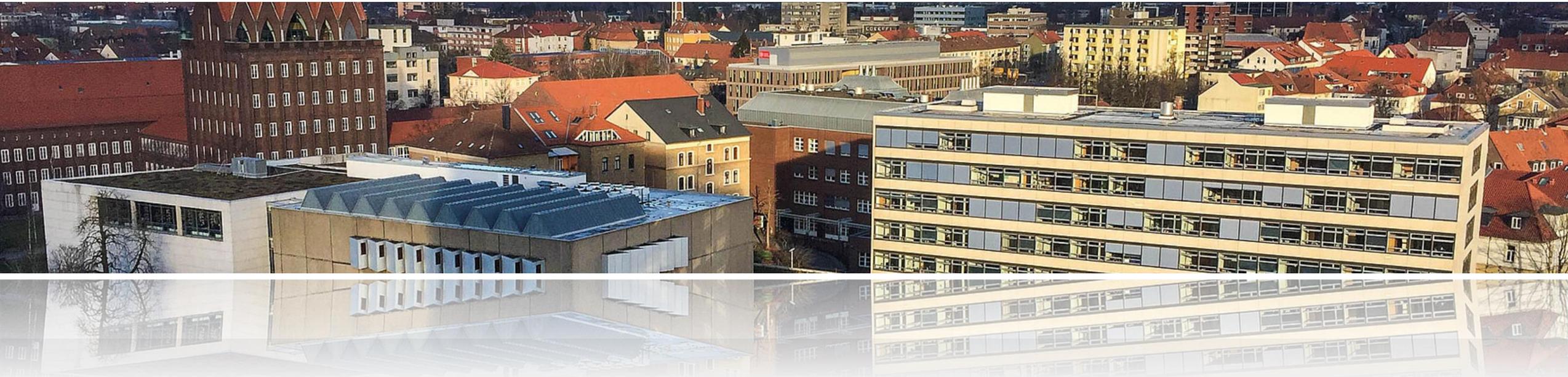


# Verantwortung übernehmen – Sanierung statt Abriss und Neubau

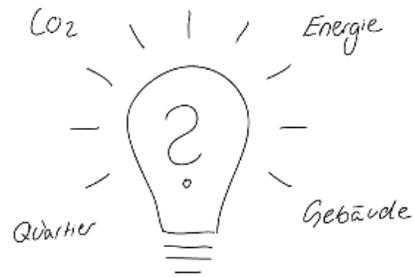
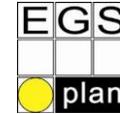
Online-Symposium Nachhaltiges Bauen in Baden-Württemberg  
Nachhaltig Sanieren – mehr Einsatz für den Klimaschutz!

M.Sc. Simon Marx

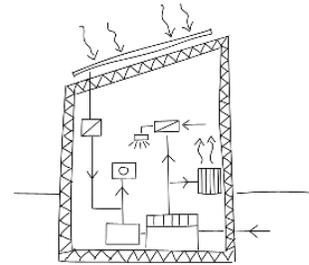
30.11.2022



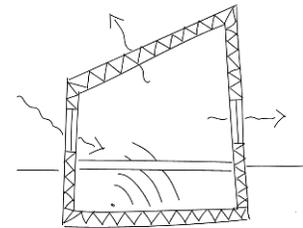
Seit 30 Jahren setzen wir innovative Gebäude- und Quartierskonzepte um



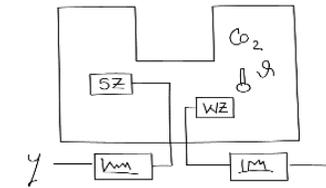
Forschung & Entwicklung



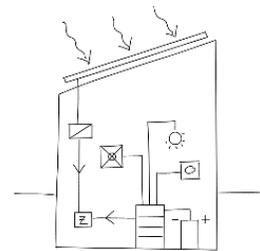
Energiekonzeption



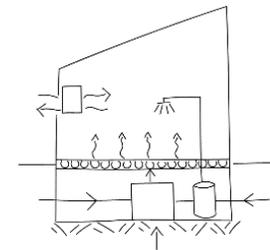
Bauphysik



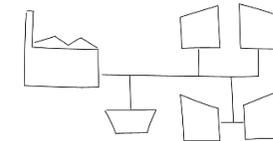
Gebäude Performance



Gebäudetechnik Elektro



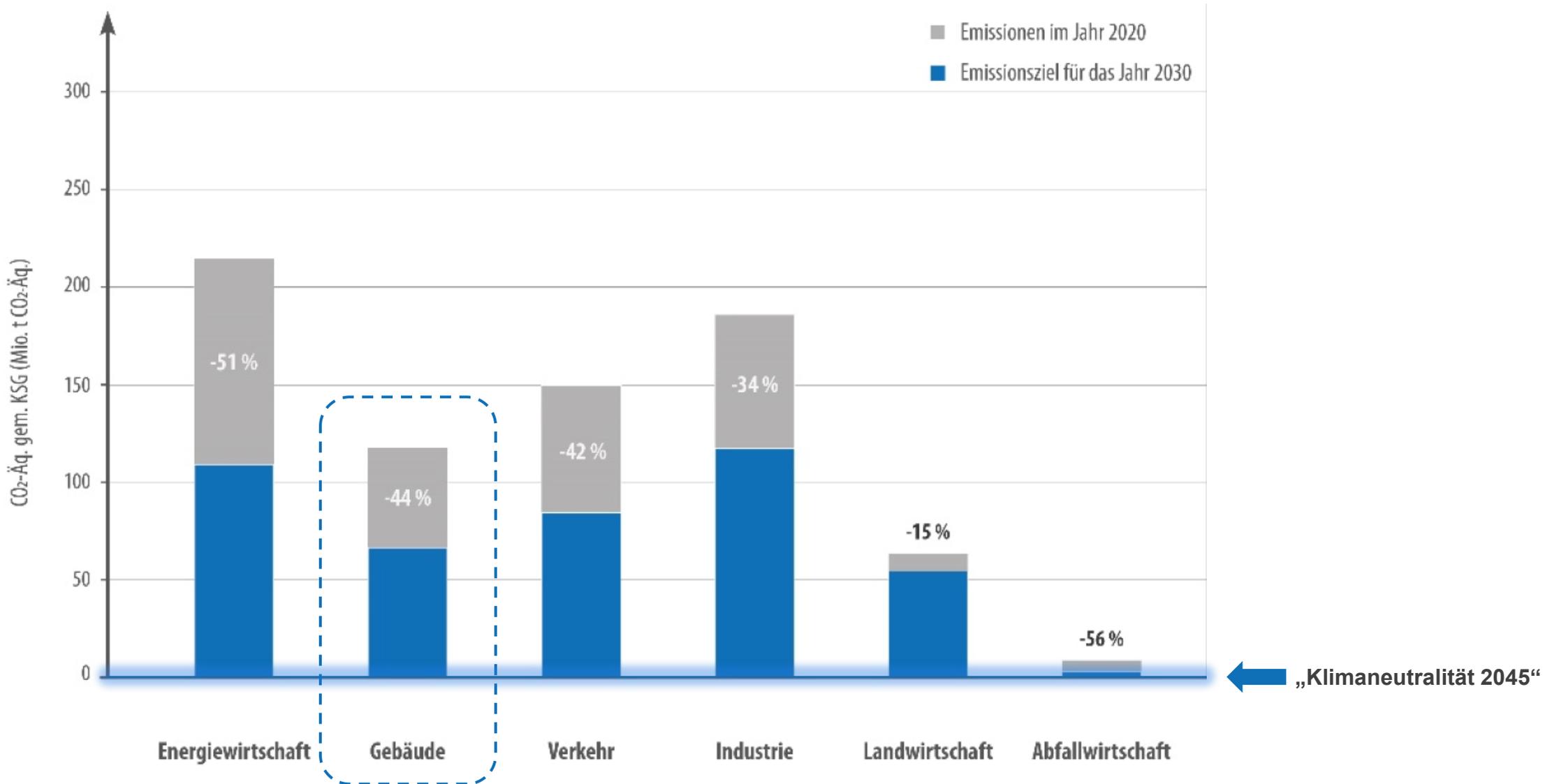
Gebäudetechnik HLSK



Energieversorgung

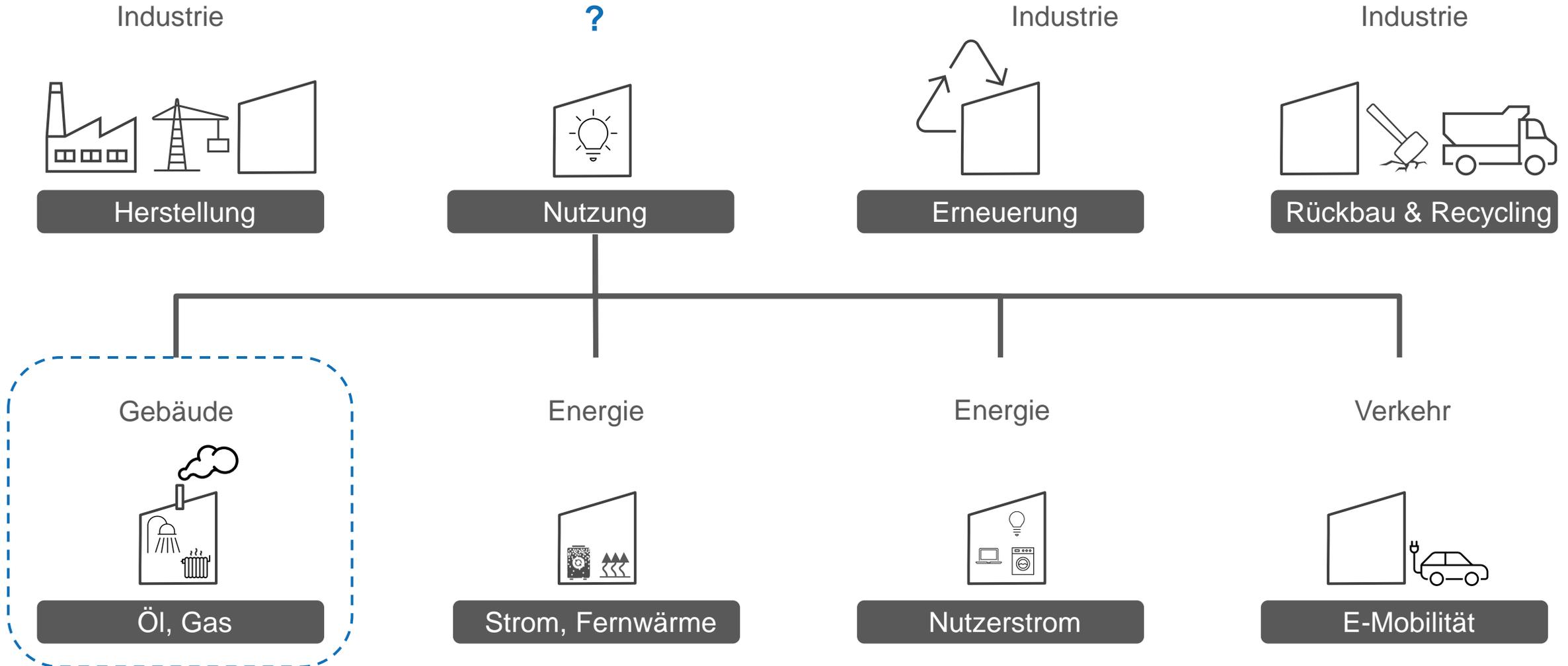
# THG-Einsparziele nach Sektoren bis 2030

## THG-Emissionen 2020 gegenüber Klimaschutzgesetz 2021

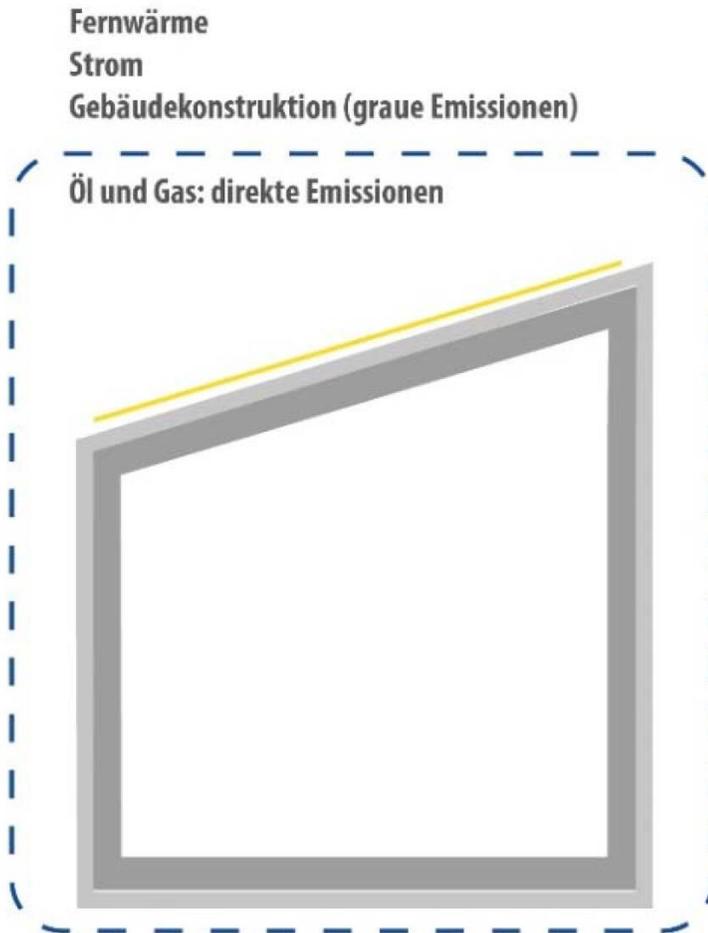


# Was zählt zum Gebäude??

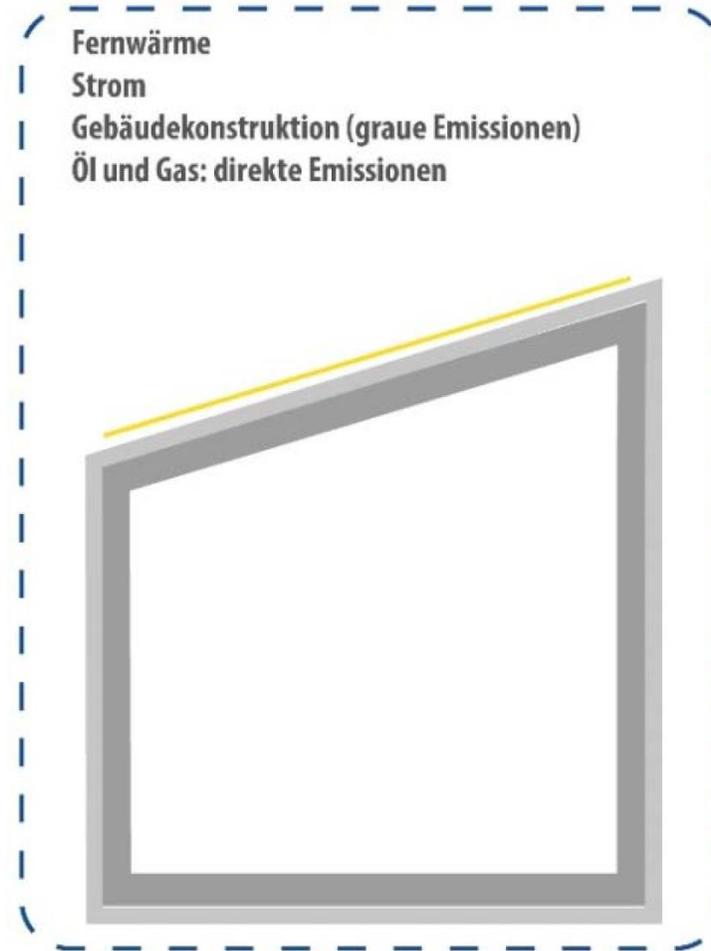
## Lebenszyklusbetrachtung



### Quellprinzip



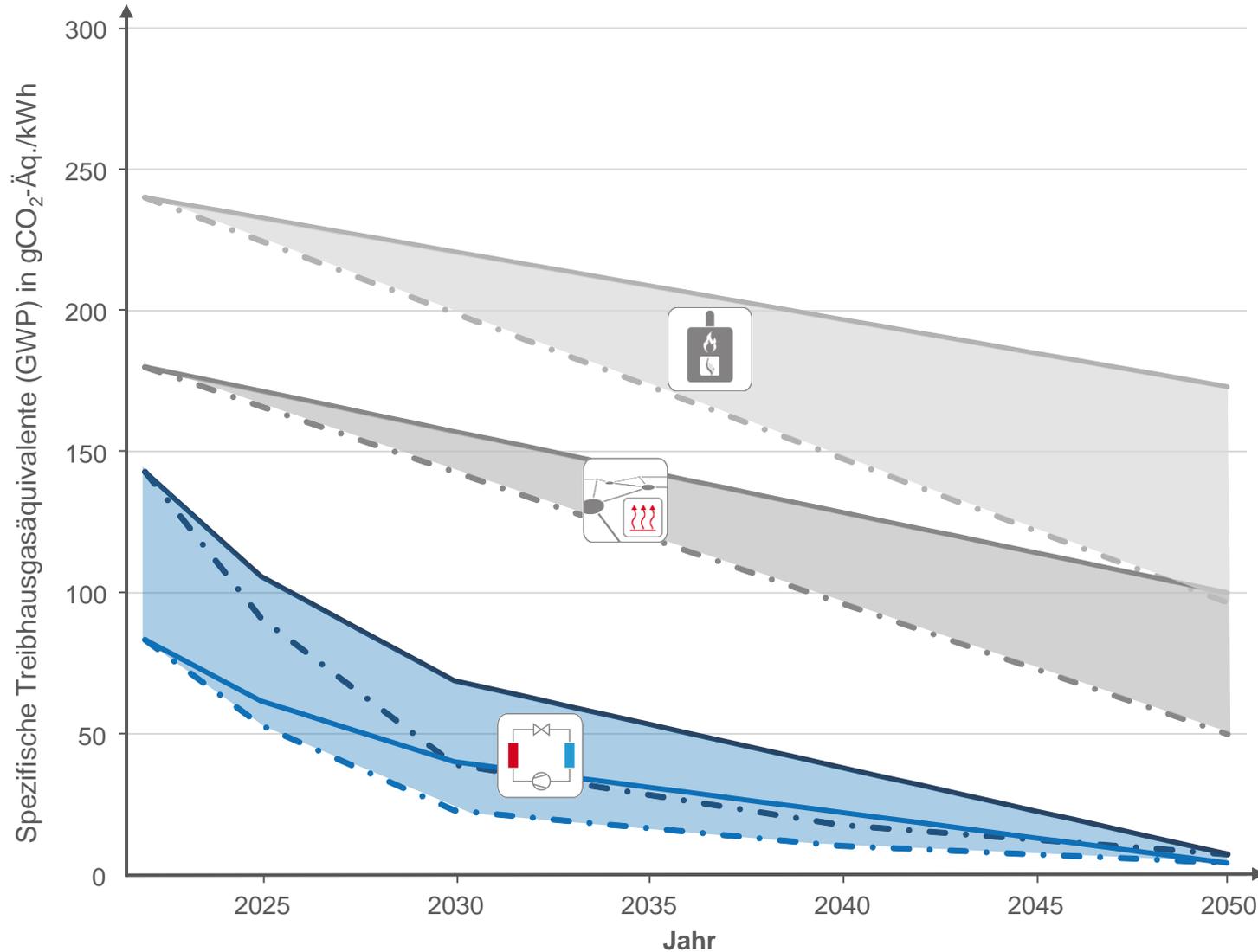
### Verursacherprinzip



Quelle:  
Verantwortung übernehmen.  
Der Gebäudebereich auf dem  
Weg zur Klimaneutralität.  
SIZ 2021

# Klimaneutralität im Gebäudesektor

## Climate Impact ausgewählter Energieträger



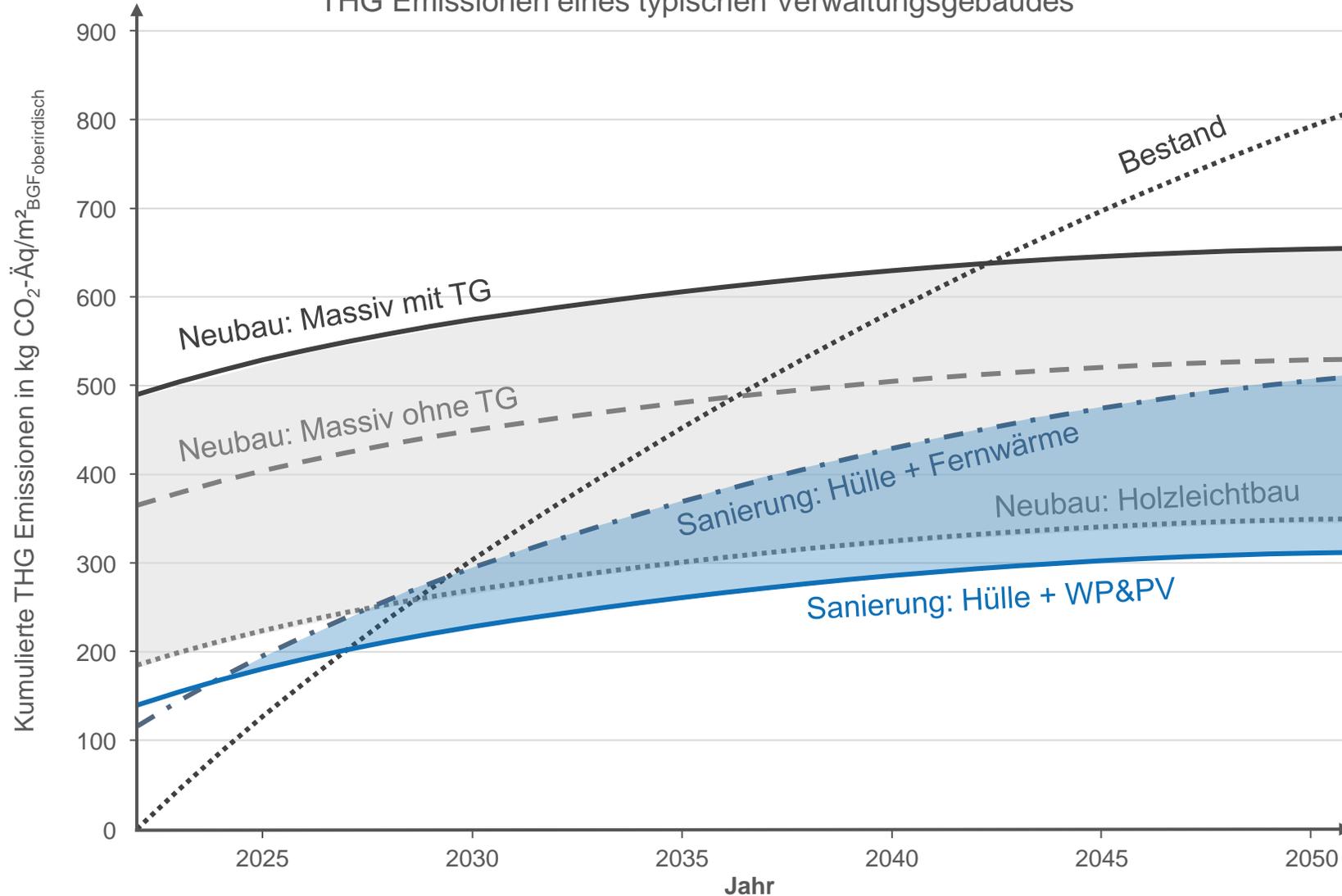
- Gas-BW-Kessel Moderat
- · - Gas-BW-Kessel Progressiv
- Fernwärme Moderat
- · - Fernwärme Progressiv
- Wärmepumpe min. Moderat
- · - Wärmepumpe min. Progressiv
- Wärmepumpe max. Moderat
- · - Wärmepumpe max. Progressiv

**Randbedingungen:**  
**Strom**  
**Moderat:** IINAS: Der nichterneuerbare kumulierte Energieverbrauch und THG-Emissionen des deutschen Strommix im Jahr 2018 sowie Ausblicke auf 2020 bis 2050  
**Progressiv:** Annahme: Ausbauziele Bundesregierung 06/2022; 80% EE bis 2030 (Rest 20% mit Gas 45% Wirkungsgrad)  
**Gas**  
**Ausgangsniveau:** GEG (13.08.2020)  
**Moderat:** Annahme: 50% EE-Gas in 2050  
**Progressiv:** Annahme: 90% EE-Gas in 2050  
**Fernwärme**  
**Ausgangsniveau:** GEG (13.08.2020): FW aus Gas mit KWK  
**Moderat:** Annahme: FW 2050 100 g/kWh  
**Progressiv:** Annahme: FW 2050 50 g/kWh

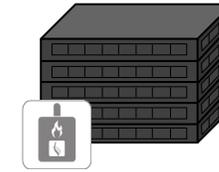
# Klimaneutralität im Gebäudesektor

## Abriss und Neubau vs. Sanierung

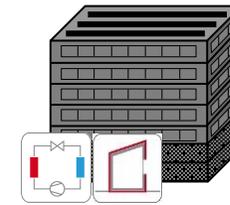
THG Emissionen eines typischen Verwaltungsgebäudes



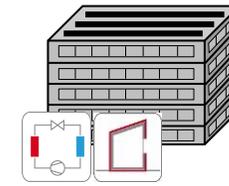
### Bestand



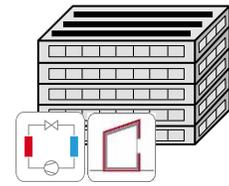
### Neubau



Massivbau (Stb)  
EG 40 mit PV&WP  
mit TG

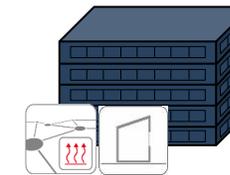


Massivbau (Stb)  
EG 40 mit PV&WP  
ohne TG

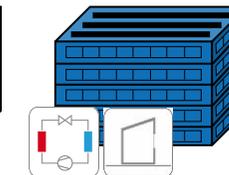


Holzleichtbau  
EG 40 mit PV&WP  
ohne TG

### Sanierung



Hülle + FW  
EG 100  
ohne TG



Hülle + PV&WP  
EG 100  
ohne TG

#### Randbedingungen:

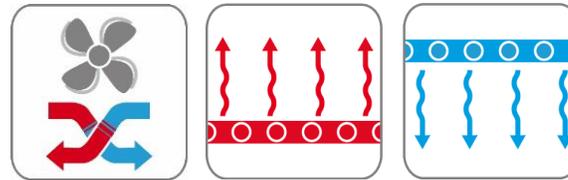
- Typgebäude: Büro/Verwaltung
- Grundfläche: 2.800 m<sup>2</sup>
- Gebäudemaße: 40m x 70m
- Anzahl Geschosse: 5
- BGF: 14.000 m<sup>2</sup>
- PV-Anlage: 50% Belegungsichte (1.400 m<sup>2</sup> Modulfläche)
- ÖKOBAUDAT Datensätze (aktuelle Version: 2021-II vom 25.06.2021)
- Module: A1-A3, B4, C3-C4
- Betrachtungszeitraum: 50 Jahre
- Transformationsprozess Gas/Strom/Fernwärme: Moderates Szenario (vgl. S. 7)

### Minimierung Energiebedarf



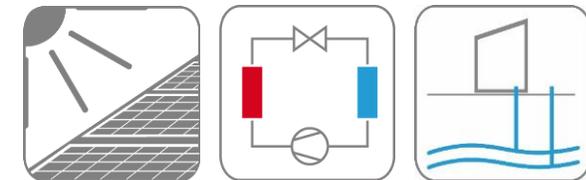
- Nutzeranforderungen überprüfen (Temp./Feuchte/Luftqualität)
- Raumorganisation erörtern
- Gut gedämmte Gebäudehülle
- Hocheffiziente nutzerspez. Ausstattung

### Optimierung Gebäudetechnik/-übergabe



- Beleuchtung (installierte Leistung überprüfen, tageslichtabh. Steuerung von Außenzonen)
- Effiziente Lüftung mit WRG
- Einsatz Niedertemp.systeme mit Heizen VL  $\leq 35-40^{\circ}\text{C}$  (FBH; Deckenheizung)
- Wärme/Kälte Kopplung (Gebäude- und Quartiersmaßstab)

### Einsatz Erneuerbarer Energien

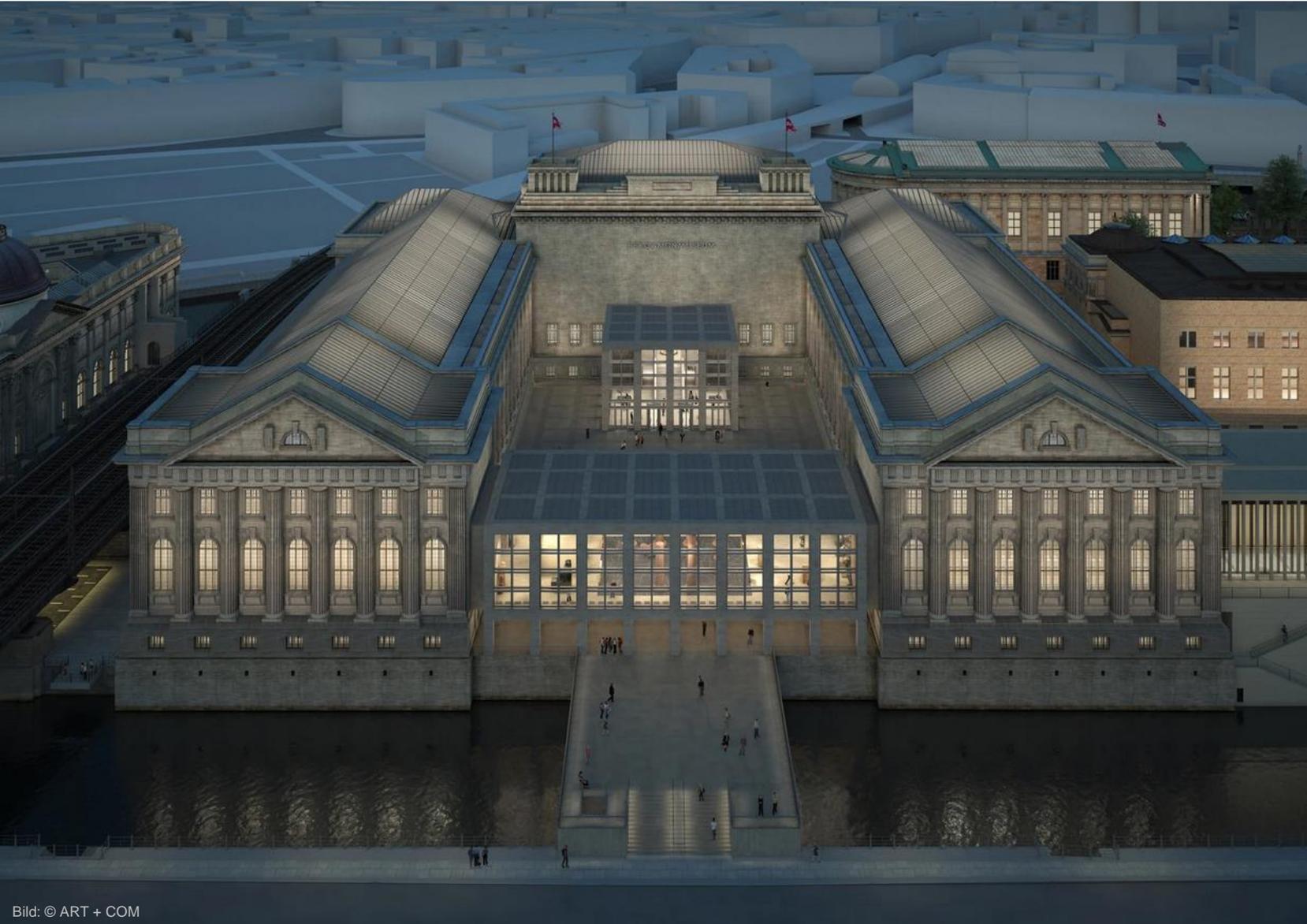


- Solarisierung Gebäudehülle (Dach, Fassade)
- Einbindung regenerativer Niedertemp.quellen über Wärmepumpen
- Freie Kühlung für Kälteerzeugung

## Projekte

---

- Pergamonmuseum, Berlin
- Staatsbibliothek, Berlin
- Landtagsgebäude Baden-Württemberg, Stuttgart



**Standort:** Berlin Mitte  
**Baujahr:** 1910-30 (Neoklassizismus)  
**Denkmalschutz:** UNESCO Weltkulturerbe  
**Architektur:** Leitentwurf: O. M. Ungers,  
Entwurfs- und Ausführungsplanung: Kleihues + Kleihues  
**Bauherr:** Stiftung Preußischer Kulturbesitz vertreten durch  
das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung  
**Sanierung:** Grundinstandsetzung und Ergänzung in zwei  
Bauabschnitten:  
Bauabschnitt A: 2013-2025; Bauabschnitt B: ab 2024  
**Fläche:** 37.196 m<sup>2</sup><sub>NRF</sub>; 56.000 m<sup>2</sup><sub>BGF</sub>  
**Bearbeitungszeitraum:** 2022  
**Leistung:** Energie- und Nachhaltigkeitsberatung für  
Bauabschnitt B

# Pergamonmuseum

## Bedarf minimieren – Qualität der Gebäudehülle



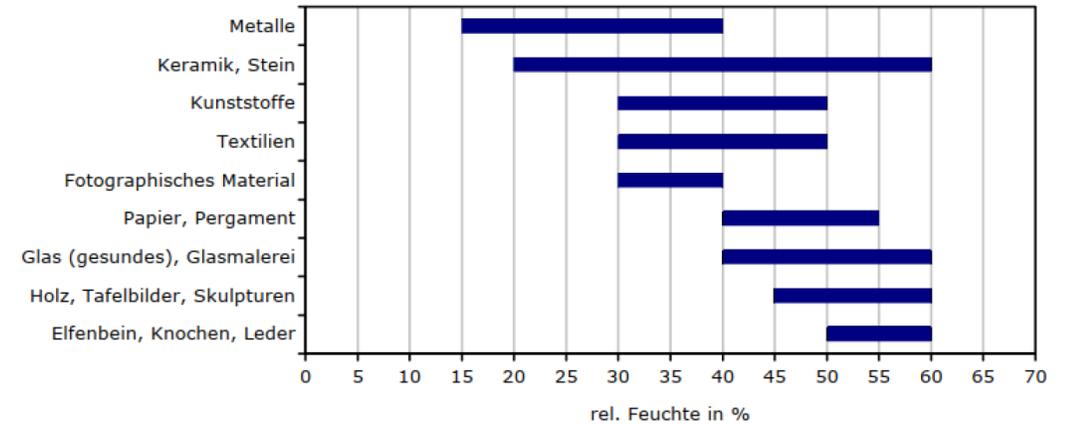
Bild: © Staatliche Museen zu Berlin, Foto: Johannes Laurentius, CC NC-BY-SA

## Grenzwerte gemäß Energieeffizienzfestlegung Bundesgebäude 2021

	Planung LP 3	Grenzwert	Bewertung
	beheizte Zonen mit Raum-Solltemperatur $T \geq 19 \text{ }^\circ\text{C}$		
Außenwand gegen Außenluft	AW08 Sockel E0 (Sichtmauerwerk)	$U = 0,336 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Grenzwert eingehalten
	AW09 NK SK E0 (Sichtmauerwerk)	$U = 0,326 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Grenzwert eingehalten
	AW10 RQ Sockel (Sichtmauerwerk)	$U = 0,351 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Grenzwert eingehalten
	AW11 Sockel Br/St (Sichtmauerwerk)	$U = 0,677 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Grenzwert knapp überschritten: kann Innendämmung erhöht werden?
	AW12 RQ (Sichtmauerwerk)	$U = 0,673 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Grenzwert knapp überschritten: keine Maßnahme empfohlen (denkmalgeschützte Oberflächen)
	AW13 RQ Br (Sichtmauerwerk)	$U = 0,582 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Grenzwert eingehalten
	AW15 Durchgang Forum (Sichtmauerwerk)	$U = 0,598 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Grenzwert eingehalten
	AW18 RQ (Denkmalgeschützter Steinputz)	$U = 0,610 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Grenzwert eingehalten
	AW19 (Denkmalgeschützter Steinputz)	$U = 0,718 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Grenzwert knapp überschritten: keine Maßnahme empfohlen (denkmalgeschützte Oberflächen)
	AW20 RQ Br (Denkmalgeschützter Steinputz)	$U = 0,572 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Grenzwert eingehalten
	AW21 (Denkmalgeschützter Steinputz)	$U = 0,660 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Grenzwert knapp überschritten: keine Maßnahme empfohlen (denkmalgeschützte Oberflächen)
	AW25 Durchgang (Denkmalgeschützter Steinputz)	$U = 0,467 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	Grenzwert eingehalten

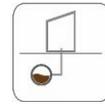
# Pergamonmuseum

## Bedarf minimieren - Ideales Klima für Museumsobjekte



Quelle: Landesstelle für Museumsbetreuung Baden-Württemberg, 09/2006

- Überprüfung und ggf. Lockerung der Raumklimaparameter Temperatur und Feuchte
- Individuelle Anlagen- und Einzelraumregelung von Temperatur und Feuchte



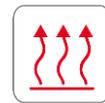
Abwasserkanal



Abwärme Kälteerzeugung



Nicht mehr integrierbar



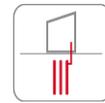
Abwärme U-/S-Bahn



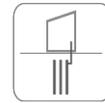
Außenluft



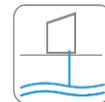
Nicht mehr integrierbar



Oberflächennahe Geothermie



Tiefengeothermie



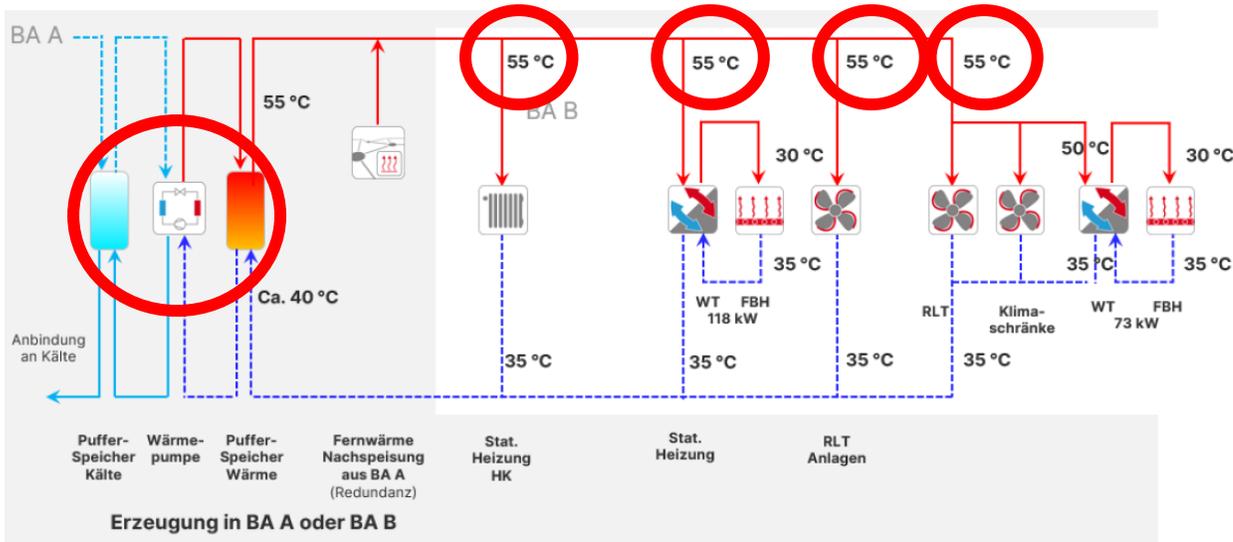
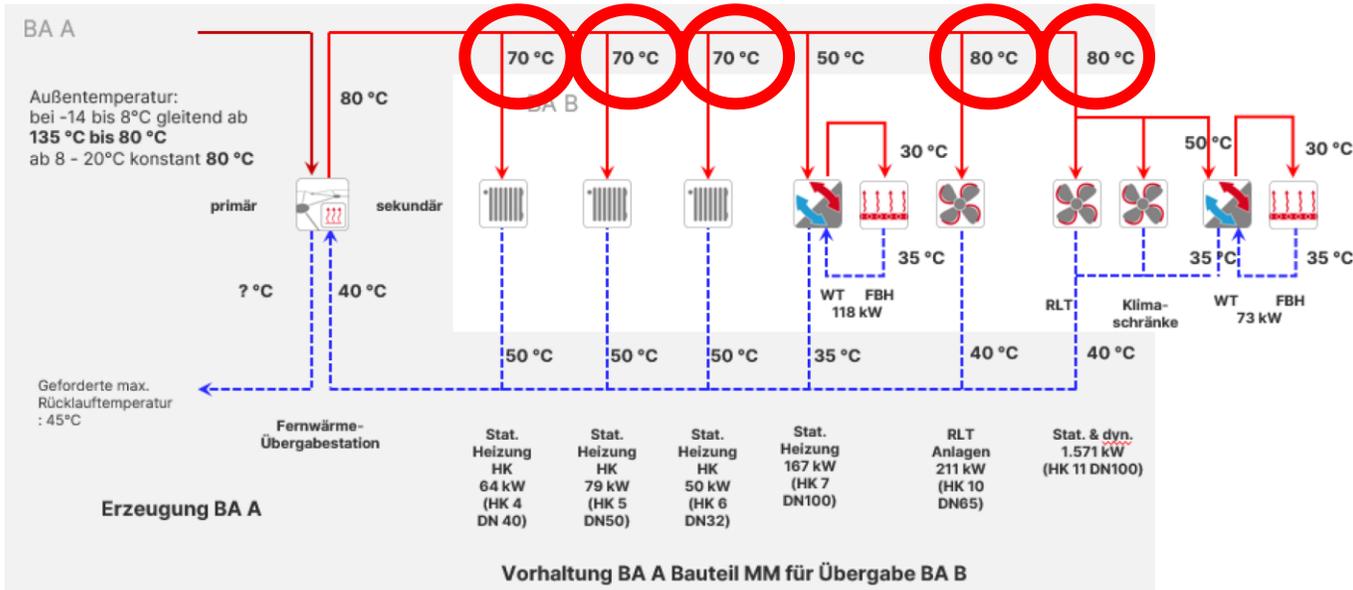
Grundwasser



Spree

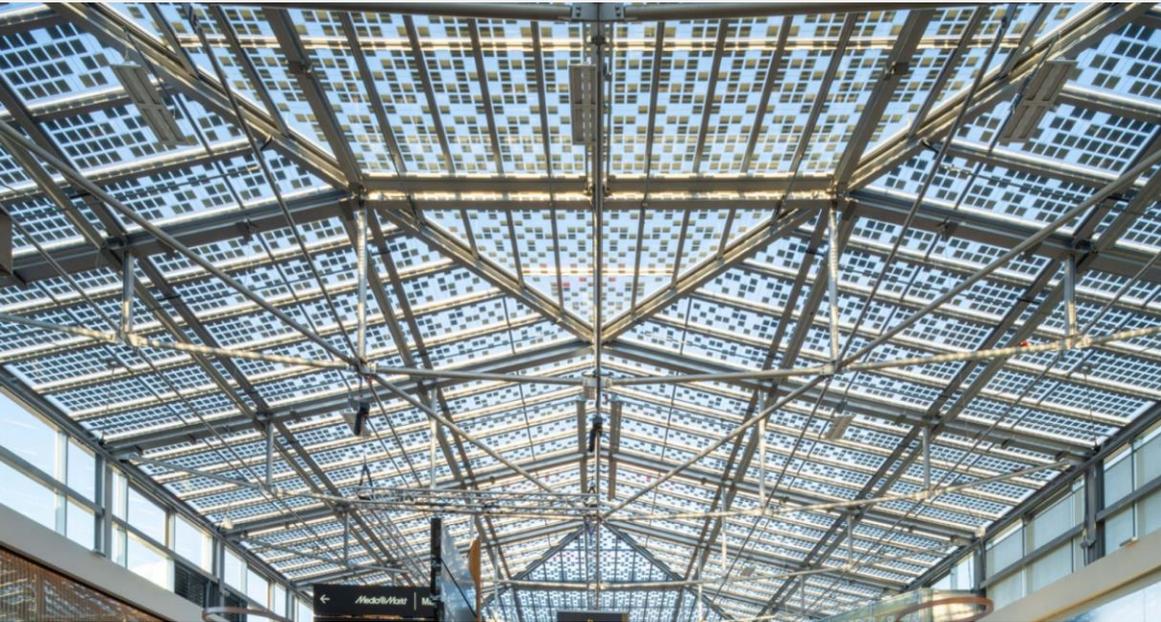


Bild: Landesdenkmalamt Berlin, Wolfgang Bittner

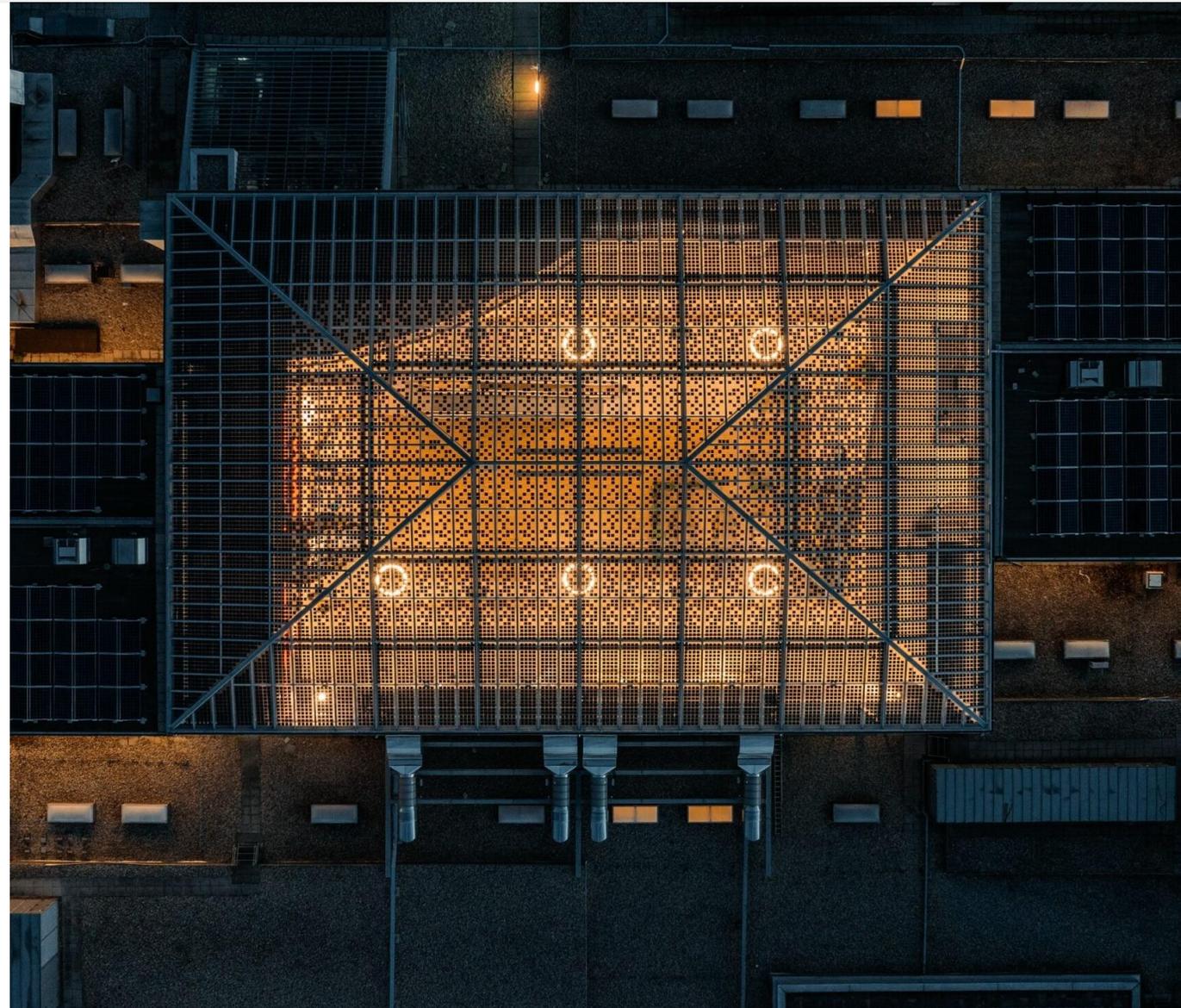


### Maßnahmenempfehlung Heizung

- Absenkung der Vorlauf-temperaturen
- Wärme-/Kälteverbund im Gebäude:  
Reversible Wärmepumpe erzeugt neben Wärme gleichzeitig Kälte für die ELT/EDV-Räume



Aktuelle Machbarkeitsstudie zu  
regenerativer Stromerzeugung  
durch BiPV im Glasdach





**Standort:** Berlin Mitte

**Baujahr:** 1978

**Denkmalschutz:** Denkmalliste Berlin

**Architektur:** Gerkan, Marg und Partner (gmp)

**Bauherr:** Stiftung Preußischer Kulturbesitz

**Sanierung:** 1991, 2001, 2006, umfassende Sanierung bis 2038

**Fläche:** 78.200 m<sup>2</sup><sub>NRF</sub>

**Bearbeitungszeitraum:** 2021-2022

**Leistung:** Energieberatung & Voreinschätzung BNB Zertifizierung



Anordnung niedrig temperierter Nutzungszonen  
(Archiv/Lager/Magazin) im 2. UG



## Otto-Braun-Saal

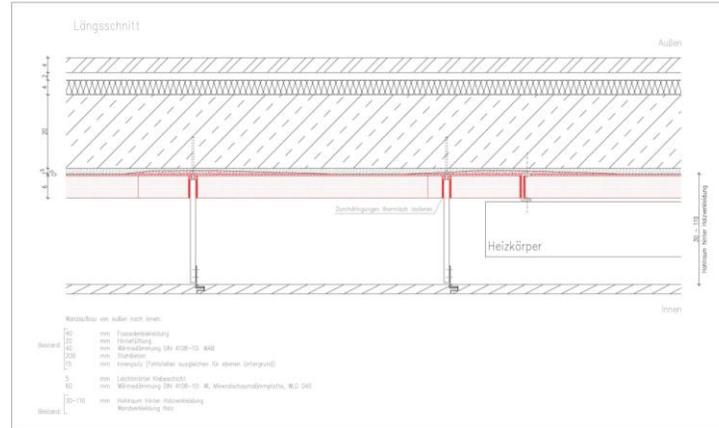


Bild: gmp

60mm Innendämmung führt zu einer U-Wert-Reduzierung der Außenwand von 0,70 auf 0,45 W/(m<sup>2</sup>K)



## Bücherturm

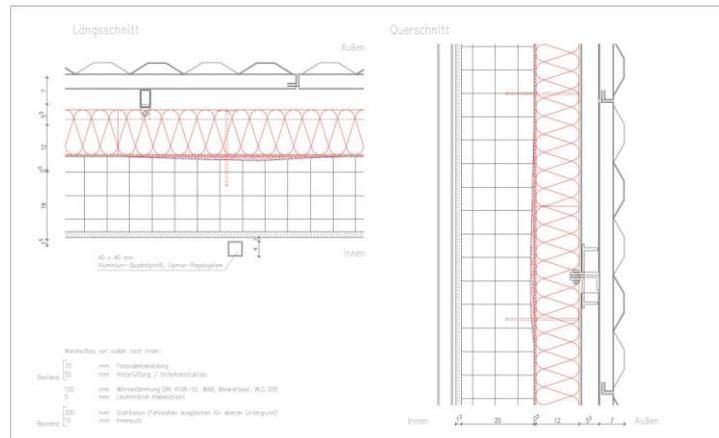
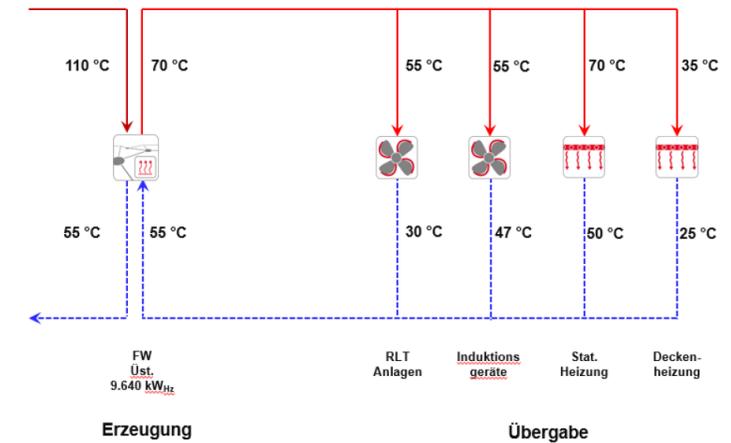


Bild: gmp

Neuer Wandaufbau mit 120mm Außendämmung führt zu einer U-Wert-Reduzierung der Außenwand von 0,70 auf 0,33 W/(m<sup>2</sup>K)

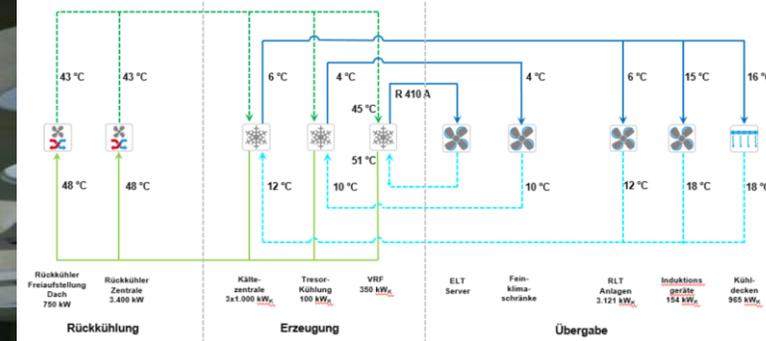


Bild: Stiftung Preußischer Kulturbesitz



## Heizung

- Mindestluftwechsel über Lüftungsanlagen realisieren und Heizen über statische Heizflächen
- Induktionsgeräte durch statische (Flächen-)Heizung ersetzen, da sie denkmalschutztechnisch nicht mehr relevant sind
- Absenkung der Gesamtsystemtemperaturen auf  $VL \leq 45 \text{ °C}$



## Kühlung

- Mindestluftwechsel über Lüftungsanlagen realisieren und Kühlen über statische Kühlflächen
- Integration Freie Kühlung und Abwärmenutzung zur Gebäudeheizung



## Lüftung

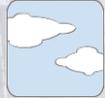
- Separate Lüftungszentralen IA1 und Nord zur Reduktion der Druckverluste
- Wegfall der zentralen Außenluftvorbereitung in Dachzentrale, stattdessen Führung der Außenluft durch Kanal zu dez. RLT-Geräten mit WRG (und teilw. FRG)
- Erhöhung der Anlageneffizienzklasse (SFP1/2)

→ **Lüftungsanlage außerhalb der Nutzung ausschalten!**

### Außerhalb des Gebäudes



Abwasserkanal



Außenluft



Abwärme U-/S-Bahn



Landwehrkanal



Grundwasser



Oberflächennahe Geothermie



Tiefengeothermie



Kälte Vattenfall

### Im Gebäude



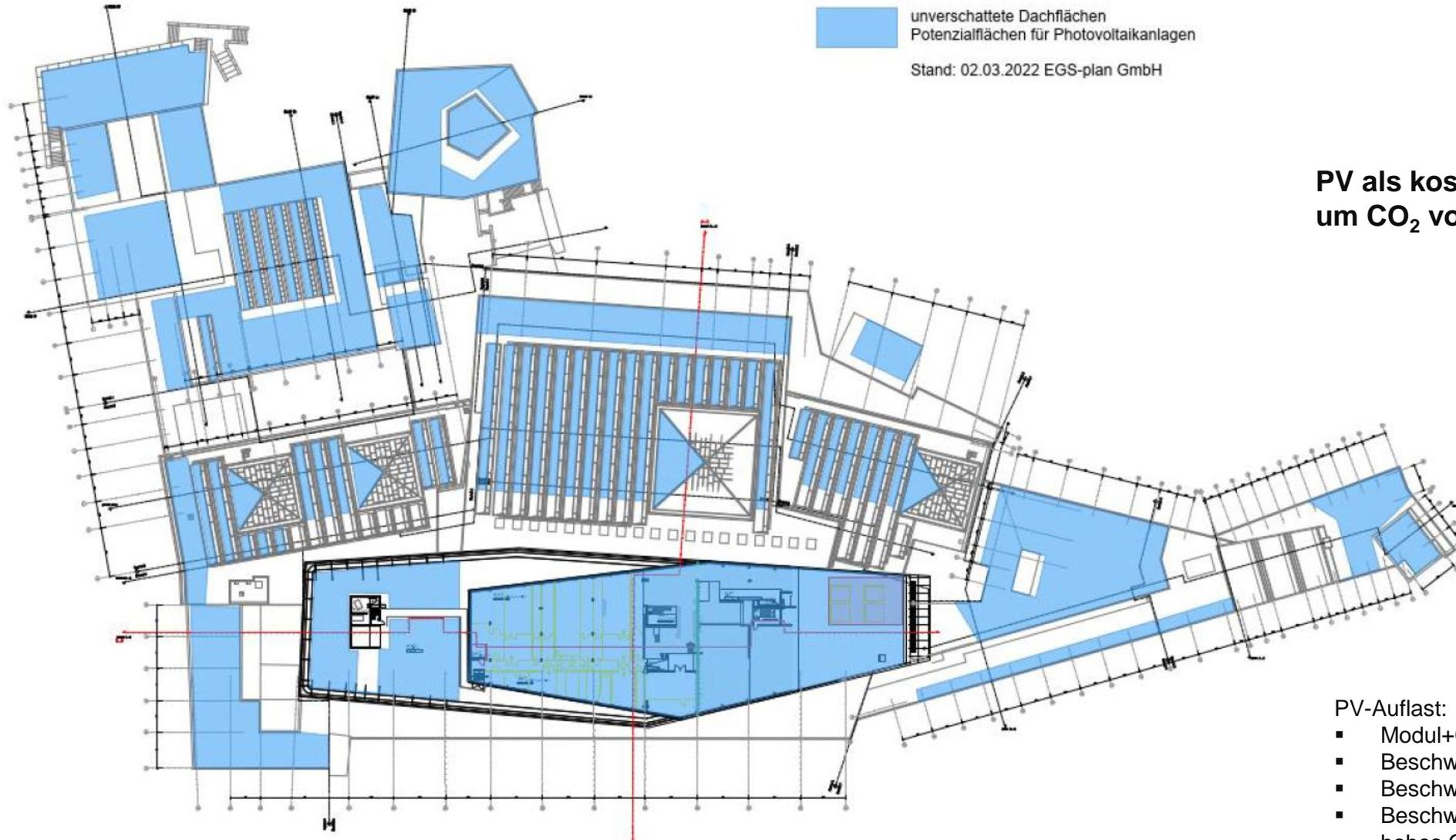
Abwärme Kälteerzeugung



IT / Serverabwärme



PVT + Eisspeicher



**PV als kosteneffizienteste Maßnahme,  
um CO<sub>2</sub> vor Ort einzusparen**

**PV-Auflast:**

- Modul+Gestell ohne Beschwerung: 25 kg/m<sup>2</sup>
- Beschwerung im großen Feld: 0 kg/m<sup>2</sup>
- Beschwerung am Rand: 30-50 kg/m<sup>2</sup>
- Beschwerung an der Ecke/sehr windexponiert, hohes Gebäude: bis zu 100 kg/m<sup>2</sup>

# Landtagsgebäude Baden-Württemberg

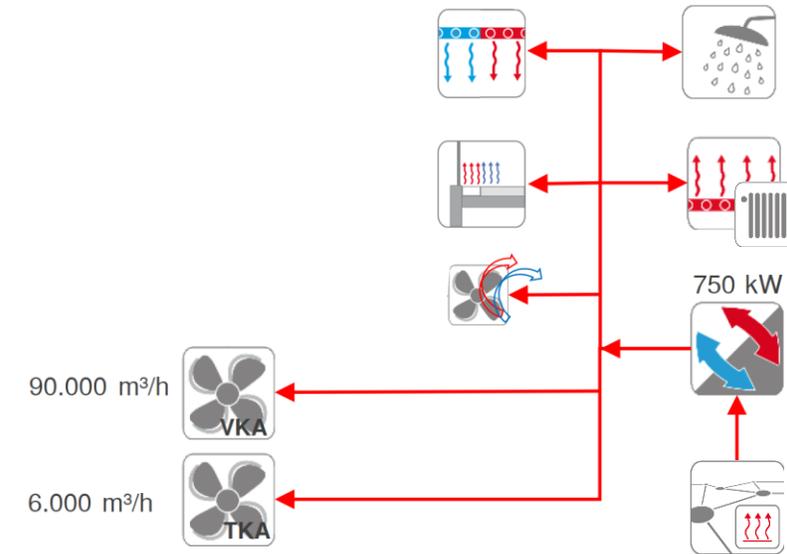
## Keyfacts



**Standort:** Stuttgart  
**Baujahr:** 1961  
**Denkmalschutz:** DSchG BW  
**Architektur:** Staab Architekten  
**Bauherr:** Landesbetrieb Vermögen und Bau Baden  
Württemberg Stuttgart  
**Sanierung:** 2013-16  
**Fläche:** 3.025 m<sup>2</sup><sub>NRF</sub>  
**Bearbeitungszeitraum:** 2016-2020  
**Leistung:** Technisches Monitoring und  
Betrieboptimierung

# Landtagsgebäude Baden-Württemberg

## Anlagenkonzept



	Fernwärme		Kühlturm
	Fußbodenheizung oder Heizkörper		Kompressionskältemaschine
	Trinkwarmwasser		Lüftungsanlage
	Heiz-Kühlkonvektoren		Vollklimaanlage mit Be- und Entfeuchtung / Teilklimaanlage
	Heiz-Kühldecke		Umluftanlage
	Wärmeübertrager		Nieder-/Hochtemperatur

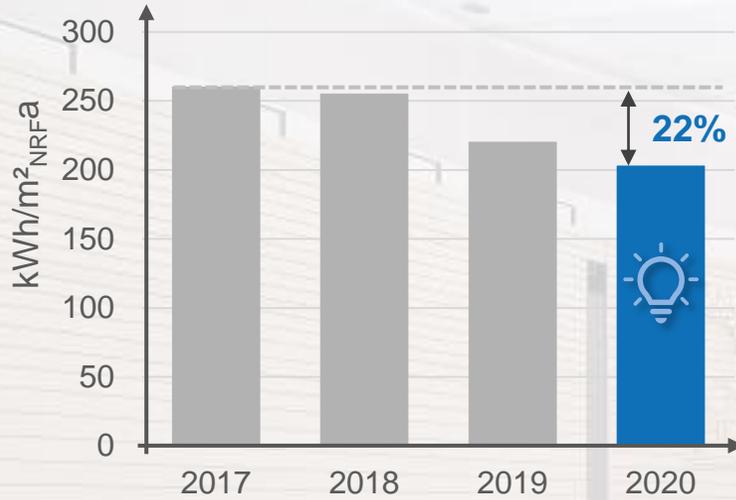
Bild: Studio Tümmers



Bild: Landtag Baden Württemberg

- (1) Sollwertanpassungen RLT Entfeuchtung (>20 T€/a)
- (2) Betriebstemperaturabsenkung Zwischendecken- Umluftkühler (>5 T€/a)
- (3) Zeitpläne Großverbraucher (>5 T€/a)
- (4) Summe an Kleinmaßnahmen (30 T€/a)
- (5) (Umrüstung dezentrale RLT >5 T€/a )

### Endenergieverbrauch



### CO<sub>2</sub>



### Kosten



- **22% Energie** (Wärme & Strom) nach [AMEV] Ø 10%
- **80 t/a CO<sub>2</sub>-Äq** (25%/a)
- **50 bis 60 T€/a Kosten** (17%/a)

- **Grundlegender Wandel in der Reputation**
  - Sanierung im Bestand ist keine neue Disziplin, sondern eine Notwendigkeit
  - „Goldene Energie“ statt „graue Energie“ → Wertigkeit des Vorhandenen viel stärker wertschätzen, als bisher
  - Nicht jeden Bedarf mit einem Neubau befriedigen
- **Worauf ist zu achten? Erfahrungen?**
  - Früher Einstieg eines regenerativen Energiekonzept (Masterplan oder ab LP1) zur erfolgreichen Einbindung EE (WP und PV)
  - Vorteile im Quartiersmaßstab: Synergie über Netze (Voraussetzung Gebäude werden in der therm. Qualität ertüchtigt)
  - Nutzeranforderungen kritisch hinterfragen: Suffiziente Nutzeranforderung!
    - Informationsvakuum durch fehlende detaillierte Funktionsbeschreibung
    - Bedarfsanalyse: Nicht nur Verbrauch der aktuellen Nutzung, sondern Anlagentechnik im Detail
    - Viele Fehlfunktionen sowie im Zusammenspiel suboptimal arbeitende Anlagenbestandteile lassen sich erst während einer längeren Gebäudenutzung identifizieren → Betriebsbegleitendes Monitoring: Die Erfahrung zeigt, dass praktisch alle Gebäude mind. eine 2 bis 3-jährige Optimierungsphase benötigen
- **Wirtschaftlichen Anreize durch Internalisierung von Umweltkosten**

Neben Emissionsbepreisung auch CO<sub>2</sub> Schattenpreis, der die zunehmende Knappheit des verbleibenden CO<sub>2</sub>-Budgets richtig abbildet und die CO<sub>2</sub> Emissionen durch die Herstellung des Neubaus mit bepreist



**„Sind wir dazu da,  
immer etwas neues zu  
machen, oder sind wir  
dazu da, die Dinge, die  
bestehen, immer weiter  
zu vollenden?“**

Egon Eiermann

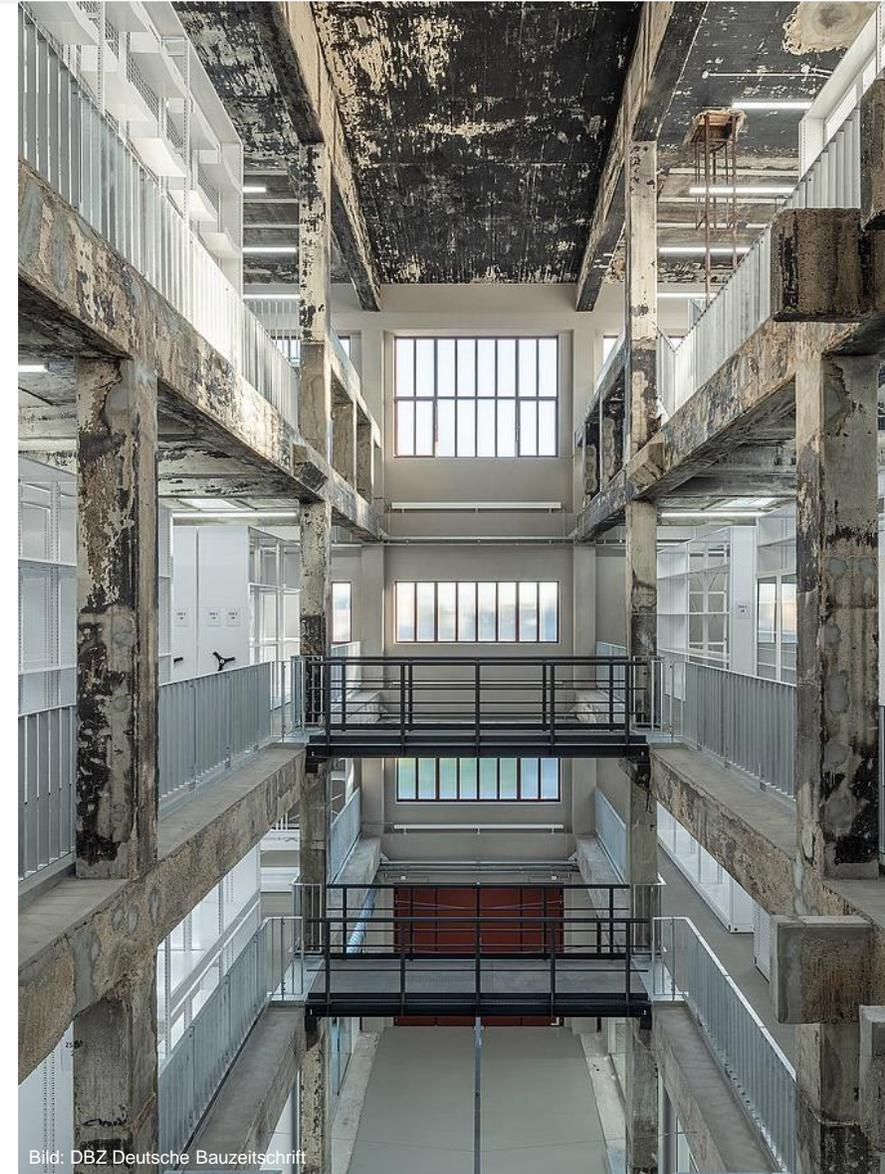


Bild: DBZ Deutsche Bauzeitschrift