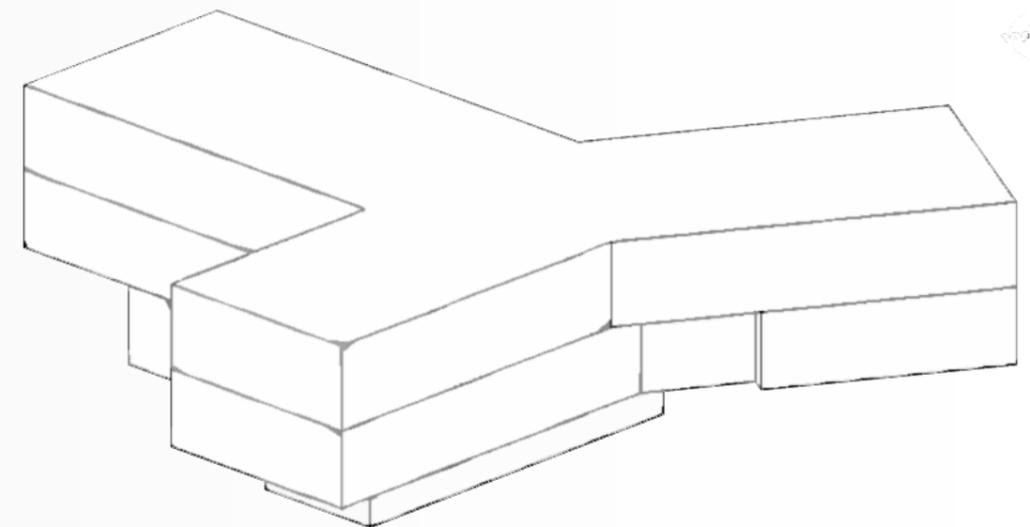


4.5 BAUHERRENPRÄSENTATION

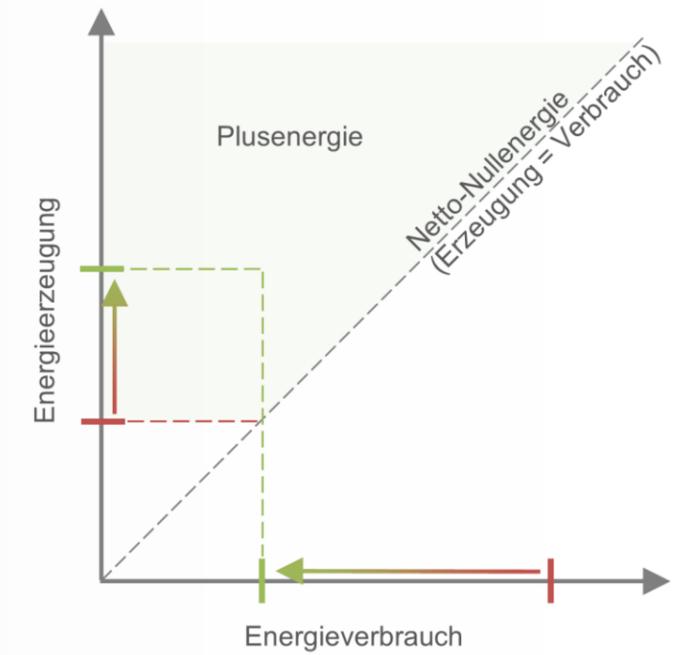
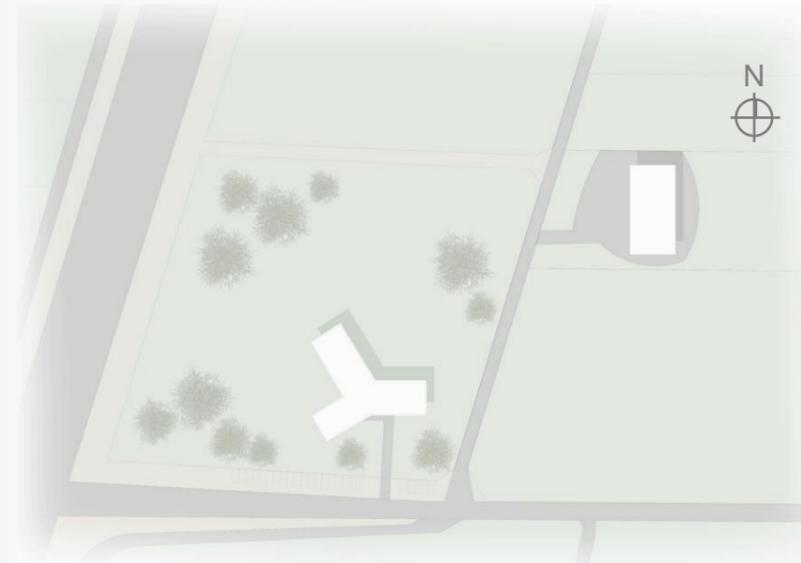
Konstruktionsmethodik SS 2021 – Verena Zimmermann



Rückblick

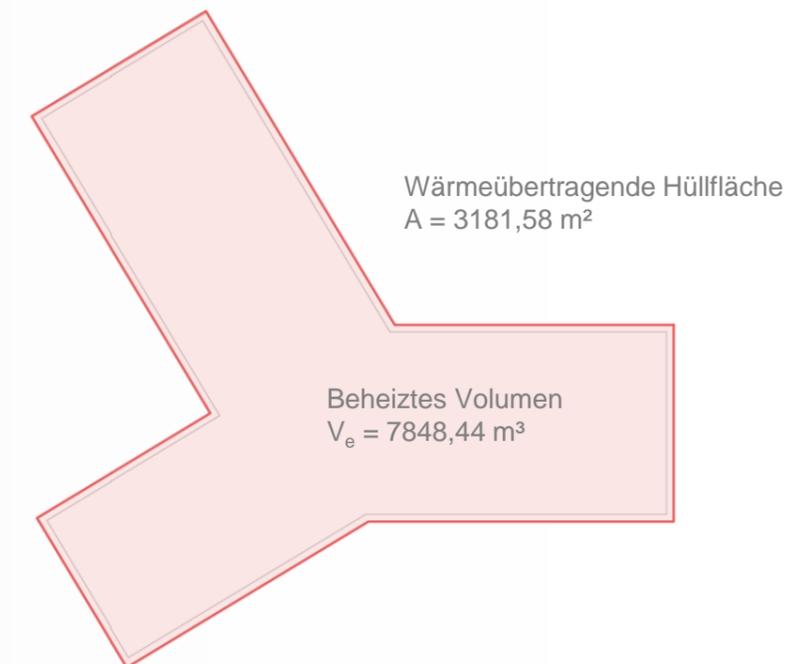
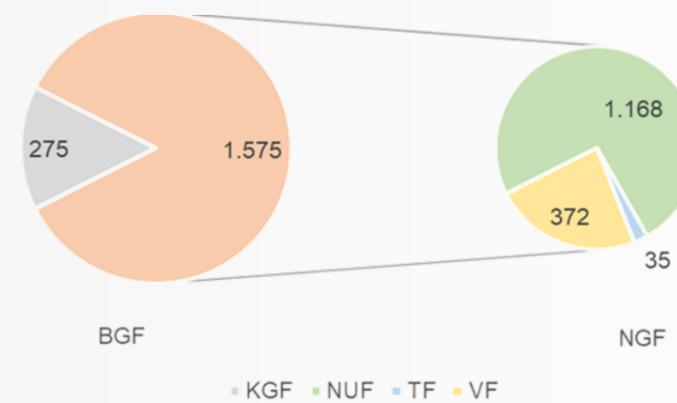
Zieldefinition Plusenergiestandard für das Institut für Bienenkunde

1. Energieeinsparung
→ Reduzierung Energiebedarf
2. Energie selbst erzeugen (regenerativ)
→ Deckung Energieverbrauch
3. Menge selbst erzeugter Energie > Energieverbrauch
→ Netzeinspeisung und Vergütung (Plusenergie)



Analyse Baukörper

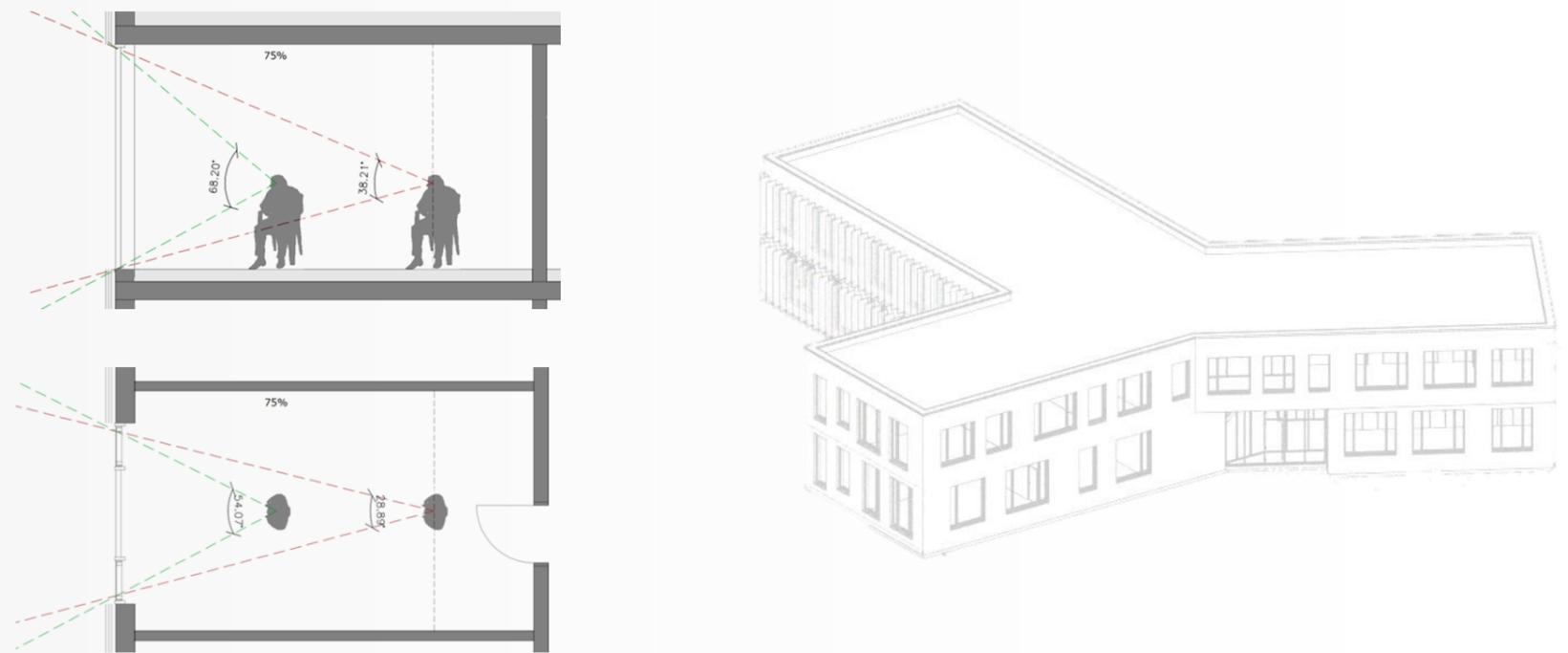
- Flächeneffizienz
→ $F_{\text{eff}} = \text{NUF}/\text{BGF} = 0,63$
- Kompaktheit
→ $A/V_e = 0,41 \text{ m}^{-1}$
- Anpassungsfähigkeit
→ Sehr gute Bewertung bzgl. Geometrie und Technik
→ Insgesamt gute Bewertung



Rückblick

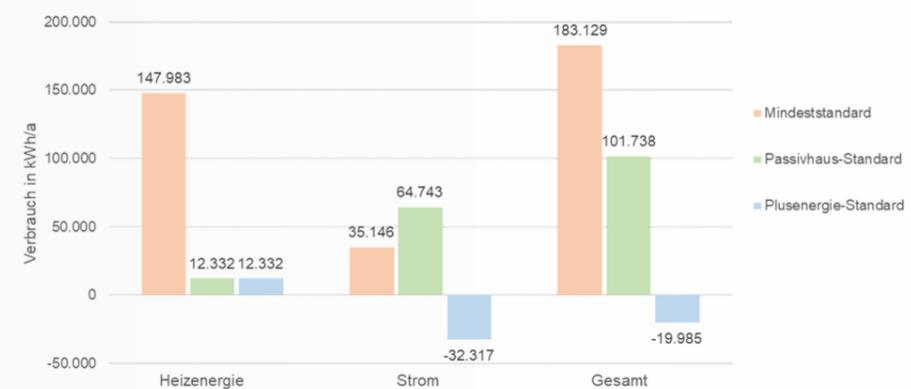
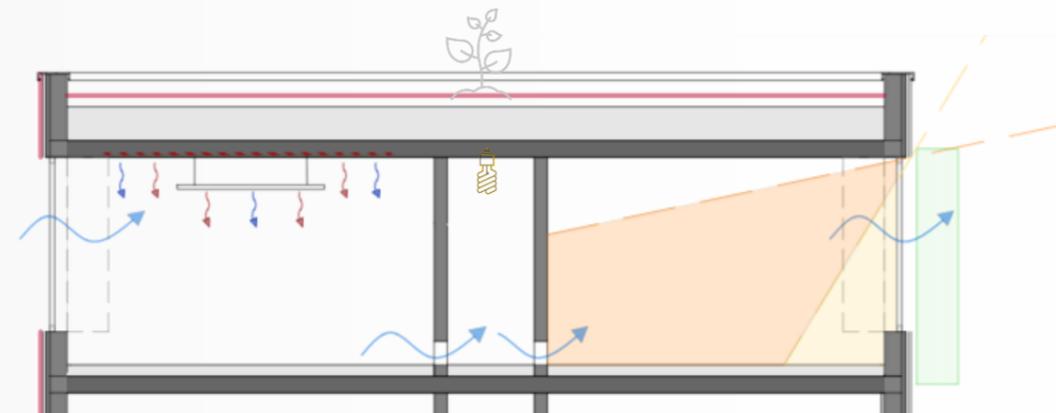
Entwicklung Fassadenkonzept

- Analyse Blickbeziehungen und Raumnutzung
→ Anforderungen an visuellen Komfort
- Analyse Ausblick und Lichteinfall verschiedener Fenstergrößen
→ Größen je nach Anforderung durch Nutzungsart
- Varianten Fassadenbekleidung und Sonnenschutz
→ Entwicklung von Fassadentypen

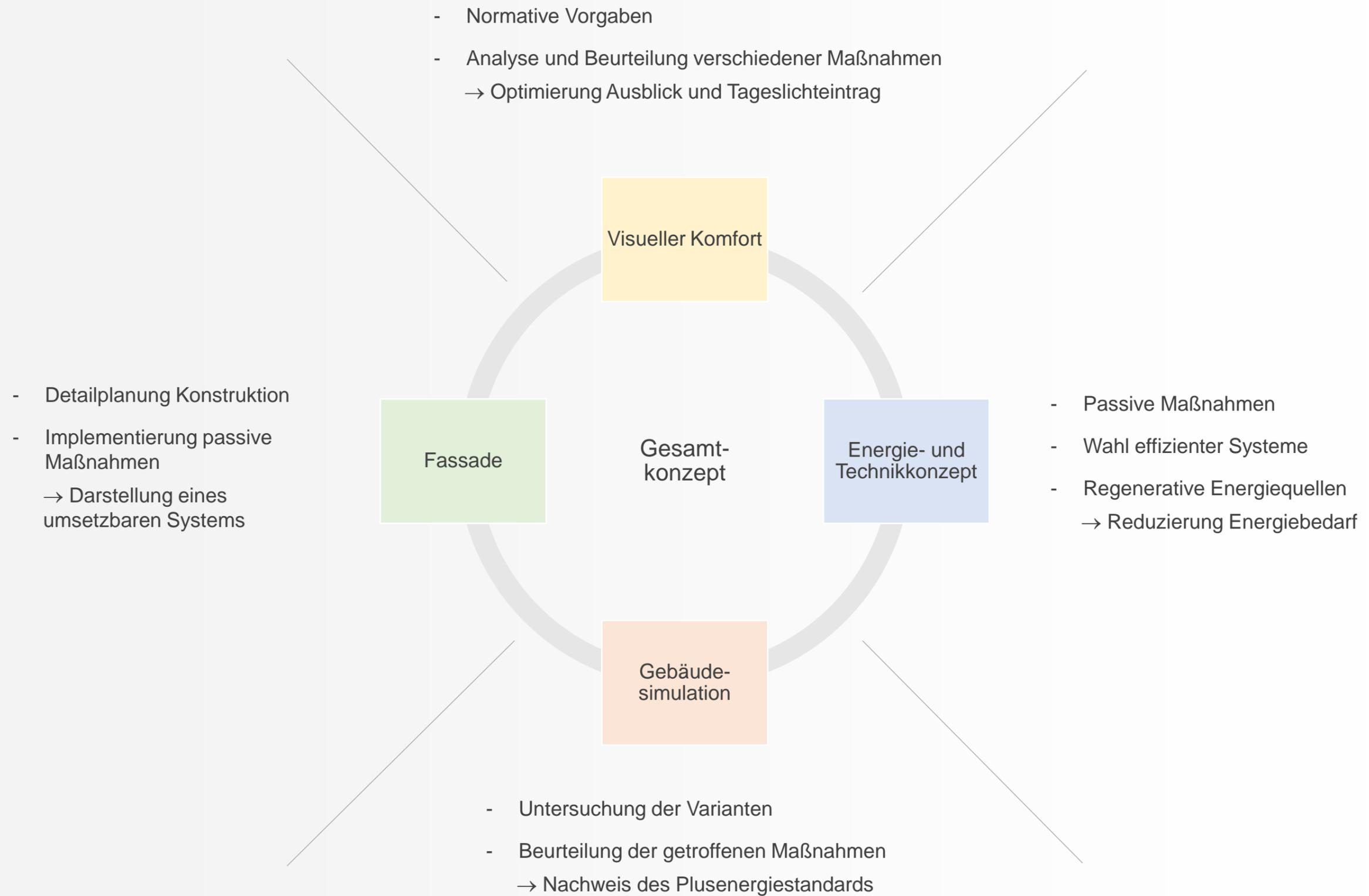


Entwicklung Energie- und Technikkonzept

- Gebäudehülle
→ Einhaltung der Anforderungen an PH-Standard
- Passive Maßnahmen
→ Konzept für natürliche Belichtung und -lüftung
- Varianten Wärmeerzeugung und -übergabe
→ Entwicklung eines effizienten Systems
- Energieerzeugung
→ Grobe Abschätzung Ertrag PV
- Kosten und Energieverbrauch
→ Angaben auf Grundlage von Kennwerten



Weiteres Vorgehen

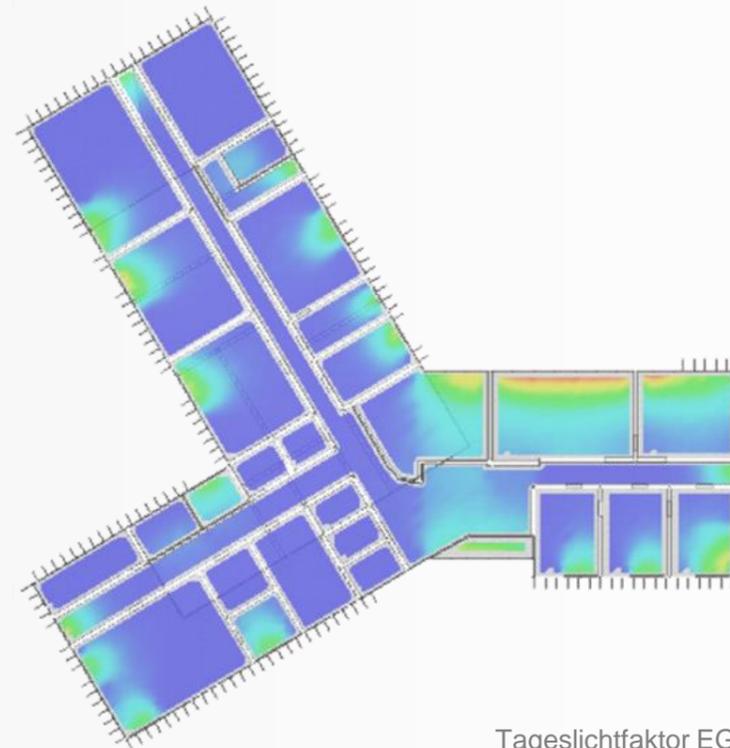


Visueller Komfort

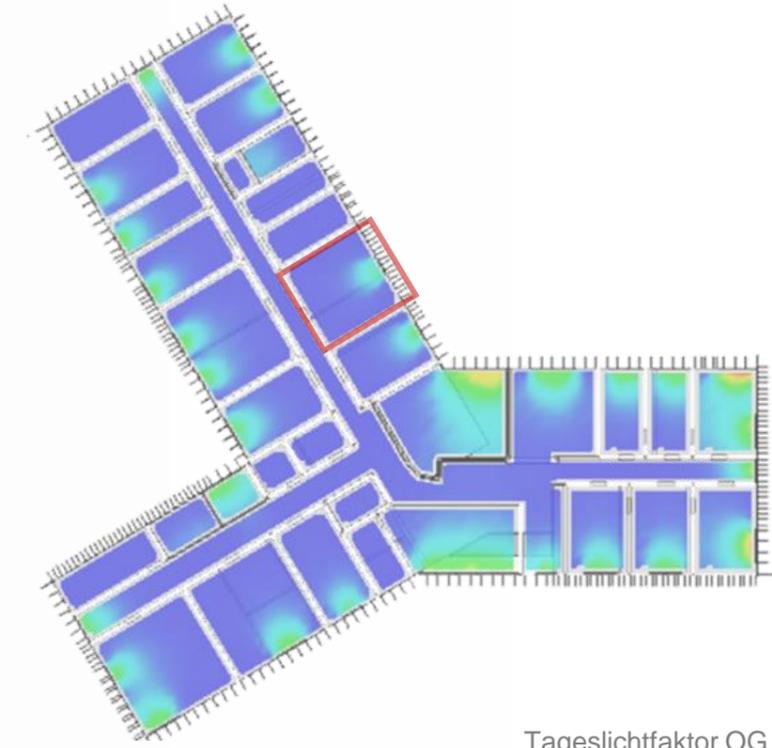
Normative Vorgaben

- DIN 17037 - Tageslicht in Gebäuden
→ U. A. Bewertung der Ausblicksqualität
- VDI 6011-1 - Optimierung von Tageslichtnutzung und künstlicher Beleuchtung
→ U. A. Einfluss der Architektur auf Tageslichteintrag
- DIN Spec 5031 - Melanopische Wirkung des Lichts auf den Menschen
→ Melanopisch wirksame Beleuchtungsstärke (240 lx)
- Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3.4
→ Beleuchtungsstärke in Arbeitsräumen (Büro 500 lx)
→ Tageslichtquotient in Arbeitsräumen (Büro 2 %)

Tageslichtfaktor, %



Tageslichtfaktor EG

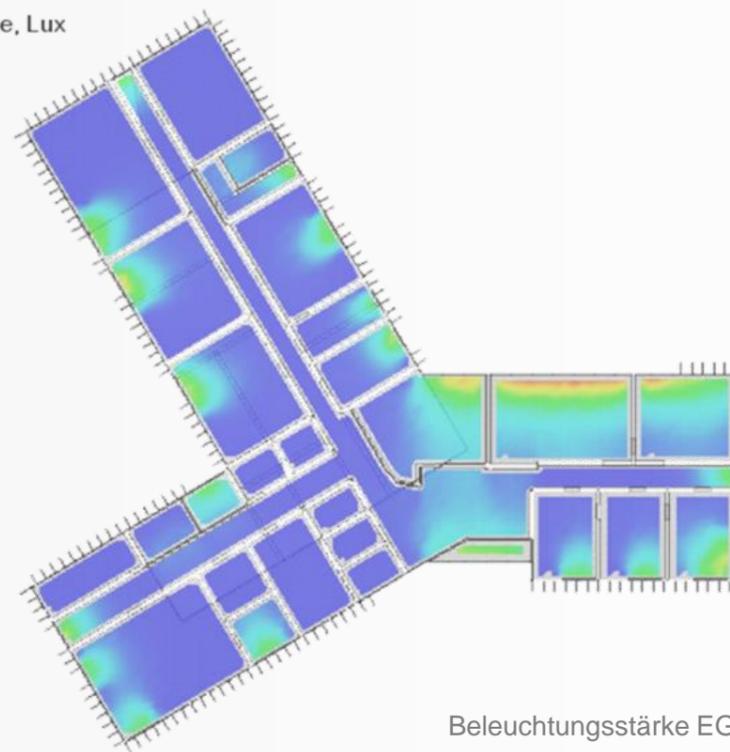


Tageslichtfaktor OG

Optimierung Ausblick und Tageslichteintrag

- Beurteilung Bestand
→ Räume ohne natürliche Belichtung vorhanden
→ Tageslichtquotient $\geq 2\%$ meist erfüllt
→ Beleuchtungsstärke als kritische Größe
→ Chemielabor im OG als kritischster Raum
- Untersuchung verschiedener Maßnahmen anhand kritischem Raum und Zeitpunkt (Winter)
→ Berechnungsgenauigkeit
→ Fenstergröße (Höhe und Breite)
→ Verglasung und Rahmenanteil
→ Verschattung
→ Messebene

Beleuchtungsstärke, Lux



Beleuchtungsstärke EG

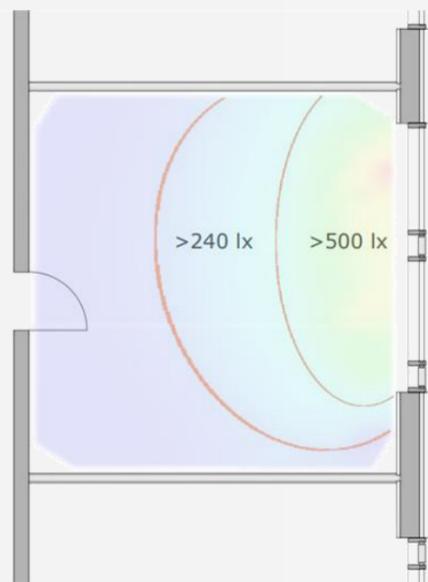
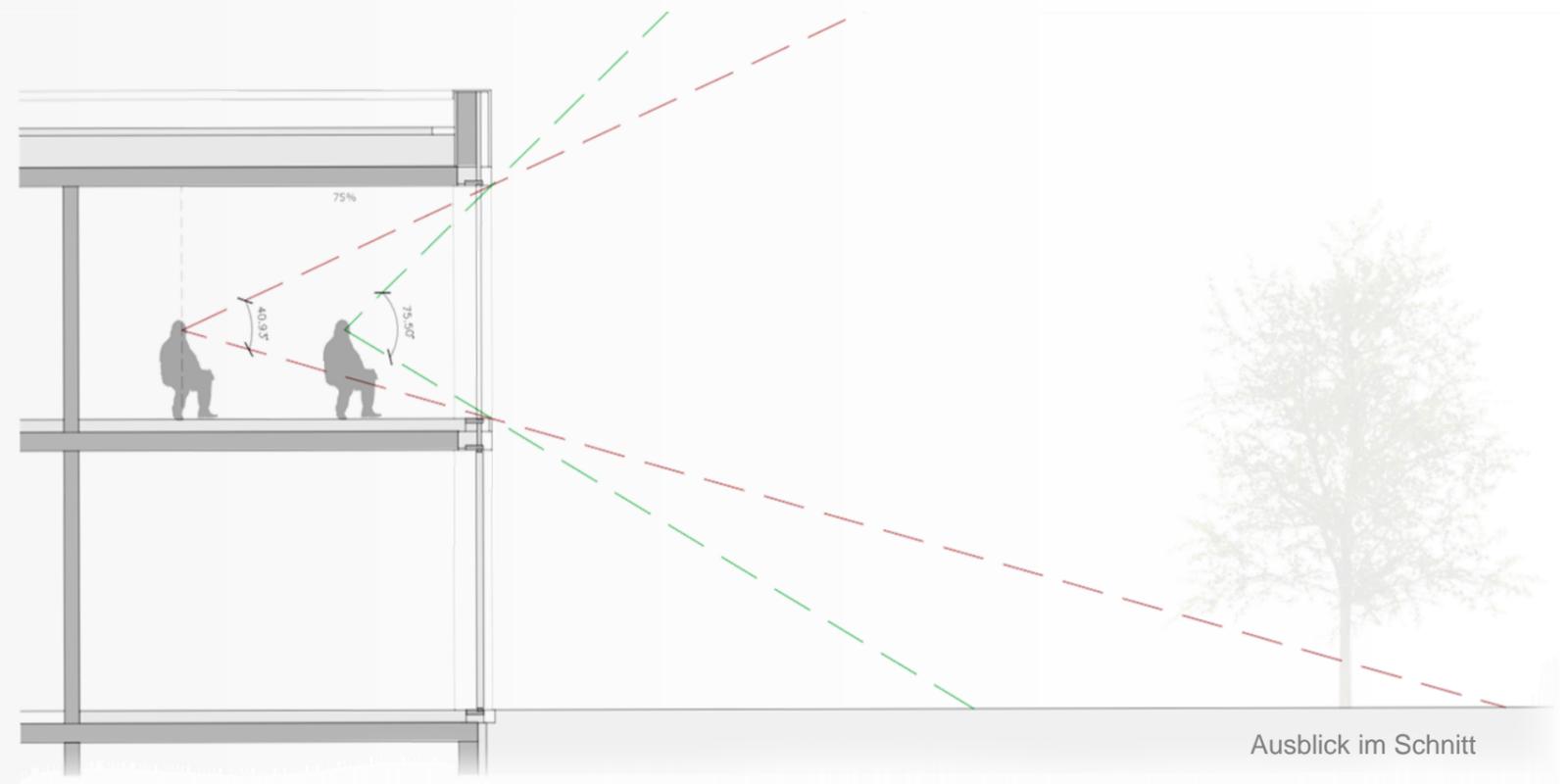


Beleuchtungsstärke OG

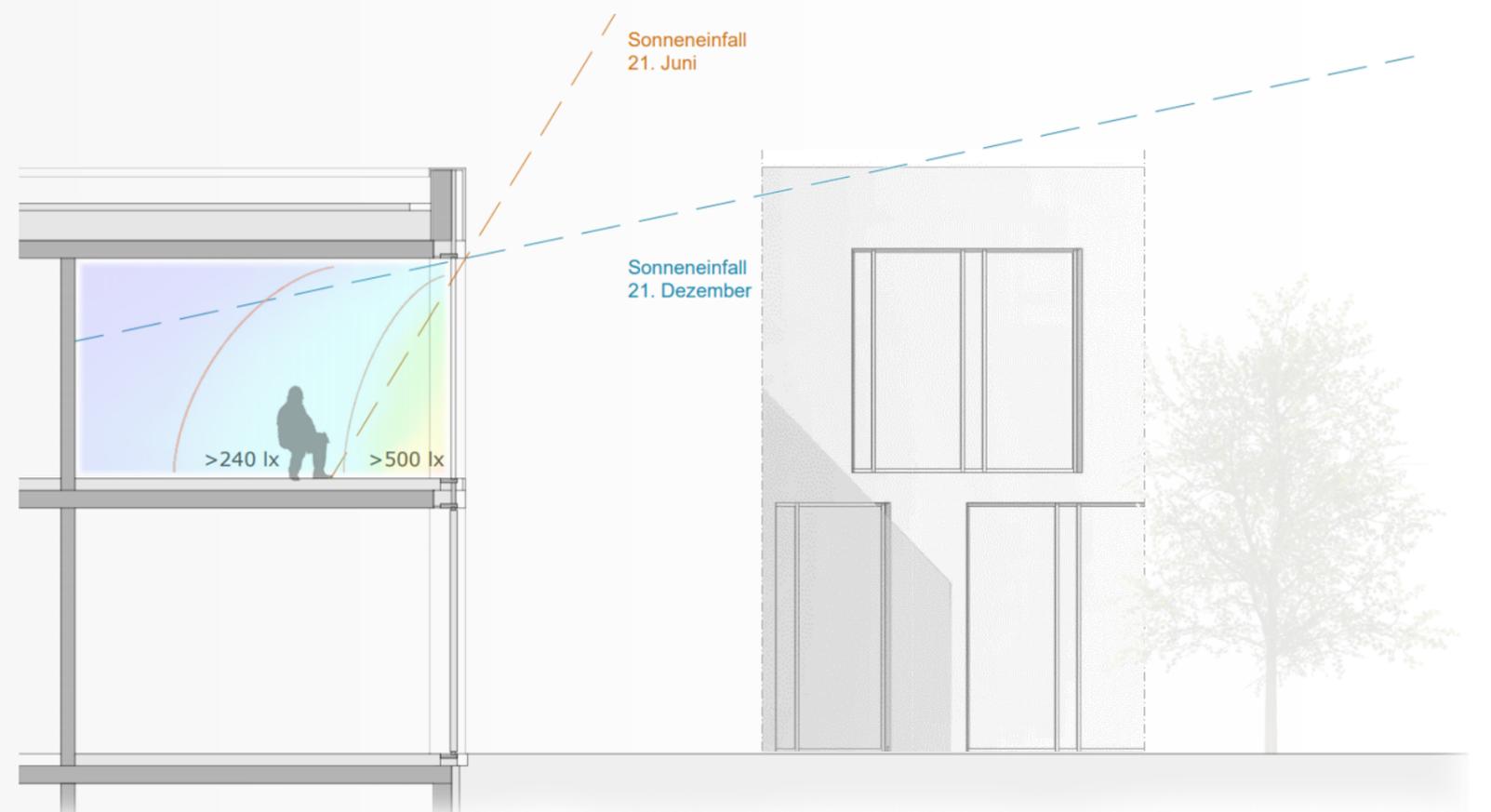
Visueller Komfort

Optimierter Ausblick und Tageslichteintrag im kritischen Raum

- Verzicht auf Sturz und Brüstung
- Pfosten-Riegel-Fassade mit geringem Rahmenanteil
- Variabler Sonnenschutz
- Mind. Mittlere Ausblicksqualität in 75 % des Raumes
- Tageslichtquotient im ganzen Raum > 2 %
- Beleuchtungsstärke 500 lx in ca. 25 % des Raumes
- Beleuchtungsstärke 240 lx in ca. 2/3 des Raumes



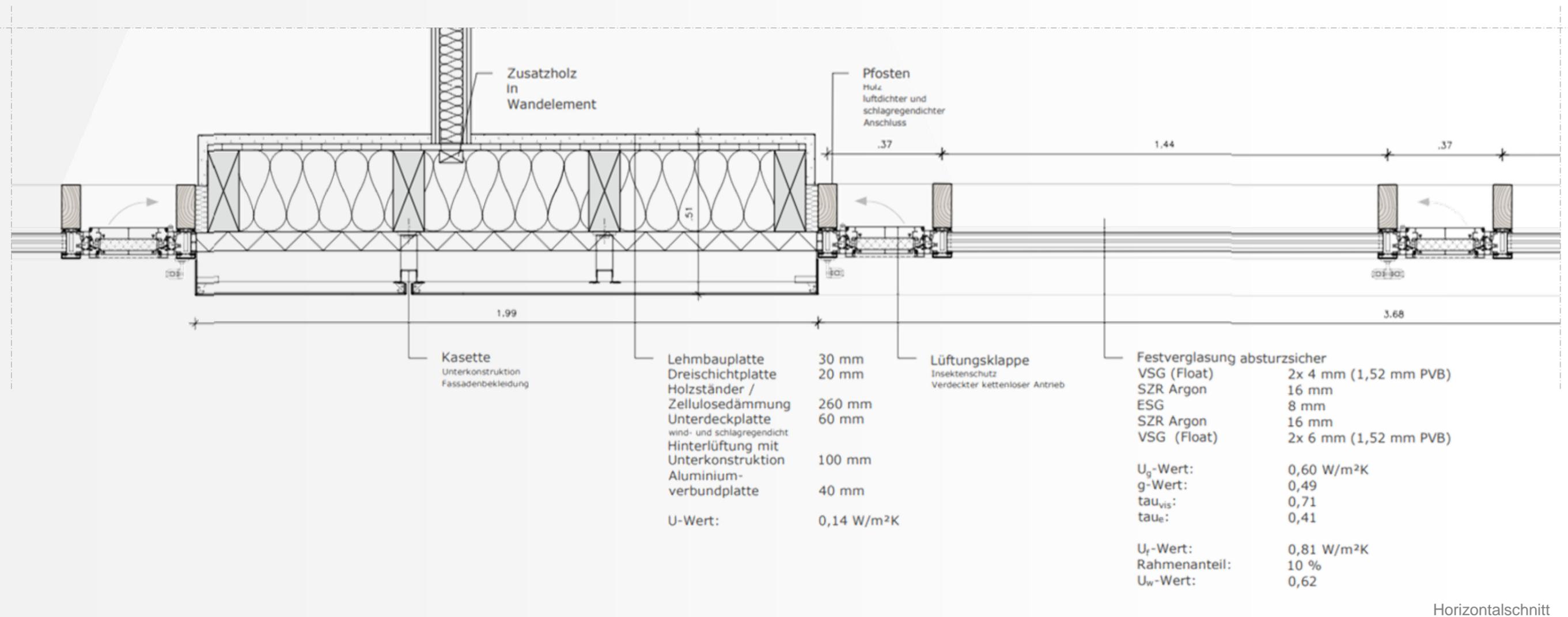
Beleuchtungsstärke im Grundriss



Energie- und Technikkonzept

Gebäudehülle

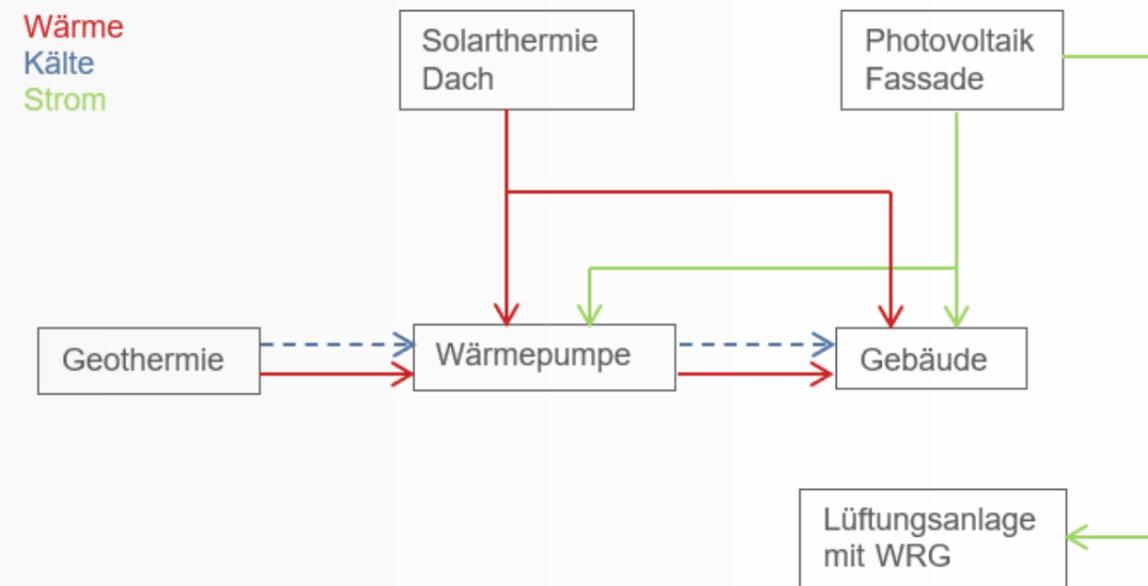
- Außenwand als Holzständerkonstruktion mit vorgehängter hinterlüfteter Fassade
- Lehm- oder Bauplatte raumseitig für Innenraumklima
- U-Wert Außenwand 0,14 W/m²K, U-Wert Verglasung 0,60 W/m²K
→ Einhaltung Anforderung an U-Werte nach Passivhaus-Institut
- Wärmebrückenfreiheit ($\Delta_{UWB} = 0,01$ W/m²K)
- Luftdichtheit $n_{50} = 0,6$ h⁻¹



Energie- und Technikkonzept

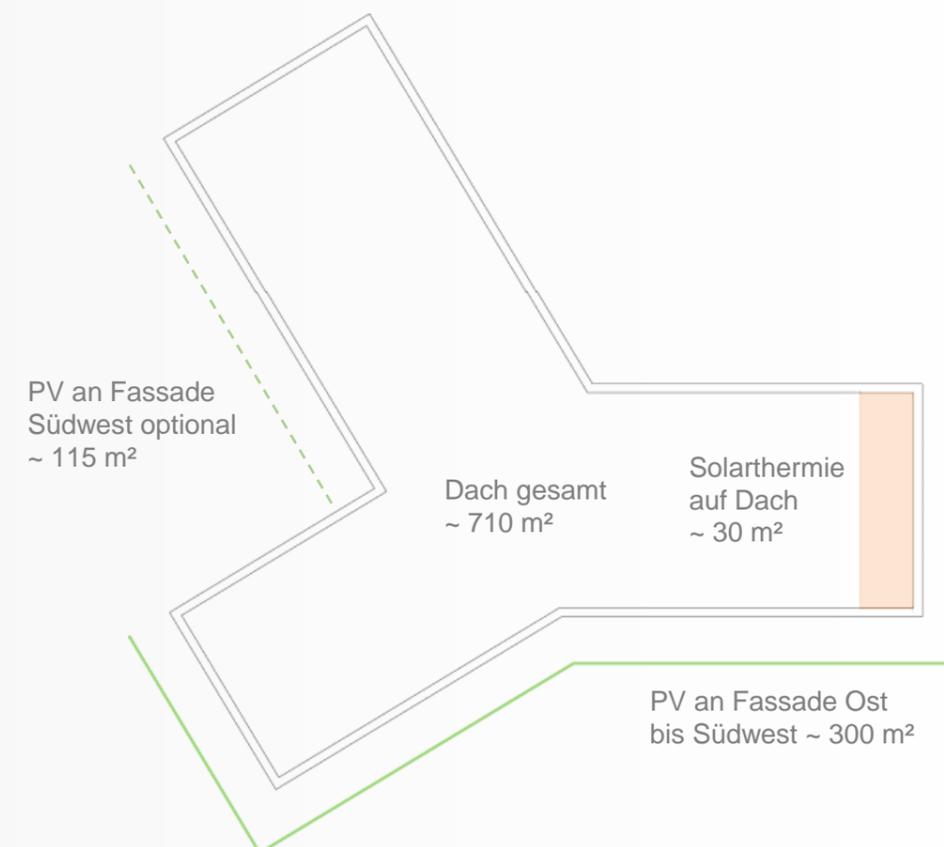
Technikkonzept

- Passive Maßnahmen
 - Optimierte natürliche Belichtung
 - Natürliche Lüftung über Lüftungsklappen
- Wärmeerzeugung und -übergabe
 - Geothermie über Erdsonden (10 Stück) und Wärmepumpe (65 kW, COP 4, JAZ ~ 2,4)
 - Oberflächennahe Bauteilaktivierung Decke
- Maschinelle Lüftung
 - Zentrale Lüftungsanlage (~13.000 m³/h)
 - Wärmerückgewinnung 80 %
 - CO₂ geregelt (max. 1000 ppm)



Energieerzeugung

- Solarthermie auf Dach (~ 30 m²)
 - Trinkwarmwasser
 - Heizungsunterstützung
- Photovoltaik an Fassade (~ 300 m², CIGS, $\eta = 13\%$)
 - Stromerzeugung für Wärmepumpe, Lüftungsanlage, Beleuchtung, Geräte
- Optionale Photovoltaik-Fläche an Fassade (~ 115 m²)



Energie- und Technikkonzept

Technikflächen

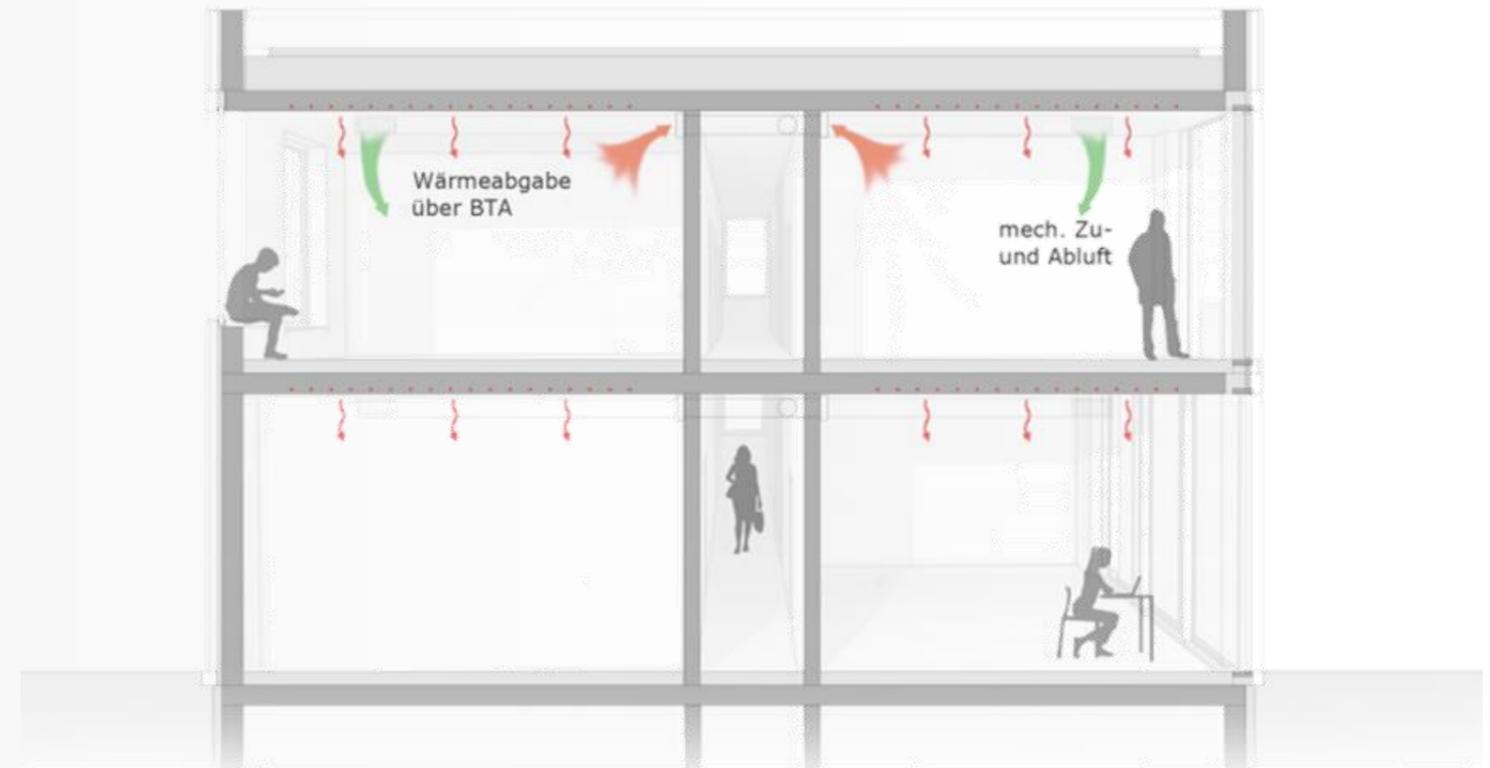
- Aufstellungsort Geräte im Keller
- Lüftungstürme für Außenluft und Fortluft
- Vertikale Erschließung über Schächte
- Horizontale Erschließung über Flurdecke (sichtbar)
 - Geringere Raumhöhe möglich
 - Sichtbare Installation, um Speicherfähigkeit Decke zu ermöglichen



Energie- und Technikkonzept

Funktionsweise Technikkonzept

- Winterfall
 - Heizen nach Temperatur-Sollwert (min. 21 °C)
 - Lüftung nach CO₂-Konzentration (max. 1000 ppm)
- Sommerfall, Tag
 - Wärmeaufnahme über massive Bauteile
 - Lüftung nach CO₂-Konzentration (max. 1000 ppm)
- Sommerfall, Nacht
 - Wärmeabgabe von massiven Bauteilen
 - Natürliche Nachtlüftung und Auskühlung



Konzept Winterfall



Konzept Sommerfall Tag



Konzept Sommerfall Nacht

Fassadenlösung

Entwicklung Fassadenkonzept

- Fensterflächenanteil 39 %
- Unterteilung Fassade in zwei Bereiche
 - Fassade mit und ohne PV als Bekleidung
 - Raffstore mit Lichtlenklamellen als Sonnenschutz
- Unterteilung Fassaden nach Bedarf der Arbeitsräume
 - Nord: Pfosten-Riegel-Elemente
 - Ost / West: Fensterelemente BRH 50 cm
 - Süd: Fensterelemente BRH 90 cm
- Ausnahmen der Einhaltung des Fassadentyps durch Nutzungsanforderungen (Verkehrsflächen, Sanitär / Technik, Sondernutzung)
- Ausnahmen der Einhaltung der Nutzungsanforderung aufgrund übergeordnetem Fassadentyp



Perspektive Süd



Perspektive Nord

Erreicht das Gebäude denn nun den Plusenergiestandard?

Gebäudeergebnisse - Simulation

Randbedingungen

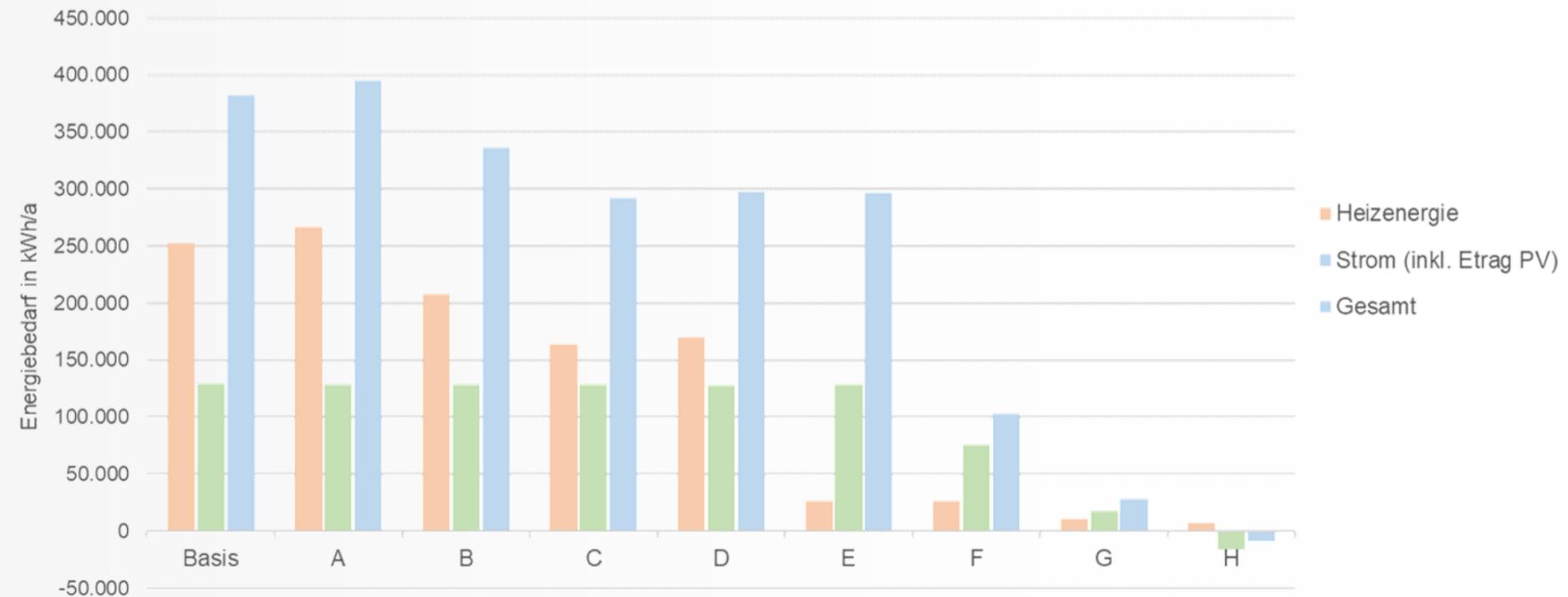
- Belegung nach Zeitplänen je Nutzungsart
- Temperatur-Sollwerte je Nutzungsart
 - Arbeitsräume min. 21 °C (19 °C ohne Belegung), max. 24 °C
 - Sondernutzungen min. 20 °C (18 °C ohne Belegung), max. 24 °C
 - Verkehrsflächen, Lager, Sanitär/ Technik min 18 °C, max. 25 °C
- Technikkonzept wie beschrieben
- Max. CO₂-Konzentration 1000 ppm
- Regelung für Nachtauskühlung
 - Öffnung Lüftungsklappen bei Erfüllung Parameter
 - Zeitplan für Öffnungszeitraum



Gebäudeergebnisse - Simulation

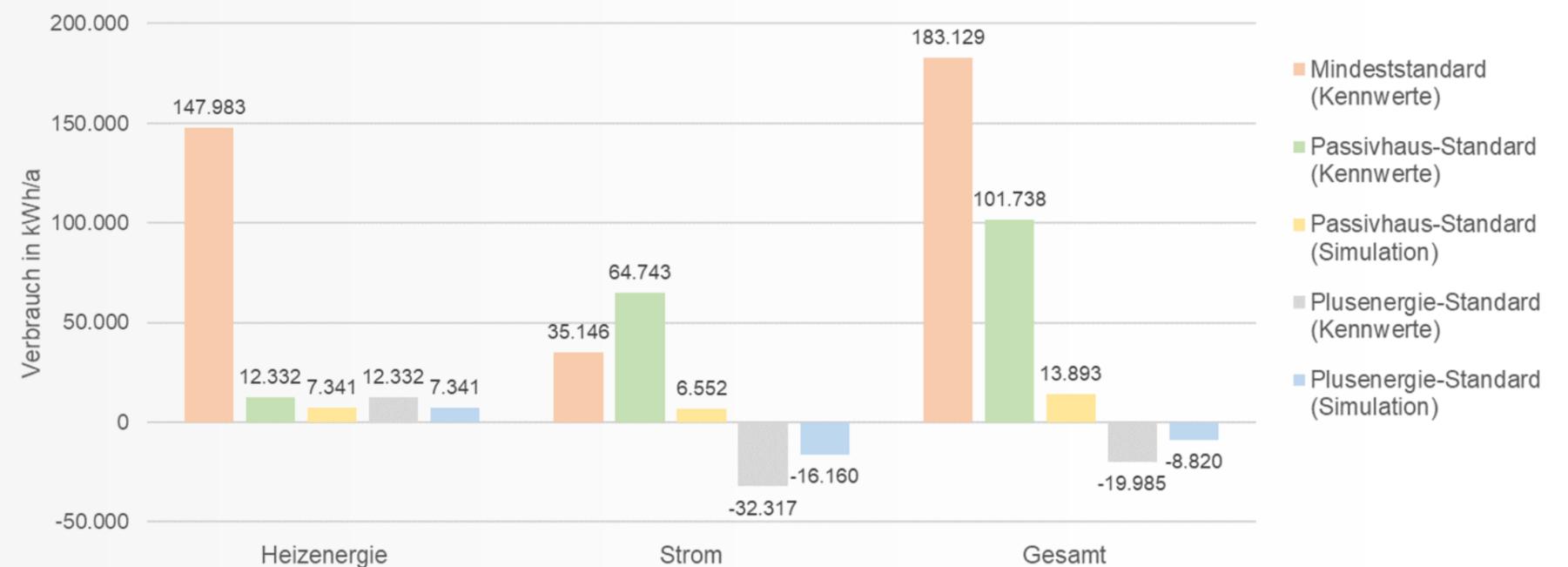
Energiebedarf Varianten

- Basismodell (Eingabe nach Wettbewerbsentwurf)
- Variante A: Neues Fassadenkonzept
- Variante B: Optimierung Gebäudehülle (opak)
- Variante C: Optimierung Verglasung & Rahmen
- Variante D Optimierung Sonnenschutz (variabel)
- Variante E: Reale Heizelemente (BTA)
- Variante F: Optimierung Lüftungskonzept (Natürlich + maschinell)
- Variante G: Regenerative Wärmeerzeugung (Geo-/Solarthermie)
- Variante H: Regenerative Stromerzeugung (PV)



Schlussvariante H - Energiebedarf

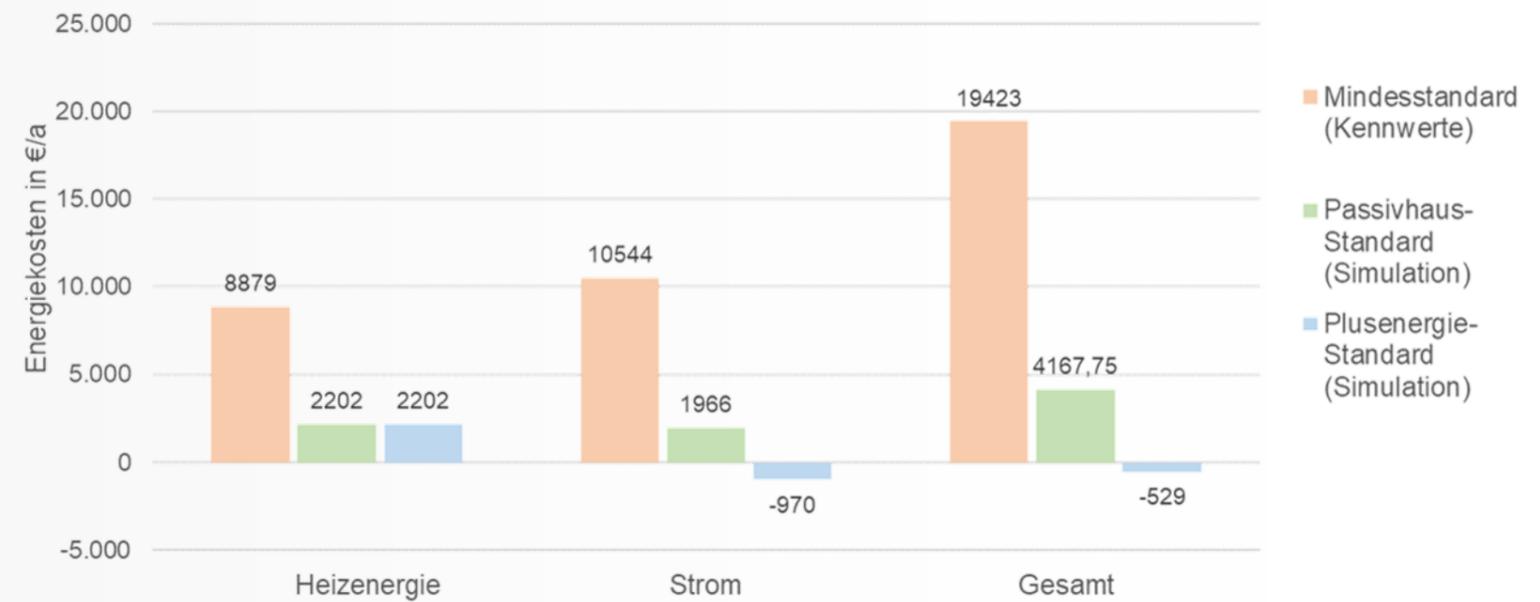
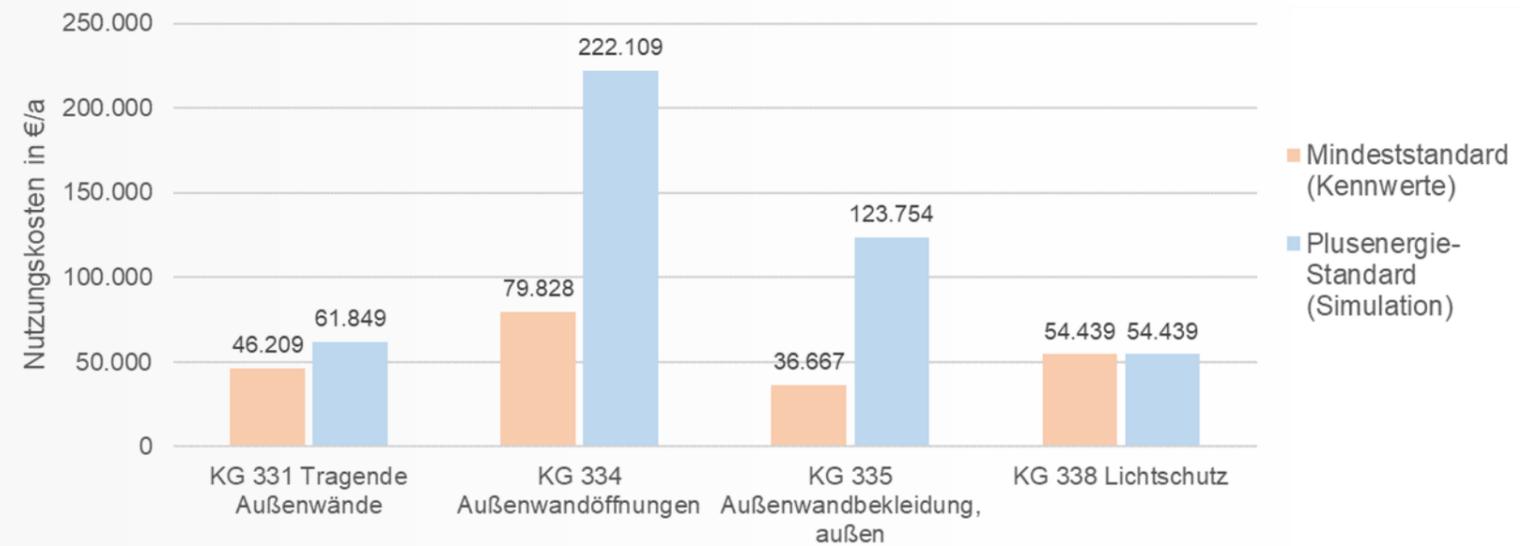
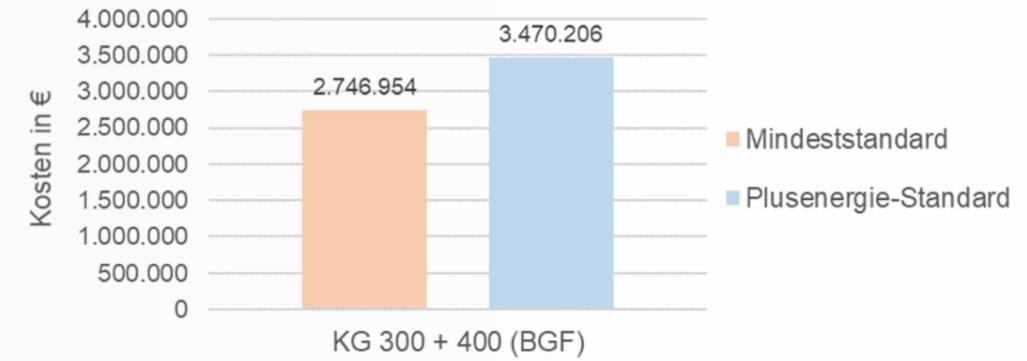
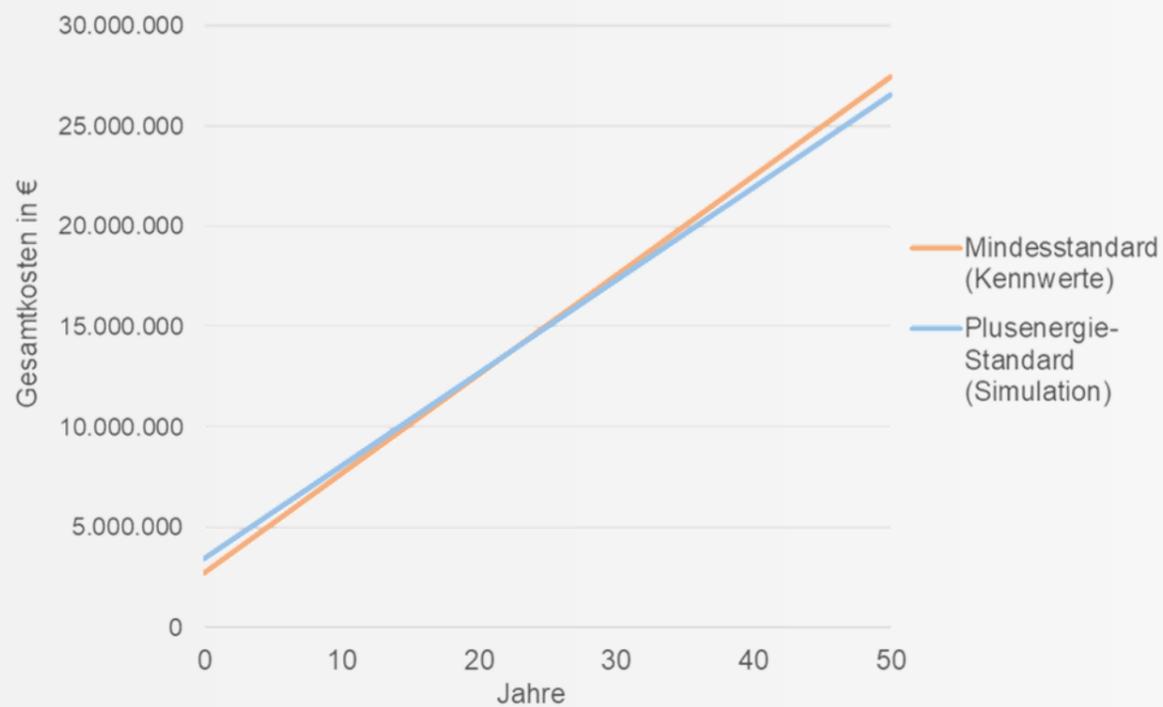
- Reduzierung Heizenergie um ca. 40 % zu PH-Standard nach Kennwerten DBU
- Reduzierung Strom um ca. 90 %
- Reduzierung gesamt um ca. 86 % (7,5 kWh/m²BGF*a)
 - Geringere PV-Fläche notwendig
 - Weitere Reduzierung PV-Fläche (690 m² → 300 m²) aufgrund Ressourcenschonung und Kosteneinsparung
 - Geringerer Energieüberschuss als in Abschätzung über Kennwerte



Gebäudeergebnisse - Simulation

Schlussvariante H - Kosten

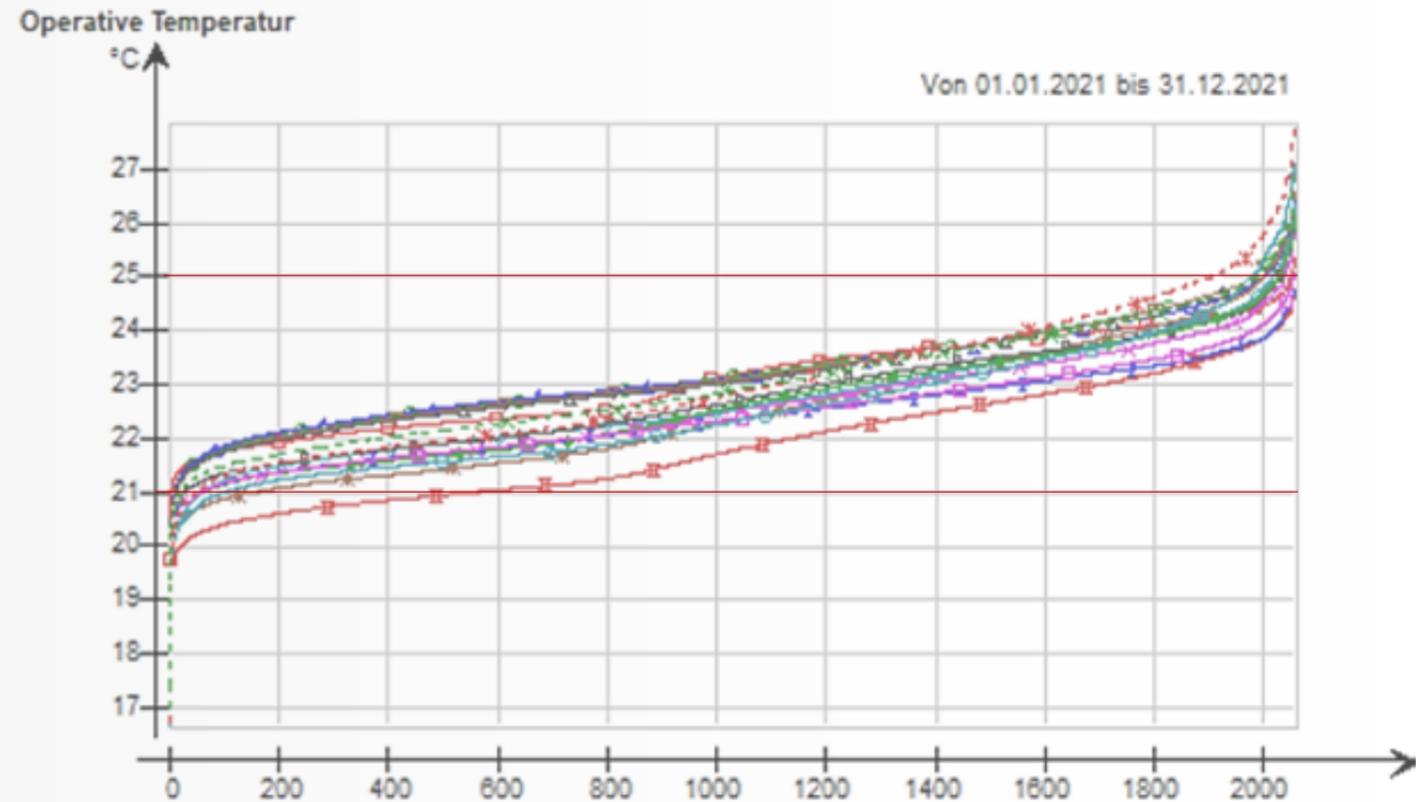
- Baukosten für Plusenergie-Standard ca. 25 % höher
→ Grund: optimierte Gebäudehülle und Anlagentechnik
- Nutzungskosten für Plusenergie-Standard höher
→ Grund: höhere Herstellungskosten für optimierte Gebäudehülle
- Keine Energiekosten mit Plusenergie-Standard
→ Grund: Reduzierung Energiebedarf
→ Vergütung durch Netzeinspeisung PV-Strom
- Gesamtkosten über 50 Jahre niedriger als mit Mindeststandard
→ Break-Even-Point nach 22 Jahren
→ Grund: Vergütung für PV-Strom gleicht nach bestimmter Zeit Mehrkosten für Bau und Nutzung aus



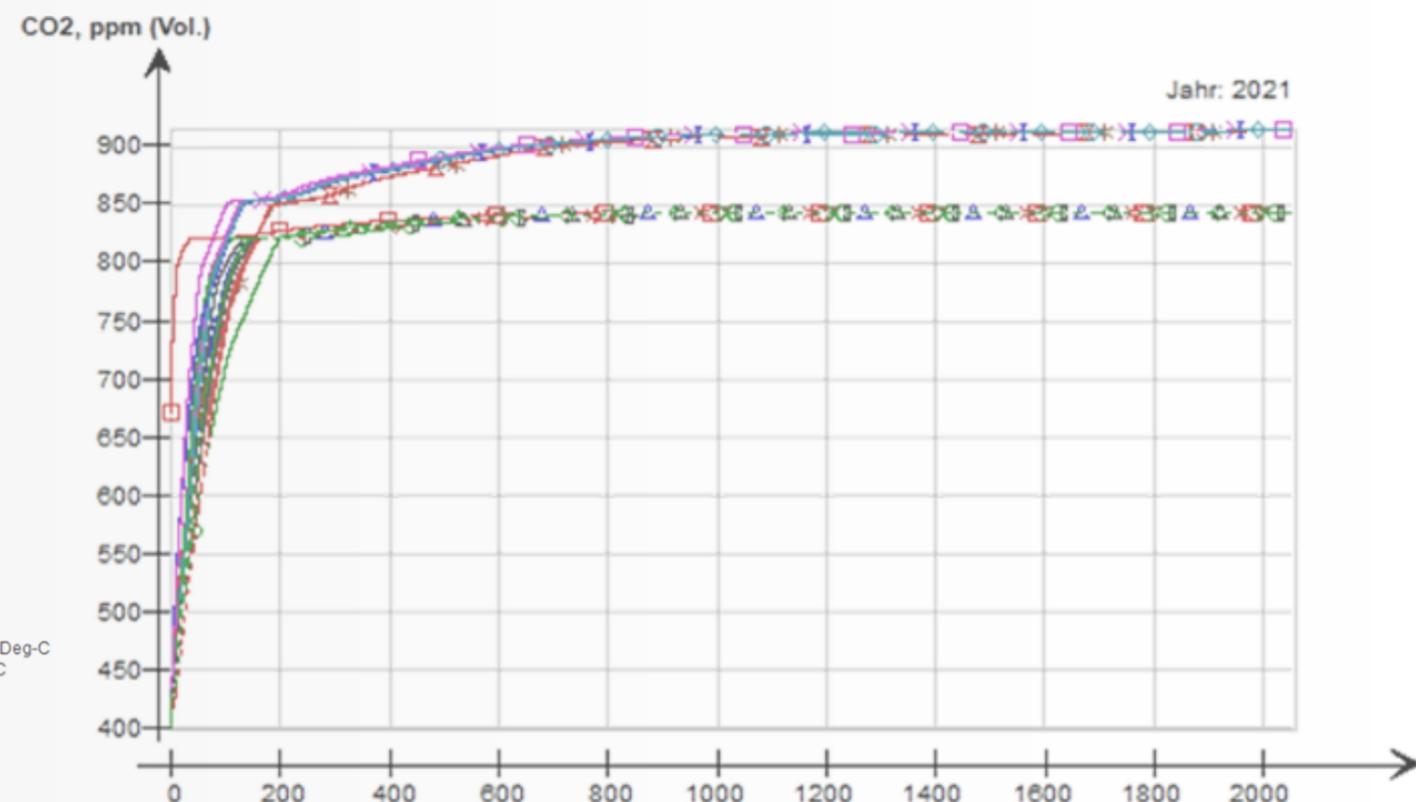
Gebäudeergebnisse - Simulation

Schlussvariante H - Nutzerkomfort

- Meist Einhaltung Mind.-Sollwert (21 °C) im Winter
→ Seltene Unterschreitungen (> 19,5 °C) unkritisch
- Meist Einhaltung Max.-Sollwert (25 °C) im Sommer
→ Überschreitungen in der Übergangszeit, wenn Nachtauskühlung noch nicht möglich
→ Übergradtemperaturstunden können mit Annahme manueller Fensterlüftung durch Nutzer in Kauf genommen werden
- Max. CO₂-Konzentration mit Lüftungsregelung immer unter 1000 ppm
→ Meist bessere Luftqualität mit max. 850 ppm
- Max. Wert an Unzufriedenen Personen (PPD) ~ 15 %
→ Aufgrund Über-/Unterschreitung der Sollwerte
→ Akzeptabel bei deutlich verbesserten Gebäudeergebnissen und individuellen Maßnahmen der Nutzer (Kleidung, Fensterlüftung)



Häufigkeitsverteilung operativer Temperaturen aller Arbeitsräume im Jahr und Belegungszeitraum



Häufigkeitsverteilung CO₂-Gehalt aller Arbeitsräume im Jahr und Belegungszeitraum

- EG_Wärmeraum, Operative Temperatur, Deg-C
- EG_Schleuderraum, Operative Temperatur, Deg-C
- EG_Wachraum, Operative Temperatur, Deg-C
- EG_Werkstatt 1, Operative Temperatur, Deg-C
- EG_Werkstatt 2, Operative Temperatur, Deg-C
- EG_Büro, Operative Temperatur, Deg-C
- EG_Zucht, Operative Temperatur, Deg-C
- EG_Etikett, Operative Temperatur, Deg-C
- OG_Autoklav, Operative Temperatur, Deg-C
- EG_Büro Master 2-merged, Operative Temperatur, Deg-C
- OG_Verh. Konditionierung 2-merged, Operative Temperatur, Deg-C
- OG_Büro Doktorand 3-merged, Operative Temperatur, Deg-C
- OG_Büro Leitung-merged, Operative Temperatur, Deg-C
- OG_Zelllabor-merged, Operative Temperatur, Deg-C
- OG_Elektrophysik-merged, Operative Temperatur, Deg-C
- OG_Dunkel-merged, Operative Temperatur, Deg-C

Zusammenfassung und Fazit

Gesamtkonzept Plusenergiestandard

- Energieeinsparungen
 - Passive Maßnahmen (natürliche Belichtung & -lüftung)
 - Optimierte Gebäudehülle
 - Regenerative Wärmeerzeugung
 - Effiziente Anlagentechnik und Beleuchtung
- Erneuerbare Energien und Nachhaltigkeit
 - Geothermie zur Wärmeerzeugung
 - Solarthermie zur Trinkwassererwärmung
 - Photovoltaik zur Stromerzeugung
 - Ökologische Baustoffe, Dachbegrünung
- Nutzerkomfort
 - Optimierter Ausblick und Lichteintrag
 - Verbessertes Raumklima (Bauteilaktivierung Decke, Lüftungsregelung nach CO₂-Konzentration)
 - Sommerlicher Wärmeschutz (variabler Sonnenschutz, Speichermassen, Nachtlüftung)

Optimierungsmöglichkeiten

- Steigerung JAZ Wärmepumpe
 - Z.B. leistungsgeregelter Betrieb
- Vermeidung Übergradtemperaturstunden
 - Z.B. Einsatz aktiver Kühlung über BTA in Decke mit Kühle aus Erdreich
- Variantenstudie zur optimalen PV-Fläche
 - Bester Kompromiss zwischen Anschaffungskosten, Ertrag und Ökobilanz
- Untersuchung Ökobilanz
 - Klimaneutralität



Plusenergie-Standard ✓

Nutzerkomfort ✓



Nächstes Ziel:

>> Weitere Optimierung Nutzerkomfort

>> Klimaneutralität

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!