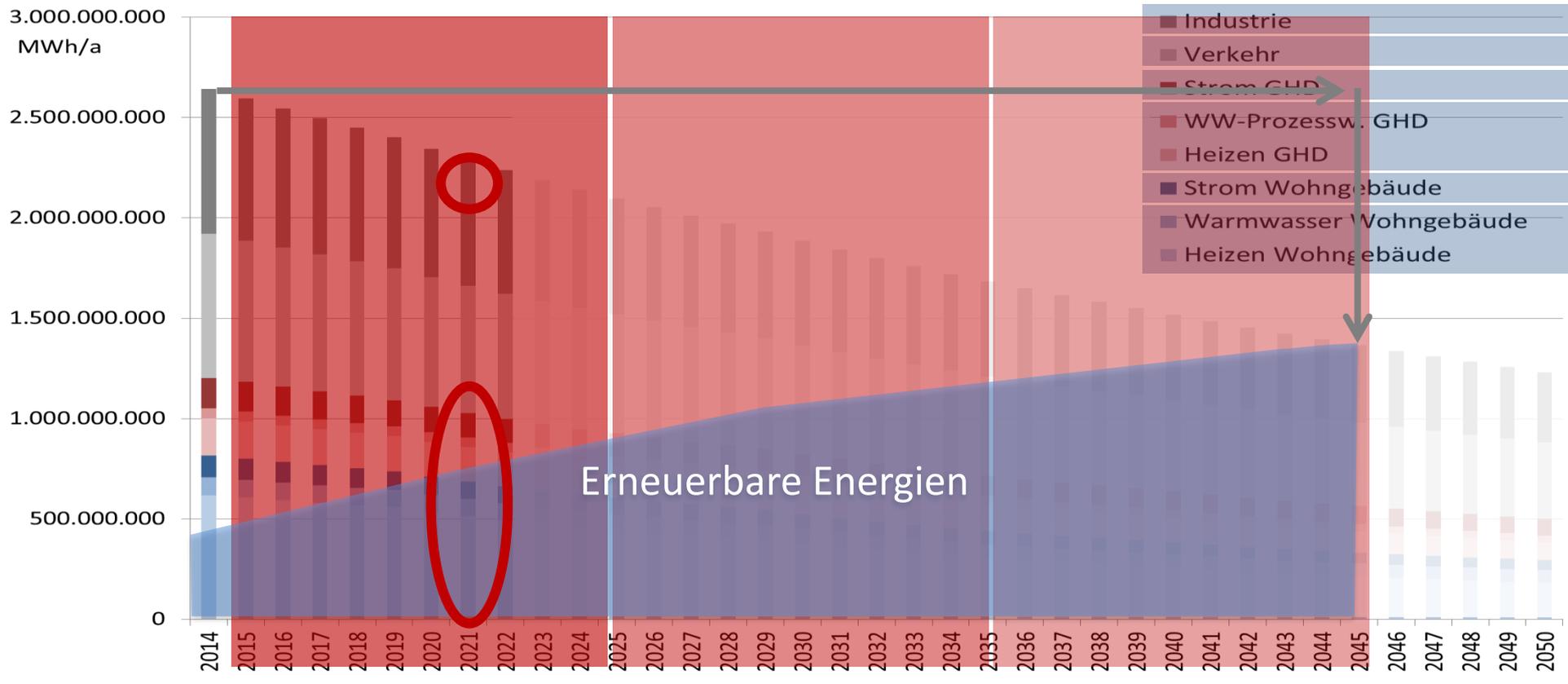


EFFIZIENZTAGUNG KLIMANEUTRAL BAUEN + MODERNISIEREN  
HANNOVER CONGRESS CENTRUM 8. NOVEMBER 2024

LEHRKURVEN SERIELLER SANIERUNG —  
TÜCKEN ODER CHANCEN?

DR. BURKHARD SCHULZE DARUP  
SCHULZE DARUP & PARTNER ARCHITEKTEN BERLIN

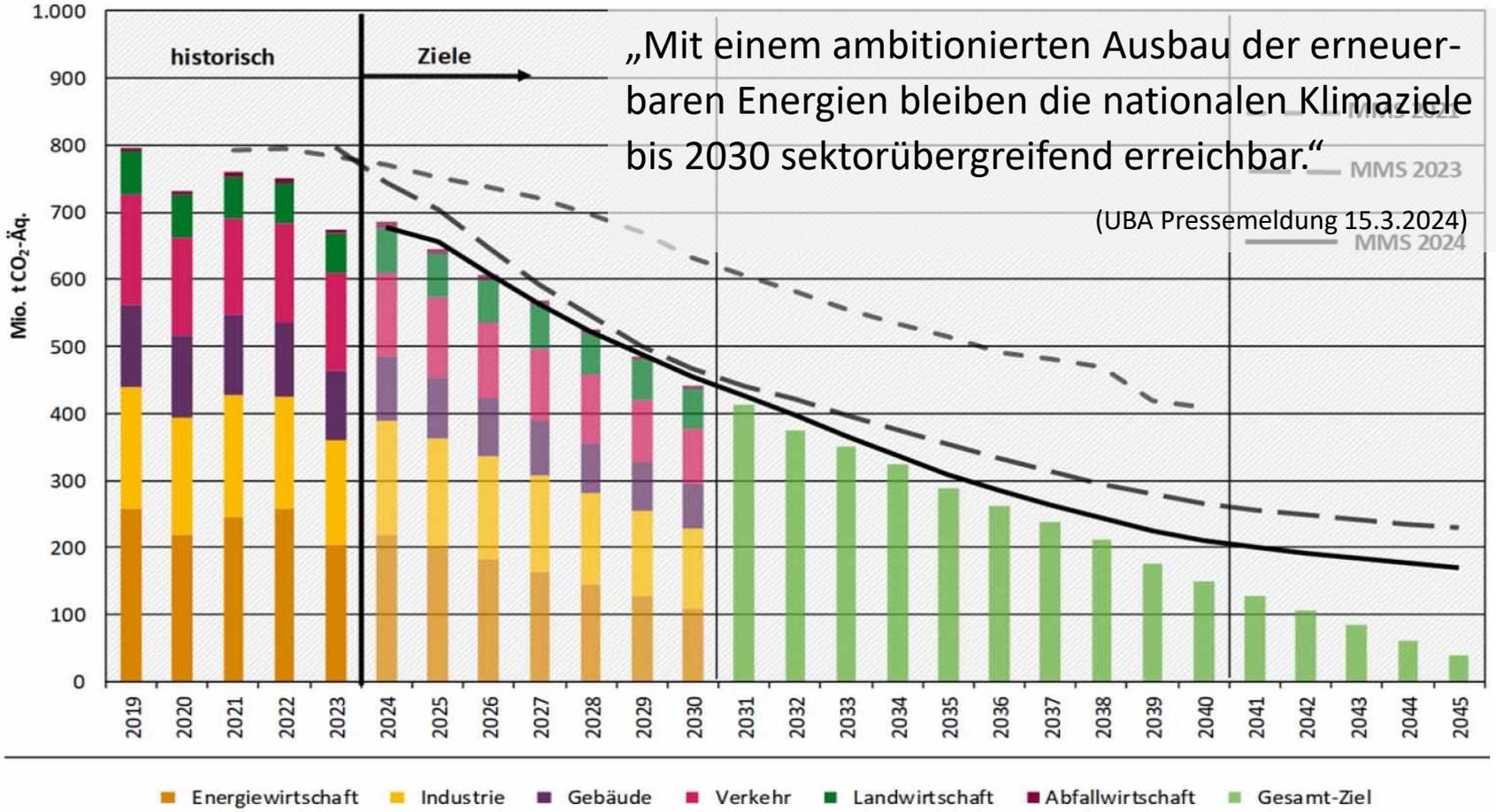
# Klimaschutzziel BRD: Reduktion des Energiebedarfs durch Effizienz Versorgung des Restbedarfs durch erneuerbare Energien



# Bundes-Klimaschutzgesetz – Jahresemissionsmengen nach § 4

Jahresemissionsmenge in Millionen Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalent	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Energiewirtschaft	280		257								108
Industrie	186	182	177	172	165	157	149	140	132	125	118
Gebäude	118	113	108	102	97	92	87	82	77	72	67
Verkehr	150	145	139	134	128	123	117	112	105	96	85
Landwirtschaft	70	68	67	66	65	63	62	61	59	57	56
Abfallwirtschaft und Sonstiges	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4

# Entwicklung der Jahresemissionsmengen nach UBA



Quelle: UBA – Treibhausgas-Projektionen 2024

# Quartierskonzept Seelhorst, Hannover

134 Wohneinheiten  
9.848 m<sup>2</sup> Wohnfläche

Auftraggeber  
Gundlach GmbH & Co. KG  
Hannover

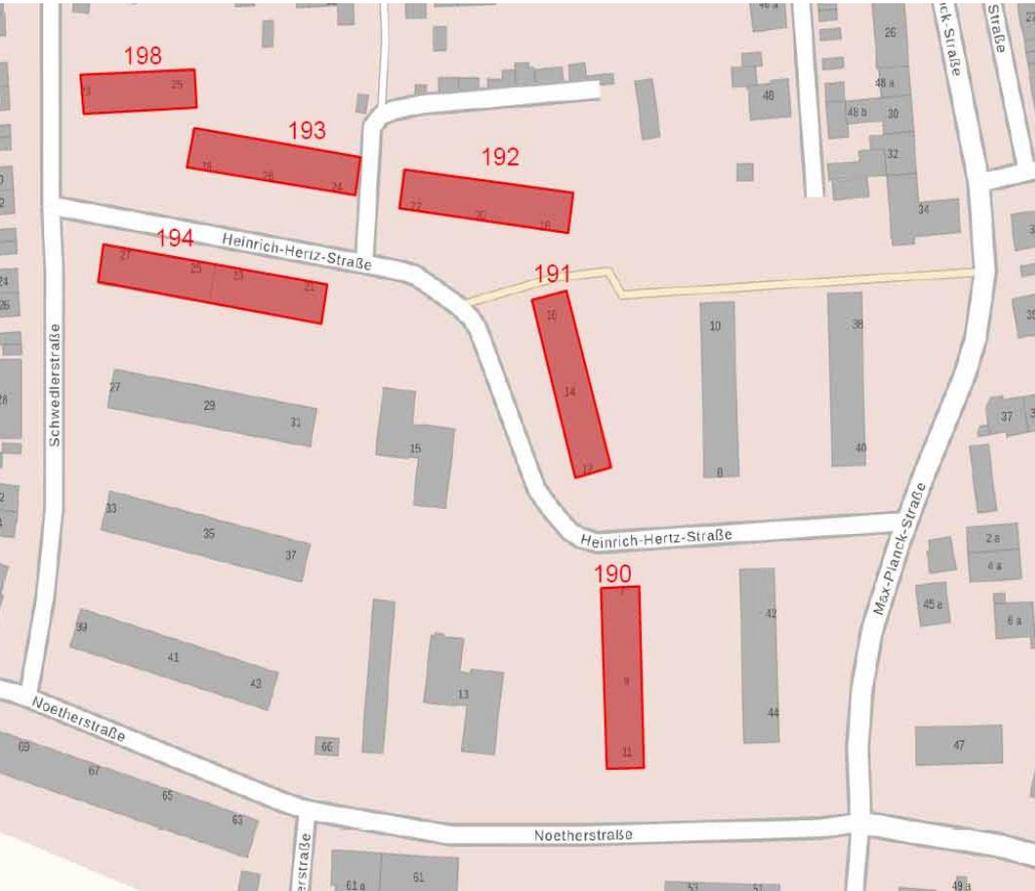
target GmbH, 31785 Hameln  
in Kooperation mit  
Architekturbüro Schulze Darup, Berlin  
Passivhaus Institut GmbH, Darmstadt

Autoren  
Tobias Timm, target GmbH  
Dr. Burkhard Schulze Darup, Architekt, Berlin  
Dr. Jürgen Schnieders, Passivhaus Institut  
Darmstadt



**Städtebauliche Studie zur Nachverdichtung des Wohnensembles Mergenthalerweg / Edisonweg/ Hans-Sachs-Weg in Hannover-Seelhorst**  
CITYFÖRSTER architecture + urbanism, Stand 14.01.2021

# Quartierskonzept Heinrich-Hertz-Straße, Erlangen



Beheizte Wohnfläche: 8.400 m<sup>2</sup> vor der Sanierung und 10.700 m<sup>2</sup> nach der Aufstockung

Wohnungen: 132 vorher / 168 nachher

Ziel: Klimaneutralität

Auftraggeber: GEWOBAU Erlangen

Quartierskonzept:

Tobias Timm, target GmbH

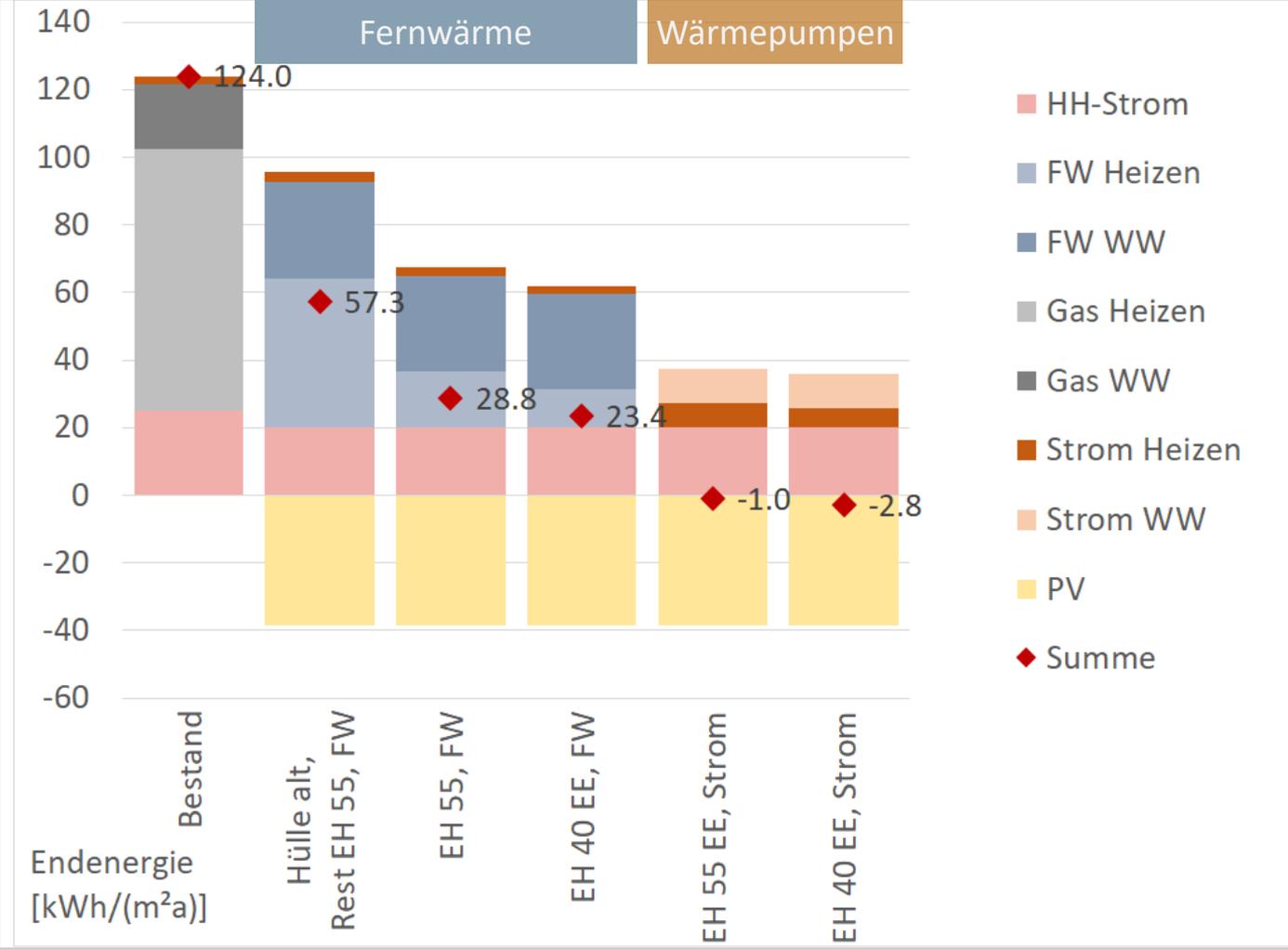
Dr. Burkhard Schulze Darup, Architekt

Dr. Jürgen Schnieders, PHI Darmstadt

# Quartier Alfred Schulze Straße 10-13, Rostock

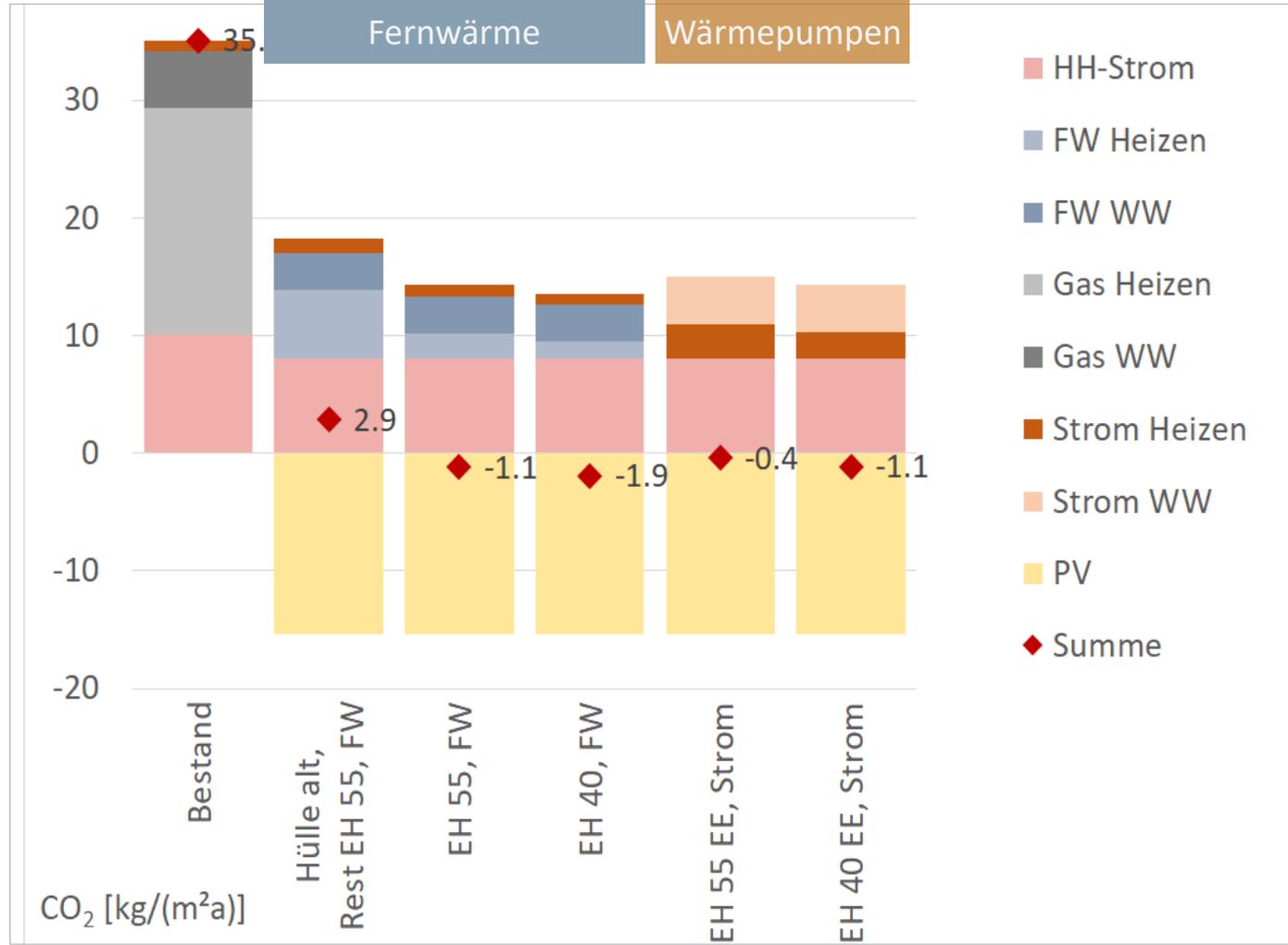


# Bilanz Endenergie

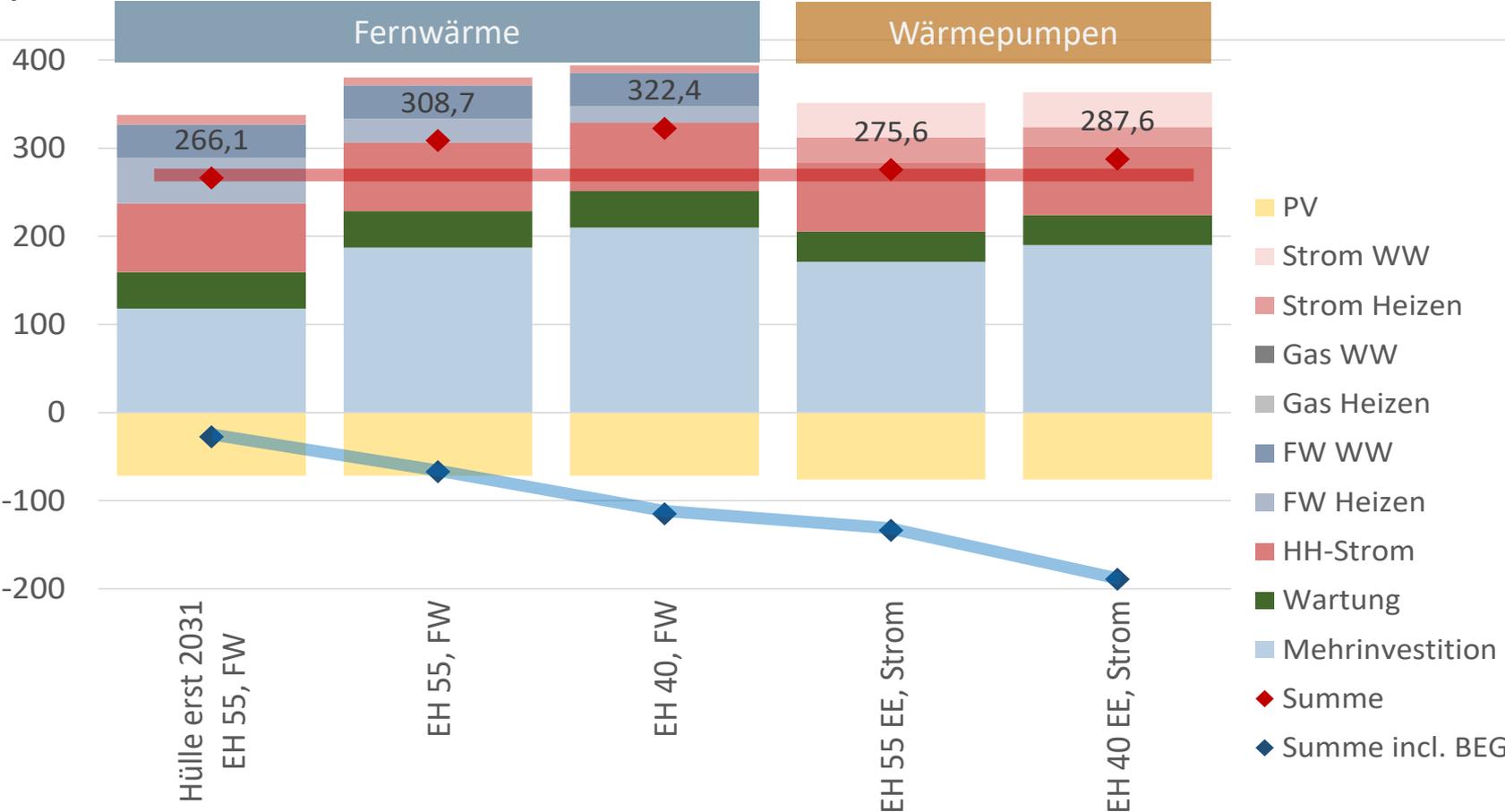


Quelle: Passivhaus Institut - Schulze Darup – target

# CO2-Emissionen



# Lebenszykluskosten



Barwert  
Kosten  
[€/m²]

Quelle: Passivhaus Institut - Schulze Darup – target



# Erlangen BA1 – GEWOBAU Erlangen



# Wohnungsgenossenschaft am Vorgebirgspark eG: Schwalbacher Str. Köln

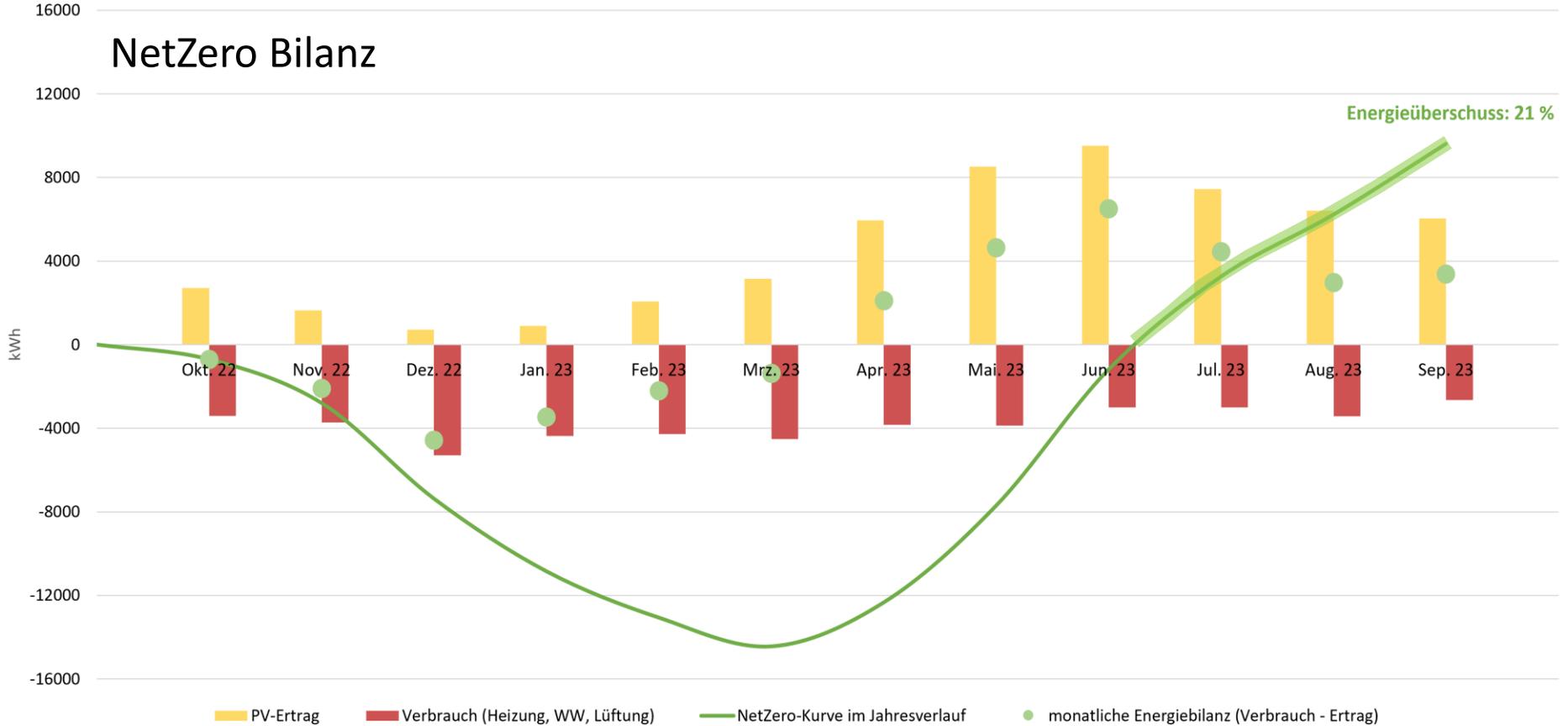


- > MFH mit 4 Vollgeschossen  
Baujahr 1961 - 16 Wohneinheiten
- > Planungsbüro / Generalplaner: Zeller & Kölmel  
Architekten, Köln
- > Bauunternehmen: Korona Holz & Haus GmbH



# Wohnungsgenossenschaft am Vorgebirgspark eG: Schwalbacher Str. Köln

## NetZero Bilanz



Energieüberschuss: 21 %

PV-Ertrag

Verbrauch (Heizung, WW, Lüftung)

NetZero-Kurve im Jahresverlauf

monatliche Energiebilanz (Verbrauch - Ertrag)

# Bestands-Förderung nach BEG 2023 (Quelle: Bundesanzeiger)

	Standard		Klassen (nicht untereinander kumulierbar)		Bonu (zusammen Deckelung auf 20 %, kumulierbar mit Klassen)	
	Tilgungszuschuss	Zuschuss (nur Kommunen)	EE	NH	WPB	SerSan
EH Denkmal	5 %	20 %	5 %	5 %	10 % (nur EE-Klasse)	Serielle Sanierung
EH 85	5 %	20 %	5 %	5 %		
EH 70	10 %	25 %	5 %	5 %		
EH 55	15 %	30 %	5 %	5 %		
EH 40	20 %	35 %	5 %	5 %	10 %	15 %

zzgl. Zinsverbilligung des Kredits

Summe ohne WPB und serielle Sanierung:  
20 % aus bis zu 150.000 €/Wohnung: 30.000 €

15 % für serielle Sanierung: bis zu 22.500 €/Wohnung

52.500 €/Whg zzgl. Zinsverbilligung (EH 40: 60.000 €)



# Förderung – Beispielberechnung Effizienzhaus 55, 3.000 €/m<sup>2</sup><sub>Wohnfl.</sub>

Effizienzhaus 55 EE Seriell		Whg 1	Whg 2	Whg 3	Whg 4	Whg 5
Wohnfläche [m <sup>2</sup> ]		40	50	60	70	80
Kosten (pro m <sup>2</sup> /pro WE [€])	3.000	120.000	150.000	180.000	210.000	240.000
Anrechenbare Kosten (% / Gesamt)	85%	102.000	127.500	153.000	178.500	204.000
Anrechenbare Kosten förderfähig	€	102.000	127.500	150.000	150.000	150.000
Förderung (BEG-% / Fördersumme)	35%	35.700	44.625	52.500	52.500	52.500
Förderung pro m <sup>2</sup> Wohnfläche	€/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	893 €	893 €	875 €	750 €	656 €
Förderung ohne Serielle Sanierung	€/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	510 €	510 €	500 €	429 €	375 €
Zusatzförderung für Serielle San.	€/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	383 €	383 €	375 €	321 €	281 €
Verbleibende Kosten/m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	2.108 €	2.108 €	2.125 €	2.250 €	2.344 €
Werte, die geändert werden können		Zzgl. Finanzierungsvorteil durch reduzierte Zinsen				

# Förderung – Beispielberechnung Effizienzhaus 55, 2.600 €/m<sup>2</sup><sub>Wohnfl.</sub>

Effizienzhaus 55 EE Seriell		Whg 1	Whg 2	Whg 3	Whg 4	Whg 5
Wohnfläche [m <sup>2</sup> ]		40	50	60	70	80
Kosten (pro m <sup>2</sup> /pro WE [€])	2.600	104.000	130.000	156.000	182.000	208.000
Anrechenbare Kosten (% / Gesamt)	85%	88.400	110.500	132.600	154.700	176.800
Anrechenbare Kosten förderfähig	€	88.400	110.500	132.600	150.000	150.000
Förderung (BEG-% / Fördersumme)	35%	30.940	38.675	46.410	52.500	52.500
Förderung pro m <sup>2</sup> Wohnfläche	€/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	774 €	774 €	774 €	750 €	656 €
Förderung ohne Serielle Sanierung	€/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	442 €	442 €	442 €	429 €	375 €
Zusatzförderung für Serielle San.	€/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	332 €	332 €	332 €	321 €	281 €
Verbleibende Kosten/m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	1.827 €	1.827 €	1.827 €	1.850 €	1.944 €
Werte, die geändert werden können		Zzgl. Finanzierungsvorteil durch reduzierte Zinsen				

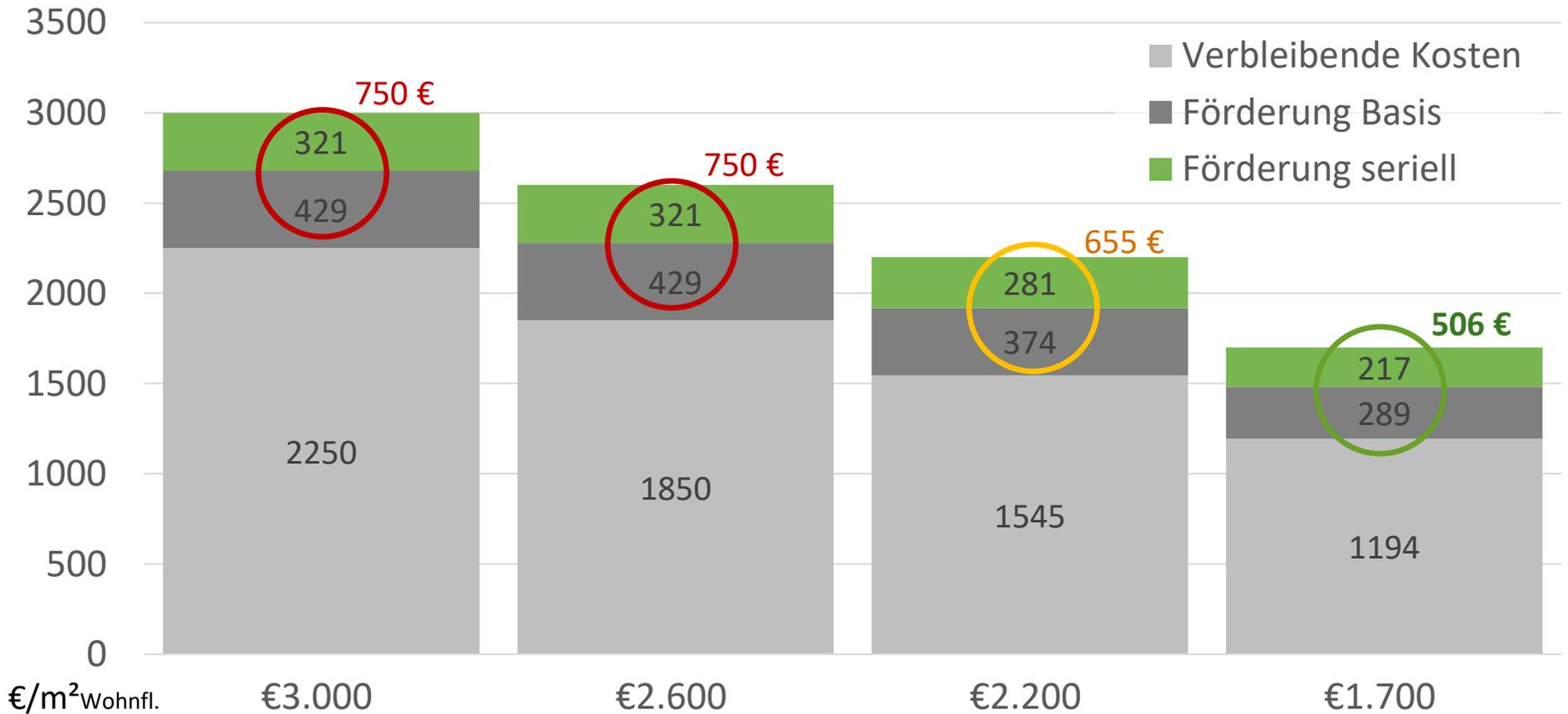
# Förderung – Beispielberechnung Effizienzhaus 55, 2.200 €/m<sup>2</sup><sub>Wohnfl.</sub>

Effizienzhaus 55 EE Seriell		Whg 1	Whg 2	Whg 3	Whg 4	Whg 5
Wohnfläche [m <sup>2</sup> ]		40	50	60	70	80
Kosten (pro m <sup>2</sup> /pro WE [€])	2.200	88.000	110.000	132.000	154.000	176.000
Anrechenbare Kosten (% / Gesamt)	85%	74.800	93.500	112.200	130.900	149.600
Anrechenbare Kosten förderfähig	€	74.800	93.500	112.200	130.900	149.600
Förderung (BEG-% / Fördersumme)	35%	26.180	32.725	39.270	45.815	52.360
Förderung pro m <sup>2</sup> Wohnfläche	€/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	655 €	655 €	655 €	655 €	655 €
Förderung ohne Serielle Sanierung	€/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	374 €	374 €	374 €	374 €	374 €
Zusatzförderung für Serielle San.	€/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	281 €	281 €	281 €	281 €	281 €
Verbleibende Kosten/m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	1.546 €	1.546 €	1.546 €	1.546 €	1.546 €
Werte, die geändert werden können		Zzgl. Finanzierungsvorteil durch reduzierte Zinsen				

# Förderung – Beispielberechnung Effizienzhaus 55, 1.700 €/m<sup>2</sup><sub>Wohnfl.</sub>

Effizienzhaus 55 EE Seriell		Whg 1	Whg 2	Whg 3	Whg 4	Whg 5
Wohnfläche [m <sup>2</sup> ]		40	50	60	70	80
Kosten (pro m <sup>2</sup> /pro WE [€])	1.700	68.000	85.000	102.000	119.000	136.000
Anrechenbare Kosten (% / Gesamt)	85%	57.800	72.250	86.700	101.150	115.600
Anrechenbare Kosten förderfähig	€	57.800	72.250	86.700	101.150	115.600
Förderung (BEG-% / Fördersumme)	35%	20.230	25.288	30.345	35.403	40.460
Förderung pro m <sup>2</sup> Wohnfläche	€/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	506 €	506 €	506 €	506 €	506 €
Förderung ohne Serielle Sanierung	€/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	289 €	289 €	289 €	289 €	289 €
Zusatzförderung für Serielle San.	€/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	217 €	217 €	217 €	217 €	217 €
Verbleibende Kosten/m <sup>2</sup>	€/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	1.194 €	1.194 €	1.194 €	1.194 €	1.194 €
Werte, die geändert werden können		Zzgl. Finanzierungsvorteil durch reduzierte Zinsen				

# Förderung – Beispielberechnung Effizienzhaus 55 EE seriell (Whg. 70 m<sup>2</sup>)



# Strategieansatz: hohe Effizienz & Erneuerbare



Hohe Effizienz

&

Erneuerbare Energien

Wirtschaftlichkeit

- Hochwertige Dämmung der Gebäudehülle im Standard Effizienzhaus 55 oder 40 mit Passivhauskomponenten
- Lüftung mit Wärmerückgewinnung
- Effiziente Wärmebereitstellung mit minimiertem Endenergiebedarf z. B. über Wärmepumpen
- Photovoltaik – möglichst alle Flächen nutzen
- Minimierung des Strombedarfs
- Optimiertes Lastmanagement mit hoher Eigenstromnutzung

Serielle Wertschöpfung  
maximieren

Klimaneutral  
NetZero

# Kriterien für die Projektauswahl

	2	3	4	5	6
Anzahl Vollgeschosse	[Progressive color bar from green to red]				
Gebäudegeometrie	einfach				kompliziert
Fassadendämmung	ungedämmt	6 cm	8 cm	10 cm	> 10 cm
Balkone	keine	geringer Versatz		großer Versatz	
Deckenhöhe Keller	> 2,25 m	2,12 m	2,08 m	< 2,00 m	
Wärmeversorgung	Zentralheizung inkl. neuer Stränge		dezentrale Thermen	kein intaktes Verteilsystem	
Warmwasserbereitung	zentral gut gedämmt		zentral schlecht gedämmt		dezentral
Freiflächen	kein Bewuchs / gute Zugänglichkeit			intensiver Bewuchs / Mietergärten	

# energiesprong-Komponenten

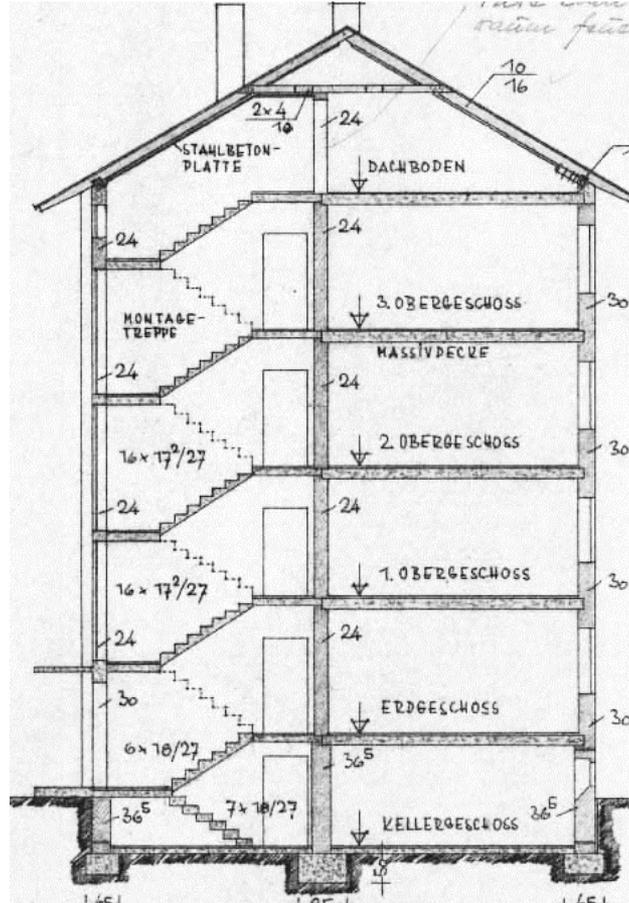
Dämmung oberste  
Geschossdecke &  
Treppenhauskopf  
 $U=0,10 - 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Fassadenelement  
seriell vorgefertigt,  
 $U=0,12 - 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Fenster integriert in die  
Fassadenelemente  
 $U_w=0,70 - 0,85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Dämmung Kellerdecke  
 $U=0,18-0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Dämmung Kellerabgang  
 $U=0,14 - 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Photovoltaik & Co

Heizung  
Wärmepumpe...Fernwärme?  
dezentral vs. zentral

Warmwasserbereitung  
dezentral – zentral - semizentral

Lüftung mit  
Wärmerückgewinnung

Stromsparen

Lastmanagement &  
Mieterstrommodelle

Qualitätssicherung

# Außenwand - Anforderungen

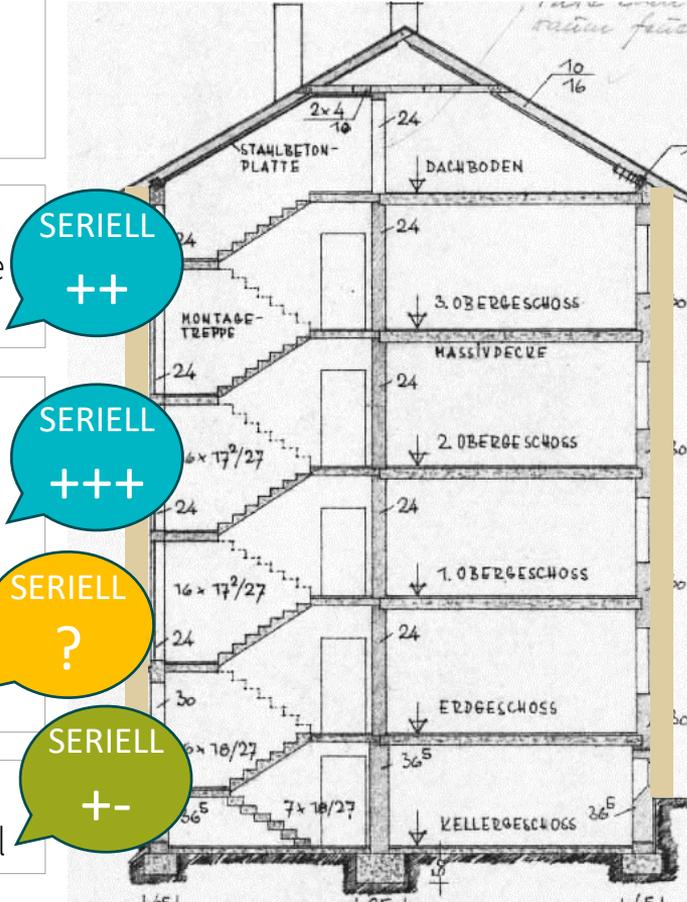
Fassadenelement  
seriell vorgefertigt,  
Fenster integriert

Variante 1:  
Holz-/Stahlrahmenbauweise  
großformatig

Variante 2:  
Elementbauweise  
kleinteilig & leicht,  
einfache Fensteranschl.

Variante 3:  
Serielle WDVS-Varianten

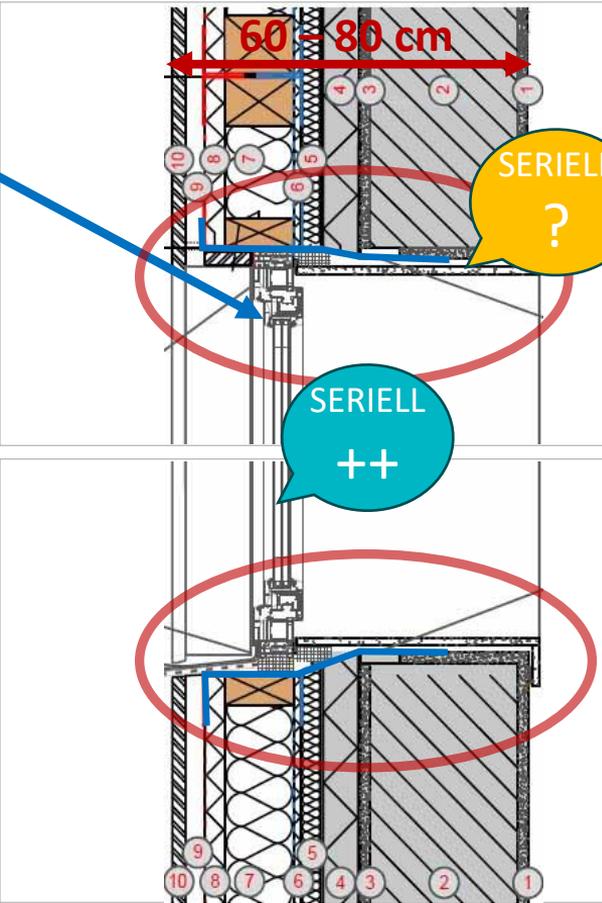
Variante 4: Fenster seriell  
& WDVS handwerklich/seriell



## Anforderungen:

- Oberfläche fertig – keine bauseitigen Putz- und/oder Malerarbeiten
- Möglichst ohne Gerüststellung
- Hohe gestalterische Qualitäten
- U-Wert  $0,12 - 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Luftdichtheit:  $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$
- Wärmebrückenoptimiert
- Brandschutzvorgaben erfüllt
- Nachhaltige Materialien
- Fenster integriert bzw. vorgefertigt-einfache Fensteranschlüsse
- ...

# Fenster: Herausforderungen der seriellen Sanierung

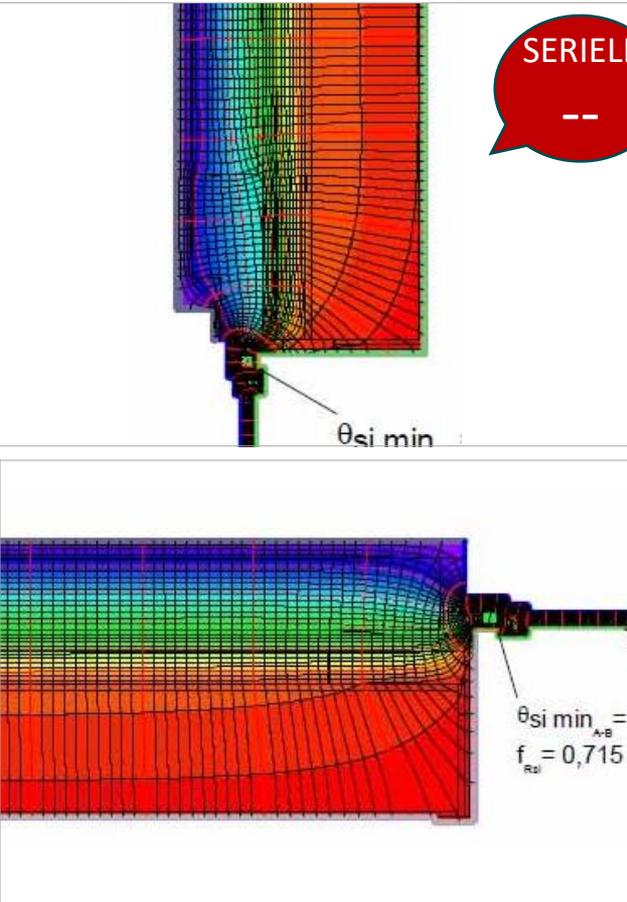


Energetisch hochwertige Fenster mit Dreischiebenverglasung, z. B.:

- Fenster integriert in die Fassadenelemente
- $U_w \leq 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- U-Wert Rahmen:  $U_f = 0,65 - 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- U-Wert Verglasung:  $U_g = 0,5 - 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Gesamtenergiedurchlassgrad:  $g \geq 0,50$
- Randverbund:  $\Psi_{\text{Glasrand}} \leq 0,030 \text{ W}/(\text{mK})$ ,
- Einbauwarmebrucke  $\Psi_{\text{Einbau}} \leq 0,02 \text{ W}/(\text{mK})$

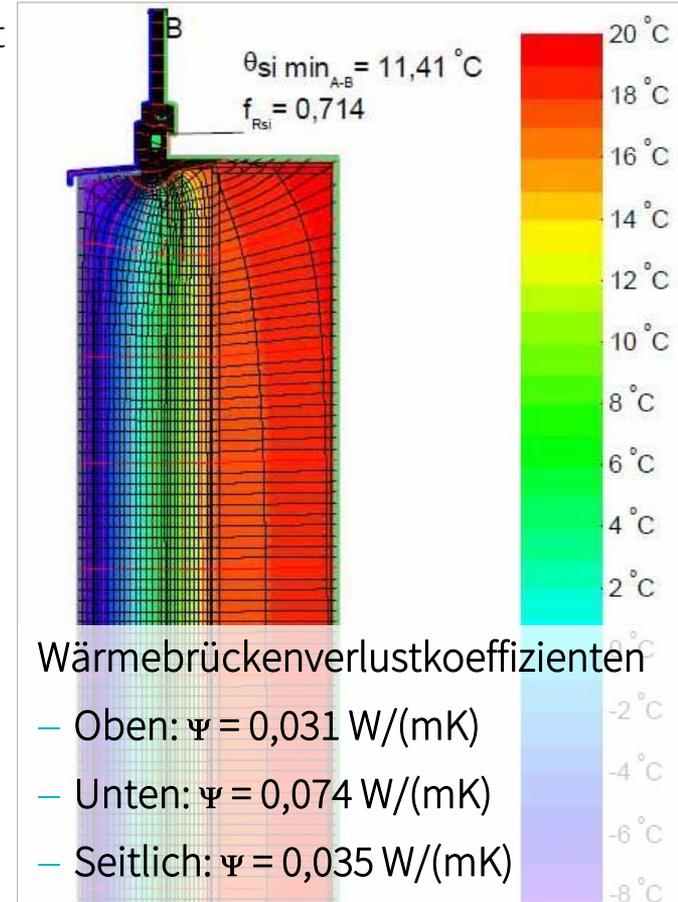


# Fenster: Beispiel für die Einbauwärmebrücken



Energetisch hochwertige Fenster mit Dreischeibenverglasung, z. B.:

- Fenster integriert in die Fassadenelemente
- $U_w \leq 0,8\ W/(m^2K)$
- U-Wert Rahmen:  
 $U_f = 0,65 - 0,8\ W/(m^2K)$
- U-Wert Verglasung:  
 $U_g = 0,5 - 0,6\ W/(m^2K)$
- Gesamtenergiedurchlassgrad:  
 $g \geq 0,50$
- Randverbund:  
 $\Psi_{Glasrand} \leq 0,030\ W/(mK)$ ,
- Einbauwärmebrücke  
 $\Psi_{Einbau} \leq 0,02\ W/(mK)$

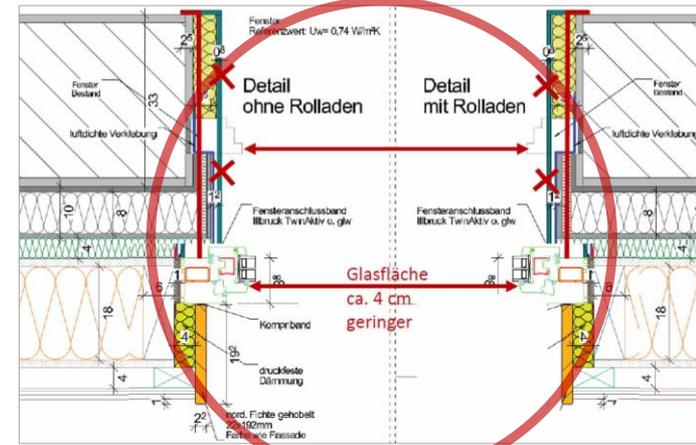
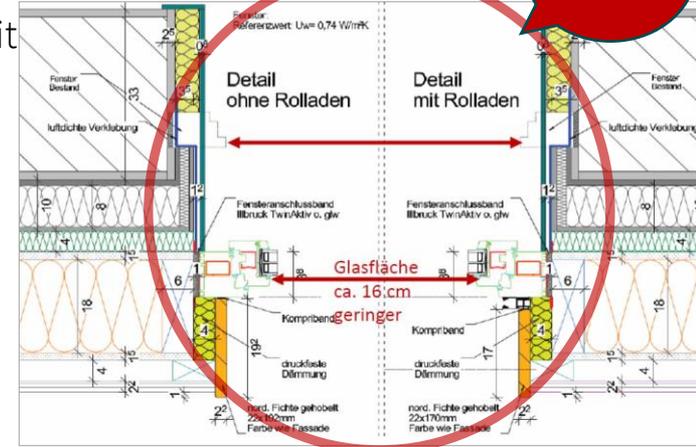


# Fenster-Beispiel GEWOBAU Erlangen BA3

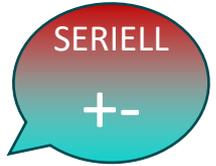


Energetisch hochwertige Fenster mit Dreischeibenverglasung, z. B.:

- Fenster integriert in die Fassadenelemente
- $U_w \leq 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- U-Wert Rahmen:  
 $U_f = 0,65 - 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- U-Wert Verglasung:  
 $U_g = 0,5 - 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Gesamtenergiedurchlassgrad:  
 $g \geq 0,50$
- Randverbund:  
 $\Psi_{\text{Glasrand}} \leq 0,030 \text{ W}/(\text{mK}),$
- Einbauwarmebrucke  
 $\Psi_{\text{Einbau}} \leq 0,02 \text{ W}/(\text{mK})$



# Balkon Variante 1 – Balkon abschneiden, neuer Balkon

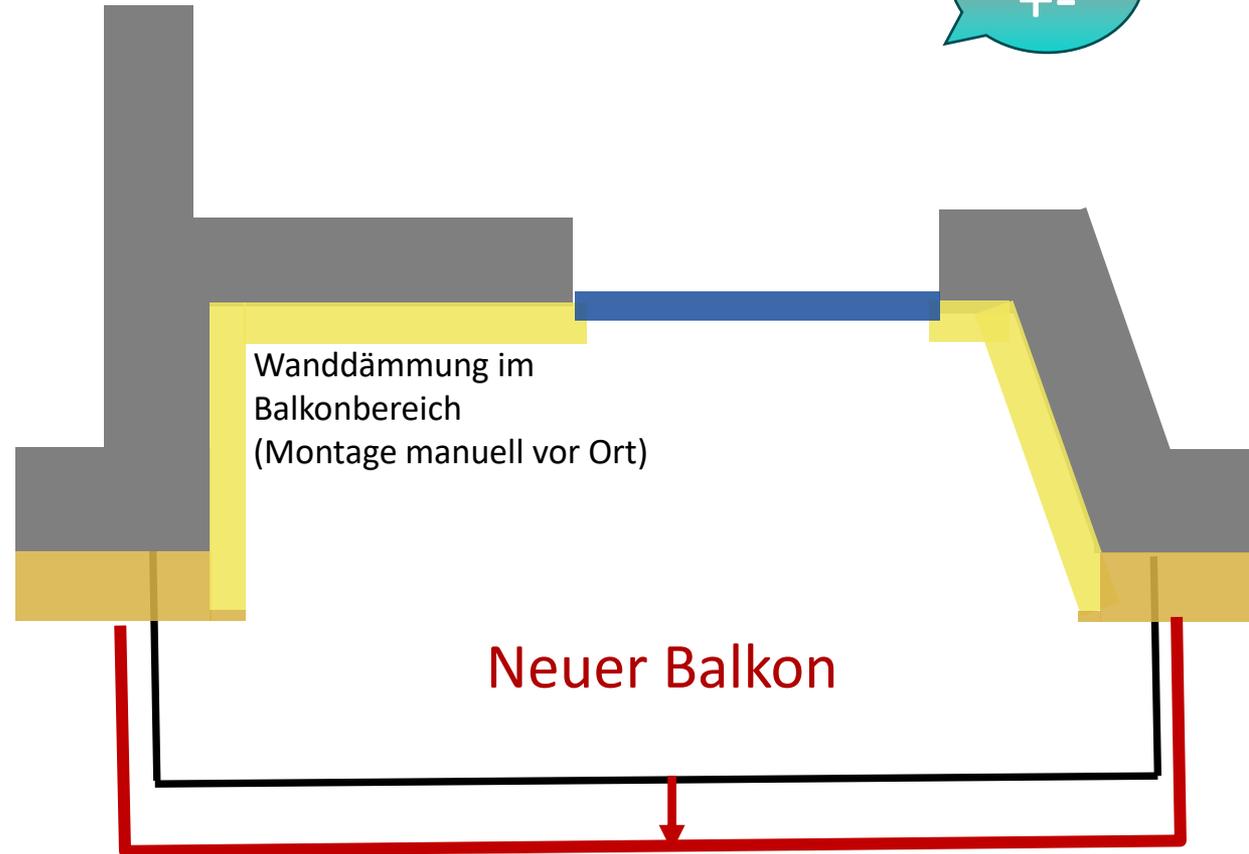


## > Vorteile

- Wärmebrücken-optimiert
- Neuer Balkon gestaltbar
- Größere Balkonfläche möglich

## > Nachteile

- Mittlere bis hohe Kosten
- Hohe Schallemissionen beim Abschneiden der Balkonplatten
- Wanddämmung im Balkonbereich manuell



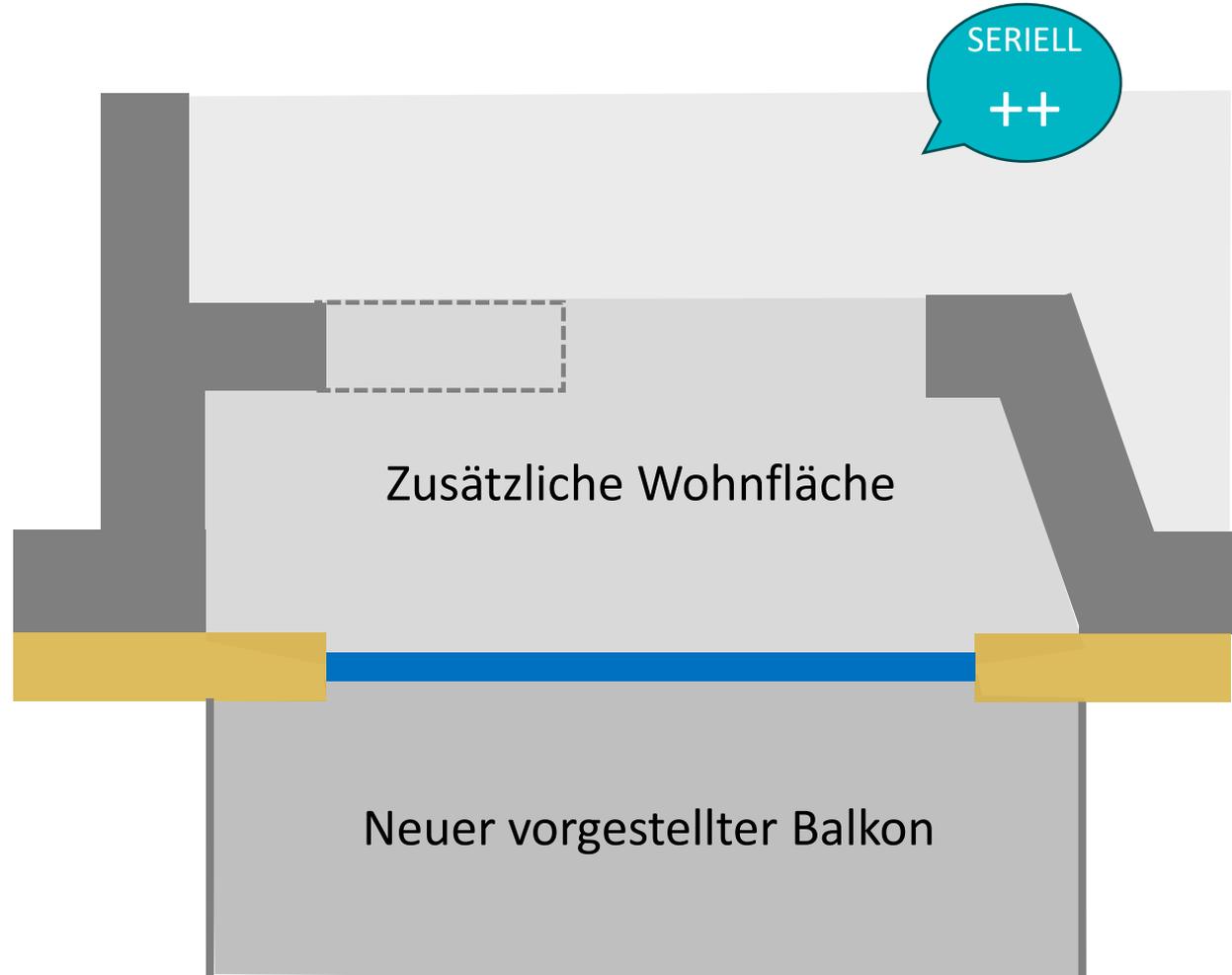
# Balkon Variante 2 – Balkon als Wohnraum & vorgestellter neuer Balkon

## > Vorteile

- Durchlaufendes Fassadenelement
- Zusätzliche Wohnfläche
- Wärmebrücken-optimiert
- Neuer Balkon beliebig gestaltbar
- Größere Balkonfläche möglich

## > Nachteile

- Hohe Kosten
- Starker Eingriff bzgl. Bauablauf
- Dahinter liegender Raum dunkler



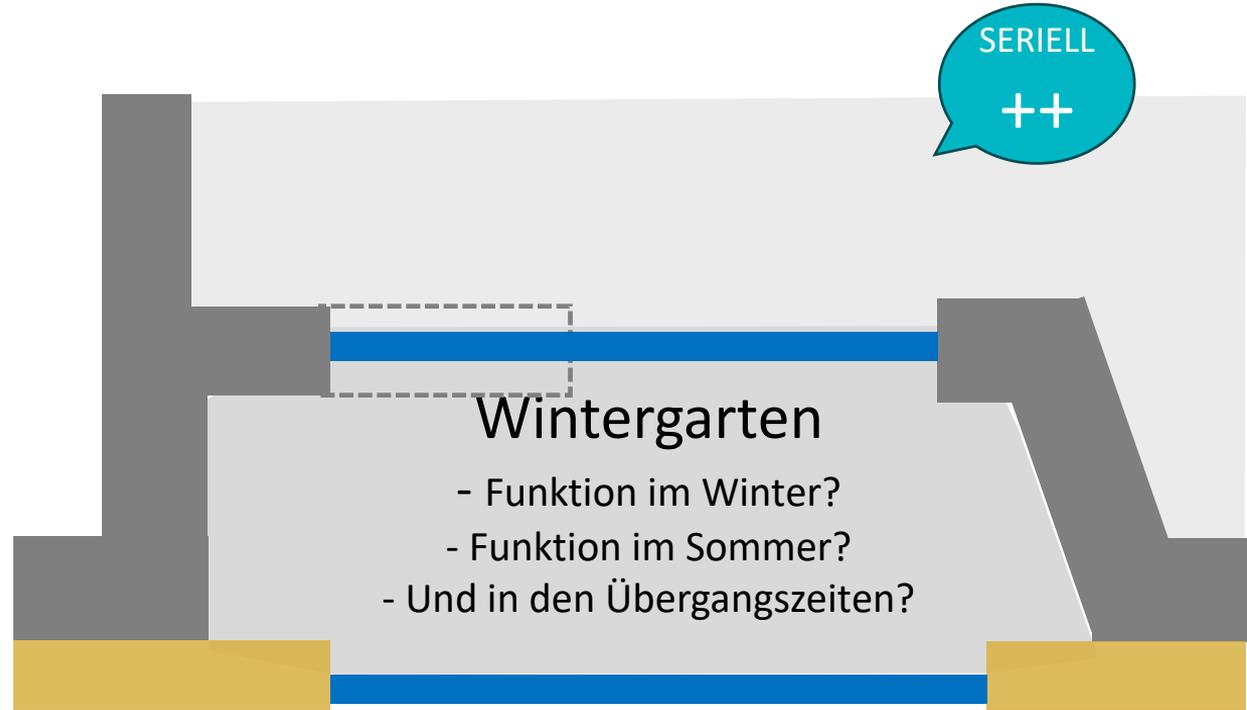
# Balkon Variante 3 – Balkon als Wintergarten

## > Vorteile

- Durchlaufendes Fassadenelement
- Wärmebrücken-optimiert
- Gestalterisch gut lösbar

## > Nachteile

- Kein „Balkon“ mehr
- Wintergarten im Sommer:  
Wie funktioniert Fenster-Öffnung?  
Möblierung nutzbar?  
Entwässerung bei Regen?
- Wintergarten als warmer Bereich:  
d. h. Heizung & Lüftung klären;  
offen stehende Fenster verhindern
- Dahinter liegender Raum dunkler
- Sommerl. Wärmeschutz aufwändig
- Hohe Kosten des Gesamtpakets

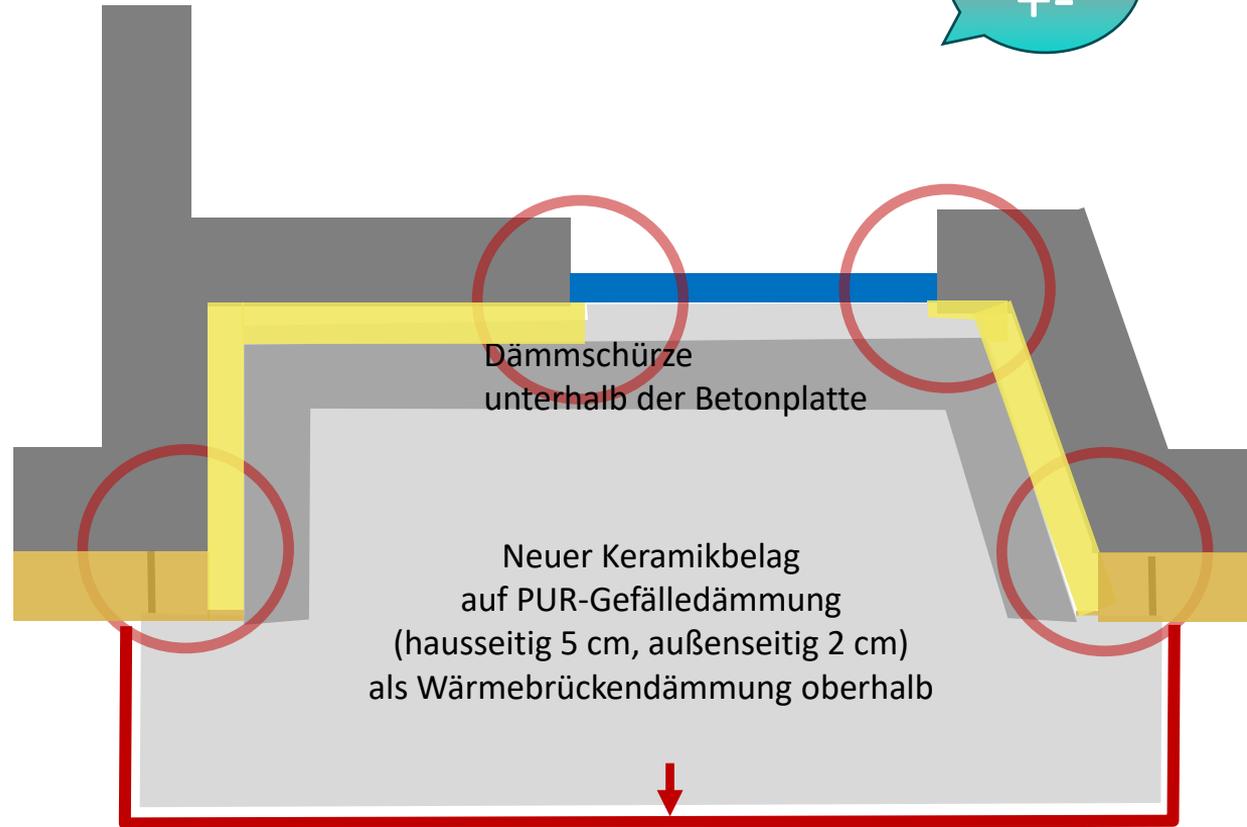


# Balkon Variante 4 – Belassen und dämmen, GEWOBAU Erlangen BA1

SERIELL

+ -

- > Serielle Elemente in der Fassadenfläche bis zum Balkonrand
- > Dämmung der Balkonwände manuell vor Ort
- > Fenster manuell, möglichst wärmebrückenoptimiert
- > Balkon nach außen durch neues Brüstungselement ca. 20 cm „auskragen“
- > Dämmung der Balkonplatte oberhalb (Gefälledämmung) & unterhalb (Dämmschürze)



# Balkon Beispiel 2 – Erlangen BA3



Balkon nach Fertigstellung

Untersicht Balkondecke: Dämmschürze zur Wärmebrückenreduktion



Problemfall:  
schmale Tür mit geringer  
Laibungsdämmung

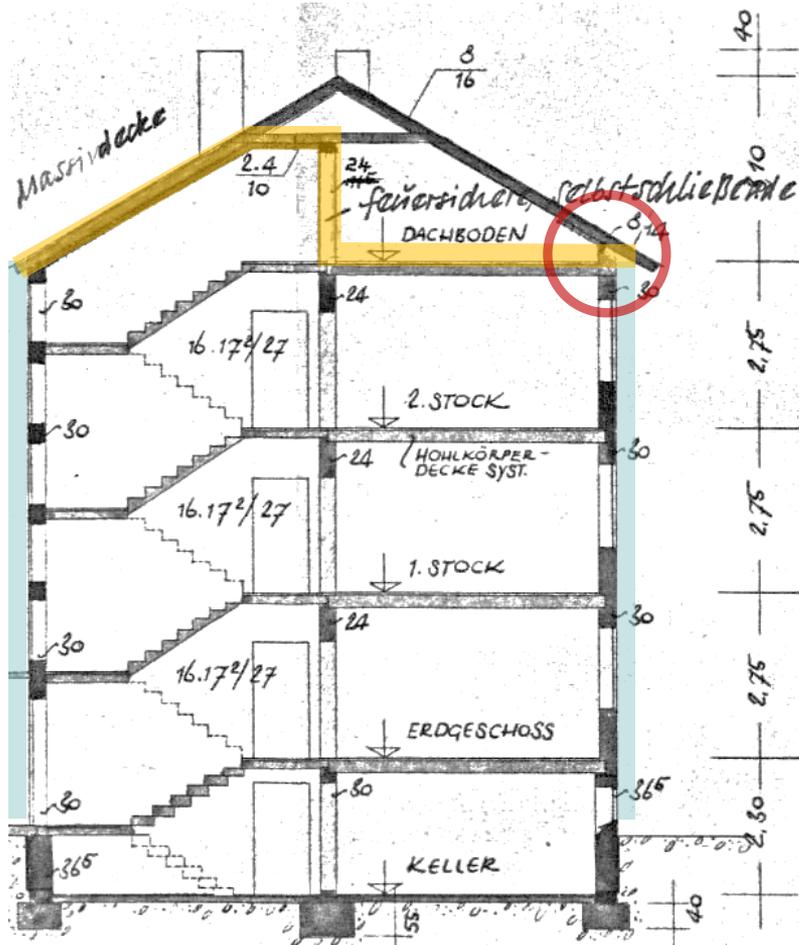
Ansicht kurz vor Fertigstellung



# Dachdämmung Basic – Oberste Geschossdecke

SERIELL

--



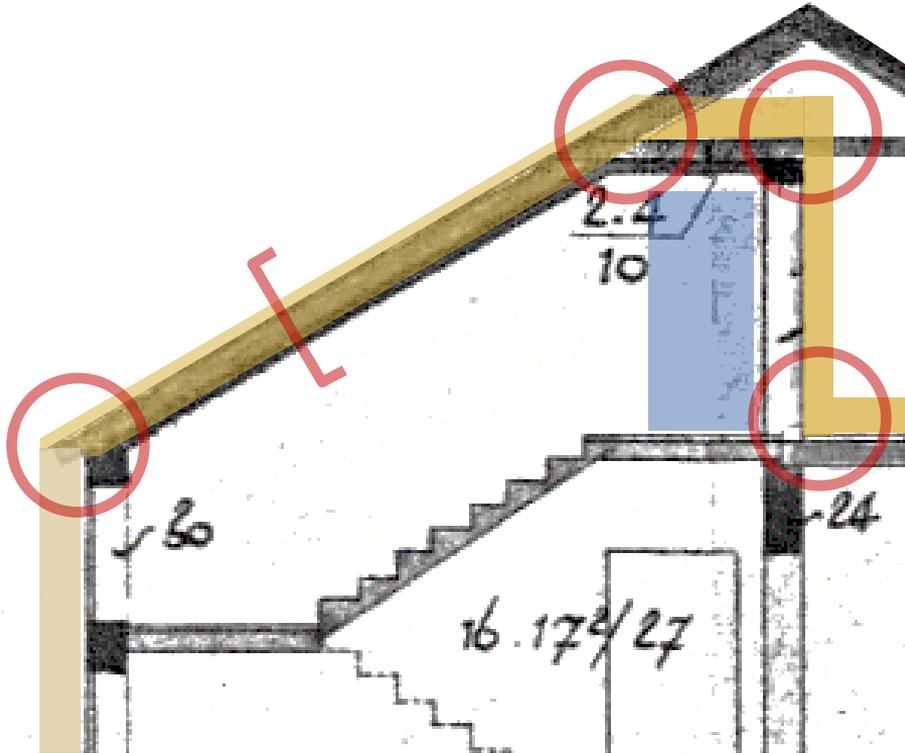
Vorteile

- Energetisch sinnvoll
- Kostengünstig (meistens!?!)

Nachteile

- Hoher Handwerklicher Aufwand
- Wärmebrücken

# Treppenhauskopf – Dämmung vor Ort



1. Serielle Dämmung der Fassaden
2. Dämmung der Dachfläche im Bereich des Treppenhauses inkl. wärmebrückenoptimiertem Anschluss zur Außenwand ( $U \leq 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )
3. Dämmung der Fläche über dem Treppenhauskopf ( $U \leq 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )
4. Dämmung der Wände zum Dachboden ( $U = 0,14 - 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )
5. Türen zum Dachboden ( $U = 0,9 - 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )
6. Dämmung des Dachbodens ( $U \leq 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ), luftdichte und wärmebrückenoptimierte Ausführung



# Dachdämmung mit neuem, einfachem Dach (flaches Pult-/Satteldach)

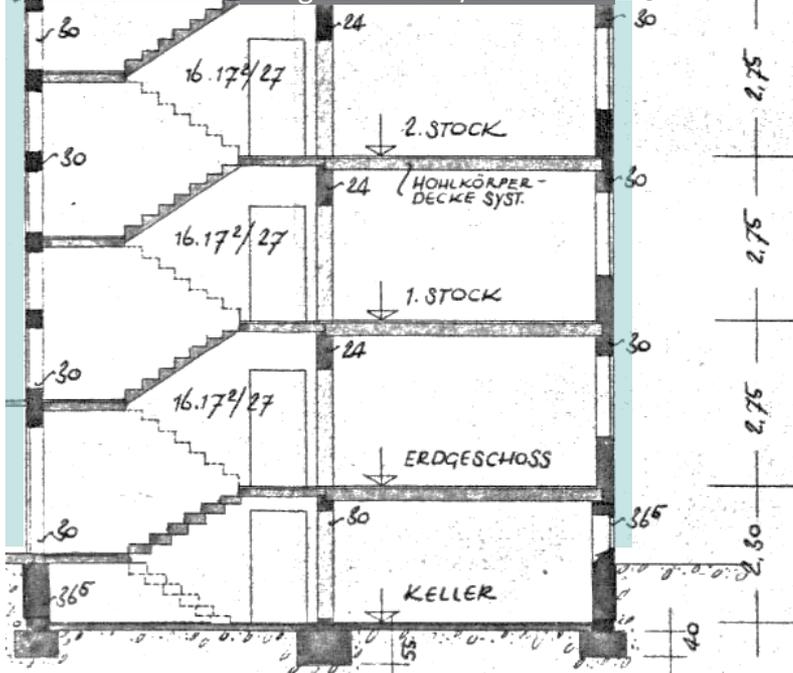
SERIELL

++

Vorteile

- Serielle Vorfertigung möglich
- Energetisch sehr optimiert ausführbar
- Aufblasdämmung sehr kostengünstig
- PV direkt integrierbar

Aufblas-Dämmung alternativ / besser?



Nachteile

- Abriss Bestandsdach und Giebel

Option auch für Flachdächer

# Aufstockung

SERIELL

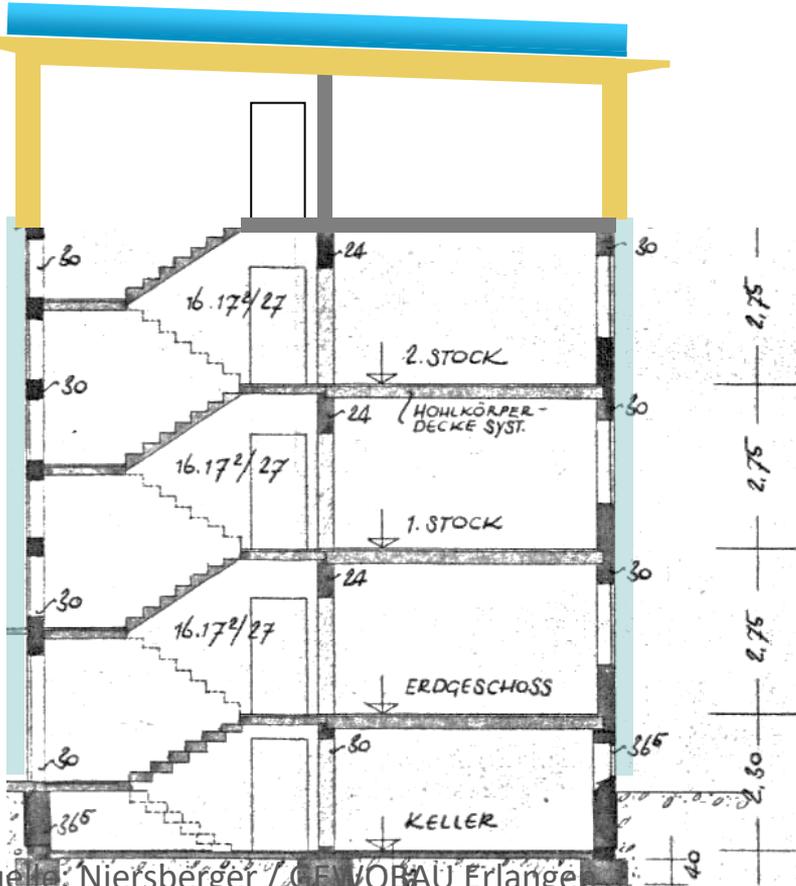
++

## Vorteile

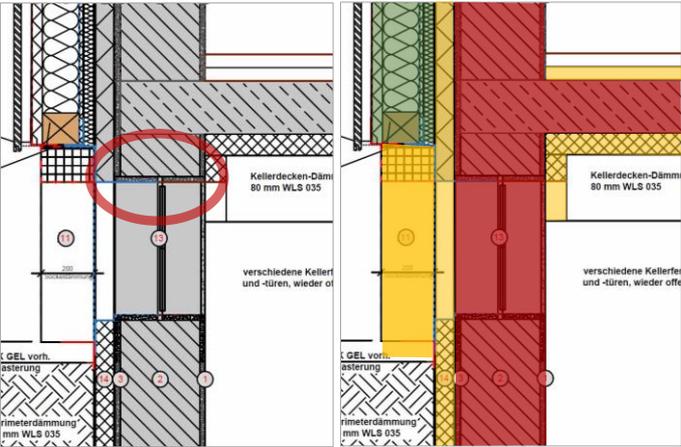
- Grundstücksausnutzung durch Nachverdichtung
- Erhöhung der Kompaktheit des Gebäudes mit der Folge eines günstigeren spezifischen Energiebedarfs
- Entfall von Wärmebrücken und Kosten für Dämmung der obersten Decke und des Treppenhauskopfes
- Hohe Wirtschaftlichkeit

## Nachteile

- Aufwändige Planung inkl. Bauantrag
- Folgekosten wie Stellplatzanforderungen etc.
- Ggf. Änderung der Brandschutzanforderungen
- Belastung für die Mieter während der Bauphase



# Kellerdecke Variante 1 – Erlangen BA 1



Kellerdeckendämmung:  
- Schwachpunkt bei nicht ausreichender Kellerhöhe

Dämmschürze  
- entlang der Außenwände zur Reduktion der Wärmebrücke

Schwachpunkt KG-Fenster  
- Wärmebrücke im Sturzbereich

SERIELL

--



Sockeldämmung bis knapp über Gelände



Alternative:  
- Schließen des Fensters mit durchlaufender Dämmung  
- Lüftung über feuchtegeregelte Abluftanlage (geringer Luftwechsel)



Kellerdeckendämmung & Dämmschürzen

# Wärmebrücken GEWOBAU Erlangen BA1

SERIELL

++

Treppenhauskopf:

- Traufbereich
- Dach zur Decke ü. TH
- Außenkanten TH-Kopf
- Übergang zur obersten Geschossdecke

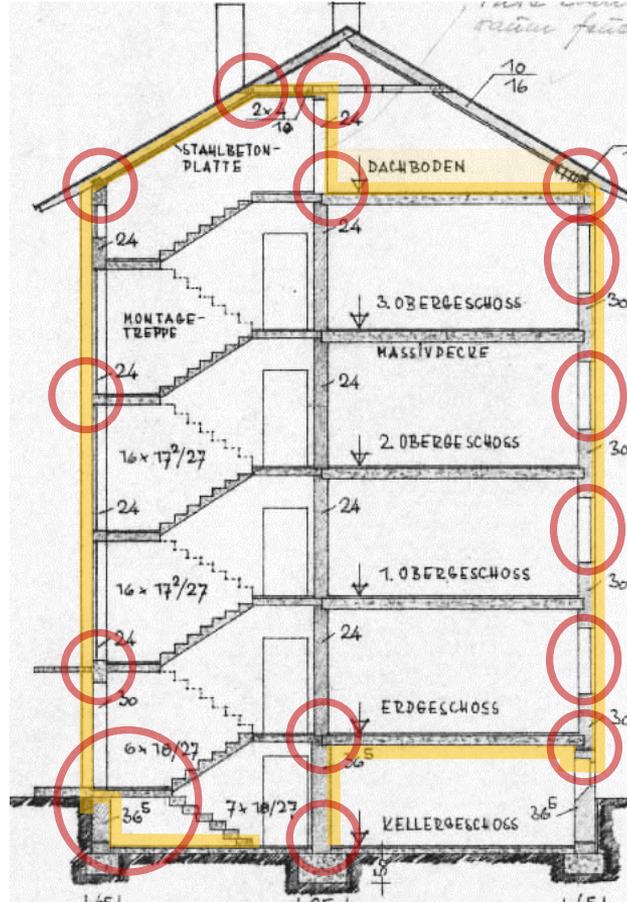
Stöße & Auflager der Fassadenelemente

Eingangstür

- oben, seitlich, unten
- Vordach

Treppenhaus im Keller

- Außenwand
- Wände zum Keller
- Boden



Wärmebrücken der

- Gebäudetrennwände
- Giebelwände

Traufe

Fenster:

- oben (mit/ohne Rollläden)
- seitlich
- unten / Brüstung

Sockelausbildung  
(mit/ohne Kellerfenster)

Kellerwände zur KG-Decke  
und Wänden im EG

Treppenhauswände

# Luft- und Winddichtheit GEWOBAU Erlangen BA1

SERIELL

++

## Treppenhauskopf:

- Anschlüsse Wand- zur Deckendämmung
- Dachfläche/Anschlüsse
- Traufe
- Dachbodentüren

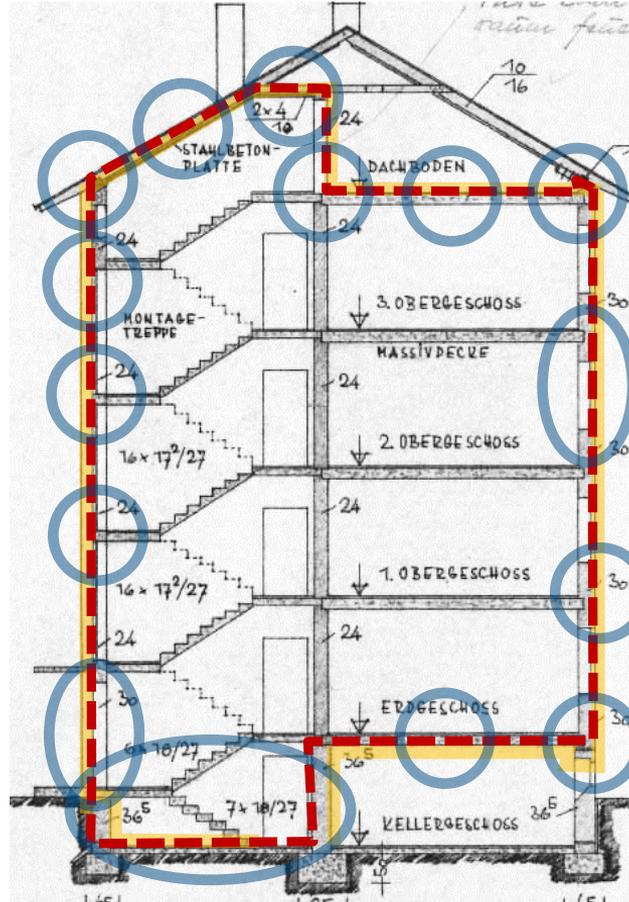
## Stöße & Auflager der Fassadenelemente

## Eingangstür

- oben, seitlich, unten
- Vordach

## Treppenhaus im Keller

- Außenwand
- Wände zum Keller
- Türen zu den Kellern



- Dachbodendämmung
- Durchbrüche beachten

## Traufe

## Fenster:

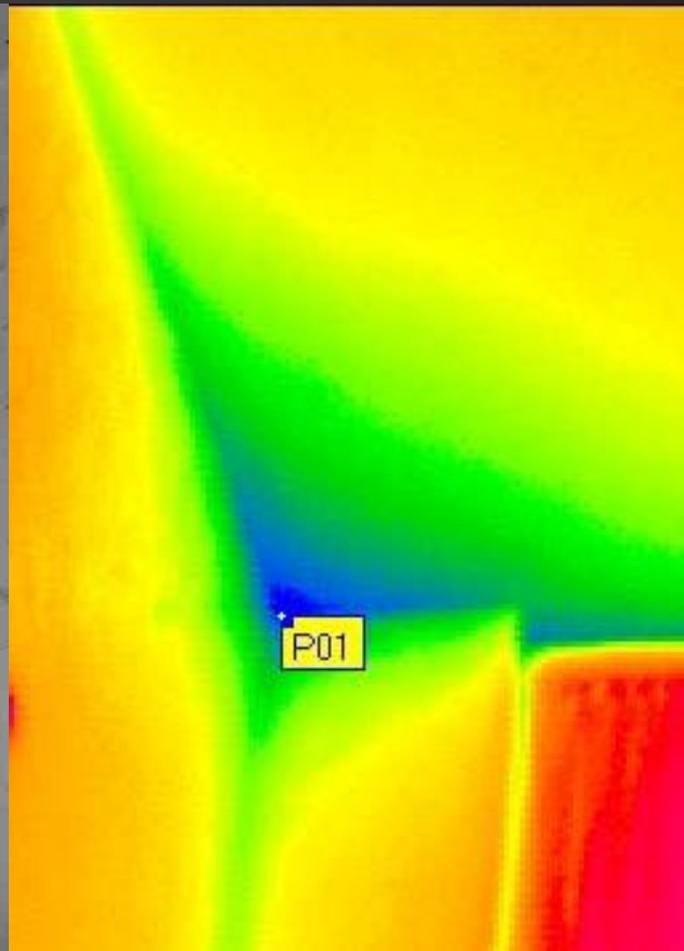
- Fensterdichtungen
- Glasleisten/Verglasung
- oben, seitlich, unten
- Abdichtung innen zu Mauerwerk & Laibung

- Fassadenelemente:  
Winddichtheit

## Sockelanschluss

- DG-Decke, z. B. bei Durchbrüchen

Kulturen...



# Gebäudetechnik – Lüftung: Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung



Bereiche mit Gipskarton-Bekleidung

Verteilung vor allem im Bad; Lüftungsmontage 2 Personen 0,5 -1 Tag

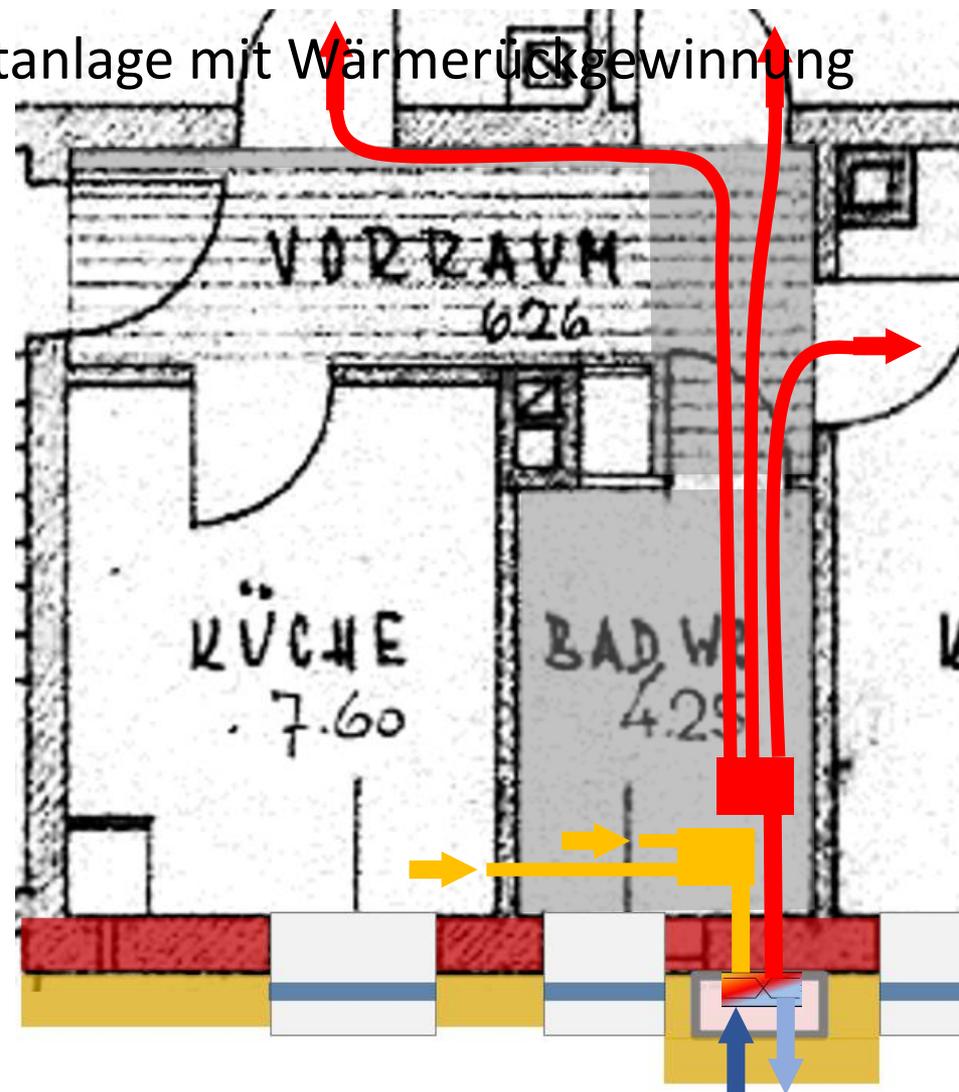
Schnelle Montage durch Vorkonfiguration der Materialien

Zuluftleitungen mit 6-8 cm Durchmesser

Zuluft-Verteiler inkl. Schalldämpfer

Abluft-Verteiler mit Leitungen zu Bad/Küche

Lüftungsgerät im Versorgungsstrang



# Gebäudetechnik – Lüftung: Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung



Verteilung  
Heizung, Warmwasser,  
Abwasser und Lüftung  
im Bad



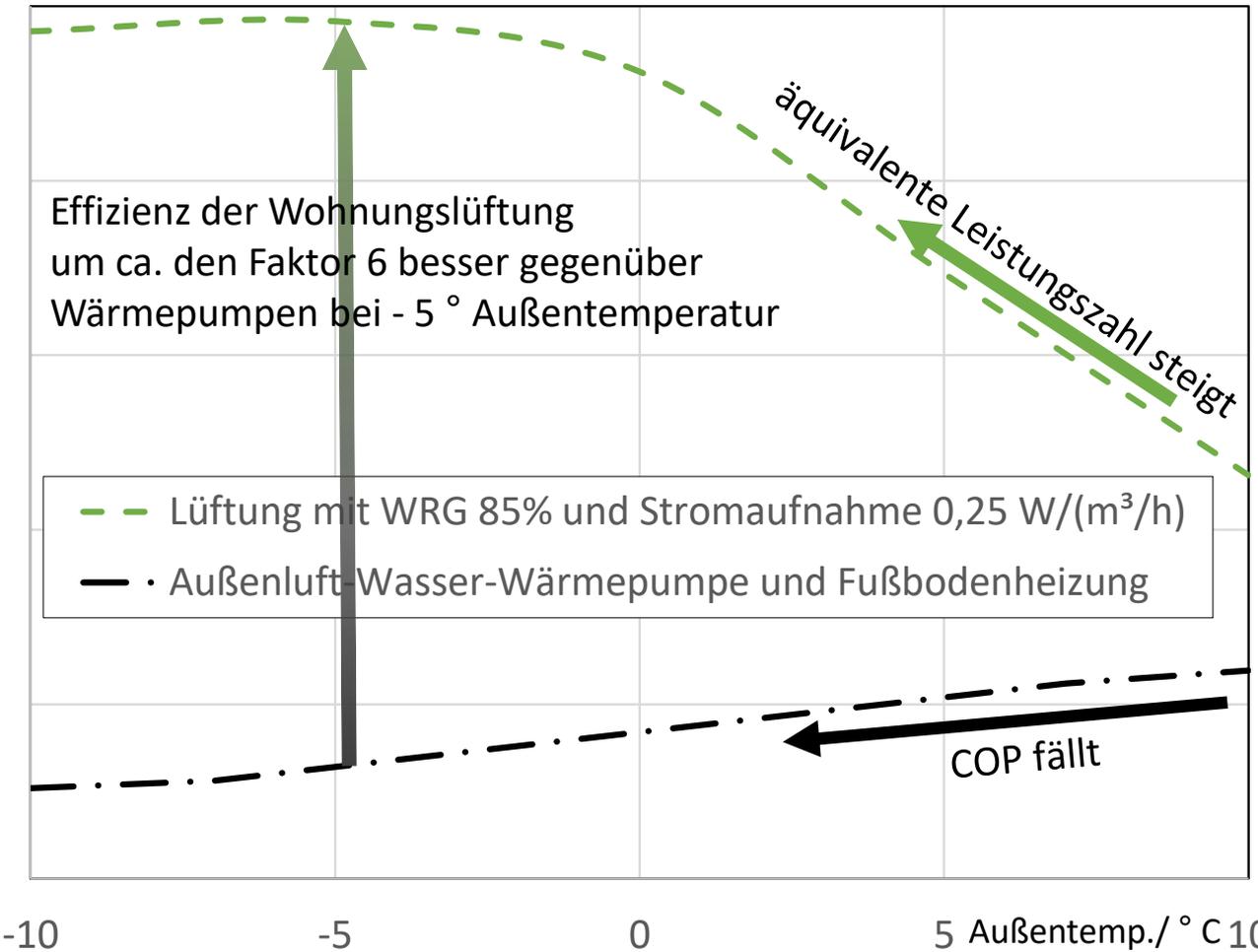
# Vergleich äquivalenter Leistungszahlen: Wärmerückgewinnung vs. Wärmepumpen

Heizlast sinkt  
um 30 – 50 %

Kosteneinsparung  
Wärmepumpe  
25 – 40 %

Wärmebereitstellung  
 $\text{kWh}_{\text{Wärme}} \text{ pro } \text{kWh}_{\text{Strom}}$

COP bzw. äquivalente Leistungszahl,



— — Lüftung mit WRG 85% und Stromaufnahme 0,25 W/(m³/h)

- · - Außenluft-Wasser-Wärmepumpe und Fußbodenheizung

Quelle: Thomas Hartmann (ITG), Jürgen Leppig (GIH), Burkhard Schulze Darup: Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung als nachhaltige Schlüsseltechnologie zur Erreichung der Klimaziele. – Dresden 2022

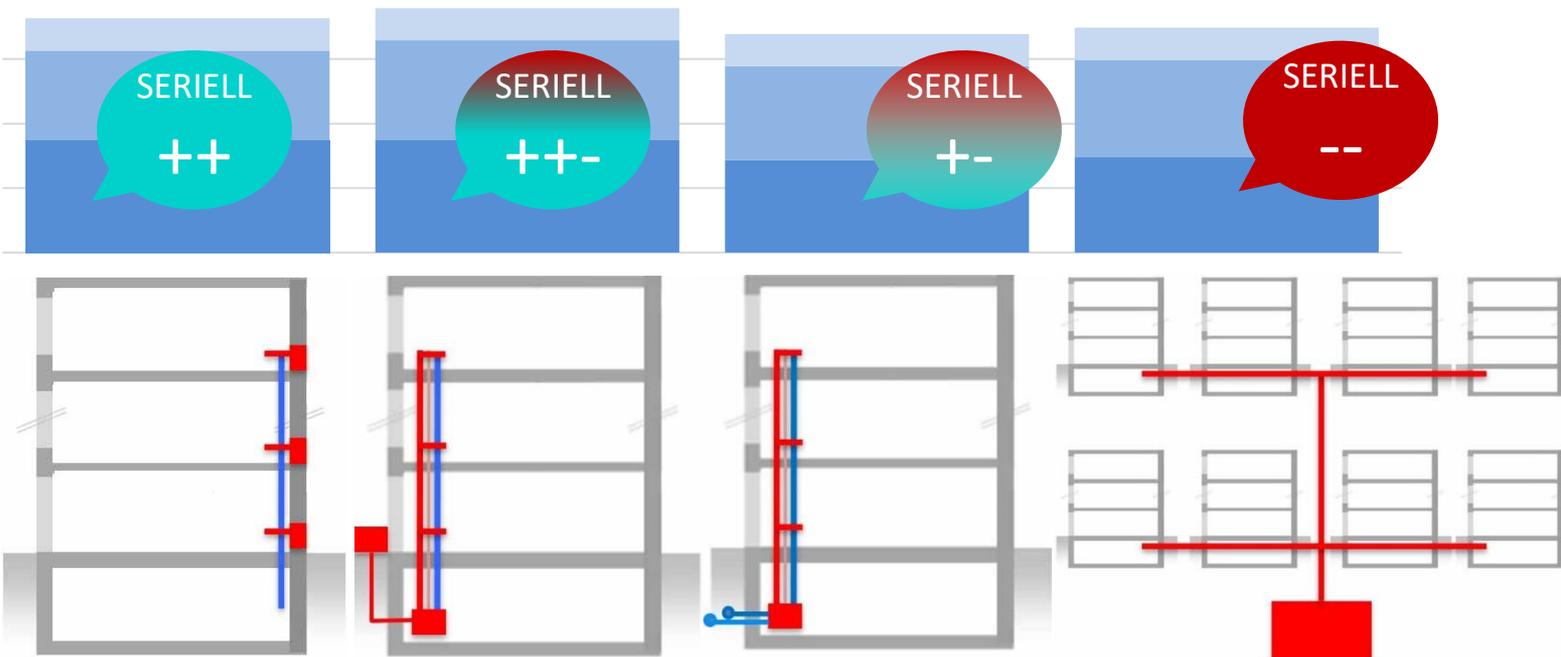
# Heizung: Versorgungsoptionen von dezentral bis zentral

	Dezentrale WäPu pro Wohnung/Raum	Luft-Wasser-WäPu pro Gebäude	Kalte Nahwärme WäPu pro Gebäude	Nahwärme mit WP quartiers-zentral
Umweltwärme aus:	Außenluft	Außenluft	Erdwärme	Erdwärme
Jahresarbeitszahl Heizen	3,10	3,30	4,00	4,20
Anlagenaufwand Verteilsystem	1,08	1,15	1,15	1,25
Jahresarbeitszahl WW-Bereitung	2,80	3,00	3,20	3,40
Anlagenaufw. Verteil./Speicher	1,30	1,55	1,55	1,70
Hilfsenergie Lüftung (kWh/m <sup>2</sup> a)	2,50	2,50	2,50	2,50

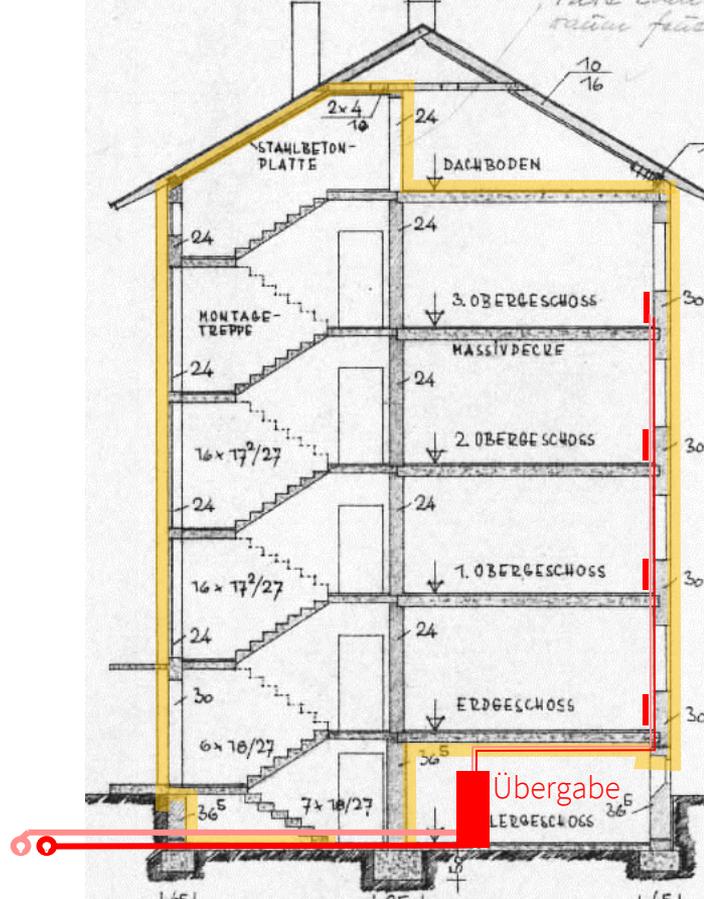
Endenergiebedarf  
kWh/(m<sup>2</sup>a)

- Heizen
- WW
- Lüftung

20  
15  
10  
5  
0



# Heizung: Fernwärme



Fernwärme gilt als einfache Lösung, weil die Wärmebereitstellung extern organisiert und finanziert wird bis zur Übergabestation

Vorteile:

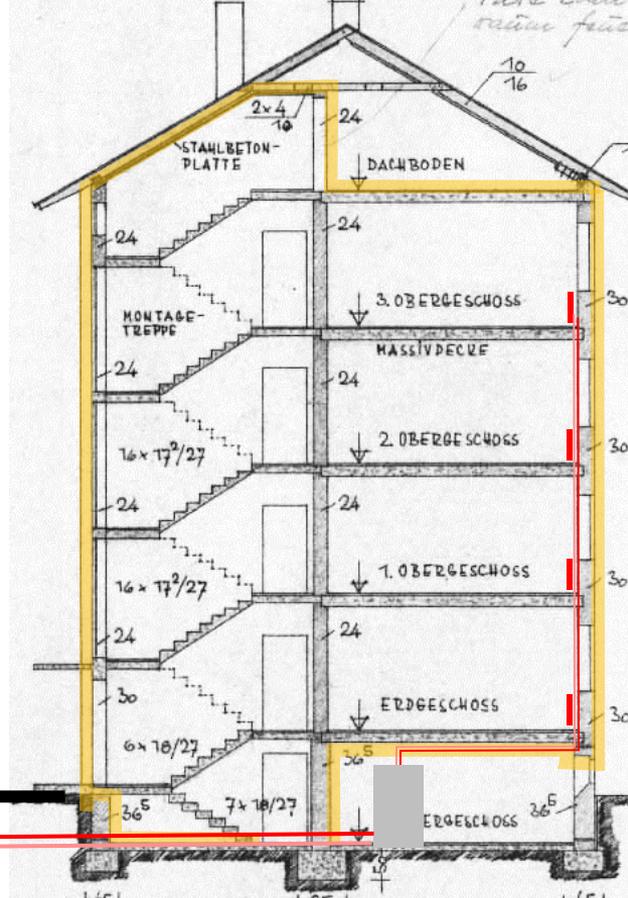
- Geringere Investitionskosten
- „Klimaneutralität“ ist Problemstellung des Lieferanten
- Investitionskosten werden auf die Betriebskosten verlagert

Nachteile:

- Höhere Betriebskosten
- Keine Synergien zu PV-Erträgen (PV-Strom kann nicht für den Wärmebereich genutzt werden)
- Ggf. Abhängigkeit vom Versorger



# Heizung: Nahwärme mit Heizzentrale



Eine Heizzentrale versorgt ein Quartier oder Ensemble.

Vorteile:

- Zentrale Technik
- Geringer Wartungsaufwand
- Keine (oder wenig) Technik in den Wohnungen und KG der Gebäude
- Keine Schallemissionen

Nachteile:

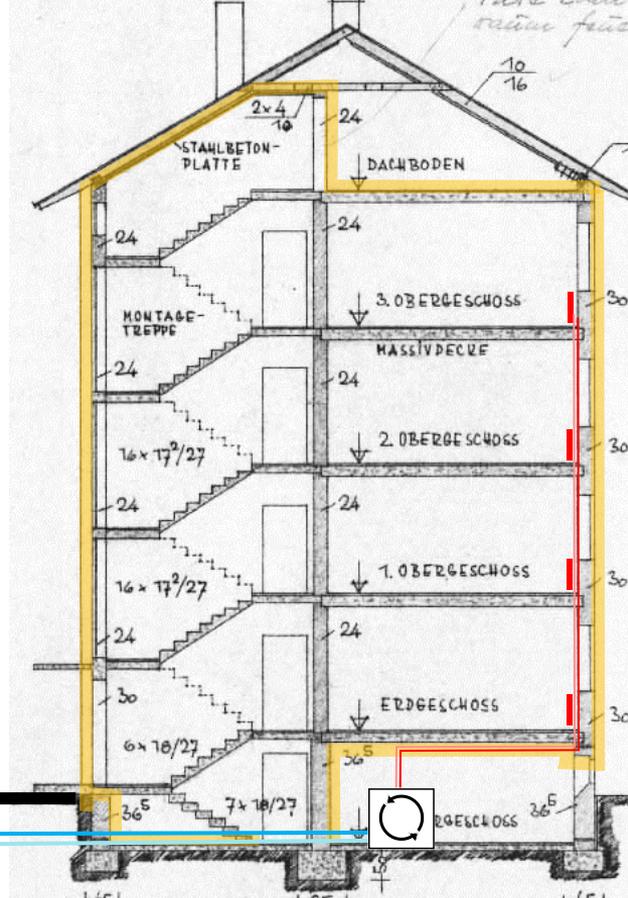
- Teures Verteilsystem
- Anlagenverluste
- Hohe Kosten für das Verteilsystem

Primärkreis

- Bohrsonden
- Grundwasser
- Flächenabsorber
- Bohrpfähle
- Luft...



# Heizung: Kalte Nahwärme mit gebäudezentralen Wärmepumpen



Der Wärmepumpen-Primärkreis wird zentral vorgehalten und versorgt das Quartier bzw. Gebäudeensemble

Vorteile:

- Primärkreis zentral organisiert
- Geringe Verteilverluste
- Keine Schallemissionen

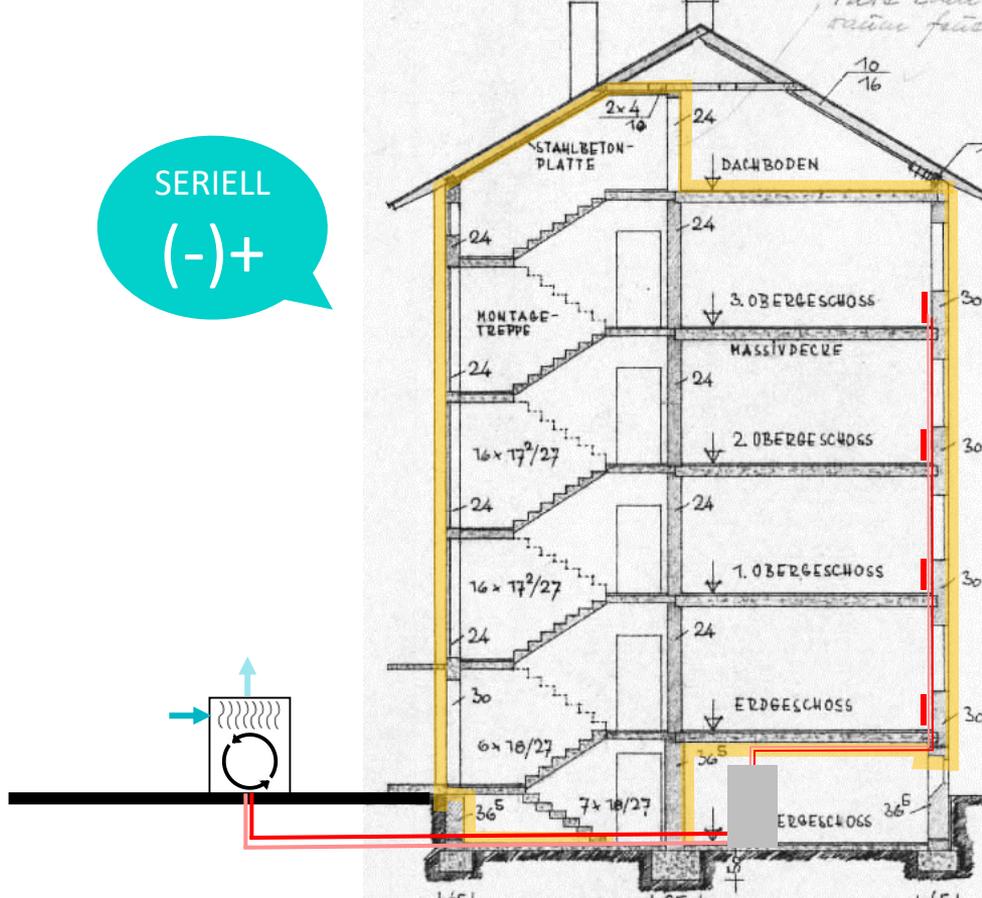
Nachteile:

- Betriebskosten für Umweltwärme
- Wichtig: Langfristige Vereinbarung, damit nach Ablauf der Abschreibung keine erhöhten Folgekosten anfallen

Primärkreis kalte Nahwärme / Quellen:

- Bohrsonden
- Grundwasser
- Flächenabsorber
- Abwärme ...

# Heizung: Gebäudezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpen



Eine Luft-Wasser-Wärmepumpe (oder Kaskade) versorgt jeweils eine Einheit mit Wärme.

Vorteile:

- Luft-Wasser-Wärmepumpen können sehr gute Jahresarbeitszahlen über 5,0 erzielen.
- Einfache Technik
- Eher kostengünstig

Nachteile:

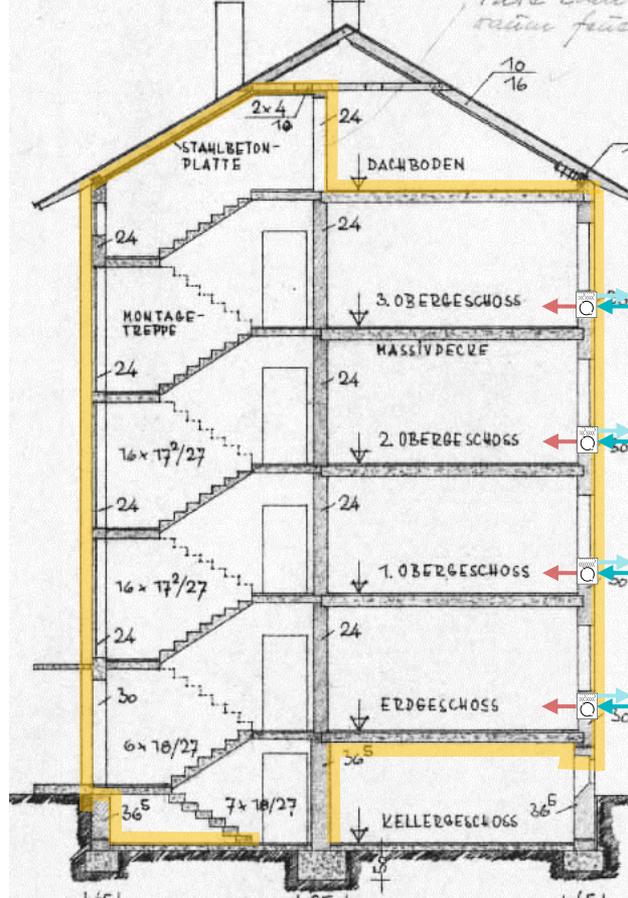
- Anlagen mit geringen Schallemissionen auswählen
- Standortwahl ausschlaggebend

# Heizung: Luft-Luft-Wärmepumpen

SERIELL

+++

Gestaltung  
???



Luft-Luft-Wärmepumpen können dezentral pro Wohnung installiert werden. Ein Aggregat versorgt jeweils ein bis drei Innengeräte. Alternativ ist partiell Luft-Wasser-Betrieb über das bestehende Heizsystem möglich.

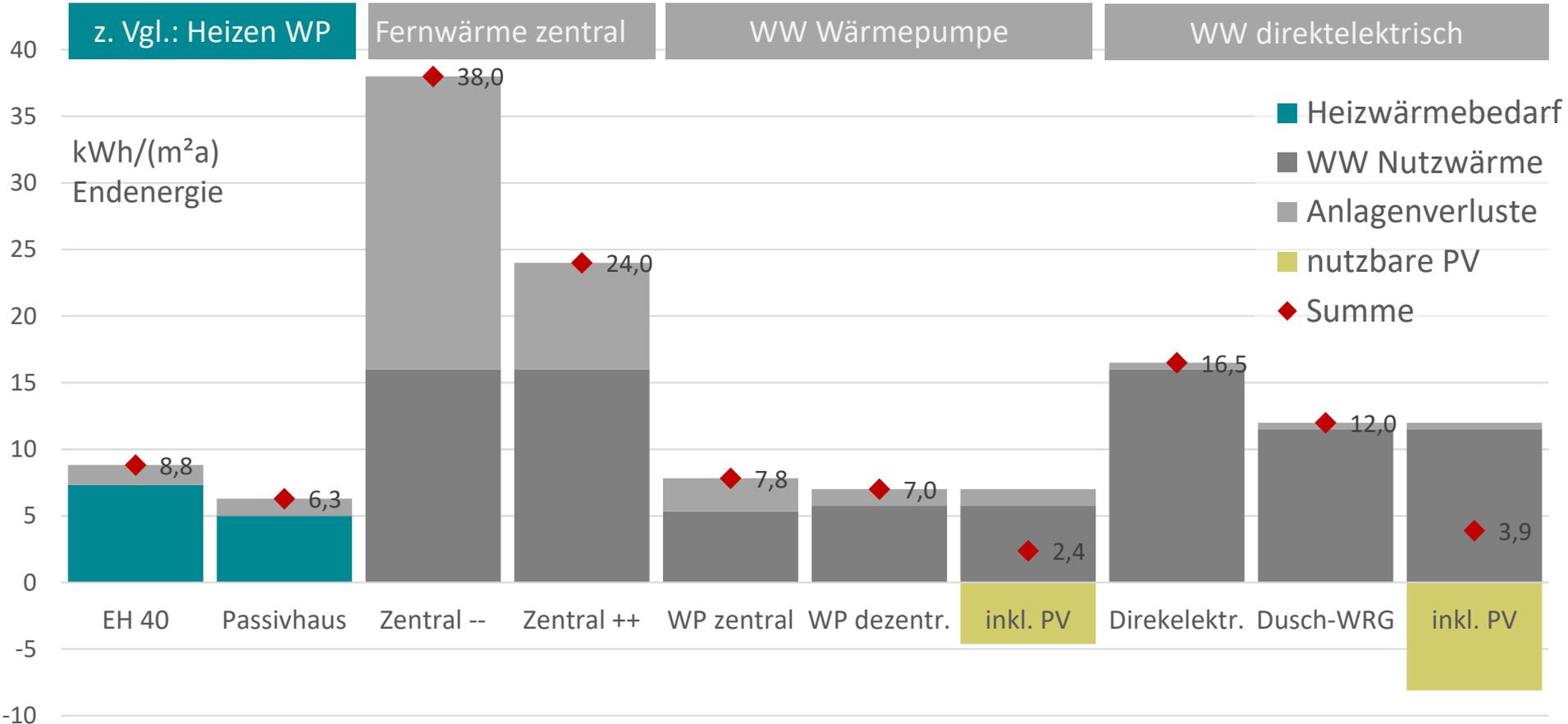
Vorteile:

- Sehr schnelle Montage innerhalb eines Tages pro Wohnung möglich
- Sehr kostengünstig (Inv. & Betrieb)
- Direkte Abrechnung pro Wohneinheit
- Kühlung im Sommer

Nachteile:

- Außengeräte: gestalterische Herausforderung
- Verteilleitungen in der Wohnung
- Geringe Schallemission in den Räumen durch den Ventilator

# Warmwasserbereitung – Endenergiebedarf verschiedener Systemlösungen

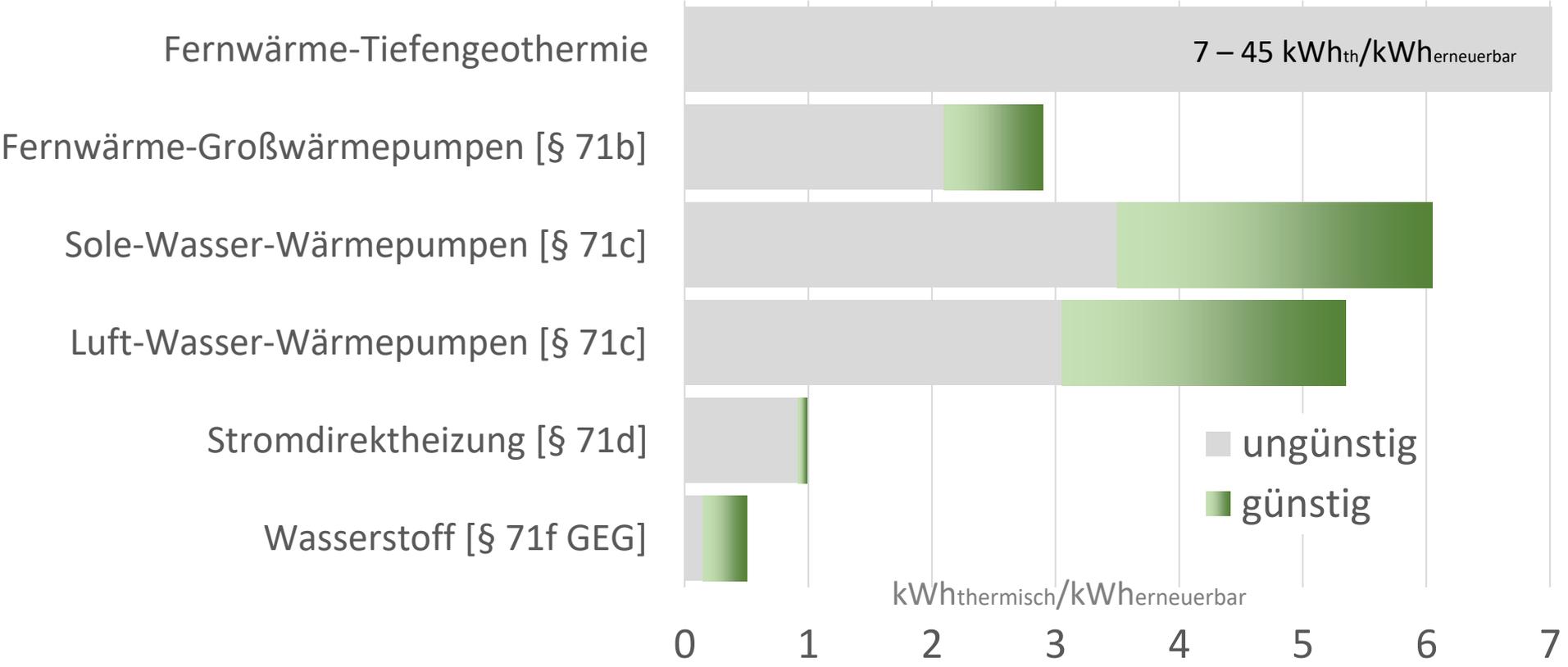


# Flächenkonkurrenzen: Beispiel Solargründach (Beispiele: Optigrün)



Quelle: Info Fa. Optigrün / <https://www.optigruen.de/referenzen/solargruendach>

# Wärmeertrag pro kWh erneuerbarer Energie

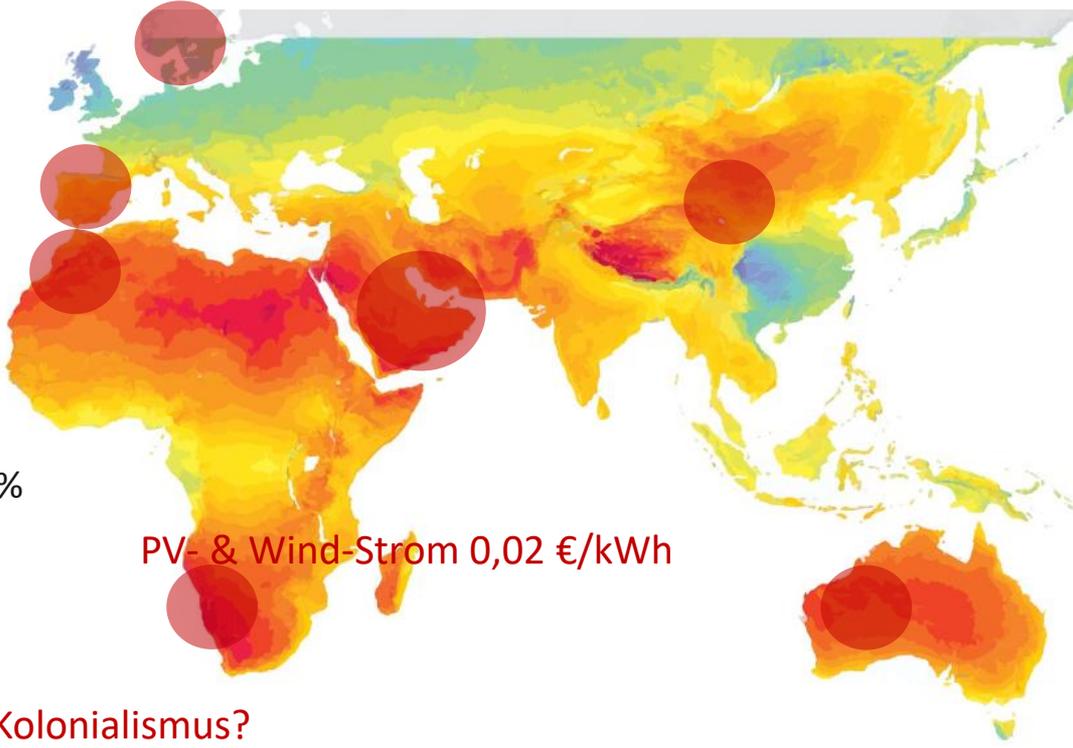


# Ist Wasserstoff die Lösung?

Molekulare Masse:  
Wasserstoff 2  
Methan 16 (1/8 des Volumens)

Elektrolyse:  
1 kg H<sub>2</sub> benötigt 9 kg Wasser  
Verluste der Elektrolyse: 40 %  
Verflüssigung: Verluste 45 %  
Transport: Verluste 10-30 %  
Rückverstromung: Verluste ≥ 37 %  
Summe der Verluste: 80-85 %

nicht erfasster Bereich



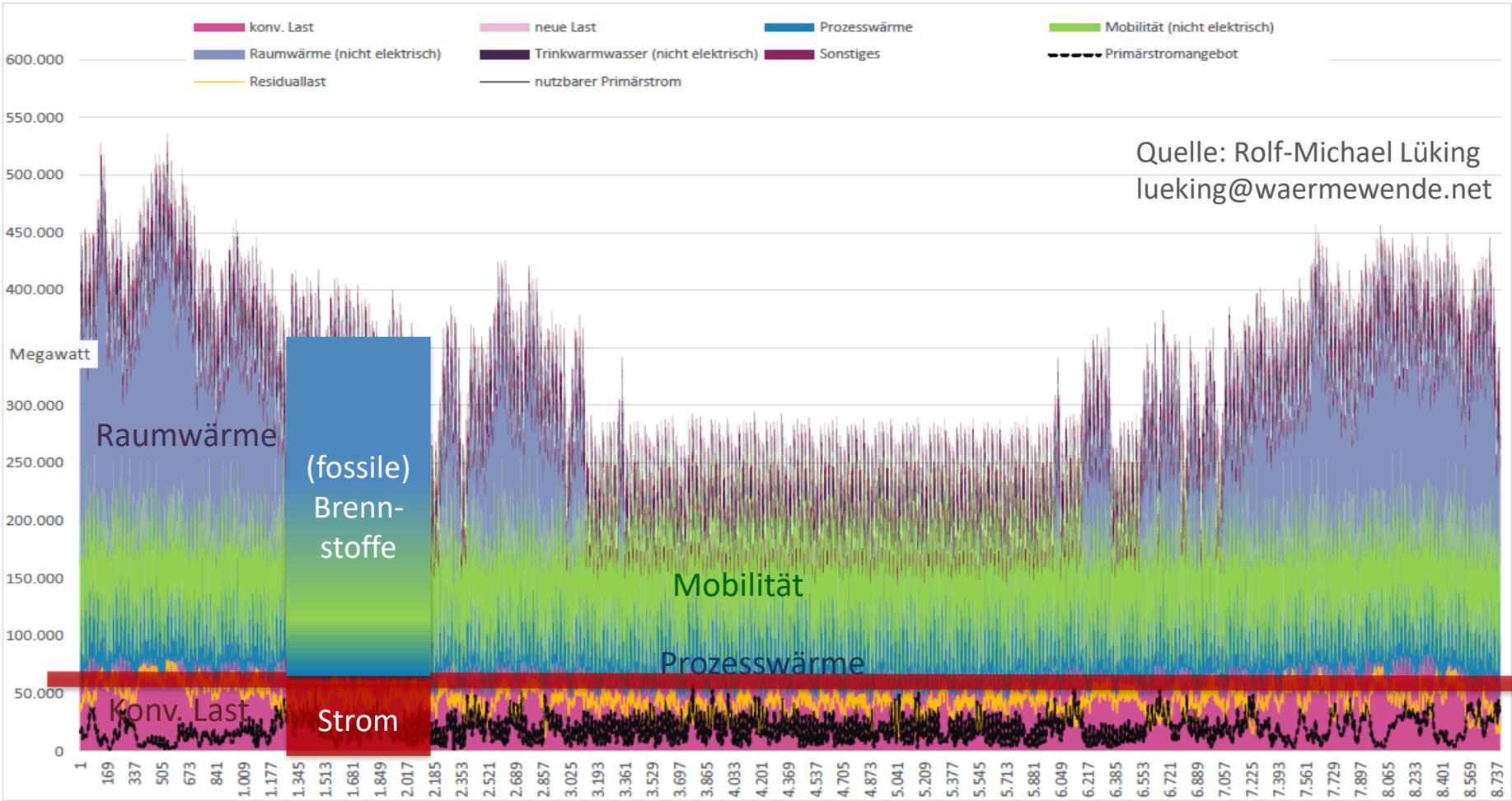
PV- & Wind-Strom 0,02 €/kWh

Neuer Energie-Kolonialismus?  
...oder Abhängigkeiten?

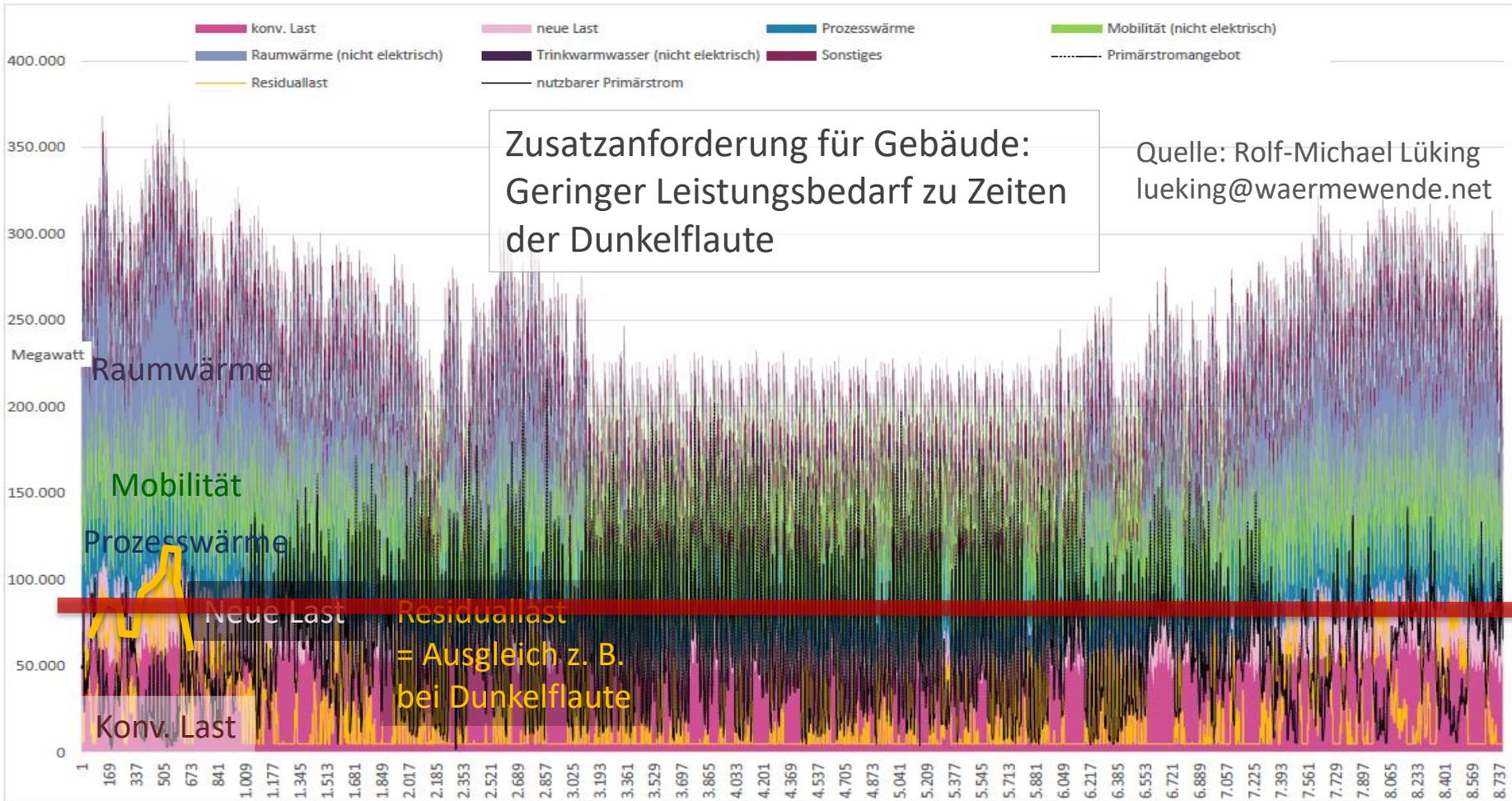


Quelle: nach [www.globalsolaratlas.info](http://www.globalsolaratlas.info)

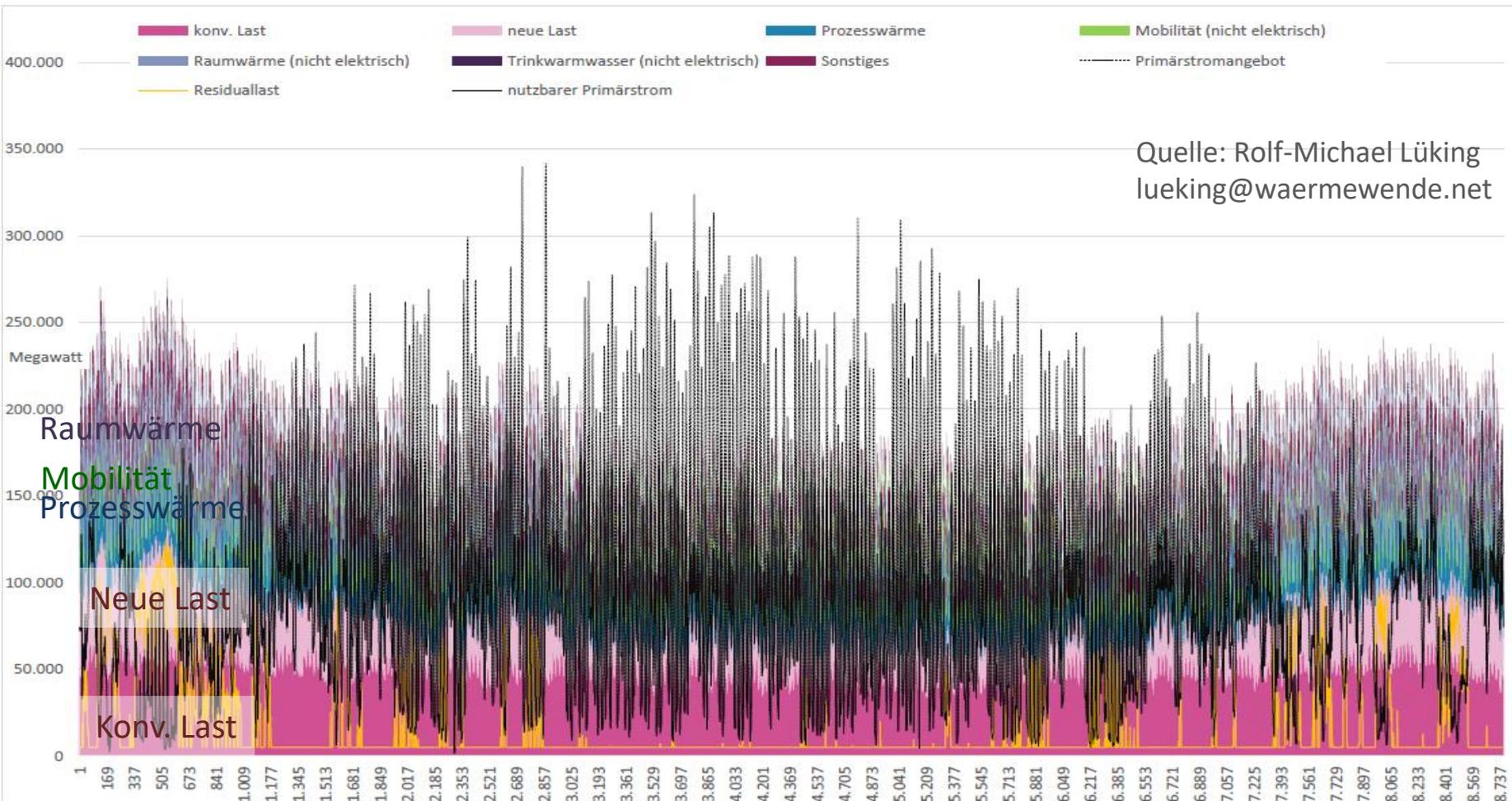
# Energieversorgungs-Lastgang BRD 2017



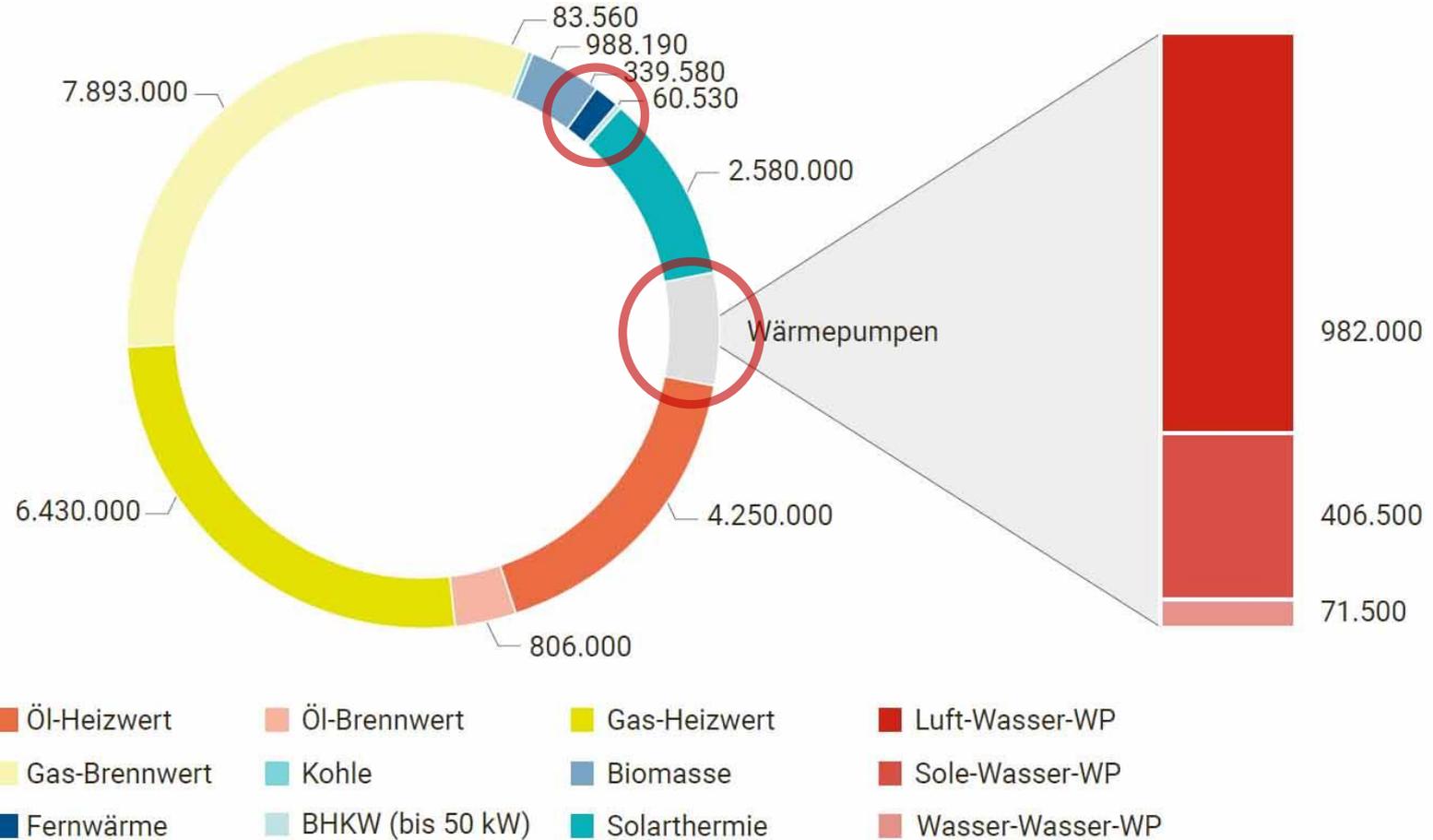
# Energieversorgungs-Lastgang BRD 2033



# Energieversorgungs-Lastgang BRD 2045

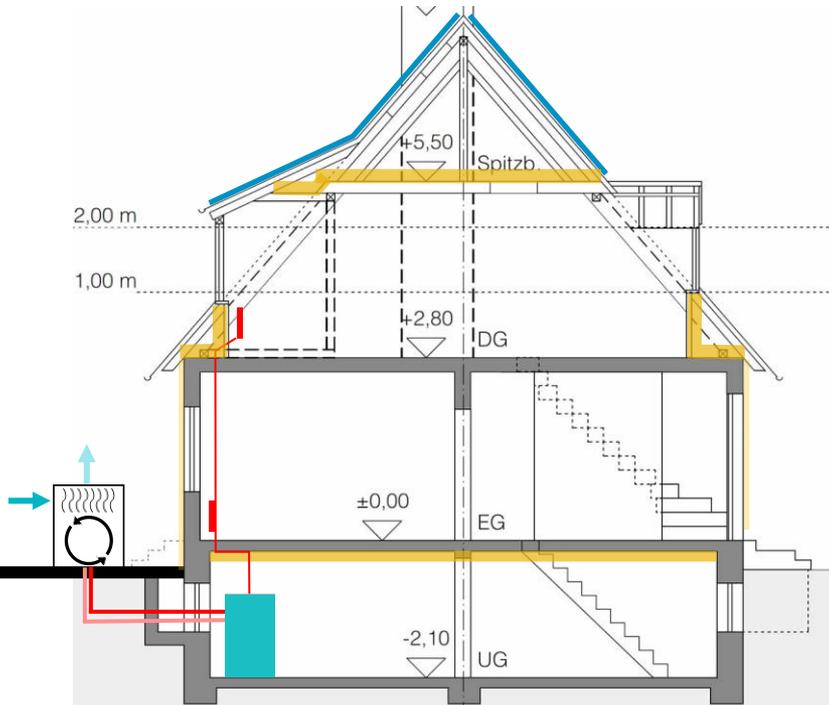


# Installierte Wärmeerzeuger (BRD) – Breitenwirkung...



# Serielle EFH-Sanierung light

– Wie senke ich die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 70 – 85 %?



- Gebäudehülle :  
Low-hanging-fruit (30 % Energieeinsparung durch die Maßnahmen):
  - Dachboden
  - Drempe
  - KG-Decke
  - Luftdichtheit, ...
- Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Optimierung Heizverteilung
- Photovoltaik (Opt. Genossenschaft)

Planung, Materialeinkauf, Qualitätssicherung:  
via Genossenschaft

Kostenziel Wärmepumpe inkl. Einbau: 16.000 €

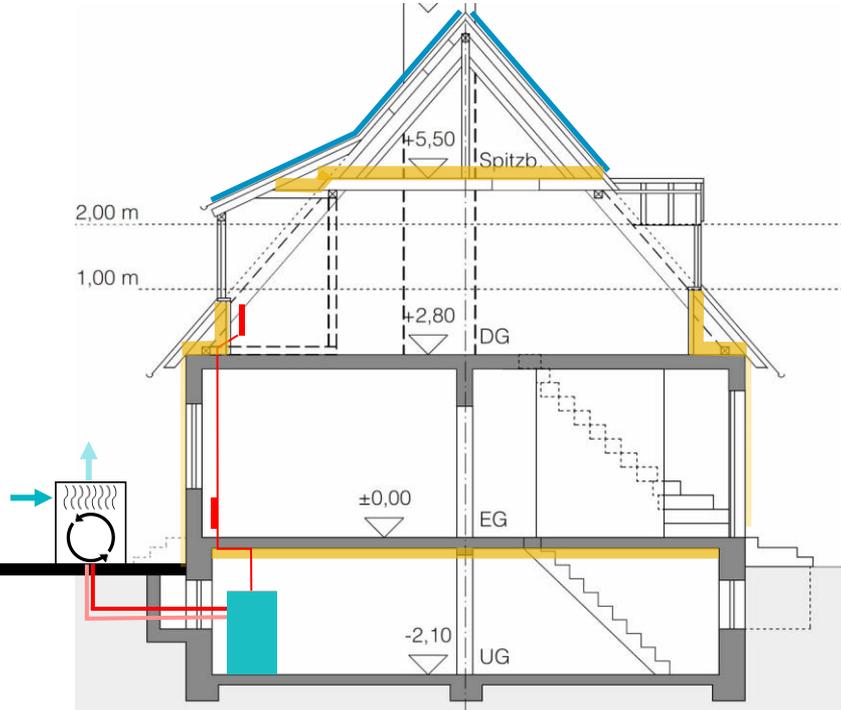
Kostenziel Gebäudehülle: 7.000 €

PV-Anlage 5 kWp

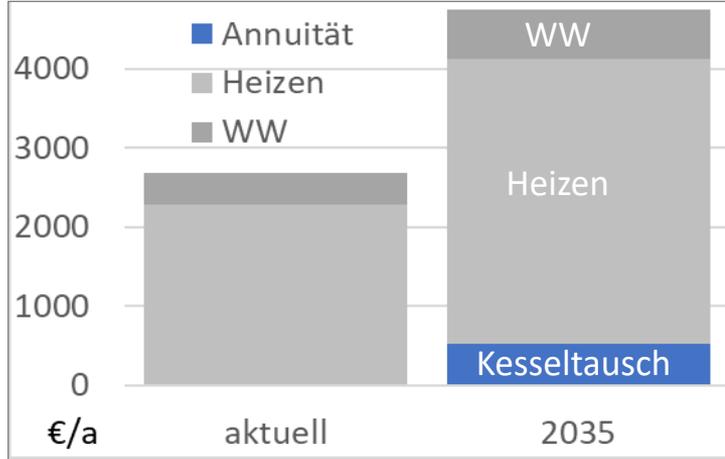
# Serielle EFH-Sanierung light

— Wie senke ich die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 70 – 85 %?

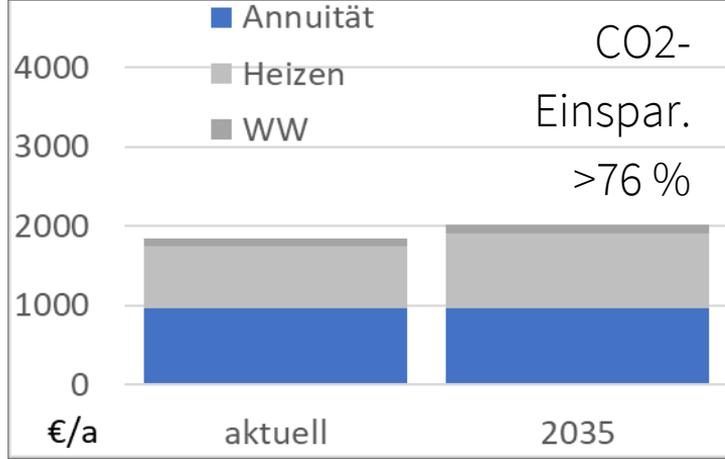
Einfamilienhaus  
 130 m<sup>2</sup> Wohnfläche  
 Heizwärmebedarf:  
 120 kWh/(m<sup>2</sup>a)



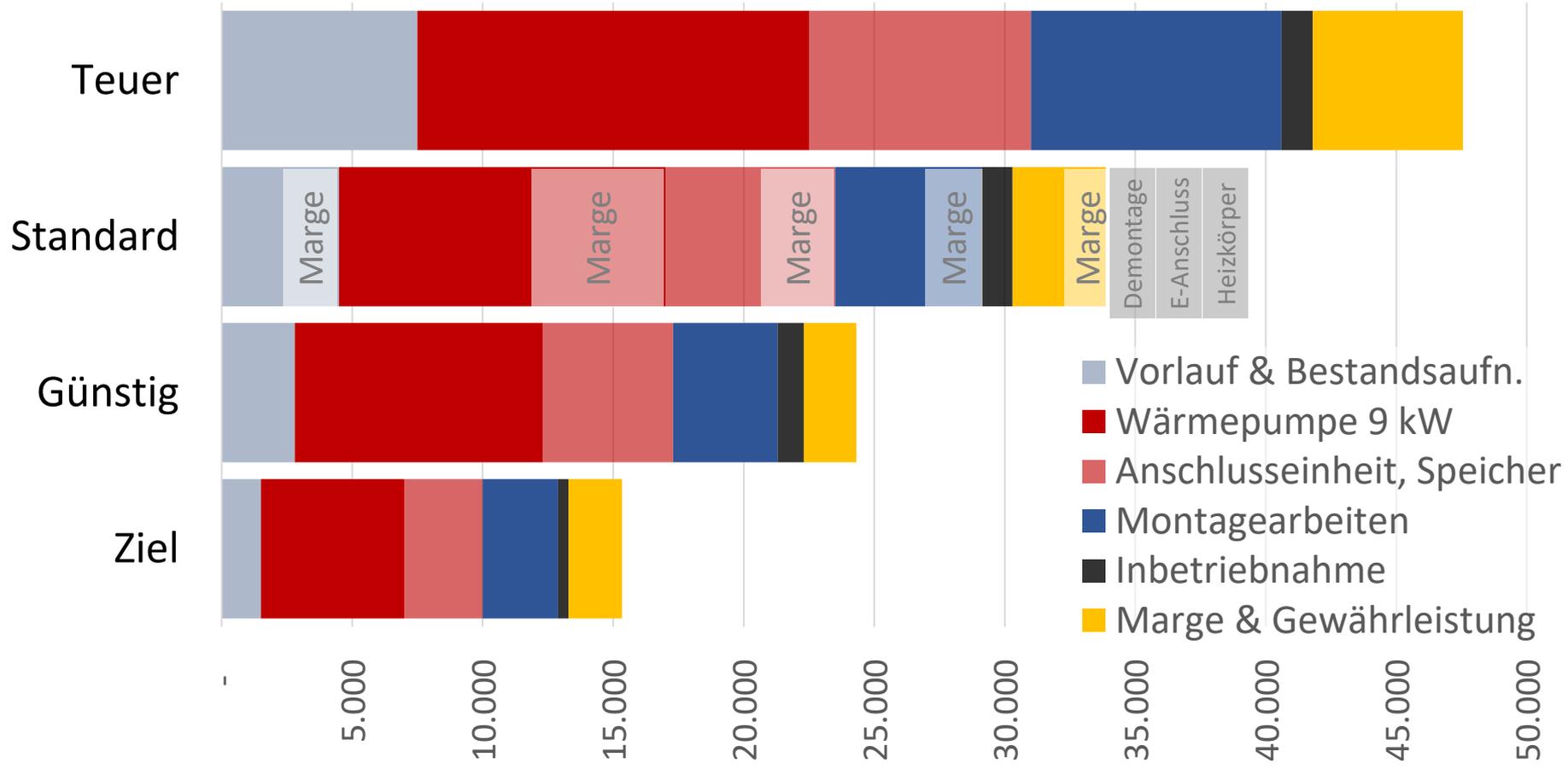
## Weiter mit Gas ohne Sanierung



## Nach serieller Sanierung light

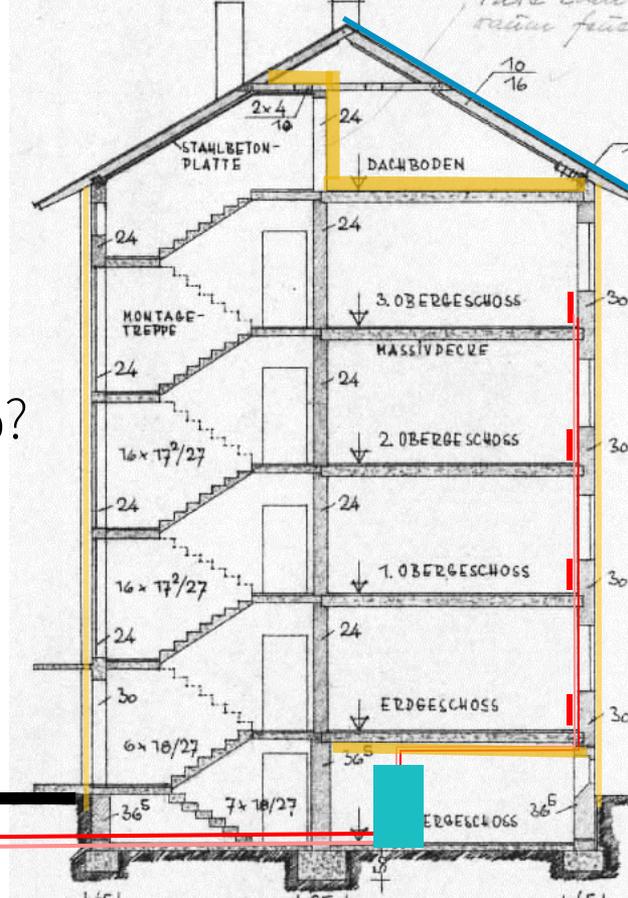
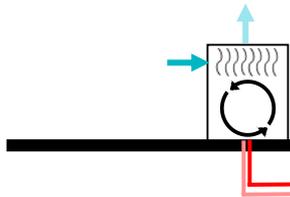


# Wärmepumpenpreise EFH 9 kW (Liefern und Installation inkl. MWSt.)



# Serielle Sanierung light (BA 1: bald / BA 2: Gebäudehülle in 15-20 Jahren)

- Die Gebäudehülle ist energetisch mittelmäßig
- Die Komponenten sind noch o. k. (Restnutzungsdauer 15-20 Jahre)
  
- Wie senke ich die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 70 – 85 %?

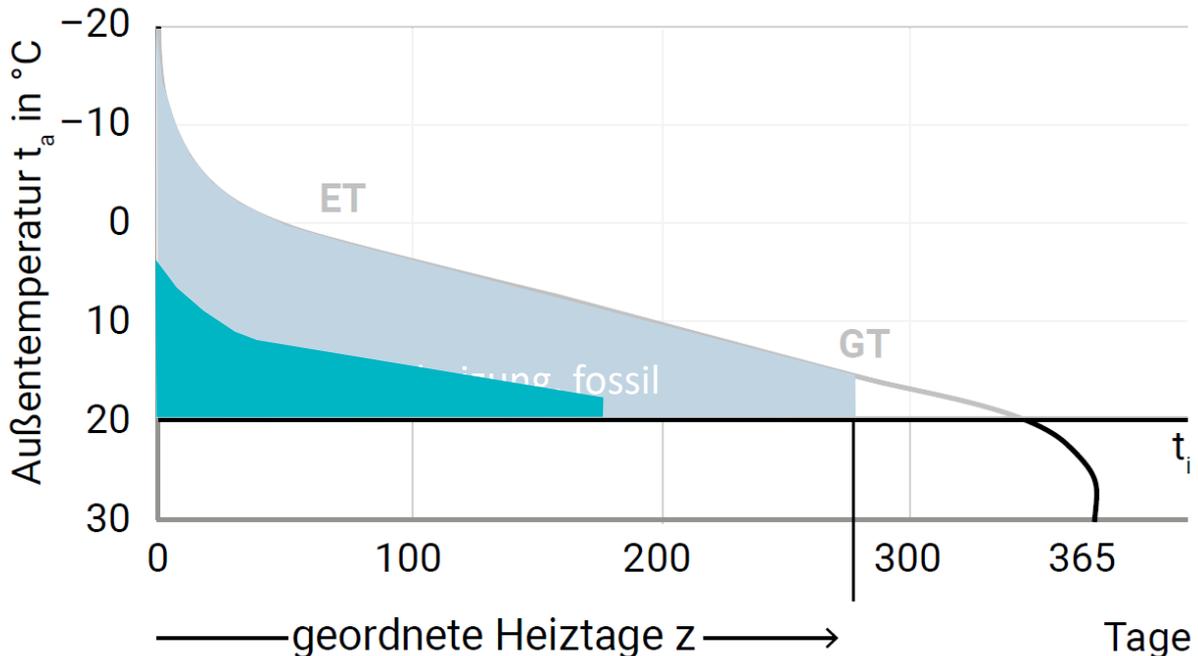


## 1. Bauabschnitt

- Gebäudehülle: Low-hanging-fruits (Luftdichtheit, ..., Dach/KG-Dämmung)
- Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Optimierung Heizverteilung
- Photovoltaik (Mieterstrom)

Opt. Planung & gemeinsamer Einkauf: ./ 50 %

# Serielle Sanierung light (BA 1: bald / BA 2: Gebäudehülle in 15-20 Jahren)



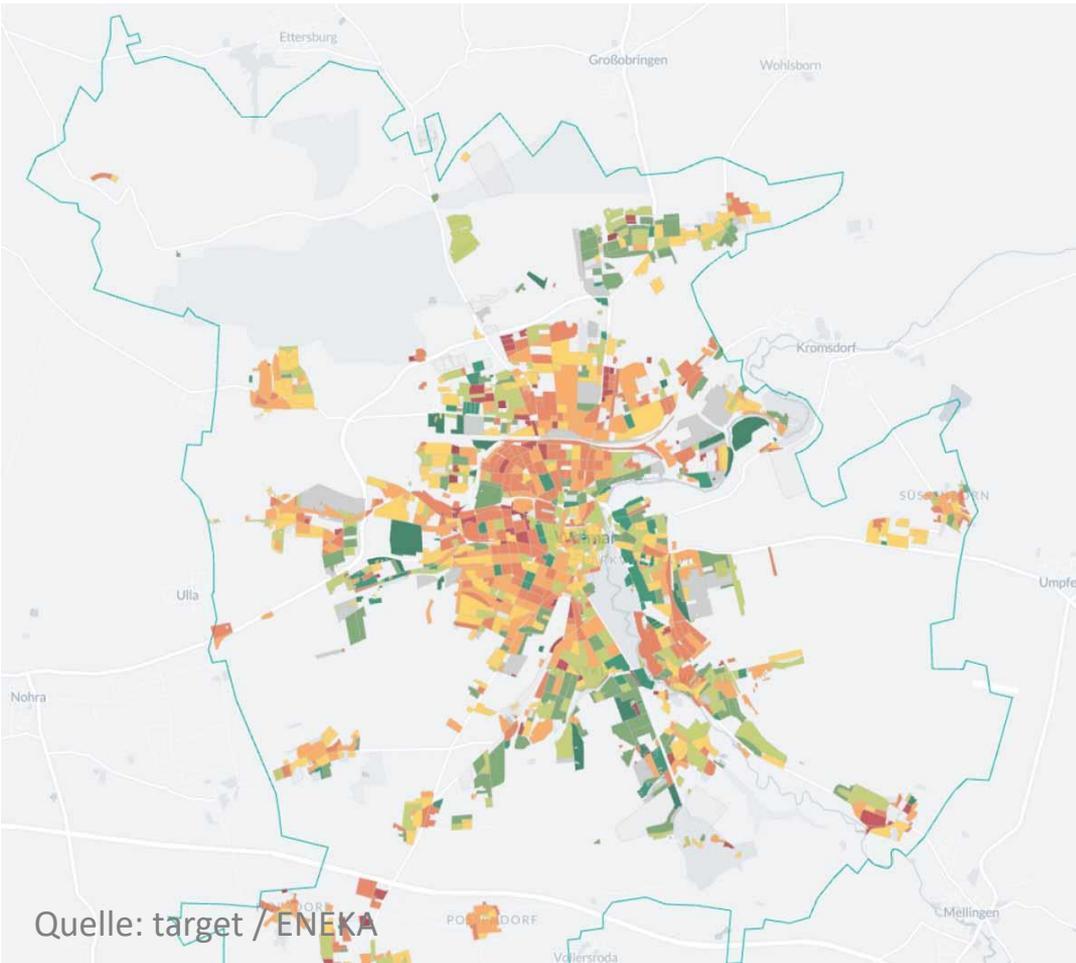
Bestand:  
Gasheizung fossil

Bauabschnitt 1:  
Hybrid: **Wärmepumpe** und  
**Gas-Spitzenlastkessel**

Bauabschnitt 2:  
Modernisierung EH 55  
Wärmepumpe monovalent

Quelle/zugrunde liegendes Diagramm: dena, Praxisleitfaden für Wärmepumpen, 2024; Bearbeitung: Schulze Darup

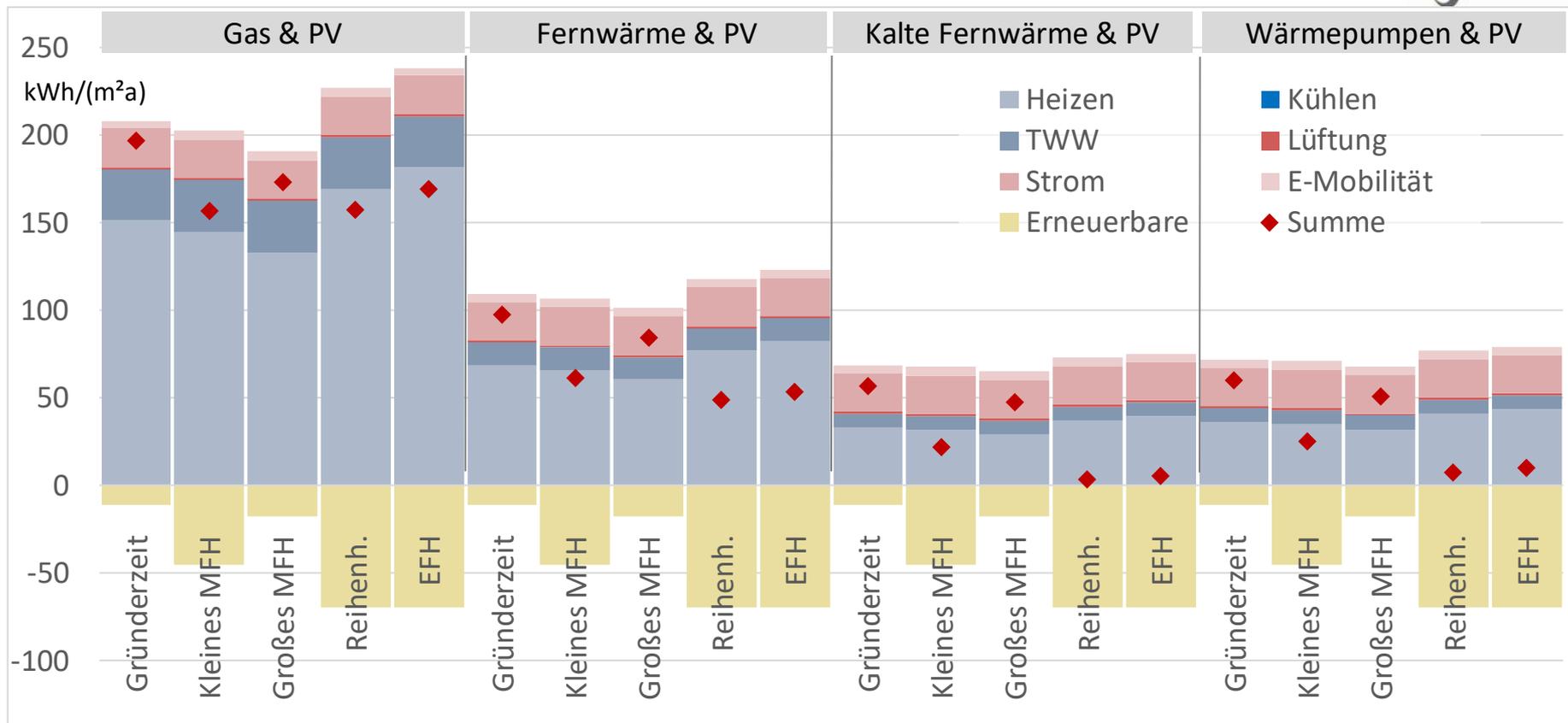
# Wärmeplanung ...



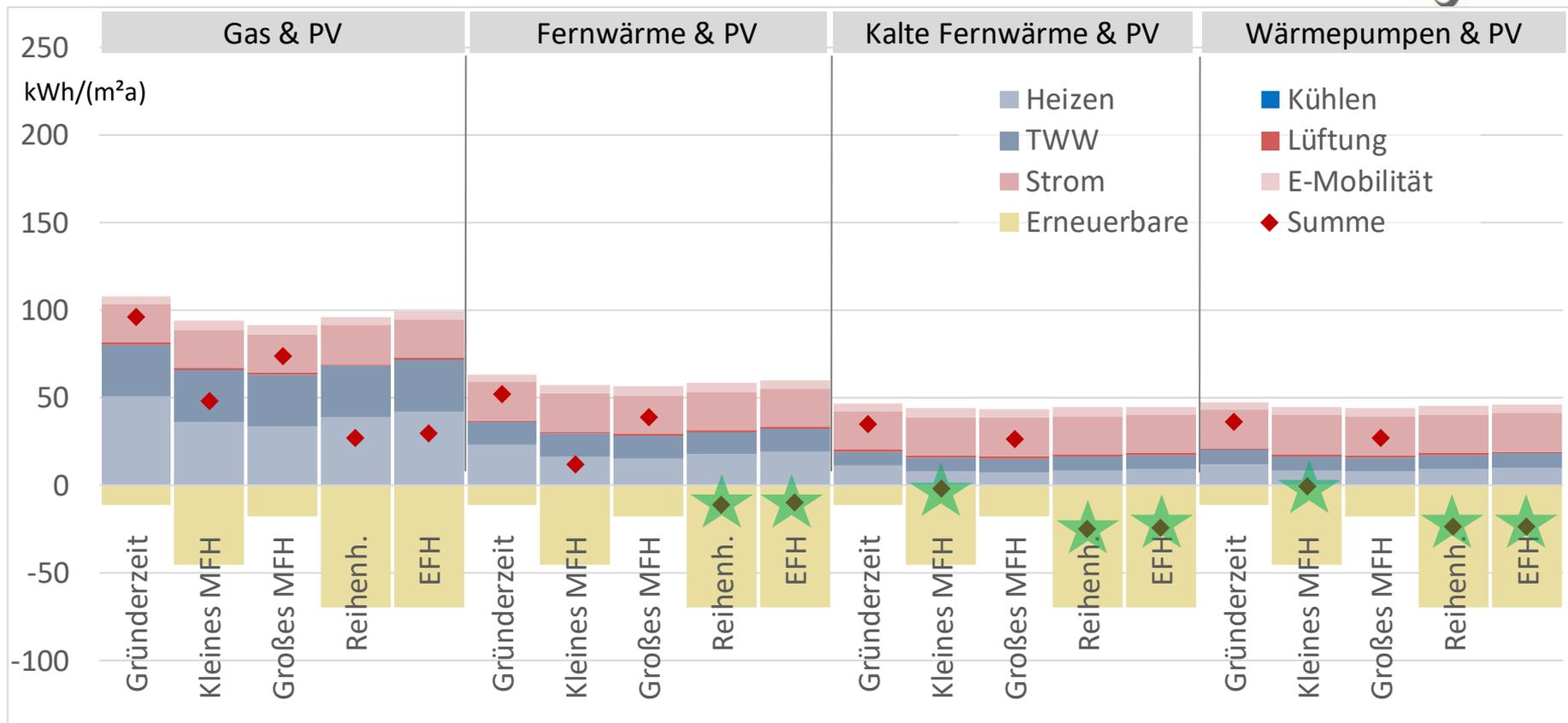
... basiert auf  
(der Addition von)  
Quartieren ...

... die allesamt ganz  
bald hoch effizient  
seriell saniert sind

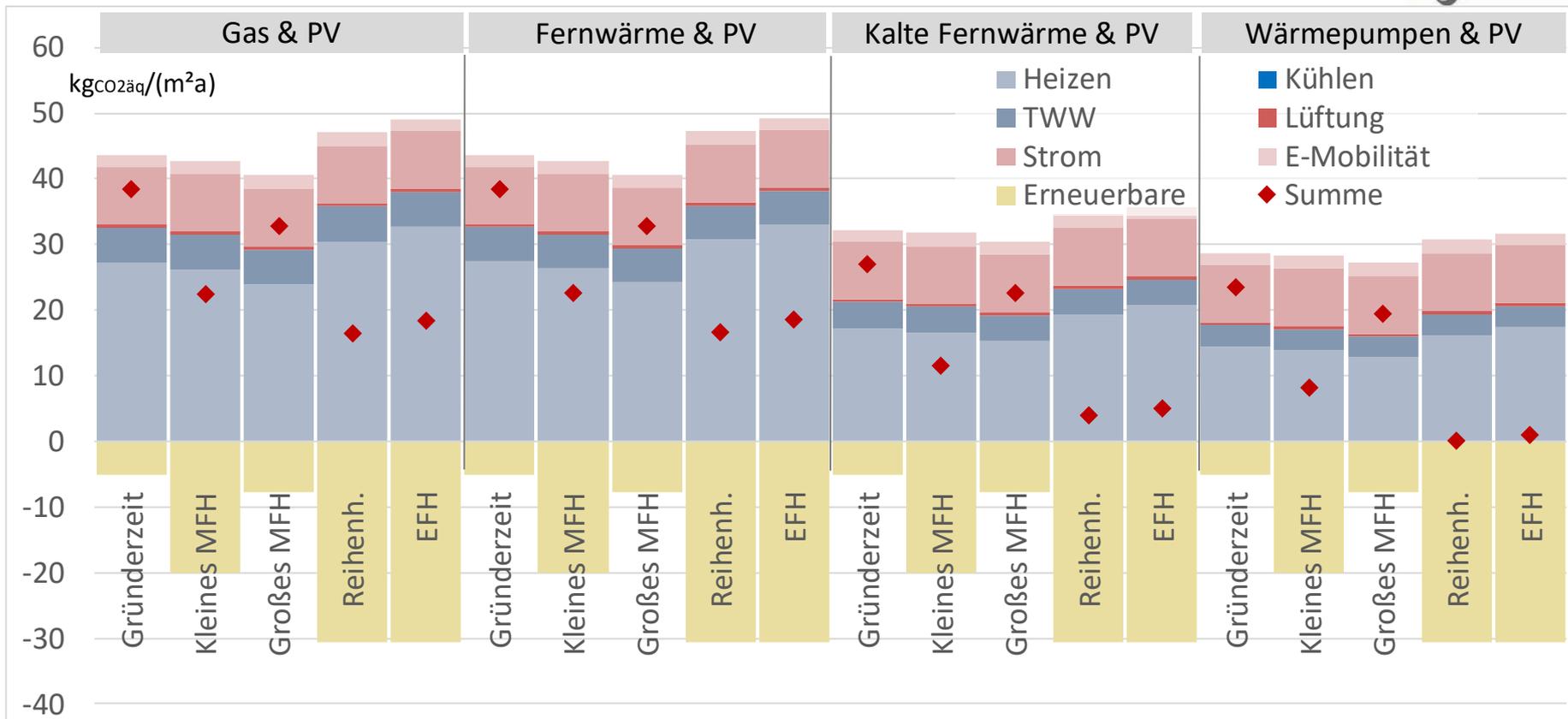
# Endenergiebilanz: Bestands-Quartiere



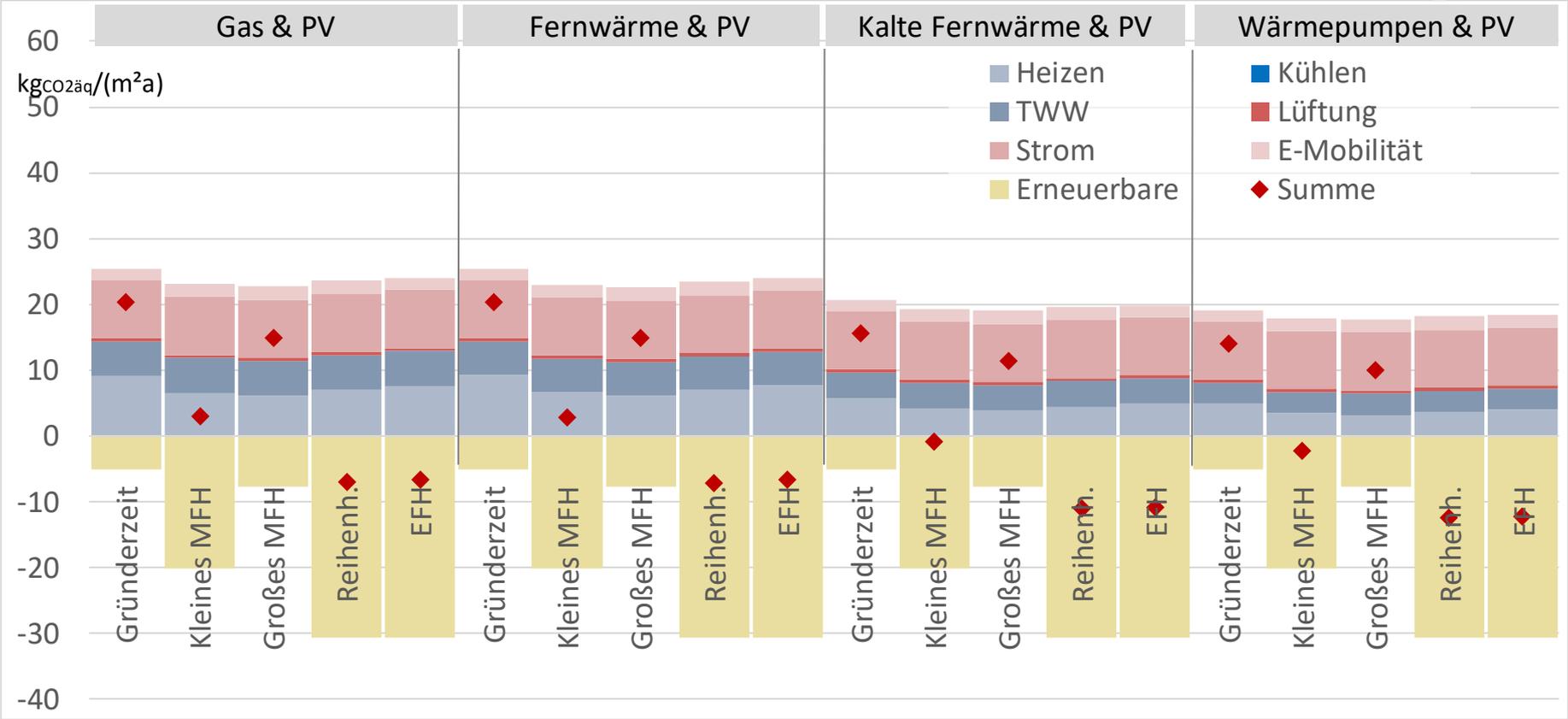
# Endenergie-Bilanz : Standard EH 55



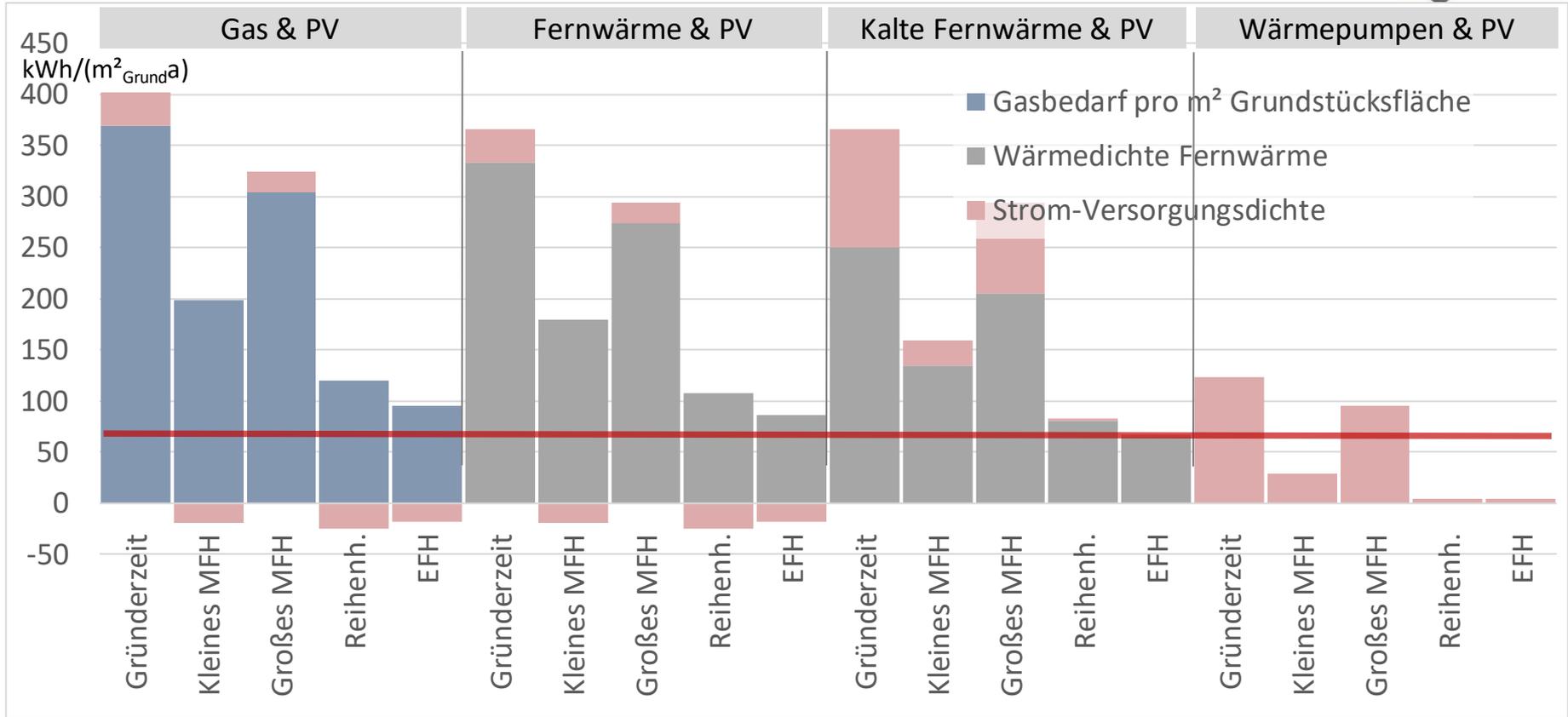
# THG-Emissionen: Bestands-Quartiere



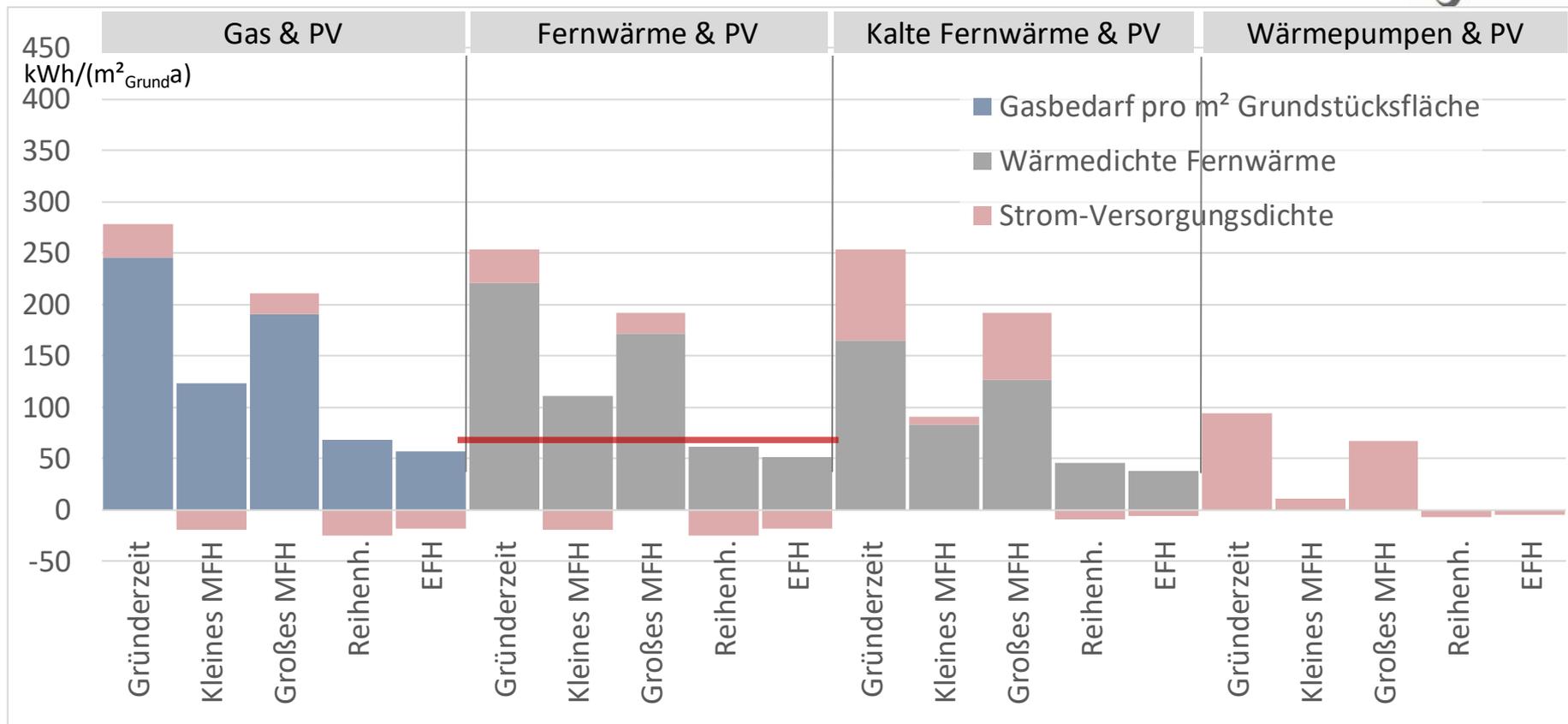
# THG-Emissionen: Standard EH 55



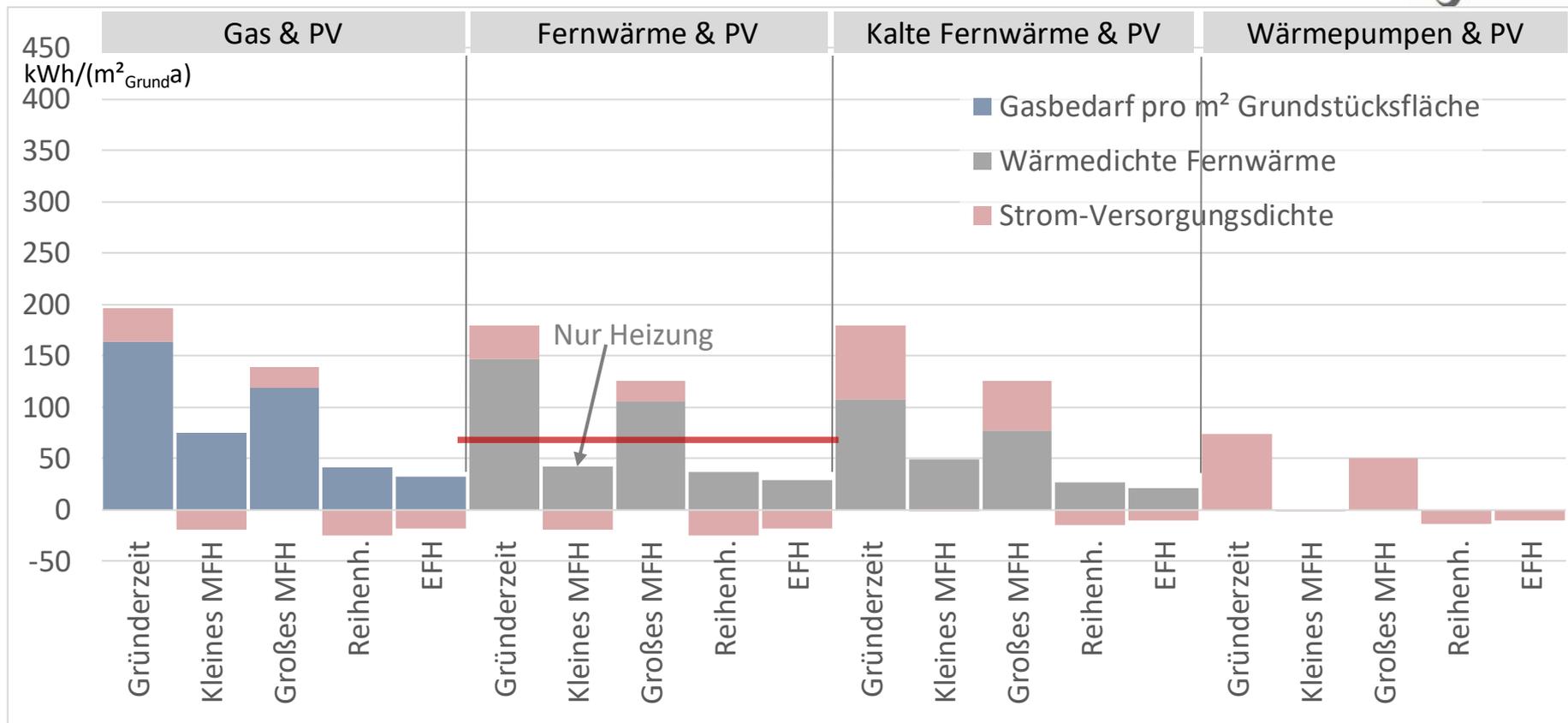
# Energiedichte: Bestands-Quartiere



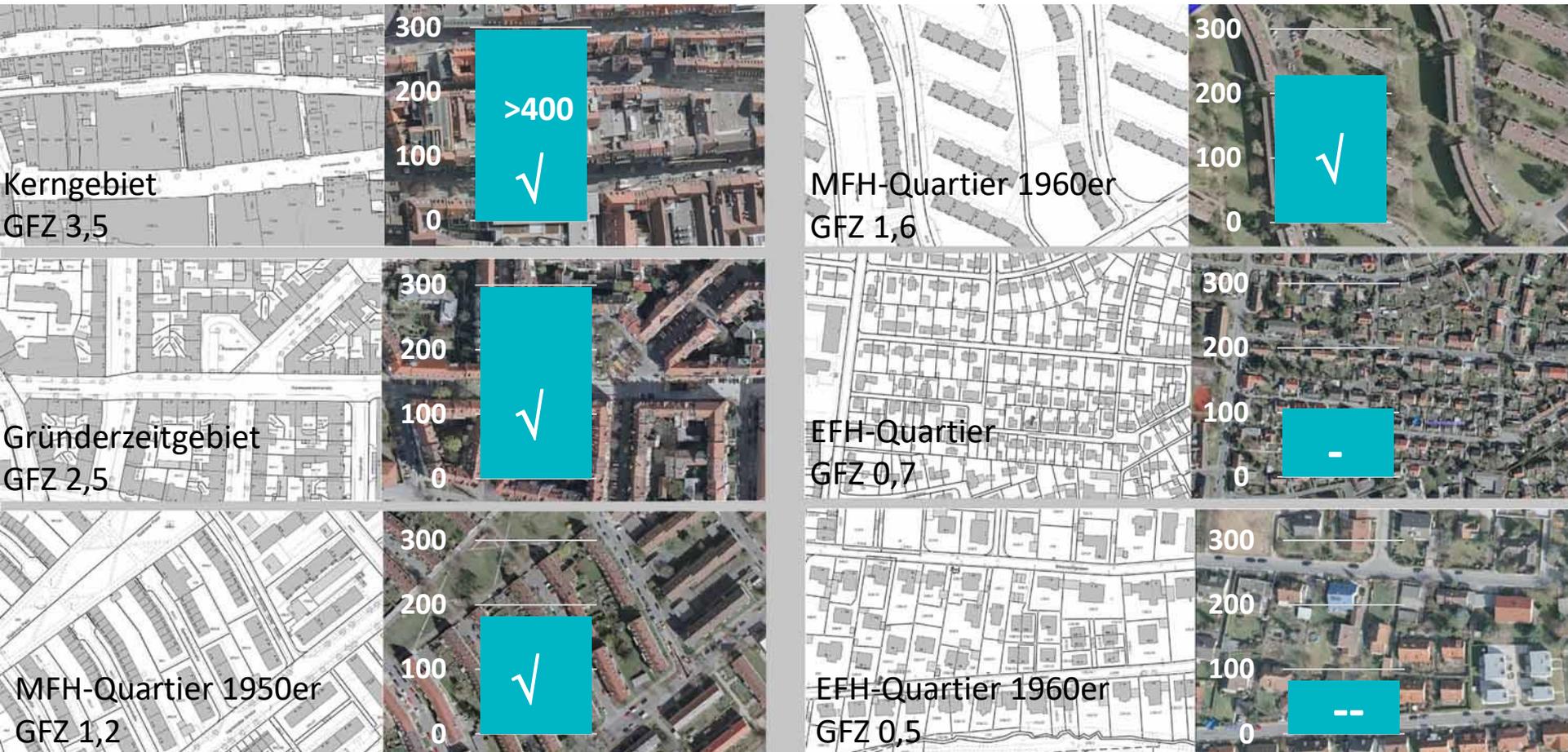
# Energiedichte: Referenz-Standard



# Energiedichte : Standard EH 55

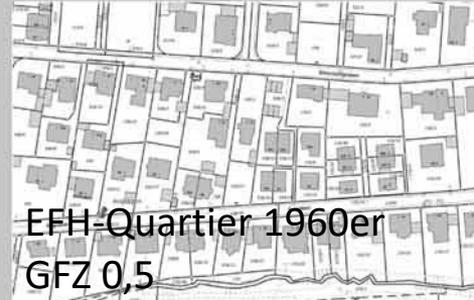
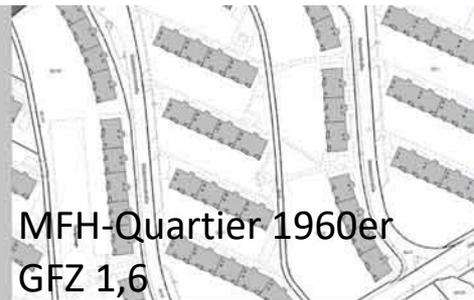


# Wärmeplanung: Energiedichte Bestand [kWh/(m<sup>2</sup> Grundstücksfläche a)]



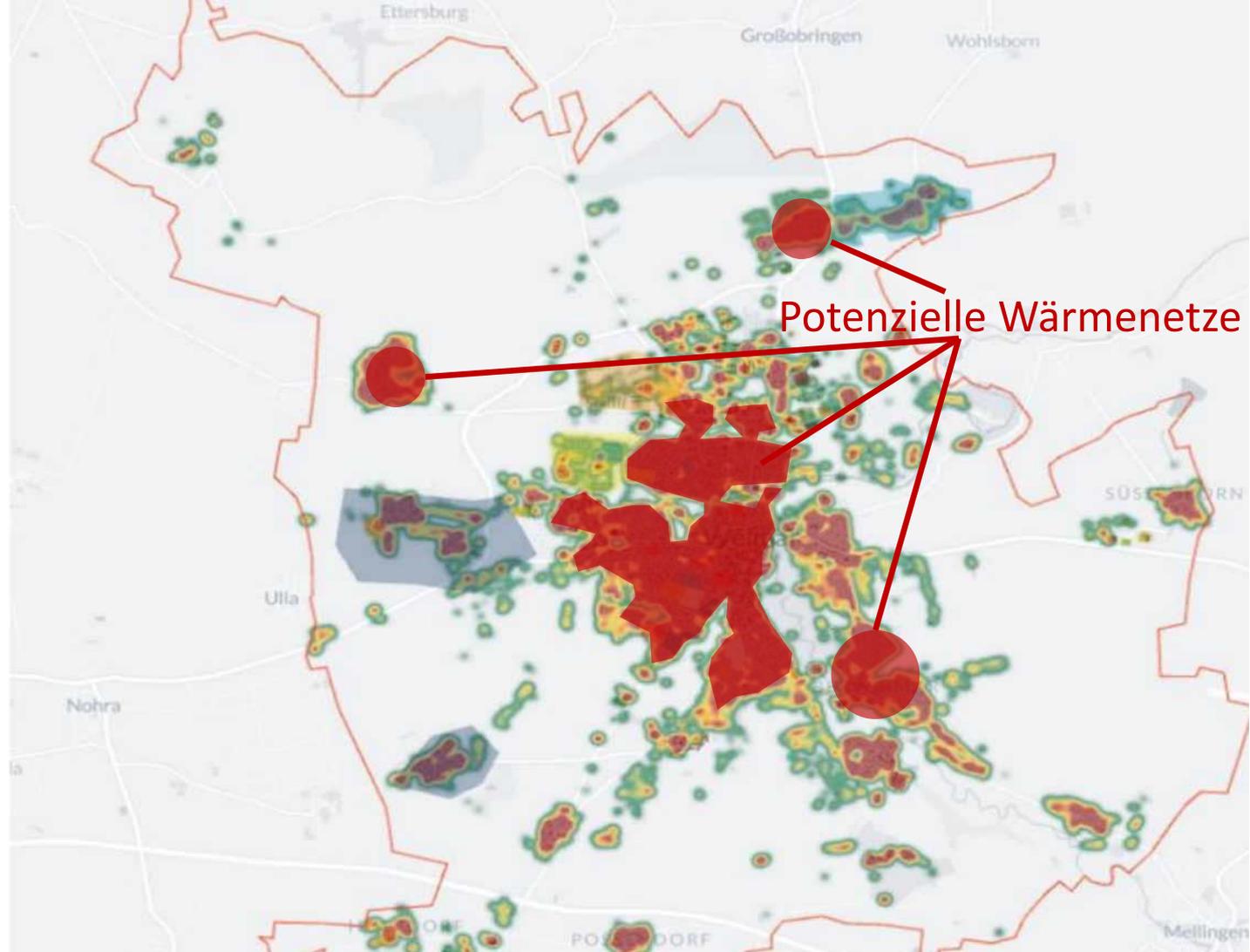
Quelle: Energieagentur Nordbayern, Schulze Darup: Energieeffizienzstrategie Nürnberg 2050. – Im Auftrag der Stadt Nürnberg 2012 / Bearbeitung 2024

# Wärmeplanung: Energiedichte effizient saniert [kWh/(m<sup>2</sup> Grundstücksfläche<sup>a</sup>)]

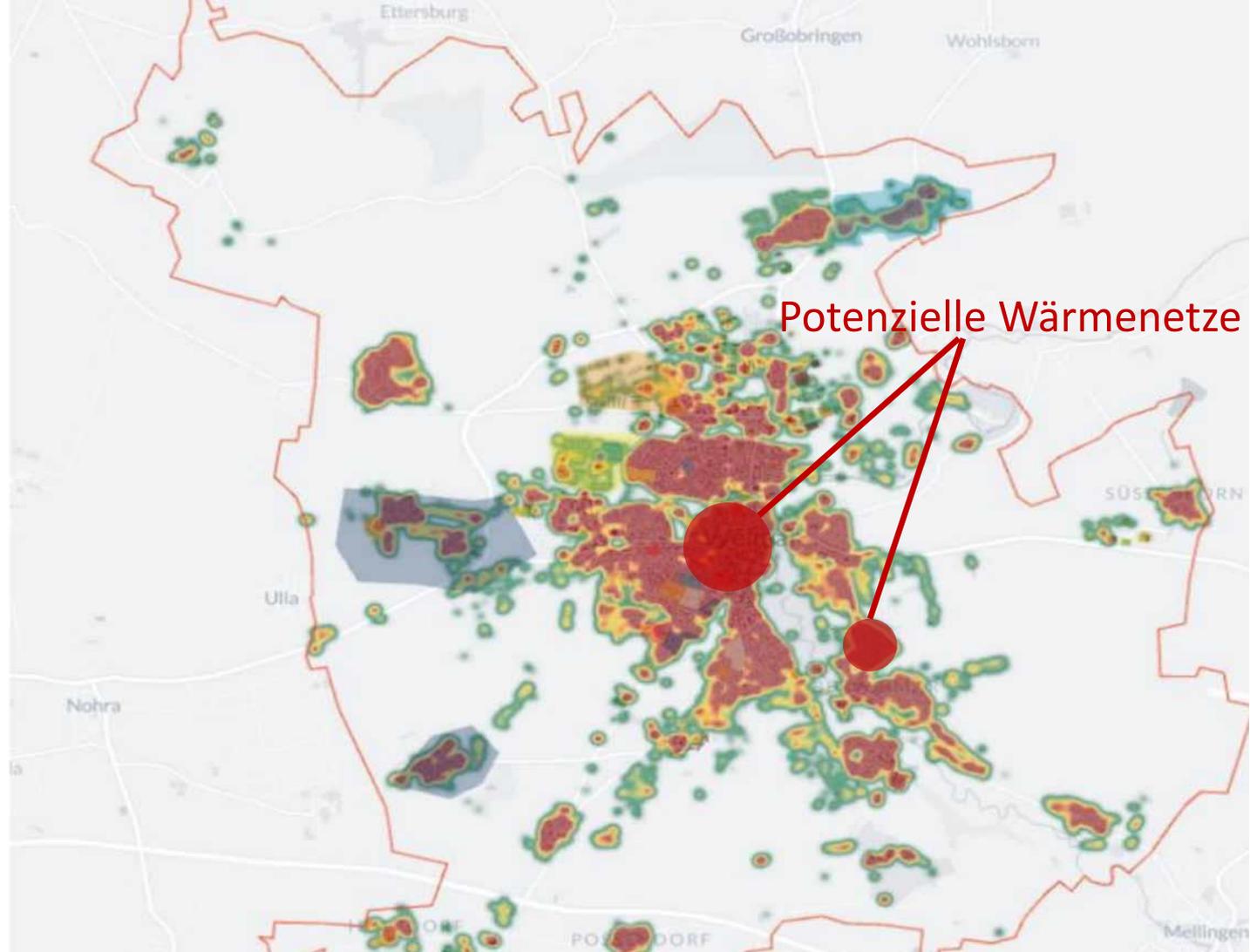


Quelle: Energieagentur Nordbayern, Schulze Darup: Energieeffizienzstrategie Nürnberg 2050. – Im Auftrag der Stadt Nürnberg 2012 / Bearbeitung 2024

# Wärmeplanung Bestandsquartiere



# Wärmeplanung Energieeffizient saniert



# Lernkurven?

Serielle Sanierung muss  
innerhalb von wenigen Jahren  
deutlich kostengünstiger werden

Sonst könnte ein Förderstopp  
das Ende serieller Sanierung  
bedeuten

Geeignete Projekt zum  
Üben wählen

Gute Partner beauftragen!

# Wie erreiche ich Klimaneutralität?

These: Gut geplante  
Serielle Sanierung  
ist wirtschaftlicher  
als Fernwärme...

## Portfolio-Analyse ist wichtig!

- ✓ Serielles Komplettpaket
- ✓ Serielle Sanierung light & 2. BA ca. 2040
- ✓ Gute Bestände: warten & in 15 Jahren  
Versorgung erneuern

Bis 2045: Effizienz & Erneuerbare  
Quartiers-Klimaneutralitätsfahrplan

... falls erneuerbare  
Fernwärme langfristig mehr  
als 0,15 € pro kWh kostet