

Gesamtsystem Gebäude und neuartige Wärmepumpe
Anlass «energie bewegt winterthur vom 20. Juni 2019»

das
Beste
interessant
innovativ
effizient

van Velsen Stefan

Ing. NDS FH EN^{Bau}

Partner **3-Plan Haustechnik AG**

Ingenieur- und Planungsbüro für integrale
und nachhaltige Energie und Gebäudetechnik
HLKSE – Bauphysik – Brandschutz

stefan.vanvelsen@3-plan.ch

3-PLAN
HAUSTECHNIK

Für Sie im Element.



Bürogebäude AE15, Winterthur



Architekt: BGP Bob Gysin Partner AG, Zürich

Inhalt



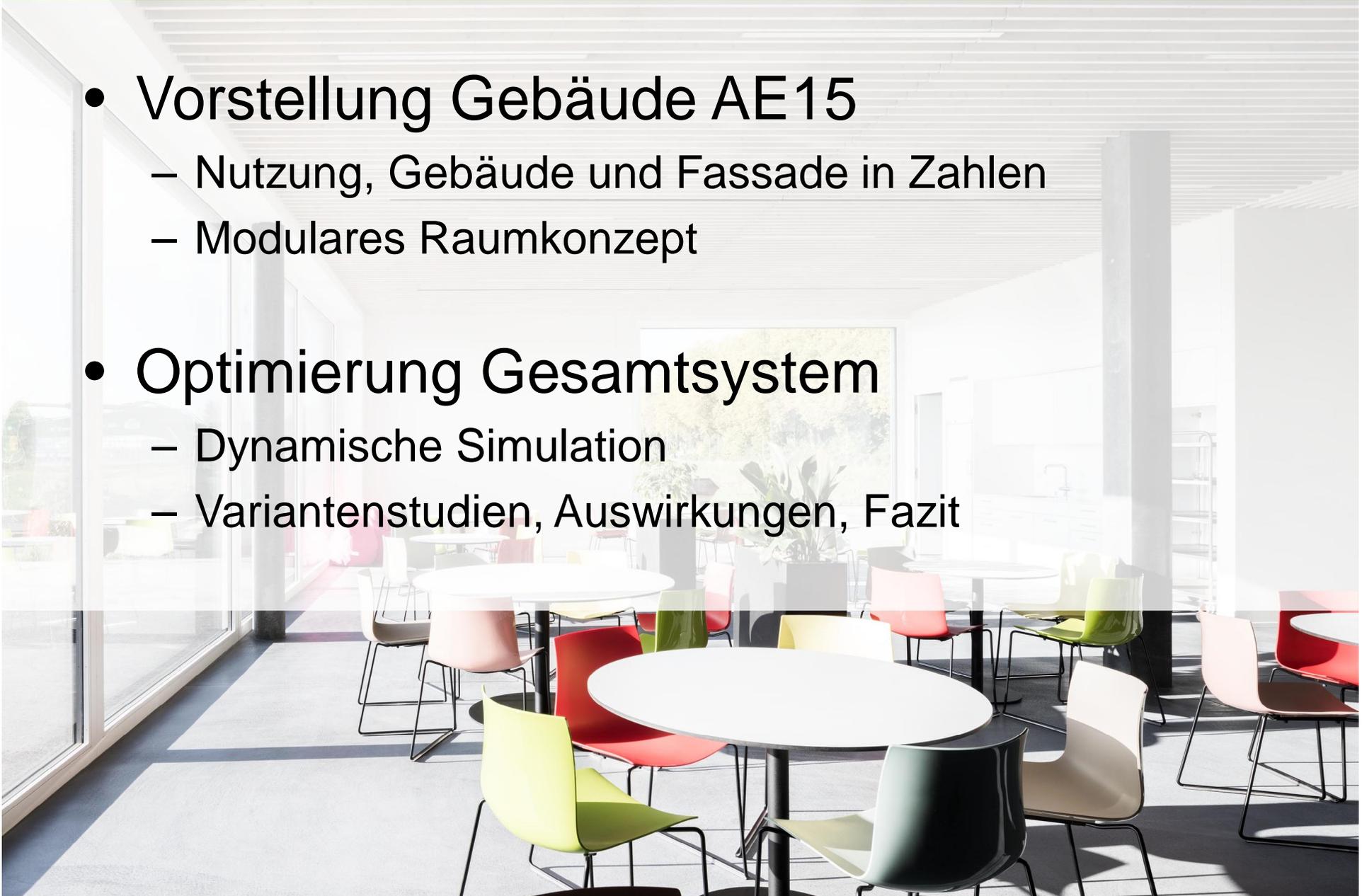
Inhalt

- Vorstellung Gebäude AE15
 - Nutzung, Gebäude und Fassade in Zahlen
 - Modulares Raumkonzept



Inhalt

- **Vorstellung Gebäude AE15**
 - Nutzung, Gebäude und Fassade in Zahlen
 - Modulares Raumkonzept
- **Optimierung Gesamtsystem**
 - Dynamische Simulation
 - Variantenstudien, Auswirkungen, Fazit



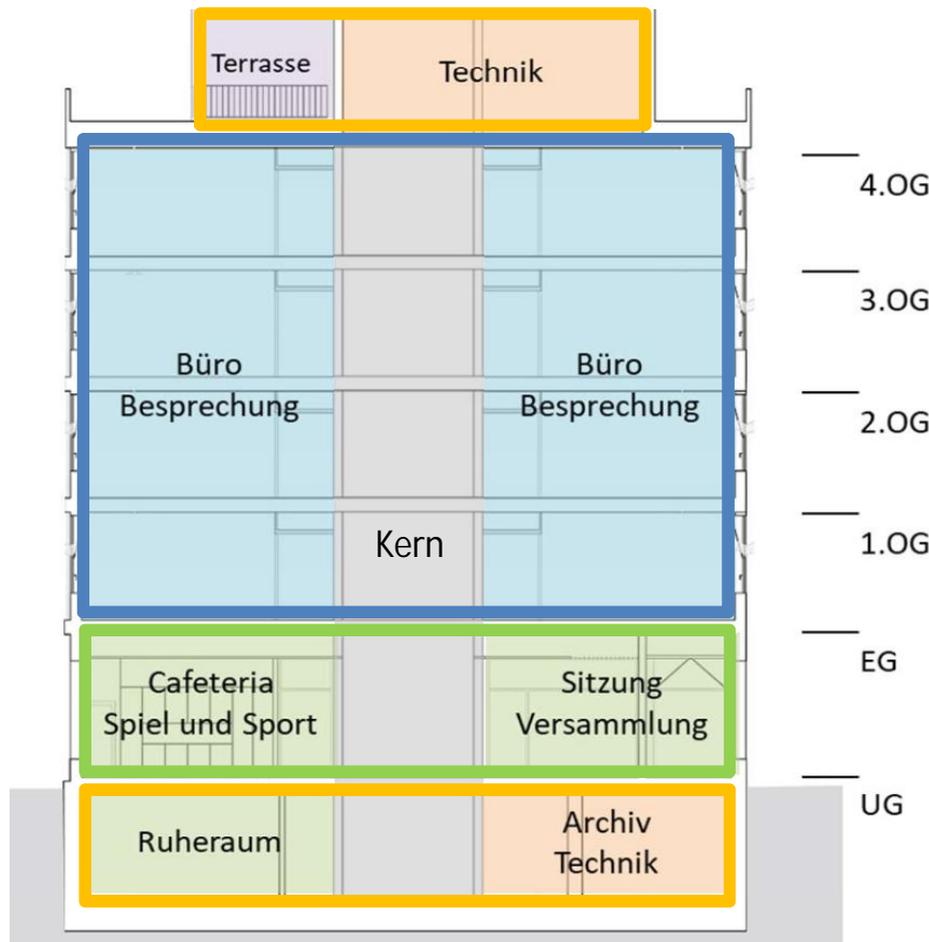
Inhalt

- **Vorstellung Gebäude AE15**
 - Nutzung, Gebäude und Fassade in Zahlen
 - Modulares Raumkonzept
- **Optimierung Gesamtsystem**
 - Dynamische Simulation
 - Variantenstudien, Auswirkungen, Fazit
- **Umsetzung und Erfolg**
 - Umsetzung Raummodul
 - Wenig, dafür robuste Technik
 - Optimiertes Gesamtsystem, Betriebserfahrungen

Nutzung Gebäude AE15

Büroneubau 3-Plan Haustechnik AG

«AE15» Albert-Einstein-Strasse 15



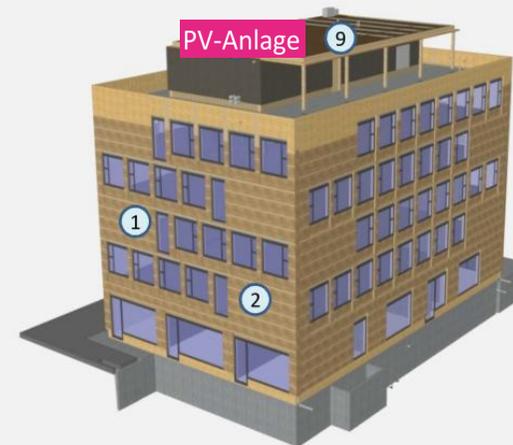
Gebäude und Fassade in Zahlen

Büroneubau 3-Plan Haustechnik AG

«AE15» Albert-Einstein-Strasse 15

Kenndaten

Adresse	Albert-Einstein-Strasse 15, CH-8404 Winterthur
Arbeitsplätze:	150
Energiestandard:	MINERGIE-P 2
Energiebezugsfläche A _e :	3'031 m ²
Gebäudehüllzahl A _{th} /A _e :	1.0
Fensteranteil A _w /A _e	20% 1
Heizwärmebedarf Q _{h,eff} :	56 MJ/m ² a
Kältebedarf Q _C :	7.2 MJ/m ² a
Stromverbrauch Heiz./Kühl.	15 MWh → 4.9 kWh/m ²
Leistung der PV-Anlage:	22 kWp /20 MWh/a 9
Strombezug:	100% erneuerbare Energie

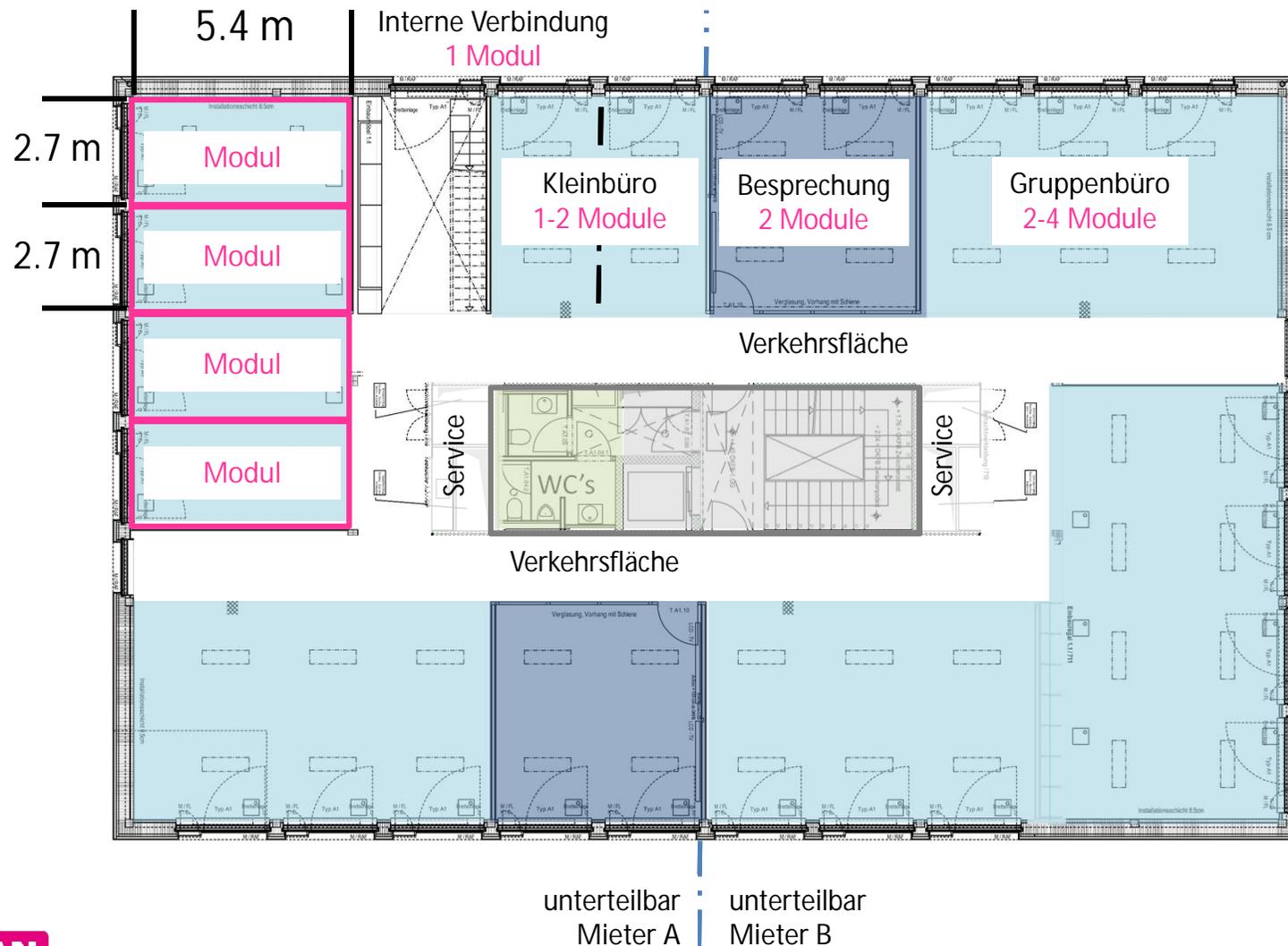


Leichtbaufassade in Holz, Darstellung ohne Verschalung
Planung mit BIM. Direkt vom Computer zur Fertigung. AWARD.



Modulares Raumkonzept

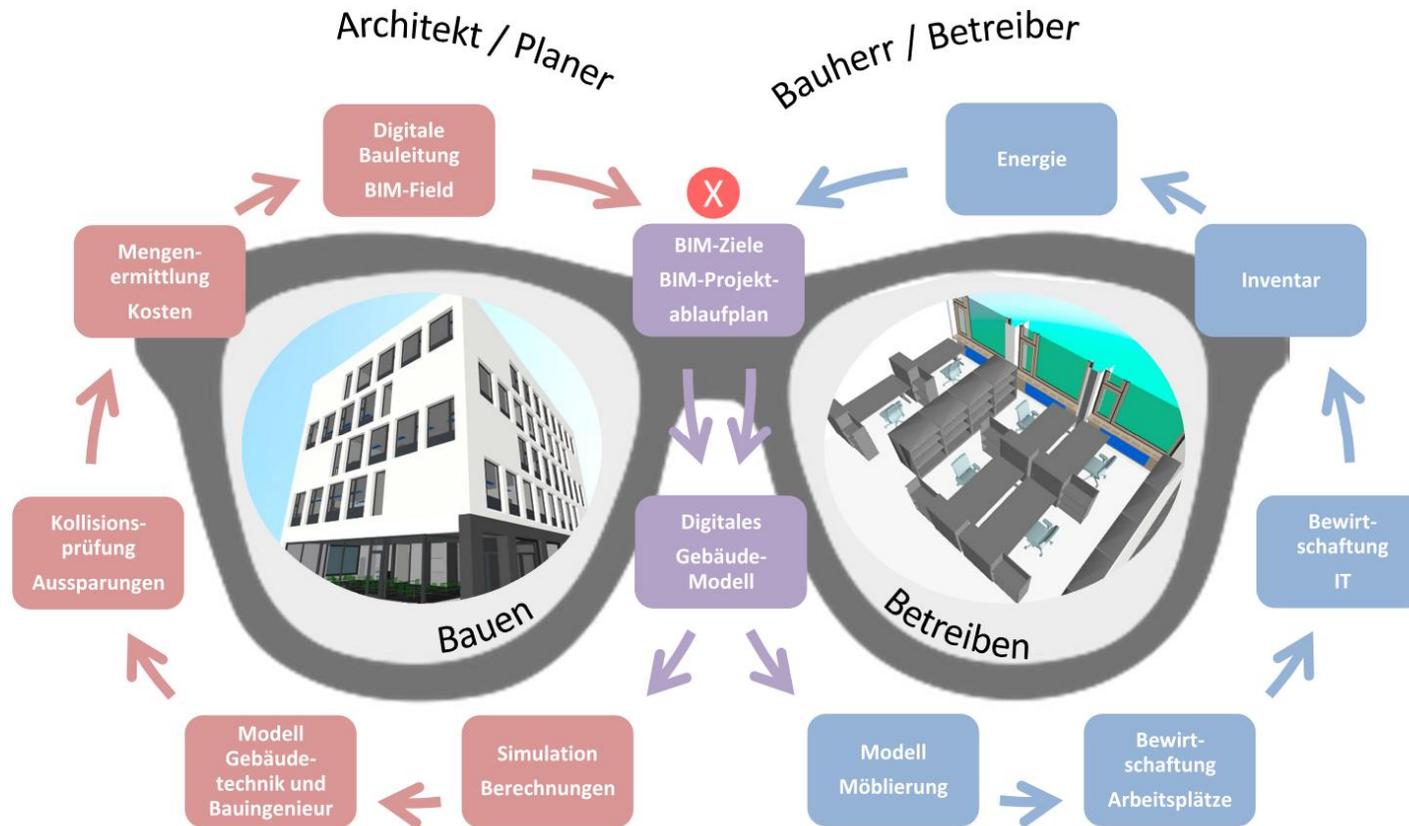
Alle Obergeschosse



Modulares Raumkonzept

Sehen auch Sie durch die BIM-Brille?

Die neue interdisziplinäre, integrale Arbeitsweise mit virtuellen Modellen.



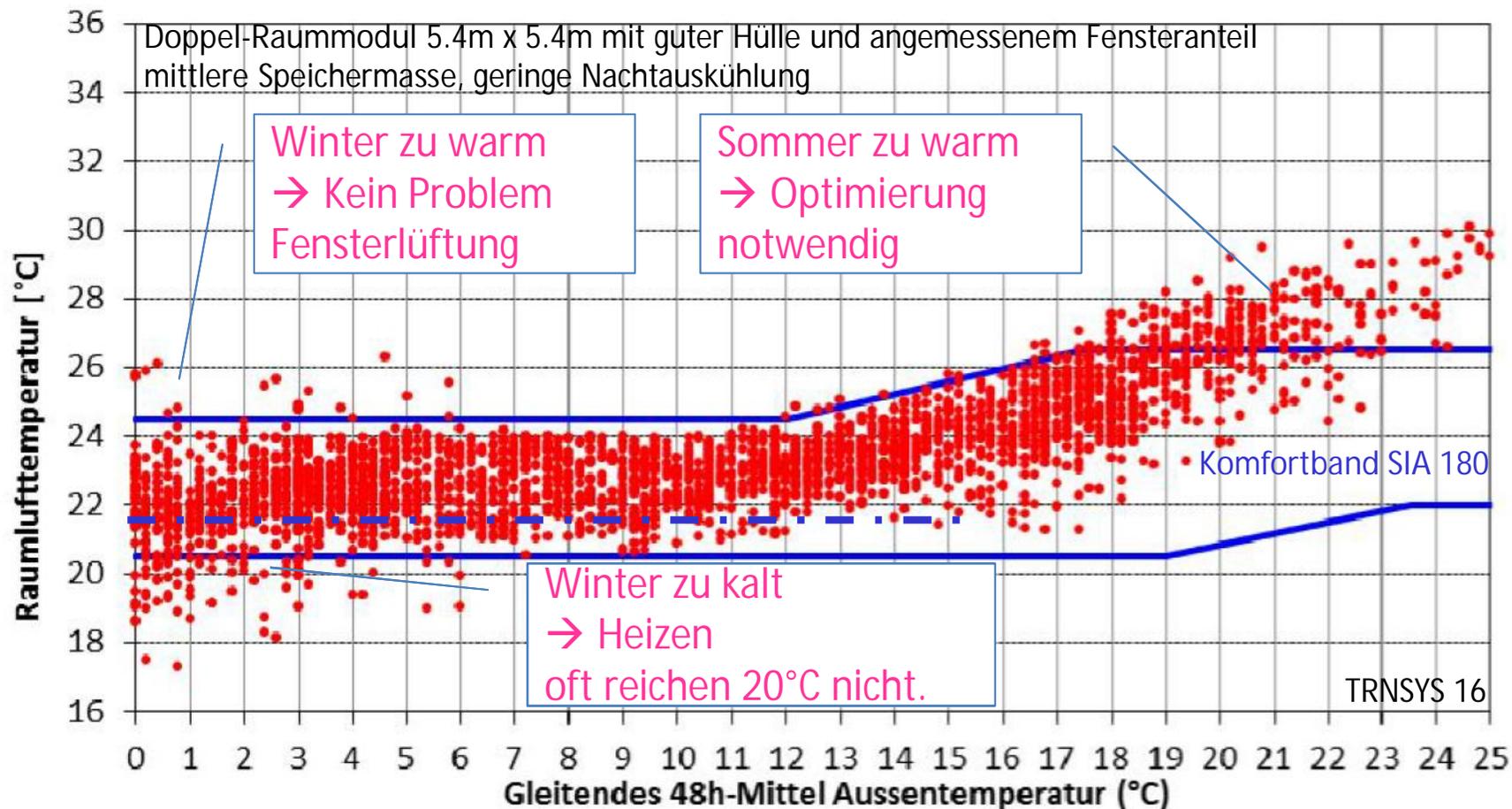
Die Welt der Planer und Welt der Bauherren treffen zusammen und kollaborieren. Sie formulieren gemeinsam BIM-Ziele sowie einen BIM-Projektablaufplan.



Durch die BIM-Brille, mit definiertem Rahmen, fokussieren die beteiligten Akteure, jeder aus seiner Sicht, auf ein gemeinsames, klares Endprodukt.

Simulation Raummodul

Simulationsergebnis vor Optimierung, Beleuchtung immer ein



Basissimulation (ohne Heizung und Kühlung)

Variantenstudien, Auswirkungen

Auswirkung auf die Spitzentemperatur ohne Heizung und Kühlung

- Schlechtere U-Werte Hülle → Sommer +0.1K, Winter **-2.5K**
- Ohne Sonnenschutz → Sommer **+3K**
- Guter Sonnenschutz, Tageslicht, effiziente Beleuchtung
→ Sommer **-1K**
- Ohne Nachtauskühlung, wenig Speichermasse
→ Sommer **+3K**
- Optimierte Speichermasse und Nachtauskühlung
Sommer → **-1.5K**

Fazit Optimierung

- Eine **gute Hülle** wirkt sich Sommer und Winter positiv aus
- Eckfenster vermeiden, **angemessener Glasanteil** und ein wirksamer, automatisierter **Sonnenschutz** bei gleichzeitigem Einlass von Tageslicht
→ Windstabilität beachten
- **Effiziente Apparate und Beleuchtungen** einsetzen.
Beleuchtungssteuerung manuell ein, automatisch aus
- Viel **thermische Speichermasse** bei gleichzeitiger Beachtung von Raumakustik ist wichtig

Strategie

- **Sommer**
 - Wärme am Tag draussen halten
 - Abwärmen minimieren (Geräte und Beleuchtung)
 - Gute natürliche Nachtauskühlung zur Regeneration
- **Winter**
 - Kälte am Tag draussen halten
 - Sonne reinlassen (Sonnenschutz oben)
 - Wärme rückgewinnen (mech. Tag-Lüftung)

Manuelle Fensterlüftung für Stosslüftung, individuelle Bedürfnisse und Kontakt zu aussen sind wichtig!

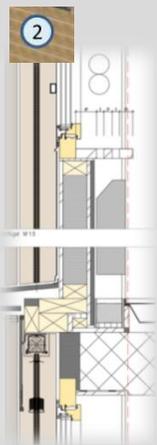
Umsetzung Raummodul

Geplant BIM



Innenansicht Büro mit Technik- und Bauelementen

Gebaut

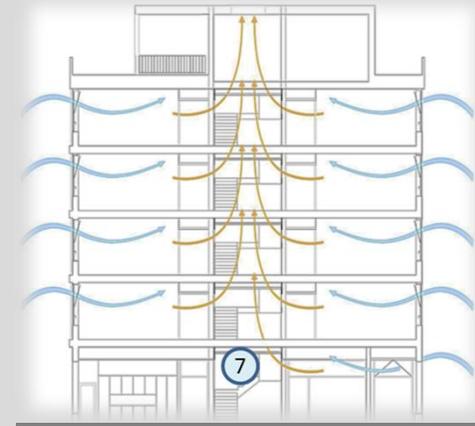


Passive Massnahmen

- ① Ausgewogener Fensteranteil
- ② Hochwärmegedämmte Gebäudehülle
- ③ Optimierte Speichermasse Decke und Boden

Aktive Massnahmen

- ④ Intelligenter Sonnenschutz mit Tageslichtfunktion
- ⑤ Kippflügel für automatisierte Nachtauskühlung
- ⑥ Fensterflügel für individuelle Fensterlüftung
- ⑦ Automatisierte Kernauskühlung
- ⑧ Optimierte LED-Leuchten und KNX-Steuerung



Gute Optimierung lohnt sich

Gut bedeutet, dass man bei modernen Büro- und Verwaltungsgebäuden, faktisch ohne Heiz- und Kühlsystem auskommt.

Aktive Heiz- und Kühlsysteme dienen so lediglich der Komforterhöhung und brechen primär die Spitzen bei extremen Aussenbedingungen.

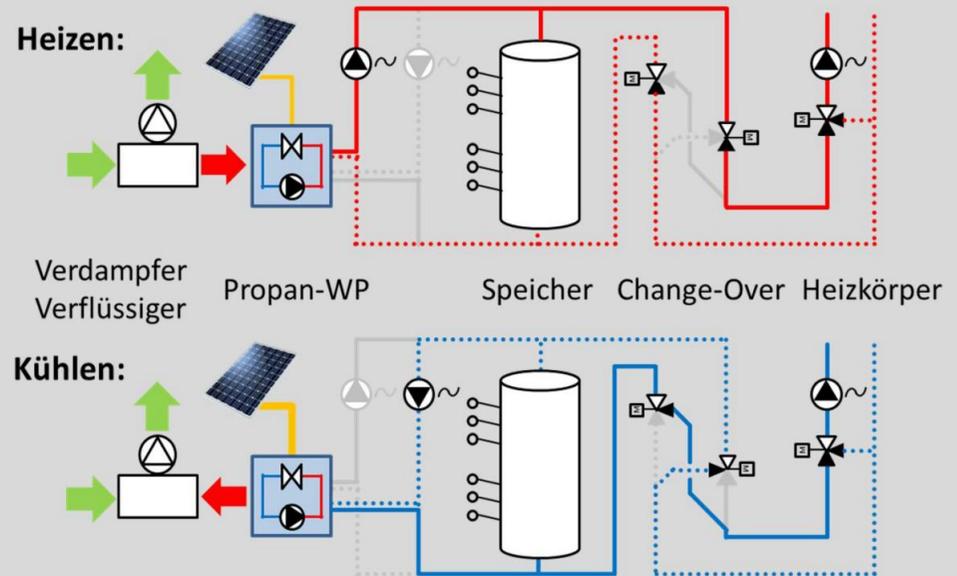
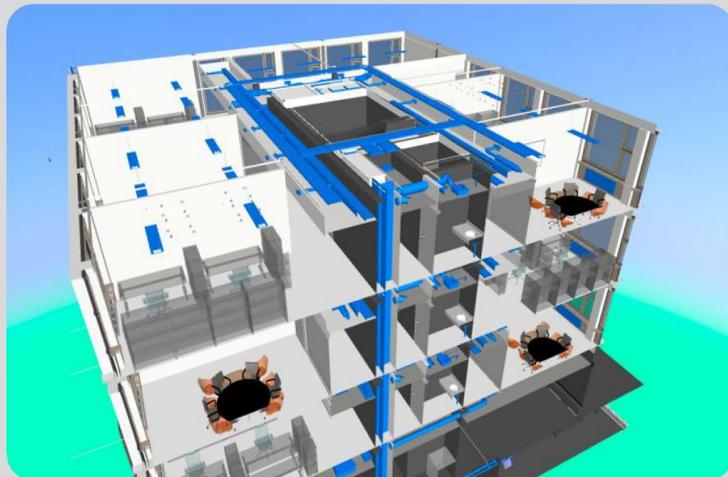
Gute Beispiele:

2006: Forum Chriesbach
EMPA/EAWAG, Dübendorf

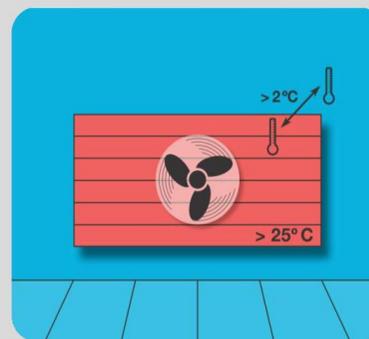
2017: Gebäude AE15
3-Plan Haustechnik AG, Winterthur



Wenig, dafür robuste Technik



Reversibles Heiz und Kühlsystem mit Luft-Wasser-WP mit natürlichem Kältemittel Propan



Heizen



Kühlen



Bedienung

Optimiertes Gesamtsystem

Strategie

Gute Hülle, passive Elemente
+
intelligente Steuerung der aktiven Elemente

Betriebsmodus
reversibles WP-System

Heizen

Aus

Kühlen

Bedarfsprofil

Verluste = Gewinne

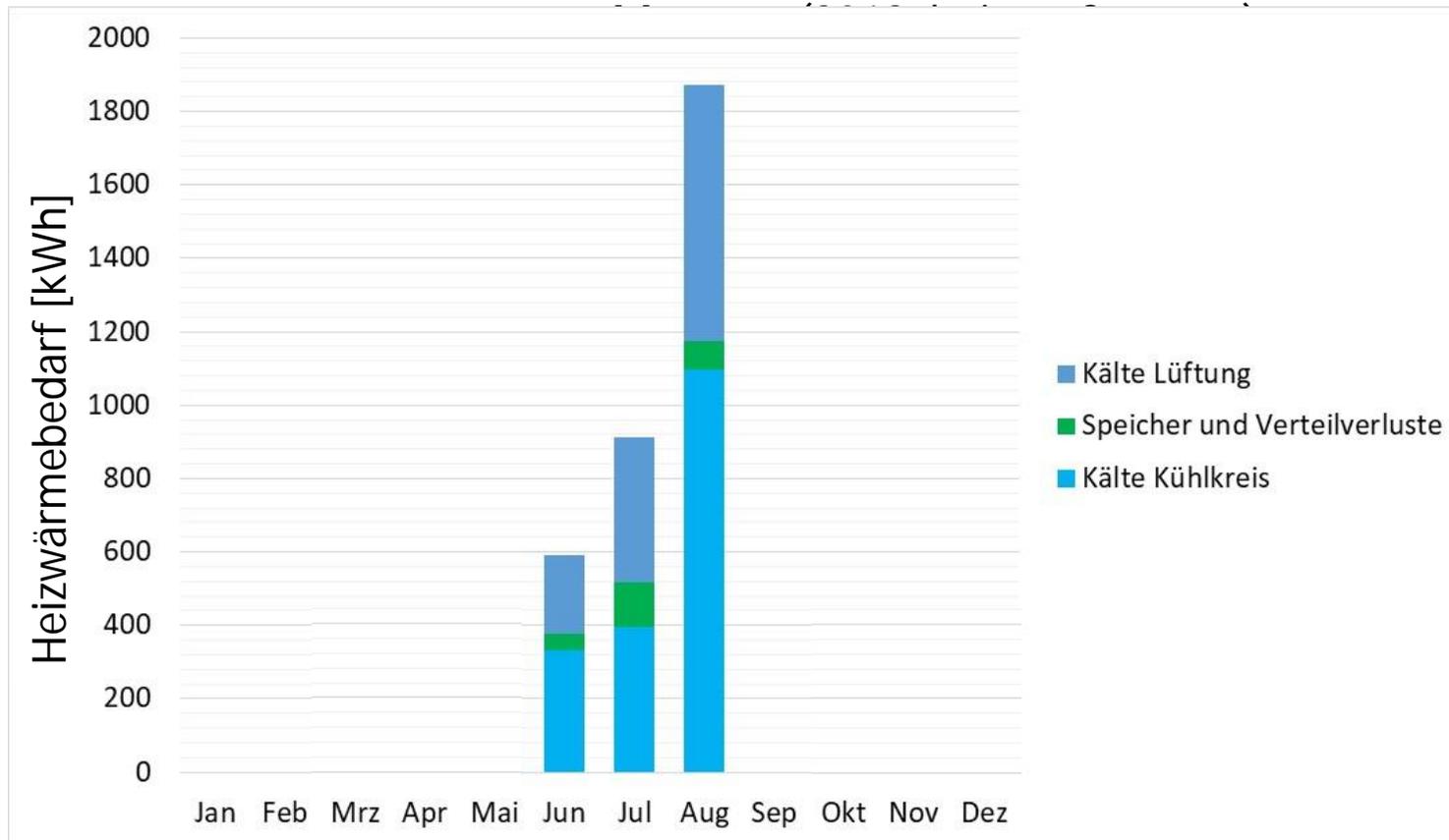


Hochwinter

Übergangszeit

Hochsommer

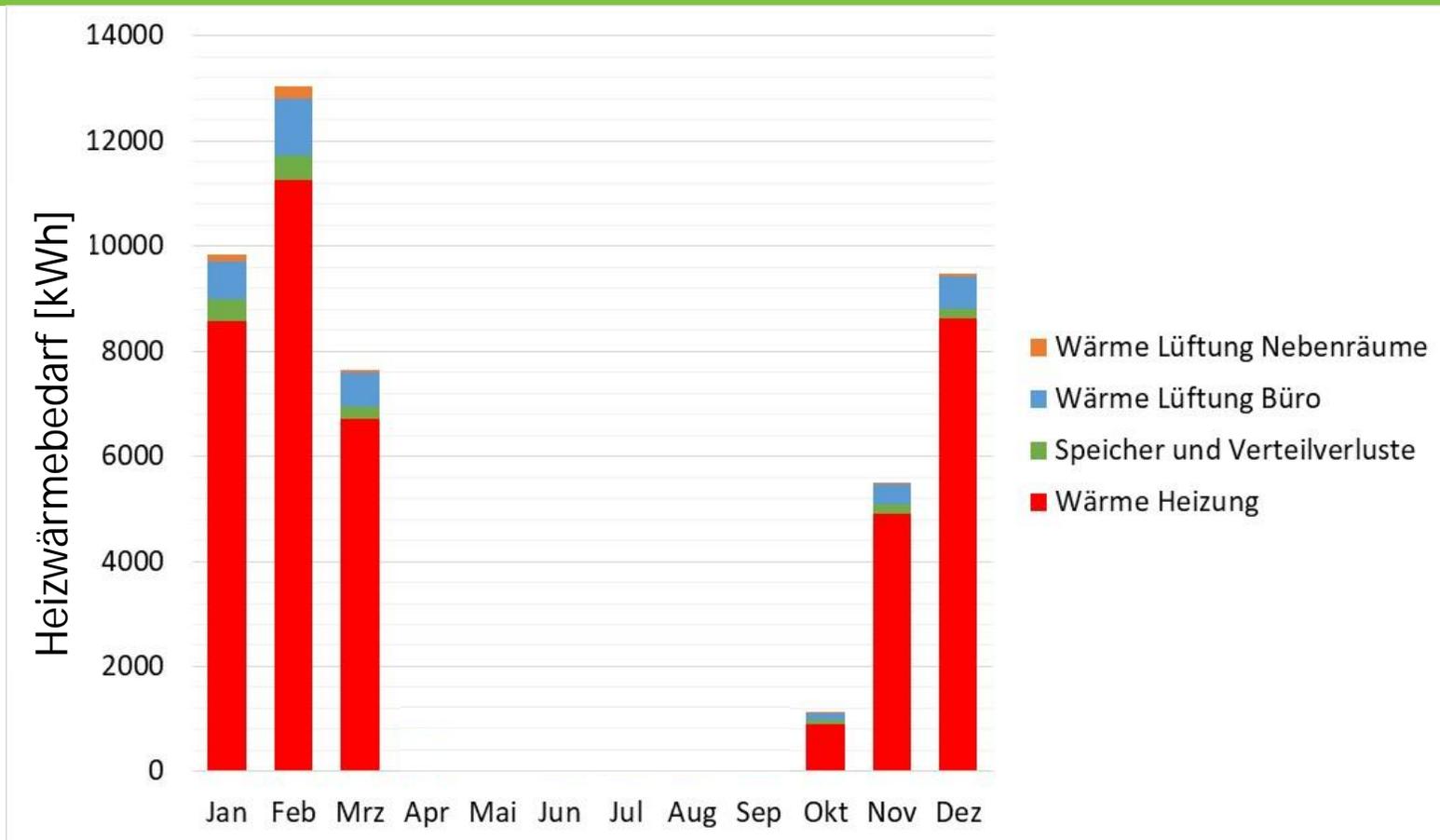
Kältebedarf nur Hochsommer



■ Kältebedarf Klimakühlung*: 1.1 kWh/m²a (4 MJ/m²a)

■ Kein gleichzeitiges Heizen und Kühlen

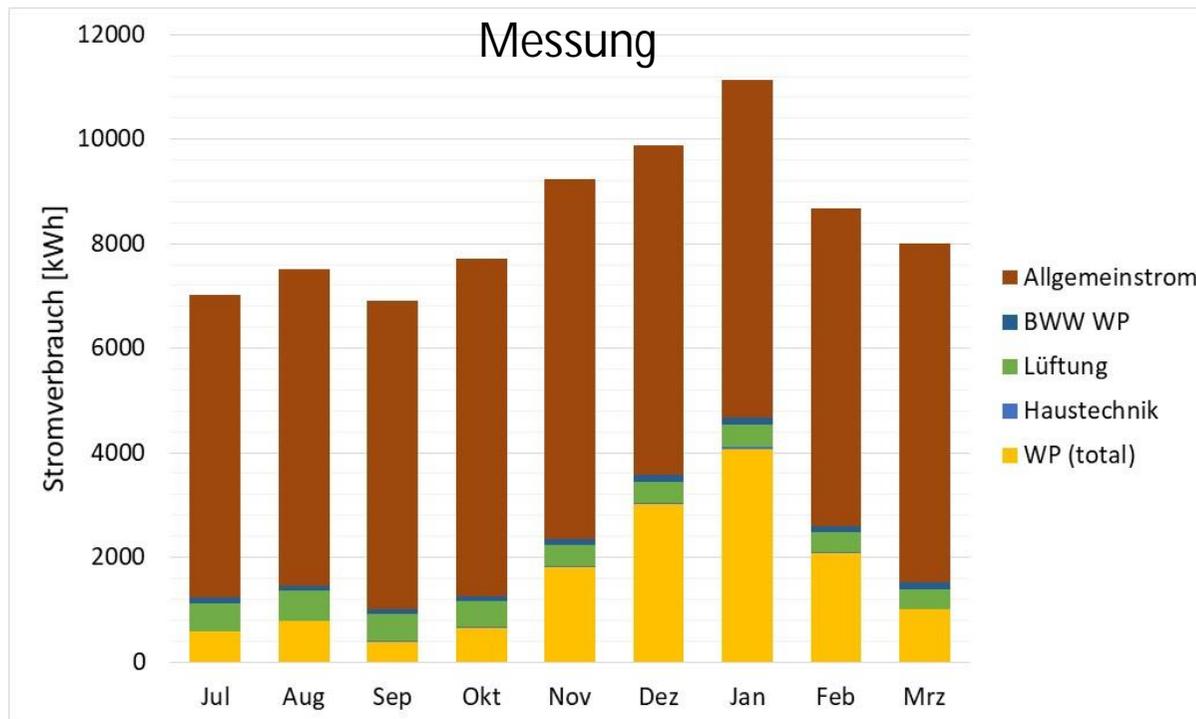
Wärmebedarf nur Winter



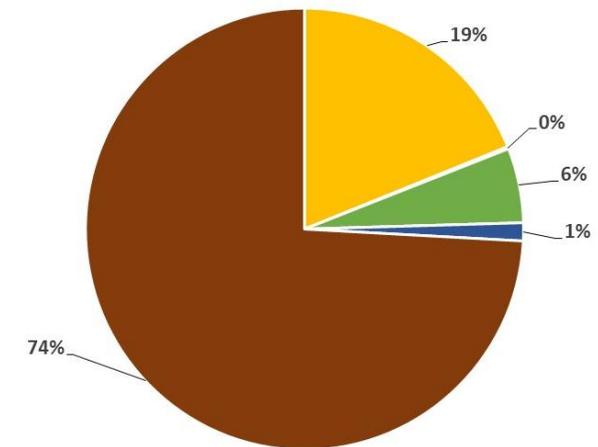
■ Heizwärmebedarf 2018*, rund: 16 kWh/m²a (57MJ/m²a)

Elektrische Energie

Total Stromverbrauch: 24.8 kWh/m²a (89 MJ/m²a)
davon Server (1.9kW): 5.5kWh/m²a (20MJ/m²a)
davon Gebäudetechnik: 6.5kWh/m²a (23MJ/m²a)



Jahresaufteilung:

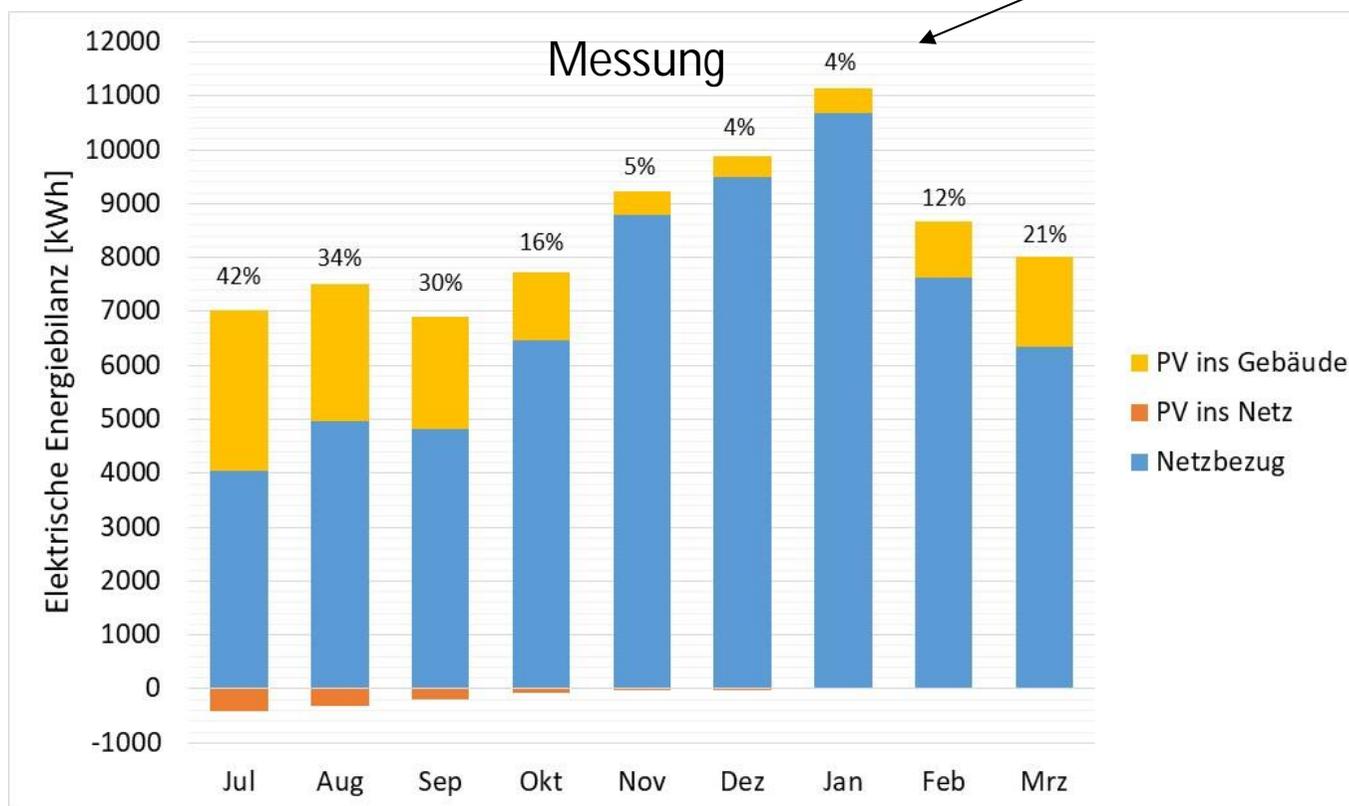


HSR
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPPERSWIL
FHO Fachhochschule Ostschweiz

→ Anteil gesamter Gebäudetechnik (inkl. WP) am Gesamtverbrauch beträgt nur rund 25%

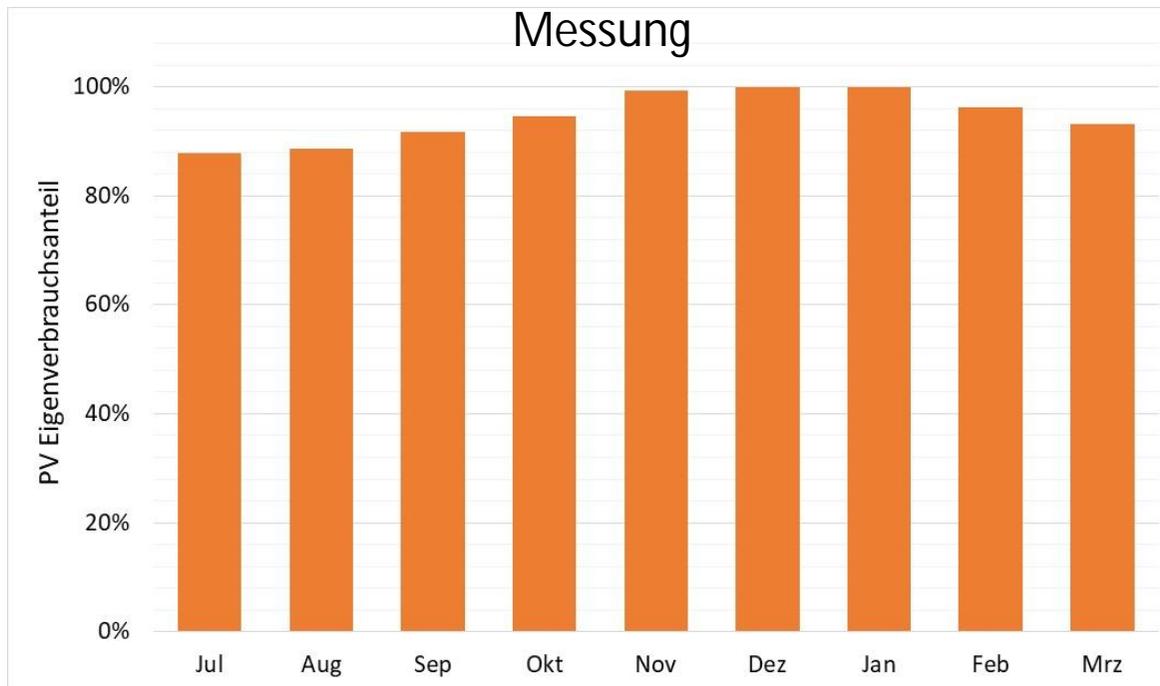
Elektrische Energie

Autarkiegrad



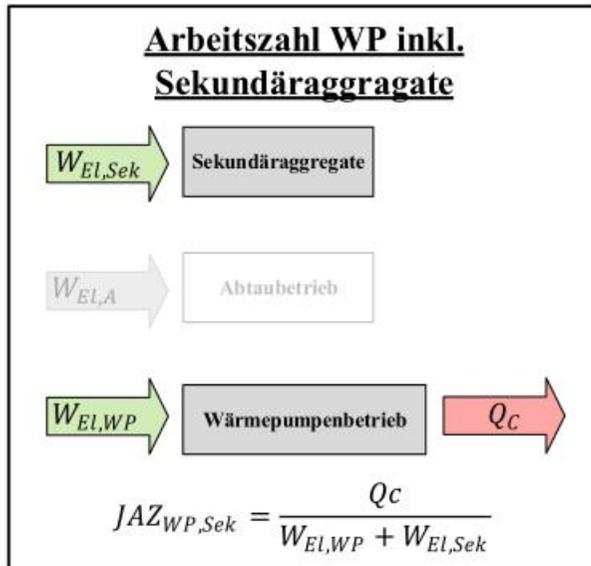
- Geschätzte Payoff Time der PV-Anlage: 12.6 Jahre (basierend auf Ertrag von Juli 18 bis März 19, inklusive 500 CHF/a Wartung)

Elektrische Energie

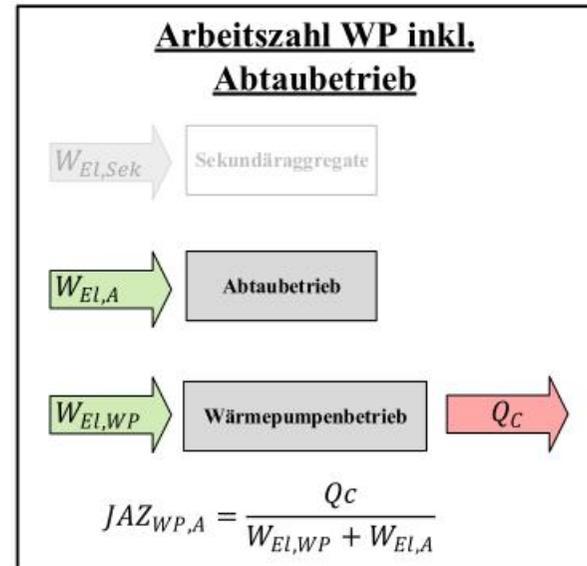


- Die Fotovoltaikanlage erzeugt rund 20 MWh/a
- Sehr hoher Eigenverbrauchsanteil von über 95%

Jahresarbeitszahl



JAZ
<>
JAZ



Arbeitszahl Gesamtsystem	JAZ	3.06
Arbeitszahl WP-Betrieb	JAZ_{WP}	4.71
Arbeitszahl WP inkl. Abtaubetrieb	$JAZ_{WP,A}$	3.98
Arbeitszahl WP inkl. Sekundäraggregate	$JAZ_{WP,Sek}$	3.74

Die Arbeitszahl der Wärmepumpe $JAZ_{WP}=4.71$ darf als sehr gut bezeichnet werden. Insbesondere wenn man das starke Spitzenlastprofil mitberücksichtigt. Die Anlage (Auslegung 60kW) hatte aber noch deutlich kleiner gewählt werden können, da die effektiv benötigte Leistung unter 30kW liegt (<10W/m²).

Kenndaten gemessen

Kenndaten des Gebäudes

Arbeitsplätze: 150 Personen
Energienstandard: MINERGIE-P
Energiebezugsfläche A_e : 3'031 m²

Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$:
Kältebedarf Q_C :
Gebäudehüllzahl A_{th}/A_e :
Leistung der PV-Anlage:
Strombezug:

Benötigte Heizleistung:

Vorhersage

56 MJ/m²a
7.2 MJ/m²a
1.0
22 kWp; 20 MWh/a
100% erneuerbare
Energie

Messung

→ 57 MJ/m²a
→ 4 MJ/m²a
→ 20 MWh/a
→ 100%

< 10W/m²

Nachhaltige Behaglichkeit



Komfortables Raumklima



Helle, funktionale Räume



Moderne, zeitlose Erscheinung



Betriebserfahrungen?

Top Klima auch bei Extrembedingungen 2017-2018
- Winter 21-23°C, gute Raumluftwerte (Feuchte/CO2)
- Sommer 23 - 26.5°C, helle Räume

Hervorragende Energiewerte
Arbeitszahl des Wärmepumpenbetriebs $JAZ_{WP} = 4.71$
Natürliche Kältemittel, 100% erneuerbar Energie

Setzt neue Massstäbe
Internationaler Benchmark für BIM-Planung und Betrieb

Ist replizierbar
Das Gebäudekonzept mit der smarten Gebäudehülle
und abgestimmten Gebäudetechnik lässt sich auf
beliebige Standorte replizieren

Wissenschaftlich begleitet
Demonstrationsprojektes des Bundesamtes für Energie
(BFE), mit Hochschulen ZHAW und HSR



Optimierung passiver und aktiver Elemente der Gebäudehülle eines Bürogebäudes

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit