

**CO₂-REDUKTION IM
GEBÄUDESEKTOR: VERGLEICH UND
MONITORING VON FÖRDESYSTEMEN IN DER
BODENSEEREGION**

**ENDBERICHT
2023**

Gefördert von:



Kofinanziert
von der
Europäischen
Union



**CO2-Reduktion im Gebäudesektor:
Vergleich und Monitoring von Fördersystemen
in der Bodenseeregion**

- Endbericht 2023 -

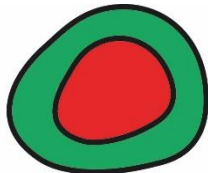
Auftraggeber:

**Plattform Klimaschutz und Energie
der Kommission Umwelt der Internationalen Bodensee-Konferenz**

Vorsitzender: Dipl.-Ing. Jürg Senn | Energiefachstelle Liechtenstein, Amt für Volkswirtschaft,
Postfach 684 | LI-9490 Vaduz | Telefon: +423 236 64 32 | E-Mail: juerg.senn@llv.li

Geschäftsstelle der IBK | Bücklestraße 3e | D-78467 Konstanz | Postadresse Schweiz:
Postfach 1914 | CH-8280 Kreuzlingen | Telefon: +49 7531 921 83-10 |
E-Mail: info@bodenseekonferenz.org | Internet: www.bodenseekonferenz.org

Auftragnehmer:



Energieinstitut Vorarlberg

Andreas Peter MSc.
Dipl. Ing. Arch. Martin Ploß

Energieeffizientes Bauen
Energieinstitut Vorarlberg
CAMPUS V, Stadtstraße 33
6850 Dornbirn, Österreich
Tel. +43 (0)5572 / 31 202-0
info@energieinstitut.at

Zusammenfassung

Die Vorliegende Studie analysiert in den Ländern und Kantonen der Internationalen Bodensee-Konferenz (IBK) die aktuellen Fördersysteme für Energieeffizienzmaßnahmen sowie Maßnahmen zur Förderung von erneuerbaren Energien im Gebäudebereich und macht einen Vorschlag für geeignete Indikatoren, um ein Monitoring des Transformationsprozesses zu ermöglichen. Die Untersuchung der Fördersysteme der betrachteten IBK-Anrainer-Regionen erfolgte in zwei Teilschritten:

- Vergleich der Fördersysteme anhand qualitativer Merkmale
- Vergleich der Energieniveaus der Fördersysteme anhand Endenergiebedarfsberechnungen und Förderabschätzungen für Mustergebäude

Nach Analyse der Fördersysteme im Gebäudesektor der betrachteten IBK-Regionen können die Erkenntnisse wie folgt zusammengefasst werden:

1. Die Mindestanforderungen der Förderprogramme in allen Regionen lassen Energieniveaus zu, die nicht kompatibel zum Pariser Klimaziel sind. Die Energieniveaus, bei denen die höchsten Förderungen vergeben werden, erreichen in vielen Fällen in etwa das Paris-kompatible Niveau (Ploß *et al.*, 2022).
2. Während in manchen Regionen eine Solarpflicht schon im Baurecht verankert ist, gibt es andere Regionen, in denen sie sogar in der Förderung nicht verankert ist.
3. Förderungen werden in vielen Fällen schon für nicht-Paris-kompatible Standards vergeben. Oft erhalten höhere energetische Qualitäten höhere Förderungen.
4. Die Höhe der Förderung unterscheidet sich in den untersuchten Regionen um den Faktor 8 bis 10. (dazu Anmerkung: Kapitalwerte der Förderungen, ohne Anpassung an die unterschiedlichen Preisverhältnisse und Baukosten)

Für den Bereich Neubau können außerdem folgende Aussagen getroffen werden:

1. In Verbindung mit der Solarpflicht fordert Baden-Württemberg die baurechtlich anspruchsvollsten Qualitäten aller betrachteten IBK-Regionen
2. In Verbindung mit der Solarpflicht und dem bundesweit geförderten Effizienzhausstandard EH40EE, fördert Baden-Württemberg die Gebäude mit dem geringsten effektiven Endenergiebedarf
3. Alle betrachteten Schweizer Kantone haben eine Solarpflicht im Baurecht verankert
4. Der Bereich Neubau wird im Kanton Zürich nicht gefördert
5. In FL und V werden ab Erfüllung der baurechtlichen Anforderungen (in V zuzüglich Anforderungen an Eigenstromerzeugung, Ökologie, Einkommensgrenzen) Förderungen ausbezahlt, hier können aus Energiesicht Mitnahmeeffekte erfolgen.

-
6. Die höchstgeförderten MFH-Neubauten in Baden-Württemberg und Vorarlberg sind im Bereich der Paris-Ziel-kompatiblen Anforderung (Ploß *et al.*, 2022)

Für den Bereich Bestand/Sanierung können die Erkenntnisse wie folgt zusammengefasst werden:

1. Baden-Württemberg hat als einzige Region eine Solarpflicht im Bereich Sanierung (Dach) - dies wirkt sich u. A. stark auf den Endenergiebedarf der minimalen Sanierungsvarianten aus
2. Nur in Vorarlberg ergeben sich Sanierungsvarianten mit maximaler Förderung gänzlich ohne Eigenstromerzeugung
3. Im Vergleich der betrachteten Regionen unterscheiden sich die Förderungen um etwa den Faktor 3 bis 9
4. Der Kanton St. Gallen fördert Einzelmaßnahmen und Sanierungen in Etappen, jedoch keine Minergie-P-Gesamtsanierungen. Scheinbar wird ab einem gewissen Aufwand auf den Ersatzneubau gelenkt
5. Die Förderkosten je eingesparter kWh/(m²_{EBF} a) reichen von 0,7 bis rund 12 €/kWh/(m²_{EBF} a) und sind für die Niveaus mit maximaler Förderung vorwiegend am höchsten

Abschließend erfolgt ein Vorschlag für geeignete Indikatoren, um ein Monitoring des Transformationsprozesses zu ermöglichen. Die Indikatoren beschreiben vier entscheidende Größen, nämlich die Sanierungsraten für die Heizung und für die Gebäudehülle sowie die Abriss- und die Neubaurate. Hierbei wird empfohlen, Maßnahmen an der Hülle und den Austausch des Wärmeerzeugers separat auszuweisen. Die Definition der Abrissrate sollte sich auf die Gesamtanzahl bzw. Gesamtwohn- bzw. Nutzfläche (Nicht-Wohnbau) beziehen und nach Baualtersklasse, Gebäudetyp sowie ggfls. nach Besitzverhältnissen differenziert werden.

Inhalt

Zusammenfassung.....	3
1 Einleitung	7
2 Methode	8
3 Qualitativer Vergleich	8
3.1 Wohngebäude Neubau	9
3.2 Nicht-Wohngebäude Neubau	12
3.3 Wohngebäude Sanierung.....	14
3.4 Nicht-Wohngebäude Sanierung	18
3.5 Indirekte- und Einzelmaßnahmen.....	19
4 Quantitativer Vergleich: Energiekennwerte und Förderungen	21
4.1 Vorgehensweise	21
4.2 Mustergebäude	23
4.3 Randbedingungen.....	25
4.3.1 Berechnung der Gebäudenachweise	25
4.3.2 Berechnung der PHPP-Varianten.....	28
4.3.3 Berechnung der Förderhöhe	29
4.4 Vorbemerkungen zur Erläuterung der Ergebnisse.....	31
4.5 Neubau - Energiekennwerte und Förderungen.....	33
4.5.1 Neubau Einfamilienhaus	33
4.5.2 Neubau Mehrfamilienhaus	34
4.5.3 Neubau Nicht-Wohngebäude	37
4.6 Sanierung - Energiekennwerte und Förderungen.....	39
4.6.1 Einfamilienhaus.....	39
4.6.2 Mehrfamilienhaus.....	41
4.6.3 Nicht-Wohngebäude	45
5 Festlegung geeigneter, gemeinsamer Indikatoren für ein Erfolgsmonitoring	48
5.1 Aufgabenstellung	48
5.2 Bedeutung der nachfolgend definierten Indikatoren	50

5.3	Methodik	51
5.3.1	Grundlagen für die Erarbeitung von Definitionsvorschlägen	51
5.3.2	Abwägungskriterien für die Definition der Begriffe	51
5.3.3	Gründe für getrennte Sanierungsraten für Gebäudehülle und Kesseltausch	52
5.3.4	Ausblick auf weitere Indikatoren nach Überarbeitung der Europäischen Gebäude richtlinie	55
5.4	Definitionsvorschlag „Gesamtsanierungsrate Gebäudehülle“	56
5.4.1	Sollen nur Gesamtsanierungen aller Bauteile oder auch Sanierungen einzelner Bauteile der Gebäudehülle berücksichtigt werden?	56
5.4.2	Wie sollen die Sanierungen einzelner Bauteile der Gebäudehülle gewichtet werden?	56
5.4.3	Auf welche Grundgesamtheit soll die Gesamtsanierungsrate Gebäudehülle bezogen werden?	58
5.4.4	Welche Kenngröße soll verwendet werden, um die Gesamtsanierungsrate Gebäudehülle zu bestimmen?	59
5.4.5	Soll die Gesamtsanierungsrate Gebäudehülle für den gesamten Gebäudebestand oder differenzierter bestimmt werden?	60
5.5	Definitionsvorschlag „Kesselaustauschrate“	61
5.6	Neubaurate	62
5.7	Abrissrate	63
5.8	Weitere Indikatoren nach EPBD, Anhang II	65
6	Resümee	74
	Literatur	76
	Anhang	78
	Abbildungen	84
	Tabellen	86

1 Einleitung

Zur Erreichung der internationalen, europäischen, nationalen und regionalen Klimaschutzziele muss der Gebäudesektor bis spätestens 2050 zu 100% dekarbonisiert werden, was die Abkehr von der Nutzung fossiler Energieträger bedeutet. Der erforderliche Transformationsprozess, der derzeit noch zu hohen Anteilen auf fossilen Energieträgern basierenden Energieversorgung von Gebäuden erfordert eine langfristige Strategie zur Reduktion des Endenergiebedarfs, zum Umstieg auf erneuerbare Energieträger und zur verstärkten Implementierung gebäudeintegrierter Solarsysteme. Während diese übergeordnete Zielsetzung in den Regionen rund um den Bodensee gleich ist, ist der Status Quo bezüglich Energieträgermix, Gebäude-Energieeffizienz und Nutzung von Solarsystemen ebenso unterschiedlich wie die bislang verfolgten Strategien. Im Leitbild der Internationalen Bodensee-Konferenz (IBK), strategischer Schwerpunkt „Einmaliger Natur- und Landschaftsraum“ unter Punkt 6, ist festgehalten, dass die IBK ihre Strategie Klimaschutz und Energie im Sinne des 2015 beschlossenen Pariser Klimaschutzabkommens mit den zentralen Zielen der Treibhausgasminderung und Klimaanpassung weiterentwickelt. Das bedingt massive Reduktionen der CO₂-Emissionen in kurzer Zeit. Die Klimawissenschaft hält dafür eine Halbierung der Emissionen bis 2030, also binnen 10 Jahren, für notwendig um einerseits bis spätestens 2050 Klimaneutralität erreichen zu können und andererseits das für Industriestaaten zur Verfügung stehende CO₂-Budget nicht zu überschreiten. Eine wichtige Herausforderung dabei ist die Dekarbonisierung der Wärmezeugung in Gebäuden. Konkret erfordert dies, aus dem Einsatz fossiler Energieträger in der Raumwärmeversorgung sowie Warmwasseraufbereitung konsequent auszusteigen. Das heißt nichts weniger, als in wenigen Jahrzehnten sämtliche Öl- und Gasheizungen durch andere Systeme zu ersetzen. In Anbetracht der langen Lebensdauern solcher Systeme mit 20 bis 30 Jahren, ist es erforderlich, ab den nächsten wenigen Jahren keine Neuinstallationen mehr durchzuführen. In der aus dem IBK-Kleinprojektfonds mit Mitteln des Interreg V Programms „Alpen-Bodensee-Hochrhein“ geförderten Studie „Strukturwandel in Heizkellern“ wurde der Status Quo bezüglich der Reduktion des Endenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen in den IBK-Regionen analysiert und die bisherigen Strategien wurden verglichen. Aufbauend auf den Analyseergebnissen wurde angeregt, zwei für die Transformation des Gebäudesektors maßgebliche Themen detaillierter zu untersuchen, in denen die Zusammenarbeit im IBK-Raum besonders hohe Synergien erbringt:

- Vergleich der Fördersysteme im IBK-Raum für erneuerbare Energien und Energieeffizienz im Gebäudebereich
- Festlegung geeigneter, gemeinsamer Indikatoren für das Erfolgsmonitoring des Transformationsprozesses

Beim ersten Thema handelt es sich um Förder- oder Lenkungsmaßnahmen, die getroffen werden müssen, um die Energieeffizienz- und Dekarbonisierungsziele im Gebäudebereich schnell und kosteneffizient zu erreichen. Beim Vergleich der Fördersysteme kann neben den Ergebnissen der Studie „Strukturwandel in Heizkellern“ auch auf die Methodik und Ergebnisse des IBK-Statusberichts „Wirtschaftliche Rahmenbedingungen für Energieeffizienz und erneuerbare Energien im Bodenseeraum“ aus dem Jahr 2011 zurückgegriffen werden (Internationale Bodensee-Konferenz, 2011, 2018). Beim zweiten, in Kapitel 5 erörterten Thema geht es um die Definition von Indikatoren, mit denen die Transformation des Gebäudesektors in einem Erfolgsmonitoring verfolgt werden kann.

2 Methode

Analysiert werden die aktuellen Fördersysteme der IBK-Regionen Fürstentum Liechtenstein (FL), Kanton St. Gallen (SG), Kanton Zürich (ZH), Appenzell Innerrhoden (AI), Appenzell Ausserrhoden (AR), Baden-Württemberg (BW), Bayern (BY) und Vorarlberg (V). Die Betrachtung erfolgt für Energieeffizienzmaßnahmen im Gebäudebereich und Maßnahmen zur Förderung von erneuerbaren Energien im Gebäudebereich und erfolgt in drei Teilschritten:

- Vergleich der Fördersysteme anhand qualitativer Merkmale
- Vergleich der Energieniveaus der Fördersysteme anhand Endenergiebedarfsberechnungen und exemplarische Förderabschätzungen für Mustergebäude

Abschließend erfolgt ein Vorschlag für geeignete Indikatoren, um ein Monitoring des Transformationsprozesses zu ermöglichen. Die Indikatoren sollen vier entscheidende Größen, nämlich die Sanierungsraten für die Heizung sowie für die Gebäudehülle sowie die Abriss- und die Neubaurate beschreiben.

3 Qualitativer Vergleich

Dieser Abschnitt dient der Identifikation grundlegender Unterschiede und stellt ausgewählte Aspekte der Förderregime in den Bodensee-Anrainerstaaten und -regionen in tabellarischer Form gegenüber. Die Datenerhebung erfolgte mittels Abfragemaske und wurde durch die jeweiligen Regionalpartner befüllt. Da die Gestaltung der Förderlandschaft je nach Region stark vom gewählten Betrachtungszeitpunkt abhängen kann, beschränkt sich die vorliegende Arbeit auf den gültigen Rechtsstand zum 1. Juni 2023.

3.1 Wohngebäude Neubau

Nachfolgende Tabelle 1 stellt die Fördersysteme der IBK-Regionen für den Neubau von Wohngebäuden anhand qualitativer Merkmale gegenüber. Mit Ausnahme des Kanton Zürich, in welchem aktuell keine Förderungen für Neubauaktivitäten vergeben werden, ist in den betrachteten Kantonen der Schweiz sowie im Fürstentum Liechtenstein der Baustandard „Minergie“ und ein dazugehöriges Förderprogramm vorzufinden. Als zentraler Indikator wird die sogenannte Minergie-Kennzahl (MKZ) verwendet. Sie gibt Auskunft über die während eines Jahres netto gelieferte, gewichtete Endenergie (ähnlich, aber nicht identisch mit dem in Deutschland und Österreich verwendeten Indikator Primärenergie), bezogen auf die Energiebezugsfläche A_E (kWh/m^2) und beinhaltet den gesamten Energiebedarf des Gebäudes. Bei Erfüllung sämtlicher Anforderungen und Nachweis eines Minergie-Zertifikates werden je nach Fördergeber fixe Fördersätze auf Basis der Energiebezugsfläche A_E in Form von Investitionszuschüssen ausbezahlt. Mit Minergie, Minergie-P und Minergie-A bestehen drei unterschiedliche Energie-Anforderungsniveaus. Im Fürstentum Liechtenstein besteht ein modulares Fördersystem über Zuschüsse. Die Maßnahmen sind individuell kombinier- und kumulierbar. Diese können im Neubaubereich nach Erfüllung der baurechtlichen Anforderungen und bei der Sanierung bei Erfüllung der baurechtlichen Anforderungen abgerufen werden. Um die Komplexität zu reduzieren, werden zinslose Darlehen der Wohnbauförderung losgelöst von energetischen Anforderungen betrachtet.

In Deutschland und somit auch in den deutschen IBK-Regionen, regelt die Bundesförderung für energieeffiziente Gebäude (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2023b) das Förderwesen anhand sogenannter „Effizienzhaus-Standards“. Die Anforderungen sind unter Verwendung der Indikatoren Transmissionswärmeverluste (HT') sowie nicht-erneuerbarer Primärenergiebedarf (Q_p) nachzuweisen und beziehen sich dabei auf eine anteilige Reduktion gegenüber einem Referenzgebäude mit gleicher Kubatur (Deutsche Bundesregierung, 2022). Eine Differenzierung in Abhängigkeit von den energetischen Qualitäten findet nicht mehr statt, da nur noch Effizienzhäuser der anspruchsvollsten Effizienzklasse (EH40+QNG) gefördert werden. Zusätzlich sind ökologische Mindestanforderungen über das „Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude“ (QNG) nachzuweisen. Bei Erfüllung der Anforderungen gewährt die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) zinsgünstige Darlehen mit individuellen Laufzeiten sowie tilgungsfreien Anlaufzeiten. Die maximale Kredithöhe ist abhängig von der Anzahl der Wohneinheiten. Für kommunale Gebäude gibt es einen Zuschuss von bis zu 12,5 %.

Für das Land Vorarlberg erfolgt die Beurteilung von Förderansuchen nach der aktuell gültigen Neubauförderungsrichtlinie 2023 (privater bzw. öffentlicher Wohnbau), in welcher die energetische Qualität anhand der Indikatoren $HWB_{\text{Ref,RK}}$ (Heizwärmebedarf bei Fensterlüftung und für ein österreichisches Referenzklima) sowie $\text{CO}_{2\text{eq}}$ beurteilt wird (Neubauförderungsrichtlinie, 2023). Die Förderung erfolgt in Form eines zinsgünstigen Darlehens, das bereits ab Erfüllung

der Anforderungen der baurechtlichen Mindestanforderung der Bautechnikverordnung 2022 beantragt werden kann. Bei Unterschreitung strengerer Anforderungswerte für den Heizwärmebedarf und die CO₂-Emissionen werden zusätzliche Boni gewährt.

Ökologische Mindestanforderungen sind in Vorarlberg sowie in den deutschen IBK-Regionen zwingend nachzuweisen, Anforderungen an den Herstellungsenergieaufwand existieren zum Zeitpunkt der Betrachtung nur in Bayern und Baden-Württemberg. Bei Einhaltung der Anforderung OI3-Ökoindex¹ in Vorarlberg bzw. des optionalen Minergie-Labels „ECO“ können in St. Gallen und Appenzell-Innerrhoden zusätzliche Fördermittel beantragt werden.

Während in Vorarlberg eine sogenannte Solarpflicht Bedingung für die Förderung im Neubau ist, haben drei der acht betrachteten Regionen eine Verpflichtung zur Eigenstromerzeugung mittels Photovoltaik (oder gleichwertige Alternative) bereits im Baurecht verankert. Die Errichtung von PV-Anlagen wird in allen betrachteten Regionen durch Investitionszuschuss, Steuererleichterung und/oder einer geförderten Einspeisevergütung unterstützt.

Im Unterschied zur Mehrzahl der Regionen, werden haustechnische Komponenten wie Wärmeerzeuger auf Basis erneuerbarer Energien und Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in Vorarlberg losgelöst von der Wohnbauförderung, in eigenen Förderprogrammen subventioniert.

Im Minergie-Regime (FL, CH) existieren keine Verbote einzelner Energieträger, vielmehr verlangt das aktuelle Minergie-Produktreglement den CO₂-freien Betrieb der Gebäudeanlagen. Ausnahmen bilden Spitzenlastabdeckungen ab 80 kW, Wärme-Kraft-Kopplungen, Fernwärme und Nutzung von Netz-Elektrizität. In den deutschen Regionen sind die gesetzlichen Mindestanforderungen grundsätzlich technologieoffen gestaltet, jedoch schließen die Förderrichtlinien fossile Energieträger und Biomasse kategorisch aus. Im Unterschied dazu sind Holzheizsysteme in Vorarlberg erlaubt, Stromdirektheizungen sind jedoch nur als Zusatzheizung bei sehr niedriger spezifischer Heizlast bis $8 \text{ W/m}^2_{\text{WNF}}$ zulässig.

¹ Indikator beschreibt die Einzelindikatoren Primärenergiebedarf, THG-Emissionen sowie SO_x bei der Herstellung der Baustoffe

Tabelle 1: Qualitativer Vergleich der Fördersysteme im Bereich Neubau-Wohngebäude (zum Rechtsstand 1.6.2023)

	FL	SG	ZH	AI	AR	V	BY	BW
Förderprogramm	Minergie-A/-P	Minergie-P	keine Förderung	Minergie-A/-P	Minergie-P	WBF-V 2023	KfW (BEG)	KfW (BEG)
Indikatoren zur Bestimmung der Förderung	Minergie-(A/P)-Zertifikat	Minergie-(P)-Zertifikat	keine Förderung	Minergie-(A/P)-Zertifikat	Minergie-(P)-Zertifikat	HWB _{Ref, RK} ; CO _{2eq}	HT', Qp	HT', Qp
Berechnung der Förderhöhe	Formel Fördersatz je m ² _{EBF} und Heizung pro m ² _{EBF}	fixer Fördersatz je m ² _{EBF}	keine Förderung	fixer Fördersatz je m ² _{EBF}	fixer Fördersatz je m ² _{EBF}	Fixe Basisförderung + Boni	Max. Förderfähige Kosten je nach Anzahl der Wohneinheiten	Max. Förderfähige Kosten je nach Anzahl der Wohneinheiten
Differenzierung der Förderung nach energet. Qualität	Nein	Nein	keine Förderung	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein
Förderung als Zuschuss oder zinsgünstiges Darlehen	Zuschuss	Zuschuss	keine Förderung	Zuschuss	Zuschuss	zinsgünstiges Darlehen	zinsgünstiges Darlehen	zinsgünstiges Darlehen
Ökologische Mindestanforderungen	Nein	Nein	keine Förderung	Nein	Nein	Ja (OI3)	Ja (QNG)	Ja (QNG)
Anforderungen Herstellungsenergie/THG Herstellung	Nein	Nein	keine Förderung	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
Förderung für niedrige Herstellungsenergie/THG-Herstellung	Nein	Ja	keine Förderung	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein
Förderung von Materialkosten bei Eigenleistung	Nein	Nein	keine Förderung	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
Solarpflicht?	Nein	Baurecht	Baurecht	Baurecht	Baurecht	Förderung	Nein	Baurecht
Zusätzliche Förderung möglich für (u.U. eigenes Förderprogramm)								
-Wärmeerzeuger	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein
-Wohnraumlüftung mit WRG	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein
-Photovoltaik	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Verbote im Rahmen der Förderung								
-Erdöl	keine Förderung	keine Förderung	Verbot gemäß Baurecht	keine Förderung	keine Förderung	Ja	Ja	Ja
-Erdgas	keine Förderung	keine Förderung	Verbot gemäß Baurecht	keine Förderung	keine Förderung	Ja	Ja	Ja
-direktelektrisch	keine Förderung	keine Förderung	Verbot gemäß Baurecht	keine Förderung	keine Förderung	Ja	Nein	Nein
-Biomasse	Nein	Nein	keine Förderung	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja

3.2 Nicht-Wohngebäude Neubau

Die unterschiedlichen Förderregime beim Neubau von Nicht-Wohngebäuden sind in untenstehender Tabelle 2 gegenübergestellt. Bis auf einige wenige Ausnahmen sind die Systeme identisch mit der in Abschnitt 3.1 analysierten Situation. Eine Ausnahme findet sich in V, wo für den Neubau von Nicht-Wohngebäuden keine Förderprogramme des Landes, jedoch Fördermittel des Bundes beantragt werden können². Dies ist in der Regel bereits ab Erfüllung der Anforderungen durch die Bautechnikverordnung Vorarlberg 2022 (Amt der Vorarlberger Landesregierung, 2023a) möglich, in welcher die Indikatoren LEK-Wert, Primärenergie und CO_{2eq} unterschritten werden müssen. Hierbei kennzeichnet der LEK-Wert ("Linie europäischer Kriterien" (Austrian Standards International, 2012, 2020)) den Wärmeschutz der Gebäudehülle unter Bedachnahme auf die Geometrie des Gebäudes.

Zur Bestimmung der Förderhöhe wird anschließend die Differenz des HWB_{Ref,RK} zur Mindestanforderung gemäß OIBRL6:2019 unter Einhaltung von $f_{GEE} \leq 0,70$ (Gesamtenergieeffizienzfaktor gemäß Energieausweis) gebildet und mittels Pauschalsatz pro kWh erzielter Heizwärmebedarfsunterschreitung zzgl. möglicher Boni abgegolten. In den deutschen IBK Regionen werden Nichtwohngebäude analog der Wohngebäude gefördert. Die maximale Kredithöhe ist abhängig von der Nettogrundfläche. Für kommunale Gebäude gibt es einen Zuschuss von bis zu 12,5 % (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2023a).

Bei den geltenden Bestimmungen zur verpflichtenden Eigenstromerzeugung (vgl. Solarpflicht) im Neubaubereich sind zum betrachteten Zeitpunkt sehr große Unterschiede vorzufinden. Während die Schweizer Kantone SG, AR, AI und ZH und Baden-Württemberg diese als Mindestanforderung im Baurecht verankern, ist sie in Vorarlberg an die Wohnbauförderung gebunden. Im Fürstentum Liechtenstein sowie in Bayern existiert zum aktuellen Zeitpunkt keine Verpflichtung zur Eigenstromerzeugung, jedoch sei an dieser Stelle auf die stufenweise einzuführende Solarpflicht für Nicht-Wohngebäude in Bayern verwiesen, welche ab 1.7.2023 für alle neuen Nicht-Wohngebäude (mit Ausnahmen gemäß Art. 44a Abs. 3 und 5, BayBO (Bayrische Staatsregierung, 2007) gilt.

² Die Höhe der Bedarfszuweisung des Landes an die Gemeinde wird nach der im Kommunalgebäudeausweis KGA bestimmten energetisch-ökologischen Qualität des Gebäudes differenziert.

Tabelle 2: Qualitativer Vergleich der Fördersysteme beim Neubau von Nicht-Wohngebäuden (zum Rechtsstand 1.6.2023)

	FL	SG	ZH	AI	AR	V	BY	BW
Förderprogramm	Minergie-A/-P	Minergie-P	keine Förderung	Minergie-A/-P	Minergie-P	Neubau in energieeffizienter Bauweise	KfW (BEG)	
Indikatoren zur Bestimmung der Förderung	Minergie-(A/P)-Zertifikat	Minergie-(P)-Zertifikat	keine Förderung	Minergie-(A/P)-Zertifikat	Minergie-(P)-Zertifikat	$HWB_{Ref, RK}$ und f_{GEE}	Mittlerer U-Wert opaker und transparenter Bauteile, Q_p	
Berechnung der Förderhöhe	Formel Fördersatz je m^2_{EBF} und Heizung pro m^2_{EBF}	fixer Fördersatz je m^2_{EBF}	keine Förderung	fixer Fördersatz je m^2_{EBF}	fixer Fördersatz je m^2_{EBF}	$\Delta HWB_{Ref, RK}$ zu OIB und f_{GEE}	Max. Förderfähige Kosten je nach m^2_{NGF}	
Differenzierung der Förderung nach energet. Qualität	Nein	Nein	keine Förderung	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein
Förderung als Zuschuss oder zinsgünstiges Darlehen	Zuschuss	Zuschuss	keine Förderung	Zuschuss	Zuschuss	Zuschuss (Bund)	zinsgünstiges Darlehen	zinsgünstiges Darlehen
Ökologische Mindestanforderungen	Nein	Nein	keine Förderung	Nein	Nein	Nein	Ja (QNG)	Ja (QNG)
Anforderungen Herstellungsenergie/THG Herstellung	Nein	Nein	keine Förderung	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
Förderung für niedrige Herstellungsenergie/THG-Herstellung	Nein	Ja	keine Förderung	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein
Solarpflicht?	Nein	Baurecht	Baurecht	Baurecht	Nein	Nein	Nein ³	Baurecht
Zusätzliche Förderung möglich für (u.U. eigenes Förderprogramm)								
-Wärmeerzeuger	Ja	Nein	keine Förderung	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
-Lüftungsanlage mit WRG	Nein	Nein	keine Förderung	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
-Photovoltaik	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

³ Nach gültigem Rechtsstand zum 1.6.2023. An dieser Stelle sei auf die stufenweise eingeführte Solarpflicht für Nicht-Wohngebäude in Bayern verwiesen, welche ab 1.7.2023 für alle neuen Nicht-Wohngebäude (mit Ausnahmen gemäß Art. 44a Abs. 3 und 5, BayBO (Bayrische Staatsregierung, 2007) gilt.

3.3 Wohngebäude Sanierung

Die nachfolgenden Tabellen vergleichen die Fördersysteme im Bereich Wohnbau-Sanierung. Im ersten Schritt werden die Förderprogramme für Gesamtsanierungen, abgebildet in Tabelle 3, anhand qualitativer Merkmale gegenübergestellt. Anschließend folgt Tabelle 4 mit einem Vergleich der Fördersysteme für Einzelmaßnahmen.

Mit Ausnahme des Kantons SG fördern alle betrachteten Schweizer Kantone sowie das Fürstentum Liechtenstein Minergie-Sanierungen. Trotz Kumulierbarkeit mit Subventionen der Einzelmaßnahmen wird diese Förderung in FL sehr selten abgerufen und ist daher von geringer Relevanz. Die Indikatoren zur Bestimmung der Förderfähigkeit und der Förderhöhe decken sich weitgehend mit den zuvor in Abschnitt 3.1 beschriebenen. In allen betrachteten Regionen kann die Sanierungsförderung mittels Investitionszuschüssen und differenziert nach energetischer Qualität erfolgen. Darüber hinaus sind in V, BY und BW auch zinsvergünstigte Kredite erhältlich. Während diese Darlehen in V über die gesamte Kreditlaufzeit subventioniert werden, beträgt die Dauer der Zinsvergünstigung in Deutschland 10 Jahre. Für die Restlaufzeit der Kredite erfolgt die Finanzierung zu marktüblichen Zinsniveaus. Zusätzlich wird, je nach Effizienzhausklasse, zu Beginn des Kreditvertrags (Zahlungsperiode 0) ein Tilgungszuschuss von 5-25% der geförderten Kreditsumme gewährt.

Ökologische Mindestanforderungen sind lediglich in der Wohnhaussanierungsrichtlinie 2023, in V vorzufinden und sind für den Erhalt der Förderung als „Muss-Maßnahmen“ formuliert. Dazu zählen in erster Linie HFKW und PVC-Freiheit bestimmter Bauelemente, Holz aus zertifizierter, nachhaltiger Gewinnung sowie Bestimmungen zum Kunststoffanteil bei Verputzmaterial und Klebstoffen (Amt der Vorarlberger Landesregierung, 2023b).

In keiner der untersuchten IBK-Regionen sind „Muss-Anforderungen“ an den Herstellungsenergiebedarf bzw. an THG-Emissionen bei der Herstellung vorzufinden, allerdings können Förderungen durch den Nachweis besonders geringer Niveaus in ZH, AI, V, BY, und BW abgerufen werden. In den Schweizer Regionen erfolgt dies durch das Zusatzprodukt Minergie ECO, in Vorarlberg durch den Nachweis über den Ökoindex OI3 und in den deutschen Regionen über das bereits erwähnte Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG).

Während die Minergie-Förderung der CH-Regionen nicht mit anderen Subventionen wie bspw. dem Ersatz von Wärmeerzeugern kumulierbar ist, ist dies in FL möglich. Auch in Vorarlberg ist eine zusätzliche Förderung für technische Anlagen im Fall einer Gesamtsanierung abrufbar. In den betrachteten deutschen Regionen BY und BW sind technische Anlagen bei Effizienzhaus-Sanierungen innerhalb der KfW-Kreditvolumen förderbar, eine zusätzliche Förderung ist nur im Rahmen von Einzelmaßnahmen (Bafa) möglich. Die Möglichkeit der Kombination von Fördergeldern ermöglicht jedoch keine Aussage über die tatsächliche Förderhöhe.

Im Bereich Sanierung-Wohngebäude ist die Verpflichtung zur Eigenstromerzeugung (oder Alternativmaßnahmen), bekannt als Solarpflicht, nur in der Landesbauordnung Baden-Württemberg vorzufinden. Diese Verpflichtung tritt in Kraft, sobald die Abdichtung oder die Eindeckung eines Daches vollständig erneuert wird (Landesregierung Baden-Württemberg, 2023). Es handelt sich also um eine bedingte Solarpflicht. Während die bedingte Solarpflicht für die Sanierung von Wohngebäuden in Baden-Württemberg baurechtlich festgelegt ist, ist die Verpflichtungen zur Nachrüstung von Solaranlagen in keiner anderen Region auch nur Förderbedingung.

Im Fall der in Tabelle 4 dargestellten Einzelmaßnahmen werden in den betrachteten Schweizer Regionen ausschließlich Erneuerungen opaker Flächen gegen Außenluft oder Erdreich, gefördert. Im Vergleich dazu werden in den übrigen Regionen auch opake Flächen gegen unbeheizt oder transparente Bauteile subventioniert.

Die Bestimmung der Förderhöhe in den Schweizer Regionen, in FL und in V erfolgt mittels fixer Zuschüsse je m² sanierter Bauteilfläche. In V wird die Förderhöhe je nach Sanierungsqualität (U-Wert) differenziert. In AI und AR können zusätzliche Mittel pro m²_{EBF} (A_E) für eine Gesamtsanierung, über die durch das harmonisierte Förderprogramm der Kantone definierte Maßnahme „M-14“, beantragt werden (Bundesamt für Energie BFE, Konferenz Kantonalen Energiefachstellen EnFK, 2015; Kanton Appenzell Innerrhoden, 2023). In D erfolgt die Ermittlung der Förderhöhe über einen anteiligen Fördersatz je Wohneinheit und ist abhängig von den Baukosten.

Beim Heizungstausch werden für klassische fossile Wärmeerzeuger wie Öl- oder Gaskessel, sowie für direktelektrische Heizsysteme in sämtlichen betrachteten IBK-Regionen keine Förderungen mehr vergeben.

Der Einbau von Biomasseverbrennungsanlagen wird ausschließlich in ZH und SG nicht kantonal gefördert, jedoch bietet die Schweizer Stiftung „myclimate“ sowie die Organisationen Energiezukunft Schweiz (EZS) und die Stiftung KliK bundesweite Förderprogramme zur Dekarbonisierung von Heizanlagen mit teilweise höheren Förderbeiträge als in den kantonalen Programmen (myclimate, 2023). Einzig im Kanton SG wird für den Anschluss an Nah- und Fernwärmenetze keine Förderung vergeben, jedoch wird der Ausbau der Wärmenetze selbst in betrieblichen Förderprogrammen subventioniert. Bei Betrachtung der Förderprogramme der Stadt St. Gallen zeigt sich, dass dieser Programmbereich auf kommunaler Ebene und in relevanter Förderhöhe vorhanden ist. Solarthermische Anlagen zur Warmwassergeneration und Heizungsunterstützung werden in den Kantonen SG und ZH nicht gefördert, sowie der nachträgliche Einbau einer Komfortlüftungsanlage, welcher in SG, ZH, AR und FL nicht subventioniert wird. Letzteres findet jedoch beinahe ausschließlich im Rahmen von Gesamtsanierungen statt, wodurch hier bspw. eine Förderung im Minergie-Regime möglich wird.

Tabelle 3: Qualitativer Vergleich der Fördersysteme im Bereich Gesamtanierung-Wohngebäude (zum Rechtsstand 1.6.2023)

	FL	SG	ZH	AI	AR	V	BY	BW
Förderprogramm	Minergie-A/-P und Einzelmaßnahmen	Einzelmaßnahmen	Minergie-A/-P und Einzelmaßnahmen			WBF-V 2023 und Einzelmaßnahmen	KfW und BAFA (BEG)	
Indikatoren zur Bestimmung der Förderung	Minergie-Zertifikat; fixer Fördersatz je m ² _{EBF} und Heizung pro m ² _{EBF}	fixer Fördersatz je m ² _{BTF} bzw. m ² _{EBF}	Minergie-Zertifikat; fixer Fördersatz je m ² _{EBF}			U-Werte fixer Fördersatz je m ² _{BTF} , Bonus für HWB _{Ref, RK} und CO _{2eq} je m ² _{WNF} ; Anlagentechnik pauschal	Tilgungszuschuss abhängig von HT' und Qp, EE-Heizung oder QNG	
Differenzierung der Förderung nach energetischer Qualität	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Förderung als Zuschuss oder Darlehen	Zuschuss	Zuschuss	Zuschuss	Zuschuss	Zuschuss	zinsgünstiges Darlehen oder Zuschuss und Zuschuss	zinsgünstiges Darlehen mit Tilgungszuschuss	
Ökologische Mindestanforderungen	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein
Anforderungen Herstellungsenergie/THG Herstellung	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Förderung für niedrige Herstellungsenergie/THG-Herstellung	Nein	Nein	Ja (ECO)	Ja (ECO)	Nein	Ja (OI3)	Ja (QNG)	Ja (QNG)
Förderung von Materialkosten bei Eigenleistung	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Zusätzliche Förderung möglich für Wärmeerzeuger	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Solarpflicht nach Förderung oder Baurecht?	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja, Baurecht

Tabelle 4: Qualitativer Vergleich der Fördersysteme im Bereich Einzelmaßnahmen Sanierung-Wohngebäude (zum Rechtsstand 1.6.2023)

	FL	SG	ZH	AI	AR	V	BY	BW
Indikatoren zur Bestimmung der Förderung	U-Werte mit fixem Fördersatz je m ² _{BTF} und Heizung pro m ² _{EBF}	U-Werte mit fixem Fördersatz je m ² _{BTF} und Heizung Sockel + Zusatzbeitrag nach thermischer Leistung				U-Werte mit fixer Fördersatz je m ² _{BTF} , Bonus für HWB _{Ref, RK} und CO _{2eq} je m ² _{WNF} ; Anlagentechnik pauschal	U-Werte - anteiliger Fördersatz je Wohneinheit	
Förderung von Einzelmaßnahmen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Dach	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
oberste Geschoßdecke	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Außenwand	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Kellerdecke	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Fenster	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Außentür	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Wärmeerzeuger								
- Öl	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
- Erdgas	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
- Strom direkt (Infrarot...)	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
- Biomasse fest	Ja	ab 70 kW _{th} und über bundesweite Programme möglich	Nein, aber über bundesweite Programme möglich	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
- el. Wärmepumpe Luft	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
- el. Wärmepumpe Sole oder Wasser	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
- Fernwärme	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
- Solarthermie	Ja	Nein	Ja, wenn Hauptheizung nicht fossil	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Wohnraumlüftung mit WRG	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja
PV-Förderung	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

3.4 Nicht-Wohngebäude Sanierung

Die Gestaltung der Förderungen bei der Sanierung von Nicht-Wohngebäuden ist in Tabelle 5 abgebildet und entspricht zum überwiegenden Teil derselben Systematik wie bei Wohngebäuden, beschrieben im vorangegangenen Abschnitt 3.3

Analog zum Bereich Neubau, gelten für V die gleichen Unterschiede betreffend die Verwendung von anderen Indikatoren (LEK , f_{GEE}) im Vergleich zum Wohnbau sowie bei den in Frage kommenden Fördergebern (ausschließlich Bund).

Tabelle 5: Qualitativer Vergleich der Fördersysteme bei der Sanierung von Nicht-Wohngebäuden (zum Rechtsstand 1.6.2023)

	FL	SG	ZH	AI	AR	V	BY	BW
Indikatoren zur Bestimmung der Förderung	U-Werte und Minergie-A/-P fixer Fördersatz je m^2_{EBF} und Heizung pro m^2_{EBF}	U-Werte fixer Fördersatz je m^2_{BTF} und Heizung Sockel + Zusatzbeitrag je kW_{th}	Minergie-P (+ECO) fixer Fördersatz je m^2_{EBF} oder U-Werte und Heizung Sockel + Zusatzbeitrag je kW_{th}		U-Werte oder Minergie-A/-P fixer Fördersatz je m^2_{EBF} und Heizung Sockel + Zusatzbeitrag je kW_{th}	$\Delta HWB_{Ref, RK}$ zu OIB und f_{GEE}	Mittlerer U-Wert opaker und transparenter Bauteile, Q_p	
Differenzierung der Förderung nach energet. Qualität	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Förderung als Zuschuss oder zinsgünstiges Darlehen	Zuschuss	Zuschuss	Zuschuss	Zuschuss	Zuschuss	Zuschuss	zinsgünstiges Darlehen mit Tilgungszuschuss	zinsgünstiges Darlehen mit Tilgungszuschuss
Ökologische Mindestanforderungen	Nein	Nein	Nein (außer bei Zusatz ECO)	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Anforderungen Herstellungsenergie/THG Herstellung	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Förderung für niedrige Herstellungsenergie/THG-Herstellung	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja

3.5 Indirekte- und Einzelmaßnahmen

Tabelle 6 zeigt im oberen Teil eine Gegenüberstellung der Fördersätze für Einzelmaßnahmen im Sanierungsbereich, wobei der Geltungsbereich in V, im Gegensatz zu allen anderen betrachteten IBK-Regionen, auf Wohnbauten beschränkt ist. Eine weitere Besonderheit in V ist, dass die Förderung der Einzelmaßnahmen ebenfalls in Form eines Kredits gewährt wird. Es besteht jedoch die Möglichkeit, anstelle des geförderten Darlehens eine Einmalzahlung in der Höhe von 40 % des möglichen Kreditbetrags in Anspruch zu nehmen.

Wie bereits weiter oben angemerkt, werden in den Schweizer Kantonen nur Maßnahmen an opaken Bauteilen gegen Außenluft sowie Erdreich gefördert.

Ein Alleinstellungsmerkmal der Deutschen Regionen BY und BW ist, dass die Berechnung der Förderbeiträge nicht zu fixen Fördersätzen, sondern anteilig nach tatsächlichen Investitionskosten erfolgt.

Insgesamt zeigt sich bei den Fördersätzen für bauliche Maßnahmen eine hohe Bandbreite zwischen den IBK-Regionen. Wesentlich einheitlicher sind die zu erfüllenden Mindestanforderungen bei Veränderung eines Bauteils, bspw. beim Dämmen von Wänden gegen Außenluft. Hier wird von sämtlichen IBK-Regionen ein U-Wert von $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ oder besser gefordert, wobei eine nach energetischer Qualität differenzierte Einzelmaßnahmenförderung nur in V möglich ist und die maximale Förderung von $310 \text{ €/m}^2_{\text{BTF}}$ in Form zinsgünstiger Kredite erst ab einem Unterschreiten von $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ bzw. bei der Verwendung von Dämmmaterial aus nachwachsenden Rohstoffen ab $0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ beantragt werden kann.

Auch im Förderbereich der Eigenstromerzeugung über PV-Anlagen zeigt sich eine hohe Bandbreite zwischen den IBK-Regionen. Während die meisten Länder auf Investitionszuschüsse und Einspeisevergütungen bzw. Einspeisegarantien setzen, wird in Deutschland mit der Mehrwertsteuerbefreiung ein unbürokratischer Weg verfolgt.

In sämtlichen Regionen werden indirekte Maßnahmen wie Energie-, Sanierungs- oder Heizungswahlberatungen gefördert oder sogar kostenfrei angeboten.

Der mit „Abwärme aus industriellen Prozessen“ bezeichnete Punkt beschreibt die Förderung für das „Einspeisen“ von thermischer Energie aus vorgelagerten Prozessen in Fern-/Nahwärmenetze. Für die produzierende Industrie stehen in sämtlichen IBK-Anrainerstaaten regionale oder überregionale Förderprogramme in Form von Investitionszuschüssen oder zinsgünstigen Darlehen zur Verfügung.

Tabelle 6: Indirekte- und Einzelmaßnahmen; für V gelten die Einzelmaßnahmen bei der Bauteilsanierung nur bei Wohngebäuden (zum Rechtsstand 1.6.2023)

	FL	SG	ZH	AI	AR	V	BY	BW
Fenstertausch	Land: 70 CHF/m ² _{BTF} Kommune: +100%	Nein	Nein	Nein	Nein	300-955 €/m ² _{BTF}	15% Grundförderung, bei Sanierungsfahrplan 20% der anrechenbaren Kosten bis max. 60.000 € pro Wohneinheit und max. € 600.000 pro Gebäude	
Dachsanierung	Land: 55 CHF/m ² _{BTF} Kommune: +100%	40 CHF/m ² _{BTF}	70 CHF/m ² _{BTF}	40 CHF/m ² _{BTF}	50 CHF/m ² _{BTF}	130-310 €/m ² _{BTF}		
Kellerdecke	Land: 45 CHF/m ² _{BTF} Kommune: +100%	Nein	Nein	Nein	Nein	40-70 €/m ² _{BTF}		
Außenwand	Land: 70 CHF/m ² _{BTF} Kommune: +100%	40 CHF/m ² _{BTF}	40 CHF/m ² _{BTF}	40 CHF/m ² _{BTF}	50 CHF/m ² _{BTF}	80-310 €/m ² _{BTF}		
PV-Investitionsförderung	500 - 750 CHF/kWp +100% durch Gemeinde	Bund ca. 200 - 450 CHF/kWp			ca. 200 - 450 CHF/kWp AR verdoppelt die Gelder des Bundes	Bund: Bis 10 kWp: 285 €/kWp	Steuerbefreit	
Energie-/Sanierungsberatung	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Abwärme aus industriellen Prozessen	Zuschuss	Zuschuss	Zuschuss	Zuschuss	Zuschuss	Zuschuss	zinsgünstiges Darlehen mit Tilgungszuschuss / Zuschuss	zinsgünstiges Darlehen mit Tilgungszuschuss / Zuschuss

4 Quantitativer Vergleich: Energiekennwerte und Förderungen

Ziel des quantitativen Vergleichs ist es, die Anforderungsniveaus der Fördersysteme der untersuchten Regionen für Neubau und umfassende Sanierungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden anhand ihrer Energiekennwerte zu vergleichen. Der Vergleich erfolgt am Beispiel von je drei Mustergebäuden für den Neubau und die umfassende Sanierung. Er wird exemplarisch für das Wärmeversorgungssystem Wärmepumpe durchgeführt. Für jedes Mustergebäude werden pro Region mehrere Gebäudevarianten untersucht:

1. Variante, die die baurechtlichen Mindestanforderungen gerade erfüllt.
2. Variante, die die Mindestanforderungen des Förderprogramms gerade erfüllt. Diese Variante ist identisch mit der ersten Variante, wenn die Förderung bereits gewährt wird, wenn die baurechtlichen Mindestanforderungen erfüllt sind.
3. Variante, die die Anforderungen erfüllt, bei deren Erfüllung der höchstmögliche Fördersatz gewährt wird. Diese Variante muss nur untersucht werden, wenn es in der betreffenden Region progressive Förderanforderungen und nicht nur ein Mindest-Förderniveau gibt.

4.1 Vorgehensweise

In diesem Abschnitt werden die Fördersysteme der Bodensee-Anrainerstaaten und -regionen anhand von Endenergiebedarfsberechnungen für Mustergebäude sowie Förderabschätzungen gegenübergestellt. Ziel des Vergleichs ist es, eine möglichst gute Vergleichbarkeit der aus den Förderbestimmungen resultierenden Energieniveaus sowie der eingesetzten Fördermittel zu erhalten. Wie in Abbildung 1 ersichtlich, werden zunächst die Gebäudenachweise nach den jeweils gültigen nationalen Regelwerken und Vorschriften berechnet. Anschließend werden die resultierenden Gebäudequalitäten mittels einheitlichem Rechenverfahren über das Passivhaus-Projektierungspaket abgebildet und anhand von Förderabschätzungen verglichen. Im Wesentlichen wird hierbei auf den methodischen Ablauf aus der vorangegangenen Studie „Vergleich der Gebäudevorschriften und Energieanforderungen im Bodenseeraum“ zurückgegriffen (Internationale Bodensee-Konferenz, 2019). Wo erforderlich wird auch bezüglich der Förderungen für erneuerbare Energien zwischen Wohnbau und Nichtwohnbau sowie zwischen Neubau und Sanierung unterschieden. Grundsätzlich werden Förderungen der verschiedenen staatlichen Ebenen berücksichtigt, kommunale Förderungen können aber nur exemplarisch an maximal zwei Gemeinden pro Anrainerstaat untersucht werden.

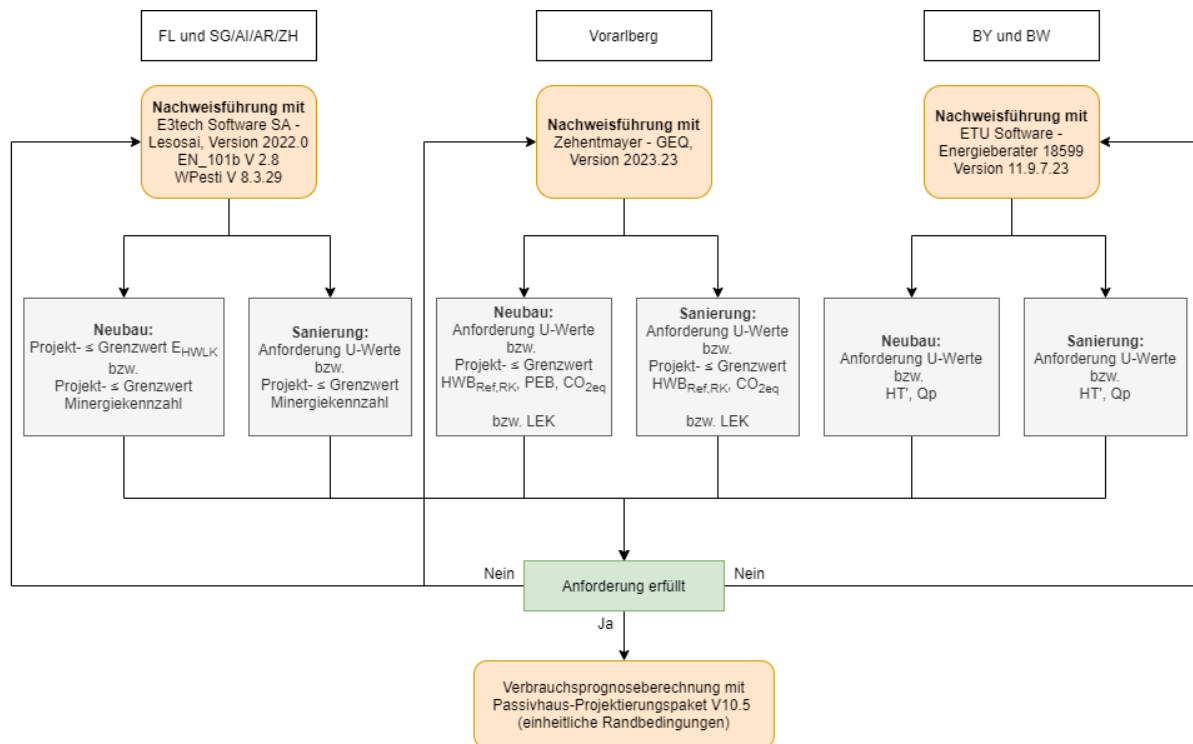


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Vorgangsweise des quantitativen Vergleichs

Zum übersichtlichen Vergleich der Höhe der Förderung werden folgende Fälle für Bayern, Baden-Württemberg, Vorarlberg, Liechtenstein sowie für die vier Schweizer Kantone St. Gallen, Appenzell-Innerrhoden, Appenzell-Ausserrhoden und Zürich analysiert:

- Austausch fossiler Kessel im Einfamilienhaus und Ersatz durch einen Wärmeerzeuger auf Basis erneuerbarer Energien
- Thermische Sanierung Einfamilienhaus mit Ersatz des fossilen Kessels durch einen Wärmeerzeuger auf Basis erneuerbarer Energien
- Austausch fossiler Kessel im Mehrfamilienhaus und Ersatz durch einen Wärmeerzeuger auf Basis erneuerbarer Energien
- Thermische Sanierung Mehrfamilienhaus mit Ersatz des fossilen Kessels durch einen Wärmeerzeuger auf Basis erneuerbarer Energien
- Austausch fossiler Kessel im Bürogebäude und Ersatz durch einen Wärmeerzeuger auf Basis erneuerbarer Energien
- Thermische Sanierung Bürogebäude mit Ersatz des fossilen Kessels durch einen Wärmeerzeuger auf Basis erneuerbarer Energien

4.2 Mustergebäude

Durch die Aufbereitung der Regelwerke wie in Kapitel 3 beschrieben ist, hat sich herausgestellt, dass eine einfache Vergleichbarkeit nicht gegeben ist, weil jedes Land andere Vorgehensweisen und Kriterien hat und man durch eine reine Gegenüberstellung der Regelwerke keine fundierte Aussage treffen kann. Deshalb werden sechs Mustergebäude mit den jeweils landesspezifischen Verfahren und den gültigen Mindestanforderungen für Baurecht und maximale Neubauförderung sowie für die minimale und maximale Gesamtanierung berechnet, die Ergebnisse dann ausgewertet und gegenübergestellt.

Bei den Mustergebäuden im Bereich Neubau handelt es sich um ein kleines Einfamilienhaus, ein Mehrfamilienhaus mittlerer Größe mit 19 Wohneinheiten und ein kleineres Bürogebäude. Für den Gebäudebestand werden analog dazu ein „typisches Einfamilienhaus“ (ca. 1985), ein Mehrfamilienhaus (ca. 1955) und dasselbe Bürogebäude wie im Bereich Neubau, jedoch mit Bauteilqualitäten, die in etwa einem Baujahr 1995 entsprechen, ausgewählt. Für alle Mustergebäude sind die Planungsunterlagen vorhanden und falls Annahmen getroffen wurden, wurden diese, wo möglich, in allen Berechnungsverfahren gleich berücksichtigt. In den nachfolgenden Abbildung 2 bis Abbildung 7 findet sich eine kurze Beschreibung der verwendeten Mustergebäude.



Abbildung 2: Einfamilienhaus Neubau (EFH-NB)

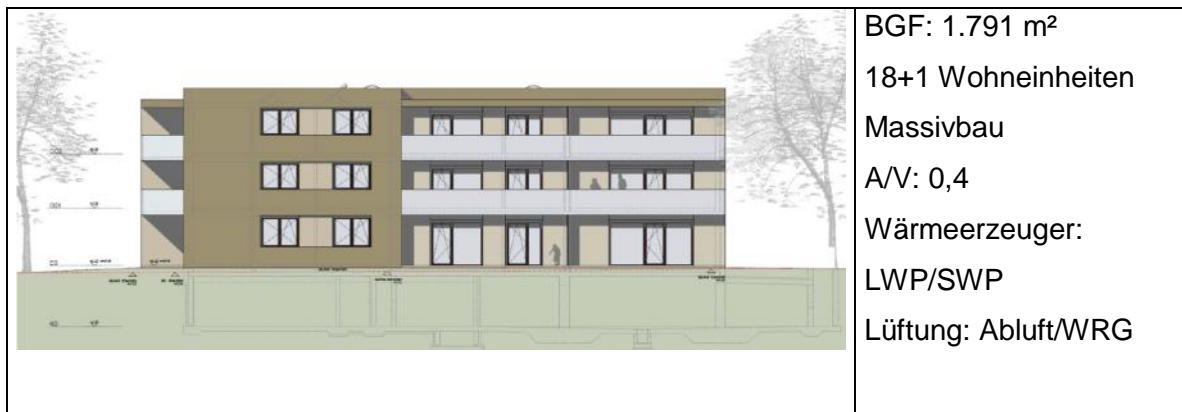


Abbildung 3: Mehrfamilienhaus Neubau

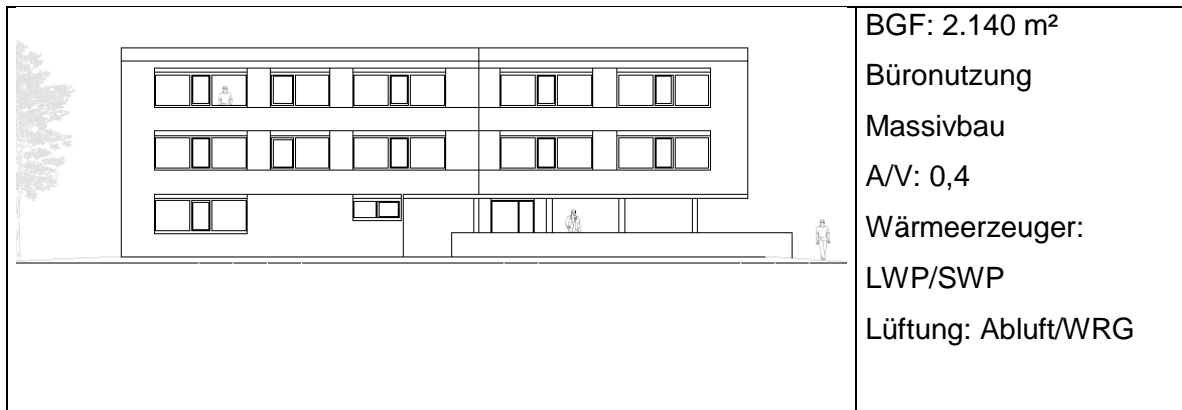


Abbildung 4: Bürogebäude Neubau

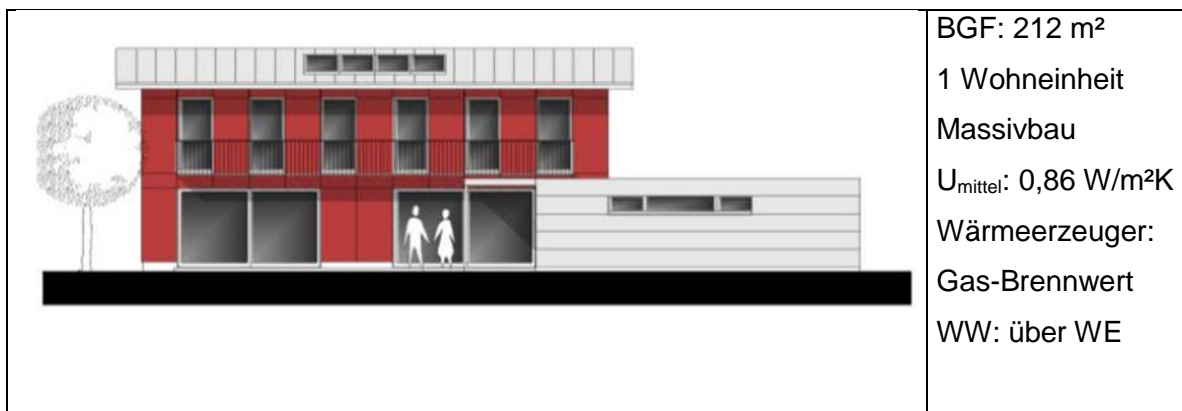


Abbildung 5: Einfamilienhaus Bestand (sanierter Zustand abgebildet); mittlerer U-Wert inkl. Fenster und Wärmebrücken



Abbildung 6: Mehrfamilienhaus Bestand; mittlerer U-Wert inkl. Fenster und Wärmebrücken

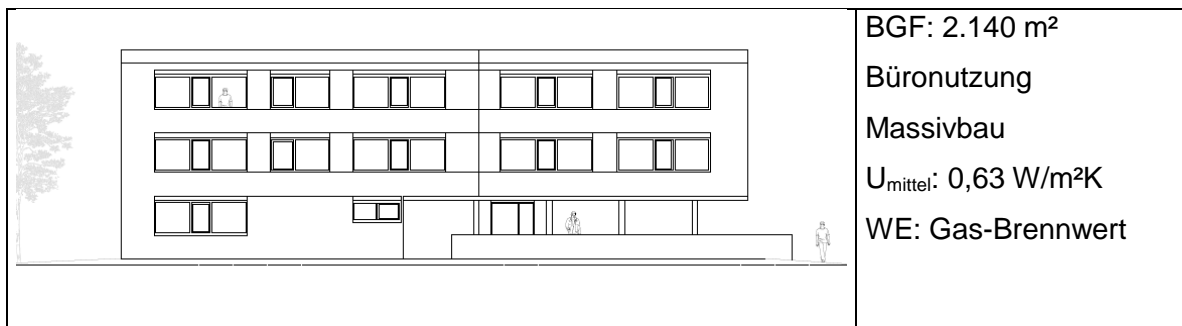


Abbildung 7: Bürogebäude Bestand); mittlerer U-Wert inkl. Fenster und Wärmebrücken

4.3 Randbedingungen

4.3.1 Berechnung der Gebäudenachweise

Wie zuvor erwähnt, werden die Mustergebäude im ersten Schritt über die nationalen Rechenverfahren anhand branchenüblicher Software abgebildet. Hierbei kommen folgende, freundlicherweise kostenlos zur Verfügung gestellte Programme zu Anwendung:

- AT: **Zehentmayer - GEQ**, Version 2023.23
- D: **ETU Software – Energieberater 18599**, Version 11.9.7.23 (1)
- CH/FL: **E4tech Software SA - Lesosai**, Version 2022.0 (build 1724)

Abhängig von den gesetzlichen Erfordernissen werden die Bauteilqualitäten und ggfls. die technische Gebäudeausstattung so modifiziert, dass die jeweiligen Anforderungsniveaus für Förderung bzw. Bauordnung mit möglichst geringem baulichen Gesamtaufwand erreicht werden. Falls durch die jeweilige Software unterstützt, werden vereinfachte Verfahren wie bspw.

„Geometrie-Erfassungs-Assistenten“ verwendet um den individuellen Aufwand möglichst gering zu halten. Insofern ist der Prozess der Nachweisführung so realitätsnah wie möglich gestaltet und wird analog zur Leistungserbringung am freien Markt, so effizient wie möglich und so komplex wie nötig durchgeführt.

Bei den Eingaben der Daten wurde sofern möglich auf Defaultwerte der Programme zurückgegriffen, da dies aus Erfahrung bei der Mehrzahl der Berechnungen in der Praxis so gehandhabt wird. Die Wärmebrücken und die Verschattung werden für die Mustergebäude so berücksichtigt, wie diese in den Plänen ausgeführt sind. In den einzelnen Ländern werden diese dann in unterschiedlicher Weise, wie in Tabelle 7, berücksichtigt. So werden in Vorarlberg die Wärmebrücken als Defaultwerte berechnet, das heißt nicht detailliert erfasst, da dies die typische Vorgehensweise ist (Austrian Standards International, 2012). In Deutschland wird ein pauschaler U-Wert Zuschlag von 0,05 W/(m²K) nach Abgleich der Details mit dem Wärmebrückenkatalog angesetzt, für Gebäude höchster energetischer Qualität wurde ein Zuschlag von 0,03 W/(m²K) gewählt. In der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein werden die Wärmebrücken der Details der Mustergebäude aus dem Wärmebrückenkatalog ausgewählt. Die Qualität der Wärmebrücken der Mustergebäude bewegt sich im durchschnittlichen bis guten Bereich von Neubauten. Bei der Verschattung wurde gleich verfahren. In Vorarlberg und Deutschland pauschal, in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein wurde die Eigenverschattung durch das Gebäude detailliert berücksichtigt, die Horizontalverschattung für lockere Bebauung angesetzt. In innerstädtischer, stark verbauter Lage wird die Verschattung höher sein als für die Mustergebäude angesetzt.

Tabelle 7: Sammlung einiger zentraler Unterschiede in der länderspezifischen Nachweisführung

	FL	CH	AT	D
Klimastandort	Vaduz	St. Gallen	Bregenz	Potsdam
Raumtemperatur	20°C	20°C	22°C	19°C
Verschattung	integrierte Berechnung	integrierte Berechnung	Vereinfacht nach ÖNORM B 8110-6	Standardfaktor nach GEG → 0,9
Wärmebrücken	Detailliert aus Katalog (BFE)	Detailliert aus Katalog (BFE)	Pauschal nach ÖNORM B 8110-6	Pauschaler Zuschlag durch Gleichwertigkeitsnachweis nach DIN 4108
Bezugsgröße	Energiebezugsfläche A_E	Energiebezugsfläche A_E	Bruttogrundfläche konditioniert BGF_{kond}	Gebäudenutzfläche A_N

Bezüglich Haustechnik kommen in allen berechneten Neubau- und Sanierungsvarianten elektrische Wärmepumpen zum Einsatz. Wie Tabelle 8 zeigt, werden Gebäude, welche Niveaus nach Baurecht (Neubau) oder nach Minimalförderung (Sanierung) aufweisen mit Luftwärmepumpen beheizt. Dem gegenüber und mit Sole-Wärmepumpen ausgestattet, befinden sich Gebäude, welche den technischen Anforderungen der anspruchsvollsten Förderungen entsprechen. In einigen Sanierungsvarianten wird zudem auf den Einbau von Flächenheizungen verzichtet, hier kommen weiterhin „Standard“ - Heizkörper oder Niedertemperatur zum Einsatz. Standardmäßig werden die Räume über Fenster belüftet, Komfortlüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung werden nur eingesetzt, wenn dies eine Muss-Bedingung (z.B. bei Label MINERGIE in CH und FL) im Rahmen der Förderung ist. Ist dies der Fall, wird eine höhere Luftdichtigkeit der Gebäudehülle von 0,6 1/h angesetzt. Selbiges gilt für PV-Anlagen. Diese werden so eingesetzt und dimensioniert, wie es die landesgültige Rechtslage bzw. das Förderregime verlangt.

Tabelle 8: Variantenmatrix der technischen Gebäudeausstattung

	Wärmeerzeuger Heizung / VL	Wärmeabga- besystem	Wärmeerzeuger WW / Temperatur	Lüftung / Luftdichtheit
EFH Neubau Min	LWP / 40 °C	FBH	LWP / 50 °C	Fenster / 1,0
EFH Neubau Max	SWP / 35 °C	FBH	LWP / 50 °C	Fenster / 1,0 WRG / 0,6
EFH Sanierung Min	LWP / 55 °C	HK	LWP / 50 °C	Fenster / 1,0
EFH Sanierung Max	SWP / 35 °C	FBH	LWP / 50 °C	Fenster / 1,0 WRG / 0,6
MFH Neubau Min	LWP / 40 °C	FBH	LWP / 50 °C	Fenster / 1,0
MFH Neubau Max	SWP / 35 °C	FBH	LWP / 50 °C	Fenster / 1,0 WRG / 0,6
MFH Sanierung Min	LWP / 55 °C	HK	Elektroboiler / 60 °C	Fenster / 1,0
MFH Sanierung Max	SWP / 35 °C	HK	LWP / 50 °C	Fenster / 1,0 WRG / 0,6
NWG Neubau Min	LWP / 40 °C	FBH	LWP / 50 °C	Abluft / 1,0
NWG Neubau Max	SWP / 35 °C	FBH	LWP / 50 °C	Abluft / 1,0 WRG / 0,6
NWG Sanierung Min	LWP / 55 °C	HK	LWP / 50 °C	Abluft / 1,0
NWG Sanierung Max	SWP / 35 °C	FBH	LWP / 50 °C	Abluft / 1,0 WRG / 0,6

4.3.2 Berechnung der PHPP-Varianten

Im nächsten Schritt gilt es, eine möglichst hohe Vergleichbarkeit der Resultate herzustellen. Dazu werden sämtliche Kombinationen von Gebäudehülle und Haustechnik anhand PHPP (Passivhaus-Projektierungspaket), Version 9.6b und 10.5, mit vereinheitlichten Randbedingungen berechnet. Auf Seite der Gebäudenutzung werden die Parameter wie in Tabelle 9 gewählt, so dass die Berechnungen möglichst realistische Verbrauchsprognosen liefern. Realistische Betriebsparameter sind von entscheidender Bedeutung, da das Einsparungspotential durch die Verwendung von Standardrandbedingungen tendenziell überbewertet wird.

Tabelle 9: Randbedingungen des Nutzerverhaltens für Verbrauchsprognosen (Loga, 2003; Ploß *et al.*, 2022); Für Haushaltsstrom und Hilfsstrom wurden die Standardberechnung aus PHPP übernommen

Mittlere Raumlufthtemperatur Winter Neubau/Sanierung	22,5 °C
Mittlere Raumlufthtemperatur Winter Bestand	17,5 °C
Warmwasserbedarf Wohnen	32,5 Liter/Pers/d bei 60°C
Warmwasserbedarf Nicht-Wohnen	1,5 Liter/Pers/d bei 60°C

Die Annahmen für die Raumlufthtemperatur im Winter für Neubauten und umfassende Sanierungen sowie die Annahme für den Pro-Kopf-Warmwasserbedarf wurde aus konkreten Messergebnissen von Forschungsprojekten des Energieinstitut Vorarlberg (Ploß *et al.*, 2022) abgeleitet. Zur Abschätzung der mittleren Raumlufthtemperatur der unsanierten Gebäudevarianten wurde, wie in Abbildung 8 ersichtlich, auf eine Publikation des Instituts Wohnen und Umwelt, Darmstadt zurückgegriffen (Loga, 2003).

Abbildung 8 zeigt, dass die effektive mittlere Raumlufthtemperatur in der Heizperiode von mehreren Faktoren (thermische Qualität der Hülle, Wohnfläche pro Wohneinheit, räumlich und zeitlich eingeschränkte Beheizung, etc.) abhängt. Auf Basis der Studie des IWU wird für alle Varianten der unsanierten Bestandsgebäude eine mittlere Raumlufthtemperatur im Winter von 17,5 °C angesetzt.

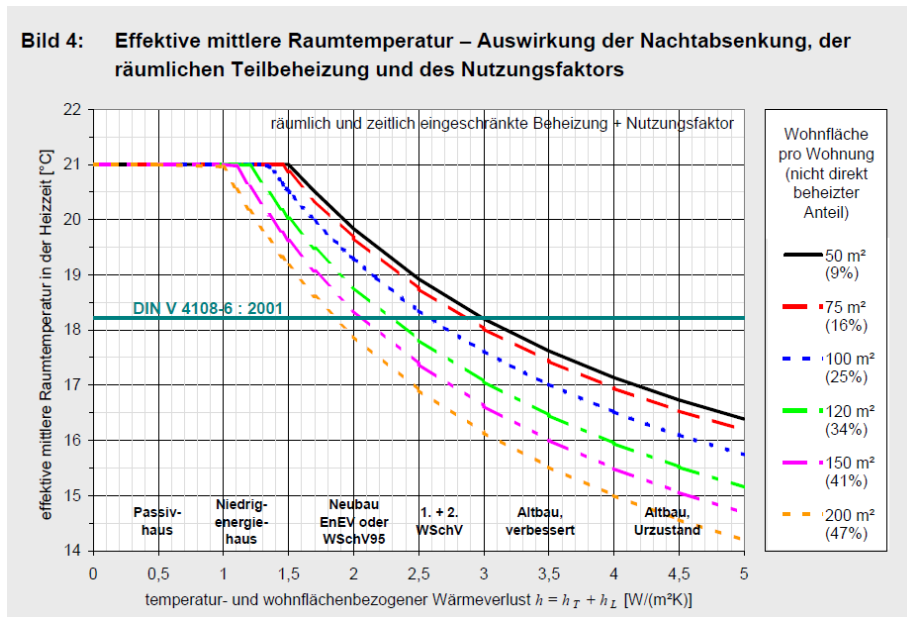


Abbildung 8: Der Einfluss des Gebäudestandards und des Nutzerverhaltens auf die Heizkosten (Loga, 2003)

4.3.3 Berechnung der Förderhöhe

Anschließend werden die Förderhöhen exemplarisch für verschiedene Bodenseeregionen je Gebäudevariante überschlägig berechnet. Grundsätzlich werden Förderungen auf Landes- bzw. Kantonebene sowie auf Bundesebene berücksichtigt. Kommunale Förderprogramme werden einzig für das Fürstentum Liechtenstein durchgehend miteinbezogen, da diese häufig 100% der Landesförderung betragen. Da die Fördersätze einzelner Regionen von den tatsächlichen Investitionskosten abhängig oder in Form einer Mehrkostendeckelung begrenzt sind, werden durchweg maximale Fördersätze berücksichtigt. Eine Übersicht der berücksichtigten Förderprogramme sowie der überschlägig berechneten Förderhöhen findet sich im Anhang, in den Tabellen 14 bis 23. Im Fall des Fürstentum Liechtenstein wurde die Wohnbauförderung (zinsloses Darlehen) nicht berücksichtigt, da diese keine energierelevanten Kriterien beinhaltet und als sozialpolitische Maßnahme zu bewerten ist.

Bei der Bewertung von zinsgünstigen oder zinslosen Darlehen wie sie im Fall von Neubauten und/oder Gesamtanierungen in V, BY und BW vergeben werden, ergibt sich die effektive Förderung aus der Zinsdifferenz gegenüber handelsüblichen Bankkrediten. Zur Bewertung dieser Förderkredite wird ein aktuell übliches Bankdarlehen mit fixer Verzinsung von 4% p.a. und einer Laufzeit entsprechend dem Förderdarlehen (V: bis zu 35 Jahre; D: 10 Jahre) gegenübergestellt. Berechnet werden die Kredite mit den in Microsoft-Excel verfügbaren Funktionen „KUMZINSZ“ und „KUMKAPITAL“. Um die Vergleichbarkeit mit den zur Periode 0 ausbezahlten Direktzuschüssen zu ermöglichen, werden die jährlichen Zinszahlungen, wie in Formel 1 dargestellt, auf der Basis einer angenommenen, mittleren Inflationsrate von 3% auf den Gegenwartswert abgezinst und anschließend aufsummiert.

Formel 1: Berechnung der Barwerte aus Zeitwerten mittels Diskontierungsfaktor und angenommener, mittlerer Inflationsrate von 3% p.a.

$$BW = ZW \times \frac{1}{(1+i)^t}$$

BW... Barwert
ZW... Zeitwert
i... Zinssatz
t... Periode

Beispielhaft berechnet, ergeben sich für Vorarlberg und Deutschland folgende, in Tabelle 10 errechneten Werte:

Tabelle 10: Beispielhafte Berechnung des Zinsvorteils von geförderten Darlehen für die Regionen Vorarlberg, BW und BY

Region	Vorarlberg	BW und BY (Deutschland)
Kreditsumme	100.000 €	100.000 €
Laufzeit des geförderten Darlehens	35 Jahre	10 Jahre
Restlaufzeit	0 Jahre	25 Jahre
Art des Kredits	Annuitätendarlehen	Tilgungsdarlehen
Raten pro Jahr	12	12
Zins in %	5-Jahresabschnitte: 0,25/0,5/0,75/1/1,25/ 1,5/1,5	10 Jahre 1,9 %; da- nach 4 %
Summe Zinszahlungen Bankkredit (Barwert)	59.648 €	59.648 €
Summe Zinszahlungen geförderter Kredit (Barwert)	10.198 €	42.510 €
Zinsvorteil durch Förderung (Barwert)	49.450 €	17.138 €

Um eine Vergleichbarkeit mit den anteiligen Fördersätzen der deutschen Regionen zu ermöglichen, werden für die Maßnahme Heizungstausch folgende Investitionskosten angenommen:

Tabelle 11: Angenommene Investitionskosten der Maßnahme Heizungstausch für die Regionen BW und BY; Beim MFH ist die erstmalige Installation von Wärmeverteilsystem und Heizkörpern mit € 100.000 berücksichtigt

	EFH (Energie- und Umweltzentrum Allgäu, 2023)	MFH (Annahme EIV)	NWG (Annahme EIV)
Pellets- Kessel	€ 60.000	€ 160.000	€ 80.000
Fernwärme	€ 20.000	€ 120.000	€ 30.000
LWP	€ 55.000	€ 150.000	€ 75.000
SWP	€ 70.000	€ 180.000	€ 100.000

4.4 Vorbemerkungen zur Erläuterung der Ergebnisse

Um die bessere Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, werden nachfolgend einige wichtige Zwischenschritte der Berechnungsverfahren sowie der Bezugsgrößen erläutert. Nachfolgende Abbildung 9 zeigt die Entwicklung des Endenergiebedarfs gemäß Nachweisführung (SIA380/1:2016) am Beispiel des Mustergebäudes Mehrfamilienhaus-Neubau. Während Randbedingungen der Gebäudenutzung, Klimadatensätze oder Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpen das Endenergiebedarfsniveau offensichtlich beeinflussen, sind an dieser Stelle weitere wichtige Faktoren zu nennen:

- Die Änderung des Flächenbezugs von einer Bruttogröße (EBF A_E) hin zu einer Nettogröße (EBF PHPP) kann je nach Gebäudetyp erheblichen Einfluss haben. Im Falle des Einfamilienhauses Neubau ca. 30%.
- Durch die möglichst genaue Abbildung des Wärmeverteilsystems im der Software PHPP werden neben dem Nutzwärmebedarf erhebliche nicht nutzbare Verluste bilanziert. In Mehrfamilienhäusern führt dies aufgrund von Hygienemaßnahmen bzw. -Verordnungen zu Warmwasseraufwandszahlen von >200% und entspricht auch im Neubau der Realität.

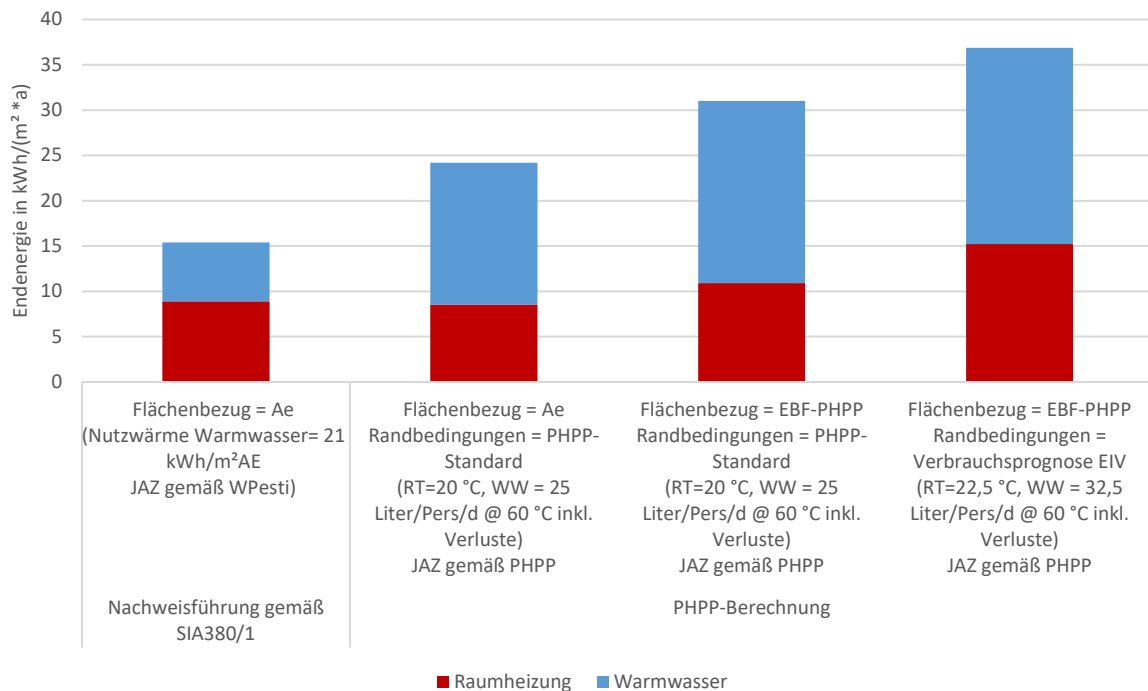


Abbildung 9: Darstellung der Berechnungsschritte zwischen dem Nachweisverfahren lt. Norm SIA380/1 und der Berechnung als Verbrauchsprognose mittels Passivhaus-Projektierungspaket am Beispielprojekt MFH-Neubau; neben den unterschiedlichen Rechenalgorithmen ergeben sich Änderungen hinsichtlich Flächenbezug (EBF Ae / EBF PHPP), Raumtemperatur und WW-Verbrauch, Beaufschlagung bzw. Berechnung der Brauchwarmwasserverluste und bei der Berechnung der Jahresarbeitszahlen

Grenzen des Vergleichs

Die Vergleichbarkeit der Fördersysteme ist durch unterschiedliche Berechnungsverfahren (Wärmebrücken, Verschattung etc.) und abweichende Randbedingungen (Raumtemperatur, Klima) beeinträchtigt. Zusätzlich werden grundverschiedene Konzepte hinsichtlich Stützgrößen und Indikatoren, Primärenergie- und CO₂-Faktoren sowie zentraler Flächenbezugsmaße verfolgt. Eine abschließende vergleichende Beurteilung der Förderregime ist ferner nur unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Währungsräume und Wirtschaftszonen, der regionalen Baupreisunterschiede sowie der Möglichkeiten zur steuerlichen Abschreibung usw. möglich. Da die Gestaltung der Förderlandschaft je nach Region stark vom gewählten Betrachtungszeitpunkt abhängen kann, beschränkt sich die vorliegende Arbeit auf den gültigen Rechtsstand zum 1. Juni 2023.

4.5 Neubau - Energiekennwerte und Förderungen

4.5.1 Neubau Einfamilienhaus

In Abbildung 10 sind die spezifischen Endenergiebedarfe nach Anwendungen dargestellt, die sich für das Mustergebäude Einfamilienhaus mit Wärmepumpenheizung ergeben. In der gewählten Darstellungsform sind die jahresbilanziellen Endenergiebedarfe der Anwendungsbe- reiche Raumheizung, Warmwasseraufbereitung, Hilfsstrom und Haushaltsstrom in der äußeren Säule gestapelt. Die innere Säule beinhaltet den resultierenden Netzbezug von elektrischem Strom und falls vorhanden, den Eigenverbrauchsanteil der eigenen Stromerzeugung durch Photovoltaik. Da die Wohnbauförderung in Vorarlberg ab Erfüllung der Anforderung ge- mäß Bautechnikverordnung gewährt wird, sind die beiden ersten Säulen ident. Der einzige Unterschied besteht in der für die Förderung zu erfüllenden PV-Mindestleistung.

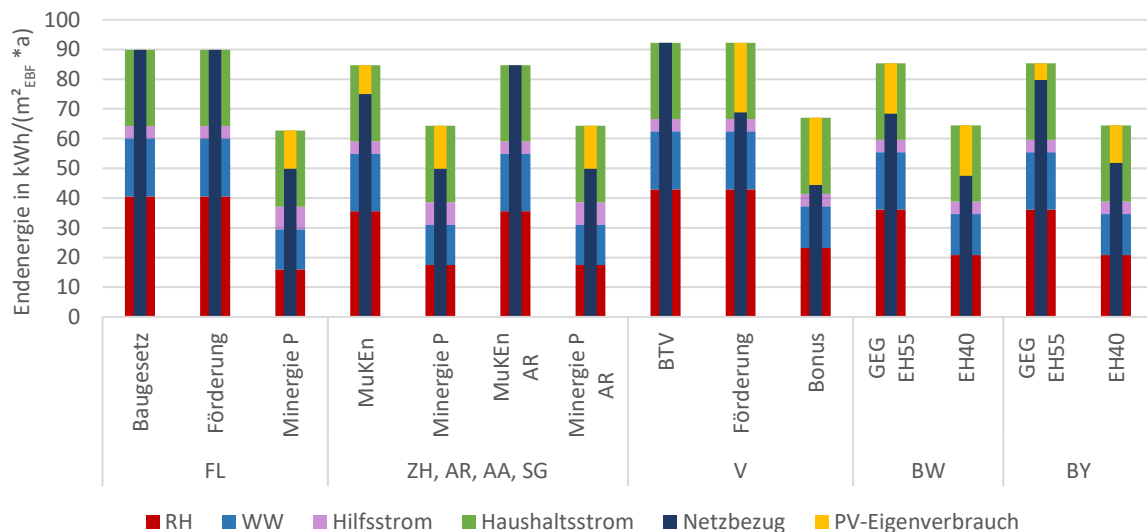


Abbildung 10: spezifischer Endenergiebedarf nach Anwendung (RH = Raumheizung; WW = Warmwasser) sowie spezifischer PV-Eigenverbrauch und spezifischer Netzbezug des Mustergebäudes Einfamilienhaus Neubau: Berechnung als Verbrauchsprognoseberechnung mit PHPP, Bezug auf m² Energiebezugsfläche PHPP (Nettfläche); pro Region sind mehrere Varianten dargestellt:

- baurechtliche Mindestanforderung
- Erreichen der Mindestanforderungen der Förderungen
- soweit relevant: bei Erreichen der Anforderungen für die höchste Förderung.

Ohne Berücksichtigung der Eigenstromerzeugung durch die PV-Anlagen sind die Endenergiebedarfe der baurechtlichen Mindestanforderungen mit einer maximalen Differenz von 7,5 kWh/(m²_{EBF} a) durchwegs auf einem ähnlichen Niveau. Wird der PV-Eigenverbrauch mit- einbezogen und der verbleibende Endenergiebedarf anhand des verbleibenden Netzbezugs

beurteilt, ergeben sich zwischen den baurechtlichen Anforderungsniveaus deutliche Unterschiede von bis zu 23,8 kWh/(m²_{EBF} a). Zwischen den effektiven Endenergiebedarfen der Förderniveaus fällt die maximale Differenz mit 7,5 kWh/(m²_{EBF} a) deutlich geringer aus, was auf die durchgängige PV-Anforderung der Förderregime zurückzuführen ist.

4.5.2 Neubau Mehrfamilienhaus

In Abbildung 11 sind die spezifischen Endenergiebedarfe nach Anwendungen dargestellt, die sich für das Mustergebäude Mehrfamilienhaus mit Wärmepumpenheizung ergeben. Ähnlich wie zuvor in Kapitel 4.5.1 beschrieben, ergibt der Vergleich der Endenergiebedarfe der Niveaus Baurecht und Förderung ohne Berücksichtigung der Eigenstromerzeugung bzw. -nutzung ein sehr ähnliches Bild. Wird der PV-Eigenverbrauch jedoch mitberücksichtigt, werden große Unterschiede im resultierenden Endenergiebedarf erkennbar. Bei Betrachtung des effektiven Netzbezuges der Bauten nach Baurecht, sind die größten Differenzen von bis zu 19,3 kWh/(m²_{EBF} a) zwischen BaWü (PV-Pflicht) und BY erkennbar. Für die geförderten Bauqualitäten sind bei identer Bilanzierung Abweichungen von rund 8,1 kWh/(m²_{EBF} a) zu erkennen.

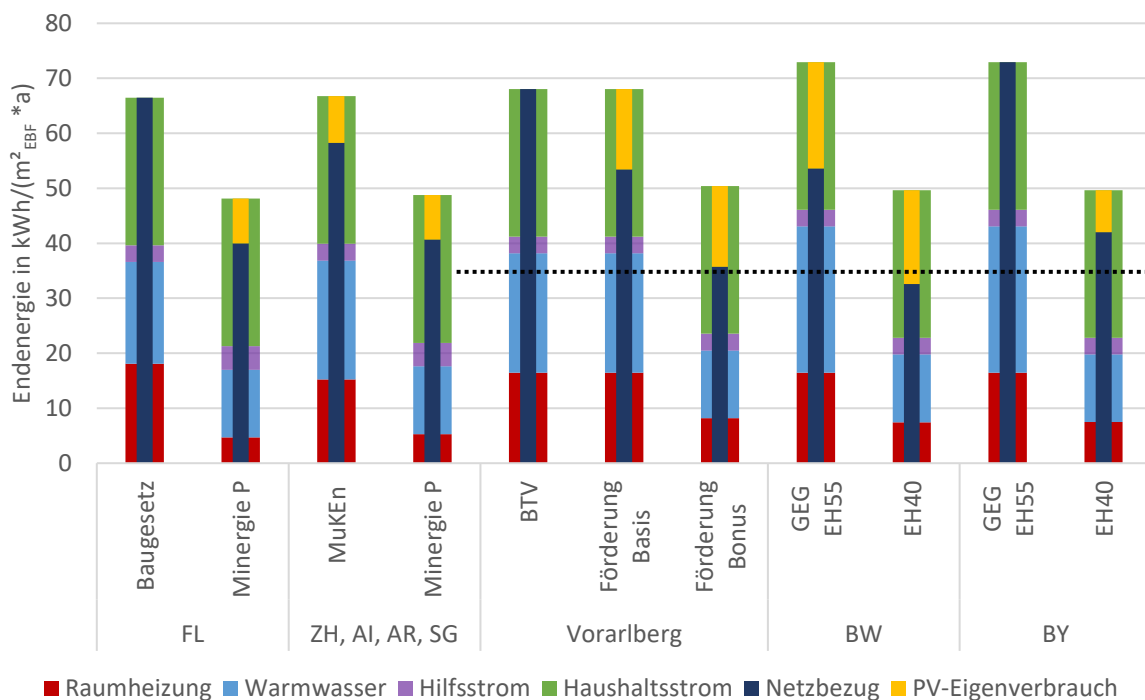


Abbildung 11: spezifischer Endenergiebedarf nach Anwendung (RH = Raumheizung; WW = Warmwasser) sowie spezifischer PV-Eigenverbrauch und spezifischer Netzbezug des Mustergebäudes Mehrfamilienhaus Neubau: Berechnung als Verbrauchsprognoseberechnung mit PHPP, Bezug auf m² Energiebezugsfläche PHPP (Nettobläche); die punktierte horizontale Linie bezeichnet die Anforderung an Paris-Ziel-kompatible Gebäude für AT und D (Ploß *et al.*, 2022); pro Region sind mehrere Varianten dargestellt:

- baurechtliche Mindestanforderung

- Erreichen der Mindestanforderungen der Förderungen
- soweit relevant: bei Erreichen der Anforderungen für die höchste Förderung.

Mit einem berechneten Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser von knapp 17 kWh/(m²_{EBF} a) entsprechen die Bauten nach dem Förderregime Minergie P in etwa den gemessenen Verbräuchen der besten Mehrfamilienhaus-Projekte in Österreich und Deutschland, dargestellt in Abbildung 12.

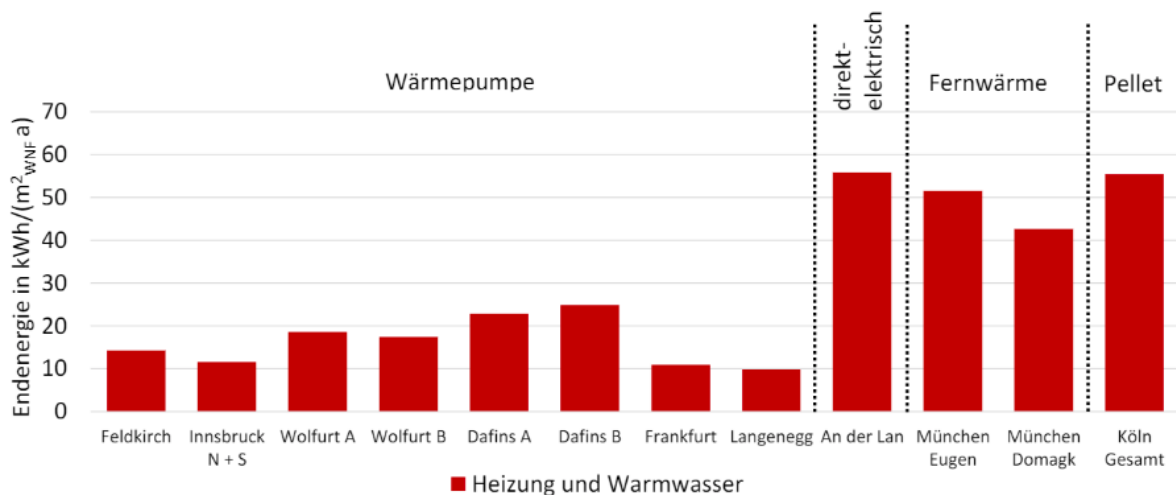


Abbildung 12: spezifische, gemessene Endenergieverbräuche für Heizung und Warmwasser der besten gemessenen MFH-Projekte in Deutschland und Österreich

Die Effizienzhaus 40-Bauten in Baden-Württemberg und Bayern liegen mit etwa 18,1 kWh/(m²_{EBF} a) darüber und das Energieniveau der Bonus-Förderung in Vorarlberg liegt mit etwa 20,5 kWh/(m²_{EBF} a) höher als die erwähnten Benchmark-Kennwerte. Nur in Vorarlberg findet eine Differenzierung der Förderung statt, wobei die Werte die als Einstieg in die Förderung notwendig sind, mit 38,2 kWh/(m²_{EBF} a) erheblich höher liegen, als die Werte der höchsten Förderstufe. Wie weiter oben bereits erwähnt, gibt der Netzbezug in Summe aller Anwendungen Auskunft über die Paris-Ziel-Kompatibilität der deutschen und österreichischen Bauten (Ploß *et al.*, 2022). Der Anforderungswert von 35 kWh/(m² a) wird durch das Energieniveaus der Förderung in Baden-Württemberg unterschritten und liegt damit rechnerisch im Paris-kompatiblen Bereich, die Bonus-Förderung in Vorarlberg liegt knapp darüber. Beide Resultate werden dabei maßgeblich durch die Pflicht zur Eigenstromerzeugung in der Bauordnung bzw. in den Förderbestimmungen ermöglicht.

Zwischenfazit

- das Niveau, bei dem man die Höchstförderung erhält, stimmt in CH, FL, V und BW ganz gut mit dem Paris-kompatiblen Niveau überein; BY liegt noch über diesem Niveau.

- bei der Weiterentwicklung der Förderung sollte hinterfragt werden, ob es sinnvoll ist, mittlere Qualitäten im Neubau weiterhin zu unterstützen (V) oder ob es nicht besser wäre, die Förderungen für die energetische Gebäudequalität auf Qualitäten nahe dem Anforderungswert Paris-kompatibel zu konzentrieren.

Abbildung 13 zeigt wiederum die zuvor diskutierten Endenergieniveaus, zugeordnet zu den jeweils berechneten Barwerten der Förderungen. Zwischen den IBK-Regionen zeigt sich wiederum eine ausgeprägte Bandbreite für die baurechtlichen Anforderungen sowie für die geförderten Gebäudequalitäten. Dieses Beispiel gibt zu erkennen, dass die Erhöhung der Fördermittel bei verbesserter Gesamteffizienz des Neubaus unterschiedlich stark ausgeprägt ist. So sind in einigen IBK-Regionen hohe Förderanreize zu verzeichnen, in anderen hingegen sehr geringe oder keine. Deutlich zu erkennen ist die sozialpolitische Wohnbauförderung, welche bereits ab Erfüllung der Vorgaben durch das Baurecht bzw. der Bauordnung in Vorarlberg gewährt wird.

In Vorarlberg beträgt der Barwert der Förderung für die Variante des Mehrfamilienhaus-Neubaus, die gerade die Mindestanforderungen der Förderung erreichen, etwa 378 €/m²_{EBF}. Für diese Variante ist gemäß Verbrauchsprognoseberechnung PHPP ein jährlicher, spezifischer Netzbezug Strom von etwa 68 kWh/(m²_{EBF}a) zu erwarten. Wird das Gebäude so errichtet, dass es die Anforderungen für die Energieboni erreicht, so ist ein jährlicher, spezifischer Netzbezug von 36 kWh/(m²_{EBF}a) zu erwarten. Der Barwert der Förderung liegt für diese Variante bei 514 €/m²_{EBF}.

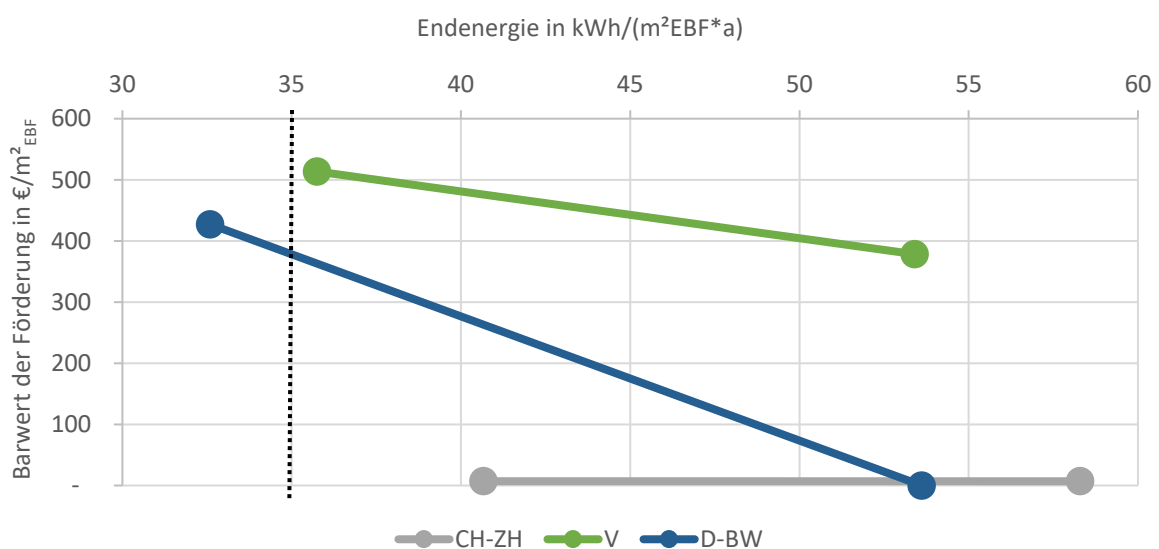


Abbildung 13: Abhängigkeit der Förderhöhe vom spezifischen Jahres-Netzbezug an Strom in Summe aller Anwendungen; jeweils pro m²_{EBF}; die punktierte Linie bezeichnet die Anforderung an Paris-Ziel-kompatible Gebäude für AT und D (Ploß et al., 2022)

Aus Abbildung 13 kann auch eine gewisse Systematik der unterschiedlichen Fördersysteme abgelesen werden. Während im Kanton Zürich keine Förderungen im Bereich Neubau gewährt werden, kann in Vorarlberg bereits ab der Erfüllung der Anforderung durch die Bautechnikverordnung, zuzüglich geringer Zusatzanforderungen (Eigenstromerzeugung, Ökologie, Einkommensgrenzen) eine relativ hohe Förderung lukriert werden. Demgegenüber ist in den deutschen Bundesländern (BW, BY) eine stark progressive Förderung vorzufinden, welche erst ab der Erfüllung relativ hoher Anforderungen gewährt wird.

4.5.3 Neubau Nicht-Wohngebäude

In Abbildung 14 sind die spezifischen Endenergiebedarfe nach Anwendungen dargestellt, die sich für das Mustergebäude Nicht-Wohngebäude mit Wärmepumpenheizung ergeben. Die geringsten Unterschiede im Vergleich der Neubau-Anforderungsniveaus, sind bei den Nicht-Wohngebäuden festzustellen. Der Endenergiebedarf in Summe aller Anwendung liegt im Niveau Mindestanforderung Baurecht zwischen 51,0 und 59,1 kWh/(m²_{EBF} a) und im Niveau Mindestanforderung Förderung zwischen 40,6 und 38,2 kWh/(m²_{EBF} a).

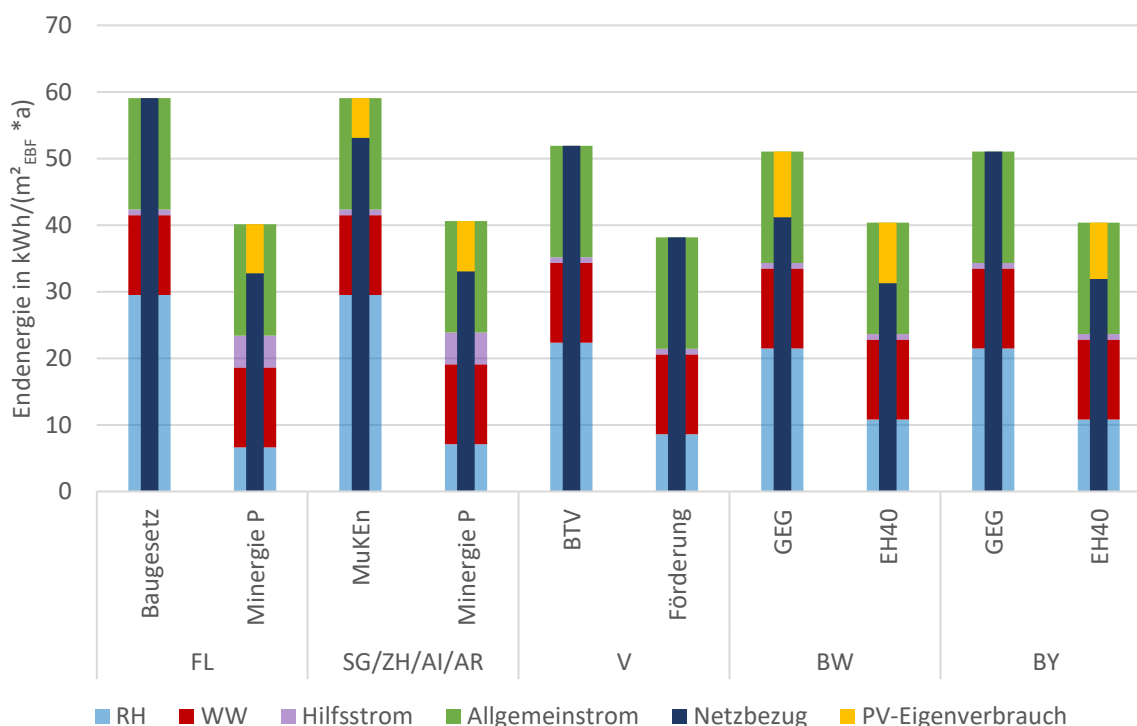


Abbildung 14: Jahresbilanzielle Endenergiebedarfsberechnungen der Varianten NWG-Neubau bezogen auf m²-Energiebezugsfläche-PHPP (Nettofläche), jeweils entsprechend baurechtlicher Mindestanforderung und maximaler Förderung (Nutzerstrom bestehend aus: EDV, Beleuchtung, Allgemeinstrom,...)

Unter Berücksichtigung der Eigenstromerzeugung erhöhen sich die Differenzen für die Mindestanforderung Baurecht auf 41,2 zu 59,1 kWh/(m²_{EBF} a) und im Niveau Mindestanforderung

Förderung zu 31,3 und 38,2 kWh/(m²_{EBF} a). Auffallend ist wiederum der Einfluss der Verpflichtung zur Eigenstromerzeugung. Während es in Baden-Württemberg bereits im Baurecht eine Solarpflicht gibt, existiert in Vorarlberg keine Verpflichtung in der Förderung auf Bundesebene. Nicht berücksichtigt ist die stufenweise Einführung einer Solarpflicht in Bayern, welche Mitte 2023 im Bereich von Nicht-Wohnbauten implementiert wurde.

In Abbildung 15 sind die zuvor diskutierten Endenergieniveaus, zugeordnet zu den jeweils berechneten Barwerten der Förderungen, zu erkennen. Insgesamt ist die Höhe der möglichen Förderungen deutlich niedriger als im Wohnbau. Während einige Regionen keine oder sehr geringe Förderungen im Neubau von Nicht-Wohngebäuden vergeben, sind in FL, AI, AR und SG deutliche Anreize für eine höhere Gesamteffizienz erkennbar. Für die baurechtlichen Anforderungen zeigt sich eine sehr geringe Bandbreite von 11,5 €/m²_{EBF}, während für die besser geförderten Gebäudequalitäten bis zu 86 €/m²_{EBF} möglich sind. Dieses Beispiel gibt abermals zu erkennen, dass die Erhöhung der Fördermittel bei verbesserter Gesamteffizienz des Neubaus sehr unterschiedlich ausgeprägt ist. So sind in einigen IBK-Regionen hohe Förderanreize zu verzeichnen, in anderen hingegen sehr geringe oder keine.

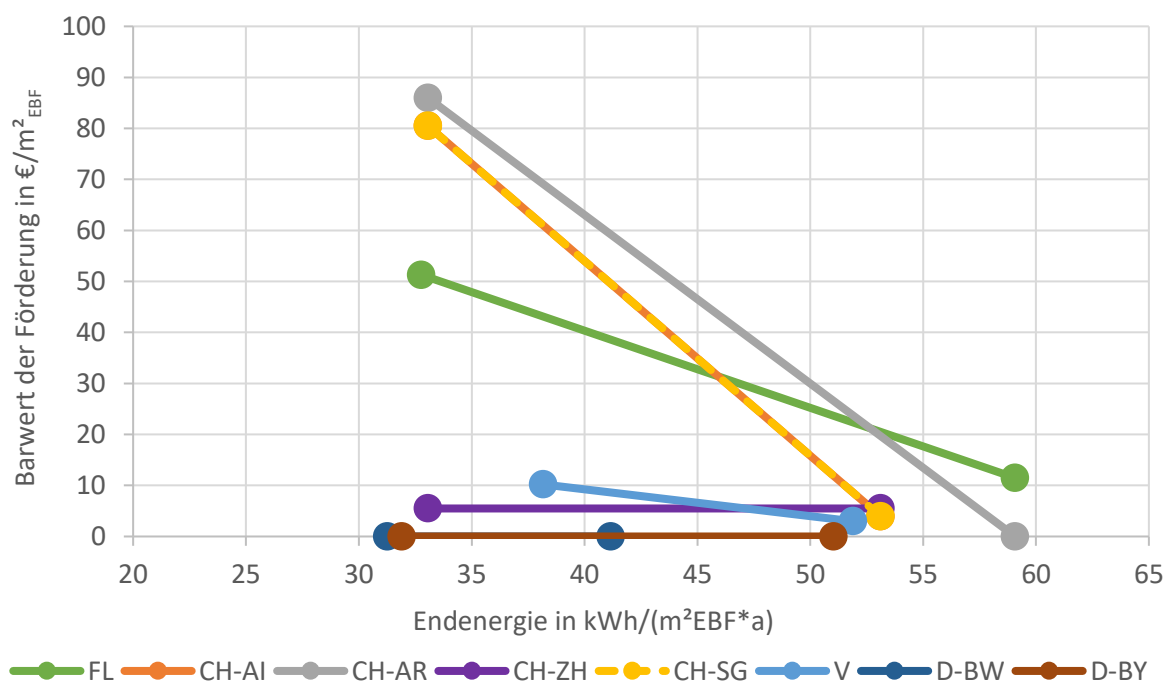


Abbildung 15: Abhängigkeit der Förderhöhe vom spezifischen Jahres-Netzbezug an Strom in Summe aller Anwendungen; Jahresbilanzieller Endenergiebedarf inkl. PV-Eigenverbrauch der Varianten NWG--Neubau und Barwerte der möglichen Förderungen, jeweils pro m²_{EBF}

4.6 Sanierung - Energiekennwerte und Förderungen

4.6.1 Einfamilienhaus

In Abbildung 16 sind die spezifischen Endenergiebedarfe nach Anwendungen dargestellt, die sich für den Heizungstausch im unsanierten Gebäude sowie bei gesamthafter Sanierung mit Wärmepumpenheizung für das Mustergebäude Einfamilienhaus ergeben. Wird der vorhandene Gas-Brennwertkessel ohne thermische Sanierung durch eine Pelletheizung ersetzt, so ergibt sich aufgrund der geringeren Wirkungsgrade ein etwas höherer Endenergiebedarf. Erst durch die in Deutschland vorgeschriebene Kombination mit Solarthermie wird der Endenergiebedarf geringfügig reduziert. Die Endenergiebedarfe für Heizung und Warmwasser des unsanierten Einfamilienhauses liegen für die Varianten mit Gas-Brennwertkessel, mit Pelletkessel, Pelletkessel mit Solarthermie sowie mit Fernwärme im Bereich von 196 bis 217 kWh/(m²_{EBF} a). Werden die jeweiligen Mindestanforderungen der Förderungen für umfassende Sanierungen eingehalten, so ergeben sich für die Sanierungsvarianten mit Wärmepumpenheizung in allen Regionen Endenergiebedarfe für Heizung und Warmwasser von etwa 70 kWh/(m²_{EBF} a).

Die Vergleichswerte der Varianten, die die jeweiligen Höchstförderungen erhalten, liegen bei Werten von etwa 17 bis 25 kWh/(m²_{EBF} a) erheblich niedriger.

Der Netzbezug Strom in Summe aller Anwendungen liegt für die Varianten, die die höchsten Förderungen erhalten bei Werten zwischen etwa 37 in BaWü und Bayern und 52 kWh/(m²_{EBF} a) in Vorarlberg und damit im Bereich des Wertes von 40 kWh/(m²_{EBF} a) für Paris-kompatible Sanierungen von Mehrfamilienhäusern (Ploß 2022).

Analog zum Neubau sollte bei der Weiterentwicklung der Förderung hinterfragt werden, ob es bei der umfassenden Sanierung geeigneter Mehrfamilienhaustypen (kein Denkmalschutz, kein Ensembleschutz, wenig technische Restriktionen etc.) sinnvoll ist, mittlere Qualitäten weiterhin zu fördern oder ob es nicht besser wäre, die Förderungen für die energetische Gebäudequalität auf Qualitäten nahe dem Anforderungswert Paris-kompatibel zu konzentrieren.

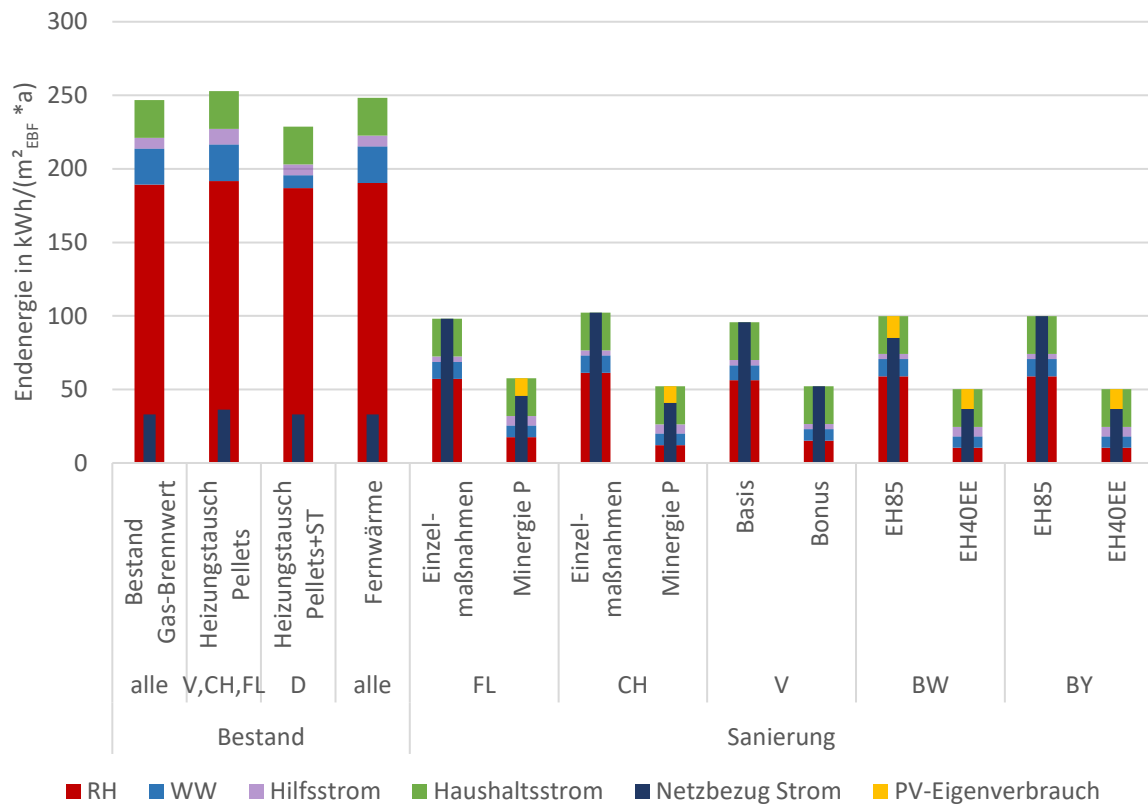


Abbildung 16: spezifischer Endenergiebedarf der Varianten Bestand, Heizungstausch und Sanierung EFH-Heizungstausch und Sanierung, bezogen auf m²-Energiebezugsfläche-PHPP (Nettofläche), jeweils entsprechend minimaler und maximaler Anforderung der Förderregime; Für Deutschland gilt beim Einbau eines Biomasse-Heizkessels eine Pflicht zur Kombination mit Solarthermie

In Abbildung 17 sind die erhältlichen Investitionszuschüsse für den Ersatz fossiler Heizsysteme gegen Systeme auf der Basis von erneuerbaren Energien aufgetragen. Auffallend ist, dass die Energieförderung in der Region V sehr gleichartig gestaltet ist und lediglich für Luftwärmepumpen geringfügig niedrigere Förderungen ausbezahlt werden. Ähnliches gilt für die Region AI, jedoch auf einem wesentlich geringeren Förderniveau. Demgegenüber sind die Förderungen anderer Regionen deutlich unterschiedlicher gestaltet.

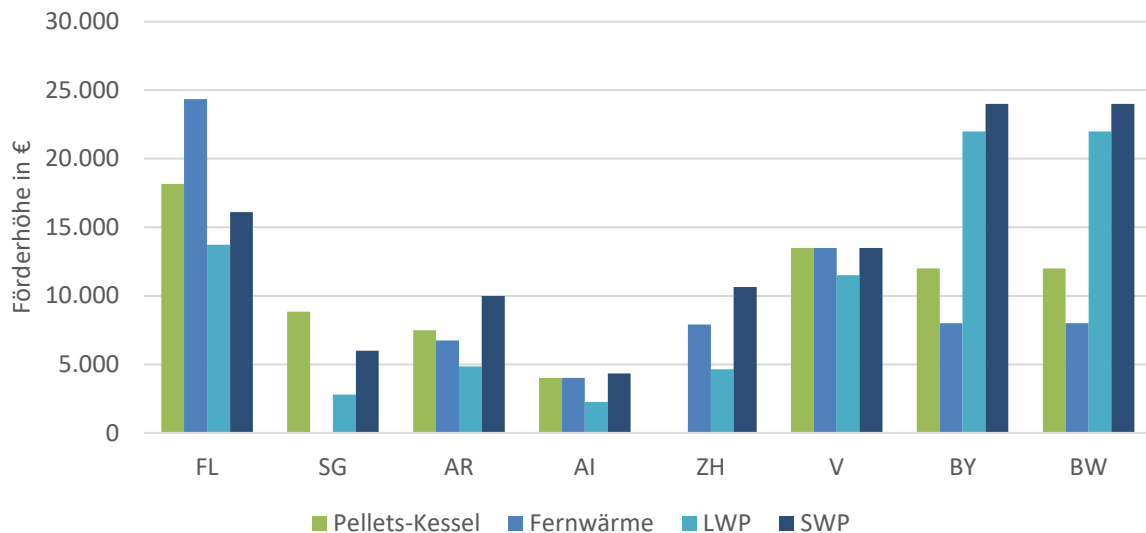


Abbildung 17: Investitionszuschüsse für den Austausch fossiler Heizsysteme gegen Pelletskessel, Anschluss an Fern-/Nahwärmenetze, Luft-Wärmepumpe und Erdwärmepumpe; Für D gelten die Annahmen aus Tabelle 11; In SG werden FW-Anschlüsse nur kommunal gefördert; für Pellets ist in SG die bundesweite Förderung der Stiftung KliK bzw. für ZH von Energiezukunft Schweiz berücksichtigt

In Abbildung 18 sind die spezifischen Förderkosten je eingesparter Kilowattstunde pro Jahr veranschaulicht. Es zeigt sich, dass die spezifische Einsparung durch höhere Qualitäten, aus Sicht des Fördergebers tendenziell teurer ist als die Minimalsanierungen.

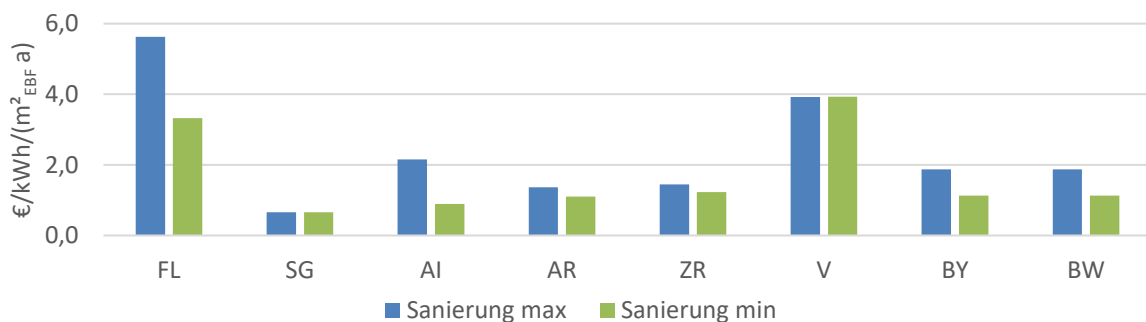


Abbildung 18: Förderkosten je eingesparter kWh/(m²_{EBF} a) gegenüber dem Bestand für die Sanierungsvarianten des Mustergebäude Einfamilienhaus Sanierung

4.6.2 Mehrfamilienhaus

In Abbildung 19 sind die spezifischen Endenergiebedarfe nach Anwendungen dargestellt, die sich für den Heizungstausch im unsanierten Gebäude sowie bei gesamthafter Sanierung mit Wärmepumpenheizung für das Mustergebäude Mehrfamilienhaus ergeben.

Im betrachteten Mustergebäude Einfamilienhaus-Sanierung wird im ersten Schritt ein Heizungstausch vollzogen. Abbildung 19 zeigt den spezifischen Endenergiebedarf der Varianten des unsanierten Gebäudes vor und nach Heizungstausch. Der Endenergiebedarf aller Varianten für Heizung und Warmwasser liegt in der Größenordnung von 215 kWh/(m²_{EBF} a).

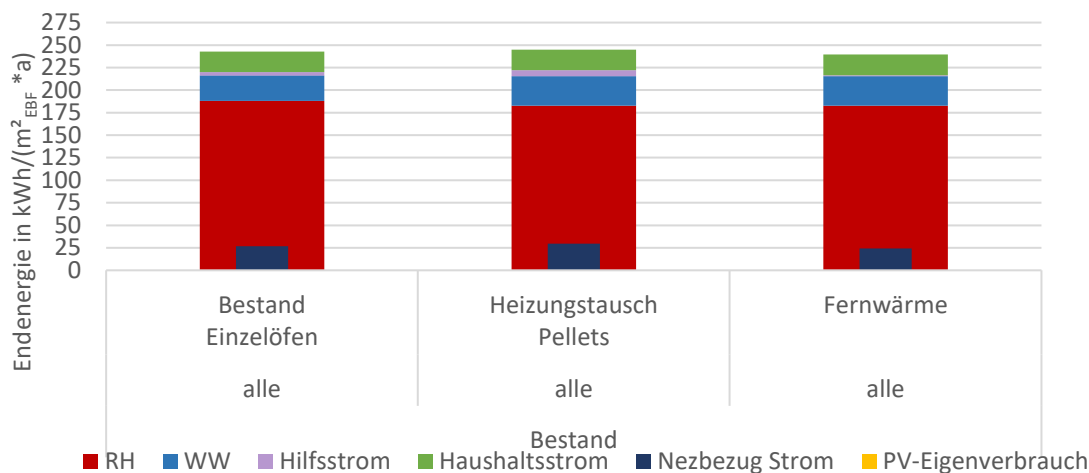


Abbildung 19: spezifischer Endenergiebedarf der Varianten MFH-Heizungstausch, bezogen auf m²-Energiebezugsfläche-PHPP (Nettofläche), Dieses Mustergebäude verfügt über kein WW-Verteilssystem; daher wurde für Deutschland auf den aktuellen Entwurf der GEG-Novellierung zurückgegriffen wodurch die Kombinationspflicht der Pelletskessel mit Solarthermie entfällt

In Abbildung 20 sind die erhältlichen Investitionszuschüsse für den Ersatz fossiler Heizsysteme gegen Systeme auf der Basis von erneuerbaren Energien sowie der erstmaligen Installation eines Wärmeverteilsystems aufgetragen. Auffallend ist, dass die Energieförderung in der Region V sehr gleichartig gestaltet ist und lediglich für Luftwärmepumpen geringfügig niedrigere Förderungen ausbezahlt werden. Ähnliches gilt für die Region AI, jedoch auf einem wesentlich geringeren Förderniveau. Demgegenüber sind die Förderungen anderer Regionen deutlich unterschiedlicher gestaltet.

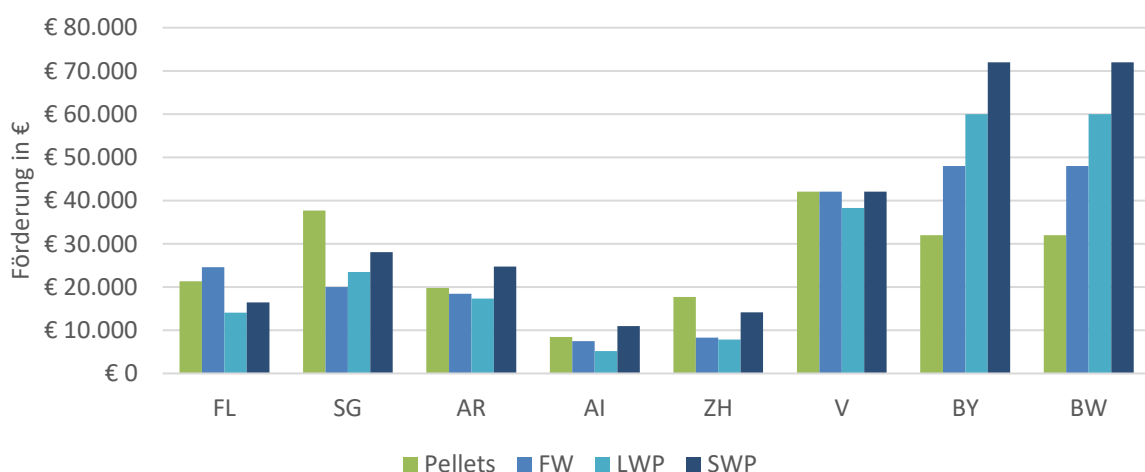


Abbildung 20: Investitionszuschüsse für die erstmalige Installation eines Wärmeverteilsystems und den Austausch fossiler Heizsysteme gegen Pelletskessel, Anschluss an Fern-/Nahwärmenetz, Luft-Wärmepumpe und Erdwärmepumpe; Für D gelten die Annahmen aus Tabelle 11

In Abbildung 21 sind die spezifischen Endenergiebedarfe dargestellt, die sich in den verschiedenen IBK-Regionen einstellen, wenn die energetischen Anforderungsniveaus der Förderungen eingehalten werden.

Werden die jeweiligen Mindestanforderungen der Förderungen für umfassende Sanierungen eingehalten, so ergeben sich für die Sanierungsvarianten mit Wärmepumpenheizung in allen Regionen Endenergiebedarfe für Heizung und Warmwasser von etwa 52 bis 60 kWh/(m²_{EBF} a). Die Vergleichswerte der Varianten, die die jeweiligen Höchstförderungen erhalten, liegen bei Werten von etwa 18 bis 29 kWh/(m²_{EBF} a) erheblich niedriger.

Der Netzbezug Strom in Summe aller Anwendungen liegt für die Varianten, die die höchsten Förderungen erhalten bei Werten zwischen 29 und 37 kWh/(m²_{EBF} a) in der Schweiz, Liechtenstein, Baden-Württemberg und Bayern. Diese Werte entsprechen sehr hohen energetischen Qualitäten und erreichen den Wert von 40 kWh/(m²_{EBF} a) für Paris-kompatible Sanierungen von Mehrfamilienhäusern (Ploß 2022). Die Bonusstufe der Vorarlberger Förderung kann mit einem Netzbezug in Summe aller Anwendungen von etwa 53 kWh/(m²_{EBF} a) erreicht werden. Auch dies ist ein guter Wert. Aufgrund der nicht vorhandenen PV-Anforderung liegt er aber höher als die Vergleichswerte der anderen Regionen und erreicht nicht das Anforderungsniveau Paris-kompatibel.

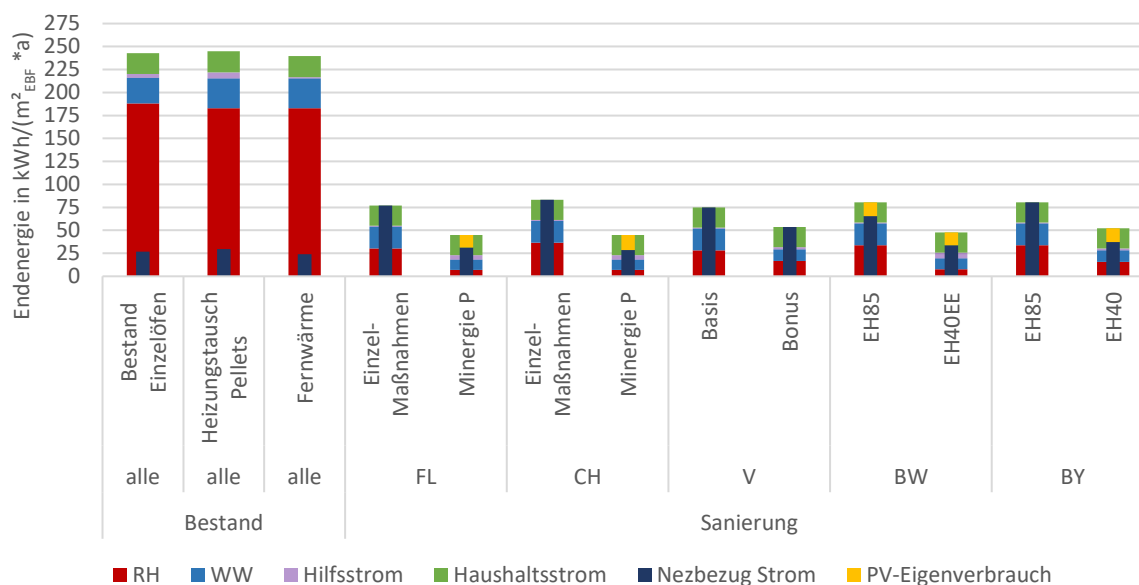


Abbildung 21: spezifischer Endenergiebedarf der Varianten MFH-Sanierung mit Wärmepumpenheizung, bezogen auf m²-Energiebezugsfläche-PHPP (Nettofläche), jeweils entsprechend minimaler und maximaler Anforderung der Förderregime

Analog zum Neubau sollte bei der Weiterentwicklung der Förderung hinterfragt werden, ob es bei der umfassenden Sanierung geeigneter Mehrfamilienhaustypen (kein Denkmalschutz, kein Ensembleschutz, wenig technische Restriktionen etc.) sinnvoll ist, mittlere Qualitäten weiterhin zu fördern oder ob es nicht besser wäre, die Förderungen für die energetische

Gebäudequalität auf Qualitäten nahe dem Anforderungswert Paris-kompatibel zu konzentrieren.

In Abbildung 22 sind die zuvor diskutierten Endenergieniveaus inklusive PV-Eigenverbrauch, zugeordnet zu den jeweils berechneten Barwerten der Förderungen, zu erkennen. Im Gegensatz zum Mustergebäude EFH-Sanierung sind die Förderungen beim Mehrfamilienhaus in BW, BY und V deutlich höher als in FL. Für die Anforderungen des niedrigeren Förderniveaus zeigt sich eine Bandbreite von rund 390 €/m²_{EBF}, während für die besser geförderten Gebäudequalitäten Differenzen von bis zu 890 €/m²_{EBF} erkennbar sind. Die stärksten Anreize für eine Steigerung der Gesamteffizienz durch eine deutliche Erhöhung der Förderung bieten die Regionen BY und BW. Als Resultat der PV-Pflicht kann in Baden-Württemberg das Förderprogramm „EH40EE“ erreicht werden, wobei hierfür die Installation einer Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung verpflichtend ist und entsprechend berücksichtigt wurde.

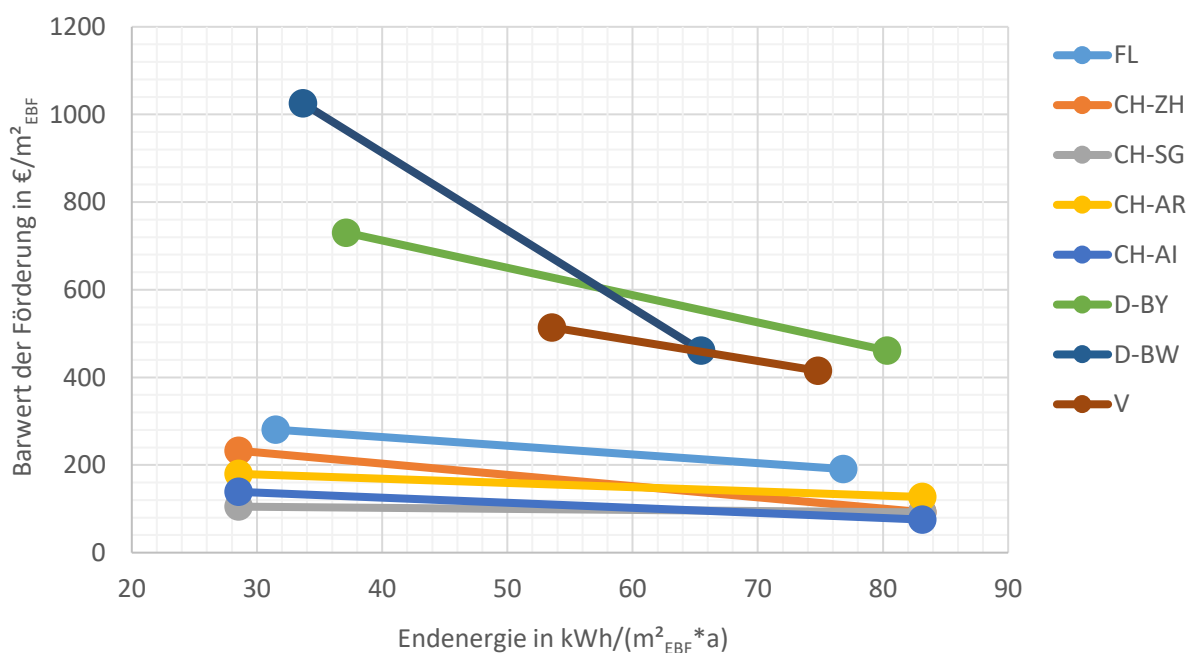


Abbildung 22: Jahresbilanzieller Endenergiebedarf inkl. PV-Eigenverbrauch der Varianten MFH-Sanierung und Barwerte der möglichen Förderungen, jeweils pro m²_{EBF}

In Abbildung 23 sind die spezifischen Förderkosten je eingesparter Kilowattstunde für das Mustergebäude Mehrfamilienhaus-Sanierung veranschaulicht. Es zeigt sich, dass die spezifische Einsparung durch höhere Qualitäten, aus Sicht des Fördergebers tendenziell teurer ist als die Minimalsanierungen.

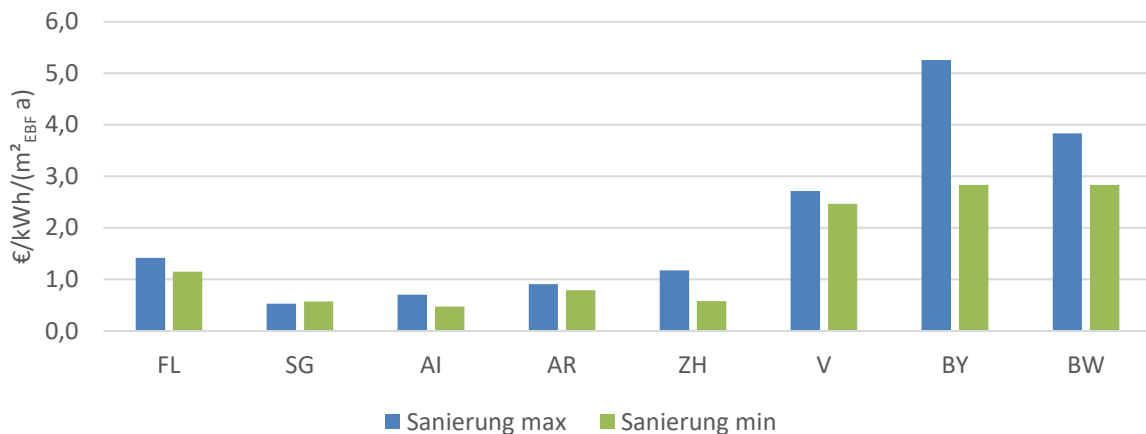


Abbildung 23: Förderkosten je eingesparter kWh/(m²_{EBF} a) gegenüber Bestand für die Sanierungsvarianten des Mustergebäude Mehrfamilienhaus Sanierung

4.6.3 Nicht-Wohngebäude

In Abbildung 24 und Abbildung 26 sind die spezifischen Endenergiebedarfe nach Anwendungen dargestellt, die sich für den Heizungstausch und die gesamthafte Sanierung mit Wärmepumpenheizung für das Mustergebäude Nicht-Wohngebäude ergeben.

Im betrachteten Mustergebäude Einfamilienhaus-Sanierung wird im ersten Schritt ein Heizungstausch vollzogen. Abbildung 24 zeigt die jahresbilanziellen Endenergiebedarfsberechnungen und macht deutlich, dass die eingesetzte Endenergie in etwa auf demselben Niveau verharret. Die höheren Verbräuche gegenüber der ursprünglich eingesetzten Gas-Brennwert-Technologie sind durch die niedrigeren Wirkungsgrade bei der Energieumwandlung zu erklären.

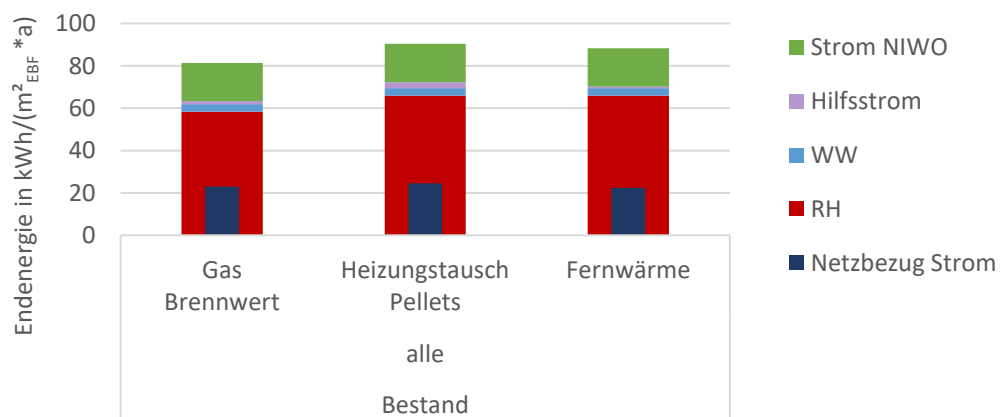


Abbildung 24: Jahresbilanzielle Endenergiebedarfsberechnungen der Varianten NWG-Heizungstausch, bezogen auf m²-Energiebezugsfläche-PHPP (Nettofläche), Dieses Mustergebäude verfügt über kein WW-Verteilssystem; daher wurde für Deutschland auf den aktuellen Entwurf der GEG-Novellierung zurückgegriffen, worin die Kombinationspflicht der Pelletskessel mit Solarthermie entfällt

Abbildung 25 zeigt die möglichen Investitionszuschüsse für den Ersatz fossiler Heizsysteme

gegen Systeme auf der Basis von erneuerbaren Energien. Auffallend ist, dass die Energieförderung in der Region V sehr gleichartig gestaltet ist und deutlich niedriger ausfällt als im Bereich Wohnbau. Insgesamt sind die möglichen Förderungen für den Heizungersatz der IBK-Regionen sehr unterschiedlich gestaltet.

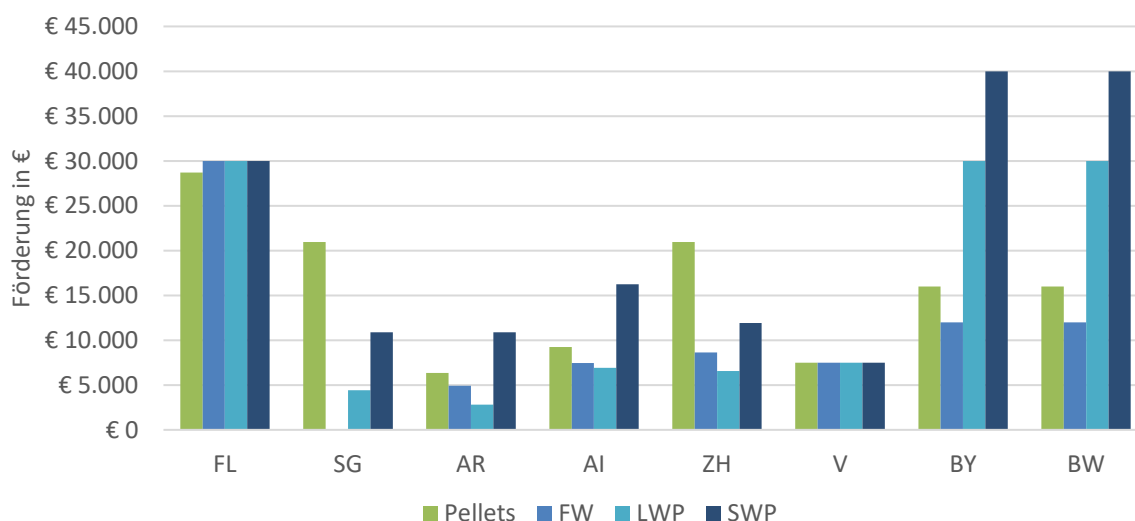


Abbildung 25: Investitionszuschüsse für den Austausch fossiler Heizsysteme im NWG gegen Pelletskessel, Anschluss an Fern-/Nahwärmenetze, Luft-Wärmepumpe und Erdwärmepumpe; Für D gelten die Annahmen aus Tabelle 10

In Abbildung 26 sind die Anforderungsniveaus der Förderregime der ausgewählten IBK-Regionen im Bereich Sanierung von Nicht-Wohngebäuden gegenübergestellt. Es zeigen sich sehr geringe Unterschiede im Vergleich der aus den Sanierungsförderungen abgeleiteten Energieniveaus. Für die minimalen Förderungen (Einzelmaßnahmen, „gute Sanierung“, EH70, etc.) ergibt sich eine Differenz von höchstens $8,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{EBF}} \text{ a})$, für den zweiten Fall der hohen Förderungen ergeben sich maximale Unterschiede im Endenergiebedarf von etwa $3,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{EBF}} \text{ a})$. Bei Betrachtung des effektiven Netzbezuges nach PV-Eigenverbrauch, ist bei den minimal geförderten Bauten mit BW erneut ein deutlicher Ausreißer erkennbar, da die Solarpflicht auch hier zu deutlichen Unterschieden im Endenergiebedarf führt. Im Gegensatz dazu ist bei denjenigen Bauten, die auf der maximalen Förderung basieren, mit V ein Ausreißer gänzlich ohne PV zu erkennen (BY hat mittlerweile eine Solarpflicht für Nicht-Wohngebäude eingeführt). Die maximale Differenz ergibt in diesem Fall rund $7,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{EBF}} \text{ a})$.

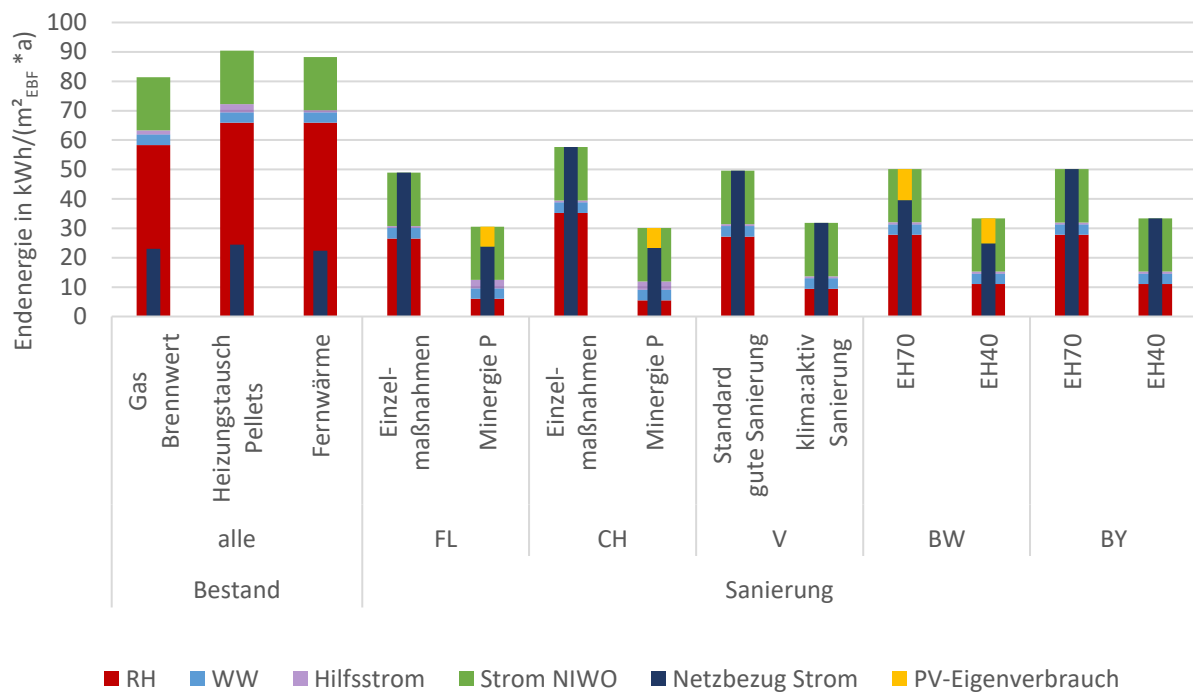


Abbildung 26: Jahresbilanzielle Endenergiebedarfsberechnungen der Varianten NWG-Sanierung, bezogen auf m²-Energiebezugsfläche-PHPP (Nettofläche), jeweils entsprechend minimaler und maximaler Anforderung der Förderregime

In Abbildung 26 sind die zuvor diskutierten Endenergieniveaus inklusive PV-Eigenverbrauch, zugeordnet zu den jeweils berechneten Barwerten der Förderungen zu erkennen. Die Förderungen in der Sanierung von Nicht-Wohngebäuden sind in BW und BY deutlich höher als in den restlichen Regionen. Für die Anforderungen des niedrigeren Förderniveaus zeigt sich eine Bandbreite von rund 365 €/m²_{EBF}, während für die besser geförderten Gebäudequalitäten Differenzen von bis zu 540 €/m²_{EBF} erkennbar sind. Die stärksten Anreize für eine Steigerung der Gesamteffizienz durch eine deutliche Erhöhung der Förderung bieten die Regionen BY und BW. Demgegenüber ist in AR und SG ein degressiver Zusammenhang bzw. ein Rückgang der Förderhöhe mit zunehmender Gesamteffizienz erkennbar.

In Abbildung 28 sind die spezifischen Förderkosten je eingesparter Kilowattstunde pro Jahr für das Mustergebäude Nicht-Wohngebäude-Sanierung veranschaulicht. Im Gegensatz zum Bereich Wohnbau, zeigt sich, dass die spezifische Einsparung durch höhere Qualitäten aus Sicht des Fördergebers in etwa die gleichen Förderkosten mit sich bringen wie die Minimalsanierungen. Davon ausgenommen sind die zuvor erwähnten IBK-Regionen mit degressiver Fördergestaltung. Hierbei kann davon ausgegangen werden, dass in diesen Fällen mittels Förderanreizen auf den Ersatzneubau hingelenkt wird.

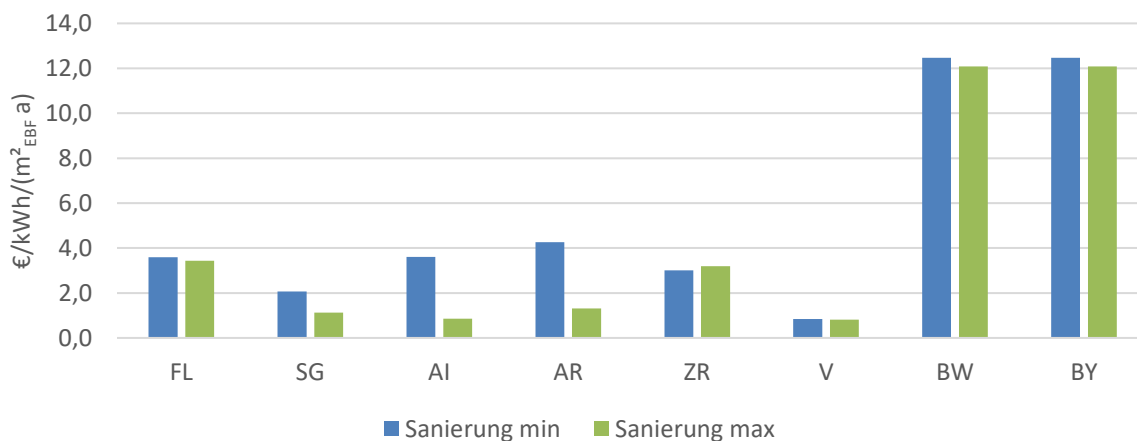


Abbildung 27: Förderkosten je eingesparter kWh/(m²_{EBF} a) gegenüber Bestand für die Sanierungsvarianten des Mustergebäudes NWG-Sanierung

5 Festlegung geeigneter, gemeinsamer Indikatoren für ein Erfolgsmonitoring

5.1 Aufgabenstellung

Die Festlegung geeigneter, gemeinsamer Indikatoren für ein Erfolgsmonitoring für den energetischen Transformationsprozess im Gebäudesektor und als Grundlage für Szenarienstudien zum zeitlichen Verlauf des Transformationsprozesses wurde in einer Vorgängerstudie im Auftrag der IBK (Statusbericht Strukturwandel in Heizkellern, (IBK 2020)) als logischer nächster Schritt zu einer vertieften Zusammenarbeit in der Bodenseeregion identifiziert:

„Als nächster Schritt zur Intensivierung der Zusammenarbeit im IBK-Gebiet wäre es daher vorteilhaft, die Grundlagen für einen intensiveren Erfahrungsaustausch zum Transformationsprozesses im Gebäudesektor durch Abstimmungen in den drei folgenden Arbeitsfeldern zu legen“:

„Festlegung geeigneter Indikatoren für das Erfolgsmonitoring

Zur Steuerung des Transformationsprozesses zur Dekarbonisierung sollten Indikatoren für ein Erfolgsmonitoring vorab festgelegt, systematisch erfasst und ex post in standardisierten Verfahren ausgewertet werden. Dazu ist eine deutliche Verbesserung der Datenzugänglichkeit besonders für Nicht-Wohngebäude und eine Qualitätssicherung für die Daten erforderlich. Im Sinne einer Zusammenarbeit rund um den Bodensee sollten die Indikatoren von den beteiligten Regionen gemeinsam festgelegt und definiert werden.“ (IBK, 2020)

Auf Basis dieses Vorschlags in der Vorgängerstudie wurde der Inhalt des Teils 3 der gegenständlichen Studie wie folgt definiert:

„In Teil 3 der Studie sollen geeignete, gemeinsame Indikatoren für ein Erfolgsmonitoring zur Reduktion des Endenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen des Gebäudesektors festgelegt und einheitlich definiert werden. Dabei geht es um die folgenden zentralen Steuerungsgrößen:

- Sanierungsrate für Wärmeerzeuger*
- Sanierungsrate der Gebäudehülle*
- Abrissrate*
- Neubaurate*

Im Statusbericht „Strukturwandel in Heizkellern“ wird dargelegt, dass die Dekarbonisierung im Gebäudereich nur durch eine Kombination aus Maßnahmen zur Reduktion des Endenergiebedarfs sowie zum Ersatz fossiler Kessel durch Wärmeerzeuger auf Basis erneuerbarer Energien erreicht werden kann.

Eine Transformation alleine durch den Ersatz fossiler Energieträger ließe die Auswirkungen auf das Energieerzeugungssystem außer Acht und würde nicht berücksichtigen, dass bei zu hohen winterlichen Lasten die Gefahr einer „Winterstromlücke“ bestünde und die Versorgungssicherheit nur durch den Einsatz fossiler Energieträger bei der Stromerzeugung im Winter zu gewährleisten wäre. Im Bericht wird auch verdeutlicht, dass auch die Potenziale der Erneuerbaren begrenzt sind (z.B. geeignete Standorte und Akzeptanz für Windkraftanlagen, begrenztes Angebot an Biomasse, die für die Beheizung von Gebäuden genutzt werden kann).

Aus diesem Grund werden die o.g. Indikatoren benötigt, die ein Erfolgsmonitoring des Endenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen erlauben und die Steuerung des Transformationsprozesses ermöglichen.

Die Sanierungsraten sind zentrale Basis jeder fundierten Diskussion und doch musste man leider feststellen, dass diese im IBK-Raum nicht einheitlich definiert und verglichen werden können (siehe auch Kapitel 8.2 der Langversion des Statusberichts Strukturwandel in Heizkellern).

Die vier Indikatoren sind nicht nur für das Erfolgsmonitoring notwendig, sie sind auch unverzichtbare Input-Daten für Szenarienstudien, in denen die Wirkung verschiedener Instrumente quantifiziert werden können.

Im Rahmen des Projekts sollen Muster-Definitionen für die vier Raten erarbeitet werden. Über die Zeit könnte sich dann die Datenerhebung im IBK-Raum an diesem Muster orientieren, um laufend bessere und vor allem vergleichbare Zahlen zu erhalten. Bei der Festlegung der Definitionen soll – wo möglich – auf europäische Festlegungen zurückgegriffen werden. In einem weiteren Schritt sollen die heute angewendeten Definitionen in den einzelnen IBK-Mitgliedsländern analysiert werden. In einem Zwischenschritt sollen die Bewertungen mit den Mitgliedsländern diskutiert werden. Dies könnte in Form einer Umfrage oder eines Workshops erfolgen.

Bei allen Vorschlägen soll auf eine einfache, praktikable Anwendung mit möglichst wenigen Größen geachtet werden. Es geht vor allem darum, eine Definition finden, die es ermöglicht, einen guten Überblick mit wenigen Indikatoren zu erhalten.“

5.2 Bedeutung der nachfolgend definierten Indikatoren

Wichtigste Indikatoren zum Monitoring und zur Steuerung der energetischen Transformation des Gebäudesektors bleiben der reale Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser, differenziert nach Energieträger und Gebäudetyp (und ggf. nach Gebäudealter) sowie die daraus abgeleiteten Treibhausgas-Emissionen.

Die Verbesserung der Datenlage zum Endenergieverbrauch des Gesamt-Gebäudesektors bleibt eine vordringliche Aufgabe der Energiepolitik. Nach Erfahrungen aus Vorarlberg sind dabei u.a. die folgenden Teilaspekte zu beachten:

- Differenzierung des Verbrauchs nach Energieträgern
- Differenzierung des Verbrauchs nach Baualtersklassen
- Differenzierung des Verbrauchs nach Gebäudesegmenten (mindestens in die Segmente Wohn- und Nicht-Wohngebäude, besser jedoch in weitere Unterkategorien, z.B. Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser Eigentum, Mehrfamilienhäuser freie Vermietung, Mehrfamilienhäuser sozialer Wohnbau/gemeinnützig; Nichtwohngebäude öffentlicher Institutionen (Bund, Land, Gemeinden), nicht-öffentliche Nichtwohngebäude nach wichtigen Nutzungskategorien wie Büro, Verkaufsstätten etc.)
- Zusätzlich erscheint eine Differenzierung des Verbrauchs im jahreszeitlichen Verlauf - Monatswerte zusätzlich zu den bislang verwendeten Jahreswerten – als unverzichtbar, um bei steigenden Anteilen fluktuierender Energiequellen an der Stromerzeugung die Gleichzeitigkeit von Verbrauch und Erzeugung beobachten und optimieren zu können. Die Monatswerte des Verbrauchs sollten auch als Grundlage für die Ermittlung der Treibhausgasemissionen (THG) genutzt werden. Dazu sollten monatliche Konversionsfaktoren verwendet werden, um jahreszeitlich schwankende Treibhausintensitäten des Stroms bewerten zu können.

Sollen die THG-Emissionen des Gebäudesektors für die Akteure des Sektors unmissverständlich aufbereitet werden, so sollten bei der Ermittlung die nach Verursachern statt nach Quellen bilanzierten Emissionen verwendet werden. Dies bedeutet, dass sowohl die direkten, vor Ort anfallenden Emissionen, etwa von Gas- oder Ölheizungen, als auch die indirekten Emissionen betrachtet werden, auch wenn sie nicht vor Ort, sondern in Kraftwerken entstehen.

Bei der bislang üblichen Bilanzierung der Emissionen nach Quellen werden die Emissionen Fernwärme- und Strom-beheizter Gebäude nicht dem Gebäudesektor, sondern dem Sektor Energieerzeugung zugerechnet. Dies führt dazu, dass die Emissionen des Gebäudesektors erheblich unterschätzt werden.

Anders als bislang üblich, sollten bei der Bilanzierung der Treibhausgasemissionen nicht nur die im jeweiligen Territorium entstehenden Emissionen (der Stromerzeugung) berücksichtigt werden, sondern auch jene, die gemäß Import-Export-Saldo im Ausland entstehen.

Zur Interpretation der Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der daraus abgeleiteten Treibhausgas-Emissionen und als Grundlage für die Bewertung verschiedener energiepolitischer Instrumente (baurechtliche Mindestanforderungen, Anforderungsniveau und Dotierung von Förderungen, Verbote von Energieträgern, (bedingte) Sanierungsgebote etc) sind neben den oben erwähnten Haupt-Indikatoren Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser sowie Treibhausgas-Emissionen zusätzlichen Indikatoren wie die nachfolgend untersuchten notwendig.

Ohne die zusätzlichen Indikatoren kann nicht analysiert werden, auf welche Ursachen etwaige Veränderungen des Energieverbrauchs und der Treibhausgas-Emissionen zurückzuführen sind:

- Wetterbedingungen im betrachteten Jahr
- Gestiegene Energiekosten
- Veränderungen des Energieträgermix
- Zusätzlicher Energieverbrauch des Neubaus
- Reduzierter Energieverbrauch aufgrund des Abrisses von Bestandsgebäuden

5.3 Methodik

5.3.1 Grundlagen für die Erarbeitung von Definitionsvorschlägen

Als Grundlage für die Definition der vier in der Aufgabenstellung genannten Indikatoren wurde eine Recherche bisheriger Definitionen durchgeführt. Da keiner der Indikatoren auf europäischer Ebene oder im deutschsprachigen Raum normativ definiert ist, wurde auf Definitionen in wissenschaftlichen Studien im deutschsprachigen Raum (UBA 2020), (IWU 2018) und in weiteren europäischen Staaten sowie auf Erfahrungen des Energieinstitut Vorarlberg bei der Modellierung des Gebäudeparks in Szenarienstudien zurückgegriffen (Ploß *et al.*, 2020).

5.3.2 Abwägungskriterien für die Definition der Begriffe

Bei der Ausarbeitung der Definitions-Vorschläge für die vier Indikatoren wurden u.a. die folgenden Aspekte berücksichtigt:

- heutige und zukünftige Datenverfügbarkeit
- Einfluss des Detaillierungsgrades auf die Genauigkeit im Monitoring und in Szenarien
- Komplexitätsgrad zur Ermittlung der Indikatorgrößen
- Aussagekraft auch für politische Entscheidungsträger

5.3.3 Gründe für getrennte Sanierungsraten für Gebäudehülle und Kesseltausch

Schon in der Aufgabenstellung dieser Studie wurde festgelegt, dass die Sanierungsrate für die Gebäudehülle und die Kesselaustauschrate durch separate Indikatoren beschrieben werden sollen. Da diese Differenzierung in vielen Definitionen nicht vorgenommen wird, werden die Gründe nachfolgend hergeleitet.

Einer der wichtigsten Einflussfaktoren für die Entwicklung des Energiebedarfs regionaler oder nationaler Gebäudebestände ist die (energetische) Sanierungsrate. Der Begriff spielt in den energiepolitischen Debatten aller Bodensee-Anrainerstaaten eine Rolle, das Ziel einer Erhöhung der (energetischen) Sanierungsrate wird in Strategiepapieren der EU sowie im gesamten deutschsprachigen Raum genannt.

Die Literaturrecherche zeigt, dass unter dem Begriff der Sanierungsrate in vielen Studien sowohl Maßnahmen an der thermischen Gebäudehülle, als auch Maßnahmen an der Wärmeversorgung (Austausch des Wärmeerzeugers) zusammengefasst werden. Dies ist vermutlich auch darauf zurückzuführen, dass in den Definitionen auf den Begriff der umfassenden oder größeren Sanierung referenziert wird, für den es in EPBD, Art. 2 zwei alternative Definitionen gibt:

- Umfassende Sanierung als Sanierung, in der mindestens 25% der Gebäudehülle saniert werden.
- Umfassende Sanierung als Sanierung, deren Gesamtkosten für die Hüllsanierung oder die technischen Systeme höher als 25% des Gebäudewerts (ohne Grundstück) sind.

Während die erste Definition des Begriffs der umfassenden Sanierung sich nur auf Maßnahmen an der Gebäudehülle bezieht, schließt die zweite Alternative Maßnahmen an der Wärmeversorgung ein.

Ein Beispiel für die gemeinsame Berücksichtigung von Sanierungen der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik ist die Definition des Begriffs „Vollsanierungsäquivalent“ (englisch major renovation equivalent) im Projekt EU Zebra2020. Als Vollsanierungsäquivalent wurde eine Sanierung verstanden, die zu einer Reduktion des Endenergieverbrauchs um 50-80% führt (EU 2016). Diese Definition bedeutet, dass auch das Wärmeerzeugungssystem und auch Solar-systeme in der Sanierungsrate (Vollsanierungsäquivalent) enthalten sind, da sie den Endenergieverbrauch ebenso beeinflussen wie die Hüllqualität.

Auch die 2020 vom Österreichischen Umweltbundesamt vorgestellte „Thermisch-energetische Sanierungsrate“ berücksichtigt sowohl Maßnahmen zur Verbesserung der energetischen Qualität der thermischen Gebäudehülle als auch den Austausch des Wärmeerzeugers (UBA 2020). Anders als im Projekt EU Zebra2020 wird der Begriff der größeren Sanierung nicht über die zu erwartende Energieeinsparung definiert, sondern als Sanierung, bei der mindes-

tens 3 Maßnahmen an Elementen der Gebäudehülle und/oder an der Gebäudetechnik umgesetzt werden. Die zu erwartende Energieeinsparung wird nicht berücksichtigt, da alle zu berücksichtigenden Maßnahmen gleich bewertet werden.

Im Gegensatz zur Vorgehensweise in den o.g. Studien ermittelt das Institut Wohnen und Umwelt mittlere Modernisierungsraten für die Gebäudehülle (und deren einzelne Bauteile) sowie für den Wärmeerzeuger separat (IWU 2018).

Vorgehensvorschlag

Als Indikatorgrößen für das Erfolgsmonitoring in der Bodenseeregion wird vorgeschlagen, Maßnahmen an der Hülle und den Austausch des Wärmeerzeugers separat auszuweisen. Dabei sollten die folgenden Begriffe verwendet werden:

- Gesamtsanierungsrate Gebäudehülle
- Kesselaustauschrate

Begründung für die separate Ausweisung für Hülle und Sanierung

Für die separate Ausweisung von Sanierungsraten für Hülle und Sanierung sprechen vor allem zwei Gründe:

Grund 1: Separate Ausweisung ermöglicht disaggregierte Wirkungsanalyse

Werden in der Definition des Begriffs Sanierungsrate Maßnahmen an der Gebäudehülle und an der Wärmeversorgung gemeinsam bewertet, so ist keine disaggregierte Analyse der Ursachen für die Entwicklung des Energiebedarfs des Gebäudesektors und seine Treibhausgasemissionen möglich. Diese gilt sowohl für die rückblickende Beobachtung von Trends, als auch für die Abbildung möglicher zukünftiger Entwicklungen in Szenarienstudien. Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch die disaggregierte Betrachtung in einem Szenario der TU Wien für Österreich (Kranzl 2019).

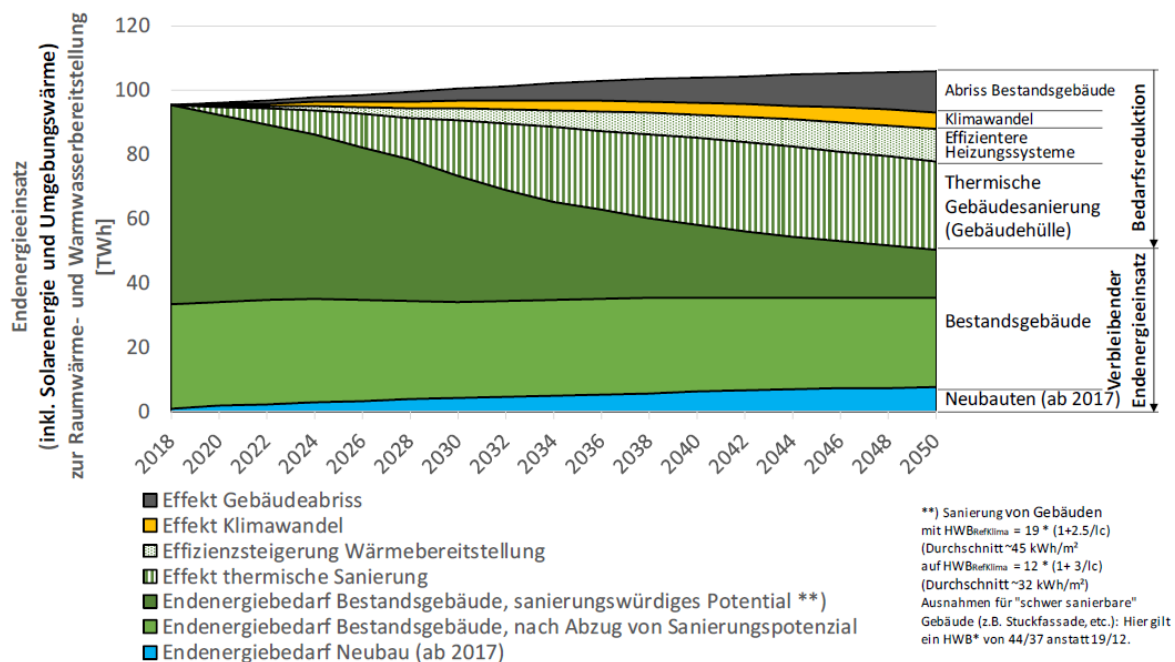


Abbildung 28: Entwicklung des Endenergieeinsatzes des Österreichischen Gebäudeparks zur Raumwärme- und Warmwasserbereitung (Kranzl 2019)

Wie die Abbildung verdeutlicht, ist zur Quantifizierung des Einflusses verschiedener Einflussfaktoren auf den Endenergiebedarf des Gebäudesektors eine disaggregierte Betrachtung vorteilhaft. Nur so kann analysiert werden, auf welche Ursachen der zeitliche Verlauf des Endenergiebedarfs zurückzuführen ist. Im Beispiel sind sowohl die Senkung des zukünftigen Endenergiebedarfs für Raumwärme und Warmwasser durch Abriss von Bestandsgebäuden, Klimawandel, effizientere Heizsysteme und thermische Gebäudesanierung, als auch die Steigerung des Endenergiebedarfs durch Neubauten ables- und quantifizierbar.

Grund 2: Zielwerte für die Sanierungsraten für Hülle und Wärmeerzeuger differieren sehr stark

Die energetische Sanierung der Bauteile der Gebäudehülle ist wirtschaftlich besonders vorteilhaft, wenn sie mit ohnehin notwendigen Maßnahmen an den jeweiligen Bauteilen gekoppelt ausgeführt wird. So ist etwa das Aufbringen eines Wärmedämm-Verbundsystems oder einer anderen Außenwanddämmung dann am wirtschaftlichsten, wenn die Außenwände ohnehin gestrichen werden sollen oder wenn Ausbesserungsarbeiten am Putz notwendig sind.

Die betriebswirtschaftlich optimale Sanierungsraten für die Gebäudehülle und Kessel-austauschrate können daher aus den mittleren technischen Lebensdauern der einzelnen Bauteile bzw. des Kessels bestimmt werden.

Die folgende Abbildung verdeutlicht dies am Beispiel der Sanierungsrate der Gebäudehülle

Tabelle 12: Ermittlung der betriebswirtschaftlich optimale, flächengewichtete Gesamtsanierungsrate der Gebäudehülle

Element der Gebäudehülle	mittlere technische Lebensdauer	resultierende Sanierungsrate Einzelbauteil	flächengewichteter Anteil an der Gesamt-Hüllfläche
	Jahre		
Außenwand	50	2,0%	40 %
Dach/oberste Geschoßdecke	60	1,66%	28 %
Kellerdecke/Bodenplatte	75	1,33%	23 %
Fenster	40	2,5%	9 %
betriebswirtschaftlich optimale, flächengewichtete Gesamtsanierungsrate Gebäudehülle			1,8%

Für die mittleren technischen Lebensdauern der Elemente der Gebäudehülle werden in verschiedenen Quellen aus den Bodensee-Anrainerstaaten ähnliche Werte genannt.

Mit den in der Tabelle aufgeführten mittleren technischen Lebensdauern ergeben sich für die einzelnen Bauteile der Gebäudehülle betriebswirtschaftlich optimale Sanierungsraten zwischen 1,33% für die Kellerdecke und 2,5% für die Fenster.

Mit der Flächengewichtung gemäß IWU 2018 ergibt sich eine betriebswirtschaftlich optimale, flächengewichtete Gesamtsanierungsrate Gebäudehülle von etwa 1,8% p.a..

Analog ergeben sich bei mittleren technischen Lebensdauern von Wärmeerzeugern von etwa 20 bis 25 Jahren (VDI 2067), (Duree 2019) betriebswirtschaftlich optimale mittlere Sanierungs-raten von 4 bis 5% p.a..

Da die anzustrebenden, betriebswirtschaftlich optimalen Zielwerte für die Gesamtsanierungs-rate Gebäudehülle und die Kesselaustauschrate weit auseinanderliegen, sollten sie separat ermittelt und ausgewiesen werden.

Dies bedeutet gegenüber der Ausweisung einer gemischten Sanierungsrate für Hülle und Kes-sel keinen Mehraufwand, da die Einzelwerte ohnehin ermittelt werden müssen.

5.3.4 Ausblick auf weitere Indikatoren nach Überarbeitung der Europäischen Gebäu-derichtlinie

Über die Aufgabenstellung hinausgehend wird abschließend der Vorschlag des Europäischen Parlaments für die Europäische Gebäuderichtlinie (EPBD) vorgestellt, in dessen Anhang II detaillierte Vorgaben für obligatorische und weitere fakultative Indikatoren aufgeführt werden,

die in den verbindlichen Nationalen Gebäuderenovierungsplänen aller Mitgliedsstaaten zu verwenden sind (EPBD 2023e).

Da der Richtlinienentwurf in der Version des Europäischen Parlaments vom 14.03.2023 derzeit in den Trilog-Verhandlungen zwischen Kommission, EU-Parlament und Rat, d.h. noch nicht rechtskräftig ist, wird auf eine eingehende Analyse verzichtet.

Die Beschreibung in Anhang II der EPBD genannten Indikatoren erscheint jedoch von hoher Bedeutung, da sie die Vorstellungen der EU im Hinblick auf die Datengrundlage für die Strategieentwicklung und das Erfolgsmonitoring für den Gebäudesektor verdeutlichen.

Aus Sicht der Autoren ist es unwahrscheinlich, dass der Richtlinienentwurf und damit auch Anhang II vollständig in geltendes Recht überführt werden. Im derzeitigen politischen Abstimmungsprozess sind erhebliche Einwände des Rates/der Mitgliedsstaaten zu erkennen.

Schon eine nur teilweise Übernahme des im Entwurf aufgeführten Anhangs II in die rechtsgültige Fassung der EPBD hätte erhebliche Auswirkungen auf den Aufwand zur Datenbereitstellung für Strategieentwicklung und Monitoring in den Mitgliedsstaaten Österreich und Deutschland mit ihren jeweiligen Regionen. Die Anforderungen an die Datengrundlagen für das Monitoring würden sprunghaft gesteigert.

5.4 Definitionsvorschlag „Gesamtsanierungsrate Gebäudehülle“

Zur eindeutigen Definition der „Gesamtsanierungsrate Gebäudehülle“ müssen einige Festlegungen getroffen werden, die im Folgenden anhand von Fragen diskutiert werden:

5.4.1 Sollen nur Gesamtsanierungen aller Bauteile oder auch Sanierungen einzelner Bauteile der Gebäudehülle berücksichtigt werden?

Zur Ermittlung der Gesamtsanierungsrate Gebäudehülle sollen sowohl Gesamtsanierungen aller Bauteile, als auch Sanierungen einzelner Bauteile berücksichtigt werden.

5.4.2 Wie sollen die Sanierungen einzelner Bauteile der Gebäudehülle gewichtet werden?

In der Literatur finden sich u.a. die folgenden Möglichkeiten:

- Gewichtung nach Anzahl der Maßnahmen mit gleicher Gewichtung aller Maßnahmen (Cischinsky and Diefenbach, 2018)
- Gewichtung nach Flächenanteilen (Amann, 2020)
- Gewichtung nach zu erwartender Energieeinsparung (EU 2016)

Vorgehensvorschlag

Es wird vorgeschlagen, die Gesamtsanierungsrate Gebäudehülle nach der Definition des Institut Wohnen und Umwelt aus den flächengewichteten Einzel-Modernisierungsraten der Bauteile der thermischen Gebäudehülle zu bestimmen. Dabei sollten die folgenden Bauteile berücksichtigt werden:

- Außenwand
- Dach / oberste Geschossdecke
- Fußboden / Kellerdecke
- Fenster

Zur Ermittlung der Gesamtsanierungsrate Gebäudehülle werden zunächst die Sanierungsraten für die genannten Bauteile der Gebäudehülle einzeln ermittelt und wie folgt gemäß ihrer mittleren Flächenanteile gewichtet (IWU 2018):

- Außenwand: 40%
- Dach/Obergeschossdecke: 28%
- Fußboden/Kellerdecke: 23%
- Fenster: 9%

Die genannten Gewichtungsfaktoren entsprechen dem mittleren Anteil des betreffenden Bauteils an der Gesamtfläche der Hüllflächen des deutschen Wohngebäudebestandes 2009 gemäß IWU-Wohngebäude-Bestandsmodell (IWU 2012).

Begründung

Eine Gleichgewichtung aller Maßnahmen zur Dämmung der Gebäudehülle wie in (UBA 2020), erscheint angesichts ihrer sehr unterschiedlichen mittleren Flächenanteile als zu ungenau.

Bei der Gewichtung nach der zu erwartenden Energieeinsparung würde der Aspekt der Quantität, in der eine Maßnahme durchgeführt wird, mit dem Aspekt der Ausführungsqualität gekoppelt. Dies ist angesichts der momentanen Datenlage in vielen Regionen schwierig. Für die Zukunft sollte die Ausführungsqualität als separater Indikator geführt werden. Abbildung 29 zeigt ein Beispiel.

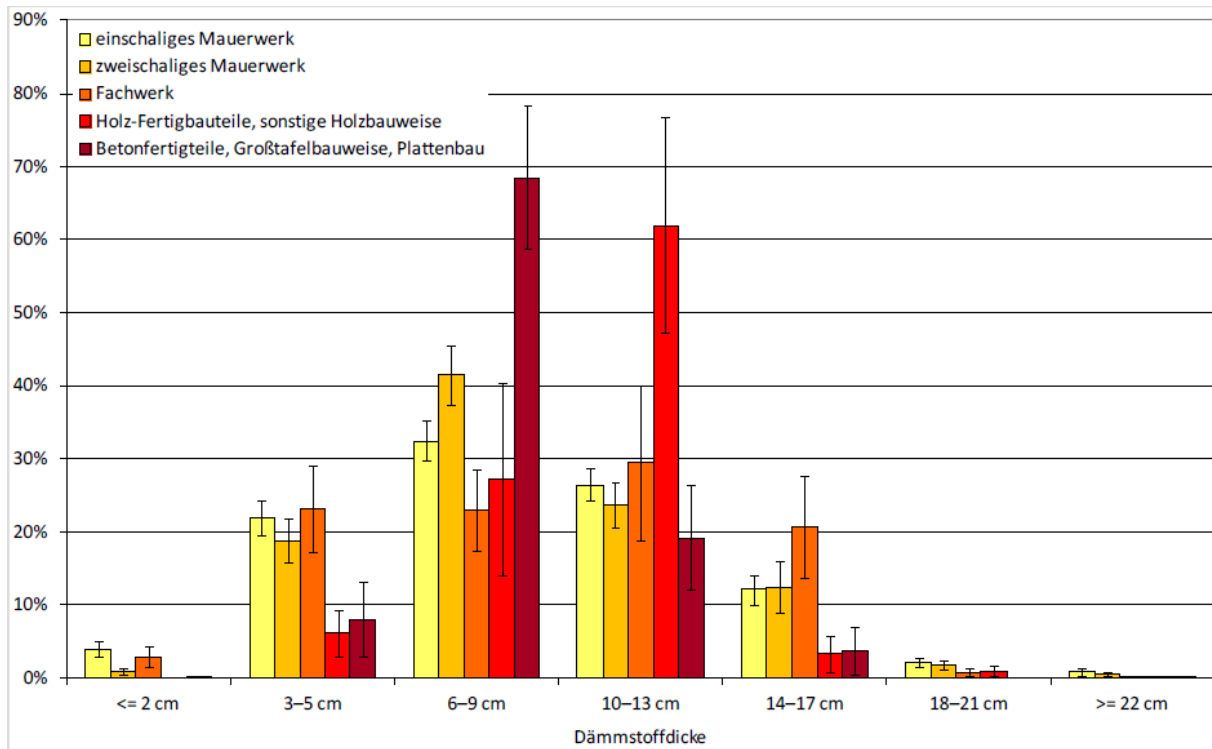


Abbildung 29: Dämmstoffdicken bei nachträglicher Außenwanddämmung im Altbau bis Baujahr 1978 nach Außenwandtyp (IWU 2018)

Die Abbildung zeigt die auf Basis einer repräsentativen Stichprobe bestimmten Dämmstoffdicken bei der nachträglichen Außenwanddämmung im Altbau bis Baujahr 1978 am Beispiel Deutschlands. Alternativ könnten auch die U-Werte der Außenwände (vor und) nach Sanierung ausgewertet werden.

5.4.3 Auf welche Grundgesamtheit soll die Gesamt-sanierungsrate Gebäudehülle bezogen werden?

Zur Bestimmung der Gesamt-sanierungsrate Gebäudehülle muss zunächst für jedes betrachtete Segment des Gebäudesektors die Grundgesamtheit bestimmt werden. Wie in Kapitel 5.2 ausgeführt, sollte der Gesamt-Gebäudebestand zumindest in die Teilsegmente der Wohn- und des Nicht-Wohngebäude unterteilt werden, besser jedoch in weitere Unterkategorien, z.B. Ein- und Zweifamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser, Nichtwohngebäude öffentlicher Institutionen (Bund, Land, Gemeinden), nicht-öffentliche Nichtwohngebäude nach Nutzungskategorien wie Büro, Verkaufsstätten etc. Die Grundgesamtheit sollte entsprechend der gewünschten Differenzierung des Gebäudebestandes für jedes betrachtete Gebäudesegment (z.B. Wohngebäude und Nichtwohngebäude) ermittelt werden.

In der Literatur finden sich u.a. die folgenden Möglichkeiten, die Grundgesamtheit (für jedes zu betrachtende Marktsegment zu bestimmen:

- Gesamter Bestand des jeweiligen Segments aller Baujahre (IWU 2018)

-
- Bestand des jeweiligen Segments für die Baujahre, die aufgrund ihres Alters als sanierungsbedürftig eingeschätzt werden (IWU 2018)
 - Bestand an bislang energetisch unsanierten Gebäuden des jeweiligen Segments

Vorgehensvorschlag

Es wird vorgeschlagen, die Gesamtsanierungsrate Gebäudehülle auf den gesamten Bestand des betrachteten Segments zu beziehen und nicht nur auf den als sanierungsbedürftig eingeschätzten Teil. Die Grundgesamtheit, d.h. der Wert von 100% je Gebäudesegment, bezieht sich immer auf das laufende Jahr. Der Wert für die Grundgesamtheit ändert sich also durch Zubau und Abriss.

Begründung

Die Definition eines sanierungsbedürftigen Teils des Gebäudebestandes (etwa durch das Baujahr oder den energetischen Sanierungszustand) ist deutlich aufwändiger bzw. aufgrund der mangelhaften Datenlage zu Teilsanierungen derzeit kaum möglich.

Die Sanierungsrate auf den bislang energetisch unsanierten Teil des Gebäudebestandes je Segment zu beziehen, ist aufgrund der mangelhaften Datenlage in den meisten Regionen nicht möglich.

5.4.4 Welche Kenngröße soll verwendet werden, um die Gesamtsanierungsrate Gebäudehülle zu bestimmen?

In der Literatur finden sich u.a. die folgenden Möglichkeiten:

- Anzahl der Gebäude
- Anzahl der Wohneinheiten
- Wohnfläche bzw. Nutzfläche

Vorgehensvorschlag

Es wird vorgeschlagen, als Kenngrößen die Anzahl der Einheiten pro Segment zu verwenden, d.h. die Anzahl der Wohneinheiten für das Segment der Wohngebäude und der Nutzeinheiten für die Nicht-Wohngebäude. Zusätzlich sollte die Wohnfläche bzw. die Nutzfläche pro Segment verwendet werden.

Begründung

Der Bezug auf die Anzahl der Gebäude ist deutlich zu grob, Ein- und Zweifamilienhäuser und große Mehrfamilienhäuser würden gleich gewichtet.

5.4.5 Soll die Gesamtsanierungsrate Gebäudehülle für den gesamten Gebäudebestand oder differenzierter bestimmt werden?

In der Literatur finden sich die folgenden Möglichkeiten der Differenzierung:

- Baualtersklasse
- Gebäudetyp (Ein- und Zweifamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Bürogebäude, Schule...)
- Besitzverhältnisse
- mit oder ohne Förderung
- bisheriger Energieverbrauch (z.B. worst performing buildings)

Vorgehensvorschlag

Es wird vorgeschlagen, die Gesamtsanierungsrate Gebäudehülle zumindest nach Baualtersklasse und Gebäudetyp differenziert zu erfassen und auszuweisen.

Sofern die Datenverfügbarkeit es zulässt, sollte auch nach den Besitzverhältnissen (Eigentum, Miete freier Markt, Miete gemeinnützig/sozialer Wohnbau) differenziert werden. Diese Differenzierung ist sinnvoll, da – zumindest in Österreich und Deutschland – die Sanierungsraten für gemeinnützigen Wohnbau und für Eigentum bzw. Miete am freien Markt durch unterschiedliche gesetzliche Randbedingungen und unterschiedliche Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten beeinflusst werden.

In Zukunft wird es vermutlich auch erforderlich sein, die Gebäude nach ihrem aktuellen Energieverbrauch zu differenzieren, um die sich abzeichnenden Bestrebungen der EU, einen Fokus auf die Sanierung der worst performing buildings zu legen, zu berücksichtigen.

Begründung

Die Differenzierung nach Baualtersklasse und nach Gebäudetypen erleichtert es, den Stand der Sanierungsaktivitäten in Teilmärkten zu analysieren.

Differenzierungsmerkmal Baualtersklasse

Zur Sicherung der Datenverfügbarkeit sollten die Baualtersklassen in Anlehnung an jene der Statistischen Ämter der Bodensee-Anrainerstaaten festgelegt werden⁴. Da die Baualtersklas-

⁴ Eine zweite Möglichkeit wäre eine Differenzierung nach Jahren, in denen größere Änderungen in Bezug auf die Anforderungen an die energetische Gebäudequalität erfolgten (z.B. 1995: Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung in Deutschland mit signifikanter Reduktion des realen Energieverbrauchs von Gebäuden). Da die Änderungen an den energetischen Mindestanforderungen jedoch in allen Staaten zu unterschiedlichen Zeitpunkten vorgenommen wurden, erschwert dies eine gemeinsame Vorgehensweise.

sen von den statistischen Ämtern der Bodenseeanrainerstaaten ähnlich, aber doch voneinander abweichend definiert sind, sollte zunächst eine relativ grobe Einteilung gewählt werden, z.B. die folgende:

- Gebäude mit Baujahr vor 1919
- Gebäude der Baujahre 1919 bis 1945
- Gebäude der Baujahre 1946 bis 1969
- Gebäude der Baujahre 1970 bis 2000
- Gebäude der Baujahre ab 2001

Differenzierungsmerkmal Gebäudetyp

Da auch die Gebäudetypen in den Anrainerstaaten leicht abweichend definiert sind, wird für den Wohngebäudepark zunächst nur eine Differenzierung in Ein- und Zweifamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser mit drei oder mehr Wohneinheiten vorgeschlagen.

Für die Nicht-Wohngebäude könnten die Nutzungskategorien gemäß Energieausweis verwendet werden.

Differenzierungsmerkmal Besitzverhältnisse

Es wird vorgeschlagen, bei den Mehrfamilienhäusern in die folgenden Teilmärkte zu differenzieren:

- Eigentumswohnungen
- Vermietung freier Markt
- Vermietungen gemeinnützig/sozialer Wohnungsbau

5.5 Definitionsvorschlag „Kesselaustauschrate“

Es wird vorgeschlagen, bezüglich der Kesselaustauschrate die gleichen Konventionen anzuwenden, wie für die Gesamtanierungsrate Gebäudehülle, d.h.

- Bezug auf den gesamten Wohnungsbestand alle Baujahre (je Segment)
- Verwendung der Kenngrößen „Anzahl der Wohnungen, die durch einen neuen Wärmeerzeuger versorgt werden“ und „Wohnfläche der Wohnungen, die durch einen neuen Wärmeerzeuger versorgt werden“
- Differenzierung zunächst nach Baualtersklasse (5 Klassen) und Gebäudetyp (Differenzierung in Ein- und Zweifamilienhaus sowie Mehrfamilienhaus)
- Differenzierung nach Besitzverhältnissen (drei Klassen für den Wohnbau). Diese Differenzierung ist – zumindest in Österreich und Deutschland aufgrund abweichender

gesetzlicher Randbedingungen sowie Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten – sinnvoll. Sind beispielsweise die notwendigen Zustimmungsraten für den Austausch von Kesseln in Wohngebäuden unterschiedlich, so können alleine aus diesem Unterschied unterschiedliche Austauschraten resultieren.

5.6 Neubaurate

Die Neubaurate sollte – wenn möglich - nicht anhand der Anzahl der genehmigten, sondern anhand der Anzahl der fertiggestellten Wohn- bzw. Nutzeinheiten (Nicht-Wohnbau) definiert werden. Diese Daten sind zumindest für Österreich und Deutschland verfügbar. Der Bezug auf die Fertigstellungen erscheint v.A. für Deutschland sinnvoll, da in den letzten Jahren der Bauüberhang, d.h. der Anteil der Gebäude, die genehmigt, aber noch nicht fertiggestellt waren, deutlich stieg. So betrug die Anzahl der genehmigten, aber noch nicht fertiggestellten Wohnungen in Deutschland im Jahr 2022 knapp 885.000 Wohneinheiten.

Sollten die Daten der fertiggestellten Wohn- bzw. Nutzeinheiten nicht verfügbar sein, so können die Daten der Baugenehmigungen verwendet werden.

Es wird vorgeschlagen, zur Ausweisung der Neubaurate die gleichen Konventionen anzuwenden, wie für die Gesamtanierungsrate Gebäudehülle:

- Bezug der Anzahl der fertiggestellten Wohn- bzw. Nutzeinheiten je Segment auf die Gesamtzahl der Wohn- bzw. Nutzeinheiten des Segments sowie der Wohn- und Nutzfläche der fertiggestellten Wohn- und Nutzeinheiten auf die Gesamt-Wohn bzw. Nutzfläche des Gesamtbestandes pro Segment
- Differenzierung zunächst nach Baualtersklasse (5 Klassen) und Gebäudetyp (Differenzierung in Ein- und Zweifamilienhaus sowie Mehrfamilienhaus sowie Nichtwohngebäude, evtl. mit Differenzierung gemäß Energieausweis
- Differenzierung nach Besitzverhältnissen (drei Klassen für den Wohnbau)

Anders als die Sanierungsrate wird die Neubaurate bislang meist nicht auf den aktuellen Wohnungsbestand (Anzahl oder Fläche) bezogen, sondern auf die Einwohnerzahl einer Region/eines Staates. Abbildung 30 zeigt dies exemplarisch am Beispiel eines Vergleichs für das Jahr 2021.

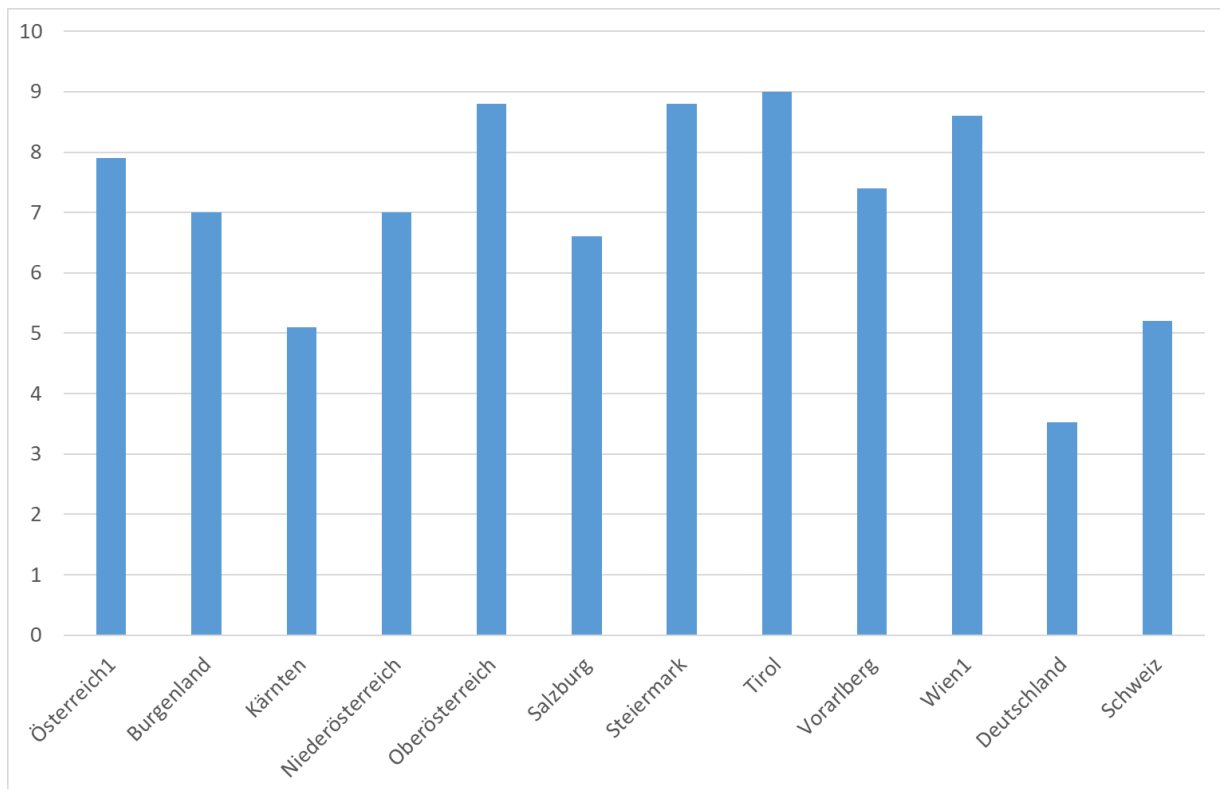


Abbildung 30: Neubaurate im Jahr 2021: Anzahl der fertiggestellten Wohneinheiten pro 1.000 Einwohner; Quellen: Zusammenstellung Energieinstitut Vorarlberg auf Basis der Angaben der statistische Ämter der aufgeführten Staaten

Die Abbildung verdeutlicht die Bedeutung der Neubaurate und die großen Unterschiede zwischen den aufgeführten Staaten und Regionen.

5.7 Abrissrate

Neben der Gesamtanierungsrate Gebäudehülle, der Kesselaustauschrage sowie der Neubaurate beeinflusst auch die Abrissrate den Energiebedarf des Gebäudebestandes.

Es wird vorgeschlagen, zur Ausweisung der Abrissrate die gleichen Konventionen anzuwenden wie für die Gesamtanierungsrate Gebäudehülle:

- Bezug der Anzahl der abgerissenen Wohn- und Nutzeinheiten auf die Gesamtzahl der Wohn- und Nutzeinheiten sowie der Wohn- und Nutzfläche der abgerissenen Wohn- und Nutzeinheiten auf die Gesamt-Wohn- bzw. Nutzfläche des Gesamtbestandes je Segment
- Differenzierung zunächst nach Baualtersklasse (5 Klassen) und Gebäudetyp (Differenzierung in Ein- und Zweifamilienhaus sowie Mehrfamilienhaus sowie für die wichtigsten Typen der Nicht-Wohngebäude, z.B. in der Differenzierung nach Energieausweis)
- Ggf. Differenzierung nach Besitzverhältnissen (drei Klassen)

Zusätzlich könnte die Abrissrate für den Wohnbau - analog zur oben erläuterten üblichen Definition der Neubaurate - auch anhand der Anzahl der abgerissenen Wohneinheiten pro 100.000 Einwohner bestimmt werden.

Neben der Anzahl der Wohn- und Nutzeinheiten je Segment sollte der Wert auch Anhand der Wohn- bzw. Nutzfläche der abgerissenen Wohn- und Nutzeinheiten je Segment in Relation zur Gesamt-Wohn- bzw. Nutzfläche bestimmt werden.

Die Literatur- und Datenauswertung legt nahe, dass die Daten zum Abriss von Gebäuden vermutlich bislang nicht sehr differenziert vorliegen. Im Rahmen der Recherche konnten nur Daten zur Gesamtanzahl an abgerissenen Wohneinheiten ohne Differenzierung nach Altersklassen, Gebäudetypen oder Besitzverhältnissen oder Eigentumsverhältnissen gefunden werden. Abbildung 31 zeigt den Verlauf der Anzahl der abgerissenen Wohneinheiten in Deutschland.

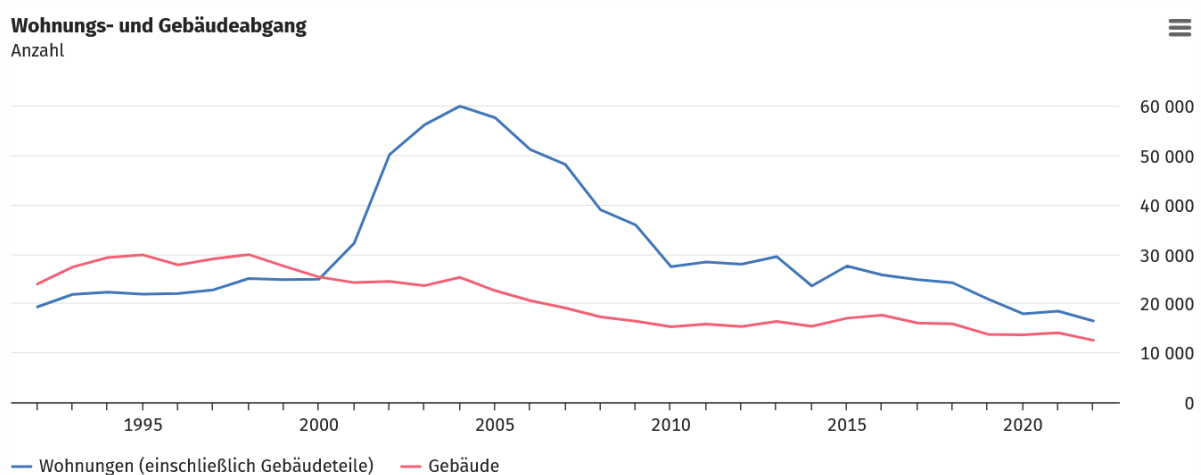


Abbildung 31: Verlauf der Anzahl der abgerissenen Gebäude und Wohnungen in Deutschland (Destatis 2023)

Im Jahr 2022 wurden in Deutschland 16.500 Wohneinheiten abgerissen. Bei ca. 43.400.000 Wohneinheiten bedeutet dies eine Abrissrate von ca. 0,04% des Gesamtbestandes.

Der Höchstwert betrug etwa 60.000 Wohneinheiten im Jahr 2004. Bei damals etwa 39.360.000 Wohneinheiten bedeutet dies eine Abrissrate ca. 0,15% des Gesamtbestandes.

Einen Vergleich dieser Werte mit den Werten in der Schweiz und in Österreich zeigt die folgende Tabelle:

Tabelle 13: Statistische Kennwerte zum Abriss von Wohneinheiten im DACH-Raum; Quellen (Destatis 2023); (Stat. Austria 2022)

	AT 2021	Vlbg 2021	DE 2022	DE 2004	CH 2021
Wohnungsbestand	4 909 410	207 716	43 400 000	39 360 000	4 700 000
Abriss Wohneinheiten	16 699	886	16 500	60 046	5 813
Einwohner	8 950 000	400 500	83 100 000	82 490 000	8 700 000
Abissrate (Bezug auf Wohnungsbestand)	0,34%	0,43%	0,04%	0,15%	0,12%
Abrissrate (Bezug auf 100.000 Einwohner)	3,4%	4,3%	0,4%	1,5%	1,2%

Wie Tabelle 13 zeigt, streuen die Abrissraten im DACH-Raum sehr stark. Gerade die sehr hohen Abrissraten in Österreich und Vorarlberg haben einen nicht zu vernachlässigen Einfluss auf den Energiebedarf/-verbrauch des Gesamtbestandes. So ist die Abrissrate in Vorarlberg in etwa halb so hoch, wie die in offiziellen Statistiken angegebene Sanierungsrate. Der Abriss von Gebäuden ist damit einer der Treiber bei der Reduktion des Betriebsenergiebedarfs. Angesichts des hohen Energieaufwands zum Bau von Ersatzneubauten ist aber sehr fraglich, ob hohe Abrissraten ein anzustrebendes Ziel sind.

Vor der Verwendung der statistischen Daten zum Abriss in Energiestatistiken sollte die Datenqualität mit den statistischen Ämtern geklärt werden. Auch etwaige Unterschiede in den Definitionen in den Anrainerstaaten sollten geklärt werden, so etwa, ob in der Zahl der Wohnungsabgänge auch jene Wohnungen enthalten sind, die in Nichtwohn-Nutzungen umgewandelt wurden.

5.8 Weitere Indikatoren nach EPBD, Anhang II

Für die EU-Staaten Österreich und Deutschland und des EWR-Mitglied Liechtenstein werden im Entwurf der EPBD, Anhang II (Version mit Änderungen des EU-Parlaments vom 14.03.2023) detaillierte Vorgaben für obligatorische und weitere fakultative Indikatoren aufgeführt, die in den Nationalen Gebäuderenovierungsplänen zu verwenden sind. Der Entwurf ist derzeit in den Trilog-Verhandlungen zwischen Kommission, EU-Parlament und Rat.

In ihren Nationalen Gebäuderenovierungsplänen sollen die Mitgliedsstaaten gemäß Artikel 3 des Richtlinien-Entwurfs ihren Fahrplan zu einem klimaneutralen Gebäudebestand im Jahr 2050 mit Zwischenzielen für 2030 und 2040 anhand messbarer Fortschrittsindikatoren beschreiben. Diese Indikatoren sind in der folgenden Tabelle aufgeführt. **Blau** dargestellt sind Abänderungen des Vorschlags der EU-Kommission, die vom EU-Parlament am 22.3.2023 beschlossen wurden.

Artikel 3 der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, **Anhang II**

a) Überblick über den nationalen Gebäudebestand

Obligatorische Indikatoren	Fakultative Indikatoren/Anmerkungen
<p>Anzahl der Gebäude und Gesamtfläche (in m²):</p> <ul style="list-style-type: none"> nach Gebäudeart (einschließlich öffentlicher Gebäude und Sozialwohnungen) nach Gesamtenergieeffizienzklasse Niedrigstenergiegebäude Gebäude mit der schlechtesten Gesamtenergieeffizienz (einschließlich einer Definition der Klassen E, F und G) <p>Überblick über die Arten von Energiequellen für Raumheizung/ Warmwasserbereitung/ Kühlung und geschätzte Obsoleszenzdaten von Wärme- und Kältesystemen</p> <ul style="list-style-type: none"> jährliche Austauschquoten für Heiz- und Kühlgeräte für Raumheizung, Warmwasserbereitung und Raumkühlung Anzahl und Art der jährlich ausgetauschten Geräte (in den vorherigen fünf Jahren, für die der Plan gilt) Art der neu installierten Geräte <p>Überblick über den Gesamtanteil, die Anzahl und die Lage ungenutzter Gebäude und leerstehender Objekte in Gebäuden mit Gemeinschaftseigentum.</p> <p>Anzahl der Gebäude, die als Teil eines ausgewiesenen Umfelds oder aufgrund ihres besonderen architektonischen oder historischen Wertes als offiziell geschützt eingestuft sind, im Vergleich zu 2020.</p>	<p>Anzahl der Gebäude und Gesamtfläche (in m²):</p> <ul style="list-style-type: none"> nach Gebäudealter nach Gebäudegröße nach Klimazone Abriss (Anzahl und Gesamtfläche)
<p>Anzahl der Ausweise über die Gesamtenergieeffizienz:</p> <ul style="list-style-type: none"> nach Gebäudeart (einschließlich öffentlicher Gebäude) nach Gesamtenergieeffizienzklasse 	<p>Anzahl der Ausweise über die Gesamtenergieeffizienz:</p> <ul style="list-style-type: none"> nach Bauzeitraum
<p>Jährliche Renovierungsquoten: Anzahl und Gesamtfläche (in m²)</p> <ul style="list-style-type: none"> nach Gebäudeart auf das Niveau von Niedrigstenergiegebäuden und Nullemissionsgebäuden nach Renovierungsumfang (gewichtete durchschnittliche Renovierung) umfassende Renovierungen öffentliche Gebäude 	
<p>Jährlicher Primär- und Endenergieverbrauch (in kt RÖE) (und jährliche Nachfrage in kt RÖE und saisonale Spitzennachfrage in GWh/Tag):</p> <ul style="list-style-type: none"> nach Gebäudeart nach Endverbrauch <p>Energieeinsparungen (in kt RÖE):</p> <ul style="list-style-type: none"> nach Gebäudeart öffentliche Gebäude <p>Anteil erneuerbarer Energien im Gebäudesektor (erzeugte MW):</p> <ul style="list-style-type: none"> für verschiedene Nutzungszwecke am Standort außerhalb des Standorts 	<p>Verringerung der Energiekosten (in EUR) pro Haushalt (Durchschnitt)</p> <p>Primärenergiebedarf eines Gebäudes, das gemäß dem Delegierten Rechtsakt zur EU-Klimataxonomie</p> <ul style="list-style-type: none"> den besten 15 % (Schwellenwert für einen wesentlichen Beitrag) und den besten 30 % (Schwellenwert für die Vermeidung erheblicher Beeinträchtigungen) des nationalen Gebäudebestands entspricht. <p>Anteile der Heizungsanlagen im Gebäudesektor nach Heizkessel-/Heizungsanlagentyp</p>

a) Überblick über den nationalen Gebäudebestand (Fortsetzung)

Obligatorische Indikatoren	Fakultative Indikatoren/Anmerkungen
<p>Jährliche betriebsbedingte Treibhausgasemissionen (in kg CO₂eq/(m².a)) nach Gebäudeart (einschließlich öffentlicher Gebäude)</p> <p>Jährliche Verringerung der betriebsbedingten Treibhausgasemissionen (in kg CO₂eq/(m².a)) nach Gebäudeart (einschließlich öffentlicher Gebäude)</p> <p>Jährliches Lebenszyklus-Treibhauspotenzial (in kg CO₂eq/(m².a)) nach Gebäudeart</p> <p>Verringerung des jährlichen Lebenszyklus-Treibhauspotenzials (in kg CO₂eq/(m².a)) nach Gebäudeart</p>	
<p>Marktbarrieren und Marktversagen (Beschreibung):</p> <ul style="list-style-type: none"> • divergierende Anreize • Kapazität des Bau- und des Energiesektors <p>Überblick über die Kapazitäten in den Bereichen Bau, Energieeffizienz und erneuerbare Energie</p> <p>Anzahl der:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiedienstleistungsunternehmen • Bauunternehmen • Architekten und Ingenieure • qualifizierten Arbeitskräfte • Kleinstunternehmen und KMU im Bau-/Renovierungssektor • Ausbildungsprogramme und Einrichtungen mit Schwerpunkt energetische Sanierung • zentralen Anlaufstellen pro 45 000 Einwohner • Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften und Bürgerenergiegemeinschaften 	<p>Marktbarrieren und Marktversagen (Beschreibung):</p> <ul style="list-style-type: none"> • verwaltungstechnischer Art • finanzieller Art • technischer Art • Aspekte der Sensibilisierung • Sonstige <p>Prognosen in Bezug auf den Personalbestand im Baugewerbe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Architekten/Ingenieure/qualifizierte Arbeitskräfte im Ruhestand • Architekten/Ingenieure/qualifizierte Arbeitskräfte, die in den Markt eintreten • Installateure und/oder Installationsunternehmen für Heizungsanlagen • Wartungspersonal für Heizungsanlagen • junge Menschen in der Branche • Frauen in der Branche • Überblick und Prognose in Bezug auf die • Entwicklung der Baustoffpreise und nationale Marktentwicklungen
<p>Energiearmut (aufgeschlüsselt nach Geschlecht):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anteil der von Energiearmut Betroffenen in % • Anteil des verfügbaren Haushaltseinkommens, das für Energie aufgewendet wird • Bevölkerung, die in unangemessenen Wohnverhältnissen (z. B. undichtes Dach) oder unter unangemessenen thermischen Komfortbedingungen lebt 	
<p>Primärenergiefaktoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • nach Energieträger • Faktor der nicht erneuerbaren Primärenergie • Faktor der erneuerbaren Primärenergie • Gesamtprimärenergiefaktor 	
<p>Definition von Niedrigstenergiegebäude für neue und bestehende Gebäude</p> <p>Beschreibung der Regionen, die den einzelnen in Anhang III genannten Klimazonen angehören, und Zahl der Nullemissionsgebäude pro Klimazone</p>	<p>Überblick über den rechtlichen und administrativen Rahmen</p>
<p>Kostenoptimale Mindestanforderungen an neue und bestehende Gebäude</p>	

a) Überblick über den nationalen Gebäudebestand (Fortsetzung)

Obligatorische Indikatoren	Fakultative Indikatoren/ Anmerkungen
Primärenergiefaktoren: <ul style="list-style-type: none"> • nach Energieträger • Faktor der nicht erneuerbaren Primärenergie • Faktor der erneuerbaren Primärenergie • Gesamtprimärenergiefaktor 	
Definition von Niedrigstenergiegebäude für neue und bestehende Gebäude Beschreibung der Regionen, die den einzelnen in Anhang III genannten Klimazonen angehören, und Zahl der Nullemissionsgebäude pro Klimazone	Überblick über den rechtlichen und administrativen Rahmen
Kostenoptimale Mindestanforderungen an neue und bestehende Gebäude	

b) Fahrplan für 2030, 2040, 2050

Obligatorische Indikatoren	Fakultative Indikatoren/Anmerkungen
Ziele für jährliche Renovierungsquoten: Anzahl und Gesamtfläche (in m²): <ul style="list-style-type: none"> • nach Gebäudeart • Gebäude mit der schlechtesten • Gesamtenergieeffizienz • umfassende Renovierungen Ziele für den voraussichtlichen Anteil renovierter Gebäude (in %): <ul style="list-style-type: none"> • nach Gebäudeart • nach Renovierungsumfang • nach Maßnahmen für Gebäude-komponenten, die Teil der Gebäudehülle sind, und gebäudetechnische Systeme, die sich erheblich auf die Gesamtenergie-effizienz des Gebäudes auswirken 	
Ziel für den voraussichtlichen Primär- und Endenergieverbrauch (in kt RÖE) und jährliche Nachfrage in kt RÖE und saisonale Spitzennachfrage in GWh/Tag: <ul style="list-style-type: none"> • nach Gebäudeart • nach Endverbrauch Voraussichtliche Energieeinsparungen: <ul style="list-style-type: none"> • nach Gebäudeart • Anteil der Energie aus erneuerbaren Quellen im Gebäudesektor (erzeugte MW) • zahlenmäßige Ziele für den Einsatz von Solarenergie und Wärmepumpen in Gebäuden Ziele für den Austausch alter und ineffizienter Heizgeräte Ziele für den Ausstieg aus fossilen Brennstoffen bei Heiz- und Kühlsystemen <ul style="list-style-type: none"> • nach Gebäudeart • als Anteil an den Gesamtrenovierungen für Gebäude, die mindestens die Gesamtenergieeffizienzklasse D erreichen 	

b) Fahrplan für 2030, 2040, 2050 (Fortsetzung)

Obligatorische Indikatoren	Fakultative Indikatoren/Anmerkungen
<p>Etappenziele und Zielvorgaben für Gebäude zur Erreichung der Gesamteffizienzklassen gemäß Artikel 9 Absatz 1 und höherer Gesamtenergieeffizienz-klassen im Einklang mit dem Klimaneutralitätsziel</p> <p>Ziele für die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie im Einklang mit dem Ziel für den Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen im Gebäudesektor gemäß der Richtlinie (EU) .../... [Neufassung der Erneuerbare- Energien-Richtlinie]</p> <p>Ziele für die Dekarbonisierung von Heizung und Kühlung, beispielsweise durch Fernwärme- und Fernkältenetze, die im Einklang mit den Anforderungen der Artikel 23 und 24 der Richtlinie (EU) [geänderte Energie-effizienz-Richtlinie] und den Anforderungen der Artikel 15, 15a, 20, 23 und 24 der genannten Richtlinie erneuerbare Energie und Abwärme nutzen.</p>	
<p>Ziele für die voraussichtlichen betriebsbedingten Treibhausgasemissionen (in kg CO₂eq/(m².a)):</p> <ul style="list-style-type: none"> nach Gebäudeart <p>Ziele für die voraussichtlichen Lebenszyklus-Treibhausgasemissionen (in kg CO₂eq/(m².a)) mit Etappenzielen für fünf Jahre:</p> <ul style="list-style-type: none"> nach Gebäudeart <p>Ziele für die erwartete Verringerung der Lebenszyklus-Treibhausgasemissionen (in %) mit Etappenzielen für fünf Jahre:</p> <ul style="list-style-type: none"> nach Gebäudeart <p>Auf die Verordnung (EU) Nr. 305/2011 abgestimmte Ziele für die zirkuläre Nutzung von Materialien, den Rezyklatanteil und Sekundärmaterialien sowie für die Suffizienz, gegebenenfalls mit Etappenzielen für fünf Jahre</p> <p>Ziele für die Erhöhung des Kohlenstoffabbaus im Zusammenhang mit der vorübergehenden Speicherung von Kohlendioxid in oder auf Gebäuden</p>	<p>Aufschlüsselung nach Emissionen, die unter Kapitel III [ortsfeste Anlagen], Kapitel IVa [neues Emissionshandelssystem für Gebäude und den Straßenverkehr] der Richtlinie 2003/87/EG fallen, und anderen Emissionsquellen</p>
<p>Voraussichtliche weiter reichende Vorteile</p> <ul style="list-style-type: none"> Schaffung neuer Arbeitsplätze Verringerung des Anteils der von Energiearmut betroffenen Menschen in % Verringerung des Anteils der Menschen, die in Räumlichkeiten mit abträglicher Raumklima-qualität leben, in % und Senkung der Kosten für das Gesundheitssystem aufgrund der Verbesserung der Gesundheit durch bessere Raumklimaqualität nach der Renovierung Ressourceneffizienz, einschließlich der Effizienz der Wassernutzung 	<p>Steigerung des BIP (Anteil und Betrag in Mrd. EUR)</p>

b) Fahrplan für 2030, 2040, 2050 (Fortsetzung)

Obligatorische Indikatoren	Fakultative Indikatoren/ Anmerkungen
Beitrag zur Erreichung der für den Mitgliedstaat verbindlichen nationalen Zielvorgabe für Treibhausgasemissionen gemäß der [überarbeiteten Lastenteilungsverordnung]	
Beitrag zur Erreichung der Energieeffizienzziele der Union gemäß der Richtlinie (EU) .../... [Neufassung der Energieeffizienz-Richtlinie] (Anteil und Menge in kt RÖE, Primär- und Endenergieverbrauch) <ul style="list-style-type: none"> im Hinblick auf das Gesamtenergieeffizienzziel 	
Beitrag zur Erreichung der Ziele der Union für erneuerbare Energie gemäß der Richtlinie (EU) 2018/2001 [geänderte Erneuerbare-Energien-Richtlinie] (Anteil, erzeugte MW): <ul style="list-style-type: none"> Im Hinblick auf das Gesamtziel für Energie aus erneuerbaren Quellen im Hinblick auf das Ziel für den Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen im Gebäudesektor 	
Beitrag zur Erreichung des Klimaziels der Union für 2030 und des Ziels der Klimaneutralität bis 2050 gemäß der Verordnung (EU) 2021/1119 (Anteil und Menge in kg CO ₂ eq/(m ² .a)) <ul style="list-style-type: none"> im Hinblick auf das allgemeine Dekarbonisierungsziel 	

c) Überblick über die umgesetzten und geplanten Strategien und Maßnahmen

Obligatorische Indikatoren	Fakultative Indikatoren/ Anmerkungen
<p>Strategien und Maßnahmen in Bezug auf folgende Elemente:</p> <p>a) Ermittlung kostenoptimaler Konzepte für Renovierungen für verschiedene Gebäudearten und Klimazonen, wobei potenzielle einschlägige Auslösepunkte im Lebenszyklus des Gebäudes berücksichtigt werden sollten</p> <p>b) nationale Mindestvorgaben für die Gesamtenergieeffizienz gemäß Artikel 9 und andere Strategien und Maßnahmen, die auf die Segmente des nationalen Gebäudebestands mit der schlechtesten Gesamtenergieeffizienz ausgerichtet sind</p> <p>c) Förderung umfassender Renovierungen von Gebäuden, einschließlich umfassender Renovierungen in mehreren Stufen ca) hohe Raumklimaqualität sowohl in neuen als auch in renovierten Gebäuden;</p> <p>d) Stärkung und Schutz schutzbedürftiger Kunden und Verringerung der Energiearmut, einschließlich Strategien und Maßnahmen gemäß Artikel 22 der Richtlinie (EU) .../... [Neufassung der Energie-Effizienzrichtlinie], sowie Erschwinglichkeit von Wohnraum;</p> <p>e) Einrichtung zentraler Anlaufstellen oder ähnlicher Mechanismen für die Bereitstellung technischer, administrativer und finanzieller Beratung und Unterstützung;</p> <p>f) Dekarbonisierung der Wärme- und Kälteversorgung, auch durch effiziente Fernwärme- und Fernkältenetze im Einklang mit der ...[überarbeiteten Energie-Effizienzrichtlinie], und Ausstieg aus fossilen Brennstoffen in der Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden im Hinblick auf einen geplanten Ausstieg bis 2035 und, sofern – wie der Kommission dargelegt – nicht machbar, bis spätestens 2040; fa) Fahrplan für den Ausstieg aus fossilen Brennstoffen in Gebäuden bis 2035 und sofern – wie der Kommission dargelegt – nicht machbar, bis spätestens 2040</p> <p>g) Förderung erneuerbarer Energiequellen in Gebäuden im Einklang mit dem Ziel für den Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen im Gebäudesektor gemäß Artikel 15a ga) Einsatz von Solarenergieanlagen auf Gebäuden;</p> <p>h) Verringerung der Lebenszyklus-Treibhausgasemissionen im Zusammenhang mit dem Bau, der Renovierung, dem Betrieb und dem Ende der Lebensdauer von Gebäuden sowie Nutzung der CO₂-Entfernung ha) Verringerung des gesamten ökologischen Fußabdrucks aller Gebäudeteile und -komponenten, u. a. durch den Einsatz nachhaltiger, sekundärer und vorzugsweise lokal beschaffter Bau- und Renovierungsprodukte</p>	<p>Strategien und Maßnahmen in Bezug auf folgende Elemente:</p> <p>a) Erhöhung der Klimaresilienz von Gebäuden;</p> <p>b) Förderung des Energiedienstleistungsmarktes;</p> <p>c) Verbesserung des Brandschutzes;</p> <p>d) Stärkung der Katastrophenresilienz, einschließlich Risiken im Zusammenhang mit intensiven seismischen Aktivitäten;</p> <p>e) Entfernung gefährlicher Stoffe einschließlich Asbest und</p> <p>f) Zugänglichkeit für Menschen mit Behinderungen.</p> <p>Für alle Strategien und Maßnahmen: Verwaltungsressourcen und –kapazitäten abgedeckte(r) Bereich(e):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gebäude mit der schlechtesten Gesamtenergieeffizienz • Mindestvorgaben für die Gesamtenergieeffizienz • Energiearmut, Sozialwohnungen • öffentliche Gebäude • Wohngebäude (Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser) • Nichtwohngebäude • Industrie • erneuerbare Energiequellen • Ausstieg aus fossilen Brennstoffen in der Wärme- und Kälteversorgung • Lebenszyklus-Treibhausgasemissionen • Kreislaufwirtschaft und Abfall • zentrale Anlaufstellen • Renovierungspässe • intelligente Technologien • nachhaltige Mobilität betreffende Aspekte in Gebäuden • Quartiers- und Nachbarschaftsansätze • Kompetenzen, Aus- und Weiterbildung • Sensibilisierungskampagnen und Beratungsinstrumente

c) Überblick über die umgesetzten und geplanten Strategien und Maßnahmen (Fortsetzung)

Obligatorische Indikatoren	Fakultative Indikatoren/ Anmerkungen
<p>i) Vermeidung und hochwertige Behandlung von Bau- und Abbruchabfällen im Einklang mit der Richtlinie 2008/98/EG, insbesondere im Hinblick auf die Abfallhierarchie, und den Zielen der Kreislaufwirtschaft ia) Erhöhung des Anteils der Gebäude mit Ausweisen über die Gesamtenergieeffizienz, auch für Haushalte mit niedrigem Einkommen</p> <p>j) Quartiers- und Nachbarschaftsansätze, unter Berücksichtigung der Rolle von Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften und Bürgerenergiegemeinschaften</p> <p>k) Verbesserung von Gebäuden, die sich im Eigentum öffentlicher Einrichtungen befinden, einschließlich Strategien und Maßnahmen gemäß den Artikeln 5, 6 und 7 der [Neufassung der Energie-Effizienzrichtlinie]</p> <p>l) Förderung intelligenter Technologien und von Infrastrukturen in Gebäuden für eine nachhaltige Mobilität</p> <p>m) Beseitigung von Marktbarrieren und Marktversagen</p> <p>n) Schließen von Qualifikationslücken und Beheben von Missverhältnissen bei personellen Kapazitäten sowie Förderung von Bildungs-, Ausbildungs-, Weiterbildungs- und Umschulungsmöglichkeiten im Bausektor sowie in den Bereichen Energieeffizienz und erneuerbare Energie, auch unter Berücksichtigung der geschlechtsspezifischen Dimension, und na) wesentliche Leistungsindikatoren für Weiterbildungs- und/oder Umschulungsmaßnahmen und für geschaffene Arbeitsplätze;</p> <p>o) Sensibilisierungskampagnen und andere Beratungsinstrumente oa) Förderung intelligenter Technologien für die Überwachung, Analyse und Simulation der Energieleistung von Gebäuden während des gesamten Lebenszyklus, einschließlich 3D-Modellierungstechnologien ob) neue Inspektionssysteme, einschließlich digitaler Werkzeuge und Checklisten, um die Einhaltung der Gebäudeautomatisierungs- und -steuerungsmöglichkeiten zu überprüfen; oc) Förderung von Energiemanagementlösungen wie Energieleistungsverträgen; od) Maßnahmen zur Erhöhung des Anteils von Gebäuden mit Ausweisen über die Gesamtenergieeffizienz oder alternativen Echtzeitmesssystemen; oe) Neuentwicklung und Unterstützung von Initiativen zur Energieeffizienz und -sanierung, die von den Bürgern ausgehen, insbesondere der Rolle von Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften und Bürgerenergiegemeinschaften</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Angabe der Zahl der Personen, die in ihrem Mitgliedstaat im Baugewerbe ausgebildet werden; • Geografische Abdeckung der beruflichen Bildung • Zahl der Unternehmen, die Weiterbildungen und Berufsausbildungen anbieten • Teilnahme von Frauen und Jugendlichen an Programmen für berufliche Bildung und Berufsausbildungen • Begonnene und abgeschlossene Programme für berufliche Bildung und Berufsausbildungen • Zahl der abgeschlossenen Sensibilisierungskampagnen für Angebote der beruflichen Bildung

c) Überblick über die umgesetzten und geplanten Strategien und Maßnahmen
(Fortsetzung)

Obligatorische Indikatoren	Fakultative Indikatoren/ Anmerkungen
<p>Für alle Strategien und Maßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bezeichnung der Strategie oder Maßnahme • Kurze Beschreibung (genauer Umfang, Ziel und Funktionsweise) • Quantifiziertes Ziel • Art der Strategie oder Maßnahme (z. B. Maßnahme legislativer, wirtschaftlicher, steuerlicher Art; Aus- oder Weiterbildungsmaßnahme, Sensibilisierungsmaßnahme) • Vorgesehene Haushaltsmittel und Finanzierungsquellen • Für die Umsetzung der Strategie zuständige Stellen • Voraussichtliche Wirkung • Stand der Durchführung • Datum des Inkrafttretens • Durchführungszeitraum 	

d) Ausführlicher Fahrplan für den Investitionsbedarf, die Finanzierungsquellen und die Verwaltungsressourcen

Obligatorische Indikatoren	Fakultative Indikatoren/ Anmerkungen
<ul style="list-style-type: none"> • Gesamtinvestitionsbedarf für 2030, 2040, 2050 (in Mio. EUR) • öffentliche Investitionen (in Mio. EUR) • private Investitionen (in Mio. EUR) einschließlich auf Energieeffizienz ausgerichteter Darlehen, Hypotheken für Gebäuderenovierungen, Anleiheemissionen oder anderer Finanzierungsmechanismen • Haushaltsmittel • gesicherte Mittel 	

da) Fahrplan zur Bekämpfung der Energiearmut

Obligatorische Indikatoren	Fakultative Indikatoren/ Anmerkungen
<ul style="list-style-type: none"> • Zielvorgaben für die Verringerung der Energiearmutsquote • Anzahl der Haushalte in Energiearmut • Liste der umgesetzten und geplanten Strategien zur Verringerung der Energiearmut • Liste der durchgeführten und geplanten Finanzierungsmaßnahmen zur Verringerung der Energiearmut 	

6 Resümee

Die Vorliegende Studie analysiert in den Mitgliedsländern und -kantonen der Internationalen Bodensee-Konferenz die aktuellen Fördersysteme für Energieeffizienzmaßnahmen im Gebäudebereich und Maßnahmen zur Förderung von erneuerbaren Energien im Gebäudebereich. Die Untersuchung der Fördersysteme der betrachteten IBK-Anrainer-Regionen erfolgte in zwei Teilschritten:

- Vergleich der Fördersysteme anhand qualitativer Merkmale
- Vergleich der Energieniveaus der Fördersysteme anhand Endenergiebedarfsberechnungen und Förderabschätzungen für Mustergebäude

Nach Analyse der Fördersysteme im Gebäudesektor der betrachteten IBK-Regionen können die Erkenntnisse wie folgt zusammengefasst werden:

5. Die Mindestanforderungen der Förderprogramme in allen Regionen lassen Energieniveaus zu, die nicht kompatibel zum Pariser Klimaziel sind. Die Energieniveaus, bei denen die höchsten Förderungen vergeben werden, erreichen in vielen Fällen in etwa das Paris-kompatible Niveau (Ploß *et al.*, 2022).
6. Während in manchen Regionen eine Solarpflicht schon im Baurecht verankert ist, gibt es andere Regionen, in denen sie sogar in der Förderung nicht verankert ist.
7. Förderungen werden in vielen Fällen schon für nicht-Paris-kompatible Standards vergeben. Oft erhalten höhere energetische Qualitäten höhere Förderungen.
8. Die Höhe der Förderung unterscheidet sich in den untersuchten Regionen um den Faktor 8 bis 10. (dazu Anmerkung: Kapitalwerte der Förderungen, ohne Anpassung an die unterschiedlichen Preisverhältnisse und Baukosten)

Für den Bereich Neubau können außerdem folgende Aussagen getroffen werden:

7. In Verbindung mit der Solarpflicht fordert Baden-Württemberg die baurechtlich anspruchsvollsten Qualitäten aller betrachteten IBK-Regionen.
8. In Verbindung mit der Solarpflicht und dem bundesweit geförderten Effizienzhausstandard EH40EE, fördert Baden-Württemberg die Gebäude mit dem geringsten effektiven Endenergiebedarf.
9. Alle betrachteten Schweizer Kantone haben eine Solarpflicht im Baurecht verankert.
10. Der Bereich Neubau wird im Kanton Zürich nicht gefördert .
11. In Liechtenstein und Vorarlberg werden ab Erfüllung der baurechtlichen Anforderungen (in V zuzüglich Anforderungen an Eigenstromerzeugung, Ökologie, Einkommensgrenzen) Förderungen ausbezahlt, hier können aus Energiesicht Mitnahmeeffekte erfolgen.
12. Die höchstgeförderten MFH-Neubauten in Baden-Württemberg und Vorarlberg sind im Bereich der Paris-Ziel-kompatiblen Anforderung (Ploß *et al.*, 2022)

Für den Bereich Bestand/Sanierung können die Erkenntnisse wie folgt resümieren:

6. Baden-Württemberg hat als einzige Region eine Solarpflicht im Bereich Sanierung (Dach) - dies wirkt sich u. A. stark auf den Endenergiebedarf der minimalen Sanierungsvarianten aus.
7. Nur in Vorarlberg ergeben sich Sanierungsvarianten mit maximaler Förderung gänzlich ohne Eigenstromerzeugung.
8. Im Vergleich der betrachteten Regionen unterscheiden sich die Förderungen um etwa den Faktor 3 bis 9.
9. Der Kanton St. Gallen fördert Einzelmaßnahmen und Sanierungen in Etappen, jedoch keine Minergie-P-Gesamtsanierungen. Scheinbar wird ab einem gewissen Aufwand auf den Ersatzneubau gelenkt.
10. Die Förderkosten je eingesparter kWh/m²_{EBF} reichen von 0,7 bis rund 12 €/kWh/m²_{EBF} und sind für die Niveaus mit maximaler Förderung vorwiegend am höchsten.

Abschließend erfolgt ein Vorschlag für geeignete Indikatoren, um ein Monitoring des Transformationsprozesses zu ermöglichen. Die Indikatoren beschreiben vier entscheidende Größen, nämlich die Sanierungsraten für die Heizung und für die Gebäudehülle sowie die Abriss- und die Neubaurate. Hierbei wird empfohlen, Maßnahmen an der Hülle und den Austausch des Wärmeerzeugers separat auszuweisen. Die Definition der Abrissrate sollte sich auf die Gesamtanzahl bzw. Gesamtwohn- bzw. Nutzfläche (Nicht-Wohnbau) beziehen und nach Baualtersklasse, Gebäudetyp sowie ggfls. nach Besitzverhältnissen differenziert werden.

Literatur

Amann, W. (2020) 'Definition und Messung der thermisch-energetischen Sanierungsrate in Österreich'. Edited by Institut für Immobilien Bauen und Wohnen GmbH and Umweltbundesamt.

Amt der Vorarlberger Landesregierung (ed.) (2023a) 'Bautechnikverordnung Vorarlberg, Fassung vom 28.09.2023 - Verordnung der Landesregierung über die technischen Erfordernisse von Bauwerken StF: LGBl.Nr. 84/2012 (RL 2002/91/EG vom 16. Dezember 2012)'.

Amt der Vorarlberger Landesregierung (ed.) (2023b) 'Wohnhaussanierungsrichtlinie 2023'.

Austrian Standards International (ed.) (2012) 'ÖNORM H5055 - Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden'.

Austrian Standards International (ed.) (2020) 'ÖNORM B8110 - Wärmeschutz im Hochbau'.

Bayrische Staatsregierung (ed.) (2007) 'Bayerische Bauordnung (BayBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2007 (GVBl. S. 588) BayRS 2132-1-B (Art. 1–84)'.

Bundesamt für Energie BFE, Konferenz Kantonalen Energiefachstellen EnFK (ed.) (2015) 'Harmonisiertes Fördermodell der Kantone (HFM 2015) Schlussbericht'.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (ed.) (2023a) 'Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG)'.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (ed.) (2023b) 'Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG)'.

Cischinsky, H. and Diefenbach, N. (2018) 'Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016'. Edited by Institut Wohnen und Umwelt.

Deutsche Bundesregierung (2022) 'Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden* (Gebäudeenergiegesetz - GEG)'.

Energie- und Umweltzentrum Allgäu (2023) 'EZA'. Energie- und Umweltzentrum Allgäu. Available at: https://www.eza-allgaeu.de/fileadmin/user_data/eza/Dokumente/Bau_und_Energieberatung/Bauen_und_Sanieren-2023.pdf (Accessed: 28 September 2023).

Internationale Bodensee-Konferenz (2011) 'IBK-Statusbericht Wirtschaftliche Rahmenbedingungen für Energieeffizienz und erneuerbare Energien im Bodenseeraum'.

Internationale Bodensee-Konferenz (2018) 'Strukturwandel in Heizkellern Status Quo und Strategien zur Dekarbonisierung des Gebäudesektors in der Bodenseeregion (IBK-Raum)'.

Internationale Bodensee-Konferenz (ed.) (2019) 'Vergleich der Gebäudevorschriften und Energieanforderungen im Bodenseeraum'.

Kanton Appenzell Innerrhoden (ed.) (2023) 'Förderprogramm Energie - Förderprogramm im Bereich der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien'.

Landesregierung Baden-Württemberg (ed.) (2023) 'Landesbauordnung für Baden-Württemberg (LBO) in der Fassung vom 5. März 2010'.

Loga, T. (2003) 'Der Einfluss des Gebäudestandards und des Nutzerverhaltens auf die Heizkosten'; Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt.

myclimate (2023) *Förderung Heizungssanierung*. Available at: <https://www.myclimate.org/de-ch/aktiv-werden/klimaschutzprojekte/foerderung-waermepumpe-pellets/> (Accessed: 28 September 2023).

Neubauförderungsrichtlinie (2023) 'Neubauförderungsrichtlinie 2023 für den privaten Wohnbau'.

Ploß, M. *et al.* (2020) 'Szenarienbetrachtung 2030'. Edited by Energieinstitut Vorarlberg.

Ploß, M. *et al.* (2022) 'Low-Cost nZEB Paris-kompatible Mehrfamilienhäuser'. Edited by Energieinstitut Vorarlberg.

Anhang

Tabelle 14: Förderungen für EFH-Neubau Min und Max

IBK-Region	Neubau Min		Neubau Max	
	Zuschuss	Kreditvorteil	Zuschuss	Kreditvorteil
V	2.140	39.560	3.140	49.450
AI			12.675	
AR			13.675	
SG			12.675	
ZH				
FL			13.055	
D			17.139	

Tabelle 15: Förderungen für EFH-Heizungstausch; In D zzgl. Solarthermie und Annahme zu Gesamtkosten

IBK-Region	Fördergeber	Pellets-Kessel	Fernwärme	LWP	SWP
V	Bund	13.500	13.500	11.500	13.500
AI	Kanton	4.000	4.000	2.248	4.344
AR	Kanton	7.500	6.750	4.850	10.000
SG	Kanton/ MyClimate	8.856	-	2.800	6.000
ZH	Kanton		7.916	4.650	10.650
FL	Land+ Gemeinde	18.154	24.357	13.726	16.110
D	Bund	12.000	8.000	22.000	24.000

Tabelle 16: Förderungen für EFH-Sanierung Min und Max

IBK-Region	Sanierung Min		Sanierung Max	
	Zuschuss	Kreditvorteil	Zuschuss	Kreditvorteil
V	20.500	71.153	30.760	87.005
AI			64.685	
AR			41.141	
SG			19.905	
ZH			43.480	
FL			164.343	
D	6.000	19.538	37.500	19.281

Tabelle 17: Förderungen für MFH-Neubau Min und Max

IBK-Region	Neubau Min		Neubau Max	
	Zuschuss	Kreditvorteil	Zuschuss	Kreditvorteil
V	3.600	534.058	17.700	712.078
AI			82.880	
AR			92.880	
SG			110.000	
ZH			10.000	
FL			20.942	
D			360.000	246.806

Tabelle 18: Förderungen für MFH-Heizungstausch; In D Annahme Gesamtkosten

IBK-Region	Fördergeber	Pellets-Kessel	Fernwärme	LWP	SWP
V	Bund	42.100	42.100	38.300	42.100
AI	Kanton	8.435	7.490	5.200	10.930
AR	Kanton	19.790	18.470	17.330	24.760
SG	Kanton/ MyClimate	37.732	20.000	23.490	28.070
ZH	Kanton/ MyClimate	17.732	8.329	7.848	14.165
FL	Land+ Gemeinde	21.315	24.566	14.074	16.470
D	Bund	32.000	48.000	60.000	72.000

Tabelle 19: Förderungen für MFH-Sanierung Min und Max

IBK-Region	Sanierung Min		Sanierung Max	
	Zuschuss	Kreditvorteil	Zuschuss	Kreditvorteil
V	81.075	171.787	90.275	222.963
AI	45.933		84.527	
AR	76.758		109.533	
SG	55.979		63.979	
ZH	56.291		141.719	
FL	116.182		171.062	
BW	66.000	214.927	412.500	212.099
BY	66.000	214.927	264.000	180.991

Tabelle 20: Förderungen für NWG-Neubau Min und Max

IBK-Region	Neubau Min		Neubau Max	
	Zuschuss	Kreditvorteil	Zuschuss	Kreditvorteil
V	5.430		18.582	
AI	7.200		146.650	
AR			156.650	
SG	7.200		146.650	
ZH	7.200		10.000	
FL	20.942		93.442	
D				

Tabelle 21: Förderungen für NWG-Heizungstausch; In D Annahme Gesamtkosten

IBK-Region	Fördergeber	Pellets-Kessel	Fernwärme	LWP	SWP
V	Bund	7.500	7.500	7.500	7.500
AI	Kanton	6.355	4.922	2.800	10.878
AR	Kanton	9.230	7.442	6.926	16.228
SG	Kanton/ MyClimate	20.964		4.428	10.884
ZH	Kanton		8.643	6.578	11.935
FL	Land+ Gemeinde	28.692	30.000	30.000	30.000
D	Bund	16.000	12.000	30.000	40.000

Tabelle 22: Förderungen für NWG-Sanierung Min und Max

IBK-Region	Sanierung Min		Sanierung Max	
	Zuschuss	Kreditvorteil	Zuschuss	Kreditvorteil
V	47.736		71.568	
AI	152.927		78.558	
AR	180.763		120.000	
SG	87.673		103.319	
ZH	127.452		292.410	
FL	208.424		310.898	
BW	273.300	421.575	683.250	351.312
BY	273.300	421.575	683.250	351.312

Tabelle 23: Berücksichtigte Förderprogramme der betrachteten IBK-Regionen(NB min = Neubau nach Baurecht/Bauordnung; NB max = Neubau gemäß Anforderung maximale Förderung; SAN min = Sanierung nach minimaler Anforderung Förderung; SAN max = Sanierung nach maximaler Anforderung Förderung)

	FL	SG	AI	AR	ZH	V	BY	BW
NB-EFH min	Heizungsförderung + Gemeindeförderung Vaduz	PV	PV		PV	Neubauförderung, Ener- gieförderung	Keine Förderung	Keine Förderung
NB-EFH max	Heizungsförderung, Minergie, PV, + Gemeindeförderung Vaduz	Minergie, PV	Minergie, PV	Minergie, PV Km-21	PV	Neubauförderung, HWB- Bonus, CO2-Bonus, Energieförderung	KfW-EH40	KfW-EH40
NB-MFH min	Heizungsförderung, + Gemeindeförderung Vaduz	PV	PV		PV	Neubauförderung, Ener- gieförderung	Keine Förderung	Keine Förderung
NB-MFH max	Heizungsförderung, Minergie, PV, + Gemeindeförderung Vaduz	Minergie, PV	Minergie, PV	Minergie, PV Km-21	PV	Neubauförderung, HWB- Bonus, CO2-Bonus, Energieförderung	KfW-EH40	KfW-EH40
NB-NWG min	Heizungsförderung, + Gemeindeförderung Vaduz	PV	PV		PV	Neubauförderung, Ener- gieförderung	Keine Förderung	Keine Förderung
NB-NWG max	Heizungsförderung, Miner- gie, PV, + Gemeindeförderung Vaduz	Minergie, PV	Minergie, PV	Minergie, PV Km-21	PV	Neubauförderung, HWB- Bonus, CO2-Bonus	KfW-EH40	KfW-EH40

SAN-EFH min	Förderung Wärmedämmung, Heizungsförderung, + Gemeindeförderung Vaduz	M-01 M-05	M-01 M-14 M-05	M-01 M-14 M-05	M-01 M-05	Wohnhaussanierungsförderung Basis, +Sanierungsbonus „gute Sanierung“, Energieförderung „Raus aus Öl“	KfW-EH85	KfW-EH85
SAN-EFH max	Förderung Wärmedämmung, Heizungsförderung, Miner- gie, PV, + Gemeindeförderung Vaduz	M-01 M-06 PV	M-12 PV	M-12 PV Km-21	M-12 PV	Wohnhaussanierungsförderung Basis, +HWB-Bonus, +CO2-Bonus, Sanierungsbonus „klima:aktiv Sanierung“, Energieförderung „Raus aus Öl“	KfW-EH40	KfW-EH40EE
SAN-MFH min	Förderung Wärmedämmung, Heizungsförderung, + Gemeindeförderung Vaduz	M-01 M-05	M-01 M-14 M-05	M-01 M-14 M-05	M-01 M-05	Wohnhaussanierungsförderung Basis, +Sanierungsbonus „gute Sanierung“, Energieförderung „Raus aus Öl“	KfW-EH85	KfW-EH85
SAN-MFH max	Förderung Wärmedämmung, Heizungsförderung, Miner- gie, PV, + Gemeindeförderung Vaduz	M-01 M-06 PV	M-12 PV	M-12 PV Km-21	M-12 PV	Wohnhaussanierungsförderung Basis, +HWB-Bonus, +CO2-Bonus, Sanierungsbonus „klima:aktiv Sanierung“, Energieförderung „Raus aus Öl“	KfW-EH40	KfW-EH40EE
SAN-NWG min	Förderung Wärmedämmung, Heizungsförderung, + Gemeindeförderung Vaduz	M-01 M-05	M-01 M-14 M-05	M-01 M-14 M-05	M-01 M-05	Umfassende Gebäudesanierung, „Raus aus Öl“	KfW-EH70	KfW-EH70

SAN-NWG max	Förderung Wärmedämmung, Heizungsförderung, Miner- gie, PV, + Gemeindeförderung Vaduz	M-01 M-06 PV	M-12 PV	M-12 PV Km-21	M-12 PV	Umfassende Gebäudesanierung, „Raus aus Öl“	KfW-EH40EE	KfW-EH40EE
EFH-HT	Heizungsförderung, + Gemeindeförderung Vaduz	MyClimate M-05 M-06	M-03 M-05 M-06 M-07	M-03 M-05 M-06 M-07	EZS M-05 M-06 M-07	„Raus aus Öl“	Bafa	Bafa
MFH-HT	Heizungsförderung, + Gemeindeförderung Vaduz	MyClimate M-05 M-06	M-03 M-05 M-06 M-07	M-03 M-05 M-06 M-07	EZS M-05 M-06 M-07	„Raus aus Öl“	Bafa	Bafa
NWG-HT	Heizungsförderung, + Gemeindeförderung Vaduz	MyClimate M-05 M-06	M-03 M-05 M-06 M-07	M-03 M-05 M-06 M-07	EZS M-05 M-06 M-07	„Raus aus Öl“	Bafa	Bafa

Abbildungen

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Vorgangsweise des quantitativen Vergleichs ...	22
Abbildung 2: Einfamilienhaus Neubau (EFH-NB).....	23
Abbildung 3: Mehrfamilienhaus Neubau	24
Abbildung 4: Bürogebäude Neubau.....	24
Abbildung 5: Einfamilienhaus Bestand (sanierter Zustand abgebildet); mittlerer U-Wert inkl. Fenster und Wärmebrücken	24
Abbildung 6: Mehrfamilienhaus Bestand; mittlerer U-Wert inkl. Fenster und Wärmebrücken	25
Abbildung 7: Bürogebäude Bestand); mittlerer U-Wert inkl. Fenster und Wärmebrücken	25
Abbildung 8: Der Einfluss des Gebäudestandards und des Nutzerverhaltens auf die Heizkosten (Loga, 2003)	29
Abbildung 9: Darstellung der Berechnungsschritte zwischen dem Nachweisverfahren lt. Norm SIA380/1 und der Berechnung als Verbrauchsprognose mittels Passivhaus-Projektierungspaket am Beispielprojekt MFH-Neubau; neben den unterschiedlichen Rechenalgorithmen ergeben sich Änderungen hinsichtlich Flächenbezug (EBF_{A_E} / EBF_{PHPP}), Raumtemperatur und WW-Verbrauch, Beaufschlagung bzw. Berechnung der Brauchwarmwasserverluste und bei der Berechnung der Jahresarbeitszahlen	32
Abbildung 10: spezifischer Endenergiebedarf nach Anwendung (RH = Raumheizung; WW = Warmwasser) sowie spezifischer PV-Eigenverbrauch und spezifischer Netzbezug des Mustergebäudes Einfamilienhaus Neubau: Berechnung als Verbrauchsprognoseberechnung mit PHPP, Bezug auf m^2 Energiebezugsfläche PHPP (Nettofläche); pro Region sind mehrere Varianten dargestellt:	33
Abbildung 11: spezifischer Endenergiebedarf nach Anwendung (RH = Raumheizung; WW = Warmwasser) sowie spezifischer PV-Eigenverbrauch und spezifischer Netzbezug des Mustergebäudes Mehrfamilienhaus Neubau: Berechnung als Verbrauchsprognoseberechnung mit PHPP, Bezug auf m^2 Energiebezugsfläche PHPP (Nettofläche); die punktierte horizontale Linie bezeichnet die Anforderung an Paris-Ziel-kompatible Gebäude für AT und D (Ploß <i>et al.</i> , 2022); pro Region sind mehrere Varianten dargestellt:.....	34
Abbildung 12: spezifische, gemessene Endenergieverbräuche für Heizung und Warmwasser der besten gemessenen MFH-Projekte in Deutschland und Österreich.....	35
Abbildung 13: Abhängigkeit der Förderhöhe vom spezifischen Jahres-Netzbezug an Strom in Summe aller Anwendungen; jeweils pro m^2_{EBF} ; die punktierte Linie bezeichnet die Anforderung an Paris-Ziel-kompatible Gebäude für AT und D (Ploß <i>et al.</i> , 2022)	36
Abbildung 14: Jahresbilanzielle Endenergiebedarfsberechnungen der Varianten NWG-Neubau bezogen auf m^2 -Energiebezugsfläche-PHPP (Nettofläche), jeweils entsprechend	

baurechtlicher Mindestanforderung und maximaler Förderung (Nutzerstrom bestehend aus: EDV, Beleuchtung, Allgmeinstrom,...).....	37
Abbildung 15: Abhängigkeit der Förderhöhe vom spezifischen Jahres-Netzbezug an Strom in Summe aller Anwendungen; Jahresbilanzieller Endenergiebedarf inkl. PV-Eigenverbrauch der Varianten NWG--Neubau und Barwerte der möglichen Förderungen, jeweils pro m^2_{EBF}	38
Abbildung 16: spezifischer Endenergiebedarf der Varianten Bestand, Heizungstausch und Sanierung EFH-Heizungstausch und Sanierung, bezogen auf m^2 -Energiebezugsfläche-PHPP (Nettofläche), jeweils entsprechend minimaler und maximaler Anforderung der Förderregime; Für Deutschland gilt beim Einbau eines Biomasse-Heizkessels eine Pflicht zur Kombination mit Solarthermie	40
Abbildung 17: Investitionszuschüsse für den Austausch fossiler Heizsysteme gegen Pelletskessel, Anschluss an Fern-/Nahwärmenetze, Luft-Wärmepumpe und Erdwärmepumpe; Für D gelten die Annahmen aus Tabelle 11; In SG werden FW-Anschlüsse nur kommunal gefördert; für Pellets ist in SG die bundesweite Förderung der Stiftung KliK bzw. für ZH von Energiezukunft Schweiz berücksichtigt.....	41
Abbildung 18: Förderkosten je eingesparter kWh/(m^2_{EBF} a) gegenüber dem Bestand für die Sanierungsvarianten des Mustergebäude Einfamilienhaus Sanierung	41
Abbildung 19: spezifischer Endenergiebedarf der Varianten MFH-Heizungstausch, bezogen auf m^2 -Energiebezugsfläche-PHPP (Nettofläche), Dieses Mustergebäude verfügt über kein WW-Verteilssystem; daher wurde für Deutschland auf den aktuellen Entwurf der GEG-Novellierung zurückgegriffen wodurch die Kombinationspflicht der Pelletskessel mit Solarthermie entfällt	42
Abbildung 20: Investitionszuschüsse für die erstmalige Installation eines Wärmeverteilsystems und den Austausch fossiler Heizsysteme gegen Pelletskessel, Anschluss an Fern-/Nahwärmenetz, Luft-Wärmepumpe und Erdwärmepumpe; Für D gelten die Annahmen aus Tabelle 11	42
Abbildung 21: spezifischer Endenergiebedarf der Varianten MFH-Sanierung mit Wärmepumpenheizung, bezogen auf m^2 -Energiebezugsfläche-PHPP (Nettofläche), jeweils entsprechend minimaler und maximaler Anforderung der Förderregime	43
Abbildung 22: Jahresbilanzieller Endenergiebedarf inkl. PV-Eigenverbrauch der Varianten MFH-Sanierung und Barwerte der möglichen Förderungen, jeweils pro m^2_{EBF}	44
Abbildung 23: Förderkosten je eingesparter kWh/(m^2_{EBF} a) gegenüber Bestand für die Sanierungsvarianten des Mustergebäude Mehrfamilienhaus Sanierung	45
Abbildung 24: Jahresbilanzielle Endenergiebedarfsberechnungen der Varianten NWG-Heizungstausch, bezogen auf m^2 -Energiebezugsfläche-PHPP (Nettofläche), Dieses Mustergebäude verfügt über kein WW-Verteilssystem; daher wurde für Deutschland auf den	

aktuellen Entwurf der GEG-Novellierung zurückgegriffen, worin die Kombinationspflicht der Pelletskessel mit Solarthermie entfällt	45
Abbildung 25: Investitionszuschüsse für den Austausch fossiler Heizsysteme im NWG gegen Pelletskessel, Anschluss an Fern-/Nahwärmenetze, Luft-Wärmepumpe und Erdwärmepumpe; Für D gelten die Annahmen aus Tabelle 10.....	46
Abbildung 26: Jahresbilanzielle Endenergiebedarfsberechnungen der Varianten NWG-Sanierung, bezogen auf m ² -Energiebezugsfläche-PHPP (Nettofläche), jeweils entsprechend minimaler und maximaler Anforderung der Förderregime.....	47
Abbildung 27: Förderkosten je eingesparter kWh/(m ² _{EBF} a) gegenüber Bestand für die Sanierungsvarianten des Mustergebäudes NWG-Sanierung.....	48
Abbildung 28: Entwicklung des Endenergieeinsatzes des Österreichischen Gebäudeparks zur Raumwärme- und Warmwasserbereitung (Kranzl 2019)	54
Abbildung 29: Dämmstoffdicken bei nachträglicher Außenwanddämmung im Altbau bis Baujahr 1978 nach Außenwandtyp (IWU 2018).....	58
Abbildung 30: Neubaurate im Jahr 2021: Anzahl der fertiggestellten Wohneinheiten pro 100.000 Einwohner; Quellen: Zusammenstellung Energieinstitut Vorarlberg auf Basis der Angaben der statistische Ämter der aufgeführten Staaten.....	63
Abbildung 31: Verlauf der Anzahl der abgerissenen Gebäude und Wohnungen in Deutschland (Destatis 2023).....	64

Tabellen

Tabelle 1: Qualitativer Vergleich der Fördersysteme im Bereich Neubau-Wohngebäude (zum Rechtsstand 1.6.2023)	11
Tabelle 2: Qualitativer Vergleich der Fördersysteme beim Neubau von Nicht-Wohngebäuden (zum Rechtsstand 1.6.2023).....	13
Tabelle 3: Qualitativer Vergleich der Fördersysteme im Bereich Gesamtsanierung-Wohngebäude (zum Rechtsstand 1.6.2023).....	16
Tabelle 4: Qualitativer Vergleich der Fördersysteme im Bereich Einzelmaßnahmen Sanierung-Wohngebäude (zum Rechtsstand 1.6.2023).....	17
Tabelle 5: Qualitativer Vergleich der Fördersysteme bei der Sanierung von Nicht-Wohngebäuden (zum Rechtsstand 1.6.2023).....	18
Tabelle 6: Indirekte- und Einzelmaßnahmen; für V gelten die Einzelmaßnahmen bei der Bauteilsanierung nur bei Wohngebäuden (zum Rechtsstand 1.6.2023).....	20
Tabelle 7: Sammlung einiger zentraler Unterschiede in der länderspezifischen Nachweisführung.....	26
Tabelle 8: Variantenmatrix der technischen Gebäudeausstattung	27

Tabelle 9: Randbedingungen des Nutzerverhaltens für Verbrauchsprognosen (Loga, 2003; Ploß <i>et al.</i> , 2022); Für Haushaltsstrom und Hilfsstrom wurden die Standardberechnung aus PHPP übernommen	28
Tabelle 10: Beispielhafte Berechnung des Zinsvorteils von geförderten Darlehen für die Regionen Vorarlberg, BW und BY	30
Tabelle 11: Angenommene Investitionskosten der Maßnahme Heizungstausch für die Regionen BW und BY; Beim MFH ist die erstmalige Installation von Wärmeverteilsystem und Heizkörpern mit € 100.000 berücksichtigt.....	31
Tabelle 12: Ermittlung der betriebswirtschaftlich optimale, flächengewichtete Gesamtanierungsrate der Gebäudehülle	55
Tabelle 13: Statistische Kennwerte zum Abriss von Wohneinheiten im DACH-Raum; Quellen (Destatis 2023); (Stat. Austria 2022).....	65
Tabelle 14: Förderungen für EFH-Neubau Min und Max	78
Tabelle 15: Förderungen für EFH-Heizungstausch; In D zzgl. Solarthermie und Annahme zu Gesamtkosten.....	78
Tabelle 16: Förderungen für EFH-Sanierung Min und Max.....	78
Tabelle 17: Förderungen für MFH-Neubau Min und Max.....	79
Tabelle 18: Förderungen für MFH-Heizungstausch; In D Annahme Gesamtkosten	79
Tabelle 19: Förderungen für MFH-Sanierung Min und Max	79
Tabelle 20: Förderungen für NWG-Neubau Min und Max.....	80
Tabelle 21: Förderungen für NWG-Heizungstausch; In D Annahme Gesamtkosten.....	80
Tabelle 22: Förderungen für NWG-Sanierung Min und Max	80
Tabelle 23: Berücksichtigte Förderprogramme der betrachteten IBK-Regionen(NB min = Neubau nach Baurecht/Bauordnung; NB max = Neubau gemäß Anforderung maximale Förderung; SAN min = Sanierung nach minimaler Anforderung Förderung; SAN max = Sanierung nach maximaler Anforderung Förderung)	81