



powered by  klima+
energie
fonds



Systematische thermische Renovierung

- Überblick

BauphysikerInnentreffen 2024

Armin Knotzer

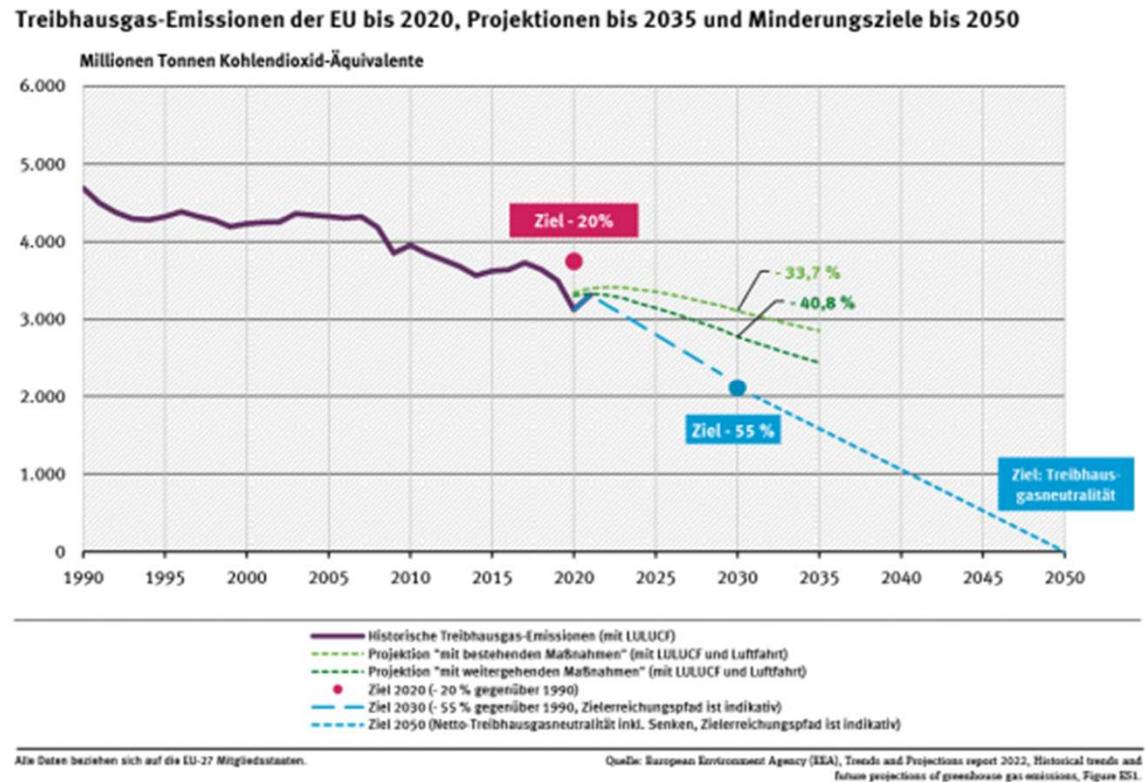
AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC)
8200 Gleisdorf, Feldgasse 19, AUSTRIA



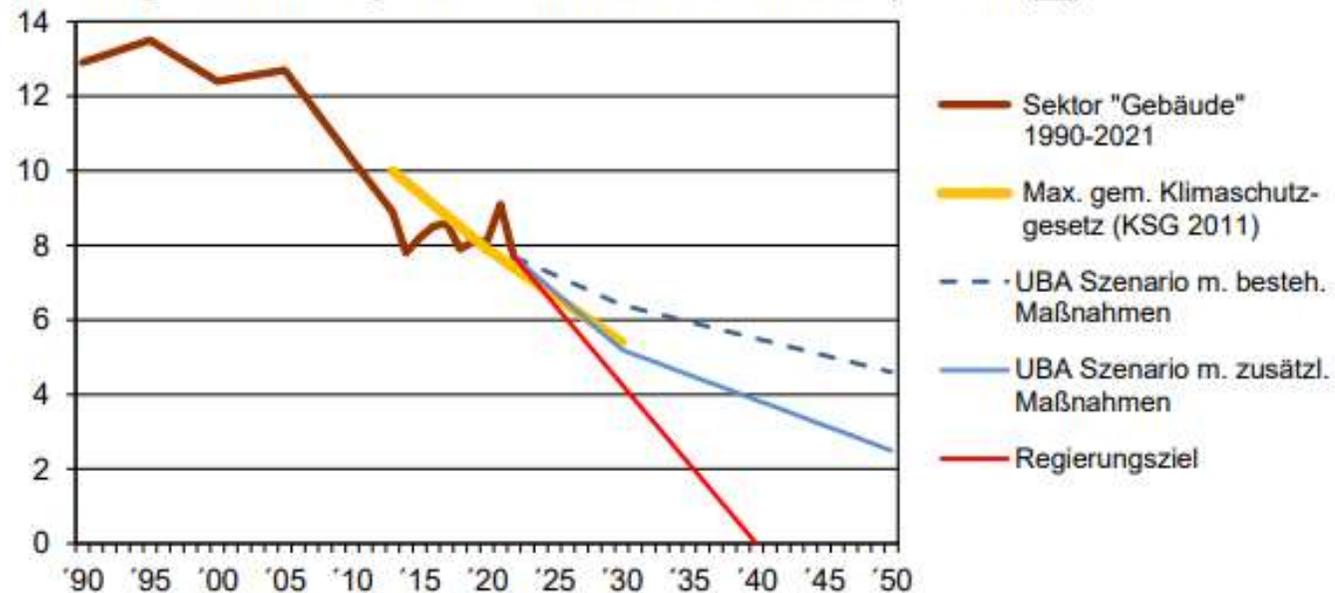
Motivation – Genereller Zugang Sanierung



- **Treibhausgasemissionen auf null reduzieren**
- Umbau des Energiesystems - mindestens **42,5% Anteil an Erneuerbaren Energieträgern** am Gesamtenergieverbrauch bis 2030
- **Energieeinsparungen** bis 39% im Jahr 2050 gegenüber 2005
- **Größere Rolle des Stromanteils** – 36-39% an der Endenergienachfrage im Jahr 2050



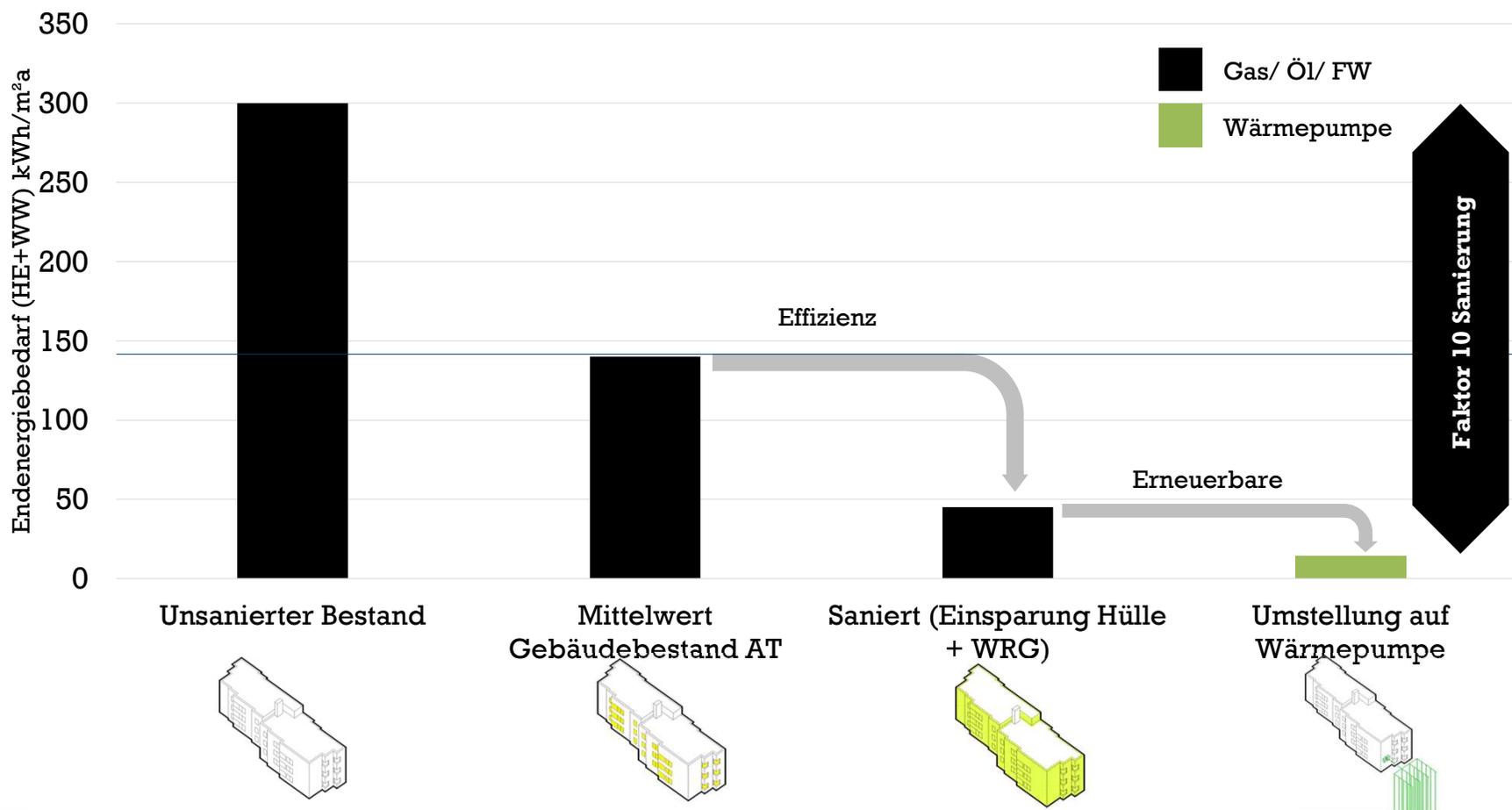
Grafik 20: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Sektor Gebäude (Mio. t CO_{2eq})



Anm.: Sektor CRF 1.A.4 Sonstige Verbrennung von Brennstoffen.
Quelle: Umweltbundesamt Klimaschutzberichte 2008-2023.

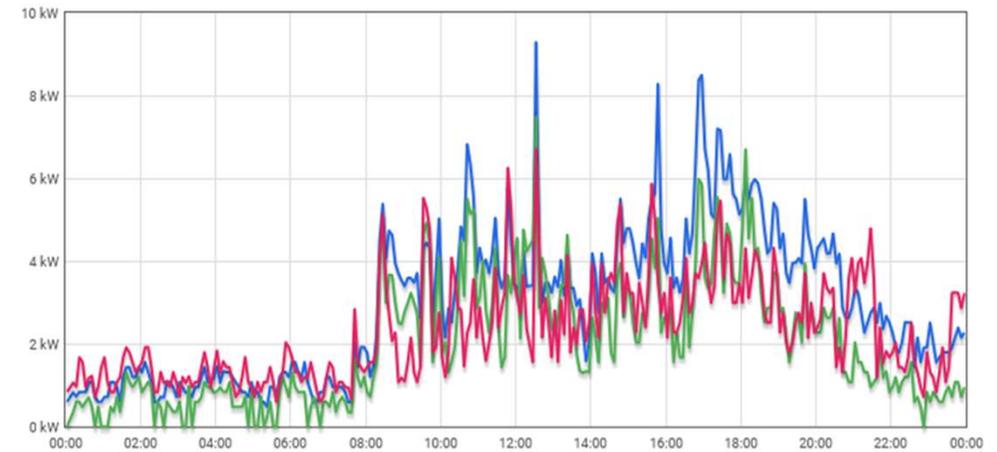
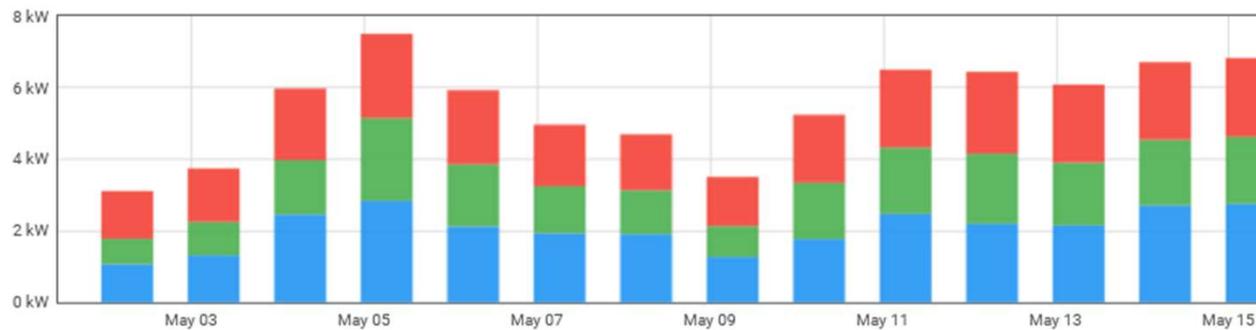
Quelle: Monitoring-System zu Sanierungsmaßnahmen in Österreich 2023, IIBW und Umweltbundesamt, Wien Dez. 2023

„Faktor 10 Sanierung“ Einsparungen HWB von 70 - 80% + Umstellung auf WP



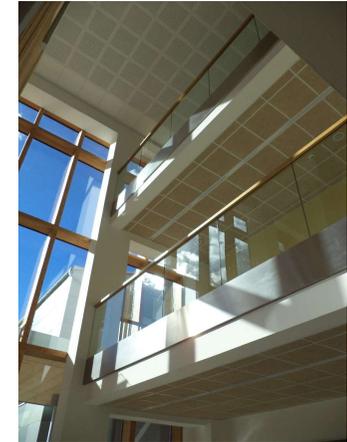
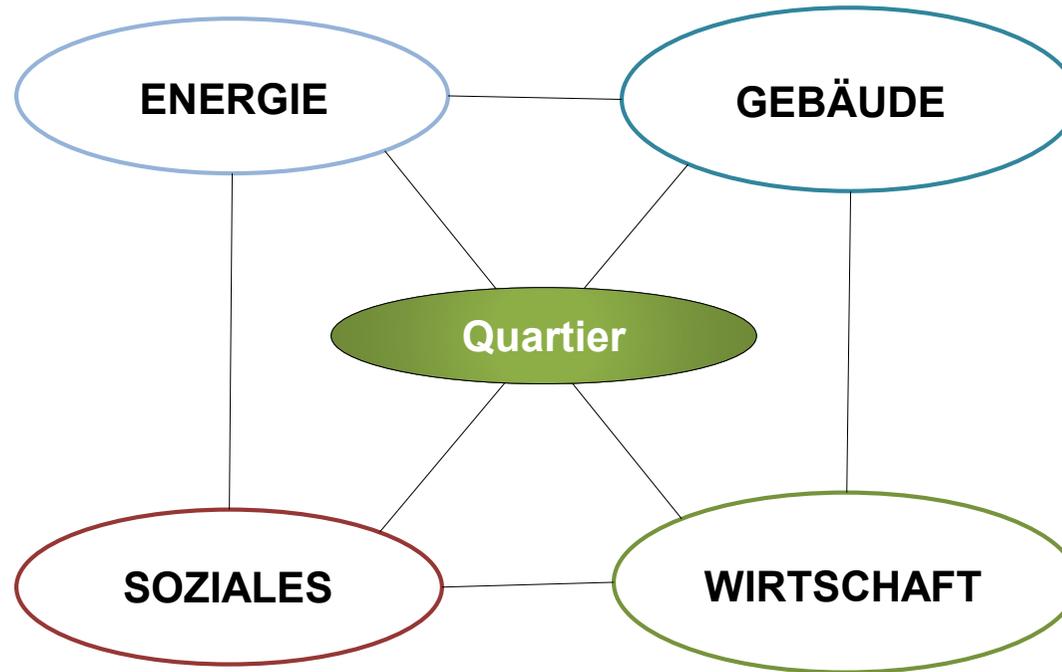
Bsp. Stromverbrauchs- schema Gastronomie

Stromverbrauch letzte 14 Tage - 1 Tageswerte



Starke Tagesnutzung

Sanierung - Grundidee



Energetische Ziele:

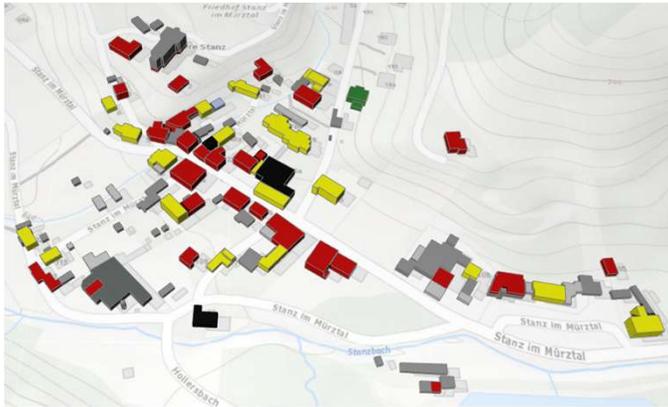
- 100% Versorgung mit Erneuerbaren Energieträgern
- Optimierung und Erweiterung der Energienetze
- Renovierung und Belebung / Nachverdichtung

Sanierungsmasterplan

Beispiel Gemeindekern

- Neubauzustand
- Thermisch (teil-)saniert
- Thermisch wie Altbau
- Nicht beheizt
- Mögliche Entwicklung

Gebäudebestand vor Projektstart

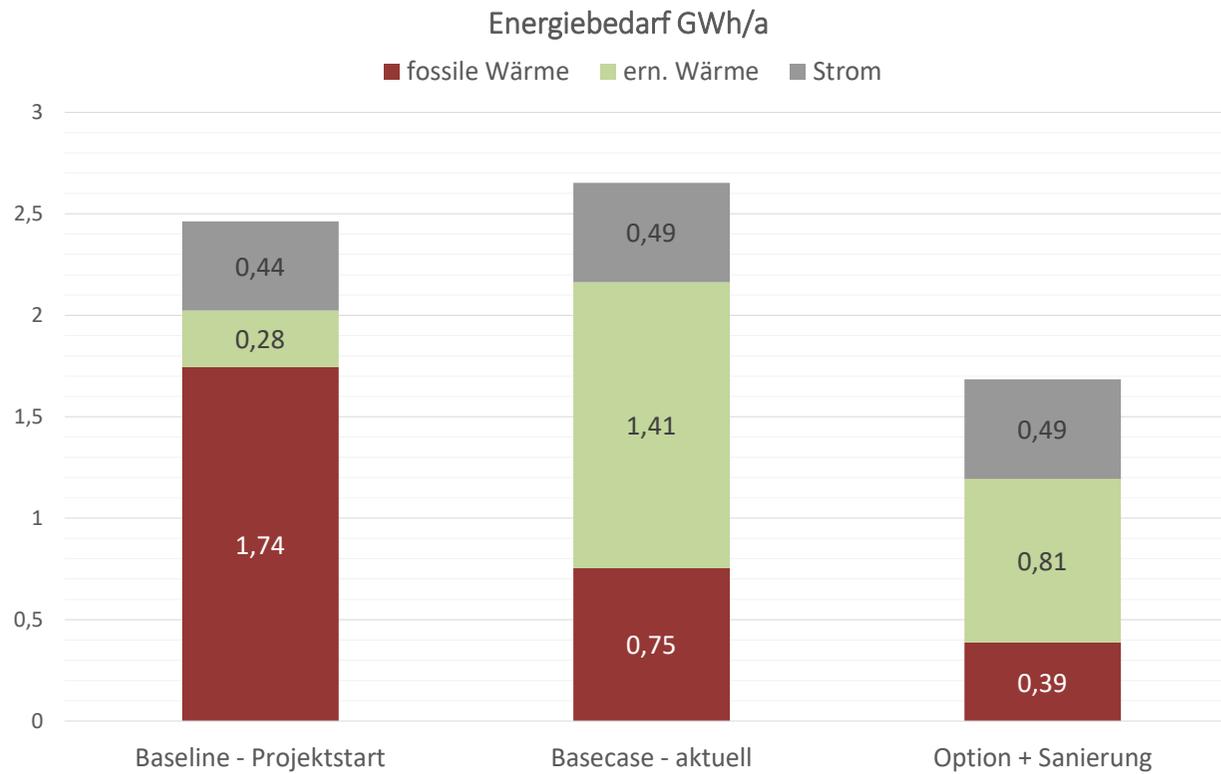


Erweiterungsplan Zukunft



Sanierung eines Quartiers

Beispiel Gemeindекern



Forschung und Entwicklung – Demogebäude



Serielle Sanierung in Österreich

Aktive und passive Hüllen; Nachverdichtung



Wohnanlage Markartstraße Linz – Sanierung in Passivhausqualität.
Quelle: ARCH+MORE



DIESELWEG GRAZ. Quelle: GIWOG; GAP solution; AEE INTEC



TES ENERGY FACADE Leutkirch
Quelle: Frank Lattke



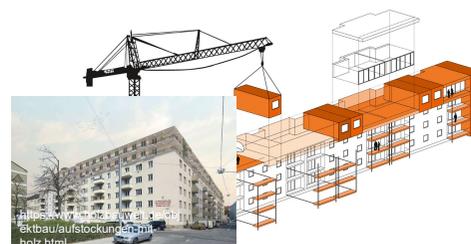
PLUS-ENERGIE SANIERUNG KAPFENBERG.
Quelle: AEE INTEC, Nussmüller Architekten



PASSIVHAUS-SANIERUNG EINES WIENER GEMEINDEBAUS. Quelle: Treberspurg & Partner Architekten



Projekt Wohnen findet Stadt! Teils vorgefertigte Multifunktionsfassade.
Quelle: Fh Salzburg; Schweizer et. al



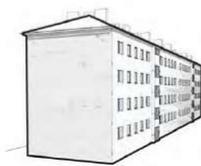
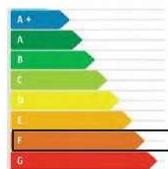
Projekt Roofbox: AEE INTEC, Nussmüller Architekten; TBH



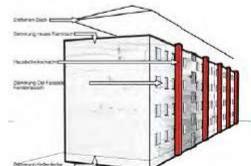
Sanierung Johann Böhm Straße – e80³



Sanierungsschritte Zum Nullenergiegebäude



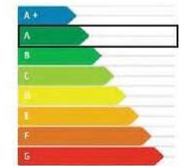
Bestand - Johann Böhm Straße



Sanierung: Schritt 1



Sanierung: Schritt 2







Bestandsgebäude

- Wohngebäude
- Baujahre: 1960 – 1961
- Abmessungen: 65 m lang, 10 m breit, 12 m hoch
- Ost-West-Orientierung
- 4 Geschoße mit je 9 Wohnungen pro Geschoß
- 20 m² bis 65 m² Wohnnutzfläche der einzelnen Wohneinheiten
- 2845 m² Brutto-Grundfläche (BGF)
- Verschiedenste Heizungssysteme im Einsatz (dezentrale Gasheizung, Einzelöfen...)

Forschungsprojekt „e80³-Gebäude“

- Umsetzung der aktiven und passiven Fassaden- und Haustechnikmodule
- Optimierung des Gebäudes mit innovativem Energie- und Verteilkonzept
- Reduktion des Energieverbrauches um mehr als 80%
- Reduktion der CO₂-Emissionen um mehr als 80%
- Anteil Erneuerbarer Energie am Gesamtenergieverbrauch größer als 80%
- Optimierung des Energiekonzeptes durch die Nutzung der vorhandenen Wärme- und Stromnetze zum Plusenergieverbund



NUSSMÜLLER ARCHITEKTEN

ZT GmbH | Zinzendorfsgasse 1 | 8010 Graz
T +43 (0) 316 381812 | F +43 (0) 316 381812 - 9
www.nussmueller.at | buero@nussmueller.at



Forschung und Entwicklung – Herausforderungen



Konventionelle vs. Serielle Sanierung

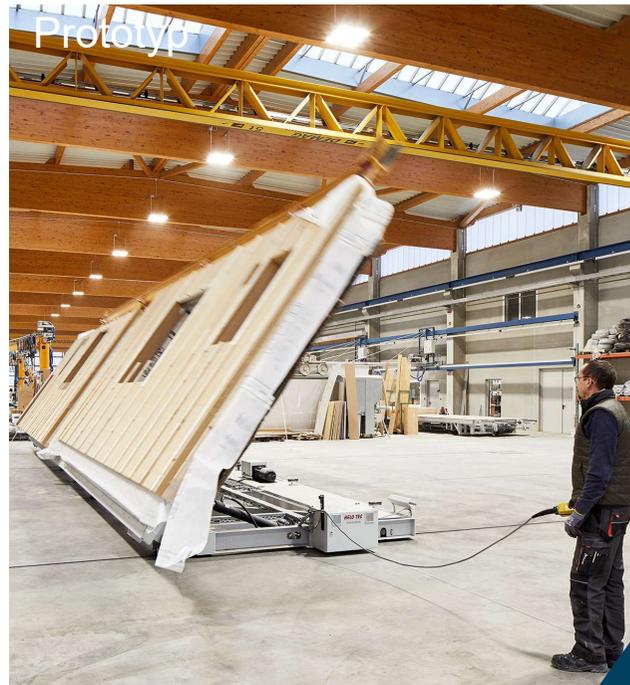


- Aussiedlungen der Bewohner:innen
- Risikoübernahme in Bezug auf Umsetzungsqualität und Energieeinsparung
- Druck auf niedrige Preise führt zu Qualitätsmängeln
- Hoher Anteil an Nacharbeiten und Fehlerbehebung



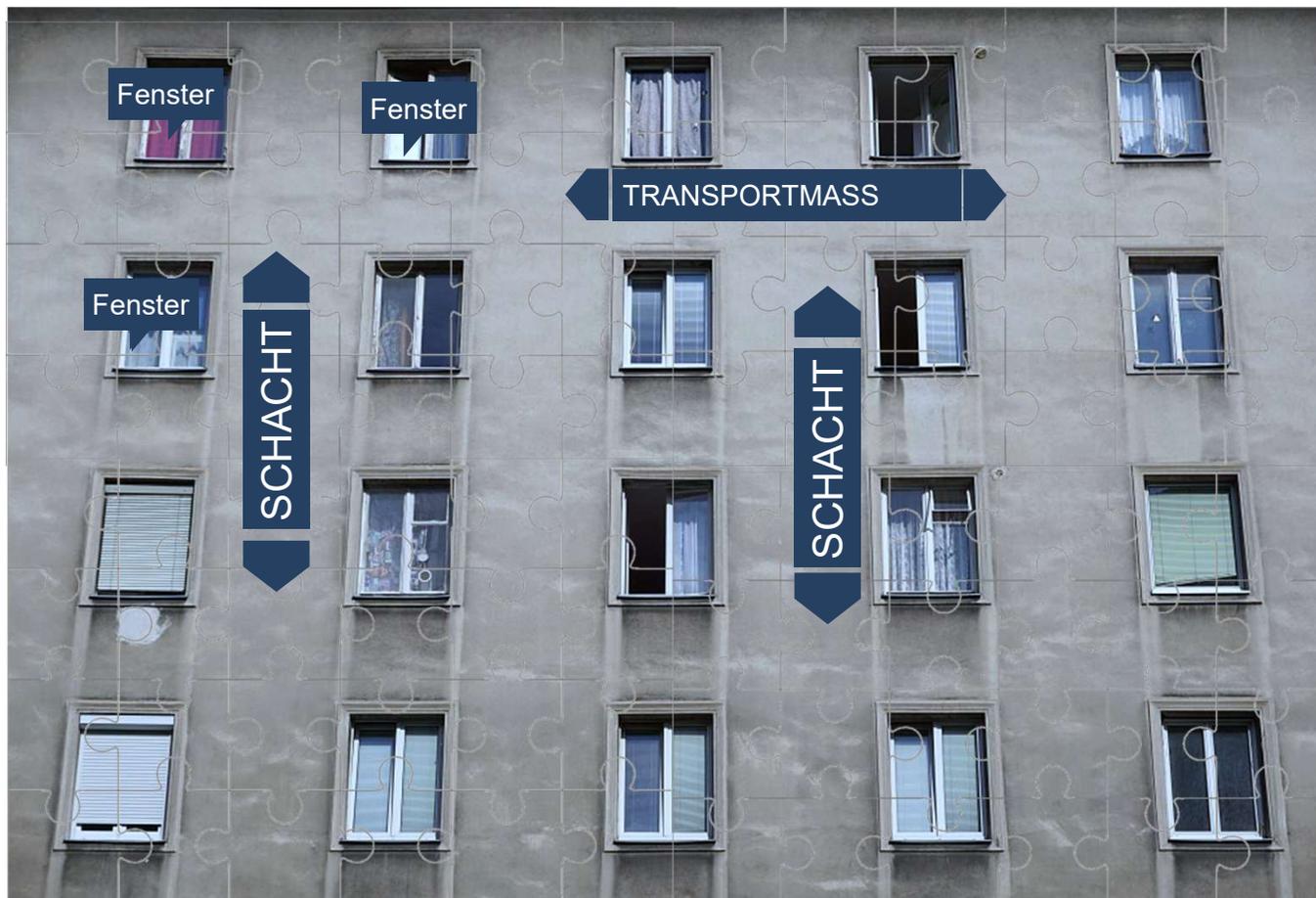
- Zusammenarbeit von Anbietern und Kunden für gemeinsame Lösungen
- Derzeit noch zu teuer
- Garantien für energetische Performance und Behaglichkeit
- Standardisierung - schnelle und störungsarme Umsetzung
- Fehlerminimierung durch BIM und Kollisionsprüfung

Noch keine Serienfertigung – immer noch Prototypen



Vorfertigung benötigt derzeit trotzdem ähnlich viele Personalstunden wie Fertigung vor Ort - manuelle Arbeit und kaum Automatisierung

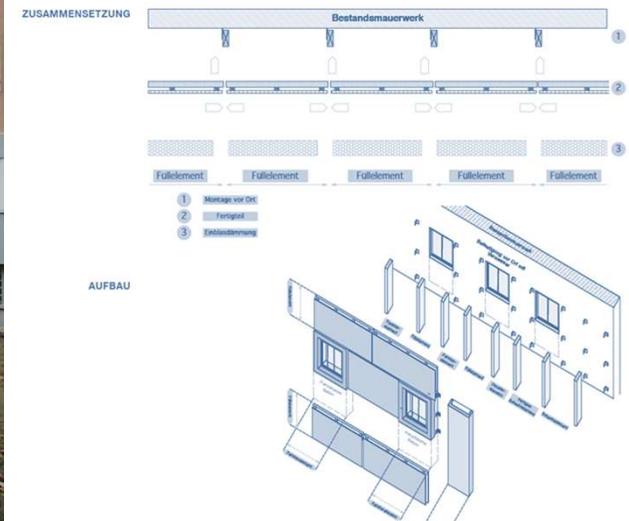
Optimale Modulgröße?



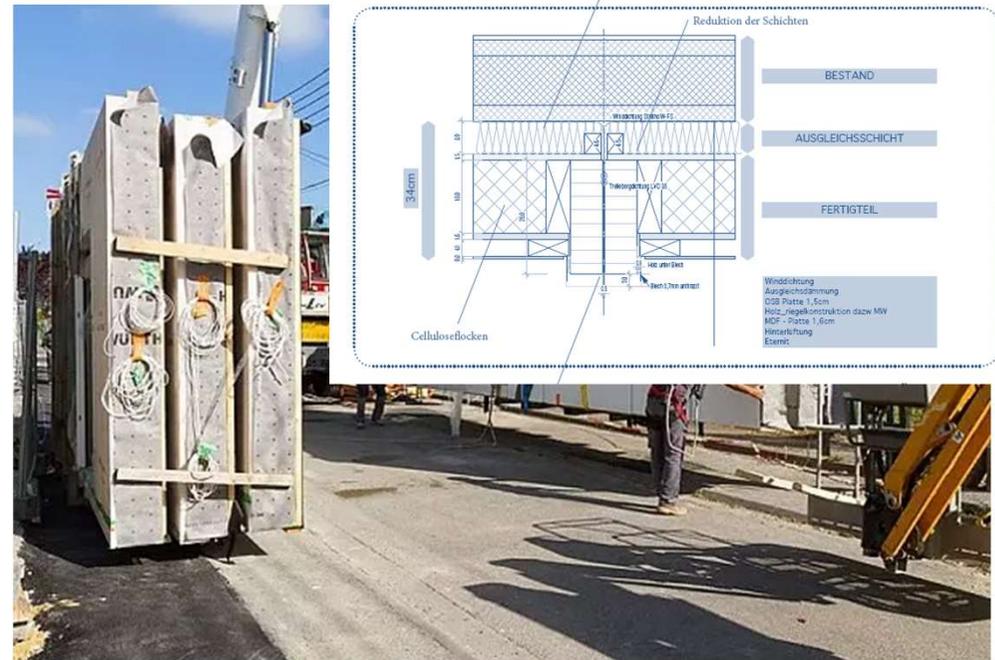
Optimale Modulgröße?



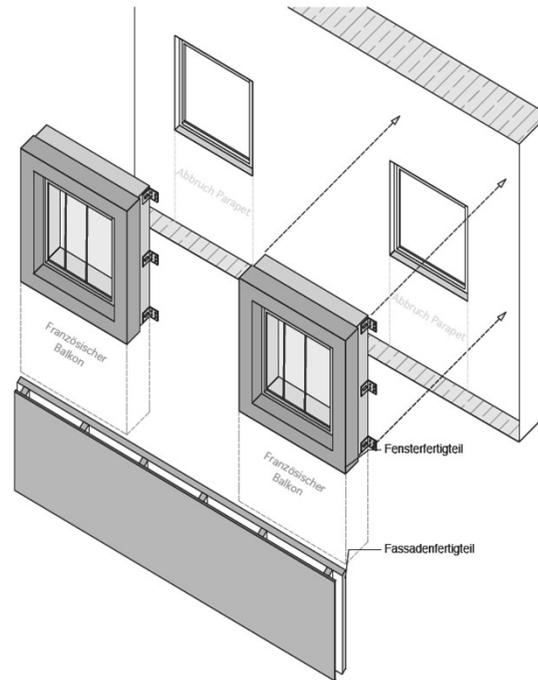
C Energiesprung



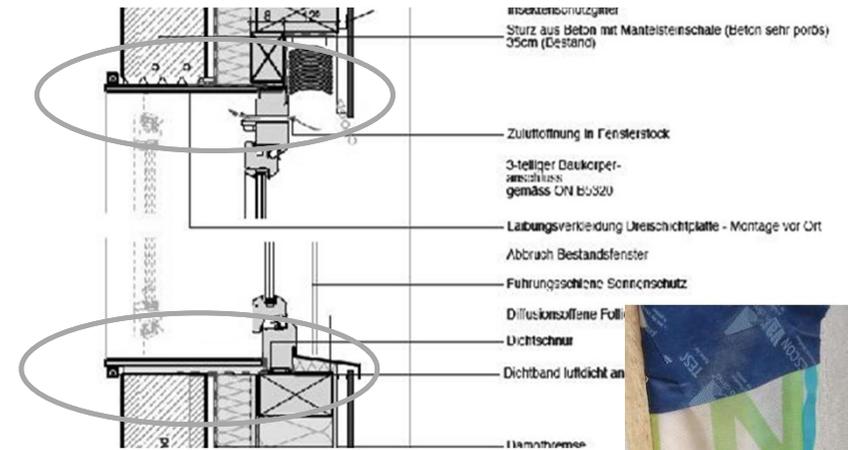
Statische Ausführung der Module für den Transport ausgelegt, nicht für die Funktion im eingebauten Zustand



Demontagezeitpunkt der alten Fenster? Luftdichter Anschluss im Fensterlaibungsbereich



FENSTERELEMENT ALS TRAGENDE STRUKTUR
(FASSADE ALS FÜLLELEMENT)

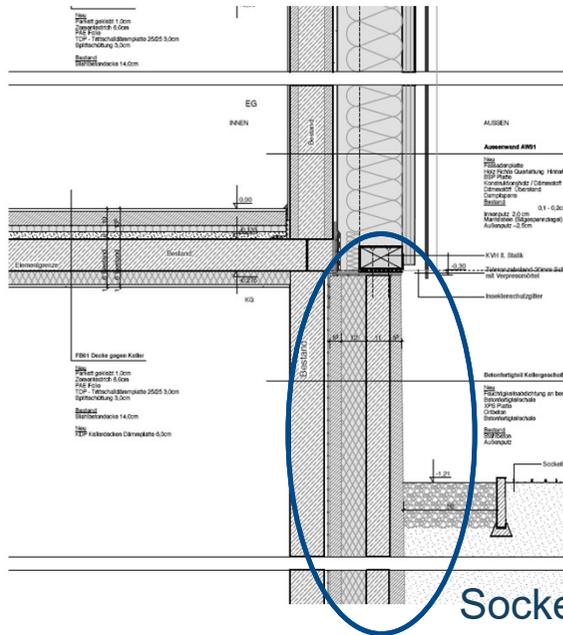


Dichter Anschluss und Bestandsmauerwerk

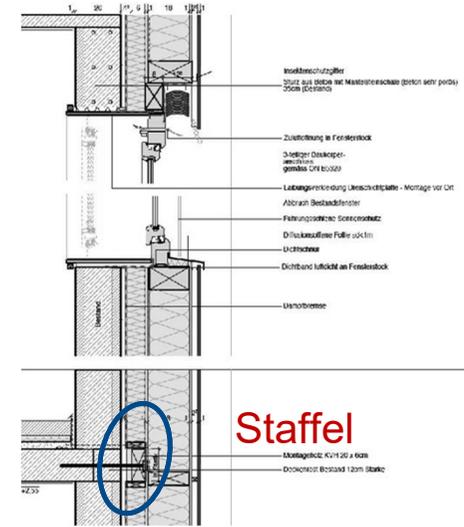


Befestigung an Bestandswand

Art der Befestigung? Anzahl der Befestigungspunkte?

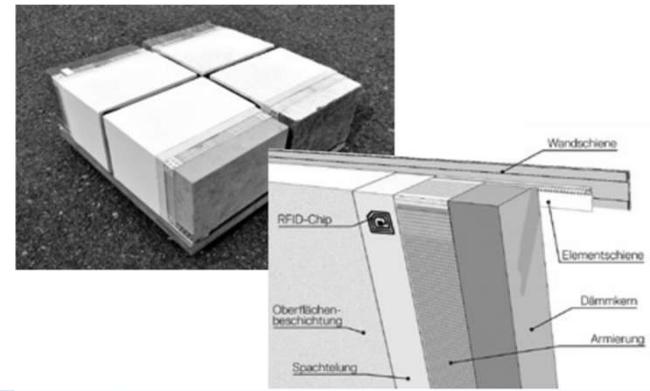


Sockelausbildung?



Staffel

- Holzlatte im Geschoßdeckenbereich
- Montageschiene
- Fundament
- Montagewinkel

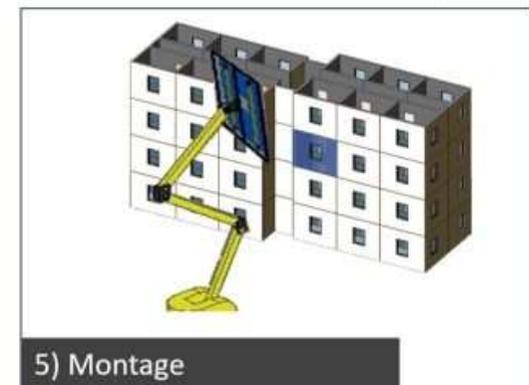
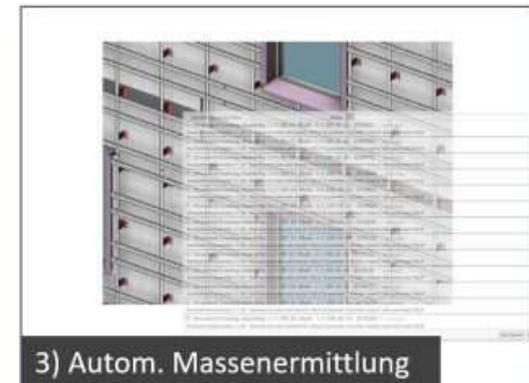
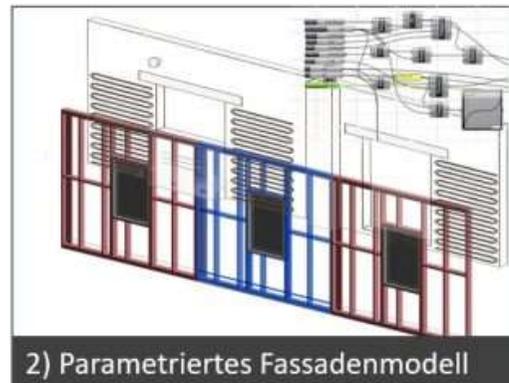
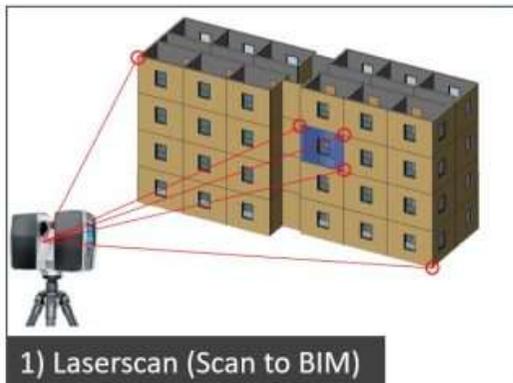


Platzbedarf bei Integration von Haustechnik und Schächten



Digitaler Workflow

Dzt. noch keine Serienfertigung – immer noch Prototypen



Technologieentwicklung für Multifunktionsfassaden

Projekte: SaLÜH! CEPA; EXCESS; MULTITAB; Happening; HVAC VIA FACADE ...



Integration Erneuerbarer Energieträger in Fassaden

Projekt E80^3



Fassadenintegration
Gap Solution (TWD)



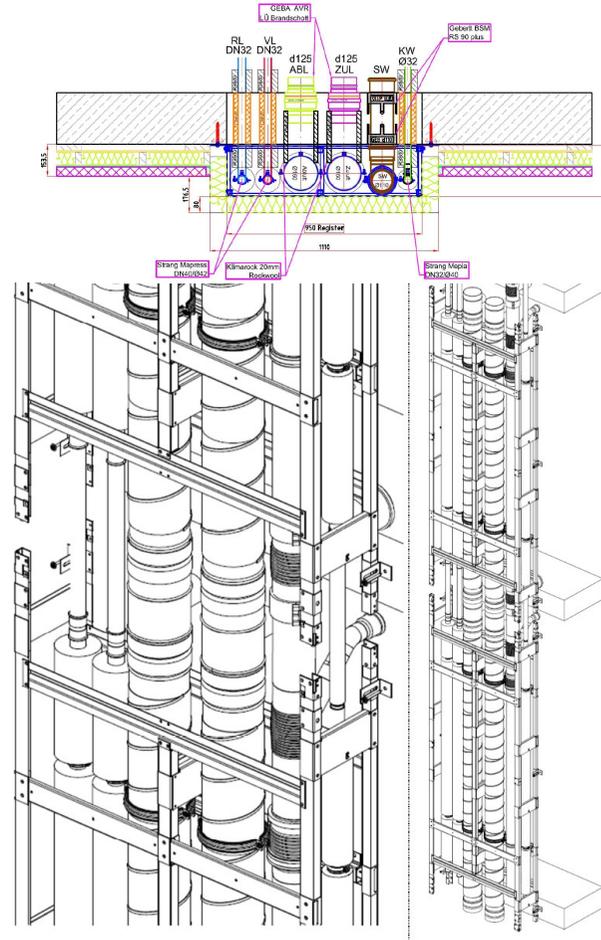
Fassadenintegration
Photovoltaik



Fassadenintegration
Solarthermie

Vorgefertigte Haustechnikschächte für die Wärmeversorgung

Projekt E80[^]3



Entwicklung eines Vorhangfassadenmoduls mit integrierten Gebäudetechnikkomponenten – HVAC VIA FACADE; SaLüH!



Kleinstwärmepumpe



Versorgungsschacht



① Fenster mit Integrierter Zuluftöffnung und Luftvorwärmung über den Zwischenraum

② Versorgungsschacht mit:

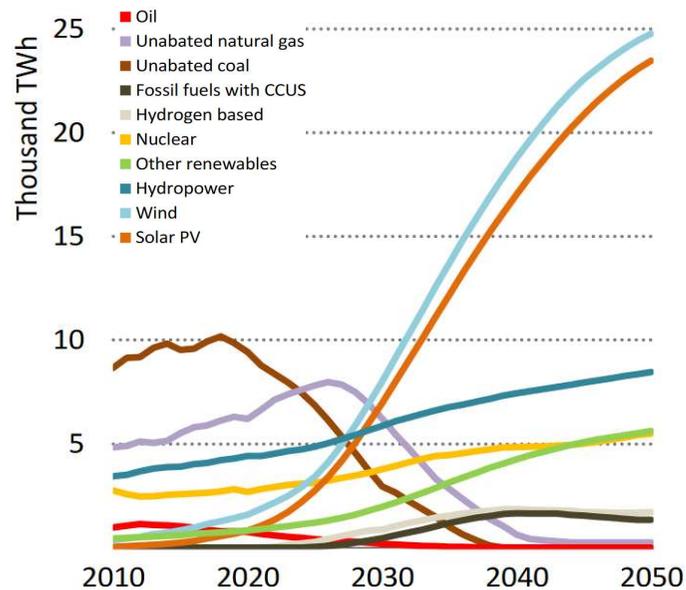
- Integrierter Kleinstwärmepumpe
- Quellenleitung
- VR/RL Wohnungsverteilung
- KW-Leitung
- Abwasserstrang

③ Fassadenintegrierte Photovoltaik

Kennzahlen Wärmepumpe	VWS 36/4 Sole/Wasser
Heizleistung	2,6 kW
B0/W35 (Sole/Wasser)	
Leistungszahl/Coefficient of Performance EN 14511	4,50
B0/W35 (Sole/Wasser)	

Das EU-Stromsystem entwickelt sich rasch weiter

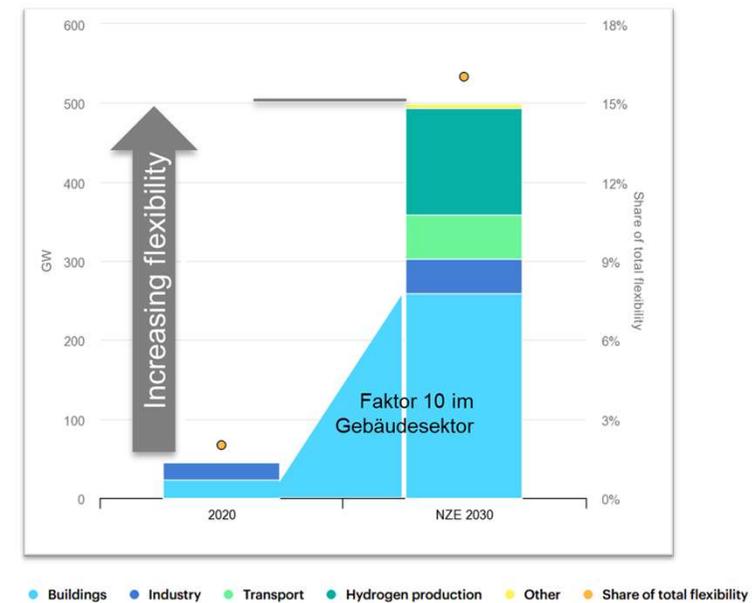
Klimaneutralität bis 2050 wird eine erhöhte Flexibilität des Energiesystems erfordern, als Ergebnis des **steigenden Anteils erneuerbarer Energien**.



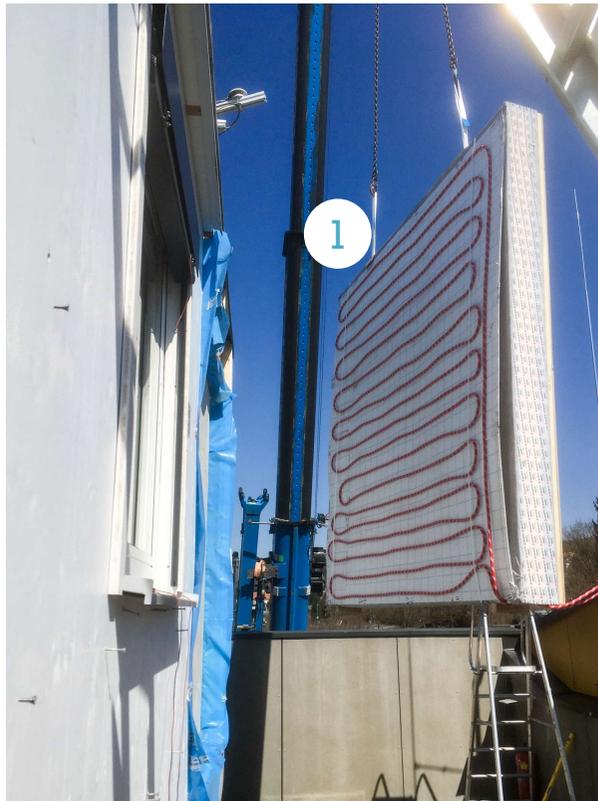
Source: IEA: Net Zero by 2050 – A Roadmap for the Global Energy Sector

Technologieeinsatz

Schlüsseltechnologien bieten ein hohes Flexibilitätspotenzial, auch wenn die Einführung noch hinterherhinkt.



Source: IEA: Efficient Grid-Interactive Buildings



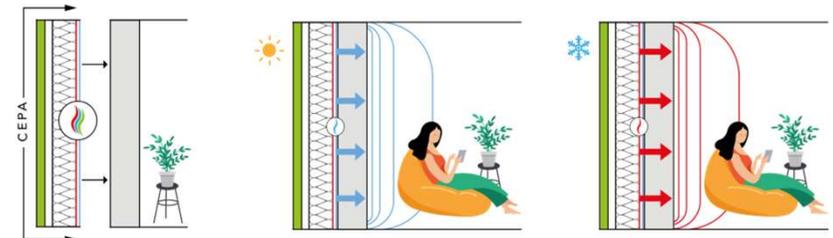
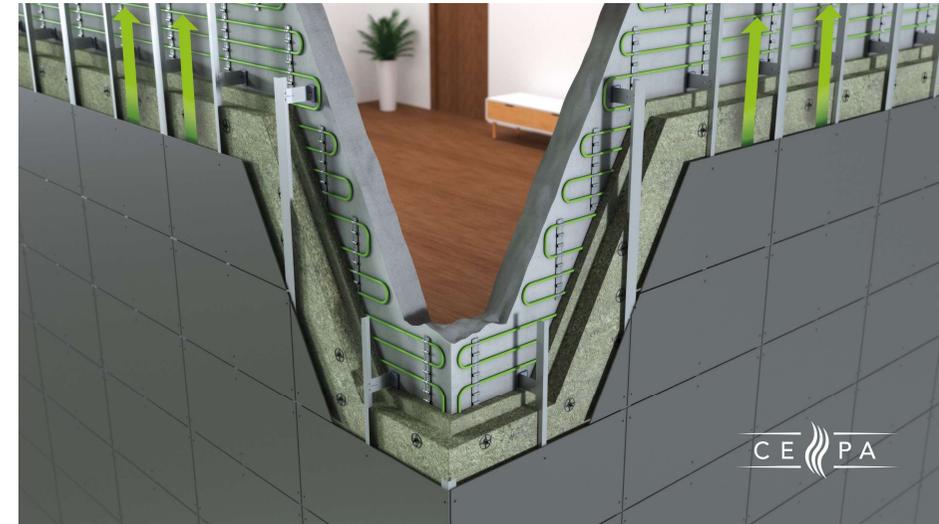
① Heizung von außen

- Wandheizelement (uponor (16x1mm))
- KS-Doppelstegplatte (Klettsystem)
- Winddichtung
- Riegelwerk dazw. Dämmung eingeblasen
- 3S-Platte
- Windfolie
- Hinterlüftung
- Cetriz-Platte

Wärmeübergangskoeffizient
von etwa 5 W/m²K



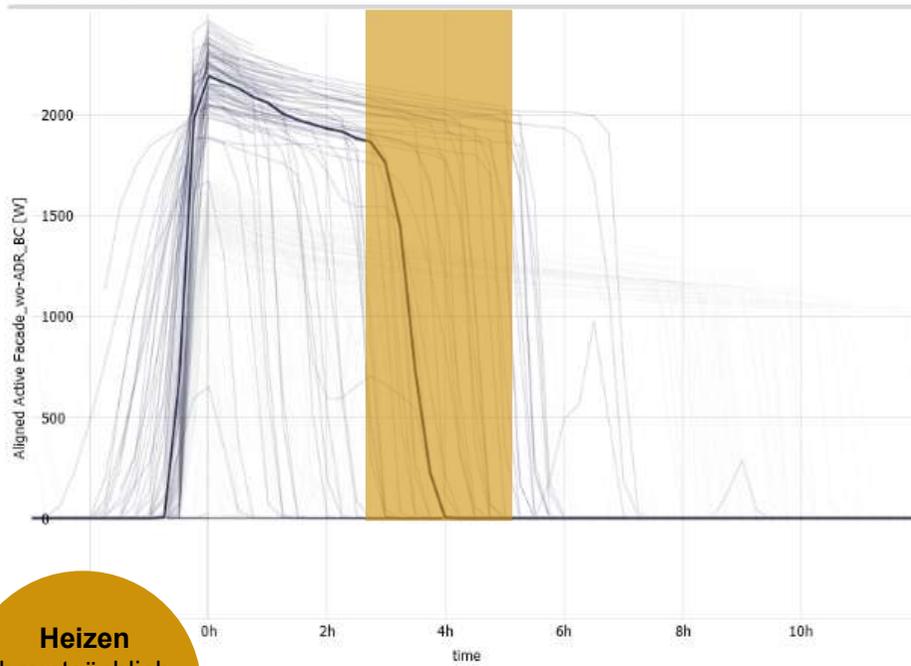
Weiterentwicklung MultiTab zur CEPA®-Energiefassade mit Tovern 3000



Typische Heiz- und Kühlkurven

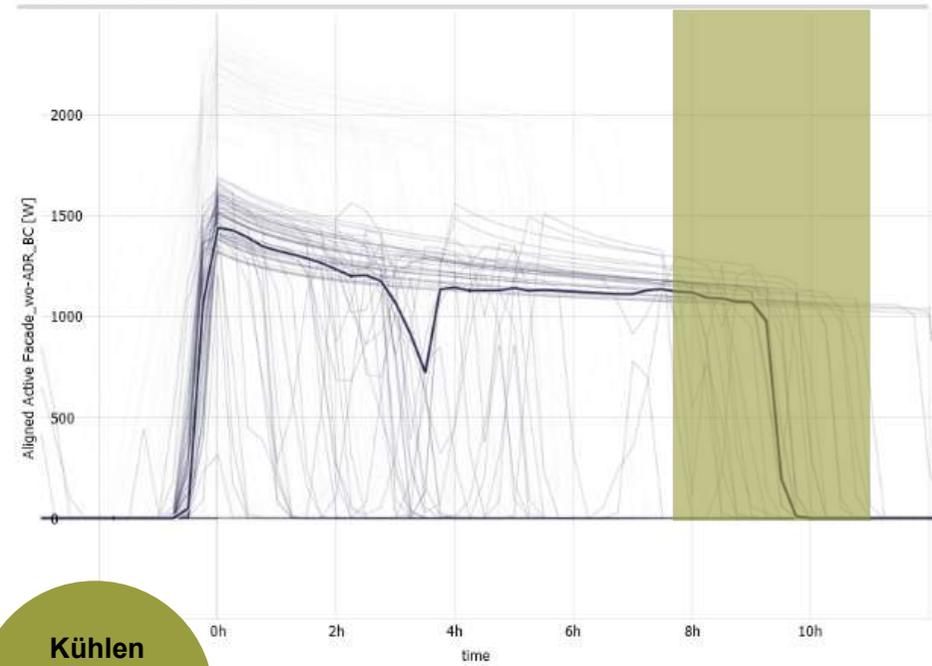


Active Facade_wo-ADR_BC [W]



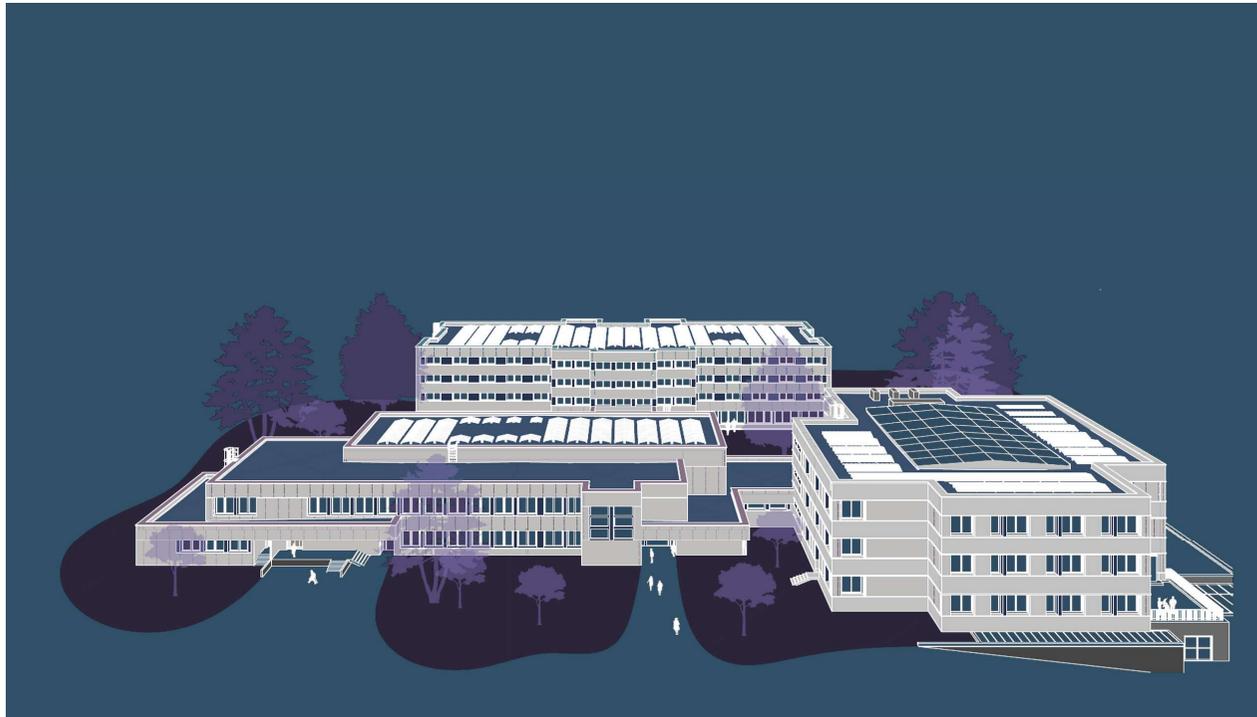
Heizen
hauptsächlich
in Zeiträumen
von **3-5 h**

Active Facade_wo-ADR_BC [W]



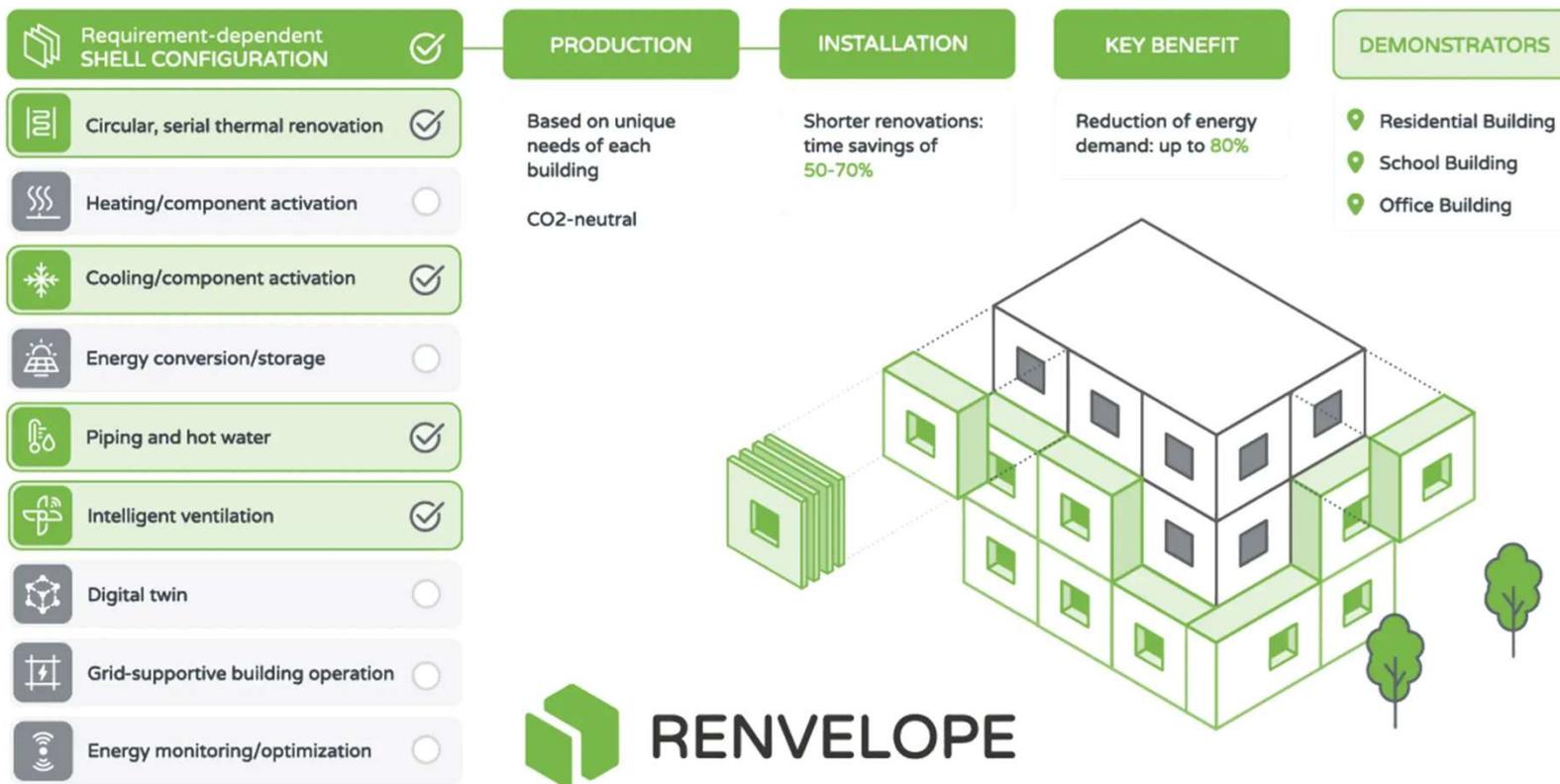
Kühlen
hauptsächlich
in Zeiträumen
von **8-11 h**

Gebäudesanierung als Gesamtkonzept



RENVELOPE – ENERGY ADAPTIVE SHELL

Vorzeige Region Energie Leitprojekt



RENVELOPE – ENERGY ADAPTIVE SHELL

Vorzeige Region Energie Leitprojekt

LBS Knittelfeld
Berufsschule



Arenberggasse
Wohngebäude



LBS Knittelfeld - Bestandssituation

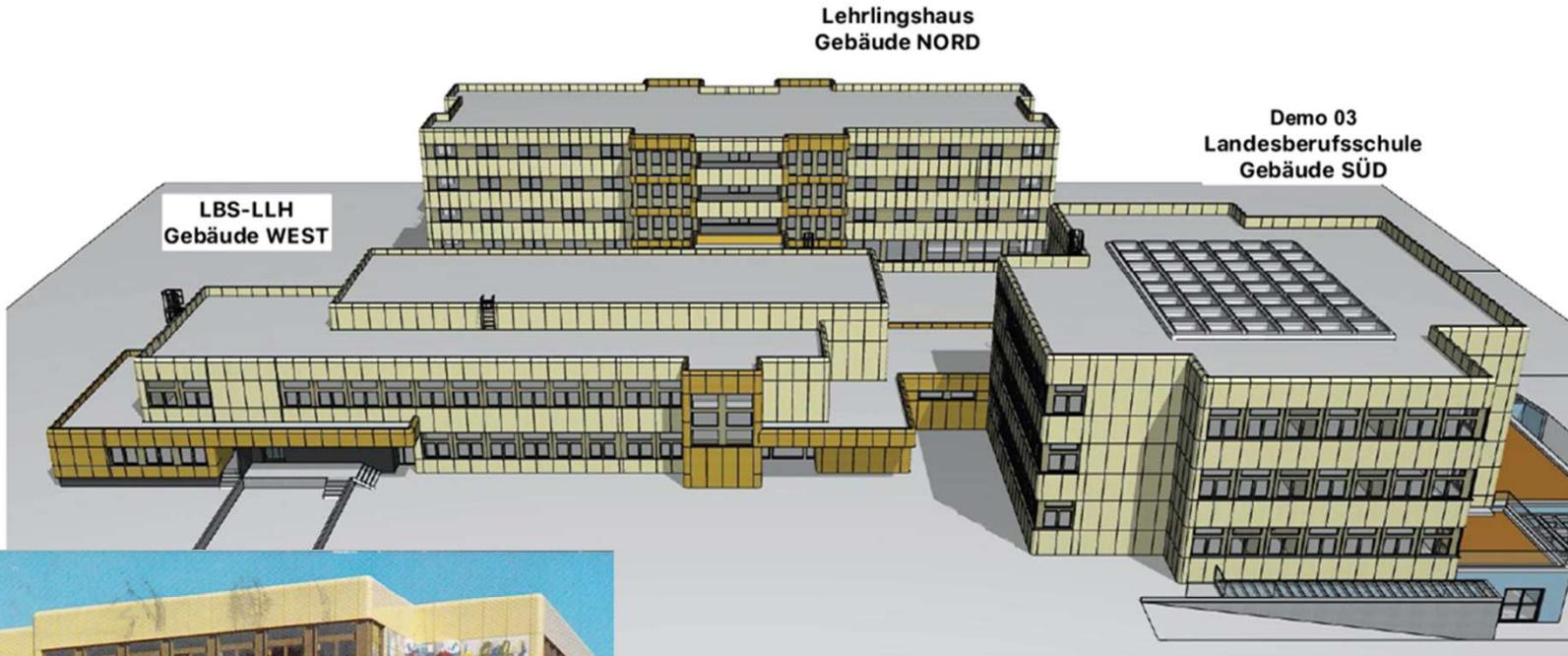
Energieausweis für Nicht-Wohngebäude

OiB Österreichischer Institut für Bautechnik 08.11.2015 3
10.08.2015 (10.08.2015)

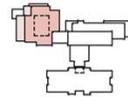
BEZEICHNUNG	Knittelfeld LBS	Baujahr	1982
Gebäudeart	gewerbliche EG	Letzte Verbleibende	
Nutzung	Höhere Schule	Katastralgemeinde	Knittelfeld
Strasse		KG-Nr.	451/16
PLZ/Ort	8720 Knittelfeld	Seitenfläche	645 m ²
Grundstück			

SPEZIFISCHER RESCHAFREBEDARF, FEHRENERGIEBEDARF, KÜHLENDKONSUMBARER UND GESAMTENERGIEVERBRUCH (STANDARDWERT)

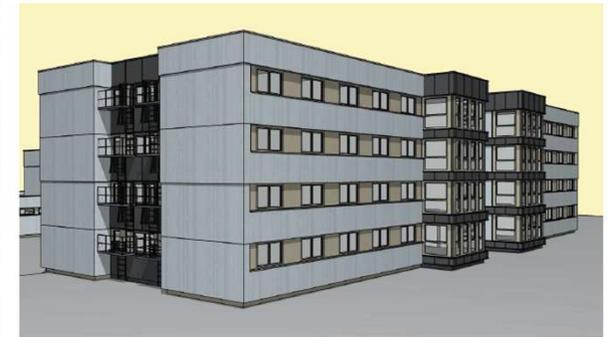
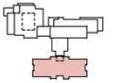
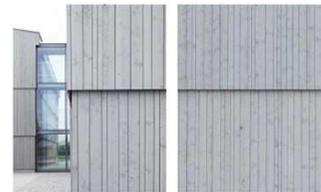
	HWP/m ²	FEH/m ²	CO ₂ /m ²	EnE/m ²
A++				
A+				
A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				



LBS Knittelfeld - Serielle Sanierung

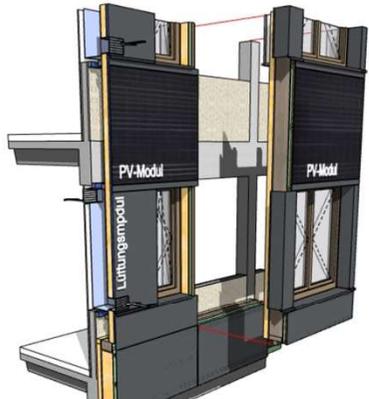
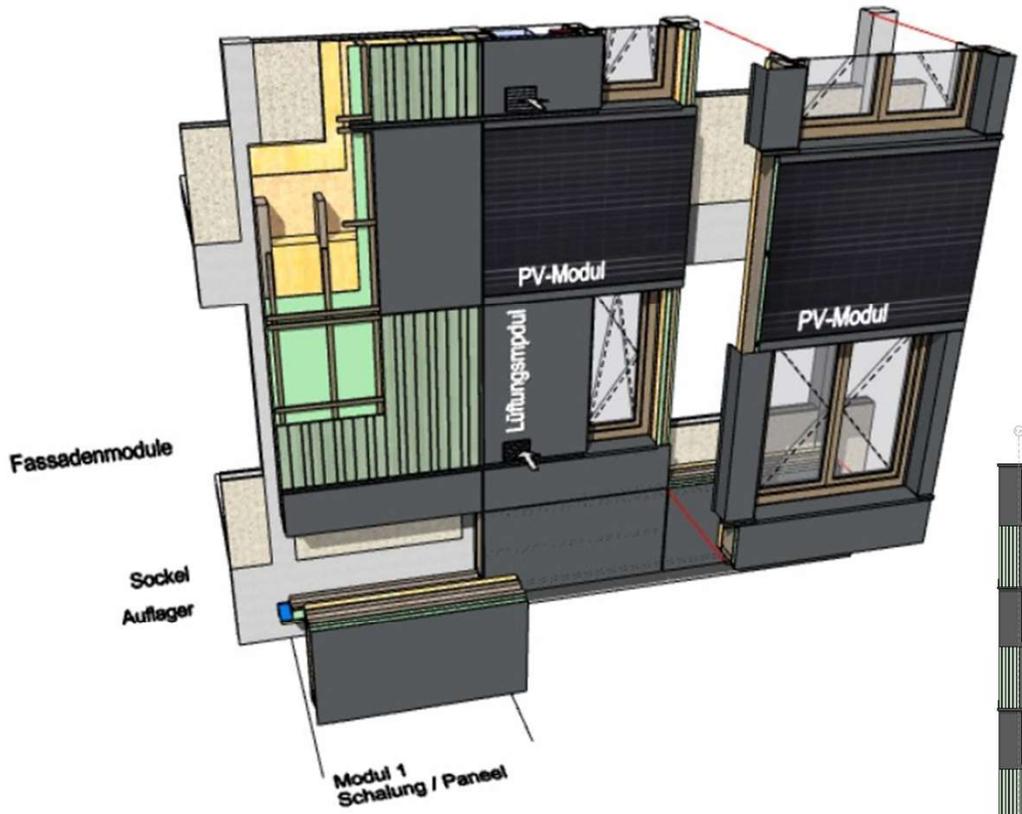


SANIERUNG DEMO 03

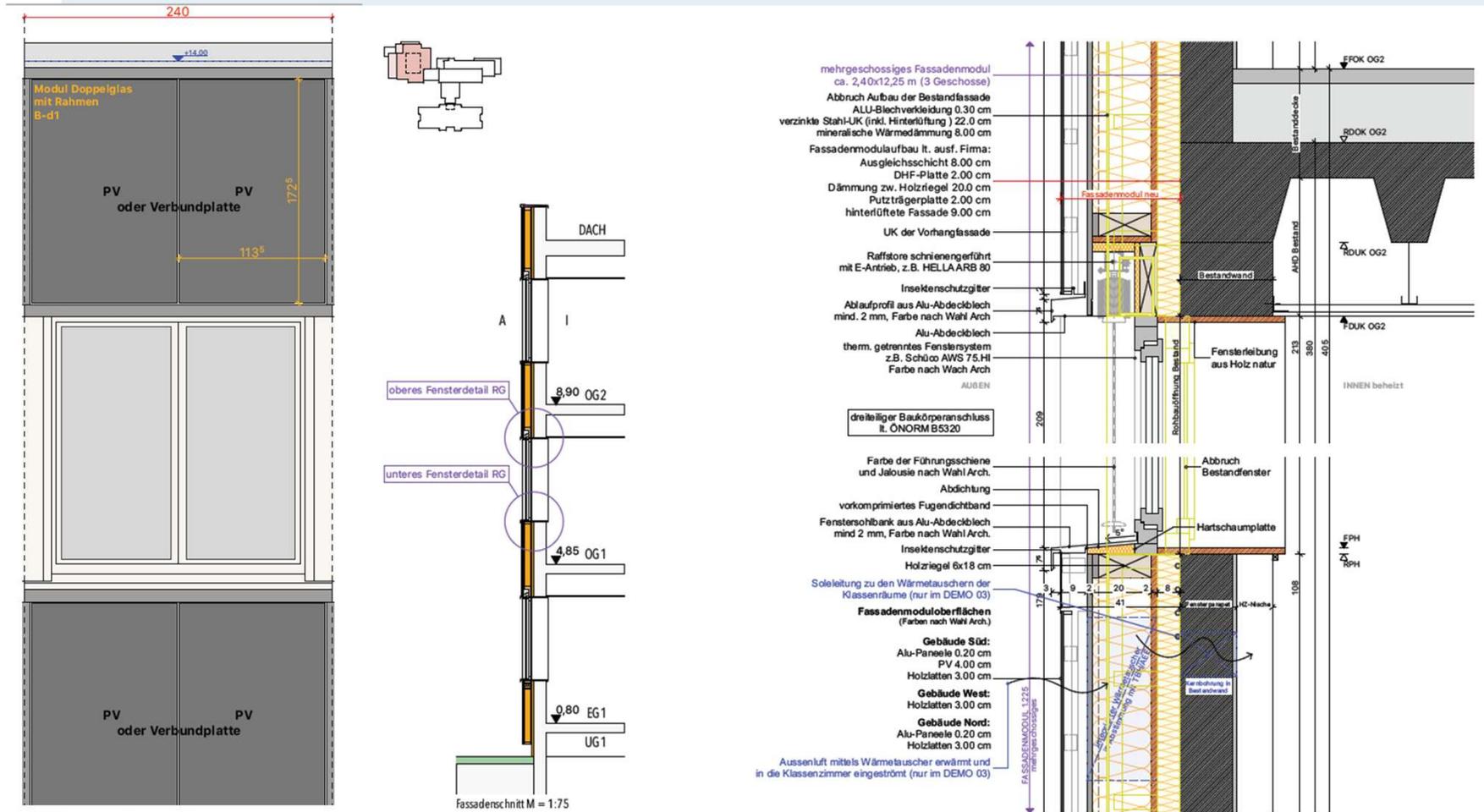


SANIERUNG

LBS Knittelfeld - Fassadenkonzept

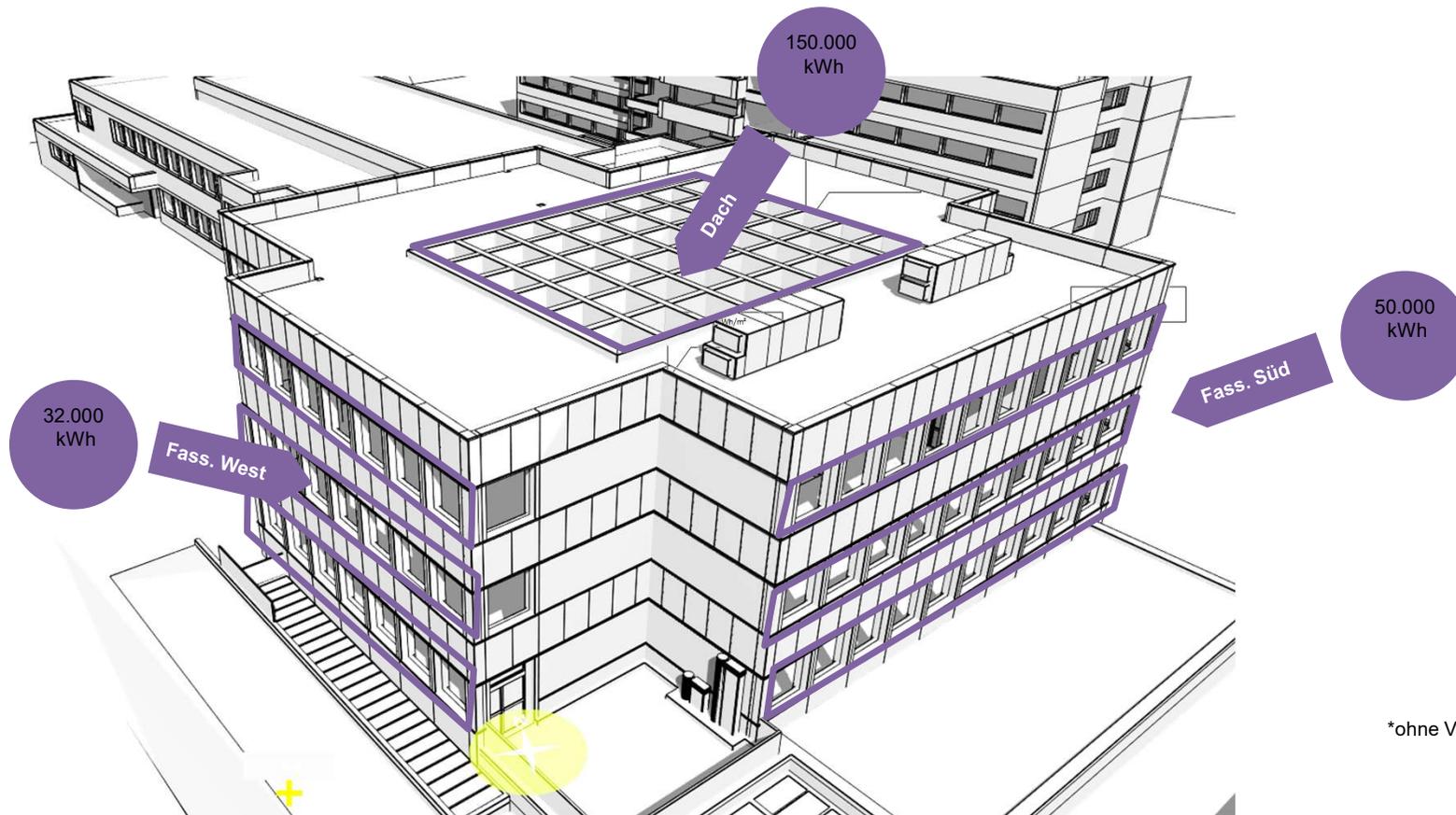


LBS Knittelfeld - Fassadenmodule



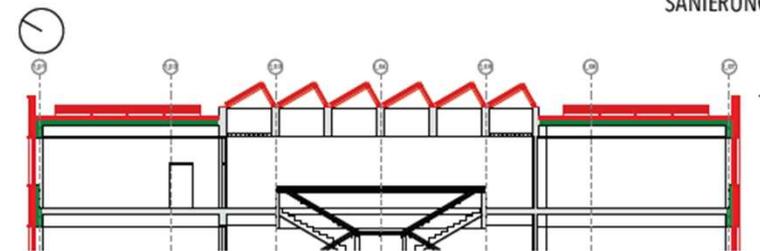
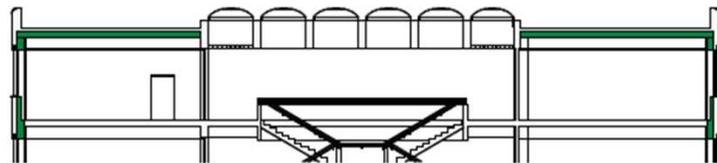
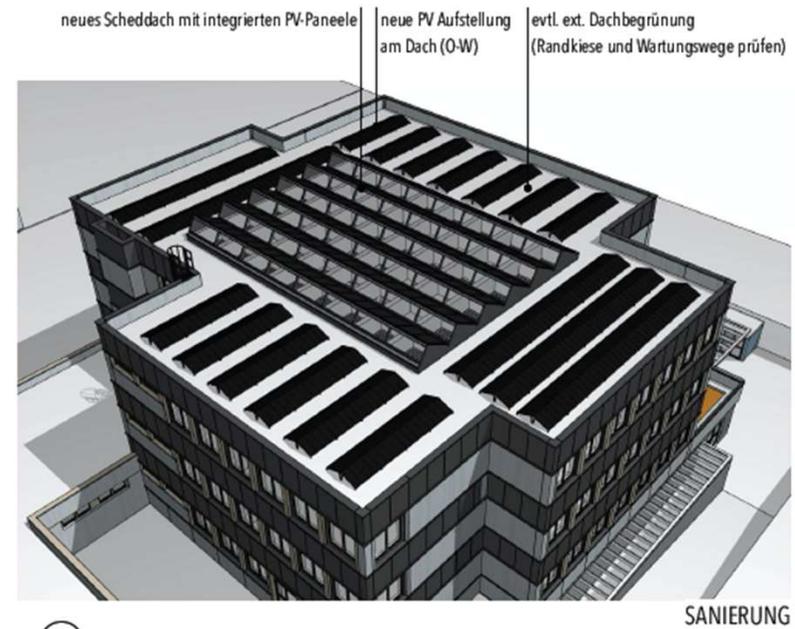
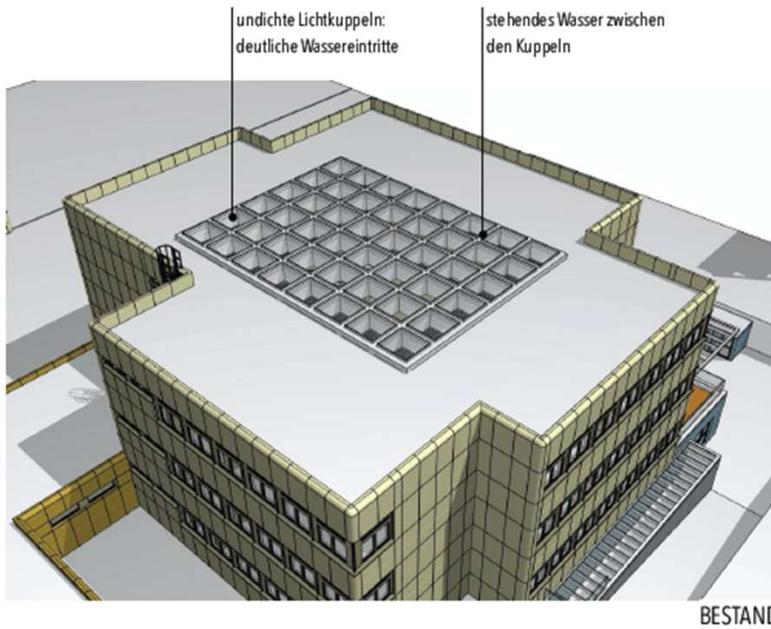
LBS Knittelfeld - Überwärmung

Wärmeeintrag durch Gläser in kWh (Mai-September) in kWh*



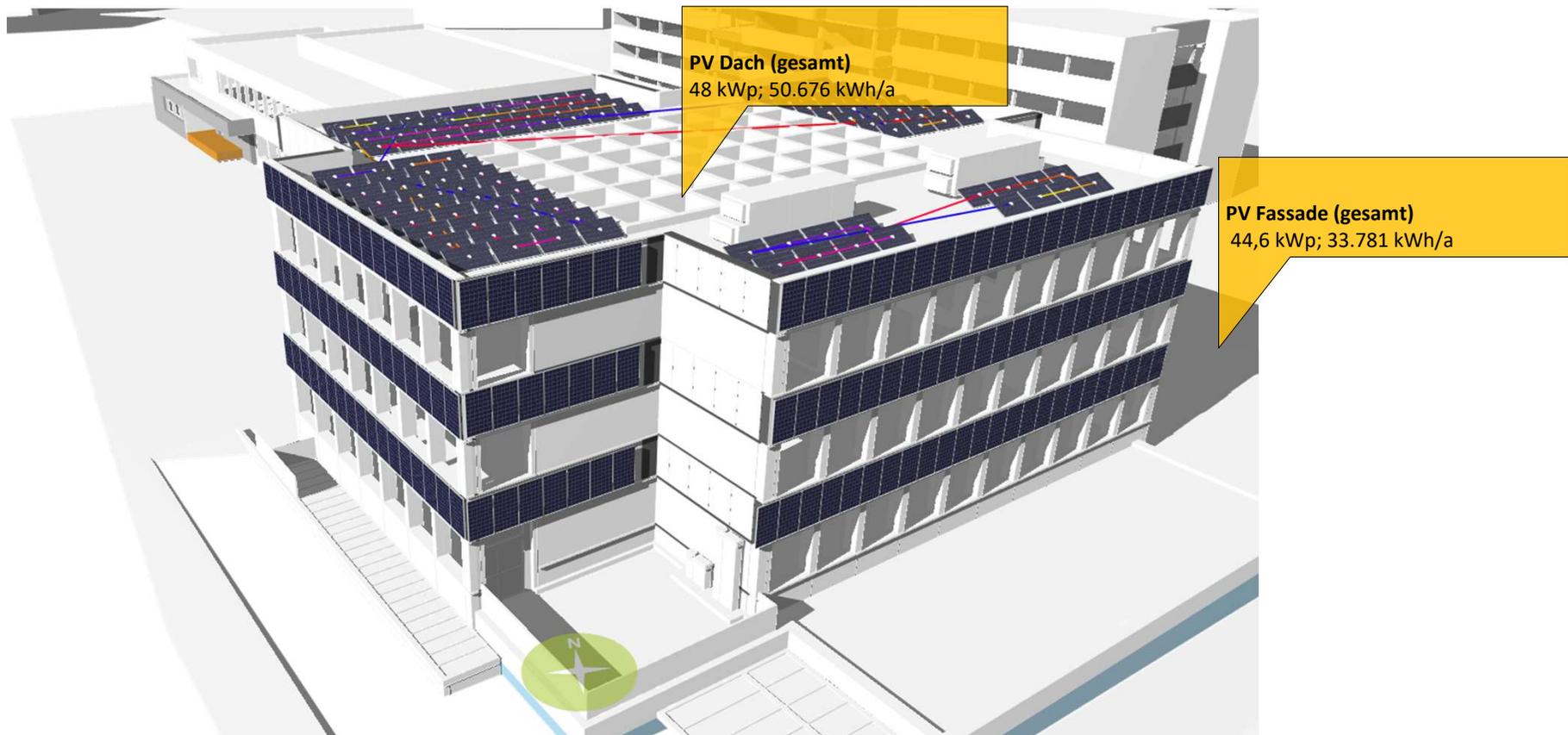
*ohne Verschattung

LBS Knittelfeld Dach

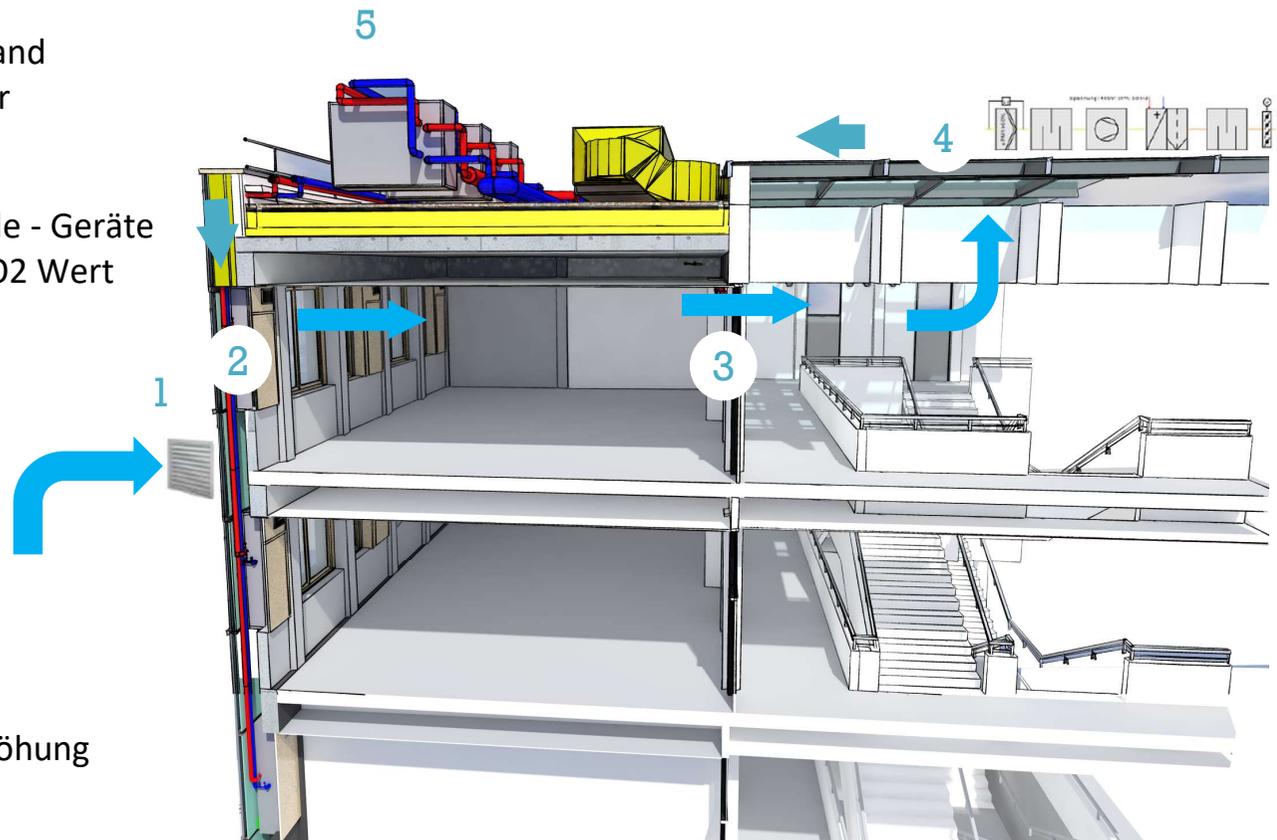


LBS Knittelfeld – Potential Dach (S-O) + Fassade

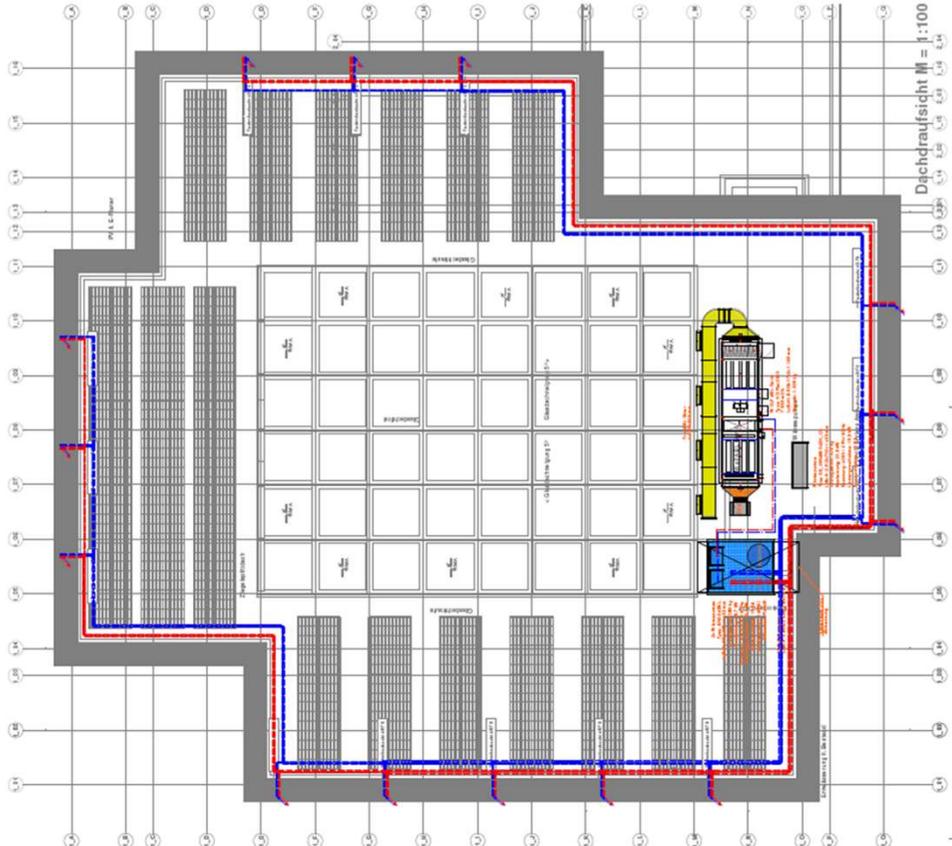
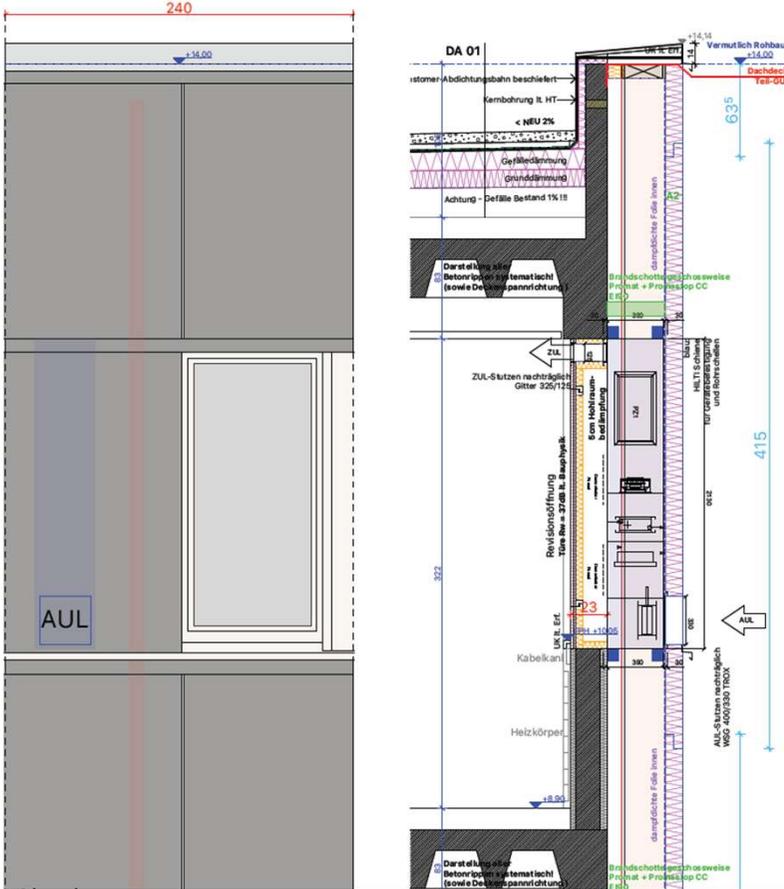
92,6 kWp PV-Paneele; Verkabelung und Wechselrichter



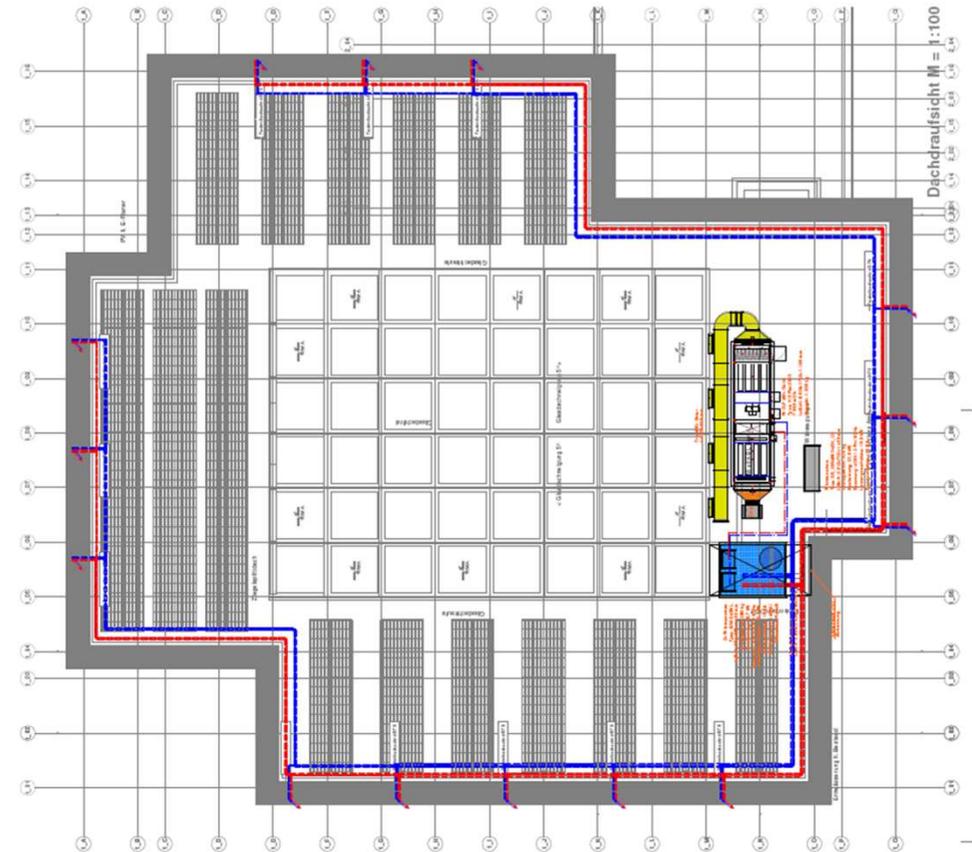
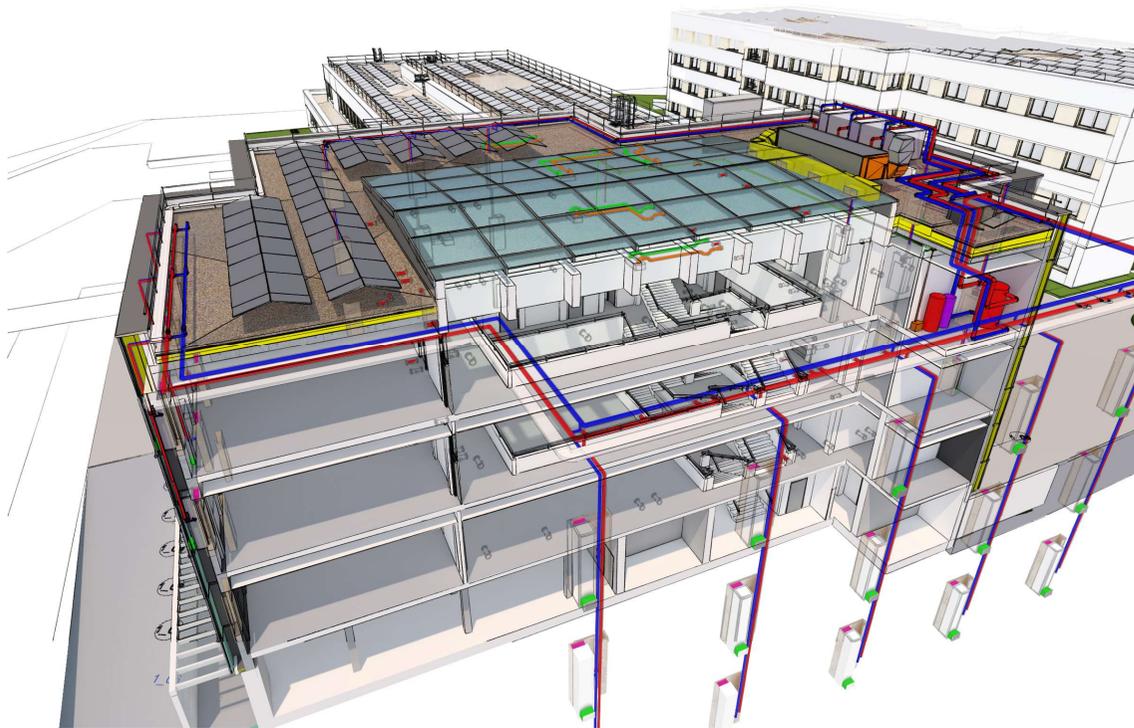
- ① Ansaugung Frisch- bzw. Außenluft über die Außenwand
Erwärmung der Zuluft in den Raum aus rückgewonnener
Wärmeenergie
- ② Vorwärmung der Zuluft erfolgt über Fassadenmodule - Geräte
sitzen in der Fassade; EC-Ventilator, Drehzahl je nach CO2 Wert
Raum max. 20 m³/h/Person
- ③ Überströmung in die Aula
- ④ Absaugung an Decke in der Aula (Lichthof)
Entzug der Wärme aus dem Abluftstrom über
Luft/Wasser Register
- ⑤ Einsatz von Wasser/Wasser Wärmepumpen zur Erhöhung
der Vorlauftemperaturen (-Wärmepumpenkaskade)
Überschuss aus PV



LBS Knittelfeld – Fassadenintegrierte Lüftung



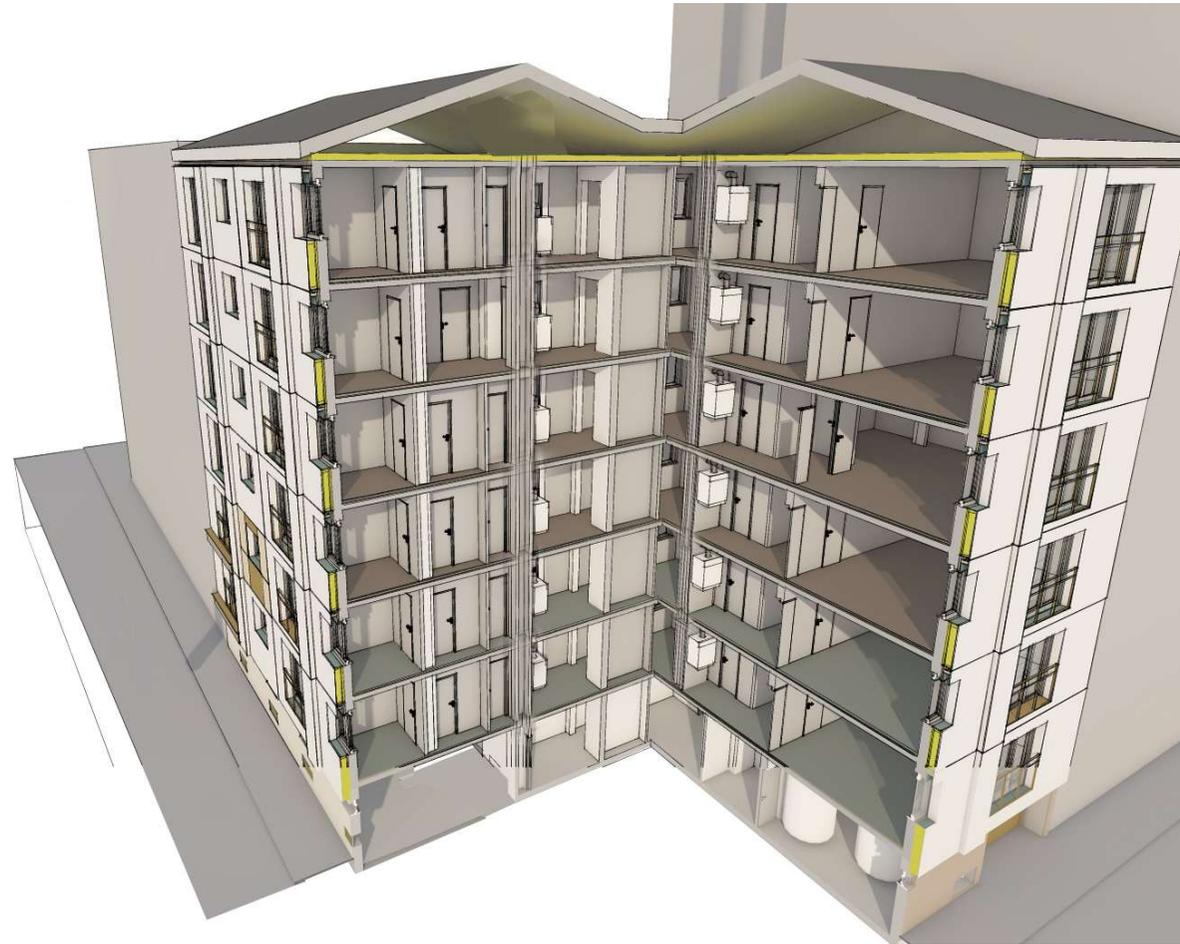
LBS Knittelfeld – Verteilung Heizungsmedium



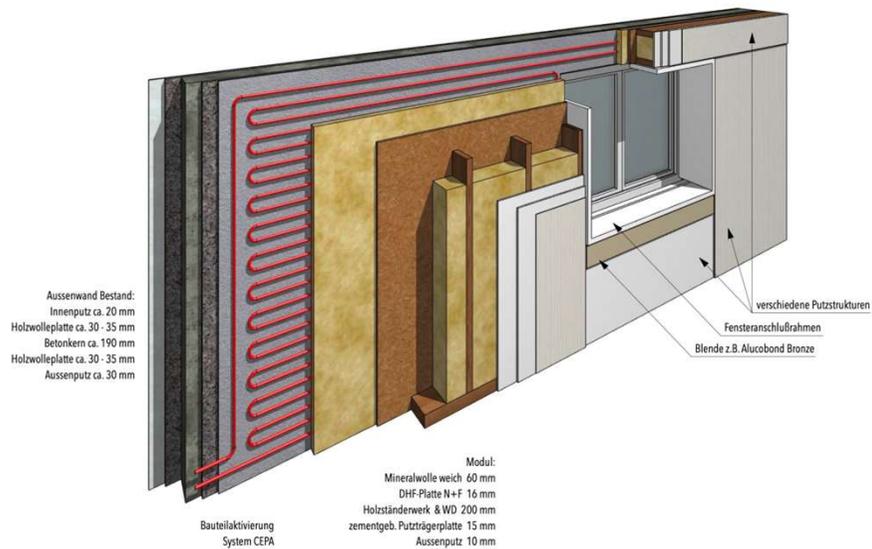
Knackpunkt Zentrale Wärmeverteilung für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung – Arenberggasse



RENVELOPE Demonstrator Wien
Sozialbau AG



① Serielle Sanierung der Gebäudehülle



Knackpunkt Zentrale Wärmeverteilung für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung – Arenberggasse

① Serielle Sanierung der Gebäudehülle

② Neue zentrale Wärmepumpe/ Zentralisierung der Wärmeversorgung über bestehende Kaminschächte und Fassade



Luftwärmepumpe im Dachraum
Quelle Sozialbau AG

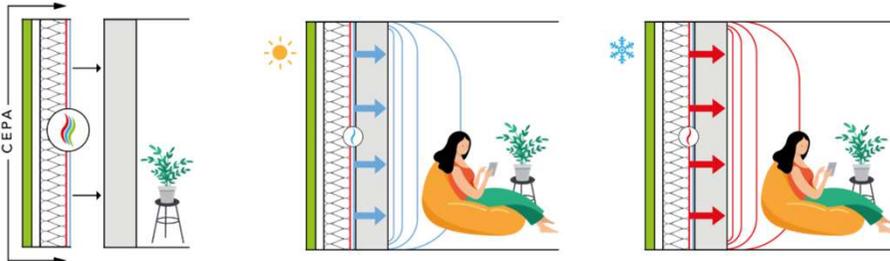
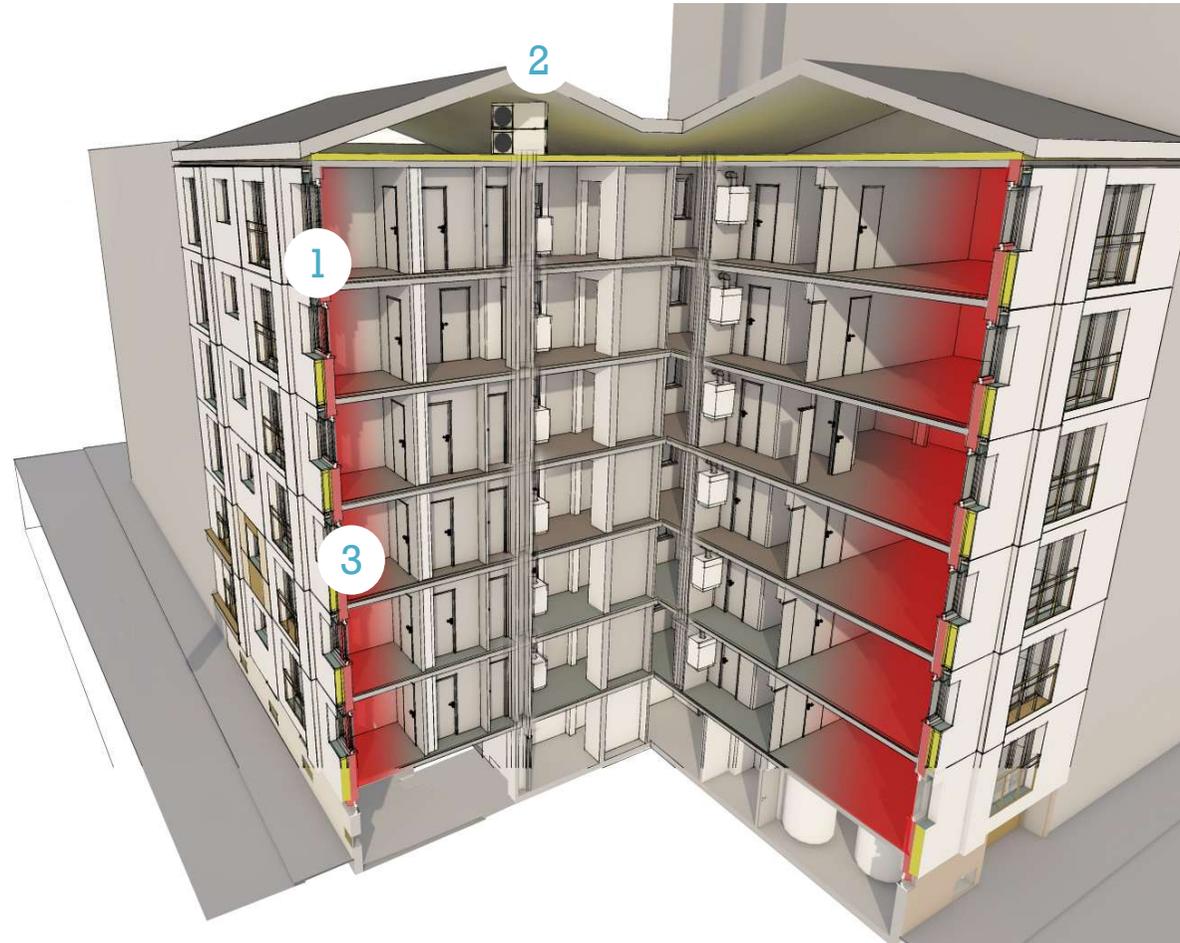


Alternative Erdsondenbohrung im Innenhof oder Öffentlichem Gut



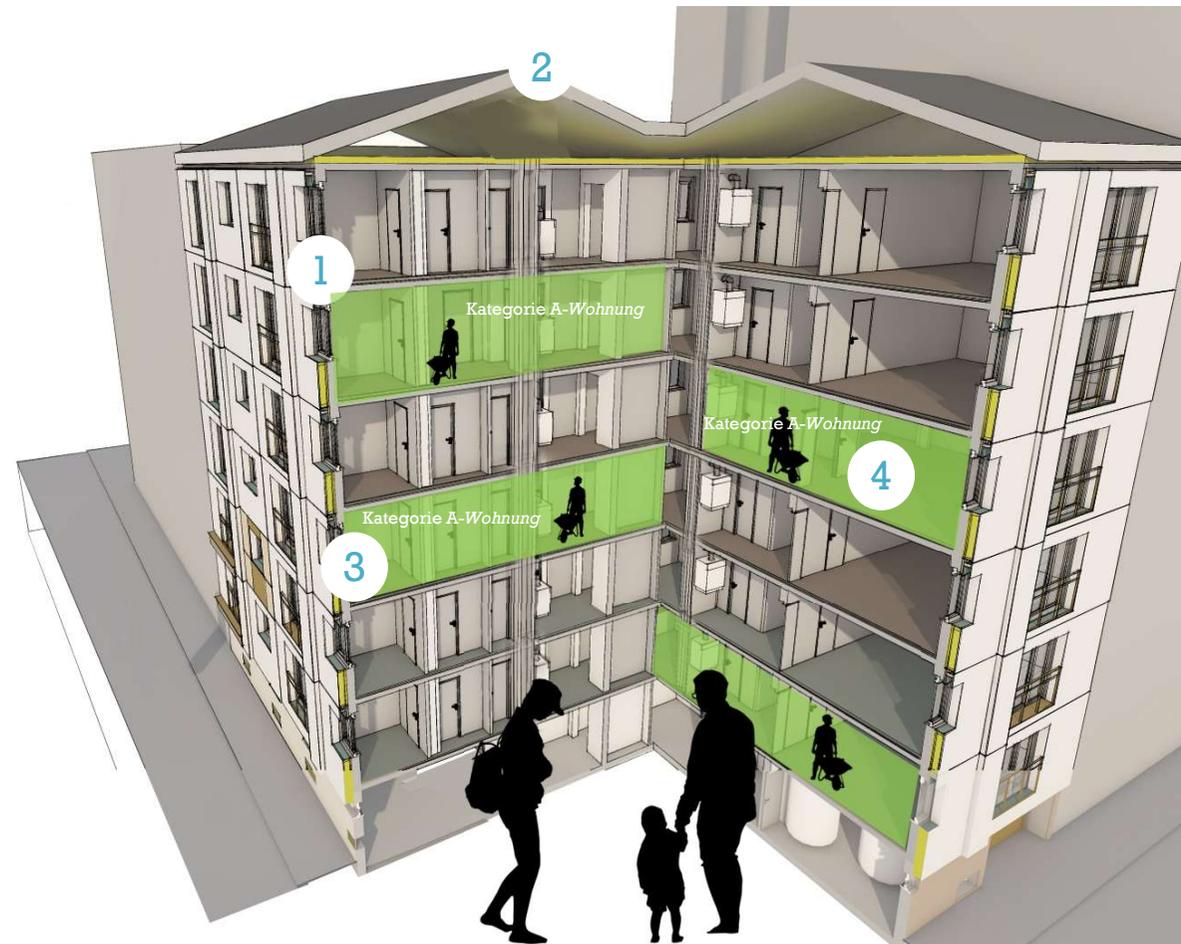
Knackpunkt Zentrale Wärmeverteilung für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung – Arenberggasse

- ① Serielle Sanierung der Gebäudehülle
- ② Neue zentrale Wärmepumpe/ Zentralisierung der Wärmeversorgung über bestehende Kaminschächte und Fassade
- ③ Niedertemperatur-Heizen und Kühlen über außenliegende Bauteilaktivierung



Knackpunkt Zentrale Wärmeverteilung für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung – Arenberggasse

- ① Serielle Sanierung der Gebäudehülle
- ② Neue zentrale Wärmepumpe/ Zentralisierung der Wärmeversorgung über bestehende Kaminschächte und Fassade
- ③ Niedertemperatur-Heizen und Kühlen über außenliegende Bauteilaktivierung
- ④ Innensanierung/ „Aufkategorisierung“ der Wohnungen individuell bei Mieterwechsel





AEE INTEC

IDEA TO ACTION

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC)
8200 Gleisdorf, Feldgasse 19

Website: www.aee-intec.at
Twitter: [@AEE_INTEC](https://twitter.com/AEE_INTEC)

Armin Knotzer

e-mail: a.knotzer@aee.at
Tel: 0043 3112 5886-369