

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<sup>Bau</sup>

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



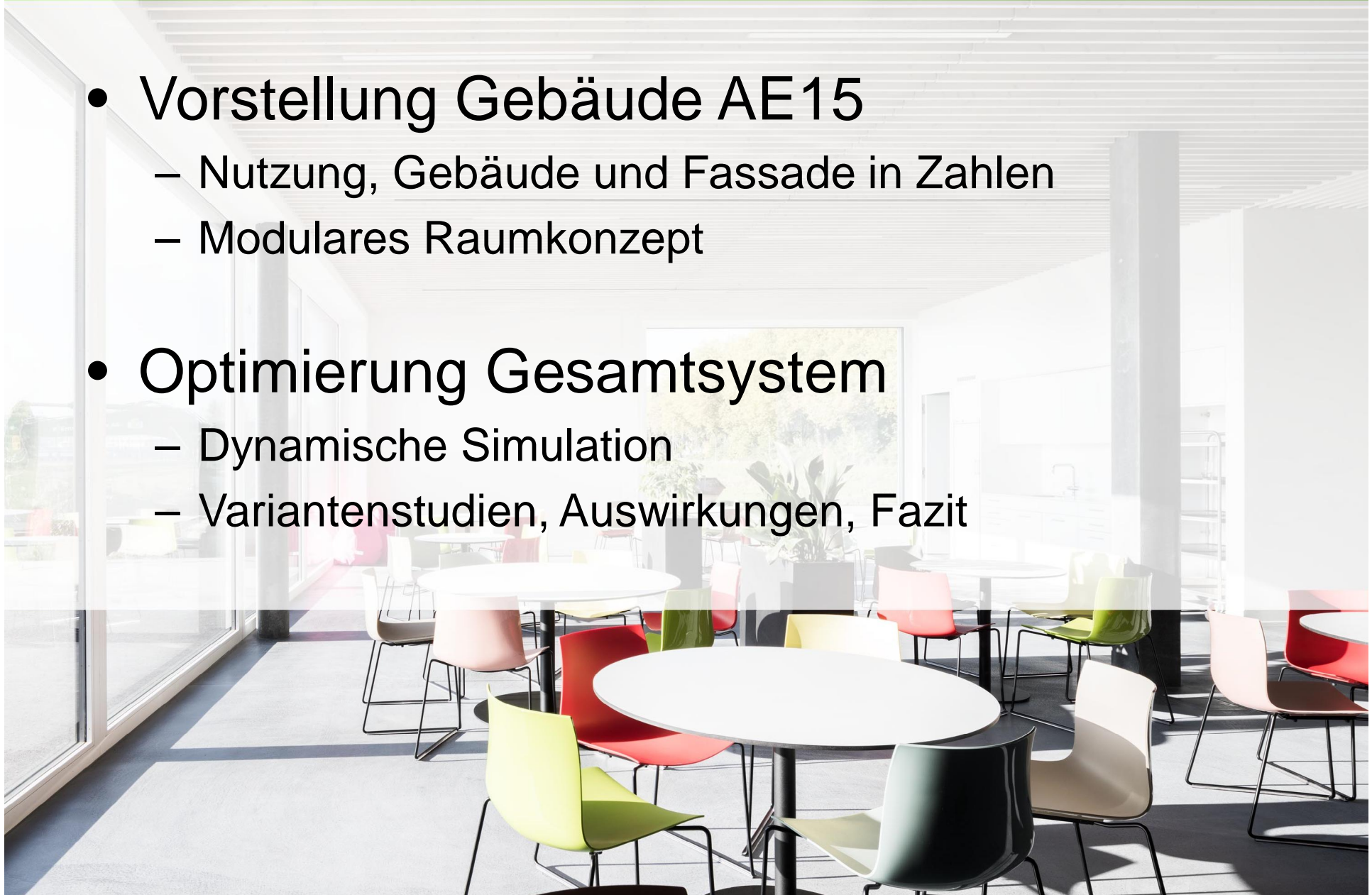
# Inhalt

- 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



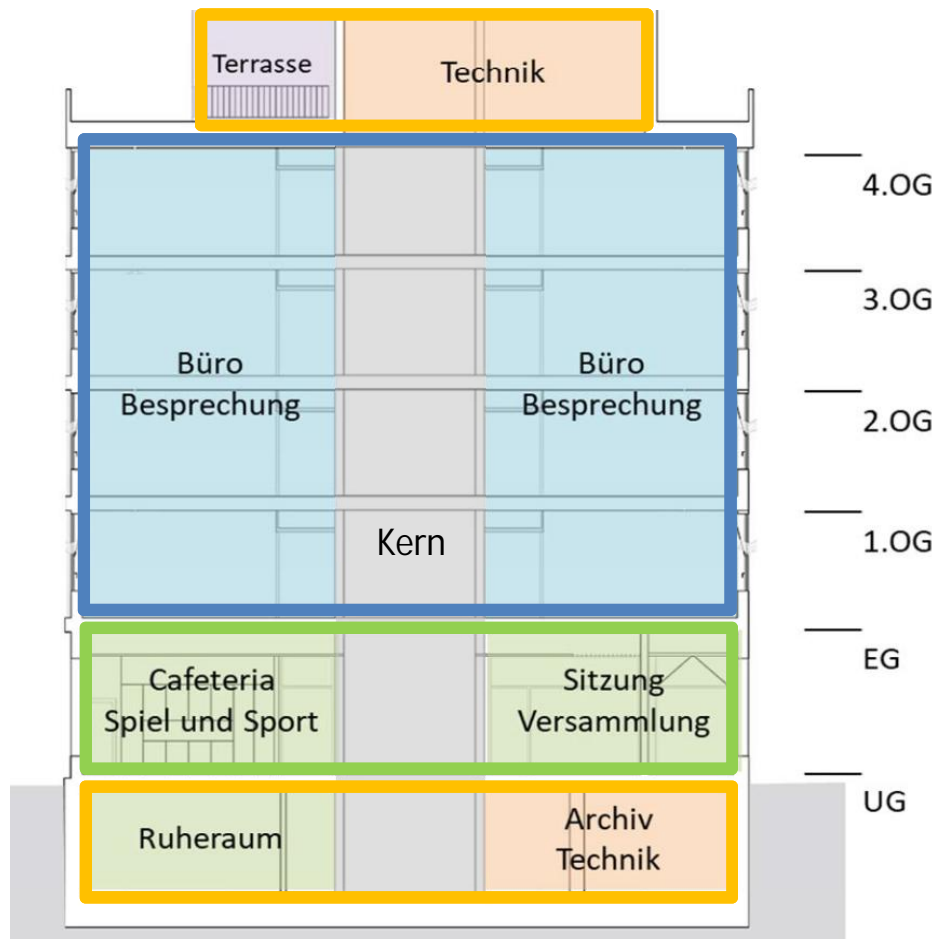
# Inhalt

- **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



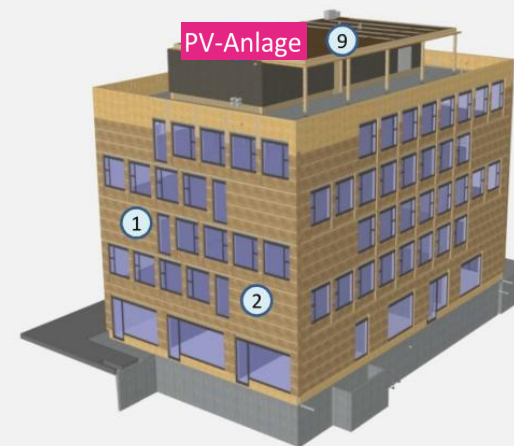
# Gebäude und Fassade in Zahlen

## Büroneubau 3-Plan Haustechnik AG

«AE15» Albert-Einstein-Strasse 15

### Kenndaten

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



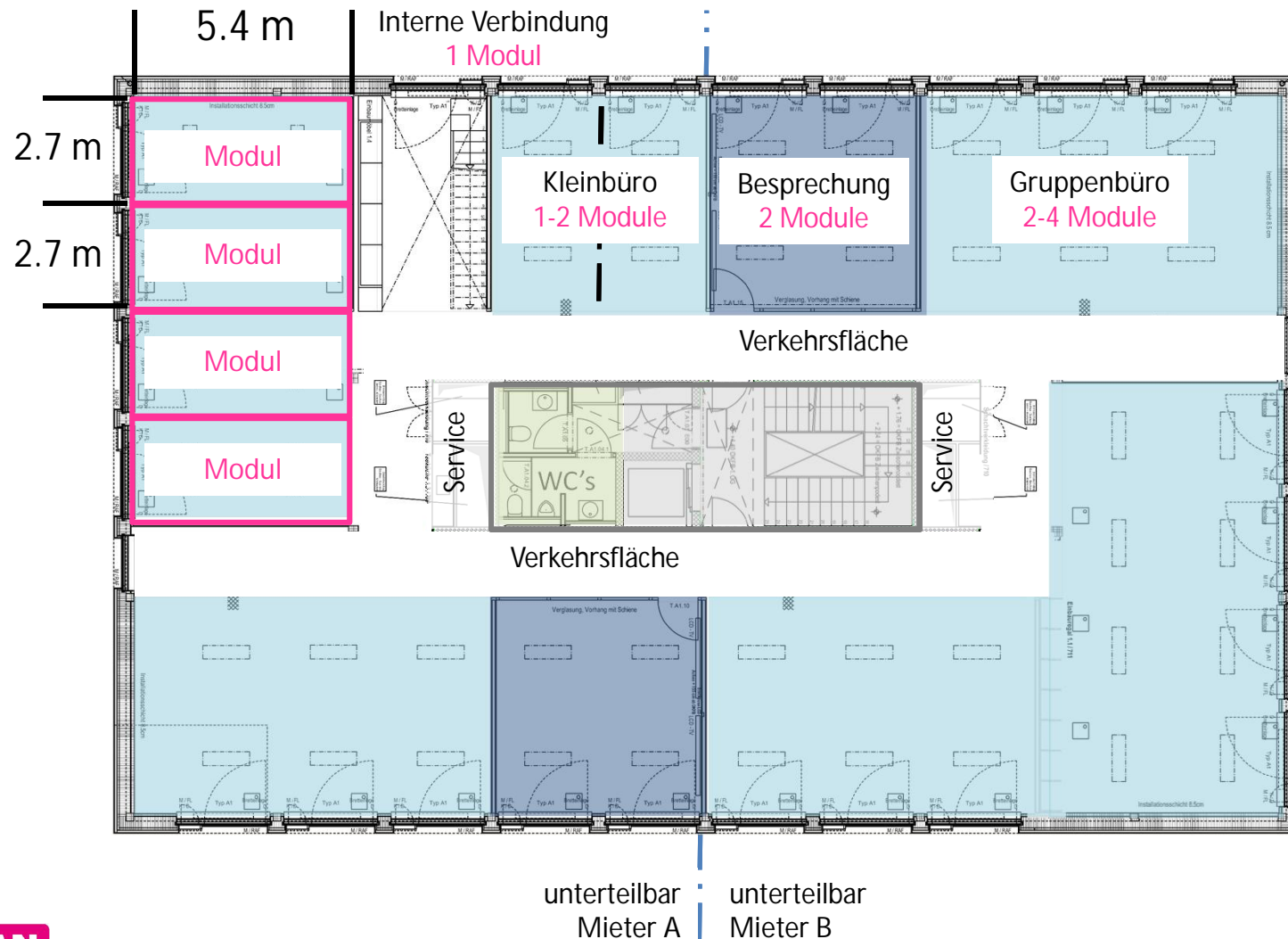
Leichtbaufassade in Holz, Darstellung ohne Verschalung  
Planung mit BIM. Direkt vom Computer zur Fertigung. AWARD.





# Modulares Raumkonzept

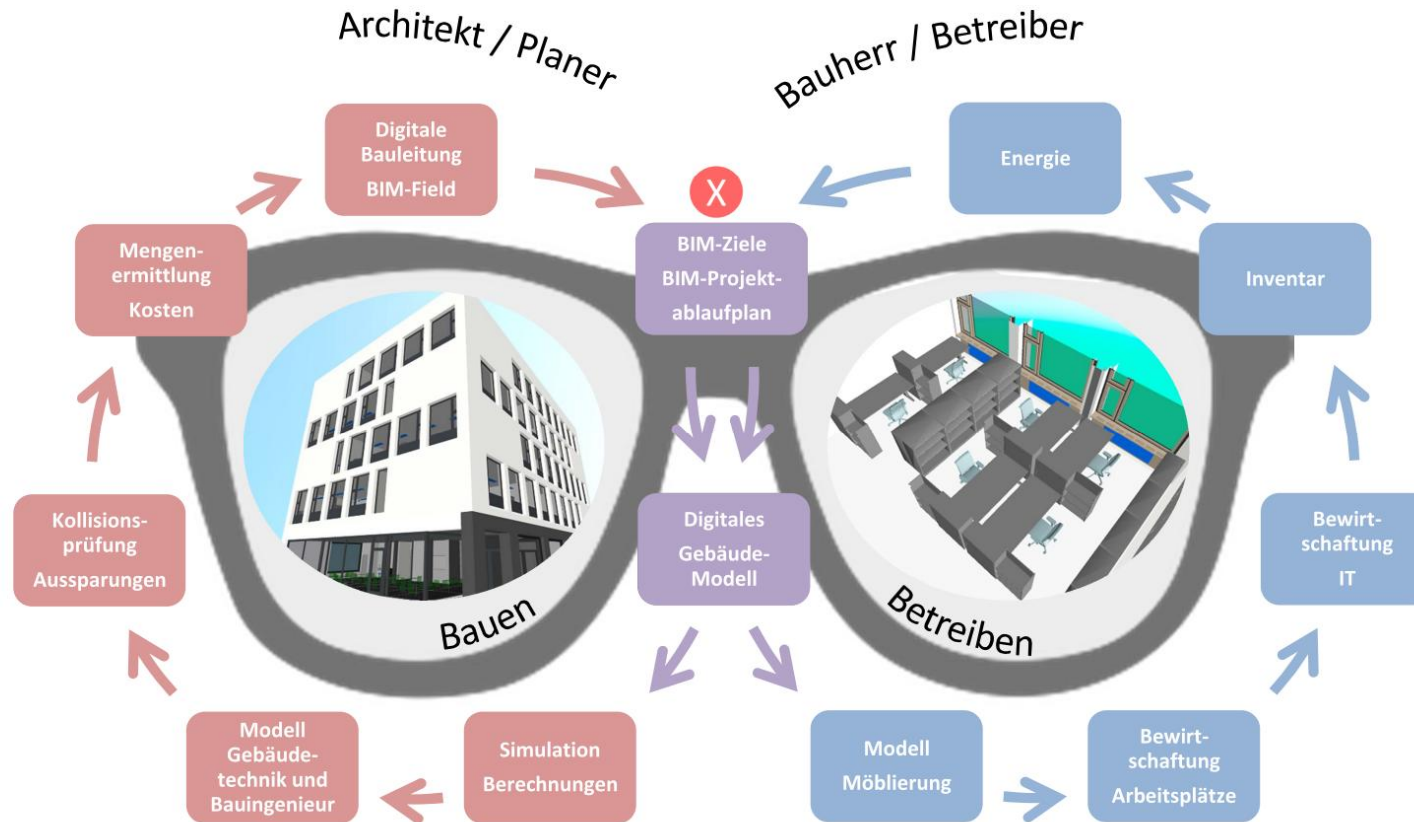
Alle Obergeschosse



# Modulares Raumkonzept

## Sehen auch Sie durch die BIM-Brille?

Die neue interdisziplinäre, integrale Arbeitsweise mit virtuellen Modellen.



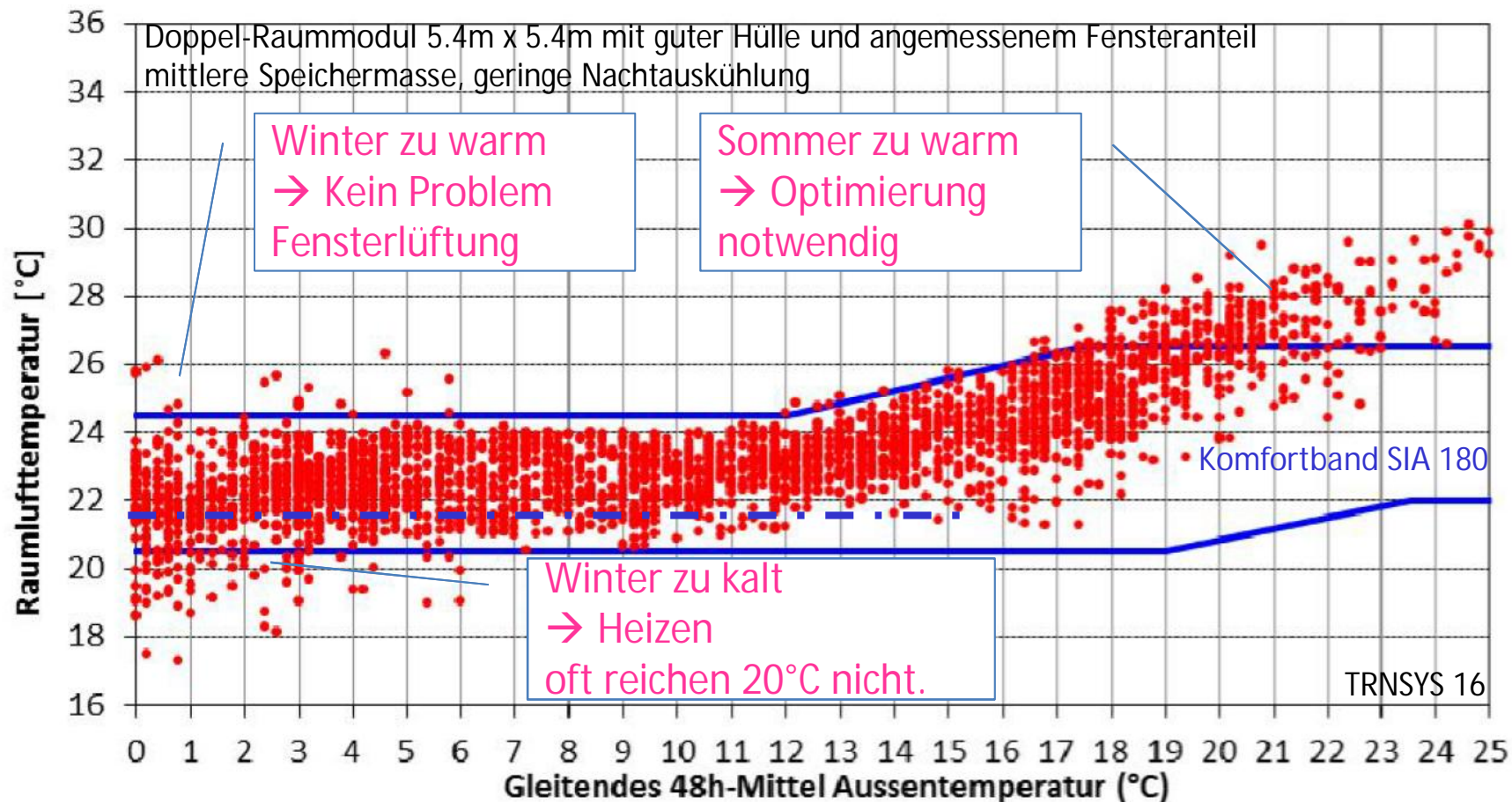
Die Welt der Planer und Welt der Bauherren treffen zusammen und kollaborieren. Sie formulieren gemeinsam BIM-Ziele sowie einen BIM-Projektablaufplan.



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!**

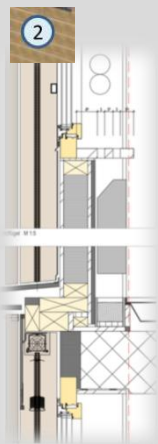
# Umsetzung Raummodul

Geplant BIM



Innenansicht Büro mit Technik- und Bauelementen

Gebaut

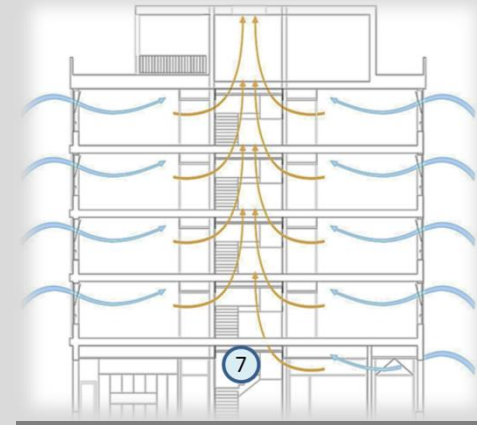


## Passive Massnahmen

- 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:

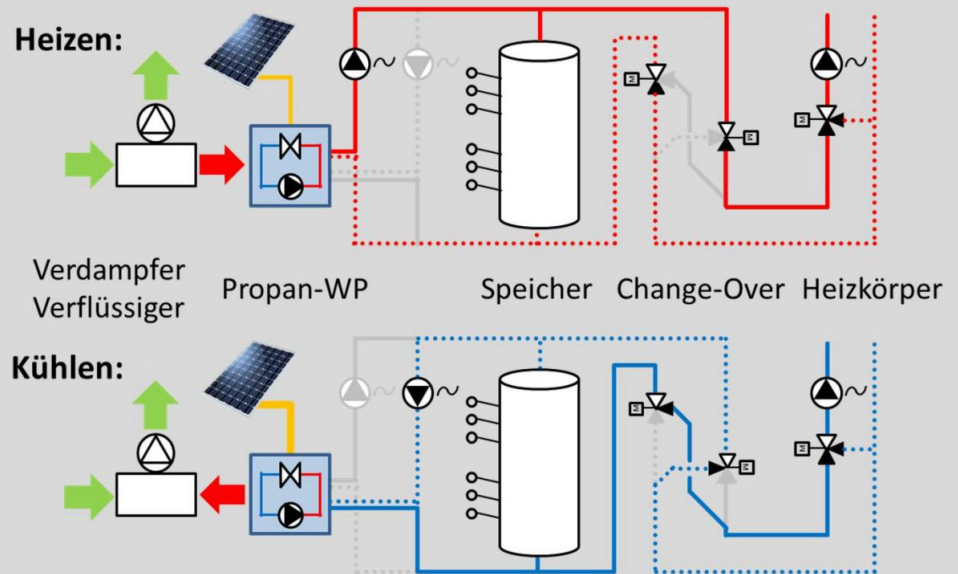
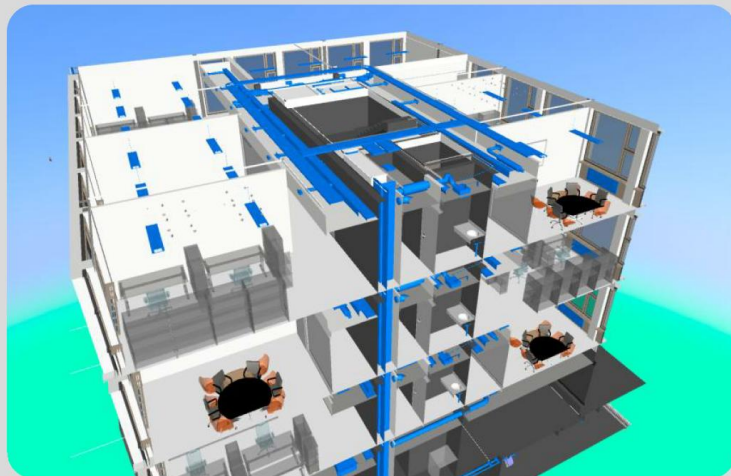
**2006: Forum Chriesbach**  
EMPA/EAWAG, Dübendorf

**2017: Gebäude AE15**  
3-Plan Haustechnik AG, Winterthur

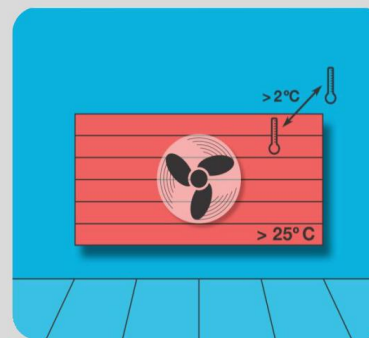




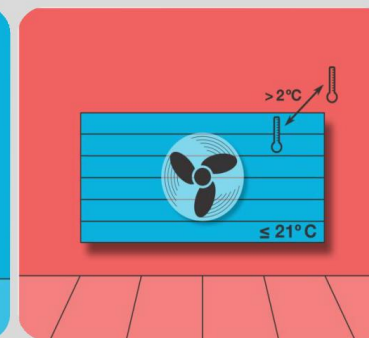
# Wenig, dafür robuste Technik



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

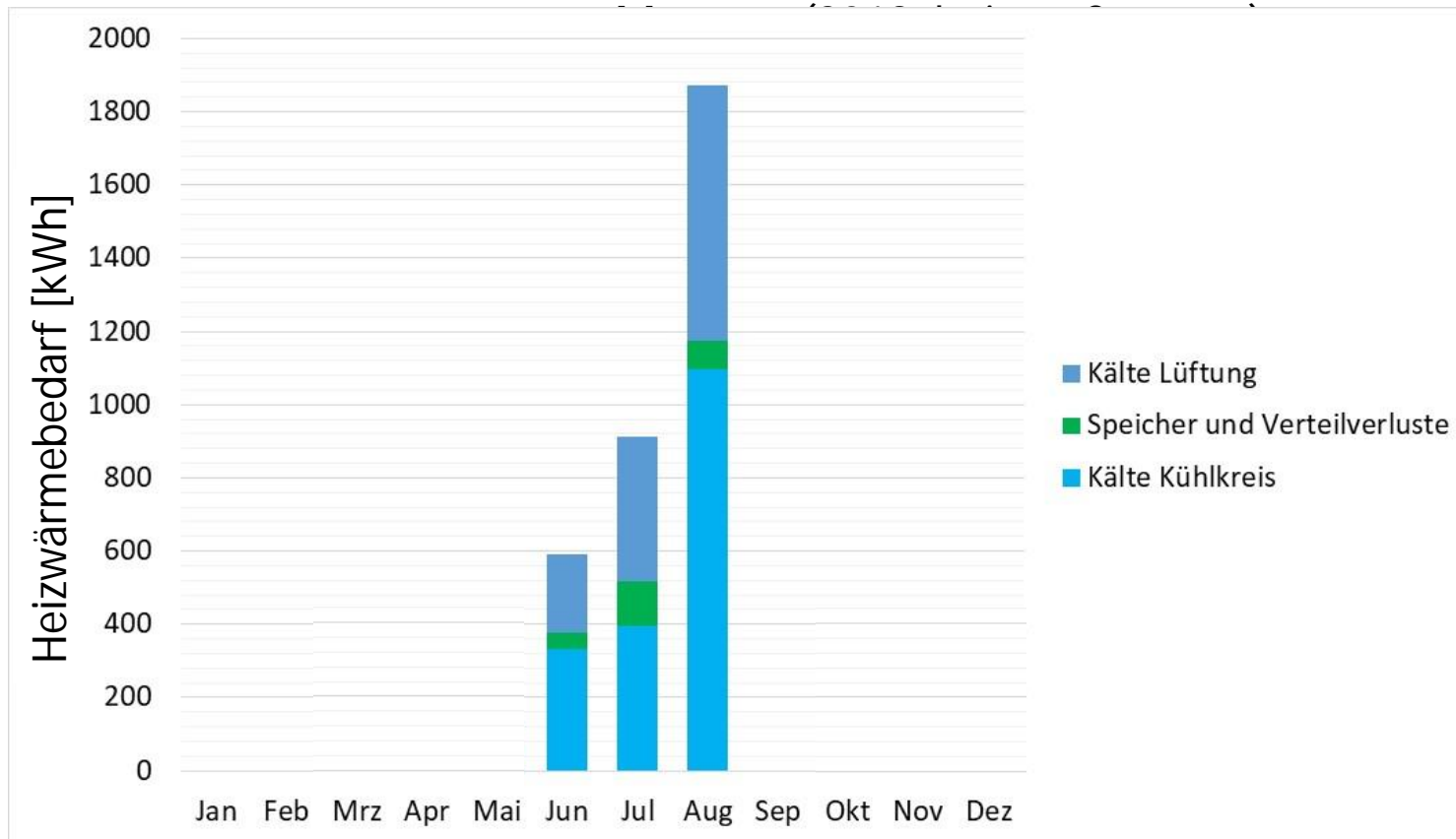


Hochwinter

Übergangszeit

Hochsommer

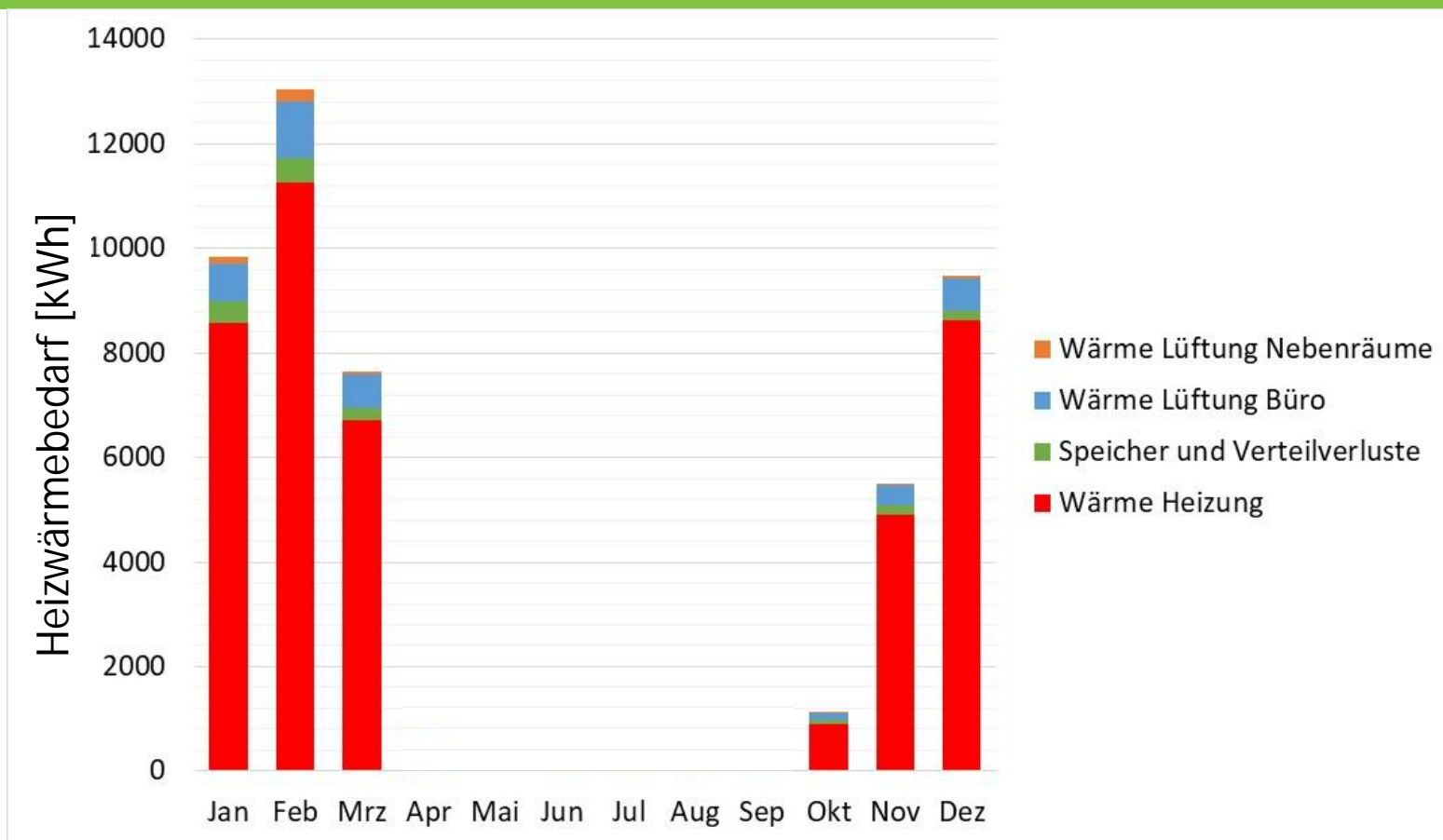
# Kältebedarf nur Hochsommer



■ Kältebedarf Klimakühlung\*: 1.1 kWh/m<sup>2</sup>a (4 MJ/m<sup>2</sup>a)

■ Kein gleichzeitiges Heizen und Kühlen

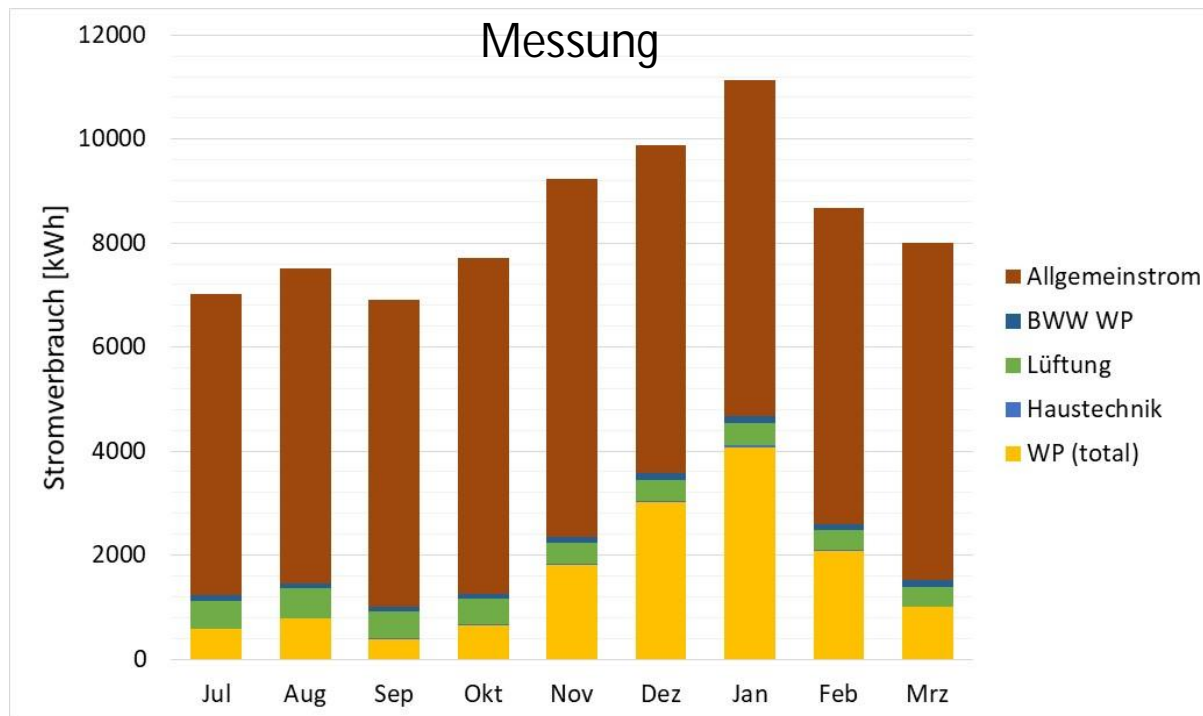
# Wärmebedarf nur Winter



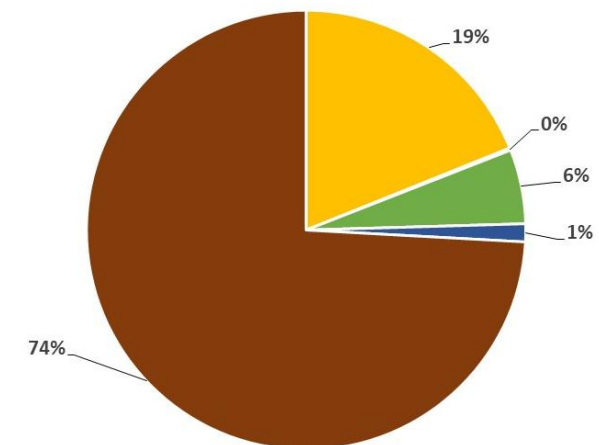
■ Heizwärmebedarf 2018\*, rund: 16 kWh/m<sup>2</sup>a ( 57MJ/m<sup>2</sup>a)

# Elektrische Energie

Total Stromverbrauch: 24.8 kWh/m<sup>2</sup>a (89 MJ/m<sup>2</sup>a)  
davon Server (1.9kW): 5.5kWh/m<sup>2</sup>a (20MJ/m<sup>2</sup>a)  
davon Gebäudetechnik: 6.5kWh/m<sup>2</sup>a (23MJ/m<sup>2</sup>a)



Jahresaufteilung:

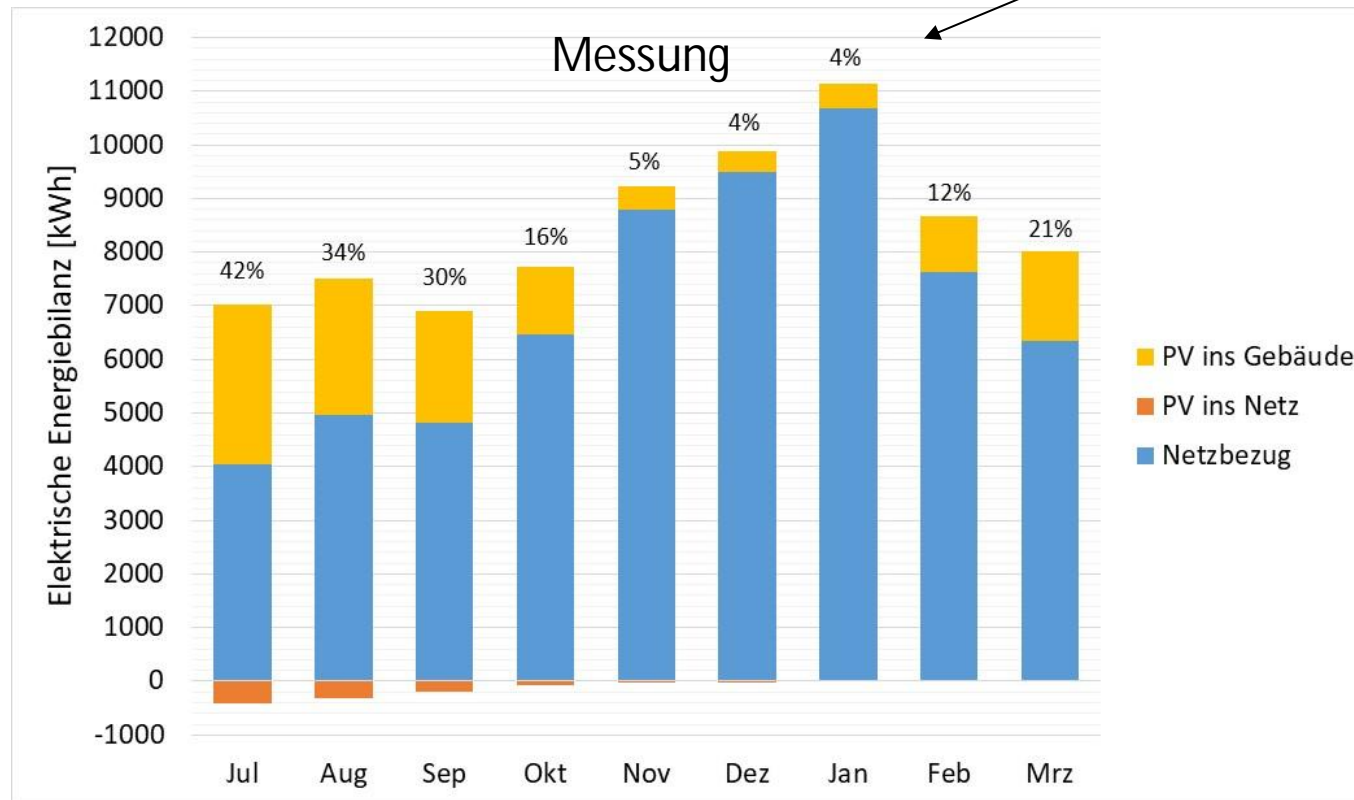


**HSR**  
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK  
RAPPERSWIL  
FHO Fachhochschule Ostschweiz

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

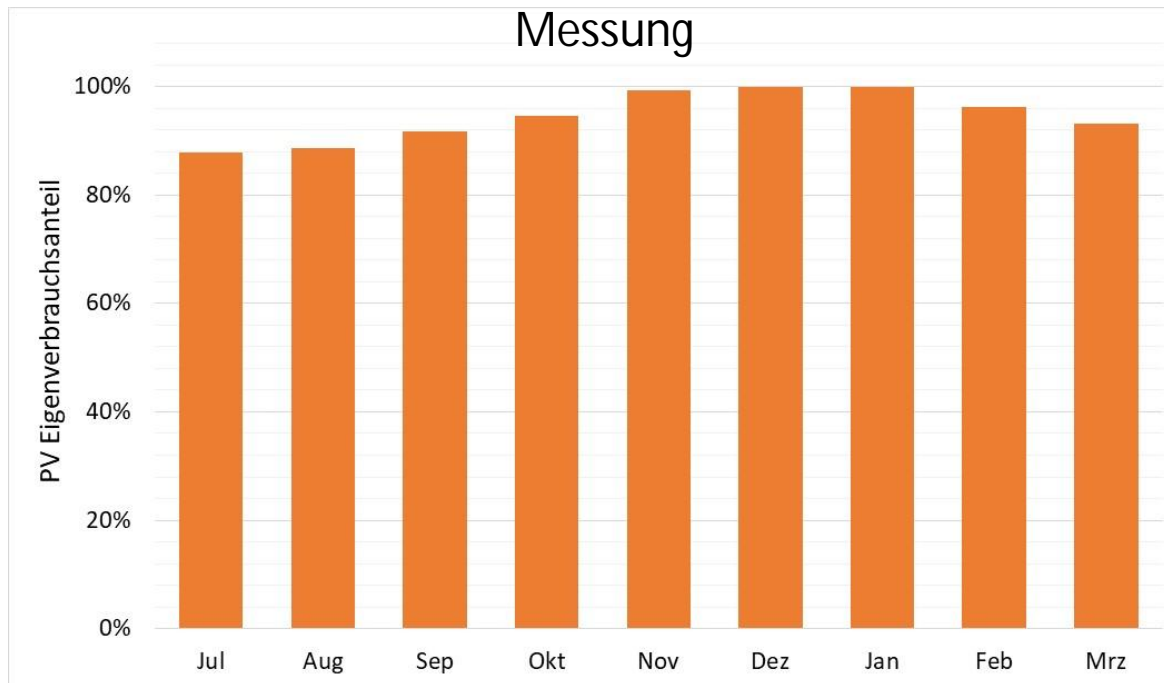
# Elektrische Energie

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

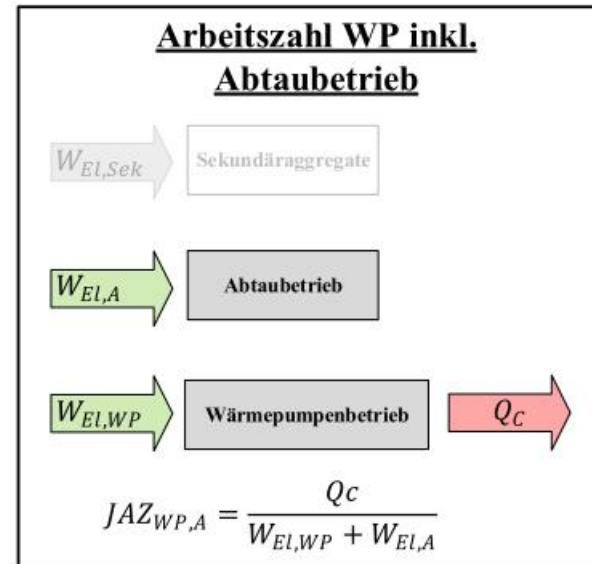


- Die Fotovoltaikanlage erzeugt rund 20 MWh/a
- Sehr hoher Eigenverbrauchsanteil von über 95%

# Jahresarbeitszahl



JAZ  
<>  
JAZ



Arbeitszahl Gesamtsystem	JAZ	3.06
Arbeitszahl WP-Betrieb	JAZ <sub>WP</sub>	4.71
Arbeitszahl WP inkl. Abtaubetrieb	JAZ <sub>WP,A</sub>	3.98
Arbeitszahl WP inkl. Sekundäraggregate	JAZ <sub>WP,Sek</sub>	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/m<sup>2</sup>).



# Kenndaten gemessen

## Kenndaten des Gebäudes

Arbeitsplätze: 150 Personen  
Energienstandard: MINERGIE-P  
Energiebezugsfläche  $A_e$ : 3'031 m<sup>2</sup>

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

Benötigte Heizleistung:

### Vorhersage

56 MJ/m<sup>2</sup>a  
7.2 MJ/m<sup>2</sup>a  
1.0  
22 kWp; 20 MWh/a  
100% erneuerbare  
Energie

### Messung

57 MJ/m<sup>2</sup>a  
4 MJ/m<sup>2</sup>a  
20 MWh/a  
100%  
  
< 10W/m<sup>2</sup>

# 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