

Aufbereitung & Darstellung der relevanten Daten für die Betreiber und BO-Fachperson mit Hilfe der Gebäudeautomation

Andreas Schweizer



dipl. Masch.-Ing. HTL / STV

Th. Baumgartner & Partner AG
Ingenieurbüro für

Gesamtberatung, Planung
und Betriebsoptimierung im
Bereich Bau und technischer
Gebäudeausrüstung

Bettlistrasse 35
CH-8600 Dübendorf

as.baumgartner-partner@bluewin.ch

Inhalt

Meine Leitsätze zur Betriebsoptimierung

Ausgangspunkt sind die Anlageunterlagen

Welche Messdaten für welche Aussagen

Visualisierung als mächtiges Werkzeug einsetzen

Einstellmöglichkeiten für Optimierung nutzen

Zusammenfassung

Meine Leitsätze zur Betriebsoptimierung

1. BO-Jahr:

- Einfahren Anlagensysteme
- Fehler beheben
- Sicherstellung Komfort
- Beratung Betreiber & Verbesserung GA-Bilder

2. BO-Jahr:

- Optimierung Effizienz und Komfort
- automatischer Betrieb für alle Jahreszeiten
- Beratung Betreiber

Danach:

- Begleitung Betrieb mit zyklischen Kontrollen



Betriebsoptimierung

Ziele:

- Komfort in allen Jahreszeiten
- optimale Energieeffizienz
- Betreiber kennt die Anlagen und weiss die GA zu nutzen

Bedingt Zusammenarbeit:

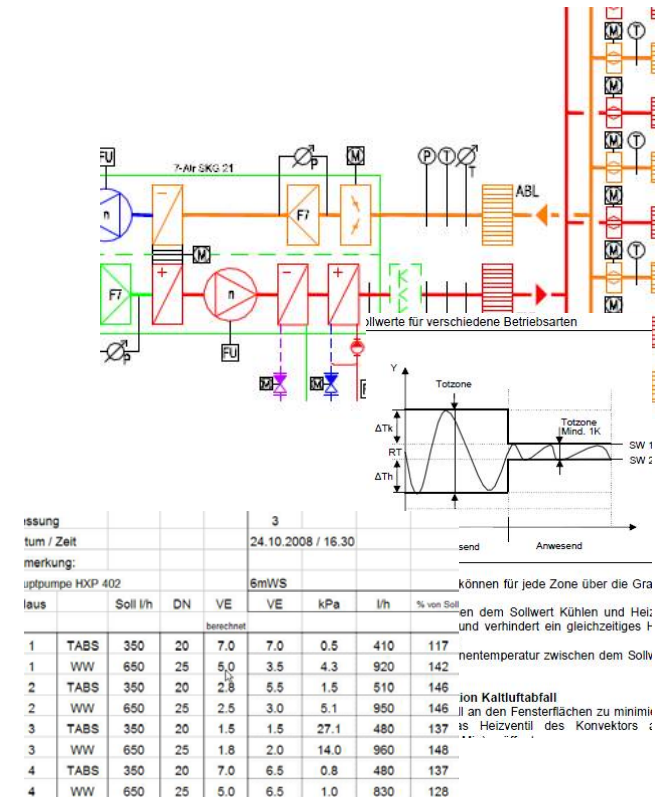
- Betreiber
- BO-Fachperson
- Gebäudeautomatiker

Ausgangspunkt sind die Anlageunterlagen

Nur mit der Kenntnis über die Anlagentechnik, den Funktionen und das entworfene Zusammenspiel kann eine Betriebsoptimierung durchgeführt werden.

Notwendige Anlageunterlagen sind:

- Schemas & Anlagedaten
- Pläne, z.B. Luftverteilung & Zusatzkühlung
- Anlage- und Funktionsbeschreibungen (vom Planer und / oder GA-Unternehmer)
- Aktuelle Einstellwerte & Nutzung Gebäude
- Protokolle Einregulierung Hydraulik und Luftmengen/Verteilung (Voraussetzung!)



Daten fürs Energiecontrolling: Monatswerte

Nutzer	Schemabezeichnung	Dienstag 01. Feb		Mittwoch 02. Feb		Donnerstag 03. Feb		Freitag 04. Feb		Samstag 05. Feb		Sonntag 06. Feb		Montag 07. Feb
		Niedertarif [kWh]	Hochtarif [kWh]	Niedertarif [kWh]	Hochtarif [kWh]	Niedertarif [kWh]	Hochtarif [kWh]	Niedertarif [kWh]	Hochtarif [kWh]	Niedertarif [kWh]	Hochtarif [kWh]	Niedertarif [kWh]	Hochtarif [kWh]	Niedertarif [kWh]
24 Hauptverteilung Parkgarage	PG01_U124_E01_219U1	0	6970	0	7047.5	0	7381.5	0	6599	0	4733	0	3145	0
24 Hauptverteilung HV	PG_U124_E01_240P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 Hauptverteilung Mensa	PG_U124_E01_250P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 Hauptverteilung Mensa	PG_U124_E01_260P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 Hauptverteilung Mensa	PG_U124_E01_270P2	63	131	71	132	69	170	43	63	55	22	64	0	32
24 Hauptverteilung Mensa	PG_U124_E01_280P2	24	113	24	113	24	116	24	109	23	6	20	0	23
24 Hauptverteilung Mensa	PG_U124_E01_210P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 Hauptverteilung Mensa	PG_U124_E01_220P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 Hauptverteilung Mensa	PG_U124_E01_230P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 Hauptverteilung Mensa	PG_U124_E01_232P2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
24 Hauptverteilung Mensa	PG_U124_E01_234P2	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0
24 Hauptverteilung Mensa	PG_U124_E01_236P2	2	10	2	10	2	9	2	10	2	1	2	0	2
Differenz Hauptza/Unterzähler														
24 Hauptverteilung Mensa	PG_U124_E01_150P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 Hauptverteilung Mensa	PG_U124_E01_250P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 Hauptverteilung Mensa	PG_U124_E01_210P4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 Hauptverteilung Mensa	DU_U112_E01_215P4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61 Hauptgebäude	HG_U161_E01_150P4	7	0	7	0	7	0	5	0	2	0	2	0	5
61 Hauptgebäude	HG_U161_E01_210P4	28	0	28	0	30	0	26	0	23	0	14	0	27
61 Hauptgebäude	HG_U305_E01_150P4	2	0	1	0	1	0	2	0	1	0	1	0	1
61 Hauptgebäude	DU_U108_E01_210P4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Differenz Hauptza/Unterzähler														
05 Aula	AU_U108_E01_210P4	2	0	1	0	4	0	5	0	7	0	5	0	5
61 Hauptgebäude	VA_U131_E01_140P3	#WERT!	0	#WERT!	0	#WERT!	0	#WERT!	0	#WERT!	0	#WERT!	0	#WERT!
61 Hauptgebäude	VA_U131_E01_108P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04 Mensa	ME_U304_E01_230P4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04 Mensa	ME_U304_E01_150P4	#WERT!	0	#WERT!	0	#WERT!	0	#WERT!	0	#WERT!	0	#WERT!	0	#WERT!
04 Mensa	ME_U304_E01_210P4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04 Mensa	ME_U304_E01_220P4	-1876	0	-1943	0	-9212194	0	1359	0	0	0	0	0	0
04 Mensa	ME_U304_E01_204P2	304	0	13	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0
04 Mensa	ME_U304_E01_204P4	931	0	1314	0	1075	0	739	0	0	0	0	0	0
30 Sporthalle	SP_U130_E01_210P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30 Sporthalle	SP_U130_E01_215P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30 Sporthalle	SP_U130_E01_220P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

In dieser Form ist keine Auswertung möglich

Info Betriebsoptimierer:

„Riesen Datenfriedhof. Der Betreiber weiss nicht, was er mit all diesen Daten anfangen soll. Ein Messkonzept HLK gibt es leider nicht“.

z.B.

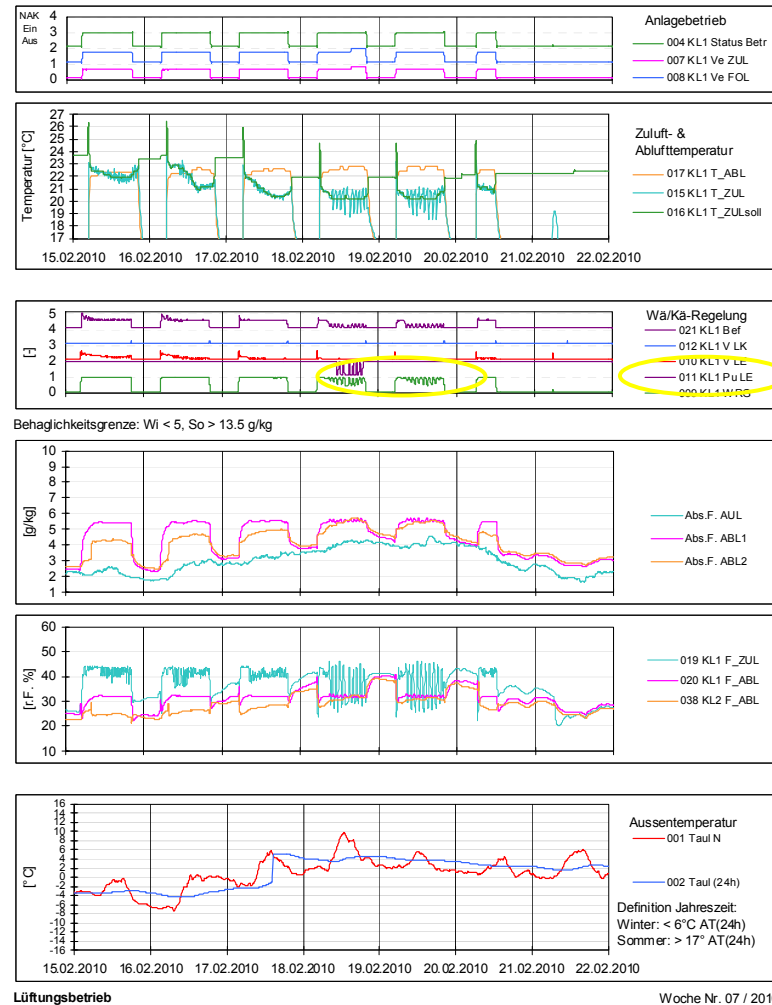
- Aufteilung des Energieverbrauchs auf die verschiedenen Gewerke
- Energiestatistik, Verbrauchsentwicklung
- Erfolgskontrolle von Massnahmen (Reporting ans Management, Zielvereinbarung)

Tipps:

- Konzept Energiecontrolling & Auswertung anbieten
- Ausschreibung GA: Monatswerte in eine Excel-Datei schreiben lassen (eine neue Linie pro Monat)

Daten für die Funktionsüberprüfung: 10-Min Werte

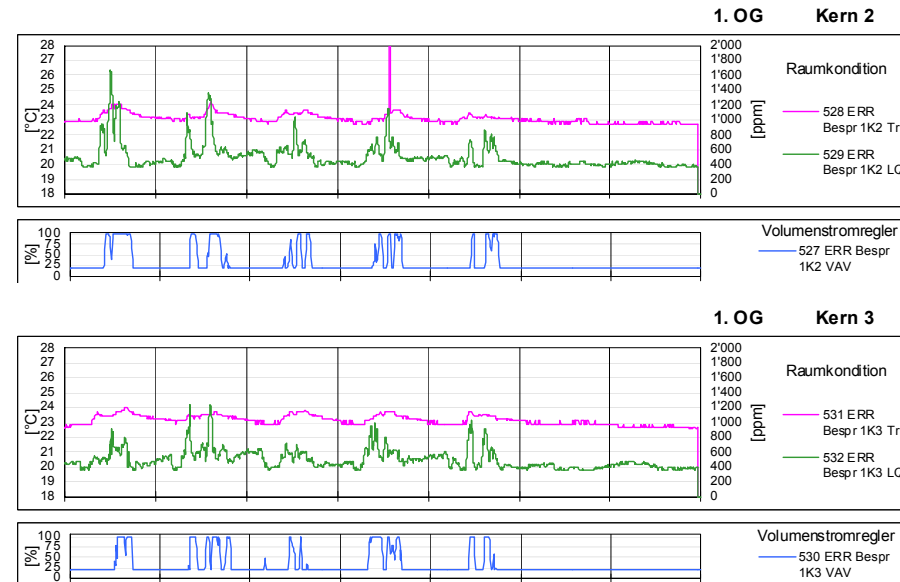
Bürolüftungsanlage KL01 (Aussenzone)



Beispiel mit Lüftungsdaten im Wochenüberblick (Auswertung mit Excel)

Feststellungen in dieser Woche:

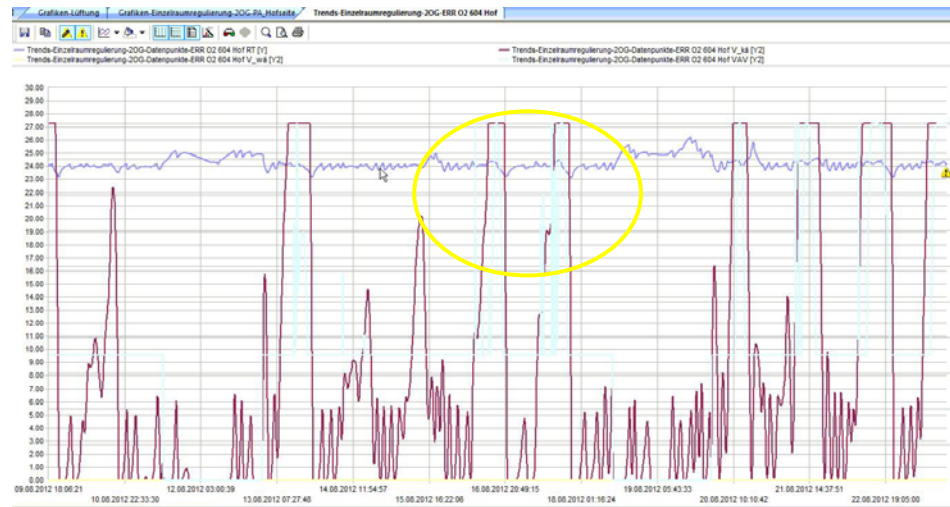
- WRG darf bei Befeuchtung nicht regeln: dauernd n = 100%
- LE-Pumpe ist auch ausserhalb der Betriebszeit eingeschaltet:
- dauernde Einschaltung bei tiefen Aussentemperatur minimieren
- VAV-Regelung Besprechungszimmer ist OK



Tipps:

- Ausschreibung GA: Trending der gewünschten Datenpunkte und Format für die separate Ablage festhalten
- Trends übereinander legen, um die Zusammenhänge erkennen zu können

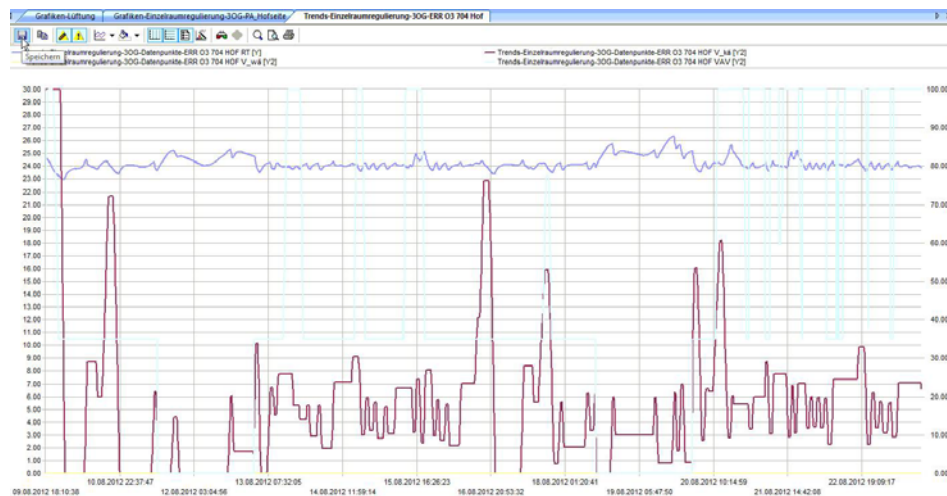
Daten für die Prüfung der Funktionen und Regelung



mit Trendgrafiken (2s – 10 Min)

Beispiel Raumregler für Deckenkühlung

Kühldecken-Regler ist mit einer zu grossen Verstärkung eingestellt: Der „Luftzug durch die starke Deckenstrahlung und Schwankungen der Raumtemperatur wird bemängelt.“



Optimierter Kühldecken-Regler in einem vergleichbaren Grossraum über die gleiche Zeit: keine Beschwerden mehr.

Danach wurden für alle Räume diese Regler-Einstellung übertragen.

Tipp:

- Feste Trends einrichten, welche über Schalter direkt auf der Bildeoberfläche aufgerufen werden können (in der Ausschreibung auflisten)

Am Anfang eines Messkonzepts sollte immer die Frage stehen: was will ich mit den Messungen Aussagen bzw. überprüfen

Erfolgskontrolle Wärmeverbund Überbauung Dreieck Zürich

Messstellenliste Energiezentrale

Legende:

- T Trendmessung (Stundenwerte)
- Z Zählwerte (Aufsummierung / Tagesmittelw.)
- B T und Z
- M Manuelle Ablesung (wöchentlich)

D:\Archiv\Projekte\9714 Dreieck\MESSST.XLS

Bezeichnung Leitsyst. oder Schema	Gemessene Grösse (H=Betriebsstunden, E=Elektro, G=Gas, O=Heizöl, T=Temperaturen, WZ=Wärme, S=Startimpulse)	erfassung		Messung notwendig für Aussage....											Bemerkungen
		ZLS History	ZLS Tagesw.	4/8	4/7	1/2	2/3	1/2	4/4	5/5	14/8	1/1			
WZ1	WZ Produktion WP Heizung	✓	✓	Z	Z								Z	T	
WZ2	WZ Wärmebez. Heizung	✓	✓			Z	B						Z	T	
WZ3	WZ Prod. WP Unterkühlung	✓	✓	Z	Z								Z	T	
WZ4	WZ Prod. WP Sanitär	✓	✓	Z	Z								Z	T	
WZ5	WZ Prod. WP Zirkulation	✓	✓	Z	Z								Z	T	
	E Verbrauch WP		✓	Z	Z										Verbrauch in Hoch- und Niedertarif aufgeschlüsseln
	E Verbrauch WP Zirk. 1+2		✓	Z	Z										Verbrauch in Hoch- und Niedertarif aufgeschlüsseln
	E Verbrauch Hilfsbetr.		✓	Z	Z										Verbrauch in Hoch- und Niedertarif aufgeschlüsseln
T48	T Aussenlufttemperatur		✓	Z		Z	B	B							Für Zählwert --> Tagesmitteltemperatur
T14	T Rücklauf Heizung		✓	✓				B							Für Zählwert --> Tagesmitteltemperatur
	H/S WP Verdichter 1		✓	✓						Z			T		
	H/S WP Verdichter 2		✓	✓						Z			T		

Relevante Daten welche (immer noch) vernachlässigt werden

Wärmezähler (Leistung, Durchfluss, Temperaturen):

- Kältemaschine sowie Freecooling
- Produktion Wärmeerzeugung
- Verbrauchszähler für Abrechnung und Kontrolle der Energieströme
- Produktion Warmwasser
- Verbrauch Zirkulation (bei grossen Anlagen)

Rückmeldungen

- Volumenstromregler (wenn möglich gleich in m³/h)
- Rückmeldung nicht zugänglicher Ventile oder bei weit verzweigten Anlagen

Virtuelle Datenpunkte

- Betriebsarten (Freigabe H, K)
- Berechnete Jahreszeit (So, Wi, Übergang)
- Freigaben für WW, H, FC, KM

Stellwerte

- Leistungsbegrenzung Kältemaschine
- Externe Sollwert-Vorgabe an Kältemaschine und Rückkühler
- Winterbetrieb mit reduzierten Luftmengen

Elektrozähler (Leistung, Durchfluss, Temperaturen):

- Kältemaschine (inkl. Rückkühler)
- Lüftungsanlagen (Schaltschrank)
- HK-Verteilung oder Gesamtzentrale
- Gebäudezähler

Temperaturen & Feuchte & Luftqualität

- Raumtemperaturen (genügend viele!)
- Aussenklima
- Abluftfeuchte Raumlüftung
- Luftqualitätsfühler bei unregelmässiger Nutzung

Tipps:

- Alle Feldgeräte sind mit dem HLK-Schema festzulegen, dabei muss klar sein, wie die Anlagensysteme später funktionieren und zusammenspielen müssen
- Zähler mit Bus-Anbindung verlangen, damit alle Informationen genutzt werden können
- Genügend Rauminformationen vorgeben, sonst ist keine Bedarfsregelung, Kontrolle und Optimierung möglich
- Anlageregime mit Jahreszeiten festlegen, welche über eine gemittelte Aussentemperatur gebildet wird (24h-MW)

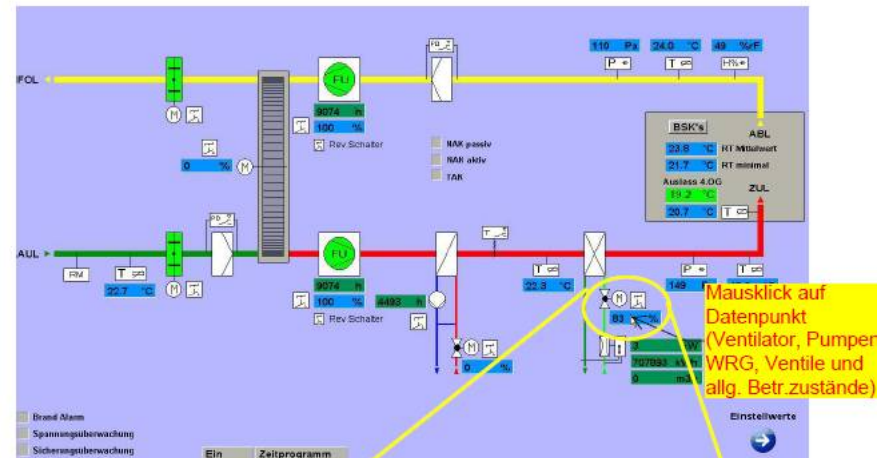
Visualisierung als mächtiges Werkzeug einsetzen

- ❖ Bis vor ein paar Jahren war die Leitsystembilder nur für den Betreiber zugänglich. Heute sind diese mit Fernzugriff für alle Beteiligten erreichbar. Dieses mächtige Werkzeug vereinfacht und erweitert die Möglichkeiten der Betriebsoptimierung.
- ❖ Das Bilder und deren Funktionen werden aber noch nicht effektiv genutzt. Ein paar Vorschläge sind auf den nächsten Seiten dargestellt.
- ❖ Die Software für das Trending, Auswerten und Rückmeldung des Anlagebetriebs sind vielfach noch nicht ausgereift.
- ❖ Die Vorgaben für die Leitsystembilder mit der Ausschreibung und Ausführung einzubringen wäre notwendig, ist aber schwierig, weil der HLK-Fachplaner die Möglichkeiten nicht kennt und der Gebäudeautomatiker mit den HLK-Gewerke und die Sicht des Betreibers nicht genügend vertraut ist. Übergeordnete Experten sind gefragt.

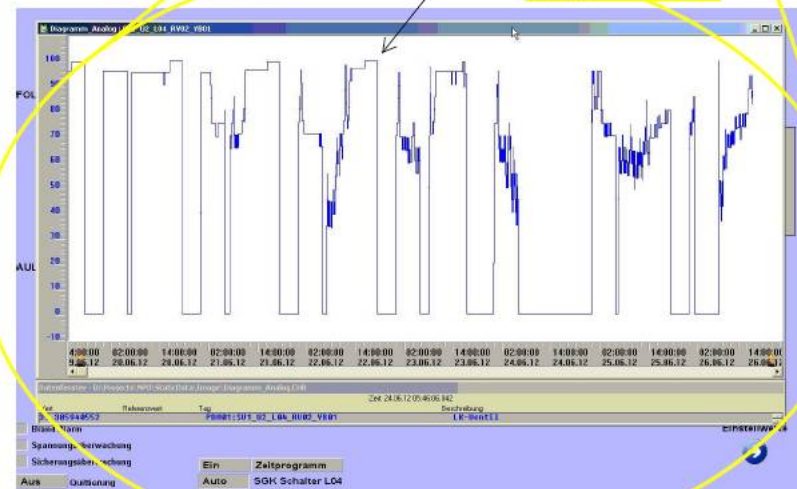
Visualisierung

Tipp 1: Trending aller Datenpunkte

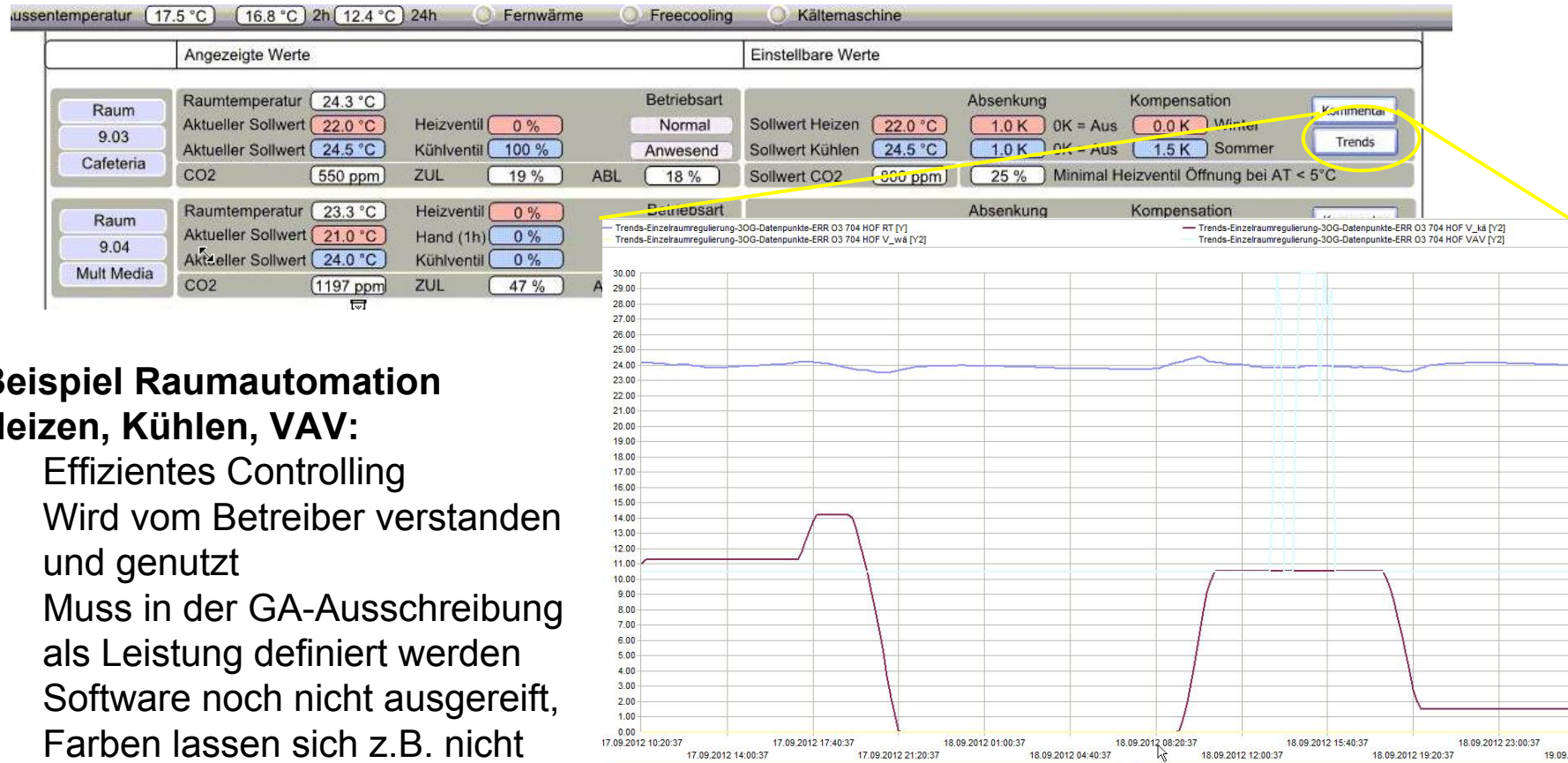
- Trendgrafiken pro Datenpunkt ermöglichen eine einfache und schnelle Kontrolle des Betriebs
- Wird vom Betreiber verstanden und genutzt
- Neue GA-Systeme weisen diese Funktionen auf



Trend öffnet sich, Grafik zeigt den Betrieb der letzten 2-3 Wochen, zusätzlich kann der Bereich eingegrenzt werden



Visualisierung **Tipp 2: Definierte Trends erstellen**

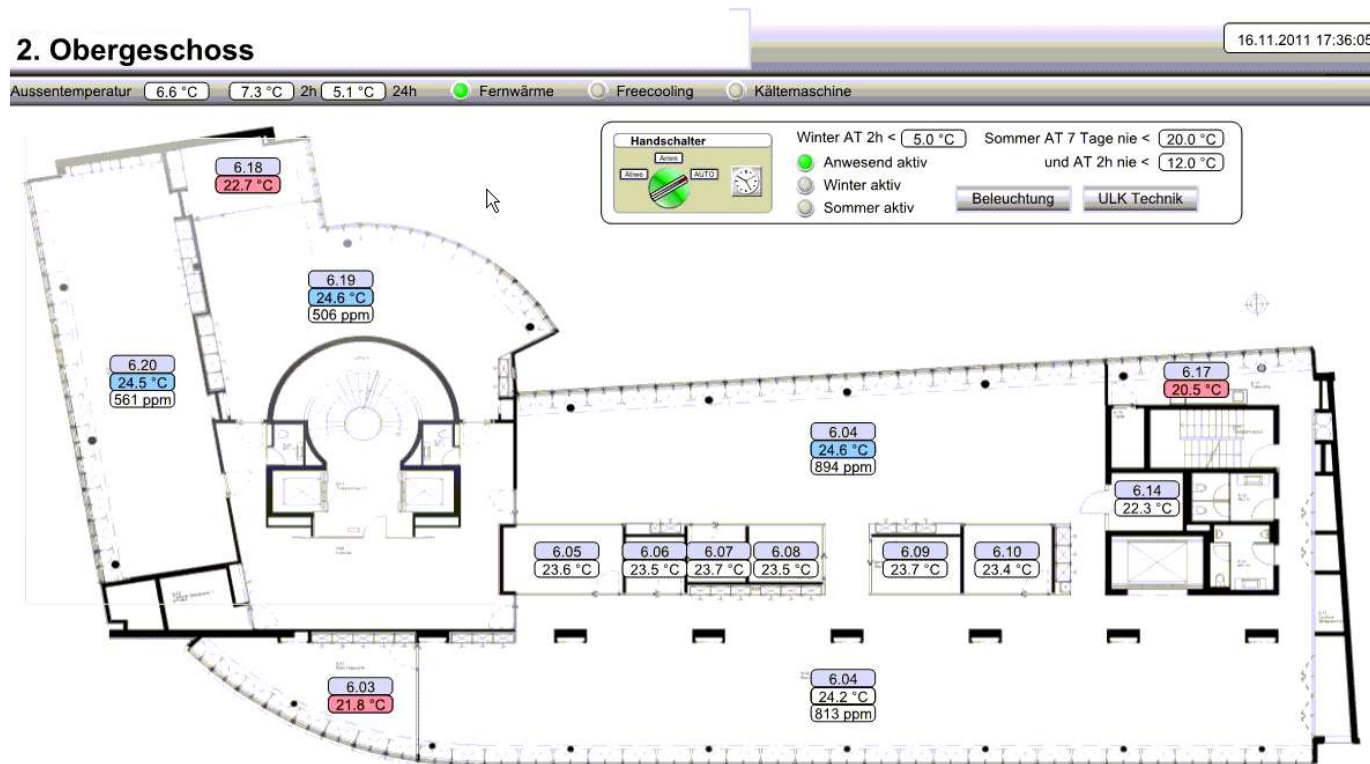


Beispiel Raumautomation Heizen, Kühlen, VAV:

- Effizientes Controlling
- Wird vom Betreiber verstanden und genutzt
- Muss in der GA-Ausschreibung als Leistung definiert werden
- Software noch nicht ausgereift, Farben lassen sich z.B. nicht zuordnen (je Raum unterschiedlich!)

Visualisierung

Tipp 3: Raumfühler nach Heiz-/Kühlfall einfärben

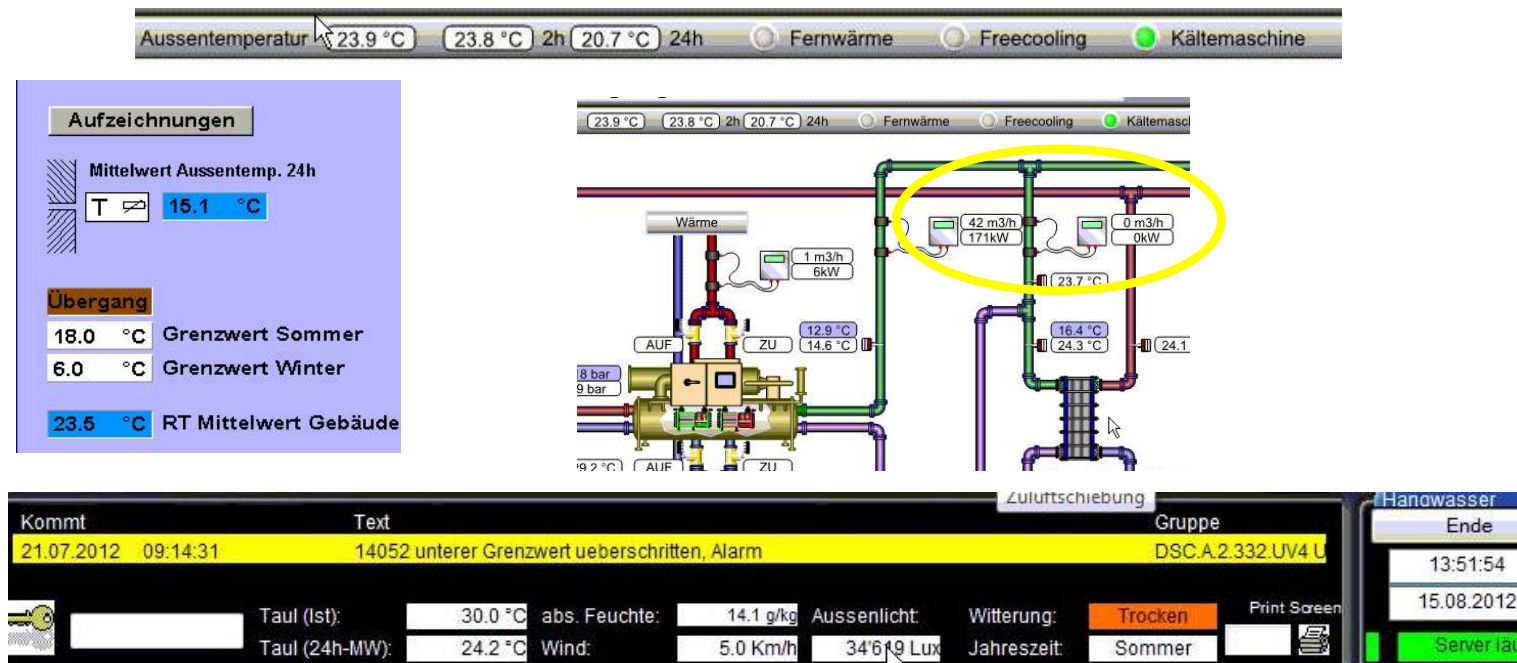


Gebäude war erst seit zwei Monaten in Betrieb – also noch nicht optimiert

- Schneller Überblick über die Raumautomation, zusätzlich sind die Luftqualitäten angegeben
- Vorschlag Erweiterung Statuszeile: Anzahl Räume des Gebäudes im Heiz- oder Kühlbetrieb ausweisen

Visualisierung **Tipp 4: Betriebszustände darstellen**

Erhöht das Anlageverständnis und erklärt das Verhalten bei unterschiedlichen Betriebsarten



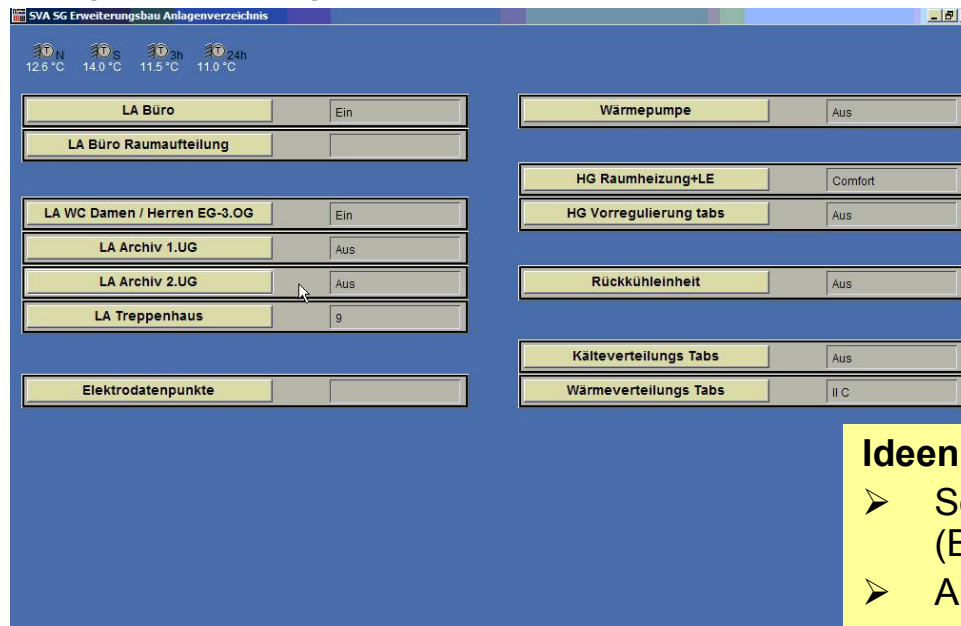
Tipps:

- Betriebszustände in der Statusleiste oben oder unten auf jedem Bild darstellen
- Zählerdaten Leistung und Volumenstrom direkt ins Bild aufnehmen, die restlichen Daten können durch Anklicken des Zählersymbols in einer Box aufgerufen werden

Visualisierung **Tipp 5: Übersichten Anlagebetrieb**

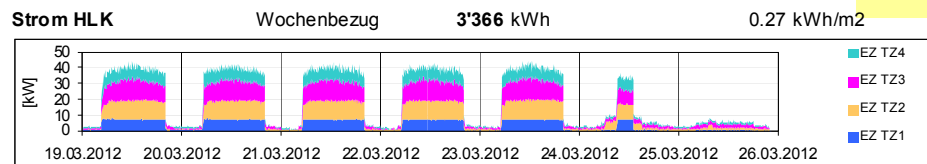
Kontrolle Gebäudebetrieb auf einem Blick (Alltag)

Ein guter Anfang:



Ideen:

- Schalter für Wochentrend Lüftungsanlagen (Betriebsstatus übereinander gestapelt)
- Aktuelle Leistungen Produktion/Bezug
- Abweichungen zum Normalbetrieb melden (Vergleich mit Kennwerte >> Vortrag R. Ullmann, KPI)

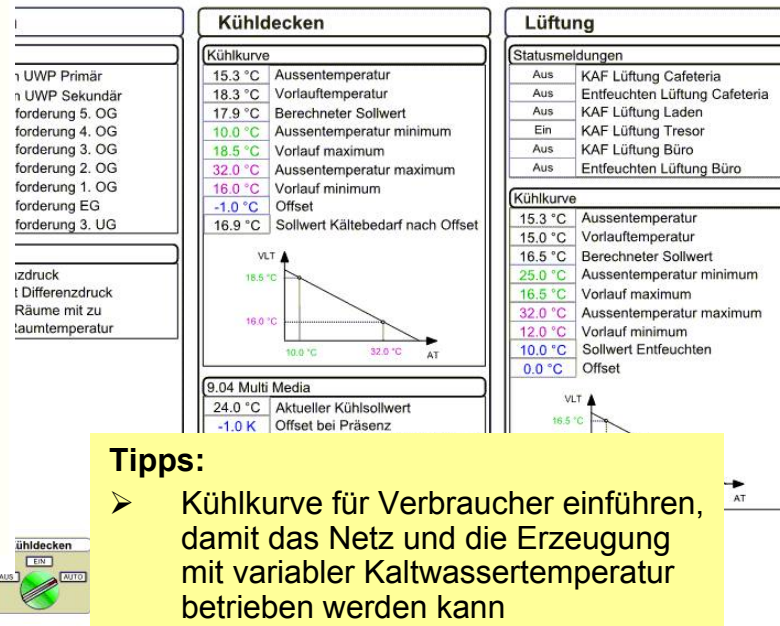


Einstellmöglichkeiten für Optimierung nutzen

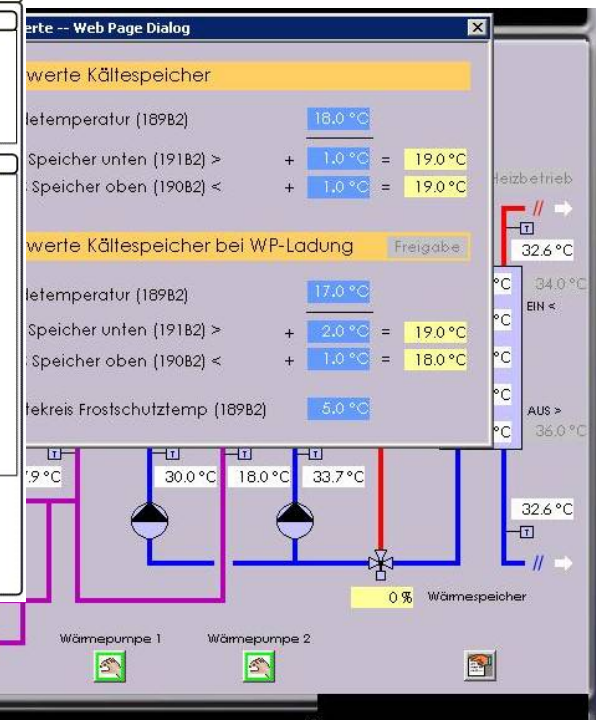
Alle in den Funktionsbeschreibungen definierten veränderlichen Parameter müssen auf dem Leitssystem oder Controller einstellbar sein.

Lüftung Büro	
Kühlen adiabatisch	
600 s	Minimale Laufzeit adiabatische K
46 %rH	Abluftfeuchte
55 %rH	Sollwert ABL Feuchte adiabati. K
20.0 °C	Aussenlufttemperatur
Befeuchten	
30.0 °C	SW_Freigabe adK (AUT)
0.0 %	Drezahl Sommer WRG
100 %	Sollwert WRG bei adK
Entfeuchten	
8 g/Kg	Absolute Aussenluftfeuchte
13 g/Kg	SW LK ein ABLF > Grenzw
12 g/Kg	SW Entfeuchten mit WRG (AUL)
10 min	Verzögerung Entfeuchten mit LK
8 g/Kg	Absolute Zulufffeuchte
11 g/Kg	Sollwert Zulufffeuchte
13.0 g/Kg	SW Entfeuchten mit LK (ABL)

Darstellung mit Parameterfenster
(übersichtlich bei komplexen Anlagen)



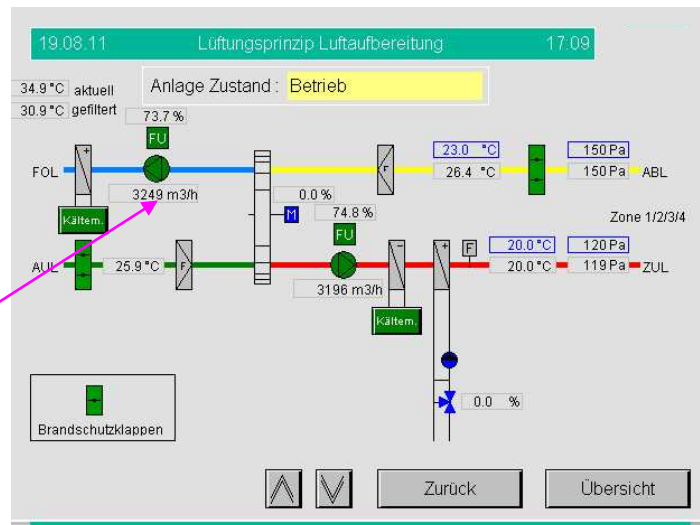
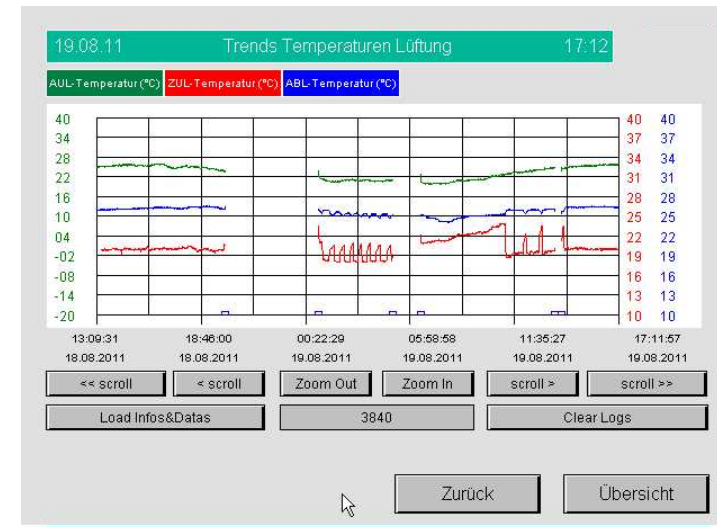
Darstellung Parameter mit Dialogboxen
(Aufruf via Schalter)



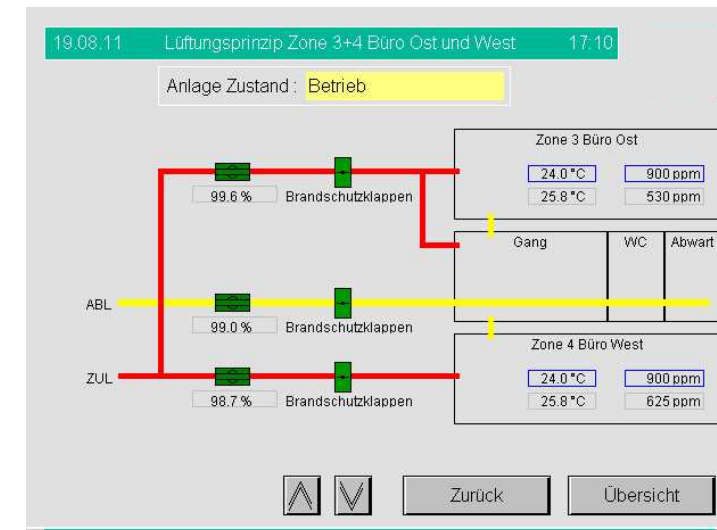
Visualisierung einfacher Anlagen mit Web-Controller

Gutes Beispiel einer Lüftungsanlage mit integrierter Kälte und Zonenregelung (anstatt autonom), sowie Visualisierung über den Controller über Fernzugriff

- Konnte umgesetzt werden, weil die Anforderungen an die Funktionen, Fernzugriff, Webbilder und Trending in der Ausschreibung vorgegeben wurde.
- Hatte sich sehr bewährt, auch der Hersteller nutzte die Fehlersuche der Kältereulierung gleich per online.



Darstellung der ber. Luftmengen anhand dp und Ventilatorcharakteristik:



Zusammenfassung

- ❖ Die **relevanten Daten für die Betriebsoptimierung sind früh zu bestimmen** und beginnen bereits bei in der Planungsphase:
Schema auf die notwendigen Feldgeräte in Abstimmung mit den Funktionsbeschreibungen prüfen, die erforderliche Messdaten-Aufbereitung für die Auswertung ist in der GA-Ausschreibung einzubringen, Mitsprache bei der Bilder-Erstellung und Einstellmöglichkeiten einfordern. (Als Vorleistung Betriebsoptimierung verkaufen).
- ❖ Die **Begleitung des Betreibers**, Einführung in seine Anlage und Bedienung der Visualisierung ist im Aufwand der Betriebsoptimierung zu berücksichtigen und ist ein Gewinn für beide Seiten (Vertrauens- und Kenntnissgewinn).
- ❖ Der **Fernzugriff auf Webbilder ist nun Standard** und auch für einfachere Anlagen sinnvoll, wenn diese mehrere HLK-Funktionen beinhalten.
- ❖ Software zur Auswertung der Trenddaten sind immer noch bescheiden und muss für jede BO mit der vorhandenen Gebäudeautomation neu definiert werden.