INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG HEIDELBERG

Energie Effizienz Institut

architekturbüro schulze darup

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

Ein Diskussionsimpuls // im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg

Berliner Energietage, 29.04.2021

Projektteam

architekturbüro
schulze darup

Energie Effizienz Institut

ifeu

Martin Pehnt | Peter Mellwig | Julia Lempik | Burkhard Schulze Darup | Winfried Schöffel | Volker Drusche

Im Auftrag: Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

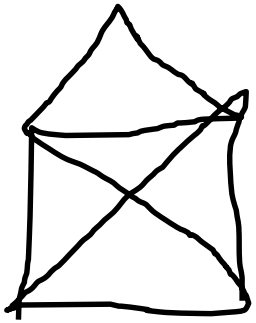
Herausforderungen Gebäude 2021

Klimaneutralität 2050

Green Deal
-55 % THG (2030)

Renovation Wave, Minimum Performance Standards

Kosten gerecht verteilt



Baukultur

GEG 2.0

- Vom Ziel her gedacht
- Klar und nachhaltig
- Ambitioniert im Neubau, richtungsweisend im Bestand
- Keine Lock-ins und Bereu-Investitionen
- Ergebnis zählt
- Einfach und robust

Ziel und Disclaimer

Nicht über einzelne Zahlen streiten. Es geht um Richtung und konzeptionelle Ansätze…

Ziele des Projektes:

- Eckpunkte für ein neues GEG entwerfen
- Neue GEG-Elemente konzeptionieren
- Analysen und Berechnungen zur Untermauerung dieser Elemente
- Debatte über Weiterentwicklung anstoßen

- Weitere vertiefende Analysen und Quantifizierungen sind erforderlich.

Schritte im Projekt

architekturbüro schulze darup

Energie Effizienz Institut

ifeu

Analyse der Literatur

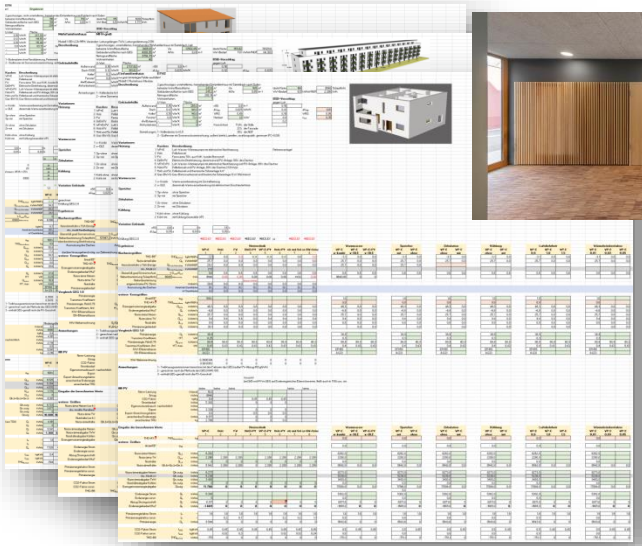
Ableitung von ersten Eckpunkten

Umfangreiche Berechnungen

Zwei Workshops

Eckpunktepapier

- #
- #
- #



Energie Effizienz Institut

architekturbüro schulze darup

ifeu

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 Deuschle (Energieeffizienzinstitut)

Heidelberg, Berlin, Weimar, März 2021

8 + 1 Elemente des GEG 2.0

architekturbüro schulze darup

Energie Effizienz Institut

ifeu

CO_2-Mindestpreis auch nach 2025

Element 1: Fordern und Fördern

Element 2: THG-Faktoren

Element 3: Ambitionierte Anforderungen an Neubau

Element 4: Adäquate Anforderungen an bestehende Gebäude

Element 5: Einschränkungen für Heizkessel mit fossilen Brennstoffen

Element 6: Effizienz im Betrieb

Element 7: Energieausweise und Energieausweis-Datenbank

Element 8: Verbesserungen im Vollzug

Fordern und Fördern/ CO_2-Mindestpreis

architekturbüro schulze darup

Energie Effizienz Institut

ifeu

Element 1: Fordern und Fördern

Was gesetzlich gefordert wird, darf dennoch auch gefördert werden → entsprechende Gesetzesformulierung.

Entscheidend für die Allokation der gesellschaftlichen Kosten und zur Abfederung von Sanierungserfordernissen.

CO_2-Mindestpreis im BEHG, z. B.

CO_2-Mindestpreis erhöht sich jährlich um 30 €/t CO_2 bis 2030, wenn Sektorziel nicht erfüllt ist.
Der Gebäudeeigentümer trägt den CO_2-Preis. Bei vermieteten Gebäude darf er maximal die Hälfte auf die Nutzer/Mieter überwälzen.
[Verbunden mit Abgabenreform und Rückgabe-Mechanismus.]

THG-Faktoren

architekturbüro schulze darup

Energie Effizienz Institut

ifeu

Element 2: THG-Methodik

- Treibhausgas-Faktoren: fossiles CO_2, CH_4 sowie N_2O
- Bei Fernwärmenetzen mit THG-Faktor, für die ein Transformationsplan vorliegt, wird der THG-Faktor auf 150 g/kWh begrenzt.
- Biomethan, Wasserstoff und synthetische Brennstoffe werden mit ihrem THG-Faktor im nationalen Gasmix berücksichtigt.
- Der THG-Faktor für Strom beträgt bis 2025 400 g/kWh und wird anschließend alle drei Jahre neu berechnet.

Biomasse-Budgetverfahren

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

Element 3:
Ambitionierte Anforderungen an Neubau

architekturbüro schulze darup

Energie Effizienz Institut

ifeu

Max. Klimaklasse A / A+	Warum THG-Anforderung? – THG-Minimierung = zentrales Klimaschutzelement – THG-Anforderung bewirkt hochwirksame, emissionsminimierte & erneuerbare Gebäudetechnik
Max. 20 kWh Heizwärme* pro m^2 Energiebezugsfläche und Jahr * Vor der ersten Iteration **Ersatzweise Einhaltung von Tabellenwerten**	Warum Anforderung an Heizwärmebedarf? – Volks- und betriebswirtschaftlich effizient – Netzverträglichkeit erneuerbarer Systeme – Marktgängig, hoher Komfort, geringe Betriebskosten – „Missbrauch“ vermeiden: „Zelt“ mit viel PV – Hohe Effizienz = robuste Gebäudekonzepte.
Begrenzung der Energie für Raumkühlung	Warum Anforderungen an die Begrenzung von Kälteenergie? – Kosteneffizient vermeidbar mit passiven Mitteln – Sonst wie Anforderung an Heizwärmebedarf

Element 3:
Ambitionierte Anforderungen an Neubau

architekturbüro schulze darup

Energie Effizienz Institut

ifeu

Max. Klimaklasse A / A+

Anlage 1 THG-Emissionen für Heizung, Kühlung, Warmwasserbereitung, Hilfsenergie und
(bei Nichtwohngebäuden) Beleuchtungsstrom:

Klimaklasse A: Gebäude, die ab dem 1.1.2023 errichtet werden

Klimaklasse A+: Gebäude, die ab dem 1.1.2026 errichtet werden

Klimaklasse H > 65
G ≤ 65 [$kg_{CO_2}/(m^2a)$]
F ≤ 50
E ≤ 40
D ≤ 30
C ≤ 20
B ≤ 12
A ≤ 5
A+ ≤ 0
A++ ≤ -5
A+++ ≤ -10

Element 3:
Warum separate Effizienzanforderung?

architekturbüro schulze darup

Energie Effizienz Institut

ifeu

Max. Heizwärmebedarf ≤ 20 kWh/(m²a)*

* Vor der ersten Iteration

Ersatzweise: Einhaltung von Tabellenwerten

Voraussetzung für Wohngebäude
- Fensterflächenanteil ≤ 30 % der Energiebezugsfläche

NWG: keine Einschränkung, Regulierung über somm. Wärmeschutz

Bauteil		Neubau	Sanierung
Außenwand	U-Wert [W/(m²K)]	0,16	0,18**
Dach	U-Wert [W/(m²K)]	0,12	0,14
Kellerdecke, Boden geg. Erdreich Außenwand gegen Erdr./unbeh.	U-Wert [W/(m²K)]	0,18	0,25
Fenster	U_W [W/(m²K)]	0,80	0,80
Außentüren	U-Wert [W/(m²K)]	1,00	1,00
Oberlichter und Dachflächenfenster	U-Wert [W/(m²K)]	1,00	1,00
Wärmebrücken	ΔU_{WB} [W/(m²K)]	0,03	0,05
Luftdichtheit, gemessen nach DIN EN ISO 9972	$n_{50} \leq$	0,6 h^{-1}	1,0 h^{-1}
Zu/Abluft mit WRG, Grundlüftung, effektiver WBG		≥75%	≥75%

** U = 0,3 W/(m²a) bei Außenwänden mit Innendämmung

Element 3:
Warum separate Effizienzanforderung?

architekturbüro schulze darup

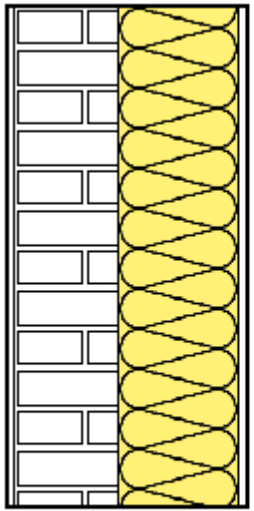
Energie Effizienz Institut

ifeu

Max. Heizwärmebedarf
≤ 20 kWh/(m²a)*

* Vor der ersten Iteration

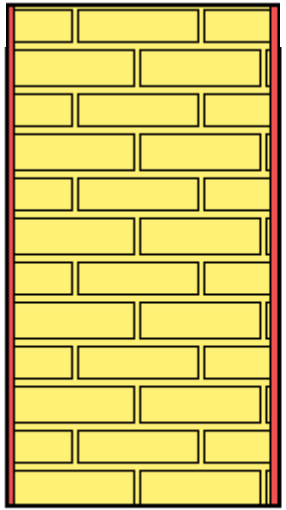
Bauteil		Neubau	Sanierung
Außenwand	U-Wert [W/(m²K)]	0,16	0,18**
Dach	U-Wert [W/(m²K)]	0,12	0,14
Kellerdecke, Boden geg. Erdreich	U-Wert [W/(m²K)]	0,18	0,25



Mauerwerk & WDVS

U-Wert = 0,159 W/m²K

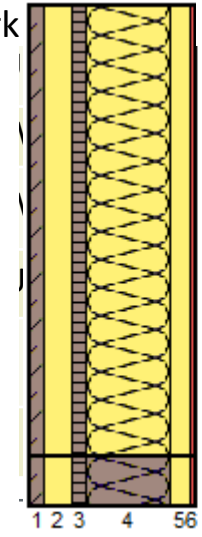
1: 0 mm, Innenfarbe
2: 10 mm, Kalkgipsputz
3: 175 mm, Kalksandstein
4: 200 mm, Mineralwolle 034
5: 15 mm, Leichtputz
6: 0 mm, Fassadenfarbe



Porosiert. Mauerwerk

U-Wert = 0,159 W/m²K

1: 0 mm, Innenfarbe
2: 10 mm, Kalkgipsputz
3: 425 mm, Dämmziegel 070
4: 15 mm, Leichtputz
5: 0 mm, Fassadenfarbe



Serielle- & Holzkonstr.

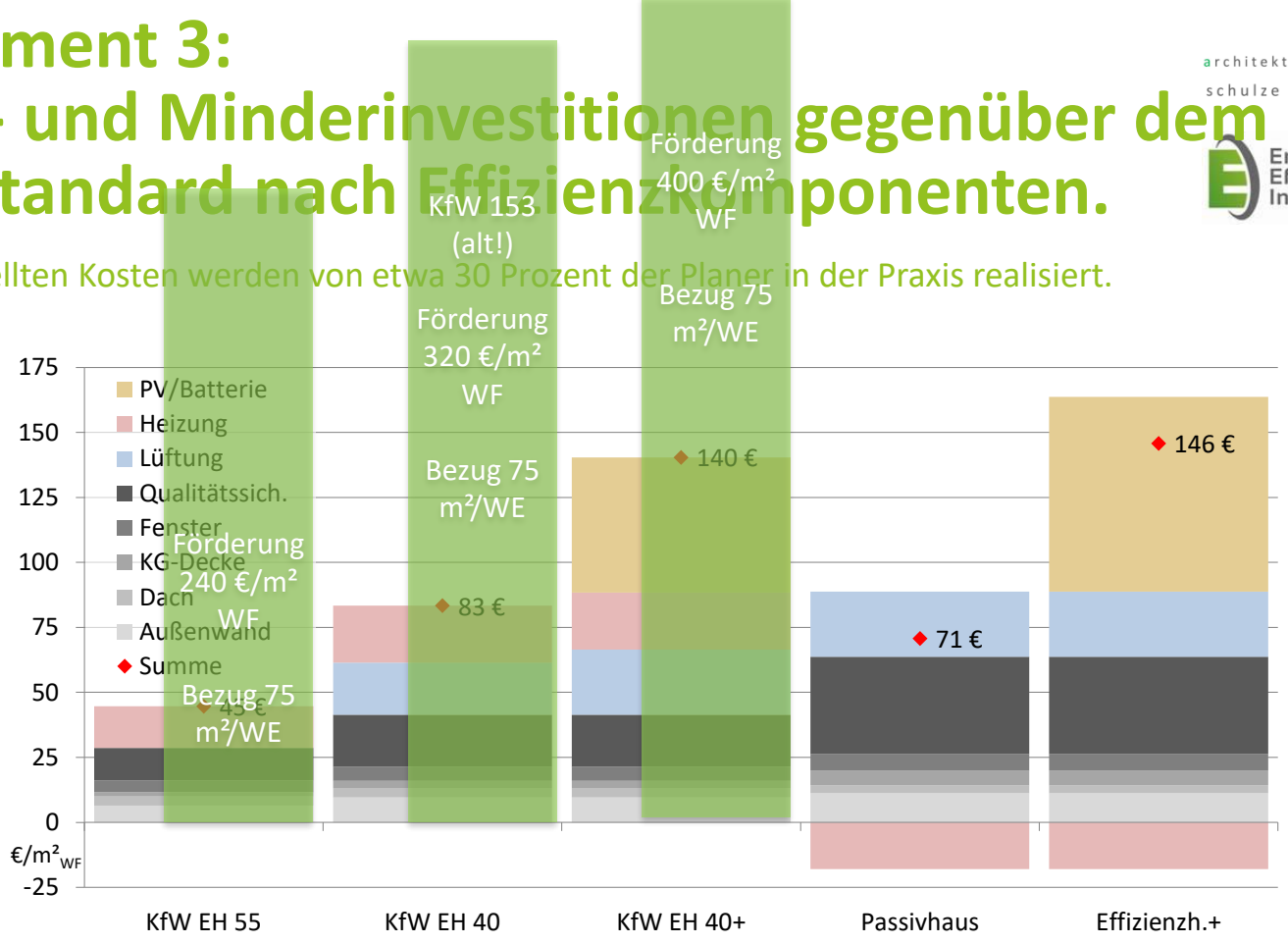
U-Wert = 0,159 W/m²K

Fach
1: 23 mm, Faserzementplatte
2: 45 mm, Zellulose
3: 22 mm, OSB-Platten
4: 140 mm, Zellulose
5: 35 mm, Holzfaserdämmplatte
6: 7 mm, Kalkputz

Rahmen (Anteil 5 %)
1: 23 mm, Faserzementplatte
2: 45 mm, Zellulose
3: 22 mm, OSB-Platten
4: 140 mm, Holz
5: 35 mm, Holzfaserdämmplatte
6: 7 mm, Kalkputz

Zu Element 3: Mehr- und Minderinvestitionen gegenüber dem GEG Standard nach Effizienzkomponenten.

Die dargestellten Kosten werden von etwa 30 Prozent der Planer in der Praxis realisiert.



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

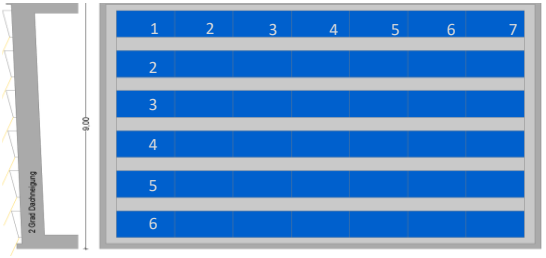
Element 3:
Anforderungen an erneuerbare Energien

architekturbüro schulze darup

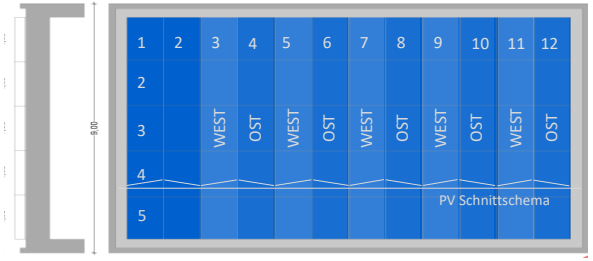
Energie Effizienz Institut

ifeu

Var. 1
PV-Ausrichtung nach Süden



Var. 2
Ausrichtung Ost-West



Var. 3
Vollbelegung Pultdach-Süd

Ertrag pro m² Wohnfläche [kWh/(m_{WF}^2a)]

2 geschossig	68	84	114
4-geschossig	34	42	57
8-geschossig	17	21	28

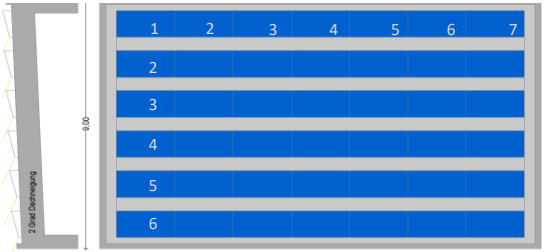
Element 3:
Anforderungen an erneuerbare Energien

architekturbüro schulze darup

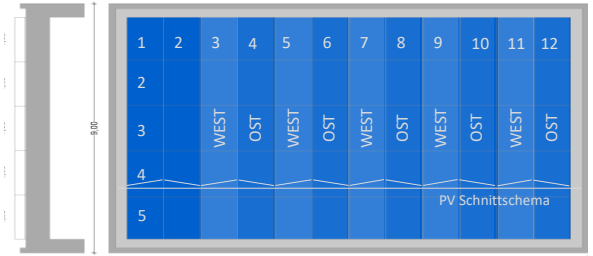
Energie Effizienz Institut

ifeu

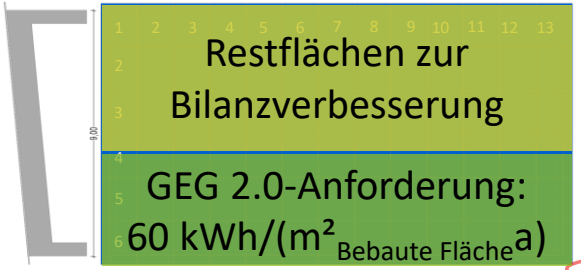
Var. 1
PV-Ausrichtung nach Süden



Var. 2
Ausrichtung Ost-West



Var. 3
Vollbelegung Pultdach-Süd



Durch Bezug „überbaute Fläche“ (fast) immer erfüllbar - 60 kWh/m² entsprechen ca. 30-35% der Bebauten Fläche

Anrechnung des PV-Ertrags: Eigenbedarf für Haustechnik (Heizen, Kühlen, TWW, Beleuchtung (NWG)) zu 100%
Rest: Eigenbedarf für Nutzerstrom, Mobilität und Stromexport zu 50%

Anrechenbare THG-Entlastung durch PV: 2023: 400 g/kWh erzeugter Strom (abnehmend analog zum erneuerbarem Strom-Mix)

Kompensation: Ersatzweise Investition in EE-Gebäudefonds ≥ 150 % des Fehlbetrages (außerhalb der EEG-Vergütung und ohne Anrechnungen auf Ausschreibungsvolumina nach §5 EEG)

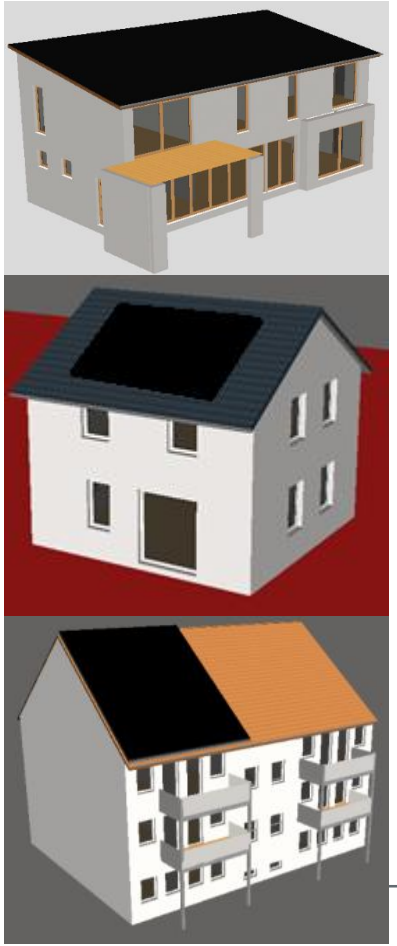
Zu Element 3:

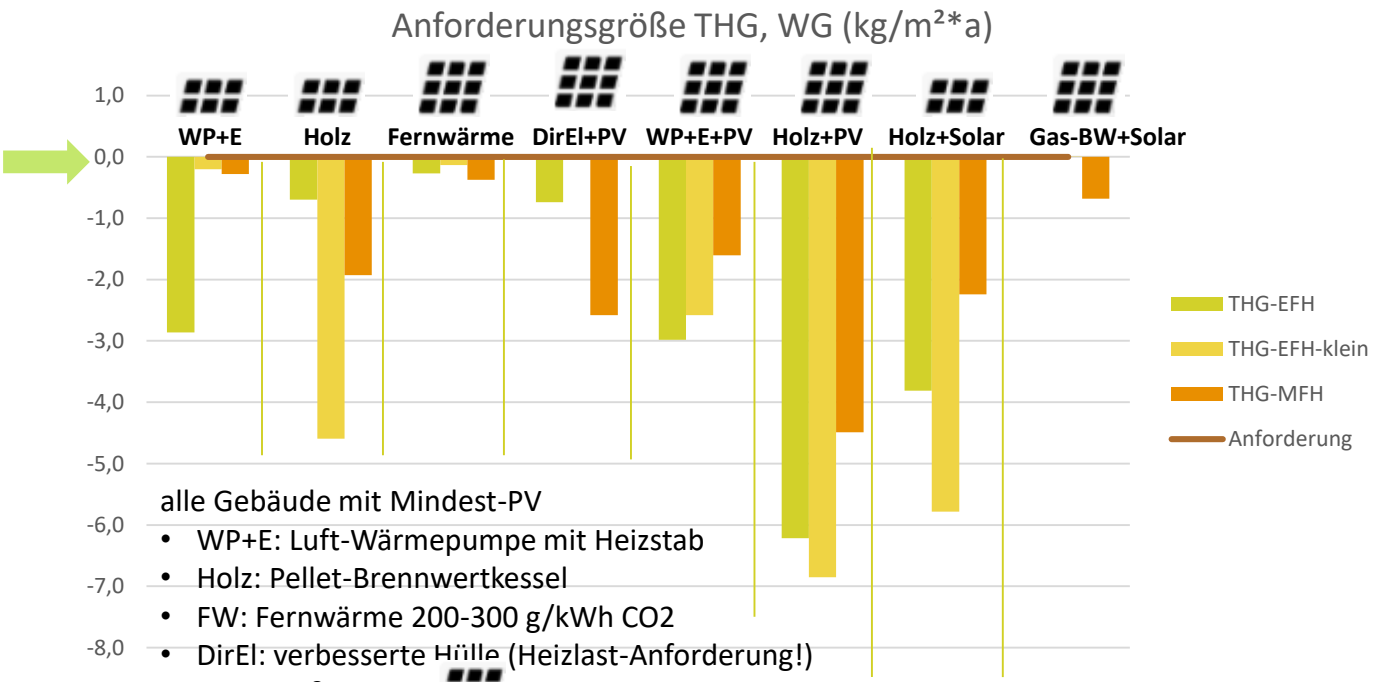
THG-Anforderung technologieoffen erfüllbar

architekturbüro schulze darup

Energie Effizienz Institut

ifeu





alle Gebäude mit Mindest-PV

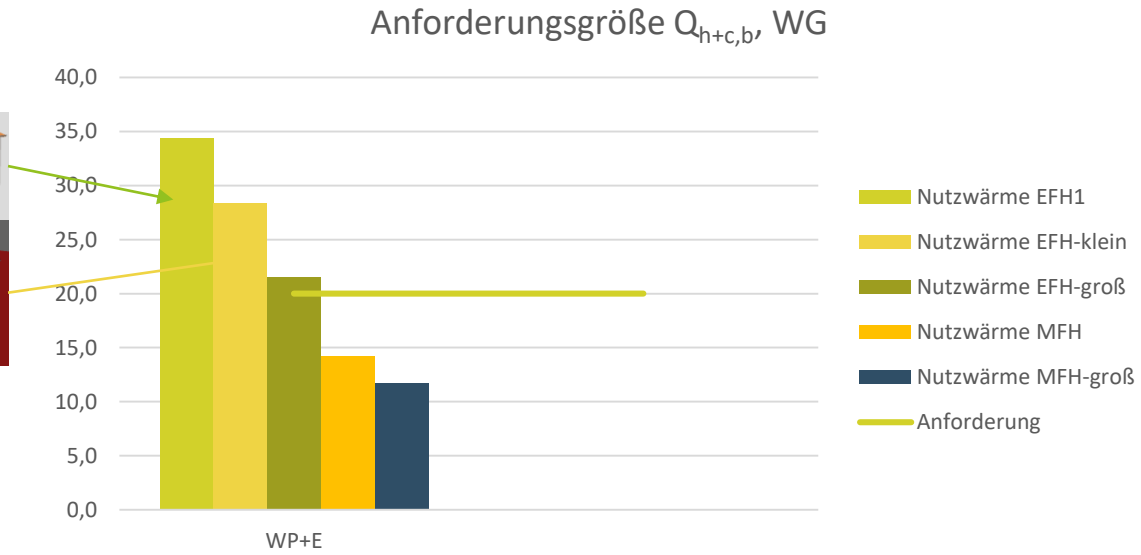
- WP+E: Luft-Wärmepumpe mit Heizstab
- Holz: Pellet-Brennwertkessel
- FW: Fernwärme 200-300 g/kWh CO2
- DirEl: verbesserte Hülle (Heizlast-Anforderung!)

+PV: vergrößerte PV

Solar: thermische Solaranlage

Zu Element 3: Effizienzanforderung mit Alternativnachweis

bei kleinen Gebäuden/
freistehenden EFH
greift Tabellenverfahren



Zu Element 3: Besonderheiten Nichtwohngebäude

architekturbüro schulze darup

Energie Effizienz Institut

ifeu

weitgehende Gleichbehandlung WG/NWG (mit „normalen“ Innentemperaturen)

- THG: Klimaklasse A / A+
- generelle Anwendbarkeit Tabellenmethode
- Kühlbedarf zu vermeiden bzw. überwiegend regenerativ zu decken
- Verhinderung von „Glaspalästen“ durch Anforderung sommerlicher Wärmeschutz
- Gebäudeunabhängige Prozessenergien sind ausgenommen (wie bisher)

Element 3: „Graue Energie“, Ressourceneffizienz und Flexibilitätsprüfung

architekturbüro schulze darup

Energie Effizienz Institut

ifeu

Erstellung einer Übersichts-Ökobilanz verpflichtend für Neubauten

- Dokumentation in Datenbank

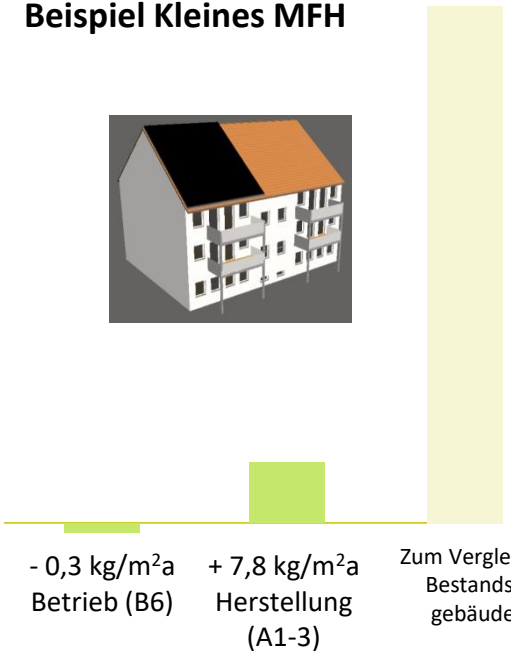
Ab 20xx: Anforderungen an THG aus Herstellungsphase

- Adressierung von Ressourceneffizienz, Kreislauf-Materialien, klimaschonenden Baustoffen, Langlebigkeit
- Keine Verrechnung mit Effizienz und Erneuerbaren, da unabhängiges, wichtiges Themenfeld (wichtig hier u.a. Rohbau, Tiefbau usw.)

Flexibilitätsprüfung, Suffizienz

Prüfung, ob Maßnahmen der Flexibilisierung von Gebäudekonzepten, geteilten Infrastrukturen, der Minimierung der Bodenversiegelung und der Nutzungsmischung zu einer Optimierung des Gebäudes angewendet werden können

Beispiel Kleines MFH

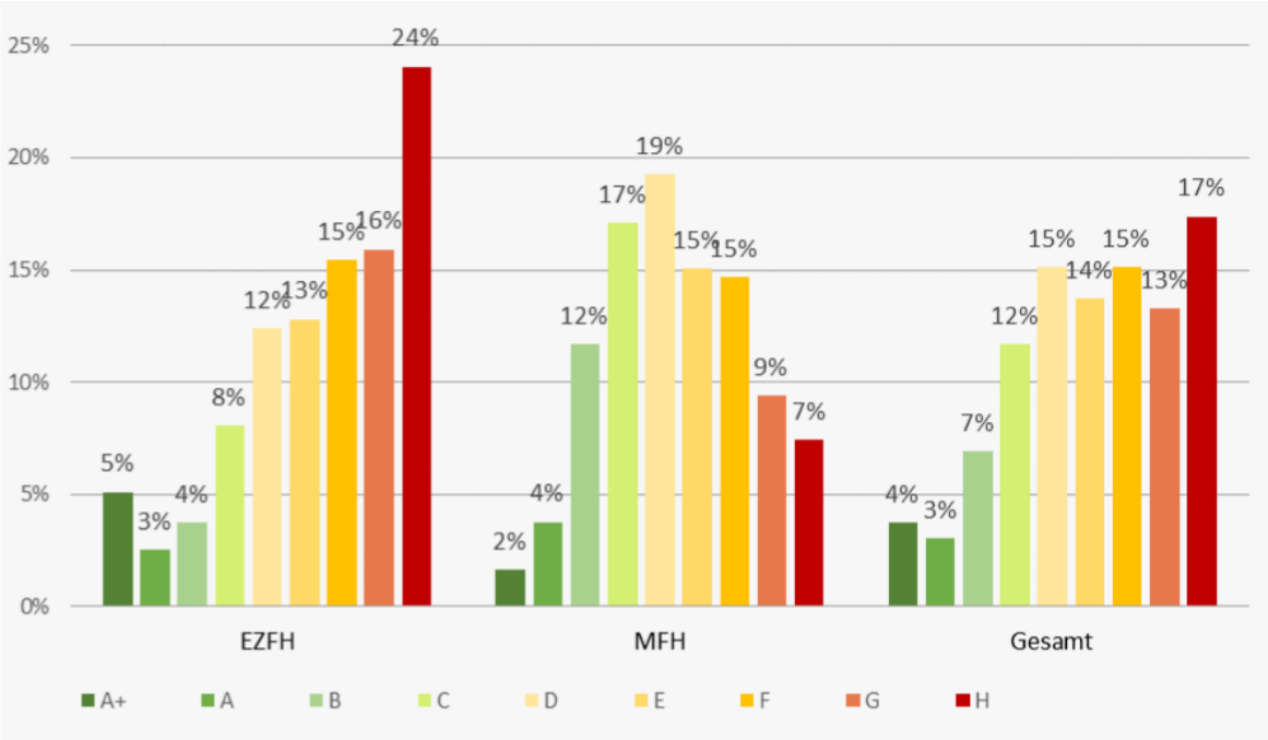


Element 4:
Adäquate Anforderungen an den Bestand

architekturbüro schulze darup

Energie Effizienz Institut

ifeu



Quelle: Prognos/ifeu für BMWi 2020

Element 4:
Adäquate Anforderungen an den Bestand

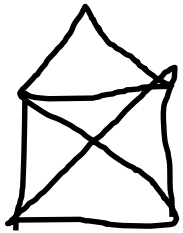
architekturbüro schulze darup

Energie Effizienz Institut

ifeu

Steigender
CO_2-Preis

Langfristige Sanierungs-anforderungen
vor allem an die schlechtesten Gebäude



THG-Quote
Für gasförmige und Flüssigbrennstoffe

Fordern und gleichzeitig fördern,
damit Anforderung zumutbar und sozialverträglich

Element 4:
Adäquate Anforderungen an den Bestand

architekturbüro schulze darup

Energie Effizienz Institut

ifeu

Mit iSFP 2 Jahre später

Ein bestehendes Gebäude muss

a) ab dem 1.1.2025 mindestens die **Klimaklasse F** erreichen oder **zwei Erfüllungsmaßnahmen** durchgeführt haben,

b) ab dem 1.1.2032 mindestens die Klimaklasse D erreichen oder vier Erfüllungsmaßnahmen durchgeführt haben.

c) ab dem 1.1.2039 mindestens die Klimaklasse B erreicht haben oder sechs Erfüllungsmaßnahmen durchgeführt haben.

Erfüllungsmaßnahmen

1. EE Fit (= 2 Maßnahmen)
2. Außenwand (50 % = 1)
3. Dachflächen/OGD
4. Kellerdecke
5. Fenster (50 % = 1)
6. Lüftungsanlage mit WRG
7. Heizungsanlage
8. Digitale Systeme zur Betriebsoptimierung
9. PV

EE Fit

ifeu für VDPM 2021

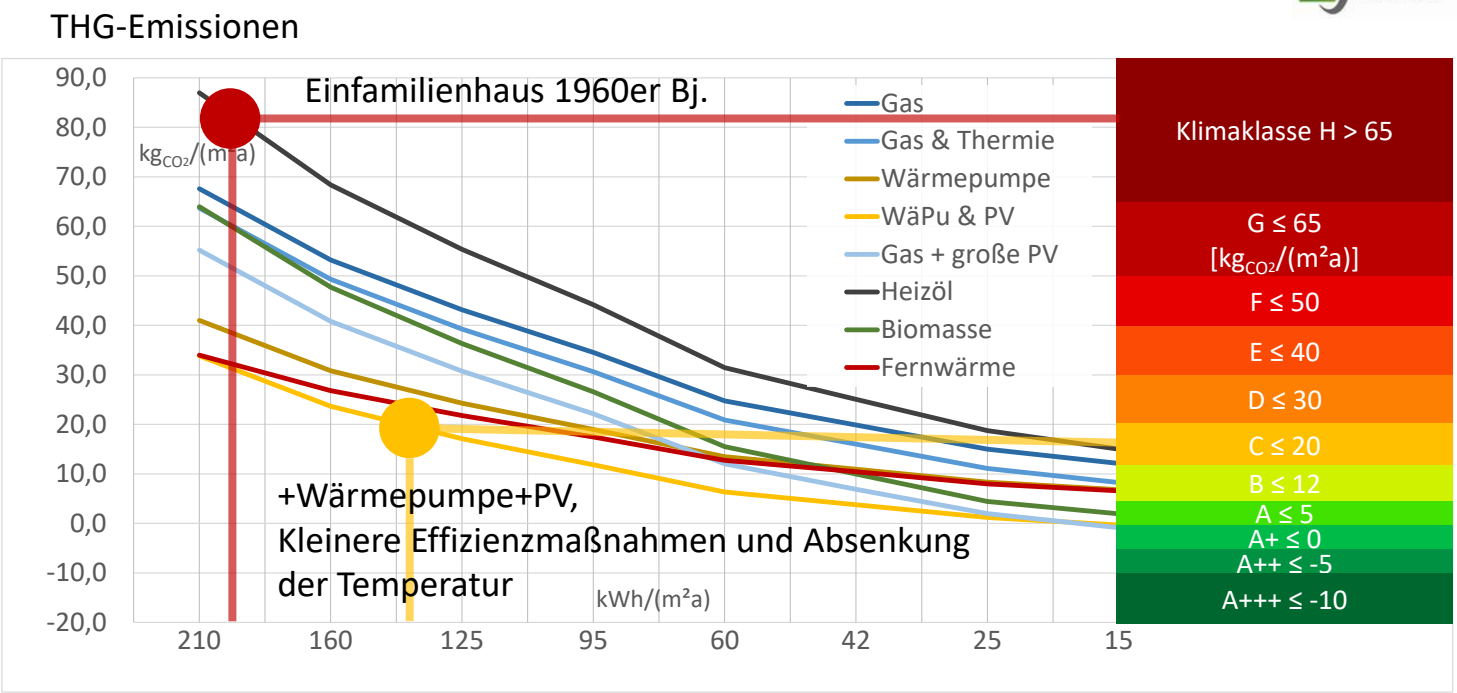
a) Max. Vorlauftemp. < 55 °C (NT ready)
gewährleistet die von den Raumnutzern geforderte Raumtemp.; WW-Bereitung technisch so, dass weiterer Temperaturhub unabhängig von Zentralheizung erfolgt.

b) Vorbereitende EE-Einsatzanalyse

Härtefallregelungen

Sanktionszahlung in EE-Gebäudefonds

Bedeutung der Klimaklassen



Element 5: Einschränkungen für Heizkessel mit fossilen Brennstoffen

architekturbüro schulze darup

Energie Effizienz Institut

ifeu

Neuanschluss von Heizkesseln, die auch mit gasförmigen fossilen Brennstoffen und Flüssiggas betrieben werden:

Obergrenze für lebenszyklus-bezogenen THG-Intensitäten

Beispiel *(Werte zu konsolidieren)*

- 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 oder Wasserstoff

Wasserstoff wird als erneuerbares Gas anerkannt, wenn er aus der mit nicht-erneuerbarem Strom aus erneuerbaren Energieanlagen produziert werden, für die Zusätzlichkeitskriterien eingehalten werden.

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

Weitere Elemente

architekturbüro schulze darup

Energie Effizienz Institut

ifeu

Effizienz im Betrieb

- Effizienzcockpit
- Inspektionen von Lüftung, Klimaanl. und Heizung
- Auswertung und Mängelbehebung nach 3 Jahren
- Energieausweisdatenbank
- Qualitätsverbesserungen beim Energieausweis

Verbesserungen im Vollzug

- Planungserklärung/ Erfüllungserklärung vor/nach Fertigstellung
- Ausführungskontrolle: Betretungsrecht
- Klimaanlageninspektion
- Behördliche Plausibilitäts- und Stichprobenkontrollen

Weiterentwicklung der DIN V 18599

Ziel: Verringerung Bedarf – Verbrauchs-Diskrepanz

Regelungen für elektr. Direktheizungen und Effizienzlabel

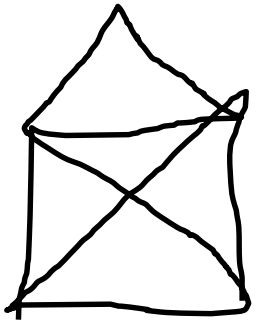
Herausforderungen Gebäude 2021

1 **Klimaneutralität 2050**

1 **Green Deal**
-55 % THG (2030)

Renovation Wave, Minimum Performance Standards

8 3 **Kosten gerecht verteilt**



11 **Baukultur**

GEG 2.0

1 Vom Ziel her gedacht
2 Klar und nachhaltig Ambitioniert im Neubau,
6 richtungsweisend im Bestand
4 Keine Lock-ins und Bereu-Investitionen
7 Ergebnis zählt
9 Einfach und robust
10 Ganzheitlich

Elemente

architekturbüro schulze darup

Energie Effizienz Institut

ifeu

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

Übergeordnetes	Neubau	Bestand
1 4 **Ziel: Klimaneutral 2050**	1 2 9 **THG < 0 kg/m²a / xxx***	1 2 4 6 9 **Schlechteste Gebäude** müssen - **EE fit** oder - auf **bessere Klimaklasse** oder - **2/4/5 von 10 Maßnahmen** durchführen
3 8 **Fordern und Fördern zulassen**	1 2 4 5 9 **Nutzwärme** < 20 kWh/m²a ** oder **Tabellenanforderung**	1 4 6 Stärkung **Sanierungsfahrplan**
1 **CO_2-Mindestpreis**	1 2 5 **Anforderung an EE-Strom**	1 5 6 **EE Fitness** als neues Konzept
8 11 Härtefälle	1 2 **Sommerlicher Wärmeschutz**	9 **Standardmaßnahmenliste**
11 Denkmalschutz	1 NWG: Eff.klasse Kälte	
7 Effizienzcockpit, Inspektionen	10 **Ökobilanzpflicht**	
7 Umstellung auf EBZ	1 3 **Suffizienzprüfung**	
3 7 18599 verbrauchsnäher	1 6 **THG-Anforderungen an fossile Brennstoffe in neuen Kesseln**	
5 EE-Gebäudefonds		
1 Einführung Klimaklassen		
7 Vollzugsverbesserungen		
7 Gebäudedatenbank		
1 4 Biomassebudget		

* WG/NWG. ** Vor der ersten Iteration

ifeu 2021 Abbildungen Bericht 016

GEG 2.0

- Elemente sind aufeinander abgestimmt und funktionieren am besten verzahnt.
- Nicht alle Elemente sind gleich erfolgsentscheidend.
- Verschiedene Ansätze lassen sich auch auf andere Instrumente übertragen („Ideenbaukasten“).

Danke!

architekturbüro
schulze darup

Energie Effizienz Institut

ifeu

Martin Pehnt | Peter Mellwig | Julia Lempik | Burkhard Schulze Darup | Winfried Schöffel | Volker Drusche

Im Auftrag: Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT