeisung von Wärme in den Boden.

Bei der Nutzung eines saisonalen Speichers ist besonders auf eine ausgewogene Energiebilanz zwischen Entnahme und Einspeisung von Energie zu achten. Beton erweist sich aufgrund seiner hohen Wärmeleitfähigkeit und Speicherfähigkeit als besonders geeigneter Energieabsorber. Durch integrierte wassergeführte Rohrsysteme wird die gewonnene Energie vom Absorber zur Wärmepumpe transportiert, dort auf die gewünschte Temperatur angehoben und über einen Sekundärkreislauf in das Gebäude zur Wärmeabgabe, beispielsweise über eine thermische Bauteilaktivierung (TBA), übertragen. Alternativ können auch Systeme ohne Wärmepumpe verwendet werden, insbesondere im Kontext des Free-Cooling. Die Bewirtschaftung geothermischer Energie ermöglicht eine umweltfreundliche und ressourcenschonende Beheizung und Kühlung von Gebäuden. Es handelt sich um eine nachhaltige Energiequelle, die eine wichtige Rolle in der Zukunft der Energieversorgung spielen kann. (Adam, Dietmar. (2010), S. 14ff.).

Selbst bei Verzicht auf den Gebrauch einer Wärmepumpe erzielt die Kombination von Erdwärme in Verbindung mit einer thermischen Bauteilaktivierung (TBA) nicht nur einen herausragenden Wirkungsgrad, sondern ermöglicht gleichzeitig eine äußerst effektive Kühlung des Gebäudes. Die Anwendung geothermischer Energie zur Klimatisierung und Energieerzeugung verweist auf eine lange historische Kontinuität, die Jahrtausende zurückreicht. Bereits in antiken Erdkellern und unterirdischen Höhlen wurde die natürliche thermische Stabilität des Erdreichs genutzt, um Nahrungsmittel zu konservieren. Es war jedoch erst in den letzten Jahrzehnten möglich, mit dem Fortschritt leistungsstarker Wärmepumpentechnologien die im Erdinneren gespeicherte Energie auf Temperaturen zu heben, die für aktive Heiz- und Kühlzwecke in Gebäuden geeignet sind. (Adam, Dietmar. (2010), S. 14ff.).

Die Geothermie als eine der vielversprechendsten erneuerbaren Energiequellen gründet auf den schier unerschöpflichen Energieressourcen, die in unserem Planeten verborgen liegen. In den oberen 10 Kilometern der Erdkruste sind ungefähr 100 Millionen Exajoule ($1 \text{ EJ} = 10^8 \text{ Joule}$) an Wärmeenergie eingeschlossen. Theoretisch wäre es möglich, diese Energiequellen den gegenwärtigen weltweiten Energiebedarf von etwa 505 EJ, um das Hunderttausendfache zu übersteigen. (Bauer u. a. 2018).

Die Synthese dieser beiden Komponenten – die lange Historie der Ausnutzung ausgeglichener Untergrundtemperaturen und die schier endlosen Reserven an geothermischer Energie – verleiht der Geothermie einen außerordentlich attraktiven Charakter für die nachhaltige Energieversorgung und Gebäudeklimatisierung. Im Rahmen dieser Masterarbeit wird vertieft auf die Funktionsweise von geothermischen Systemen eingegangen, ihre ökologischen und ökonomischen Vorzüge beleuchtet und potenzielle Herausforderungen im Rahmen ihrer Implementierung analysiert. Das Ziel besteht darin, ein umfassendes Verständnis für die Nutzung geothermischer Energiequellen zu vermitteln und ihr Potenzial für eine nachhaltige Energiezukunft zu ergründen.

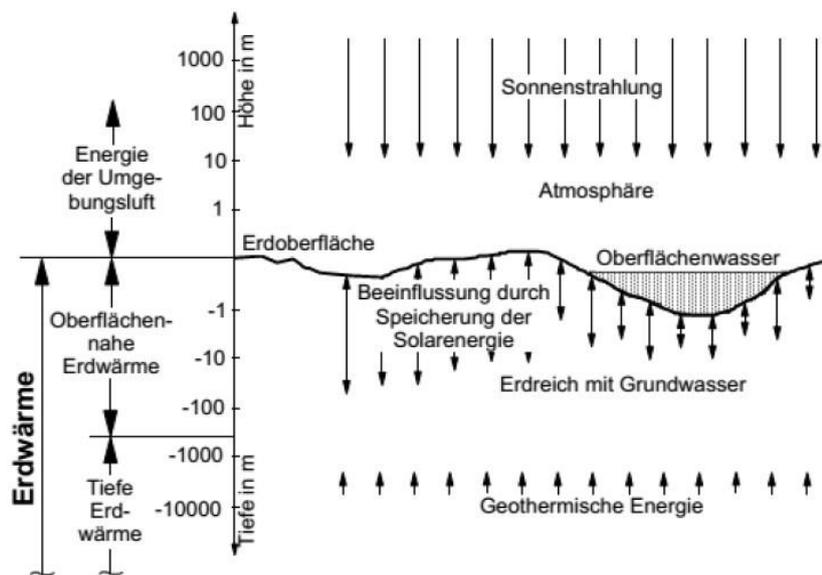


Abbildung 14: Entstehung und Zusammenhänge der Erdwärme © (Kaltschmitt und Streicher 2009a)

Im Wesentlichen bezieht sich geothermische Energie auf zwei primäre Quellen: Die Energie der Sonneneinstrahlung, welche die Erdoberfläche, die Atmosphäre und das Grundwasser erwärmt, wodurch letztendlich auch der Untergrund aufgeheizt wird. Die thermische Energie des terrestrischen Wärmestroms wird unmittelbar aus dem Erdkern bezogen, wobei die Temperatur mit zunehmender Tiefe ansteigt. Infolgedessen variiert die Ausnutzung dieser Wärmeenergie in Geothermieanlagen je nach ihrer Eindringtiefe. Die Unterscheidung der Geothermie erfolgt auf Grundlage der Eingliederung nach ihrer Bohrtiefe in die Oberflächennahe Geothermie und die Tiefe Geothermie. Hierbei ist der größte Kostenfaktor die Bohrung, weshalb sich aus wirtschaftlicher Sicht für Privathaushalte lediglich Oberflächennahe Geothermieanlagen eignen. Die Oberflächennahe Geothermie ist durch Bohrungen gekennzeichnet, die eine maximale Tiefe von 400 Metern erreichen. In geologischer Hinsicht

kann grundsätzlich jedes Grundstück für die Nutzung von Erdwärme in Betracht gezogen werden. Allerdings bedarf es einer Berücksichtigung technischer, rechtlicher, wirtschaftlicher sowie arbeits- und gesundheitsschutzrelevanter Aspekte. Die Oberflächennahe Geothermie operiert im Rahmen niedriger Temperaturbedingungen, was in der Regel den Einsatz von Wärmepumpen erforderlich macht. Das bedeutet, dass die Erhöhung der aus der Geothermie gewonnenen Temperaturen, die oft nur knapp über 100 Grad Celsius liegen, mithilfe von elektrisch betriebenen Wärmepumpen erfolgt. Aufgrund der Kosten für Strom wird daher bereits im Bereich des Neubaus besonderes Augenmerk auf die Reduzierung des Wärmebedarfs gelegt, beispielsweise durch umfassende Wärmedämmmaßnahmen. Die Nutzung von Erdwärme erfolgt durch verschiedene Technologien, darunter Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren, Energiepfähle und Wärmebrunnenanlagen. (Bauer 2014).

- Erdwärmesonden sind Röhren, die in Bohrlöchern installiert werden und durch die eine Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert. Üblicherweise kommen verschiedene Fluide, meist Wasser, als Wärmeträgerflüssigkeiten zum Einsatz.
- Erdwärmekollektoren bestehen aus Rohren, die horizontal unterhalb der örtlichen Frostgrenze im Erdreich verlegt werden und als Wärmeüberträger dienen.
- Energiepfähle sind mit bewehrtem Beton umgebene Pfähle, in die ein Rohrnetz eingeführt wird. Durch dieses Rohrnetz zirkuliert eine Wärmeträgerflüssigkeit in einem geschlossenen Kreislauf zur Versorgung der Wärmepumpe

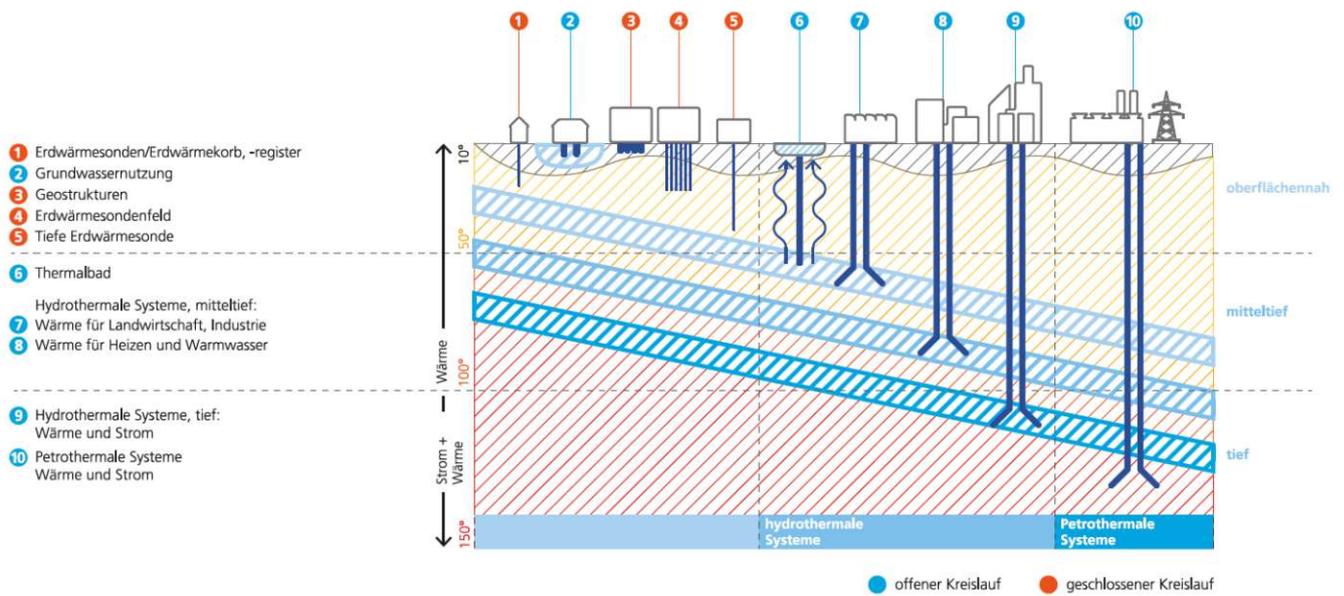


Abbildung 15: Geothermische Systeme © (Bauer 2014)

3.3.2 Wärmepumpen

Um die geothermische Wärme im oberflächennahen Bereich zweckmäßig zu verwerten, erfordert es die Nutzung einer Wärmepumpe. Wärmepumpen repräsentieren technische Vorrichtungen, die mithilfe einer mechanischen oder elektrischen Antriebspumpe thermische Energie aus einer Quelle mit niedriger Temperatur extrahieren und in Form von Heizwärme bereitstellen. ((Quaschnig 2021).

In klar verständlichen Ausdrücken lässt sich festhalten, dass Wärmepumpen Energie aus der umgebenden Atmosphäre, dem Erdreich oder dem Grundwasser extrahieren, um die erworbene Wärme für Heizungs- und Warmwasserzwecke zu verwenden. Diese thermische Energie wird anschließend in die Innenräume transportiert, um ein hohes Maß an thermischem Wohlbehagen sicherzustellen. Obgleich die spezifische Energiequelle variiert, gründet die grundlegende Konzeption der Wärmepumpentechnologie auf einem vergleichbaren Prinzip.

Die Funktionsweise einer Wärmepumpe kann in gewisser Hinsicht mit dem eines Kühlschranks verglichen werden, wobei der signifikante Unterschied darin besteht, dass die Wärmepumpe keine Kälte erzeugt, sondern vielmehr Wärme. Während ein Kühlschrank Wärme aus seinem Inneren abzieht und sie nach außen abgibt, um die Innentemperatur zu senken, extrahiert die Wärmepumpe auf entgegengesetzte Weise thermische Energie aus der Umgebung außerhalb des Gebäudes und nutzt sie zur Beheizung der Innenräume.

Grundsätzlich existieren drei unterschiedliche Wärmepumpenarten, welche sich in Abhängigkeit von ihrem funktionalen Prinzip voneinander unterscheiden:

- Die Kompressionswärmepumpen,
- Die Absorptionswärmepumpen, sowie
- Die Adsorptionswärmepumpen.

Im Kontext dieser Abhandlung wird ausschließlich das Wirkprinzip der Kompressionswärmepumpen eingehend erläutert, da sich ebendiese Variante als vorherrschend auf dem Markt etabliert hat. (Quaschnig 2021).

3.3.3 Sonnenenergie

Die Sonne wird aufgrund ihrer thermonuklearen Fusionsprozesse im Kernbereich weithin anerkannt als die einzige unerschöpfliche Quelle von Energie. Täglich stellt sie eine Menge an Energie zur Verfügung, die das 10.000-fache des gesamten Energiebedarfs der Erde ausmacht. Mithilfe hochmoderner Technologie kann diese Strahlungsenergie in thermische (Solarthermie) sowie elektrische (Photovoltaik) Energie umgewandelt werden. (Wagemann und Eschrich 2010).

Die Energie aus dem Kern der Sonne wird in Form elektromagnetischer Strahlung, einschließlich Röntgen- und Gammastrahlen, zur äußeren Schicht der Sonne, der Photosphäre, transportiert. Von dieser Schicht wird die Energie dann in den Weltraum ausgestrahlt. Wenn diese Strahlung schließlich auf die Erdatmosphäre trifft, erfahren bestimmte Wellenbereiche, wie beispielsweise solche von CO₂ und H₂O, eine Durchlässigkeit, wohingegen die energiereiche UV-Strahlung nahezu vollständig von der Ozonschicht absorbiert wird. Beim Eintreffen dieser Strahlung auf die Erdoberfläche werden Reflexions- und Steuerprozesse in Gang gesetzt, die sowohl gerichtete Einstrahlung als auch diffus verteilte Einstrahlung erzeugen. Die Kombination dieser beiden Strahlungsarten ergibt schließlich die Globalstrahlung, die letztendlich auf der Erdoberfläche messbar ist. (Schabbach und Leibbrandt 2021).

Die Globalstrahlung, ausgedrückt in [kWh/m²], wird von diversen Einflussfaktoren beeinflusst, nämlich:

- Die geografische Lage, insbesondere in Bezug auf den geografischen Breitengrad.

- Die saisonalen Schwankungen im Verlauf des Jahres.
- Die aktuellen Wetterbedingungen.
- Die Position der Sonne im Tagesverlauf.

Informationen über die Globalstrahlung an zahlreichen weltweiten Standorten sind in verschiedenen Datenbanken verfügbar. Diese Datenbanken basieren auf umfassenden meteorologischen Langzeitmessungen. (Schabbach und Leibbrandt 2021).

Im Rahmen dieser Messungen werden die monatlichen Durchschnittswerte an spezifischen Standorten erfasst, aggregiert und über einen längeren Zeitraum gemittelt, um somit das durchschnittliche Strahlungsangebot an diesem Standort zu repräsentieren. Insbesondere in Österreich zeigt sich, dass die westlichen und südlichen Regionen aufgrund ihrer alpinen Topografie und der dadurch verminderten Wolke- und Hochnebelabdeckung deutlich über dem nationalen Jahresdurchschnitt von 1.100 [kWh/m²] liegen. (Kaltschmitt und Streicher 2009b).

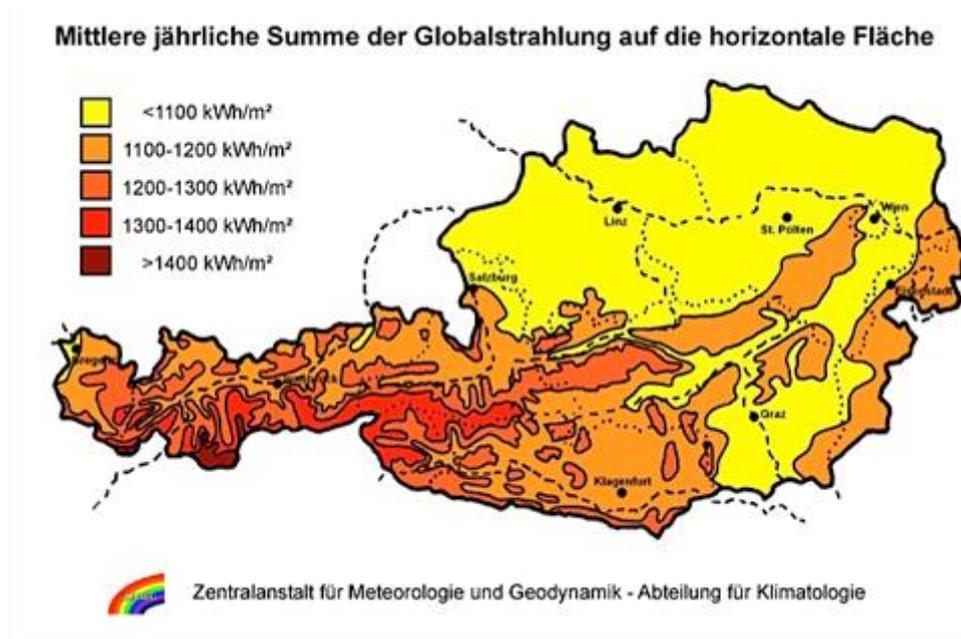


Abbildung 19: Mittlere Globalstrahlung auf Österreich © www.zamg.ac.at/cms/de/klima, Datum des Zugriffs: 18.10.2023, um 18:15)

Das verfügbare Strahlungsangebot unterliegt erheblichen jahreszeitlichen Fluktuationen und manifestiert sich in den Wintermonaten mit einer signifikanten Reduktion im Vergleich zu den Sommermonaten. Schwankungen im Bereich von +/- 5% des jährlichen Durchschnitts sind durchaus möglich, wobei meteorologische Gegebenheiten einen maßgeblichen Einfluss auf die verfügbare Strahlungsintensität ausüben. (Kaltschmitt und Streicher 2009a).

3.4 Fernwärme (Wien)

„Im Sinne des Bundesgesetzes bezeichnet der Ausdruck „Fernwärme“ thermische Energie in Form von Dampf, heißem Wasser, die in einem wärmegeprägten Rohrsystem von zumindest einer zentralen Wärmequelle zu Endverbrauchern transportiert wird.“ (Bundesgesetz, mit dem das Wärme- und Kälteleitungsausbaugesetz erlassen und das Energie-Regulierungsbehördengesetz geändert wird, BGBl. I Nr. 113/2008, § 3 Abs. 2 Z 2).

Erfolgt die zentrale Wärmeversorgung von Liegenschaften diverser Eigentümer aus einem Heizkraftwerk oder Heizwerk und wird über ein Fernwärmenetz an diese geliefert, so bezeichnet man diese Art der Wärmeversorgung als Fernwärme. Die Grundfunktion der Fernwärme ist die Lieferung von Heizwärme und Warmwasser in Gebäude, seien es gewerblich genutzte oder Wohnhäuser. Bei diesem System erfolgt die Versorgung der Endverbraucher in den meisten Fällen über ein unter der Erde laufendes Rohrnetz. Es handelt sich hierbei um eine äußerst effiziente Art der Wärmelieferung, da ohne wesentlichen Verlust von Wärme ein mehrere Kilometer langer Transport möglich ist. Folgende Komponenten sind Hauptbestandteil eines Fernwärmeversorgungssystems:

Als Wärmeträger wird in Fernwärmenetzen in der Regel Heizwasser herangezogen, welches in einem Zweileiternetz, zusammengesetzt aus einer Vor- und einer Rücklaufleitung, den Transport bis zum Endverbraucher gewährleistet. Für die Versorgung von Industriegebieten, die auch Prozesswärme benötigen wird, Dampf als Wärmeträger herangezogen. In diesem Fall besteht das Dampf-Fernwärmenetz aus einer Dampf- und einer Kondensat-Leitung. (Konstantin und Konstantin 2022).

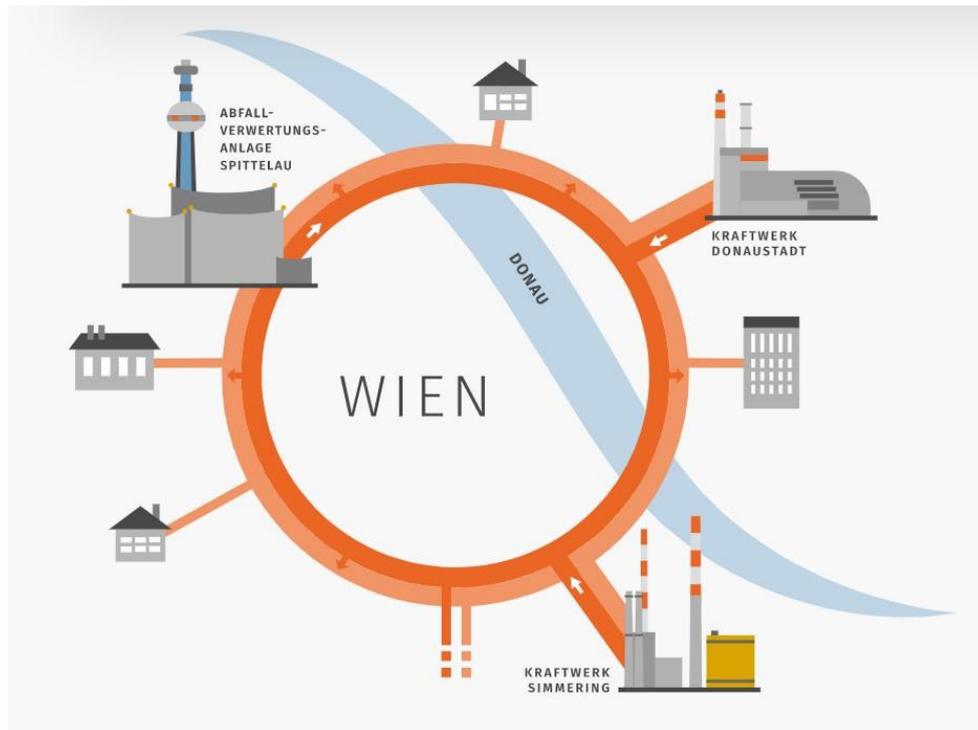


Abbildung 25: Fernwärmenetz Wien Energie ©

(<https://www.wienenergie.at/privat/produkte/waerme/fernwaerme/> - Datum des Zugriffs: 06.06.2023, um 12:35)

4.4.1 Kennzahlen

Um die Leistungen der Fernwärmeversorgung messbar zu machen, werden folgende Kennzahlen als Parameter herangezogen:

- Als *Anschlusswert* Q_A bezeichnet man die Summe aller Wärme-Nennleistungen der Kundenanlagen, die an ein Fernwärmenetz angeschlossen sind und Leistungen beziehen. Dieser Wert wird in kW_{th} oder in MW_{th} gemessen beziehungsweise angegeben. Die thermische Leistung gibt die pro Zeiteinheit freigesetzte Wärmeenergie an und ist eine charakteristische Kenngröße einer Energieumwandlungsanlage. Sie wird üblicherweise in Kilowatt (kW) oder Megawatt (MW) angegeben und beschreibt den Wärmestrom. (Konstantin und Konstantin 2022).
- Die *Netzhöchstlast* Q_H gibt den höchsten Bedarf an Leistung des gesamten Netzes pro Stunde an und wird ebenfalls in kW_{th} oder MW_{th} gemessen. Die maximale Last im Stromnetz wird hauptsächlich durch die Witterungsbedingungen des jeweiligen Jahres, die Verteilung der Verbraucher im Versorgungsgebiet und das Verhalten der Verbraucher beeinflusst.
- Das *Belastungsverhältnis* f_B wird als der Quotient aus der Wärmehöchstlast und dem Anschlusswert definiert. Seine Größe hängt von der Gleichzeitigkeit der Lastabnahme

der angeschlossenen Kunden und der Größe des Versorgungsgebietes ab. In Mischgebieten liegt dieses typischerweise zwischen ca. 0,7 und 0,8, während in einen Wohngebieten Werte zwischen 0,8 und 0,95 erzielt werden können. Es ist möglich, dass niedrigere Werte auftreten, wenn der vertraglich gemeldete Leistungsbedarf der Kundenanlagen überhöht ist. (Konstantin und Konstantin 2022).

- Die *Netzeinspeisung* W_{th} stellt die Menge an Wärme dar, die in das Netz eingebracht wird (üblicherweise für einen Jahreszeitraum angegeben). Die Wärmeabgabe $W_{th,K}$ repräsentiert die gelieferte Wärmemenge an die Kunden und entspricht der Netzeinspeisung abzüglich der Netzverluste. Diese Werte werden in GJ/a oder MWh_{th/a} angegeben.
- Die *Ausnutzungsdauer des Anschlusswertes* t_A in h/a wird definiert als der Quotient aus der abgegebenen Wärme und dem Anschlusswert. Es ist wichtig, dies von der Benutzungsdauer der Netzhöchstlast t_H in h/a zu differenzieren. Letztere wird als der Quotient aus der Netzeinspeisung W_{th} und der im jeweiligen Jahr aufgetretenen Netzhöchstlast Q_H definiert. Die Benutzungsdauer der Netzhöchstlast kann üblicherweise Werte zwischen 2.000 und 3.000 h/a erreichen.
- Die *Anschlussdichte* bezeichnet die Anzahl der Anschlüsse pro Quadratkilometer
- Die *Liniendichte* in Megawatt pro Kilometer (MW/km) stellt das Verhältnis zwischen dem Anschlusswert und der Länge der Trasse dar.
- Die *Wärmedichte* in Megawatt pro Quadratkilometer (MW/km²) ist das Verhältnis zwischen dem Anschlusswert und der Fläche eines Fernwärmeversorgungsgebiets.

Diese beiden letztgenannten Kennzahlen dienen als Indikatoren zur ersten Beurteilung der wirtschaftlichen Effizienz der Fernwärmeversorgung potenzieller Versorgungsgebiete oder Verbraucher. (Konstantin und Konstantin 2022).

3.5 Fernkälte

Im Gegensatz zur Fernwärme konzentriert sich Fernkälte in kleinen Bereichen mit sehr hohem Bedarf an Kälte für Klimatisierungszwecke wie Universitäten, Flughäfen, Regierungsvierteln. Die Fernkältezentralen sind i.d.R. integriert in dem zu klimatisierenden Gebäudekomplex. Laut Wärme- und Kälteleitungsausbaugesetzt definiert der Begriff „*Fernkälte*“ *thermische Energie mit niedrigem Temperaturniveau zur Klimatisierung von Gebäuden und Kühlung von Anlagen, die in einem thermisch isolierten Rohrsystem von zumindest einer zentralen Kältequelle zu Endverbrauchern transportiert wird.*“ (Bundesgesetz, mit dem das Wärme- und

Kälteleitungsausbaugesetz erlassen und das Energie-Regulierungsbehördengesetz geändert wird, BGBl. I Nr. 113/2008., § 3 Abs. 2 Z 2a).

Fernkälte wird in dedizierten Zentralen erzeugt, wobei hochleistungsfähige Maschinen kaltes Wasser erzeugen. Die Energiequelle für diesen Prozess kann entweder Strom oder Wärme sein. Im Sommer wird insbesondere Abwärme aus Müllverbrennungsanlagen als Wärmequelle genutzt. Das abgekühlte Wasser mit einer Temperatur von etwa 5 – 6 Grad Celsius wird über ein separates Fernkältenetz direkt zu den Verbrauchern geleitet, wo es mithilfe interner Kühlsysteme verteilt wird. Diese Kühlsysteme können beispielsweise in Form von Rohren in den Betonwänden eines Gebäudes oder als Gebläsekonvektoren (auch bekannt als „Fan Coils“) in den Zimmern realisiert werden. Das Wasser nimmt dabei die Wärme aus dem jeweiligen Gebäude auf und transportiert sie ab. Zur Rückkühlung wird zum Beispiel Flusswasser verwendet. Im Vergleich zu herkömmlichen individuellen Klimaanlage ermöglicht Fernkälte eine erhebliche Einsparung von Energie und reduziert den CO₂ Ausstoß. Fernkälte stellt heutzutage die umweltfreundlichste Methode der Kühlung dar. (<https://www.wienenergie.at/ueber-uns/unternehmen/energie-klimaschutz/energieerzeugung/fernkaelte/> 13.06.23, um 12:50).

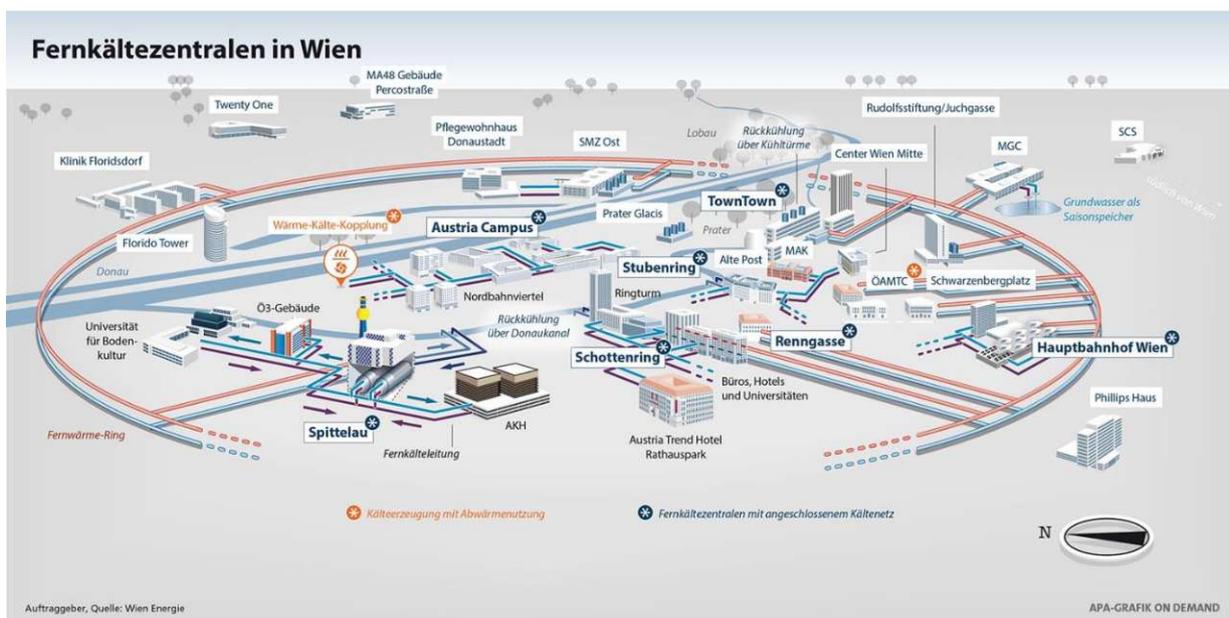


Abbildung 26: Fernkältezentralen in Wien Energie © (<https://www.wienenergie.at/ueber-uns/unternehmen/energie-klimaschutz/energieerzeugung/fernkaelte/> - 13.06.2023, um 08:12)

4. Sanierung und Umbau

In der nachhaltigen Sanierung von Gründerzeithäusern spielen mehrere entscheidende Faktoren eine bedeutende Rolle, um den langfristigen Wert dieser historischen Gebäude zu bewahren. Es ist unerlässlich, die strukturellen Merkmale dieser Altbauten angemessen zu berücksichtigen, da sie sich erheblich von den Konstruktionen zeitgenössischer Neubauten unterscheiden. Diese charakteristischen Eigenschaften der Gründerzeithäuser eröffnen Chancen, sowohl aus technischer als auch aus wirtschaftlicher Perspektive zu profitieren. Durch eine ganzheitliche Herangehensweise in der Planungsphase können angemessene und nachhaltige Lösungen entwickelt werden. Die Berücksichtigung von Kriterien wie Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit, Bauphysik, Denkmalpflege, technischer Ausführung und Energieeffizienz ist von zentraler Bedeutung, wenn es darum geht, die energetische Sanierung von Gründerzeithäusern erfolgreich umzusetzen. Diese Kriterien müssen in einem ganzheitlichen Ansatz miteinander verknüpft werden, um eine effiziente und nachhaltige Lösung zu gewährleisten. Dabei sollte auch eventuell fehlendes Fachwissen in Betracht gezogen und in die Planung einbezogen werden. Die Verknüpfung dieser Kriterien ermöglicht es, die Balance zwischen dem Erhalt des historischen Erbes und der Anpassung an moderne Standards in Bezug auf Energieeffizienz und Wohnkomfort zu finden. Die Herausforderung besteht darin, technische Lösungen zu finden, die die bauliche Integrität der Gründerzeithäuser bewahren, gleichzeitig aber die Anforderungen an Energieeffizienz erfüllen und wirtschaftlich umsetzbar sind. Insgesamt zeigt sich, dass die Sanierung von Gründerzeithäusern ein komplexes Unterfangen ist, das ein breites Spektrum von Faktoren berücksichtigen muss. Die erfolgreiche Umsetzung erfordert eine fundierte Planung, bei der alle relevanten Kriterien in Zusammenhang gebracht werden, um den langfristigen Wert dieser historischen Gebäude zu erhalten und gleichzeitig den Anforderungen der modernen Zeit gerecht zu werden.

Sanierungs- und Umbauprojekte sind unausweichliche Begleiterscheinungen bei Gebäuden mit langjähriger Bestandsdauer. Das fortgeschrittene Alter dieser Gebäude, gepaart mit den fortwährenden technologischen Fortschritten und den verbesserten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, führte über die Jahre zu einer Steigerung des Umfangs solcher Bauvorhaben. Zwischen den 1970er und den 2000er-Jahren standen die Renovierungen von Gründerzeithäusern im Zeichen von Badezimmer- und Zentralheizungseinbauten, sowie umfassende Elektroinstallationen. Oftmals erforderte dies die Neuverlegung von Hausanschlüssen und Hauptleitungen. Der gesteigerte Bedarf an Raum und die verschärften Sicherheitsvorschriften führten zu einem erhöhten Platzbedarf, der bei der ursprünglichen

Planung im 19. Jahrhundert nicht vorgesehen war. Leitungen aller Art wurden häufig in das bestehende Mauerwerk eingelassen, wobei Kabelschächte nur in seltenen Fällen errichtet wurden. Das Prinzip der Einlassung von Leitungen setzte sich innerhalb der Gebäude fort. Wasser, Gas- und Heizungsleitungen, sowie Strom- und Kommunikationsleitungen mit Verteilerdosen und Leerrohren wurden großzügig dimensioniert. Bei der Verlegung dieser Leitungen wurden in der Regel ohne fachliche Prüfung der statischen Auswirkungen vor Ort Schlitz- und Trassen in das Mauerwerk eingelassen, gebohrt und gefräst. Oftmals führte dies zu erheblichen Schwächungen von Mauerquerschnitten und Pfeilern. Bei Sanierungs- und insbesondere Umbauprojekten von Häusern der Gründerzeit sollten nachhaltige Gesichtspunkte als entscheidende Kriterien herangezogen werden. Dies bedeutet, moderne Baumaterialien der Bauindustrie nur dann zu verwenden, wenn klassische Lösungsansätze nicht geeignet sind. Klassische Lösungen umfassen Materialien und Konstruktion, die bereits bei der ursprünglichen Errichtung von Gründerzeithäusern Anwendung fanden. Handwerkliche Methoden sollten gegenüber modernen industriellen Varianten bevorzugt werden, um die Homogenität des Gebäudes zu wahren. (Swittalek 2023).

Häufig lassen sich Eigentümer und Auftraggeber von guten Absichten oder der vermeintlichen Reduzierung der Kosten dazu verleiten, neue Materialien oder Produkte einzusetzen. Die Industrie und die Bauwirtschaft bieten hierzu geeignete Bau- und Produktsysteme an. Selbst Rohbaukonstruktionen werden heute industriell in vielfältigen Varianten vorgefertigt. Ziegelhersteller präsentieren neben den herkömmlichen Normalformatziegeln eine breite Palette von Wandsteinen, die sich in Bezug auf Abmessungen, Hohlkammern und Dämmstofffüllungen unterscheiden. Darüber hinaus stehen Wandsteine aus verschiedenen Baumaterialien wie Beton, Blähton oder Kalksandstein zur Auswahl. Die chemische und Kunststoffindustrie hat in den vergangenen Jahrzehnten eine dynamische Entwicklung durchlaufen und hochspezialisierte Kunststoffe entwickelt, die in der Bauindustrie weit verbreitet sind. Diese modernen Kunststoffe werden insbesondere in zeitgemäßen Fassadensystemen eingesetzt. In der Regel sind Bauprodukte auf einheitliche Neubaukonstruktionen ausgelegt. Bei der Zusammenfügung von Wandkonstruktionen, Fassadendämmung, -beschichtung, sowie Sohlbänken mit Fenster- und Türelementen ergeben sich komplexe Gesamtkonstruktionen. Besondere Herausforderungen stellen sich an den Übergängen von Wand- zu Fensterkonstruktionen im Bereich der Fensterleibung, wo ungewollte Kältebrücken auftreten können. Statische und bauphysikalische Eigenschaften werden bis an ihre Grenzwerte ausgereizt und scheinbar optimiert. Diese Form der

Kostenoptimierung geht jedoch mit einer eingeschränkten Anwendbarkeit und begrenzten Lebensdauer einher. Viele moderne Bauprodukte sind ungeeignet für die Verwendung in historischen Gebäuden, insbesondere bei thermischen Sanierungen. Moderne Fassadensysteme streben danach, Gebäude dicht abzuschließen, um Wärmeverluste zu minimieren. Diese Maßnahme führt jedoch dazu, dass die Gebäude nicht mehr ausreichend belüftet werden können, was das Risiko von Kondensatbildung aufgrund der sehr dampfdichten Konstruktion erhöht. Dies kann zu großflächiger Verschmutzung der Fassade führen.(Swittalek 2023).

Gründerzeithäuser weisen eine völlig andere Konstruktionsweise auf. Das Zusammenführen historischer und moderner Bausysteme kann zu Unverträglichkeiten von Materialien und Konstruktionen führen, die langfristig zu Bauschäden und zur nachhaltigen Verschlechterung der Gebäudesubstanz führen. Die Konstruktion eines Gründerzeithauses beginnt mit einem stabilen Fundament. In Teilen von Wien gibt es lehmigen Untergrund, während in der Nähe der Donau eher sandige Böden vorherrschen. Gründerzeitliche Wohnhäuser verfügen in der Regel über Fundamente aus Ziegelmauerwerk, die gelegentlich auf einem Ring aus Natursteinen ruhen. Die Integration von Bruch- und Natursteinen im Mauerwerksverband ist im Keller- und Fundamentbereich häufig anzutreffen. Die Fundamenttiefe ist entscheidend für die Tragfähigkeit und kann bei nicht tragfähigem Untergrund erheblich ausgedehnt werden. Die Wahl zwischen Ziegel- und Holzpfählen ist mit verschiedenen Vor- und Nachteilen verbunden. Das Gewicht eines Gebäudes stellt eine dauerhafte Belastung dar, wohingegen die Nutzung des Gebäudes als Nutzlast oder veränderliche Last bezeichnet wird. Fenster- und Türöffnungen in den Geschossen konzentrieren die Kräfte auf Pfeiler und kurze Wandscheiben, die idealerweise gleichmäßig auf das Fundament verteilt werden sollten. Gründerzeithäuser verfügen in der Regel über Erdkeller mit gewachsenem Boden oder Bodenpflaster. Die Feuchtigkeit kann frei aufsteigen, aber eine ausreichende Belüftung durch Kellerfenster verhindert das Eindringen von erhöhter Feuchtigkeit in das Gebäude. Kellerdecken sind oft aus Vollziegel gefertigt, entweder als Tonnengewölbe, mit Gurtbögen oder als Ziegeltraversdecken. Die poröse Struktur des Ziegels ermöglicht die Regulierung der Feuchtigkeit im Raum, was ein ausgeglichenes Raumklima schafft. Die Erdgeschosse zeichnen sich durch große Straßenöffnungen aus, wobei lastabtragende Wandscheiben häufig durchbrochen und teilweise auf Pfeiler reduziert sind. Die Massivziegeldecke im Erdgeschoss ähnelt der Kellerdecke und kann auch Stahltraversen zur Unterstützung aufweisen. Die Obergeschosse sind in ihrer Struktur weitgehend gleich, bieten jedoch Flexibilität in Bezug auf Türdurchbrüche und Zwischenwände, um den unterschiedlichen Anforderungen kleinerer oder größerer Wohnungen gerecht zu werden.

Wandstärken der Deckenauflegerwände nehmen nach oben hin ab, um eine Anpassung an die jeweiligen Anforderungen zu ermöglichen. Gründerzeithäuser, die in der Vergangenheit unsachgemäß modifiziert wurden, können langfristig wirtschaftlich nicht mehr sinnvoll instandgehalten werden. Dies führt zu erheblichem Wertverlust und möglicherweise zur technischen Abbruchreife. Eine sorgfältige und umfassende Planung ist entscheidend, um dies zu vermeiden. (Swittalek 2023).

4.1 Gesetzliche Regelungen und Normen

In diesem Abschnitt soll eine eingehende Betrachtung der rechtlichen Rahmenbedingungen in Österreich, speziell in Wien, im Zusammenhang mit dem Bauwesen vorgenommen werden. Besonders von Interesse sind die signifikanten Modifikationen in der Bauordnung, die im Hinblick auf die Erhaltung von Bestandsgebäuden hervorstechen.

4.1.1 Bauordnung

Infolge der landesspezifischen Zuständigkeit im österreichischen Bauwesen verfügt jedes Bundesland über seine eigene bauordnungsrechtliche Regelung. Die Bauordnungen weisen daher je nach Bundesland spezifische Unterschiede auf. Dennoch lassen sie sich grundlegend in die folgenden Kategorien gliedern:

- Normen zur Bebauung (einschließlich Stadtplanung, Flächenwidmungs- und Bebauungsplan sowie Bebauungsbestimmungen)
- Formale Anforderungen im Rahmen von Bauprojekten (wie Bauverfahren, Anträge auf Baugenehmigungen, Bauanzeigen und genehmigungsfreie Bauprojekte)
- Festlegungen zur Grundstücksausnutzung (einschließlich Grundstücksgröße, Bauweise, Gebäudehöhe und Bauklasse, Schutzzonen)
- Bautechnische Vorschriften
- Vorgaben für die Umsetzung, Nutzung und Instandhaltung von Bauwerken (Fertigstellungsanzeigen, Bauwerksbuch und Gebäudeabbruch).

4.1.2 OIB-Richtlinien (Österreichischen Institut für Bautechnik)

In jedem Bundesland gibt es nicht nur eine individuelle Bauordnung, sondern auch spezifische bautechnische Vorschriften. Zur Förderung der österreichweiten Kohärenz wurden die OIB-Richtlinien vom Österreichischen Institut für Bautechnik veröffentlicht und in die

Bauordnungen der Bundesländer aufgenommen, um als verbindliche Referenz für den aktuellen Stand der Technik zu fungieren. (<https://www.oib.or.at/de> (Datum des Zugriffs: 07. 11. 2023, um 22:05)).

Grundsätzlich ist es möglich, von diesen Richtlinien abzuweichen, sofern der Bauherr nachweisen kann, dass ein gleichwertiges Schutzniveau wie bei Einhaltung der Richtlinie erreicht wird.

Die OIB-Richtlinien sind unterteilt in:

- OIB-Richtlinie 1: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
- OIB-Richtlinie 2: Brandschutz
 - OIB-Richtlinie 2.1: Brandschutz bei Betriebsbauten
 - OIB-Richtlinie 2.2: Brandschutz bei Garagen, überdachten Stellplätzen und Parkdecks
 - OIB-Richtlinie 2.3: Brandschutz bei Gebäuden mit einem Fluchtniveau von mehr als 22 m
- OIB-Richtlinie 3: Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
- OIB-Richtlinie 4: Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit
- OIB-Richtlinie 5: Schallschutz
- OIB-Richtlinie 6: Energieeinsparung und Wärmeschutz.

4.1.3 Denkmalschutz

Die Zuständigkeitsbereiche von Bauordnung und Denkmalschutz weichen voneinander ab. Während die Bauordnung auf Landesebene geregelt ist, fällt der Denkmalschutz in den Zuständigkeitsbereich der Bundesgesetzgebung. In Österreich ist das Bundesdenkmalamt (BDA) als die maßgebliche Institution für den Denkmalschutz etabliert. Im Fall von geplanten Veränderungen an einem denkmalgeschützten Gebäude, sei es ein Umbau, eine Sanierung, Instandsetzung oder gar ein Abbruch, ist sowohl die Zustimmung der zuständigen Baubehörde als auch die Genehmigung des Bundesdenkmalamtes erforderlich. Die Baubehörde richtet sich dabei nach den entsprechenden Regelungen der jeweiligen Bauordnung, während das Bundesdenkmalamt die Bestimmungen des Denkmalschutzgesetzes anwendet. Es kann durchaus vorkommen, dass die Baubehörde ihre Zustimmung erteilt, während das Bundesdenkmalamt dies verweigert. In jedem Fall ist es unabdingbar, vor Beginn jeglicher

Baumaßnahmen sowohl die behördliche Genehmigung als auch die Genehmigung des Bundesdenkmalamtes einzuholen. (<https://www.bda.gv.at/service/haeufige-fragen/denkmalenschutz.html>, Datum des Zugriffs: 07. 11. 2023, um 21:15).

4.1.4 Wiener Bauordnung

In der Stadt Wien wird die Wiener Bauordnung als primäre rechtliche Grundlage des Bauwesens angesehen. Die Aufgabe der Überwachung und Durchsetzung der Bestimmungen der Bauordnung sowie der damit verbundenen Bauvorschriften, Richtlinien und Normen obliegt der zuständigen Baubehörde, nämlich der Magistratsabteilung 37 (MA37).

Bauordnungsnovelle 1972

Die Stadt Wien erhielt durch die Verabschiedung der Altstadterhaltungsnovelle im Jahr 1972 (gemäß § 7 WBO) die Befugnis, unabhängig von den Denkmalschutzbestimmungen Schutzzonen zu etablieren. Diese Schutzzonen dienen dem Schutz charakteristischer Gebäudegruppen, auch bekannt als Ensembles, vor Abriss oder erheblichen baulichen Veränderungen. Die Einrichtung von Schutzzonen ermöglichte die Übertragung der Zuständigkeiten des Bundes (im Bereich des Denkmalschutzes) auf die Landesebene, speziell im Kontext des Ortsbildschutzes. Das primäre Ziel der Schutzzonen besteht in der Bewahrung des charakteristischen Stadtbildes, der historischen Bausubstanz sowie der prägenden Architekturelemente. Hierbei liegt der Schwerpunkt vor allem auf der äußeren Erscheinung der Objekte. Schutzzonen sind klar in den Flächenwidmungs- und Bebauungsplänen als geschlossene Gebiete ausgewiesen. Es ist von Bedeutung anzumerken, dass in Wien derzeit etwa 135 Schutzzonen existieren, die mehr als 15.000 Gebäude umfassen, was ungefähr acht bis neun Prozent des gesamten Wiener Baukörpers entspricht. (<https://www.geschichtewiki.wien.gv.at/Schutzzonen> Datum des Zugriffs: 08.11.2023, um 13:20).

Bauordnungsnovelle 2014

In der Regel obliegt es dem Eigentümer, beziehungsweise jedem Miteigentümer, die angemessene Instandhaltung des Bauwerks und seiner baulichen Komponenten zu gewährleisten, gemäß den Vorgaben der Baugenehmigung und den regulativen Richtlinien der Wiener Bauordnung. In den Fällen von Gebäuden innerhalb von Schutzzonen wird zusätzlich die Pflicht auferlegt, das Gebäude, seine zugehörigen Anlagen und architektonischen

Verzierungen im authentischen Stil zu erhalten und in Übereinstimmung mit den Vorgaben des Bebauungsplans zu pflegen. Im Zuge der Aktualisierung der Bauordnung im Jahr 2014 wurde für Gebäude mit mehr als zwei Hauptgeschossen eine Verpflichtung für Eigentümer eingeführt. Diese besagt, dass bei sämtlichen Neubauten, Erweiterungen oder Umbauten an Bauwerken ein Bauwerksbuch erstellt werden muss, welches durch einen Ziviltechniker oder einen qualifizierten Sachverständigen verifiziert wird. Darüber hinaus müssen alle Instandhaltungsmaßnahmen an Bauwerken, selbst bestehenden Gebäuden, die das öffentliche Interesse tangieren, entsprechend dokumentiert werden. (Wiener Stadtentwicklungs-, Stadtplanungs- und Baugesetzbuch, StF.: LGBl. Nr. 11/1930, § 128a Abs. 1 iVm § 129 Abs. 2 WBO).

Das Hauptziel der vorliegenden Gesetzesnovelle ist es, das Bewusstsein der Gebäudeeigentümer hinsichtlich ihrer Pflicht zur Instandhaltung zu schärfen und gleichzeitig sicherzustellen, dass diese Verpflichtung von den Baubehörden überwacht werden kann. (https://wien.arching.at/service/technisches_service/baurechtliche_hinweise_und_erlaeuterungen/bauwerksbuch.html, Datum des Zugriffs: 08.11.2023, um 10:13).

Grundsätzlich sollte eine umfassende Dokumentation sämtlicher baulicher Elemente erfolgen, die bei einer Verschlechterung ihres Zustands eine potenzielle Gefahr für das Leben und die Gesundheit von Menschen darstellen könnten. Hierzu zählen beispielsweise tragende Strukturen, Fassaden, Dächer, Geländer und Brüstungen. Diese Dokumentation ist von den Gebäudeeigentümern sorgfältig aufzubewahren, möglicherweise in elektronischer Form, und muss auf Anfrage den zuständigen Behörden vorgelegt werden oder im Rahmen einer Bauvollendungsmeldung beigelegt werden. (Wiener Stadtentwicklungs-, Stadtplanungs- und Baugesetzbuch, StF.: LGBl. Nr. 11/1930, § 128a Abs. 1 iVm § 129 Abs. 2 WBO).

Bauordnungsnovelle 2018

Bis zur Mitte des Jahres 2018 war eine Genehmigung zum Abriss lediglich dann vonnöten, wenn sich das Bauwerk in einem Schutzgebiet oder in einer Region mit Baustopp befand oder wenn es sich um einen partiellen Rückbau handelte. Außerhalb von Schutzgebieten und Baustopp-Regionen musste der Abriss lediglich bei der zuständigen Baubehörde gemeldet werden. Mit der Revision der Wiener Bauordnung im Jahr 2018 wurden unter anderem Bestimmungen zur Bewahrung bestehender Bauwerke eingeführt, wodurch die Anforderung einer Genehmigung für Abrisse auch auf sämtliche Gebäude ausgeweitet wurde, die vor dem

1. Januar 1945 errichtet wurden. Sofern die Stadtplanungsbehörde MA19 nunmehr ein "öffentliches Interesse an der Beibehaltung des Bauwerks aufgrund seiner Einflussnahme auf das örtliche Stadtbild" feststellt, darf mit dem Abriss nicht begonnen werden. Ein gravierendes Problem liegt darin begründet, dass die Termini "Erhaltung im öffentlichen Interesse" und "Einfluss auf das örtliche Stadtbild" nicht klar definiert sind, was einen signifikanten Interpretationsspielraum eröffnet. Um dennoch die Erlaubnis für den Abriss zu erhalten, ist gemäß § 60 Abs. 1 lit. d der Wiener Bauordnung eine Genehmigung der Baupolizei (MA37) erforderlich. Bei diesem Antrag muss allerdings ein Sachverständigengutachten eines Ziviltechnikers oder eines sachkundigen Experten vorgelegt werden, welches nachweist, dass entweder eine "technische Abbruchreife" oder eine "wirtschaftliche Abbruchreife" des Bauwerks gegeben ist. (<https://www.dorda.at/news/rien-ne-va-plus-das-C3%B6sterreichische-bau-und-immobilienrecht> (Datum des Zugriffs 08.11.2023, um 11:11).

Technische Abbruchreife

Die Erreichung eines Zustands, in dem ein Bauwerk als technisch unrettbar angesehen wird, tritt erst ein, wenn die Wiederherstellung des Gebäudes als technisch nicht umsetzbar erwiesen ist. Dieser Zustand der technischen Unmöglichkeit tritt ein, wenn der Grad des Verfalls des Gebäudes ein solches Ausmaß erreicht hat (beispielsweise Einsturz, umfassende Durchfeuchtung, Vermorschung oder starke Verwitterung), dass nahezu alle grundlegenden, das Raumkonzept beeinflussenden Bauteile in ihrer Substanz erneuert werden müssen.

Im Wesentlichen kann die technische Unmöglichkeit der Instandsetzung als eine vollständige Umgestaltung oder Neuerstellung des Gebäudes betrachtet werden. Ob in einem konkreten Einzelfall die technische Unmöglichkeit der Instandsetzung vorliegt, muss von einer qualifizierten, sachverständigen Person im Rahmen eines ingenieurgutachterlichen Berichts und einer Bestandsaufnahme bestätigt werden. Eine anerkannte Vorgehensweise wird im "Leitfaden zur Einschätzung der technischen Unmöglichkeit von Instandsetzungen" der MA37 dargelegt. Hierbei wird nach den empfohlenen Verfahrensschritten des Leitfadens eine separate Bewertung der Bauteile (wie beispielsweise Fundamente, tragende oder versteifende Wände, Decken und Dachstuhl) entsprechend der Fläche der beschädigten Bauteile durchgeführt. Die "technische Unmöglichkeit der Instandsetzung" liegt vor, wenn der Grad der Schädigung (bewertete Fläche im Verhältnis zur Gesamtfläche) mehr als 95% erreicht. (<https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/pdf/merkblatt-tech-abbruchreife.pdf> Datum des Zugriffs: 08.11.2023, um 12:20).

Wirtschaftliche Abbruchreife

Die wirtschaftliche Abbruchreife bezeichnet die Situation, in der die finanziellen Aufwendungen für die Renovierung eines Gebäudes wirtschaftlich untragbar werden. Sie tritt auf, wenn die angemessene Instandhaltung des Bauwerks (gemäß § 129 Abs. 2 der Wohnbauordnung) oder die voraussichtlichen Erhaltungskosten für die nächsten zehn Jahre für das Mietobjekt aufgrund der zu erwartenden Mieteinnahmen unter Berücksichtigung einer potenziellen Mietzinserhöhung (gemäß §§ 18, 19 des Mietrechtsgesetzes) nicht mehr wirtschaftlich durchführbar ist. (Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht (Mietrechtsgesetz – MRG), StF: BGBl. Nr. 520/1981 (NR: GP XV RV 425 AB 880 S. 90. BR: S. 415, §§ 18, 19).

Die Überprüfung der wirtschaftlichen Abbruchreife erfordert die Erstellung eines Gutachtens durch einen Ziviltechniker oder einen qualifizierten Sachverständigen, in dem die geschätzten Kosten für die Sanierung des Gebäudes im Verhältnis zum Ertragswert der Immobilie nach der Sanierung detailliert dargelegt werden. Dies schließt Reserven, mögliche Fördermittel, Zinsen und andere relevante Faktoren ein. Ein ingenieurtechnisches Gutachten zur Bestandsaufnahme, zusammen mit einer fachlichen Bewertung, ist ebenfalls erforderlich. Nach Vorlage aller erforderlichen Dokumente erfolgt ein Vergleich der Kosten und Erträge, um festzustellen, ob das Gebäude wirtschaftlich abbruchreif ist.

(<https://www.wien.gv.at/wohnen/wohnbautechnik/pdf/abbruchreife-gebaeude-schutzzone.pdf>
Datum des Zugriffs: 08.11.2023, um 12:39).

Sollte sich herausstellen, dass die wirtschaftliche Abbruchreife vorliegt, erhält der Vermieter des Gebäudes das Recht, bestehende Mietverträge zu kündigen, sofern die Abrissgenehmigung von der MA37 erteilt wurde und für den Mieter eine angemessene Ersatzunterkunft bereitgestellt wird.

Bauordnungsnovelle 2023 (zum Zeitpunkt dieser Arbeit noch erlassen)

Im Rahmen des Regierungsübereinkommens der Wiener Fortschrittskoalition wurde die Ankündigung einer umfassenden Überarbeitung der Bauordnung gemacht, die einen besonderen Fokus auf Aspekte der sozialen Gerechtigkeit, wirtschaftlichen Wohlstands und ökologischen Nachhaltigkeit legt. Zur Vorbereitung dieser umfassenden Novelle fand eine spezialisierte Fachkonferenz am 9. und 10. November 2022 statt. Diese Veranstaltung verzeichnete die Teilnahme von über 120 hochqualifizierten Fachleuten, sowohl aus dem

innerstädtischen Kontext als auch von externen Quellen, die ihre Expertise aus den Bereichen Politik, Verwaltung, Wissenschaft, Forschung und dem Baugewerbe einbrachten. Inhaltlich fokussierte sich diese Konferenz auf die Schwerpunkte "Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel", "bezahlbarer und qualitativ hochwertiger Wohnraum", sowie "Vereinfachung und Beschleunigung von Verwaltungsverfahren". Auf Basis der Ergebnisse dieser Konferenz, ergänzt durch eingehende Änderungsvorschläge und unter Berücksichtigung verschiedener strategischer Fachkonzepte und Programme der Stadt Wien (insbesondere des Managementplans für das UNESCO-Welterbe, des Fachkonzepts für eine polyzentrische Entwicklung Wiens und des Wiener Klimafahrplans), wurde die vorliegende Novelle erarbeitet. (Erläuternde Bemerkungen zum Gesetz, mit dem die Bauordnung für Wien, das Wiener Kleingartengesetz 1996 und das Wiener Garagengesetz 2008 geändert werden (Bauordnungsnovelle 2023)).

Die für diese Arbeit relevanten Änderungen beziehen sich auf die Erweiterung der Regelung zur Erhaltung von Gebäuden, die vor dem 1.1.1945 errichtet wurden und wegen ihrer Wirkung auf das örtliche Stadtbild schützenswert sind. Folgende Änderungen ergeben sich aus der geplanten Novellierung der Wiener Bauordnung:

- Änderung der Kriterien für die Beurteilung der äußeren Gestaltung von Bauwerken in § 85.
- Konkretisierung der Voraussetzungen für das Vorliegen der wirtschaftlichen Abbruchreife in § 60 Abs. 1 lit. d durch Berücksichtigung öffentlicher Fördermittel, wirtschaftlicher Ertragsoptimierungspotentialen und Nicht-Berücksichtigung von Aufwendungen, die aufgrund einer schuldhaften Vernachlässigung der Erhaltungspflicht zu treffen sind.
- Schaffung zusätzlicher formaler Voraussetzungen bei Bewilligungsansuchen für Neubauprojekte bzw. Baubeginnsanzeigen auf Liegenschaften, die einen geschützten Baubestand aufweisen.
- Ausrollen des im Jahr 2014 eingeführten Bauwerksbuchs auf Bestandsgebäude. Im Rahmen dieser Novelle liegt der Fokus auf den Gebäuden, die vor dem 1.1.1945 errichtet wurden. Es wird vom Magistrat eine Bauwerksdatenbank eingerichtet und die Rechtsgrundlage geschaffen, dass Bauwerksbücher elektronisch zu führen sind.

Des Weiteren sind folgende Änderungen in der Wiener Bauordnung in Bezug auf Dekarbonisierung und Gebäudesanierung von Relevanz für diese Arbeit:

- Erweiterungen der Ausnahmemöglichkeiten in Art. V.
- Schaffung einer Rechtsgrundlage für Energieraumpläne im Bestand.
- Schaffung von Rechtsgrundlagen, die die Dekarbonisierung von Bestandsgebäuden erleichtern sollen (§ 81 Abs. 6a und § 82a sowie § 106a).
- Regelungen für Einzelbauteilsanierungen und Änderungen am gebäudetechnischen System in Anlehnung an die WBTv 2020 (§ 118 Abs. 3).

(Erläuternde Bemerkungen zum Gesetz, mit dem die Bauordnung für Wien, das Wiener Kleingartengesetz 1996 und das Wiener Garagengesetz 2008 geändert werden (Bauordnungsnovelle 2023).

4.2 Sanierung unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit

Die Europäische Union verfolgt in ihrem energie- und klimapolitischen Rahmen zwei zentrale Leitziele: die Reduktion der Emissionen von Treibhausgasen sowie die Verringerung des Energieverbrauchs. Innerhalb des Klimaaktiv-Kriterienkatalogs werden umfassende Richtlinien etabliert, die darauf abzielen, diese Ziele zu realisieren. Ein besonderer Fokus wird auf die Minderung des Wärmebedarfs von Gebäuden sowie die Steigerung der Energieeffizienz in der Wärmeversorgung gelegt. Des Weiteren wird besonderer Wert auf die Auswahl umweltschonenderer Energiequellen gelegt. Im Vergleich zur OIB-Richtlinie 6 von 2019 sind die in dem Klimaaktiv-Kriterienkatalog festgelegten Schwellenwerte verschärft. Infolgedessen wird der Einsatz von Kohle-, Öl- und Gasheizungen sowohl in Neubauten als auch bei Renovierungen eingeschränkt oder gar gänzlich untersagt. Eine Sonderregelung findet nur Anwendung auf Gas-Brennwertkessel, die ein Alter von bis zu 12 Jahren erreichen. In diesem Fall dürfen sie in größeren Sanierungsprojekten weiterverwendet werden, unter der Bedingung, dass ein schrittweiser Sanierungsplan mit dem Ziel der Umstellung auf ein nicht fossiles Wärmesystem vorgelegt wird. Die Umsetzung dieser Maßnahmen zeigt positive Effekte, da sie nicht nur zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen führen, sondern auch die Energiekosten für die Bewohnerinnen und Bewohner verringern. Infolgedessen trägt die Einhaltung der Klimaaktiv-Kriterien nicht nur zur Erreichung der europäischen Klimaziele bei, sondern steigert auch den Komfort und die Wirtschaftlichkeit von Gebäuden. Die Wärmeanforderungen und Wärmebereitstellung spielen somit eine zentrale Rolle in dieser umfassenden Strategie zur Steigerung der Energieeffizienz und dem Schutz des Klimas in der Europäischen Union.

(klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung, Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie 2020, S. 3 ff).

4.2.1 Heizwärmebedarf

Der Heizwärmebedarf eines Gebäudes, auch als HWB bezeichnet, ist von entscheidender Bedeutung, um den Energieeinsatz und die damit verbundenen Treibhausgas- und Schadstoffemissionen zu reduzieren. Er gibt an, wie viel Wärme pro Quadratmeter und Jahr benötigt wird, um die Innenraumtemperatur auf bestimmte Niveaus zu halten. Abhängig von den verwendeten Richtlinien kann dieser Wert entweder 20 Grad Celsius (nach PHPP – Passivhaus Projektierungspaket) oder 22 Grad Celsius (nach OIB) betragen. Die Mindestanforderungen oder maximal zulässigen Höchstwerte für klimaaktive Gebäude variieren je nach Berechnungsmethode, insbesondere in Bezug auf die Kompaktheit des Gebäudes, die durch das Verhältnis von Gebäudeoberfläche zu Volumen (A/V) definiert wird. Diese Beurteilungsfaktoren ermöglichen eine Bewertung und Förderung der Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit von Bauwerken. Aus diesem Grund ergibt sich, dass die Reduzierung des Heizwärmebedarfs nicht nur ein Ziel für energieeffiziente Bauwerke darstellt, sondern ebenso ein entscheidender Schritt zur Minimierung der Umweltauswirkungen ist. Die exakten Werte für den maximal zulässigen HWB in klimaaktiven Gebäuden sind durch lineare Interpolation zwischen den vorgegebenen Richtlinien zu ermitteln. Dies unterstreicht die zentrale Bedeutung der HWB-Reduktion als maßgeblicher Hebel zur Steigerung der Umweltverträglichkeit von Bauwerken. (klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung, Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie 2020, S. 18 f).

Heizwärmebedarf HWB bei der Sanierung	
OIB	PHPP
28 kWh/m ² a – 44 kWh/m ² a	≤ 40 kWh/m ² a
≤ 28 kWh/m ² a Bestbewertung	≤ 22 kWh/m ² a Bestbewertung
Reduktion des Bestandwertes um 25% gilt als alternative Mindestanforderung für Sanierung im Denkmalschutz	---

Abbildung 27: Anforderungen der OIB und des PHPP hinsichtlich des Heizwärmebedarfes © (klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung 2020, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie)

4.2.2 Primärenergiebedarf

Der Begriff Primärenergiebedarf, kurz PEB, ist von grundlegender Bedeutung, wenn es darum geht, den Gesamtenergiebedarf für den Betrieb von Gebäuden zu ermitteln. Dieser Bedarf bezieht nicht nur die unmittelbare Energienachfrage ein, sondern berücksichtigt auch den Transportaufwand und die Energie, die für die Bereitstellung von Energieträgern aufgewendet wird. Dabei spielt die Gesamteffizienz der eingesetzten technischen Systeme eine entscheidende Rolle. Sowohl erneuerbare als auch nicht erneuerbare Energiequellen werden in die Berechnung einbezogen. Zu den Faktoren, die den Primärenergiebedarf beeinflussen, gehören die Energienachfrage, die Effizienz der verwendeten Technologien, die Erträge aus Solarsystemen und der Primärenergiefaktor der verwendeten Energieträger. Dieser Faktor berücksichtigt die gesamte Prozesskette, einschließlich der Energie, die für die Stromerzeugung im Kraftwerk benötigt wird. Besonders im Kontext von Wohngebäuden sind verschiedene Aspekte von Bedeutung. Der PEB umfasst den Bedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, den Strombedarf für den Haushalt und den Hilfsstrombedarf für Lüftungs-, Heizungs- und Wärmesysteme. Interessanterweise variieren die Berechnungsmethoden für den Primärenergiebedarf je nach Richtlinie. Während das PHPP-Verfahren keine Berücksichtigung des selbstgenutzten PV-Stroms vorsieht, erfolgt in der OIB-Richtlinie 6, 2019 eine geschätzte Einbeziehung dieses Anteils. Ein weiterer wichtiger Aspekt im Zusammenhang mit dem Primärenergiebedarf sind die Mindestanforderungen, insbesondere im Rahmen von Sanierungsprojekten. Diese Anforderungen sind in einer Tabelle festgehalten und dienen als Richtlinien, um den Energiebedarf von Gebäuden effizient zu reduzieren und so einen nachhaltigen Umgang mit Energie zu fördern. Insgesamt zeigt sich, dass die Berechnung des Primärenergiebedarfs eine ganzheitliche Betrachtung erfordert, die nicht nur die direkte Energienachfrage, sondern auch die energetischen Aufwände für den Betrieb von Gebäuden und die Bereitstellung von Energieträgern miteinbezieht. (klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung, Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie 2020, S. 19 f).

Primärenergiebedarf PEB bei der Sanierung	
OIB	PHPP
$\leq 140 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$\leq \text{max. } 150 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
$\leq 60 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ Bestbewertung	$\leq 75 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ Bestbewertung
Reduktion des Bestandwertes um 25% gilt als alternative Mindestanforderung für Sanierung im Denkmalschutz	---

Abbildung 28: Primärenergiebedarf PEB © klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung 2020, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Wien 2020

4.2.3 CO₂ – Emissionen

Der Einsatz emissionsarmer Energieträger ist von großer Bedeutung für den Klimaschutz, da er erheblich zur Reduzierung von Kohlenstoffdioxid-Emissionen beiträgt. Die spezifischen CO₂-Emissionen dieser Energieträger sind maßgeblich von verschiedenen Faktoren abhängig, darunter die Effizienz der eingesetzten technischen Systeme, die Energienachfrage, die Erträge der Solarsysteme und der CO₂-Konversionsfaktor der Energieträger selbst. Diese Aspekte sind auch entscheidend bei der Berechnung des Energiebedarfs für Wohngebäude. Der Energiebedarf von Wohngebäuden umfasst typischerweise die Aufwendungen für Heizung, Warmwasserbereitung, Hilfsstrombedarf für Wärme-, Solar- und Lüftungssysteme sowie den Haushaltsstrom. Die Berechnung dieses Energiebedarfs erfolgt nach einem ähnlichen Verfahren wie die Ermittlung des Primärenergiebedarfs. Dabei spielt die Effizienz der technischen Systeme eine entscheidende Rolle. Es ist erwähnenswert, dass bei der Berechnung der CO₂-Emissionen gemäß der OIB-Richtlinie 6, 2019 ein geschätzter Anteil des selbstgenutzten PV-Stroms berücksichtigt wird. Diese Berücksichtigung eines Teils der PV-Erträge wird im Verfahren nach PHPP nicht durchgeführt. Dies verdeutlicht, wie verschiedene Berechnungsmethoden und Herangehensweisen im Bereich des Energie- und Umweltschutzes existieren und sich auf die Bewertung von Wohngebäuden auswirken können. Insgesamt ist der Einsatz emissionsarmer Energieträger und die genaue Berechnung der damit verbundenen CO₂-Emissionen von großer Bedeutung, um den Klimaschutz in der Bauindustrie voranzutreiben und nachhaltige Gebäude zu fördern. (klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung, Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie 2020, S. 20 f).

4.2.4 Gesamtenergieeffizienzfaktor $f_{GEE, RK}$ OIB

Der Gesamtenergieeffizienzfaktor ($f_{GEE, RK}$) wird als das Verhältnis zwischen dem Endenergiebedarf des geplanten Bauwerks und dem Bezugswert des Endenergiebedarfs für ein architektonisch identisches Bauwerk mit derselben Energiequelle definiert, das den Vorgaben von 2007 entspricht. Bei der Ermittlung des Endenergiebedarfs für das geplante Bauwerk werden eventuelle anrechenbare Erträge aus Photovoltaikanlagen anhand einer Schätzmethode abgezogen. Ein $f_{GEE, RK}$ -Wert von 0,52 veranschaulicht zum Beispiel, dass das betrachtete Bauwerk um 48 Prozent energieeffizienter ist als ein Referenzbauwerk aus dem Jahr 2007. (Klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung, Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie 2020, S. 21 f).

4.3 Sanierungsmaßnahmen

Die Revitalisierung von historischen Bauwerken erfolgt innerhalb eines komplexen Gefüges von architektonischen, rechtlichen, sozialen und technischen Fragestellungen. Insbesondere in urbanen Zentren ergeben sich für innovative Sanierungskonzepte oftmals besondere Herausforderungen, wie beispielsweise die Berücksichtigung von Denkmalschutzbestimmungen und Auflagen der städtischen Schutzzonen. Um dennoch eine qualitativ hochwertige Sanierung unter schwierigen Rahmenbedingungen zu realisieren, bedarf es intelligenter technischer und organisatorischer Lösungsansätze, die sowohl den Bedürfnissen der Nutzer gerecht werden als auch kosteneffizient umsetzbar sind.

In Österreich wurden in den vergangenen Jahren vielfältige Initiativen gestartet, um den thermisch-energetischen Standard historischer Gebäude zu verbessern. Die Programme „Haus der Zukunft“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie sowie „Neue Energien 2020“ des Klima- und Energiefonds haben sich dabei auf die Erforschung, Entwicklung und Demonstration entsprechender Technologien und Lösungen konzentriert.

Es herrscht eine weitverbreitete Auffassung, dass die energetische Qualität von Gründerzeitgebäuden aufgrund ihrer „dicken Ziegelwände“ grundsätzlich als „nicht so schlecht“ betrachtet wird. Diese Ansicht trifft lediglich insofern zu, als dass Gründerzeitgebäude durchschnittlich bessere Kennzahlen aufweisen als beispielsweise unsanierte Gebäude aus den 1960er- Jahren. Es ist jedoch festzuhalten, dass Gründerzeithäuser, die einem durchschnittlichen Heizwärmebedarf von 120–160 kWh/m²a unterliegen, im

Vergleich zu neu nach heutigem Niedrigenergie- bzw. Passivhausstandard errichteten Wohngebäuden um den Faktor 5 bis 10 als „schlechter“ einzustufen sind. Eine bloße Fenstermodernisierung vermag lediglich eine energetische Verbesserung um bis zu 10 Prozent zu bewirken. Hingegen kann durch innovative Sanierungsmaßnahmen selbst im Bestand gründerzeitlicher Bausubstanz ein Heizwärmebedarf von unter 30 kWh/m²a erreicht und somit ein zeitgemäßer energetischer Standard realisiert werden. Es ist berechtigt anzumerken, dass historischen Gebäuden nicht sämtliche gegenwärtige technische Standards gemäß heutigen Kriterien auferlegt werden sollten. Diese Erwägung findet auch Eingang in die Bauordnung der Bundesländer, die zahlreiche Ausnahmen für Gebäude mit gegliederten Fassaden, Gebäuden in Schutzzonen oder Gebäude unter Denkmalschutz vorsehen. Nichtsdestotrotz zeigen konkrete Beispiele, dass in Gründerzeitgebäuden beträchtliche architektonische und technische Potenziale ruhen, welche, wenn genutzt, herausragende Ergebnisse in Bezug auf Komfort und Behaglichkeit erzielen können und bislang kaum ausgeschöpft wurden. (Hüttler W., Sammer K., Innovative Sanierung von Gründerzeitgebäuden – Technische Optionen und rechtliche Fragen; Immolex 9/2010, 237-243).

4.3.1 Innovative und technische Lösungsansätze

Die primären Ziele im Rahmen der Implementierung innovativer Maßnahmen bestehen darin, den Wohnkomfort zu optimieren, den Energieverbrauch zu reduzieren, effiziente und möglichst CO₂-neutrale Heizsysteme zu nutzen, die architektonische Qualität zu steigern und somit einen zeitgemäßen Wohnstandard zu gewährleisten. Eine grundlegende Voraussetzung bildet dabei stets der solide statische Zustand des jeweiligen Gebäudes, da die durchzuführenden Maßnahmen, insbesondere im Kontext eines geplanten Dachgeschossausbaus, eventuell eine statische Ertüchtigung erfordern können, deren finanzielle Dimensionen über sämtliche wirtschaftliche Überlegungen hinausreichen. Es sei explizit betont, dass das Ziel nicht darin besteht, Gründerzeitgebäude lediglich einer simplen Effizienz- und Modernisierungsagenda zu unterwerfen, indem sie mechanisch "verpackt" werden. Vielmehr liegt die essenzielle Herausforderung darin, innovative Konzepte für Gründerzeitgebäude zu konzipieren, die sowohl gestalterisch angemessen als auch technisch und wirtschaftlich umsetzbar sind. Auf diese Weise soll ein Beitrag zur sinnvollen Weiterentwicklung des gründerzeitlichen Gebäudebestands unter Berücksichtigung stadtplanerischer, wohnwirtschaftlicher und immobilienwirtschaftlicher Aspekte geleistet werden.

Dämmung von Außenwänden

Konventionelle Dämmverfahren, wie beispielsweise externe Wärmedämmverbundsysteme, stoßen an ihre Grenzen, wenn es um die Dämmung von gegliederten Fassaden geht, deren Gliederungselemente im Originalzustand bewahrt werden sollen. Auch die Verwendung von Fassadenprofilen, Fensterumrahmungen und Gesimsen – beispielsweise aus EPS – seitens einiger Hersteller ermöglicht lediglich eine Annäherung an die ursprüngliche Fassade. Im Innenhofbereich weisen klassische Gründerzeithäuser in der Regel ungegliederte Fassaden auf, die technisch gesehen leichter zu dämmen sind. Gleichfalls lassen sich „abgeräumte“ Fassaden von Gründerzeitgebäuden mit herkömmlichen Methoden effektiv thermisch optimieren. Obwohl freistehende Feuermauern keine charakteristischen Merkmale von Gründerzeitgebäuden darstellen, können sie bis zu einem Drittel der Fassadenfläche ausmachen. Hinsichtlich Energieeffizienz und Wohnkomfort ist es daher unverzichtbar, diese zu dämmen. In der Praxis erweisen sich dabei nachbarschaftsrechtliche Aspekte als komplexer als technische Fragestellungen. Die derzeitige Technologie bietet für die energetische Verbesserung von erhaltenswerten, gegliederten Fassaden nur die Möglichkeit der Innendämmung. Dabei kommen verschiedene Systeme zum Einsatz, darunter zunächst die Innendämmung mit herkömmlichen Dämmstoffen wie Mineralwolle, kombiniert mit Dampfsperre und Vorsatzschale. Alternativ können auch Mineralfaserplatten auf Kalziumsilikatbasis verwendet werden, die aufgrund ihrer kapillaraktiven Eigenschaften Feuchtigkeit aufnehmen, temporär speichern und wieder an die Raumluft abgeben können. Die Umsetzung erfolgt in diesem Fall ohne den Einsatz von Dampfbremsen oder Dampfsperren. Bei Innendämm-Maßnahmen ist eine präzise Materialauswahl sowie eine äußerst sorgfältige Planung und Ausführung notwendig, insbesondere zur Vermeidung von Feuchteschäden, beispielsweise an den Balkenköpfen von Tramdecken. (Hüttler W., Sammer K., Innovative Sanierung von Gründerzeitgebäuden – Technische Optionen und rechtliche Fragen; Immolex 9/2010, 237-243.).

Fenstersanierung

Ein wesentliches architektonisches Merkmal eines Gründerzeitgebäudes sind die Fenster mit den regional typischen Teilungsproportionen – im Original ausgeführt als Holzkastenfenster mit Einfachverglasung im Bereich der Wohnungen bzw. als Einfachfenster im Gangbereich. Beim Austausch auf neue Fenster können zwar die Teilungsproportionen beibehalten werden, die üblichen modernen Fensterprofile sind jedoch wesentlich breiter, was mitunter eine

deutliche Veränderung des Erscheinungsbildes der gesamten Fassade mit sich bringt. In denkmalgeschützten Objekten bzw. in Gebäuden in Wien, die sich in Schutzzonen befinden, sind daher die alten Holzkastenfenster zu renovieren bzw. zu erhalten. Gegebenenfalls ist nach Abklärung mit der zuständigen Behörde der Tausch bzw. die Ertüchtigung der innenliegenden Fensterflügel möglich. Ist ein Tausch möglich, dann liegen die Vorteile von modernen Fenstern in der verbesserten Behaglichkeit, höherem Bedienungskomfort und einem deutlich verbesserten Schallschutz. Aufgrund der verbesserten Luftdichtheit von modernen Fenstern ist jedoch das Lüftungsverhalten entsprechend anzupassen. Da die Belüftung der Räume nicht mehr in Form von unkontrollierbaren „Zugerscheinungen“ durch alte und undichte Fenster erfolgt, muss der hygienisch erforderliche Luftwechsel von den Benutzern durch regelmäßiges Stoßlüften sichergestellt werden.(Fechner 2002).

Mechanische Lüftungsanlagen

Der Austausch von Luft zwischen dem Innen- und Außenbereich ist unabdingbar, um den Innenraum mit frischer Luft zu versorgen und gleichzeitig Gerüche, Schadstoffe, Wasserdampf und ausgeatmetes CO₂ zu eliminieren. Die geforderte Rate des Luftaustauschs kann durch die Öffnung von Fenstern oder den Betrieb einer mechanischen Lüftungsanlage erreicht werden. Die Festlegung eines minimalen Luftaustauschs erfolgt mit dem vorrangigen Ziel, potenzielle Gefahren für die Gesundheit von Menschen und die Bausubstanz zu verhindern. Folglich ist es erforderlich, schädliche Raumluftbedingungen sowie das Auftreten von Tauwasser und Schimmelpilzen zu vermeiden. Es besteht die Möglichkeit, zwischen einem minimalen Luftaustausch, der auf bauphysikalischen Erfordernissen basiert, und einem bedarfsorientierten Luftaustausch für den hygienischen Komfort im Raum zu differenzieren. In der Regel liegt der bedarfsorientierte Luftaustausch leicht über dem bauphysikalisch notwendigen Minimalwert. Die Implementierung einer mechanischen Wohnraumlüftung bietet eine potenzielle Lösung für die skizzierte Problematik. Eine mechanische Lüftungsanlage ermöglicht ein behagliches und hygienisch einwandfreies Innenraumklima durch einen kontinuierlichen, bedarfsgeregelten Luftaustausch und die effiziente Rückgewinnung von Wärme, was zu einer Minimierung der Lüftungswärmeverluste führt. Demgegenüber sind jedoch der Raumbedarf bzw. der technische Aufwand zur Integration der Lüftungsanlage in ein bestehendes Gebäude, der Energiebedarf für den Betrieb der Anlage sowie die regelmäßigen Wartungsanforderungen zu berücksichtigen. Trotz dieser Herausforderungen stellt die Implementierung einer gesteuerten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung eine entscheidende Maßnahme zur langfristigen Sicherung der Bausubstanz und zur Erreichung zeitgemäßer Wohnstandards bei der

Modernisierung eines Gründerzeitgebäudes dar. (Jörg, Rammersdorfer, Gründerzeit mit Zukunft, Lüftungsanlagen in Gründerzeitgebäuden, Machbarkeitsstudie, 1g/ 2013, S. 6 f).

Energietechnik - Heizungssysteme und Energieträger

Bei der Sanierung einzelner Nutzungseinheiten ist die Installation oder Erneuerung einer Wohnungszentralheizung die am häufigsten gewählte Option, wobei in den meisten Fällen auf Gasgeräte bzw. Gas-Brennwertgeräte zurückgegriffen wird. Im Rahmen einer umfassenden Renovierung sollte jedoch stets die Möglichkeit einer zentralen Heizungsanlage für das gesamte Objekt in Betracht gezogen werden. Dabei kommen neben Gas als zeitgemäßem Energieträger auch Fernwärme und Biomasse als Alternativen infrage. Entscheidend sind dabei nicht nur die Verfügbarkeit des jeweiligen Energieträgers und Kosten-Nutzen-Überlegungen, sondern auch der verfügbare Platz für die Heizzentrale sowie gegebenenfalls für den erforderlichen Pellets-Lagerraum. Nicht zuletzt spielen auch die mit dem Betrieb der Heizungsanlage verbundenen Emissionen und das Image des jeweiligen Energieträgers eine entscheidende Rolle. Inzwischen sind diverse Gründerzeitgebäude mit thermischen Solaranlagen ausgestattet, die entweder die zentrale Heizungsanlage unterstützen oder einzelne Wohnungen versorgen. Im Zuge einer Dachsanierung oder eines Dachgeschossausbaus sollte jedoch auch stets die Möglichkeit der Installation einer thermischen Solaranlage oder Photovoltaikanlage in Erwägung gezogen werden. (Jörg, Rammersdorfer, Gründerzeit mit Zukunft, Lüftungsanlagen in Gründerzeitgebäuden, Machbarkeitsstudie, 1g/ 2013, S. 6 f).

Um den altherwürdigen Altbau in Wien energetisch nachhaltiger zu machen, bietet sich ein Wechsel von fossilen zu erneuerbaren Energieträgern an. In Wien besteht die Möglichkeit, eine Integration in das umfassend entwickelte Fernwärmenetz vorzunehmen. Bereits existierende Schächte und Leitungssysteme, wie beispielsweise jene von Kaminen und Gasleitungen, könnten zur Implementierung der Fernwärmeinfrastruktur herangezogen werden. In der Tat gestaltet sich die Integration aller Zinshäuser in das Fernwärmenetz als nicht durchführbar. In solchen Fällen erfordert es alternative Strategien, wie beispielsweise den Einsatz von Luft- und Abwärmepumpen, die Aktivierung von Bauteilen oder die Implementierung von Solarthermie. Häufig erweist sich die Verknüpfung mit Photovoltaikanlagen als sachdienlich, um den Betrieb der Pumpen zu gewährleisten. Zudem kann durch den Einsatz von Erdwärmesonden ein Anergienetz geschaffen werden.

Ein Anergienetz repräsentiert eine dezentrale thermische Vernetzung von Gebäuden, Wärmequellen und Wärmespeichern, um eine nachhaltige und regionale Wärme- und Kälteversorgung innerhalb eines bestimmten Areals zu gewährleisten. Die Verteilung der Wärme erfolgt auf äußerst niedrigem Temperaturniveau durch groß dimensionierte Rohrquerschnitte, wodurch die Verteilverluste minimiert werden und eine separate Rohrdämmung häufig entbehrlich ist. Dezentrale Wärmepumpen beziehen ihre Energie über das Verbundnetz aus Anergie und erhöhen mittels elektrischer Energie (Exergie) die Temperatur, um Wärme für die Gebäudeheizung und Warmwasserbereitstellung zu generieren. Bei der Anwendung reversibler Wärmepumpen besteht zudem die Möglichkeit, das Gebäude aktiv zu kühlen, wobei überschüssige Wärmeenergie in das Netz eingespeist wird. Durch ausreichende Dimensionierung ermöglicht es sogar eine direkte Gebäudekühlung ohne den Einsatz von Wärmepumpen durch "free cooling". Das Gebäude agiert dabei als Prosumer, indem es nicht nur Wärmeenergie konsumiert, sondern auch produziert. Es lässt sich auch von einem bidirektionalen Niedrigst-Temperatur-Wärme- und Kälteverteilnetz ($< 30^{\circ}\text{C}$) sprechen. Als Wärmequelle kann jeglicher lokal anfallende Wärmeüberschuss dienen, beispielsweise Solarthermie, Wärmeabsorber in Straßen und Fassaden, Gebäudekühlung, Kanalwärme oder Prozess- und Abwärme aus Gewerbebetrieben wie Brauereien, Rechenzentren, Gerbereien und Supermarktkühlung. Ein unterirdischer saisonaler Wärmespeicher in Form von Erdwärmesonden nutzt die Trägheit des Erdreichs und ermöglicht die Speicherung von Sommerwärme bis in die Wintermonate. Über das Jahr hinweg muss die Wärmeproduktion aller Quellen im Areal in etwa der Größenordnung des Wärmebedarfs aller Verbraucher (Gebäude) entsprechen. (ÖGUT, Projektbericht, 2020, S. 18 f).

4.4 Förderungen

Die Stadt Wien und das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie setzen sich gemeinsam für die Förderung der thermischen Sanierung von Gebäuden ein, um die Klimaneutralität im Jahr 2040 zu erreichen. Die Stadt Wien legt dabei besonderen Fokus auf die Verringerung des Heizwärmebedarfs durch die Sanierung der Gebäudehülle. Hierbei sollen sämtliche wärmeabgebenden Teile wie Außenwände, Feuermauern, Geschossdecken, Dächer, Kellerdecken, Fenster und Türen, einer thermischen Verbesserung unterzogen werden. Möglich sind beispielsweise Maßnahmen wie Wärmedämmung und der Einsatz besonders effizienter haustechnischer Anlagen, darunter Wärmepumpen oder Fernwärmeanschlüsse. (<https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen->

wohnen/wohnbauforderung/wohnungsverbesserung/thewosan.html, Zugriff am 14.11.2023, um 15:01).

4.4.1 Aktuelle Wohnbauförderungen

Die Stadt Wien engagiert sich aktiv für die Förderung der thermischen Sanierung von Gebäuden mit dem Ziel, den Heizwärmebedarf erheblich zu reduzieren. Dieser Prozess konzentriert sich auf die Minimierung der Wärmeverluste sämtlicher wärmeabgebender Bestandteile der Gebäudehülle. Diverse Sanierungsmaßnahmen, darunter die Wärmedämmung von Außenwänden, Feuermauern, obersten Geschossdecken, Dächern, Kellerdecken sowie die Erneuerung von Fenstern und Türen werden hierbei verfolgt. Die Stadt Wien unterstützt nicht nur die thermische Optimierung, sondern fördert auch besonders effiziente und umweltfreundliche haustechnische Anlagen, wie beispielsweise Wärmepumpen oder Fernwärmeanschlüsse. (<https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/wohnbauforderung/wohnungsverbesserung/thewosan.html>, Zugriff am 14.11.2023, um 15:10).

Ein zentrales Förderinstrument, insbesondere im Kontext der Erhaltung und Aufwertung von Gründerzeithäusern, stellt die Sockelsanierung dar, welche durch den Wohnfonds_Wien ermöglicht wird. Diese Fördermöglichkeit steht zur Verfügung, sofern mindestens ein Drittel der Wohnungen der Ausstattungskategorie D oder C entspricht. Bei Wohnhäusern mit vorwiegend Wohnungen der Kategorie A oder B liegt der Fokus der Förderung auf der thermisch-energetischen Sanierung (Thewosan). Durch diese zielgerichteten Maßnahmen wird nicht nur die Energieeffizienz gesteigert, sondern auch die Erhaltung von historischen Gebäuden unterstützt, wodurch ein bedeutender Beitrag zur nachhaltigen Stadtentwicklung geleistet wird.

Thewosan

Ein spezielles Programm für die thermisch-energetische Sanierung von Gebäuden der Nachkriegszeit und Gründerzeitbauten ist Thewosan (thermisch-energetische Wohnhaussanierung). Das übergeordnete Ziel der energetischen Sanierung von Wohnhäusern besteht darin, einen Beitrag zur Verbesserung der Umweltsituation durch die Reduktion von Luftschadstoffen und des CO₂-Ausstoßes zu leisten. Gleichzeitig soll eine signifikante Reduzierung des Energieverbrauchs der Gebäude erreicht werden. In diesem Zusammenhang

werden sowohl bauliche als auch energetische Maßnahmen gefördert, die darauf abzielen, den Heizwärmebedarf bzw. den Gesamtenergieverbrauch zu minimieren. Dies beinhaltet insbesondere die Dämmung der gesamten Gebäudehülle sowie die Optimierung der Heizungs- und Warmwassersysteme. Zusätzlich strebt die Förderung an, ökologische Optimierungen am Gebäude zu initiieren. Hierbei sollen Maßnahmen wie die Verbesserung des Heizsystems, die Implementierung einer kontrollierten Wohnraumlüftung und die Verwendung ökologisch unbedenklicher Baustoffe angeregt werden. Diese ganzheitliche Herangehensweise dient dem Zweck, die ökologische Bilanz des Gebäudes nachhaltig zu verbessern. (WOHNFONDS WIEN 2008, Geförderte Wohnhaussanierung. Ein Leitfaden zur Sanierungsförderung nach dem Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetz und den letztgültigen Landesverordnungen, S. 5 f).

Dieses zielt darauf ab, vor allem Wohnungen der Kategorie A oder B zu verbessern. Thewosan ermöglicht eine kombinierte Förderung mit Mitteln für Einzelverbesserungen, Solarförderungen, Dachgeschossausbauten und dem Zubau von vollständigen Wohnungen. Die Auszahlung der Fördermittel erfolgt unabhängig von Rücklagen und zu erwartenden Einnahmen. Damit bietet Thewosan eine gezielte Unterstützung für die energetische Optimierung von Wohnhäusern aus bestimmten Bauperioden, wobei eine umfassende energetische Modernisierung angestrebt wird.

Folgende bauliche Maßnahmen können im Rahmen einer thermisch-energetischen Sanierung gefördert werden:

- Die Wärmedämmung aller Außenbauteile
- Die Erneuerung von Fenstern und Außentüren
- Maßnahmen zur Beseitigung von Wärmebrücken
- Maßnahmen zur Erhöhung passiv-solarer Wärmegewinne
- Außenliegender Sonnenschutz
- Umstellung oder Errichtung der Heizungs- und Warmwasseraufbereitungsanlage mit primärenergieeffizientem und/oder CO₂-reduziertem oder erneuerbarem Energieträger
- Maßnahmen zur Verbesserung des Wirkungsgrades an bestehenden Anlagen

Im Kontext thermisch-energetischer Sanierungskonzepte sind förderbare Maßnahmen im Fokus, die eine signifikante Reduzierung des Heizwärmebedarfs von Wohnhäusern ermöglichen. Dies schließt sowohl die thermische Sanierung der Gebäudehülle als auch von

Teilen davon ein. Zusätzlich können Fördermittel für die Schaffung oder Sanierung haustechnischer Anlagen zur Beheizung, Belüftung und Warmwasseraufbereitung gewährt werden, sofern sie eine Effizienzsteigerung und umwelttechnische Optimierung der Energieversorgung bewirken. Nicht förderfähig sind dabei Erhaltungs- und Verbesserungsarbeiten, die nicht mit der thermisch-energetischen Sanierung in Verbindung stehen, sowie Maßnahmen, die lediglich einzelne Wohnungen betreffen. Für die finanzielle Unterstützung der thermisch-energetischen Sanierungsmaßnahmen wird eine einmalige, nicht rückzahlbare Zuwendung gewährt. Die Festlegung der Förderhöhe pro Quadratmeter Nutzfläche sämtlicher Wohn- und Geschäftseinheiten erfolgt in Abhängigkeit von der erzielten Reduktion des Referenz-Heizwärmebedarfs sowie in Übereinstimmung mit dem Standard eines Niedrigstenergiegebäudes. (Verordnung der Wiener Landesregierung über die Gewährung von Förderungen im Rahmen des II. Hauptstückes des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes – WWFSG 1989 (Sanierungsverordnung 2008), StF.: LGBl. Nr. 2/2009, § 5 Sanierungsverordnung 2008).

Förderstufe	HWB Ref. BCF in kWh/(m ² .a)	f _{GEE} max	Maximale Höhe des nicht-rückzahlbaren Beitrages	Maximales Ausmaß des nichtrückzahlbaren Beitrages im Verhältnis zu den Gesamtbaukosten
1	maximal 1,45 × HWB - Niedrigstenergiegebäude	0,95	60 Euro/m ²	25 %
2	maximal 1,30 × HWB - Niedrigstenergiegebäude	0,90	90 Euro/m ²	30 %
3	maximal 1,15 × HWB - Niedrigstenergiegebäude	0,85	140 Euro/m ²	35 %
4	maximal 1,00 × HWB - Niedrigstenergiegebäude	0,75	190 Euro/m ²	40 %

Abbildung 29: Maximale Höhe der nichtrückzahlbaren Beträge 1 - © <https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/wohnbauforderung/wohnungsverbesserung/thewosan.html>, Datum des Zugriffs: 05.11.2023, um 19:29

Eine alternative Möglichkeit besteht darin, in Abhängigkeit von der quantitativ ermittelten Energieeinsparung nicht rückzahlbare Zuschüsse zu gewähren. Diese Zuschüsse belaufen sich auf einen bestimmten Prozentsatz und setzen voraus, dass der Heizwärmebedarf um mindestens 40 Prozent reduziert wird.

Förderstufe	Mindest-Reduktion der Energiekennzahl Heizwärmebedarf je Quadratmeter Brutto-Grundfläche (BCF) und Jahr	Maximal Höhe des nichtrückzahlbaren Beitrages	Maximales Ausmaß des nichtrückzahlbaren Beitrages im Verhältnis zu den Gesamtbaukosten
1	40 kWh	30 Euro/m ²	20 %
2	70 kWh	60 Euro/m ²	20 %
3	100 kWh	100 Euro/m ²	25 %
4	130 kWh	140 Euro/m ²	30 %

Abbildung 30: Maximale Höhe der nichtrückzahlbaren Beträge 2 - © <https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauenwohnen/wohnbauforderung/wohnungsverbesserung/thewosan.html>, Datum des Zugriffs: 05.11.2023, um 19:40

Für die Finanzierung von Sanierungsmaßnahmen besteht die Möglichkeit der Inanspruchnahme eines Landesdarlehens mit wählbaren Laufzeiten von 10, 15 oder 20 Jahren und einer festen Verzinsung von 1% pro Jahr. Sofern im Rahmen des Finanzierungsplans zusätzliche Darlehen zur Deckung des verbleibenden Finanzbedarfs aufgenommen werden, besteht die Option, halbjährliche Annuitätenzuschüsse seitens des Landes Wien zu erhalten, die nicht rückzahlbar sind. Alternativ zur Darlehensaufnahme kann die Restfinanzierung auch durch Eigenmittel des Förderungswerbers erfolgen, wofür fortlaufende, nicht rückzahlbare Zuschüsse gewährt werden können. (Verordnung der Wiener Landesregierung über die Gewährung von Förderungen im Rahmen des II. Hauptstückes des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes – WWFSG 1989 (Sanierungsverordnung 2008), StF.: LGBl. Nr. 2/2009, § 3 Sanierungsverordnung 2008).

Sockelsanierung

Unter dem Terminus Sockelsanierung wird die umfassende, gegebenenfalls auch stufenweise Modernisierung eines Gebäudes im Rahmen eines Sanierungskonzepts verstanden, wobei die Maßnahmen während laufender Miet- oder anderer Nutzungsverhältnisse erfolgen. Die Inanspruchnahme einer Sockelsanierung ist möglich, wenn das betreffende Gebäude ein Alter von mehr als 20 Jahren aufweist, vorwiegend für Wohnzwecke genutzt wird und mindestens ein Drittel der Wohnungen der Ausstattungskategorien D (Wasser oder WC oder beides außerhalb der Wohnung) oder C (Wasser und WC in der Wohnung, jedoch kein Bad und keine Heizung) zugeordnet werden kann. Zur Finanzierung der geplanten Sanierungsmaßnahmen ist der Eigentümer des Gebäudes verpflichtet, die Mieteinnahmen der vergangenen 10 Jahre zu verwenden. Trotz der vergleichsweise großzügigen Förderzuschüsse ist in den meisten Fällen eine Anpassung der Mietzinsen erforderlich. (WOHNFONDS WIEN 2008, Geförderte

Wohnhaussanierung. Ein Leitfaden zur Sanierungsförderung nach dem Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetz und den letztgültigen Landesverordnungen, S. 2 f).

Die Unterstützung zur Finanzierung von Maßnahmen zur Sockelsanierung gemäß § 34 Abs. 1 Z 5 WWFSG 1989 wird gewährt, sofern eine Verbesserung von mindestens 20 % der Wohnnutzfläche im Bestand durch innerhalb der Wohnung durchgeführte Maßnahmen erfolgt. Dies erfolgt durch die Bereitstellung eines Landesdarlehens in Höhe von 25 % der förderfähigen Gesamtbaukosten über einen Zeitraum von 15 Jahren mit einer jährlichen Verzinsung von 1 %. Die Zinsen werden dekursiv berechnet. Zudem erfolgt die Unterstützung durch die Bereitstellung von nicht-rückzahlbaren Annuitätenzuschüssen bzw. laufenden nicht-rückzahlbaren Zuschüssen über einen Zeitraum von 15 Jahren, die jährlich 6 % der verbleibenden 75 % der förderfähigen Gesamtbaukosten betragen. Im Falle der Nichtinanspruchnahme oder der Rückführung des Landesdarlehens wird das Maß der Zuschüsse halbiert. Die Verbesserung kann zu maximal 50 % durch neu geschaffene Wohnungen (Umbau, Zubau, Ausbau) nachgewiesen werden. Als wohnungsinnenseitige Maßnahmen gelten, ergänzend zu § 37 Z 7 bis 11 WWFSG 1989, insbesondere die Anhebung der Ausstattungskategorie sowie die Neuherstellung der haustechnischen Anlagen unter gleichzeitiger barrierefreier Umgestaltung der Grundrisse im Einklang mit den Vorgaben der Richtlinie 4 OIB. (Verordnung der Wiener Landesregierung über die Gewährung von Förderungen im Rahmen des II. Hauptstückes des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes – WWFSG 1989 (Sanierungsverordnung 2008), StF.: LGBl. Nr. 2/2009, § 11 Sanierungsverordnung 2008).

4.4.2 „Raus aus Öl und Gas“ für Private

In den folgenden Abschnitten wird lediglich die Förderung von mehrgeschoßigen Wohnbauten behandelt, da eine umfassende Bearbeitung sämtlicher förderungsfähigen Bereiche der „Raus aus Öl und Gas“-Initiative den zeitlichen und inhaltlichen Rahmen dieser Arbeit übersteigen würde.

Österreich verfolgt das Ziel, bis zum Jahr 2040 seine Abhängigkeit von Öl, Gas und Kohle in der Wärmeversorgung zu reduzieren. Im Bereich der Gebäudeenergieversorgung existieren bereits diverse Ansätze, um die Energieversorgung nachhaltig und zukunftsfähig zu gestalten.

Die Förderinitiative "Raus aus Öl und Gas" wurde ins Leben gerufen, um Privatpersonen und Unternehmen den Übergang von einer auf fossilen Brennstoffen basierenden Raumheizung zu einem nachhaltigen Heizungssystem zu erleichtern. Damit manifestiert das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) einen weiteren bedeutenden Schritt in Richtung der angestrebten Klimaneutralität bis zum Jahr 2040. Für die Fördermaßnahmen "Ablösung von Öl und Gas" sowie die Sanierungsoffensive 2023/2024 sind insgesamt 940 Millionen Euro für Privatpersonen und Unternehmen bereitgestellt. Förderungswürdig ist der Austausch eines fossilen Heizungssystems (Öl, Gas, Kohle/Koks-Allesbrenner sowie strombetriebene Nacht- oder Direktspeicheröfen) durch ein neues, umweltverträgliches Heizungssystem. Die Hauptförderung konzentriert sich auf den Anschluss an ein besonders effizientes oder umweltfreundliches Nah- oder Fernwärmenetz. Sollte diese Anschlussmöglichkeit nicht gegeben sein, wird der Umstieg auf eine Holzcentralheizung oder eine Wärmepumpe unterstützt. (https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/energie_sparen/1/raus_aus_oel.html Datum des Zugriffs: 14.11.2023, um 11:32).

Folgende Förderungsbedingungen sind zu erfüllen, wenn der Ersatz des fossilen Heizungssystems gefördert werden soll:

- **Klimafreundliche Nah- und Fernwärmeanschlüssen:**
Die Unterstützung erstreckt sich auf umweltfreundliche Nah- und Fernwärmeanschlüsse, bei denen mindestens 50 % der Energie aus erneuerbaren Quellen stammt. Alternativ können auch 75 % der Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen oder eine Kombination dieser Energien und Wärmequellen in Anspruch genommen werden.
- **Hocheffizienter Nah-/ Fernwärmeanschluss:**
Die Förderung gilt für hocheffiziente Nah- und Fernwärmeanschlüsse, bei denen mindestens 80 % der Energie aus erneuerbaren Quellen stammt, einschließlich hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen gemäß den Vorgaben der Richtlinie 2012/27/EU. Alternativ können auch andere ungenutzte Abwärmequellen genutzt werden. Zur Deckung von Spitzenlasten und als Ausfallsreserve ist der Einsatz von Energie aus anderen Systemen bis zu 20 % gestattet.

- Holzzentralheizungsgerät:

Die Voraussetzungen für die Förderung umfassen die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte gemäß der Umweltzeichenrichtlinie (UZ 37) im Volllastbetrieb sowie einen Kesselwirkungsgrad von mindestens 85 %. Zudem darf keine Anschlussmöglichkeit an eine hocheffiziente oder umweltfreundliche Nah-/Fernwärmeversorgung bestehen.

- Wärmepumpe:

Die Förderung ist an die Einhaltung der EHPA-Gütesiegelkriterien in der jeweils aktuellen Version gebunden und muss durch ein unabhängiges Prüfinstitut bestätigt werden. Bei Verwendung von Kältemitteln mit einem GWP₁) ≥ 1.500 wird die Förderung um 20 % reduziert, wobei das eingesetzte Kältemittel ein GWP von 2.000 nicht überschreiten darf. Des Weiteren ist die max. Vorlauftemperatur des Wärmeabgabesystems auf 40°C begrenzt, und eine Anschlussmöglichkeit an eine hocheffiziente oder umweltfreundliche Nah-/Fernwärmeversorgung ist ausgeschlossen. (INFORMATIONSBLETT RAUS AUS ÖL UND GAS FÜR PRIVATE 2023/ 24, Kommunal Kredit Public Consulting, S. 1 ff).

Um die Zentralisierung des Heizungssystems erfolgreich fördern zu lassen, ist die Substitution von individuellen Gasthermen beziehungsweise fossilen Einzelöfen in den Wohneinheiten durch ein zentralisiertes, umweltfreundliches Heizungssystem, das das gesamte mehrstöckige Gebäude abdeckt, die Hauptbedingung. Als eine weitere förderungsfähige Maßnahme ist der Solarbonus anzuführen, welcher ausschließlich in Kombination mit dem Tausch des Heizungssystems einhergeht. Es ist anzumerken, dass die erforderliche Mindestbruttokollektorfläche in direktem Zusammenhang mit der Leistung des Heizungssystems steht. Ein zusätzlicher bedeutender Aspekt besteht darin, dass die bereitgestellten Kollektoren entweder das Gütesiegel des Verbandes „Austria Solar“ tragen oder den Anforderungen des "Österreichischen Umweltzeichens für Sonnenkollektoren und Solaranlagen" beziehungsweise der Richtlinien der "Solar Keymark" entsprechen und nachweislich den zugrunde liegenden Kriterien genügen. (INFORMATIONSBLETT RAUS AUS ÖL UND GAS FÜR PRIVATE 2023/ 24, Kommunal Kredit Public Consulting, S. 1 ff).

4.4.3 Höhe der Förderungen

Privatpersonen erhalten eine finanzielle Unterstützung in Höhe von bis zu 7.500 Euro beim Austausch eines fossilen Heizungssystems durch eine nachhaltige Alternative. Im Rahmen des Kesseltausches besteht die Möglichkeit, eine thermische Solaranlage zu installieren und darüber hinaus den Solarbonus zu beantragen. Der Solarbonus beläuft sich auf maximal 1.500 Euro und wird als Förderung für Ein- oder Zweifamilienhäuser sowie Reihenhäuser gewährt. Bei der Umstellung eines gasbetriebenen Heizungssystems auf eine umweltfreundliche Alternative wird zudem ein Bonus im Rahmen des "Raus aus Öl und Gas"-Programms vergeben.

Die Ermittlung der Fördermittel erfolgt mittels einer Pauschale, die von der Nennwärmeleistung der Anlage abhängt. Bei der Förderberechnung werden die Planungskosten unter Berücksichtigung eines Höchstsatzes von 10 % aller förderfähigen Aufwendungen einbezogen. Die Unterstützung wird als einmalige, nicht rückzahlbare finanzielle Unterstützung für Investitionskosten gewährt und nimmt die Form einer "De-minimis"-Beihilfe an. Unter den Begriff "Beihilfen gemäß der De-minimis-Verordnung" fallen finanzielle Unterstützungsleistungen, die unter spezifischen Bedingungen von der Anmeldepflicht bei der Europäischen Kommission ausgenommen sind. Dies resultiert aus der Annahme, dass aufgrund der festgelegten Betragsgrenze weder der Wettbewerb noch der Handel zwischen den Mitgliedstaaten nachteilig beeinflusst wird. Die Gesamtsumme der Fördermittel ist auf höchstens 50 % der förderfähigen Investitionskosten beschränkt. Eine Auflistung der Förderbeträge wird in der nachfolgenden Abbildung xx ersichtlich. (https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/energie_sparen/1/raus_aus_oel.html, Datum des Zugriffs: 14.11.2023, um 14:23).

Förderungsfähige Maßnahme	Förderung
Ersatz des fossilen Heizungssystems durch klimafreundliche oder hocheffiziente Nah-/Fernwärme, Holzcentralheizung oder Wärmepumpe	
Anlagen < 50 kW	7.500 Euro *
Anlagen 50 kW bis 100 kW	12.000 Euro *
Anlagen > 100 kW	15.000 Euro *
* Für Wärmepumpen mit einem Kältemittel mit einem GWP zwischen 1.500 und 2.000 wird die ermittelte Förderung um 20 % reduziert.	
Zentralisierung des Heizungssystems – je neu angeschlossener Wohnung	3.000 Euro/Wohneinheit
Zuschlag „Raus aus Gas“	
Bei Ersatz von Gas-Heizungen (Erdgas/Flüssiggas) ergeben sich folgende Zuschlagsmöglichkeiten	
Anlagen < 50 kW	+ 2.000 Euro
Anlagen 50 kW bis 100 kW	+ 3.200 Euro
Anlagen > 100 kW	+ 4.000 Euro
Zentralisierung des Heizungssystems – je neu angeschlossener Wohnung	+ 600 Euro/Wohneinheit
Zuschlag „Solar“	
Solarbonus - bei gleichzeitiger Umsetzung einer thermischen Solaranlage	
Bei Anlagen < 50 kW (mind. 6 m ² Kollektorfläche)	+ 1.500 Euro
Bei Anlagen 50 kW bis 100 kW (mind. 9 m ² Kollektorfläche)	+ 2.500 Euro
Bei Anlagen > 100 kW (mind. 12 m ² Kollektorfläche)	+ 4.000 Euro
Die Gesamtförderung ist mit max. 50 % der förderungsfähigen Investitionskosten begrenzt. Die endgültige Förderungssumme wird nach Umsetzung der Maßnahmen und Vorlage der Endabrechnungsunterlagen ermittelt und ausbezahlt.	

Abbildung 31: Förderungshöhen und förderungsfähige Maßnahmen ©

Infoblatt_raus_aus_Oel_2023_2024_MGW.pdf

5. Ergebnisse der Arbeit

Die vorherrschende energetische Herausforderung im österreichischen Baubestand eröffnet eine Perspektive, die nicht nur ökologisch und ökonomisch vorteilhaft ist, sondern auch den Wert der Immobilien nachhaltig steigert. Etwa die Hälfte der heimischen Bauwerke gilt als energetisch sanierungsbedürftig, was in wirtschaftlich unsicheren Phasen, wie durch Inflation gekennzeichnet, zu erheblichen Kosten führen kann. Die Lösung für dieses Dilemma könnte in der Implementierung einer thermischen Sanierung liegen, die nicht nur den Energieverbrauch, sondern auch die Heizkosten reduziert. Ein „Win-Win-Win-Effekt“, wie er gerne benannt wird, zeigt sich hierbei: Die Umwelt wird geschont, die eigene finanzielle Situation verbessert sich und nicht zuletzt erfährt die Immobilie eine Wertsteigerung.

Der wohl signifikanteste Bereich, in dem Wärme entweicht, ist das Dach, bedingt durch die natürliche Tendenz warmer Luft, nach oben zu steigen. Undichte Stellen in dieser Hinsicht stellen eine Einladung für kostspieligen Wärmeverlust dar. Ebenso tragen undichte Außen- und Innenwände, bedingt durch Risse, sowie unzureichend isolierte Fenster und Türen maßgeblich dazu bei, dass kostbare Wärme entweichen kann. Die Initiative "Raus aus Öl und Gas" des Klimaschutzministeriums in Österreich, welche Sanierungsmaßnahmen bis 2024 fördert, markiert einen bedeutsamen Schritt in Richtung Klimaneutralität im Jahr 2040. Diese Fördermaßnahmen erstrecken sich auf private Haushalte und Betriebe, wobei besonders Gebäude, die älter als 20 Jahre sind, förderungsfähig sind. Umfassende Sanierungen nach klimaaktiv-Standard oder einem vergleichbaren Standard sowie Teilsanierungen, die zu einer Reduktion des Heizwärmebedarfs von mindestens 40 % führen, werden unterstützt.

Die Modernisierung von Gebäuden im Rahmen einer thermisch-energetischen Sanierung erweist sich als technisch anspruchsvoll und zugleich überzeugend im ökologischen und ökonomischen Kontext. Angesichts des bedrohlichen Klimawandels gewinnt die Reduktion des Energieverbrauchs sowie die verstärkte Nutzung nachhaltiger Energiequellen zunehmend an Bedeutung. Die Gründe, die für eine solche Gebäudesanierung sprechen, sind vielschichtig und können in verschiedenen Sphären verortet werden. Ein entscheidender Beweggrund liegt zweifellos in der drängenden Notwendigkeit, den ökologischen Fußabdruck zu minimieren. Der Klimawandel stellt unsere Umwelt in nie dagewesenem Maße in Frage und die Verringerung des Energieverbrauchs ist eine essenzielle Maßnahme, um diesem Umstand entgegenzuwirken. Das steigende Bewusstsein für ökologische Verantwortung führt zu verstärkten Investitionen in nachhaltige Technologien.

Ein weiterer maßgeblicher Faktor, der für die thermische Sanierung von Gebäuden spricht, sind großzügige Fördermittel, die für dieses Vorhaben bereitgestellt werden. Diese finanziellen Anreize erleichtern nicht nur die wirtschaftliche Last einer derartigen Modernisierung, sondern unterstreichen auch das öffentliche Interesse an nachhaltigem Bauen und energetischer Effizienz.

Neben ökologischen Aspekten spielen auch ökonomische Überlegungen eine zentrale Rolle. Die Steigerung der Energieeffizienz führt zu einer nachhaltigen Reduktion der laufenden Betriebskosten für das Gebäude. Diese Einsparungen, sei es durch einen verringerten Heizbedarf oder die Eigenproduktion von Strom, gewinnen angesichts kontinuierlich steigender Energiepreise an besonderer Relevanz. Die Unabhängigkeit von Energiekonzernen wird durch die Möglichkeit zur Eigenproduktion von Energie weiter gestärkt. Die Resistenz gegenüber Preisschwankungen auf dem Energiemarkt nimmt zu, was eine stabilere Position für die Gebäudeeigentümer schafft. Nicht zuletzt erfährt das gesamte Gebäude durch eine thermisch-energetische Sanierung eine Wertsteigerung. Dies geschieht nicht nur in monetärer Hinsicht, sondern auch in Bezug auf die allgemeine Wertschätzung für nachhaltige Immobilien.

Die Effizienzsteigerung eines Gebäudes führt zudem zu einer erleichterten Vermietbarkeit. In einer Zeit, in der Mieter vermehrt sensibilisiert sind für grüne Bautechnologien und die damit einhergehenden geringeren Nebenkosten, eröffnen sich neue Perspektiven für Eigentümer. Insgesamt ergeben sich somit vielfältige Argumente für eine thermische Sanierung eines Gebäudes, angefangen von den finanziellen Anreizen über das ökologische Bewusstsein bis hin zur gesteigerten Attraktivität auf dem Immobilienmarkt. Dieses breite Spektrum an positiven Aspekten unterstreicht die Attraktivität und Relevanz einer thermisch-energetischen Sanierung im zeitgemäßen Kontext.

5.1 Vorteile einer thermisch-energetischen Sanierung

Die energetische Optimierung von Bauwerken erweist sich als vorteilhaft in verschiedener Hinsicht, wobei die offensichtlichsten Vorzüge im Zusammenhang mit dem Klima, finanziellen Belangen, der Unabhängigkeit von externen Energiequellen, der Verbesserung des Raumklimas, der Wertsteigerung der Immobilie und der Möglichkeit zur Durchführung von notwendigen Reparaturen liegen.

5.1.1 Klima und Finanzen

Ein bedeutender Vorzug einer thermisch-energetischen Sanierung zeigt sich in der Symbiose von Umweltschutz und ökonomischem Nutzen. Fachleute gehen davon aus, dass durch eine energetische Sanierung bis zu 40 % an Energie eingespart werden können. Insbesondere ältere Gebäude, die in einer Zeit errichtet wurden, in der energetische Effizienz noch marginal war, profitieren von dieser Maßnahme. Die Investition in energetische Maßnahmen amortisiert sich für österreichische Haushalte in etwa 15 Jahren, wobei die erzielten Energieeinsparungen nicht nur finanzielle Entlastung bringen, sondern auch maßgeblich zur Reduzierung von Schadstoffemissionen und Treibhausgasen beitragen. Die daraus resultierende saubere Luft und der Kampf gegen die globale Erwärmung sind direkte positive Effekte auf unser Ökosystem.

5.1.2 Reduzierung der Abhängigkeit und Autarkie

In einer Zeit, in der erneuerbare Energien bereits drei Viertel des österreichischen Stromverbrauchs abdecken, gewinnt die energetische Sanierung zusätzliche Relevanz. Der Einsatz fossiler Energiequellen wie Öl und Gas beläuft sich lediglich auf 24 %, während Kohlekraftwerke nahezu obsolet sind. Dennoch wird aufgrund der begrenzten Gaszufuhr aus Russland die Wiederaufnahme des stillgelegten Kohlekraftwerks in Mellach in Betracht gezogen. Die Einsparung von Energie und die verstärkte Nutzung von grünem Strom sind nicht nur Schritte zur Autarkie, sondern reduzieren auch die Abhängigkeit von externen Energiequellen, insbesondere von Russland.

5.1.3 Verbessertes Raumklima

Die energetische Sanierung trägt wesentlich zu einem verbesserten Raumklima bei, insbesondere während der Wintermonate. Die Implementierung einer Lüftungsanlage gewährleistet einen gleichmäßigen Luftaustausch, unabhängig vom Öffnen von Fenstern. Dies resultiert nicht nur in einer gesteigerten Wohnqualität, sondern verbessert auch die Reinheit der Raumluft, da die Ausbreitung von Bakterien verlangsamt wird. Die Wärmedämmmaßnahmen tragen zusätzlich dazu bei, dass die erzeugte Wärme effizienter im Gebäude gespeichert wird, was zu einem konstanten Raumklima und einer durchgehend angenehmen Wohlfühltemperatur führt.

5.1.4 Wertsteigerung der Immobilie

Energieeffizienz wird nicht nur als zeitgemäß betrachtet, sondern wird zunehmend zu einem entscheidenden Faktor für die Attraktivität von Immobilien. Die Tendenz zum Energiesparen wird von den aktiv handelnden Generationen als essenzielle Aufgabe angesehen, und angesichts der voranschreitenden Klimaveränderungen gewinnt der Umweltschutz an langfristiger Bedeutung. Ein energieeffizientes Haus wird somit nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch attraktiver und durch entsprechende Modernisierungen erfährt die Immobilie eine deutliche Wertsteigerung.

5.1.5 Durchführung von Reparaturen

Die umfassenden Maßnahmen im Rahmen der energetischen Sanierung erstrecken sich über den gesamten Gebäudekomplex. Diese bieten nicht nur die Möglichkeit zur Energieoptimierung, sondern eröffnen auch die Gelegenheit, notwendige Anstriche und Reparaturen vorzunehmen, die bislang aufgrund anderer Prioritäten zurückgestellt wurden. Somit dient die energetische Sanierung nicht nur der energetischen Effizienz, sondern auch der langfristigen Substanzerhaltung des Gebäudes.

Insgesamt verdeutlichen diese Aspekte die vielschichtigen Vorteile, die eine thermisch-energetische Sanierung mit sich bringt, indem sie ökologische, ökonomische und langfristige Nutzenaspekte verknüpft.

6. Schlussfolgerungen

Die österreichische Bundesregierung hat das ambitionierte Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2040 Klimaneutralität zu erreichen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der signifikanten Reduktion der Treibhausgas-Emissionen im Wohnbereich, wobei die energetische Sanierung bestehender Gebäude als entscheidender Baustein fungiert.

Die Gebäude der Zukunft, die auf Klimaneutralität abzielen, zeichnen sich durch ihre energieoptimierte Auslegung aus. Hierbei spielen eine intelligente Steuerung, Vernetzung, sowie eine wirtschaftliche und umweltfreundliche Energieversorgung eine maßgebliche Rolle. Klimaneutralität bedeutet in diesem Kontext, dass nach einer Sanierung Gebäude und Quartiere im Einklang mit den Zielen des Pariser Klimaabkommens von 2015 stehen. Dieses Abkommen strebt an, die Erderwärmung auf maximal 1,5 °C zu begrenzen. Durch die Sanierung, den laufenden Betrieb und die "End of Life"-Phase sollen die Treibhausgasemissionen von Gebäuden auf ein Niveau reduziert werden, das natürlicher Kompensation zugänglich ist.

Um das nationale Ziel der Klimaneutralität bis 2040 zu realisieren, ist eine deutliche Steigerung sowohl der Sanierungsrate als auch der Sanierungsqualität in den kommenden Jahren vorgesehen. Dies wird durch die im Jahr 2021 gestartete Sanierungsoffensive unterstützt. Die Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie, welche von sämtlichen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union harmonisiert wurde, erfordert zunächst eine energieeffiziente Sanierung, gefolgt von der Umstellung auf erneuerbare Energien zur Senkung des Energieverbrauchs. Bis zum Jahr 2035 soll die Verwendung fossiler Brennstoffe zur Beheizung von Gebäuden in Österreich vollständig eliminiert werden.

Angesichts der zwingenden Notwendigkeit, die Dekarbonisierung voranzutreiben und gleichzeitig die architektonischen Schätze der Wiener Gründerzeithäuser zu bewahren, erweist sich die vorliegende Arbeit als wegweisende Handlungsanleitung für Eigentümer. Die sorgfältige Analyse der Vorzüge einer nachhaltigen Sanierung dieser historischen Gebäude hat zweifelsohne verdeutlicht, dass die Entscheidung zur Renovierung nicht nur wirtschaftliche, sondern auch gesellschaftliche und ökologische Implikationen birgt.

Die Erreichung der Klimaziele für Österreich erfordert nicht nur ein Umdenken, sondern auch konkrete Maßnahmen – und die Renovierung von Gründerzeithäusern spielt eine entscheidende Rolle in diesem Bestreben nach Nachhaltigkeit. Die Erhaltung dieser Gebäude in einer

dekarbonisierten Form ist nicht nur ein Akt der Bewahrung unseres kulturellen Erbes, sondern auch eine strategische Investition in eine emissionsärmere Zukunft.

Eigentümer, die angesichts dieser Erkenntnisse vor der Entscheidung stehen, eine Sanierung in Angriff zu nehmen, können in dieser Arbeit klare Orientierung finden. Es ist von herausragender Bedeutung, diese Sanierungen als Chance zu begreifen, die nicht nur den individuellen Wert ihrer Immobilien steigert, sondern auch einen bedeutsamen Beitrag zur Verwirklichung einer nachhaltigen und klimafreundlichen Gesellschaft leistet.

Möge diese Forschungsarbeit als Impuls dienen, den Weg zu einer umfassenden Dekarbonisierung des historischen Erbes Wiens zu ebnet – hin zu einer Zukunft, die im Einklang mit den globalen Klimazielen steht und kommenden Generationen eine intakte, lebenswerte Umwelt hinterlässt.

Anhang

Anhang 1: Detailinformationen zu Geothermie

Anhang 2: Detailinformationen zur Solarthermie und Wärmequellen

Anhang 1: Detailinformationen zu Geothermie

Funktionsprinzip von Kompressionswärmepumpen

Die Funktionsweise einer Wärmepumpe ist ein entscheidender Aspekt bei der Untersuchung von Heizsystemen, die auf erneuerbaren Energiequellen basieren. Eine Wärmepumpe arbeitet nach einem spezifischen thermodynamischen Prinzip, das in einem geschlossenen Kreislauf abläuft und in vier aufeinanderfolgenden Schritten stattfindet: Verdampfung, Verdichtung, Kondensation und Expansion. Der Aufbau einer Wärmepumpe setzt sich aus drei Hauptkomponenten zusammen:

- Die Wärmequelle, aus der die Umgebungswärme entzogen wird;
- die eigentliche Wärmepumpe, die die Umweltwärme nutzbar macht;
- und schließlich das Wärmeverteils- und Speichersystem, das die erzeugte Wärme in die Wohnräume verteilt oder speichert.

Es ist wichtig zu beachten, dass der Energiebedarf der Wärmepumpe stark von der Temperaturdifferenz zwischen der Energiequelle und der benötigten Nutzwärme abhängt. Je größer diese Differenz ist, desto mehr elektrische Antriebsleistung wird benötigt.

Die Wärmepumpe nutzt als Energiequelle die Umgebungstemperatur, die je nach System aus Luft, Erde oder Grundwasser stammen kann. Das Kältemittel in der Wärmepumpe nimmt diese Umgebungswärme auf, verdampft und wechselt in den gasförmigen Zustand. Dieser Vorgang erfordert etwas elektrische Antriebsleistung. Anschließend wird das Gas durch einen elektrisch angetriebenen Verdichter stark komprimiert, was zu einer starken Erwärmung führt. Diese erzeugte Wärme kann dann effektiv für Heizzwecke oder zur Warmwasserbereitung genutzt werden. Nachdem die Wärme extrahiert wurde, kondensiert das Gas erneut, und das nun flüssige Kältemittel wird zurück in den Niederdruckbereich des Kreislaufs geführt, um den Prozess erneut zu starten. Insgesamt ist die Wärmepumpe ein effizientes Heizsystem, das Umweltwärme nutzt und somit zur Reduzierung der CO₂-Emissionen beiträgt. Die Optimierung des Wärmepumpendesigns und die Auswahl der richtigen Energiequelle sind entscheidend, um die Effizienz und Leistung dieses nachhaltigen Heizsystems zu maximieren. (Kaltschmitt und Streicher 2009a).

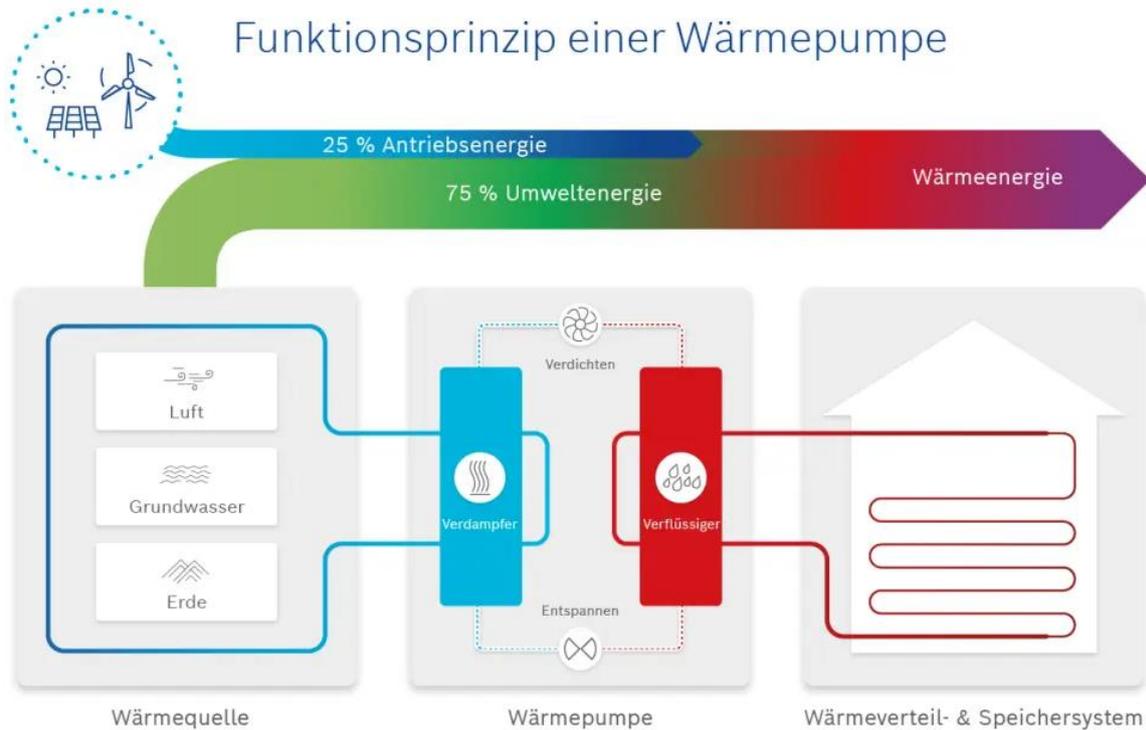


Abbildung 16: Funktionsprinzip einer Wärmepumpe © [https://www.bosch-homecomfort.com/at/de/wohngebaue/wissen/heizungsratgeber/waermepumpe/waermepumpe-funktion/#:~:text=Das%20Prinzip%20einer%20W%C3%A4rmepumpenheizung%20funktioniert,und%20auf%20das%20Heizsystem%20%C3%BCbertragen](https://www.bosch-homecomfort.com/at/de/wohngebaue/wissen/heizungsratgeber/waermepumpe/waermepumpe-funktion/#:~:text=Das%20Prinzip%20einer%20W%C3%A4rmepumpenheizung%20funktioniert,und%20auf%20das%20Heizsystem%20%C3%BCbertragen.). Datum des Zugriffs: 05.10.2023, um 11:45

Luft-Wasser-Wärmepumpe

Die Anwendung von Luft-Wasser-Wärmepumpen stellt eine attraktive Alternative zur Wärmeversorgung in Gebäuden dar. Diese Systeme nutzen die in der Umgebungsluft vorhandene thermische Energie als Wärmequelle und weisen diverse Vorzüge im Vergleich zu anderen Wärmepumpensystemen auf. Im Gegensatz zu Geothermie- oder Grundwassersystemen erfordert die Installation einer Luft-Wasser-Wärmepumpe keine aufwändigen Bohr- oder Grabungsarbeiten. Die Geräte können stattdessen problemlos sowohl im Innen- als auch im Außenbereich platziert werden, was ihnen eine standortunabhängige Nutzung ermöglicht. Dies führt nicht nur zu Zeit- und Kostenersparnissen, sondern erfordert lediglich die Beachtung der baurechtlichen Vorschriften bezüglich des Lärmschutzes.

Die Funktionsweise einer Luft-Wasser-Wärmepumpe basiert auf der Umwandlung von Umgebungswärme in Heizenergie durch ein spezielles Kältemittel. Dabei wird Umgebungsluft durch einen Ventilator angesogen, durch einen Wärmetauscher geleitet und im

Wärmepumpenkreislauf mittels Verdampfung, Kompression, Kondensation und Entspannung des Kältemittels in Heizwärme umgewandelt. Die Temperatur der angesaugten Luft unterliegt saisonalen Schwankungen, was Temperaturdifferenzen erzeugt, die von der Wärmepumpe ausgeglichen werden müssen. Je niedriger die Außentemperatur ist, desto stärker muss die Temperatur im Kältemittelkreislauf erhöht werden, um ausreichend Energie für Heizung und Warmwasserbereitung bereitzustellen. Ein wesentlicher Vorzug von Luft-Wasser-Wärmepumpen liegt in ihrer Standortflexibilität und der Fähigkeit, selbst bei extremen Temperaturen bis zu -20°C zu operieren. Bei noch tieferen Temperaturen kann eine elektrische Zusatzheizung in Betracht gezogen werden, um den Betrieb aufrechtzuerhalten. Darüber hinaus sind die Anschaffungskosten dieser Systeme moderat. (Quaschnig 2021).

Trotz dieser Vorteile sind auch Nachteile zu berücksichtigen. Luft-Wasser-Wärmepumpen weisen tendenziell geringere Jahreswirkungsgrade auf und verbrauchen mehr Energie im Vergleich zu anderen Wärmequellen. Dies impliziert eine niedrigere Gesamteffizienz und potenziell höhere Betriebskosten. Demzufolge ist eine umfassende Analyse der spezifischen Anforderungen eines Gebäudes und der klimatischen Bedingungen der Region unerlässlich, bevor eine Entscheidung für diese Wärmequelle getroffen wird. Insgesamt stellen Luft-Wasser-Wärmepumpen jedoch eine praktikable und kosteneffiziente Lösung für die Gebäudewärmeversorgung dar, insbesondere in Regionen, in denen andere Wärmepumpensysteme weniger praktikabel sind. (Quaschnig 2021).

Erdwärmepumpe

Erdwärmepumpen sind eine effiziente Technologie zur Nutzung erneuerbarer Energien und zur Heizung von Gebäuden. Ihr Wirkungsprinzip basiert auf der Geothermie, der im Erdboden gespeicherten Wärmeenergie. Dabei spielen zwei Hauptkomponenten eine entscheidende Rolle: Erdsonden und Erdkollektoren. Diese ermöglichen die Entnahme von thermischer Energie aus dem Erdreich welche dann im Wärmepumpen-Kreisprozess in nutzbare Wärme, für Heizung und Warmwasser umgewandelt wird.

Erdsonden sind senkrecht in den Boden eingelassene Kunststoffrohre, die Sole (eine Mischung aus Wasser und Kältemittel) transportieren. Die Sonden reichen je nach Wärmebedarf und Bodeneigenschaften bis zu 100 Meter in die Tiefe. Dies macht Erdwärmesonden unabhängig von jahreszeitlichen Schwankungen und ermöglicht auch bei kalten Temperaturen eine effektive Wärmeerzeugung. Im Sommer können sie sogar zur Kühlung genutzt werden, indem

die Wärmepumpe durch eine Umwälzpumpe ersetzt wird. Dies macht Erdwärmesonden besonders attraktiv für kleine Grundstücksflächen, obwohl sie aufgrund der tiefen Bohrungen relativ kostenintensiv sind. (<https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/erdwaerme/>, Datum des Zugriffs: 04.10.2023, um 11:10).

Erdkollektoren sind eine alternative Methode zur Erschließung von Erdwärme. Hierbei werden flache Gräben oder Rohrsysteme in geringerer Tiefe im Erdreich verlegt. Diese oberflächennahen Systeme nutzen die konstante Bodentemperatur, um Wärmeenergie zu gewinnen. Im Gegensatz zu den tiefen Bohrungen der Erdsonden sind sie kostengünstiger und einfacher zu installieren, eignen sich jedoch vorrangig für größere Grundstücksflächen.

Die Effizienz und Funktionalität einer Erdwärmepumpe hängen entscheidend von der Temperatur der Wärmequelle im Erdreich ab, die das ganze Jahr über relativ konstant bleibt. Diese thermische Energie kann nicht nur zur Heizung von Gebäuden, sondern auch zur Warmwasseraufbereitung genutzt werden. Somit ermöglichen Erdwärmepumpen eine nachhaltige und effiziente Wärmeerzeugung, wobei die Wahl zwischen Erdsonden und Erdkollektoren von den individuellen Anforderungen und Gegebenheiten des Standorts abhängt. (Quaschnig 2021).

Funktionsweise einer Sole-Wasser-Wärmepumpe

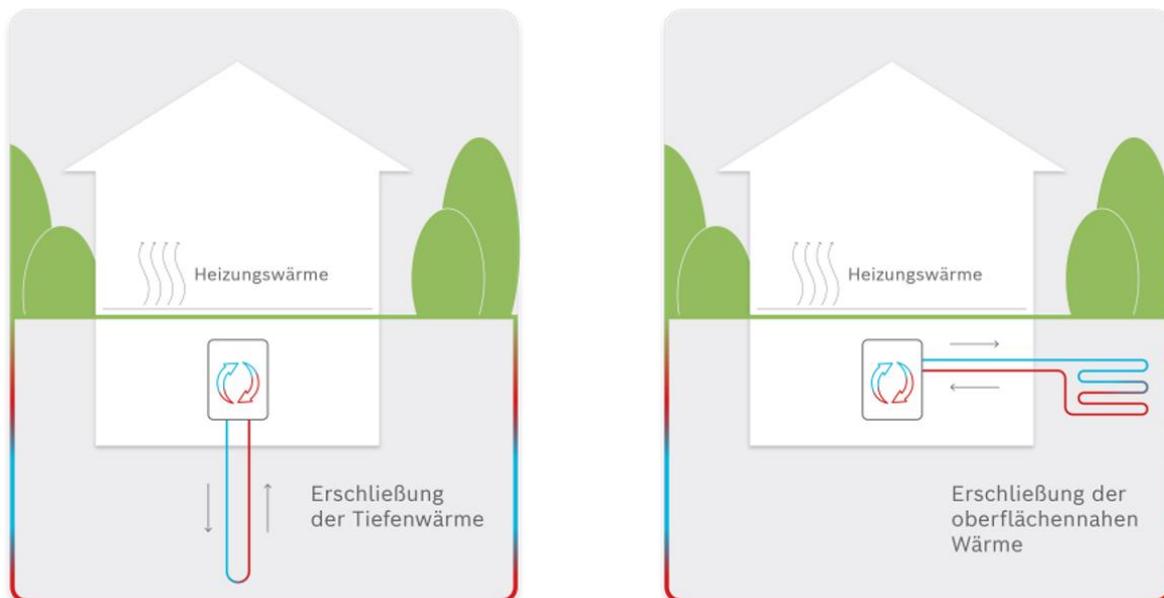


Abbildung 17: Funktionsweise einer Sole-Wasser-Wärmepumpe © [https://www.bosch-homecomfort.com/at/de/wohnbaeude/wissen/heizungsratgeber/waermepumpe/waermepumpe-funktion/#:~:text=Das%20Prinzip%20einer%20W%C3%A4rmepumpenheizung%20funktioniert,und%20auf%20das%20Heizsystem%20%C3%BCbertragen](https://www.bosch-homecomfort.com/at/de/wohnbaeude/wissen/heizungsratgeber/waermepumpe/waermepumpe-funktion/#:~:text=Das%20Prinzip%20einer%20W%C3%A4rmepumpenheizung%20funktioniert,und%20auf%20das%20Heizsystem%20%C3%BCbertragen.). Datum des Zugriffs: 05.10.2023, um 9:20)

Wasser-Wasser-Wärmepumpe

In vielen österreichischen Regionen wird Grundwasser als äußerst effiziente Wärmequelle für Wärmepumpen genutzt. Dieses unterirdische Gewässer weist im Jahresmittel konstante Temperaturen im Bereich von 8 bis 12 °C auf, was es zu einer exzellenten Ressource für die Erzeugung von Wärmeenergie macht. Das Konzept einer Grundwasser-Wärmepumpe beruht auf einem System von zwei Brunnen: einem Förderbrunnen, auch als Saugbrunnen bezeichnet, und einem Schluckbrunnen. Der Förderbrunnen entnimmt das Grundwasser, welches in der Wärmepumpe zur Wärmeerzeugung genutzt wird. Anschließend wird das abgekühlte Grundwasser über den Schluckbrunnen wieder in die wasserführenden Schichten zurückgeleitet. Die Entscheidung zwischen Bohrbrunnen und Schlagbrunnen hängt von den geologischen Gegebenheiten des Untergrunds ab. Von entscheidender Bedeutung ist jedoch, dass die Brunnen ausreichend voneinander entfernt platziert werden müssen, um thermische Kurzschlüsse zu vermeiden, die die Effizienz des Systems beeinträchtigen könnten. Die Machbarkeit der Grundwassernutzung als Wärmequelle ist stark standortabhängig, da nicht alle Regionen Österreichs über zugängliches Grundwasser verfügen. (Kaltschmitt und Streicher 2009a).

Vor der Errichtung einer Grundwasser-Wärmepumpenanlage sind zudem wasserrechtliche Vorschriften zu beachten. Es ist von höchster Wichtigkeit, die chemischen Eigenschaften des vorhandenen Wassers zu berücksichtigen, um Verstopfungen der Fördereinrichtung durch Ausfällungen zu verhindern. Dies gewährleistet einen störungsfreien Betrieb des Systems und seine langfristige Effizienz. Eine bemerkenswerte Charakteristik von Grundwasser-Wärmepumpen ist ihre Fähigkeit im Sommer zu kühlen. Dies unterstreicht die Vielseitigkeit und Nachhaltigkeit dieser Technologie im Bereich der Gebäudetechnik. Aufgrund der konstant hohen Grundwassertemperatur gilt die Wasser-Wasser-Wärmepumpe als eine der effizientesten Wärmepumpenarten. Sie nutzt die thermische Energie des Grundwassers, indem sie ein geschlossenes Kältemittelsystem verwendet, welches die Energie im Wärmepumpen-Kreisprozess nutzbar macht, um Gebäude zu beheizen. Dank ihres geringen Energieverbrauchs und ihrer Umweltfreundlichkeit trägt diese Technologie maßgeblich zur nachhaltigen Beheizung und Kühlung von Gebäuden bei. ([https://www.bosch-homecomfort.com/at/de/wohngebaeude/wissen/heizungsratgeber/waermepumpe/waermepumpenfunktion/#:~:text=Das%20Prinzip%20einer%20W%C3%A4rmepumpenheizung%20funktioniert,und%20auf%20das%20Heizsystem%20%C3%BCbertragen](https://www.bosch-homecomfort.com/at/de/wohngebaeude/wissen/heizungsratgeber/waermepumpe/waermepumpenfunktion/#:~:text=Das%20Prinzip%20einer%20W%C3%A4rmepumpenheizung%20funktioniert,und%20auf%20das%20Heizsystem%20%C3%BCbertragen.)). Datum des Zugriffs: 05.10.23, um 18:47).

Funktionsprinzip einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe

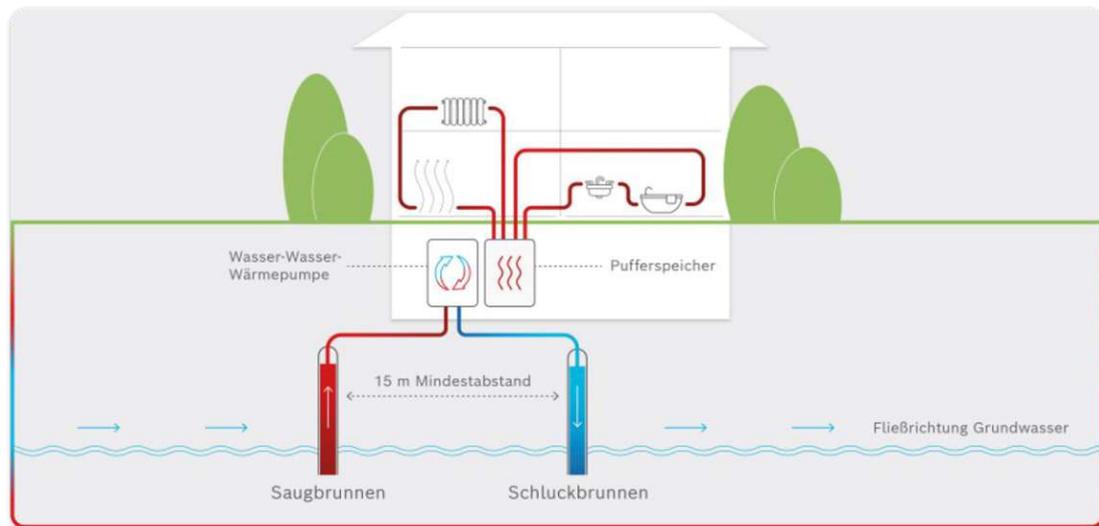


Abbildung 18: Funktionsweise einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe © [https://www.bosch-homecomfort.com/at/de/wohnebaeude/wissen/heizungsratgeber/waermepumpe/waermepumpe-funktion/#:~:text=Das%20Prinzip%20einer%20W%C3%A4rmepumpenheizung%20funktioniert,und%20auf%20das%20Heizsystem%20%C3%BCbertragen](https://www.bosch-homecomfort.com/at/de/wohnebaeude/wissen/heizungsratgeber/waermepumpe/waermepumpe-funktion/#:~:text=Das%20Prinzip%20einer%20W%C3%A4rmepumpenheizung%20funktioniert,und%20auf%20das%20Heizsystem%20%C3%BCbertragen.). Datum des Zugriffs: 05.10.2023, um 19:26

Anhang 2: Detailinformationen zur Solarthermie und Wärmequellen

Solarthermie

Die Konversion von Sonnenstrahlung in Wärme, als Solarthermie bekannt, erweist sich als etabliertes Verfahren zur Anwendung erneuerbarer Energiequellen. Solarthermische Systeme verfolgen ein schlichtes Konzept, welches in diversen Systemen appliziert wird. Grundlegend besteht eine solarthermische Anordnung aus Solarkollektoren, einem Solarabsorber, einem Wärmeträgermedium und einem Speicher. Die Funktionsweise der Solarthermie zeigt sich in sämtlichen Systemen im Wesentlichen gleichartig. Im Inneren eines Solarkollektors erfolgt die Akkumulation von Sonnenlicht mithilfe eines speziellen, strahlendurchlässigen Glases und wandelt es in Wärme um, die auf einem hohen Temperaturniveau (bis zu 300°C) erzeugt wird. Diese generierte Wärme wird hiernach mithilfe eines Flüssigkeits- oder Luftstroms an ein Trägermedium, wie beispielsweise Wasser, Luft, Öl oder Sole abgegeben. (Schabbach und Leibbrandt 2021).

Die Übertragung der erzeugten Wärme erfolgt innerhalb eines geschlossenen Kreislaufs. Eine Pumpe befördert die erwärmte Flüssigkeit zu einem Speicher, in welchem die Wärme durch einen Wärmetauscher in den Speicher übertragen wird. Dieser Speicher dient dazu, die Wärme für künftige Anwendungszwecke zu akkumulieren, sei es für die Erwärmung von Trinkwasser oder zur Gebäudeheizung. Die abgekühlte Flüssigkeit zirkuliert sodann erneut zum Solarkollektor, um wiederholt von der Sonne erwärmt zu werden. Die Wahl der passenden Kollektorart stellt einen entscheidenden Faktor dar und hängt von der spezifischen Anwendungsdomäne sowie den gewünschten Temperaturen ab. Dieses simplifizierte, dennoch hoch effiziente Prinzip der Solarthermie ermöglicht die Nutzung erneuerbarer Energiequellen zur Wärmeengewinnung und trägt zur Minderung der ökologischen Auswirkungen bei. (Schabbach und Leibbrandt 2021).

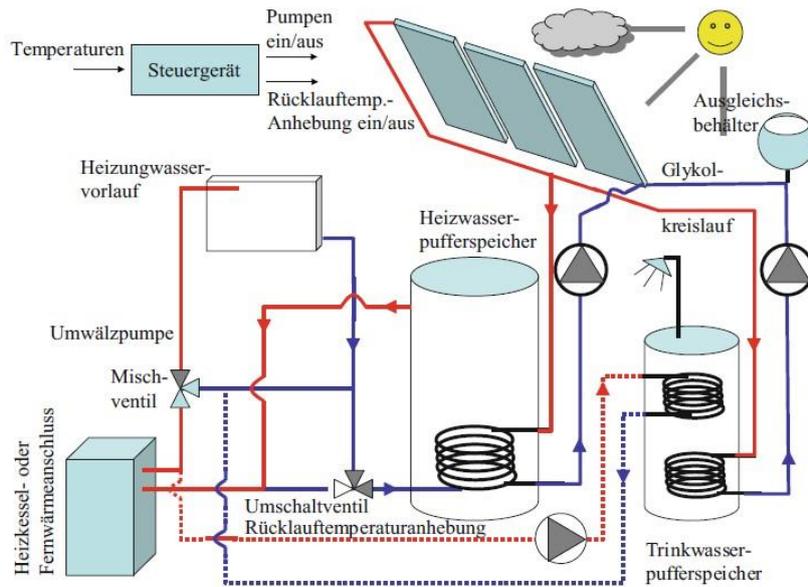


Abbildung 20: Funktionsprinzip Solarthermie. © (Watter 2015)

Arten von Solarkollektoren

Die Solarthermie in Europa bedient sich in hohem Maße der Flachkollektoren in bewährter Technologie. Insbesondere dann, wenn höhere Temperaturen als die für Schwimmbadabsorber erforderlichen erreicht werden müssen, zeigen Flachkollektoren ihre herausragende Effizienz. Grundlegend bestehen Flachkollektoren aus einem Metallabsorber, welcher innerhalb eines wärmegeämmten Gehäuses untergebracht ist. Dieses Gehäuse ist mit einer oder mehreren transparenten Abdeckscheiben ausgestattet, die dazu dienen, die Sonnenstrahlung einzufangen. Eine bedeutende Charakteristik von Flachkollektoren ist die Selektivität ihres Absorbers. Eine spezielle Beschichtung des Absorbers gewährleistet, dass dieser einen Großteil der auftreffenden Solarstrahlung absorbiert, jedoch nur geringfügige Wärmestrahlung nach außen abgibt. Auf diese Weise wird die Effizienz der Energieabsorption auf das Maximum gesteigert. Um die konvektiven Wärmeverluste vom Absorber zur Abdeckung hin weiter zu minimieren, ist es möglich, den Zwischenraum zwischen beiden zu evakuieren. Diese Maßnahme führt zur Entstehung eines Vakuum-Flachkollektors, der in der Lage ist, noch höhere Temperaturen zu generieren. Die Vakuumierung dieses Zwischenraums stellt einen bedeutenden Beitrag zur Effizienzsteigerung dar. Flachkollektoren sind äußerst vielseitig und können je nach den verwendeten Materialien und der Ausgestaltung des Durchströmungskanals in verschiedene Kategorien untergliedert werden. Diese Materialien können beispielsweise Kupfer, Aluminium oder Edelstahl umfassen, während die Ausgestaltung der Durchströmungskanäle in Form von Serpentinabsorbern, hochselektiven Streifenabsorbern oder Roll-Bond-Absorbern variieren kann. (Kaltschmitt und Streicher 2009a).

Zusätzlich zur selektiven Beschichtung des Absorbers und der Vakuumierung des Zwischenraums zwischen Absorber und Abdeckung sind Flachkollektoren mit speziellen Verglasungen ausgestattet. Diese speziellen Verglasungen tragen dazu bei, zusätzliche Wärmeverluste zu minimieren und somit die Gesamteffizienz des Kollektors weiter zu erhöhen. In der Gesamtschau erweisen sich Flachkollektoren als äußerst leistungsstarke und weitverbreitete Form von Solarkollektoren in Europa. Sie sind in der Lage, höhere Temperaturen zu generieren und gleichzeitig die Energieeffizienz durch verschiedene technologische Eigenschaften wie selektive Beschichtungen, Vakuumierung und Spezialverglasungen zu maximieren. (Quaschnig 2021).

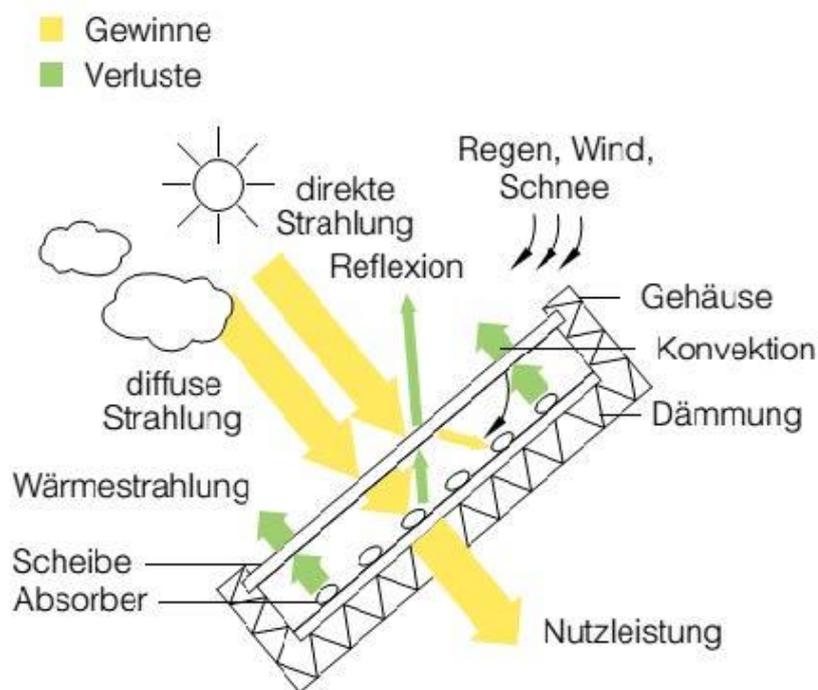


Abbildung 21: Wärmeschema eines Flachkollektors © (Becker 2016)

Vakuum-Röhrenkollektoren repräsentieren eine faszinierende Technologie innerhalb des Bereichs der Solarthermie, die sich insbesondere für Anwendungen mit hohen Nutzttemperaturen sowie in industriellen Prozessen zur Bereitstellung von Niedertemperaturwärme und bei der Realisierung solaren Kühlung mittels Absorptionskältemaschinen als äußerst geeignet erweisen. Der Absorber in diesen Kollektoren besteht aus einem exquisit selektiv beschichteten Band, welches einen Flüssigkeitskanal beherbergt und innerhalb einer vakuumierten Glasröhre platziert ist. Die Präsenz eines Vakuums innerhalb dieser Röhre erweist sich als vorteilhaft, da sie Verluste aufgrund von Konvektion und Wärmeleitung wirkungsvoll minimiert, wodurch minimale Wärmeverluste und

hohe flächenbezogene Energieerträge selbst bei hohen Nutzttemperaturen realisiert werden können. Um die Effizienz weiter zu steigern und die Wärmeverluste zwischen dem Absorber und der Frontglasscheibe auf ein Minimum zu reduzieren, bestehen Vakuumröhrenkollektoren aus zwei ineinander verschachtelten Glasröhren. Der Raum zwischen diesen Röhren wird durch Absaugen der Luft in einen Unterdruck oder ein Vakuum gesetzt. Die innere Röhre ist ebenfalls mit einer selektiven Beschichtung versehen, um die einfallende Sonnenstrahlung optimal aufzunehmen und gleichzeitig die Wärmeverluste durch Konvektion und Wärmestrahlung auf ein Minimum zu beschränken. Die in dem Absorber absorbierte Wärme wird auf ähnliche Weise bei Flachkollektoren durch Wärmeträgerrohre oder Heatpipes transportiert und über einen Wärmetauscher abgegeben. Diese Technologie besticht durch ihre bemerkenswerte Effizienz bei hohen Temperaturniveaus und gleichzeitig äußerst geringen Verlust. Dennoch sind Vakuumröhrenkollektoren nicht frei von Nachteilen. In kleineren Anlagen werden sie aufgrund ihrer vergleichsweise höheren Kosten im Vergleich zu nicht-vakuumisolierten Flachkollektoren nur selten eingesetzt. Es besteht die Möglichkeit von Vakuumverlusten an der Verbindung zwischen Metall und Glas im Bereich der Durchführung für den Strömungskanal. Trotz dieser Einschränkungen bleibt ihr Einsatz in den Bereichen der industriellen Niedertemperaturwärmebereitstellung und bei solaren Kühlsystemen in Verbindung mit Absorptionskältemaschinen äußerst vielversprechend. (Kaltschmitt und Streicher 2009b).

Luftkollektoren repräsentieren eine besondere Kategorie innerhalb der Sparte der Solarkollektoren, deren Hauptzweck in der Akkumulierung der von Sonnenstrahlen emittierten Wärme mit anschließender Nutzung in einem Innenraum besteht. Im Kontrast zu den Fluidkollektoren, bei denen Flüssigkeiten wie Wasser zur Wärmeübertragung verwendet werden, erfolgt bei Luftkollektoren die Erwärmung der Luft unmittelbar. Diese Unterscheidung in Bezug auf den Wärmetransfermechanismus manifestiert sich in verschiedenen Charakteristika in Bezug auf Struktur und Anwendbarkeit. (Quaschnig 2021).

Die Grundstruktur eines Luftkollektors zeigt signifikante Ähnlichkeiten zu einem konventionellen Flachkollektor, jedoch sind die Absorptionsflächen in Luftkollektoren merklich großflächiger, da die Aufnahme von Wärme durch Luft im Vergleich zu Flüssigkeiten weniger effizient vonstattengeht. Infolgedessen erfordert dies eine Erweiterung der Absorberflächen, um die erforderliche Menge an Wärme zu generieren. Ein faszinierender Aspekt, der in Bezug auf Luftkollektoren erörtert werden sollte, ist die Einbindung von Photovoltaik-Modulen. Diese speziellen Module sind in der Lage, die notwendige Energie für

den Betrieb des Kollektors zu liefern, was die Effizienz und Unabhängigkeit des Systems merklich steigert. Der Einsatz von Luftkollektoren manifestiert sich in verschiedenen klaren Vorzügen. In Bezug auf die strukturelle Komplexität zeigen Luftkollektoren einen geringeren Aufwand im Vergleich zu Flüssigkeitskollektoren, was wiederum zu einer vereinfachten Konstruktion des Kollektors führt. Indessen sei darauf hingewiesen, dass die Ausgestaltung großvolumiger Kanäle unabdingbar ist, um die Luft durch den Absorber zirkulieren zu lassen, und die Leistungsanforderungen für die zugehörigen Ventilatoren erheblich sind. Die Anwendung von Luftkollektoren im Kontext der Gebäudeheizung verzeichnet in Österreich aufgrund der weithin präsenten Verwendung von Warmwasserheizungssystemen eine begrenzte Verbreitung. Nichtsdestotrotz lassen sich potenzielle Einsatzgebiete in der solaren Trocknung von diversen Materialien wie Stroh, Holzhackschnitzeln oder Lebensmitteln ausmachen. Darüber hinaus könnte ihre Anwendung in Niedrigenergiehäusern, insbesondere in Verbindung mit Abluftwärmerückgewinnungssystemen oder Außenluftwärmepumpen, von beträchtlichem Nutzen sein. (Kaltschmitt und Streicher 2009b).

Zusammenfassend präsentieren Luftkollektoren eine fesselnde Alternativlösung für spezifische Anwendungsbereiche, in welchen die direkte Erwärmung der Luft von Vorteil ist. Dennoch ist es unabdingbar, die spezifischen Anforderungen des jeweiligen Einsatzfeldes und die benötigten Belüftungsleistungen sorgfältig in Erwägung zu ziehen.

Photovoltaik

Die photovoltaische Stromerzeugung repräsentiert neben der solarthermischen Wärmeengewinnung eine weitere Methode zur unmittelbaren Nutzung der solaren Strahlungsenergie. Die Anwendung von Solarzellen zur Stromerzeugung auf der Erdoberfläche wurde erstmals während der ersten Ölpreiskrise erörtert. Seitdem wurde verstärkt an der Evolution photovoltaischer Systeme gearbeitet, sowohl für die autarke Energieversorgung von Inselnetzen als auch für die Integration in das öffentliche Stromnetz. Gegenwärtig sind derartige Einrichtungen in puncto Betriebssicherheit hochentwickelt und erfahren eine wachsende Verbreitung innerhalb und außerhalb der Grenzen Österreichs.

In der Domäne der photovoltaischen Energieerzeugung erfolgt die direkte Umwandlung der Solarenergie in elektrische Leistung. Dieser Vorgang basiert auf dem photovoltaischen Effekt, der in Festkörpern mit einem p-n-Übergang während der Bestrahlung mit Licht auftritt. Hierbei erfolgt die direkte Übertragung der Strahlungsenergie des Sonnenlichts auf die Elektronen

innerhalb des Festkörpers, was zur Entstehung einer elektrischen Spannung führt, bedingt durch die Absorption ionisierender Strahlung. (Kaltschmitt, Streicher, und Wiese 2020).

Photovoltaikanlagen offenbaren eine bemerkenswerte Vielseitigkeit und einen modular aufgebauten Charakter, was die maßgeschneiderte Anpassung ihrer Leistung gemäß den individuellen Anforderungen ermöglicht. Im Grunde unterscheidet man zwei Haupttypen von PV-Anlagen, nämlich netzgekoppelte und Inselanlagen. Netzgekoppelte Systeme sind mit dem elektrischen Netz synchronisiert, während Inselanlagen autonom agieren und keinerlei Netzstromzufuhr erfordern. Inselanlagen besitzen die Fähigkeit, Sonnenenergie autonom zu ernten und in Speicherbatterien zu deponieren. Diese Speicherkapazität eröffnet die Option, die gewonnene Energie zu jeder gewünschten Tageszeit zu nutzen. Trotz dieser Möglichkeit ist eine gründliche Abwägung der Batteriekapazität unabdingbar, da größere Speicher zwangsläufig mit höheren Kosten einhergehen. Aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus wird meist geraten, die Speicherkapazität so zu dimensionieren, dass sie nur für einige Tage ausreicht. Eine dauerhafte Langzeitspeicherung der sommerlichen Energie für die winterliche Nutzung, obwohl technisch durchführbar, erweist sich in gemäßigten Breitengraden als wirtschaftlich wenig sinnvoll. (Quaschnig 2021).

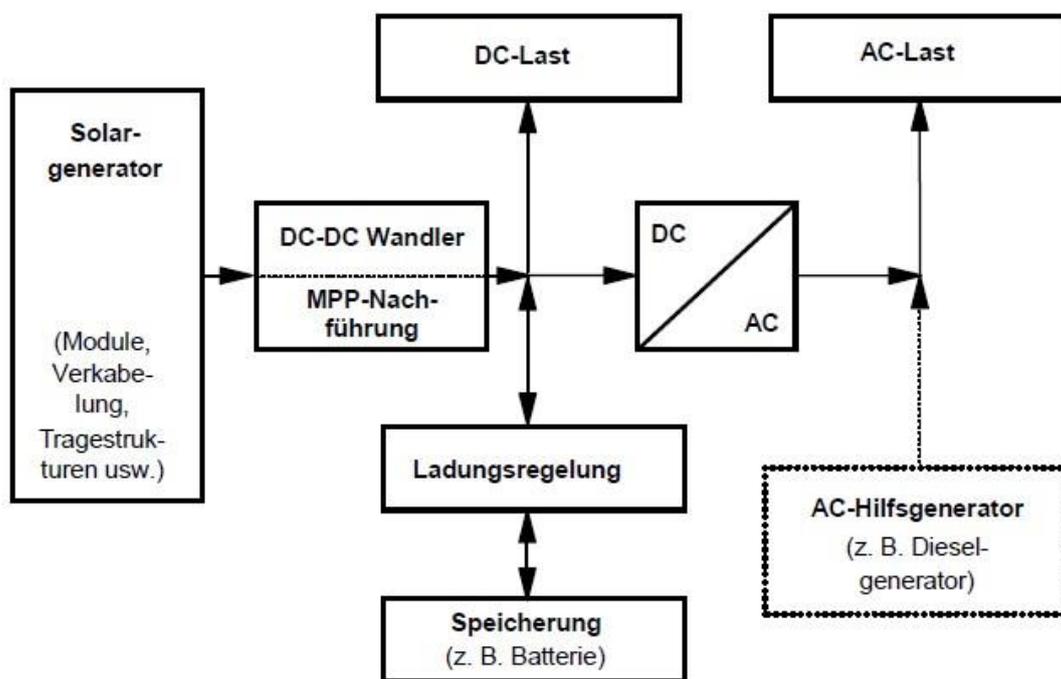


Abbildung 22: Systemaufbau einer photovoltaischen Anlage zur Inselversorgung ©
(Kaltschmitt und Streicher 2009a)

Im Fall von netzgekoppelten Anlagen wird der erzeugte Strom in das öffentliche Netz eingespeist und bei Bedarf kann elektrische Energie aus dem Netz bezogen werden. Batteriespeicher sind in solchen Konstellationen normalerweise nicht erforderlich, können jedoch die Eigenverbrauchsrate erheblich steigern. Zur Integration der Photovoltaikanlage in das öffentliche Netz ist ein DC/AC Wechselrichter vonnöten, der den erzeugten Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom oder dreiphasigen Drehstrom umwandelt. Diese Wechselrichter müssen den spezifischen Normen und Anforderungen für den Parallelbetrieb mit dem Netz entsprechen. (Quaschnig 2021).

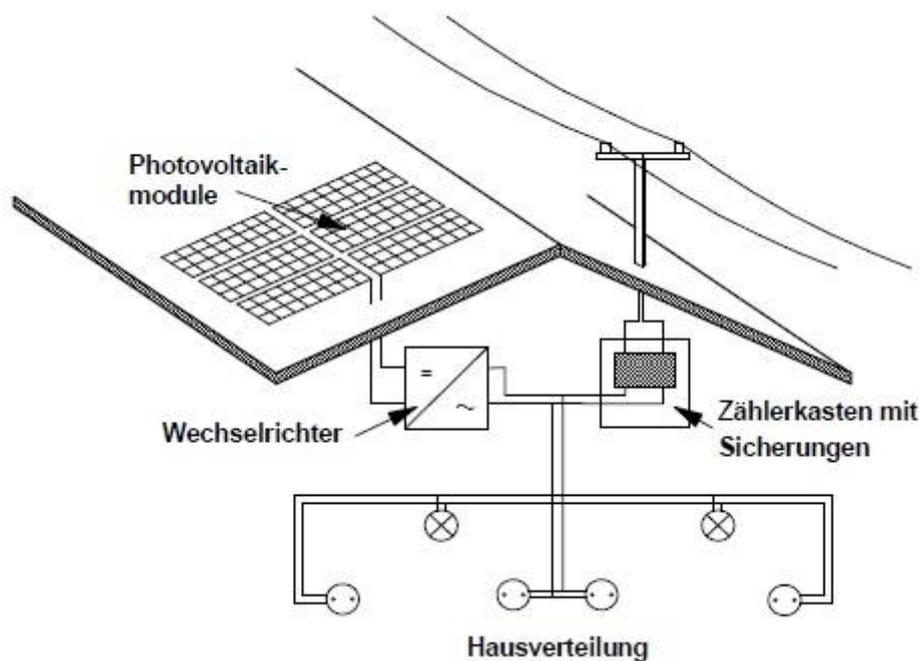


Abbildung 23: Gesamtsystemaufbau netzgekoppelter Photovoltaikanlagen

© (Ladener, Humm, und Stenhorst 1999)

Ein erheblicher Vorteil von Photovoltaikanlagen liegt in ihrem modularen Aufbau, welcher eine breite Bandbreite von Leistungsniveaus ermöglicht – von kleinen Milliwatt-Anwendungen bis hin zu Megawatt-Kraftwerken. Die Wirtschaftlichkeit dieser Anlagenvarianten steht in direktem Zusammenhang mit ihren spezifischen Betriebsbedingungen, wobei sowohl netzgekoppelte als auch Inselanlagen jeweils eigene Betriebsrahmenbedingungen aufweisen. (Kaltschmitt und Streicher 2009b).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Photovoltaikanlagen dank ihrer modularen Beschaffenheit und vielfältigen Betriebsmodi eine breite Palette von Möglichkeiten zur

Nutzung von Solarenergie eröffnen und die Stromversorgung in Übereinstimmung mit den jeweiligen Anforderungen anpassen. Dies erweist sich als von essenzieller Bedeutung, um sowohl die wirtschaftliche Rentabilität als auch die Nachhaltigkeit der Photovoltaiknutzung zu optimieren.

Biomasse

In Österreich wird in Übereinstimmung mit der ÖNORM M7101 der Begriff „Biomasse“ als Masse sämtlicher organischer Substanzen biogener Herkunft, die nicht fossiler Natur sind, präzisiert. Diese Definition beinhaltet sowohl die lebende und wachsende Natur als auch die daraus resultierenden Überreste und auch bereits verstorbene organische Material. Um ein tiefgreifendes Verständnis für die Bedeutung und die Vorzüge der energetischen Nutzung von auf Holz basierenden Energiequellen zu entwickeln, ist es unerlässlich zu ergründen, wie Biomasse entsteht und welche Prozesse ihr zugrunde liegen. (<https://www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Blue-Globe-Reports/Forschung/2008-2010/BGR12009KB07EZ1F44279FSFinanz-Biomasse.pdf>, Datum des Zugriffs: 03.11.2023, um 12:57).

Letztlich kann Biomasse als die Energie der Sonne betrachtet werden, die mithilfe des biochemischen Prozesses der Photosynthese in organische, kohlenstoffreiche Materie umgewandelt und gespeichert wird. Die Photosynthese repräsentiert einen der essenziellen und ältesten biologischen Prozesse auf unserem Planeten. Dieser Prozess findet in höheren Pflanzen, Algen und Bakterien statt und resultiert in der Produktion von Sauerstoff (O₂) sowie in der Synthese von organischen Substanzen. Diese Umwandlung von Sonnenenergie in chemische Energie erfolgt in den Chloroplasten, den Zellorganellen, die zur Photosynthese fähig sind. Dieser Vorgang wird als Phototropie bezeichnet und involviert die Absorption von elektromagnetischer Sonnenenergie. (Kaltschmitt und Streicher 2009b).

Die Photosynthese erfordert Kohlendioxid (CO₂) als Quelle für Kohlenstoff und Sauerstoff sowie Wasser (H₂O) als Wasserstoffquelle. Das Resultat ist die Speicherung von chemischer Energie in kohlenstoffreichen Verbindungen. Die Biomasse, die hieraus resultiert, setzt sich aus organischer, kohlenstoffreicher Materie zusammen und beinhaltet lebende Flora und Fauna, ebenso wie ihre Rückstände und Abfälle, aber auch materielle Erzeugnisse wie biologischen Hausmüll, Alkohol, Pflanzenöl, Schlachthofabfälle und Papier. Fossile Brennstoffe werden in

der Regel aus der Definition von Biomasse ausgenommen, mit wenigen Ausnahmen wie Torf, einem fossilen Nebenprodukt des Verrottungsprozesses. (Watter 2015).

Die natürlichen Produkte der Biomasse können mittels verschiedener Herstellungsverfahren in biogene Brennstoffe umgewandelt werden, die zur Erzeugung von Wärme, Treibstoff oder Elektrizität verwendet werden. Dieser Prozess trägt zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen bei und trägt dazu bei, die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu reduzieren. Ein tiefgreifendes Verständnis der umfassenden Definition von Biomasse und der Photosynthese ist von entscheidender Bedeutung, um die Potenziale und Herausforderungen bei der Nutzung dieser erneuerbaren Energiequellen zu erforschen und auszuschöpfen. (Kaltschmitt, Hartmann, und Hofbauer 2016).

In dieser Arbeit liegt das Hauptaugenmerk auf der Thematik der Verwendung von Holz als erneuerbarem Energiequellmaterial. Diese Präferenz resultiert aus der Tatsache, dass solche Systeme sich durch ökonomische Vorteile, sowie eine vergleichsweise problemlose Installation und Instandhaltung auszeichnen. (Quaschnig 2021). In Anlagen zur Wärmeerzeugung kommen biogene Festbrennstoffe wie Holz zum Einsatz. Innerhalb dieses Prozesses erfolgt die vollständige Oxidation des Brennstoffs, die führt zu Freisetzung von thermischer Energie. Als Rückstände verbleiben lediglich Asche und Emissionen. (Kaltschmitt u. a. 2016).

Holzheizsysteme

Über die Jahrhunderte hinweg wurden Kamine und Öfen als traditionelle Wärmequellen genutzt. Anfangs dominierte der Gebrauch von Holz, welches später von Kohle verdrängt wurde und heute erneut in modernen Heizsystemen Verwendung findet. (Quaschnig 2021).

Kamine und Öfen

Offene Kamine dienen der Beheizung einzelner Räume, weisen jedoch eine vergleichsweise niedrige Effizienz auf, da ein beträchtlicher Anteil von 70 – 80 Prozent der erzeugten Wärmeenergie ungenutzt durch den Schornstein entweicht. Im Gegensatz dazu weisen geschlossene Kamine und Öfen einen weitaus höheren Wirkungsgrad von 70 – 80 Prozent auf. Zu Befüllung des Ofens ist ein Feuerraum mit einer Sichtscheibe versehen, der nach dem Anzünden wieder verschlossen wird. Die Dauer der Brennphase variiert abhängig von Faktoren

wie der Holzart, der Holzfeuchtigkeit, der Menge der zugeführten Luftmenge, usw. und erstreckt sich in der Regel über einige Stunden. (Quaschnig 2021).

Drüber hinaus haben Heizkamine auch die Fähigkeit, die Warmwasserbereitung zu übernehmen. Mittels eines Rohrsystems oder Doppelwänden wird das Wasser mithilfe der erzeugten Wärme des Kamins aufgeheizt und anschließend mittels einer Umwälzpumpe verteilt. (Albers 2022).

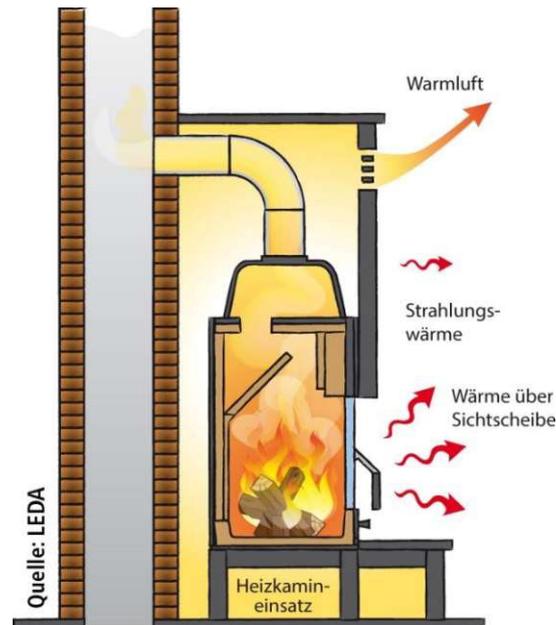


Abbildung 24: Aufbau eines Kaminofens

© <https://www.leda.de/kamin-und-ofentypen>, Datum des Zugriffs: 04.11.2023, um 13:54

Stückholzkessel

Für Heizkessel dieser Art findet kostengünstiges Stückholz Verwendung. Diese Kessel sind mit einem Holzvorratsbehälter ausgestattet, der den Kessel automatisch mit Brennmaterial versorgt, bis der Behälter erschöpft ist. Diese Automatisierung gewährleistet eine anhaltende Brenndauer über mehrere Stunden. Die Steuerung der Zuluft erfüllt zwei Hauptfunktionen. Sie optimiert die Verbrennung und ermöglicht gleichzeitig eine Anpassung der Heizleistung. Eine breite Palette von Kesselgrößen steht zur Verfügung, um nahezu jeden Heizleistungsbedarf abzudecken. Infolgedessen sind Wirkungsgrade von über 90 Prozent erreichbar. Bei Einsatz in Verbindung mit einem Pufferspeicher kann überschüssige Wärme effektiv aufgenommen und nach dem Abklingen allmählich wieder abgegeben werden. (Quaschnig 2021).

Holzpellettheizung

Holzpellets sind zusammengesetzt aus getrocknetem, unverarbeitetem Holz, wie zum Beispiel Sägespänen, Hobelspänen und Schleifstaub. Sie sind genormt bezüglich ihres Durchmessers, welcher im Bereich von 4 bis 10 Millimetern liegt, sowie ihrer Länge, die zwischen 20 und 30 Millimetern variiert. Die Herstellung erfolgt unter hohem Druck, wodurch die Pellets einen Heizwert von etwa 5 Kilowattstunden pro Kilogramm [kWh/kg] erreichen, was ungefähr dem Heizwert von 0.5 Litern Heizöl entspricht. (Kaltschmitt u. a. 2016).

Ein wesentlicher Vorteil von Holzpellets besteht in ihrer unkomplizierten Lagerung und Transportfähigkeit, die sich aus ihren dimensional Eigenschaften ergibt. Ihre Anlieferung erfolgt in der Regel mittels Schüttgutwagen, die sie pneumatisch über einen Schlauch in den Lagerbereich befördern. Von diesem Ort aus werden die Pellets automatisch durch Einsatz einer Förderschnecke oder eines Vakuumsystems in den Heizkessel transportiert, wobei die Zündung und Verbrennung mittels eines Heißluftgebläses automatisiert erfolgt. Es sei anzumerken, dass die Integration eines Pufferspeichers auch in diesem Kontext empfohlen wird, um den Kessel bei Nennleistungsbetrieb zu halten und auf diese Weise Wirkungsgrade von über 90 Prozent zu erreichen. (Döring 2011).

Hackschnitzelheizung

Eine Anlage zur Verbrennung von Hackschnitzeln weist grundlegende Ähnlichkeiten mit einer Holzpellettheizung auf, wobei sie sich durch den Einsatz von Hackschnitzeln, das sind zerkleinerte Holzstücke, als Brennstoff unterscheidet. Es ist jedoch anzumerken, dass der spezifische Brennwert bei Hackschnitzeln, nämlich 4 kWh pro Kilogramm, im Vergleich zu Holzpellets geringer ausfällt. (Watter 2015).

Literaturverzeichnis

- Abrihan, Cristian, und Magistrat der Stadt Wien, Hrsg. 2013. *Wien - Dekorative Fassadenelemente in der Gründerzeit zwischen 1840 und 1918: Gestaltungsgrundsätze*. Wien: Stadt Wien, Magistratsabt. 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung.
- Albers, Karl-Josef, Hrsg. 2022. *Rechnagel - Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik 81. Ausgabe 2023/2024 - Basisversion: einschließlich Trinkwasser- und Kältetechnik sowie Energiekonzepte*. 81. Auflage. Kleinaitingen: ITM InnoTech Medien.
- Bauer, Mathias Jürgen, Hrsg. 2014. *Handbuch Tiefe Geothermie: Prospektion, Exploration, Realisierung, Nutzung*. Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.
- Bauer, Mathias Jürgen, Willi Freeden, Hans Jacobi, und Thomas Neu, Hrsg. 2018. *Handbuch Oberflächennahe Geothermie*. Berlin [Heidelberg]: Springer Spektrum.
- Becker, Gerd. 2016. *Gebäudeintegrierte Solartechnik: Architektur gestalten mit Photovoltaik und Solarthermie*. 1. Auflage. herausgegeben von R. Krippner. München: Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG.
- Bernard, Erich, Miloš Kruml, Martin Kupf, und Liz Zimmermann. 2014. *Wiener Fenster: Gestaltung und Erhaltung*. Wien: Stadtentwicklung Wien, Magistratsabteilung 18.
- Beschorner, Thomas, Torsten Behrens, Esther Hoffmann, Alexandra Lindenthal, Maria Hage, Barbara Thierfelder, Bernd Siebenhüner, und Deutschland, Hrsg. 2005. *Institutionalisierung von Nachhaltigkeit: eine vergleichende Untersuchung der organisationalen Bedürfnisfelder Bauen & Wohnen, Mobilität und Information & Kommunikation*. Marburg: Metropolis-Verl.
- Brauer, Kerry-U., Hrsg. 2013. *Grundlagen der Immobilienwirtschaft: Recht - Steuern - Marketing - Finanzierung - Bestandsmanagement - Projektentwicklung*. 8. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Breitling, Peter. 1982. *In der Altstadt leben: Altstadterhaltung dargestellt am Beispiel Graz: eine Beispielsammlung zusammengestellt am Institut für Städtebau, Umweltgestaltung und Denkmalpflege der Erzherzog Johann Universität in Graz*. Graz: L. Stocker.
- Di Giulio, Antonietta. 2004. *Die Idee der Nachhaltigkeit im Verständnis der Vereinten Nationen: Anspruch, Bedeutung und Schwierigkeiten*. Münster: LIT-Verl.
- Döring, Stefan. 2011. *Pellets als Energieträger: Technologie und Anwendung*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Everling, Oliver, Hrsg. 2009. *Praxishandbuch Rating von Immobilienportfolios*. Köln: Immobilien Manager Verlag IMV.
- Fassmann, Heinz, Gerhard Hatz, und Walter Matznetter, Hrsg. 2009. *Wien: städtebauliche Strukturen und gesellschaftliche Entwicklungen*. Wien: Böhlau.
- Fechner, Johannes, Hrsg. 2002. *Altbaumodernisierung: der praktische Leitfaden*. Wien New York: Springer.

- Gonzalo, Roberto, und Karl J. Habermann. 2006. *Energieeffiziente Architektur: Grundlagen für Planung und Konstruktion*. Basel Boston Berlin: Birkhäuser.
- Gromer, Christian. 2012. *Die Bewertung von nachhaltigen Immobilien: Ein kapitalmarkttheoretischer Ansatz basierend auf dem Realloptionsgedanken*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Grunwald, Armin, und Jürgen Kopfmüller. 2012. *Nachhaltigkeit: eine Einführung*. 2., aktualisierte Auflage 2012. Frankfurt am Main New York: Campus Verlag.
- Hardtke, Arnd, Hrsg. 2001. *Perspektiven der Nachhaltigkeit: vom Leitbild zur Erfolgsstrategie*. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler.
- Hermanni, Alfred-Joachim. 2016. *Business Guide für strategisches Management: 50 Tools zum geschäftlichen Erfolg*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Hofer, Veronika, und Michael Klinger, Hrsg. 2022. *Handbuch Immobilienverwaltung in der Praxis*. 3. Auflage. Wien: Linde.
- Jäger-Klein, Caroline. 2010. *Österreichische Architektur des 19. und 20. Jahrhunderts*. 2., aktualisierte Aufl. Wien Graz: NWV, Neuer Wiss. Verl.
- Kaltschmitt, Martin, Hans Hartmann, und Hermann Hofbauer, Hrsg. 2016. *Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren*. 3., aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg.
- Kaltschmitt, Martin, und Wolfgang Streicher, Hrsg. 2009a. *Regenerative Energien in Österreich: Grundlagen, Systemtechnik, Umweltaspekte, Kostenanalysen, Potenziale, Nutzung*. 1. Aufl. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Kaltschmitt, Martin, und Wolfgang Streicher, Hrsg. 2009b. *Regenerative Energien in Österreich: Grundlagen, Systemtechnik, Umweltaspekte, Kostenanalysen, Potenziale, Nutzung*. 1. Aufl. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Kaltschmitt, Martin, Wolfgang Streicher, und Andreas Wiese, Hrsg. 2020. *Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte*. 6., vollständig neu überarbeitete Auflage. Berlin [Heidelberg]: Springer Vieweg.
- Kleine, Alexandro. 2009. *Operationalisierung einer Nachhaltigkeitsstrategie: Ökologie, Ökonomie und Soziales integrieren*. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler.
- Kniefacz, Robert, und Gebietsbetreuung, Hrsg. 2004. *Draufsetzen: 19 Dachausbauten realisiert/projektiert ; Katalog zur Initiativausstellung der GB 16 im Auftrag der MA 25 in Kooperation mit der MA 19*. Wien: Stadtentwicklung Wien, Magistratsabt. 18.
- Konstantin, Panos, und Margarete Konstantin. 2022. *Praxisbuch der Fernwärme- und Fernkälteversorgung: Systeme, Netzaufbauvarianten, Kraft-Wärme- und Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung, Kostenstrukturen und Preisbildung*. 2. Auflage. Berlin [Heidelberg]: Springer Vieweg.
- Kopfmüller, Jürgen, Hrsg. 2001. *Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet: konstitutive Elemente, Regeln, Indikatoren*. Berlin: Ed. Sigma.

- Kropp, Ariane. 2019. *Grundlagen der Nachhaltigen Entwicklung: Handlungsmöglichkeiten und Strategien zur Umsetzung*. Wiesbaden [Heidelberg]: Springer Gabler.
- Ladener, Heinz, Othmar Humm, und Peter Stenhorst. 1999. *Solare Stromversorgung: Grundlagen, Planung, Anwendung*. 3. Aufl. Staufen bei Freiburg: Ökobuch.
- Mütze, Michael, Hrsg. 2009. *Immobilieninvestitionen: die Rückkehr der Vernunft*. Freiburg, Br. Berlin München [i.e.] Planegg: Haufe-Mediengruppe.
- O A. 2009. *Immobilienbewertung Österreich*. 2. Aufl., Stand September 2009. Wien: ÖVI-Immobilienakad.
- O A. 2013a. *Die Entdeckung der Nachhaltigkeit Kulturgeschichte eines Begriffs*. München: Verlag Antje Kunstmann GmbH.
- O A. 2013b. *Immobilienmanagement Österreich*. 5., aktualisierte Aufl., Stand September 2013. Wien: ÖVI-Immobilienakad.
- O A. 2014. *Immobilienbewertung Österreich*. 3., aktualisierte und erw. Aufl., Stand August 2014. Wien: ÖVI-Immobilienakad.
- Petrovic, Madeleine, und Dieter Nagl. 1998. *Der Wiener Gürtel: Wiederentdeckung einer lebendigen Prachtstrasse*. Wien: C. Brandstätter.
- Peyinghaus, Marion, Vanessa Caspar, Christian Kuniß, Stefanie Liese, Oliver Rometsch, und Interessengemeinschaft Privater Professioneller Bauherren, Hrsg. 2012. *Nachhaltiges Immobilienmanagement: Erfahrungen und Fakten aus dem deutschen Markt*. 1. Aufl. Berlin: HTW.
- Quaschnig, Volker. 2021. *Erneuerbare Energien und Klimaschutz: Hintergründe - Techniken und Planung - Ökonomie und Ökologie - Energiewende*. 6., aktualisierte Auflage. München: Hanser.
- Renn, Ortwin, Jürgen Deuschle, Alexander Jäger, und Wolfgang Weimer-Jehle, Hrsg. 2007. *Leitbild Nachhaltigkeit: eine normativ-funktionale Konzeption und ihre Umsetzung*. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Rottke, Nico, und Daniel Landgraf, Hrsg. 2010. *Ökonomie vs. Ökologie: Nachhaltigkeit in der Immobilienwirtschaft?* 1. Aufl. Köln: Immobilien Manager Verl.
- Schabbach, Thomas, und Pascal Leibbrandt. 2021. *Solarthermie: wie Sonne zu Wärme wird*. 2., aktualisierte Auflage. Berlin: Springer.
- Schalcher, Hans-Rudolf, Kammer Unabhängiger Bauherrenberater, und Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Hrsg. 2009. *Immobilienmanagement: Handbuch für Immobilienentwicklung, Bauherrenberatung, Immobilienbewirtschaftung*. Zürich Basel Genf: Schulthess.
- Schild, Kai, und Henrik Brück. 2010. *Energie-Effizienzbewertung von Gebäuden: Anforderungen und Nachweisverfahren gemäß EnEV 2009 ; mit 137 Tabellen*. 1. Aufl. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.

- Stieglitz, Robert, und Volker Heinzl. 2013. *Thermische Solarenergie: Grundlagen, Technologie, Anwendungen*. Springer-Verlag.
- Swittalek, Markus P. 2023. *Das Gründerzeithaus: bewahren - restaurieren - bewirtschaften*. 2. überarbeitete Auflage. Berndorf: Kral-Verlag, Kral GmbH.
- Titscher, F., und Austria Ministerium der öffentlichen Arbeiten. 1910. *Die Baukunde: mit besonderer Berücksichtigung des Hochbaues und der einschlägigen Baugewerbe: Lehr-, Hilfs-, Nachschlagebuch und Konstruktionsbehelf für Baukundige, Studierende, Gebäudeverwalter usw.* Im Selbstverlag bei Franz Titscher.
- Viering, Markus G., und Jens H. Liebchen, Hrsg. 2007. *Managementleistungen im Lebenszyklus von Immobilien*. 1. Aufl. Wiesbaden: Teubner.
- Wagemann, Hans-Günther, und Heinz Eschrich. 2010. *Photovoltaik: Solarstrahlung und Halbleitereigenschaften, Solarzellenkonzepte und Aufgaben mit 132 Abbildungen und 20 Übungsaufgaben*. 2. überarb. Aufl. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Watter, Holger. 2015. *Regenerative Energiesysteme: Grundlagen, Systemtechnik und Analysen ausgeführter Beispiele nachhaltiger Energiesysteme*. 4., überarb. und erw. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg.

Gesetztestexte und Normen

- Bundesgesetz, mit dem das Wärme- und Kälteleitungsausbaugesetz erlassen und das Energie-Regulierungsbehördengesetz geändert wird, BGBl. I Nr. 113/2008.
- Erläuternde Bemerkungen zum Gesetz, mit dem die Bauordnung für Wien, das Wiener Kleingartengesetz 1996 und das Wiener Garagengesetz 2008 geändert werden Bauordnungsnovelle 2023.
- OIB-Leitfaden, Energietechnisches Verhalten von Gebäuden, OIB-330-024/12, Stück 73, Nr. 73/2012
- OIB-Richtlinie, Energieeinsparung und Wärmeschutz, OIB-330.6-026/19, Nr. 61, S.3 ff.)
- Wiener Stadtentwicklungs-, Stadtplanungs- und Baugesetzbuch, StF.: LGBl. Nr. 11/1930, § 128a Abs. 1 iVm § 129 Abs. 2 WBO

Artikel und Berichte

- Adam, Dietmar. (2010), „Innovative Systeme der Erdwärmenutzung – regenerative Energie aus dem Untergrund“. Expertenforum Beton 2010 „Energiespeicher Beton“. St. Pölten: Zement*Beton Handels- u. Werbe ges. mbH. - http://www.zement.at/downloads/innovative_systeme_erdwaermenutzung.pdf,

DOMINGO-IRIGOYEN, S. et al.: ClimaBau - Planen angesichts des Klimawandels
Energiebedarf und Behaglichkeit heutiger Wohnbauten bis ins Jahr 2100.
Schlussbericht. Luzern. 2017

Elkington (1994): Elkington, John: Towards the Sustainable Corporation: Win-Win-Win
Business Strategies for Sustainable Development; Beitrag aus California Management
Review, Vol. 36, No. 2: Seiten 90-100; University of California Press, Winter 1994.

F. Oettl, (2011) Gründerzeit-Fenster- und Fassadenelement, Berichte aus Energie- und
Umweltforschung, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien.

Hüttler W., Sammer K., Innovative Sanierung von Gründerzeitgebäuden – Technische
Optionen und rechtliche Fragen; Immolex 9/2010 237-243.

Innovative Systeme der Erdwärmennutzung – regenerative Energie aus dem Untergrund - Univ.-
Doz. DI Dr. techn. Dietmar ADAM Geotechnik Adam ZT GmbH, Brunn am Gebirge.

Jörg, Rammersdorfer, Gründerzeit mit Zukunft, Lüftungsanlagen in Gründerzeitgebäuden,
Machbarkeitsstudie, 1g/ 2013.

klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung, Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie 2020.

RICS (2008): Sustainable Property Investment & Management. Key Issues & Major
Challenges.https://www.researchgate.net/publication/284181782_Sustainable_Property_Investment_Management_Key_Issues_Major_Challenges

STEP 05. Stadtentwicklung Wien 2005. Wien.

WECD (1987): World Commission on Environment and Development (WECD): Report of the
World Commission on Environment and Development - Our Common Future; United
Nation, General Assembly: A/42/427; April 1987.

ÖGUT, Projektbericht, 2020.

Internetquellen

https://wien.arching.at/service/technisches_service/baurechtliche_hinweise_und_erlaeuterungen/bauwerksbuch.html

<https://www.bda.gv.at/service/haeufige-fragen/denkmalerschutz.html>

<https://www.bosch-homecomfort.com/at/de/wohngebaeude/wissen/heizungsratgeber/waermepumpe/waermepumpenfunktion/#:~:text=Das%20Prinzip%20einer%20W%C3%A4rmepumpenheizung%20funktio niert,und%20auf%20das%20Heizsystem%20%C3%BCbertragen.>

<https://www.dorda.at/news/rien-ne-va-plus-das-%C3%B6sterreichische-bau-und-immobilienrecht>

<https://www.duden.de/rechtschreibung/Immobilie#herkunft>

<https://www.duden.de/rechtschreibung/Immobilienwirtschaft>

<https://www.geschichtewiki.wien.gv.at/Schutzzonen>

<https://www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Blue-Globe-Reports/Forschung/2008-2010/BGR12009KB07EZ1F44279FSFinanz-Biomasse.pdf>

https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/energie_sparen/1/raus_aus_oel.html

https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/energie_sparen/1/raus_aus_oel.html

[https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/wohnen/1/Seite.210460.html#:~:text=Der%20Prim%C3%A4renergiebedarf%20schlie%C3%9Ft%20die%20gesamte,Herstellung%2C%20Transport\)%20mit%20ein.&text=Diese%20Kennzahl%20stellt%20die%20Auswirkung,Geb%C3%A4udes%20auf%20die%20Klimasituation%20dar](https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/wohnen/1/Seite.210460.html#:~:text=Der%20Prim%C3%A4renergiebedarf%20schlie%C3%9Ft%20die%20gesamte,Herstellung%2C%20Transport)%20mit%20ein.&text=Diese%20Kennzahl%20stellt%20die%20Auswirkung,Geb%C3%A4udes%20auf%20die%20Klimasituation%20dar)

<https://www.oib.or.at/de>

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007799>

<https://www.umweltberatung.at/download/?id=Energieausweis-1144-umweltberatung.pdf>

<https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/erdwaerme/>

<https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/wohnbauforderung/wohnungsverbesserung/thewosan.html>

<https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/wohnbauforderung/wohnungsverbesserung/thewosan.html>

<https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/pdf/merkblatt-tech-abbruchreife.pdf>

<https://www.wien.gv.at/wohnen/wohnbautechnik/pdf/abbruchreife-gebaeude-schutzzone.pdf>

<https://www.wienenergie.at/ueber-uns/unternehmen/energie-klimaschutz/energieerzeugung/fernkaelte/>

Abbildungs-, Tabellenverzeichnis

Abbildung 01:

Abrihan, Cristian, und Magistrat der Stadt Wien, Hrsg. 2013. Wien - Dekorative Fassadenelemente in der Gründerzeit zwischen 1840 und 1918: Gestaltungsgrundsätze. Wien: Stadt Wien, Magistratsabt. 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung.

Abbildung 02:

Andreas Kolbitsch, Bautechnische Analysen und Statik historischer Baukonstruktionen, Wien 2015.

Abbildung 03:

Titscher, F., und Austria Ministerium der öffentlichen Arbeiten. 1910. Die Baukunde: mit besonderer Berücksichtigung des Hochbaues und der einschlägigen Baugewerbe : Lehr-, Hilfs-, Nachschlagebuch und Konstruktionsbehelf für Baukundige, Studierende, Gebäudeverwalter usw. Im Selbstverlag bei Franz Titscher.

Abbildung 04:

Breitling, Peter. 1982. In der Altstadt leben: Altstadterhaltung dargestellt am Beispiel Graz: eine Beispielsammlung zusammengestellt am Institut für Städtebau, Umweltgestaltung und Denkmalpflege der Erzherzog Johann Universität in Graz. Graz: L. Stocker.

Abbildung 05:

Breitling, Peter. 1982. In der Altstadt leben: Altstadterhaltung dargestellt am Beispiel Graz: eine Beispielsammlung zusammengestellt am Institut für Städtebau, Umweltgestaltung und Denkmalpflege der Erzherzog Johann Universität in Graz. Graz: L. Stocker.

Abbildung 06:

<https://ibu-epd.com/nachhaltige-entwicklung/>.

Abbildung 07:

<https://www.mobile-university.de/blog/welche-nachhaltigkeit/>

Abbildung 08:

Eigene Abbildung

Abbildung 09:

MAUERHOFER, G.; LANG-PETSCHAUER, K.; ORTBAUER, B.: Bauprojektmanagement 1. Skriptum. S. 136

Abbildung 10:

Gromer, Christian. 2012. Die Bewertung von nachhaltigen Immobilien: Ein kapitalmarkttheoretischer Ansatz basierend auf dem Realloptionsgedanken. Wiesbaden: Springer Gabler.

Abbildung 11:

OIB-Richtlinie, Energieeinsparung und Wärmeschutz, OIB-330.6-026/19, Nr. 61)

Abbildung 12:

Schild, Kai, und Henrik Brück. 2010. Energie-Effizienzbewertung von Gebäuden: Anforderungen und Nachweisverfahren gemäß EnEV 2009 ; mit 137 Tabellen. 1. Aufl. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.

Abbildung 13:

Stieglitz, Robert, und Volker Heinzl. 2013. Thermische Solarenergie: Grundlagen, Technologie, Anwendungen. Springer-Verlag.

Abbildung 14:

Kaltschmitt, Martin, und Wolfgang Streicher, Hrsg. 2009. Regenerative Energien in Österreich: Grundlagen, Systemtechnik, Umweltaspekte, Kostenanalysen, Potenziale, Nutzung. 1. Aufl. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.

Abbildung 15:

Bauer, Mathias Jürgen, Hrsg. 2014. Handbuch Tiefe Geothermie: Prospektion, Exploration, Realisierung, Nutzung. Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.

Abbildung 16:

<https://www.boschhomecomfort.com/at/de/wohngebaeude/wissen/heizungsratgeber/waermepumpe/waermepumpefunktion/#:~:text=Das%20Prinzip%20einer%20W%C3%A4rmepumpenheizung%20funktioniert,und%20auf%20das%20Heizsystem%20%C3%BCbertragen>

Abbildung 17:

<https://www.boschhomecomfort.com/at/de/wohngebaeude/wissen/heizungsratgeber/waermepumpe/waermepumpefunktion/#:~:text=Das%20Prinzip%20einer%20W%C3%A4rmepumpenheizung%20funktioniert,und%20auf%20das%20Heizsystem%20%C3%BCbertragen>

Abbildung 18:

<https://www.boschhomecomfort.com/at/de/wohngebaeude/wissen/heizungsratgeber/waermepumpe/waermepumpefunktion/#:~:text=Das%20Prinzip%20einer%20W%C3%A4rmepumpenheizung%20funktioniert,und%20auf%20das%20Heizsystem%20%C3%BCbertragen>

Abbildung 19:

www.zamg.ac.at/cms/de/klima

Abbildung 20:

Watter, Holger. 2015. Regenerative Energiesysteme: Grundlagen, Systemtechnik und Analysen ausgeführter Beispiele nachhaltiger Energiesysteme. 4., überarb. und erw. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg.

Abbildung 21: Wärmeschema eines Flachkollektors -

Becker, Gerd. 2016. Gebäudeintegrierte Solartechnik: Architektur gestalten mit Photovoltaik und Solarthermie. 1. Auflage. herausgegeben von R. Krippner. München: Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG.

Abbildung 22: Systemaufbau einer photovoltaischen Anlage zur Inselversorgung -

Kaltschmitt, Martin, und Wolfgang Streicher, Hrsg. 2009. Regenerative Energien in Österreich: Grundlagen, Systemtechnik, Umweltaspekte, Kostenanalysen, Potenziale, Nutzung. 1. Aufl. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.

Abbildung 23: Gesamtsystemaufbau netzgekoppelter Photovoltaikanlagen -
Ladener, Heinz, Othmar Humm, und Peter Stenhorst. 1999. Solare Stromversorgung:
Grundlagen, Planung, Anwendung. 3. Aufl. Staufen bei Freiburg: Ökobuch.

Abbildung 24:
<https://www.leda.de/kamin-und-ofentypen>

Abbildung 25:
<https://www.wienenergie.at/privat/produkte/waerme/fernwaerme/>

Abbildung 26:
<https://www.wienenergie.at/ueber-uns/unternehmen/energie-klimaschutz/energieerzeugung/fernkaelte/>

Abbildung 27:
klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung, Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie 2020.

Abbildung 28:
klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung, Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie 2020.

Abbildung 29:
<https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/wohnbauforderung/wohnungsverbesserung/thewosan.html>

Abbildung 30:
<https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/wohnbauforderung/wohnungsverbesserung/thewosan.html>

Abbildung 31:
Infoblatt_ raus_ aus_ Oel_ 2023_ 2024_ MGW