

Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. - ZAE Bayern

DBU Herbstsymposium Bauen für die Zukunft – Aus der Praxis für die Praxis
Benediktbeuern 19./20. September 2013

Monitoring eines Passivhaus-Schulgebäudes

Ergebnisse der Betriebsoptimierung an der FOS/BOS Erding

Jens M. Kuckelkorn



MIT SONNE UND VERSTAND.

© ZAE Bayern



ZAE BAYERN

Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung

Gebäudehülle der FOS/BOS Erding

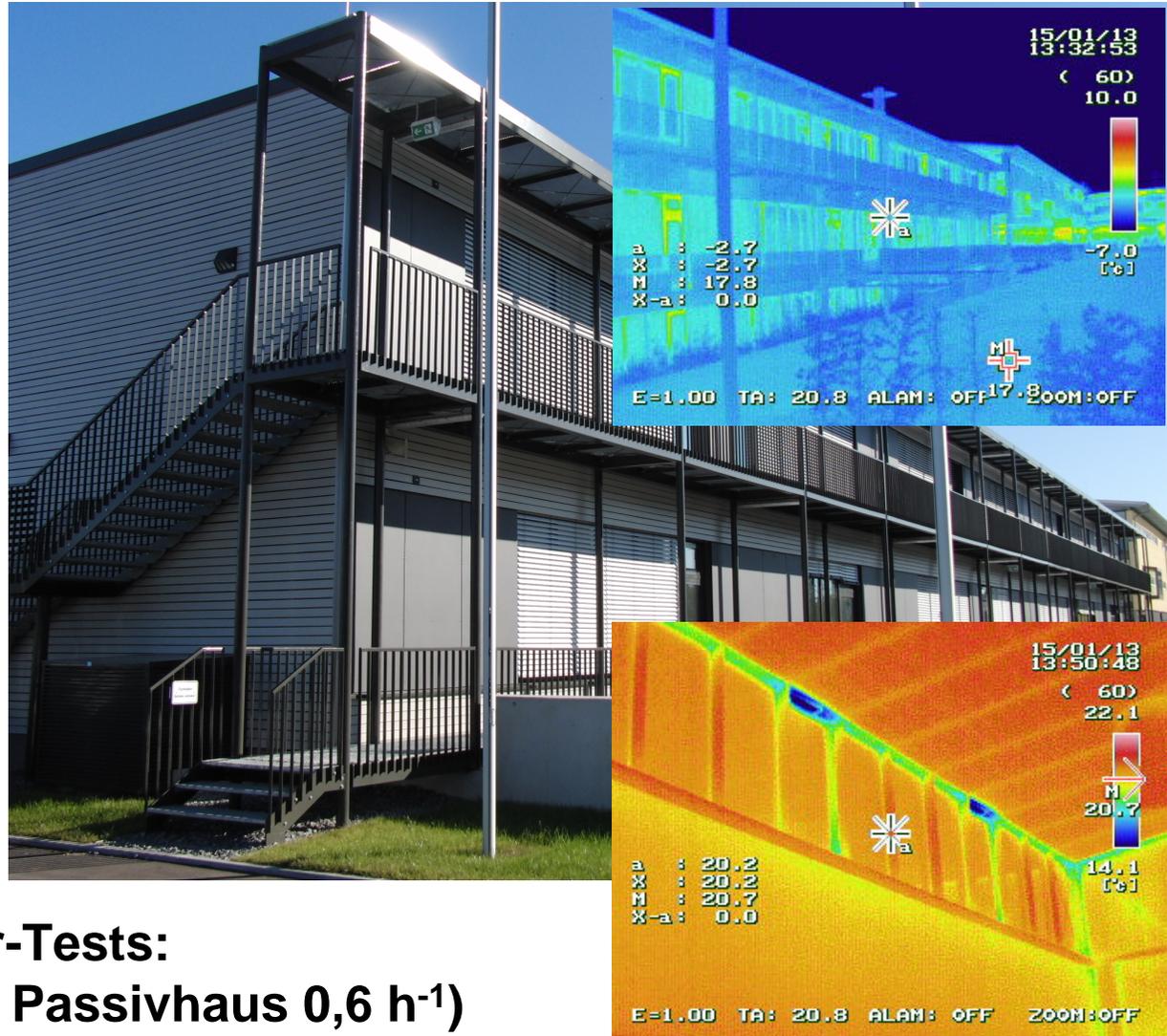


ZAE BAYERN

Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung

U-Werte in $W/(m^2K)$: Dach 0,10, Außenwand 0,13, Boden 0,18

Optimierter
Fensterflächenanteil
Dreischeibenverglasung
mit $U_g = 0,6 W/m^2K$
Hochwärmegedämmte
Pfosten-Riegelkonstruktion
und Einselemente
Kunststoffrandverbund
Minimierte
Einbauwärmebrücken
Außenliegender
Lamellensonnenschutz



Ergebnis des 2. Blower-Door-Tests:
 $n_{50} = 0,13 h^{-1}$ (Anforderung Passivhaus $0,6 h^{-1}$)

Projektziele



ZAE BAYERN
Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung

Nachhaltigkeit:

- integrales Gesamtkonzept
- Erfüllung des Nutzungsbedarfs und optimierter Betrieb
- hoher Komfort UND hohe Energieeffizienz
- gute Umweltbilanz
- Gesundheit
- hohe Nutzerzufriedenheit
- Wirtschaftlichkeit

inklusive

- sehr niedriger Energiebedarf
- Heizenergiebedarf: 10-15 kWh/(m²a)
- Primärenergiebedarf: 60 - 83,3 kWh/(m²a)
- hohe Luftqualität (Ventilation, Schadstoffe)
- optimale Balance zwischen thermischem und akustischem Komfort
- Einbindung der Nutzer

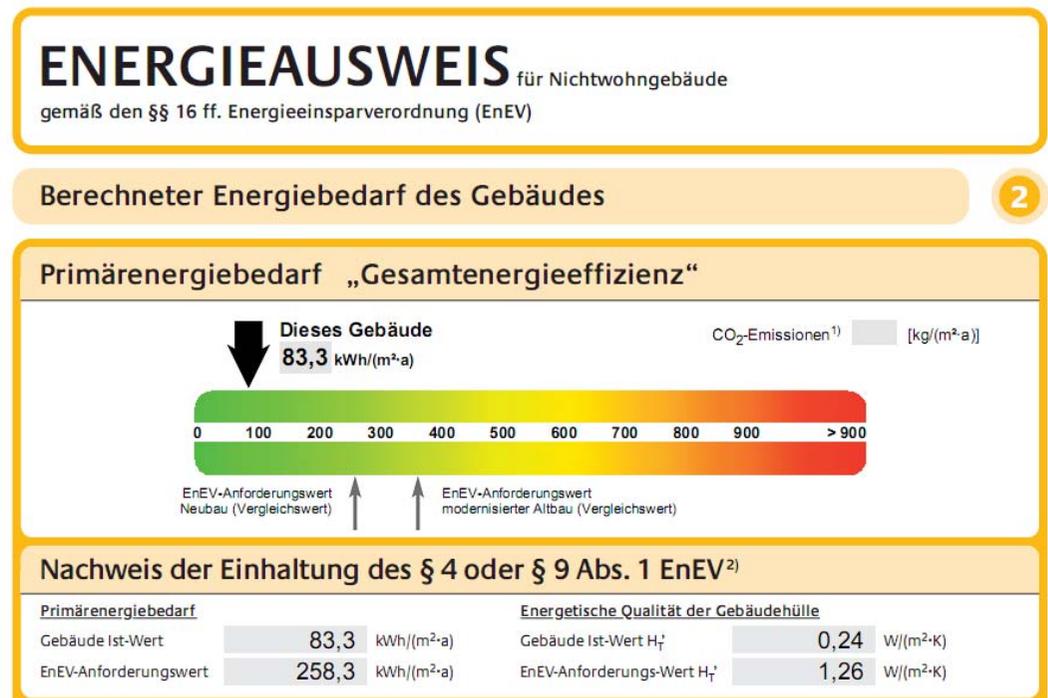


Abb. aus Endbericht Bauphase, kplan AG

Monitoring



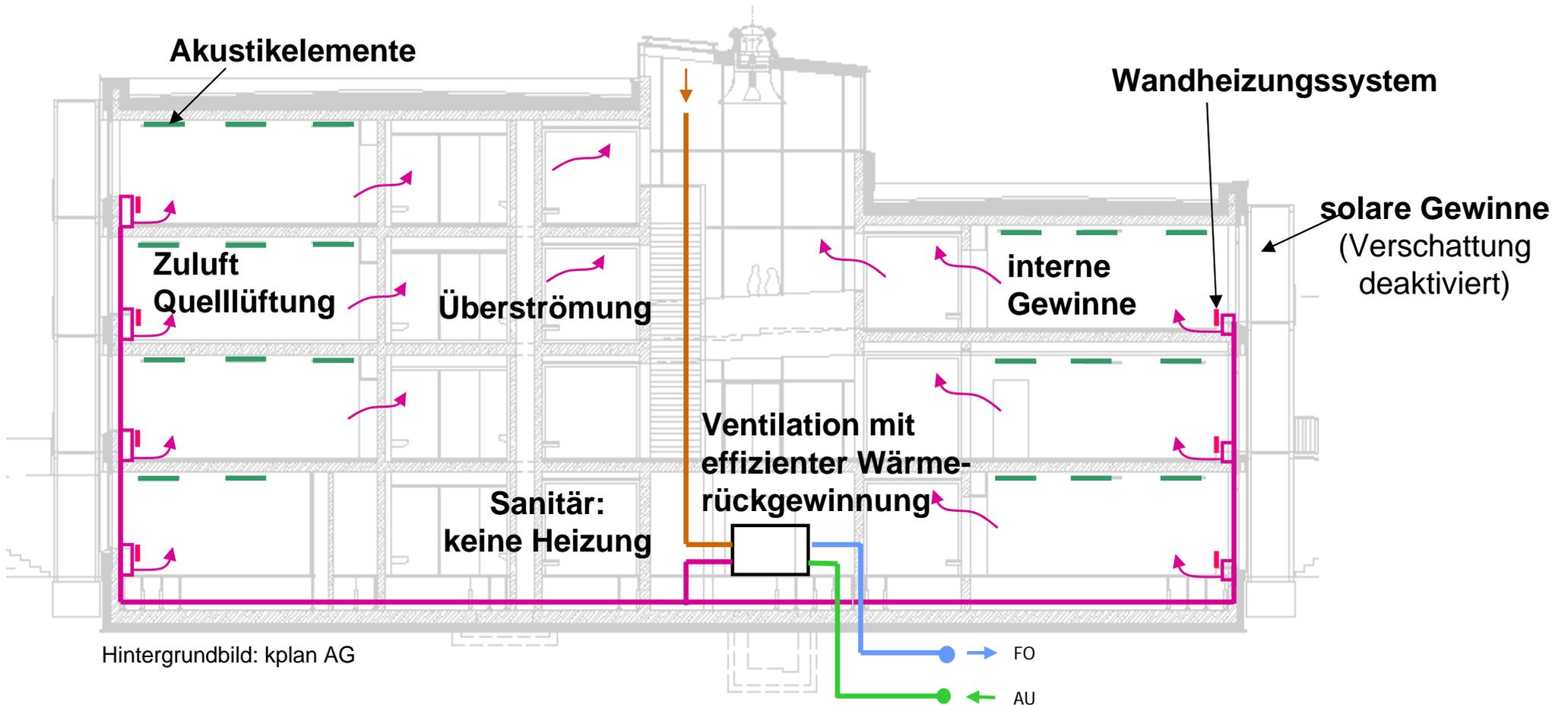
ZAE BAYERN
Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung

6 Jahre Projektdauer

- Vorbereitungsphase 2008-2011
- Optimierungsphase 2011-2013
- Evaluierung 2013-2014 (>850 Datenpunkte/min)

	2009				2010				2011				2012				2013				2014			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Monitoringkonzept	Red	Red																						
Messdatenerfassung	Grey	Grey	Grey	Grey	Red	Red	Red	Red	Red	Blue	Blue				Red	Red								
Leittechnik					Grey	Grey	Grey	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Blue						
Datenbank, Online-Visualisierung									Red	Red	Blue													
Einzelmessungen									Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Blue		
Inbetriebnahme/Betriebsoptimierung										Red	So	Red	Red	Wi	Blue									
Erweiterte Optimierung															12.6.	Red	Red	Red	Red	Red	12.6.	Blue		
Energetische Evaluierung																			1.4.	Red	Red	Red	Blue	
Blower-Door-Tests (IGB)																								
Gesundheit, Behaglichkeit, Nutzer																								
Nutzerbefragungen (HS Kufstein)																								
Nutzereinbindung																								
Stoffdeklaration (Ascona)	Grey	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Blue															
Zwischenberichte, Endbericht																								

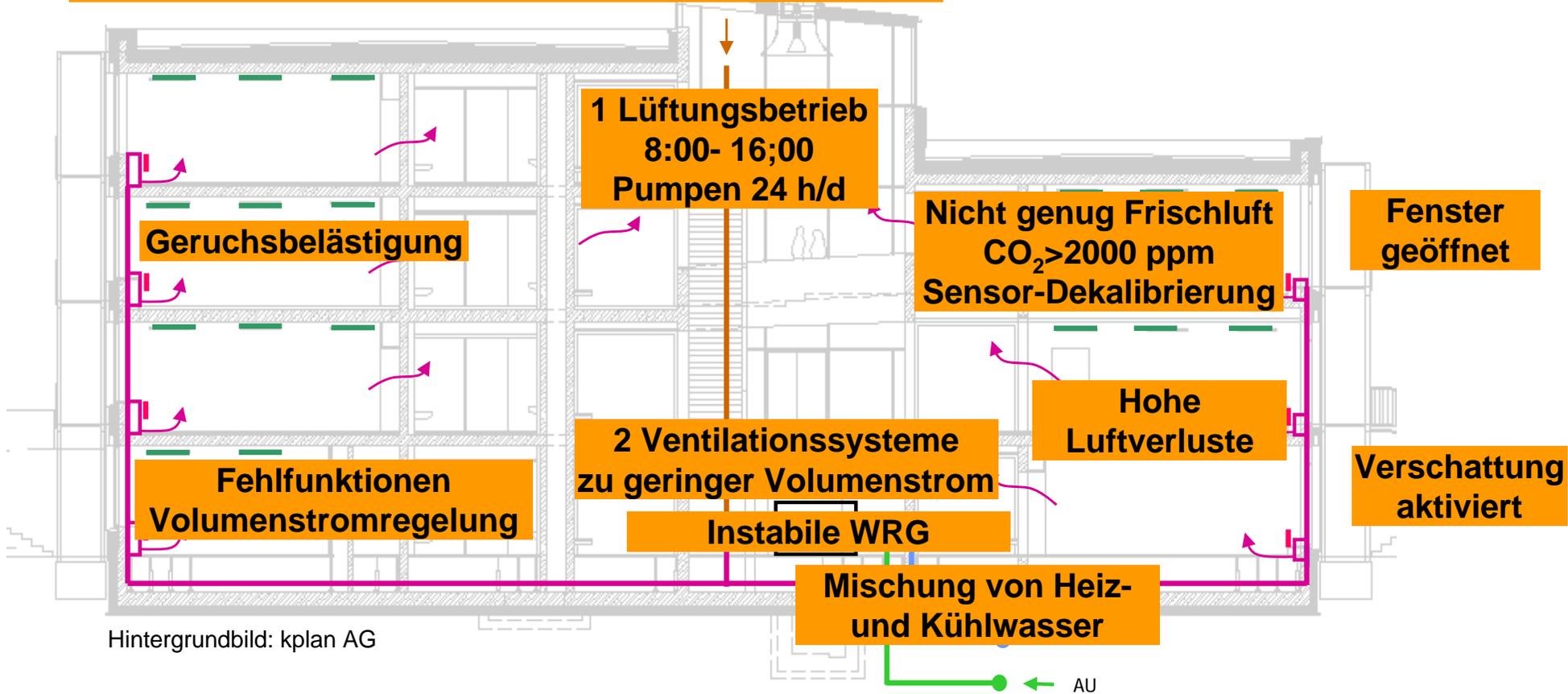
Ventilation, Wärmerückgewinnung, Heizung 750 Personen



**Wandheizung (50°C/30°C) und Zuluftheizung
mit Rücklauf der Geothermie-Fernwärme**

Ventilation, WRG, Heizung, 750 Schüler + 70 Lehrer

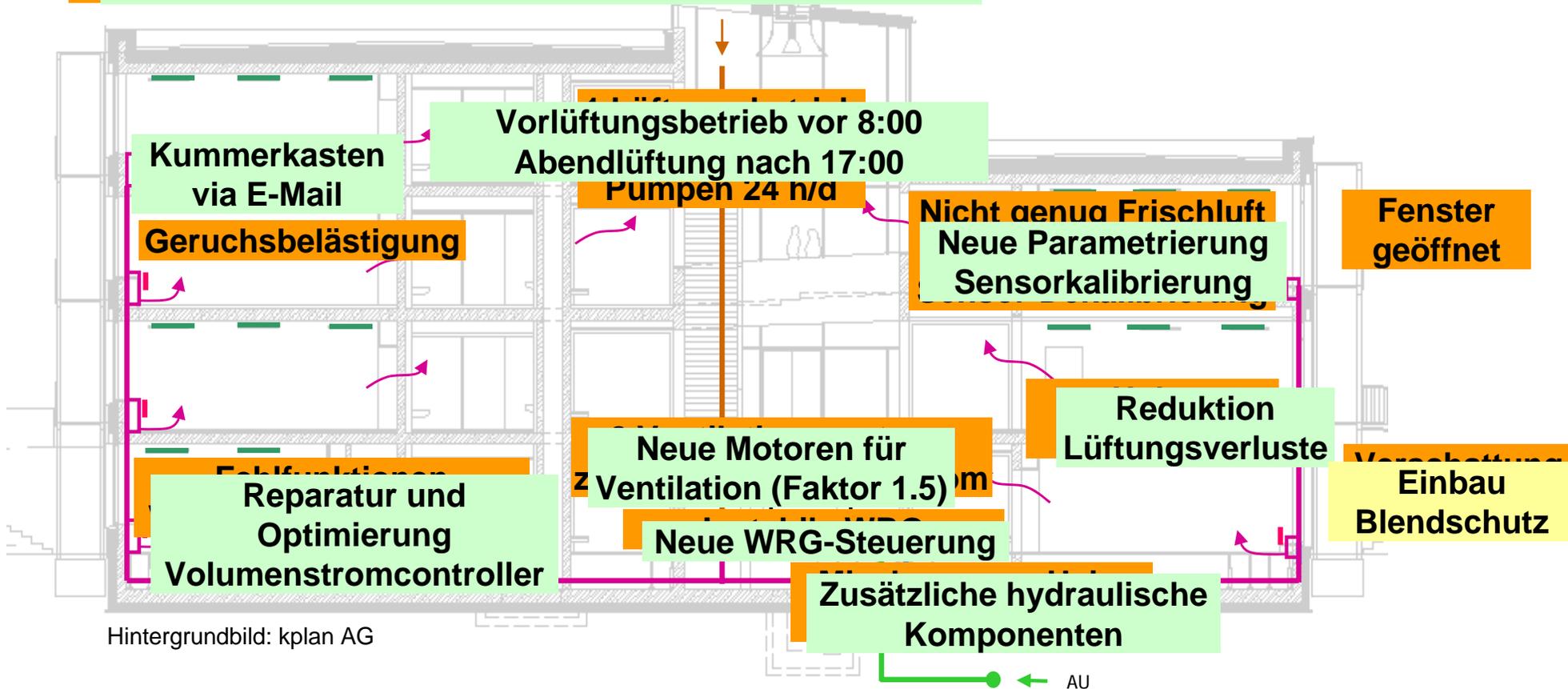
Multiple Fehler: Detektion schwierig



Geringer Massenstrom, falsche Temperaturen, Pumpen 24 h/d, Fernwärme-Vorlaufbetrieb, falscher Wärmeübertrager

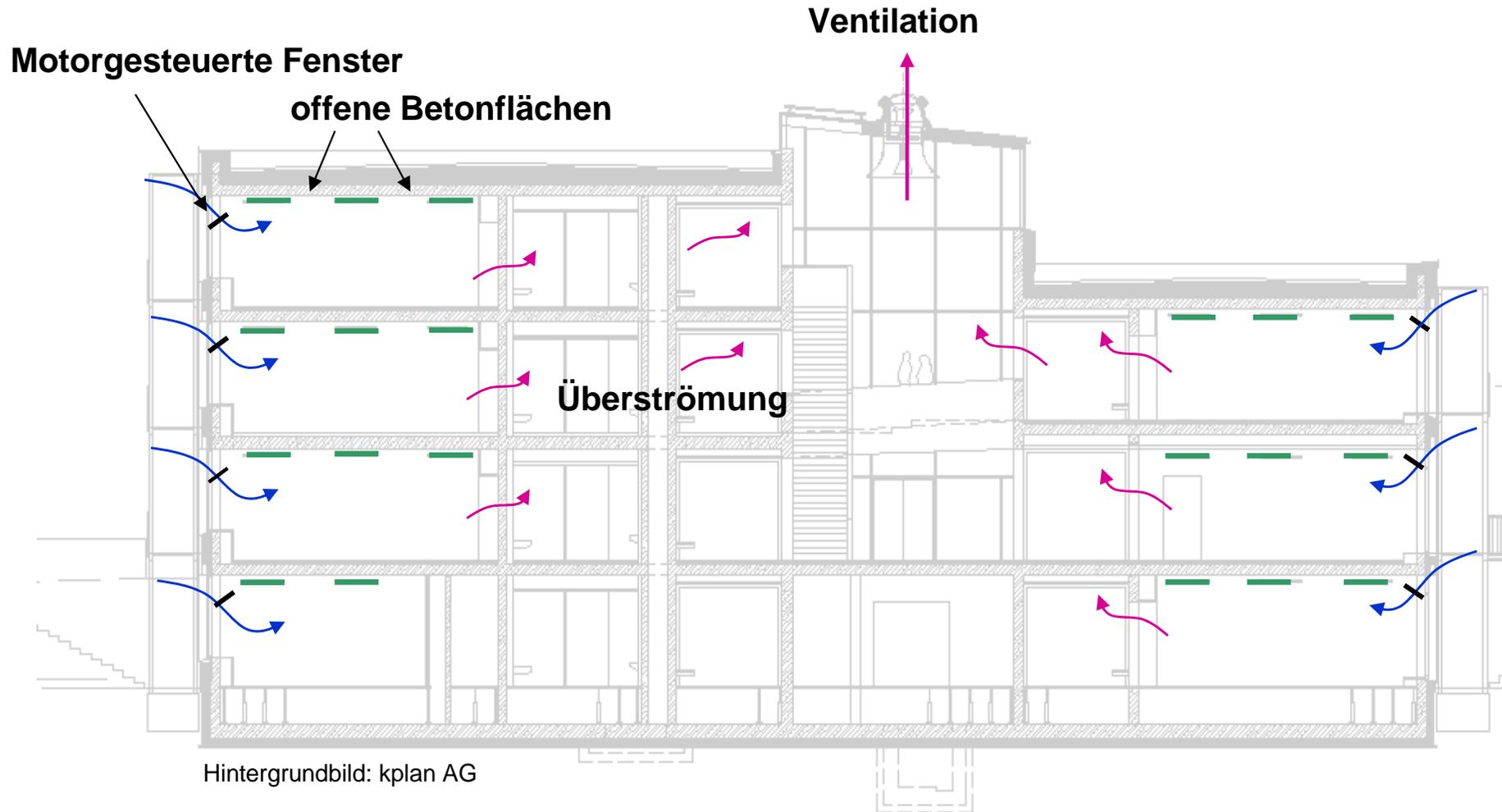
Ventilation, WRG, Heizung, 850 Personen ?

Erfüllung der Raumkomfortanforderungen

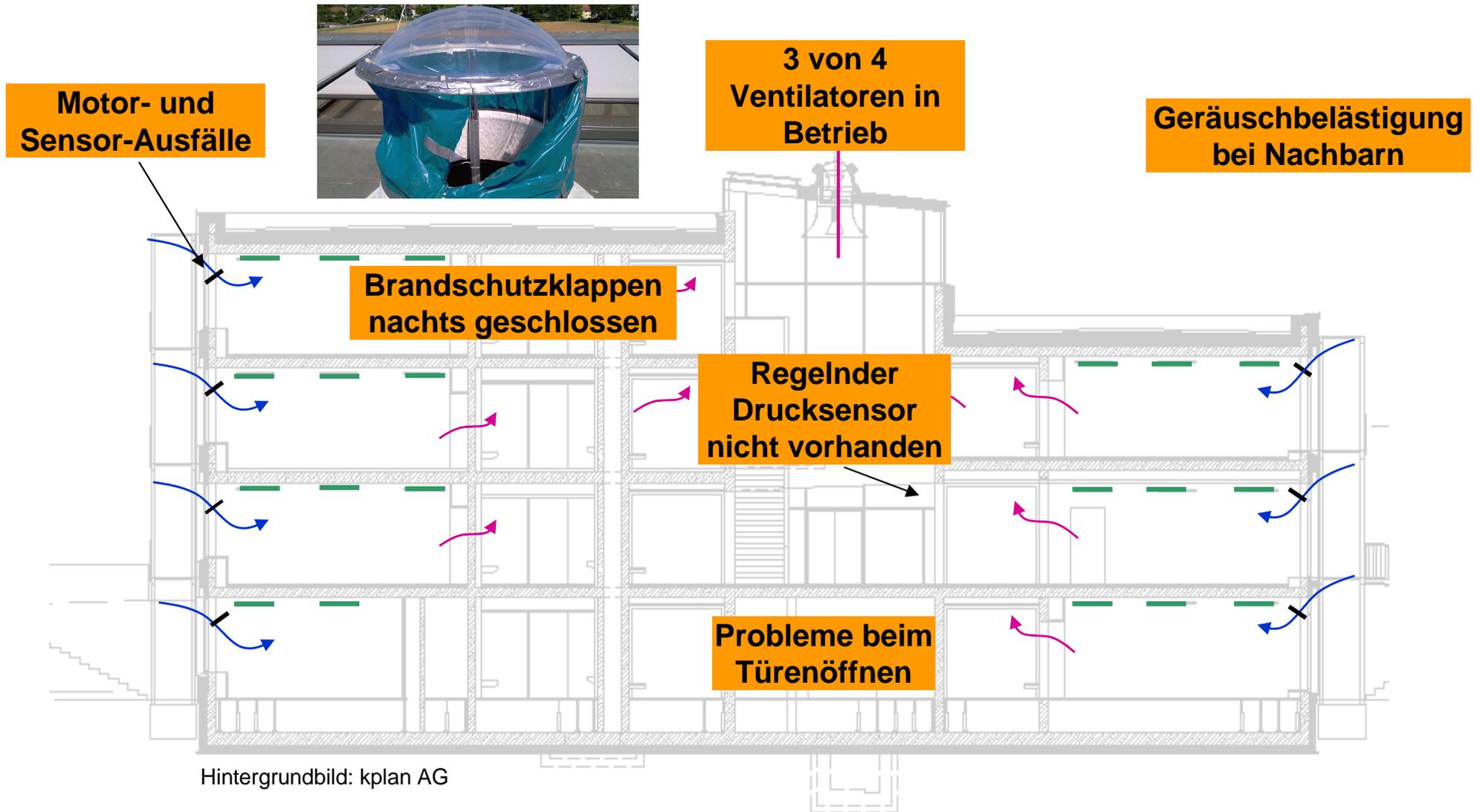


Neue Auslegung mit Wiederaufheizreserve, neuer Wärmeübertrager, neue Pumpen, neue Regelkonzepte (8/2013)

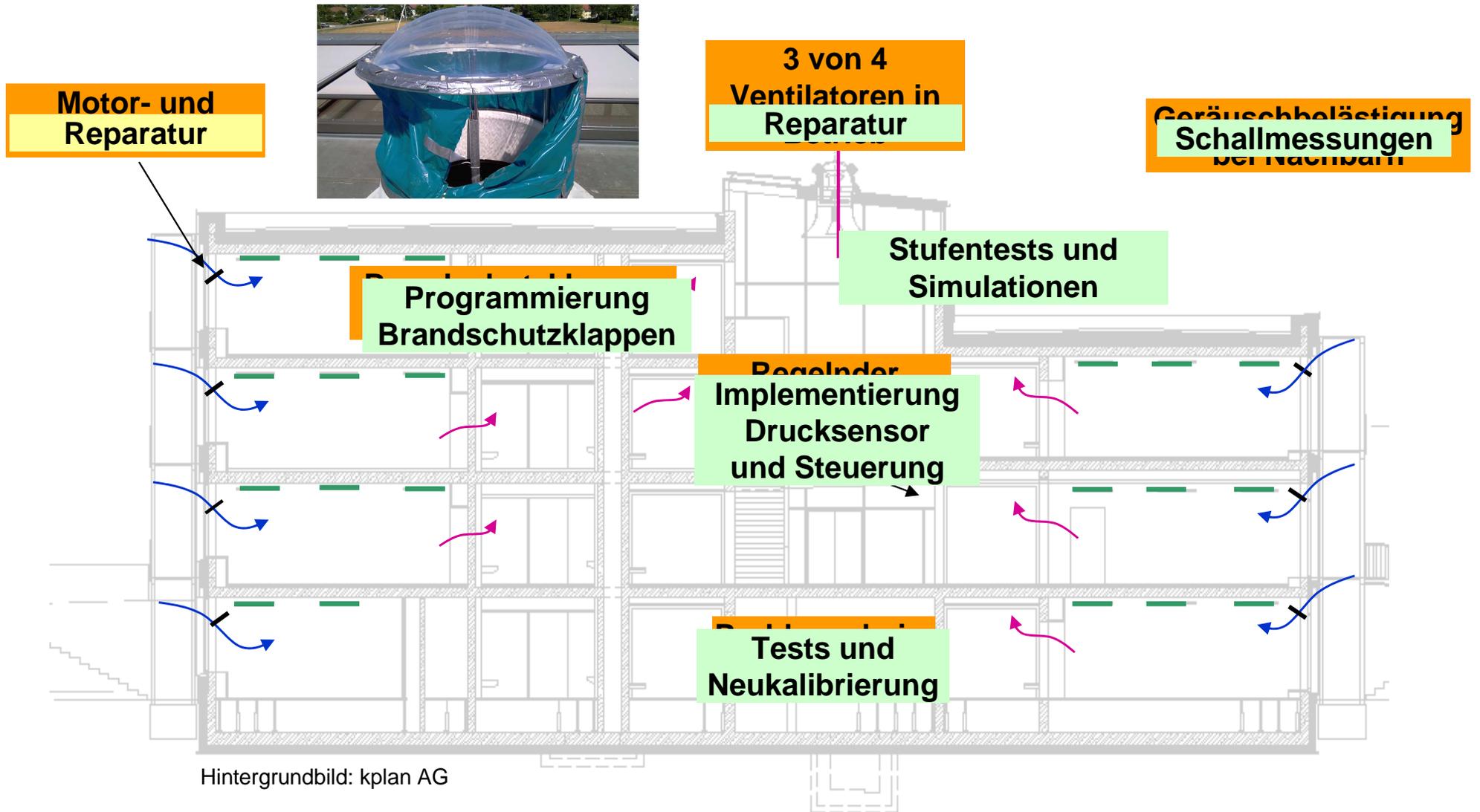
Passive Kühlung durch Nachtlüftung



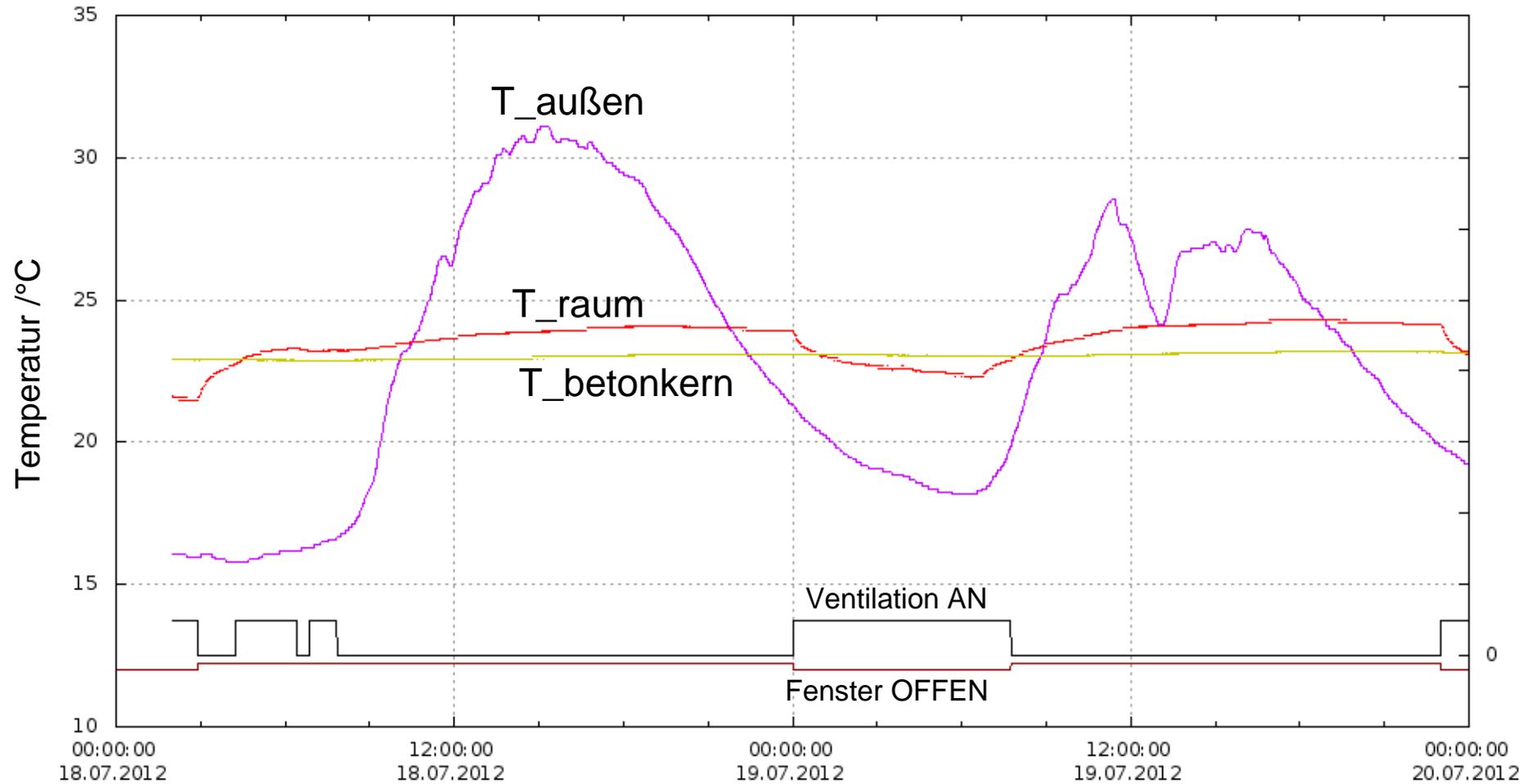
Passive Kühlung durch Nachtlüftung



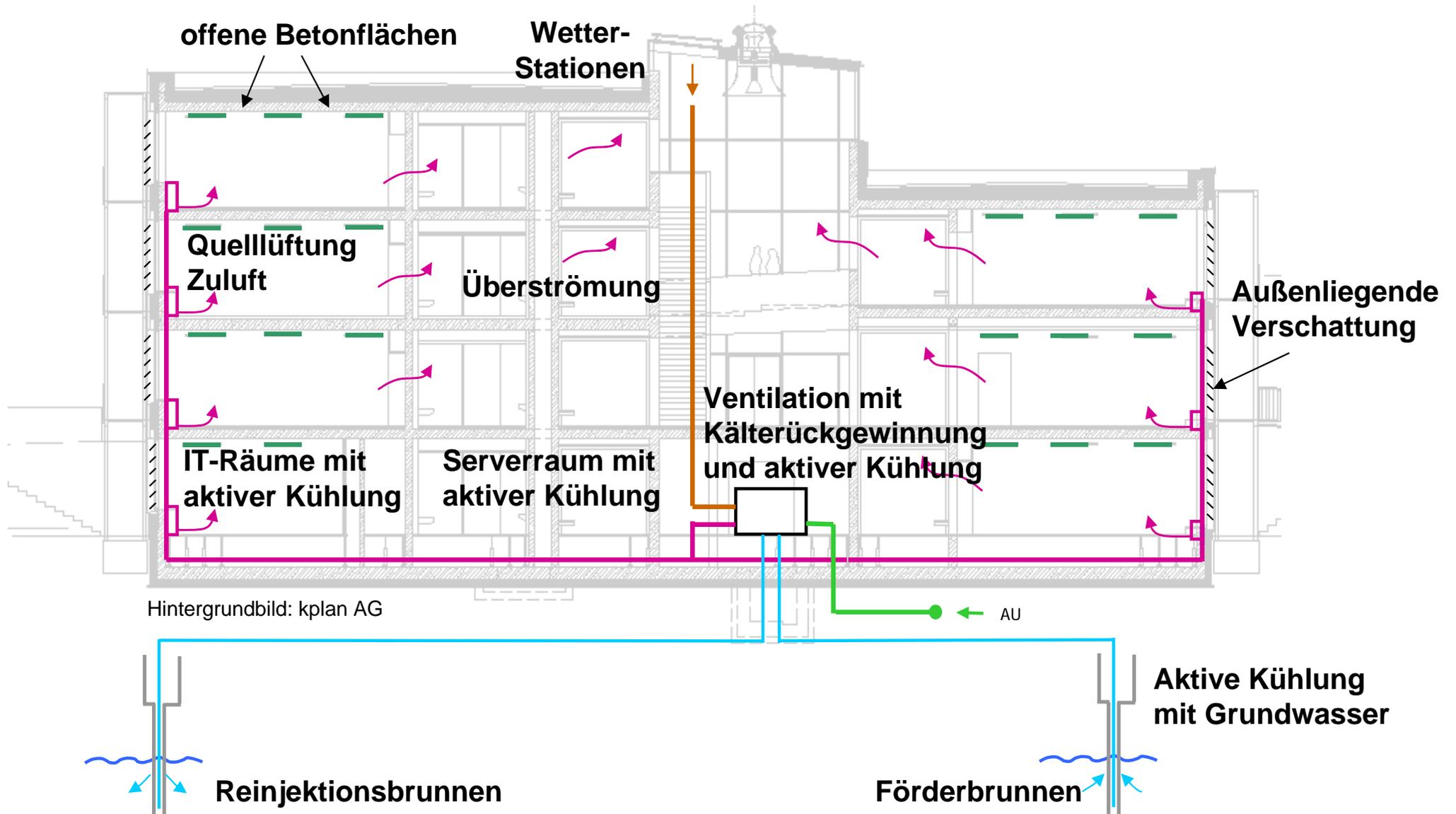
Passive Kühlung durch Nachtlüftung



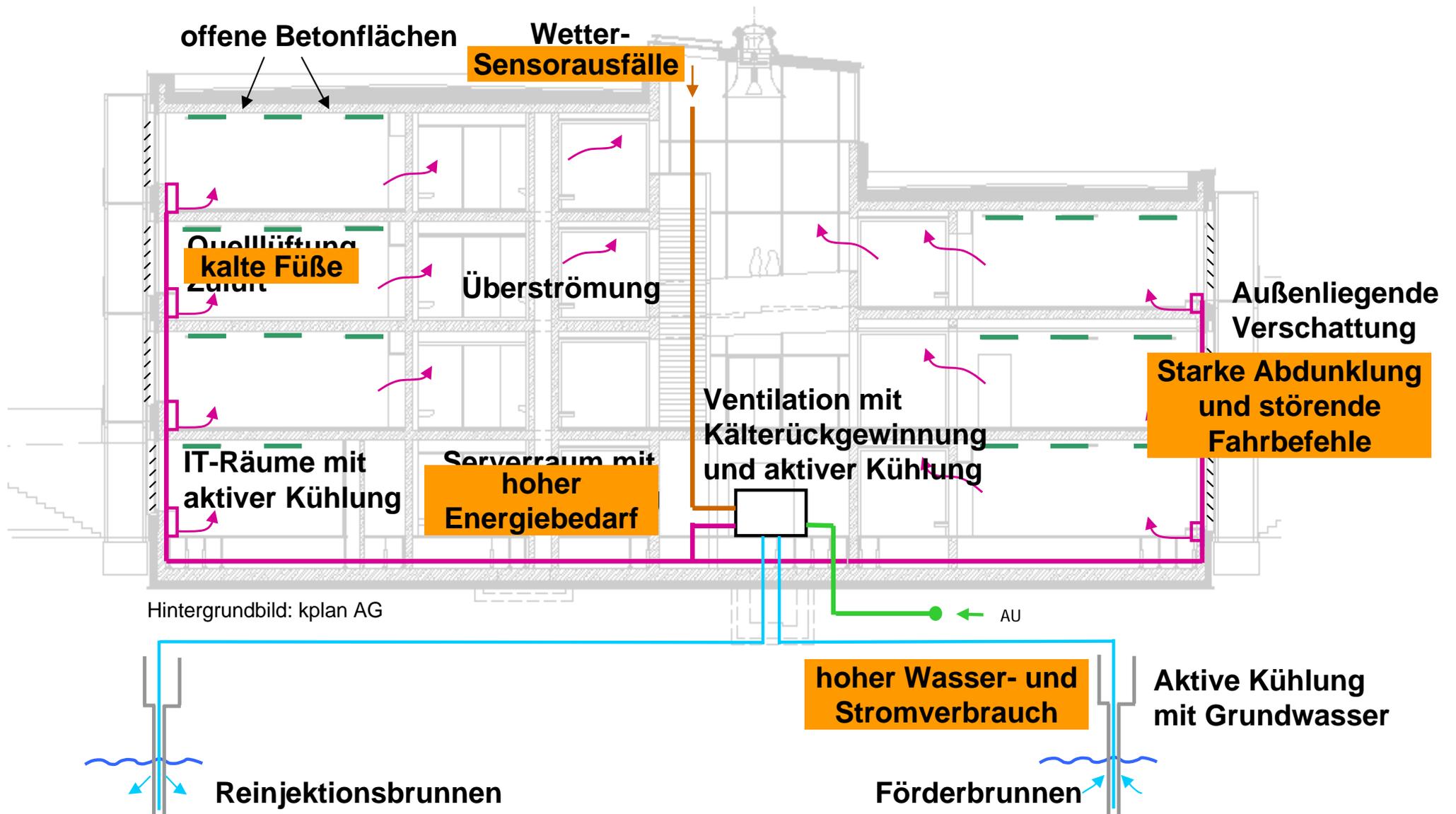
Raumkomfort: Temperaturen



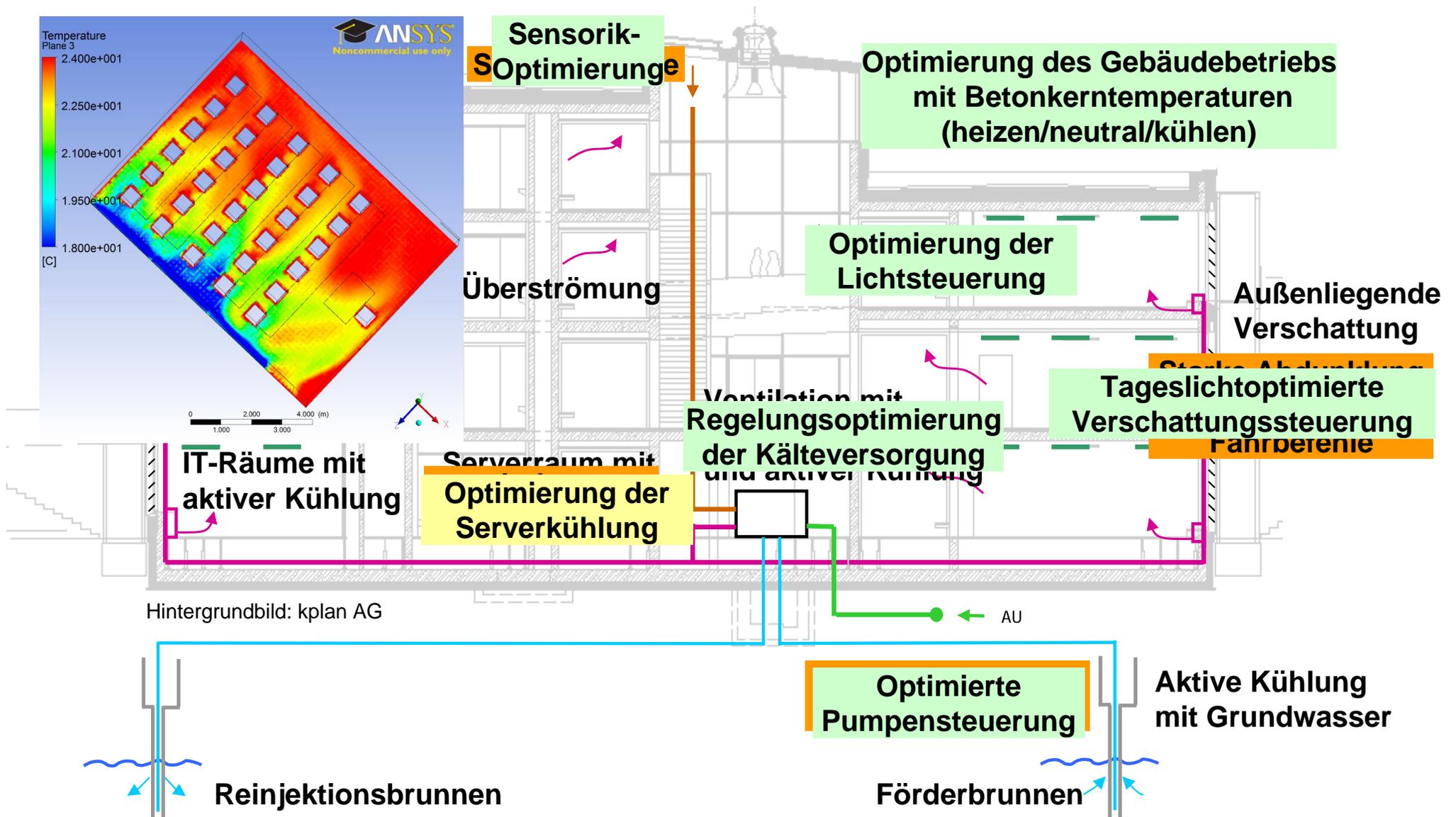
Ventilation, Aktive Kühlung, Verschattung



Ventilation, Aktive Kühlung, Verschattung



Ventilation, Aktive Kühlung, Verschattung

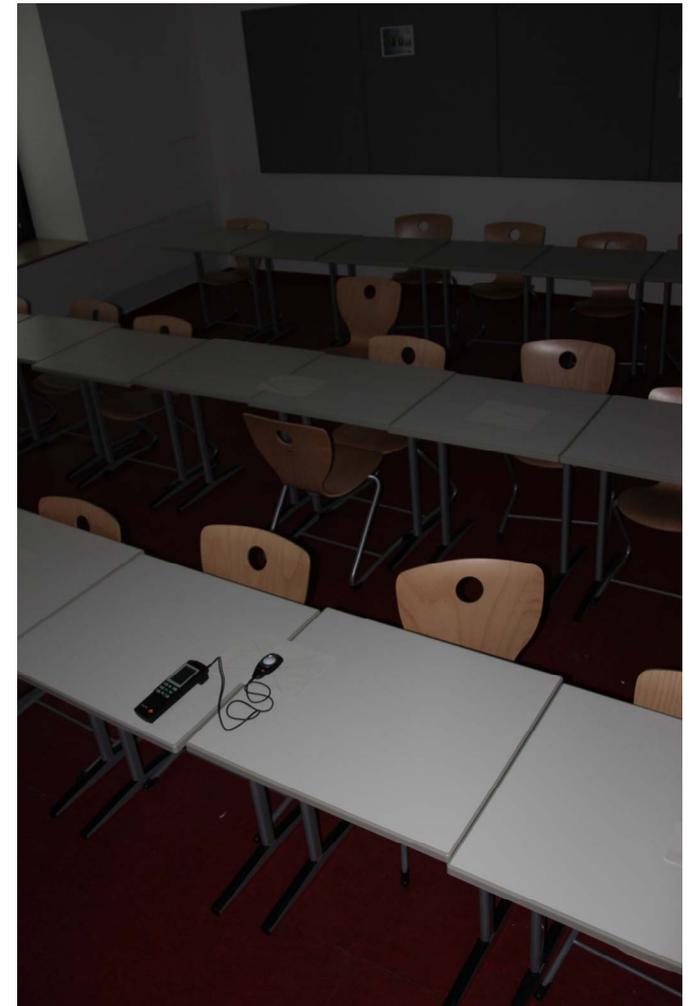


Kunstlichtsteuerung:

- AN/AUS durch Nutzer
- Helligkeit über 3 Sensoren gesteuert
- Automatische Abschaltung über Präsenzmelder
- Dimmung durch längeres Drücken auf AUS
- Rücksetzung über AN
- Neue Automatik für Grundversorgung Pausenhalle
- Energetische Optimierung für Nebenflächen
- Energetische Optimierung Außenbeleuchtungen

Verschattungssteuerung:

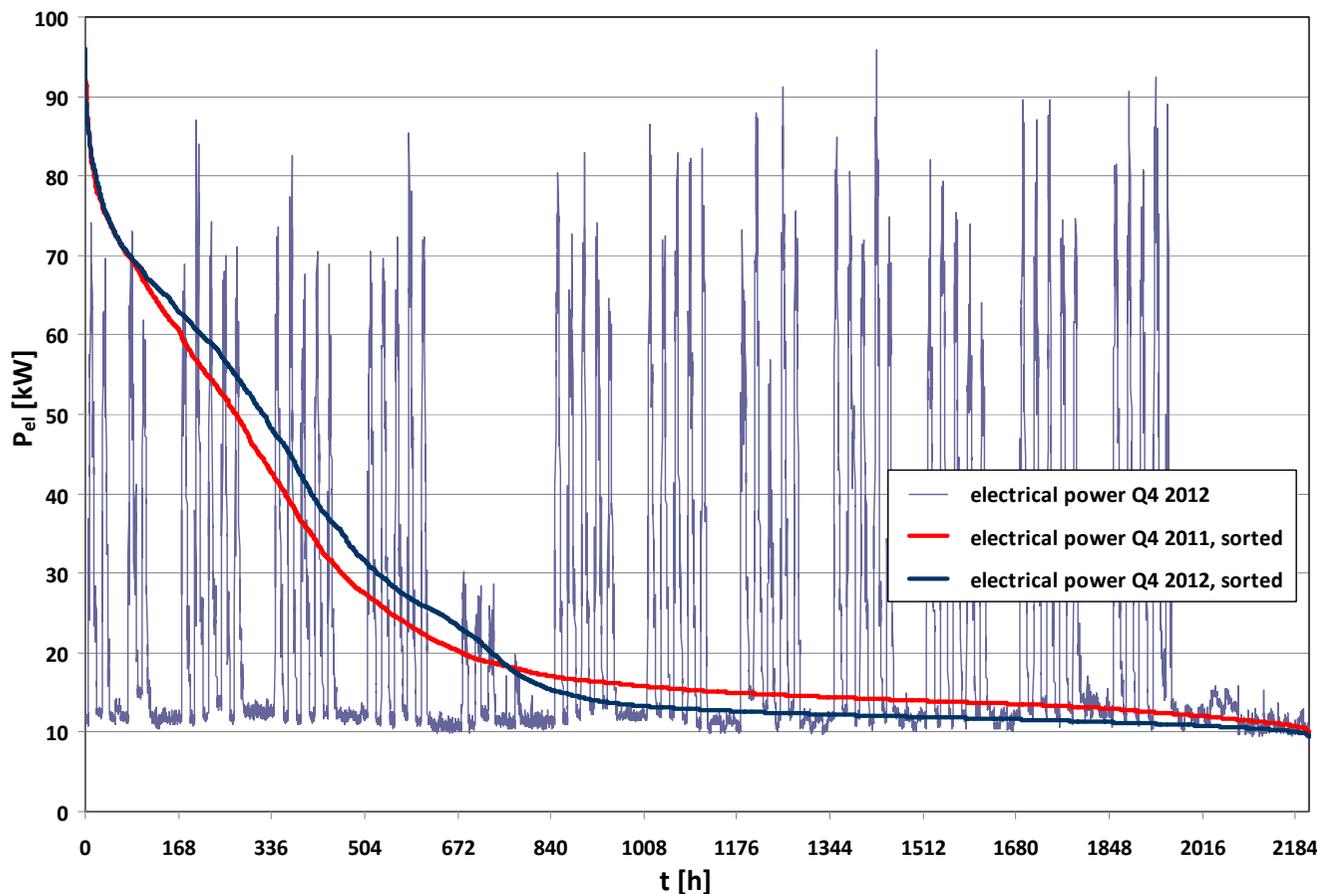
- Automatischer Schutz vor Strahlung/Überhitzung
- Tageslichtoptimierte Steuerung
- Parametrierung
- Manuelle Übersteuerung ganzjährig möglich
- Blendschutz im Winter zukünftig über innenliegende Systeme



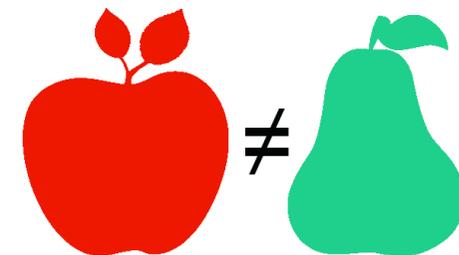
Endenergie und Primärenergie

Analyse Stromverbrauch

Electrical Power FOS/BOS Erding



Gesamtenergieverbrauch



Bedarf: Nur Gebäude
7574 m², 750 Pers.

162 MWh_{el}/a (ep 58 kWh/m²a) lt. LEE
94 MWh_{th}/a (ep 11 kWh/m²a) lt. LEE

Verbrauch 2012
inkl. Kantine, Parkplatz, FW-Rohre,
Kühlhäuser...

170 MWh_{el}/a (ep 58 kWh/m²a)
108 MWh_{th}/a (ep 12 kWh/m²a)
>810 pers.

Fazit und Ausblick



ZAE BAYERN
Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung

- **Eine Qualitätssicherung für Gebäude und Anlagentechnik ist insbesondere für anspruchsvolle Bauvorhaben sehr wichtig.**
- **Ein Gebäudemonitoring führt aufgrund der Optimierungsphase**
 - **zur Herstellung der Funktionalität, der Benutzbarkeit und des Raumkomforts**
 - **zur Energie- und damit Betriebskosteneinsparung**
 - **und ist zum Erreichen von anspruchsvollen Zielen unverzichtbar.**
- **Das Gebäudekonzept der FOS BOS Erding ist effizient.**
- **Das Optimierungspotenzial bezog sich schwerpunktmäßig auf die Leittechnik und zentrale Versorgungssysteme und nicht auf irreversible, teure und dezentrale Problemstellungen.**
- **Komfort: Raumlufttemperatur 21°C-25,5 °C, Luftfeuchte >40%, CO₂-Konz. ~1300 ppm**
- **Die Evaluierung wurde im April 2013 für ein Jahr begonnen.**
- **Das Erreichen aller Projektziele wird erwartet.**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Wir danken dem Landkreis Erding und der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für die Förderung dieses Pilotprojektes (FKZ AZ 26170/02-25) sowie der FOS BOS Erding für die gute Zusammenarbeit!

MIT SONNE UND VERSTAND.

www.zae-bayern.de

© ZAE Bayern



ZAE BAYERN

Bayerisches Zentrum
für Angewandte
Energieforschung