

PRAXISBEISPIELE MONITORING UND EINREGULIERUNG INNERHALB DER ERSTEN ZWEI BETRIEBSJAHREN

Stefan van Velsen, Michael Benz
3-Plan Haustechnik AG



3-PLAN HAUSTECHNIK AG

... in 3 Minuten

Stefan van Velsen

Partner, Geschäftsleitung

Michael Benz

Leiter Abteilung Simulationen und Betriebsoptimierung

3-PLAN HAUSTECHNIK AG

Energie bewegt uns...

Ingenieurbüro mit rund 100 Mitarbeiter/innen
3 Standorte Winterthur – Kreuzlingen – Singen DE



flexibel



engagiert



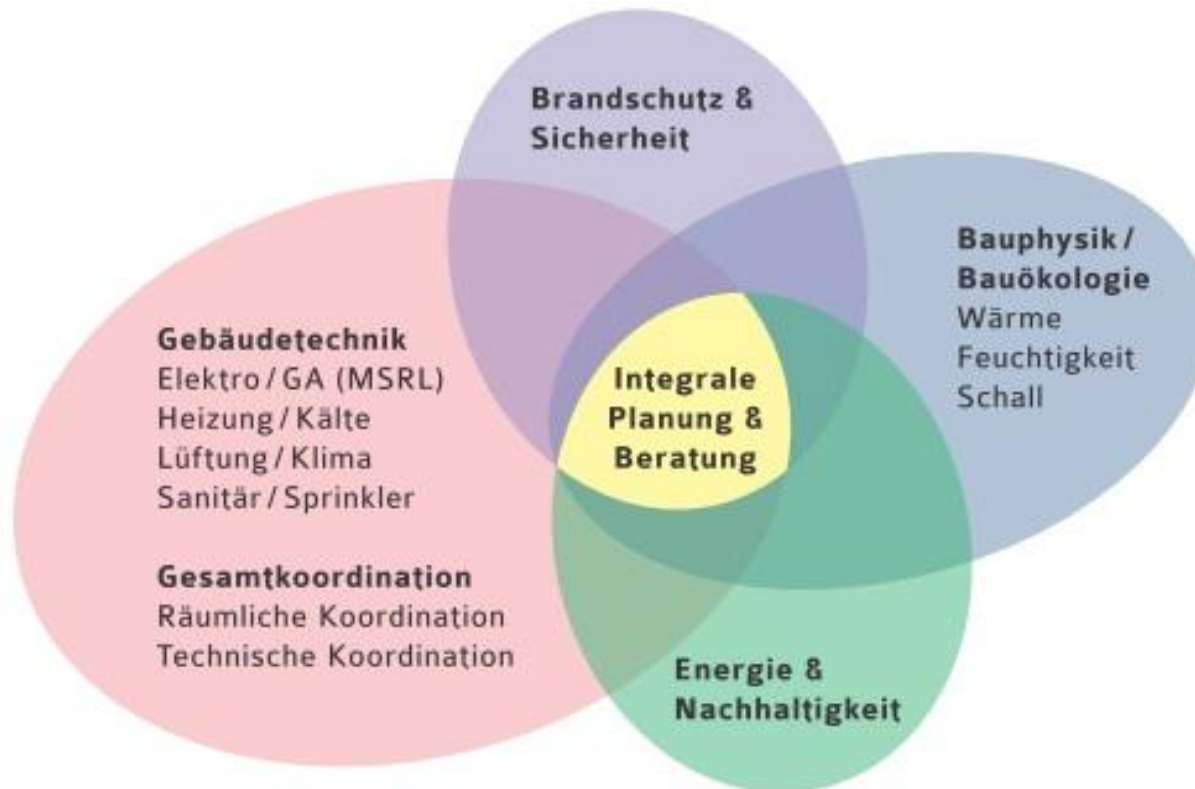
kompetent



modern

UNSERE DIENSTLEISTUNGEN

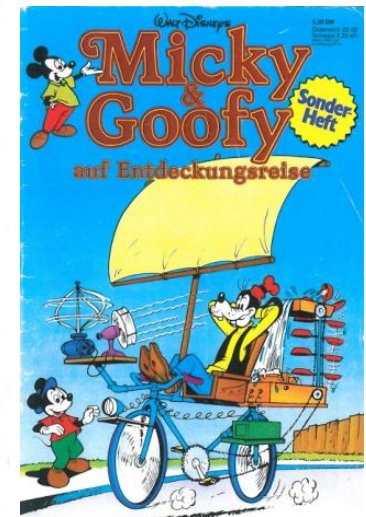
Integrale Planung und Beratung
(Bau – Energie – Mensch – Umwelt)



BESONDERES ANLIEGEN

Dass unsere Anlagen nicht nur gut geplant sind, sondern auch optimal betrieben werden.

Betriebsoptimierung ist nichts Neues, wird aber aus unserer Sicht noch zu wenig konsequent angewendet.



Auszug Sonderheft aus dem Jahr 1979 → vor über 35 Jahren

PRAXISBEISPIELE MONITORING UND EINREGULIERUNG

Michael Benz

- Fachhochschule St. Gallen
- Kalkbreite Genossenschaft
- Tamedia Neubau Areal Werd

Stefan van Velsen

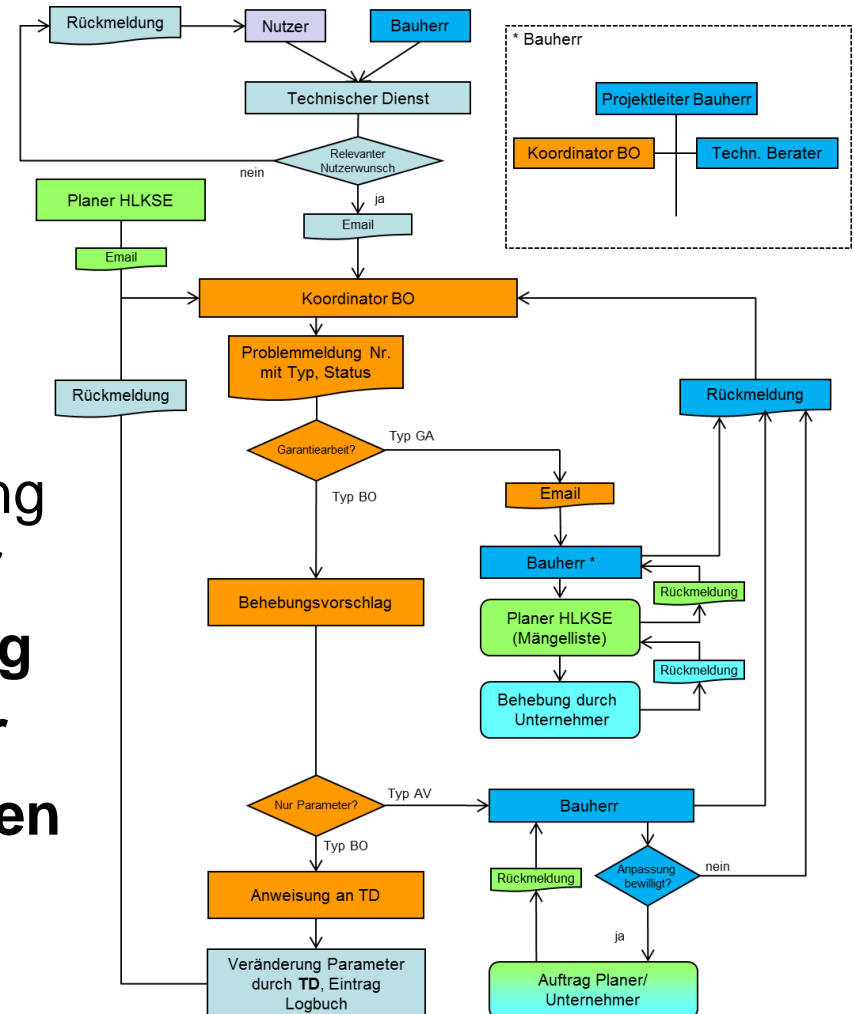
- Wohnüberbauung Rudolfstrasse
- Forum Chriesbach
- Fazit aus Sicht von 3-Plan Haustechnik AG

VORAUSSETZUNG DIE ERFOLGREICHE NACHBETREUUNG

1. Konzept Nachbetreuung

- Umfang definiert
- Klare Verantwortlichkeiten
- Umgang Mängel / Anpassungen
- Klare Informationsflüsse
- Änderungen Parameter Steuerung nur in Absprache mit Koordinator

2. Budget für Anpassungen nötig
 3. MSRL-Unternehmer verfügbar
 4. Regelmässige Status-Sitzungen
 5. Bewusstsein Bauherrschaft
- Gebäudesystem nicht perfekt**



BETRIEBSOPTIMIERUNG AM BEISPIEL FHS ST. GALLEN



Quelle: Dätwyler AG

SPEZIELLES:

- WP Erdsonden / Gas
- Geocooling / Kältemaschinen

PLANUNG (3-PLAN):

- HLK 100% TL

AUFTRAG (3-PLAN):

- 2-jährige Nachbetreuung
- BA/BO

HILFSMITTEL:

- Fernzugriff Leitsystem
- Fernzugriff Messdaten
- 2-jähriges Mandat MSRL-
Unternehmer für BO/BA
- Technisch versierter
technischer Dienst (TD)

ÜBERSICHT FACHHOCHSCHULE ST. GALLEN

Allgemeine Daten:

EBF Schule	12885m ²
EBF Verwaltung	5578m ²
EBF Mensabereich	1221m ²

Energiekennzahlen:

Heizwärmebedarf (Q _{n,eff})	65 MJ/m ² a
Klimakältebedarf	3.65 MJ/m ² a

Heizung:

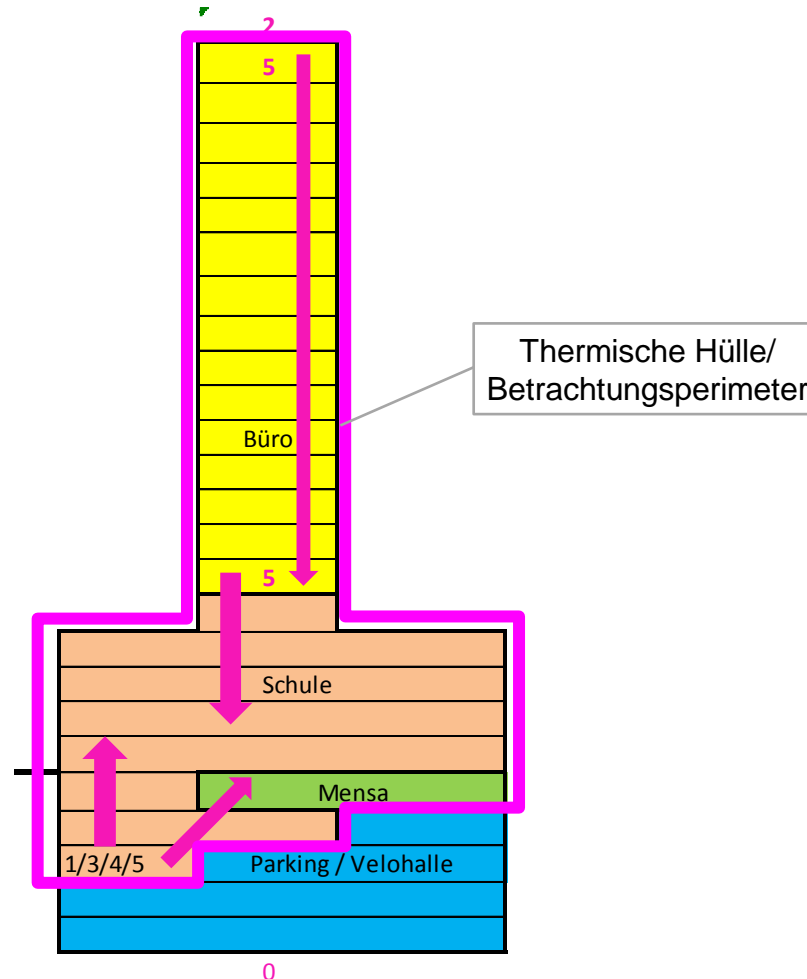
0	30 Erdsonden à 150 m	4'500m
1	Brennwertkessel	540 kW
1	Wärmepumpe	244 kW
1	Energiespeicher	5'000 ltr.

Kälte:

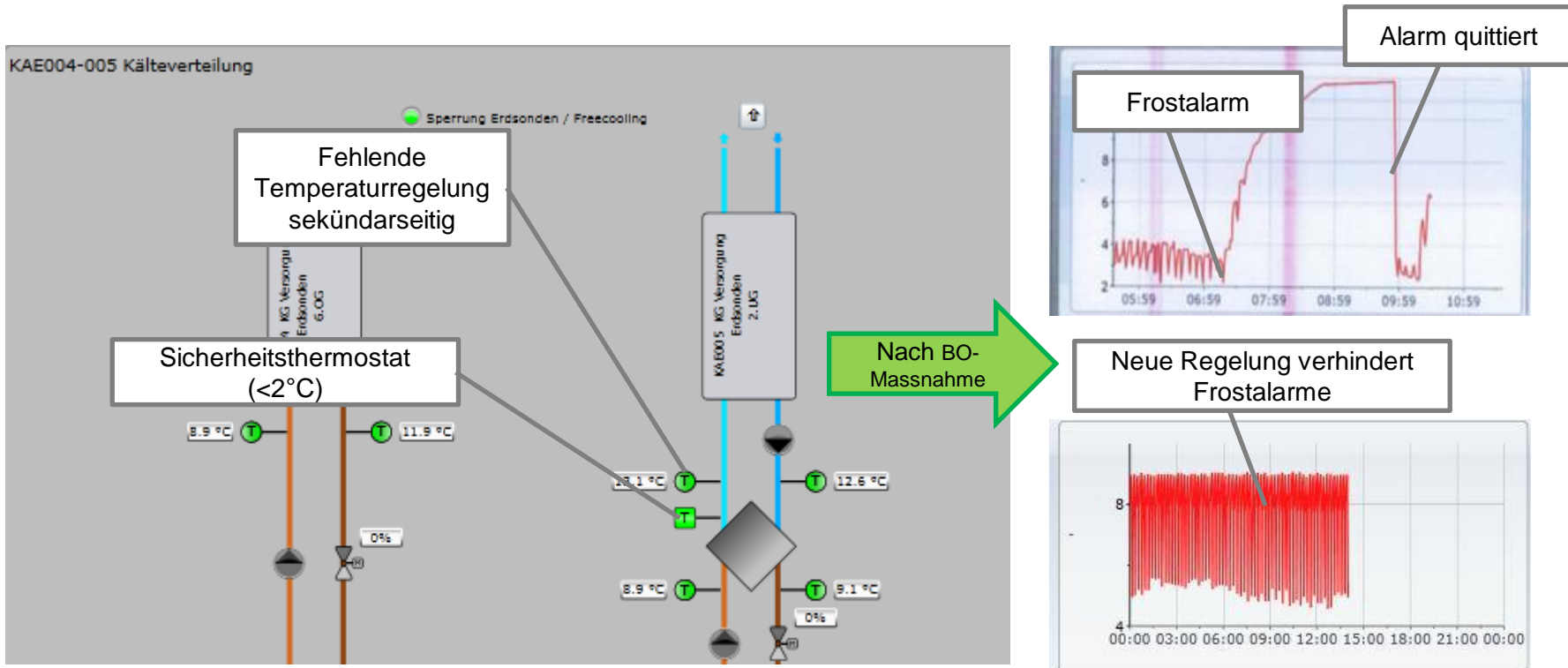
2	Rückkühler	2x 240 kW
3	Kältemaschine 1	400 kW
3	Kältemaschine 2*	60 kW
3	Energiespeicher	5'000 ltr.

Lüftungsanlagen:

4	Zentralen Schule U1-EG	80'000 m ³ /h
5	Zentrale Schule O1-O5	42'000 m ³ /h
6	Zentrale Büro O5-O18	18'000 m ³ /h



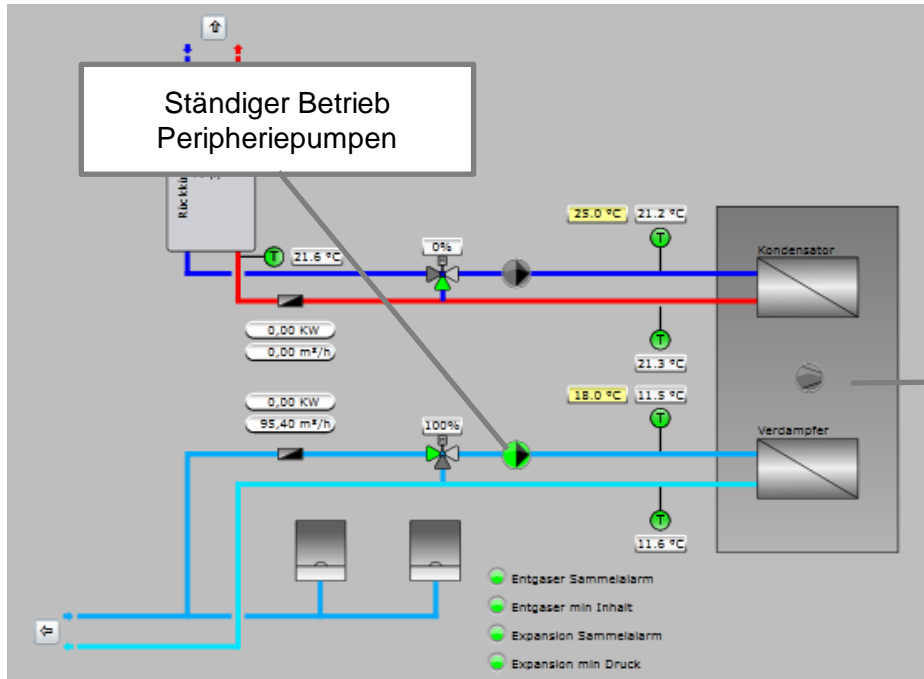
HÄUFIGER KÄLTEMASCHINEN BETRIEB IM WINTER



- Ursache:** Fehlende Temperatur-Regelung führte zu eingeschränktem Geocooling aufgrund von Frostalärmen und ständige Umschaltung auf KM Betrieb im Winter
- Massnahme:** 1. Implementierung Temperatur-Regelung Geocooling
 2. Anhebung Vorlauftemperaturen Kältegruppen (Server / IT-Räume)
- Alarmmeldungen ernst nehmen und Ursache beheben, Monitoring zwingend um solche Anlagen korrekt einzustellen.



UNNÖTIGER BETRIEB PERIPHERIE KÄLTEMASCHINE



Jahresstromverbrauch der Pumpe:
65'000kWh/a

Jahresstromverbrauch der KM:
91'000kWh/a

Herausforderung:
 Modulierende Maschine im
 Speicherbetrieb

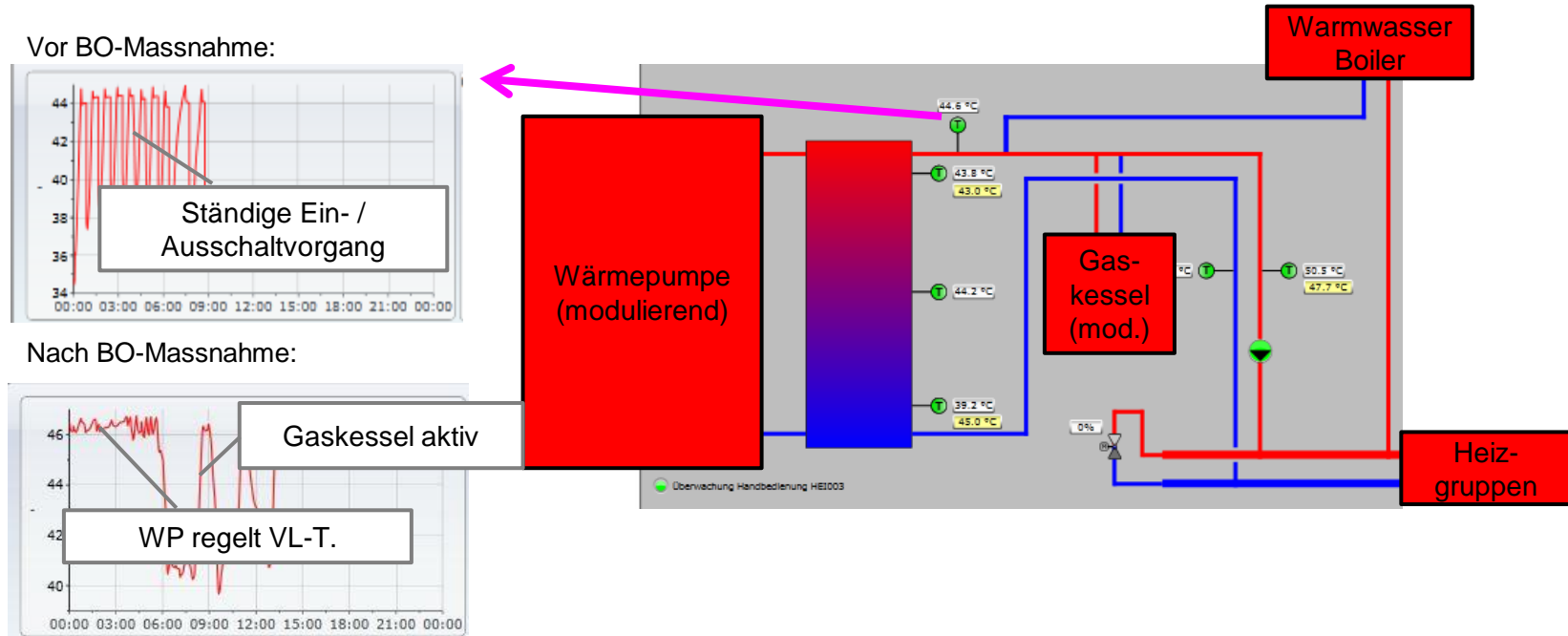
Ursache: Die Verdampferkreispumpe ist ständig aktiv, auch falls kein Kältebedarf besteht (Testbetrieb). Aufgrund Abwärme der Pumpe ständige Speicherladung durch KM

Massnahme: 1. Bedarfsgerechter Betrieb (Nur falls Kälteanforderung / Speicherniveau-Krit.)
 2. Optimierung Speicherladung möglichst Teillastbetrieb (Dauerbetrieb ab AT-Krit.)



Schwierige Schnittstelle zwischen übergeordneter Automation und Anlagensteuerung. Dank Energiemonitoring «Energiefresser» aufdecken.

AUCH IM TEILLASTBETRIEB UNTERSTÜTZUNG GAS



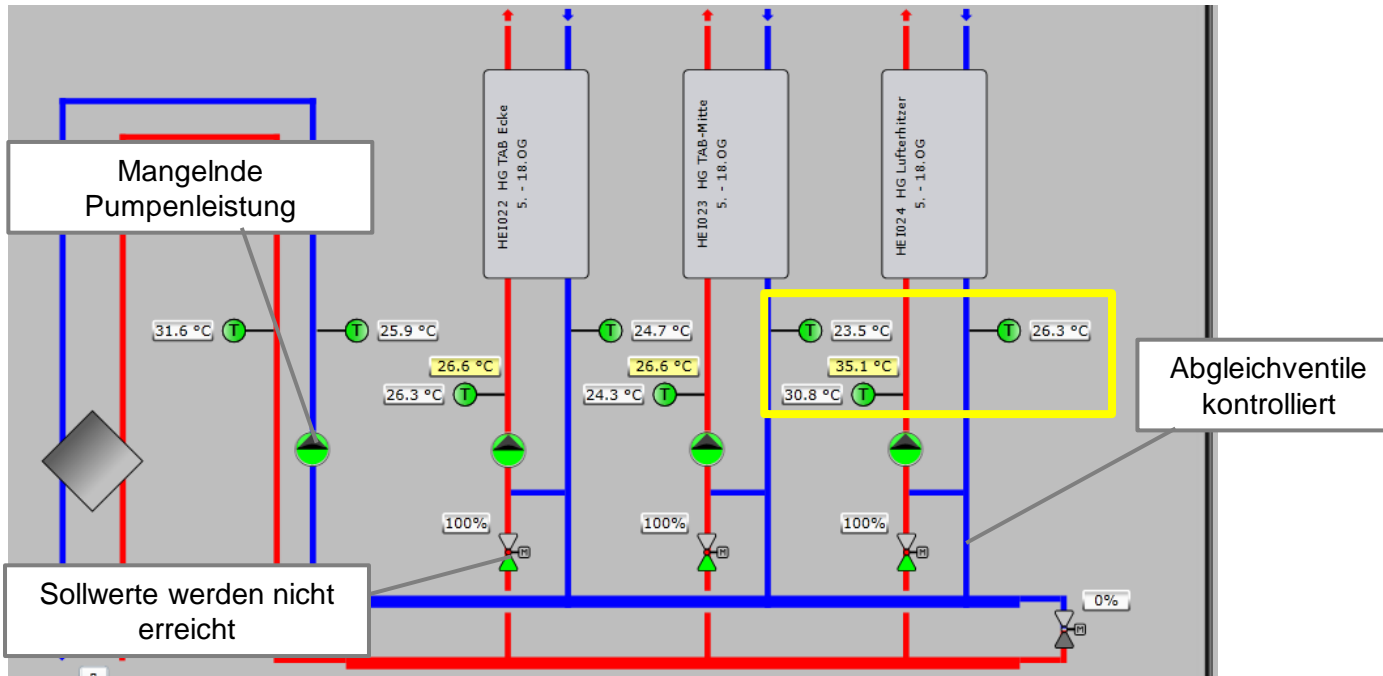
Ursache: Speicherladung mittels Wärmepumpe führte zu Taktbetrieb, wodurch ständig der Gaskessel unterstützen musste, da Hauptvorlauftemperatur kurzzeitig zu tief.

Massnahme: Bei Heizwärmebedarf ständige Bedarfsmeldung an WP, welche die Leistung selber von 25-100% regelt. Gaskessel nur aktiv, falls 1 Heizgruppenventil 100% offen.



Kleine Speicher führen oft zu kurzem Taktbetrieb
 Hybride Erzeugungssysteme benötigen Abstimmungsoptimierung

FEHLENDER HYDRAULISCHER ABGLEICH DER SYSTEME



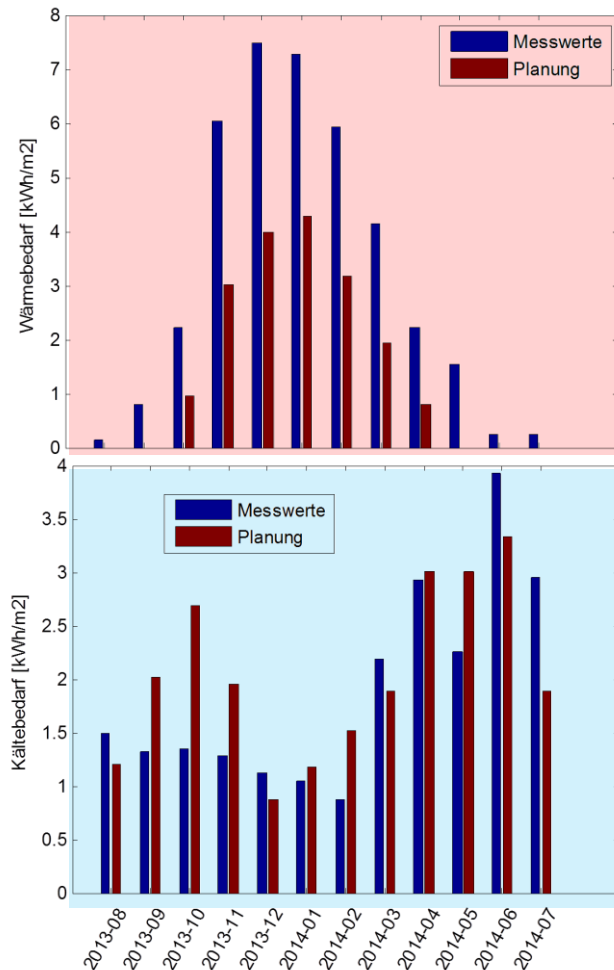
Ursache: Sollwerttemperaturen der Heizungsgruppen werden aufgrund mangelhaftem hydraulischen Abgleichs nicht erreicht , was zu Behaglichkeitsproblemen führte

Massnahme: Korrekte Einstellung der Pumpen / Nachkontrolle der Volumenströme



Werden Sollwerte nicht erreicht, respektive sind Aktuatoren immer zu 100% geöffnet, deutet dies auf hydraulische Probleme der Anlage hin.

WÄRMEBEDARF OFT HÖHER ALS PLANUNGSWERTE



Ursache:

- Höhere Raumtemperaturen (23°C statt 20°C)
- Höhere Aussenluftwechsel / Betriebszeiten Lüftung
- Nicht energieoptimale Storensteuerung (Beschattung im Winter)
- Teilweise gleichzeitiger Kühl- und Heizbetrieb
- Fehlende Heizgrenzen / Dämpfung Aussenlufttemperatur

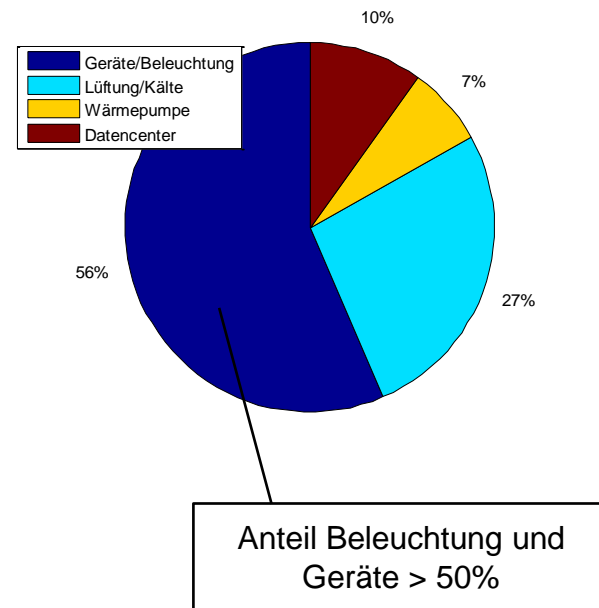
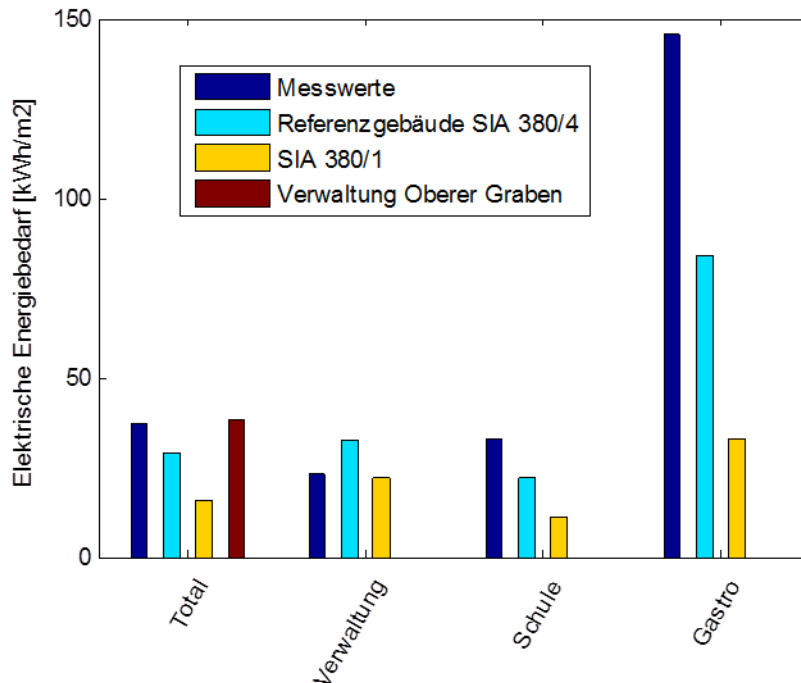
Massnahmen:

- Reduktion Luftwechselraten
- Optimierung Storenfunktion (Neu Winterfunktion)
- Überprüfung Kältebedarf Winter (Sollwerte Technikräume)
- Abschaltung Heizgruppen von Mai-September



Grössere Gebäude zeigen oft gleichzeitigen Kühl- und Heizbetrieb, welcher zu optimieren ist. Heizgrenzen Raumheizung / Lüftung kontrollieren.

ELEKTRISCHER ENERGIEBEDARF VON BETRIEBSEINRICHTUNGEN (SEITENBLICK)



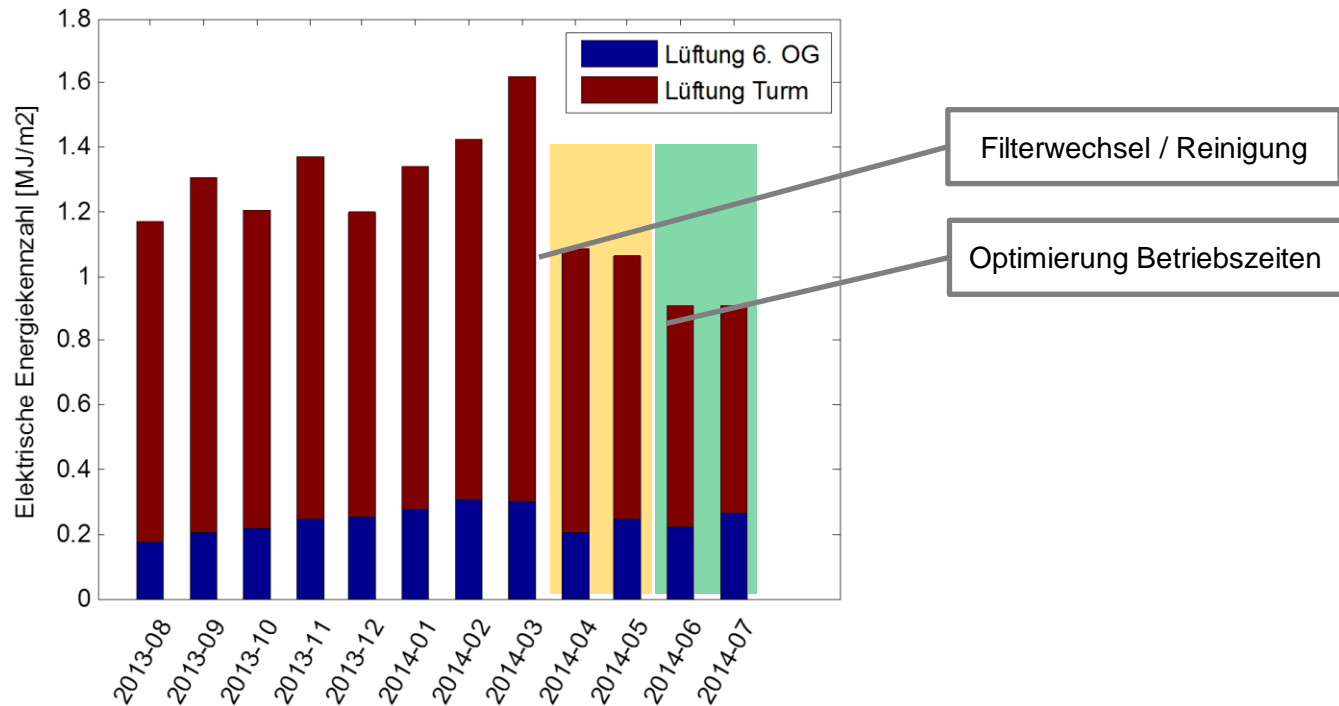
Ursache: Lichtsteuerung (zu hohe Lichtstärken, Programmierung und Nutzerverhalten)
 Ständig laufende Betriebseinrichtungen

Massnahme: Nutzer sensibilisieren / CO₂-Kriterium für Betrieb Lüftungsanlagen



Der Strombedarf für Geräte und Beleuchtung ist oft deutlich höher als geplant. Geschossmähler helfen «Energiefresser» zu finden.

HOHER STROMBEDARF DER LÜFTUNGEN



Ursache: Zu lange Wartungsintervalle verschlechtern Effizienz der Anlagen

Massnahme: Optimieren Betriebszeiten / Wechsel Filtertyp / CO₂-Kriterium für Betrieb



Lüftungsanlagen brauchen relativ viel Energie, ein guter Unterhalt und korrekt eingestellte Betriebsparameter und ein bedarfsgerechter Betrieb müssen zwingend sichergestellt werden

BETRIEBSOPTIMIERUNG AM BEISPIEL KALKBREITE



Quelle: www.hochparterre.ch

SPEZIELLES:

- Minergie® P-Eco
- Grundwasser WP
- 5 dezentrale BWW – WP

PLANUNG (3-PLAN):

- HLK 100% TL
- Automation

AUFTRAG (3-PLAN):

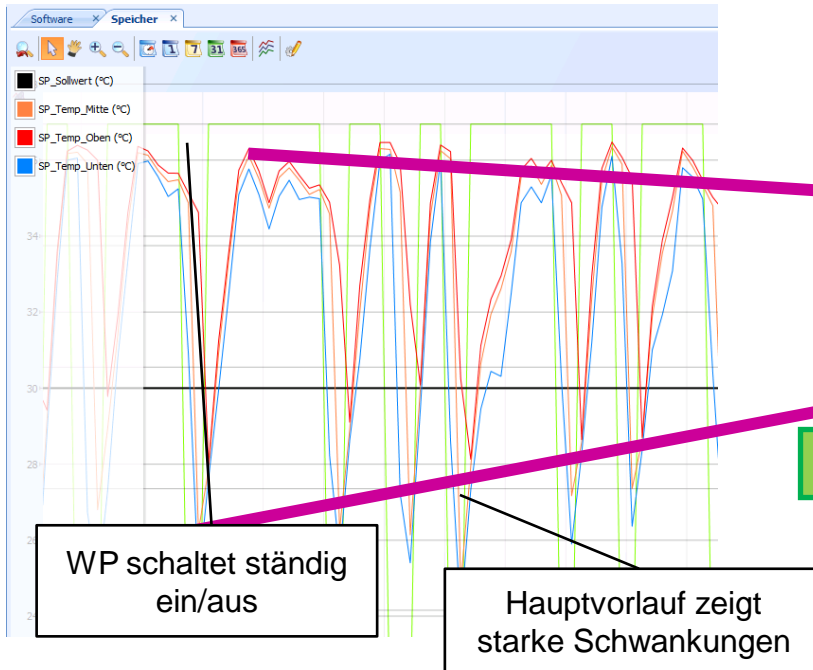
- 2-jährige Nachbetreuung
- BA/BO

HILFSMITTEL:

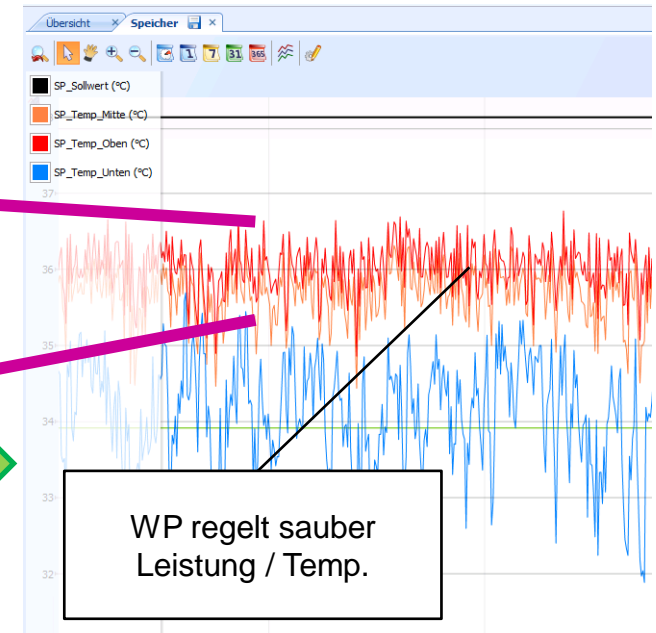
- Fernzugriff Leitsystem
- Monatliche Handablesung Zähler durch TD
- Behaglichkeitsmonitoring durch TD
- Punktuelle Kontrollen

WENIG ROBUSTER TAKTBETRIEB DER WÄRMEPUMPE

Betriebsanalyse:



Erfolgskontrolle:



Nach BO-Massnahme

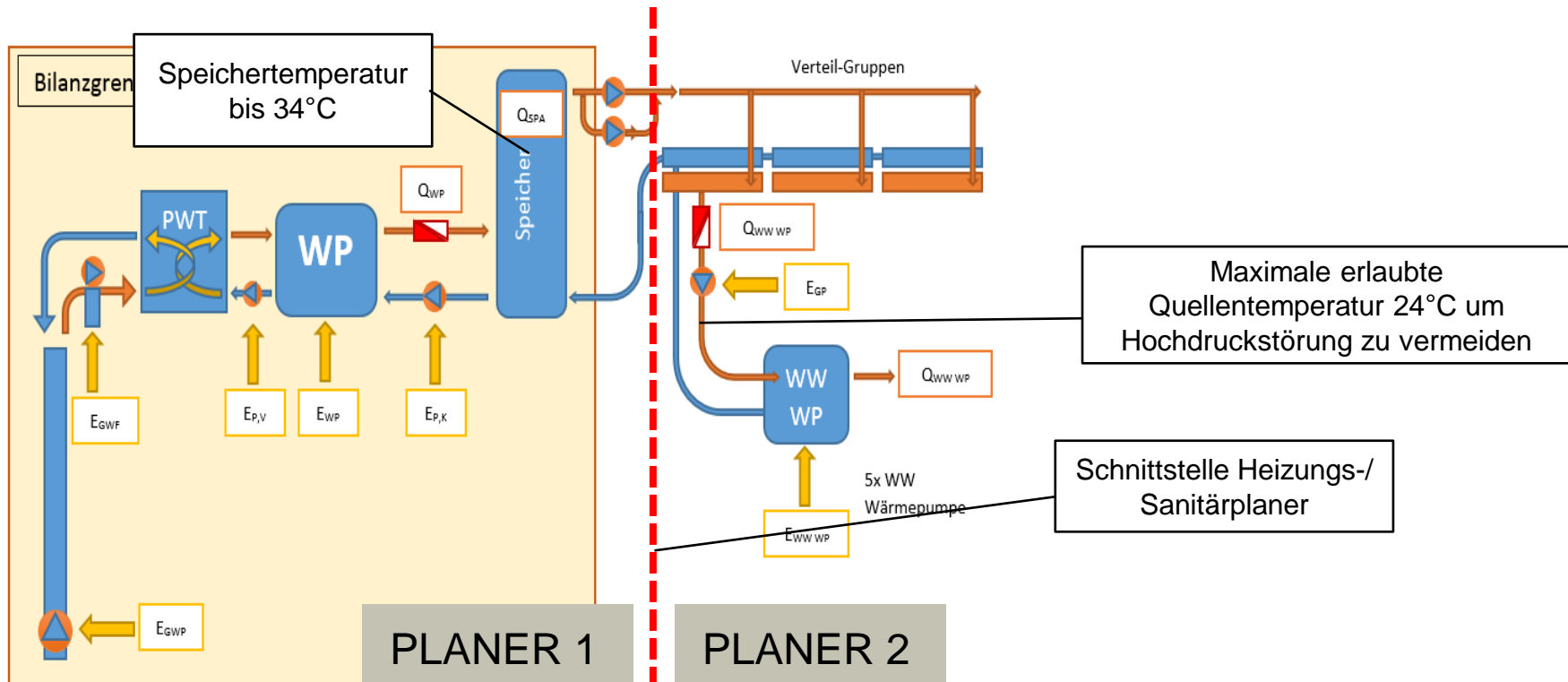
Ursache: Programmierte Speicherladung verursachte unnötigen Taktbetrieb der WP

Massnahme: Bei Heizbedarf (AT-Kriterium) ständige Bedarfsmeldung (Freigabe WP) und Leistungsregulierung durch WP Steuerung



Funktionen werden oft nur für den Auslegungsfall gedacht, dies führt zu wenig effizienten und nicht robusten Teillastbetrieb

STÖRUNGEN DEZENTRALE BWW-WÄRMEPUMPE



- Ursache:** Dezentrale Warmwasser-WP zeigt dauernd Hochdruck an.
- Massnahme:** Herabmischung der primärseitigen Eintrittstemperatur der Warmwasser-WP, ineffizienter Betrieb aber notwendig zur Sicherstellung der BWW-Versorgung
- Schwierige Schnittstelle zwischen Heizungs- und Sanitärplaner
- Es braucht klare Temperaturvorgaben / Volumenströme und korrekte Auslegung

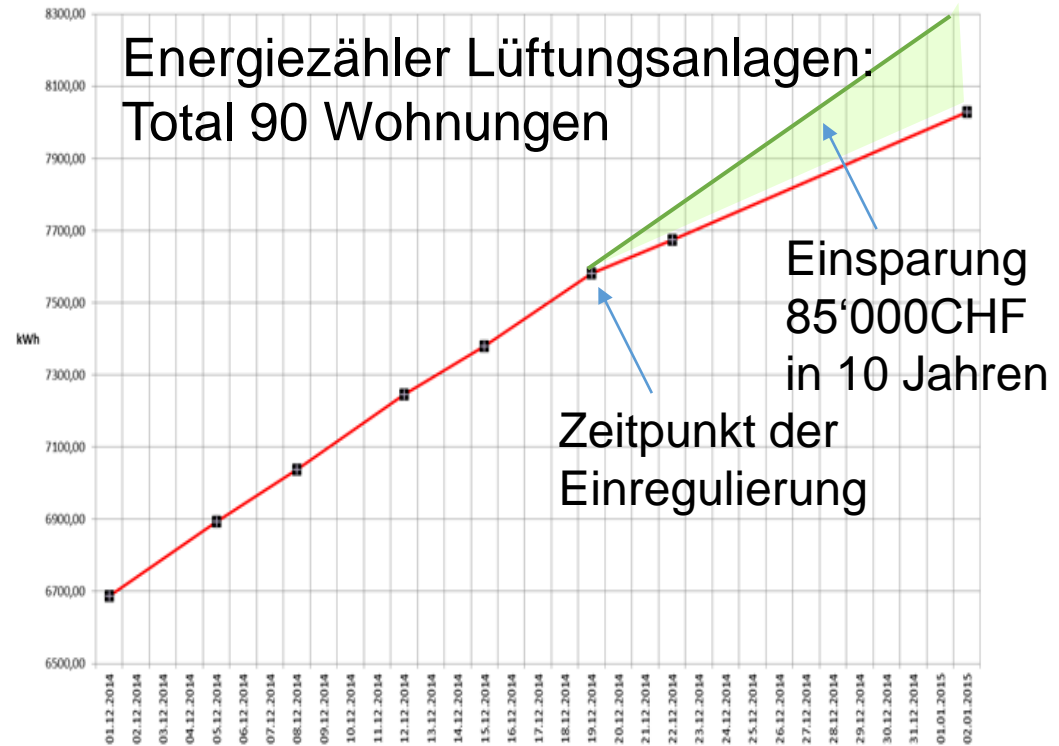
HOHER STROMBEDARF LÜFTUNGSANLAGEN

Betriebsanalyse:

Soll	150 Pa	ZUL/ABL
Ist GLS	306 Pa	ZUL
Ist GLS	360 Pa	ABL

Nach Massnahme:

Ist :	165 Pa	ZUL/ABL
-------	--------	---------



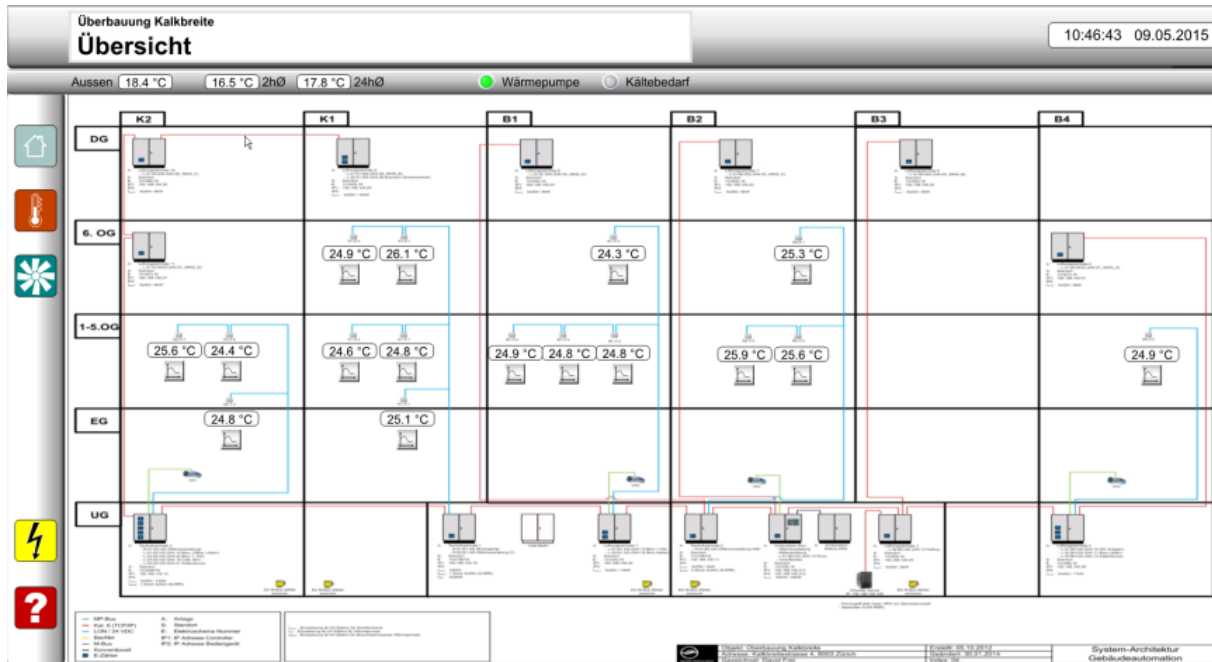
Ursache: Vordruck der Lüftungsanlagen ist durch Unternehmer zu hoch eingestellt

Massnahme: 1. Druckregulierung programmiert
 2. Vordruck zurückgefahren bis erster KVS-Regler voll geöffnet ist.



Anlagen werden oft unkontrolliert eingestellt und nicht auf die effektive Auslegung angepasst.

UNNÖTIGER HEIZBETRIEB IM SOMMER



Aus Kostengründen sind die Raumthermostaten weggekürzt worden, da die Vorlauftemperatur unterhalb von 30°C liegt, ist dies gesetzlich möglich.

- Ursache:** Trotz hohen Raumlufthtemperaturen, wird in kalten Nächten geheizt, aufgrund fehlender Thermostaten in den Wohnungen
- Massnahme:** 1. Kalendarische Funktion stellt Heizung im Sommer komplett ab
 2. Heizgrenzen soweit als möglich gesenkt. Hohe Dämpfung eingestellt (48h).
- ➔ Um unnötigen Heizbetrieb in der Automatik zu vermeiden, ist für das Ein/Aus-Kriterium ein 24h...96h Mittelwert für die Aussentemperatur verwenden

BETRIEBSOPTIMIERUNG AM BEISPIEL TAMEDIA



SPEZIELLES:

- Intermediate Space (kaskadierte Lüftung)
- Grundwasser WP
- Grundwasser-Kühlung

PLANUNG (3-PLAN):

- HLKSE 100% TL
- Energie
- Behaglichkeitssimulation

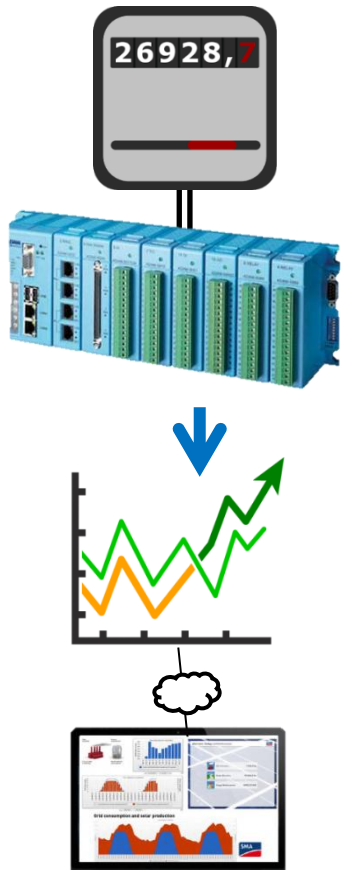
AUFTRAG (3-PLAN):

- 2-jährige Nachbetreuung
- BA/BO

HILFSMITTEL:

- Leitsystem ohne Fernzugriff
- Behaglichkeitsmonitoring durch TD

KNACKNÜSSE DER BETRIEBSOPTIMIERUNG UND NACHBETREUUNG: AUFZEICHNUNGEN ENERGIEDATEN

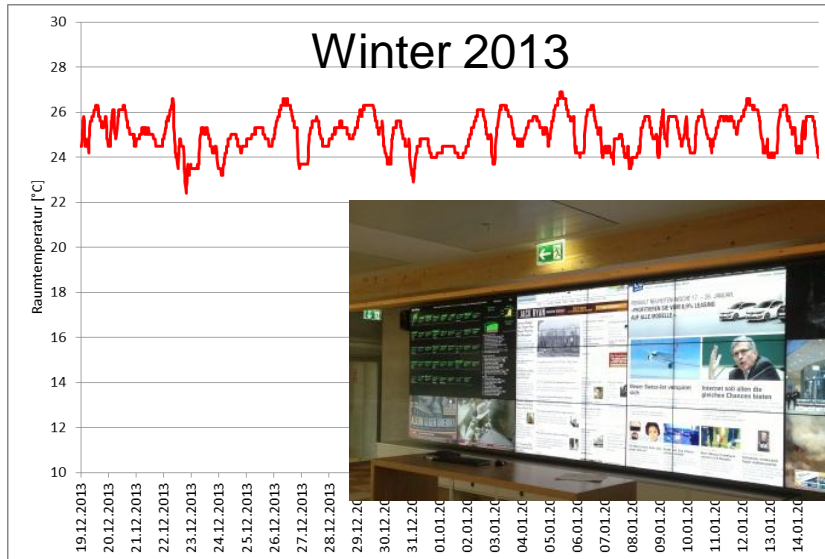


- **Feldebene:**
 - Zähler sind vorhanden
 - Zähler sind korrekt eingestellt und in Betrieb genommen
 - Zähler liefern plausible Daten
- **Automationsebene:**
 - Zähler sind auf Automationsebene aufgeschaltet
 - Zähler sind korrekt adressiert
 - Ausleseintervall korrekt eingestellt
- **Leitebene:**
 - Die Messdaten werden aufgezeichnet und langfristig gespeichert
- **Analyse:**
 - Die Messdaten lassen sich mit geringem Aufwand auslesen
 - Die Daten sind vollständig, und enthalten keine fehlerhaften Daten
 - Die Daten sind bereits gemäss Messschema zusammengefasst.

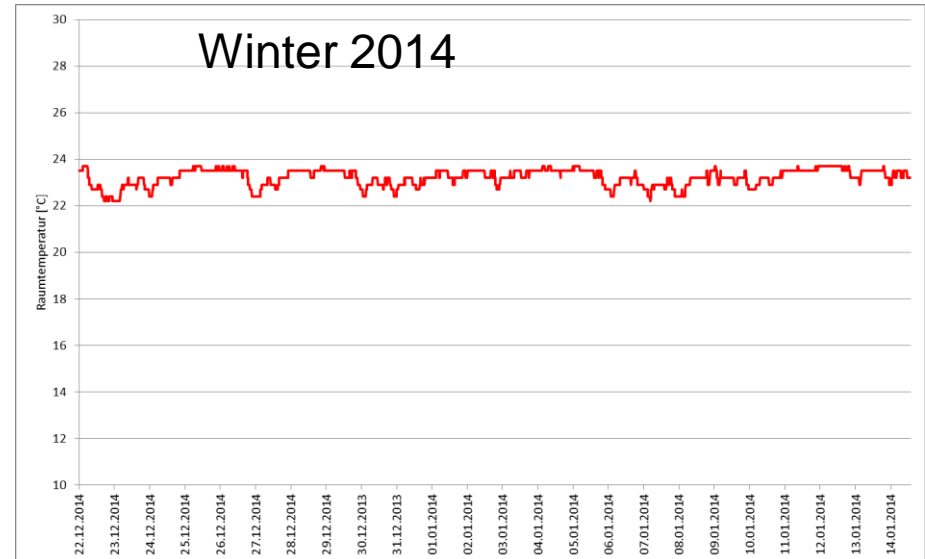
➔ MSRL-Ausschreibung oft zu wenig griffig

NUTZUNGSÄNDERUNGEN IM BETRIEB (SEITENBLICK)

Raum mit hohen internen Lasten:



Raumtemperaturen nach Installation Kühlsystem:



- Ursache:** Installation Videowand und eingeschränkte Klimatisierungsmöglichkeiten aufgrund 2-Leiter- statt 4-Leiter-System (Kostensparmassnahme)
- Massnahme:** Hohe interne Lasten mittels Videowand-Kühlung direkt abführen / Umprogrammierung der Einzelraumregelung mit dem Ziel ineffizienten und unnötigen Betrieb zu vermeiden und ein automatisierte Regelung sicherzustellen
- ➔ Gezielte Nachrüstungen vornehmen zur Verbesserung Komfort / Effizienz. Nutzungsänderungen können grossen Einfluss auf Energiebedarf haben.

BEISPIEL WOHNÜBERBAUUNG RUDOLFSTRASSE



SPEZIELLES:

- Grundwasser WP / Gas
- Dezentrale Unterstationen
Warmwasserspeicher
- Solare Unterstützung (BWW)

PLANUNG (3-PLAN):

- HLKSE 100% TL
- Automation

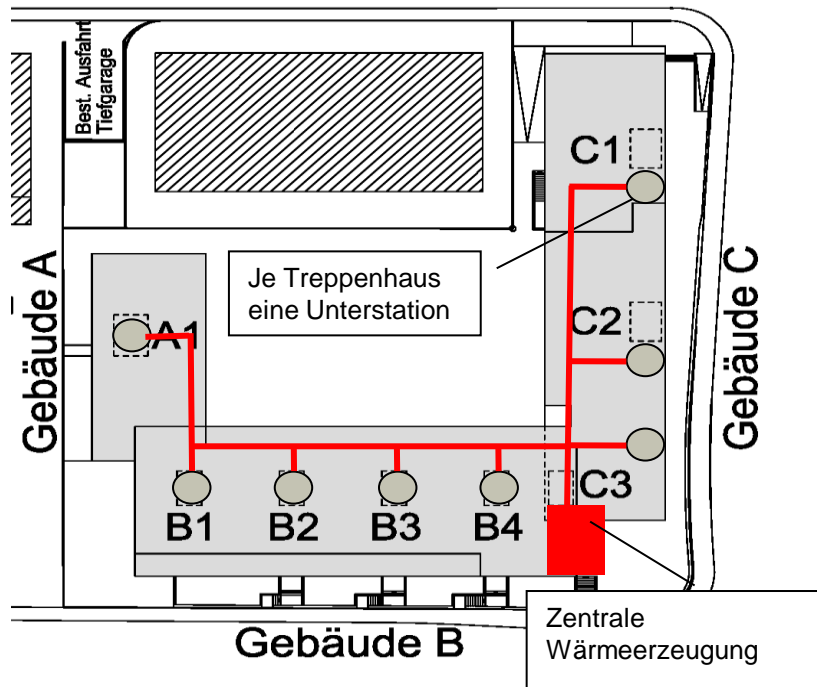
AUFTRAG (3-PLAN):

- 3-jährige Nachbetreuung
- BA/BO

HILFSMITTEL:

- Vor-Ort-Bedienung
- Monatliche Handablesung
- Siemens EMC (nachträgl.)

GERINGER SOLARER BEITRAG ZUR WW-ERZEUGUNG



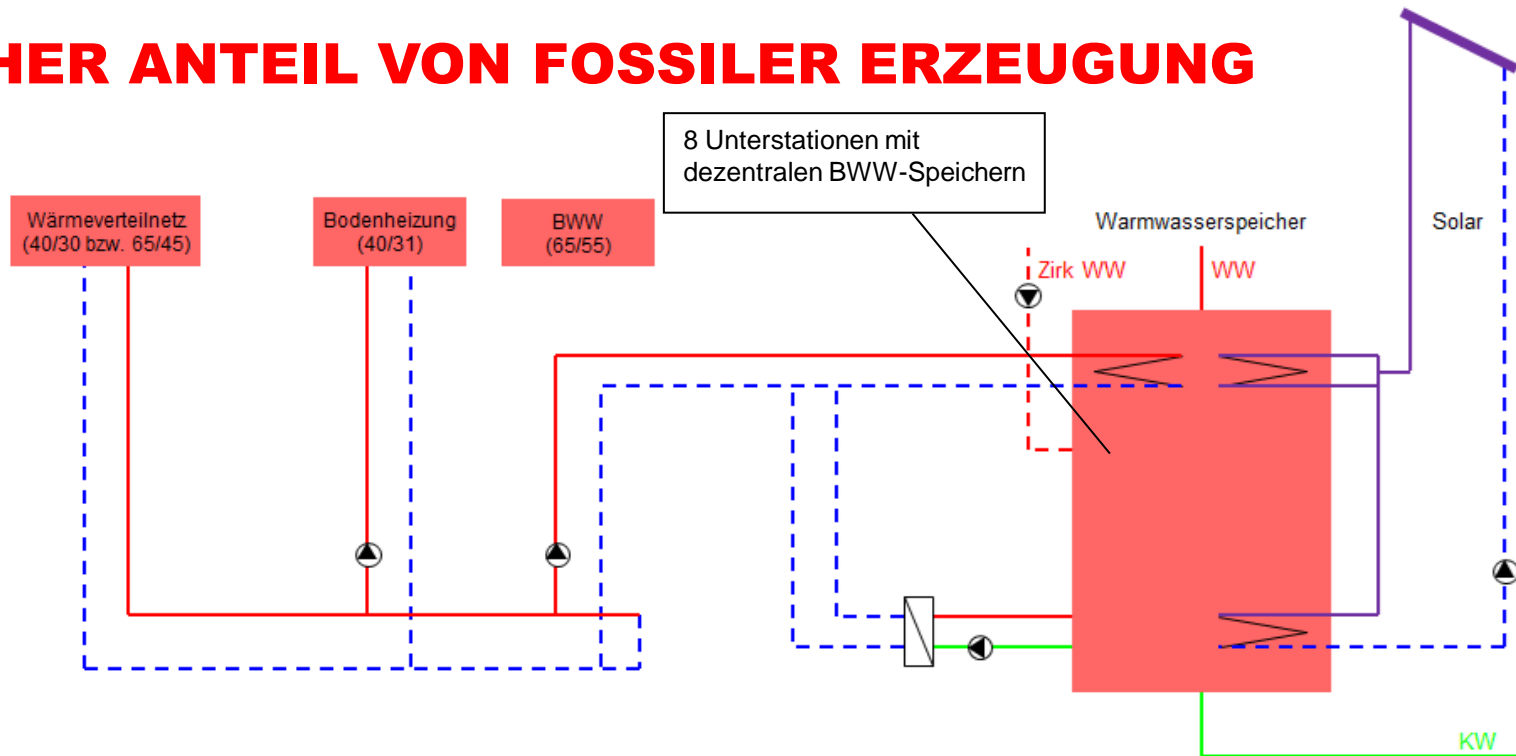
Ursache: 1 defekter Solarfühler => 1 Solarladung deaktiviert => Zwangsladung in allen 8 Unterstationen mit WP / Gas und dadurch in allen 8 US weniger Solarertrag

Massnahme: Defekter Fühler ersetzt



Alarmierung, Monitoring, Trending, Energiebilanz zur Aufdeckung von Mängeln respektive Störungen

HOHER ANTEIL VON FOSSILER ERZEUGUNG



Ursache: Falsche Programmierung der BWW – Speicherladung => Warmwasserladung nur durch Gaskessel

Massnahme: 1. Speicherladung neu zuerst durch WP (Stufenladung)
2. Optimierung Parameter Speicherladung zur Erhöhung solarer Deckungsgrad



Präzise Funktionsbeschreibungen sind notwendige Grundlage für Umsetzung MSRL

STÖRUNGEN WP / HOHER STROMVERBRAUCH GRUNDWASSER PUMPE



Sehr hoher Strombedarf der Grundwasserpumpe und tiefe JAZ Wärmepumpe

Ursache: Regelung Grundwasserpumpe nicht abgestimmt mit WP-Regelung. Langer Vor- und Nachlauf, teilweise Freigabe WP ohne Betrieb Grundwasserpumpe.

Massnahme: Programmierfehler in übergeordneter Automation behoben
Zusätzliche Kommunikationsleitung installiert (Betriebsmeldung Verdichter)



Hoher Strombedarf für Pumpe (zwingend FU vorsehen)

ERFOLGE DER BETRIEBSOPTIMIERUNG

	2012/13	2013/14
Netto zugeführte Energie		
Erdgas	384.4 MWh	345.9 MWh
Strom WP	82.8 MWh	75.3 MWh
Strom GWP	15.9 MWh	10.5 MWh
Kollektorertrag (147.5m2 Apertur)	52.2 MWh	63.8 MWh
Nutzwärme		
Heizung	455 MWh	375 MWh
Warmwasser	217 MWh	209 MWh



Der Strombedarf für die Grundwasserpumpe verringerte sich um einen Drittel. Der Solarertrag fiel um 22% höher aus. Dabei blieb der Warmwasserbedarf praktisch unverändert und der Heizwärmebedarf verringerte sich um 18%.

FORUM CHRIESBACH / EAWAG DÜBENDORF



SPEZIELLES:

- Nur Notheizung, keine
eigentliche Wärmeabgabe
- Lüftung mit Erdregister
- Keine Kühlung

PLANUNG (3-PLAN):

- HLKS 100% TL
- Energie
- Behaglichkeitssimulation

AUFTRAG 3-PLAN:

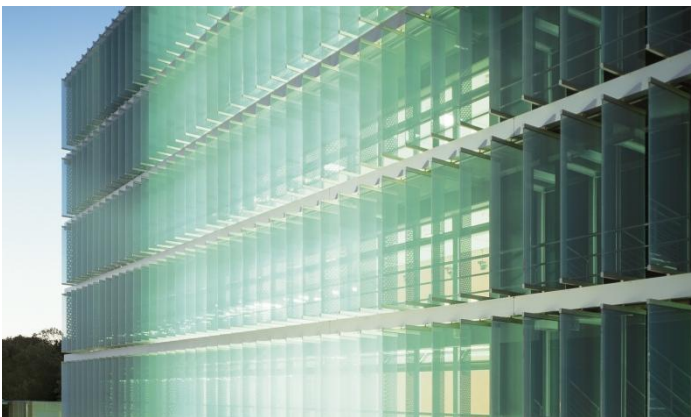
- 2-jährige Nachbetreuung
- BA/BO

HILFSMITTEL:

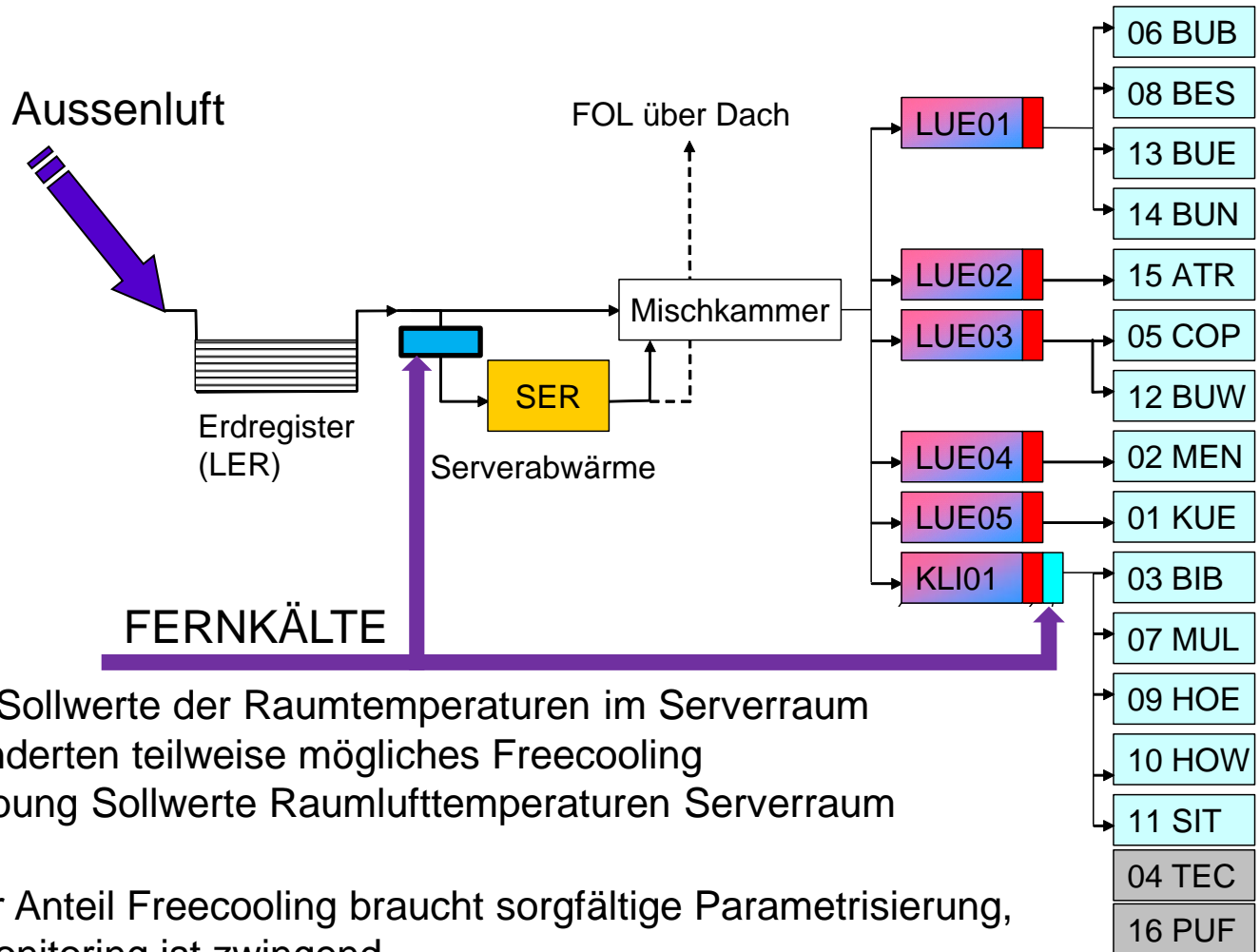
- Fernzugriff Leitsystem
- Automatisierte Messdaten-
Aufzeichnung

KURZBESCHRIEB GEBÄUDE

- Arbeitsplätze für ca. 150 Mitarbeiter
- Besprechungs- und Sitzungsräume
- Seminarräume und Vortragssaal
- Grosszügige Bibliothek
- Räume für Empfang und Administration
- Ausstellungshalle für Eawag und Empa
- Grosse Mehrzweck- und Ausstellfläche
- Zentraler Serverraum 16 – 25kW



OPTIMIERUNG FREECOOLING



Ursache: Tiefe Sollwerte der Raumtemperaturen im Serverraum verminderten teilweise mögliches Freecooling

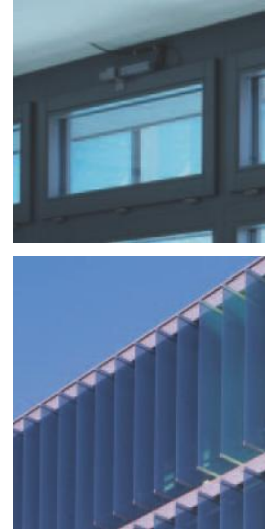
Massnahme: Anhebung Sollwerte Raumlufttemperaturen Serverraum



Hoher Anteil Freecooling braucht sorgfältige Parametrisierung, ein Monitoring ist zwingend.

ERFOLGE DER BETRIEBSOPTIMIERUNG

- Optimierung **Freecooling** Serverraum
- Optimierung Stromverbrauch **Feststellmotoren** der Nachtauskühlungsklappen (20'000 kWh/a = 1/3 PV)
- Optimierung **Laufzeiten** und Betrieb der Lüftungsanlagen
- Optimierung Lamellensteuerung und **Tageslichtsituation**
- Optimierung **Beleuchtungssteuerung**



→ Nettoendenergieeinsparung ca.	40'000 kWh/a
resp. ca.	8'000.- pro Jahr

FAZIT AUS SICHT VON 3-PLAN HAUSTECHNIK AG

Es braucht bei komplexen Gebäudesystemen eine zweijährige Einregulierungs- und Optimierungsphase



Konzept für Betriebsanalyse und –optimierung bereits im Bauprojekt beauftragen. (Anforderung Instrumentierung, Visualisierung, Trends, Inhalt Nachbetreuung, etc.)



Auftrag Planer für Nachbetreuung (HLKS + MSRL) bereits im Baubudget vorsehen

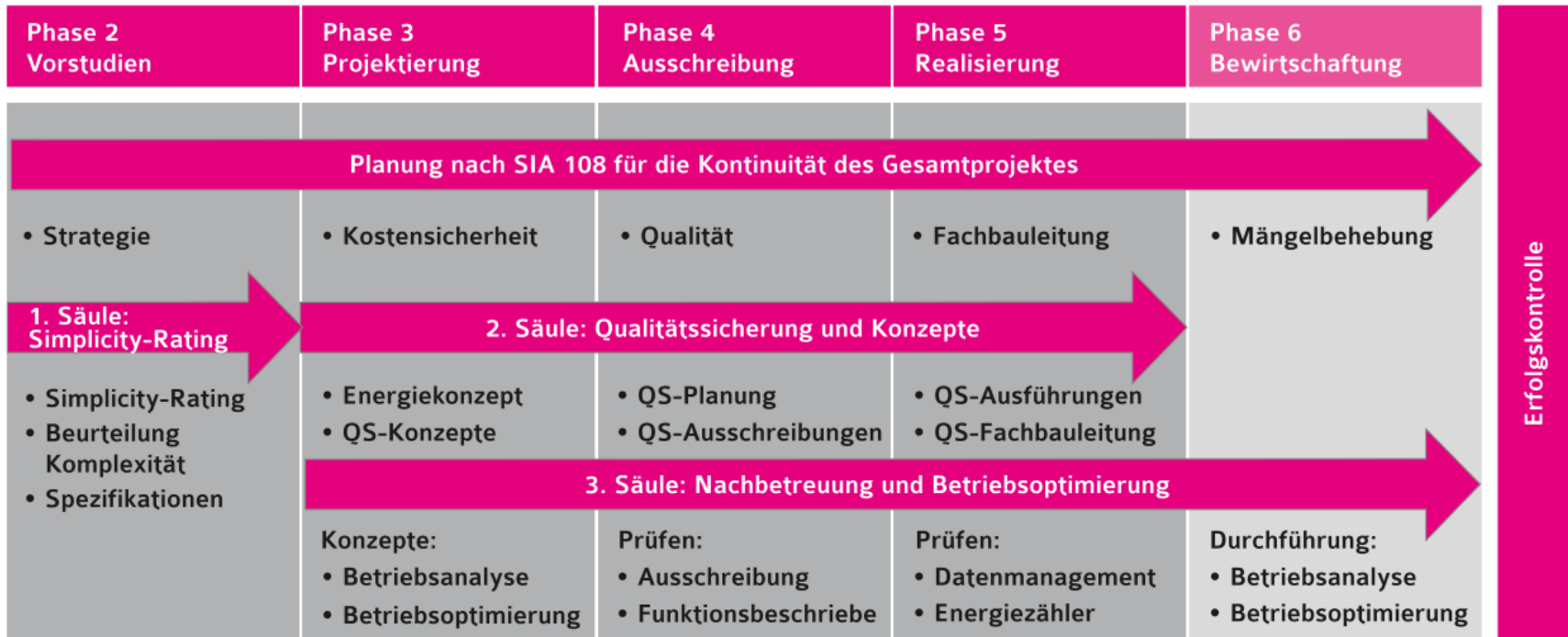


Auftrag MSRL für Nachbetreuung während zweijähriger Ausschreibung bereits in Ausschreibung Gebäudeautomation vorsehen

Erzielbare Erfolge:

- Erhöhung Behaglichkeit für die Nutzer dank schnellen Anpassungen
- Reduktion Energiebedarf
- Entdecken von Mängeln / Programmierfehler, welche bei der Abnahme unerkannt blieben
- Bedarfsgerechter und zuverlässiger Betrieb der Anlagen

WIE KÖNNEN WIR DEN BETRIEB BEREITS IN DER PLANUNG BERÜCKSICHTIGEN?



➔ Mit dem BA-/BO-Konzept werden bereits in der frühen Planung die Anforderungen an die spätere Nachbetreuung und Betriebsoptimierung definiert.

Wichtig: Wartungsfreundliche Anlagen reduzieren LCC massiv

SERVICE MAILING «IHR GEBÄUDE ÜBER DEN GESAMTEN LEBENSZYKLUS IM GRIFF HABEN»



WIR DANKEN UNSEREN SPONSOREN:



SPONSOR APÉRO:



Für Sie im Element.

