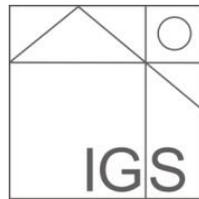




Technische
Universität
Braunschweig



Institut für Gebäude- und Solartechnik
Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch
Mühlenpfordtstraße 23
D-38106 Braunschweig
www.igs.bau.tu-bs.de



Qualitätsmanagement für die Gebäudeautomation

Dr.-Ing. Stefan Plesser
HIS, 10.03.2015

Teilnahme am Forschungsprojekt „Virtueller Prüfstand“ unter
<https://www.tu-braunschweig.de/igs/forschung/specundcheck>

Zur Person



Dr.-Ing. Stefan Plesser

Leiter der Arbeitsgruppe Energie- und Qualitätsmanagement
IGS – Institut für Gebäude und Solartechnik
TU Braunschweig

energydesign braunschweig GmbH
Geschäftsführender Gesellschafter

synavision GmbH, Aachen
Geschäftsführender Gesellschafter

Integrale Planung



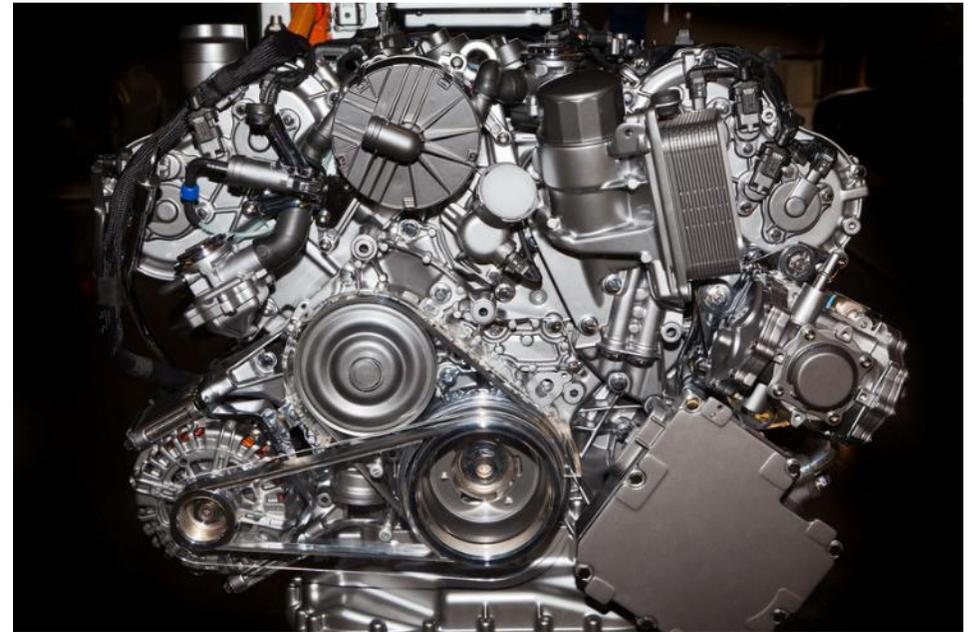
Gebäude der TU Braunschweig, 60er Jahre



Energie-Forum Berlin, 2003

- Getrennte Betrachtung von Hülle und Technik
- Starke Überdimensionierung von technischen Systemen
- Geringer Automationsanteil
- Integrale Energiekonzepte
- Präzise Auslegung von technischen Systemen
- Automation in fast allen Gewerken

— Integrale Planung: Eine Erfolgsstory ... mit Folgen!

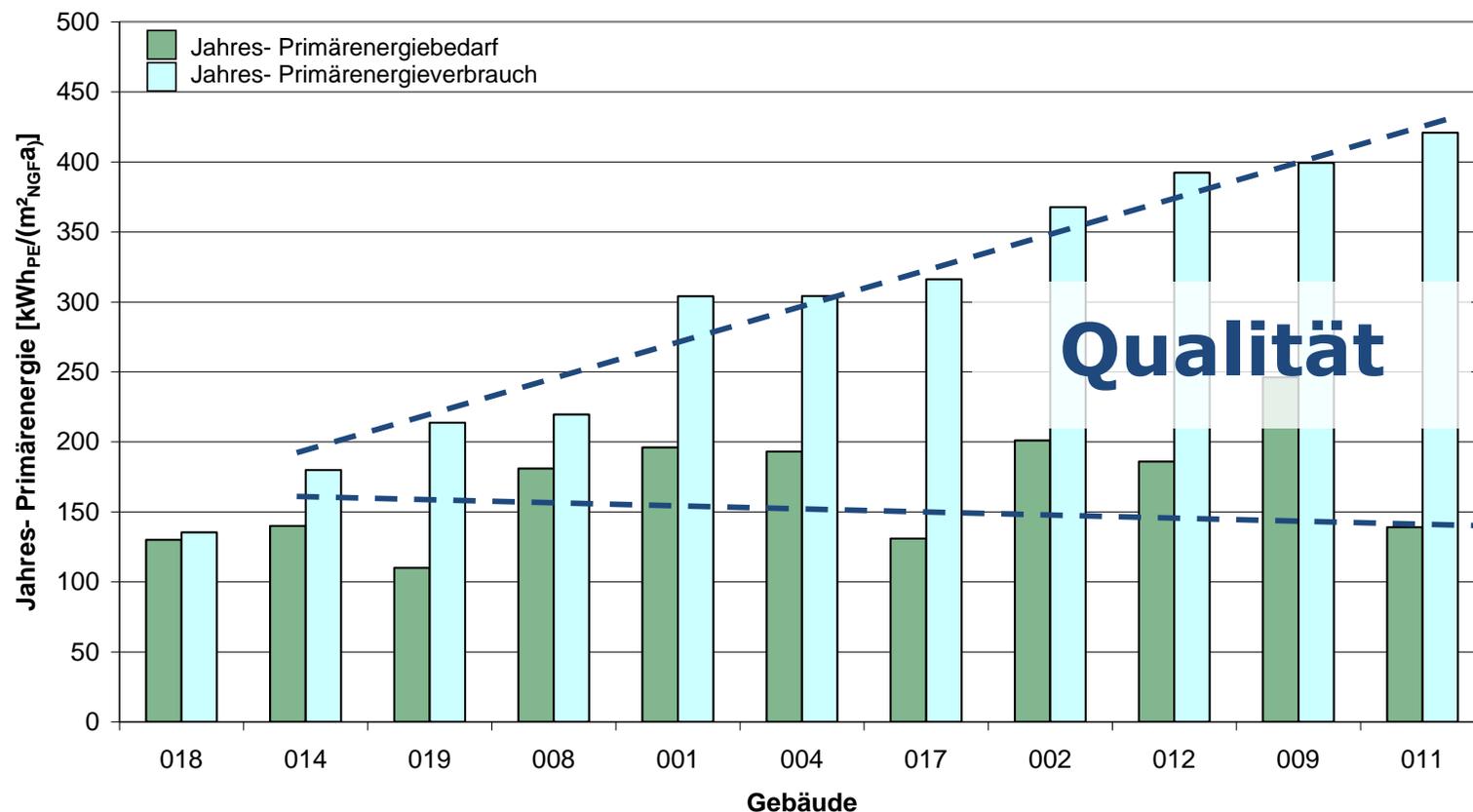


Theorie und Praxis



Quelle: dena, 2012

Theorie und Praxis (Forschungsprojekt EVA, 2006)



Quelle: IGS, 2008

Forschungsprojekt EVA:

Vergleich des gesamten Jahres- Primärenergiebedarfs/–verbrauchs für Bürogebäude

(Anteil der in der EnEV nicht berücksichtigten Ausstattung: ca. 50 kWh_{PE}/(m²_{NGF}·a))

Theorie und Praxis: Der Betreiber

Einsparpotenziale: 5 - 30 % Endenergie bzw. Energiekosten:

- Überhöhte Laufzeiten von Lüftungsanlagen
- Kühlen und Heizen gleichzeitig
- Fehlerhafte Hydraulik
- Ungenaue Kalibrierung von Sensoren
- Überhöhte Beleuchtungsinstallationen
- Falsche Regelungsstrategien / Soll- Werte
- Mangelhafte Betriebsüberwachung
- Fehlerhafte Anlagenergänzungen
- Fehlende Nutzerakzeptanz / -kenntniss
- ...





Technische
Universität
Braunschweig



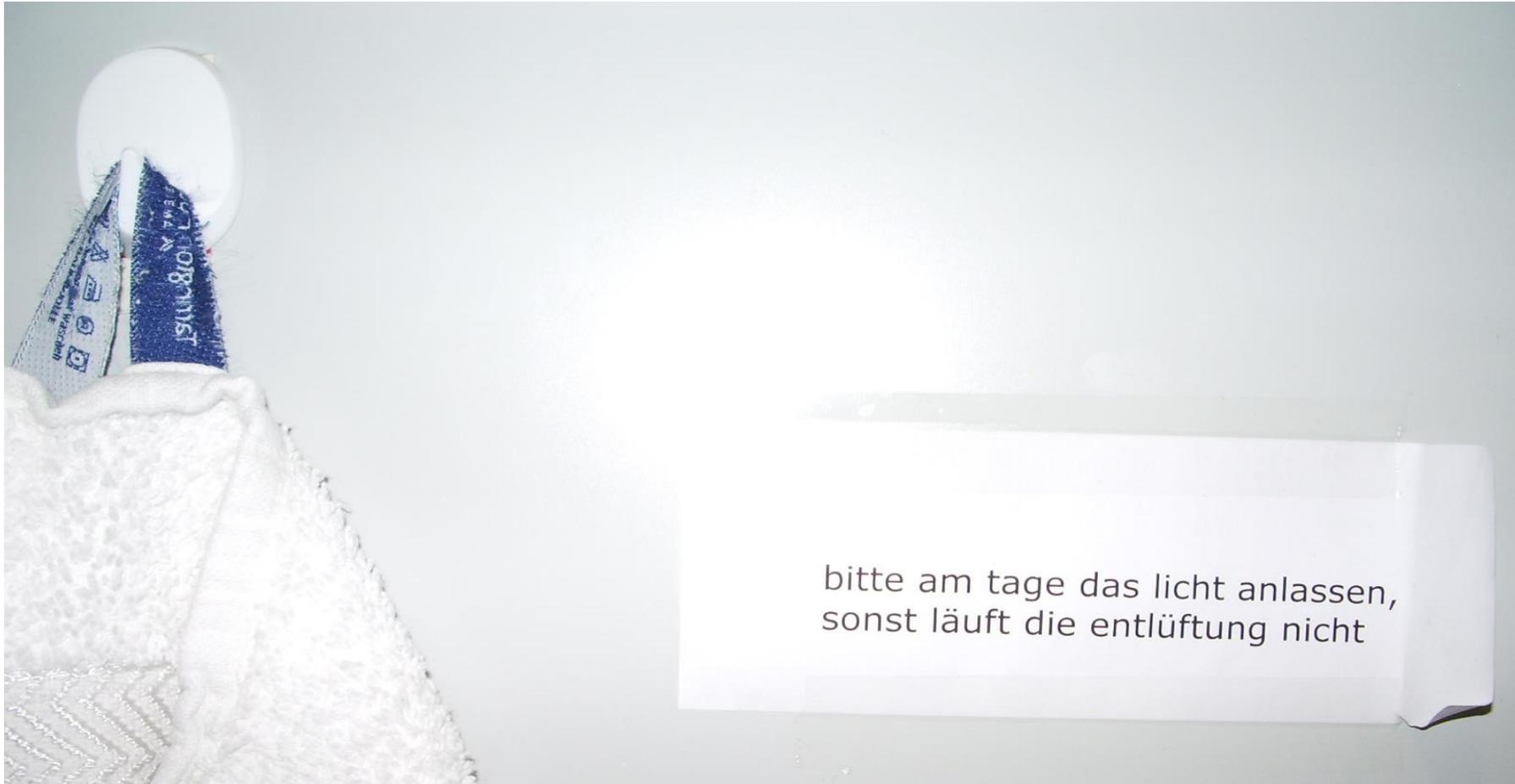
Institut für Gebäude- und Solartechnik
Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch
Mühlenpfordtstraße 23
D-38106 Braunschweig
www.igs.bau.tu-bs.de



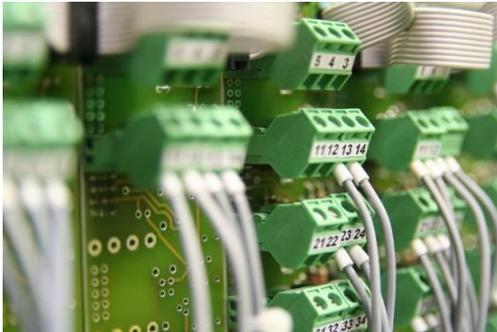
Theorie und Praxis: Der Nutzer



Theorie und Praxis: Der Nutzer



Theorie und Praxis



Email aus der Praxis:

„Hallo Herr ...,

Ich habe das Problem in Care nachgestellt. Scheinbar funktioniert das Enablen des Legacy-Modus für die Netzwerkmanagementkommandos nicht richtig im L-Proxy. Im Moment kann ich Ihnen da leider auch keinen Workaround anbieten.

Mit freundlichen Grüßen,
...“

Integrale Planung: Effektives Qualitätsmanagement?

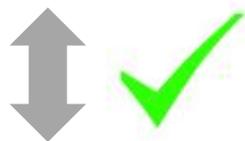
Gebäude Auto



— Status Quo: Prüfung der Gebäudeautomation

Verortung in den Leistungsphasen

Funktionsbeschreibung
(Soll-Wert)

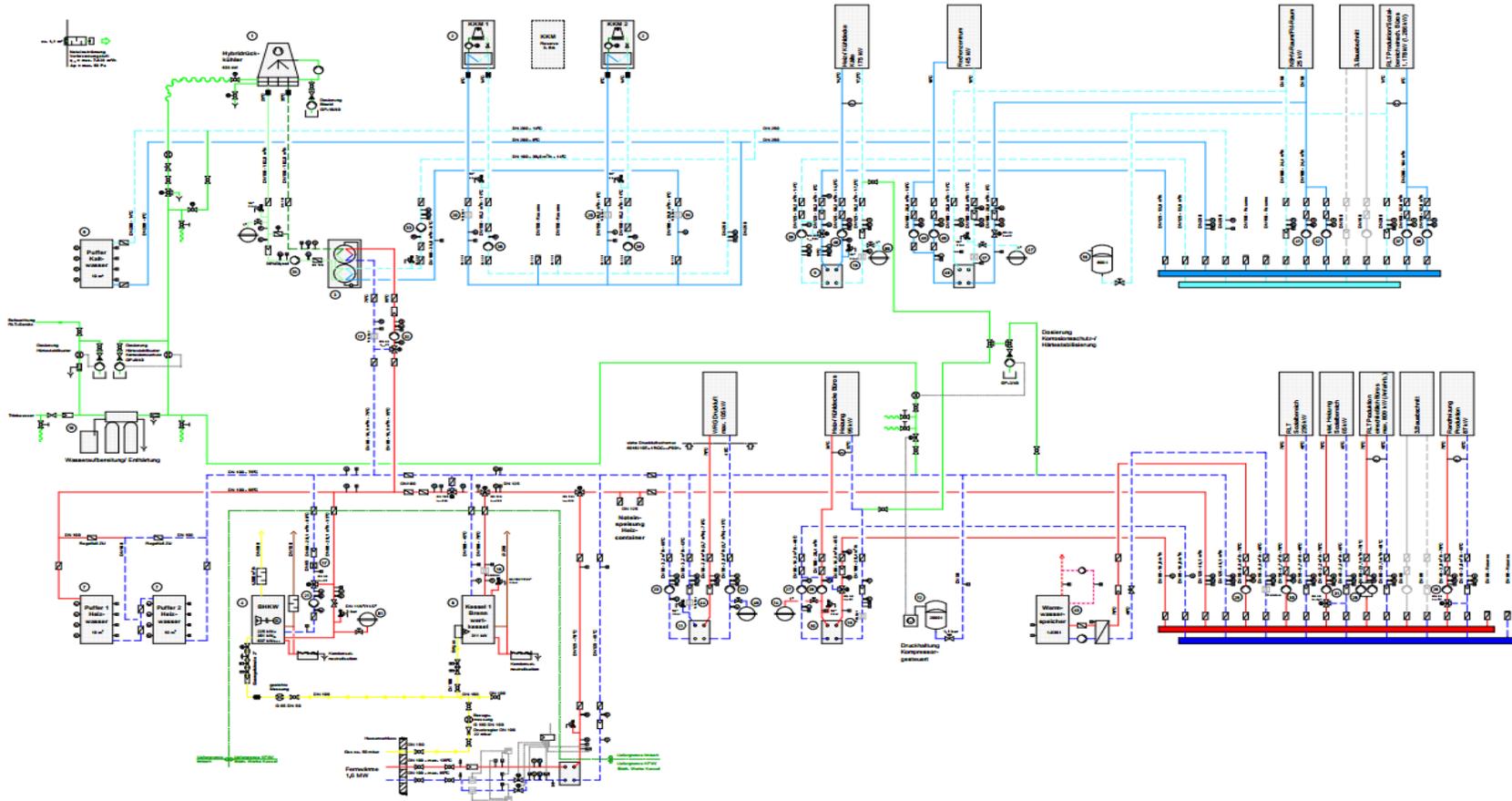


Überprüfung der Funktion
(Ist-Wert)

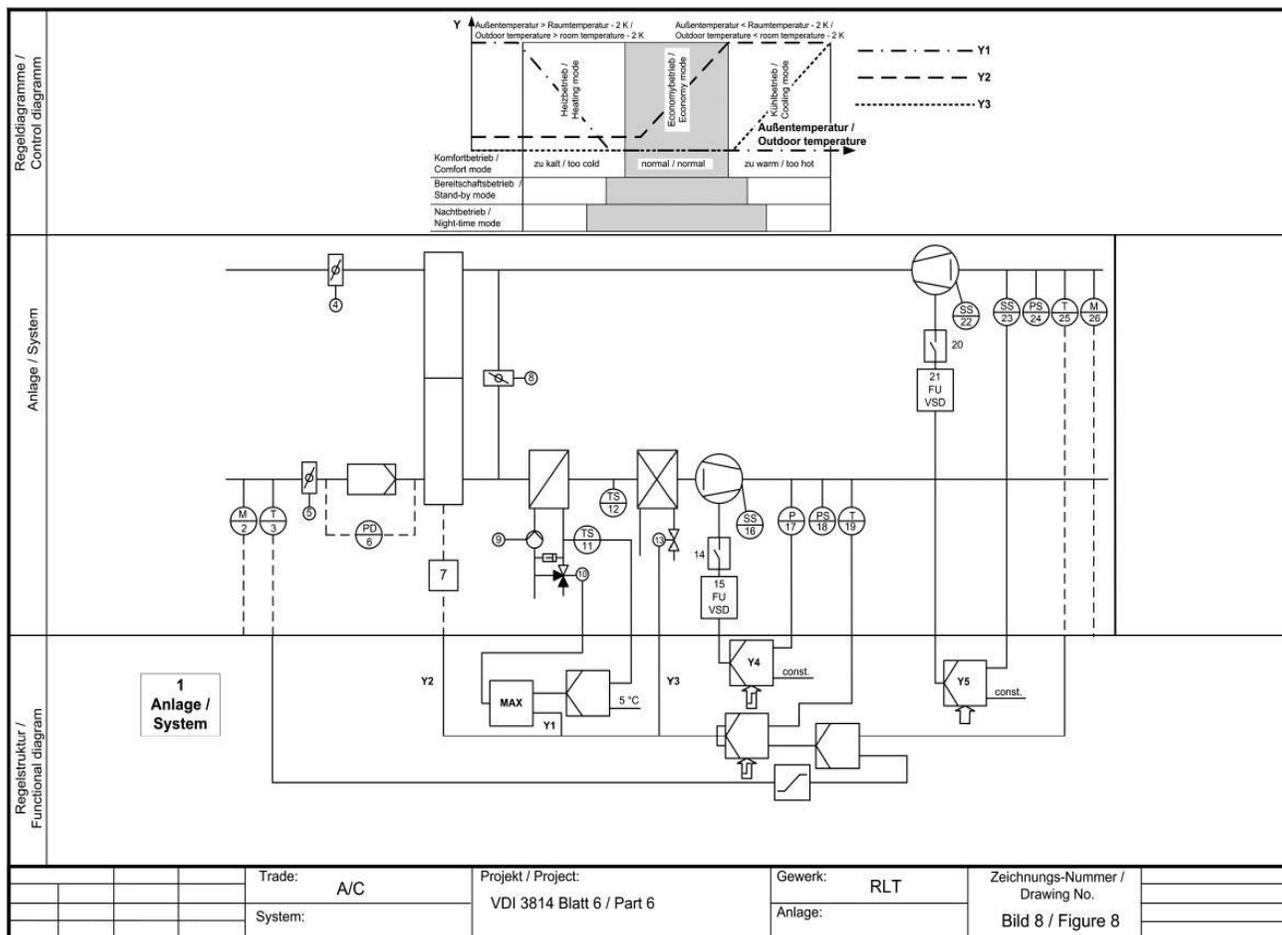
Projektphase	Leistungen	Ergebnis
Planung	Definition der Projektanforderungen Projektplanung und -organisation Technische Spezifikation	→ Auftrag
Technische Bearbeitung	Projektierung und Koordination Detaillierte Auslegung der Funktion und der Hardware Hardware-Konfiguration Konfiguration der automationsstrategien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

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

Planungsmethoden und -werkzeuge: Hydrauliksystemen



Planungsmethoden und -werkzeuge: Anlagenschemen

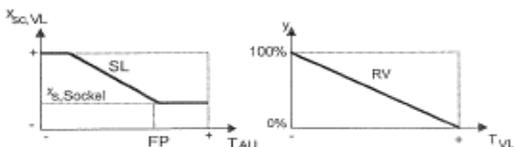


Planungsmethoden und -werkzeuge: Funktionsbeschreibungen

5.2 Funktion

Dem Heizungsverteiler im Altbau wird die Wärme aus dem Fernwärmenetz über einen Wärmeübertrager zur Verfügung gestellt. Die Vorlauftemperaturen auf dem Verteiler betragen im Auslegungsfall zwischen und 75°C und 80°C. Die Wärmeversorgung des Neubaus wird von diesem Verteiler mit einer Zubringerpumpe, ohne Regelventil abgenommen. Die Pumpe wird im Schaltschrank Altbau angeschlossen.

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

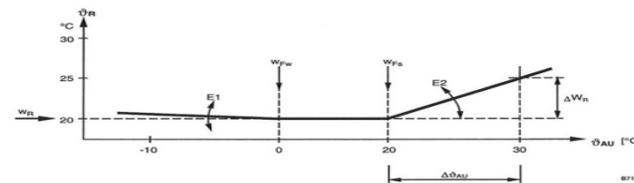


Des Weiteren werden die Heizgruppen über Aussentemperaturgrenzwerte freigegeben. Werden die Grenzwerte (einstellbar für Tag und Nachtbetrieb) unterschritten, so wird die Regelung freigegeben und es wird automatisch der jeweilige Kreis der **Betonkernaktivierung gesperrt**. Alle Gruppen erhalten eine 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 Zubringerpumpe dynamische Heizung ist ebenfalls im ISP 1 aufgelegt. Sie wird über eine Anforderung aus dem ISP 2 Lüftung freigegeben.

Sämtliche Umwälzpumpen verfügen über einen periodischen Pumpenlauf.



Winterfall

Es wird der einstellbare Grenzwert mit der über 72h gemittelten Aussentemperatur (T_{amb72h}) und die aktuelle Aussentemperatur (M1H03_Aussentemp) mit einem einstellbaren Grenzwert verglichen.

Das Kriterium ist erfüllt, wenn
UND $T_{amb72h} < M1H03_GW_Win$
 $T_{aktuell} < M1H03_GW_aktuellAT$ ist.

Datenpunkt	Klartext	Wert/Einheit
M1H03_GW_Win	Grenzwert Winterfall	°C
M1H03_GW_aktuellAT	Grenzwert aktuelle AT	°C

Sommerfall

Das Kriterium Winterfall bleibt solange bestehen, bis der Wert von T_{amb72h} den eingestellten Sommergrenzwert überschreitet oder die aktuelle Aussentemperatur größer als der eingestellte Grenzwert ist.

Das Kriterium ist erfüllt, wenn
ODER $T_{amb72h} > M1H03_GW_Som$
 $T_{aktuell} > M1H03_GW_aktuellAT$ ist.

Datenpunkt	Klartext	Wert/Einheit
M1H03_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		



— Status Quo: Prüfung der Gebäudeautomation

Auszug aus einem aktuellen LV:

„Nach erfolgter Inbetriebnahme ist ein **störungsfreier Probetrieb** über einen Zeitraum von 14 Kalendertagen im 24 h Betrieb **mittels Protokollausdruck nachzuweisen**. Während des Probetrieb dürfen **keine Optimierungsarbeiten**, welche einen Eingriff in den Prozessablauf bewirken, durchgeführt werden. Der **Probetrieb ist lückenlos zu dokumentieren** und **mit dem Betreiber auszuwerten**. Sind Nachregulierungen erforderlich müssen diese vorgenommen werden. Nach erfolgreichem Probetrieb und Nachregulierung kann der Auftragnehmer die Abnahme schriftlich beantragen.“

Vorschlag:

Nach erfolgter Inbetriebnahme ist ein **störungsfreier Probetrieb in Übereinstimmung mit den Funktionsbeschreibungen, Anlagen- und Regelschemen** über einen Zeitraum von 14 Kalendertagen im 24 h Betrieb mittels Protokollausdruck nachzuweisen. Hierzu ist vorab mit dem Bauherrn eine **Liste der zu prüfenden Datenpunkte** abzustimmen. Für die die ausgewählten Datenpunkte wird zusätzlich zum Protokollausdruck eine **Datenexport** (15-minütige Momentanwerte) als csv- oder Excel-Datei umgesetzt. Die Daten werden nach dem Probetrieb zur Prüfung an den AG übergeben ...“



Virtueller Prüfstand für Gebäudeperformance

Unsere Lösung: Virtueller Prüfstand für die Gebäudeautomation

5.2 Funktion

Dem Heizungssteller im Altbau wird die Wärme aus dem Fernwärmenetz über einen Wärmeerzeuger zur Verfügung gestellt. Die Vorlauftemperaturen auf dem Verteiler betragen im Ausgangszustand zwischen 75°C und 80°C. Die Warmwassererzeugung im Heizhaus wird von diesem Verteiler mit einer Zubehörgpumpe, ohne Regelventil abgenommen. Die Pumpe wird im Schaltschrank Altbau angeschlossen.

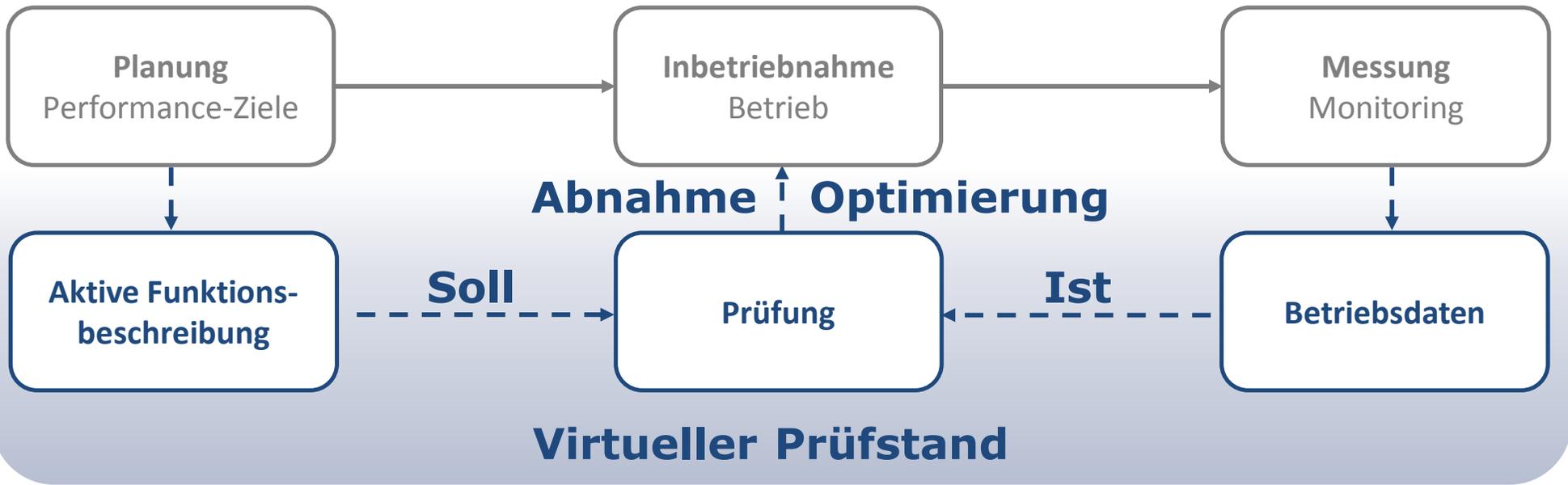
Heizungsgruppen statische Heizung
 Die Gebäudeteile des Hauses (Nord, Süd, West, Ost) und der Multifunktionsraum stellen je einen eigenen Regelkreis dar. Die Regelung erfolgt wienungspärfähig, jeweils über ein Dreiwegmischventil und eine Gruppenpumpe. Die Temperaturen im Ausgangszustand betragen 75°C Vorlauftemperatur und 50°C Rücklauftemperatur. Die Heizungen können über die Sollwertparameter Sollkellertemperatur (bei 20°C Au-Temperatur) und Sollheizl. eingestellt werden.

Die Wärmehinrichtungen der Heizgruppen über Aussentemperaturerweiterte freigegeben. Werden die Aussentemperaturen innerhalb der Tag- und Nachtzeiten unterschritten, so wird die Regelung freigegeben und es wird automatisch der jeweilige Kreis der Betonkernaktivierung gestartet. Alle Gruppen erhalten eine Heizleistung und eine Vorlauftemperatur über ein Zeitprogramm. Die Schaltzeiten und die Heizprogramme mit den zugehörigen Parametern können auf der OLT-Ebene vom Betriebsingenieur verändert werden. Für die statischen Heizgruppen wird je eine eigene Heizkurve festgelegt. Die Regelung der Heizkurve erfolgt in Abhängigkeit von der Außentemperatur. Dies entsprechend wird die Vorlauftemperatur dabei erhöht. Heizkurve gemäß der Wärmebedarf der einzelnen Gruppen ist dem Bilanzschema zu entnehmen.

Die jeweilige Heizleistung wird entsprechend erhöht, sobald die Regelventile über 5% öffnen. Wenn die Sollzeit länger als 30 s auf unter 3 % geht wird die Pumpe wieder ausgeschaltet. Es ist täglich eine Einrichtung für 20 s ein Rückstromschutz vorgesehen.

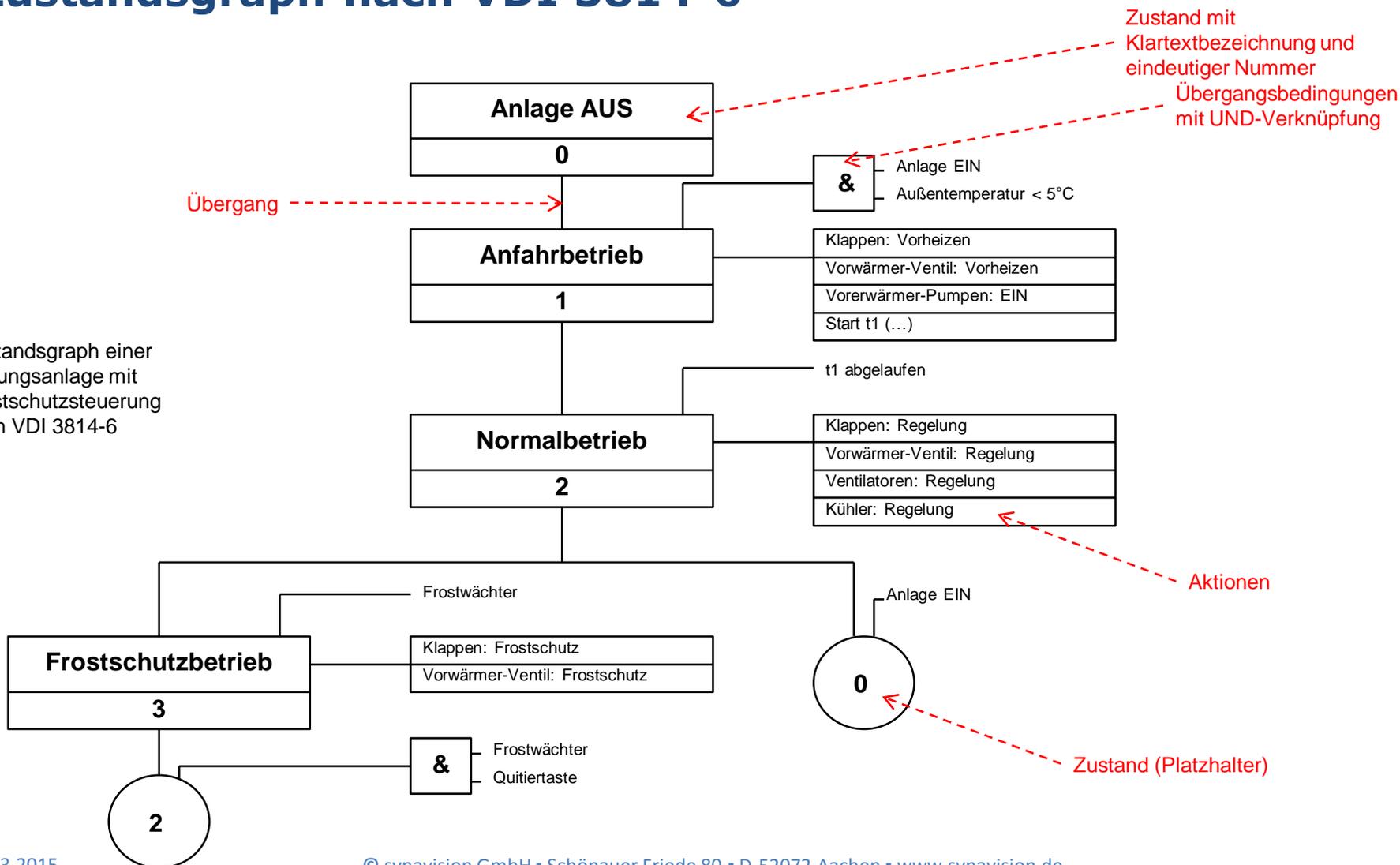
Die Zubehörgpumpe dynamische Heizung ist ebenfalls in ISP 1 aufgeführt. Sie wird über eine Anbohrung aus dem ISP 2 Lösung freigegeben.

Statische Umwälzpumpen verfügen über einen periodischen Pumpenlauf.

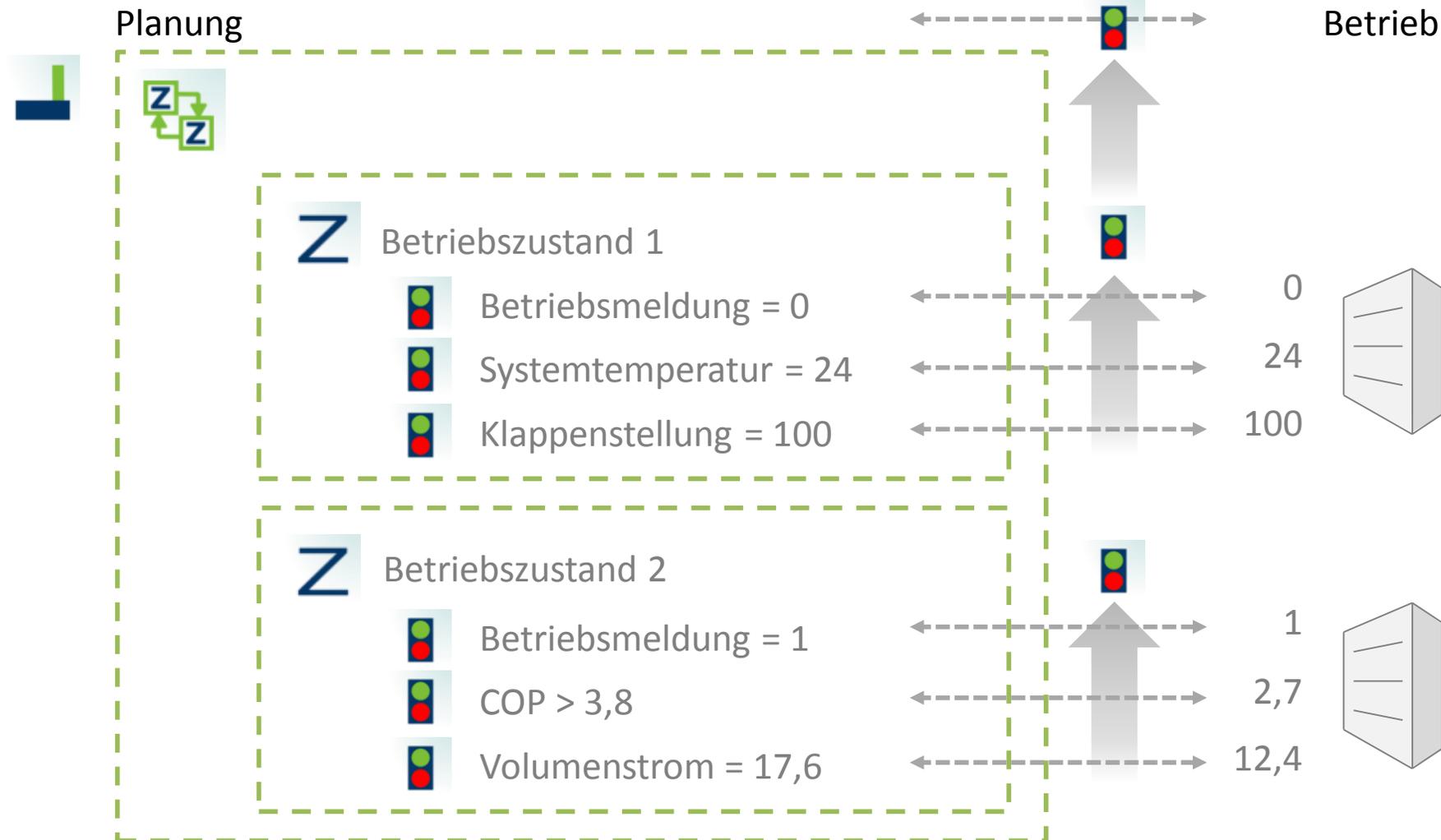


Zustandsgraph nach VDI 3814-6

Zustandsgraph einer Lüftungsanlage mit Frostschutzsteuerung nach VDI 3814-6



Modell: Aktive Funktionsbeschreibung



— Unsere Lösung: Virtueller Prüfstand für die Gebäudeautomation

- Eindeutige Spezifikation der funktionalen Ziele
- Eindeutige Prüfprozeduren
- Kontinuierliche, automatisierte Überwachung
- Integration in bestehende Leistungsbilder
- Konstruktiver QM-Prozess



→ **So schließen wir die Lücke
zwischen Planung und Betrieb!**



Technische
Universität
Braunschweig



Institut für Gebäude- und Solartechnik
Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch
Mühlenpfordtstraße 23
D-38106 Braunschweig
www.igs.bau.tu-bs.de



Anwendung

1. Import des Anlagenschemas

synavision energie navigator

Visualization of Facility Energiezentrale

Identifier	Comment	Unit	Value Type	Sensor Type	Category	GitId	Short Info
I1	WP2_BM	NO_UNIT	undefined	signal	undefined		
I2	WP3_BM	NO_UNIT	undefined	signal	undefined		
I3	Y01	m³/h	undefined	signal	undefined		
I4	PSp_H_T	°C	undefined	signal	undefined		
I5	PSp_K_T	°C	undefined	signal	undefined		
I6	Aussen_T	°C	undefined	signal	undefined		
I7	MSV01	NO_UNIT	undefined	signal	undefined		
I8	MSV02	NO_UNIT	undefined	signal	undefined		

Metadata | Visualization | Documentation

Workspace Problems | Processing Reports | Progress

No operations to display at this time.

Selection Visible Editor Not Visible Opened Editors - Logged in as plesser on vm1.synavision.de 2.3.1 - © synavision GmbH

2. Planung der Betriebszustände

The screenshot displays the 'synavision energie navigator' interface. The main window shows a 'Visualization of Facility Energiezentrale' with a schematic diagram of a heating and cooling system. The diagram includes components like pumps (Pu1), valves (MSV1-MSV5), heat exchangers (WP 1 HT, WP 2 NT, WP 3 NT), storage tanks (Speicher Heizen, Speicher Kühlen), and a water tank (WT). A table at the bottom right lists sensor data:

Sensor Type	Category	Gltid	Short Info
signal	undefined		

The left sidebar shows a tree view of the project structure, including 'Energiezentrale' and various sub-components like 'ZB00_Aus', 'Aussen_T', 'MSV01', 'MSV02', 'PSp_H_T', 'PSp_K_T', 'V01', 'WP2_BM', 'WP3_BM', and 'BZ01_H_WP2'. A red dashed box highlights the 'Energiezentrale' section in the tree view.

3. Import und Zuweisung von Betriebsdaten

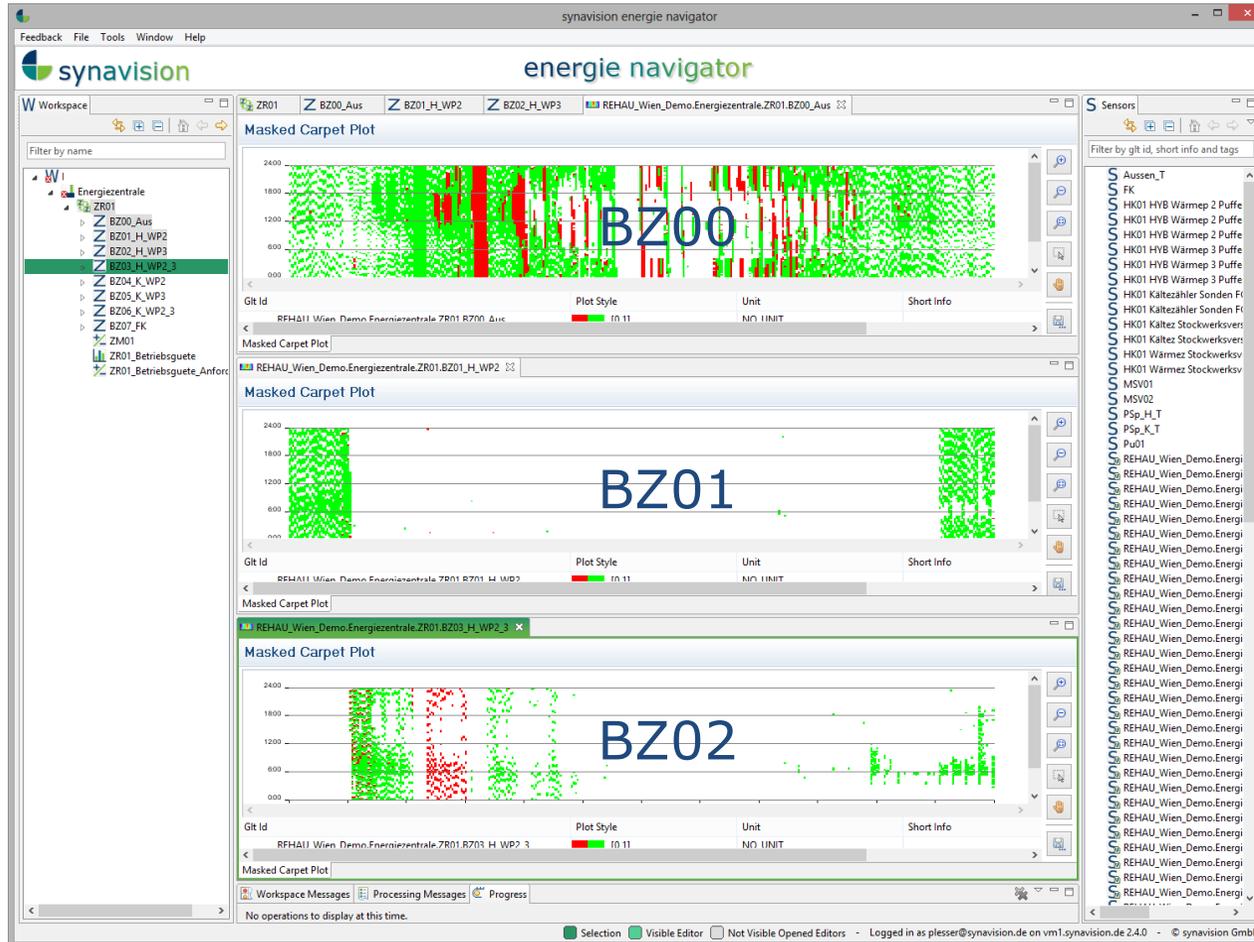
The screenshot shows the 'energie navigator' interface. The main window displays a 'Visualization of Facility Energiezentrale' with a schematic diagram of a heating and cooling system. The diagram includes components like pumps (Pu1), valves (MSV1-5), and storage tanks ('Speicher Heizen' and 'Speicher Kühlen'). Various sensors are indicated by numbered yellow boxes (11-18) on the diagram.

Below the diagram, there are two tables showing sensor assignments. The top table lists sensors 11 through 18 with their respective units, value types, and sensor types. The bottom table provides a detailed view of sensors 11 through 15.

Identifier	Comment	Unit	Value Type	Sensor Type	Category	GitId	Short Info
11	WP2_BM	NO_UNIT	double	undefined	undefined	WP2_BM	
12	WP3_BM	NO_UNIT	double	undefined	undefined	WP3_BM	
13	V01	NO_UNIT	double	undefined	undefined	V01	
14	PSp_H_T	°C	undefined	signal	undefined		
15	PSp_K_T	°C	undefined	signal	undefined		
16	Aussen_T	°C	undefined	signal	undefined		
17	MSV01	NO_UNIT	undefined	signal	undefined		
18	MSV02	NO_UNIT	undefined	signal	undefined		

Identifier	Comment	Unit	Value Type	Sensor Type	Category	GitId
11	WP2_BM	NO_UNIT	double	undefined	undefined	WP2_BM
12	WP3_BM	NO_UNIT	double	undefined	undefined	WP3_BM
13	V01	NO_UNIT	double	undefined	undefined	V01
14	PSp_H_T	°C	undefined	signal	undefined	
15	PSp_K_T	°C	undefined	signal	undefined	

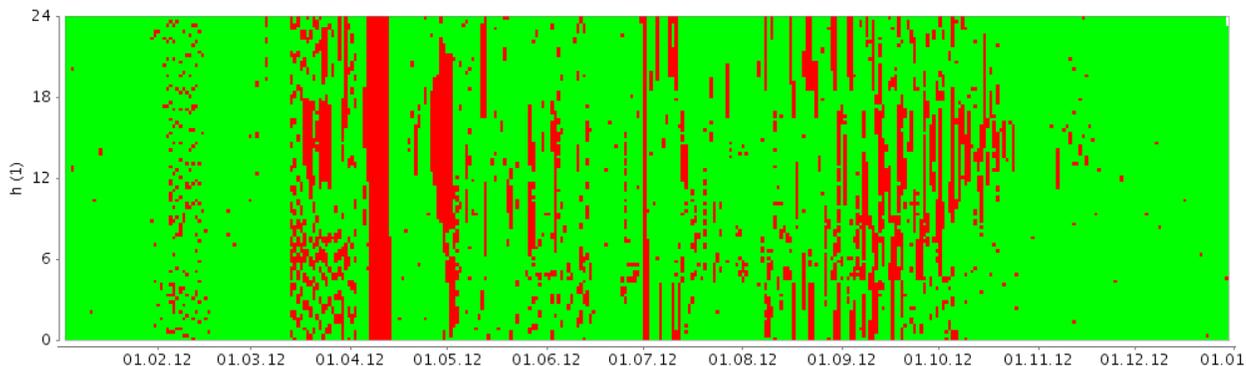
4. Automatisierte Bewertung der Betriebszustände



Auswertung der
Betriebszustände
je ¼-Stunde

Grün: Funktion korrekt
Rot: Fehler
Weiß: nicht aktiv

4. Automatisierte Bewertung der Betriebsgüte



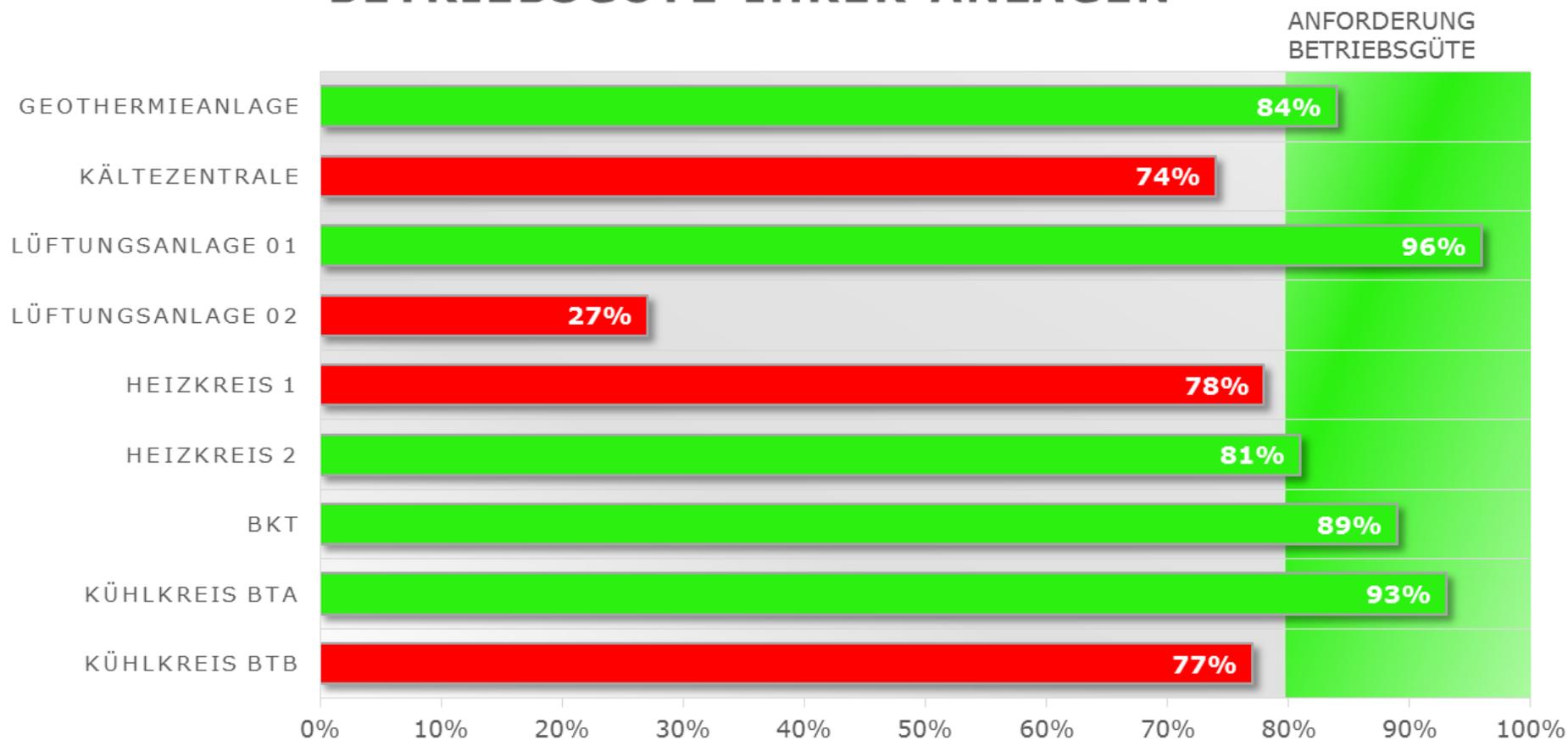
Auswertung des
Zustandsraum
z.B. je ¼-Stunde



Betriebsgüte BG:
Anteil der gültigen
Messungen
innerhalb eines
Bewertungs-
zeitraums
(z.B. >80%/Tag)

4. Automatisierte Bewertung der Betriebsgüte

BETRIEBSGÜTE IHRER ANLAGEN



Der Virtuelle Prüfstand für Gebäudeperformance



Anwendungsmöglichkeiten:

- Standardisierte Spezifikation und Prüfung von Anlagenfunktionen in Neubau und Bestand
- Unterstützung von Inbetrieb- und Abnahme
- Bewertung technischer Service Level im FM



Kontakt: plesser@synavision.de und www.synavision.de