



architekturbüro  
schulze darup



INSTITUT FÜR ENERGIE-  
UND UMWELTFORSCHUNG  
HEIDELBERG

---

# Neukonzeption des Gebäudeenergiegesetzes (GEG 2.0) zur Erreichung eines klimaneutralen Gebäudebestandes

## Ein Diskussionsimpuls

Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Martin Pehnt, Peter Mellwig, Julia Lempik, Mandy Werle (ifeu)

Burkhard Schulze Darup

Winfried Schöffel, Volker Drusche (Energie Effizienz Institut)

Heidelberg, Berlin, Weimar, September 2021

---





<b>1 Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>2 Voranalyse</b>	<b>7</b>
2.1 Einführung	7
2.2 Ziel des Projekts	7
2.3 Existierende Entwürfe	8
2.4 Bezug zu anderen Regelungen	8
<b>3 Grundkonzept</b>	<b>10</b>
<b>4 Eckpunkte eines GEG 2.0</b>	<b>13</b>
Ziel des Gesetzes	13
Rahmenbedingung im BEHG: CO <sub>2</sub> -Preis	14
Begriffsbestimmungen	15
Anwendungsbereich und Verantwortliche	15
Element 1: Fordern und Fördern	15
Element 2: THG-Faktoren	17
Element 3: Anforderungen an neu zu errichtende Gebäude	18
Element 4: Anforderungen an bestehende Gebäude	26
Element 5: Einschränkungen für Heizungsanlagen mit fossilen Brennstoffen	31
Grundsatz der Zumutbarkeit und Härtefälle	32
Element 6: Effizienz im Betrieb	33
Element 7: Energieausweise	34
Element 8: Vollzug	36
Berechnung energetischer Grenzgrößen von Gebäuden und Nachweise	40
<b>Anlagen</b>	<b>41</b>
Anlage 1: Anforderung an Nutzenergiebedarf und THG-Emissionen für neu zu errichtende Gebäude	41
Anlage 2: Anforderung an Gebäudehülle und Lüftung	42
Anlage 3: Klimaklassen	42
Anlage 4: Bewertungsrandbedingungen und Berechnungsvereinfachungen	43
Anlage 5: Ergänzende Berechnungen & Daten	44
5.1 Zusammenstellung von GEG-Entwürfen	44
5.2 Berechnungen neu zu errichtender Gebäude	49
5.2.1 Wohngebäude	49
5.2.2 Nichtwohngebäude	56
5.3 Berechnung der Wirkung der neun Sanierungsmaßnahmen	63
5.4 Berechnungen zur Erreichbarkeit der Klimaklassen	68
5.5 Anregungen zur Weiterentwicklung der DIN V 18599	72
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>75</b>

# 1 Zusammenfassung

---

Die Klimaschutzziele im Gebäudebereich in Deutschland wurden durch den Klimaschutzplan 2050 im Jahr 2016 und erneut durch die Novelle des Klimaschutzgesetzes im Mai 2021 gegenüber dem Energiekonzept von 2010 deutlich verschärft und stellen die Grundlage für das vorliegende Gutachten dar. Die Zielsetzung für die jährlichen Treibhausgas-Emissionen wurde für das Jahr 2030 auf 67 Mio. Tonnen, 2035 auf 42 und 2040 auf 20 Mio. Tonnen reduziert. Das gegenwärtige Gebäudeenergiegesetz war weder mit dem ursprünglichen Ambitionsniveau kompatibel und erst recht nicht mit den Anforderungswerten des aktuell überarbeiteten Klimaschutzgesetzes. Die hier vorgelegten Eckpunkte für ein neues Gebäudeenergiegesetz sollen einen Impuls in der Debatte um eine zukünftige Gebäudepolitik geben. Sie beruhen auf den Grundsätzen:

- Schaffung der Voraussetzungen für einen klimaneutralen Gebäudebestand bis zum Jahr 2045
- Angemessene Ambition im Neubau
- Neue Impulse für den Bestand, beginnend mit den schlechtesten Gebäuden
- Berücksichtigung der Lebenszykluskosten
- Langfristigkeit und Vermeidung von Lock-In
- Angemessene Balance aus erneuerbaren Energien und Energieeffizienz
- Sozial gerecht
- Möglichst einfache Ausgestaltung mit robuster Steuerungswirkung und wirksamen Vollzugsmöglichkeiten
- Angemessene Berücksichtigung der „grauen Emissionen“
- Baukultur

Hierzu werden eine Reihe von grundlegenden Änderungen im GEG vorgeschlagen und ergänzt um neue Regelungsansätze und kleinere Verbesserungen in verschiedenen Bereichen.

Mit umfangreichen Modellrechnungen werden die quantitativen Grundlagen für die Eckpunkte gelegt. Dabei muss betont werden, dass verschiedene Handlungsfelder, etwa die Kühlung und die Nichtwohngebäude, in diesem Projektrahmen nicht erschöpfend behandelt werden können und weitere Analysen erforderlich wären.

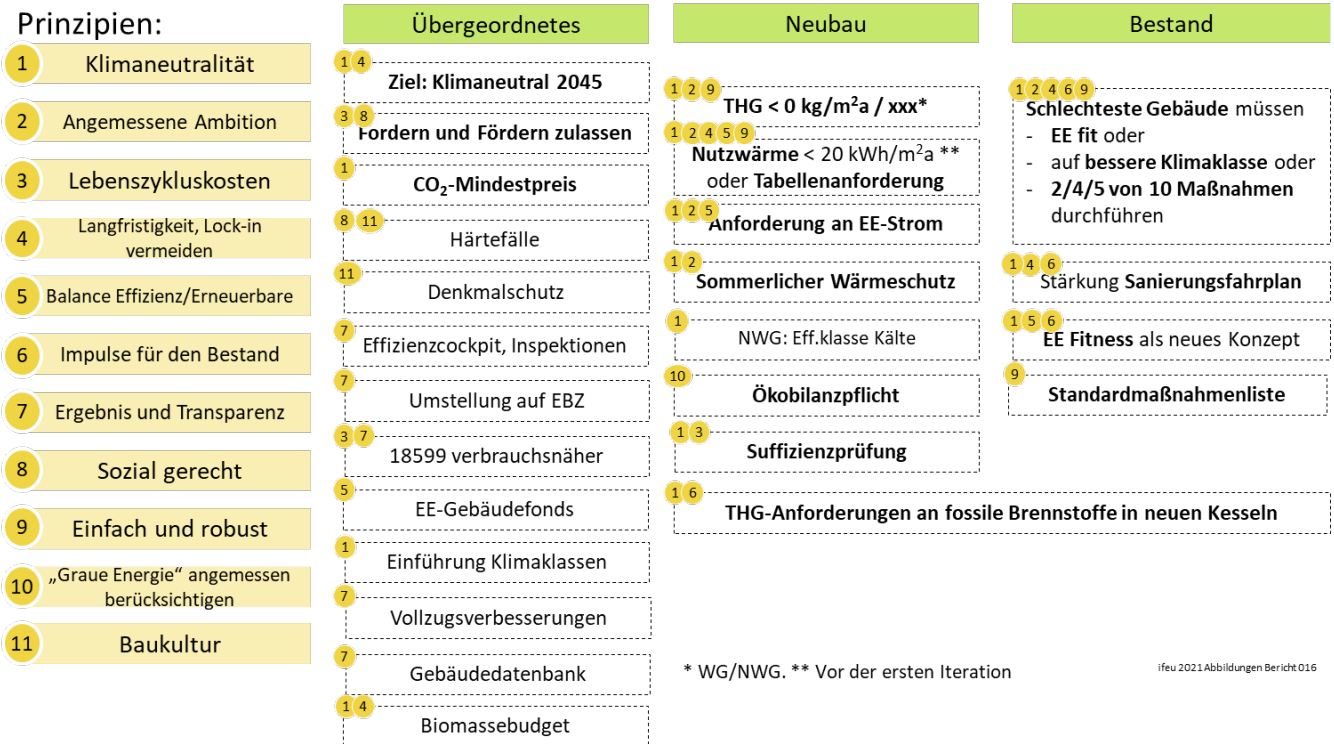


Abbildung 1: Grundkonzept eines GEG 2.0 und Zuordnung zu den Zielen

Das Eckpunktepapier wählt folgende Grundmechanismen:

- **Überarbeitung der Gesetzessystematik** (Anforderungsgrößen werden neu gewählt: Treibhausgasemissionen und Heizwärmebedarf anstatt Primärenergiebedarf und Transmissionswärmeverlust). Anstelle der Effizienzklassen treten damit Klimaklassen.
- **Zielkompatible, gut baubare Neubauanforderungen** bezüglich der THG-Emissionen und des Heizwärmebedarfs
- Langfristig vorhersehbarer **CO<sub>2</sub>-Preisfad** als externe Rahmenbedingung
- **Langfristige Sanierungspflicht des schlechtesten Bestands**
- Einführung der „EE Fitness“: vorbereitet sein für den Brennstoffwechsel auf Erneuerbare
- Zeitpfad zum **Ausphasen fossiler Brennstoffe**
- **Abkehr vom Referenzgebäudeverfahren** – Anreiz zu Effizienz durch Planung (Kompaktheit, Fensterflächenanteil)
- Schaffung von Anreizen für vorausschauende Gebäudeplanung (z.B. **Sanierungsfahrplan**)

### Wesentliche Eckpunkte des Entwurfes:

**Element 1: Fordern und Fördern.** Was gesetzlich gefordert wird, darf dennoch auch gefördert werden (BEG).

**Element 2: CO<sub>2</sub>-Preis, Ergänzung des BEHG.** Der CO<sub>2</sub>-Mindestpreis wird weitergeführt. Bis 2030 soll er jährlich um 30 €/t CO<sub>2</sub> angehoben werden, wenn das Sektorziel überschritten

wird. Der Gebäudeeigentümer trägt den CO<sub>2</sub>-Preis. Bei vermietetem Gebäude darf er maximal die Hälfte auf die Nutzer/Mieter überwälzen.

### Element 3: Anforderungen Neubau.

- Wohn- und Nichtwohngebäude müssen zunächst Klimaklasse A und dann Klimaklasse A+ erfüllen.
- Festlegung des Nutzwärmebedarfs für Raumwärme pro Energiebezugsfläche ( $q_{c,f,in}$ ) auf 20 kWh/(m<sup>2</sup>a), alternativ kann eine pauschale Anforderungstabelle eingesetzt werden.
- Vorgaben zur Dämmung von Wärmeverteilungsleitungen und Warmwasserleitungen.
- Darüber hinaus wird die **Errichtung von Anlagen zur Erzeugung von erneuerbarem Strom** mit einem jährlichen Ertrag von mindestens 60 kWh/(m<sup>2</sup>a) überbauter Fläche auf dem Grundstück des Gebäudes oder einem angrenzenden Grundstück verpflichtend. Bei Unterschreitung dieser Investitionspflicht müssen 150 % des Fehlbeitrags in den EE-Gebäudedefonds eingezahlt werden.
- Für jeden Neubau muss eine **Querschnittsöko**bilanz mit Flächen- und Personenbezug erstellt werden.
- Außerdem besteht eine Abwägungspflicht, ob Optimierungen durch planerische/bauliche Maßnahmen der **Suffizienz und Flexibilität** möglich sind.

**Element 4: Anforderungen an bestehende Gebäude.** Das GEG 2.0 definiert **Klimaklassen**, verschiedene sinnvolle **Erfüllungsmaßnahmen** für Bestandsgebäude sowie die Voraussetzung „**EE-fit**“ (max. Heizwasser-Vorlauftemperatur: 55 °C, Machbarkeitsanalyse Wärmenetzanschluss/EE Heizung). Aus diesen Voraussetzungen setzen sich zeitlich gestaffelte Mindestanforderungen an Bestandsgebäude zusammen:

- Ab 1.1.2028: Klimaklasse F oder 2 Erfüllungsmaßnahmen
- Ab 1.1.2033: Klimaklasse D oder 4 Erfüllungsmaßnahmen
- Ab 1.1.2038: Klimaklasse B oder 6 Erfüllungsmaßnahmen.

Bei Vorlage eines individuellen Sanierungsfahrplans, der Maßnahmen für einen klimaneutralen Gebäudebetrieb bis 2045 aufzeigen muss, setzt die Erfüllungspflicht der Mindestanforderungen zwei Jahre später ein. Bei Nichterfüllung ist eine jährliche Klimaabgabe an die EE-Gebäudedefonds von 3,00 €/ (m<sup>2</sup>a) pro überschrittene Effizienzklasse zu entrichten. Darüber hinaus werden zielkompatible Mindestanforderungen bei Änderungen an der Gebäudehülle definiert.

**Element 5: Einschränkungen für Heizkessel mit fossilen Brennstoffen.** Eine zunehmend steigende THG-Anforderung an gasförmige oder Flüssigbrennstoffe erfordert den Umstieg auf erneuerbare Gase.

**Element 6: Effizienz im Betrieb.** Neue Heizanlagen müssen mit einer digitalen Echtzeit-Mess- und Anzeigeneinrichtung ausgestattet sein („Effizienz-Cockpit“), die eine nutzerfreundliche Auslesbarkeit zur Qualitätssicherung und eine Ex-Post-Analyse nach den ersten fünf Jahren ermöglicht.

**Element 7: Energieausweise.** Bei Neubauten sowie Bestandsmaßnahmen ist den zuständigen Behörden ein vorläufiger Energiebedarfsausweis vor Baubeginn und ein endgültiger Energiebedarfsausweis nach Fertigstellung vorzulegen. Energieausweise werden in einer Gebäudedatenbank gespeichert.

**Element 8: Vollzug.** Die energetische Gebäudequalität ist den zuständigen Behörden bei Neubauten und Bestandsmaßnahmen durch eine Planungserklärung vor Baubeginn und eine Erfüllungserklärung nach Fertigstellung nachzuweisen. Für die Bauausführungskontrolle durch die zuständige Behörde gibt es ein Betretungsrecht.

## 2 Voranalyse

---

### 2.1 Einführung

Die Klimaschutzziele im Gebäudebereich in Deutschland wurden durch den Klimaschutzplan 2050 im Jahr 2016 und erneut durch die Novelle des Klimaschutzgesetzes im Mai 2021 gegenüber dem Energiekonzept von 2010 deutlich verschärft und stellen die Grundlage für das vorliegende Gutachten dar. Die Zielsetzung für die jährlichen Treibhausgas-Emissionen wurde für das Jahr 2030 auf 67 Mio. Tonnen, 2035 auf 42 und 2040 auf 20 Mio. Tonnen reduziert. Die Europäische Gebäuderichtlinie verlangt für 2050 den nahezu klimaneutralen Gebäudebestand, wird aber aufgrund der verschärften Zielsetzung überarbeitet. Das gegenwärtige Gebäudeenergiegesetz ist weder mit dem ursprünglichen Ambitionsniveau kompatibel und erst recht nicht mit den Anforderungswerten des aktuell überarbeiteten Klimaschutzgesetzes. Die identifizierte „Klimalücke“ (DIW 2020, Prognos 2020) bei der Erfüllung selbst der heutigen, noch nicht angepassten Sektorziele werden ein Nachsteuern im Bereich der Instrumente unumgänglich machen.

Es ist unstrittig, dass für dieses ambitionierte Ziel sowohl Verbrauchsreduktionen durch baulichen Wärmeschutz als auch erneuerbare Energien in großem Maßstab erforderlich sind. Freiwilliges Handeln der Gebäudeeigentümer und Anreize aus dem Förder- und Steuerrecht sind wichtige Beiträge, aber nicht hinreichend zur Zielerreichung. Dem Ordnungsrecht kommt daher eine überragende Bedeutung zu. Das derzeitige Gebäudeenergiegesetz gilt jedoch als ausgesprochen komplex und unbefriedigend im Vollzug.

Das wichtigste Gesetz zur Zielerreichung ist das Gebäudeenergiegesetz (GEG). Dessen Ziel muss es sein, den Gebäudebestand in Richtung der Klimaziele zu begleiten und den Pfad zu einem in Art. 2a EPBD verankerten klimaneutralen Gebäudebestand zu ebnen. Wichtige Elemente des Gesetzes sollten sein: eine Definition der Klimaneutralität im Sinne der Meilensteine 2030, 2040, 2045 und 2050 der Long Term Renovation Strategy; an dieses Ziel angepasste ambitionierte Ziele für den Neubau; eine langfristige, aber auch instrumentell unterlegte Zielrichtung für den Bestand und eine Thematisierung des tatsächlichen Betriebs und seiner Überwachung. Außerdem sollten die daraus resultierenden Verbrauchswerte mit den rechnerisch ermittelten Bedarfswerten abgeglichen und ggf. nachjustiert werden. Wesentlich für ein GEG in seiner zukünftigen Form ist dabei auch eine hohe Transparenz und Verständlichkeit für Planer, Bauausführende und Gebäudeeigentümer.

### 2.2 Ziel des Projekts

In diesem Projekt wird ein Vorschlag für ein neu konzeptioniertes Gebäudeenergiegesetz vorgelegt, das kompatibel mit den Klimaschutzzielen ist und zugleich Baubarkeit, wirtschaftliche und allgemeine Umsetzbarkeit mitdenkt. Anhand ergänzender Analysen und eigener Berechnungen auf Basis zahlreicher Veröffentlichungen ist der Vorschlag empirisch hinterlegt und begründet.



Es ist einleuchtend, dass dieser Gesetzesvorschlag nicht alle geforderten Facetten eines Gebäudeenergiegesetzes abdecken kann. Er versteht sich vielmehr als **Diskussionsimpuls**, der auf verschiedenen Ebenen neuartige Wirkungsmechanismen einführt.

Grundlage ist eine Definition des Begriffs Klimaneutralität. Eine GEG-Novellierung muss die Wirksamkeit der Maßnahmen für Neubau und Bestand umfassen. Standards und Maßnahmen sind so auszurichten, dass keine weitere Ertüchtigung bis zum Jahr 2045 erforderlich ist und der Gebäudebestand insgesamt die Ziele der Bundesregierung bzw. der EU-Richtlinien erreicht.

**Vorbemerkung 1: Dieser Entwurf behandelt die zentralen Elemente des GEG 2.0. Im Umkehrschluss bedeutet das: nicht alle erforderlichen Detailregelungen, die ein eigentlicher Gesetzentwurf enthalten muss, sind damit getroffen.**

**Vorbemerkung 2: Dieser Entwurf stellt keine juristisch ausformulierte Gesetzesfassung dar, sondern ist der Versuch, neue Wirkungsmechanismen für das Gebäuderecht zu definieren und zu beschreiben. Insofern liegt eine „funktionale Rohfassung“ vor.**

Im Text sind einige Jahresangaben mit „202X“ bezeichnet. Der genaue Zeitplan hängt vom Zeitpunkt des Inkrafttretens des Gesetzes und der genauen Ausgestaltung des Transformationspfades nach dem novellierten Klimaschutzgesetz ab.

## 2.3 Existierende Entwürfe

In der Debatte um eine Novellierung des Gebäudeenergierechts wurden bereits verschiedene Entwürfe vorgelegt, die hinsichtlich ihrer Definition von Klimaneutralität, der zu Grunde gelegten Kenngrößen, des Ambitionsniveaus, des Grund-Mechanismus (Referenzgebäude oder Formel usw.), der Anrechenbarkeit von Erneuerbaren, der Behandlung des Gebäudebestands usw. unterschiedlich vorgehen. Die Erkenntnisse sind in Form einer Überblickstabelle im Anhang strukturiert (Tabelle 3).

Weitere Einzelvorschläge und Impulspapiere wurden von unterschiedlichen Akteuren unterbreitet.

## 2.4 Bezug zu anderen Regelungen

Das GEG setzt diverse Vorgaben aus der **EPBD** (Richtlinie (EU) 2018/844) in nationales Recht um. Dies betrifft zum Beispiel die Verpflichtung zur Einführung eines Nearly Zero Energy Building (nZEB)-Standards für Neubauten oder Vorgaben für Energieausweise. Die europäischen Vorgaben werden mit dem vorliegenden Entwurf grundsätzlich erfüllt bzw. es werden eventuelle Abweichungen diskutiert.

Der **Green Deal** der Europäischen Kommissionen zielt darauf ab, Europa zum ersten klimaneutralen Kontinent zu machen. Das **europäische Klimagesetz** ist eine zentrale Initiative des Green Deals. Es soll die Treibhausgasneutralität als rechtlich verbindliches Ziel bis 2050 festschreiben. Zu diesem Zweck sieht der **Klimazielplan 2030** vor, die Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 55 % zu senken. Auch der **Europäische Klimapakt** ist Teil des Green Deals. Er wird ein breites gesellschaftliches Engagement für Klima und Umwelt durch eine Reihe von Aktivitäten fördern. Er unterstützt den Übergang zu einer klimaneutralen Gesellschaft.

Energie- und ressourcensparendes Bauen und Sanieren gehören zu den zentralen Säulen des Green Deals, denn 40% des Energieverbrauchs entfallen auf den Gebäudebestand. Ein wichtiges Ziel der EU-Kommission ist die Verdoppelung der Sanierungsrate und -tiefe. Um dies zu erreichen, ohne die Kosten für Wohnraum zu erhöhen, wurde im Oktober 2020 die **Renovation Wave** veröffentlicht. Sie führt eine Reihe von Maßnahmen ein, um "die Renovierung zu einer Win-Win-Situation für Klimaneutralität und wirtschaftlichen Aufschwung zu machen". Insbesondere werden **Minimum Performance Standards** für den Gebäudebestand und dabei insbesondere für die Worst Performing Buildings diskutiert. Diesen Gedanken greifen wir in diesem Gutachten auf.

Teil des Green Deals ist auch das **New European Bauhaus**, das im Oktober 2020 gestartet wurde. Es soll die Welten von Technologie und Kultur zusammenführen und damit eine breite gesellschaftliche Basis für nachhaltiges Bauen schaffen. Daher werden auch Themen einbezogen wie Nachhaltigkeit und Ressourcen, Kunst und Design, Digitalisierung und neue Technologien, Demografie und Komfort. Ziel dieses Gutachtens ist es, Raum für künftige Lösungen zu lassen und offen für neue Technologien und Designansätze zu sein.

Das **Gesetz zur Einführung eines Bundes-Klimaschutzgesetzes und zur Änderung weiterer Vorschriften** gibt zulässige Jahresemissionsmengen bis zum Jahr 2030 vor, unter anderem auch für den Gebäudesektor. Der vorliegende Entwurf orientiert sich am Ambitionsniveau der zulässigen Jahresemissionsmengen des Gebäudesektors und wurde aufgrund des Urteils seitens des Bundesverfassungsgerichtes durch eine ambitioniertere Fassung ersetzt.

Die **Energetische Sanierungsmaßnahmen-Verordnung – EsanMV** – stellt eigene Anforderungen an die Sanierungsqualität bzw. die U-Werte von Bauteilen. Sie ist an die Anforderungen des GEG anzupassen.

Das Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) sieht die nationale Einführung eines CO<sub>2</sub>-Preises für den non-ETS-Bereich vor. Der CO<sub>2</sub>-Preis startet in 2021 mit 25 Euro je Tonne und steigt bis zum Jahr 2025 auf 55 Euro je Tonne. Diese – und die folgenden – Anforderungswerte werden aktuell seitens der Bundesregierung diskutiert hinsichtlich einer kurzfristigen Verschärfung aufgrund des Urteils zum Klimaschutzgesetz seitens des Bundesverfassungsgerichtes vom 29.4.2021. Ab 2026 werden die Zertifikate versteigert. Für das Jahr 2026 wird ein Preiskorridor mit einem Mindestpreis von 55 Euro und einem Höchstpreis von 65 Euro je Tonne festgelegt. Ob danach weiterhin Preiskorridore genutzt werden sollen, wird im Jahr 2025 entschieden. Die Anzahl der Emissionszertifikate richtet sich nach dem Emissionsaufkommen bzw. der Einhaltung von Zielwerten. Der CO<sub>2</sub>-Preis wird dann marktwirtschaftlich durch den Handel der Zertifikate bestimmt. Über seine Höhe kann nur spekuliert werden. Im NECP (2020) steigt der CO<sub>2</sub>-Preis bis 2030 auf nominal 180 Euro, bis 2040 auf 346 Euro je Tonne.

Das BEHG kann – bei entsprechender Anwendung – ein zielgerichtetes Instrument sein, das die Emissionssenkung im non-ETS-Bereich auch ohne zusätzliche ordnungsrechtliche Unterstützung bewirken kann. Analog zum ETS-Bereich muss das Zusammenspiel von Emissionshandel und Ordnungsrecht besonders beachtet werden. Um den CO<sub>2</sub>-Preis in vermieteten Gebäuden verursachergerecht zu verteilen, sind Ergänzungen in der Heizkostenverordnung, dem BGB und dem GEG erforderlich.

# 3 Grundkonzept

---

Die vorliegenden Eckpunkte eines neuen GEG 2.0 orientieren sich an einigen wichtigen Grundsätzen:

- **Treibhausgas-neutral<sup>1</sup> 2045:** Übergeordnetes Ziel und unabdingbare Voraussetzung ist die Erreichung eines klimaneutralen Gebäudebestands bis 2045.
- **Angemessene Ambition:** Die Neubau-Standards nehmen diesen langfristig erforderlichen Standard schon heute vorweg. Sie sind heute bereits wirtschaftlich baubar. Durch die Weiterentwicklung der Standards wird es ermöglicht, dass mittelfristig nicht unnötig viel Geld in die finanzielle Förderung des Neubaus gelenkt werden muss; vielmehr können diese Gelder bei degressiver Neubauförderung zunehmend in die Sanierung des Bestands fließen, wo sie zur Flankierung der Sozialverträglichkeit der Sanierungen erforderlich sind.
- **Lebenszykluskosten:** Das Ziel der Klimaneutralität soll aus gesellschaftlicher Perspektive mit größtmöglicher Wirtschaftlichkeit erreicht werden. Dazu zählt, neben den Investitionskosten auch die Wartungs-, Betriebs- und Energiekosten zu berücksichtigen sowie die Dauerhaftigkeit der Gebäudekomponenten und die entstehenden Klimaschadenskosten einzubeziehen.
- **Lock-In vermeiden:** Eine Ankündigung der langfristigen Ziele schon heute ermöglicht eine dauerhafte Transparenz und **Planungssicherheit** im Gebäudebestand, in dem Nachhaltigkeit durch langlebige Konstruktionen mit Nutzungszeiten von über 40, oftmals über 60 Jahren erzielt wird. Damit werden Fehlallokationen und Fehlentscheidungen vermieden. Es müssen Strategien vermieden werden, die heute auf suboptimale Lösungen setzen, die in den späteren Dekaden jedoch umso härtere Folgemaßnahmen erfordern, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Heute Lock-in-Effekte zu vermeiden und bereits eine klare Zielperspektive vorzugeben, erspart volkswirtschaftliche Kosten. Hinzu kommt: Für den Klimaschutz zählt die Summe aller emittierten Treibhausgase. Es ist also nicht egal, wann Maßnahmen ergriffen werden.
- **Angemessene Balance aus erneuerbaren Energien und Energieeffizienz:** Der Einsatz erneuerbarer Energien, insbesondere Wärmepumpen, Solarenergie und Geothermie, und, mit Augenmaß, Biomasse, senkt Klimagase aus dem Gebäudesektor. Zugleich werden zunehmend Erneuerbare in allen Sektoren nachgefragt. Daher sollte deren Einsatz Hand in Hand gehen mit Energieeffizienz. Dies mildert auch die Rückwirkungen auf Stromnetz und Kraftwerkspark. Energieeffizienz ist daher der „Türöffner“ für erneuerbare Energien (ifeu, VDPM 2021).
- **Neue Impulse für den Bestand:** Die Renovation Wave der EU-Kommission kündigt für den Gebäudebestand zukünftig insbesondere die Berücksichtigung von Mindeststandards für die schlechtesten Gebäude an.

---

<sup>1</sup> In der Diskussion wird darauf verwiesen, dass es eine wirkliche „Klimaneutralität“ nicht gibt. Beispielsweise sind auch lokale Klimaauswirkungen möglich. Wir verwenden im Folgenden dennoch „klimaneutral“, da sich dieser Begriff einbürgert und im wesentlichen eine „Treibhausgas-Neutralität“ umfasst.

- **Es zählt das Ergebnis:** Gestärkt werden nicht nur planerisch, sondern auch real bessere Gebäude durch eine Verbesserung der Rechenverfahren, Feedback, Monitoring und eine Berücksichtigung der Effizienz im Betrieb insbesondere der Verbrauchswerte.
- **Sozial gerecht:** Der Transformationspfad muss eine sozial und verursacher-gerechte Kostenverteilung sicherstellen.
- **Möglichst einfache Ausgestaltung mit robuster Steuerungswirkung.** Grundkonzept und Ansatz sollten möglichst einfach und für Akteure des Bauprozesses schnell verständlich sein. Dies vereinfacht auch eine Kontrolle der Umsetzung (**Vollzug**).
- **Angemessene Berücksichtigung der „grauen Emissionen“.** Insbesondere im Neubau gilt es, zunehmend auch Herstellung und Entsorgung der Gebäude in den Blick zu nehmen, um Impulse für eine Klimaneutralität der Bauindustrie zu senden, ohne dabei die wesentlich wichtigere Bedeutung von Erneuerbaren und Effizienz aus dem Auge zu verlieren.
- **Baukultur:** Ein behutsamer Umgang mit Gebäudesubstanz, architektonischen Gestaltungslösungen und eine Vermählung von Klimaschutz, Ästhetik und Effizienz sollten zum neuen Standard werden.

**Prinzipien:**

- 1 Klimaneutralität
- 2 Angemessene Ambition
- 3 Lebenszykluskosten
- 4 Langfristigkeit, Lock-in vermeiden
- 5 Balance Effizienz/Erneuerbare
- 6 Impulse für den Bestand
- 7 Ergebnis und Transparenz
- 8 Sozial gerecht
- 9 Einfach und robust
- 10 „Graue Energie“ angemessen berücksichtigen
- 11 Baukultur

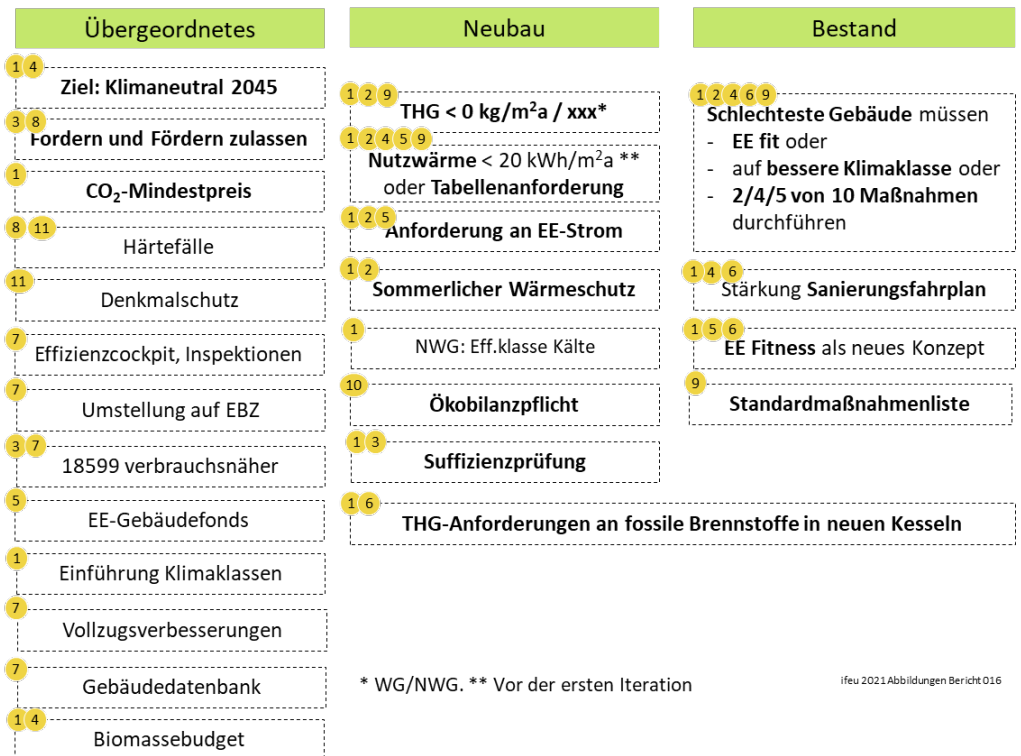


Abbildung 2: Grundkonzept eines GEG 2.0 und Zuordnung zu den Zielen

Diese Grundsätze werden durch unterschiedliche neue Mechanismen adressiert (Abbildung 2):

- Zielkompatible Neubauanforderungen, die Baubarkeit, Bezahlbarkeit, verschiedene technisch-architektonische Zielpfade und eine klare Orientierung auf Querschnittsnachhaltigkeit unter Berücksichtigung grauer Energien miteinander verbinden.
- Ein langfristig vorhersehbarer CO<sub>2</sub>-Preispfad, durch den Klimaschadenskosten internalisiert und klimaschonende Optionen präferiert werden.

- Eine angemessene Berücksichtigung des Bestands, die einerseits eine langfristige Planbarkeit bietet, erste Schritte antriggert und gleichzeitig Lock-In-Effekte vermeidet.
- Anpassungen bei den Rechenverfahren, die eine möglichst einfache, stimmige und praxisnahe Beschreibung des Gebäudes ermöglichen.
- Ein Zeitpfad zum Ausphasen fossiler Brennstoffe.

Dabei kombiniert dieser Entwurf unterschiedliche, z. T. auch ganz neue Steuerungsansätze, beispielsweise: die Abkehr vom Referenzgebäudeverfahren; die Schaffung von Anreizen für eine vorausschauende Gebäudeplanung, etwa einen ambitionierten Sanierungsfahrplan; die Kombination von Fordern und Fördern, um eine sozial gerechte Lastenteilung zu ermöglichen.

# 4 Eckpunkte eines GEG 2.0

---

## Ziel des Gesetzes

(1) Das Gesetz soll im Interesse des Klimaschutzes und der Minderung der Abhängigkeit von Energieimporten die Voraussetzungen für einen klimaneutralen Gebäudebestand bis zum Jahr 2045 und die Einhaltung eines Zwischenziels bis 2030 schaffen.

(2) Ziel des Gesetzes ist es, dass die Treibhausgas-Emissionen des Gebäudebestands bis zum Jahr 2045 vollständig auf Null reduziert werden. Für den Zweck der Berechnung dieses Zielwertes fließen der Endenergiebedarf für Raumwärme, Warmwasser, Lüftung, Kühlung und – bei Nicht-Wohngebäuden – Beleuchtung ein.

Emissionen durch die Gebäude-Errichtung („embodied emissions“) werden separat behandelt.

Zum Zweck dieser Berechnung werden die eingesetzten Endenergieträger mit den unten definierten THG-Faktoren multipliziert, inklusive Strom und Fernwärme, die für Gebäude in der Systemgrenze dieses Gesetzes eingesetzt werden.

## Begründung

Das Gesetz berücksichtigt das Ziel eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestands bis 2045. Es ist das zentrale Instrument, mit dem der Gebäudesektor die Vorgaben des Klimaschutzgesetzes für das THG-Budget einhält. Bis 2030 müssen die Emissionen nach dem aktualisierten Klimaschutzgesetz auf 67 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent gesenkt werden. Dieser Entwurf stellt sich dieser substanziellen Herausforderung, indem er das Bauen und Sanieren unverzüglich am Ziel ausrichtet und den gesamten Weg bis zur Klimaneutralität vorzeichnet.

Die Systemgrenze des Gesetzes wird vergleichbar zum bisherigen GEG gezogen. Haushaltsstrom geht nicht in die Bilanzierung der Gebäude ein, obwohl er bei sehr effizienten Gebäuden einen hohen Anteil am Gesamtverbrauch ausmacht. Hierbei ist zu betonen, dass bei einer gebäudeindividuellen Beratung der Nutzerstrom natürlich berücksichtigt werden sollte. Gegen die Einbeziehung von Haushaltsstrom in die Anforderungsgrößen des Gebäudeenergiegesetzes spricht jedoch,

- dass die Effizienz von Geräten bereits in der ErP-Richtlinie hinreichend geregelt ist. Ein zusätzlicher Anreiz zur Verbesserung von Geräten ist durch die Einbeziehung nicht zu erwarten.
- dass eine sehr gute Geräteausstattung ggf. eine schlechtere Gebäudeausführung ermöglicht,
- dass die Geräteausstattung von Haushalten untereinander und selbst im eigenen Haushalt in der Zeit stark variiert,

- dass die Geräteausstattung für Neubauten nicht bekannt ist und standardisiert angesetzt werden müsste,
- dass bei der Anrechnung von selbst erzeugtem PV-Strom ein hoher Stromverbrauch belohnt wird,
- dass der Haushaltsstrom auch Verbraucher umfasst, die weit über die Gebäudebilanz hinausgehen (z.B. Elektro-Mobilität, Saunaofen, Swimmingpool).

Gleichwohl ist es natürlich Ziel des Gebäudekonzeptes, durch die Ausstattung mit erneuerbaren Energien die Synergien zwischen Gebäudekonzept, Haushaltsstrom und Elektromobilität zu nutzen.

## Rahmenbedingung im BEHG: CO<sub>2</sub>-Preis

(1) Im Rahmen der Weiterentwicklung des BEHG und des Abgabensystems wird ab dem 1.1.2026 der Versteigerung von Emissionszertifikaten ein steigender Mindestpreis zu Grunde gelegt. In jedem Jahr, in dem das entsprechende Sektorziel Gebäude nicht eingehalten wird (ermittelt durch lineare Interpolation zwischen Iststand und dem Ziel für 2030), erhöht sich dieser Mindestpreis bis 2030 jährlich um einen Fixbetrag. Dieser Fixbetrag könnte 30 €/t CO<sub>2</sub> betragen.

(2) Der Gebäudeeigentümer trägt den CO<sub>2</sub>-Preis (also die Kosten der Brennstofflieferung, die aufgrund der Verpflichtung des nach § 8 Brennstoffemissionshandelsgesetz entstehen). Im Falle eines vermieteten Gebäudes darf er den CO<sub>2</sub>-Preis nur dann vollständig auf die Mieter umlegen, wenn das Gebäude Klimaklasse B und besser aufweist. Bei Gebäuden der Klasse C bis F darf die Hälfte auf die Mieter umgelegt werden. Bei Gebäuden der Klasse G und H muss er die Kosten der CO<sub>2</sub>-Bepreisung vollständig tragen.

**Begründung.** Der Vorschlag verfolgt den Grundsatz, fossile Energieträger nach dem Verursacherprinzip mit den Kosten des Klimawandels zu belasten und damit eine „Verschiebung des Koordinatensystems“ hin zu Erneuerbaren und Effizienz zu erreichen. Dies beeinflusst auch das kostenoptimale Gebäudeniveau. Ein langfristig planbarer CO<sub>2</sub>-Mindestpreis ist insbesondere für den Gebäudebestand ein wichtiges ökonomisches Instrument zur Internalisierung der externen Kosten und zur Schaffung vorteilhafter, langfristig planbarer Rahmenbedingungen für klimafreundliche Maßnahmen. Die bisherigen Regelungen im BEHG, den Zeitraum ab 2026 betreffend, stellen diese Planungssicherheit nicht her.

Der Entwicklungspfad entspricht dem oberen Preispfad in verschiedenen Zielerreichungsgutachten, siehe hierzu Tabelle 1 in Öko et al. (2020). Die Möglichkeit der Aufteilung des CO<sub>2</sub>-Preises auf Mieter und Vermieter wird in verschiedenen Rechtsgutachten bestätigt (z.B. Keimeyer et al. 2020). Die Heizkostenverordnung könnte um eine dementsprechende Bestimmung ergänzt werden und § 556 Abs. 1 BGB und § 6 Abs. 1 Nr. 2 GEG im Zuge dessen klarstellend angepasst werden.

Der hier vorgeschlagene Verteilungsschlüssel, der den Vorschlag von dena (2021) aufgreift und vereinfacht, schafft einen zusätzlichen Anreiz für die Modernisierung und ist ein Baustein in Richtung einer Warmmietenneutralität. Bedingt durch die in Element 7 vorgeschlagene Energieausweisdatenbank liegt ausreichend Datenmaterial vor, um einen von der Effizienz/Klimaklasse abhängigen Verteilungsschlüssel zu definieren.

## Begriffsbestimmungen

*Anmerkung: Hier sind nur neue Begriffsbestimmungen aufgeführt, keine ausführliche Liste.*

(1) Wohn- und Nichtwohngebäude werden gemäß Anlage 3 nach **Klimaklassen** eingeteilt.

(2) Ein **EE-Gebädefonds** initiiert erneuerbare-Energien-Anlagen in Deutschland. Die Anlagen werden nicht auf die Erfüllung des EE-Ausbauziels gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz bzw. die Berechnung der Ausschreibungsvolumina gemäß EEG angerechnet. Sie erhalten keine Herkunftsnachweise, sondern speisen den Strom als Graustrom in das öffentliche Netz. Damit sind die aus den Mitteln des Gebädefonds erzeugten Strommengen zusätzlich.

(3) Die **Energiebezugsfläche** (EBF) entspricht der beheizten oder gekühlten Gebäudenutzfläche. Bei Wohngebäuden entspricht die Energiebezugsfläche der beheizten Wohn-/Nutzfläche gemäß DIN 277 ohne weitere Zuschläge.

Die Einführung von Klimaklassen ermöglicht die Bewertung der Klimafreundlichkeit der Gesamtlösung und damit auch eine Differenzierung der Energieträger. Die Klimaklassen sind in diesem Konzept nicht zwangsläufig (auch endenergiebezogene Klassen würden für den Gebäudebestand funktionieren), aber sie stellen eine bessere Konsistenz zu den Hauptanforderungsgrößen des Neubaus her.

Der Gebädefonds dient einer Flexibilisierung der EE-Anforderungen für den Fall, dass die bauliche Realisierung von EE-Anlagen nicht möglich ist und die THG-Grenzwerte nicht eingehalten werden. Durch die definierten Anforderungen wird sichergestellt, dass es sich um zusätzliche EE-Strommengen handelt, die nicht in anderen Sektoren auf Ziele angerechnet und damit doppelt verbucht werden.

## Anwendungsbereich und Verantwortliche

(1) Dieses Gesetz ist anzuwenden auf Gebäude, soweit sie nach ihrer Zweckbestimmung unter Einsatz von Energie beheizt oder gekühlt werden, sowie deren Anlagen und Einrichtungen der Heizungs-, Kühl-, Raumluft- und Beleuchtungstechnik sowie der Warmwasserversorgung.

(2) Für die Einhaltung der Vorschriften dieses Gesetzes im Falle von Bau- oder Sanierungsvorhaben ist der Bauherr verantwortlich. Im Falle von Regelungen, die den Betrieb, Vermietung oder Verkauf betreffen, ist der Eigentümer verantwortlich.

(3) Für die Einhaltung der Vorschriften dieses Gesetzes sind im Rahmen ihres jeweiligen Wirkungskreises auch die Personen verantwortlich, die im Auftrag des Eigentümers oder des Bauherrn bei der Errichtung oder Änderung von Gebäuden oder der Anlagentechnik von Gebäuden tätig werden.

## Element 1: Fordern und Fördern

Für technische Maßnahmen zur Erfüllung der Anforderungen und Pflichten, die in diesem Gesetz oder in den auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Rechtsverordnungen für Neubauten und bestehende Gebäude aufgestellt werden, kann der Eigentümer Fördermittel aus



dem Bundesförderprogramm für energieeffiziente Gebäude (BEG) erhalten, sofern die Anforderungen des BEG mit den Maßnahmen erfüllt werden.

Eine Überprüfung der Fördertatbestände des BEG sollte nach genauer Ausgestaltung des GEG 2.0 erfolgen. Hierbei sollte überprüft werden, bei welchen geforderten Tatbeständen eine Förderung weiterhin sinnvoll und wichtig ist, um Härten abzupuffern und für den Gebäudeeigentümer unwirtschaftliche Differenzkosten zu decken.

**Begründung.** Dieser Abschnitt regelt, dass auch finanziell gefördert werden darf, was gesetzlich gefordert wird. Gemeinhin wird mit dem Hinweis auf das haushaltsrechtliche Subsidiaritätsprinzip angeführt, dass ein Nebeneinander von “Fordern und Fördern” nicht zulässig sei. Maßgeblich ist jedoch eine genaue Differenzierung zwischen den Zwecken, die einerseits mit der gesetzlichen Verpflichtung und andererseits mit der finanziellen Förderung verfolgt werden. Spielräume bestehen insbesondere dort, wo keine vollständige Zweckkongruenz vorliegt. In anderen Politikbereichen, beispielsweise dem Denkmalschutz, ist dies durchaus üblich. Verschiedene Rechtsgutachten und juristische Stellungnahmen bestätigen die grundsätzliche Umsetzbarkeit (Klinski 2013, SUER 2017). Derzeit wird in verschiedenen Papieren eine Konkretisierung der rechtlichen Umsetzbarkeit dargestellt. Die Förderung von aus Perspektive des Bauherrn unwirtschaftlichen Maßnahmen hebt die Schwelle der Zumutbarkeit der rechtlichen Anforderungen und erlaubt so erst ein gesteigertes Anforderungsmaß. Kurzum: Werden mit der Förderung weitergehende oder zusätzliche Zwecke als mit der gesetzlichen Verpflichtung verfolgt, kann ergänzend gefördert werden. Dabei kann es z.B. darum gehen, in quantitativer Hinsicht über die Anforderungen hinauszugehen (bspw. eine frühzeitigere Realisierung oder größere Realisierungsmenge) oder mit Blick auf qualitative Aspekte eine bessere Umsetzung anzustreben (bspw. was die technische Ausführung anbetrifft). Auch wenn und soweit der Förderzweck darin liegt, die Inanspruchnahme von Ausnahme- und Befreiungsvorschriften zu vermeiden, steht eine finanzielle Förderung nicht im Widerspruch zum Subsidiaritätsprinzip: zur Umsetzung der geforderten Maßnahme besteht in diesen Fällen keine Verpflichtung. Darüber hinaus ist denkbar, finanzielle Förderung vorzusehen, um z.B. soziale Folgeeffekte, die mit der Umsetzung der ordnungsrechtlichen Vorgaben verbunden sein können, abzumildern (Klinski 2021).

Um den Gebäudebestand auf den Zielpfad der Klimaneutralität zu bringen, müssen die Anforderungen an Neubau und Bestand angehoben werden. Maßnahmen, die nicht mit dem Ziel vereinbar sind, dürfen nicht mehr durchgeführt werden. Die Wirtschaftlichkeit ambitionierter Maßnahmen hängt zum Teil von den volatilen Marktentwicklungen bei Energieträgern und beim Handwerk ab. Die Einhaltung der Klimaziele darf jedoch nicht von unsteten Märkten abhängen, sondern muss aktiv gesteuert werden. Durch hohe Anforderungen, die gleichzeitig attraktiv gefördert werden, kann eine breite Akzeptanz geschaffen werden. Damit ist auch die soziale Abpufferung von Sanierungsmaßnahmen gegeben.

Eine Überprüfung des BEG während des Inkrafttretens des GEG 2.0 erscheint geboten. So wäre es sinnvoll, die EH 55-Förderung bzw. eine Förderung für einen dann neu geschaffenen, ähnlich ambitionierten Energiestandard abzuschaffen, da dieser Standard in den meisten Gebäudekonzepten ohnehin kostenoptimal zu erreichen ist. Zugleich könnte es sinnvoll sein, einige Sanierungsmaßnahmen besser zu fördern.

## Element 2: THG-Faktoren

Die Treibhausgas-Faktoren berücksichtigen die Herstellung und Bereitstellung der eingesetzten Energieträger und bewerten fossiles CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> sowie N<sub>2</sub>O.

Wärme aus Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung wird mit Hilfe der Carnot-Methode bilanziert. Alternativ befürworten die Gutachter auch ein Pauschalfaktor-Verfahren, das die Wärme aus bestimmten Energieträgern pauschaliert bewertet (z. B. Wärme aus Kohle-KWK; Gas-KWK, Großwärmepumpen etc.).

Bei Wärmenetzen mit einem THG-Faktor über 150 g/kWh, für die ein Transformationsplan vorliegt, der die Anforderungen des Bundesprogramms effiziente Wärmenetze erfüllt, wird der THG-Faktor auf 150 g/kWh begrenzt.

Feste Biomasse wird bis zu einem Endenergieeinsatz von 50 kWh/m<sup>2</sup>a mit einem THG-Faktor von 20 g/kWh bewertet, darüber hinaus mit 180 g/kWh.

Biomethan, Wasserstoff und synthetische Brennstoffe werden mit ihrem THG-Faktor im nationalen Gasmix berücksichtigt. Der für die Herstellung von Wasserstoff und synthetischen Brennstoffen eingesetzte Strom wird mit dem Strommix berechnet, es sei denn, es handelt sich nachweislich um zusätzlichen, nicht im EEG oder vergleichbaren Förderinstrumenten vergüteten Strom aus erneuerbaren Energien („harte Zusätzlichkeit“).

Der THG-Faktor für Strom beträgt bis 2025 400 g/kWh und wird anschließend alle drei Jahre neu berechnet.

**Begründung.** Es ist einleuchtend, dass der klimaneutrale Gebäudebestand in der Emission von Treibhausgasen THG in kg CO<sub>2,äq.</sub> bemessen werden sollte. Artefakte, wie sie heute etwa beim Vergleich der Bewertung von Erdgas und Heizöl entstehen, werden dadurch ausgeschlossen. Auch Vorkettenemissionen, etwa Treibhausgase aus der Landwirtschaft bei Brennstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, Methanleckagen in der Vorkette usw. können dadurch erfasst werden. Die entsprechenden Ökobilanzen für die eingesetzten Brennstoffe und Endenergieträger liegen vor. Im Zuge der Überarbeitung der EPBD dürfte auch die Orientierung auf Treibhausgase zukünftig zulässig sein – schon heute ist es möglich, Treibhausgase berücksichtigende Primärenergiefaktoren zu verwenden.

Bei der Festlegung der THG-Faktoren wurde auf die Studie zu Primärenergiefaktoren im Rahmen des GEG zurückgegriffen (ifeu et al. 2018). Dabei werden Energieträger (in Analogie zur Bestimmung der Primärenergiefaktoren) lebenszyklus-bezogen bewertet. Entsprechende Studien sind in ifeu et al. (2018) zusammengestellt. In Übereinstimmung mit den Empfehlungen wird auch für die Bemessung der KWK das Carnot-Allokationsverfahren herangezogen. Dies ist in den einschlägigen technischen Regelwerken der FW 309-6 auch bereits seit vielen Jahren implementiert. Dieses Verfahren vermeidet, dass einerseits kurzfristig durch eine zu hohe Stromgutschrift des fossilen Grenzkraftwerksparks, wie es in der sog. Stromgutschriftmethode verwendet wird, die KWK-Wärme aus fossilen Kraftwerken sehr lastenarm bewertet wird. Perspektivisch kann auch der umgekehrte Effekt auftreten, dass mit dem zunehmenden Anteil erneuerbarer Energien die Stromgutschrift immer geringer wird und damit die KWK-Wärme sehr hoch belastet ist. Diese Effekte treten bei der Carnot-Methode nicht auf; dort wird der CO<sub>2</sub>-Ausstoß gemäß dem Exergiegehalt der Produkte auf die Wärme alloziert. Eine Detaildiskussion dieser Verfahren findet sich in ifeu et al. (2018). Eine Flexibilisierungsregelung erlaubt es, den Faktor zu reduzieren, wenn ein Transformationsplan für das Wärmenetz vorliegt. Dies erlaubt eine zeitliche Anpassung an den Transformationsprozess.

Für feste Biomasse wird das sog. Budgetverfahren eingesetzt, wie es vom IWU vorgeschlagen wurde (Diefenbach 2002). Damit wird berücksichtigt, dass es eine Nutzungskonkurrenz

um Biomasse gibt. Wenn man beispielsweise den heutigen Biomasse-Einsatz analog dem Effizienzscenario der ESG sacht auf 340 PJ steigert und auf eine Wohn- und Nutzfläche in WG und NWG von grob 5 Mrd. m<sup>2</sup> bezieht<sup>1</sup>, dann ergibt sich daraus ein „erlaubter“ Biomasseeinsatz von 17 kWh/m<sup>2</sup>a. Wenn man davon ausgeht, dass ein großer Teil der Gebäude nicht mit Biomasse versorgt wird, müsste man entsprechend durch eine kleinere Fläche teilen. Dann wäre beispielsweise ein Budget in der Größenordnung von 30 bis 50 kWh/m<sup>2</sup>a verfügbar. Letztlich handelt es sich hierbei, wie bei anderen Festlegungen zu den Faktoren auch, um eine politische Festlegung, die analog zum THG-Faktor überprüft werden kann.

Der THG-Faktor für Strom lag 2019 bereits bei 425 g/kWh auf Niederspannungsebene nach Berechnungen mit GEMIS. Nach dem UMBERTO-Strommodell, der den Eigenverbrauch der Kraftwerke anders abbildet, liegt der Faktor noch rd. 40 g/kWh darüber. Für 2020 liegen noch keine konsolidierten Faktoren vor, allerdings ist die erneuerbare Stromerzeugung um 4 % angestiegen. Mit dem Atomausstieg wird die THG-Reduktion 2021/2022 allerdings kleiner ausfallen als von 2019 auf 2020. Bei der Festlegung für ein neues GEG wurde ein Wert gewählt, der sich in den nächsten Jahren bei fortgesetztem Ausbau erneuerbarer Energien auf Niederspannungsebene ergeben wird.

Man könnte noch einen Schritt weitergehen und einen Mittelwert über die Lebensdauer des Heizgeräts (oder des Gebäudes) errechnen. Auf der anderen Seite ergeben sich für Heizungsaggregate im Winter etwas höhere Emissionsfaktoren (Pehnt et al. 2018); dieser Unterschied wird allerdings mit Blick auf den dynamischen Ausbau der erneuerbaren Energien und mit Blick auf den Emissionshandel, der einen absoluten Deckel für THG-Emissionen aus dem Stromsektor vorsieht, von abnehmender Bedeutung sein. Zudem ist zu erwarten, dass sich in Zukunft variable Strompreise oder Netznutzungsentgelte ergeben werden, die einen Anreiz für eine systemdienliche und Strommarkt-orientierte Fahrweise von Wärmepumpen geben. Mit anderen Worten: Auch der Strommarkt wird wesentlich zu einer Systemintegration von Wärmepumpen beitragen. Im Sinne einer konservativen Bewertung wird vorgeschlagen, diesen Wert alle drei Jahre neu zu bestimmen und entsprechende Rückwirkungen auf das festgelegte Gebäudeniveau zu analysieren.

### Element 3: Anforderungen an neu zu errichtende Gebäude

(1) Wer ein Gebäude errichtet, das nach seiner Zweckbestimmung beheizt oder gekühlt werden muss, hat das Gebäude so zu errichten, dass es die Anforderungen von Anlage 1 für

- Treibhausgasemissionen (THG)-Emissionen und
- Nutzenergie für Raumwärme ( $q_{h,b}$ ) (gerechnet vor der 1. Iteration in DIN V 18599)
- Effizienz der Kältebereitstellung und
- weitere Effizienzanforderungen

nicht überschreitet bzw. erfüllt.

(2) Alternativ gilt für Wohngebäude mit einem Fensterflächenanteil an der Energiebezugsfläche von weniger als 30 % die Anforderung 1b) an Nutzenergie für Raumwärme als erfüllt, wenn die Bauteilanforderungen gemäß Anlage 2 nicht überschritten werden.

<sup>1</sup> 2016 gab es 3,82 Mrd. m<sup>2</sup> Wohnfläche in Wohn- und Nichtwohngebäuden (Destatis 2017). Hinzukommen rund 1,6 Mrd. m<sup>2</sup> beheizte Nutzfläche in Nichtwohngebäuden (BMVBS 2013), insgesamt also rd. 5,4 Mrd. m<sup>2</sup>.

Bei Nichtwohngebäuden kann der Nachweis ohne Berücksichtigung des Fensterflächenanteils alternativ über die Erfüllung der Bauteilanforderungen gemäß Anlage 2 erfolgen.

#### **Luftdichtheit**

(3) Gebäude sind möglichst luftdicht auszuführen. Der Kennwert der Luftdichtheit darf den Wert nach Anlage 2 nicht überschreiten. Der hygienisch notwendige Mindestaußenluftwechsel muss durch ein ventilatorgestütztes Lüftungssystem sichergestellt werden.

#### **Erneuerbare Energien**

(4) Auf dem Grundstück des Gebäudes oder einem angrenzenden Grundstück sind Anlagen zur Erzeugung von erneuerbarem Strom mit einem jährlichen Ertrag von mindestens 60 kWh/(m<sup>2</sup>a) überbauter Fläche zu errichten. Der Betrieb ist über die gesamte Nutzungsdauer des Gebäudes sicher zu stellen.

#### **Einsatz bestmöglicher Technologie**

(5) Die für Neubauvorhaben eingesetzte Technik für Beheizung, Beleuchtung, Lüftung und Raumkälte muss, soweit verfügbar, ein Energielabel nach Ökodesignrichtlinie in der zur Baugenehmigung besten Effizienzklasse aufweisen.

#### **EE-Fonds**

(6) Wird die THG-Anforderung 1a) überschritten oder die geforderte Erzeugung von erneuerbarem Strom unterschritten, muss eine Kompensation durch Investition in den EE-Gebäudefonds in Höhe von 150 % des Fehlbetrages entrichtet werden.

(7) Strom aus erneuerbaren Energien, der in einem zu errichtenden Gebäude eingesetzt wird, darf bei den Jahres-THG-Emissionen des zu errichtenden Gebäudes in Abzug gebracht werden, soweit er im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang zu dem Gebäude erzeugt wird. Der Ertrag wird endenergetisch vollständig gutgeschrieben, insoweit der Strom nach dem Monatsbilanzverfahren den eingesetzten Haustechnikstrom deckt. Darüberhinausgehende Strommengen werden bezüglich der Endenergie und den THG-Emissionen mit einem Faktor 0,5 gewichtet. Dabei wird der Ertrag standortspezifisch nach DIN V 18599-9:2018-09 ermittelt und der THG-Faktor für Strom-Mix gemäß Abschnitt „THG-Faktoren“ verwendet.

(8) Elektrische Direktheizungen sind bis zu einer Heizlast von max. 5 W/m<sup>2</sup><sub>EBF</sub> zulässig.

**Memo:** Für die wirtschaftliche Realisierung von PV-Anlagen von vorrangiger Bedeutung ist neben den Regelungen des GEG auch die Abschaffung der widrigen Rahmenbedingungen für PV im Erneuerbare-Energien-Gesetz, im Steuerrecht und andernorts. Dies betrifft u.a. die Rahmenbedingungen für Mieterstrom, aber auch für große PV-Anlagen auf Hallendächern usw.

#### **Sommerlicher Wärmeschutz**

(9) Aktive Kühltechnik ist in Wohngebäuden, aber weitestgehend auch in Nichtwohngebäuden durch ein angemessenes Gebäudekonzept zu vermeiden (Verkleinerung und Ausrichtung von Glasflächen; außenliegender Sonnenschutz; Aktivierung von Speichermasse; Nachtlüftung; Verringerung und Verlagerung der internen Lasten und der zu kühlenden Einrichtungen). Möglichkeiten der freien Kühlung, adiabatischen Kühlung, Kühlung über Erdregister usw. sind auszuschöpfen:

Der bauliche sommerliche Wärmeschutz ist nach DIN 4108-2:2013-02 Abschnitt 8.3 Tabellenverfahren Sonneneintragskennwerte zu erfüllen und nachzuweisen.

(10) Der Erfüllungsgrad ist im Erfüllungsnachweis und im Energieausweis zu dokumentieren. Beim Erfüllungsgrad handelt es sich beim Berechnungsweg nach DIN 4108-2:2013-02 Abschnitt 8.3 um das Verhältnis von vorhandenen zu zulässigem Sonneneintragskennwert:  $1 - S_{\text{vorh}}/S_{\text{zul}}$ .

### Ökobilanz

(11) Ab dem 1.1.2023 muss für neu errichtete Gebäude eine Querschnittsökobilanz für die DIN EN 15978-Module A1-3 + B6 mit Flächen- und Personenbezug erstellt werden. Die Ergebnisse der Ökobilanz und der Energiebedarfsberechnungen müssen eingereicht werden und werden in einer zentralen Datenbank eines Bundesinstituts gespeichert.

Ab 20xx werden Anforderungen an die kumulierten Treibhausgasemissionen gestellt. Diese umfassen zunächst die Herstellungsphase EN 15978-Modul A1-3, werden dann schrittweise auf weitere Lebenszyklusphasen ausgedehnt.

### Flexibilität

(12) Bei neu errichteten Gebäuden ist zu prüfen, ob Maßnahmen beispielsweise der Flexibilisierung von Gebäudekonzepten, geteilten Infrastrukturen, der Minimierung der Bodenversiegelung, der Nutzungsmischung und Vermeidung kurzlebiger Konstruktionsweisen zu einer Optimierung des Gebäudes angewendet werden können.

Alle Prüfpunkte sind in nachvollziehbarer Weise abzuwägen, sachlich zu begründen und als Teil der technischen Bauvorlagen zu dokumentieren. Hierzu wird ein Musternachweis entwickelt, der dem GEG 2.0 als Anlage beigefügt wird.

### Begründung:

**Zu (1).** Die Klimaschutzanforderungen der Bundesregierung können nur erreicht werden, wenn sowohl eine hohe Gebäudeeffizienz als auch eine klimaneutrale Versorgungstechnik gegeben sind.

Auf dieser Grundlage werden die Anforderungswerte für die THG-Emissionen in  $\text{kg CO}_{2,\text{äq}}$  entsprechend der gewählten Gebäudetechnik ermittelt. Die Bewertung der Warmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung und bei Nichtwohngebäuden zusätzlich Beleuchtung erfolgt im THG-Kennwert.

Mit den Anforderungsgrößen *Nutzenergie für Raumwärme*  $q_{h,b}$  und *Treibhausgasäquivalente* THG in  $\text{kg CO}_{2,\text{äq}}$  die Prinzipien von Ursache und Wirkung am besten abgebildet. Das System ermöglicht zudem eine vollständige Technologieoffenheit und kann auf nur zwei Hauptanforderungsgrößen beschränkt werden.

### Warum brauchen wir – im Neubau – einen separaten Kennwert für die Effizienz der Gebäudehülle?

Es reicht nicht aus, die Treibhausgas-Emissionen zu regulieren, da unterschiedliche **Artefakte** entstehen können. Mit zunehmender Dekarbonisierung der Stromerzeugung wird sonst ein Anreiz gegeben, mit **Strom** verschwenderisch umzugehen. Gleiches gilt auch bei

der gewählten Anrechnung der PV-Eigenerzeugung. Im Extremfall dürfte sonst ein ungedämmtes Gebäude mit großer PV-Anlage errichtet werden. Eine solche Konstellation ist volkswirtschaftlich nicht sinnvoll, da auch EE-Strom eine wertvolle Ressource ist und insgesamt eine Kombination aus Mindesteffizienz und erneuerbaren Energien volkswirtschaftlich effizient ist (ifeu et al. 2019; Prognos et al. 2015).

Hohe Wärmedämmstandards inklusive der dazu erforderlichen Komponenten haben sich in der Breite **etabliert** und werden vom Gros der Planer beherrscht. Ein niedriger Nutzwärmebedarf ist zudem ausschlaggebend für die **Netzverträglichkeit** in den Versorgungssystemen, also eine wirtschaftliche erneuerbare Versorgung zu Zeiten der "kalten Dunkelflaute". Erhöhte Lastanforderungen für das Heizen in den Kern-Wintermonaten würden zu sehr hohen vorzuhaltenden Kapazitäten und mithin erhöhten Versorgungskosten führen. In dem Zusammenhang wurde diskutiert, statt der Nutzwärmeanforderung eine Heizlastbegrenzung für Gebäude von z. B. 15 W/m<sup>2</sup> für Heizen und Warmwasser alternativ als Hauptanforderung zu stellen. Dieser an sich sehr einfache und stimmige Ansatz wurde verworfen, da der geforderte Heizwärmebedarf diese Anforderung impliziert, bei den Planern seit langem eingeführt ist, einen nur mittelbaren Bezug zur Gebäudehülle beinhaltet und zudem seitens kreativer Planer missdeutet werden könnte. Zudem sichert ein guter Effizienzstandard auf Basis des Heizwärmebedarfs die Effizienz der jeweils eingesetzten Heiztechnik, u. a. indem niedrigere **Heizverteiltemperaturen** hinreichen, und erneuerbare Energieträger können besser eingebunden werden.

Ein weiterer Grund für eine Nebenanforderung ist, dass die Heiztechnik und die eingesetzten Energieträger in deutlich **kürzeren Zyklen gewechselt** werden als Veränderungen an der Gebäudehülle stattfinden. Eine Heizung wird beispielsweise etwa alle 20 Jahre ausgetauscht, während die Gebäudehülle eine Lebensdauer von mind. 50 Jahren hat. Die Anforderungen an den Nutzenergiebedarf für Raumwärme – und mithin an die Gebäudehülle und Lüftung – bilden die Grundlage jeder Gebäudeplanung. In Anlage 1 wird ein Anforderungswert für den Neubau von 20 kWh/(m<sup>2</sup>a) formuliert, der aber alternativ über die Einhaltung der Anforderungen in Tabelle 2 erfüllt werden kann.

Zudem ist immer wieder zu beobachten, dass Gebäude durch Installations- oder Bedienungsfehler oder Verhaltensweisen zwischenzeitlich einen erhöhten Energieverbrauch aufweisen. Auch Schäden an der Wärmeinfrastruktur (Ausfälle der Fernwärme oder des Stromnetzes u.ä.) können mit einer effizienten Gebäudehülle deutlich besser überbrückt werden. Es ergibt sich insgesamt ein **robustes Gebäudekonzept**.

Insgesamt werden mit den Anforderungsgrößen Nutzenergie für Raumwärme und Treibhausgasäquivalente THG in kg CO<sub>2,äq.</sub> die Prinzipien von Ursache und Wirkung am besten abgebildet. Das System ermöglicht zudem eine vollständige Technologieoffenheit und kann auf nur zwei Hauptanforderungsgrößen beschränkt werden.

### **Warum haben wir Nutzwärme als Kenngröße für die Effizienz der Gebäudehülle gewählt?**

Im Rahmen des vorliegenden Projektes, aber auch in verschiedenen vorhergehenden Studien wurden verschiedene Anforderungsgrößen untersucht. Der Vorteil von **Nutzwärme für Raumwärme** vor der 1. Iteration ist, dass diese Größe ideal die Qualität der dauerhaft verbauten Gebäudeeffizienz charakterisiert. Sie ist auch unmittelbar didaktisch erklärbar: Sie ist die Wärmemenge, die zur Erreichung der Behaglichkeit notwendig ist. Auf der anderen Seite bietet sie Architekt:innen mehr gestalterische Freiheiten als H<sub>T</sub>, da u.a. solare Gewinne, die Kompaktheit des Gebäudes, Wärmerückgewinnung in Lüftungsanlagen usw. be-



rücksichtigt werden. Die Nutzwärme/-kälte-Anforderung bildet somit die langfristig verbauten Komponenten des Gebäudes ab. Ausdrücklich nicht geht die (ungeregelte) Wärme- und Kälteeinträge aus der Anlagentechnik ein. Diese verfälschen die Aussage über das (konstruktive) Gebäude. Aus diesem Grund wird der Heizwärmebedarf im Berechnungsgang vor der ersten Iteration abgegriffen.

Im Zuge der Weiterentwicklungen der DIN V 18599 werden derzeit Verfahren entwickelt, wie zukünftig eine Iteration der Wärmeberechnung vermieden werden kann. Dies wird die Verwendung dieser Zielgröße weiter vereinfachen.  $Q_{out,g}$  erfordert beispielsweise die Auslegung der Heizverteilung. **Endenergie** als Nebenanforderung wurde ausgeschieden, da für eine angemessene Effizianzforderung weitere Zusatzannahmen erforderlich sind. Bei Wärmepumpen müsste (wie auch in der nationalen Energiebilanz) die Umweltwärme hinzugezählt werden. Bei Biomasse geht die schlechtere Umwandlungseffizienz der Kessel massiv in die Bilanz ein. Für die Festlegung der Grenzwerte wurden im Rahmen dieses Projektes eine Reihe von Sensitivitätsberechnungen durchgeführt und dokumentiert. Für eine endgültige Festlegung sollten weitere Berechnungen für alle gängigen Gebäudenutzungstypen durchgeführt werden.

### **Warum sind die Grenzwertanforderungen gleichermaßen für Wohn- und Nichtwohnnutzungen definiert?**

Die Nutzungen von Nichtwohngebäuden können sehr unterschiedlich zu Wohngebäuden ausfallen. Die Berechnung der THG-Werte aus dem DIN EN 15978-Modul B6 erfolgt nach DIN V 18599 über die jeweiligen Randbedingungen der Nutzungsprofile. Ein großer Teil der Bedarfe kann durch Einsatz moderner Technologien deutlich gemindert werden. Bei Realisierung eines guten passiven Sonnenschutzes, kann z.B. in vielen Fällen auf die Bereitstellung technischer Kühlung vollständig verzichtet werden.

Sensitivitätsuntersuchungen haben vorläufig ergeben, dass selbst bei Gebäuden mit energieintensiven Nutzungen im Regelfall eine Kompensation mittels gebäudenah erzeugten regenerativen Stroms ein vollständiger Ausgleich möglich ist. In den wenigen Fällen, in denen das nicht gelingt, ist die Kompensation des Fehlbetrags nach stimmig begründetem Antrag durch Investition in Höhe von 150 % in den EE-Gebäufonds möglich. Sollte die Praxis zeigen, dass diese Kompensation unangemessen oft in Anspruch genommen wird, kann die Prozentzahl von 150 % entsprechend erhöht werden.

Die Ergebnisse der vorgenommenen Sensitivitätsuntersuchungen müssten im weiteren Verlauf noch mit weiteren Modellrechnungen für andere Nichtwohngebäudenutzungen verifiziert werden.

### **Warum haben wir die Kälteanforderung separat reguliert?**

In den vom GEG betroffenen Regionen liegen grundsätzlich differente Klimaverhältnisse für die Fälle *Heizperiode* und *Sommer* mit Einfluss auf Gebäude vor. Bei Realisierung eines guten passiven Sonnenschutzes kann in vielen Fällen auf die Bereitstellung technischer Kühlung verzichtet werden. Im Hinblick auf zunehmend heiße Sommer und erhöhte Anforderungen an sommerlichen Komfort steigen die Energiemengen für technisch bereitgestellte Raumkühlung insbesondere für Gebäude mit suboptimalen passivem Sonnenschutz und stellen somit eine zu berücksichtigende Größenordnung dar.

### **Was bedeutet die Festlegung einer zusätzlichen Nutzwärme-Anforderung für die Baukosten des Gebäudes?**

Die EU-Gebäuderichtlinie EPBD sieht als Standard für die geforderten Nearly Zero Energy Buildings (nZEB) die kostenoptimale Lösung aus volkswirtschaftlicher Sicht vor. Vor diesem Hintergrund müssen Kostenoptimalitätsanalysen nicht nur die aktuellen wirtschaftlichen Investitionsrahmenbedingungen, sondern den gesamten Gebäudelebenszyklus abbilden. Als Bilanzrahmen sind neben den Investitionskosten, Energiekosten aus Nutzersicht, Wartungs- und Instandhaltungskosten, Entsorgungskosten und ggf. Ersatzinvestitionskosten einzubeziehen. Klimawandelfolgekosten können, zumindest teilweise, als CO<sub>2,äq</sub> in den Energiekosten abgebildet sein. Weitere soziale und ökologische Belange, wie z. B. Beschäftigungsimpulse, Wertsteigerungen sowie Behaglichkeitsverbesserungen werden zunächst nicht erfasst.

In bundesdeutschen Klimata bilden hochwertig gedämmte Gebäudehüllen die wichtigste Voraussetzung, um die Klimaziele kostenoptimal zu erreichen. Die Bauteile müssen nur in ihrer Qualität oder Bauart gegenüber der üblichen Ausführung verbessert werden. Die dabei entstehenden Mehrkosten sind Differenzkosten zu weniger effizient ausgeführten Bauteilen. Sie lassen sich durch konstruktive Integration sehr gering halten. Zahlreiche Gutachten und vor allem Best Practice Projekte (aufgeführt in: Schulze Darup et al. 2019) weisen nach, dass bei hochwertiger Planung bereits heute Gebäude mit sehr niedrigem Nutzwärmebedarf von einem relevanten Anteil der Akteure kostenoptimal ausgeführt werden können.

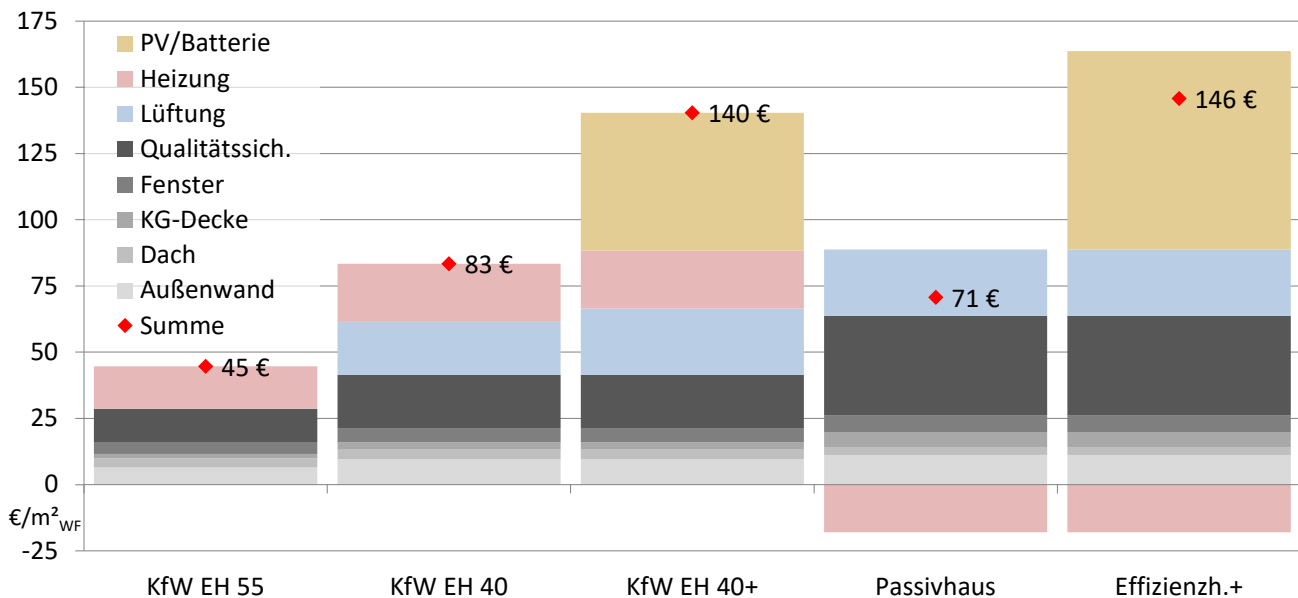


Abbildung 3: Bilanzierung von Mehr- und Minderinvestitionen gegenüber dem GEG Standard nach Effizienzkomponenten. Die dargestellten Kosten werden von etwa 30 Prozent der Planer in der Praxis realisiert. Immerhin 70 Prozent kommen mit Mehrinvestitionen von 65 € pro m<sup>2</sup> Wohnfläche für den Standard KfW EH 55 und 140 €/m<sup>2</sup> für die Standards KfW EH 40 oder Passivhaus aus (Schulze Darup et al. 2019).

Lebenszyklusbetrachtungen unter Berücksichtigung der Mehrinvestitionen, Betriebs- und Wartungskosten führen bei optimaler Planung bereits heute dazu, dass die dargestellten Standards mit der höchsten Effizienz wirtschaftlicher sind als der GEG-Standard. Das gilt erst recht mit zusätzlicher Förderung, die insbesondere im Geschosswohnungsbau mit kleinen Wohnungen weit höher liegt als die Mehrinvestitionen in der Grafik.



Die Anforderungen an die Herabsetzung der Transmissionsverluste bzw. den Nutzenergiebedarf fußen auf diesen Überlegungen und entsprechen den Ergebnissen von Lebenszyklusanalysen für eine Vielzahl von Gebäuden unter den Prämissen der Rahmenbedingungen, zu denen auch die CO<sub>2,äq</sub>-Vermeidungskosten gehören, die derzeit bei rd. 180-260 € pro emittierter Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalent veranschlagt werden.

Gemäß Element 1 „Fordern und Fördern“ gilt es, für einen Übergangszeitraum notwendige Mehrinvestitionen für die Forderungen an den Nutzwärmebedarf durch Förderung auszugleichen. In diesem Zeitraum ist es möglich, zielgerichtet das Know-how hocheffizienten Bauens auf alle Akteure auszudehnen und die Entwicklung von Effizienzkomponenten und serieller Produktion voranzutreiben mit kalkulierbaren Rahmenbedingungen für alle Beteiligten. Eine angekündigte Degression der Förderung könnte eine zusätzliche Motivation für eine zeitnahe Entscheidung für hochwertige Maßnahmen bringen.

**Zu (2): Vereinfachtes Verfahren.** Aus den Modellrechnungen in Anlage 5 geht hervor, dass größere Gebäude und Mehrfamilienhäuser den verlangten Kennwert von 20 kWh/m<sup>2</sup>a gut einhalten. Damit erweist sich dieser Kennwert als gut realisierbar, insbesondere auch im Geschosswohnungsbau, der durch die Bauform niedrigere spezifische Energieverbräuche aufweist. Einfamilienhäuser mit großem Oberflächen-Volumen-Verhältnis müssen jedoch aufwändiger gedämmt werden. Daher wird alternativ zu dem Rechenverfahren für Gebäude mit einem angemessenen Fensterflächenanteil zugelassen, dass Gebäude gemäß den Anforderungen in Tabelle 2 zu errichten. Auch diese Werte sichern einen hohen energetischen Standard des Gebäudes ab. Die Tabellenwerte entsprechen in etwa der Anlage 5 zum GEG Spalte A, die bei ungünstigeren Varianten der Anlagentechnik zum Zuge kommt.

**Zu (4), (6) bis (7): Strom aus erneuerbaren Energien.** Als Zielsetzung wird ein möglichst hoher erneuerbarer Stromertrag für alle Gebäude angestrebt, um einen relevanten Anteil des zukünftigen regenerativen Energiebedarfs innerhalb der Siedlungsstrukturen abzudecken und damit Eingriffe in den Landschaftsraum durch erneuerbare Techniken auf ein erforderliches Mindestmaß zu beschränken. Punkt (4) enthält die Anforderung an den zu erbringenden jährlichen Ertrag in Höhe von 60 kWh/(m<sup>2</sup>a) pro Quadratmeter bebauter Fläche. Die Entkopplung von der Wohnfläche erfolgt, um verdichtetes Bauen, das im Allgemeinen hohe Nachhaltigkeitsqualitäten mit sich bringt, keiner unangemessenen Belastung auszusetzen. Dazu muss bei gängigen Rahmenbedingungen etwa ein Drittel der projizierten Fläche mit PV-Modulen belegt werden.

Tabelle 1: Um die Anforderung an den Ertrag von 60 kWh/(m<sup>2</sup>a) pro m<sup>2</sup> überbauter Fläche zu erfüllen, muss bei gängigen Rahmenbedingungen (5 m<sup>2</sup> Modulfläche pro kW<sub>peak</sub> / spezifischer Ertrag 850 kWh/kW<sub>peak</sub>\*a) etwa ein Drittel der projizierten Fläche mit PV-Modulen belegt werden.

Gebäudelänge [m]	10	12	10	15	20	30
Gebäudetiefe [m]	7	8	10	10	12	13
erforderliche Leistung [kW <sub>peak</sub> ]	4,9	6,8	7,1	10,6	16,9	27,5
erforderliche PV-Fläche [m <sup>2</sup> ]	24,7	33,9	35,3	52,9	84,7	137,6
PV-Breite auf Gebäudelänge [m]	2,5	2,8	3,5	3,5	4,2	4,6
Prozent der bebauten Fläche [%]	35%	35%	35%	35%	35%	35%

Die Anforderung wird beim größten Teil der Gebäude leicht zu erfüllen sein. Dabei entspricht der Bezug zur bebauten Fläche dem Stand der Technik, der sehr wirtschaftliche Dachanlagen ermöglicht, bei Fassadennutzungen jedoch noch zu erhöhten Investitionskosten für die PV-Anlagen führt.

Die Anforderungen an PV sind so ausgelegt, dass sie systemoffene Gebäudetechnik ermöglichen. Auch die Nutzung von Solarthermie bzw. PVT ist ergänzend möglich.

Um unwirtschaftlichen PV-Anlagen, z. B. bei Verschattung innerstädtischer Grundstücke etc. entgegenzuwirken, wird die Kompensation durch Investition in den EE-Gebäufonds ermöglicht, allerdings nur bei Vorliegen einer triftigen Begründung (Punkt 6). Zudem müssen dazu erneuerbare Anlagen zur Stromerzeugung mit 150 % des Fehlbetrages errichtet werden, da z. B. bei Freiflächenanlagen die spezifischen Kosten eher niedriger liegen als bei gebäudeintegrierten PV-Anlagen. Die Kompensation nach Punkt (6) kann in gleicher Weise genutzt werden, um die THG-Anforderung 1 a) zu erfüllen.

Kann erneuerbarer Strom jedoch nicht in ausreichendem Maße vor Ort erzeugt werden, so kann der Fehlbetrag nach Vorliegen einer triftigen Begründung durch Investition in Höhe von 150 % in den EE-Gebäufonds kompensiert werden.

Es besteht nicht die Gefahr, dass durch die Kompensation unambitionierte Gebäudestandards ermöglicht werden. Dies wird durch die Nutzenergieanforderung (1b)), das Fossil-Kessel-Verbot und die weiteren Effizienzanforderungen vermieden.

Es ist ein dringendes Ziel, im Mittel deutlich höhere Erträge als in Punkt (4) gefordert, zu erreichen, um auch die Stromnutzungen im Gebäude und ggf. darüber hinaus möglichst weitgehend im Sinn der Klimaneutralität zu decken. Deshalb wird in Punkt (6) eine lohnende Art der Anrechnung für PV-Strom formuliert. Zudem werden effiziente Gebäudetechniksysteme begünstigt, die den erneuerbar generierten Strom direkt nutzen. Darüberhinausgehende Strommengen werden mit einem Faktor von 0,5 gewichtet. Um die Zielsetzung eines hohen PV-Ertrags innerhalb der Siedlungsstrukturen möglichst zeitnah zu erreichen, sind folgende Aspekte zielorientiert zu lösen:

1. Änderung des Mieterstrom-Fördergesetzes und der Rahmenbedingungen von gebäudeintegrierten PV-Anlagen, um Investitionen in PV-Anlagen wirtschaftlich zu gestalten
2. Förderung von PV-Flächen/PV-Erträgen, die über das geforderte Maß hinausgehen
3. Markteinführung von PV-Fassaden-Anlagen mit einer angepassten Sonderförderung
4. Anpassen der Anforderungen nach jeweils drei Jahren an die technische Entwicklung
5. Bebauungsplanung mit der Möglichkeit hoher erneuerbarer Erträge.

**Zu (9) und (10).** Der Nachweis des **sommerlichen Wärmeschutzes** erfolgt gemäß DIN 4108-2. Bei genehmigungspflichtigen Neubauvorhaben gehört die Nachweisdokumentation zu den bei den Baubehörden einzureichenden Bauvorlagen. Grundsätze dieses Elements lauten:

- Prominente Position der Anforderung (bisher meist vernachlässigt)
- Bessere Erkennbarkeit der Qualität des sommerlichen Wärmeschutzes
- Klare Regelung in Bezug auf die Berechnung.

In der Vergangenheit wurde der Aspekt des sommerlichen Wärmeschutzes oft vernachlässigt. In vielen Fällen wurde der Nachweis gar nicht oder fehlerhaft geführt. In manchen Fällen wurde eine aufwändige Simulation angefertigt, um grenzwertige Planungen noch umsetzen zu können. Die Folge sind unzufriedene Kunden und spätere Nachrüstung von minder effizienten Kühlanlagen. Mit der getroffenen Regelung ist nur noch das Sonneneintragskennwert-Verfahren zulässig. Dies ist hinreichend streng, klar formuliert und verhindert zuverlässig energieintensive „Glasarchitektur“.

Neu ist der Indikator des Erfüllungsgrades. Er zeigt an, wie nah der Sonneneintragskennwert am zulässigen Höchstwert liegt. Er signalisiert zudem, dass tatsächlich eine Rechnung erfolgte.

**Zu (11).** Die bei der Herstellung eingesetzte Energie und die dabei verursachten Emissionen machen einen erheblichen Teil des Aufwandes im Lebenszyklus eines Gebäudes aus. Der Einstieg in die Bewertung dieses wesentlichen Anteils besteht in der Berechnung einer vereinfachten Ökobilanz. Diese Datenbasis liefert die Grundlage für eine Entwicklung von Anforderungen im Neubau. Für den Gebäudebestand wird keine Ökobilanzanforderung formuliert, weil der Großteil der „grauen Energie“ in den tragenden Bauteilen usw. verbaut wird, die i. d. R. durch eine Bestandssanierung nicht betroffen sind.

**Zu (12).** Der Pro-Kopf-Raumwärmebedarf steigt durch Zunahme der Nutzflächen, des Komforts und der Reboundeffekte seit Jahren an. Erfolge bei der THG-Senkung werden dadurch teilweise wieder kompensiert. Als dritte Nachhaltigkeitssäule gewinnt die gebotene Suffizienz neben Konsistenz, Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien hohe Bedeutung. Suffizienz zielt darauf ab, den absoluten Ressourcenaufwand zu senken. Dagegen ist zu prüfen, ob Optimierungspotenziale im Gebäude bezüglich der Flexibilität, geteilten Nutzungen usw. vorliegen. Je geringer die erforderlichen Flächen- und Versorgungsbedarfe ausfallen, desto geringer fällt der personenbezogene Carbonfootprint aus. Bei diesem sensiblen Thema kommt es stark auf die Verhältnismäßigkeit der Anforderungen an. So ist zu fragen, ob ein bloßes Einfrieren der Pro-Kopf-Wohnfläche (keine Absenkung) schon einen Verzicht darstellt oder ob es als Verhinderung einer schädlichen Entwicklung zu werten wäre.

Neben der Energieeffizienz hat Suffizienz vor allem soziale Aspekte. In vermieteten Gebäuden sind große Wohnungen für breite Bevölkerungsschichten nicht bezahlbar.

## Element 4: Anforderungen an bestehende Gebäude

(1) Ein bestehendes Gebäude muss:

a) bis zum 1.1.2028<sup>1</sup> mindestens zwei Erfüllungsmaßnahmen durchgeführt oder die Klimaklasse F erreicht haben,

b) bis zum 1.1.2033 mindestens vier Erfüllungsmaßnahmen durchgeführt oder die Klimaklasse D erreicht haben

---

<sup>1</sup> Die Pflichtzeitpunkte hängen stark vom Startzeitpunkt des Gesetzes ab und können sich dementsprechend verschieben. Angesichts der verschärften Anforderungen im novellierten Klimaschutzgesetz mit Zielsetzung der Klimaneutralität bis 2045 gilt es zu überprüfen, ob dieser Zeitplan ausreichend ist.

c) bis zum 1.1.2038 mindestens sechs Erfüllungsmaßnahmen durchgeführt oder die Klimaklasse B erreicht haben.

Es wird basierend auf den Erfahrungen mit a) geprüft, ob weitere Stufen einzuführen sind.

Der Nachweis der vorliegende Klimaklasse ist mit dem Energieausweis in der Gebäudedatenbank zu hinterlegen.<sup>1</sup> Liegt kein Energieausweis vor, wird von der Klimaklasse H ausgegangen. Bis 2030 darf der Nachweis der Klimaklassen auch auf Basis des Energieverbrauchs erfolgen.

Die Klimaklassen werden in Anlage 3 definiert.

(2) Liste der Erfüllungsmaßnahmen:

1. EE-Fit (zählt als 2 Maßnahmen)
2. Wärmedämmung der Außenwände (50 % = 1 Maßnahme / 100 % = 2 Maßnahmen)
3. Wärmedämmung von Dachflächen oder obersten Geschossdecken
4. Wärmedämmung der thermischen Hüllabgrenzung nach unten
5. Erneuerung der Fenster und Außentüren (50 % = 1 Maßnahme / 100 % = 2 Maßnahmen)
6. Erneuerung oder Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
7. Erneuerung der Heizungsanlage
8. Einbau von digitalen Systemen zur energetischen Betriebs- und Verbrauchsoptimierung
9. PV-Installation

Die technischen Mindestanforderungen werden in einem technischen Merkblatt auf Grundlage der Anlage 2 definiert. Maßnahmen an der Gebäudehülle, die vor Inkrafttreten dieses Gesetzes durchgeführt worden sind und die den KfW-Einzelmaßnahmenstandard einhalten, werden anerkannt.

(3) Wer einen individuellen Sanierungsfahrplan für das betroffene Gebäude vorlegt, muss die Anforderungen nach Nr. 1 erst zwei Jahre später einhalten.

(4) Für Gebäude, die die Anforderung nach Absatz 1 nicht einhalten, muss der Gebäudeeigentümer eine jährliche Abgabe an den EE-Gebädefonds entrichten, die 3,00 €/m<sup>2</sup>a bezogen auf die beheizte Fläche pro überschrittene Klimaklasse beträgt. Die Abgabe ist nicht umlagefähig gemäß §559 BGB.

(5) Soweit bei beheizten oder gekühlten Räumen eines Gebäudes Außenbauteile erneuert, ersetzt oder erstmalig eingebaut werden, sind diese Maßnahmen so auszuführen, dass die betroffenen Flächen des Außenbauteils die Wärmedurchgangskoeffizienten der Anlage 2 nicht überschreiten.

---

<sup>1</sup> Alternativ kann auch eine andere Gebäudeausweis-Datenbank etabliert werden.

(6) Ein Bestandsgebäude im Sinne von Element 4 Nr. 2 ist EE-fit, wenn

a) im Rahmen eines Sanierungsfahrplans Maßnahmen der Wärmedämmung, Heizkreisoptimierung oder effizienten Warmwasserbereitung so weit vollzogen sind, dass mit einer maximalen Heizwasser-Vorlauftemperatur von 55 °C die von den Raumnutzern geforderte Raumtemperatur gewährleistet ist, und wenn zudem die Warmwasserbereitung technisch so angeordnet ist, dass sie hygienisch einwandfrei mit diesem Temperaturniveau funktioniert oder ein weiterer Temperaturhub zur Gewährleistung einer über 55 °C liegenden Zirkulationseintrittstemperatur unabhängig von der Zentralheizung erfolgt.

b) eine vorbereitende Analyse zur Machbarkeit eines Wärmenetzanschlusses oder einer Heizung mit erneuerbaren Energieträgern durchgeführt wurde. Hierzu zählt eine Überprüfung, ob ein Wärmenetz in erreichbarer Nähe liegt oder, wenn nicht, ob die Voraussetzungen für die Installation einer EE-Heizung im Augenblick eines Kesselaustauschs vorliegen.

### Individueller Sanierungsfahrplan

(7) Es besteht ein Anrecht auf Förderung eines individuellen Sanierungsfahrplans. Die Förderquote beträgt 80 %. Die im gebäudespezifischen Sanierungsfahrplan benannten Maßnahmen müssen in der Summe geeignet sein, einen klimaneutralen Gebäudebetrieb bis zum Jahr 2045 zu ermöglichen, wobei sowohl Effizienzmaßnahmen als auch der Einsatz erneuerbarer Energien berücksichtigt werden. Details regelt eine Verordnung.

**Begründung:** Das erklärte Ziel der Bundesregierung, bis zum Jahr 2045 einen klimaneutralen Gebäudebestand zu erhalten, erfordert ein grundlegendes Herangehen für alle Bestandsgebäude. Da Maßnahmen an Gebäuden überwiegend mehr als 30 Jahre Bestand haben, muss jede ab heute durchzuführende Maßnahme energetisch den Anforderungen für das Jahr 2045 genügen.

**Klimaklassen:** Die Definition der Klimaklassen orientiert sich u.a. an den Endenergie-Klassen des geltenden GEG. Klimaklasse H entspricht einem ein Endenergieeinsatz von 250 kWh/m<sup>2</sup>a unter Berücksichtigung des Flächenbezugs (Energiebezugsfläche statt A<sub>N</sub>) und einem mittleren THG-Faktor von 240 g/kWh.

Es wurde bewusst darauf verzichtet, eine Reskalierung des Labels auf A-G vorzunehmen, da erstens die Klassendifferenzierung für Gebäude nicht ausreichen würde und zweitens ein Wert unter Null explizit mit „+“ bis „+++“ gekennzeichnet werden sollte. Außerdem wird so eine Anschlussfähigkeit an die derzeit vergebenen Labels hergestellt.

**Zu (1).** Ein Vorgehen basierend auf Mindestanforderungen für die **schlechtesten Gebäude** wird auf europäischer Ebene durch die Renovation Wave angekündigt. Es ist sinnvoll, bei den schlechtesten Gebäuden anzusetzen, weil bei diesen eine hohe Wirtschaftlichkeit der Sanierung gegeben ist und hohe Klimaschutzwirkungen zu erzielen sind. Zugleich gilt es, diesen Prozess sozial ausgewogen zu gestalten und den Gebäudeeigentümern ein möglichst hohes Maß an Entscheidungsfreiheit zu gewähren. Die soziale Ausgewogenheit wird durch die Kombinierbarkeit von Fordern und Fördern erreicht.

Eigentum verpflichtet zu einem volkswirtschaftlich sensiblen Umgang. Deshalb wird der Grundsatz einer Sanierungspflicht aufgenommen, um kurzfristig klimawirksame Maßnahmen zu induzieren, die mit hoher Wirtschaftlichkeit umsetzbar sind. Allerdings wird die Sanierungspflicht mit einer langfristigen Zielorientierung gekoppelt. Zu erreichen sind die Anforderungen auf drei Wegen: 1. Indem eine bessere Klimaklasse erreicht wird. 2. Indem das

Gebäude „EE fit“ gemacht wird. 3. Indem von einer Liste vordefinierter Einzelmaßnahmen eine definierte Anzahl durchgeführt wird.

### Was ist EE fit?

Die Eigenschaft „EE Fit“ wurde im Rahmen von ifeu (2021) entwickelt. Der Grundgedanke ist: Gebäude werden vorbereitet auf eine Dekarbonisierung der Heizung in dem Augenblick, wenn sie kaputt geht. Vielfach findet dann ein 1:1-Energieträgerwechsel fossil → fossil statt, ohne dass zeitlich die Möglichkeit besteht, eine EE-Heizung einzusetzen.

Zur EE-Fitness zählen zwei Elemente: eine Absenkung der Heiztemperaturen, die die Nutzbarkeit, die Jahreserträge bzw. die Jahresnutzungsgrade der EE-Heizungen jeweils steigern. Auch für den Wärmenetz-Anschluss sind niedrige Temperaturen vorteilhaft und in Zukunft zunehmend die Voraussetzung.

Diese Anforderungen sollten durch gezielte Förderungen flankiert werden (Element 1). Außerdem ermöglicht die Beratung im Rahmen des Sanierungsfahrplans, ergänzende gebäudetechnische Maßnahmen mit hoher Wirtschaftlichkeit vorzuschlagen, die ein Gebäude über eine längere Zeit in günstigere Klimaklassen bringt, sodass eine bauliche Maßnahme auf einen individuell sinnvollen Zeitpunkt gesetzt werden kann, der zudem mit der Nutzungszeit der vorhandenen Bauteile korrespondiert.

### Ist es nicht sehr aufwändig, die Performance aller Gebäude zu erfassen?

Ja. Aber es ist für eine Steuerung der Wärmewende unabdingbar. Andere Länder haben schon vor vielen Jahren eine Energieausweis-Datenbank angelegt, die das Monitoring und die Erfassung der Modernisierungsaktivitäten und eine entsprechende Nachsteuerung ermöglicht.

Der Vollzugaufwand für diese Regelung, die das Wissen über den energetischen Zustand der Bestandsgebäude voraussetzt, wird durch die Regelung verringert, dass Gebäude, für die kein Energieausweis vorliegt, in die schlechteste Klimaklasse eingeordnet werden.

Für den Zweck der Speicherung der Gebäudedaten ist in einem Bundesinstitut ein Gebäudedekataster anzulegen, das auch für die Erfolgskontrolle der Zielerreichung genutzt werden kann. Im Rahmen der europäischen renovation wave werden Gebäudelögbücher vorgesehen. Die genaue Definition liegt derzeit zwar noch nicht vor. Trotzdem macht es Sinn, jetzt proaktiv eine praktikable Umsetzung in nationales Recht zu konzipieren.

**Zu (2): Erfüllungsmaßnahmen.** Die Erfüllungsmaßnahmen werden so definiert, dass wirksame, vom Aufwand her akzeptable Maßnahmen jeweils als Erfüllungsoptionen dienen. Dabei wird in Kauf genommen – wie die Berechnungen im Anhang zeigen – dass nicht alle Maßnahmen die gleiche Einsparwirkung erzielen. Es kann gewählt werden zwischen den drei Mechanismen Einhaltung der Klimaklasse, EE Fitness oder Durchführung einzelner Maßnahmen.

Die Liste der Maßnahmen unter Punkt (2) orientiert sich an den Anhängen der Verordnung zur Bestimmung von Mindestanforderungen für energetische Maßnahmen ESanMV und wird durch die Erstellung eines technischen Merkblatts präzisiert. Darin sollen folgende Festsetzung berücksichtigt werden:

1. EE-Fitness (siehe oben)

2. Wärmedämmung der Außenwände (50 % = 1 Maßnahme / 100 % = 2 Maßnahmen)  
Die Dämmung von 50 Prozent der Außenwandfläche gilt als eine Maßnahme, 100 Prozent als zwei Maßnahmen aufgrund von relativ hohen Kosten und hoher Wirksamkeit. Der mindestens auszuführende U-Wert wird in der Tabelle der Anlage 2 aufgeführt.

3. Wärmedämmung von Dachflächen oder obersten Geschossdecken  
Ausführung mit dem U-Wert gemäß der Tabelle in Anlage 2 sowohl für Schrägdächer, Flachdächer und oberste Geschossdecken.

4. Wärmedämmung der thermischen Hüllabgrenzung nach unten  
Kellerdecken zu unbeheizten Bereichen und Bodenflächen gegen Erdreich sind mindestens mit dem U-Wert gemäß Tabelle in Anlage 2 auszuführen.

5. Erneuerung der Fenster und Außentüren (50 % = 1 Maßnahme / 100 % = 2 Maßnahmen)

Die Erneuerung von 50 Prozent der Fenster-/Türfläche gilt als eine Maßnahme, 100 Prozent als zwei Maßnahmen. Der auszuführende max.  $U_w$ -Wert wird in der Tabelle der Anlage 2 aufgeführt.

6. Erneuerung oder Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung  
Installation von ventilatorgestützter Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung mit einem Wärmebereitstellungsgrad von mindestens 75 %, bezogen auf das gesamte Gebäude bei gleichzeitig sichergestellter Luftdichtheit mit einem maximalen Wert für  $n_{50}$  von  $1,0 \text{ h}^{-1}$ .

7. Erneuerung der Heizungsanlage  
Einbau eines Heizsystems ohne Einsatz fossiler Brennstoffe bei gleichzeitiger Reduktion der  $\text{CO}_2$ -Emissionen von mindestens 30 %.

8. Einbau von digitalen Systemen zur energetischen Betriebs- und Verbrauchsoptimierung  
Einbau von digitalen Systemen zur energetischen Betriebs- und Verbrauchsoptimierung, deren Qualitätsanforderungen in einem gesonderten Merkblatt definiert werden.

9. PV-Installation  
Installation von PV auf mindestens 70 % der geeigneten Dachfläche mit einem Mindestenergieertrag von entweder mindestens  $20 \text{ kWh/m}^2 \text{ EBF}$  oder  $60 \text{ kWh}$  pro  $\text{m}^2$  Grundfläche des Gebäudes. Diese Regelung lässt eine Option auf Solarthermie offen, als PVT auch für leistungsstarke Systeme.

**Zu (3):** Vorausdenken soll belohnt werden. Daher verschiebt sich die Maßnahmendurchführung, wenn man über einen iSFP verfügt.

**Zu (4):** Die Abgabe verfolgt das Ziel, dem Eigentümer einerseits Spielräume zu ermöglichen, andererseits aber auch finanziell wirksam zu sein, so dass eine Durchführung von Maßnahmen attraktiver erscheint. Eine Überschreitung um zwei Klassen würde beispielsweise bei einem Einfamilienhaus eine Abgabe in einer Größenordnung von  $900 \text{ €/a}$  bedeuten.



## Element 5: Einschränkungen für Heizungsanlagen mit fossilen Brennstoffen

(1) Für Heizungsanlagen, die auch mit fossilen Brennstoffen betrieben werden und die nach Inkrafttreten dieses Gesetzes installiert werden, dürfen nur Brennstoffe eingesetzt werden, die folgende lebenszyklus-bezogenen THG-Intensitäten bezogen auf den Heizwert einhalten (Mischwert, gewichtet nach dem energetischen Anteil der eingesetzten Brennstoffe):

Ab dem 1.1.2025: 220 g/kWh

Ab dem 1.1.2027: 180 g/kWh

Ab dem 1.1.2029: 140 g/kWh

Ab dem 1.1.2031: 100 g/kWh

Ab dem 1.1.2035: 50 g/kWh

Weitere Qualitäts- und Nachhaltigkeitsanforderungen an die erneuerbaren Gase und Wasserstoff werden in einer Verordnung geregelt. Wasserstoff wird als erneuerbares Gas anerkannt, wenn er aus Strom aus erneuerbaren Energieanlagen produziert werden, für die Zusatzlichkeitskriterien eingehalten werden.

Der Nachweis ist durch den Anlagenbetreiber durch Vorlage entsprechender Rechnungen auf Anfrage vorzulegen (Stichprobenkontrolle).

Der Planer bzw. Installateur muss den Anlagenbetreiber auf diese steigenden Anforderungen und damit verbundenen Kostenimplikationen hinweisen.

### **Begründung:**

Im Jahr 2045 dürfen in Gebäuden keine fossilen Brennstoffe mehr verwendet werden. Um zu verhindern, dass zu diesem Zeitpunkt noch fossil betriebene Heizsysteme im Bestand sind, die die übliche Nutzungsdauer von 20 Jahren noch nicht erreicht haben, muss der Neuanschluss rechtzeitig gestoppt werden. So wird der Übergang zu anderen Heizungstechnologien möglichst harmonisch gestaltet. Je weniger Zeit für den Übergang zur Verfügung steht, desto herausfordernder wird der Umbruch für Hersteller und Installateure.

Durch die Regelung der THG-Emissionen über die Zeitachse wird eine zunehmende Einspeisung bzw. Beimischung erneuerbarer Brennstoffe erforderlich. Ein Wert von 180 g/kWh entspricht einer Reduktion um 25 % gegenüber Erdgas (rd. 240 g THG/kWh).

Weitere Nachhaltigkeitsanforderungen insbesondere an den nachhaltigen Anbau oder die nachhaltige Verwendung von Biomasse muss flankierend sicherstellen, dass die Brennstoffe auch dauerhaft und in Einklang mit sozial-ökologischen Erfordernissen genutzt werden.

Wasserstoff oder PtG sind mögliche Optionen, um Gebäude klimaneutral zu heizen. Dies gilt jedoch nur, wenn der zur Produktion erforderliche Wasserstoff durch Elektrolyse mit zusätzlichem erneuerbarem Strom hergestellt wird (grüner Wasserstoff). Allerdings dürfte es aus Sicht des Gebäudeeigentümers fraglich sein, ob ein mit Wasserstoff oder PtG beheiztes Haus



kostengünstiger betrieben werden kann als ein mit einer Wärmepumpe ausgestattetes Gebäude, da letzteres den eingesetzten EE-Strom um ein Vielfaches effizienter nutzt.

Dieses Konzept erlaubt daher den Einsatz von entsprechenden Brennstoffen mit einer steigenden EE-Quote, induziert über den sinkenden THG-Faktor. Um eine abgewogene Heizungsentscheidung zu treffen, ist es allerdings wichtig, dass zum Zeitpunkt der Entscheidung für diese Technologie darauf hingewiesen wird, dass sich in Zukunft – auf Grund der niedrigeren Effizienz des H<sub>2</sub>- oder PtG-Pfades – steigende Brennstoff-Kosten ergeben können.

## Grundsatz der Zumutbarkeit und Härtefälle

(1) Die Modernisierungsanforderungen sind auf Antrag ganz, teilweise oder zeitweise auszusetzen, soweit oder solange diese im Einzelfall nachweislich wegen besonderer Umstände zu einer unzumutbaren Belastung führen würden. Eine unzumutbare Belastung kann insbesondere dann vorliegen, wenn 1. alle Varianten der Erfüllung der Verpflichtung technisch unmöglich sind, 2. die Verpflichteten von einem laufenden Insolvenzverfahren betroffen sind oder einer temporär-persönlichen, nachweisbaren wirtschaftlichen Härte unterliegen, 3. der Abriss des Gebäudes in näherer Zukunft bevorsteht. Ausnahmen auf Grund von technischer Unmöglichkeit sind per Sachverständigengutachten nachzuweisen. Rahmenbedingungen für die Bestimmung der Härtefälle sind für den Vollzug in einem Merkblatt zu regeln.

(2) Die Anforderungen an bestehende Gebäude gelten auch für Gebäude mit Baukulturdenkmalschutz und Baukultur-Ensembleschutz mit Raumtemperaturen >12°C in der Heizperiode zum Aufenthalt von Personen. Soweit die Anforderungen mit Erfordernissen des Baukulturdenkmalschutzes nicht vereinbar sind, sind begründete Ausnahmen für die entsprechenden Bauteile auf der Basis eines qualifizierten und zu dokumentierenden Abwägungsprozesses unter gleichrangiger Berücksichtigung von Klimaschutz/ Nachhaltigkeit, Baukulturdenkmalschutz und angemessenem Komfort für Aufenthaltsräume möglich. Die denkmalpflegerische Abwägung ist unter Berücksichtigung der Stellungnahme der Denkmalpflegebehörden durchzuführen und zu dokumentieren. Die energetischen Bauteilqualitäten dürfen im jeweiligen Bauteilsanierungsfall nicht unter dem Mindestwärmeschutz der DIN 4108 liegen.

### Begründung:

Bei beheizbaren Gebäuden handelt es sich um langlebige Wirtschaftsgüter, bei denen die Betriebskosten als Teil der Lebenszykluskosten um ein Vielfaches über den Herstellungskosten liegen können. Eigentümer:innen orientieren sich zunehmend neben der Investitionshöhe an den prognostizierten Betriebskosten mit den Energiekosten. Der Wert eines Gebäudes ist eng mit seiner Zukunftsfähigkeit verknüpft. Dies muss zur Erstellung von Energiekostenanalysen und zur Beurteilung der ökonomischen Vorteilhaftigkeit von Ausführungsvarianten für Neubauten und Bestandssanierungen führen.

Auf Grund der Vielfalt der zugelassenen Erfüllungsoptionen, des steigenden CO<sub>2</sub>-Preises und der möglichen Kombinierbarkeit von Fordern und Fördern gibt es keine Unzumutbarkeit auf Grund mangelnder Wirtschaftlichkeit über die genannten Härtefälle hinaus.

Die Anforderungen an Baukulturdenkmäler gelten insbesondere auch für Gebäude mit Wohnnutzung bzw. mit Nutzung zum vorwiegenden Aufenthalt. Die Erhaltung der Gebäude wird durch die Nutzung oft erst ermöglicht. Eine Weiterentwicklung des Baukulturdenkmal-

bestandes ist unumgänglich, um seine Zukunftsfähigkeit zu gewährleisten, künftigen energieeffizienten Betrieb zu ermöglichen und dadurch auch die in den Baustoffen enthaltene Energie zu erhalten. Es gilt, eine denkmalgerechte Ausführung mit möglichst optimierter energetischer Effizienz unter Berücksichtigung von Bauphysik, Behaglichkeit und Gesundheitsschutz zu ermöglichen. Für die betroffenen Bauteile sind hohe energetische Qualitäten in Abwägung mit Denkmalaspekten anzustreben. Für Baukulturdenkmäler sind Anpassungen im Zuge des Gesundheits- und Klimaschutzes sowie zur Begrenzung der Energiekosten und nachhaltiger Objektnutzbarkeit geboten. Als begrenzende Randbedingungen mit hoher Schutzwirkung werden Kubatur, Fassadengliederungen, Fenstermaterial und Teilung angesehen. Diese Schutzziele sind objektindividuell abzuwägen und mit Toleranzen zu versehen. Bei Außenwänden beheizter Baukulturdenkmale ist zu berücksichtigen, dass im Fall bedingter Bauteilanforderungen im Sanierungsfall immer der Mindestwärmeschutz DIN 4108 eingehalten werden muss, jedoch auch alternativ mittels Innendämmung realisiert werden kann.

Auch im Zuge der Sanierung von Baukulturgütern sind alle Möglichkeiten der Energieeinsparung zu prüfen, um sie mit den Erfordernissen des Denkmalschutzes angemessen auszuerschöpfen. Beeinträchtigungen der Substanz- oder des Erscheinungsbildes sind mit heutigen Technologien weitgehend vermeidbar bzw. reversibel, so dass ästhetische Belange grundsätzlich mit dem Ziel einer energetischen Sanierung in Einklang gebracht werden können.

## Element 6: Effizienz im Betrieb

(1) Bei Einbau einer neuen Heizanlage muss diese mit einer digitalen Echtzeit-Messeinrichtung ausgestattet sein, die auf Basis einer Messung von zugeführten Endenergieträgern und abgeführter Wärme eine laienverständliche Bestimmung der Effizienz und Feedback ermöglicht („**Effizienz-Cockpit**“). Der Endenergiebedarf muss für den Betreiber und für den Nutzer der Anlage gut sichtbar dargestellt werden, aufgeteilt nach Energieträgern. Die Messdaten müssen monatlich abgespeichert und den berechneten Endenergie-Sollwerten gegenübergestellt werden. Eine Auswertung inkl. Mängelbehebung bei Abweichungen über 15 Prozent muss für Gebäude drei Jahre nach Inbetriebnahme durchgeführt werden. Die Messeinrichtung muss über eine Schnittstelle verfügen, die das digitale Auslesen der Daten in einem offenen Format ermöglicht.

(2) Der Endenergieverbrauch für Beheizung, Kühlung und Warmwasserbereitung sowie, bei Nichtwohngebäuden, Beleuchtung (NWG), sowie der Ertrag der erneuerbaren Energieträger ist in den ersten fünf Jahren nach Errichtung des Gebäudes zu erfassen (Energieanalyse aus dem Verbrauch) und gemeinsam mit dem Energieausweis in einer Gebäudedatenbank abzuspeichern. Die Daten werden datenschutzkonform abgespeichert und für den Zweck einer Ex-Post-Analyse ausgewertet. Die Bundesregierung wird in einem Erfahrungsbericht die Übereinstimmung zwischen Plandaten und Realdaten auswerten.

### Inspektion und Qualitätssicherung

(3) Errichter und Betreiber einer Klima- oder Lüftungsanlage oder einer Heizungsanlage ab einer definierten Größe müssen eine Qualitätssicherung und wiederkehrende Inspektion durchführen. Umfang, Fachkunde des Inspektionspersonals und Zeitpunkt definiert eine gesonderte Ausarbeitung.

**Begründung:** Die bisherige Gesetzgebung fokussiert auf die Errichtung des Gebäudes. Für den Klimaschutz und die Ressourcenschonung tatsächlich relevant ist aber, wieviel Treibhausgas und Energieverbrauch das Gebäude im tatsächlichen Betrieb bedingt.

Hierzu macht dieses Eckpunktepapier drei Vorschläge:

Neue Heizungsanlagen müssen mit einer Messeinrichtung versehen sein, die in Echtzeit Rückmeldung und Feedback über die Effizienz der Heizung gibt. Diese muss für Laien verständlich und z. B. über eine gängige App darstellbar sein.

Zweitens muss ein neu errichtetes Gebäude seine Verbrauchsdaten an eine Datenbank übermitteln, damit ein automatisierter Abgleich zwischen errechnetem Bedarf und tatsächlichem Verbrauch erfolgen kann. Diese Datenbank dient zum einen dem Monitoring des Gebäudebestands in Deutschland. Zugleich können aber auch systematische Abweichungen zwischen Bedarf und Verbrauch erfasst werden. Die Datenbank erleichtert damit auch den Vollzug und erlaubt die Identifikation von Objekten, die im Rahmen einer Stichprobenkontrolle zu überprüfen sind.

Drittens wird der Gegenstandsbereich von Inspektionen auf Heizungsanlagen ausgeweitet.

## Element 7: Energieausweise

### Grundsätze des Energieausweises

(1) Ein Energieausweis ist als Energiebedarfsausweis gebäudebezogen und für eine Gültigkeitsdauer von 10 Jahren auszustellen. Heizenergiebedarf, THG-Emissionen und Klimaklasse des Gebäudes werden dargestellt sowie die relevanten technische Kennwerte, vor allem der Endenergiebedarf unterteilt nach Energieträgern als Grundlage für das Monitoring nach Element 6 „Effizienz im Betrieb“. Sofern es sich bei dem Gebäude um einen Neubau nach Inkrafttreten dieses GEG 2.0 handelt, enthält der Energieausweis eine Sonderseite („Ressourcenpass“) mit den Ergebnissen der Ökobilanz. Er verliert seine Gültigkeit, wenn ein neuer Energieausweis im Zuge der Durchführung von Maßnahmen nach Element 4 erforderlich wird.

(2) Bei bestehenden Gebäuden wird zusätzlich zum ermittelten Bedarf der Verbrauch ausgewiesen. Bei qualifizierter Verbrauchsdokumentation über drei Jahre kann der Verbrauchswert für die Einstufung in die Klimaklassen bis längstens zum Jahr 2030 herangezogen werden.

### Ausstellung und Verwendung von Energieausweisen

(3) Soll ein Gebäude errichtet werden, ist vor Baubeginn ein vorläufiger Energiebedarfsausweis unter Zugrundelegung der geplanten energetischen Eigenschaften des Gebäudes auszustellen und unverzüglich dem Eigentümer zu übergeben. Der Eigentümer hat den vorläufigen Energieausweis der nach Landesrecht zuständigen Behörde als Nachweis im Rahmen der Planungserklärung unverzüglich vorzulegen.

(4) Wird ein Gebäude errichtet, ist ein Energiebedarfsausweis unter Zugrundelegung der energetischen Eigenschaften des fertiggestellten Gebäudes auszustellen und unverzüglich dem Eigentümer zu übergeben. Der Eigentümer hat den Energieausweis der nach Landesrecht zuständigen Behörde als Nachweis im Rahmen der Erfüllungserklärung unverzüglich

vorzulegen. Die für den Vollzug erforderlichen Daten des Energieausweises, inklusive der Berechnungsgrundlagen, sind von der nach Landesrecht zuständigen Behörde in einer Gebäudedatenbank zu hinterlegen.

(5) Werden bei einem bestehenden Gebäude Änderungen nach Element 4 durchgeführt, ist ein Energieausweis unter Zugrundelegung der energetischen Eigenschaften des geänderten Gebäudes auszustellen und unverzüglich dem Eigentümer zu übergeben. Der Gebäudeeigentümer hat den Energieausweis der nach Landesrecht zuständigen Behörde als Nachweis im Rahmen der Erfüllungserklärung unverzüglich vorzulegen. Die für den Vollzug erforderlichen Daten des Energieausweises, inklusive der Berechnungsgrundlagen, sind in aktualisierter Form von der nach Landesrecht zuständigen Behörde in einer Gebäudedatenbank/Gebäudelogbuch zu hinterlegen.

(6) Kaufinteressen und Käufer haben unbeschadet von § 80 GEG einen Anspruch darauf, den in der Gebäudedatenbank/Gebäudelogbuch hinterlegten Energieausweis einzusehen. Für die Vermietung, Verpachtung und Leasing gilt dies entsprechend.

### **Ausstellungsberechtigung von Energieausweisen**

(7) Zur Ausstellung eines Energieausweises sind nur Personen berechtigt, die nach bauordnungsrechtlichen Vorschriften der Länder zur Unterzeichnung von bautechnischen Nachweisen des Wärmeschutzes und der Energieeinsparung bei der Errichtung von Gebäuden berechtigt sind. Die diesbezüglichen Anforderungen orientieren sich am Qualifizierungsrahmen für Punkt 2 oder 3

- mit öffentlicher Bestellung oder nach DIN EN ISO 17024 zertifizierte Sachverständige für ein Sachgebiet im Bereich des energiesparenden Bauens oder in wesentlichen bau- oder anlagentechnischen Tätigkeitsbereichen des Hochbaus.

- Personen die einen berufsqualifizierenden Hochschulabschluss in einer der Fachrichtungen Architektur, Hochbau, Bauingenieurwesen, Technische Gebäudeausrüstung, Bauphysik, Umwelttechnik erworben haben und während des Studiums einen Ausbildungsschwerpunkt im Bereich des energiesparenden Bauens und eine mindestens zweijährige Berufserfahrung in wesentlichen bau- oder anlagentechnischen Tätigkeitsbereichen des Hochbaus oder eine erfolgreiche Weiterbildung im Bereich des energiesparenden Bauens mit mind. 120 UE absolviert haben. Als äquivalent gelten die Qualifizierungsregeln für Dena-Gütesiegelenergieausweisersteller.

- Gebäude-Energieberater im Sinne des Energieberatergesetzes. Diese Berechtigungsoption löst nach einer Übergangsfrist die Optionen 1-3 ab.

### **Begründung:**

**Zu (1) und (2):** Bislang ist ein Energieausweis als Energiebedarfsausweis oder als Energieverbrauchsausweis auszustellen. Zur Beurteilung der energetischen Qualität eines Gebäudes eignet sich jedoch nur der Energieausweis mit bedarfsorientierter Ermittlung. Im Energieverbrauchsausweis schlägt sich das jeweilige Bewohnerverhalten hinsichtlich des Wärmebedarfs nieder; eine Bewertung des vom Bauzustand des Gebäudes abhängigen Wärmeverlusts erlaubt er nicht. Ein einheitlicher Energieausweis dient ferner der besseren Vergleichbarkeit und damit der Transparenz. Energieverbrauchsausweise könnten übergangsweise, für einen festgelegten eng begrenzten Zeitraum, zugelassen werden.

**Zu (3) und (5):** Zur Sicherstellung der energetischen Gebäudequalität wird vorgeschlagen, schon bei der Neuerrichtung eines Gebäudes einen vorläufigen Energieausweis auszustellen, der vom Gebäudeeigentümer der zuständigen Behörde zu übermitteln ist (vgl. hierzu weiter die Stichprobenkontrollen in Element 8 – Vollzug).

**Zu (2) bis (6):** Die Vorlage des Energieausweises wird bisher nach § 80 Abs. 1 GEG vom Verlangen der nach Landesrecht zuständigen Behörde abhängig gemacht. Dieses Verlangen wird jedoch nicht stets ausgeübt und damit auf eine Regelvorlage von Nachweisen zur energetischen Gebäudequalität verzichtet. Mit einer generellen Vorlagepflicht, wie hier vorgeschlagen, kann indes zweierlei erreicht werden. Zum einen ist es der nach Landesrecht zuständigen Behörde auf diese Weise möglich, einen effektiven Vollzug sicherzustellen (vgl. die Stichprobenkontrollen in Element 8 – Vollzug). Zum anderen kann eine generelle Vorlagepflicht eine erhebliche präventive Wirkung auf Gebäudeeigentümer und Energieausweis-aussteller entfalten: Sie wirkt einem die energetischen Anforderungen nicht ernstnehmenden Verhalten entgegen und kann die Anzahl etwaiger Missbräuche durch Bußgelder reduzieren.

Zur Sicherstellung eines effektiven Vollzugs (vgl. die Stichprobenkontrolle in Element 8 – Vollzug) ist darüber hinaus die Aufnahme aller hierfür relevanten Daten des Energieausweises, inklusive der Berechnungsgrundlagen, in eine möglichst zentrale Gebäudedatenbank erforderlich. Dies betrifft vor allem den Wärmeschutz und die Wärmeversorgung. Die zentrale Erfassung von für den Vollzug relevanten Daten ermöglicht ein unabhängiges Kontrollsystem und eine einheitliche Struktur der Daten in einer zentralen Datenbank kann der Effektivität des Vollzugs Vorschub leisten.

Im Übrigen werden die Auslösetatbestände des GEG für die Vorlage bzw. Erstellung eines Energieausweises wie z.B. Verkauf, Vermietung, Verpachtung und Leasing beibehalten, allerdings um die Möglichkeit der Einsichtnahme des Energieausweises in der Gebäudedatenbank ergänzt. Dies dient dazu, die Vorlage von Energieausweisen insbesondere in nachfragestarken und angespannten Kauf-/Mietgebieten über die Bußgeldbewährung hinaus weiter abzusichern. Damit soll das seit 2007 anvisierte politische Ziel endlich realisiert werden, über Energieausweise einen finanziellen Einfluss auf den Kauf- oder Mietpreis eines Gebäudes zu erreichen.

**Zu (7):** Bisher ist die Berufsbezeichnung Energieberater nicht gesetzlich geschützt. Das Thema Energieberatung ist indes sehr komplex und erfordert besondere Sachkunde. So müssen viele verschiedene Aspekte wie z.B. Bauphysik, Anlagentechnik, Recht und Finanzierung im Zusammenspiel berücksichtigt werden. Es wird daher vorgeschlagen, mit einem Energieberatergesetz ein einheitliches und geschütztes Berufsbild des Gebäude-Energieberaters zu schaffen, welches u.a. Voraussetzungen für die Berufszulassung und -ausübung und Berufspflichten enthält.

## Element 8: Vollzug

### Nachweis der energetischen Gebäudequalität

(1) Für ein zu errichtendes Gebäude hat der Bauherr oder Eigentümer der nach Landesrecht zuständigen Behörde durch eine Planungserklärung und eine Erfüllungserklärung zu bescheinigen, dass die Anforderungen dieses Gesetzes eingehalten werden. Die Planungserklärung ist vor Baubeginn, die Erfüllungserklärung unverzüglich nach Fertigstellung des Ge-

bäudes vorzulegen. Die zuständige Behörde unterzieht zu errichtende Gebäude darüber hinaus stichprobenartig einer Bauausführungskontrolle durch Inaugenscheinnahme. Im Rahmen der Bauausführungskontrolle besteht ein Betretungsrecht für das entsprechende Gebäude.

(2) Werden bei einem bestehenden Gebäude Änderungen nach Element 4 durchgeführt, hat der Eigentümer der nach Landesrecht zuständigen Behörde eine Planungs- und eine Erfüllungserklärung vorzulegen.

### **Pflichtangaben der Planungs- und Erfüllungserklärung**

(3) In der Planungserklärung sind für das gesamte Gebäude, unter Beachtung der Berechnungsvorgaben, technischen Anforderungen und Randbedingungen, die zur Überprüfung erforderlichen Angaben zu machen. Dies umfasst sowohl den vorläufig ausgestellten Energieausweis als auch die Berechnungsdokumentation zur Einhaltung der Anforderungen an zu errichtende Gebäude.

(4) In der Erfüllungserklärung sind anzugeben

- von der Planungserklärung abweichende Bauausführungen mit Einfluss auf die energetische Gebäudequalität sowie eine entsprechend angepasste Berechnungsdokumentation zur Einhaltung der Anforderungen,
- Unternehmererklärungen aller beteiligten Gewerke mit expliziter Benennung der wesentlichen, tatsächlich ausgeführten Effizienzigenschaften, wie z.B. Dämmqualitäten.
- die einschlägigen Einregulierungsprotokolle von Heizung, Kälteanlagen (Hydraulischer Abgleich) und Lüftungsanlagen sowie Messprotokoll der Luftdichtheit (n50-Wert)
- der Energieausweis.

### **Plausibilitäts- und Stichprobenkontrollen**

(5) Die zuständige Behörde unterzieht vorläufig ausgestellte Energieausweise einer Plausibilitätskontrolle hinsichtlich der Eingabe-Gebäudedaten, die zur Ausstellung des Energieausweises verwendet wurden, und der im Energieausweis angegebenen Ergebnisse.

### **Gebäudedatenbank**

(6) Die zuständige Behörde unterzieht Energieausweise und Inspektionsberichte einer unabhängigen Stichprobenkontrolle auf Grundlage jener Erfassung sowie derer Berechnungsgrundlagen in einer Datenbank. Die gezogene Stichprobe von Energieausweisen wird von der Kontrollstelle auf der Grundlage der nachstehenden Optionen überprüft:

1. Prüfung der Eingabe-Gebäudedaten, die zur Ausstellung des Energieausweises verwendet wurden, und Überprüfung der im Energieausweis angegebenen Ergebnisse einschließlich der abgegebenen Modernisierungsempfehlungen,
2. Prüfung der Eingabe-Gebäudedaten, die zur Ausstellung des Energieausweises verwendet wurden, und Überprüfung der im Energieausweis angegebenen Ergebnisse einschließlich der abgegebenen Modernisierungsempfehlungen sowie Inaugenscheinnahme des Gebäu-

des zur Prüfung der Übereinstimmung zwischen den im Energieausweis angegebenen Spezifikationen mit dem Gebäude, für das der Energieausweis erstellt wurde. Im Rahmen der Stichprobenkontrolle besteht ein Betretungsrecht für das entsprechende Gebäude.

(7) In der Gebäudedatenbank hinterlegte Energieausweisdaten dürfen unter Beachtung des Datenschutzes für die Zwecke der Wärmeplanung und des Monitorings des Gebäudebestands ausgewertet werden.

### **Sanktionen**

(8) Bei Nichteinhaltung der gesetzlichen Vorgaben erfolgt eine Sanktionierung durch Bußgelder.

### **Verordnungsermächtigung**

(9) Die Landesregierungen werden ermächtigt, durch Rechtsverordnung das Verfahren zur Planungs- und Erfüllungserklärung, weitergehende Pflichtangaben der Planungs- und Erfüllungserklärung und weitere Bestimmungen zum Vollzug der Anforderungen und Pflichten dieses Gesetzes zu regeln.

(10) Die Landesregierungen werden ermächtigt, durch Rechtsverordnung zu bestimmen, dass Aufgaben des Vollzugs dieses Gesetzes einer geeigneten Stelle, einer Fachvereinigung oder einem Sachverständigen übertragen werden.

### **Begründung:**

**Zu (1) und (2):** Die bisherige Gesetzgebung stellt im Grundsatz auf einen Nachweis der Effizianz Anforderungen und den Einsatz erneuerbaren Energien nach Fertigstellung des Gebäudes ab. Eine Anknüpfung an diesen Zeitpunkt greift jedoch zu kurz und kann letztlich zu Lasten der energetischen Gebäudequalität gehen. Einzelne Gesetzesanforderungen, wie die Ausstattung von Gebäuden mit bestimmten energietechnischen Anlagen, können auf diese Weise nachvollzogen werden, die energetische Gebäudequalität als Ganzes indes nicht. Hierzu bedarf es Berechnungen, die auf den Zeitpunkt der Gebäudeplanung zugeschnitten sind. Die hier vorgeschlagene Planungserklärung beinhaltet diese Berechnungsgrundlagen als Nachweis (vgl. hierzu weiter unten „Pflichtangaben der Planungs- und Erfüllungserklärung“). Zwar können die Länder abweichend vom dargestellten Grundsatz den Nachweiszeitpunkt auch vorverlegen. Allerdings bedarf es hierzu des Erlasses zusätzlicher Regelungen, die regulatorischen Aufwand bedeuten, und birgt die Gefahr der unterschiedlichen Standardsetzung auf Länderebene. Die zeitliche Anknüpfung an die Planungsphase hat den Vorteil, dass frühzeitig und rechtzeitig geprüft werden kann, ob die Planung den gesetzlichen Anforderungen entspricht bzw. können erforderlichenfalls Nachbesserungen der Planung aufgezeigt werden.

Die vorgeschlagene Erfüllungserklärung baut auf der Planungserklärung auf, berücksichtigt darüber hinaus aber auch ggf. zwischenzeitlich eingetretene Bauänderungen.

Als ergänzendes Element der Sicherung der energetischen Gebäudequalität ist die Bauausführungskontrolle vorgesehen, die mit einem Betretungsrecht gekoppelt werden sollte. (Zum Betretungsrecht vgl. Näheres unter „Stichprobenkontrollen“). Da diese mit erheblichem Aufwand verbunden sein kann, wird vorgeschlagen, nur stichprobenartig Kontrollen durchzuführen. Es wird davon ausgegangen, dass allein das Wissen um die Möglichkeit, in



die Stichprobenkontrolle einbezogen zu werden und ggf. ein Bußgeld verordnet zu bekommen, einen positiven Effekt auf die Bauausführung hat.

Für die Umsetzung dieser Maßnahmen ist es erforderlich, den Personalschlüssel der zuständigen Behörde deutlich zu erhöhen (z.B. 1 Personalstelle je 1 Mio. Einwohner). Zudem ist hinreichendes Fachwissen nötig, das entweder durch entsprechende Weiterbildungen des Personals oder durch Einbindung von Sachverständigen sichergestellt werden kann (vgl. hierzu „Verordnungsermächtigung“).

**Zu (3) und (4):** Die vorgeschlagenen Regelungen stellen im Gegensatz zur derzeitigen Rechtslage aus sich heraus vollziehbare Regelungen mit Mindestangaben dar. Bislang ist es Ländersache, den näheren Umfang der Nachweispflicht zu definieren und auszugestalten. Dies erfordert jedoch auf Länderebene einen hohen Regelungsaufwand und birgt die Gefahr der unterschiedlichen Standardsetzung.

Die Pflicht zur expliziten Benennung der tatsächlich ausgeführten Effizienzeigenschaften, wie z.B. Dämmqualitäten, verbessert einerseits den Vollzug der Ausführungsverantwortlichkeiten und schützt andererseits vor undifferenzierten Haftungsrisiken.

Die Nachweiserbringung muss verbindlich gemacht werden und nicht mehr nur „auf Verlangen“ der zuständigen Behörde.

**Zu (5):** Bisher ist eine Plausibilitätsprüfung von Energieausweisdaten und -ergebnissen im Rahmen des Stichprobenkontrollsystems auf Prüfstufe 1 nach § 99 Abs. 4 Nr. 1 GEG vorgesehen. Das DIBt übernimmt derzeit diese Kontrollfunktion und führt die Kontrollen rein elektronisch aus. Zur Einhaltung energetischer Standards ist indes präventiv ein Vorab-Check erforderlich. So kann sichergestellt werden, dass Unplausibilitäten von vornherein Rechnung getragen werden kann: z.B. können Berechnungsgrundlagen angefordert werden und ggf. Baubegehren auf unplausibler Grundlage negativ beschieden werden.

**Zu (6):** Die relevanten Daten des Energieausweises bzw. des Inspektionsberichts über Klimaanlage, inklusive der Berechnungsgrundlagen, sollten obligatorisch in einer Datenbank hinterlegt werden. Das Stichprobensystem in seiner jetzigen Form lässt keine effektive Kontrolle zu. Das folgende Beispiel macht dies deutlich: Wird auf Grundlage der Energieausweis-Registriernummer derzeit der Ausweisaussteller um Übersendung der Berechnungsdaten gebeten, kommt das Stichprobensystem schon an dieser Stelle an seine Grenzen, wenn der Ausweisaussteller dem nicht nachkommt, weil er sich z.B. nicht an die Aufbewahrungspflicht gehalten hat. Das verpflichtende Hinterlegen von Energieausweisdaten bzw. des Inspektionsberichts über Klimaanlage in eine entsprechende Gebäudedatenbank kann dagegen dem Erfordernis der für die Stichprobenkontrollen erforderlichen Grundgesamtheit Rechnung tragen. Hinsichtlich des Umfangs der Stichprobenkontrolle kann grundsätzlich auf die bestehenden Regelungen in § 99 Abs. 4 GEG verwiesen werden. Allerdings wird vorgeschlagen, die bisherigen Regelungen so anzupassen, dass die Prüfstufe 1 (der Plausibilitätscheck) nur für vorläufig ausgestellte Energieausweise angewendet wird. Die Stichprobenziehung aller weiteren Energieausweise sollte an die zuständigen Kontrollstellen der Länder für die Prüfstufen 2 und 3 weitergeleitet werden.

Hinderlich für einen effektiven Vollzug ist ferner, dass die Herausgabe von Adressdaten aus Datenschutzgründen bisher nur in Einzelfällen möglich ist und ein Betretungsrecht für die Vor-Ort-Inaugenscheinnahme von der Zustimmung des Gebäudeeigentümers abhängt. Vor diesem Hintergrund sollte verankert werden, dass Adressdaten nicht geschwärzt werden



müssen, wie bisher im Regelfall, und im Rahmen der Stichprobenkontrolle ein Betretungsrecht, unabhängig von der Zustimmung des Gebäudeeigentümers, eingeführt wird.

**Zu (7) und (8):** Eine Auswertung der Energieausweisdaten über die reine Kontrolle von energetischen Standards hinaus, zum Zwecke der Wärmeplanung und des Monitorings des Gebäudebestands, ergibt sich vor dem Hintergrund der einzuhaltenden Energie- und Klimaschutzverpflichtungen.

Eine Sanktionierung durch Bußgelder sichert die Einhaltung der Vorschriften ab.

**Zu (9) und (10):** Die angepasste Verordnungsermächtigung ermöglicht es den Ländern, die notwendigen Regelungen zur Umsetzung und näheren Ausgestaltung durch Rechtsverordnung ohne großen regulatorischen Aufwand zu erlassen und stellt gleichzeitig sicher, dass einheitliche Mindestanforderungen auf Länderebene gelten.

Insbesondere die Möglichkeit der Subdelegation ist im Kontext der Nachweisprüfung, Bauaufsichtskontrolle und der Stichprobenkontrollen von hoher Relevanz.

## Berechnung energetischer Grenzgrößen von Gebäuden und Nachweise

(1) Gebäudetypen gem. Anlage 4 (2) kommen für eine vereinfachte Berechnungen als Einzonenmodell in Betracht. Soweit sich bei einem Gebäude Flächen hinsichtlich ihrer Nutzung, ihrer technischen Ausstattung, ihrer inneren Lasten oder ihrer Versorgung mit Tageslicht wesentlich unterscheiden, ist das Gebäude in Zonen zu unterteilen. Die Vereinfachungen zur Zonierung, zur pauschalierten Zuweisung der Eigenschaften der Hüllfläche und zur Ermittlung von tageslichtversorgten Bereichen gemäß DIN V 18599-1: 2018-09 Anhang D dürfen nach Maßgabe der dort angegebenen Bedingungen auch für zu errichtende Nichtwohngebäude verwendet werden. Bei der Ermittlung von THG-Emissionen bei Zonen mit lichten Raumhöhen oberhalb 4 m werden die THG-Emissionen der jeweiligen Zone mit dem Faktor  $6/\text{Raumhöhe}$  multipliziert.

(2) Abweichend von DIN V 18599-1: 2018-09 ist bei der Berechnung der Endenergiebedarf für elektrische Nutzeranwendungen von zu errichtenden Wohngebäuden in der Bilanzierung informell als ökologischer Gebäude-Fußabdruck mit Nutzeranzahlbezug in Bestands-Energieausweisen zu berücksichtigen.

(3) Die Berechnung der Ökobilanz erfolgt nach DIN 15978 und DIN 15804.

(4) Alternative ingenieurtechnische Berechnungsverfahren sind zulässig, sofern sie über die Gütesicherungsverfahren der DIN 18599 Gütegemeinschaft nachgewiesen zu den gleichwertigen Ergebnissen führen.

### Begründung:

**Zu (1)** Nutzungszonen mit überdurchschnittlichen lichten Raumhöhen werden i.d.R. mit Systemen erwärmt, die nicht das gesamte Luftvolumen aufheizen, sondern primär- wie bei Hell-/ Dunkelstrahlern die angestrahlten Körper in Bodennähe. Mit dem noch zu validierendem Faktor  $6/\text{RH}$  (statt  $4/\text{RH}$ ) soll diesem Umstand Rechnung getragen werden.

# Anlagen

---

## Anlage 1: Anforderung an Nutzenergiebedarf und THG-Emissionen für neu zu errichtende Gebäude

### Vorschlag

(1) Die **THG-Emissionen pro Energiebezugsfläche** für Heizung, Kühlung, Lüftung, Warmwasserbereitung, Hilfsenergie und (bei Nichtwohngebäuden) Beleuchtungsstrom dürfen folgende Klimaklassen nicht überschreiten.

Für Gebäude, die bis zum 1.1.2023 errichtet werden: Klimaklasse A

Für Gebäude, die nach dem 1.1.2026 errichtet werden: Klimaklasse A+.

(2) Der **Nutzwärmebedarf für Raumwärme** pro Energiebezugsfläche ( $q_{h,b}$ ) darf folgenden Wert nicht überschreiten:

20 kWh/(m<sup>2</sup>a)

(3) Die für NWG-Neubauvorhaben eingesetzte Technik für Beleuchtung, Lüftung und Raumkälte muss ein Energielabel nach Ökodesignrichtlinie in der zur Baugenehmigung besten Effizienzklasse aufweisen.

(4) Die Anlagenverluste durch Speicherung, Verteilung und Zirkulation von **Trinkwarmwasser** sollen minimiert werden, sodass maximal ein Anlagenaufwand in der Jahresbilanz von 1,X [Wert muss noch bestimmt werden] erzielt wird.

Die Dämmung der Wärmeverteilungsleitungen und der in einem Zirkulationskreislauf befindlichen Warmwasserleitungen ist wie folgt auszuführen:

Rohrdurchmesser DN (mm)	15	20	25	32	40	50	65	80	100
Minstdämmung bei 0,035 W/mK (mm)	40	40	50	50	60	60	80	100	100
Maximaler U-Wert	0,132	0,149	0,151	0,171	0,168	0,191	0,186	0,180	0,210

## Anlage 2: Anforderung an Gebäudehülle und Lüftung

Tabelle 2: Anforderungen an Gebäudehülle und Lüftung gemäß Element 3 Absatz 2

Bauteil		Neubau (für Element 3)	Sanierung (Element 4) und niedrig (12-19°C) beheizte Zonen in NWG (Element 3)
Außenwand	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,16	0,18*
Dach	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,12	0,14
Kellerdecke, Bodenfläche gegen Erdreich, Außenwand erdberührt/gegen unbeheizte Räume	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,18	0,25
Fenster	U <sub>w</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,80	0,80
Außentüren	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,00	1,00
Oberlichter und Dachflächenfenster	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,00	1,00
Wärmebrücken	ΔU <sub>WB</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,03	0,05
Luftdichtheit, gemessen nach DIN EN ISO 9972	n <sub>50</sub> ≤	0,6 h <sup>-1</sup>	1,0 h <sup>-1</sup>
Zu/Abluft mit WRG, Grundlüftung, effektiver WBG		≥75%	≥75%

\* Bei Gebäuden, die aus baukulturellen Gründen nur mit Innendämmung versehen werden können, gilt ein Anforderungswert  $U \leq 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .

## Anlage 3: Klimaklassen

Klimaklasse	Treibhausgasemission (kg CO <sub>2,äq.</sub> pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr aus dem Betrieb des Gebäudes) auf Basis des Energiebedarfs
A+++	≤ -10
A++	≤ -5
A+	≤ 0
A	≤ 5
B	≤ 12
C	≤ 20
D	≤ 30
E	≤ 40
F	≤ 50
G	≤ 65
H	> 65

## Anlage 4: Bewertungsrandbedingungen und Berechnungsvereinfachungen

### (1) Bewertungsrandbedingungen

1. Zur Ermittlung der Jahres-Primärenergiebedarfe für den nicht erneuerbaren Anteil und die Treibhausgas-Emissionen sind die Faktoren aus Element 3 zu verwenden:
2. Bei den Berechnungen für die Ermittlung des Jahres-Primärenergiebedarfs und der Treibhausgas-Emissionen sind für das Gebäude die in DIN V 18599-10: 2018-09 Tabelle 5 bis 9 aufgeführten Nutzungsrandbedingungen und Klimadaten zu verwenden
3. Das beheizte und/oder gekühlte Gebäudevolumen in Kubikmetern ist das Volumen, das von der wärmeübertragenden Umfassungsfläche umschlossen wird. Die Gebäudenutzfläche ist die Energiebezugsfläche nach DIN V 18599-1.
4. Die Bundesregierung veröffentlicht eine Bekanntmachung mit den Regularien der Ökobilanzberechnung wie Datengrundlagen, Randbedingungen, Systemgrenzen. Mit der weitgehenden Verfügbarkeit von Daten für die weiteren Lebenszyklusphasen (Erneuerung (B4), Entsorgung (C3+C4), Recycling (D)) wird die Ökobilanz ausgeweitet.

### (2) Als Gebäudetypen für vereinfachte Berechnungen als Einzonenmodell kommen in Betracht:

- a. Wohngebäude
- b. Bürogebäude, auch mit Verkaufseinrichtung,
- c. Gaststätten,
- d. Gebäude des Groß- und Einzelhandels mit höchstens 1000 Quadratmetern Nettogrundfläche, wenn neben der Hauptnutzung nur Büro-, Lager-, Sanitär- oder Verkehrsflächen vorhanden sind,
- e. Gewerbebetriebe mit höchstens 1000 Quadratmetern Nettogrundfläche, wenn neben der Hauptnutzung nur Büro-, Lager-, Sanitär- oder Verkehrsflächen vorhanden sind,
- f. Schulen,
- g. Turnhallen,
- h. Kindergärten und Kindertagesstätten oder eine ähnliche Einrichtung,
- i. Beherbergungsstätten ohne Schwimmbad, Sauna oder Wellnessbereich
- j. Bibliotheken
- k. Andere Gebäude deren Flächensumme der Hauptnutzung mehr als zwei Drittel der gesamten Energiebezugsfläche des Gebäudes beträgt.

### (3) Soweit bei beheizten oder gekühlten Räumen von Gebäuden Änderungen durchgeführt werden, sind die energetischen Bilanzierungen folgende Vereinfachungen anwendbar:

1. Für Nutzungen, die nicht in DIN V 18599-10: 2018-09 aufgeführt sind, kann die Nutzung 17 der Tabelle 5 in DIN V 18599-10: 2018-09 verwendet werden oder eine Nutzung auf der Grundlage der DIN V 18599-10: 2018-09 unter Anwendung des Stands der Technik individuell bestimmt und verwendet werden. Steht bei der Errichtung eines Nichtwohngebäudes die Nutzung einer Zone noch nicht fest, ist nach Satz 1 Nummer 1 zu verfahren. In den Fällen des Satzes 1 Nummer 2 ist die individuell bestimmte Nutzung zu begründen und den Berechnungen beizufügen.
2. Wenn Angaben zu geometrischen Abmessungen von Gebäuden fehlen, können diese durch vereinfachtes Aufmaß ermittelt werden, sofern die Abweichungen auf

max. 10% begrenzt werden können. Hauptmaße für Längen und Höhen sind durch ein Vorort-Aufmaß korrekt zu ermitteln.

3. Falls energetische Kennwerte für bestehende Bauteile und Anlagenkomponenten nicht vorliegen, können gesicherte Erfahrungswerte für Bauteile und Anlagenkomponenten vergleichbarer Altersklassen verwendet werden; hierbei können anerkannte Regeln der Technik verwendet werden; die Einhaltung solcher Regeln wird vermutet, soweit Vereinfachungen für die Datenaufnahme verwendet werden, die vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie im Bundesanzeiger bekannt gemacht worden sind.
4. Für die Bewertung der Kunstlichtversorgung von Nichtwohngebäudenutzungen können pauschalisierte, flächenbezogene Beleuchtungsanschlusswerte auf der Basis der Beleuchtungsstärken aus Tab.4 der Nutzungsrandbedingungen gemäß DIN V 18599-10 mit Technologiebasis direkt-indirekte Beleuchtung mit stabförmigen Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser von 16 Millimetern und elektronischen Vorschaltgeräten angenommen werden.

## Anlage 5: Ergänzende Berechnungen & Daten

### 5.1 Zusammenstellung von GEG-Entwürfen

Tabelle 3: Beispielhafte Auswertung einiger Entwürfe eines neuen GEG

Entwurf	Lüking	Jagnow, Wolff	EEI	Schulze Darup	DGNB	Deutscher Städtetag
<b>HauptanforderungsgröÙe(n)</b>	Endenergie für Heizen und Kühlen	CO <sub>2</sub> -Emissionen je m <sup>2</sup> Bezugsfläche	Nutzenergie und CO <sub>2</sub> -Emissionen/ Primärenergiebedarf n.e.	Nutzenergie und CO <sub>2</sub> -Emissionen (Primärenergiebedarf bis 2025)	CO <sub>2</sub> -Emissions-Grenzwerte ohne Referenzgebäude	Heizenergiebedarf (ohne Warmwasser)
<b>Nebenanforderungen</b>		Energieanalyse aus dem Verbrauch (EAV), H <sub>T</sub> /A <sub>Bezug</sub> als Qualitätsanforderung an die Gebäudehülle, Bauteil- und Einzelanforderungen, Anlagenoptimierung und hydraulischer Abgleich		Neubauten mit > 0,8 A/V müssen def. U-Werte jeweils oder im flächengewichteten Mittel um 20 % unterschritten werden. Bei A/V < 0,4 dürfen sie um 10 % überschritten werden. Zwischen den Werten: linear interpolieren	Bei Nichterfüllung ist eine CO <sub>2</sub> -Abgabe zu leisten.	
<b>Rechenverfahren</b>	DIN V 18599	Realer Nachweis der ersten zwei Betriebsjahre. Energieverbrauch der Planungsphase eines Projekts zu prognostizieren.	DIN 18599 mit Vereinfachungsmöglichkeiten: Energiebedarf & Effizienzklassen	DIN 18599 sowie vereinfachtes Rechenverfahren	„bauphysikalisch geeignetes Berechnungsverfahren“	Einfaches Excel-basiertes Nachweisverfahren wie EnerCalc, LEG oder PHVP (kein Nachweis nach DIN 18599).
<b>Festlegung Maximalwert</b>	Neubau: Energieeffizienzklasse A = < 25 kWh/m <sup>2</sup> a (Endenergie) Sanierung: Energieeffizienzklasse C = < 75 kWh/m <sup>2</sup> a (Endenergie)	30 kg CO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a) mit progressiver Reduktion 10 ... 4 ... 0 kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> a) ab 2030 ... 2040 ... 2050. H <sub>T</sub> /A <sub>EB</sub> = 0,4 W/(m <sup>2</sup> K)	Nutzenergie: Neubau 40 kWh/m <sup>2</sup> a, Sanierte Gebäude (nach vollständiger Umsetzung des iSFP) 50 kWh/m <sup>2</sup> a	Nutzenergie (H/K/WW): Neubau 40 kWh/m <sup>2</sup> a, Sanierte Gebäude (nach vollständiger Umsetzung des SFP) 50 kWh/m <sup>2</sup> a	Neubauten ab 2020 Null	Neubau: Heizenergiebedarf (ohne Warmwasser) auf 25 kWh/m <sup>2</sup> a begrenzen. Strombedarf für Gebäudetechnik auf 15 kWh/m <sup>2</sup> a begrenzen
<b>Anrechenbarkeit PV (Strom eigenerzeugter EE)</b>	PV-Strom für Heizen, Kühlen, Trinkwarmwasser wird in der Monats-		Aus erneuerbaren Quellen: 100%		CO <sub>2</sub> -Emissionen sind die Summe aller Verbräuche und Gewinne im Jahr	

	bilanz anerkannt. Zusätzlicher Strom mit Faktor 0,5					
<b>Graue Energie/Emission</b>			Ab 2025	Ab 2025	Kein Grenzwert	
<b>Wirtschaftlichkeit</b>	Maßnahmen sollten wirtschaftlich vertretbar sein		Anforderungen sind wirtschaftlich vertretbar. Wenn nicht: Nachweis über 50 Jahre mit Erneuerungszyklen, Sowiekostenberücksichtigung, Restwertansätze und gesamtwirtschaftliche Auswirkungen.	Anforderungen sind wirtschaftlich vertretbar, wenn die Aufwendungen durch die erzielten Einsparungen erwirtschaftet werden (Nutzungsdauer 50 Jahre). Gesamtgesellschaftlicher Bezug inkl. Kosten für CO <sub>2</sub> -Zertifikate.	Anforderungen sind wirtschaftlich, wenn die erforderlichen Aufwendungen innerhalb der Nutzungsdauer durch die Einsparungen erwirtschaftet werden können. Erneuerungszyklen, Restwertansätze, Komfortsteigerungen und möglicher Förderungen sind zu berücksichtigen (Zeitraum: 50 Jahre). Gesamtgesellschaftliche Auswirkungen sind einzubeziehen.	Pflicht zur Berechnung der Lebenszykluskosten mehrerer Planungsvarianten zur Ermittlung der kostenoptimalen Lösung.
<b>Wärmebrücken</b>	Wärmebrücken nach den Regeln der Technik (so gering wie möglich)		Neubau: $\Delta U_{WB}$ max. [W/(mK)] 0,020. Sanierung: $\Delta U_{WB}$ max. [W/(mK)]: 0,034	Neubau: $\Delta U_{WB}$ [W/(mK)] 0,020. Sanierung: $\Delta U_{WB}$ [W/(mK)]: 0,035		
<b>Bestehende Gebäude</b>	Referenz U-Werte und Effizienzklasse C dürfen nicht überschritten werden		Für Gebäude, die älter als 15 Jahre sind, muss ein iSFP erstellt werden. Erneuerung/Ertüchtigung: Referenz U-Werte dürfen nicht unterschritten werden.	Pflicht SFP zu erstellen. Erneuerung/Ertüchtigung Referenz U-Werte dürfen nicht überschritten werden.	Unterschreitung einer Gerade zwischen aktuellen CO <sub>2</sub> -Emissionen und 0 für 2050	Keine spezifischen Anforderungen an Sanierungen gefordert. Sanierungen sollen in einer Tabelle als kostenoptimale Mindestqualitäten festgelegt werden.

<b>Energieausweis</b>	Berechnungsergebnisse sind in einem Energieausweis zu dokumentieren	Erfolgsnachweise mit realen Verbrauchsmessungen ersetzen Bedarfsnachweise	Bedarfsorientierte, registrierte Energieausweise dienen als Nachweis. Berechnung nach DIN 18599. Nachweislich realisierte Sanierungsstufen mit SFP als Energieausweise zugelassen	Berechnungsergebnisse sind in einem Energieausweis zu dokumentieren	Dokumentation der Ergebnisse in einem Emissionsausweis. Emissionsausweis wird vom Finanzamt überprüft.	Darstellung der spezifischen Bedarfswerte für Heizenergie und Strom sowie die CO <sub>2</sub> -Emissionen. Nach drei Jahren Betrieb sind die tatsächlichen Verbrauchswerte zu ergänzen. Alle Bedarfs- und Verbrauchswerte sollen in einer Datenbank gesammelt werden. Starke Abweichung zwischen Verbrauch und Bedarf muss überprüft werden.
<b>Sommerlicher Wärmeschutz</b>	Nach den Regeln der Technik		Erfüllungsnachweis/ Monatsbilanz Kühlung	Behaglichkeit im Sommer/Monatsbilanz Kühlung	Einhaltung der operativen Temperatur im Sommer von maximal 27°C. Nachweis vereinfacht nach DIN 4108-2 (2013).	
<b>Erneuerbare Energien</b>			Pflicht: Einsatz von EE 50 kWh/m <sup>2</sup> a überbauter Fläche.	Pflicht: Einsatz von EE 60 kWh/m <sup>2</sup> a überbauter Fläche.	Auf dem Grundstück produzierte Energie darf auf dem Grundstück direkt genutzt und gehandelt werden.	Nutzungspflicht für erneuerbare Energien oder KWK
<b>Kontrolle</b>		Nachweis der Energieeinsparung durch durchgeführte Maßnahmen. Kontinuierliche Verbrauchserfassung und -Analyse der Endenergien für Strom und Wärme. Strom- und Wärmemengenzähler in allen neuen Wärmeerzeugern	Unabhängige Plausibilitäts- und Vollständigkeitskontrolle der Energieausweise + Prüfberichte. Bauantragspflichtige EAs vorläufig und zur Fertigstellung geprüft freischalten. Jährlicher Nachweis des Endenergieverbrauchs	Endenergieverbrauch und Ertrag EE ist jährlich zu erfassen. Entsprechen die Verbrauchswerte (klimabereinigt) des 3. und 4. Jahres nicht den Bedarfswerten, ist nachzubessern oder Ausgleich zu schaffen. Ausgleich		Bauaufsichtsämter überprüfen und holen GEG-Nachweise ein.



		gern. Geldstrafe bei Versäumnis, höhere Verbrauchskosten, CO <sub>2</sub> -Steuer - Entlastung EEG-Umlage	energieverbrauchs und Ertrag von EE. Bei einer Abweichung von >30% muss ein neuer E-Ausweis erstellt werden oder Gründe durch Energieberater zu nennen. Kontrolle plus Geldbuße bei Nichteinhaltung	über gemeindliche Steuern, Steuererklärung, CO <sub>2</sub> -Steuer		
<b>Kompensation</b>			Kompensation durch Investition in Neuerrichtung von EE Anlagen 150 % des Fehlbetrags.	Kompensation durch Investition in Neuerrichtung von EE Anlagen 150 % des Fehlbetrags.	CO <sub>2</sub> -Abgabe, wenn Grenzwert der CO <sub>2</sub> -Emissionen überschritten wird.	
<b>Weiteres</b>		Bauteil- und Einzelanforderungen: U-Werte, Leitungs- und Speicherdämmung, Luftdichtheit und Wärmebrücken, Einzeleffizienzen für Pumpen, Beleuchtung, Wärmeerzeuger	CO <sub>2</sub> -Abgabe alle 5 Jahre erhöht	Entwicklung eines vereinfachten Rechenverfahrens	Stromsparkonzept erstellen und umsetzen.	

## 5.2 Berechnungen neu zu errichtender Gebäude

### 5.2.1 Wohngebäude

Zur Einschätzung der Auswirkungen der Anforderungen auf verschiedene Bauweisen und – Typen wurde eine Reihe von Gebäuden modelliert und in entsprechenden Variationen gerechnet. Im Folgenden werden die wesentlichen Modelle dargestellt und die resultierenden Nachweisgrößen ausgewiesen. Zu jedem Gebäudetyp finden sich Hinweise zu den Erfüllungsoptionen.

#### EFH-klein



2-geschossiges, unterkellertes, freistehendes Einfamilienhaus mit Satteldach nach Süden. Es hat 125 m<sup>2</sup> Wohnfläche, ein äußeres Gebäudevolumen von 400 m<sup>3</sup> und auf Grund der geringen Größe ungünstiges A:Ve-Verhältnis von 0,92. Der Fensterflächenanteil beträgt ca. 20 % an der Energiebezugsfläche.

Das Gebäude ist in Massivbauweise mit Wärmedämmverbundsystem erbaut, wobei die wärmetechnischen Eigenschaften der Tabelle 2 entsprechen (U-Werte, Wärmebrücken-Pauschale, Luftdichtheit, Lüftungs-Wärmerückgewinnungsgrad).

Das Grundmodell (1) enthält eine Luft-Wasser-Wärmepumpe zur Raumwärmeversorgung und Brauchwasser-Erwärmung. Daneben ist nach den Anforderungen (Element 3) eine PV-Anlage mit mindestens 3.600 kWh Ertrag (abhängig von der überbauten Fläche) berücksichtigt, was hier 21 m<sup>2</sup> Modulfläche entspricht.

Das Gebäude wurde variiert mit verschiedenen Versorgungs-Technologien:

- Pelletkessel (2)
- (Fern)-Wärme aus KWK, mit Anteil erneuerbarer Energie (3)
- Elektrische Direktheizung, dezentral (4)
- Holzkessel mit thermischer Solaranlage (7)
- Gas-Brennwertkessel mit thermischer Solaranlage (8)

In Variante 5 und 6 wurde die Basisanlage mit vergrößerter PV-Anlage (nach den Möglichkeiten des Gebäudes) gerechnet.

Ergebnisse zu den Nachweisgrößen der Technik-Varianten:

Variante	WP+E	Holz	FW	DirEI+PV	Holz und Solar	Gas-BW+Solar
THG-B61	-0,2	-3,4	-0,1	0,0	0,0	0,0
Nutzwärme/kälte o.TGA-Einträge	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4
Ersatzanforderung Bauteile Anl. 2	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Übererfüll.grad Sonnenschutz	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Nebenbestimmung Solarpflicht	4000	3600	10000	6223	3600	6250
Nebenbestimmung begrenzte Heizlast (nur dir.elektrisch)				22		

Anmerkungen zu den Technikvarianten:

Zunächst ist es bei Gebäuden mit ungünstigen Verhältnissen von nutzbarer Fläche/Volumen zur Hüllfläche nicht trivial, die Anforderung an den Wärmebedarf ( $Q_{h,b}$ ) zu erfüllen. Insofern greift bei diesem Gebäude die Ersatzanforderung: Einhalten der energetischen Qualität nach Anlage 2.

Die Wärmepumpenvariante erfüllt die Anforderung „THG“ mit einer geringfügigen Vergrößerung der PV-Anlage (2,3 m<sup>2</sup> Modulfläche) über das Mindestmaß hinaus. Alternativ dazu können ggf. auch andere Maßnahmen zur Zielerreichung beitragen, wie z.B. ohne weitere Kosten über die Berechnung der einzelnen Wärmebrücken.

Die Holz- bzw. Holzpelletvariante (2) erfüllt die Anforderungen ohne Weiteres.

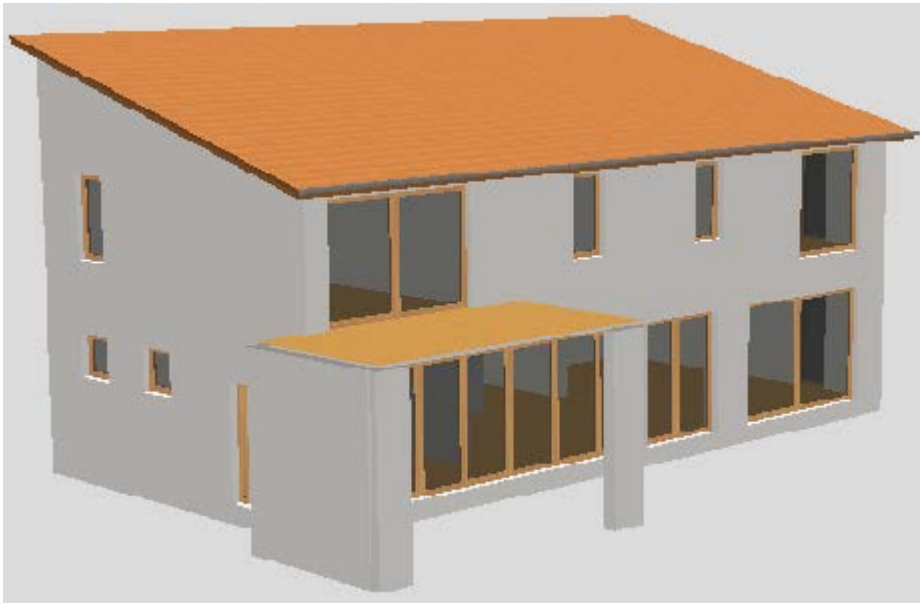
Bei der Fernwärme-basierten Variante kommt es auf die im Heiz-(-Kraft)Werk eingesetzten Energieträger an, ob eine Zielerreichung in der Anforderung „THG“ leicht oder mit zusätzlichen Maßnahmen erreichbar ist. Leicht ist dies nur bei größeren Anteilen von erneuerbaren Energien. Kompensiert werden kann das Defizit zur Zielerreichung durch optimierte Wärmebrücken, eine vollständige Ausnutzung des Daches durch PV bei Fernwärme-CO<sub>2</sub>-Faktoren unterhalb von 285 g/kWh.

Die direkt-elektrische Variante (4) darf nur dann eine mögliche technische Lösung sein, wenn die Heizlast sehr gering ist (Anforderung Abs. (7) in Element 3). Die Hauptanforderung THG lässt sich auch ohne diese Einschränkung erfüllen, wenn eine PV-Anlage errichtet wird, die bilanziell den Strombedarf decken kann. In diesem Gebäude ist das bei 6.223 kWh der Fall, wozu etwa 61% des Daches belegt werden muss. Unter der genannten Maßgabe ist das THG Ziel leicht erreichbar.

Das überkommene Modell des Gasbrennwertkessels ist mit einer Vergrößerung der PV-Anlage über das vorgeschriebene Maß hinaus erfüllbar. Die Anlage hat dann 7 kWpeak, das Dach wird zu 61% belegt.

Fazit: alle genannten Technologien sind einsetzbar.

## Freistehendes EFH



2-geschossiges, nicht unterkellertes, freistehendes Einfamilienhaus mit Pultdach und großen Glasflächen nach Süden. Es hat 190 m<sup>2</sup> Wohnfläche, ein äußeres Gebäudevolumen von 792 m<sup>3</sup> und ein A:Ve-Verhältnis von 0,69. Der Fensterflächenanteil beträgt ca. 33 % an der Energiebezugsfläche.

Das Gebäude ist in Holzständerbauweise erbaut, wobei die wärmetechnischen Eigenschaften der Tabelle 2 entsprechen (U-Werte, Luftdichtheit, Lüftungs-Wärmerückgewinnungsgrad). Die Wärmebrücken wurden detailliert nachgewiesen (im Mittel 0,01 W/m<sup>2</sup>K). Lüftung wie oben.

Die Technikmodelle entsprechen den o. beschriebenen Anlagenkonzepten, Grundmodell ist also auch hier die Wärmepumpe. Die PV-Anlage soll nach Element 3 einen Mindestenergieertrag von 6.900 kWh haben (abhängig von der überbauten Fläche), was hier 41 m<sup>2</sup> Modulfläche entspricht.

Das Gebäude wurde variiert mit verschiedenen Versorgungs-Technologien:

- Luft-Wasser-Wärmepumpe (Basisfall, 1)
- Pelletkessel (2)
- (Fern)-Wärme aus KWK, mit Anteil erneuerbarer Energie (3)
- Elektrische Direktheizung, dezentral (4)
- Holzkessel mit thermischer Solaranlage (7)
- Gas-Brennwertkessel mit thermischer Solaranlage (8)

In Variante 5 und 6 wurde die Basisanlage mit vergrößerter PV-Anlage gerechnet.

Ergebnisse zu den Nachweisgrößen der Technik-Varianten:

	Variante	WP+E	Holz	FW	DirEI+PV	WP+E+PV	Holz+PV	Holz/Solar	Gas/Solar
<b>THG-B61</b>	kg/m <sup>2</sup> NGFa	-2,9	-4,7	-0,3	-0,7	-3,0	-7,4	-4,8	0,0
<b>Nutzwärme/kälte o.TGA-Einträge</b>	kWh/mNGF	28,2	28,2	28,2	28,2	28,2	28,2	28,2	28,2
<b>Ersatzanforderung Bauteile Anl. 2</b>	-	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
<b>Übererfüll.grad Sonnenschutz</b>	kWh/mNGF	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Nebenbestimmung Solarpflicht</b>	-	6900	6900	17000	9435	9435	9435	6900	10500
<b>Nebenbestimmung begrenzte Heizlast (nur dir.elektrisch)</b>					26,9				

Anmerkungen zu den Technikvarianten:

Auch bei diesem kleinen, freistehenden Gebäude ist nicht trivial, die Anforderung an den Wärmebedarf (Q<sub>h,b</sub>) zu erfüllen. Somit wurde wiederum die Ersatzanforderung gezogen: Einhalten der energetischen Qualität nach Anlage 2. Leider verhindert dies die Nebenbestimmung für die Ersatzanforderung. Sie ist nur zulässig bei Gebäuden mit moderatem Fensterflächenanteil (an der Energiebezugsfläche), genau 25%.

Die Wärmepumpenvariante erfüllt die Anforderung „THG“ ohne Weiteres.

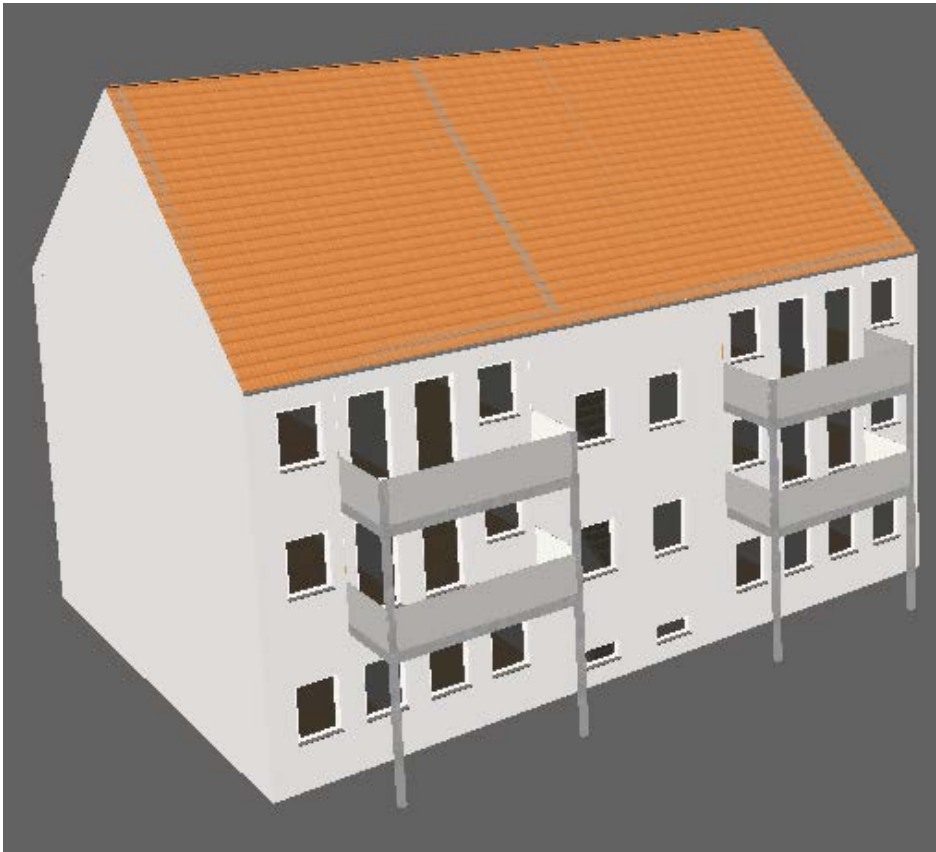
Die Holz- bzw. Holzpelletvariante (2) erfüllt die Anforderungen ebenfalls ohne Weiteres.

Bei der Fernwärme-basierten Variante mit Standard-CO<sub>2</sub>-Faktor 0,3 kg/kWh muss die PV-Anlage deutlich vergrößert werden, um die Anforderung „THG“ zu schaffen. Das Dach wird zu 87% ausgenutzt.

Die direkt-elektrische Variante (4) würde ohne die Nebenbestimmung zur Heizlast die Anforderungen leicht schaffen, da der PV-Strom sehr gut angerechnet werden kann. Die PV-Anlage wird dazu gegenüber dem Mindestwert um 37 Prozent erhöht. Tatsächlich muss zusätzlich (oder alternativ) der Wärmebedarf und daraus resultierend die Heizlast deutlich verringert werden.

Die Referenztechnologie des bisherigen GEG (Gaskessel + Solar) benötigt in diesem Gebäude noch eine leicht vergrößerte PV-Anlage (35% des Daches, 12,4 kW<sub>peak</sub>).

Fazit: alle genannten Technologien sind einsetzbar, fossil basierte Technologien erfordern weitere Optimierungen und/oder größere PV-Anlagen.

**MFH**

3-geschossiges, unterkellertes, freistehendes Mehrfamilienhaus (6 Wohneinheiten) mit Satteldach in Ost/West-Ausrichtung. Es hat 620 m<sup>2</sup> Wohnfläche, ein äußeres Gebäudevolumen von 2241 m<sup>3</sup> und ein A:Ve-Verhältnis von 0,53. Der Fensterflächenanteil beträgt ca. 14 % an der Energiebezugsfläche.

Das Gebäude ist in Massivbauweise aus Kalksandstein mit Wärmedämmverbundsystem erbaut, wobei die wärmetechnischen Eigenschaften der Tabelle 2 entsprechen (U-Werte, Luftdichtheit, Wärmebrücken, Lüftungs-Wärmerückgewinnungsgrad). Lüftung wie oben.

Die Technikmodelle entsprechen den o. beschriebenen Anlagenkonzepten. Die PV-Anlage soll nach Element 3 einen Mindestenergieertrag von 15.120 kWh haben, was hier 91 m<sup>2</sup> Modulfläche entspricht.

Das Gebäude wurde variiert mit verschiedenen Versorgungs-Technologien:

- Luft-Wasser-Wärmepumpe (Basisfall, 1)
- Pelletkessel (2)
- Fernwärme aus KWK, mit Anteil erneuerbarer Energie (3)
- Elektrische Direktheizung, dezentral (4)
- Holzkessel mit thermischer Solaranlage (7)
- Gas-Brennwertkessel mit thermischer Solaranlage (8)

Daneben wurden weitere Varianten gerechnet, um die Sensitivität auf verschiedene Anlagen- oder Dämmvariationen zu bestimmen. Dazu gehören die Trinkwasserversorgung (dezentral/zentral), die Warmwasser-Speichergröße, das Vorhandensein einer Zirkulation, die

Kühlung, die Luftdichtigkeit und der Wärmebrückenfaktor. Die Streubreiten liegen in den erwarteten Bereichen und bestätigen die Vorgaben der Tabelle 2. Größere Gebäude verfügen oft über ein verzweigtes Netz an Zirkulationsleitungen, deren nicht unerhebliche Verluste jedoch über die Vorteile kompakterer Bauweise leicht kompensiert werden können.

Ergebnisse der Heiz-Technikvarianten:

	Variante	WP+E	Holz	FW	DirEI+PV	WP+E+PV	Holz+PV	Holz/Solar	Gas/Solar
THG im Betrieb	kg/m <sup>2</sup> NGFa	-0,3	-1,9	-0,4	-2,6	-1,6	-4,5	-2,2	-0,7
Nutzwärme/kälte o.TGA-Einträge	kWh/m <sup>2</sup> NGF	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2
Ersatzanforderung Bauteile Anl. 2	-	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Übererfüll.grad Sonnenschutz	-	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Nebenbestimmung Solarpflicht	>= 15120 kWh/a	15120	41	40	32	40	40	40	41
Nebenbestimmung begrenzte Heizlast (nur dir.elektrisch)					15,2				

Anmerkungen zu den Technikvarianten:

Bei diesem größeren Gebäudevolumen kann auch die Anforderung an den Wärmebedarf  $Q_{h,b}$  mit den Anlage-2-Werten erfüllt werden. Hierbei hat der Bauherr sogar die Möglichkeit, von den Vorgaben abzuweichen, z. B. einzelne U-Werte etwas abzuschwächen. Die Ersatzoption muss nicht gezogen werden.

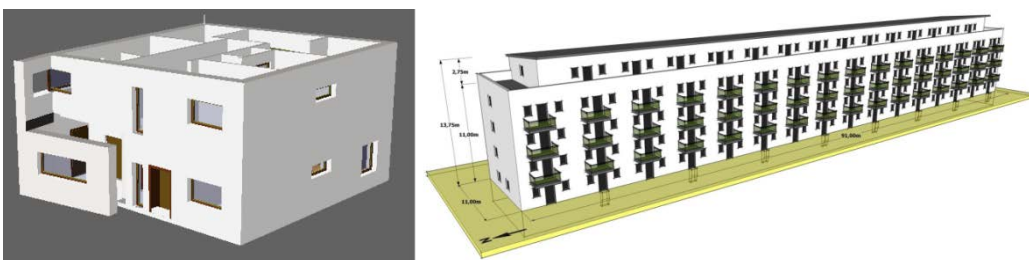
In allen Varianten lässt sich die Anforderung „THG“ durch Adaption einer vergrößerten PV-Anlage erfüllen. Das gilt auch für die noch nicht dekarbonisierte Fernwärme.

Die direkt-elektrische Variante (4) würde ohne die Nebenbestimmung zur Heizlast die Anforderungen leicht schaffen, da der PV-Strom sehr gut angerechnet werden kann. Die PV-Anlage wird dazu gegenüber dem Mindestwert um mindestens eine Dachhälfte vergrößert. Tatsächlich muss zusätzlich (oder alternativ) der Wärmebedarf (Heizlast) deutlich verringert werden. Dies ist auch mit hoch wirtschaftlichen Dämmstoffstärken zu erreichen.

Die Referenztechnologie des bisherigen GEG (Gaskessel + Solar) benötigt in diesem Gebäude ebenfalls eine leicht vergrößerte PV-Anlage (125 m<sup>2</sup> des Daches, 29,4 kWpeak).

**Fazit:** alle genannten Technologien sind einsetzbar.

Um Auswirkungen auf weitere, v.a. größere Gebäude abzuschätzen, wurden auch solche Gebäude sowie ein Reihenmittelhaus stichpunktartig gerechnet. Großes Einfamilienhaus, Wohnblock



Die Zielerreichung ist in allen Gebäuden und Technologien möglich; teilweise muss die PV-Anlage über das Minimum hinaus vergrößert werden, um die THG-Anforderung zu erreichen. Ab 6 Geschossen muss meist kompensiert werden.

Im Vergleich der Wohngebäude und Heiztechnologien in Bezug auf die Anforderung THG  $\leq 0$  (Klimaneutralität im Betrieb) zeigt sich, dass die Anforderung in sehr unterschiedlichem Maß übererfüllt werden konnte.

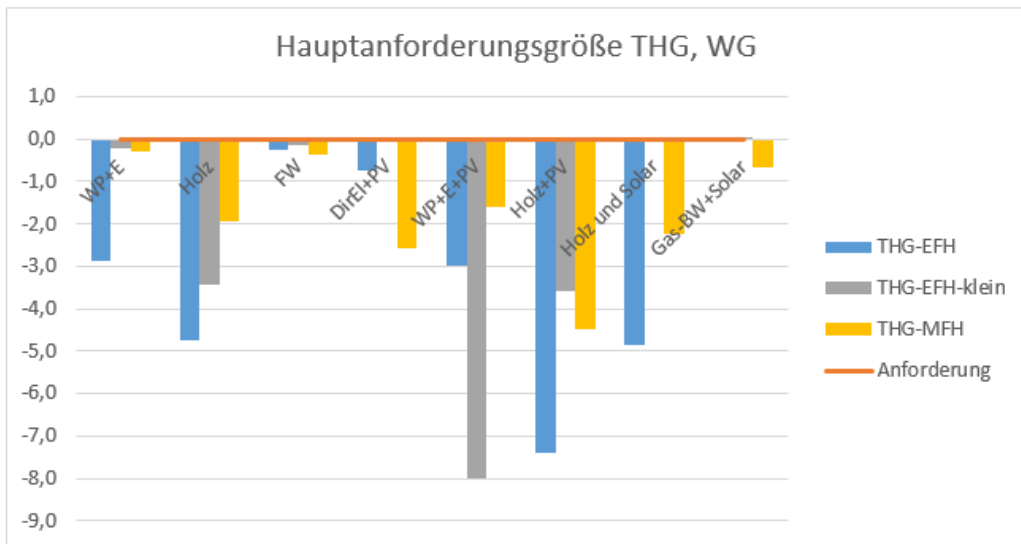


Abbildung 4: Vergleich der THG-Anforderung für die drei berechneten Wohngebäude in Abhängigkeit vom Versorgungssystem

Die Anforderung an den Nutzwärmebedarf ist unabhängig von der Anlagentechnik. Sie wird im MFH unterschritten. In den kleineren freistehenden Gebäuden lässt sich die Anforderung ersatzweise durch Einhalten der Tabelle-2-Werte erreichen.

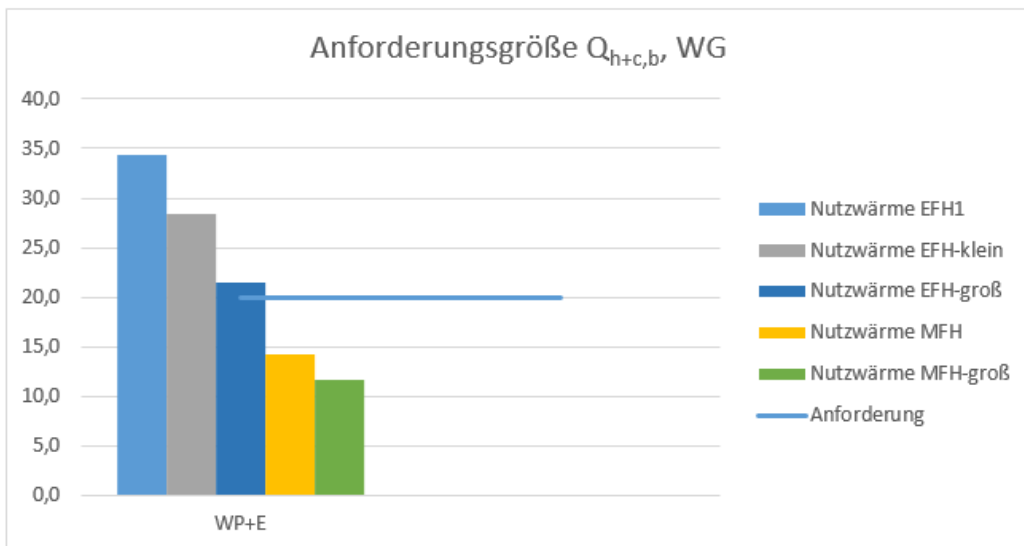


Abbildung 5: Übersicht über die Erfüllbarkeit des geforderten Nutzenergiebedarfs bei Wohngebäuden – bei den kleineren Gebäuden können die Anforderungen nach Tabelle 2 erreicht werden



Tabelle 4: Übersicht über die Erfüllbarkeit von Anforderungen bei Wohngebäuden

Größe	Anforderung	Erfüllbarkeit	Ersatz bzw. Kompensation	Bemerkung/Nebenbestimmung
<b>Treibhausgas-Emis.</b>	THG (B6) $\leq 0$ kg/m <sup>2</sup>	abh.v.Anlage (s.u.)		
	<b>Wärmepumpe</b>	gut	keine	bei knapper Verfehlung gut mit einem Mehr an PV erreichbar, da volle Anrechnung
	<b>Biomasse</b>	bei effizienter Anlage gut	keine	Biomasse-Endenergie > 40 kWh (=Budgetgrenze) schlägt stark zu Buche
	<b>Fernwärme</b>	bei dekarbonisierter FW gut	keine	auch in Vorausschau auf Dekarbonisierungs-Fahrplan CO <sub>2</sub> $\leq 0,15$ kg/kWh
	<b>Direktelektrisch</b>	bei großer PV gut	keine	Heizlast-Nebenbestimmung; gute PV-Kompensationsmöglichkeit
	<b>Erdgas + Solarthermie</b>	bei großer PV gut	keine	
<b>Heizwärmebedarf</b>	$Q_{h,d} \leq 20$ kWh/m <sup>2</sup>	größere Gebäude gut	Optimierung Gebäudehülle oder Wohnungslüftung mit WRG oder Anlage 2 Einzelanforderungen	Anforderung bei Anlage 2-Anwendung: Fensterflächenanteil $A_f/A_{EBF} \leq 30\%$
<b>Sommerlicher Wärmeschutz</b>	$S_{ist} \leq S_{zul}$	bei guter Planung gut	keine	bei $A_f/A_{EBF} > 30\%$ schwer
<b>Luftdichtheit</b>	$n_{50} \leq 0,6$ $q_{50} \leq 1,0$ gr.Geb.	bei sorgfältiger Planung und Umsetzung gut	keine	
<b>Erneuerbare Energien</b>	$Q_{PV,prod} \geq 60 * A_{überb}$	meist 30 bis 40% der Dachfläche bis 4 Geschosser gut	finanzieller Ausgleich (150 %)	wenn bei hohen Gebäuden Dach zu klein wird, kann auf Nebengebäude, Fassade, Garagen, Stellplätze usw. ausgewichen oder kompensiert werden

## 5.2.2 Nichtwohngebäude

Zur Einschätzung der Auswirkungen der Anforderungen auf verschiedene Bauweisen und – Typen wurden drei baulich stark unterschiedliche Nichtwohngebäude modelliert und in Variationen entsprechend der GEG 2.0 Bewertungsrandbedingungen bilanziert. Im Folgenden werden die Modellgebäude und wesentliche resultierende Nachweisgrößen dargestellt und Hinweise zu den Erfüllungsoptionen gegeben.

### Büro- NWG kompakt - Einzonnenmodell

4-geschossiges, unterkellertes, freistehendes Bürohaus mit zurückgesetztem Stufen-Dachgeschoss mit Flachdach. Überbaute Fläche: 252m<sup>2</sup>, A:Ve-Verhältnis: 0,41. Der Fensterflächenanteil beträgt ca. 16% der Nutzfläche. Das Gebäude ist weitgehend in Massivbauweise mit Wärmedämmverbundsystem erbaut. Das ausgebaute Dachgeschoss ist als Holz-Leichtbaukonstruktion aufgestellt. Die wärmetechnischen Eigenschaften (U-Werte, Luftdichtheit, Wärmebrücken, Lüftungs-Wärmerückgewinnungsgrad) entsprechen Tabelle 2.

### Betriebsgebäude- NWG mit Labor, Montage, Büro, Mehrzweckraum- nutzungszone

2-geschossiges, nicht unterkellertes, freistehendes NWG mit versetzten Pultdächern. Überbaute Fläche: 429m<sup>2</sup>, A:Ve-Verhältnis: 0,52. Der Fensterflächenanteil beträgt ca. 14% der Nutzfläche. Das Gebäude ist weitgehend in Massivbauweise mit Wärmedämmverbundsystem im EG und Vorhangfassade im OG erbaut. Die oberste Geschossdecke ist im Kaldachraum mit lose aufgeblasenem Dämmstoff gedämmt. Die wärmetechnischen Eigenschaften (U-Werte, Luftdichtheit, Wärmebrücken, Lüftungs-Wärmerückgewinnungsgrad) entsprechen Tabelle 2.

### Büro- NWG mit hohem transparenten Hüllanteil - Einzonnenmodell

1-geschossiges, nicht unterkellertes, freistehendes NWG mit Flachdach. Überbaute Fläche: 890m<sup>2</sup>, A:Ve-Verhältnis: 1,4. Der Fensterflächenanteil beträgt ca. 50% der Nutzfläche. Das Gebäude ist in Massivbauweise mit gedämmter Vorhangfassade erbaut. Die wärmetechni-

schen Eigenschaften (U-Werte, Luftdichtheit, Wärmebrücken, Lüftungs-Wärmerückgewinnungsgrad) entsprechen Tabelle 2. Dieses Gebäude erfüllt nicht die Grundvoraussetzungen zur Begrenzung von Fensterflächen und die Erfüllungsbedingungen zum sommerlichen Wärmeschutz. Das Gebäude wurde lediglich als Extrembeispiel zur Datenverifizierung ergänzt.

Die nachstehenden Versorgungs-Technologien wurden untersucht:

- Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Holz-Pelletkessel (2)
- Fernwärme aus KWK, mit Anteil erneuerbarer Energie (3)
- Elektrische Direktheizung, dezentral (4)
- Gas-Brennwertkessel mit thermischer Solaranlage (8)

Weiterhin wurden in den Varianten PV-Anlagen- zunächst entsprechend den Mindestanforderungen (60 kWh Ertrag je m<sup>2</sup> überbaute Fläche) - adaptiert.

Daneben wurden weitere Untervarianten bilanziert, um die Sensitivität Anlagenkonfigurationen hinsichtlich der Grenzwert erfüllbarkeit zu bestimmen und weitere Optimierungsoptionen zu prüfen. Dazu gehört im Wesentlichen:

- Berücksichtigung von Anlagen zur Raumkühlung
- Anpassung der PV-Anlagenleistung zur Zielerreichung
- Optimierungsoptionen Gebäudehülle
- Optimierungsoptionen Lüftungsanlagen

Die Bilanzierungsergebnisbandbreiten liegen im erwarteten Bereich, wobei die Varianz deutlich höher ist als bei den Wohngebäuden.

## NWG- Bilanzierungsergebnisse

### Sensitivitäts-Grenzwertanalyse $Q_{h,b}$ :

Die Ergebnisse für den Nutzwärmebedarf  $Q_{h,b}$  der NWG-Modellgebäude liegen zwischen 10,1 und 64,5 kWh/m<sup>2</sup>a bzw. bei 10,1 und 40,2 kWh/m<sup>2</sup>a ohne Berücksichtigung des Gebäudes mit hohem transparenten Hüllanteil.

Als wesentliche Ursachen der hohen Varianz sind die verhältnismäßig hohen Luftwechsel bei klassischen NWG-Nutzungen gegenüber Wohngebäuden und teilweise sehr ungünstige A:Ve-Verhältnisse zu nennen. Bei Anwendung der Bilanzierung im Einzonenmodell kommt hinzu, dass für das ganze Gebäude die Nutzungsrandbedingungen der Hauptnutzung (beispielsweise mit höheren Raumtemperaturen und Luftwechselraten) angesetzt werden, was i.d.R. zu deutlichen Aufschlägen führt.

Wie unter 4.1.1 für kleine EFH dargestellt, ist es bei Gebäuden mit ungünstigen Verhältnissen von nutzbarer Fläche/Volumen zur Hüllfläche nicht trivial, die Anforderung an den Nutzwärmebedarf zu erfüllen. Bei Nichtwohngebäuden können weitere Anforderungen aus den für NWG geltenden Bilanzierungsregeln der DIN V 18599 hinzukommen. Diese Bilanzierungsergebnisse führen zu der Erkenntnis, dass der Nutzwärmebedarf für beheizte oder gekühlte Nichtwohngebäude auf Grund der vorgenannten Randbedingungen keine alleinige  $Q_{h,b}$  Anforderungsgrenzgröße definierbar ist und alternativ die Ersatzanforderung-Einhalten der energetischen Qualität nach Anlage 2- anwendbar ist.

→Alternativ zur  $Q_{h,b}$  Anforderung Ersatz-U-Wert-Anforderungen aus GEG 2.0 Tabelle 2

### Sensitivitäts-Grenzwertanalyse THG:

Die Ergebnisse für flächenbezogenen Treibhausgasemissionen THG- B6 (Betriebsenergien) der NWG-Modellgebäude liegen zunächst bei 5,7 – 36,7 kg/m<sup>2</sup>a. THG-Werte über 21,1 kg/m<sup>2</sup>a liegen beim Büro-NWG mit hohem transparenten Hüllanteil mit technischer Raumkühlung vor. Dieses Modellgebäude hält allerdings die Nebenanforderung zum sommerlichen Wärmeschutz im Tabellenverfahren nach DIN 4108- nicht ein und ist daher hier nicht näher dargestellt.

Die verbleibenden THG-Höchstwerte wurden für das direktelektrisch beheizte Bürogebäude, das Bürogebäude mit L/W-Wärmepumpe ohne PV-Anlage und das Bürogebäude mit Raumkühlung bilanziert. Eine direktelektrische Beheizung wäre lediglich in Gebäuden mit einer Heizlast unter 5 W/m<sup>2</sup> zulässig (hier nicht vorliegend). Das Modellgebäude mit der L/W-Wärmepumpe, aber ohne PV-Anlage, ist auf Grund der Nebenbedingung (mind. 60 kWh regenerativer Energieertrag je Quadratmeter überbaute Fläche) ebenfalls nicht zulässig.

Ohne Berücksichtigung der Raumkühlung im Modellgebäude mit großem Fensterflächenanteil, ohne Vergleichsmodelle ohne PV-Anlage sowie gemäß GEG 2.0 max. Heizlastrandbedingung unzulässige direkt-elektrische Beheizung ist ein vorläufiges THG-Maximum von 14,9 kg/m<sup>2</sup>a vor weiteren Sensitivitätsuntersuchungen mit den oben genannten Optimierungsoptionen bilanziert.

Für die 41 Nutzungsprofile der DIN V 18599 und 5 weiterer "synthetische Gebäude" mit komplexen Nichtwohngebäudenutzungen, tlw. mit besonders ungünstigen Annahmen, die Nutzungsbedingungen und die Kubatur betreffend, wurde eine ergänzende Sensitivitätsanalyse vorgenommen. Diese ergab THG-Werterhöhungen aus Beleuchtung, Lüftung/RLT, Kühlung/ Befeuchtung bis zu 10,6 kg/m<sup>2</sup>a.

Diese Emissionen lassen sich durch gebäudenah regenerativ erzeugten Strom- z.B. Vergrößerung der PV-Anlagen ausgleichen. Bei 4 der 5 simulierten Gebäuden reichen dafür die Dachflächen aus. Nur im Falle eines 16-geschossigen Bürogebäudes mit Büroraumkühlung übersteigt die erforderliche PV-Modulfläche die Dachfläche mehrfach. Für derartige Gebäudekonfigurationen ist entweder eine zusätzliche Nutzung alternativer Flächen (z.B. an den Fassaden) und/oder weitere erneuerbare Energien, z.B. gebäudenah Windkraftanlagen zur Herstellung der Klimaneutralität im Sinne dieses Gesetzesentwurfs erforderlich. Sollten auch diese Optionen nicht voll ausgeschöpft werden, ist eine anteilige Kompensation des Fehlbetrags in den EE-Gebäufonds notwendig.

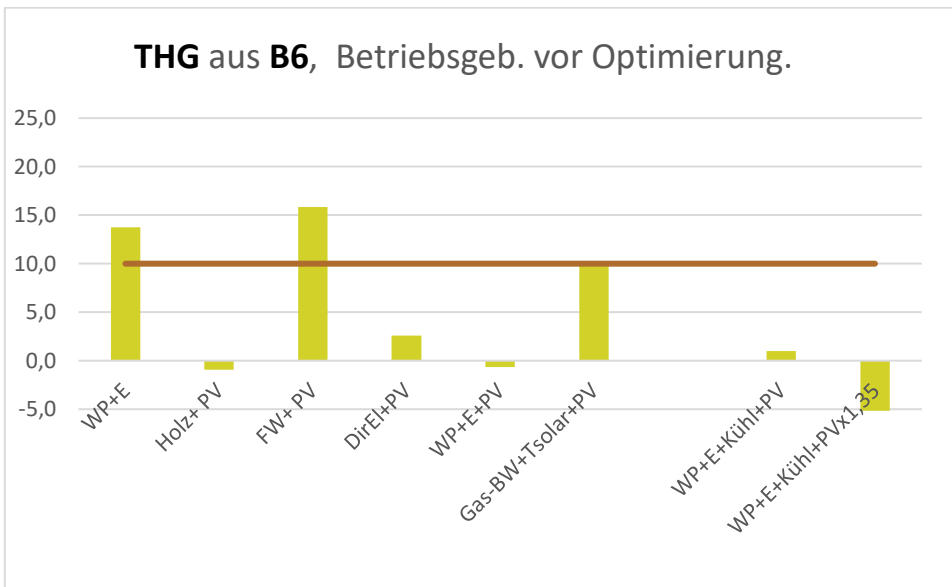


Abbildung 6: Sensitivitätsuntersuchung Betriebsgebäude mit verschiedenen Gebäudeversorgungstechnik vor Detailoptimierung

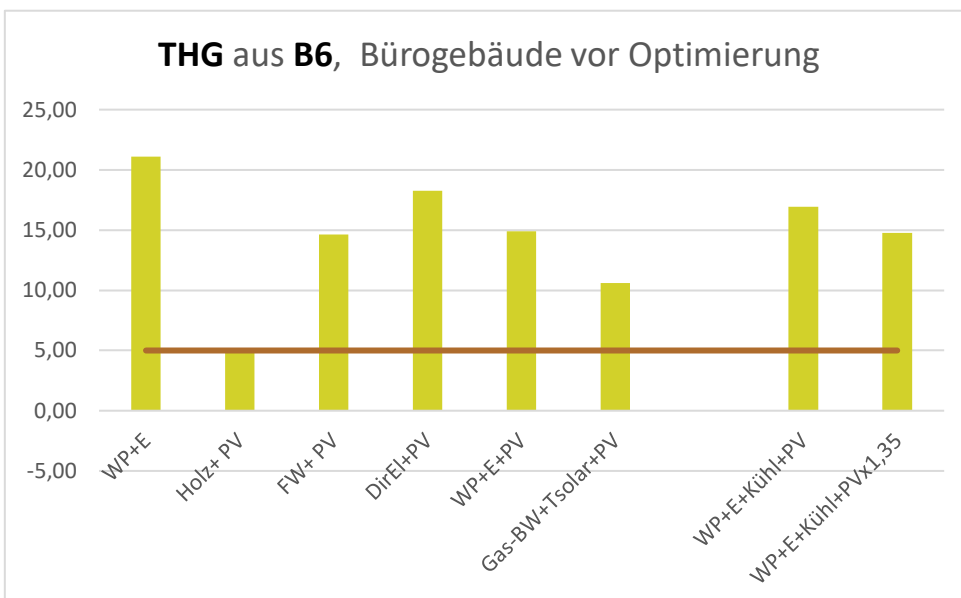


Abbildung 7: Sensitivitätsuntersuchung Bürogebäude mit verschiedenen Gebäudeversorgungstechnik vor Detailoptimierung

**Durch weitere Optimierungen können die THG-Emissionen deutlich gesenkt werden:**

Allgemein:

- RLT mit effizienten Ventilatoren (SFP 1); Ventilatorwirkungsgrad > 65%
- Beleuchtung: T5 oder LED

Versorgungstechnik-gegliedert:

- Wärmepumpentechnik: Montage vergrößerte PV-Anlage (63% der Dachfläche) und/oder Geothermie-WP mit besserem COP und herabgesetzte Wärmebrücken-zuschläge (0,01). Bei zusätzlicher Anwendung von Raumkühlung in der Hauptnut-zung: weitere Vergrößerung der PV- Anlage (auf mind. 73% der Dachfläche)
- Biomasseheizung: Moderate Vergrößerung der PV- Anlage
- Fernwärme: maximale Dach-PV-Anlage oder zusätzliche Fassaden-PV-Anlage oder besserer Fernwärmefaktor (0,089 kg/kWh)
- Gas-BW+ Thermosolar große PV-Anlage (95%); ggf. Fassaden-PV-Anlage
- Direktelektrische Beheizung: Absenkung der Gebäudeheizlast auf max. 10 W/m<sup>2</sup> (Anforderung GEG 2.0: 5 W/m<sup>2</sup>) durch Optimierung der Gebäudehülle und Herab-setzung der Wärmebrücken-zuschläge auf 0 W/m<sup>2</sup> und große PV-Anlage (63%)

### Ergebnisse nach Optimierung des NWG-Modells Bürogebäude:

Alle Gebäude (mit PV) welche die GEG-Nebenbedingungen einhalten, lassen sich in Bezug auf THG in beschriebener Weise bis in den negativen Bereich optimieren.

Zur Zielerreichung muss teilweise die PV-Anlage über das Minimum hinaus vergrößert- so wie weitere anlagentechnische Optimierungen und Verbesserungen der thermischen Ge-bäudehüllen vorgenommen werden die jedoch weitgehend gängige technische Standards darstellen und am Markt vertreten sind.

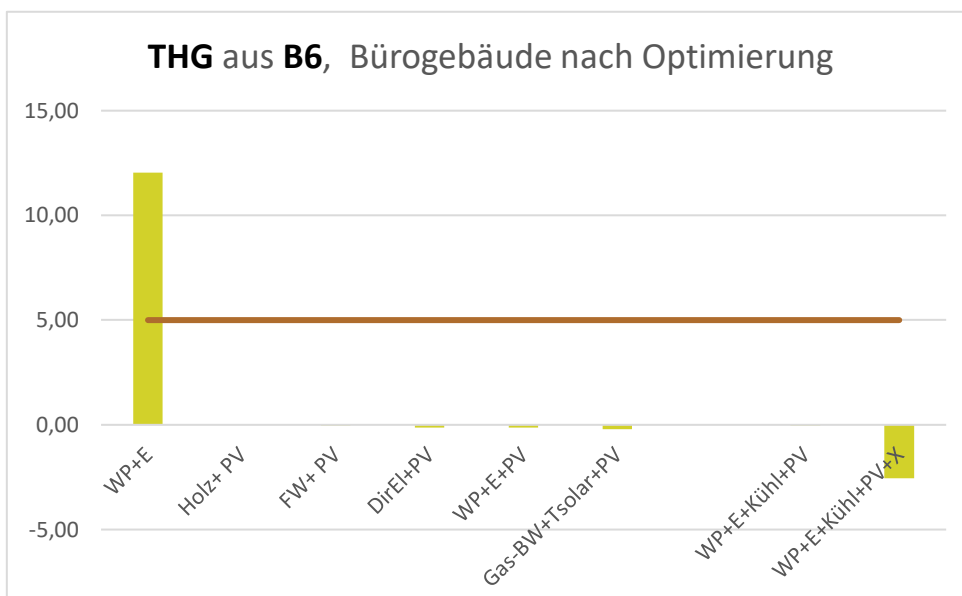


Abbildung 8: Sensitivitätsuntersuchung Bürogebäude mit verschiedenen Gebäudeversorgungstechnik nach Detailoptimierung

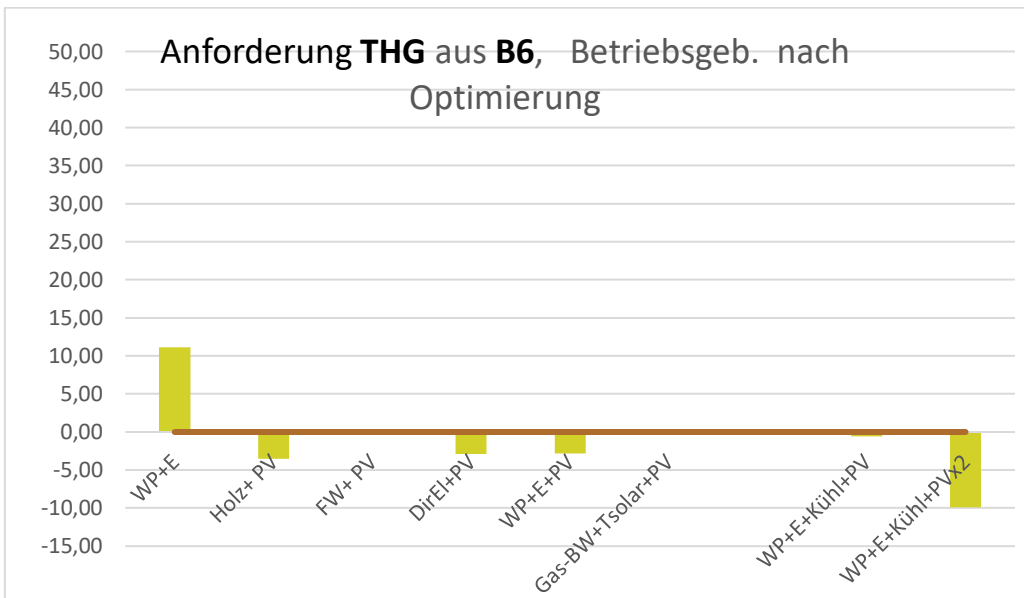


Abbildung 9: Sensitivitätsuntersuchung Betriebsgebäude mit verschiedenen Gebäudeversorgungstechnik nach Detailoptimierung

Für die flächenbezogenen Treibhausgasemissionen THG aus B6 kann auch bei Nichtwohngebäuden, tlw. mit einigen Detailoptimierungen ein THG-Grenzwert unter  $0 \text{ kg/m}^2\text{a}$  erreicht werden.

→ NWG-Treibhausgasemissionen THG aus B6:  $\leq 0 \text{ kg/m}^2\text{a}$

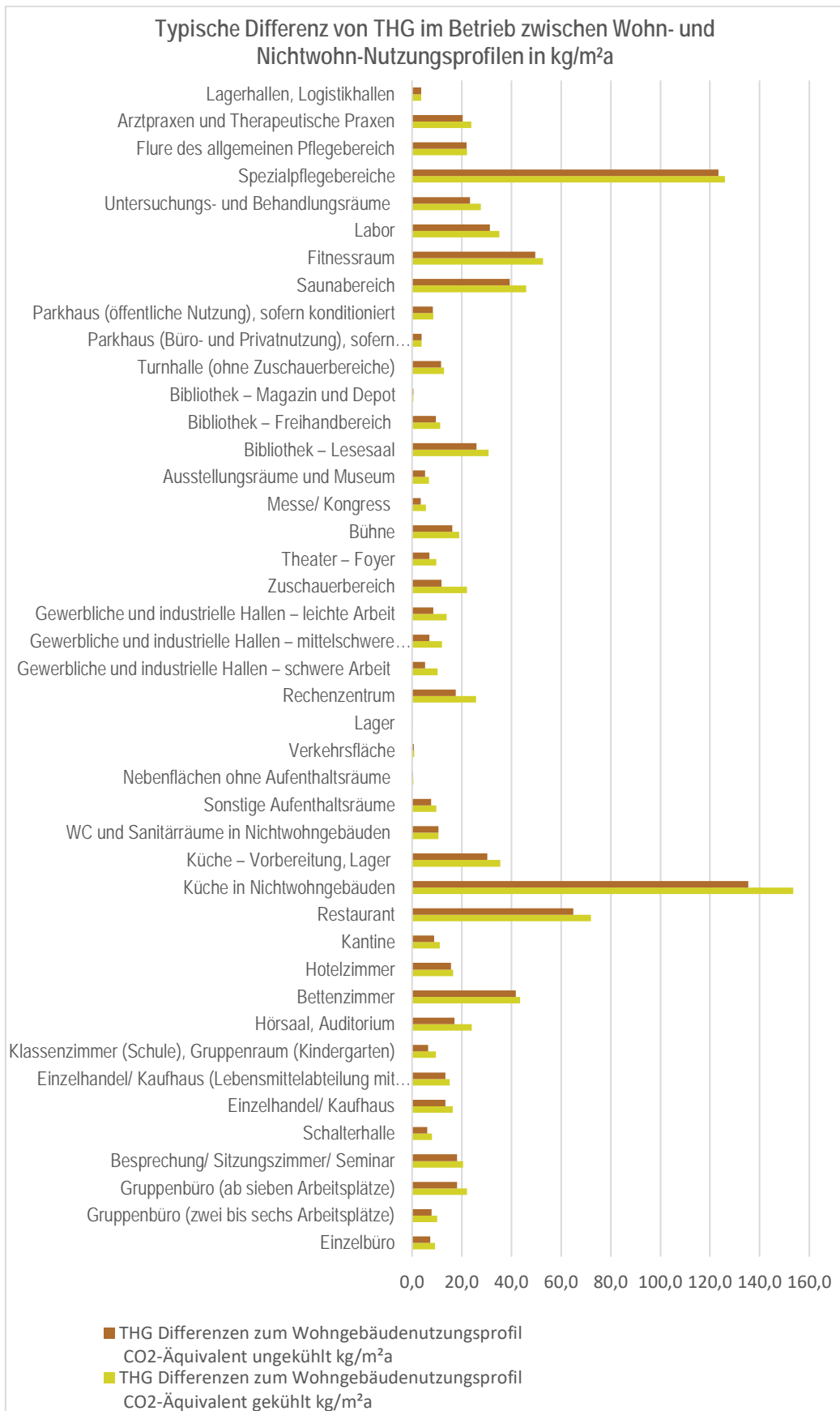


Abbildung 10: Typische Differenz von THG-Emissionen im Betrieb zwischen Wohn- und Nichtwohn-Nutzungsprofilen in kg/(m<sup>2</sup>a)

**NWG-Fazit**

Alle NWG-Modellgebäude, welche die GEG-Nebenbedingungen einhalten, sind mit den untersuchten Anlagentechnologien, Energieträgern und Einhaltung der U-Wert-Anforderungen aus GEG 2.0 Tabelle 2 baubar. Im Vergleich der Heiztechnologien in Bezug auf die THG Anforderung zeigt sich, dass die Anforderung in sehr unterschiedlichem Maß übererfüllt werden kann. In Bezug auf die Raum-Kälteendenergieanforderung zeigt sich, dass die Begrenzung der sommerlichen Wärmelasten, mit der Möglichkeit auf den vollständigen Verzicht auf technische Raumkühlung, die einfachste Option zur Zielerreichung darstellt.

Selbst energetisch ungünstige Nutzungsprofile können im Regelfall durch eine erweiterte Erzeugung regenerativer Energien auf dem Grundstück ausgeglichen werden. Nur bei sehr hohen NWG muss ggf. kompensiert werden.

Tabelle 5: Übersicht über die Erfüllbarkeit von Anforderungen bei Nicht-Wohngebäuden

Größe	Anforderung	Erfüllbarkeit	Ersatz bzw. Kompensation	Bemerkung/Nebenbestimmung
Treibhausgas-Emis.	THG (B6) $\leq 0$ kg/m <sup>2</sup>	abh.v.Anlage (s.u.) u.Nutzungsprofil		
	<b>Wärmepumpe</b>	gut		bei knapper Verfehlung gut mit einem Mehr an PV erreichbar, da volle Anrechnung
	<b>Biomasse</b>	bei effizienter Anlage gut		Biomasse-Endenergie > 40 kWh (=Budgetgrenze) schlägt stark zu Buche; effizientes Gebäude hat keine Mühe
	<b>Fernwärme</b>	bei dekarbonisierter FW gut		auch in Vorausschau auf Dekarbonisierungs-Fahrplan CO2 $\leq 0,15$ kg/kWh
	<b>Direktelektrisch</b>	bei großer PV gut		Heizlast-Nebenbestimmung $\leq 5$ W/m <sup>2</sup> ; gute PV-Kompensationsmöglichkeit
	<b>Erdgas + Solarthermie</b>	bei großer PV gut		
<b>Heizwärmebedarf</b>	$Q_{hb} \leq 20$ kWh/m <sup>2</sup>	größere Gebäude gut	Optimierung Gebäudehülle oder Wohnungslüftung mit WRG oder Anlage 2 Einzelanforderungen	Anforderung bei Anlage 2-Anwendung: Fensterflächenanteil $A_f/A_{EBF} \leq 30\%$
<b>Endenergie zur Kühlung</b>	Ecodesign-Label	gut	keine	keine Prozesskühlung
<b>Sommerlicher Wärmeschutz</b>	$S_{ist} \leq S_{zul}$	bei guter Planung gut	keine	bei $A_f/A_{EBF} > 30\%$ schwer
<b>Luftdichtheit</b>	$n_{50} \leq 0,6$ $q_{50} \leq 1,0$ gr.Geb.	bei sorgfältiger Planung und Umsetzung gut	keine	
<b>Erneuerbare Energien</b>	$Q_{PV,prod} \geq 60 \cdot A_{überb}$	gut	finanzieller Ausgleich (150 %)	wenn bei hohen Gebäuden Dach zu klein wird, kann auf Nebengebäude, Fassade, Garagen, Stellplätze usw. ausgewichen oder kompensiert werden

**5.3 Berechnung der Wirkung der neun Sanierungsmaßnahmen<sup>1</sup>**

Gemäß Element 4 sind Eigentümer\*innen bestehender Gebäude aufgefordert, in drei Zeitstufen die Klimaklasse zu verbessern. Sie müssen ab dem 1.1.2028 mindestens EE fit sein oder die Klimaklasse F erreichen oder zwei Erfüllungsmaßnahmen durchgeführt haben. Ab dem 1.1.2033 müssen sie mindestens die Klimaklasse D erreichen oder vier Erfüllungsmaßnahmen durchgeführt haben oder EE fit sein und zwei Erfüllungsmaßnahmen durchführen. Schließlich ab dem 1.1.2038 muss die Klimaklasse B erreicht sein oder es sind mindestens sechs Erfüllungsmaßnahmen durchzuführen.

<sup>1</sup> Die Berechnungen erfolgten in einem Stadium des Projektes in dem nur acht Sanierungsmaßnahmen empfohlen wurden. Maßnahme 1 „EE-Fit“ wurde daher nicht in den Berechnungen berücksichtigt. EE -Fit impliziert unterschiedliche Maßnahmen oder Handlungen, die für jedes Gebäude anders ausgelegt werden können.



Die Erfüllungsmaßnahmen sind Sanierungsmaßnahmen an der Hülle oder der Anlagentechnik des Gebäudes, die in Element 4 als Erfüllungsmaßnahmen beschrieben sind.

Auf dieser Grundlage wurden zur Einschätzung der Effektivität der Erfüllungsmaßnahmen verschiedene bestehende Wohngebäude gerechnet und modellhaft mit den einzelnen Erfüllungsmaßnahmen oder Kombinationen der Erfüllungsmaßnahmen saniert. Tabelle 6 zeigt die dabei erreichte Einsparung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Klimaklassen.

Insgesamt werden sieben verschiedene Maßnahmenkombinationen, um eine bessere Klimaklasse zu erreichen, gerechnet (Tabelle 6). Die Mindestanforderungen an die Erfüllungsmaßnahmen nach Element 4 werden eingehalten. Für die Erfüllungsmaßnahme 6 werden zwei Varianten gerechnet: Einbau eines Holzpellets-Kessels und einer Luft-Wasser-Wärmepumpe (Erfüllungsmaßnahme 6a und 6b). Für die Berechnung der Erneuerung der Heizanlage mit einem Holzpellet-Kessel wird das Budget-Verfahren angewendet. Der THG-Faktor für Strom wird mit 400 g/kWh bewertet.

## Vorstellung der Beispielgebäude

### EFH 1

Bei dem EFH 1 handelt es sich um ein 3-geschossiges, nicht-unterkellertes, freistehendes Einfamilienhaus mit Satteldach in Nord-Süd-Ausrichtung. Die Energiebezugsfläche beträgt 169 m<sup>2</sup>, das äußere Gebäudevolumen 634 m<sup>3</sup> und das A/Ve-Verhältnis 0,7 1/m. Das Gebäude wurde 1975 gebaut (U-Wert Außenwände, Dach, Boden: 1,0 W/m<sup>2</sup>K; U-Wert Fenster: 2,8 W/m<sup>2</sup>K). Alle anderen gebäudedefinierenden Werte, wie z. B. Luftdichtheit und Wärmebrücken, entsprechen dem eines unsanierten Gebäudes. Das Gebäude hat einen NT-Gebläse-Kessel (Heizöl). Der Endenergiebedarf liegt bei 375 kWh/m<sup>2</sup> und die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei 110 kg/m<sup>2</sup>. Beide Werte beziehen sich auf die Energiebezugsfläche. Der Endenergiebedarf ist hoch, da das Gebäude aufgrund seines Alters und Zustands besonders hohe Übergabe- und Verteilungsverluste hat.

### EFH 2

Das EFH 2 ist ein 2-geschossiges, nicht unterkellertes, freistehendes Einfamilienhaus mit Pultdach und großen Glasflächen nach Süden. Die Energiebezugsfläche ist 190 m<sup>2</sup>, das äußere Gebäudevolumen liegt bei 792 m<sup>3</sup>, das A/Ve-Verhältnis beträgt 0,69 1/m. Das Gebäude wurde 1995 gebaut, sodass die U-Werte der WärmeschutzV 1995 entsprechen (Dach 0,22 W/m<sup>2</sup>K, Außenwand 0,5 W/m<sup>2</sup>K, Fenster- und Türflächen 1,7-2,0 W/m<sup>2</sup>K, Boden 0,35 W/m<sup>2</sup>K). Beheizt wird das Gebäude mit einem Brennwertkessel (Erdgas, Baujahr 1995-1998) und erreicht einen Endenergiebedarf von 310 kWh/m<sup>2</sup> und CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 69 kg/m<sup>2</sup> (Energiebezugsfläche). Neben den hohen Übergabe- und Verteilungsverlusten ist der Brennwertkessel ineffizient, sodass der hohe Endenergiebedarf entsteht.

### MFH 1

Das MFH 1 ist ein 6-geschossiges unterkellertes Mehrfamilienhaus (Mittelhaus). Das Gebäude hat ein Flachdach. Es wurde 1957 gebaut. Das MFH verfügt über 16 Wohneinheiten. Die Energiebezugsfläche beträgt 880 m<sup>2</sup>, das Gebäudevolumen 3381 m<sup>3</sup> und das A/Ve-Verhältnis 0,35 1/m. Das Gebäude ist nicht saniert (U-Werte: Dach 0,8 W/m<sup>2</sup>K, Außenwand 1,77 W/m<sup>2</sup>K, Fenster- und Türflächen 2,7-5,0 W/m<sup>2</sup>K, Kellerdecke 1,0 W/m<sup>2</sup>K). Das Gebäude

nutzt einen Heizöl-Gebläsekessel. Die Warmwasserversorgung der Bäder und Küchen erfolgt über einen Durchlauferhitzer. Der Endenergieverbrauch beträgt 235 kWh/m<sup>2</sup> und die CO<sub>2</sub>-Emissionen 75 kg/m<sup>2</sup> (Energiebezugsfläche).

## MFH 2

Das MFH 2 ist ein 3-geschossiges, unterkellertes, freistehendes Mehrfamilienhaus (6 Wohneinheiten) mit Satteldach in Ost/West-Ausrichtung. Es hat eine Energiebezugsfläche von 620 m<sup>2</sup>, ein äußeres Gebäudevolumen von 2241 m<sup>3</sup> und ein A/Ve-Verhältnis von 0,49 1/m. Das Gebäude wurde 1995 gebaut (U-Wert Außenwände, Dach, Boden: 1,0 W/m<sup>2</sup>K; U-Wert Fenster: 2,8 W/m<sup>2</sup>K). Das Gebäude ist an ein Fernwärmenetz angeschlossen mit einem CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor von 108 g/kWh. Der Endenergieverbrauch 248 kWh/m<sup>2</sup> und die CO<sub>2</sub>-Emissionen 32 kg/m<sup>2</sup> (Energiebezugsfläche).

## Ergebnis

Tabelle 6 zeigt den Ist-Zustand der berechneten Beispielgebäude, die verschiedenen Erfüllungsmaßnahmen sowie Kombinationen. Für jedes Gebäude werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen in kg/m<sup>2</sup>, die durch die Erfüllungsmaßnahmen erreichte CO<sub>2</sub>-Einsparung in kg/m<sup>2</sup> und die jeweilige Klimaklasse nach Anlage 3 dargestellt. Die CO<sub>2</sub>-Einsparung in kg/m<sup>2</sup> ist farbig unterlegt: höhere Einsparungen sind Grün, niedrigere Einsparungen rot. Die Klimaklassen sind farbig unterlegt, um sie besser zu unterscheiden. Die Farben sind aus dem Energieausweis übernommen.

Beispielgebäude	CO <sub>2</sub> -Emission in kg/m <sup>2</sup>				CO <sub>2</sub> -Einsparung in kg/m <sup>2</sup>				Klimaklassen (kg CO <sub>2</sub> äq. pro m <sup>2</sup> EBF)				
	EFH 1	EFH 2	MFH 1	MFH 2	EFH 1	EFH 2	MFH 1	MFH 2	EFH 1	EFH 2	MFH 1	MFH 2	
Ist-Zustand	unsaniert, Baujahr: 1975	Baujahr: 1995 (Wärme- schutzV 95)	unsaniert, Baujahr: 1957	unsaniert, Baujahr: 1975	unsaniert, Baujahr: 1975	Baujahr: 1995 (Wärme- schutzV 95)	unsaniert, Baujahr: 1957	unsaniert, Baujahr: 1975	unsaniert, Baujahr: 1975	Baujahr: 1995 (Wärme- schutzV 95)	unsaniert, Baujahr: 1957	unsaniert, Baujahr: 1975	
Ist-Heizung	NT-Gebläse- Kessel Öl	Brennwert- Gas	Gebläse- kessel-Öl + Durchlauf- erhitzer	Fernwärme	NT-Gebläse- Kessel Öl	Brennwert- Gas	Gebläse- kessel-Öl + Durchlauf- erhitzer	Fernwärme	NT-Gebläse- Kessel Öl	Brennwert- Gas	Gebläse- kessel-Öl + Durchlauf- erhitzer	Fernwärme	
Energiebezugsfläche in m <sup>2</sup>	169	190	880	620	169	190	880	620	169	190	880	620	
Ist-Wert	110	69	75	32	110	69	75	32	H	H	H	E	
Erfüllungsmaßnahmen Element 4	1 Wärmedämmung der Außenwände (50 %)	101	63	61	29	-10	-7	-14	-3	H	G	G	D
	2 Wärmedämmung von Dachflächen oder obersten Geschossdecken	79	67	71	29	-31	-3	-4	-3	H	H	H	D
	3 Wärmedämmung der thermischen Hüllabgrenzung nach unten	107	67	71	30	-4	-3	-4	-2	H	H	H	E
	4 Erneuerung der Fenster und Außentüren (50 %)	106	63	69	31	-5	-7	-6	-1	H	G	H	E
	5 Erneuerung oder Einbau einer Lüftungsanlage mit WRG	97	56	63	29	-13	-13	-12	-3	H	G	G	D
	6a Erneuerung der Heizungsanlage (Holzpellets)	70	57	64	-	-41	-12	-11	-	H	G	G	-
	6b Erneuerung der Heizungsanlage (Luft-Wasser-Wärmepumpe)	46	56	36	-	-65	-13	-39	-	F	G	E	-
	7 Einbau von digitalen Systemen zur energetischen Betriebs- und Verbrauchsoptimierung	107	67	74	31	-4	-3	-1	-1	H	H	H	E
8 PV-Installation nach GEG 2.0	102	57	68	20	-8	-12	-7	-13	H	G	H	C	
Maßnahmenkombinationen	Maßnahmen 7 + 8	99	55	67	20	-12	-15	-8	-13	H	G	H	C
	Maßnahmen 1 + 1	94	57	52	24	-17	-12	-23	-8	H	G	G	D
	Maßnahmen 3 + 5 + 7 + 8	83	41	45	15	-27	-28	-30	-17	H	F	F	C
	Maßnahmen 1 + 1 + 2 + 4	56	52	43	17	-54	-17	-32	-15	G	G	F	C
	Maßnahmen 1 + 1 + 5 + 6b	34	39	18	23	-77	-31	-57	-	E	E	C	-
	Maßnahmen 2 + 3 + 5 + 7 + 8	52	40	43	9	-59	-29	-32	-23	G	E	F	B
Maßnahmen 1 + 1 + 2 + 4 + 5	43	40	36	14	-67	-29	-39	-19	F	F	E	C	

Tabelle 6: Berechnung der einzelnen Erfüllungsmaßnahmen und Kombinationen

Alle Erfüllungsmaßnahmen erzielen eine Einsparung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, jedoch in unterschiedlicher Höhe. Die Maßnahme mit der höchsten THG-Einsparung ist der Austausch der Heizungsanlage (Erfüllungsmaßnahme 6). Das EFH 1 hat den schlechtesten Ist-Wert der Gebäude, sodass hier die Einsparung am höchsten ist.

Die Erneuerung der Heizungsanlage mit einem Holzpellet-Kessel ist aufgrund des Budget-Verfahrens weniger effizient. Der THG-Misch-Faktor der Holzpellets liegt bei den Gebäuden aufgrund der Anrechnung zwischen 204 und 214 g/kWh.<sup>1</sup>

Die Erfüllungsmaßnahme 6 ist für das MFH 2 keine sinnvolle Maßnahme.

Bei den Erfüllungsmaßnahmen, die die Gebäudehülle betreffen, erzielt die Dämmung von 50 % der Außenwände (Erfüllungsmaßnahme 1) eine Einsparung von bis zu 14 kg/m<sup>2</sup> (MFH 1). Bei den Dämmmaßnahmen hängt die Effektivität der Erfüllungsmaßnahmen stark von der Kubatur der Gebäude ab. Das EFH 1 hat proportional eine größere Dachfläche als die anderen Beispielgebäude, sodass der Effekt der Erfüllungsmaßnahme 2 (Dämmung der Dachfläche oder obersten Geschossdecke) eine Einsparung von 31 kg/m<sup>2</sup> erreicht. Die Erfüllungsmaßnahmen „Dämmung der Hüllabgrenzung“ oder die Erneuerung der Fenster erzielen eine durchschnittliche Einsparung von 6 kg/m<sup>2</sup> (Erfüllungsmaßnahme 3 und 4).

Außer bei dem MFH 2 liegt die durchschnittliche Einsparung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Erneuerung oder dem Einbau einer Lüftungsanlage mit WRG (Erfüllungsmaßnahme 5) bei 13 kg/m<sup>2</sup>. Das MFH 2 hat durch den Einbau der Lüftungsanlage eine geringere Einsparung erzielt, weil das Gebäude durch den Einsatz von Fernwärme einen geringere Ist-CO<sub>2</sub>-Emission hat. Würde das MFH 2 einen NT-Gebläse-Kessel (Heizöl) haben, betrüge die Einsparung wie bei den anderen Beispielgebäuden 12 kg/m<sup>2</sup>.

Die Installation einer PV-Anlage (Erfüllungsmaßnahme 8) erzielt eine durchschnittliche Einsparung von 11 kg/m<sup>2</sup>. Aufgrund der lohnenden Anrechnung von PV (Element 3 und Element 4) profitieren die Gebäude, die eine größere Dachfläche haben, ein Flachdach, ein Satteldach in Ost-West-Ausrichtung oder einen geringeren eigenen Stromverbrauch haben. Bei dem EFH 1 eignet sich nur die Süd-Seite zur Anbringung einer PV-Anlage, deswegen liegt die CO<sub>2</sub>-Einsparung bei 8 kg/m<sup>2</sup>. Das MFH 1 hat nur eine Einsparung von 7 kg/m<sup>2</sup>, weil es einen hohen Stromverbrauch aufgrund der Durchlauferhitzer hat.

Der Einbau von digitalen Systemen zur energetischen Betriebs- und Verbrauchsoptimierung (Erfüllungsmaßnahme 7) erzielt bei allen Beispielgebäuden die geringste Einsparung. Diese Maßnahme ist dennoch richtig und wichtig, weil sie idealerweise den Energieverbrauch des Gebäudes bestimmt/zeigt und damit Einfluss auf das Nutzerverhalten nimmt.

### Maßnahmenkombinationen

Für die Maßnahmenkombinationen werden entweder zwei, vier oder fünf Erfüllungsmaßnahmen kombiniert. Sonstige Verbesserungen am Gebäude (z. B. Dämmung der Leitungen) fanden nicht statt.

Alle Maßnahmenkombinationen erzielen einen deutlichen Effekt bei der Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Abhängig von der Art und Anzahl der Erfüllungsmaßnahmen verbessern sich die Klimaklassen. Beim EFH 1 und EFH 2 verbessern sich die Klimaklassen von H auf E.

---

<sup>1</sup> Zum Zeitpunkt der Berechnung wurde mit einem strengeren THG-Faktor für Biomasseanlagen gerechnet. Für den aktuellen Wert von 180 g/kWh verbessert sich der THG-Mischfaktor für Holzpellets um ca. 25 %.

Das MFH 1 verbessert sich von H auf C und das MFH 2 von E auf B. Zwei Maßnahmenkombinationen rechnen mit fünf Erfüllungsmaßnahmen, um stärker den Effekt der Erfüllungsmaßnahmen zu zeigen.

Das EFH 1 startet mit besonders hohen Ist-Werten und kann sich trotz Kombination von zwei Maßnahmen um keine Klimaklasse verbessern. Vor allem die Kombination Erneuerung der Heizungsanlage, Dämmung der Außenwände sowie Einbau einer Lüftungsanlage mit WRG lässt die Klimaklasse von H auf E springen. Das EFH 2 erreicht durch dieselben Kombinationen der Erfüllungsmaßnahmen Klimaklasse E, das MFH 1 Klimaklasse C.

Durch die Kombination von fünf Erfüllungsmaßnahmen verbessert sich die Klimaklasse des MFH 2 von E auf B.

### **Fazit**

Die Einsparungen der Erfüllungsmaßnahmen sind unterschiedlich hoch. Sie werden von der Kubatur des Gebäudes, dem Volumen, der Größe der Bauteilflächen und der jeweiligen Ist-CO<sub>2</sub>-Emission beeinflusst.

Insgesamt werden die Einzelmaßnahmen in der definierten Form für sinnvoll erachtet, da sie gängige, robuste Sanierungsmaßnahmen darstellen. Bei besonders schlechten Gebäuden sparen sie zwar viel CO<sub>2</sub> ein, führen aber nicht zwangsläufig auf die Klimaklasse F oder besser, so dass die Einzelmaßnahmenliste in solchen Gebäuden eine einfachere Pflichterfüllung darstellen kann als die Erreichung der Klimaklassen

Mit der Kombination von vier Maßnahmen soll die Klimaklasse D erreicht werden. Das MFH 1 erreicht mit der Kombination der Außenwanddämmung, der Lüftungsanlage mit WRG und dem Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe Klimaklasse C. Das MFH 2 erreicht auch mit der Kombination von zwei Erfüllungsmaßnahmen (Einbau von digitalen Systemen und der Installation von PV) die Klimaklasse C und erfüllt die Anforderungen von Element 4.

Ineffiziente Gebäude sollten Erfüllungsmaßnahmen kombinieren, die eine höhere CO<sub>2</sub>-Einsparung erzielen. Optimal folgen Gebäudeeigentümer bei einer Sanierung den Anweisungen eines individuell ausgearbeiteten Sanierungsfahrplans, der genau beschreibt, welche Maßnahmen zuerst stattfinden. Diese bringen eine hohe Einsparung oder sind wirtschaftlich sinnvoll.

## **5.4 Berechnungen zur Erreichbarkeit der Klimaklassen**

Parallel zur Berechnung der Wirkung der Sanierungsmaßnahmen wurde hinsichtlich der Klimaklassen eine Untersuchung zu Wohngebäudestandards in Verbindung mit unterschiedlichen Versorgungssystemen erstellt. Es soll verdeutlicht werden, auf welchen Wegen die zukünftigen Klimaklassen erreichbar sind.

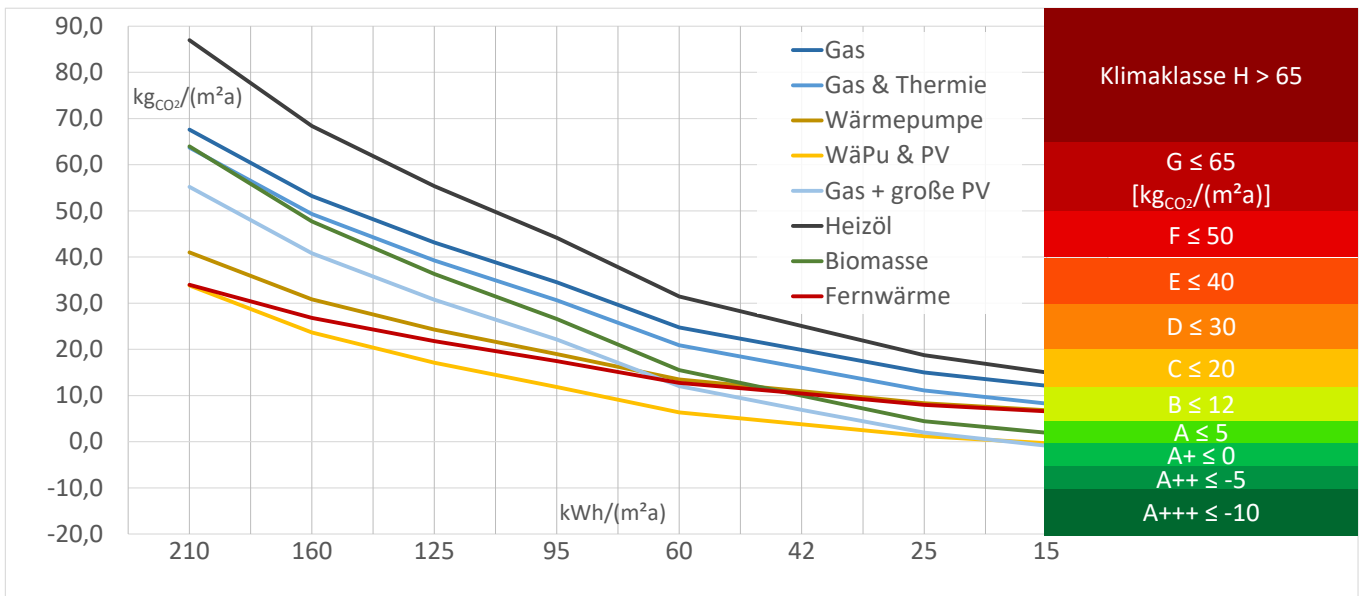


Abbildung 11: Klimaklassen H bis A+++ und Verlauf der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Abhängigkeit vom Heizwärmebedarf zwischen 210 und 15 kWh/(m<sup>2</sup>a) für Gebäudetechniksysteme auf Basis Gas, Öl, Biomasse, Wärmepumpe und Fernwärme. Wärmepumpen- und fernwärmeversorgte Systeme sowie Anlagen mit Integration von PV erreichen bereits bei moderater Gebäudehülle gute Klimaklassen.

Dafür wurde mit charakteristischen Kenngrößen die Korrelation zwischen Heizwärmebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet. In der Abbildung wird die Zuordnung der Klimaklassen visualisiert.

### Gebäude mit Gas- und Heizölversorgung

Ein gasversorgtes Gebäude weist bei einem Heizwärmebedarf von über 200 kWh/(m<sup>2</sup>a) (ohne Bedarf für Warmwasser) die Klimaklasse H auf, über 150 kWh/(m<sup>2</sup>a) handelt es sich um Klimaklasse G. Ölversorgte Gebäude liegen etwa eine Klimaklasse höher, im Effizienzhausbereich eine halbe Klimaklasse oberhalb. Übliche Geschosswohnungsbauten, die bisher nur partielle Bauteilsanierungen erfahren haben, liegen im Bereich der Klimaklasse E, standardmäßig sanierte Mehrfamilienhäuser im Bereich der Klimaklassen D und hochwertig sanierte Gebäude auch ohne Einsatz von erneuerbaren Energien in Klimaklasse C. Werden solarthermische Anlagen installiert mit 60 Prozent Deckungsanteil für die Warmwasserbereitung, wird in etwa eine Verbesserung um eine halbe Klimaklasse erreicht. Wird eine große PV-Anlage errichtet, ist Klimaklasse A erreichbar, bei geringer Geschossigkeit und hoher Dachflächenausnutzung ist Klimaneutralität mit A+ möglich.

### Fernwärmeversorgung

Fernwärmeversorgte Gebäude mit einem guten CO<sub>2</sub>-Faktor liegen deutlich günstiger. Bei einem CO<sub>2</sub>-Emissionswert von 0,125 kgCO<sub>2eq</sub> pro kWh Endenergie halbieren sich in etwa die Emissionswerte gegenüber Gas. Unsanierte und mäßig sanierte Gebäude liegen in den Klimaklassen E und D, standardmäßig bis gut sanierte in der Klimaklasse B. Eine weitere Verbesserung, die hier aber nicht ausgewiesen wird, ergibt sich bei zusätzlicher PV-Installation, sodass Klimaklassen A und A+ erreichbar sind.

## Biomasse

Bei Einsatz von Biomasse ist bei effizienten Gebäuden mit einem Heizwärmebedarf unter 50 kWh/m<sup>2</sup>a ein sehr günstiger resultierender THG-Emissionswert gegeben, der die Klimaklassen A und B ermöglicht, in Verbindung mit PV auch Klimaklasse A+. Aufgrund der Budgetierung, die nur für die ersten 50 kWh(m<sup>2</sup>a) die günstigen Biomasse-Emissionswerte ermöglicht, steigen die Emissionswerte und entsprechend die Klimaklassen bei höheren Werten für den Heizwärmebedarf und gleichen sich der Kennlinie für Gas an.

## Wärmepumpen

Günstige Werte ergeben sich bei Versorgung mit Wärmepumpentechnik. In der Darstellung wird für Gebäude mit sehr hohem Heizwärmebedarf von einer konservativ angenommenen Arbeitszahl von 2,5 ausgegangen, für effiziente Gebäude von 3,0. Hochwertige Wärmepumpensysteme können deutlich günstigere Arbeitszahlen erreichen. Zudem ermöglicht die Kombination mit PV eine weitere deutliche CO<sub>2</sub>-Reduktion. Dargestellt wird ein eher zurückhaltender PV-Ertrag von 25 kWh/(m<sup>2</sup>a), womit Klimaklasse A+ sowohl bei Gebäudesanierungen, aber erst recht bei Neubauten erreichbar ist. Bei höheren PV-Erträgen sind Klimaklassen A+ und besser möglich.

## Besonderheiten von Einfamilienhäusern

Einfamilienhäuser weisen gegenüber Geschossbauten den großen Vorteil auf, dass sie hinsichtlich ihrer Klimaklassen sehr effizient aufgerüstet werden können mittels Wärmepumpen in Verbindung mit Photovoltaik. Ein Einfamilienhaus mit 140 m<sup>2</sup> Wohnfläche und einem Heizwärmebedarf von 210 kWh/(m<sup>2</sup>a) steht so mit einer PV-Anlage von etwa 4 kW<sub>peak</sub> bereits an der Schwelle zur Klimaklasse D, bei 10 kW<sub>peak</sub> Klimaklasse C bis B. Kostengünstig lässt sich solch eine Klimaklassen-Reduktion auch durch eine Hybrid-Installation einer Wärmepumpe mit geringer Leistung von z. B. 6 kW zusätzlich zu einer noch bestehenden Anlage erreichen. In Verbindung mit geringinvasiven, aber effizienten Maßnahmen an der Gebäudehülle und einer kleineren PV-Anlage ist eine Verbesserung um zwei bis drei Klimaklassen möglich. Bei einer angemessenen Förderung solcher Maßnahmen wird eine sehr hohe Wirtschaftlichkeit erreicht, die selbst für Haushalte mit schmalen Geldbeutel hoch attraktiv ist.

## Grundlagen der Berechnung

Die Berechnung erfolgte mit einem einfachen Excel-Tool [GEG-Klimaklassen 2021] unter Anwendung folgender Kennwerte:

Gasversorgte Gebäude: CO<sub>2</sub>-Emissionswert 0,25 kg<sub>CO<sub>2</sub>eq</sub>/kWh<sub>End</sub>, Anlagenaufwand der Heizung 1,15, der Heizwärmebedarf für Warmwasser mit 16 kWh/(m<sup>2</sup>a) bei einem Anlagenaufwand von 1,7 wird in der CO<sub>2</sub>-Bilanz zusätzlich zu den benannten Werten für den Heizwärmebedarf angerechnet. Für Hilfsenergie wird in allen Fällen von einem sehr niedrigen Bedarf von 1,0 kWh/(m<sup>2</sup>a) ausgegangen. Damit werden sehr günstig betriebene Abluftanlagen abgedeckt. In der Realität dürfte dieser Wert oftmals ungünstiger liegen. Bei Einsatz von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung erhöht sich der Wert um 1,5 kWh/(m<sup>2</sup>a), bei Solarthermie werden zusätzlich dezente 0,5 kWh/(m<sup>2</sup>a) in Ansatz gebracht.

Fernwärme: CO<sub>2</sub>-Emissionswert 0,125 kg<sub>CO<sub>2</sub>eq</sub>/kWh<sub>End</sub>; sonst wie bei Gas

Biomasse: CO<sub>2</sub>-Emissionswert bis zu 50 kWh/(m<sup>2</sup>a) 0,04 kg<sub>CO<sub>2</sub>eq</sub>/kWh<sub>End</sub>, darüber aufgrund der Budgetierung wie Gas, Anlagenaufwand für Heizen bei 1,3

Wärmepumpen-Versorgung: CO<sub>2</sub>-Emissionswert für Strom 0,40 kg<sub>CO<sub>2</sub>eq</sub>/kWh<sub>End</sub>; Arbeitszahl Heizen 3,0 bei einem Heizwärmebedarf von 15 kWh/(m<sup>2</sup>a), linear reduziert auf eine Arbeitszahl von 2,0 bei 210 kWh/(m<sup>2</sup>a) aufgrund der ungünstigeren Rahmenbedingungen hinsichtlich der erzielbaren Vorlauftemperaturen. Arbeitszahl für Warmwasser 3,0; Anlagenaufwand der Heizung 1,1, sonst wie bei Gas.

### Fortschreibung der CO<sub>2</sub>-Faktoren

Werden die zukünftig dekarbonisierten THG-Werte in die Berechnung eingefügt, flachen vor allem die Kurven für die Versorgungsvarianten der Fernwärme und Wärmepumpen drastisch ab. Der Unterschied von sehr schlecht gedämmten Gebäuden zu hocheffizienten Gebäuden ist nur noch gering.

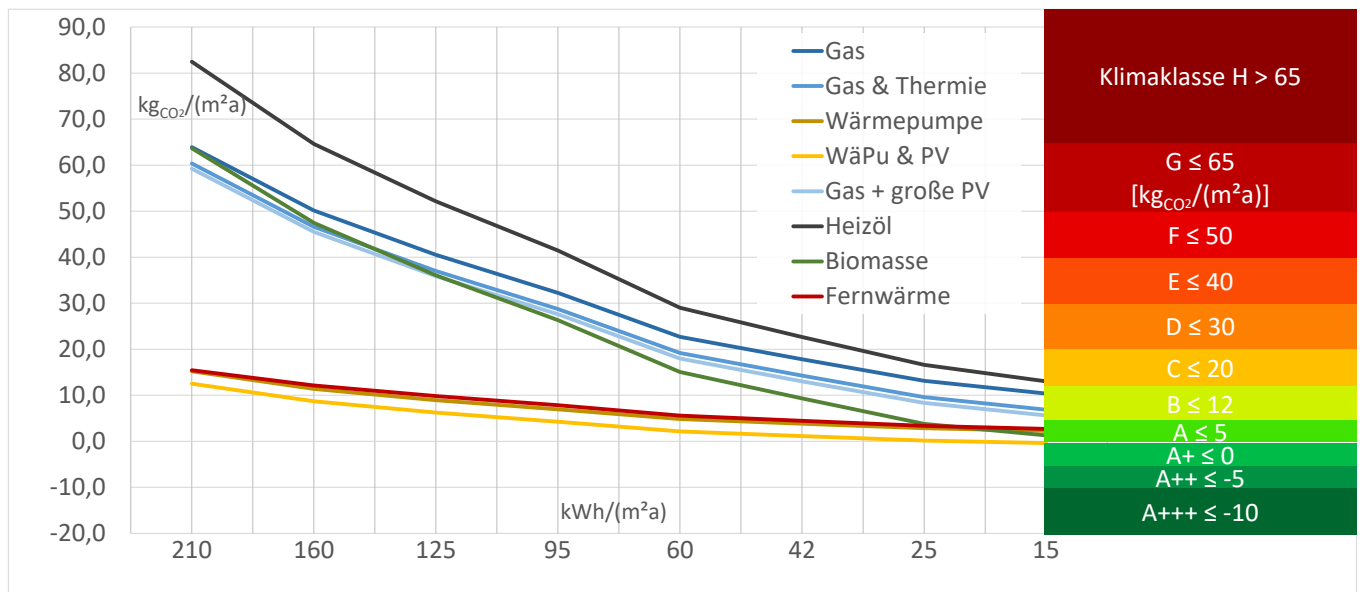


Abbildung 12: Darstellung der Klimaklassen bei niedrigen THG-Werten für Fernwärme von 0,06 kg/(m<sup>2</sup>a) und Strom von 0,15 kg/(m<sup>2</sup>a), wie sie ab dem Jahr 2035 zu erwarten sind.

Die THG-Anforderung für das GEG 2.0 wird gewählt, weil sie in direkter Weise mit dem Ziel der Klimaneutralität korreliert, die THG-Emissionen also gegen Null gelenkt werden. In der Gesamtbetrachtung muss allerdings bedacht werden, dass daraus ein wesentlicher Schwachpunkt der THG-Beurteilung resultiert. Es gilt, ergänzend eine Lenkungswirkung für zukünftige Versorgungssysteme und die Kostensituation zu ermöglichen.

Die Kostenseite wird abgebildet durch die Nutzenergieanforderung in Verbindung mit Element 6 „Effizienz im Betrieb“, in dem auf Endenergie-Basis das dringend benötigte praxisorientierte Monitoring etabliert wird, das zugleich die Kosten exakt erfasst und somit präzise Rückmeldungen für Gebäudenutzer und Planer gibt.

Hinsichtlich zukünftiger Systemlösungen gilt es, eine technikoffene Gestaltung zu ermöglichen. Diese sollte nicht allein den Marktkräften überlassen, sondern wissenschaftlich flankiert werden durch eine neue Art der Primärenergiebetrachtung erneuerbarer Ressourcen.



- Zu betrachten sind die Aufwendungen für die Versorgungssicherheit sowohl auf Quartiersebene als auch für die übergeordnete Versorgung. Erneuerbare Systeme sind besonders dann wirtschaftlich zu betreiben, wenn ganzjährig ein möglichst hoher Anteil direkt und ohne Zwischenspeicherung aus erneuerbaren Ressourcen gedeckt werden kann. Besonders kostenbelastend sind erhöhte Bedarfs- und mithin Leistungs-Kennwerte in sehr kalten Zeiten.
- Ein günstiges Lastmanagement in einer klimaneutralen Versorgungsstruktur ist deshalb vor allem dann gegeben, wenn die Lastspitzen, insbesondere zu Zeiten der „Dunkelflaute“/„Winterlücke“, möglichst niedrig sind. Falls aufgrund hoher Bedarfswerte für den Sektor Raumwärme ein sehr großer redundanter Kraftwerkspark erforderlich ist, führt dies unweigerlich zu relevanten Mehrkosten – letztendlich für die Nutzer der Gebäude.
- Deshalb muss eine Primärenergiebetrachtung für erneuerbare Versorgungssysteme in die Betrachtung einbezogen werden, die lenkende Impulse für zukünftige Versorgungssysteme ermöglicht.

Mithin ist hohe Energieeffizienz der Gebäude im Sinn dieses GEG sowohl Voraussetzung für eine zukünftig sinnvolle erneuerbare Versorgung, vor allem aber Grundlage für langfristig günstige Wohnkosten und mithin die sozialen Implikationen der Klimaneutralität.

## 5.5 Anregungen zur Weiterentwicklung der DIN V 18599

Die Nutzwärme wird als eine der beiden Hauptanforderungen an die Gebäude in das GEG 2.0 aufgenommen. Der Bedarfswert im Berechnungsgang vor der ersten Iteration wird dazu in Ansatz gebracht. Dazu fanden umfangreiche Probe-Berechnungen statt, die als Begründung für die angesetzten Anforderungswerte dienen. Bei den Berechnungen nach DIN V 18599 wurde allerdings auch festgestellt, dass für die zukünftig hocheffizienten Gebäude das Rechenverfahren hinsichtlich einiger Parameter geschärft werden muss, um realistische Bedarfswerte zu erhalten. Ein Expertenhearing u. a. zu diesem Punkt am 21.12.2020 machte deutlich, dass darüber hinaus ein dringender Bedarf besteht, eine hohe Kongruenz zwischen Bedarfswerten und späteren Monitoring-Werten zu erreichen. Ein weiterer wichtiger Aspekt besteht darin, dass durch das Rechenverfahren den Planern die Möglichkeit gegeben werden soll, ihr Gebäude realitätsnah hinsichtlich der energetischen Aspekte zu gestalten. Das erfordert eine hohe Transparenz im Rechenverfahren und zudem eine einfache Rechenstufe für die Vorplanung, die sich jedem Architekten im Rahmen der eigenen Rechnung oder der Berechnung durch einen Energieberater erschließt und die zur Optimierung der Planung eingesetzt werden kann.

Aus diesen Überlegungen ergeben sich folgende Parameter, die keinen Anspruch auf Vollständigkeit haben. Sie weisen beim Rechenverfahren eine relevante Bedeutung auf und sollten für zukünftige Nachweise nach DIN V 18599 überprüft und ggf. angepasst werden:

1. **Flächenermittlung:** Bezugsgröße ist die Energiebezugsfläche (konditionierte / beheizte Nutzfläche), nicht mehr die Nutzfläche  $A_N$  nach GEG, wie es bereits bei den Nichtwohngebäuden angewandt wird.
  - a. **Wärmebrücken** müssen bei hoch effizienten Gebäuden optimiert geplant und ausgeführt werden. Das ist möglich mit detaillierter Wärmebrückenermittlung und -berechnung oder unter Beachtung der Musterlösung eines nochmals angepassten Beiblatts 2 (Lösungen B) mit einem Zielwert für  $\Delta U_{WB}$  von  $0,03 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Dabei sollte u. a. eine Anpassung der Details an aktuelle U-Werte und Präzisierungen wie z. B. bezüglich der Ebene zum unteren Gebäudeabschluss und hinsichtlich der Fenster-Wärmebrücken

bedacht und mittelfristig ein Wert für  $\Delta U_{WB}$  unter  $0,02 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  angestrebt werden. Das entspricht bei der Wärmebrücken-Logik im Passivhaus Projektierungs Paket (PHPP) einem dort vielfach realisierten Wert für  $\Delta U_{WB}$  unter  $0,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

## 2. Lüftungswärmeverluste:

Die Rahmenbedingungen für die Berechnung der Lüftungswärmeverluste sollten überprüft werden. So ist es bei effizienten Systemen mit Wärmerückgewinnung von hoher Bedeutung, dass kein relevanter **Fensterlüftungsanteil** ohne Wärmerückgewinnung mitgerechnet wird, was zu stark überhöhten Lüftungswärmeverlusten in der Bilanzierung führt.

Zudem beträgt bei der DIN 18599 der **wirksame Luftwechsel 0,50 bzw. 0,45 h<sup>-1</sup>**: das ist bei Mehrfamilienhäusern in Ordnung, bei Einfamilienhäusern oder großen Wohnungen um 0,15 bis 0,2 h<sup>-1</sup> zu hoch. Für letzteren Wert macht das einen erhöhten Heizwärmebedarf von  $2,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  aus.

Bei **Nichtwohngebäuden sollten die Volumenströme** entsprechend der Planung inkl. der dazugehörigen Druckverluste bei der Luftdichtheitsprüfung in die Berechnung eingehen.

Es muss möglich sein, eine **Wärmerückgewinnung von > 75%** detailliert zu berücksichtigen.

3. **Wärmeangebot Solarstrahlung:** Das Verfahren sollte hinsichtlich der Fenstererfassung, der Eintragswerte und vor allem der Verschattung sehr genau überprüft werden. Zudem ist zu überdenken, welche Bedeutung das für den Nachweis bei ungünstiger Gebäudelagen hat. Gut ausgerichtete Gebäude mit sinnvoll angeordneten Fensterflächen (bei z. B. ca. 10 Prozent der Transmissionsflächen) können solare Erträge von knapp  $20 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  erzielen, in ungünstigen Situationen ist es nur die Hälfte, bei verschatteten Innenstadtsituationen sind es sogar nur  $5\text{-}8 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ . Dafür sollten einfache Anwendungsoptionen für die Optimierung individueller Gebäude ermöglicht werden.
4. **Innere Wärmequellen:** Es sollte eine genaue Analyse der internen Gewinne durchgeführt werden. Als Anregung für die weitere Betrachtung: Beispielberechnung ergeben für einen Dreipersonenhaushalt  $130 \text{ W}$  für die Personen bei einer Aufenthaltszeit der Personen mit 55 Prozent der Zeit. Dazu kommen für Elektrogeräte und Beleuchtung ca.  $100 \text{ W}$ , für Verluste bei der Warmwasserzirkulation  $50\text{-}60 \text{ Watt}$  und einen Abzug von  $-50 \text{ W}$  für Kaltwasser. In der Summe gibt das beim Wohnen  $2,1$  bis  $2,4 \text{ W}/\text{m}^2$  Wohnfläche. Eine Überprüfung für die Standard-Annahmen sollte durchgeführt werden und es könnte optional eine Anpassung an die reale Situation überdacht werden.
5. **Größe des Gebäudes:** je höher das Volumen, desto einfacher sind feste Kennwerte zu erreichen. Eigentlich ist die PHPP-Logik gerecht, in der kleinere Gebäude (Einfamilienhäuser) privilegiert sind und deshalb etwas mehr in die Gebäudehülle investieren könnten.
6. **Zonierung der Gebäude:** Überprüfung des Verfahrens, um eine möglichst einfache Anwendung zu ermöglichen und bei möglichst vielen Anwendungsfällen mit einem ggf. erweiterten Einzonenmodell arbeiten zu können, wie es in Anlage 4 (2) beschrieben wird.
7. **Gebäudetechnik-Verteileitungen:** Wärmeverluste der Gebäudetechnik machen bei vielen Beispielprojekten einen sehr wesentlichen Faktor aus, der Ergebnisse deutlich verfälschen kann. Das Anforderungsprofil an den Heizwärmebedarf geht deshalb auf die Schnittstelle vor der ersten Iteration. Die unregelmäßigen Einträge aus der Gebäudetechnik bleiben dabei unberücksichtigt. Das Rechenverfahren sollte dazu anleiten, Verteilstrukturen zu optimieren. Aktuelle Standardwerte verleiten dazu, ineffiziente

Leitungslängen, überflüssige Zirkulationsverluste und Betriebsparameter zu akzeptieren, die das Ergebnis hinsichtlich un geregelter Einträge und Verluste insbesondere mit Blick auf den Heizwärmebedarf hocheffizienter Gebäude verzerren.

8. **Gebäudetechnik – Optionen für die Vereinfachung des Rechenverfahrens:** Der sehr komplexe Teil der DIN V 18599 erfasst die Gebäudetechnik. Diese sollte für gängige TGA-Lösungen deutlich vereinfacht werden. Das Verfahren könnte dreistufig sein:
- a. Standardlösungen als vorkonfigurierte Rechenwege, die mittels Mausclick aktiviert werden können. Es ist bei der Umsetzung nachzuweisen, dass diese Werte erreicht werden, ansonsten wird ein Abschlag aktiviert.
  - b. Standardlösungen mit spezifischen Werten, die seitens eines Ingenieurbüros oder eines Systemherstellers mit den erforderlichen optimierten Kennwerten versehen werden kann, sodass auf einfachem Weg eine optimierte Gebäudetechniklösung ermöglicht wird.
  - c. Individuelle Gebäudetechnik-Lösungen durch Ingenieurbüros, die präzise Werte von komplexen Anlagen eingeben können bzw. geforderte Kennwerte nach zertifiziertem Verfahren eingeben.

### Fazit

Das Rechenverfahren nach DIN V 18599 sollte in dem Sinn angepasst werden, dass für die zukünftig hocheffizienten Gebäude eine praxisnahe Ermittlung der Bedarfswerte ermöglicht wird, die eine hohe Kongruenz zum anschließend durchzuführenden Monitoring ermöglicht. Zudem sollte eine einfache und verständliche Darstellung der Ergebnisse durchgeführt werden, sodass alle an der Planung und am Bau Beteiligten die Ergebnisse umsetzen können und auch Nichtfachleute die Maßnahmen und energetischen Aspekte verstehen.

# Literaturverzeichnis

---

BMI (2020): Ausschreibung für Szenariorechnungen durch das BMI

dena (2021): dena-Positionspapier. Begrenzte Umlage der BEHG-Kosten – Investitionsanreize stärken. Download [https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/dena-POSITIONSPAPIER\\_Begrenzte\\_Umlage\\_der\\_BEHG-Kosten\\_-\\_Investitionsanreize\\_staerken.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/dena-POSITIONSPAPIER_Begrenzte_Umlage_der_BEHG-Kosten_-_Investitionsanreize_staerken.pdf) (Zugriff 19.2.2021).

Deutscher Städtetag (2019): 10 Punkte zum Gebäude-Energie-Gesetz (GEG) 2019. Arbeitskreis Energiemanagement.

DGNB (2018): Diskussionsvorschlag: Die Inhalte eines zukünftigen GEG auf drei Seiten. Stuttgart

Drusche, V. (2020): Energie - Synergie: Energie optimiert planen, bauen und sanieren. Synergie nutzen, Kosten sparen, Ressourcen schonen, Edition Recknagel

Drusche, V. (2021): Lebenszykluskosten von Wohngebäude-Neubaueffizienzstandards; Energie Effizienz Institut

EEI (2019) Entwurf für ein Gebäude-Energie-Gesetz 2019. Energie Effizienz Institut, Weimar

EU (2020) A Renovation Wave for Europe – Greening of buildings, creating jobs, improving lives (COM(2020)662).

ifeu (2021): Energieeffizienz als Türöffner für erneuerbare Energien. Studie im Auftrag des VDPM. Laufend

ifeu et al. (2018) Wert der Effizienz im Gebäudesektor in Zeiten der Sektorenkopplung. – Endbericht einer Studie vom Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu), dem Fraunhofer IEE und Consentec, im Auftrag von Agora Energiewende, Berlin 2018

Keimeyer F, Klinski S, Braungardt S, Bürger V (2020) Begrenzung der Umlagemöglichkeit der Kosten eines Brennstoff-Emissionshandels auf Mieter\*innen. Kurzstudie im Auftrag des BMU, Berlin

Klinski, S., Kap. 3.1.5 in: Bürger et al. (2013) Konzepte für die Beseitigung rechtlicher Hemmnisse des Klimaschutzes im Gebäudebereich, Studie für das Umweltbundesamt, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/konzepte-fuer-die-beseitigung-rechtlicher-hemmnisse-0>

Klinski, S. (2021) Zu den Möglichkeiten der öffentlichen Förderung im Bereich bestehender gesetzlicher Pflichten („Fördern trotz Fordern“). Rechtswissenschaftliche Stellungnahme im Auftrag der Deneff.

Lüking, R (2018): Entwurf für ein Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung Erneuerbarer Energien in Gebäuden (GEG).

Müller T (2016) Schriftliche Stellungnahme zur öffentlichen Anhörung des Bundestagsausschusses für Wirtschaft und Energie: Rechtswissenschaftliche Aspekte zur Weiterentwicklung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG). Stiftung Umweltenergie-recht, Würzburg

Pehnt M, Mellwig P, Blömer S, Hertle H, Nast M, Oehsen A, Lempik J, Langreder N, Thamling N, Hermelink, A, Offermann M, Pannier P, Müller M (2018) Untersuchung zu Primärenergiefaktoren, Studie im Auftrag des BMWi, Heidelberg, Köln, Berlin

Schulze Darup (2017): GEG auf drei Seiten. Anregungen zur Vereinfachung des GEG-Referentenentwurfs und zur Erreichung der Klimaneutralität im Gebäudebestand 2050

Schulze-Darup et al. (2019) Kostengünstiger und zukunftsfähiger Geschosswohnungsbau im Quartier. Projekt gefördert von der DBU AZ 33119/01-25 und umfangreiche Literatur darin.

Stede J, Schütze F (2020): Wärmemonitor 2019: Klimaziele bei Wohngebäuden trotz sinkender CO<sub>2</sub>-Emissionen derzeit außer Reichweite. DIW Wochenbericht 40 / 2020, S. 769-779