



Qualitätsmanagement für die Gebäudeautomation

Dr.-Ing. Stefan Plessner
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



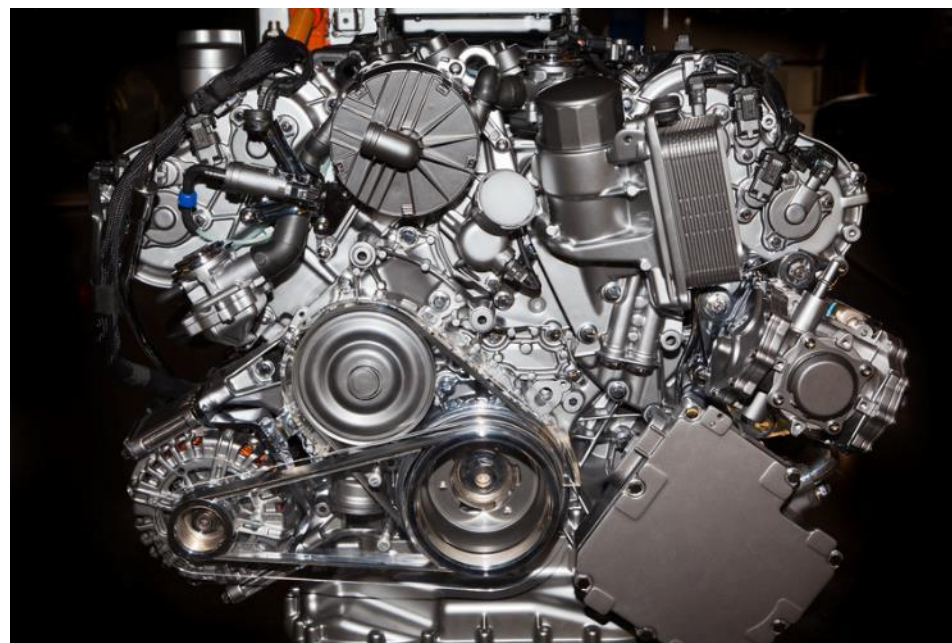
Gebäude der TU Braunschweig, 60er Jahre



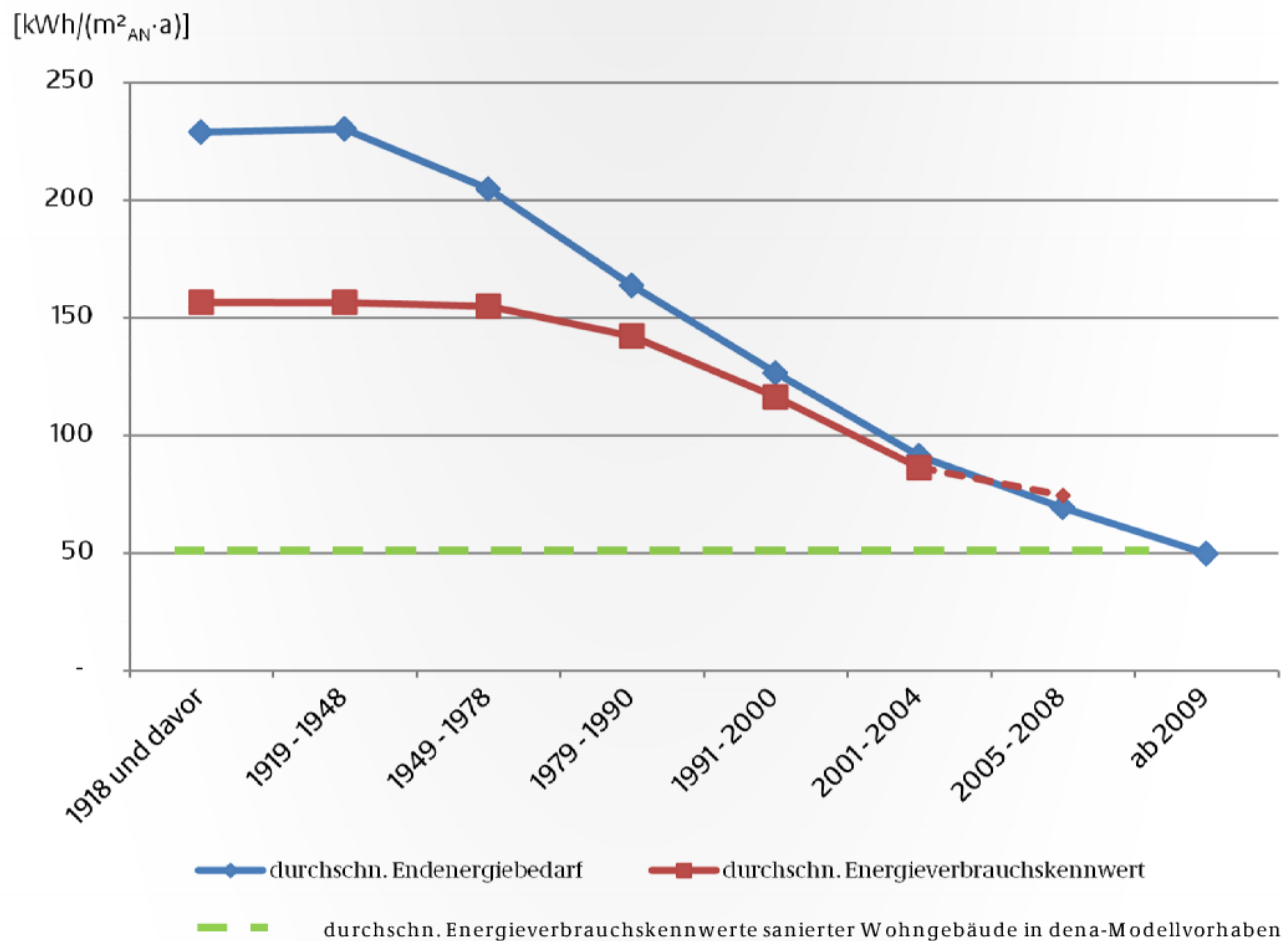
Energie-Forum Berlin, 2003

- 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!

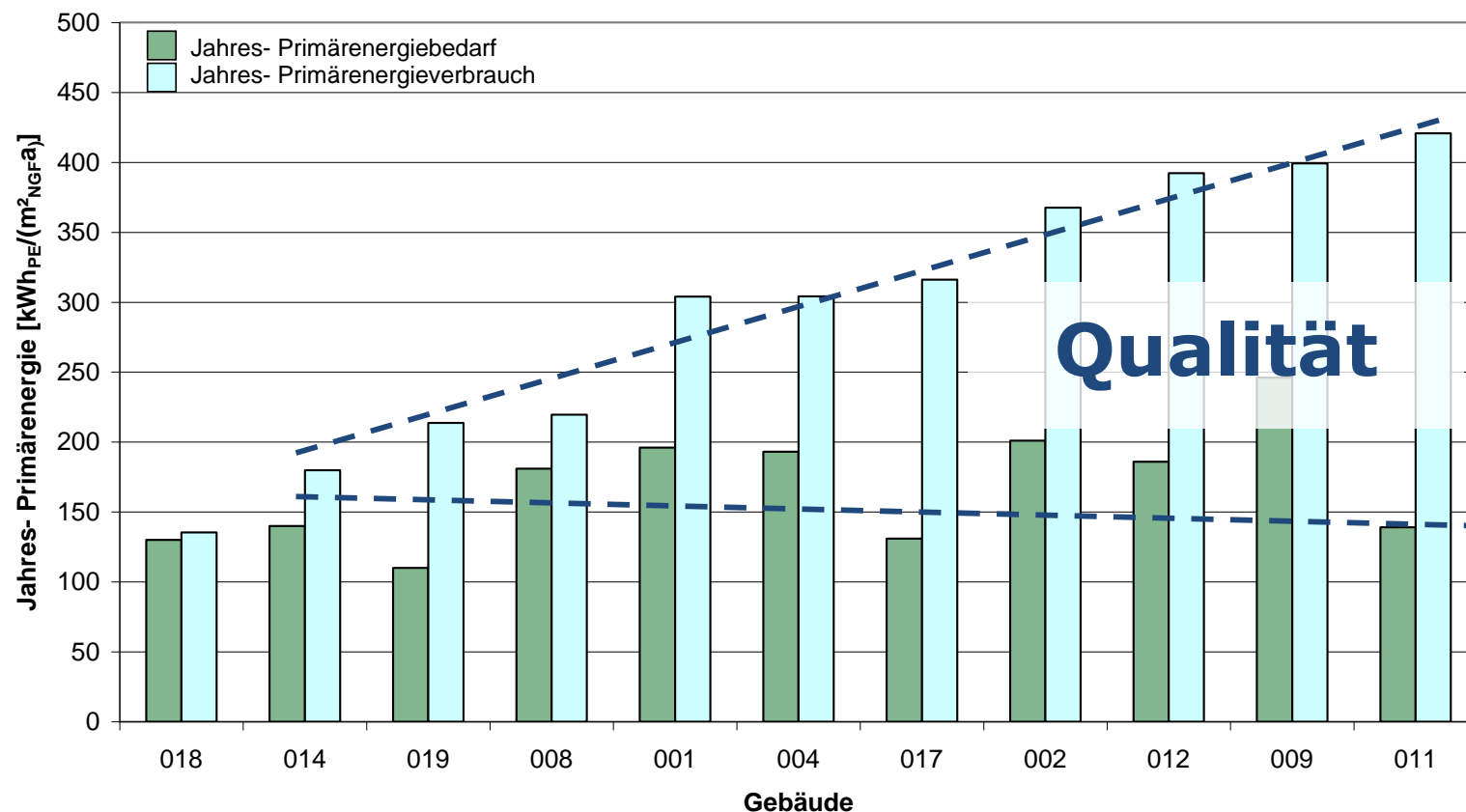


Theorie und Praxis



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:

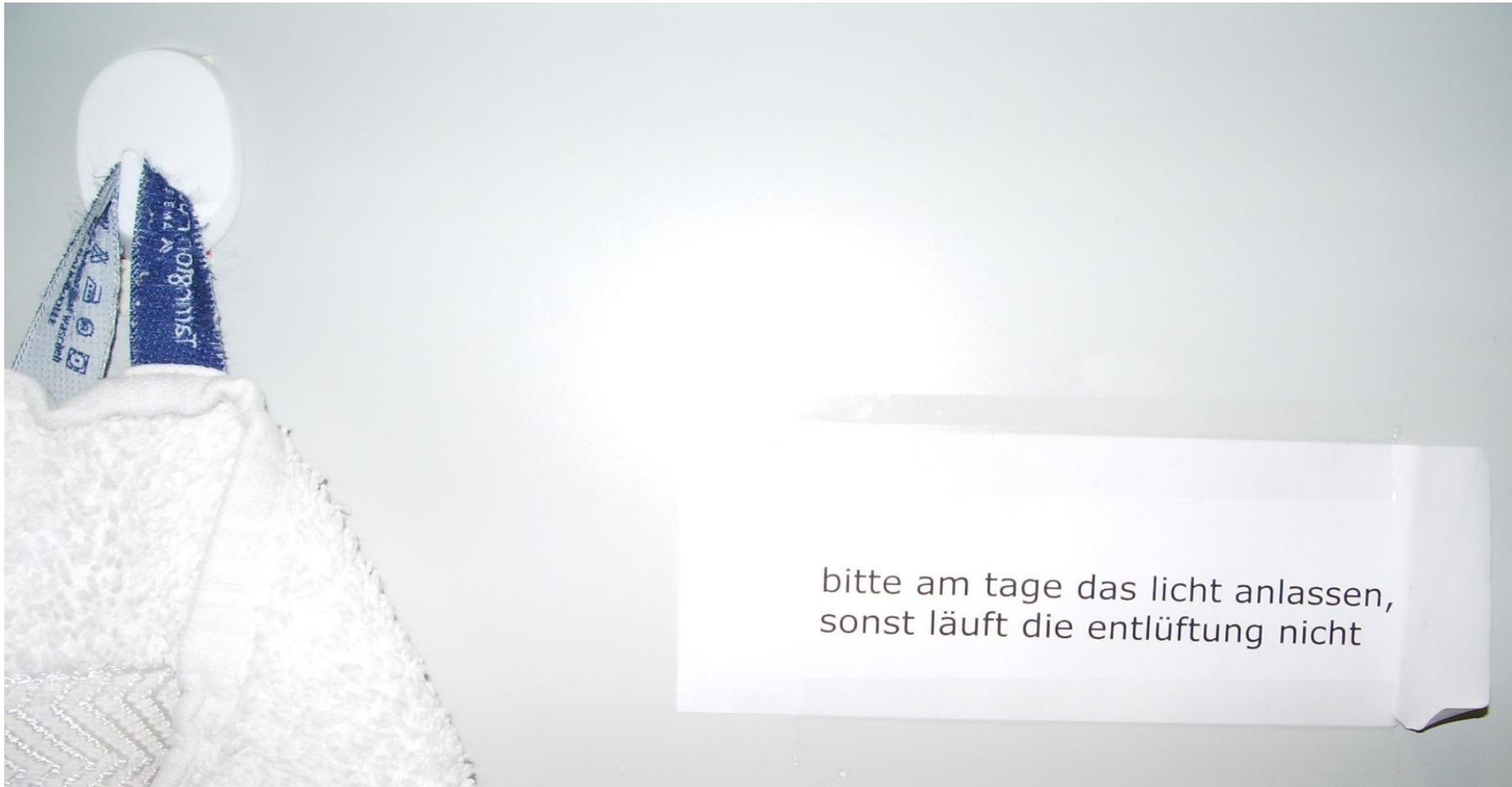
- Überhöhte Laufzeiten von Lüftungsanlagen
- Kühlen und Heizen gleichzeitig
- Fehlerhafte Hydraulik
- Ungenaue Kalibrierung von Sensoren
- Überhöhte Beleuchtungsinstallationen
- Falsche Regelungsstrategien / Soll- Werte
- Mangelhafte Betriebsüberwachung
- Fehlerhafte Anlagenergänzungen
- Fehlende Nutzerakzeptanz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



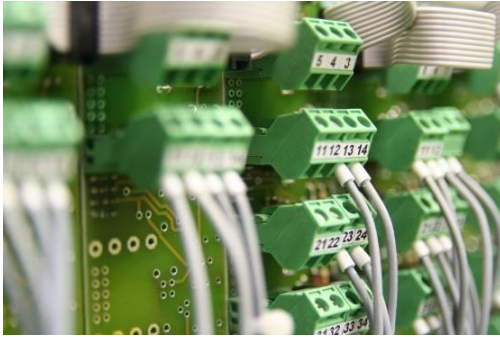
Theorie und Praxis: Der Nutzer



Theorie und Praxis: Der Nutzer



Theorie und Praxis



Email aus der Praxis:

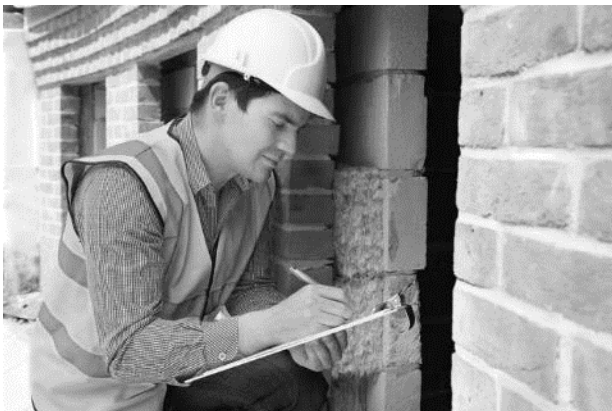
„Hallo Herr ...,

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?

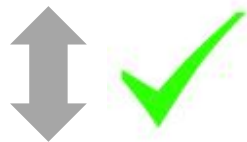
Gebäude Auto



— Status Quo: Prüfung der Gebäudeautomation

Verortung in den Leistungsphasen

Funktionsbeschreibung
(Soll-Wert)

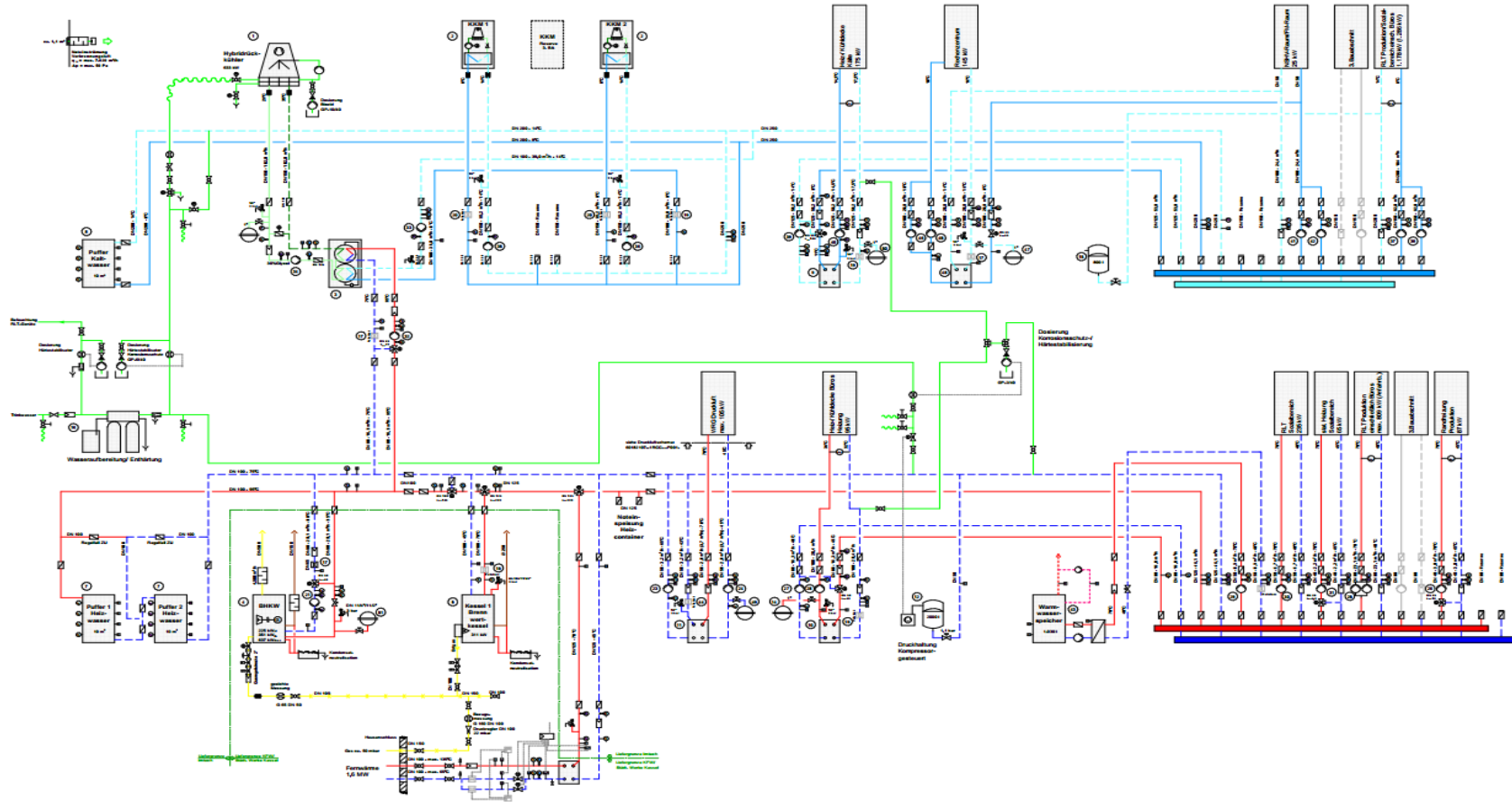


Überprüfung der Funktion
(Ist-Wert)

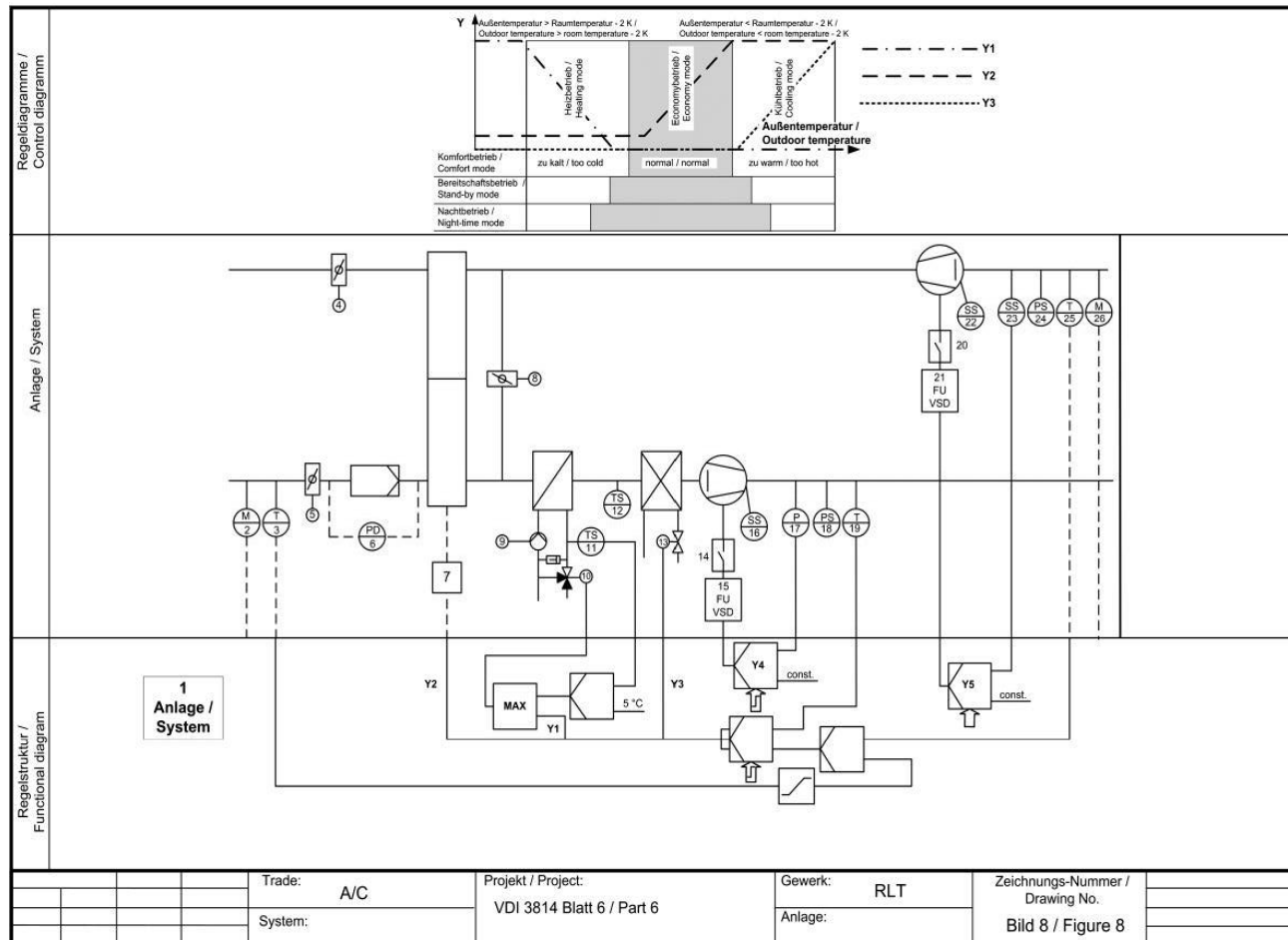
Projektphase	Leistungen	Ergebnis
Planung	Definition der Projektanforderungen Projektplanung und -organisation Technische Spezifikation	→ Auftrag
Technische Bearbeitung	Projektierung und Koordination Detaillierte Auslegung der Funktion und der Hardware Hardware-Konfiguration Konfiguration der automationsstrategien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

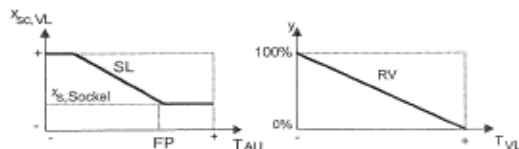
5.2 Funktion

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.



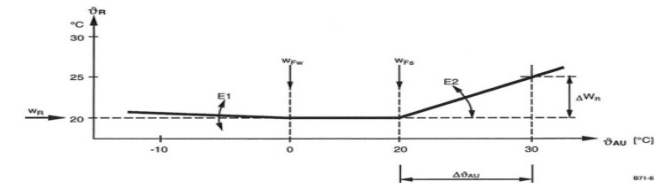
Des Weiteren werden die Heizgruppen über Aussentemperaturgrenzwerte freigegeben. Werden die Grenzwerte (einstellbar für Tag und Nachtbetrieb) unterschritten, so wird die Regelung freigegeben und es wird automatisch der jeweilige Kreis der **Betonkernaktivierung gesperrt**.

Alle Gruppen erhalten eine Nachtabenkung 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 ($T_{amb,72h}$) und die aktuelle Aussentemperatur (M1H03_Aussentemp) mit einem einstellbaren Grenzwert verglichen.

Das Kriterium ist erfüllt, wenn
UND
 $T_{amb,72h} < M1H03_GW_Win$
 $T_{aktuell} < M1H03_GW_aktuellAT$ 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 $T_{amb,72h}$ den eingestellten Sommergrenzwert überschreitet oder die aktuelle Aussentemperatur größer als der eingestellte Grenzwert ist.

Das Kriterium ist erfüllt, wenn
ODER
 $T_{amb,72h} > M1H03_GW_Som$
 $T_{aktuell} > M1H03_GW_aktuellAT$ 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 Probebetrieb** über einen Zeitraum von 14 Kalendertagen im 24 h Betrieb **mittels Protokollausdruck nachzuweisen**. Während des Probebetrieb dürfen **keine Optimierungsarbeiten**, welche einen Eingriff in den Prozessablauf bewirken, durchgeführt werden. Der **Probebetrieb ist lückenlos zu dokumentieren** und **mit dem Betreiber auszuwerten**. Sind Nachregulierungen erforderlich müssen diese vorgenommen werden. Nach erfolgreichem Probebetrieb und Nachregulierung kann der Auftragnehmer die Abnahme schriftlich beantragen.“

Vorschlag:

Nach erfolgter Inbetriebnahme ist ein **störungsfreier Probebetrieb 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 Probebetrieb zur Prüfung an den AG übergeben ...“



Virtueller Prüfstand für Gebäudeperformance

Unsere Lösung: Virtueller Prüfstand für die Gebäudeautomation

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 Auslieferungszustand zwischen 70°C und 80°C.

Die Warmwasserzirkulation im Haus wird von diesem Verteiler mit einer Zuhilfenpumpe, ohne Regelventil abgesichert. Die Pumpe wird im Schaltschrank Altbau angeschossen.

Heizungsgruppen statische Heizung
Die Gebäudebesitzer des Hauses (Rhe, Sol, West, Ost) und der Multifunktionsraum stellen je einen eigenen Regelkreis dar. Die Regelung erfolgt wärmegeführt, jeweils über ein Dringensventil und eine Gruppenpumpe. Die Temperaturen im Auslieferungszustand betragen 70°C Vorlauftemperatur und 50°C Rücklauftemperatur.

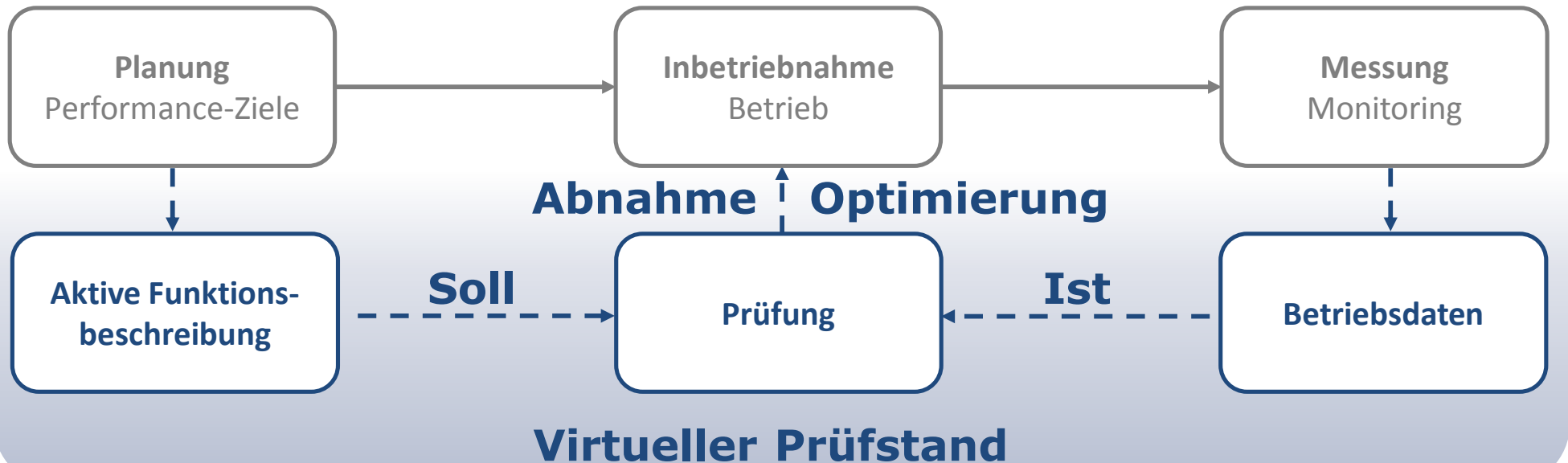
Die Heizungen können über die Sollwertparameter Sockeltemperatur (bei 20°C Außentemperatur) und Stellzeit eingestellt werden.

Das Verhalten werden die Heizgruppen über Ausstemperaturerwerte freigegeben. Werden die Grenzwerte (maximal 50°C Tag und Nacht) überschritten, so wird die Regelung freigegeben und es wird automatisch der jeweilige Kreis der Betonkernaktivierung gesperrt. Alle Gruppen erhalten eine Nachbeheizung und eine Vorstemperaturerwartung über ein Zubehörgesetz. Die Schaltzeiten und die Heizprogramme mit den zugehörigen Parametern können auf der GLT-Basis vom Betriebspersonal verändert werden. Für die statischen Heizgruppen wird je eine eigene Heizkurve festgelegt. Die Regelung der Heizkurve erfolgt in Abhängigkeit von der Außentemperatur. Dem entsprechend wird die Vorlauftemperatur ablesbar. Heizkurven geregelt. Die Wärmeleistung der einzelnen Gruppen ist dem Bilanzkonto zu entnehmen.

Die jeweilige Heizleistung wird entsprechend, 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 Einrichtung für 30 s ein Blockschaltung vorgesehen.

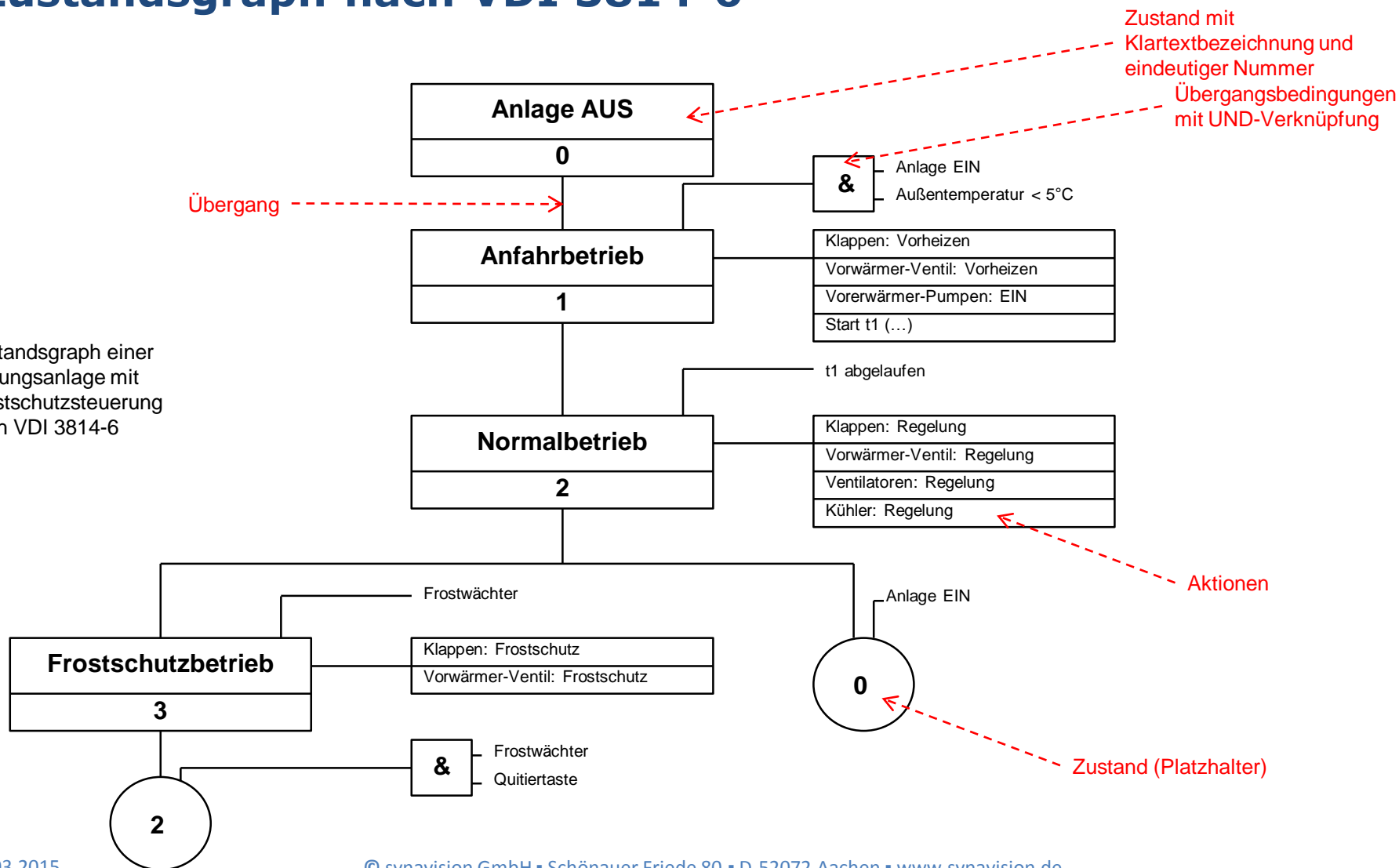
Die Zubehörgesetze dynamische Heizung ist ebenfalls in ISP 1 aufgeführt. Sie wird über eine Ansteuerung aus dem ISP 2 Lösung freigegeben.

Ständige Umwälzpumpen verfügen über einen periodischen Pumpenlauf.

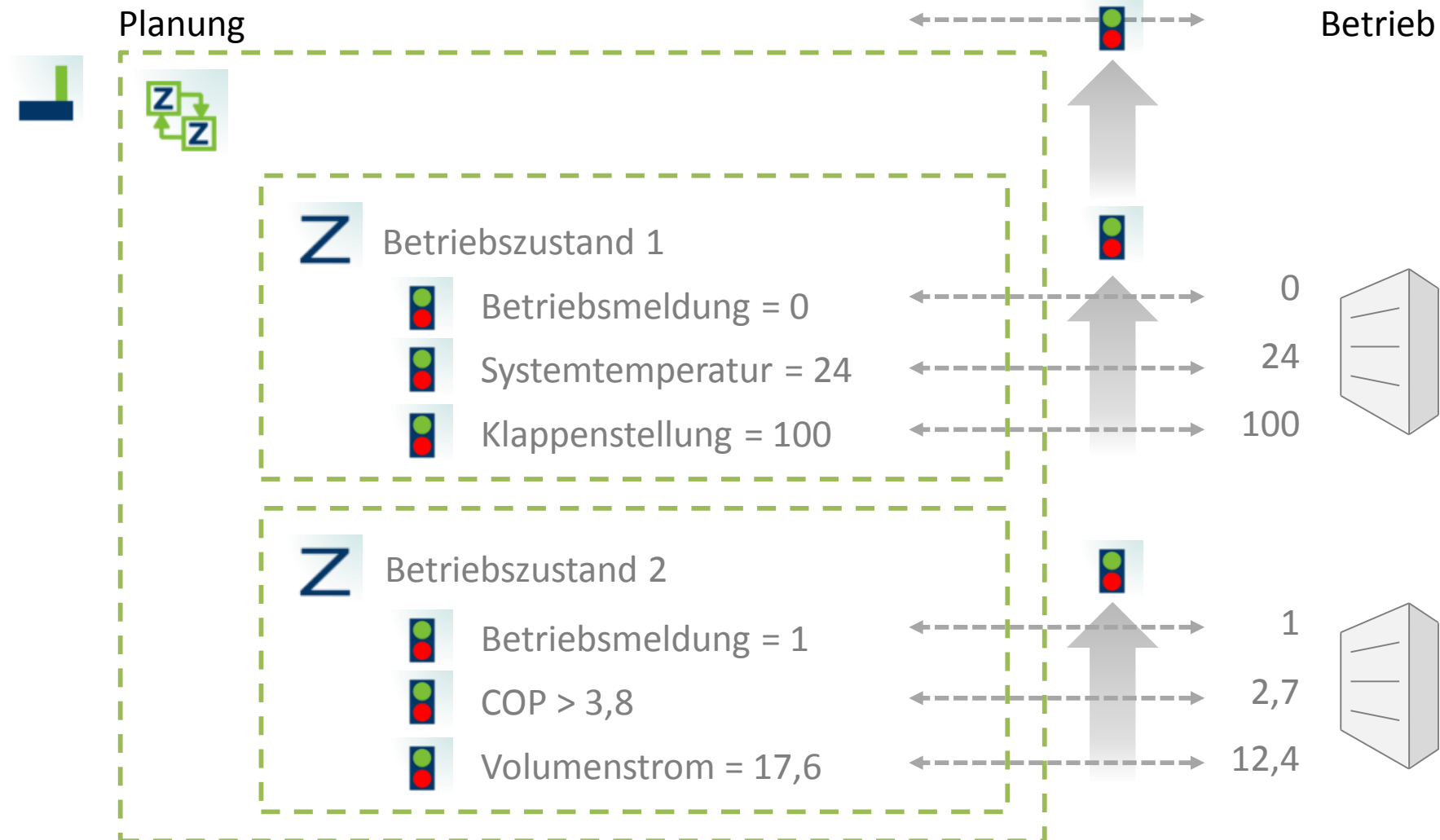


Zustandsgraph nach VDI 3814-6

Zustandsgraph einer
Lüftungsanlage mit
Frostschutzsteuerung
nach VDI 3814-6



Modell: Aktive Funktionsbeschreibung



— Unsere Lösung: Virtueller Prüfstand für die Gebäudeautomation

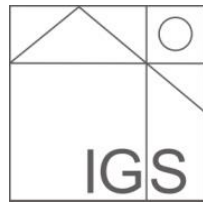
- Eindeutige Spezifikation der funktionalen Ziele
- Eindeutige Prüfprozeduren
- Kontinuierliche, automatisierte Überwachung
- Integration in bestehende Leistungsbilder
- Konstruktiver QM-Prozess



→ **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

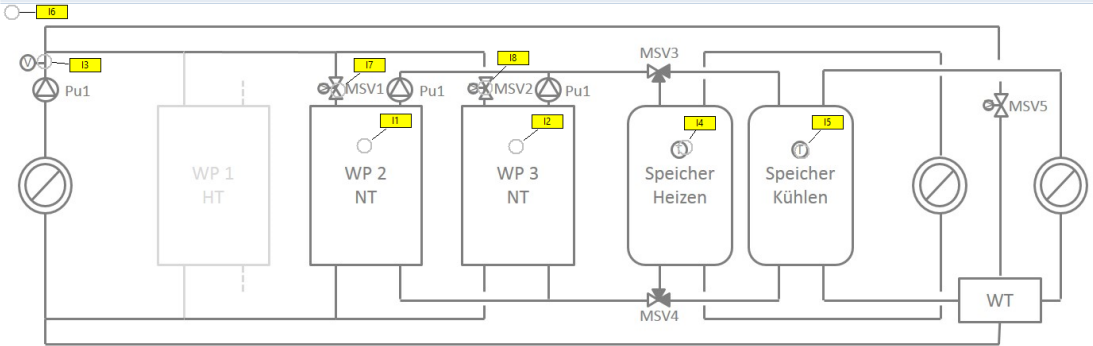
Feedback File Tools Window Help

synavision energie navigator

Workspace Energiezentrale Visualization of Facility Energiezentrale

Filter:

Anlage_Vorlage
Energiezentrale



Identifier	Comment	Unit	Value Type	Sensor Type	Category	GlId	Short Info
I1	WP2_BM	NO_UNIT	undefined	signal	undefined		
I2	WP3_BM	NO_UNIT	undefined	signal	undefined		
I3	V01	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

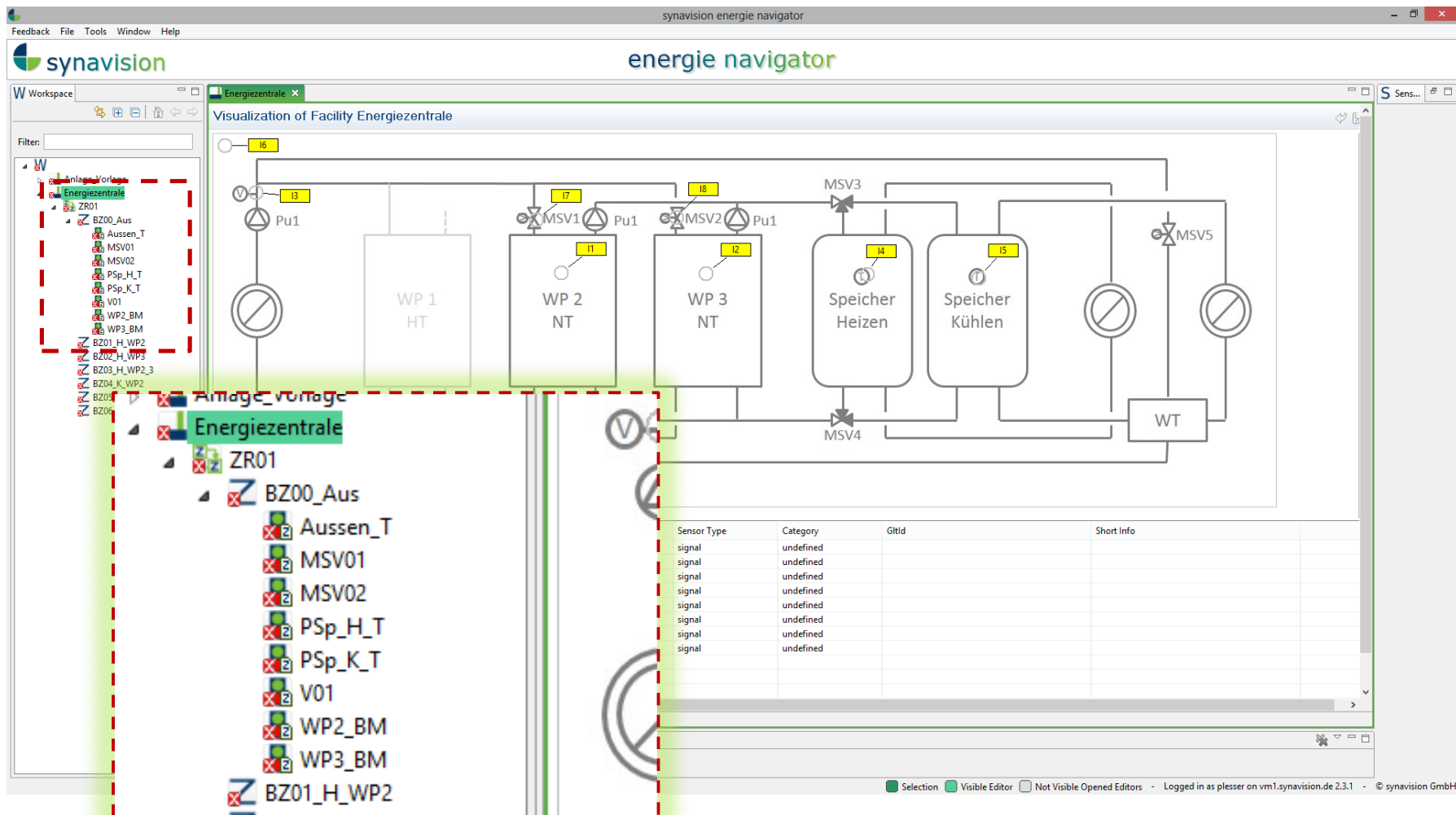
No operations to display at this time.

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

2. Planung der Betriebszustände

synavision energie navigator

Visualization of Facility Energiezentrale



Sensor Type	Category	GlId	Short Info
signal	undefined		
signal	undefined		
signal	undefined		
signal	undefined		
signal	undefined		
signal	undefined		
signal	undefined		
signal	undefined		

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

3. Import und Zuweisung von Betriebsdaten

synavision energie navigator

Visualization of Facility Energiezentrale

The assigned sensors are not consistent with the specification.

Workspace

Filter:

Anlage_Vorlage

Energiezentrale

ZR01

BZ00_Aus

Aussen_T

MSV01

MSV02

PSp_H_T

PSp_K_T

V01

WP2_BM

WP3_BM

BZ01_H_WP2

BZ02_H_WP2_3

BZ03_H_WP2_3

BZ04_K_WP2

BZ05_K_WP2_3

BZ06_K_WP2_3

Diagram showing a facility energy center with components like WP 1 HT, WP 2 NT, WP 3 NT, Speicher Heizen, Speicher Kühlen, and WT. Sensors are assigned to various points in the system.

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		

Metadata Visualization Docu

Workspace Problems

1 error, 0 warnings, 8 others

Description

Import Details (8 items)

Other (1 item)

Sensors

Filter: V01

MSV01

Demo.Energiezentrale.ZR01.B2

Demo.Energiezentrale.ZR01.B2

V01

Selection Visible Editor Not Visible Opened Editors

Logged in as plesser on vm1.synavision.de 2.3.1 © synavision GmbH

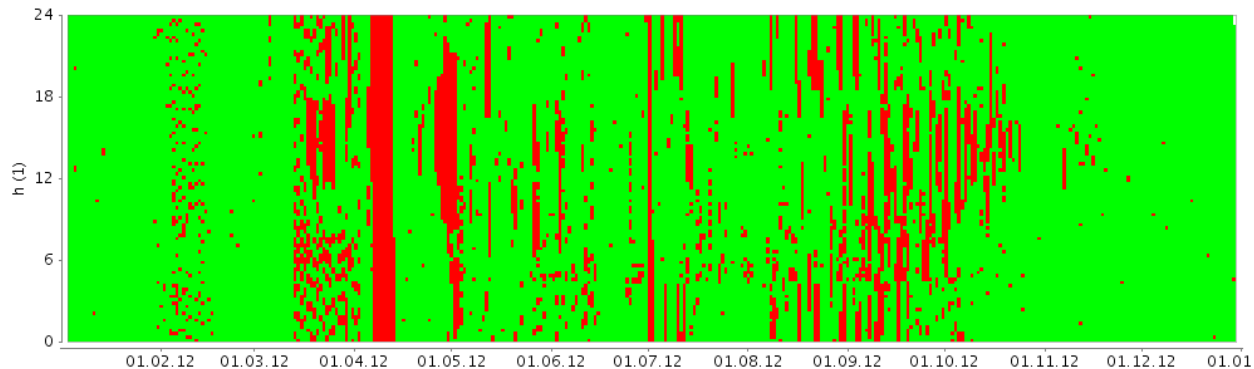
4. Automatisierte Bewertung der Betriebszustände



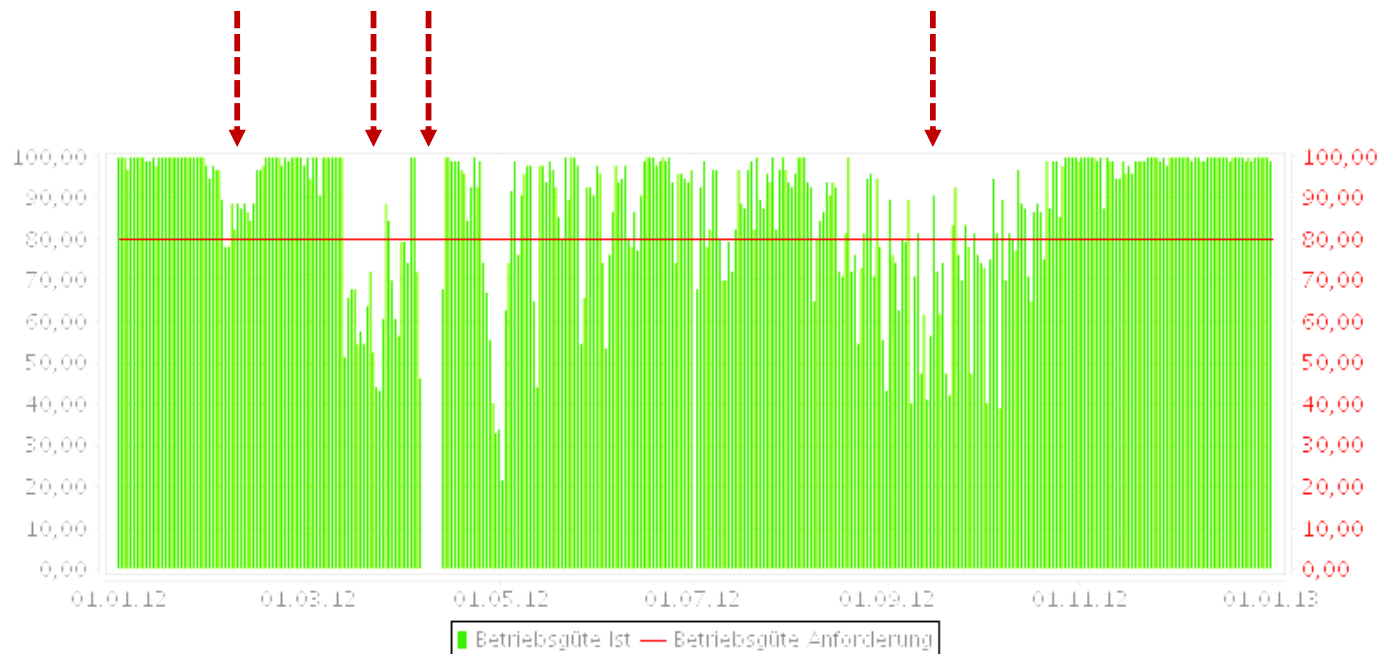
Auswertung der
Betriebszustände
je ¼-Stunde

Grün: Funktion korrekt
Rot: Fehler
Weiß: nicht aktiv

4. Automatisierte Bewertung der Betriebsgüte



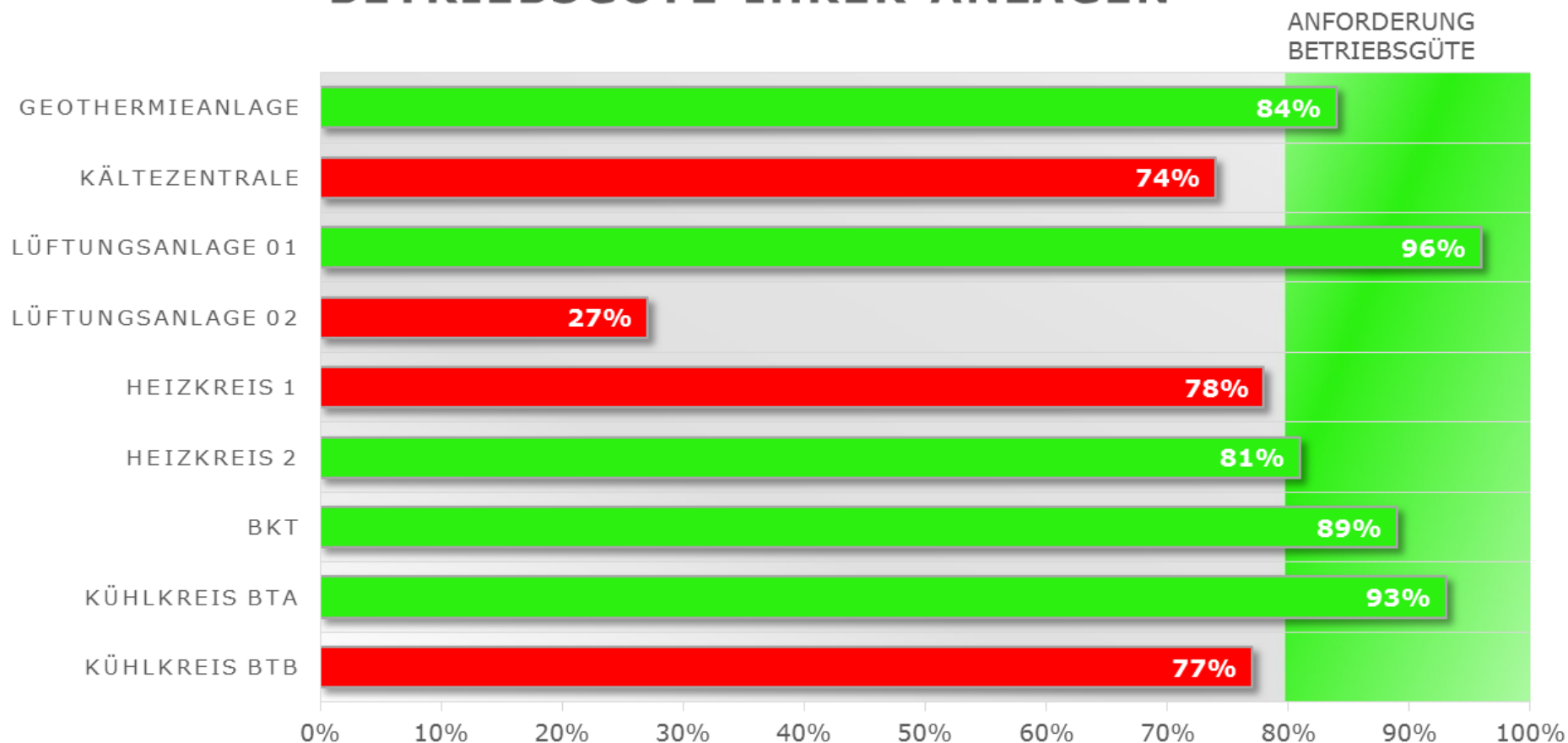
Auswertung des
Zustandsraum
z.B. je ¼-Stunde



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