



## EnEff:Campus 2020 - Betriebsoptimierung

Dr. Ing. Stefan Plesser

Braunschweig, 09.11.2016



## Betriebsoptimierung durch Expertenanalysen



### **Universitätsbibliothek, 14.409 m<sup>2</sup>**

- Bestandsaufnahme
- Verbrauchsbaseline für Wärme und Strom vorhanden
- Maßnahmen identifiziert und implementiert



### **Sportzentrum, 2.441 m<sup>2</sup>**

- Bestandsaufnahme
- Verbrauchsbaseline für Wärme und Strom vorhanden
- Maßnahmen identifiziert und implementiert



### **Chemie, 4.960 m<sup>2</sup>**

- Bestandsaufnahme
- Verbrauchsbaseline für Wärme und Strom vorhanden
- Maßnahmen identifiziert und implementiert



### **Lebensmittelchemie, 8.962 m<sup>2</sup>**

- Bestandsaufnahme
- Verbrauchsbaseline für Wärme und Strom vorhanden
- Wenige Maßnahmen identifiziert



### **Pharmazie, 6.328 m<sup>2</sup>**

- Bestandsaufnahme
- Verbrauchsbaseline für Wärme und Strom vorhanden
- Wenige Maßnahmen identifiziert



### **Werkstoffinstitut, 9.526 m<sup>2</sup>**

- Bestandsaufnahme
- Verbrauchsbaseline für Wärme und Strom vorhanden
- Wenige Maßnahmen identifiziert

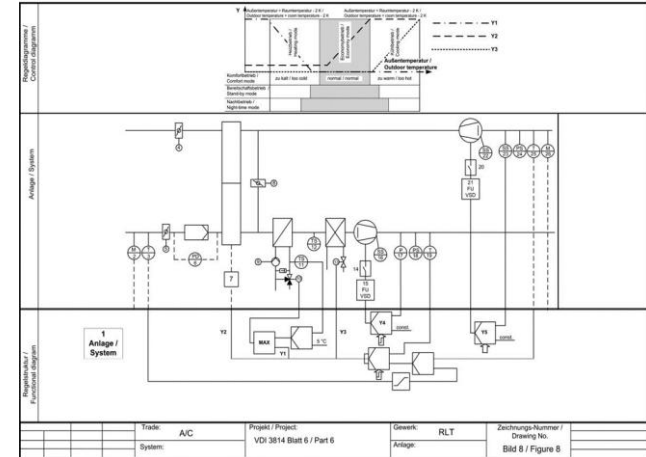
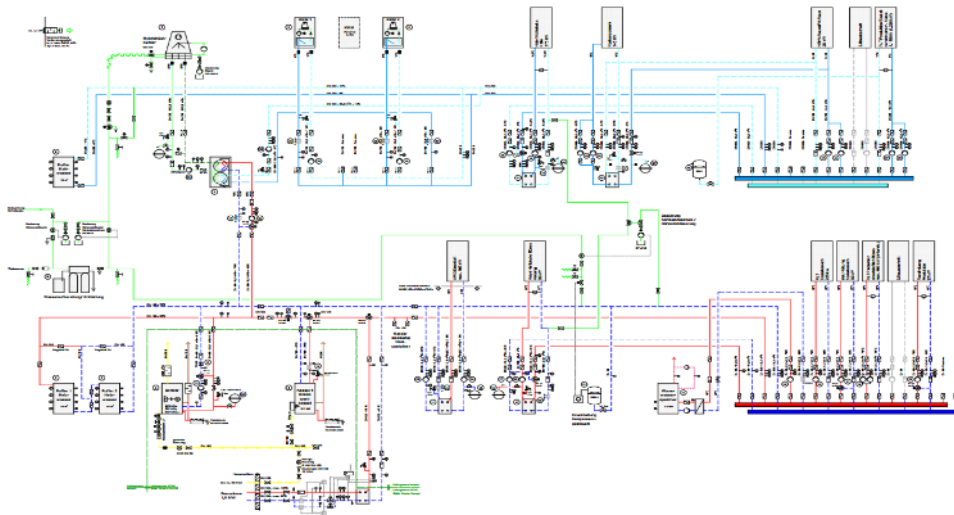


## Betriebsoptimierung durch Expertenanalysen

	Maßnahme	Direkte Investition	Einsparung		Stat. Amortisation
			Energie	Energiekosten	
		[€]	[kWh/a]	[€/a]	[a]
<b>3.1</b>	<b>Sportzentrum</b>				
3.1.1	LED Replacements	360	1.520	274	1,32
3.1.2	Helligkeits- und Präsenzsensoren	5.100	6.500	1.170	4,36
<b>3.2</b>	<b>Chemie</b>				
3.2.1	Energy-Coaching	595	126.225	22.721	0,03
<b>3.3</b>	<b>Universitätsbibliothek</b>				
3.3.1	Buchförderbandanlage	1.070	32.811	5.906	0,18
3.3.2	LED-Replacements EG	9.200	52.500	9.450	0,97
3.3.3	Beleuchtung Ausstellungsvitrinen	100	3.325	599	0,17
3.3.4	Reinigung Außenluftgitter RLT	1.475	6.350	1.143	1,29
3.3.5	Neudimensionierung Außenluftschalldämpfer RLT	3.510	15.542	2.798	1,25
3.3.6	Tageslichtregelung "Lichthof"	900	7.650	1.377	0,65
3.3.7	Temperaturanpassung Traforaum	85	4.338	781	0,11
3.3.8	CO <sub>2</sub> -geführte Lüftung Altbau	1.800	182.263	32.807	0,05
3.3.9	CO <sub>2</sub> -geführte Lüftung Neubau	1.800	144.756	26.056	0,07
	<b>Gesamtmaßnahme</b>	<b>25.995</b>	<b>583.780</b>	<b>105.080</b>	<b>0,25</b>



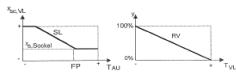
## Planung der Gebäudeperformance



### 5.2 Funktion

Dem Heizungsverteiler im Altbau wird die Wärme aus dem Fernwärmenetz über einen Wärmeträger zur Verfügung gestellt. Die Vorlauftemperaturen auf dem Verteiler betragen im Auslegungfall zwischen 76°C und 80°C. Die Wärmeverzögerung des Neubaus wird von diesem Verteiler mit einer Zubringpumpe, ohne Regelventil abgenommen. Die Pumpe wird im Schaltschrank Altbau angeschlossen.

**Heizungsgruppen statische Heizung**  
Die Gebäudesellen des Neubaus (Nord, Süd, West, Ost) und der Multifunktionsraum stellen je einen eigenen Regelkreis dar. Die Regelung erfolgt wärmegeführt, jeweils über ein Dreiwegesventil und eine Gruppenpumpe. Die Temperaturen im Auslegungfall betragen 70°C Vorlauftemperatur und 55°C Rücklauftemperatur. Die Heizkurven können über die Sollwertparameter Sockettemperatur (bei 20°C AU-Temperatur) und Steilheit eingestellt werden.

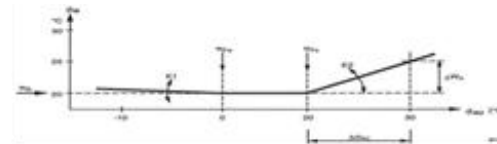


Des Weiteren werden die Heizgruppen über Aussentemperaturrenoviert freigegeben. Werden die Grenzwerte (einstellbar für Tag und Nachtbetrieb) unterschritten, so wird die Regelung freigegeben und es wird automatisch der jeweilige Kreis der Betonkernaktivierung gesperrt. Alle Gruppen erhalten eine Nachtabsenkung und eine Wochenendabsenkung über ein Zeitprogramm. Die Schaltzeiten und die Heizprogramme mit den zugehörigen Parametern können auf der GLT-Ebene vom Betriebspersonal verändert werden. Für die statischen Heizgruppen wird je eine eigene Heizkurve hinterlegt. Die Regelung der Heizkreise erfolgt in Abhängigkeit von der Außentemperatur. Dem entsprechend wird die Vorlauftemperatur jedes einzelnen Heizkreises geregelt. Der Wärmebedarf der einzelnen Gruppen ist dem Strangschemata zu entnehmen.

Die jeweilige Heizkreispumpe wird eingeschaltet, sobald das Regelventil über 5% öffnet. Wenn das Stellsignal länger als 300 s auf unter 3 % geht wird die Pumpe wieder ausgeschaltet. Es ist 1x täglich eine Einschaltung für 30 s als Blockierschutzschaltung vorgesehen.

Die Zubringpumpe dynamische Heizung ist ebenfalls im ISP 1 aufgeführt. Sie wird über eine Anforderung aus dem ISP 2 Leitung freigegeben.

Sämtliche Umwälzpumpen verfügen über einen periodischen Pumpenlauf.



### Winterfall

Es wird der maximale Grenzwert mit der über 72h gemittelten Aussentemperatur ( $T_{a,72h}$ ) und der aktuellen Aussentemperatur ( $M11H03\_Aussentemp$ ) mit einem statischen Grenzwert verglichen.

Das Kriterium ist erfüllt, wenn  $T_{a,72h} > M11H03\_GW\_Win$  **UND**  $T_{a,aktuell} > M11H03\_GW\_aktuellAT$  ist.

Datenpunkt	Kategorie	Wert/Einheit
M11H03_GW_Win	Grenzwert Winterfall	°C
M11H03_GW_aktuellAT	Grenzwert aktuelle AT	°C

### Sommerfall

Das Kriterium Winterfall bleibt solange bestehen, bis der Wert von  $T_{a,72h}$  den vorgegebenen Sommergrenzwert überschreitet oder der aktuelle Aussentemperatur größer als der vorgegebene Grenzwert ist.

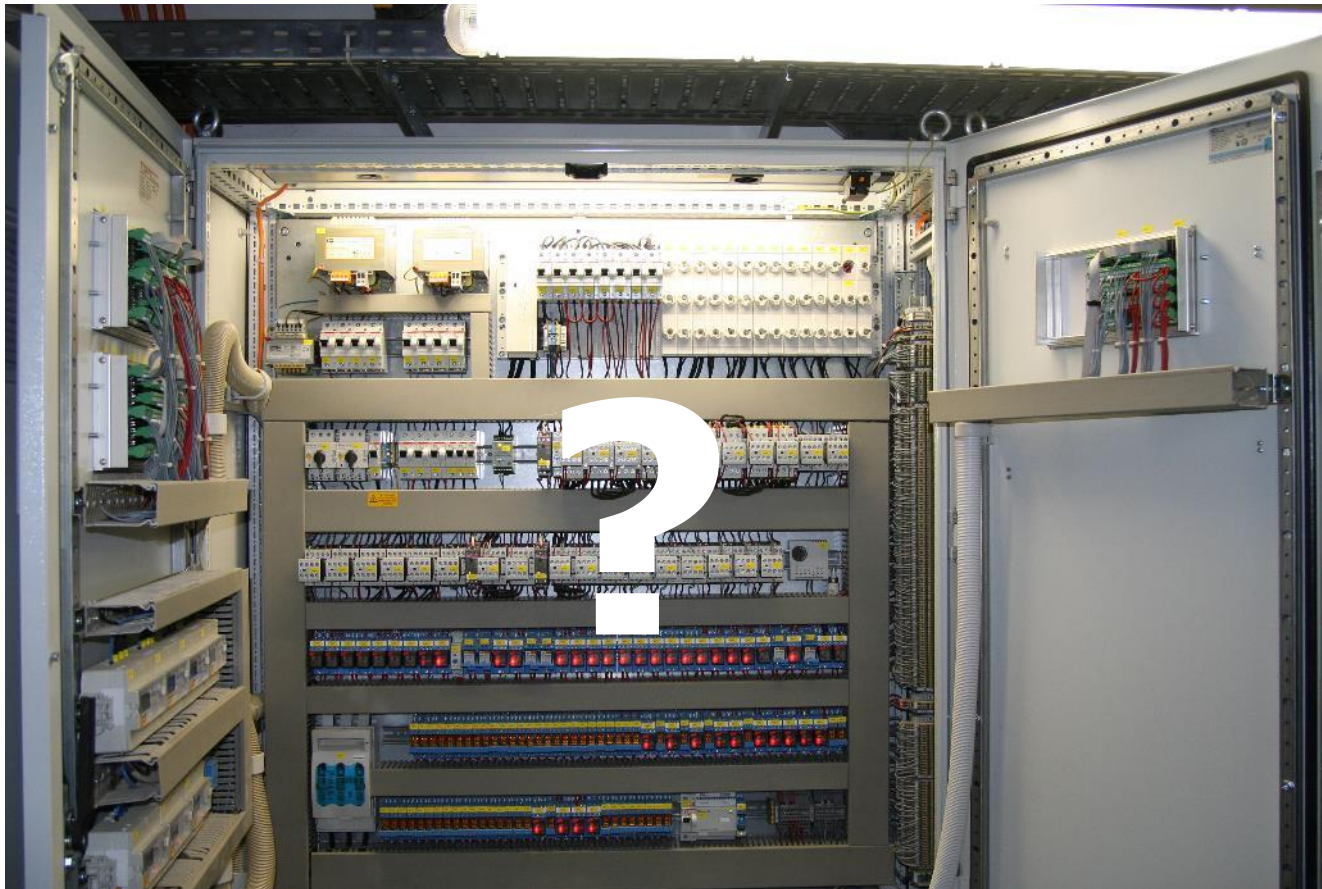
Das Kriterium ist erfüllt, wenn  $T_{a,72h} > M11H03\_GW_Som$  **ODER**  $T_{a,aktuell} > M11H03\_GW_aktuellAT$  ist.

Datenpunkt	Kategorie	Wert/Einheit
M11H03_GW_Som	Grenzwert Sommerfall	°C

Beschreibung	Eingestellte Werte	Änderung	Änderung
Min. Zulufttemperatur	18,0 °C		
Max. Zulufttemperatur	40,0 °C		
Raumtemperatur (alle Zonen)	20,0 °C		



## Prüfung der Gebäudeperformance



## Status Quo: Prüfung der Gebäudeautomation

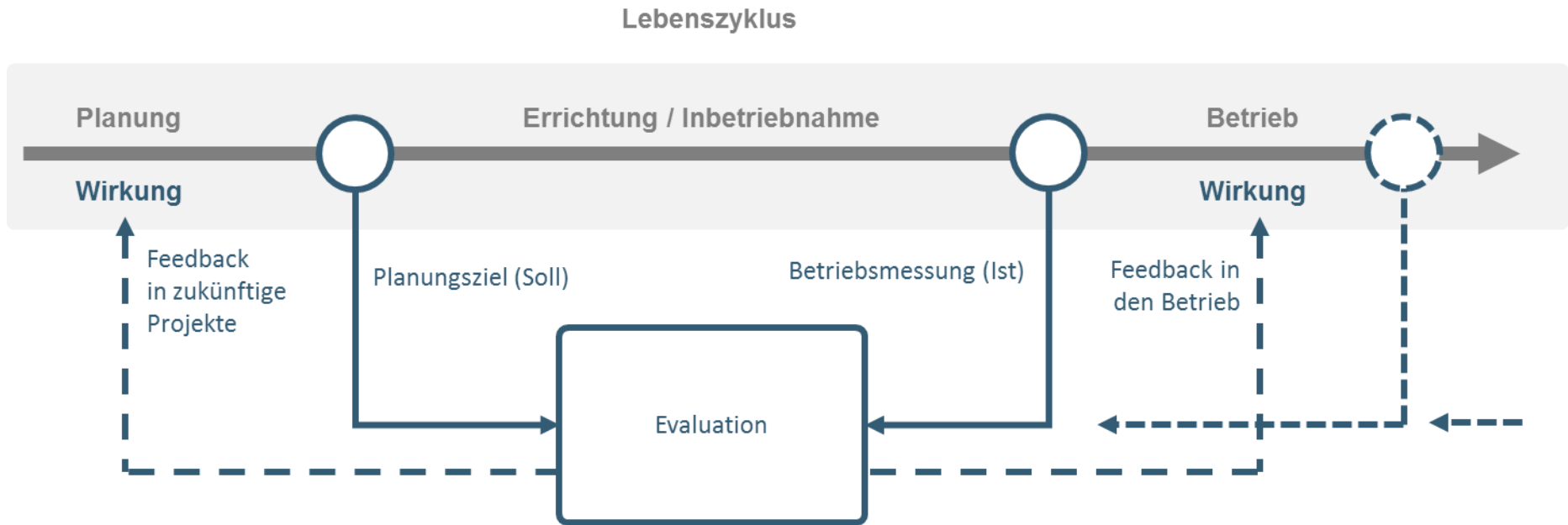
Verortung in den Leistungsphasen



Projektphase	Leistungen	Ergebnis
Planung	Definition der Projektanforderungen Projektplanung und -organisation Technische Spezifikation	→ Auftrag
Technische Bearbeitung	Projektierung und Koordination Detaillierte Auslegung der Funktion und der Hardware Hardware-Konfiguration Konfiguration der automationsstrategien Konfiguration der Management- und Bedienfunktionen	→ Genehmigung Werkpläne → Werkssystemtest
Installation	Montage Inbetriebnahme durch GA-System-Lieferanten	
Abschluss	Probetrieb Bedienerinweisung Übergabe Fertigstellung, Restarbeiten	→ Abnahme → Projektabschluss

Prozessschritte für die Durchführung eines GA-Projekts nach DIN EN ISO 16484

## Digitales Qualitätsmanagement: Methodische Grundidee

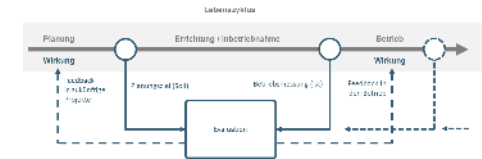


HOAI / VOB

Qualitätsregelkreis

## Qualitätsmanagement mit Qualitätsregelkreisen

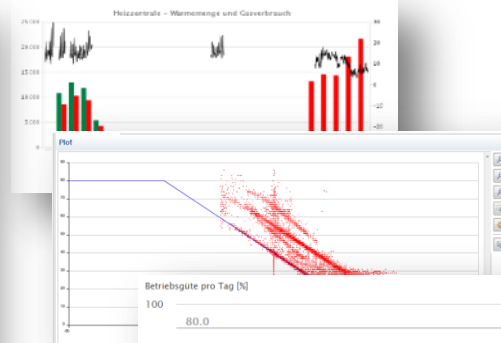
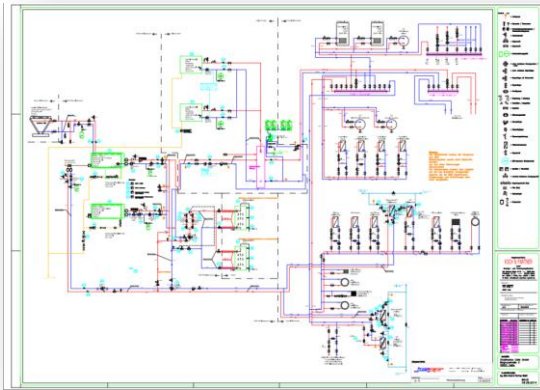
Beispiele:



	PV-Anlagen	Solarthermische Anlagen	Energetische Inspektionen	Energie-management für TGA in Neubauten	Gebäude-leittechnik
<b>Soll-Wert</b>	Präzise Berechnung ✓	Unpräzisere Berechnung ✗	Unpräzise (Checklisten) ✗	Unpräzise ✗	Nicht vorhanden ✗
<b>Ist-Wert</b>	Einfache Messung ✓	Aufwändigere Messung ✗	Unsicher (Expertenprüf. vor Ort) ✗	Aufwändige und späte Messung ✗	Präzise und einfach ✓
<b>Evaluation</b>	Digital Evaluation ✓	Digitale Evaluation ✓	händisch ✗	Spät und unpräzise ✗	Nicht möglich ✗
<b>Wirkung</b>	Kosten / Förderung ✓	Kosten / Förderung ✓	optional ✗	Spät, langsam, teuer ✗	Techn. unklar Organ. fragwürdig. (Motivation?) ✗



## Digitale Funktionsprüfungen im Neubau



A1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		WEZ: 116R1	WEZ: 116R2	WEZ: 126R1	WEZ: 126R2	WEZ: 132R1	WEZ: 132R2	WEZ: 136R1	WEZ: 136R2	WEZ: 154R1	WEZ: 154R2
1											
2											
3	06.10.2015 00:00	72,28	71,49	72,76	71,41	71,96	71,54	69,81	61,02	81,74	76,68
4	06.10.2015 00:01	72,53	72,32	73,52	72,27	72,38	69,02	70,23	61,58	81,65	76,85
5	06.10.2015 00:02	72,53	72,84	74,35	72,39	73,19	66,88	70,77	62,22	81,75	76,67
6	06.10.2015 00:03	73,07	73,1	73,67	72,62	73,8	65,45	72,06	63,42	81,79	76,53
7	06.10.2015 00:04	73,26	72,99	73,18	72,75	74,11	64,8	74,76	64,24	81,99	76,55
8	06.10.2015 00:05	72,82	72,9	74,02	72,7	74,76	63,8	77,22	63,61	81,82	76,71
9	06.10.2015 00:06	72,39	73,06	73,17	71,89	75,49	61,62	75,18	61,32	81,71	76,7
10	06.10.2015 00:07	71,06	70,5	72,85	71,01	74,46	59,55	80,12	60,17	81,88	76,59
11	06.10.2015 00:08	69,24	67,17	72,37	70,11	72,87	59,79	80,82	59,77	81,75	76,82
12	06.10.2015 00:09	69,9	65,93	72,12	69,46	72,83	60,79	81,25	60,68	81,96	76,58
13	06.10.2015 00:10	71,85	66,26	71,74	69,15	74,42	63,49	83,72	61,45	81,52	76,66
14	06.10.2015 00:11	72,73	66,92	71,68	69,05	75,53	61,9	82,37	61,94	81,96	76,57
15	06.10.2015 00:12	70,75	66,81	71,53	69	75,25	61,63	83,37	62,01	81,96	76,66
16	06.10.2015 00:13	67,76	66,2	71,32	68,79	74,12	61,88	83,85	61,84	81,97	76,64
17	06.10.2015 00:14	66,18	65,83	71,05	66,62	72,35	62,21	84,26	62,44	81,76	76,77
18	06.10.2015 00:15	64,92	65,4	70,58	68,75	69,99	62,82	84,75	62,82	81,91	76,81
19	06.10.2015 00:16	64,32	65,1	69,89	68,53	69,55	63,04	85,03	62,91	81,9	76,79
20	06.10.2015 00:17	65,82	65,27	68,58	67,62	69,65	62,96	83,24	62,99	81,84	76,71
21	06.10.2015 00:18	69,49	66,76	70,99	68,07	72,31	62,49	85,63	62,47	81,82	76,7
22	06.10.2015 00:19	70,39	67,99	73,43	68,81	74,8	61,14	86,19	61,48	81,94	76,8
23	06.10.2015 00:20	70,59	69,67	74,84	69,82	75,9	61,34	84,91	61,56	81,92	76,77
24	06.10.2015 00:21	70,82	70,49	73,3	70,47	75,43	62,17	82,19	62,57	81,9	76,61
25	06.10.2015 00:22	71,48	69,96	72,71	70,36	74,51	62,96	82,41	62,44	81,76	76,7
26	06.10.2015 00:23	72,17	69,51	73,94	69,34	74,65	63,47	79,19	64,02	81,97	76,44

Workspace

Nach Name filtern

- W IG5673\_Celle
  - Heizzentrale
    - AFB
      - ZR1
        - BZ00
        - BZ01
        - BZ02
        - BZ03
        - BZ04
        - BR01\_ZM
        - BR02\_BM\_Pu\_M01
        - BR03\_BM\_Pu\_M02
        - BR04\_BM\_Pu\_M03
        - BR05\_Ve\_StellSignal\_Y01
        - BR06\_KI\_V02
        - BR07\_KI\_V03
        - BR08\_RL\_T\_BHKW\_B02
        - BR09\_PSp\_Tu
        - BZ05
        - BZ06
        - BZ07
        - BZ08
        - BZ09
        - BZ10
        - BZ11
        - BZ12
        - BZ13
        - KPI
        - Operation
        - Specification

Heizzentrale

Visualisierung der Anlage Heizzentrale 1 Warnung festgestellt

Variable	Kommentar	Einheit	Werttyp	Typ	Kategorie	GLT ID
I1	Außenlufttemperatur	NO_UNIT	numerisch	undefiniert	undefiniert	WEZ: 228U3 B40 Au?entempe
I10	B01 VL-T BHKW System	NO_UNIT	numerisch	undefiniert	undefiniert	WEZ: 136R1 B01 Hydraulische
I11	M01 BM Pu Haupt-RL	NO_UNIT	numerisch	undefiniert	undefiniert	WEZ: 134M1 M01 hydraulisch
I12	B04 RL-T BHKW 1	NO_UNIT	numerisch	undefiniert	undefiniert	WEZ: 186R2 B04 BHKW 1 R?ck
I13	B03 VL-T BHKW 1	NO_UNIT	numerisch	undefiniert	undefiniert	WEZ: 186R1 B03 BHKW 1 Vorl.
	B06 RL-T BHKW 2	NO_UNIT	numerisch	undefiniert	undefiniert	WEZ: 196R2 B06 BHKW 2
	B05 VL-T BHKW 2	NO_UNIT	numerisch	undefiniert	undefiniert	WEZ: 196R1 B05 BHKW 2
	B08 RL-T BHKW System	NO_UNIT	numerisch	undefiniert	undefiniert	WEZ: 166R1 B08 BHKW 1

Sensoren

Nach GLT ID, Kurzbeschreibung und Tags filtern

- BHKW1
- BHKW2
- BW\_WT
- GKe
- HW
- PSp

WEZ: 142M1 Y01 Pufferspeicher P01 P02 Regelventil Betrieb / Auf

WEZ: 144M1 Y02 Pufferspeicher P01 P02 Absperklappe MK1 Betrieb / Auf

WEZ: 145M1 M02 Pufferspeicher P01 P02 Umw?tzpumpe 1 Betrieb / Auf

WEZ: 145M1 Y11 Pufferspeicher P01 P02 Umw?tzpumpe 1 Istwert

WEZ: 145M1 Y11 Pufferspeicher P01 P02 Umw?tzpumpe 1 Sollwert

WEZ: 145M1 Y11 Pufferspeicher P01 P02 Umw?tzpumpe 1 Sollwert Entladung

WEZ: 145M1 Y11 Pufferspeicher P01 P02 Umw?tzpumpe 1 Stellwert

WEZ: 147M1 Y03 Pufferspeicher P01 P02 Absperklappe MK2 Betrieb / Auf

WEZ: 149M1 M03 Pufferspeicher P01 P02 Umw?tzpumpe 2 Betrieb / Auf

WEZ: 149M1 Y12 Pufferspeicher P01 P02 Umw?tzpumpe 2 Istwert

WEZ: 149M1 Y12 Pufferspeicher P01 P02 Umw?tzpumpe 2 Sollwert

WEZ: 149M1 Y12 Pufferspeicher P01 P02 Umw?tzpumpe 2 Sollwert Beladung

WEZ: 149M1 Y12 Pufferspeicher P01 P02 Umw?tzpumpe 2 Stellwert

WEZ: 152M1 Y04 Pufferspeicher P01 RL Absperklappe MK Betrieb / Auf

WEZ: 154R1 B17 P01 Pufferspeichertemperatur oben

WEZ: 154R2 B18 P01 Pufferspeichertemperatur mitte

WEZ: 154R3 B19 P01 Pufferspeichertemperatur unten

WEZ: 162M1 Y05 Pufferspeicher P02 RL Absperklappe MK Betrieb / Auf

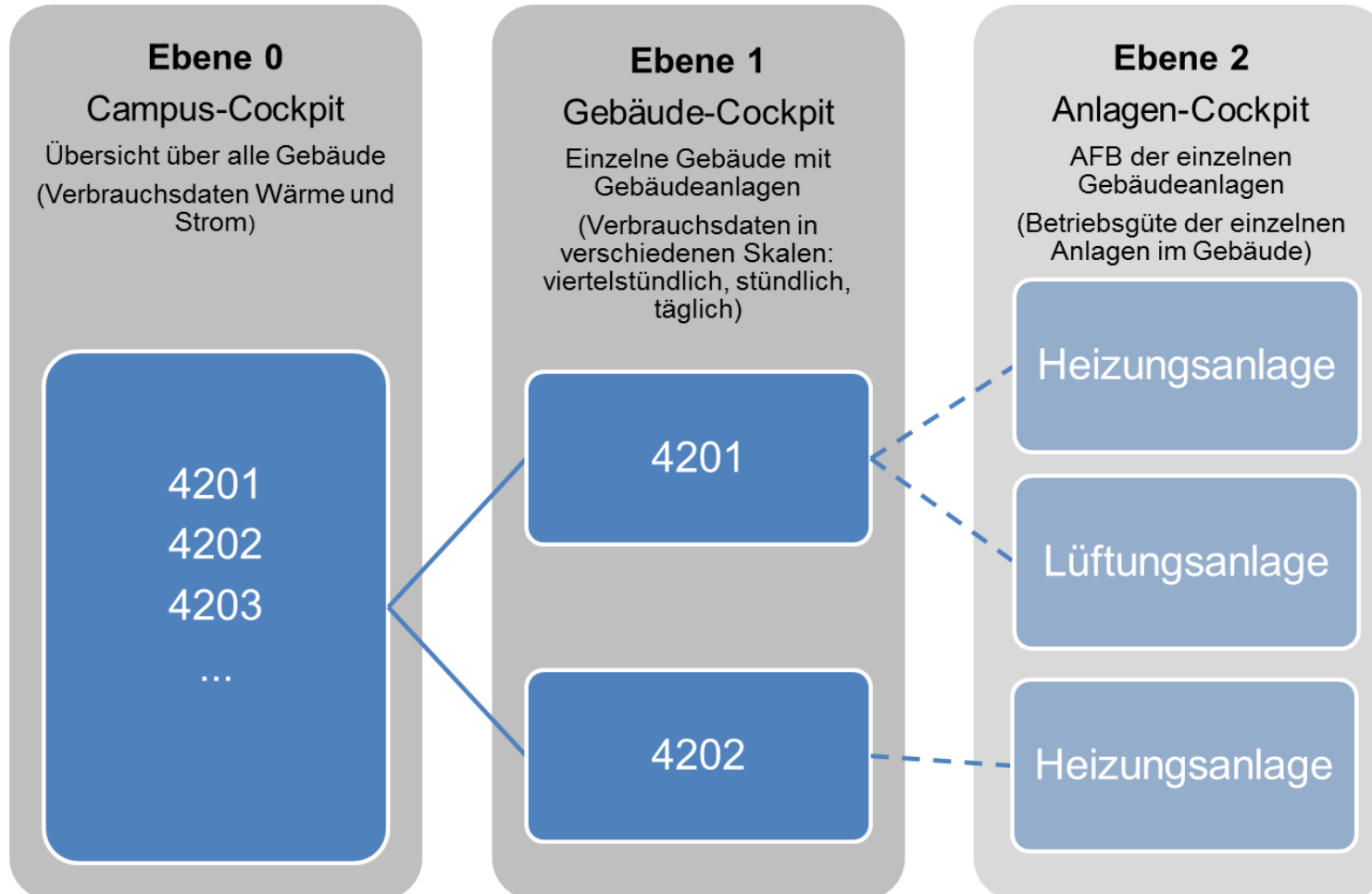
WEZ: 164R1 B20 P02 Pufferspeichertemperatur oben

WEZ: 164R2 B21 P02 Pufferspeichertemperatur mitte

Soll

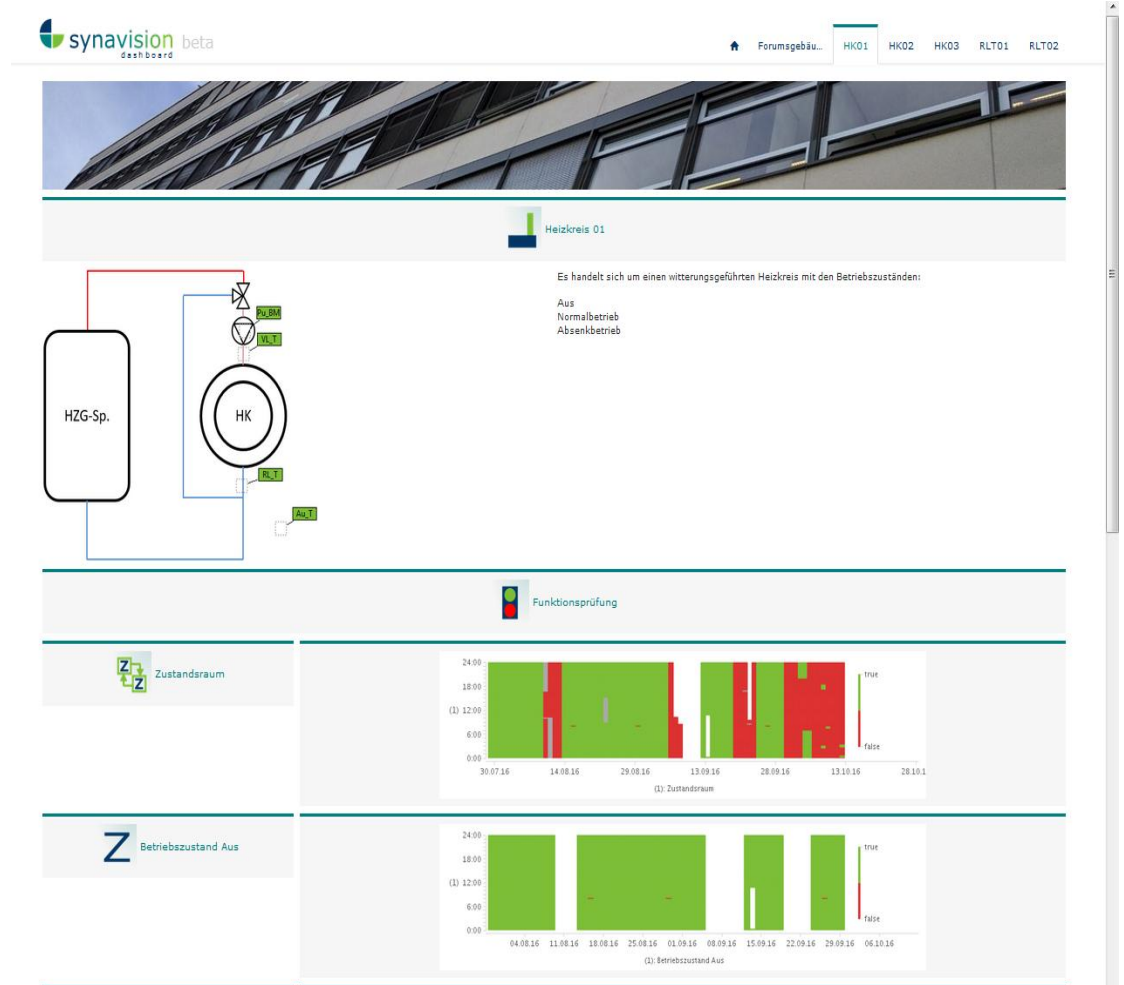
Ist

### Technisches Monitoring im Gebäudebestand: In 3 Klicks vom Campus zum Optimierungspotential







## Technisches Monitoring im Gebäudebestand

### Daten aus dem Energiemanagement und der Gebäudeautomation



## Technisches Monitoring auf dem Digitalen Prüfstand

Qualitätsmanagement muss digital werden!

	Digitaler Prüfstand	
<b>Soll-Wert</b>	Präzise und konstruktive, erläuternde Spezifikationen	
<b>Ist-Wert</b>	Eindeutige Messwerte Daten aus vorhandener Automation Verfügbarkeit vor der Abnahme	
<b>Evaluation</b>	Eindeutige, detaillierte und transparente Prüfmethode	
<b>Wirkung</b>	Schnell: Abnahmevoraussetzung Konstruktiv: Präzise Benennung aller Mängel Rechtswirksam: Dokumentation bei Funktionsprüfungen und Probebetrieben	



## Technisches Monitoring auf dem Digitalen Prüfstand

Qualitätsmanagement muss digital werden!



### Aufgaben im Neubau:

- Beauftragung spätestens zur Ausführungsplanung
- Analyse und Ableitung der Planungsziele
- Vorgaben zur Kooperation für Planer und Errichter (Planungsqualität, Datenerfassung, Prüfverfahren etc.)
- Unabhängige transparente Funktionsprüfung als neutraler Dritter
  - Funktionsprüfbegehungen
  - Probebetriebe
  - 1. Prüfung vor der rechtlichen Abnahme
- Transparente und detaillierte Berichte direkt an den Bauherrn
- Konstruktive Zusammenarbeit mit Planern, Errichtern, Betreibern und Projektsteuerern –  
aber keine Vermischung von Verantwortungen!

## Technisches Monitoring auf dem Digitalen Prüfstand

Qualitätsmanagement muss digital werden!

### Vorteile:

- Schnelles und wirksames Qualitätsmanagement bei Neubauten
- Frühe Identifikation von Kostenpotenzialen (schon in der Planung)
- Schnellere Inbetriebnahme
- Sicherung von Gewährleistungsansprüchen
- Vermeidung von Mehrkosten und Doppelleistungen
  
- Transparente Analyse der Gebäudeperformance im Gebäudebestand
- Zielgerichtete Optimierung von High-Potential-Gebäuden
  
- **CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten: ca. 150 €/ (tCO<sub>2</sub>a); ROI < 1a**
- **Digitalisierung ermöglicht Skalierung**