

**AEE INTEC**

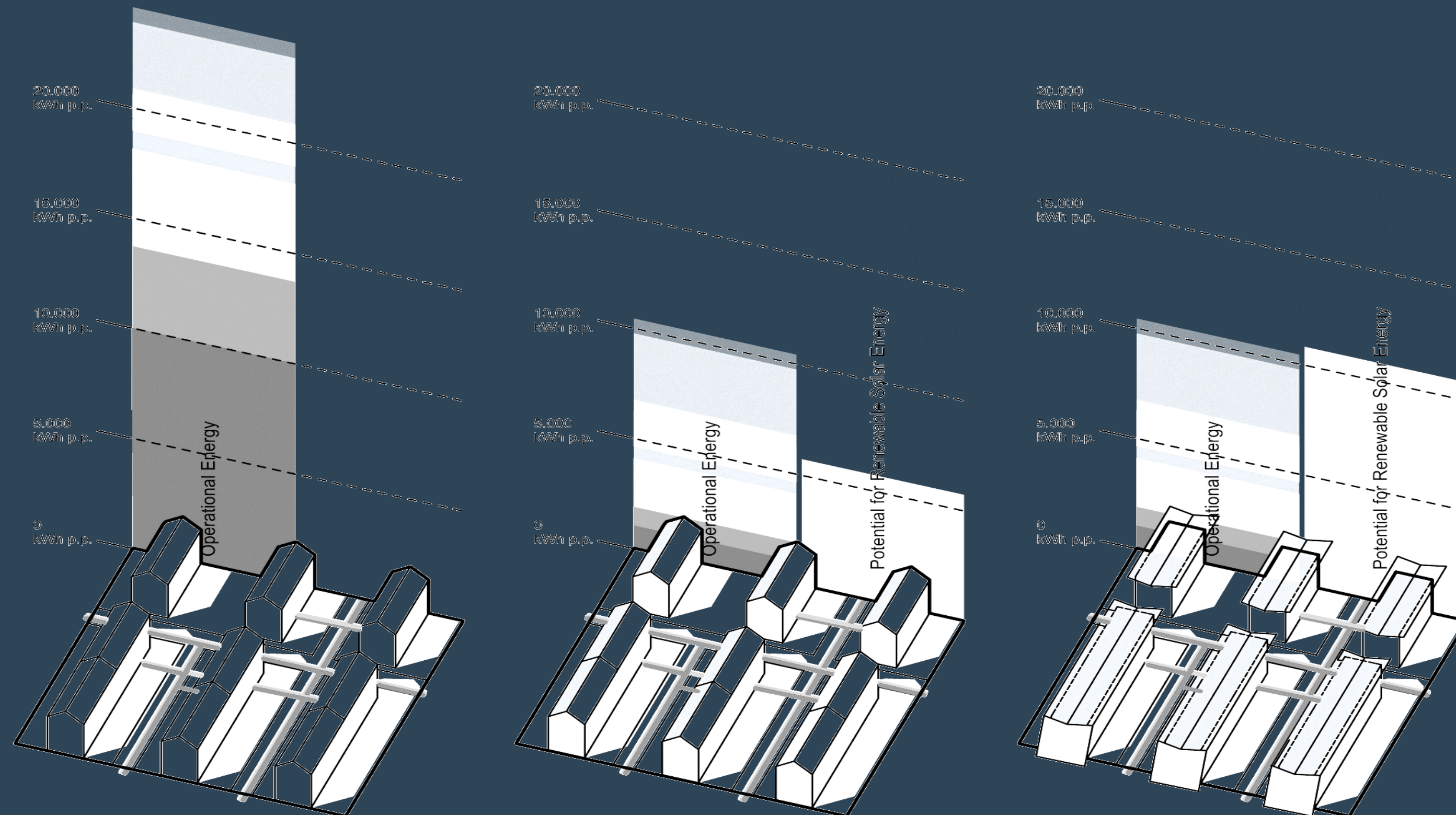
**NUSSMÜLLER. ARCHITEKTEN**  
Nussmüller Architekten ZT GmbH / Graz / Rottenmann / www.nussmueller.at



# Sanierungskonzepte für Wohngebäude auf Plus-Energie-Standard

DI Dr. TOBIAS WEISS AEE INTEC  
T.WEISS@AEE.AT

# I. Plus-Energie-Potenzial für die Sanierung





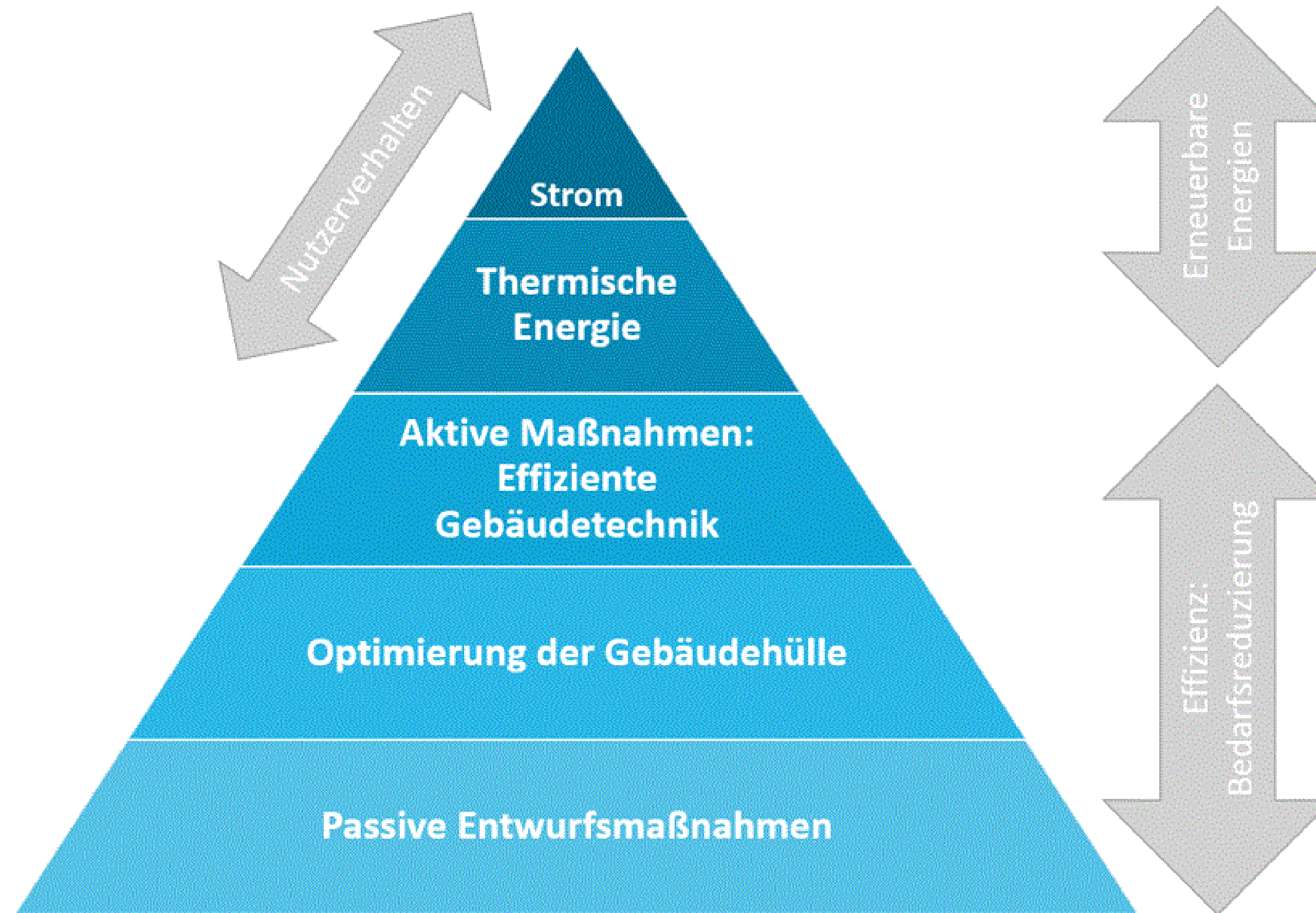
## Bestandsgebäude

- 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 m<sup>2</sup> bis 65 m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche der einzelnen Wohneinheiten
- 2845 m<sup>2</sup> Brutto-Grundfläche (BGF)
- Verschiedenste Heizungssysteme im Einsatz (dezentrale Gasheizung, Einzelöfen...)

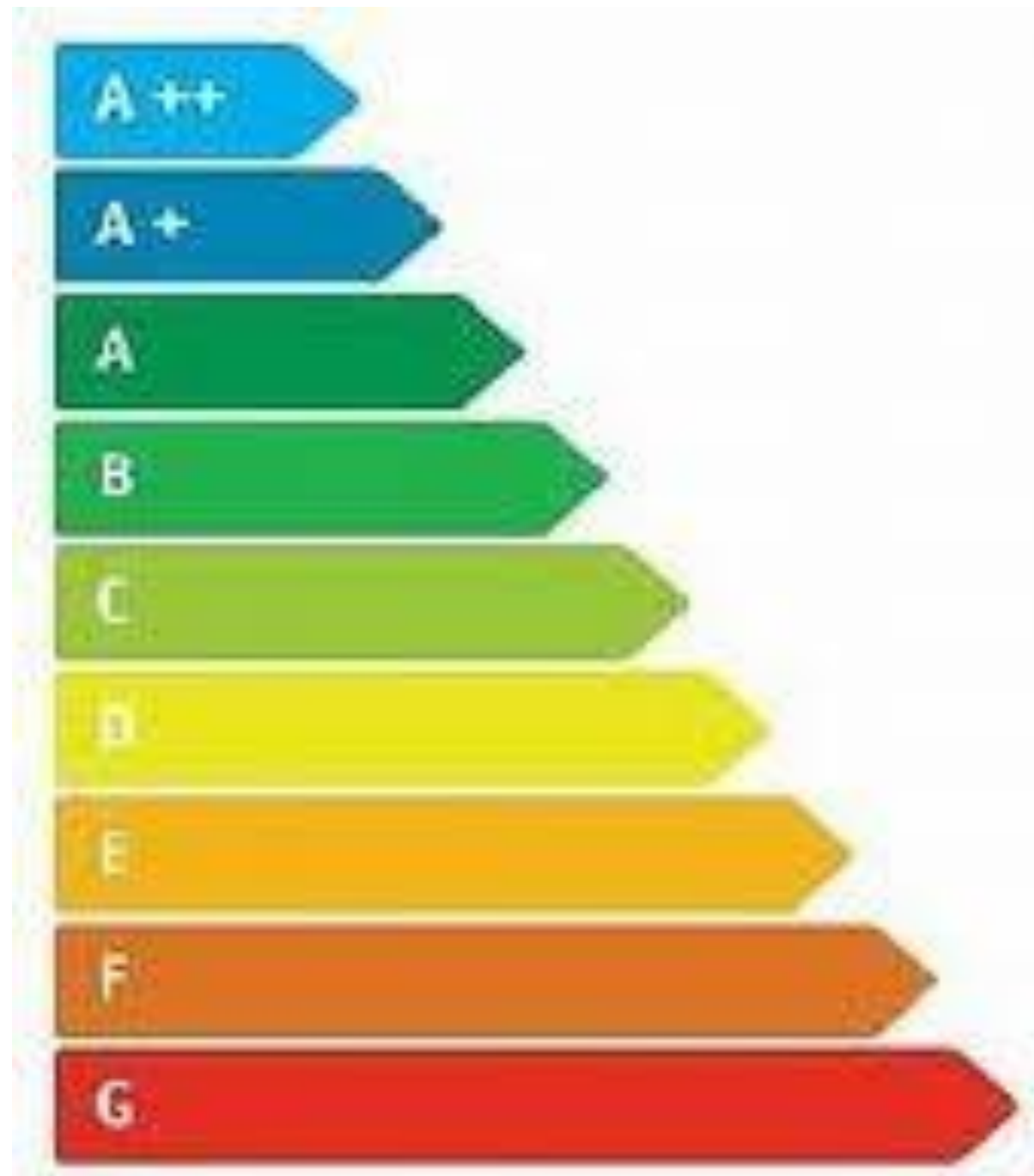
## **Ziele: Forschungsprojektes „e80<sup>3</sup>-Gebäude“**

- 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 CO<sub>2</sub>-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



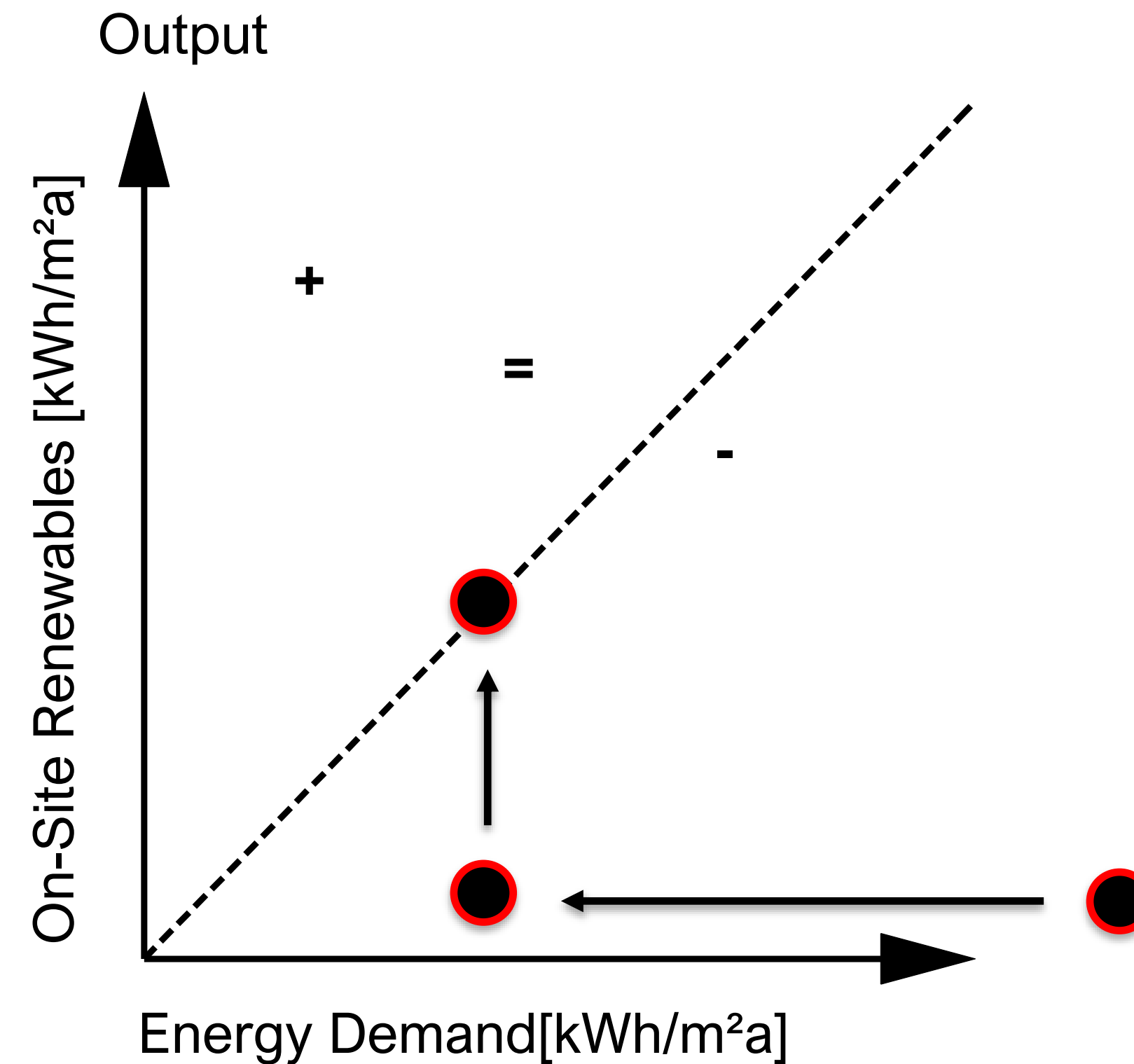


# Von der Energieeffizienz zur Energiebilanz



**Efficiency Standard**

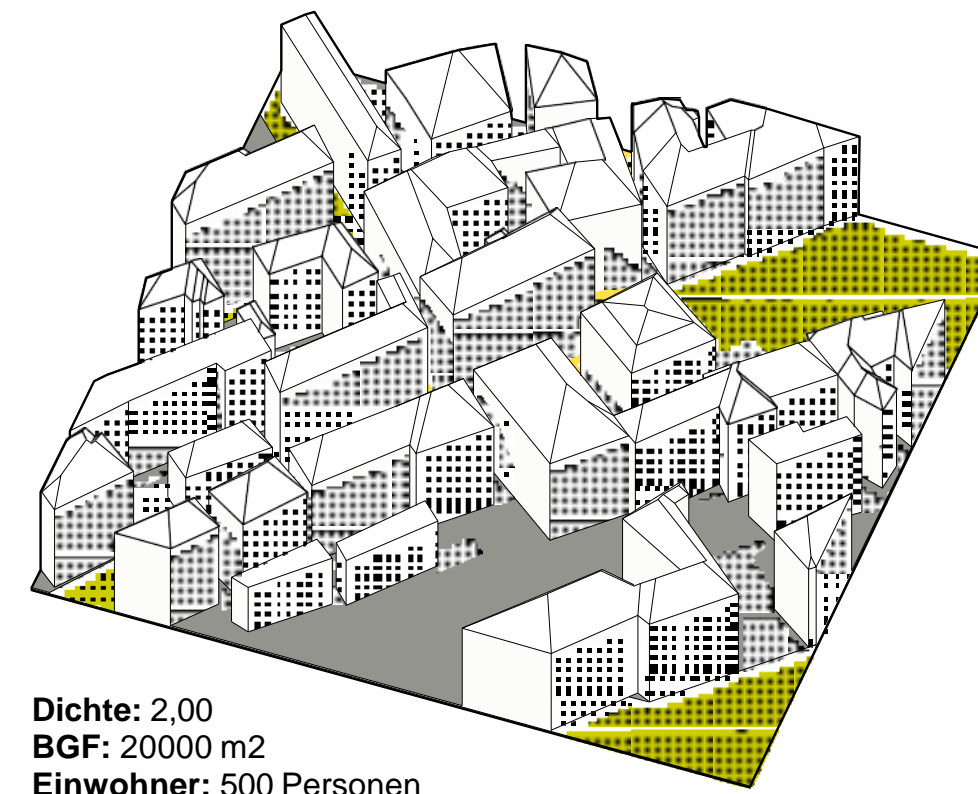
>



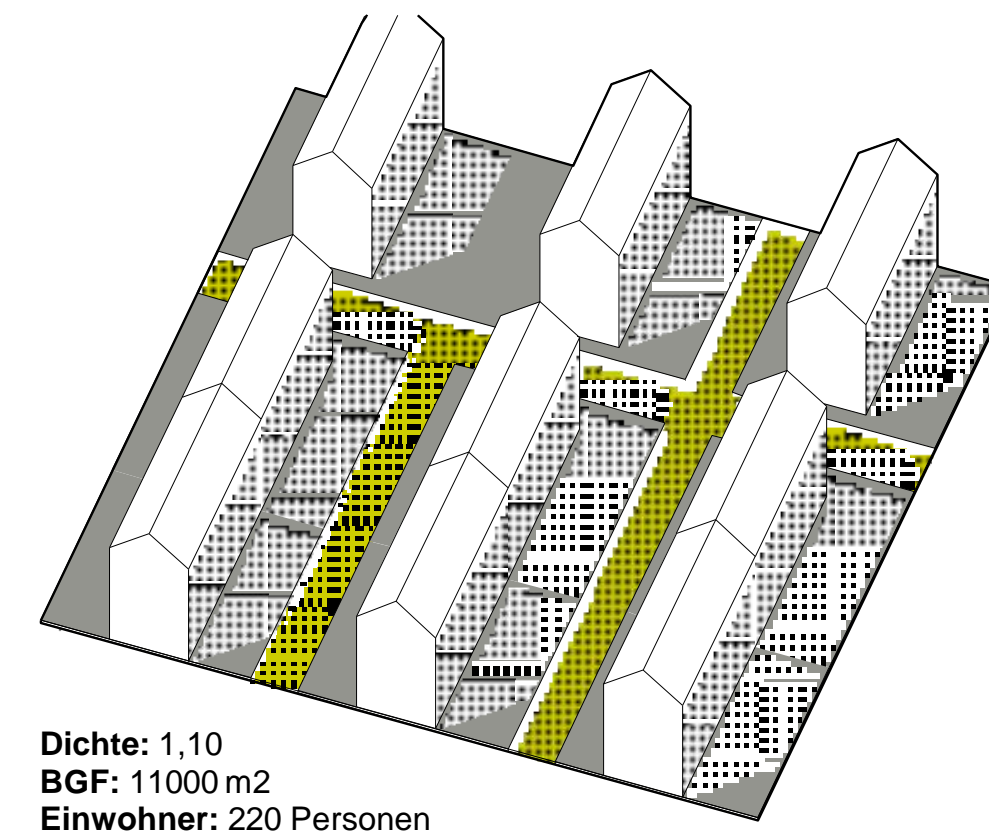
**Energy Balance**

# Bestehender Wohngebäudebestand in Österreich ca. 2 Mio. Häuser

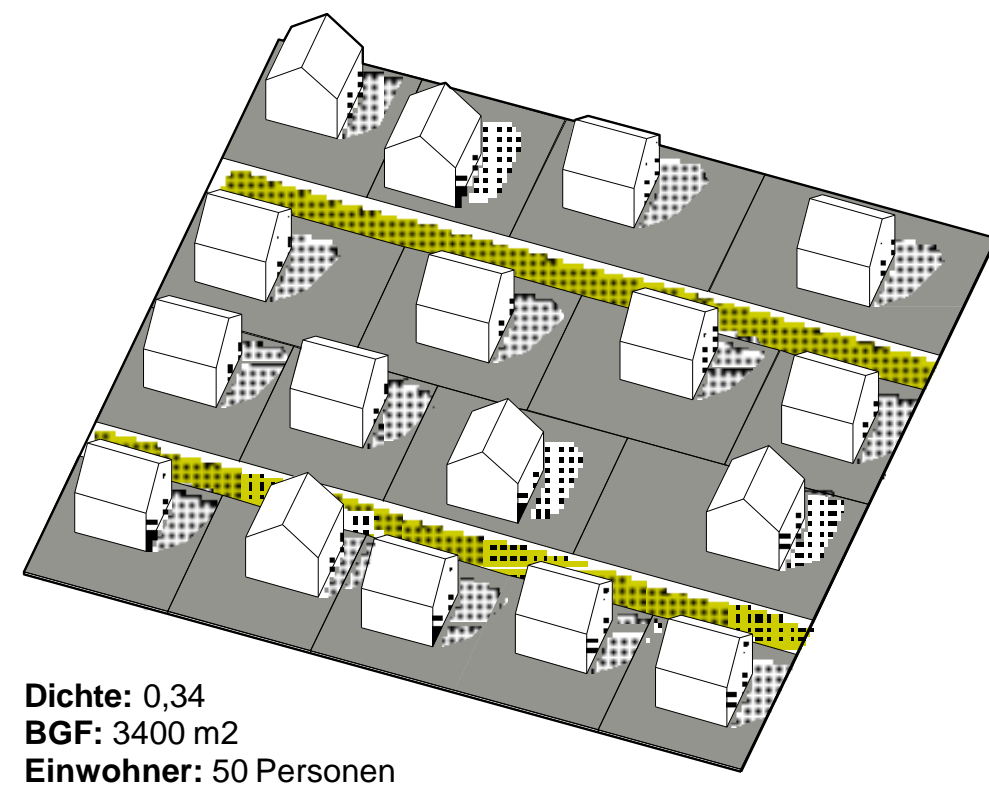
## 6% Historic Houses before 1919



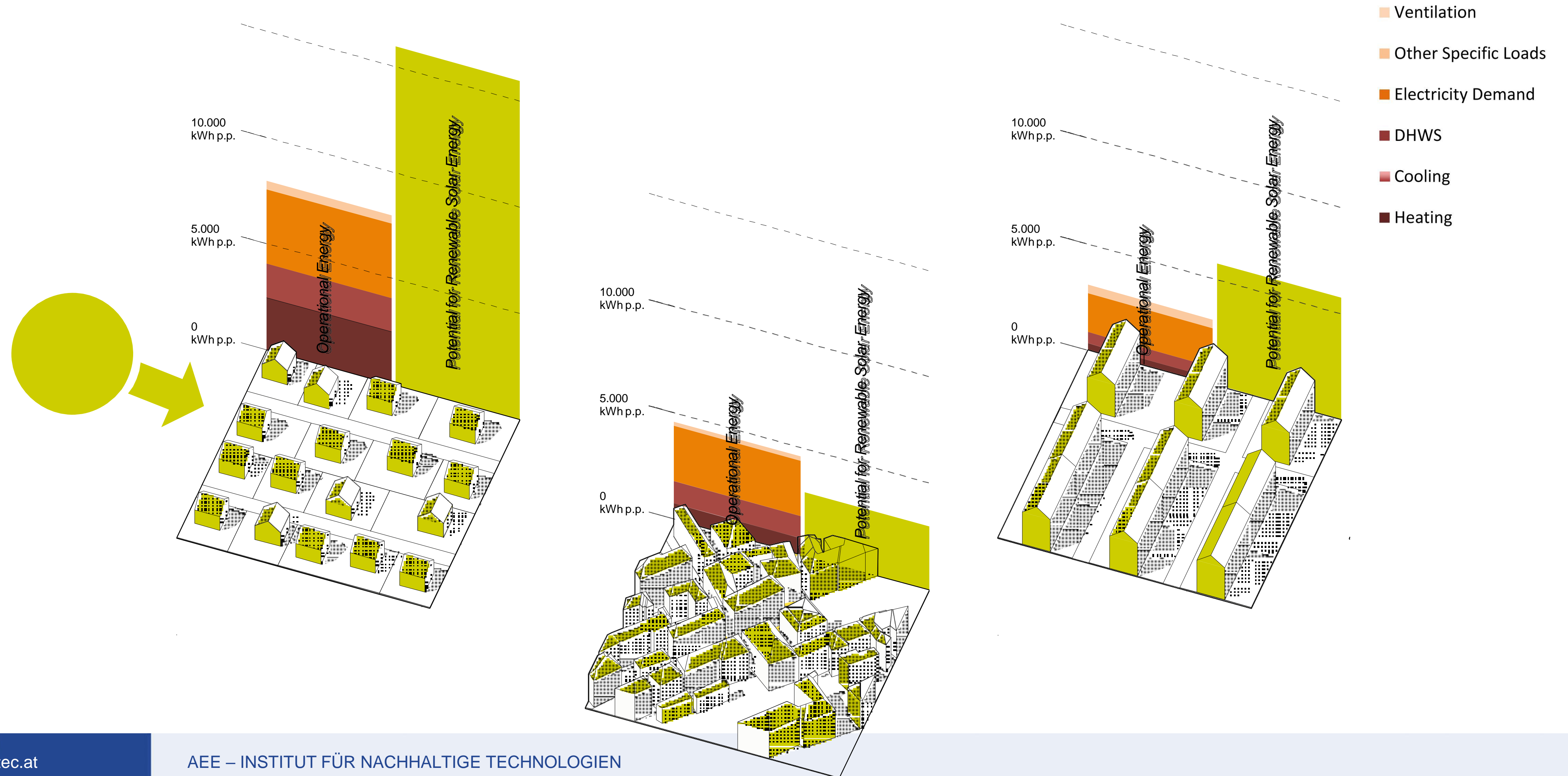
## 19% Multy Storey Buildings Af ter 1919



## 75% Single / Two Family Houses



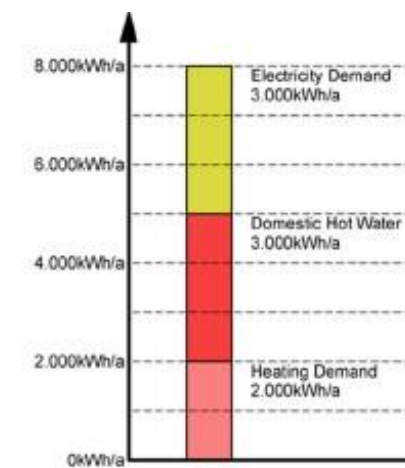
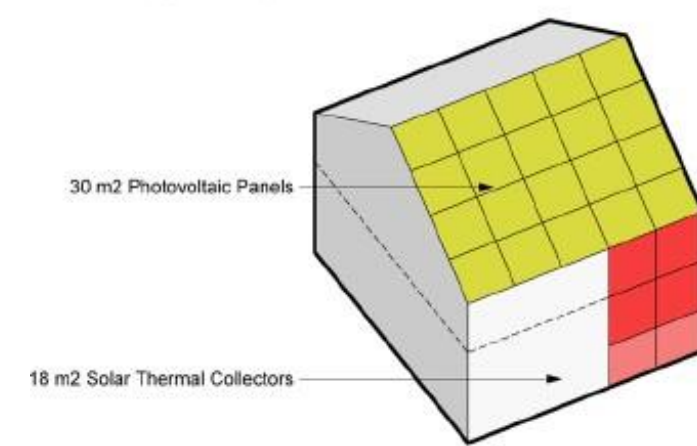
# Solarpotenzial für den Gebäudebestand nach Typologie



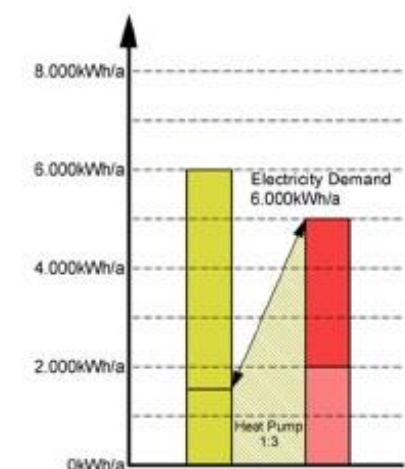
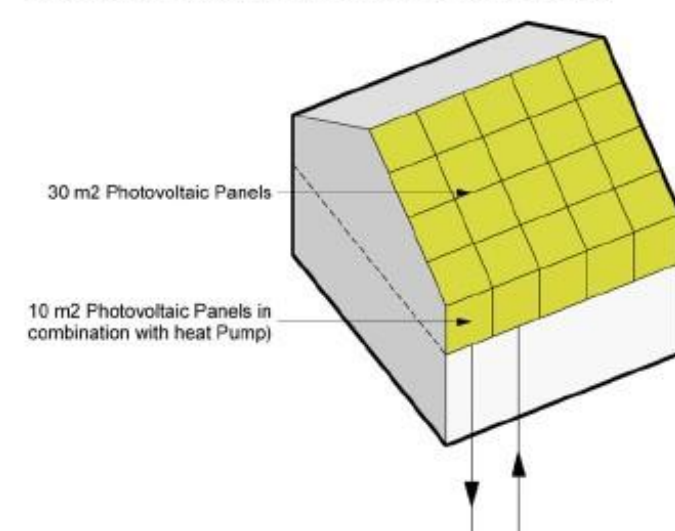


# Plus-Energie-Solar-Gebäudesanierung - Limits

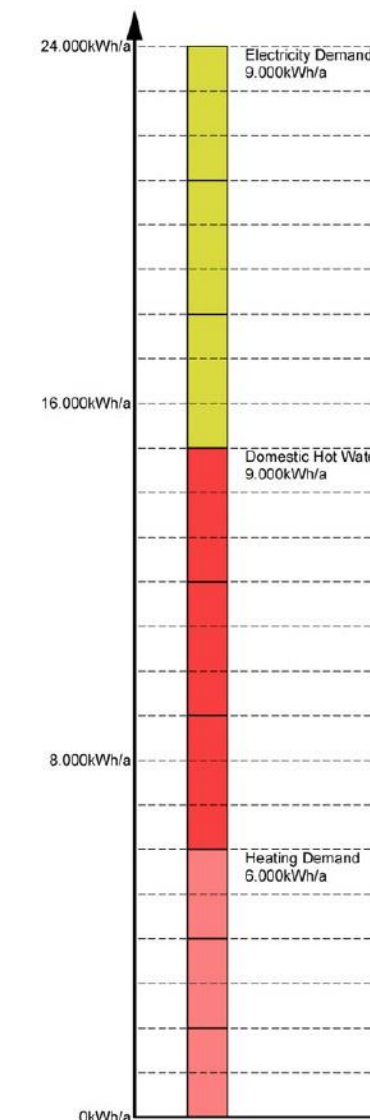
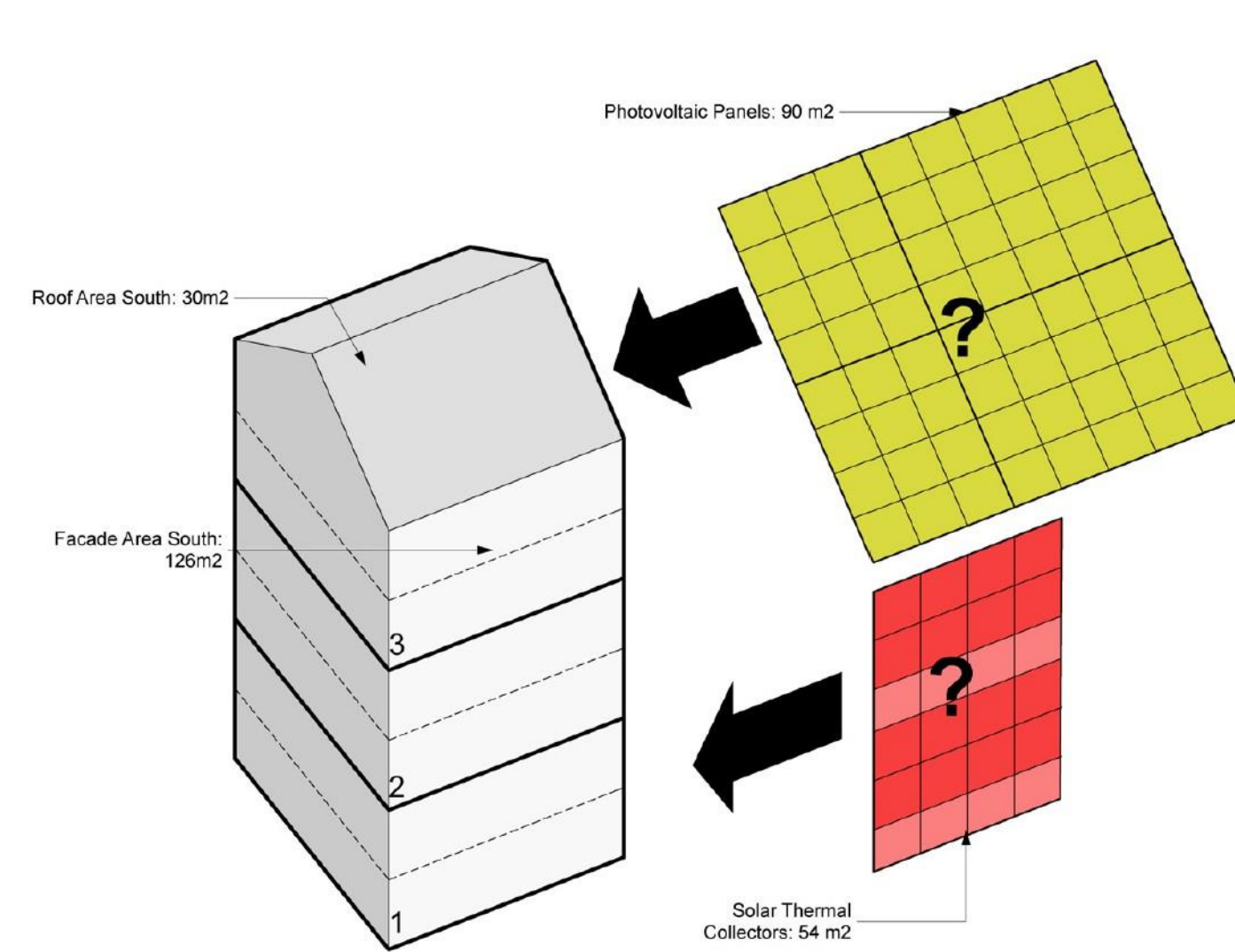
Zero Energy Building 100m<sup>2</sup> NFA "Solar Thermal - Electric Approach"



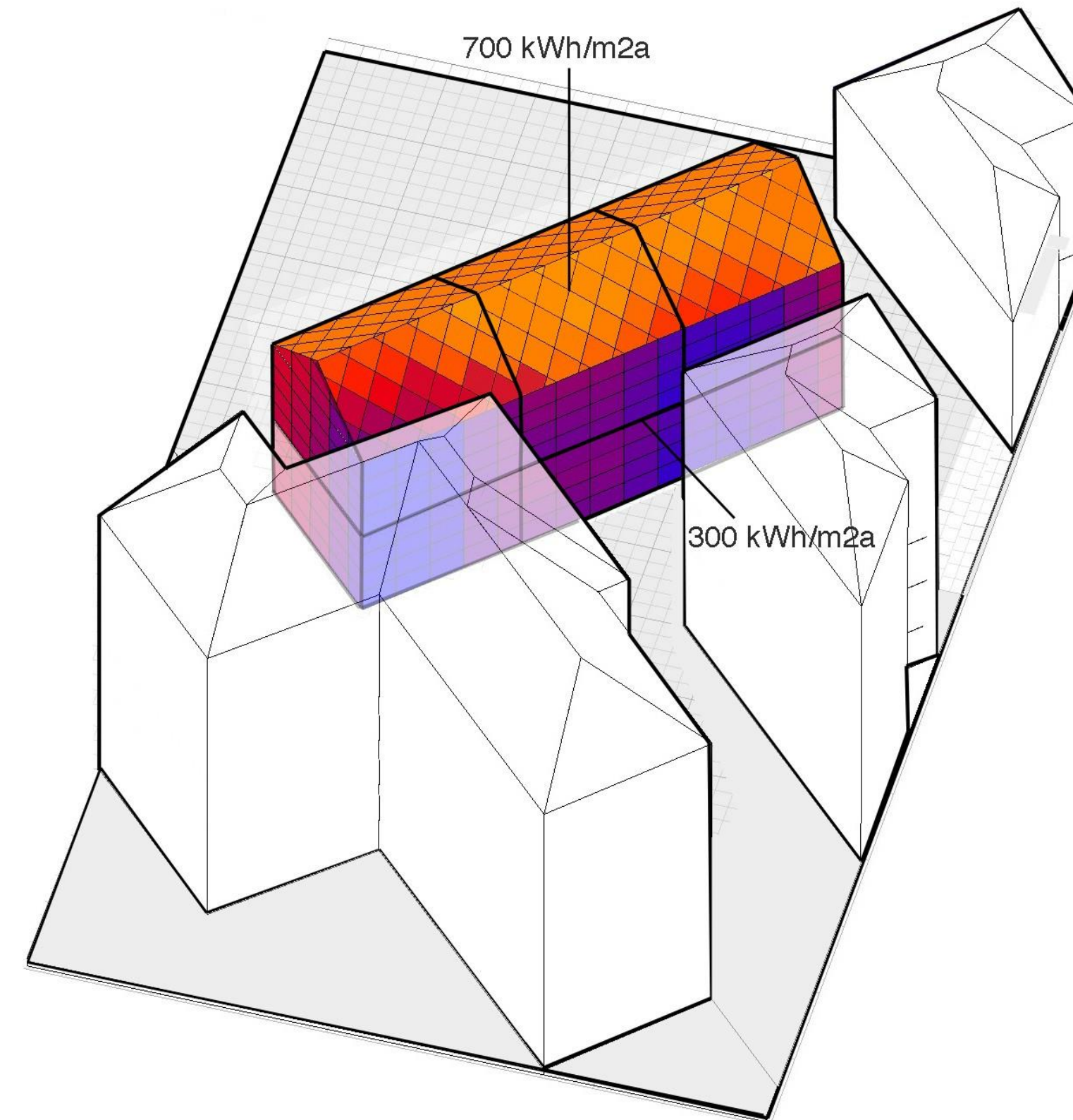
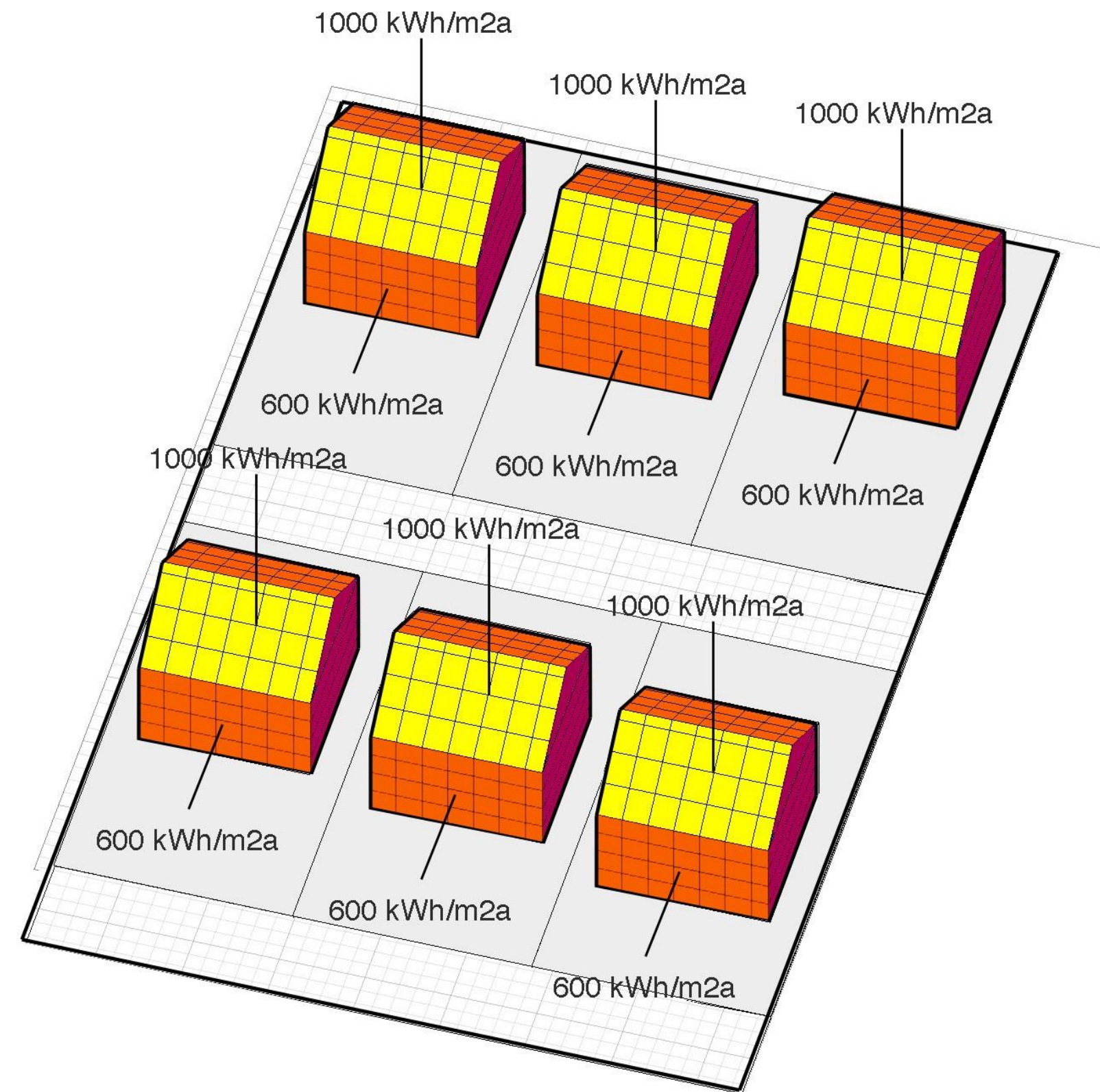
Zero Energy Building 100m<sup>2</sup> NFA "All Electric Approach"



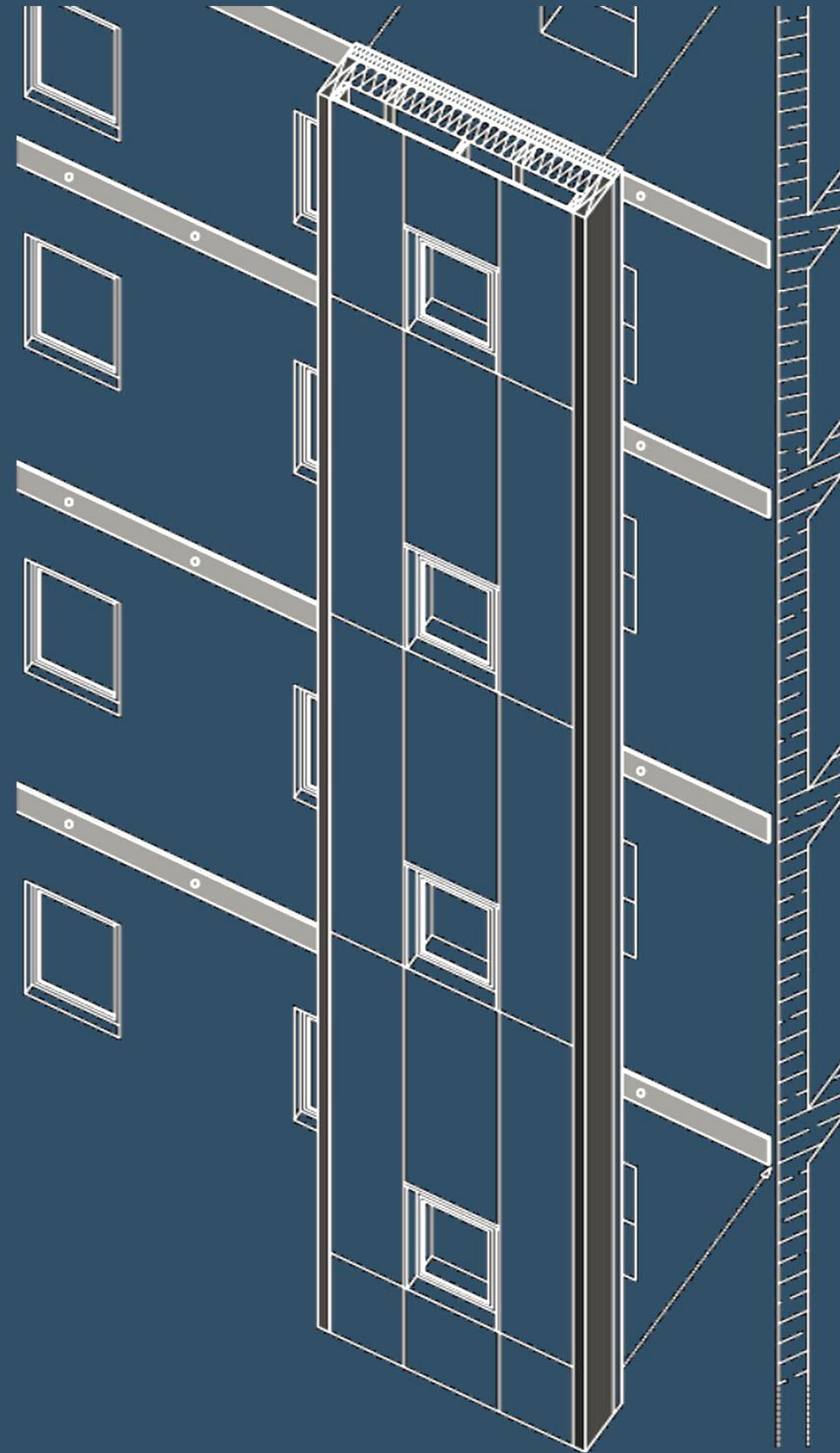
Zero Energy Multy Storey Building 3 x 100m<sup>2</sup> NFA "Solar Thermal - Electric Approach"



# Plus-Energie-Solar-Gebäudesanierung - Limits



## II . Vorgefertigte Fassadenmodule







Module Integrated-  
Gap Solution

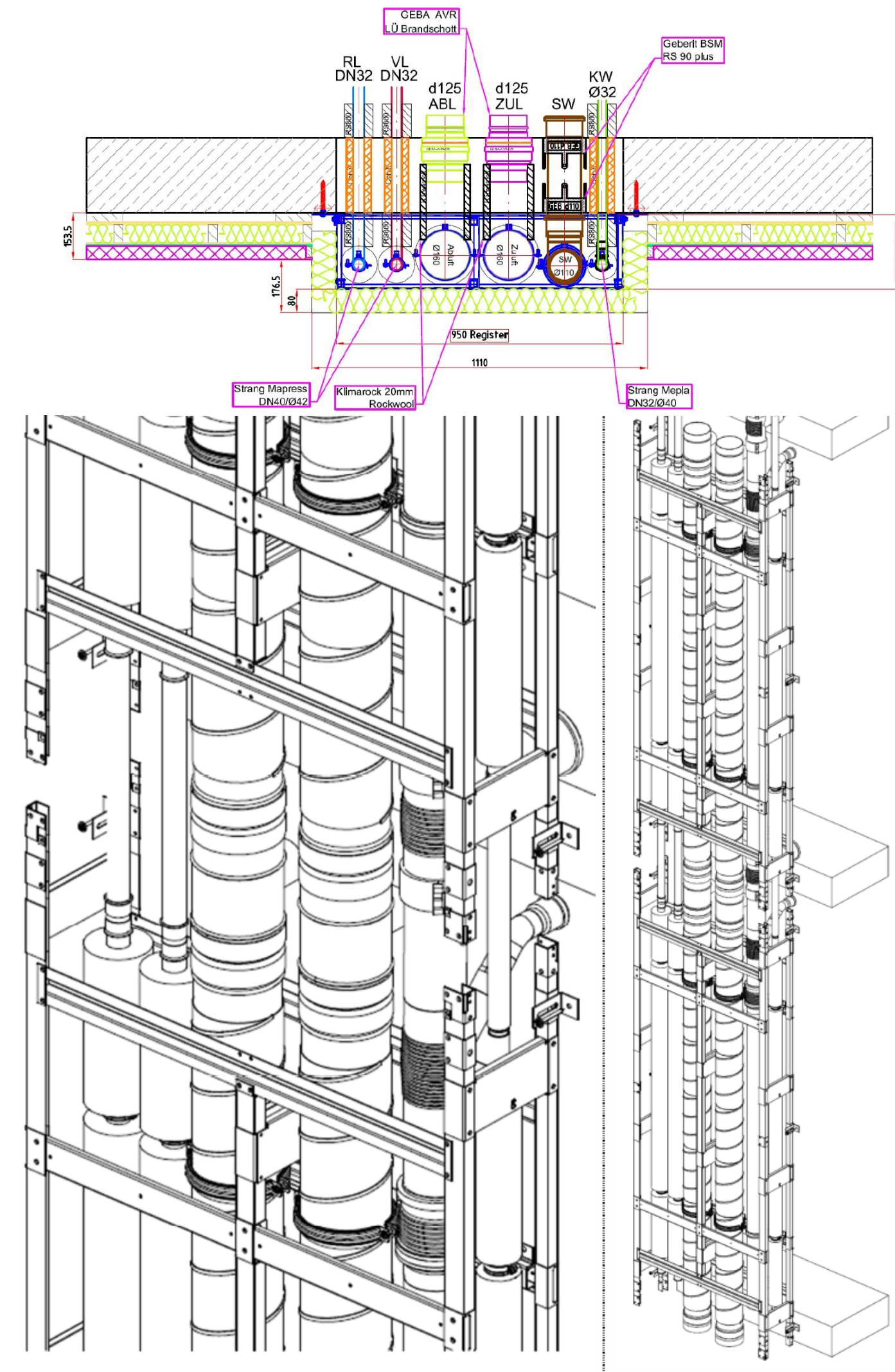


Module Integrated-  
Photovoltaics

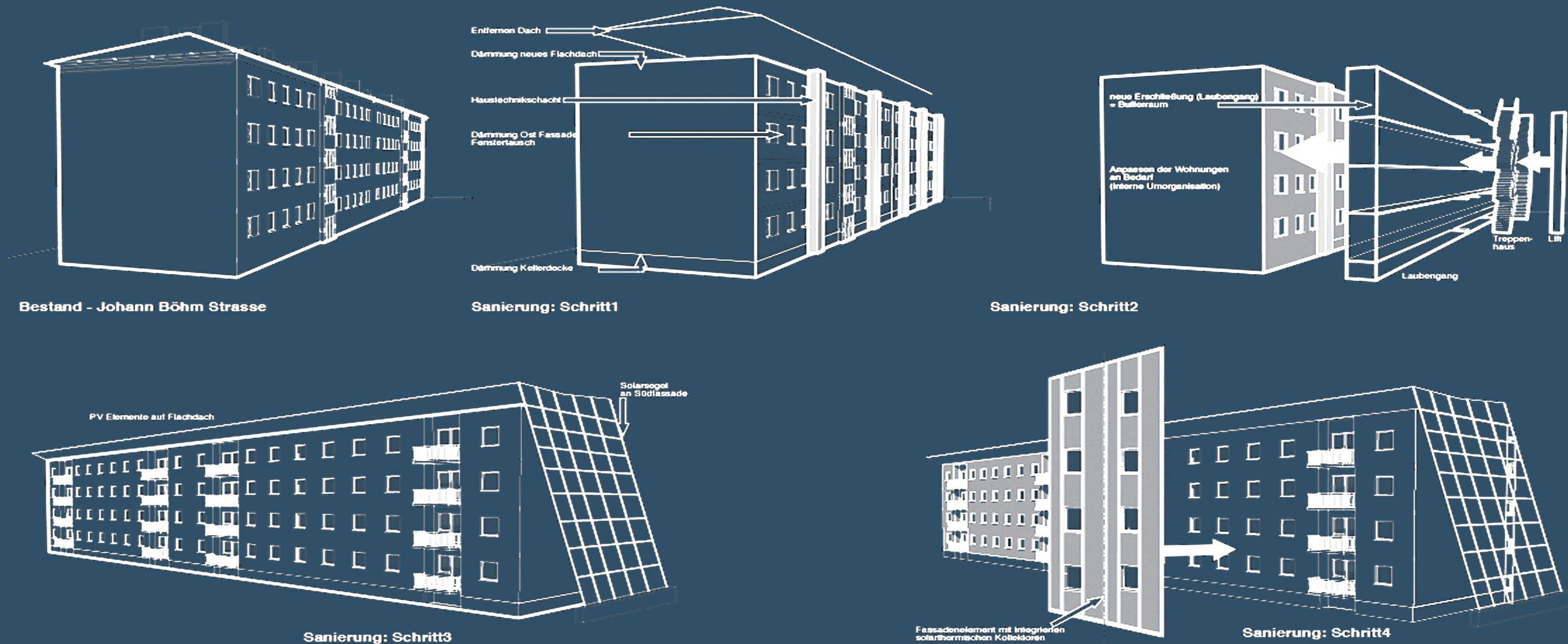


Module Integrated-  
Solar Thermal

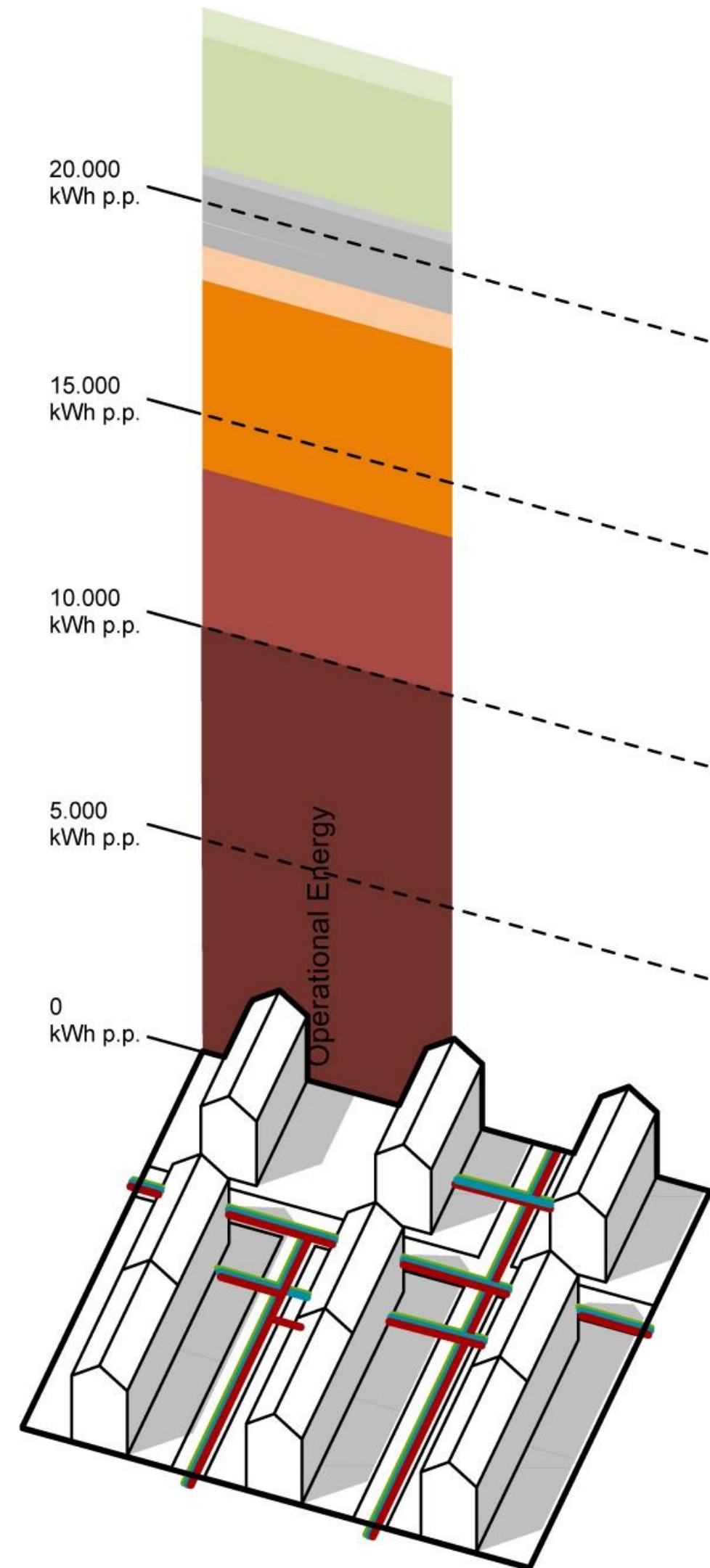
# Vorgefertigte Haustechnikschächte



# III. Sanierung Johann Böhm Strasse Kapfenberg



# Bestandsgebäude

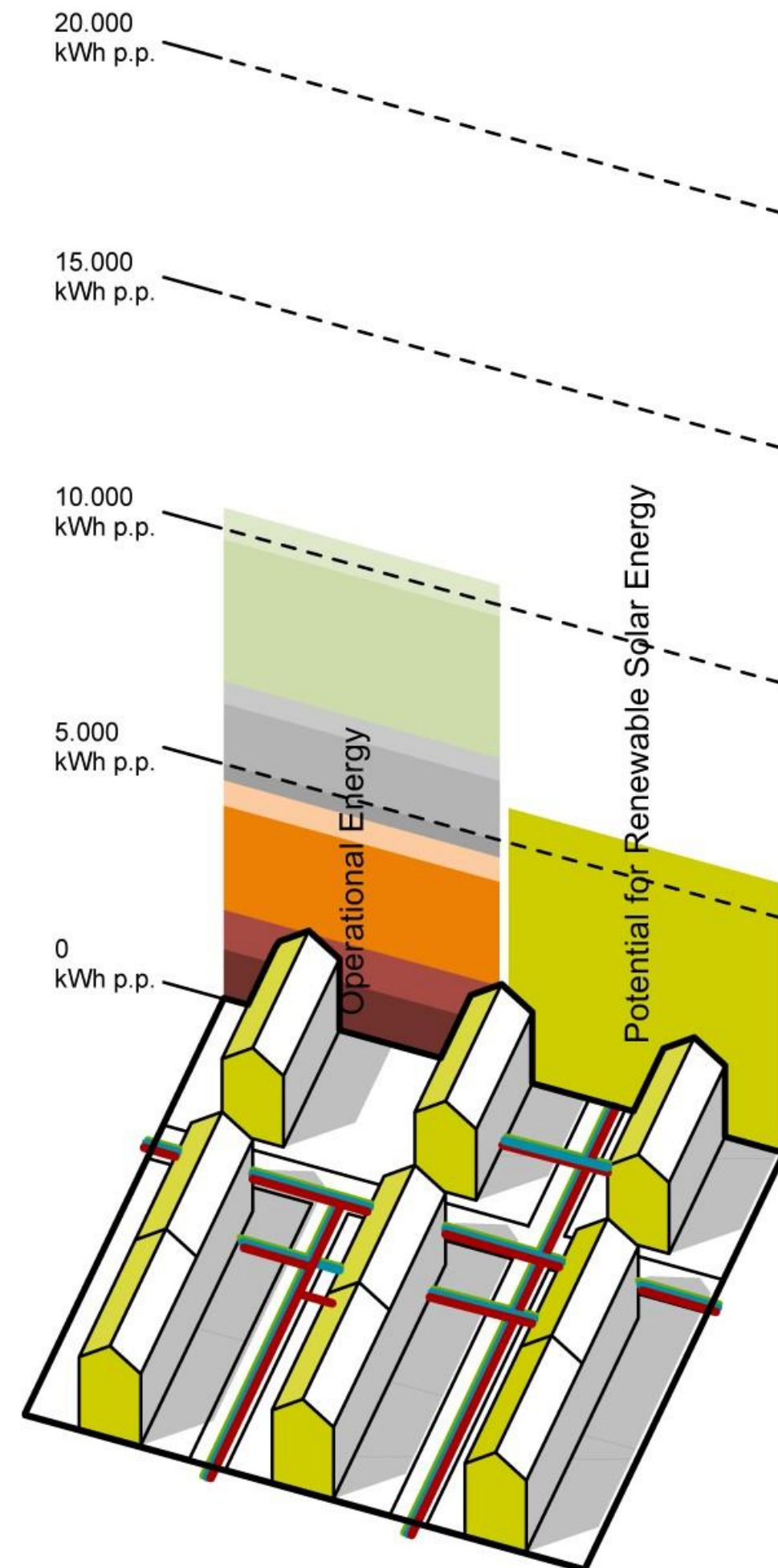


Endenergiebedarf kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> a	
Heizung	150,97
Brauchwarmwasser	23,78
Strom	58,62

Bauteil	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K
Außenwand	0,87
Kellerdecke	0,39
Fenster	2,50
Dach	0,74



# Sanierung + Solarintegration

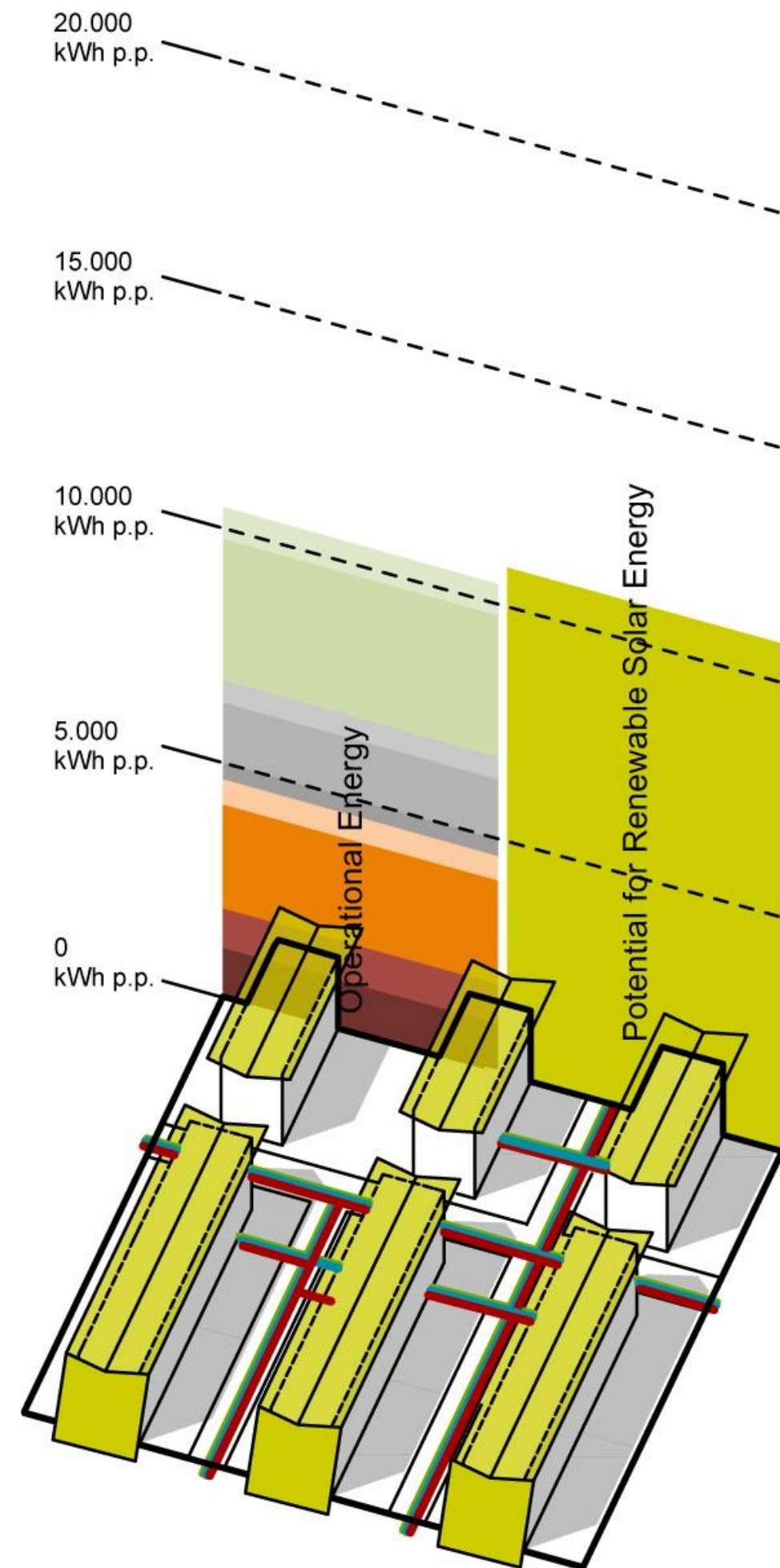


## Sanierungskonzept

- Großformative aktive und passive Fassadenelemente
- Vorgefertigte Haustechnikmodule
- Neues Flachdach und Wärmedämmung der Kellerdecke
- Neue 3-fach verglaste Fenster mit außenliegendem Sonnenschutz (bereits in das Fassadenmodul integriert)

Bauteil	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K
Außenwand	0,17
Kellerdecke	0,30
Dach	0,10
Fenster	0,90

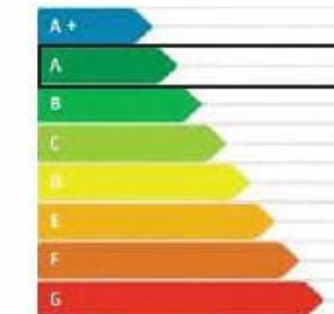
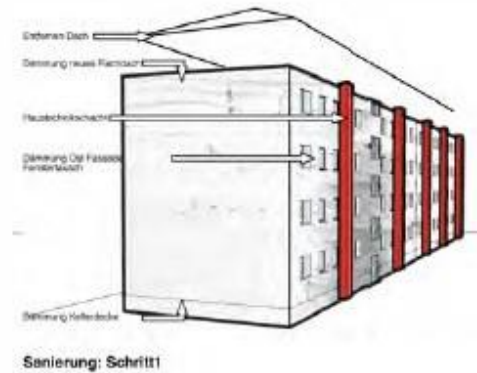
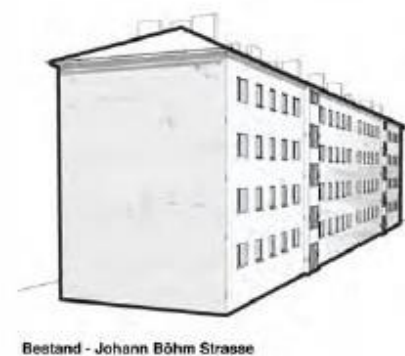
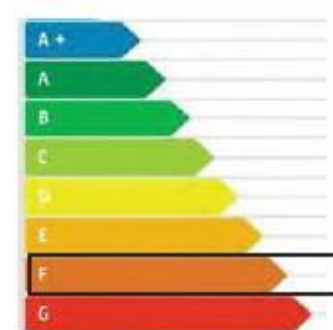
# Plus Energie Sanierung



# Sanierungsschritte



Sanierungsschritte Zum Nullenergiegebäude



## Heizung und Brauchwarmwasser

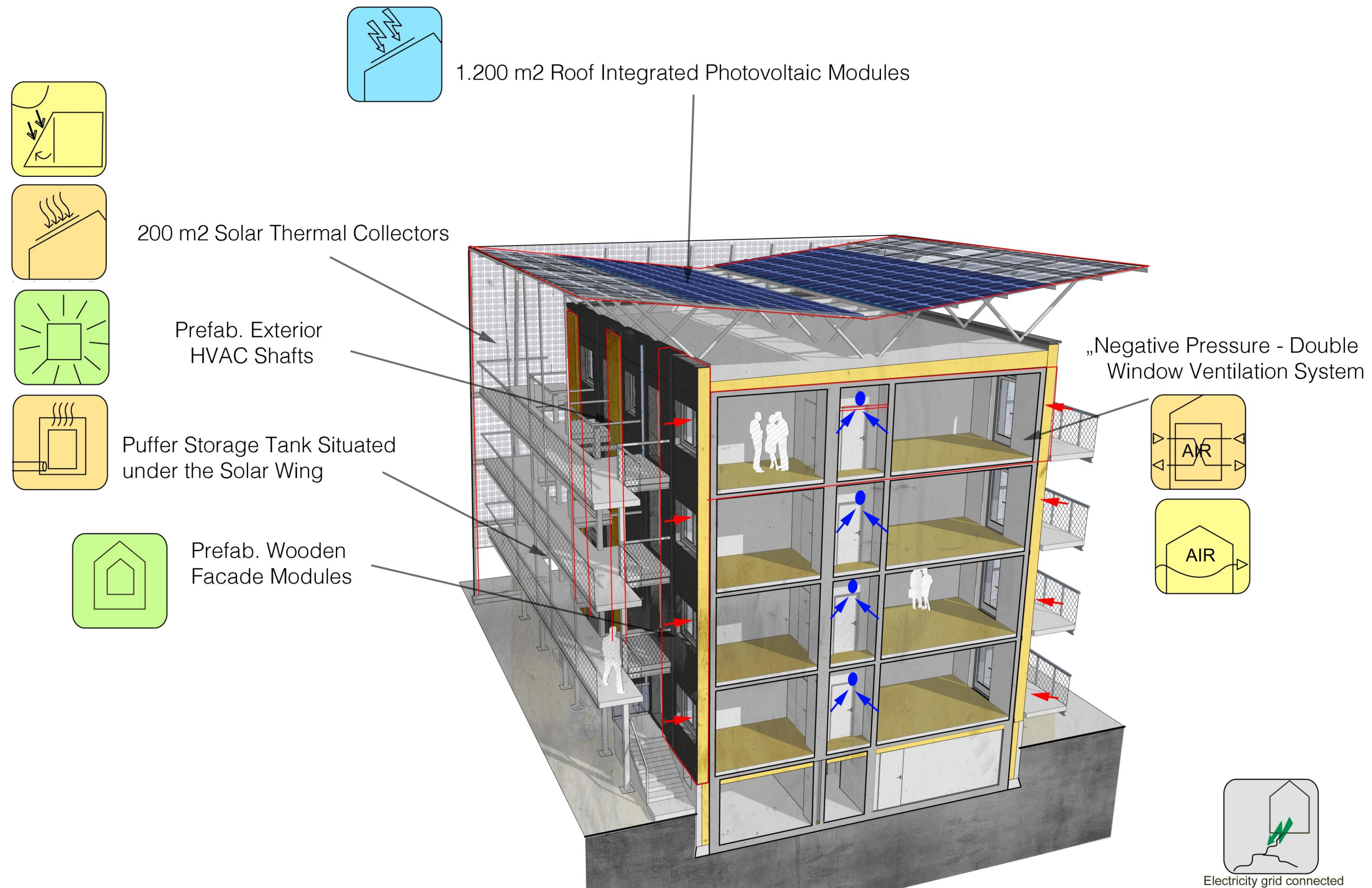
- Fernwärme
- 144 m<sup>2</sup> Solarthermie

## Lüftung

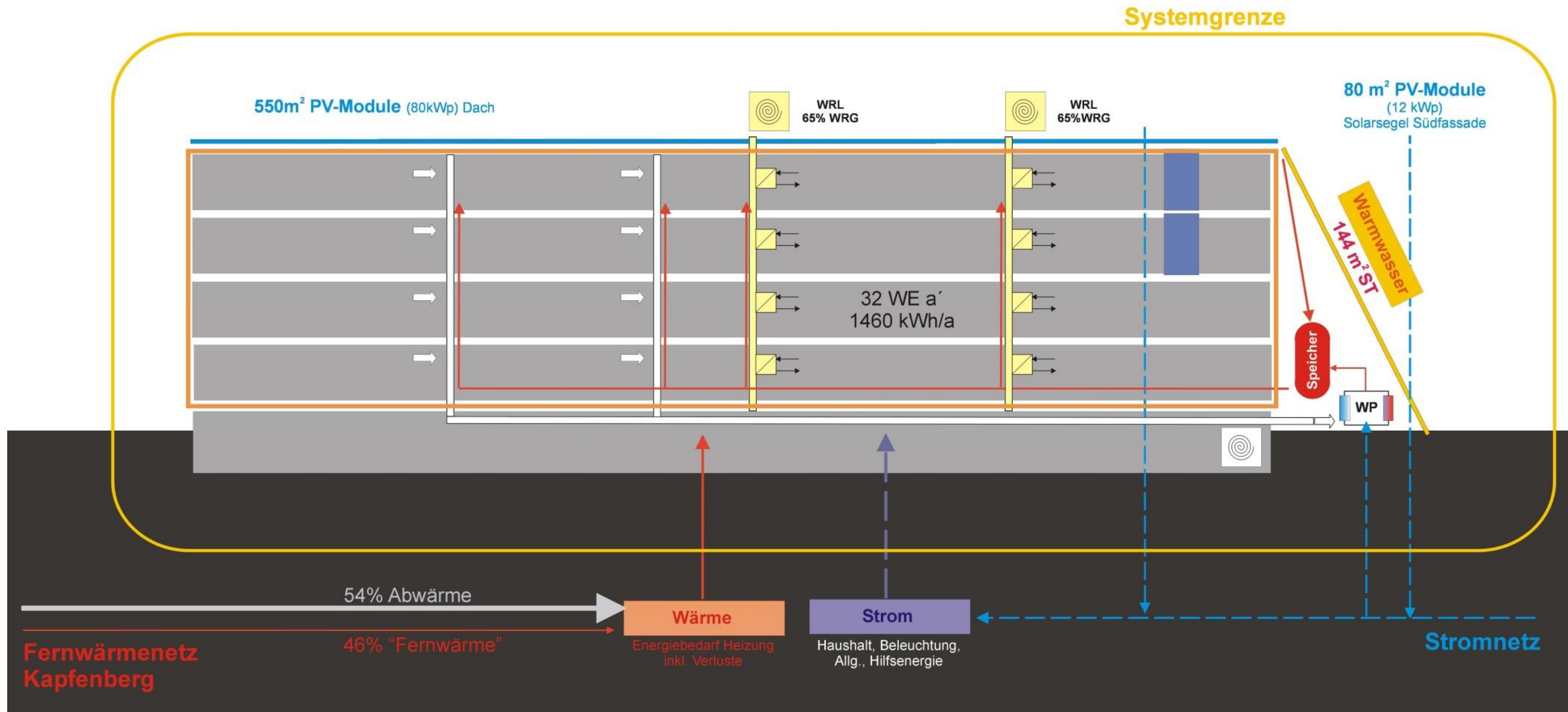
- Mechanische Zu- und Abluft mit Wärmerückgewinnung in Bauabschnitt 1  
In 8 Wohnungen: CO<sub>2</sub> Steuerung  
In 8 Wohnungen: 3-Stufen Schalter
- Mechanische Abluft mit Wärmerückgewinnung über Wärmepumpe in Bauabschnitt 2

## Photovoltaik

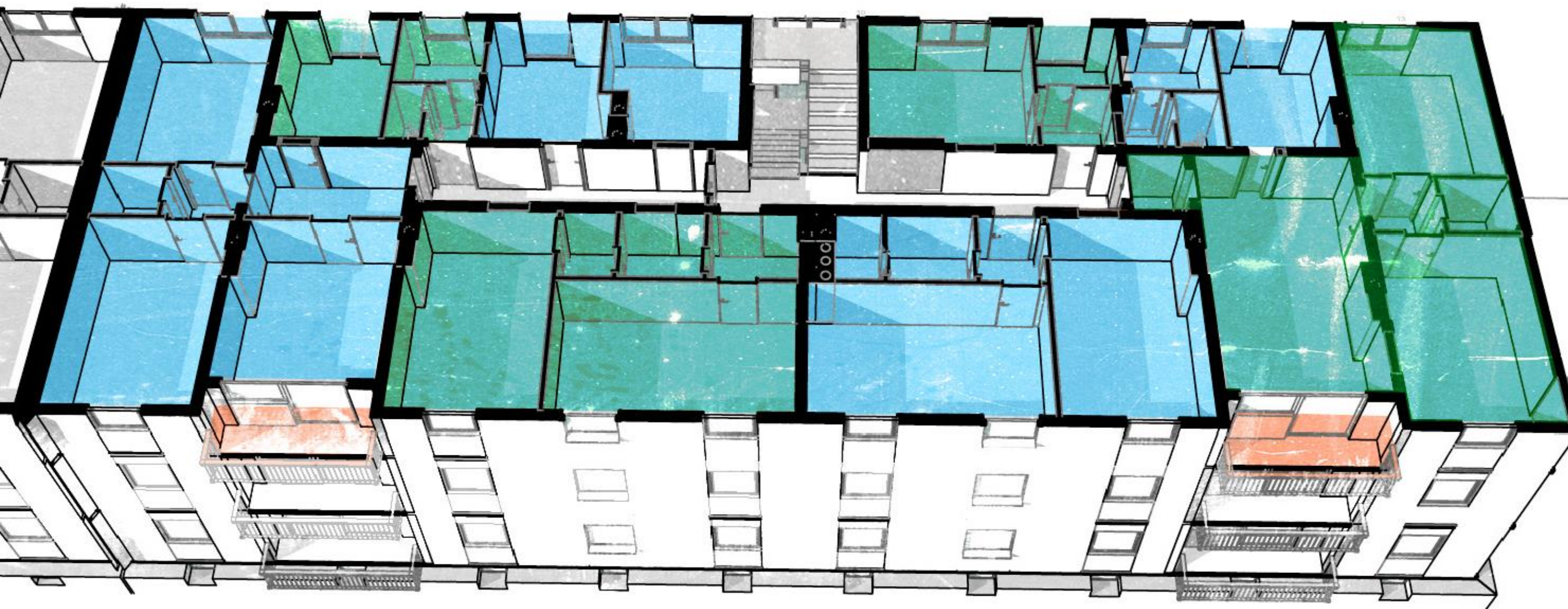
- 550 m<sup>2</sup> - 80 kWp am Dach
- 80 m<sup>2</sup> - 12 kWp in der Südfassade



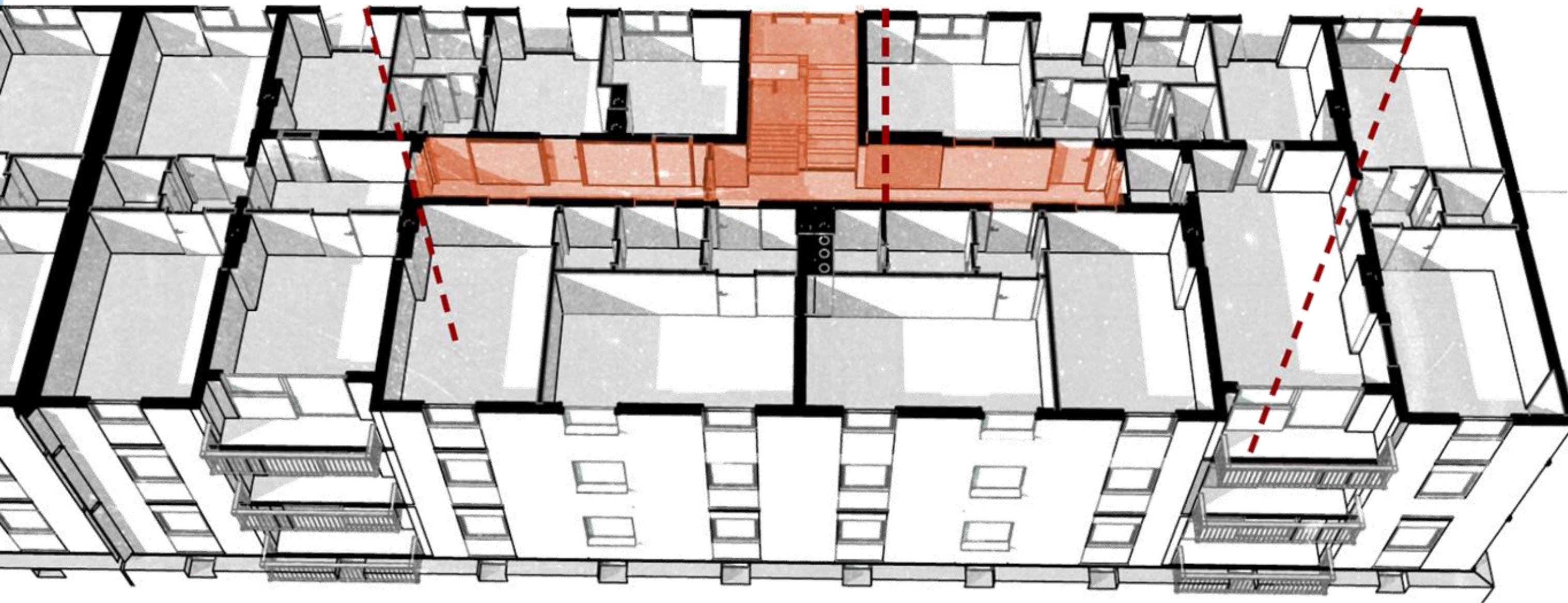
# Energiekonzept



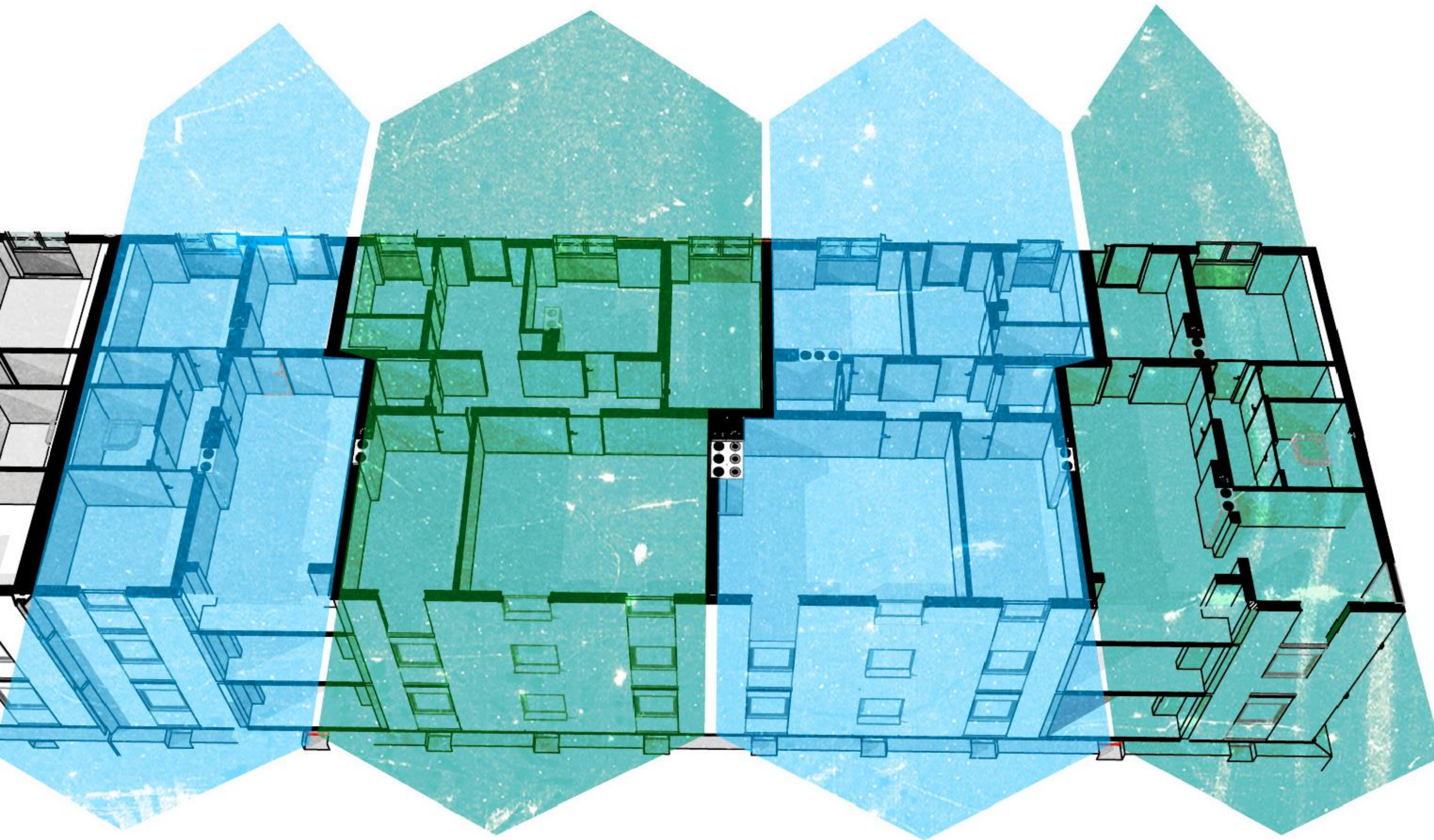
# Bestandsgrundriss



# Bestandssurvey

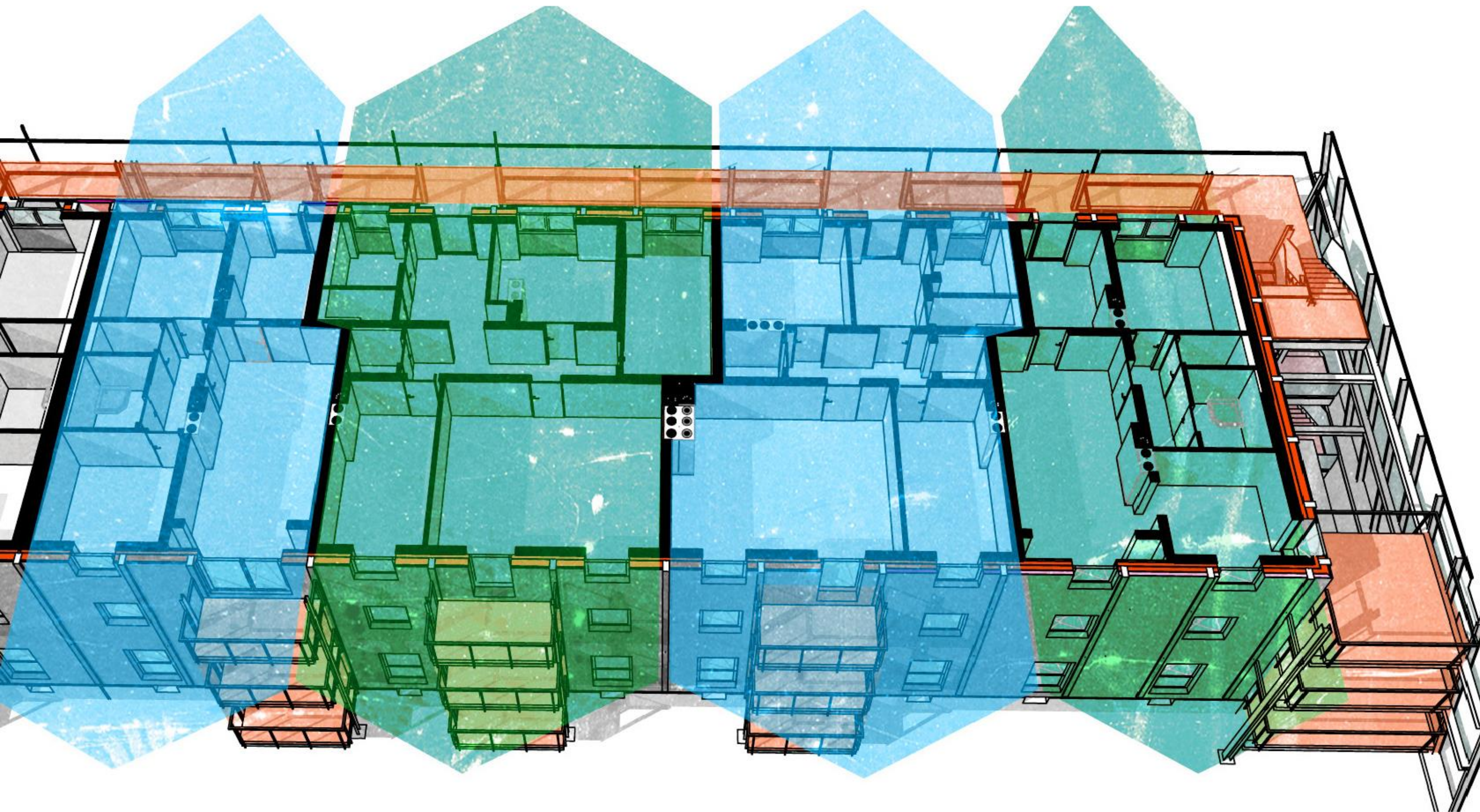


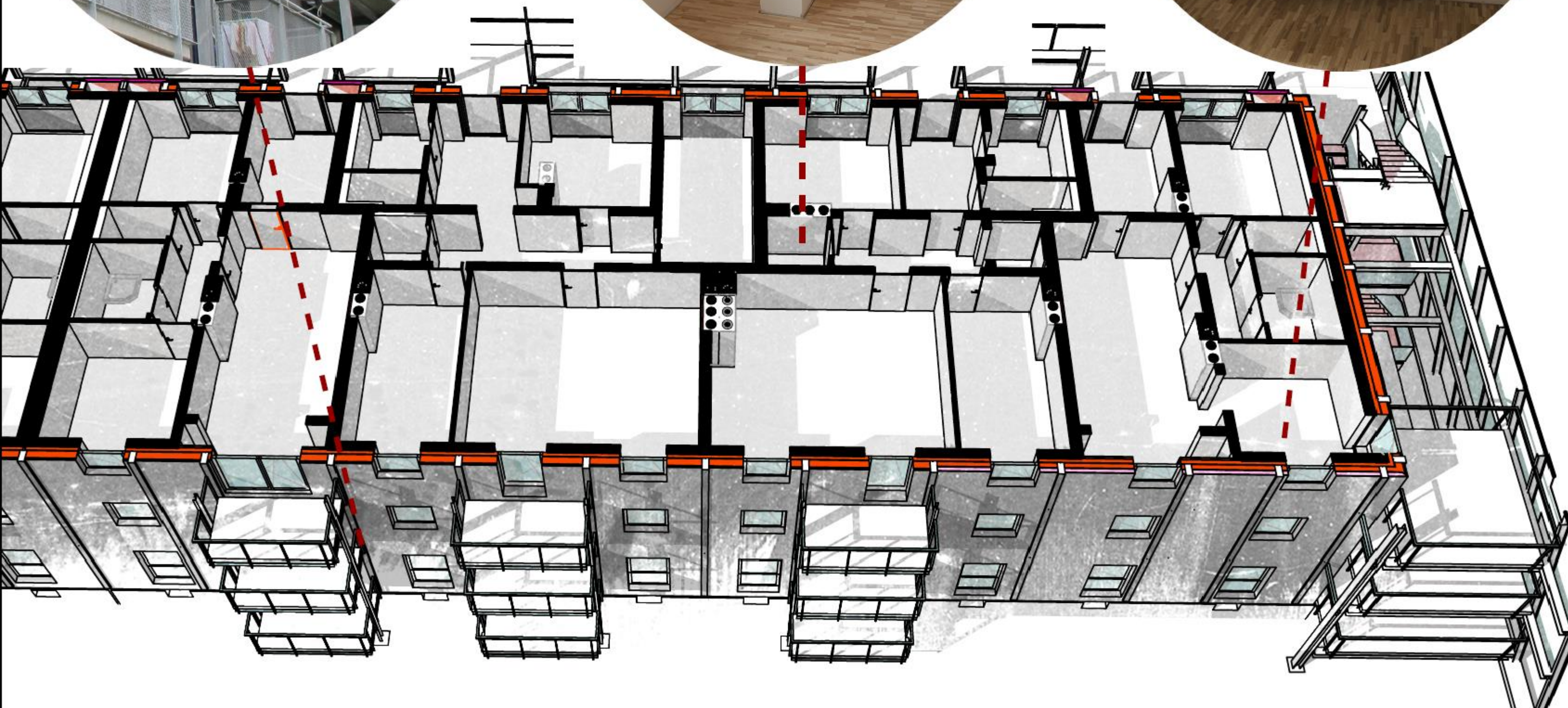
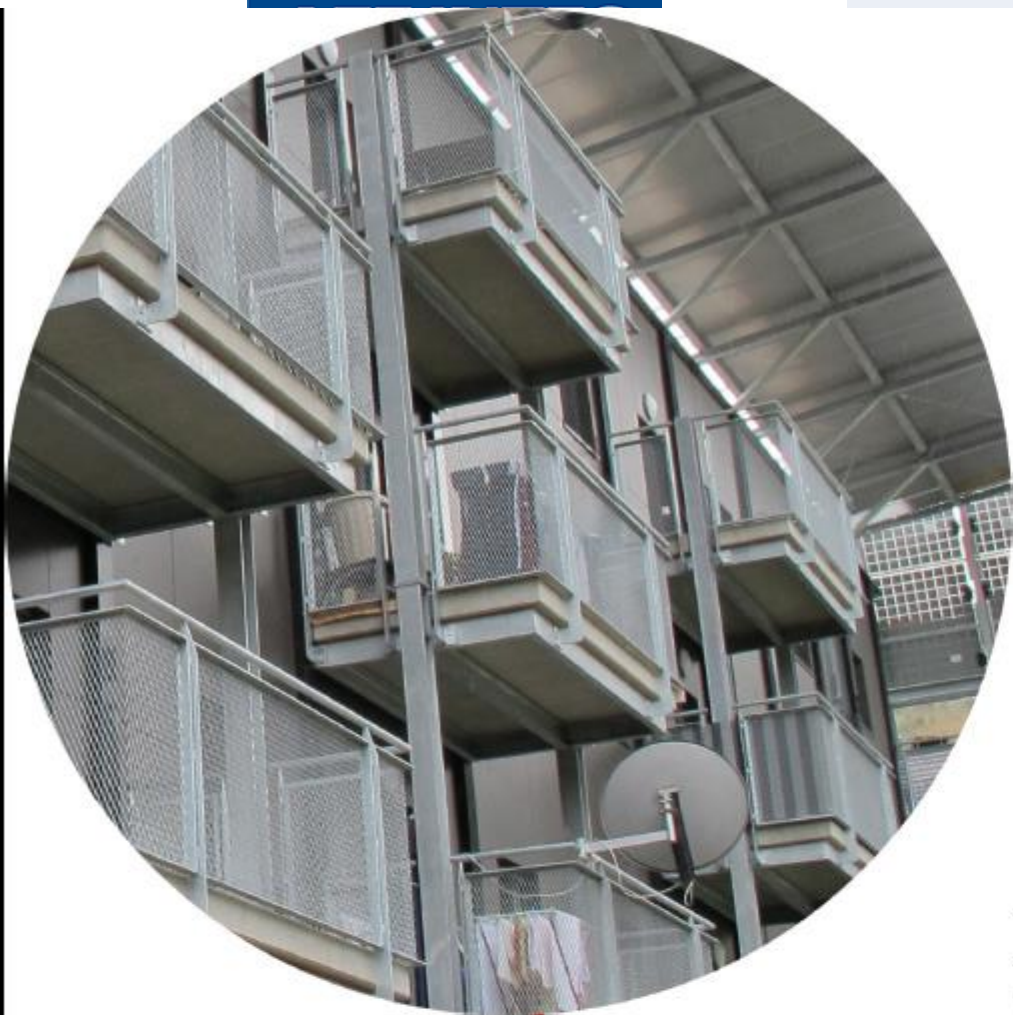
# Grundriss nach der Sanierung



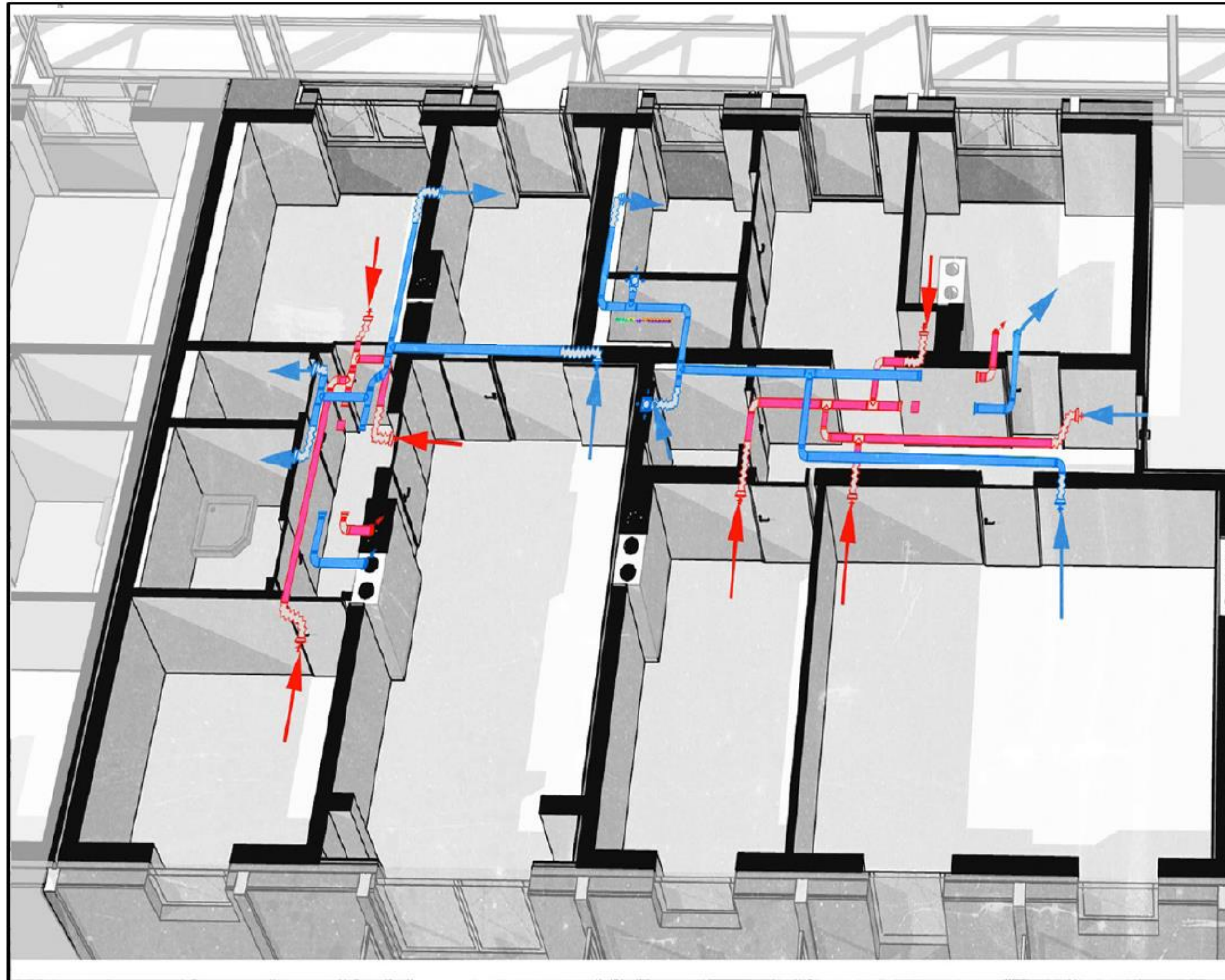


# „Addons“

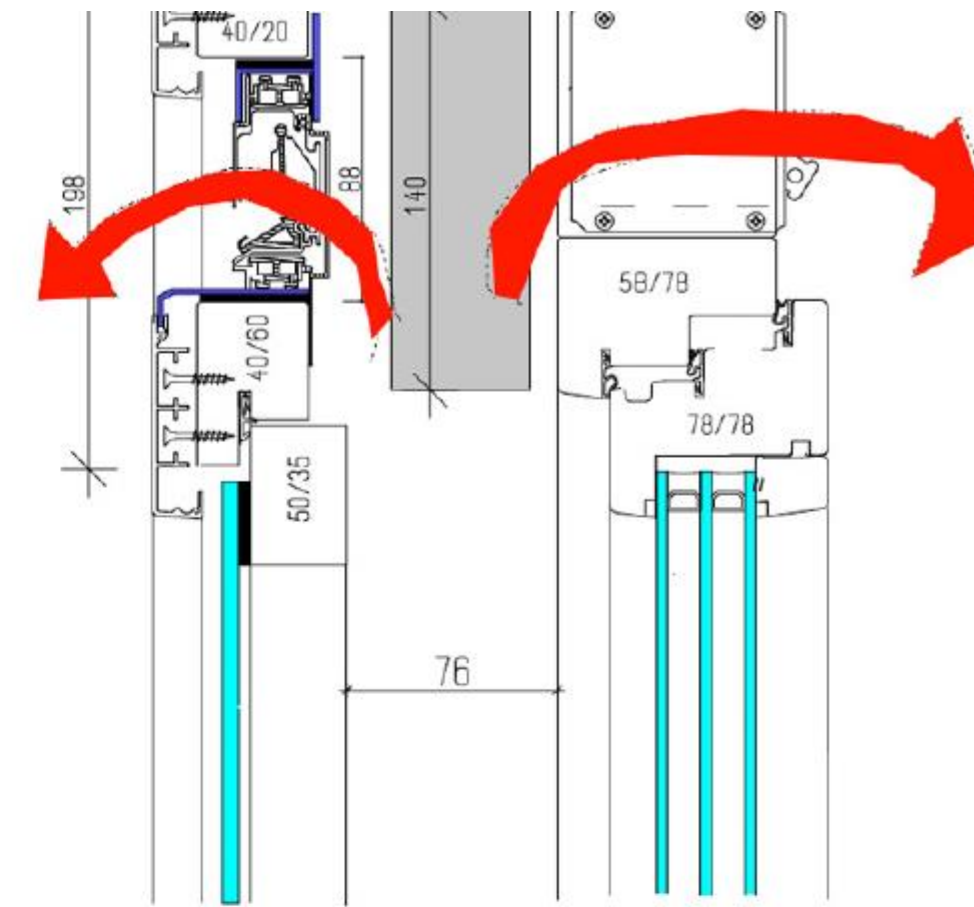
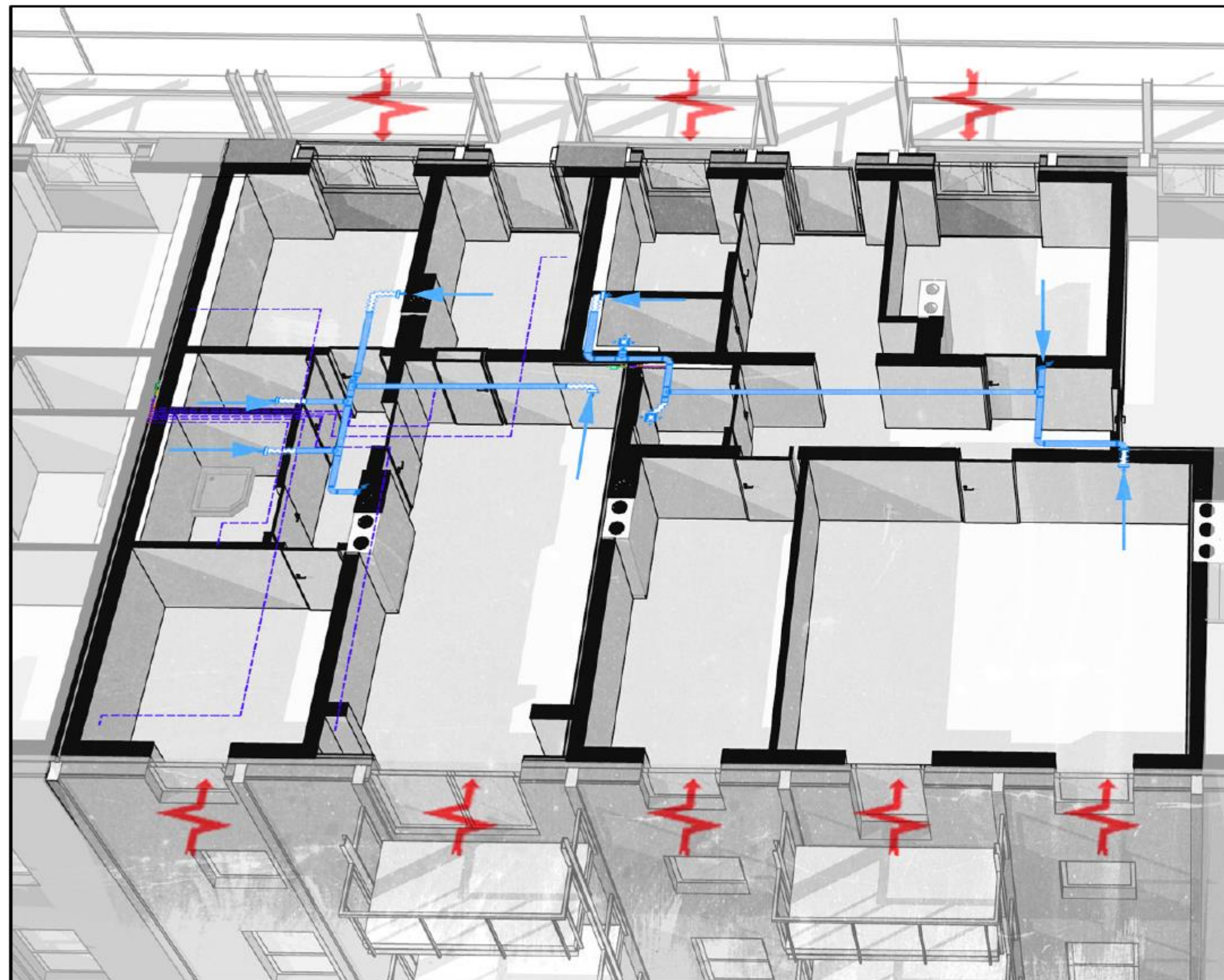




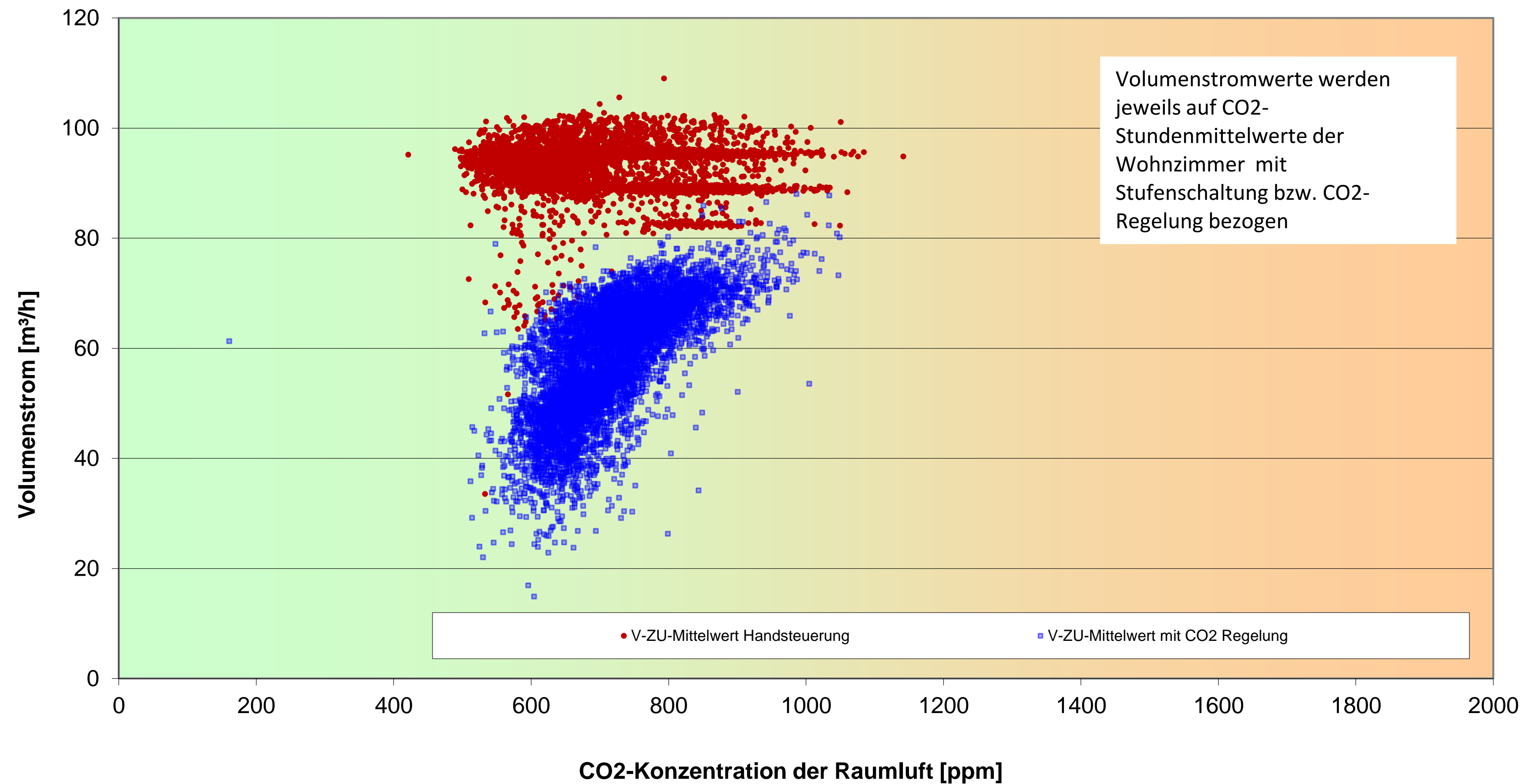
# Lüftungssystem mit WRG



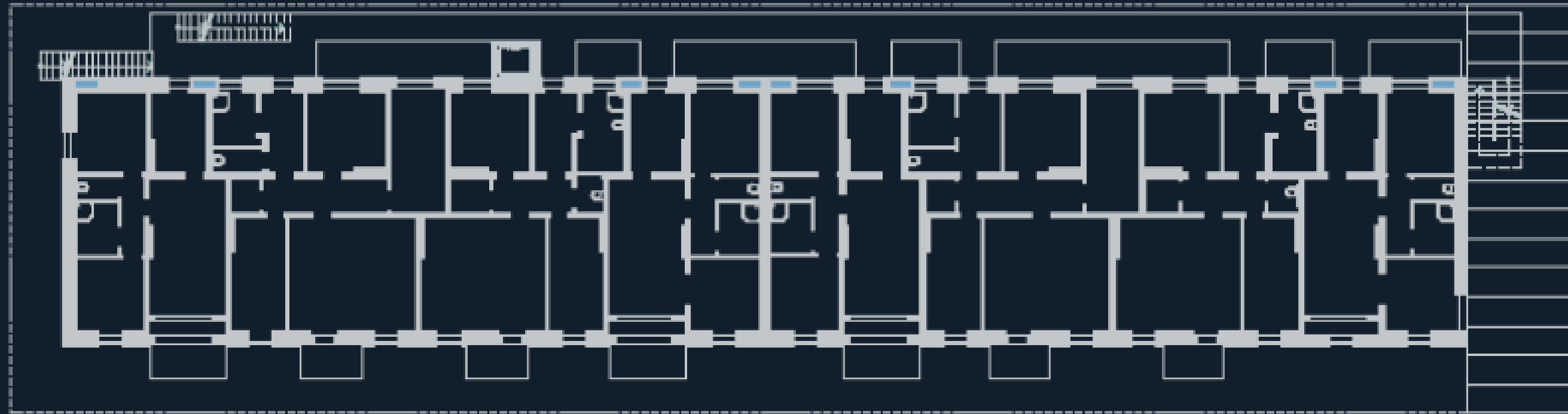
# Abluftsystem



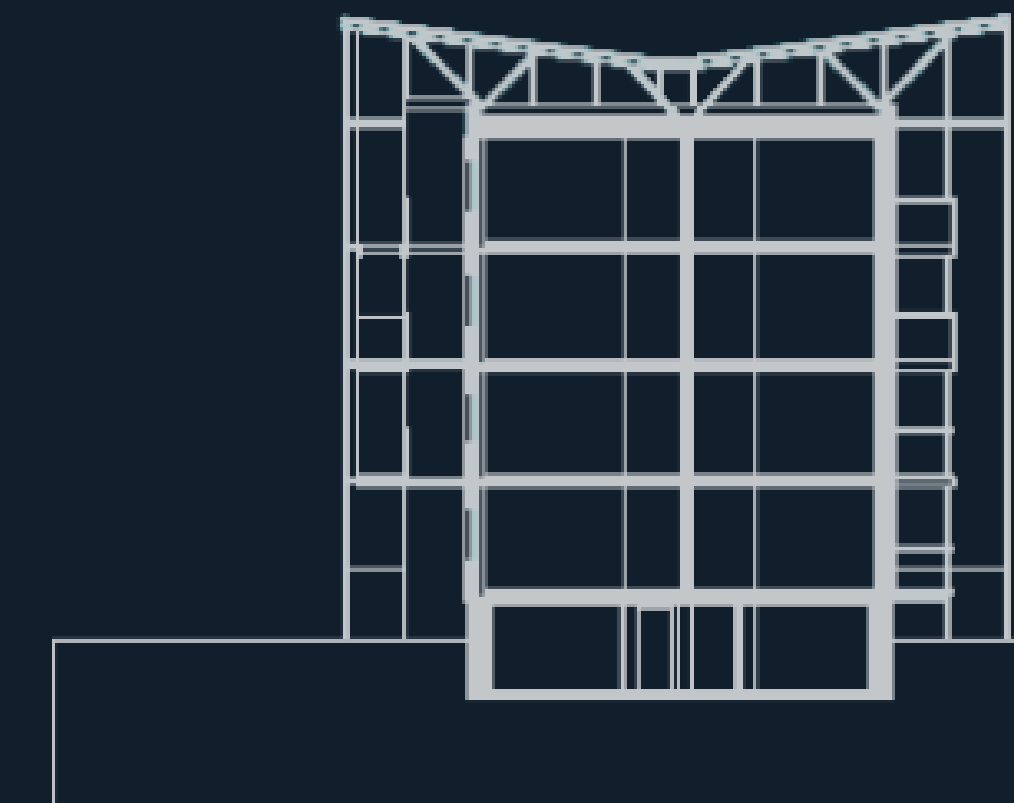
## Volumenstrom über CO<sub>2</sub>-Konzentration der Wohnzimmer Kapfenberg BA1 Vergleich von Regelung und Stufenschaltung Stundenmittelwerte von 1.9.2014 bis 31.8.2015



# III. Umsetzungsprozess



Grundriss OG



Querschnitt

## Qualitätssicherung in der Planung und Ausführung

- Wärmebrückenberechnung der wichtigsten Anschlüsse
- Blower-Door Tests und Rauchversuche
- VOC Messung
- Schallmessung
- ÖGNB Zertifizierung
- Sozialwissenschaftliche Begleitung der BewohnerInnen in der Bauphase und auch kurze Zeit nach der Übergabe (Einzugsphase)
- Einschulung der BewohnerInnen zur Heizung, Brauchwarmwasserbereitung und mech. Lüftung
- Evaluierung der Projektziele durch:  
Messtechnische Begleitung (Monitoring)  
Befragungen











before....



after









# Monitoring Ergebnisse - Energie

Der **Heizenergieverbrauch** (für Heizung und Brauchwarmwasser) lag bei rund **50 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF</sub>a**.

Der **Endenergieverbrauch** lag bei rund **90 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF</sub>a**, durch die PV Anlage am Dach wurden im ersten Messjahr rund 25 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF</sub>a Strom generiert, die thermische Solaranlage erzeugte rund 12 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF</sub>a.

Erst durch die Anpassung bzw. Erweiterung der PV-Anlage (2.Ausbaustufe) und bedarfsseitige Optimierungen kann bilanzierend auf "Primärenergie" Plus-Energie erreicht werden.

→ Plus-Energie ist praktisch möglich durch:

- 2. Ausbaustufe PV-Anlage (1200m<sup>2</sup> statt 630m<sup>2</sup>)
- Reduzierung der Raumtemperatur von 23,5°C auf 20°C (6% Einsparung pro °C)
- geringe Senkung des Haushaltsstromverbrauches für alle Wohnungen
- Optimierung der Verteilverluste und Warmwasserverbrauch

# Monitoring Ergebnisse – Nutzer:innen

## Behaglichkeit

Die definierten Behaglichkeitskriterien im Sommer und Winter konnten bei allen Wohnungen und Räumen weitgehend eingehalten werden. Allerdings liegt die Innenraumtemperatur im Winter in den Wohnräumen bei ca. 24°C und somit sehr hoch

## Stromverbrauch

Rund 3/4 des Gesamtstromverbrauches werden für die Abdeckung des Haushaltstromes verwendet. Während der Betriebsstrom für haustechnische Anlagen sich im üblichen Rahmen bewegt, ist der Haushaltsstromverbrauch – speziell in einigen Wohnungen – etwas höher als in der Prognose angenommen.

## Zufriedenheit der Bewohner:innen

Hohe Zufriedenheit herrschte bei der Behaglichkeit, Raumwärme und -feuchte in den Wohnungen, den zusätzlichen Balkonen, der Barrierefreiheit und der jetzigen Größe der Wohnung. Die Luftqualität durch die neu eingebaute Be- und Entlüftungsanlage wird als sehr gut empfunden. Bezüglich natürlicher Belichtung in den Räumen wurden teilweise geringe Verschlechterungen verzeichnet, da Balkone und Laubengang vorgebaut wurden.



# Lessons Learned

PLUS-Energie ist in der Sanierung möglich ist, jedoch mit sehr hohem Einsatz an erneuerbaren Energieträgern und bedarfsseitiger Optimierung. Eine Optimierung der gebäudetechnischen Anlagen in der Errichtung und Nutzung, bzw. Bewusstseinsbildung der Bewohnerinnen ist jedenfalls erforderlich.

Die Umsetzung eines Passivhauses oder Null-/Plus-Energie-Gebäudes erfordert

- Realistisches Projektziel und -konzept
- Gute Zusammenarbeit zwischen Architekt, Planern und Ausführenden
- Ständige Zielkontrolle in der Planung und Ausführung
- Qualitätssicherung in der Planung und Ausführung (Unterstützung durch z.B. klimaaktiv - <http://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren.html> )
- Zielüberprüfung mittels Monitoring und Befragungen



IDEA TO ACTION

**NUSSMÜLLER. ARCHITEKTEN**  
Nussmüller Architekten ZT GmbH / Graz / Rottenmann / www.nussmueller.at



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

Website: [www.aee-intec.at](http://www.aee-intec.at)  
Twitter: @AEE\_INTEC

**DI Dr. Tobias Weiss**  
T.weiss@aee.at

<https://www.aee-intec.at/leitprojekt-e803-gebaeude-p121>

