

Automatisierte Anlagen-Analyse in der Gebäude-Leittechnik

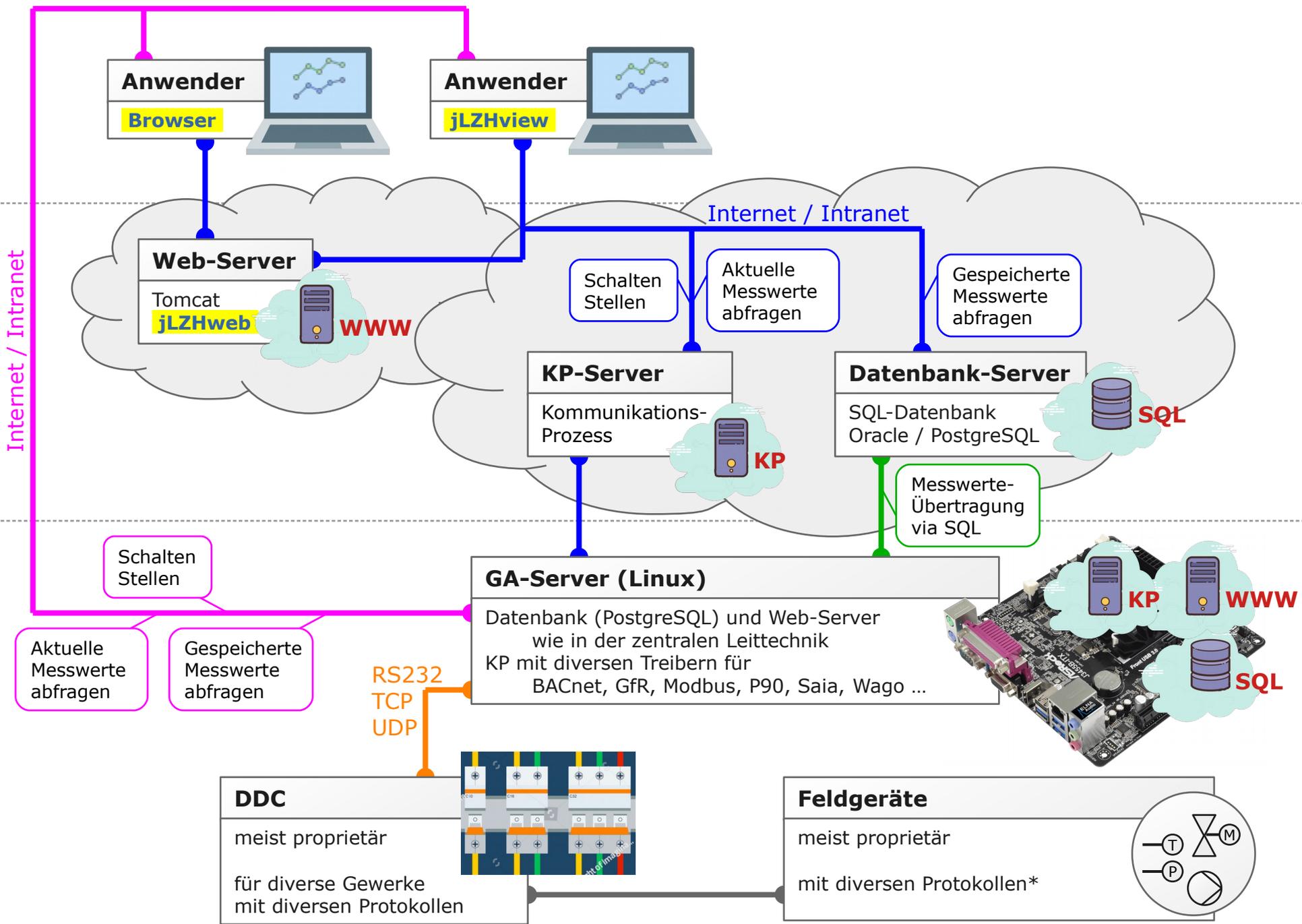
Energie- & Umweltbüro e.V.

Julia Kurde, Pilar Munoz, Reinhold Maurer

AMEV Arbeitskreis Gebäudeautomation
Sitzung am 4. und 5. Juli 2019
Hochschule Ruhr-West
Bottrop

Der Forschungsauftrag „AutoEffi“ wurde gefördert vom BBSR im BBR (Zukunft-Bau / F20-12-1-155)

Die AMEV-GA-Plattform



Visualisierung

Zentrale Leittechnik

Liegenschaft vor Ort

*BACnet ist auf Feldebene in Deutschland derzeit nicht vorgesehen

- **jLZHview**: Desktop-Anwendung
 - Für Windows / Linux
 - Mit Java 8 (aktuelle Oracle-Version 32 Bit)
- **jLZHweb**: Browser-Anwendung
 - Mit Tomcat 8 für Windows / Linux (32 / 64 Bit)
 - Zugriff via Browser z.B Chrome, Opera, ...
- Ansicht und Funktionsumfang der beiden Varianten sind äquivalent

Funktionsumfang

(Auszug)

- Aufgeschaltete Leitzentralen im Überblick
- Anmeldung bei der Datenbank
- Aufgeschaltete Anlagen im Überblick
- Meldungen im Überblick
- Datenpunkte abfragen, schalten / stellen
- Schemata anzeigen und bearbeiten
- Messwerte anzeigen
- Analyse des Anlagenbetriebs

Ziel

Objekt: BAFW: Michael-Brückner-Str.9

- ZLT-Server-EUB: MARGA via FTP
 - MELDUNGEN
 - OBJEKTE (Status: in Betrieb)
 - BAFW: Michael-Brückner-Str.9
 - BARB: Barbarossaplatz 5
 - BAUS: Bauszernerweg-3.12279.TH.e
 - BREF: zum Testen
 - HWEG: Hornblendeweg 2
 - KURF: Kurfuerstenstr-53.12105.S

Einzelraum	
st	151.0 °C
Can	22.0 °C

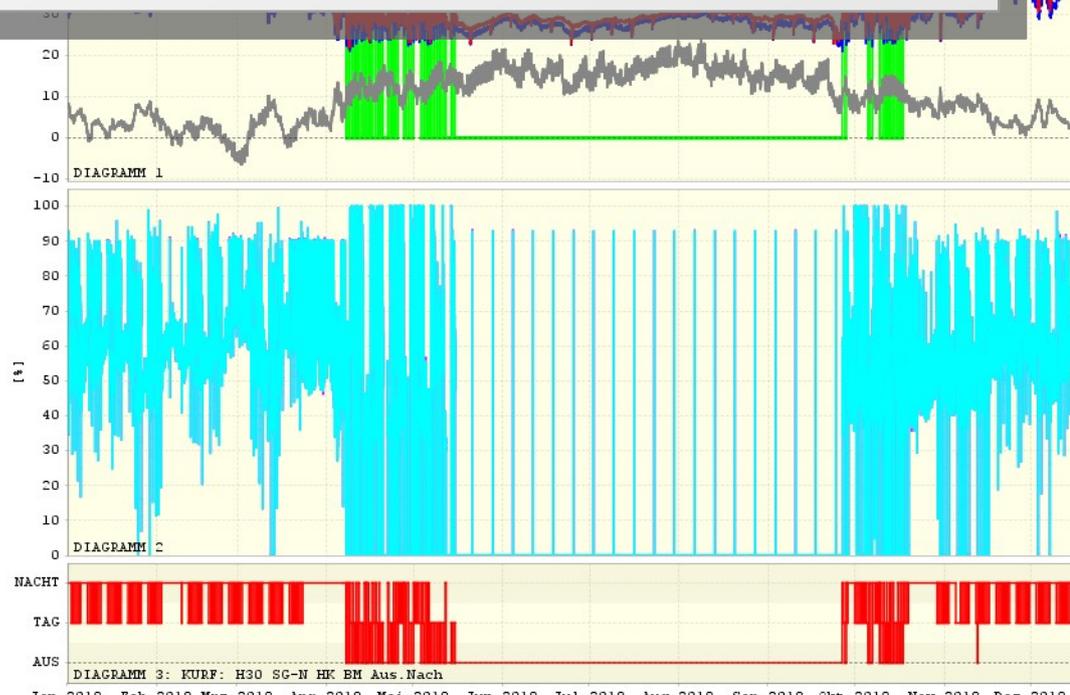
T _v max NZ	80.0 °C	v Eck NZ	60.0 °C
T _s min NZ	-15.0 °C	s Eck NZ	0.0 °C
		T _v min NZ	25.0 °C

K	K	DATUM_VON	ANZAHL	MIN	MAX	AVG	STDDEV	1	2	3	4	5	6
	1	2018-01-01 00:00:00	1602	-0,773	8,688	3,879	2,289	1	-0,999	-0,957	-0,728	-0,618	-0,618
	1	2018-01-01 00:00:00	1602	50,296	65,698	58,668	3,927	-0,999	1	0,957	0,732	0,62	0,62
	1	2018-01-01 00:00:00	1602	43,98	68,813	58,612	4,054	-0,957	0,957	1	0,742	0,538	0,539
	1	2018-01-01 00:00:00	1602	31,416	49,165	43,589	2,751	-0,728	0,732	0,742	1	0,215	0,215
	1	2018-01-01 00:00:00	1602	45,567	98,88	75,798	6,568	-0,618	0,62	0,538	0,215	1	1

- Analyse des Anlagenbetriebs
- So automatisiert wie möglich
- Mit so wenig Arbeit wie möglich für den Anwender

- DOKU
- EDS: Dokumentensystem
- K_MATRIX: Korrelationen
- STAMMDATEN
- VERWALTUNG
- OBJEKTE (Status: alle)
- DATENPUNKTE
- GAKNOTEN
- SCHEMATA
- JDATEIEN: Dateien der jLZHview
- EDS: Dokumentensystem
- LOG_IZ: Verbindungsprotokoll
- ZÄHLER

AT	35.0	K
soll	0.0	°C
st	35.0	°C
Rist	37.0	
Pumpe TR/SB		
BM BUS	NORMAL	
TA Aus-Hand-Auto	AUTO	
SB Aus-Hand-Auto	AUTO	
SB bei Störung	AUS	
Zeit Nachlauf	60	min
Ventil TR/SB		
TA Aus-Hand-Auto	AUTO	
SB Auto-Hand	AUTO	
V _v SB soll	50.0	%



Automatisierte Anlagen-Analyse... Warum?

Stellen Sie sich vor, Sie betreuen ein System mit

- einer übergeordneten Zentralen Leittechnik (ZLT)
- 400 Gebäude-Leittechnik-Anlagen im Feld (GLT)
- erstellt im Zeitraum von 1998 bis dato
- erstellt im Wettbewerb diverser Hersteller

Und denken Sie dabei auch an den technischen Fortschritt der letzten 20 Jahre

- bei den MSR-Anlagen (Messen-Steuern-Regeln)
- bei der Kommunikation (Modem, ISDN, RS232/RS485, UDP, TCP/IP, HTML, Internet)
- bei der Soft- und Hardware (Programmiersprachen und Mainboards ...)

Automatisierte Anlagen-Analyse... Warum?

Die Betreuung eines derartigen Systems wird ein hilfloses Unterfangen **ohne** eine einigermaßen vorausschauend geplante Struktur.

Kommunikation	mit den MSR-Anlagen via firmenspezifische Protokolle
Fernüberwachung	dieser MSR-Anlagen via Netzwerke
Langzeitarchivierung	der Daten via Datenbanksystem, Zentrale-Leittechnik
Bezeichnung der Daten	Adressen, Klartexte, ...
Wartung und Pflege	Störmelde- und Wartungsmanagement des Gesamtsystems
Anlagendokumentation	selten auf aktuellem Stand
etc.	

Wenn das soweit **funktioniert**, haben Sie **keine Müllhalde** von Daten, sondern einen Datenozean indem „gefischt“ werden kann!

Anmeldung bei der Datenbank

The screenshot shows a software application window with a menu bar (Datei, Bearbeiten, Daten, Schema, Verwaltung, Extras, Fenster, ?) and a toolbar. The main area is a navigation tree titled 'Anmelden bei einer LZH...' with a search field 'Objekt:'. The tree lists various servers, including 'ZLT-Server-EUB: MARGA via FTP' (highlighted) and several 'ZLT-Server-BA-...' and 'ZLT-Server-LHM:...' entries. A status bar at the bottom shows 'ZLT-Server-EUB: MARGA via FTP'. Overlaid on the right is a dialog box titled 'ZLT-Server-EUB: FTP' with the title bar 'Anmelden bei der Datenbank'. The dialog contains fields for 'SID' (LZH), 'Benutzer' (JK), and 'Passwort' (masked with dots). Below these is a section 'Bei Inaktivität' with a checked checkbox 'Abmelden nach' and a spinner set to '15' with the unit 'Minuten'. At the bottom of the dialog are 'OK' and 'Abbrechen' buttons.

Im Navigationsbaum sind alle Leitzentralen und GA-Server sichtbar.

Die Einwahl erfolgt mit der Anmeldung bei der LZH-Datenbank.

Liegenschaften (Objekte) im Überblick

Alle wesentlichen Funktionen der Anwendung sind nach der Anmeldung über den Navigationsbaum zugänglich

The screenshot shows the jLZHview application interface. The main window displays a navigation tree on the left and a details pane on the right. The navigation tree is titled 'jLZH-Baum' and shows a hierarchy of folders. The 'OBJEKTE (Status: in Betrieb)' folder is expanded, showing a list of objects. Two objects are highlighted with red arrows: 'BARB: Barbarossaplatz 5' and 'LUIT: Werbellinsee-Schule'. The details pane shows the following information for 'BARB':

- BARB**
- letzte Datummessung: 2017-07-24 08:40:02
- WARNUNG: Datummessung ist älter als heute

For 'LUIT', the details pane shows:

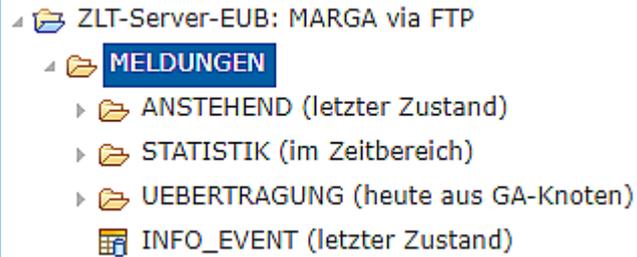
- LUIT**
- Keine Datenpunkte vorhanden

The interface also shows a menu bar with options like 'Datei', 'Bearbeiten', 'Daten', 'Schema', 'Verwaltung', 'Extras', and 'Fenster'. The status bar at the bottom indicates 'BARB: Barbarossaplatz 5 öffn'.

Der Ordner „OBJEKTE (Status in Betrieb)“

- Enthält alle aktiven Objekte
- Meldet „Übertragung älter als heute“ (rotes Ausrufezeichen)
- Meldet „Keine Datenpunkte vorhanden“ (blaues Ausrufezeichen)
- Zeigt Textflaggen für weitere Informationen

Meldungen im Überblick



- Im Objekt oder global für alle Objekte
- Alarm, Störung etc.
 - Anstehend: Letzter Zustand (quittierbar)
 - Statistik: Welche und wie viele Meldungen gab es?
- Übertragung der Messwerte
 - Wie viel Prozent der Datenpunkte haben aktuelle Messwerte?
 - Getrennte Auflistung für die verschiedenen Datenpunkt-Typen
- Info-Event aus GA-Knoten
 - Der GA-Knoten hat ein internes Meldesystem
 - Dort anstehende Meldungen werden angezeigt

Meldungen: Übertragung der Messwerte

Heute aus GA-Knoten: Welche Messwerte sind aktuell?

	KENNUNG	NAME	FND_TYPE	DATUMMESSUNG	DP_UEBERTRAGEN	DP_ANZAHL	%
└─ MELDUNGEN							
└─ ANSTEHEND (letzter Zustand)	KURF	Kurfuerstenstr-53.12105.S	MELDEN	2019-06-19 14:04:34	18	169	10
└─ STATISTIK (im Zeitbereich)	KURF	Kurfuerstenstr-53.12105.S	SCHALTEN	2019-06-16 12:00:00	0	66	0
└─ UEBERTRAGUNG (heute aus GA-Knoten)	KURF	Kurfuerstenstr-53.12105.S	MESSEN	2019-06-19 14:10:04	208	210	99
└─ OBJEKTE: UEBERTRAGUNG ALLE	KURF	Kurfuerstenstr-53.12105.S	STELLEN	2019-06-19 00:03:14	426	469	90
└─ OBJEKTE: UEBERTRAGUNG DP-TYPE-1	KURF	Kurfuerstenstr-53.12105.S	ZAEHLEN	2019-06-19 14:02:04	11	12	91
└─ OBJEKTE: UEBERTRAGUNG DP-TYPE-2	SPRI	Springbornstr. 250	MELDEN	2019-06-19 14:11:20	10	49	20
└─ OBJEKTE: UEBERTRAGUNG DP-TYPE-3	SPRI	Springbornstr. 250	SCHALTEN	2019-05-17 10:50:08	0	26	0
└─ OBJEKTE: UEBERTRAGUNG DP-TYPE-4	SPRI	Springbornstr. 250	MESSEN	2019-06-19 14:10:04	100	100	100
└─ OBJEKTE: UEBERTRAGUNG DP-TYPE-5	SPRI	Springbornstr. 250	STELLEN	2019-06-19 00:00:08	243	243	100
└─ INFO_EVENT (letzter Zustand)	SPRI	Springbornstr. 250	ZAEHLEN	2019-06-19 14:00:06	11	11	100

- Die Übertragung der Messwerte wird aufgelistet
 - Getrennt nach Objekt und Datenpunkt-Typ
- Die Spalte „%“ zeigt den Anteil der Datenpunkte mit Messwerten vom heutigen Tag
 - Der Wert ist grün bei 100%, grau bei 0%, sonst gelb
- Datenpunkte mit zyklischen Messwerten (MESSEN und ZÄHLEN) sollten **alle** täglich übertragen
 - der Wert in der Spalte „%“ sollte grün sein!

- ANALYSE
 - Heizkreis-Schnell-Analyse
 - Zähler-Analyse
 - GRENZWERTE (im Zeitbereich)
 - K_MATRIX: Korrelationen

- Heizkreis-Schnell-Analyse
 - Wie verhalten sich die Vor- und Rücklauftemperaturen?
- Zähler-Analyse
 - Wie viel Verbrauch hat eine Zählstation?
- Grenzwerte
 - Flimmernde Datenpunkte:
Welche Datenpunkte schalten zu häufig?
 - Grenzwerte mit Statistik:
Welche Datenpunkte haben auffällige Werte?
- K-Matrix-Analyse
 - Wie spielen die Datenpunkte eines Heizkreises zusammen?

Heizkreis-Schnell-Analyse

Wie verhalten sich die Vor- und Rücklauftemperaturen?

- ANALYSE
 - Heizkreis-Schnell-Analyse
 - Zähler-Analyse
 - GRENZWERTE (im Zeitbereich)
 - K_MATRIX: Korrelationen

- Automatische Analyse der Vorlauf- und Rücklauf-Temperaturen (TV und TR) aller Heizkreise einer Anlage
 - identifiziert via Datenpunkt-Adresse (Gewerk, Anlagennummer, Datenpunkt-Kennung)
- Prüfung verschiedener Plausibilitäten
- Bei Bedarf mit Außentemperatur (TS)
- Fragwürdiges Verhalten verschiedener Art wird detektiert

Die Datenpunkt-Adresse

```
Z  GAA  MMM  TT  ...  
|  |    |    |  
|  |    |    Funktionstyp  
|  |    Datenpunkt-Kennung  
|  Gewerk und Anlagennummer  
Zentralenbezeichnung
```

Heizkreis-Schnell-Analyse

Bewertungskriterien (Plausibilitäten)

	Warnung	Alarm
Messwerte-Intervall	Lückenhaft (> 60 Minuten)	Keine Messwerte
Mögliche Ursachen: Mögliche Folgen:	Netzwerkausfall, Stromausfall... ein Fehlverhalten kann nicht entdeckt werden	
TV und TR: Stabw.	starke Streuung (> 20 %)	sehr starke Streuung (> 30 %)
Mögliche Ursachen: Mögliche Folgen:	zu schnelle Regelung, Heizkreisschwingen, ... erhöhter Energieverbrauch, Teile-Verschleiß, ...	
$\Delta T = TV - TR$: Mittelwert	geringe Spreizung (< 2 K)	negative Spreizung (< 0 K)
Mögliche Ursachen: Mögliche Folgen:	HK nicht in Betrieb, Fühler vertauscht, Fühler ungünstig montiert, ... falsche Regelung	
$\Delta T = TV - TR$: Stabw.	starke Streuung (> 60 %)	sehr starke Streuung (> 90 %)
Mögliche Ursachen: Mögliche Folgen:	starke Streuung von TV und/oder TR erhöhter Energieverbrauch	
Korrelation (TV, TR)	sehr gering, positiv (< 50 %)	negative Korrelation
Mögliche Ursachen: Mögliche Folgen:	TV und/oder TR konstant, gegenläufig oder mit starker Streuung erhöhter Energieverbrauch	
Korrelation (TS, TV)	sehr gering, negativ (< 50 %)	positive Korrelation
Mögliche Ursachen: Mögliche Folgen:	Regelung unabhängig von Außentemperatur erhöhter Energieverbrauch	
Korrelation (TS, ΔT)	sehr gering, negativ (< 50 %)	positive Korrelation
Mögliche Ursachen: Mögliche Folgen:	Verbrauch unabhängig von Außentemperatur erhöhter Energieverbrauch	

Heizkreis-Schnell-Analyse

Ergebnis-Tabelle

Heizkreis-Schnell-Analyse (Zeitbereich 1. bis 8. Feb. 2019)

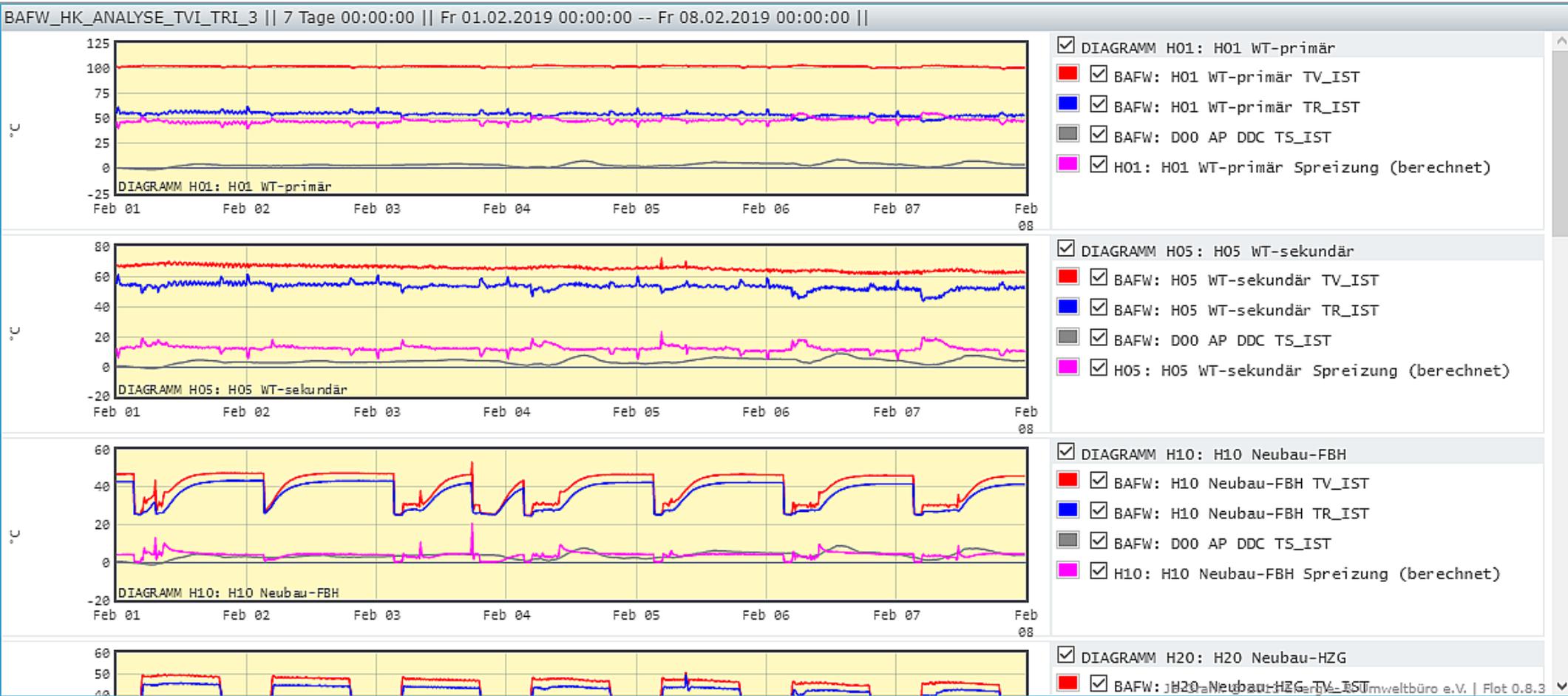
Anlage	HK-Beschreibung	Δt -Max [hh:mm]	TV-Mittel [°C]	TV-Streuung [%]	TR-Mittel [°C]	TR-Streuung [%]	ΔT -Mittel [°C]	ΔT -Streuung [%]	K(TV,TR)	TS-Min [°C]
H01	H01 WT-primär	00:10	101,418	1	53,845	4	47,572	5	-0,266	-1,310
H05	H05 WT-sekundär	00:10	65,278	3	53,160	5	12,118	17	0,548	-1,310
H10	H10 Neubau-FBH	00:10	40,475	19	36,564	19	3,912	42	0,981	-1,310
H20	H20 Neubau-HZG	00:10	43,040	13	40,112	11	2,929	41	0,984	-1,310
H30	H30 Neubau-RLT	00:10	64,875	3	54,952	4	9,923	17	0,627	-1,310
H40	H40 Neubau-FBH	00:10	43,662	11	38,987	13	4,675	26	0,972	-1,310
H50	H50 Neubau-HZG	00:20	42,992	13	38,773	10	4,222	49	0,950	-1,310
H60	H60 Altbau-HZG	00:10	42,986	13	38,805	11	4,181	36	0,977	-1,310
H70	H70 Altbau-RLT	00:20	64,721	3	63,155	3	1,568	29	0,970	-1,310
H80	H80 Altbau-FBH	00:10	39,020	10	30,994	17	8,026	94	-0,460	-1,310
H90	H90 Neubau-HZG	00:10	43,034	13	40,989	11	2,045	52	0,990	-1,310

- Die Tabelle zeigt alle **automatisch** gefundenen Heizkreise:
 - WT primär und sekundär (Fernwärme)
 - 4x HZG (Heizung), 3x FBH (Fußboden), 2x RLT (Lüftung)
- Die Bewertungskriterien wurden **automatisch** angewendet
 - Für Messwerte im Zeitbereich
 - Hier *ohne* Berücksichtigung der Außentemperatur
- Heizkreise mit roten Werten (Alarm) sollten geprüft werden

Heizkreis-Schnell-Analyse

Ergebnis-Grafik

Heizkreis-Schnell-Analyse (Zeitbereich 1. bis 8. Feb. 2019)



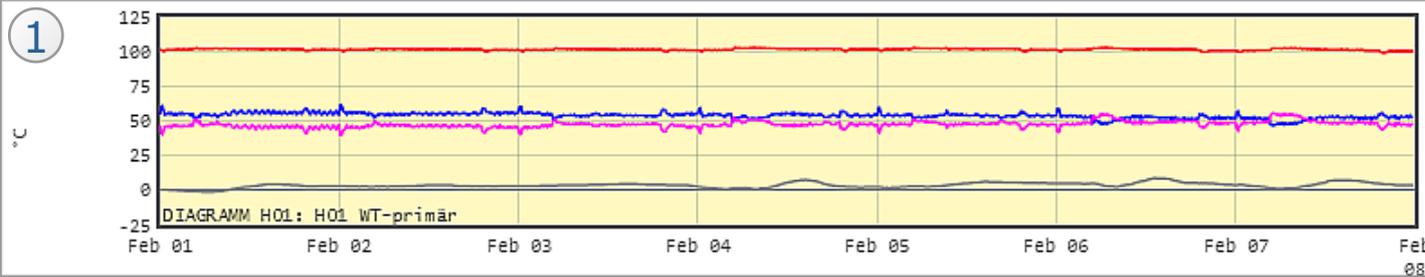
- Die Grafik zeigt die Temperaturen für alle Heizkreise:
 - Vorlauf, Rücklauf, Außentemperatur, Spreizung (ΔT)

Heizkreis-Schnell-Analyse

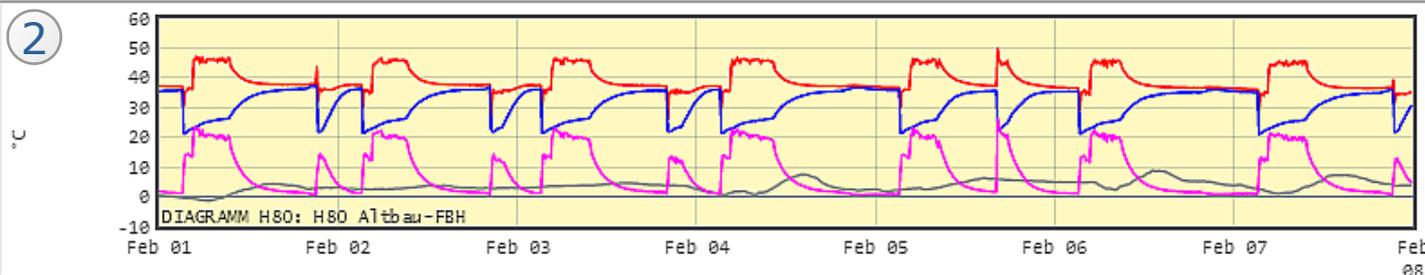
ohne Berücksichtigung der Außentemperatur

Werte im Alarm-Bereich prüfen...

Anlage	HK-Beschreibung	Δt -Max [hh:mm]	TV-Mittel [°C]	TV-Streuung [%]	TR-Mittel [°C]	TR-Streuung [%]	ΔT -Mittel [°C]	ΔT -Streuung [%]	K(TV,TR)	TS-Min [°C]
H01	H01 WT-primär	00:10	101,418	1	53,845	4	47,572	5	-0,266	-1,310
H80	H80 Altbau-FBH	00:10	39,020	10	30,994	17	8,026	94	-0,460	-1,310



- DIAGRAMM H01: H01 WT-primär
- BAFW: H01 WT-primär TV_IST
- BAFW: H01 WT-primär TR_IST
- BAFW: D00 AP DDC TS_IST
- H01: H01 WT-primär Spreizung (berechnet)



- DIAGRAMM H80: H80 Altbau-FBH
- BAFW: H80 Altbau-FBH TV_IST
- BAFW: H80 Altbau-FBH TR_IST
- BAFW: D00 AP DDC TS_IST
- H80: H80 Altbau-FBH Spreizung (berechnet)

1 Werte im Alarmbereich

- Korrelation (TV, TR) negativ

Ursache

TV, TR im Wesentlichen konstant

Folgerung

OK für Fernwärme-Anschluss

2 Werte im Alarmbereich

- Streuung der Spreizung ΔT sehr groß
- Korrelation (TV, TR) negativ

Ursache

TV, TR gegenläufig

Folgerung

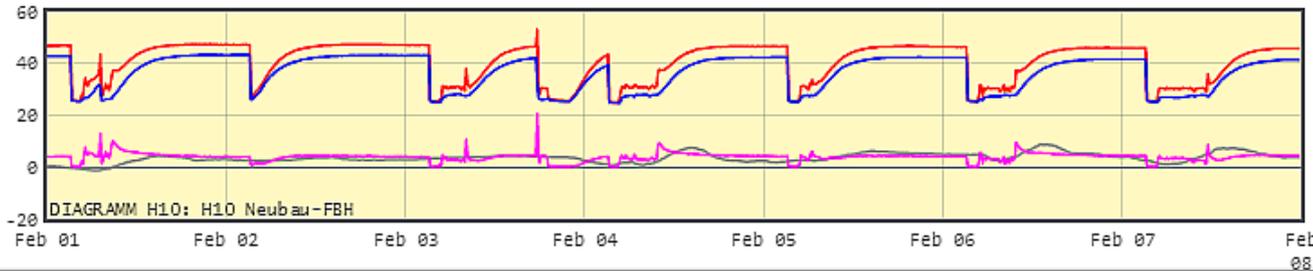
Regelung problematisch!

Heizkreis-Schnell-Analyse mit Berücksichtigung der Außentemperatur

Werte im Alarm-Bereich prüfen...

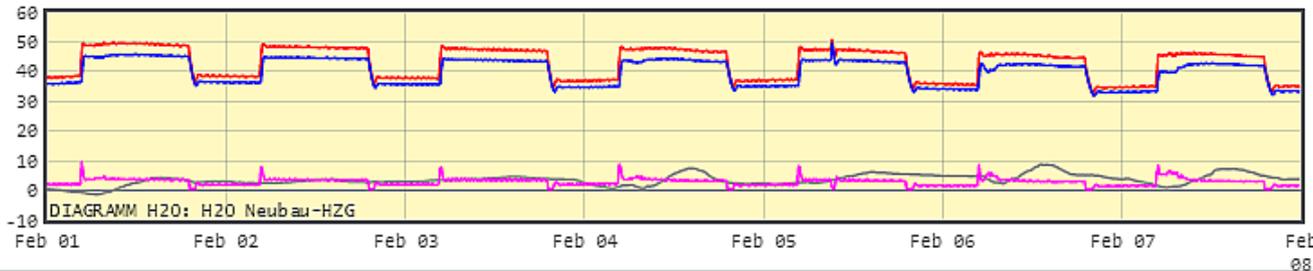
Anlage	HK-Beschreibung	Δt -Max [hh:mm]	TV-Mittel [°C]	TV-Streuung [%]	TR-Mittel [°C]	TR-Streuung [%]	ΔT -Mittel [°C]	TS-Min [°C]	K(TS,TV)	K(TS, ΔT)
H10	H10 Neubau-FBH	00:10	40,475	19	36,564	19	3,912	-1,310	0,296	0,184
H20	H20 Neubau-HZG	00:10	43,040	13	40,112	11	2,929	-1,310	0,086	-0,108

1



- DIAGRAMM H10: H10 Neubau-FBH
- BAFW: H10 Neubau-FBH TV_IST
- BAFW: H10 Neubau-FBH TR_IST
- BAFW: D00 AP DDC TS_IST
- H10: H10 Neubau-FBH Spreizung (berechnet)

2



- DIAGRAMM H20: H20 Neubau-HZG
- BAFW: H20 Neubau-HZG TV_IST
- BAFW: H20 Neubau-HZG TR_IST
- BAFW: D00 AP DDC TS_IST
- H20: H20 Neubau-HZG Spreizung (berechnet)

1 Werte im Alarmbereich

- Korrelation (TS,TV) positiv
- Korrelation (TS, ΔT) positiv

Ursache

Vorlauftemperatur und Spreizung folgen nicht der Außentemperatur

Folgerung

Regelung problematisch!

2 Werte im Alarmbereich

- Korrelation (TS,TV) positiv

Ursache

Nacht-Absenkung

Folgerung

Tag- / Nacht-Betrieb sollte getrennt betrachtet werden

Zähler-Analyse

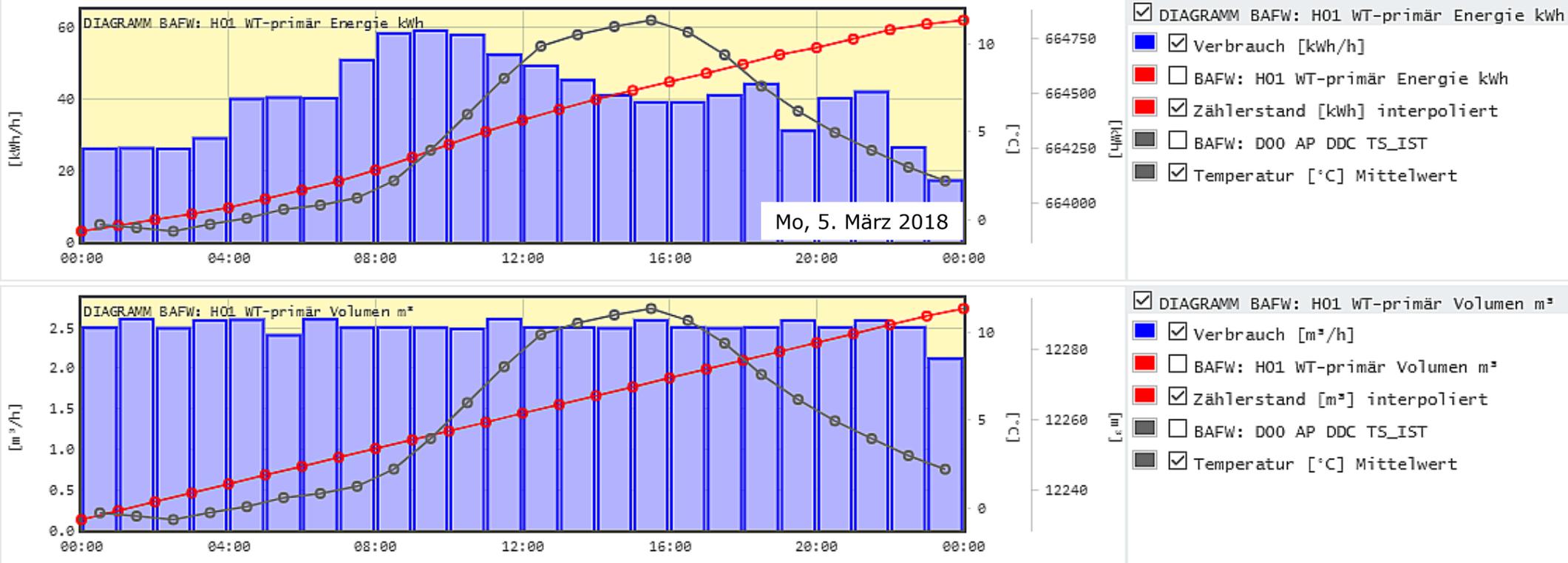
Wieviel Verbrauch hat eine Zählstation?

- ANALYSE
 - Heizkreis-Schnell-Analyse
 - Zähler-Analyse**
 - GRENZWERTE (im Zeitbereich)
 - K_MATRIX: Korrelationen

- Stündlicher, täglicher oder monatlicher Verbrauch
- Bei Bedarf mit Anzeige einer Außentemperatur
- Datenpunkte der Zählstationen und die Außentemperatur werden automatisch identifiziert
- Das Zählmedium (kWh, m³, ...) kann ausgewählt werden

Zähler-Analyse

Verbrauch stündlich über einen Tag



Dargestellt sind

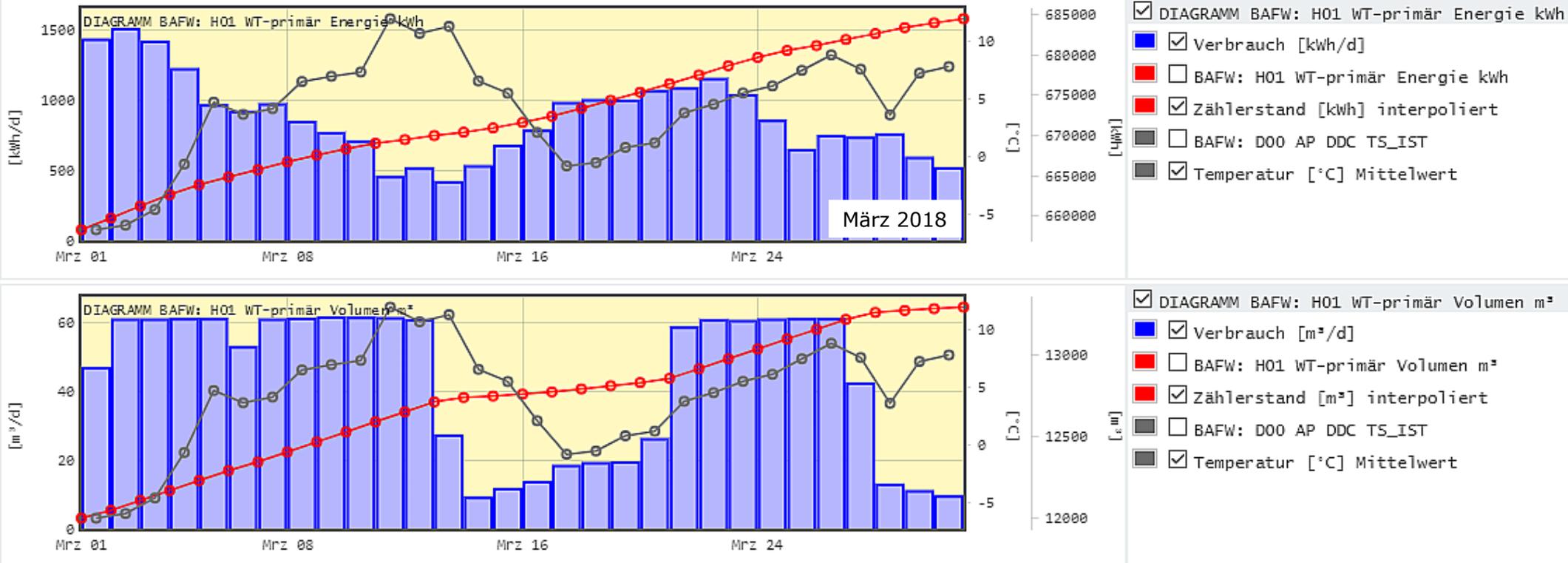
- stündliche Verbrauchsbalken (blau)
- stündlich interpolierte Zähler-Werte (rot)
- stündliche Mittelwerte der Außentemperatur (grau)

Für die beiden Zähler im Objekt

- **WT-primär Energie kWh** Der Verbrauch variiert im Tagesverlauf mit einem Maximum (~ 60 kWh) zwischen 9 und 10 Uhr.
- **WT-primär Volumen m³** Der Verbrauch ist nahezu konstant über den Tag ($\sim 2,5$ m³ pro Stunde).

Zähler-Analyse

Verbrauch täglich über einen Monat



Dargestellt sind

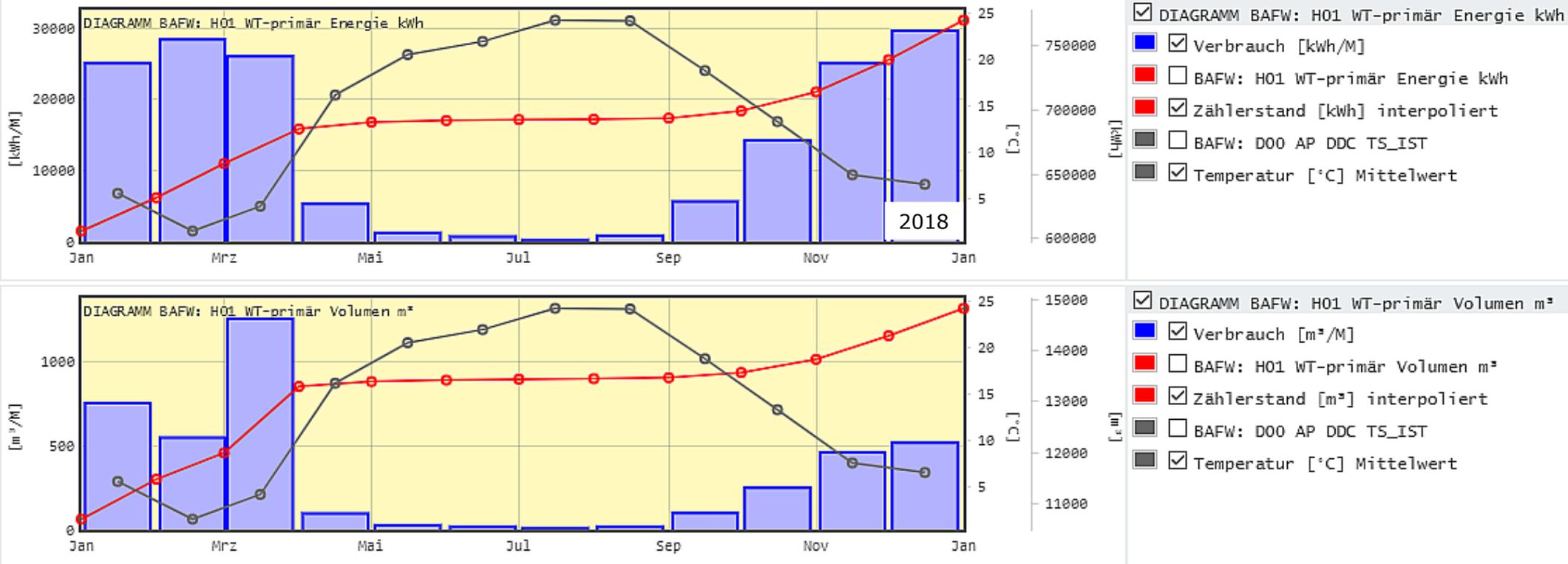
- stündliche Verbrauchsbalken (blau)
- stündlich interpolierte Zähler-Werte (rot)
- stündliche Mittelwerte der Außentemperatur (grau)

Für die beiden Zähler im Objekt:

- **WT-primär Energie kWh** Der Verbrauch korreliert mit der Außentemperatur: Temperatur klein → Verbrauch groß.
- **WT-primär Volumen m³** Der Verbrauch korreliert mit der Außentemperatur, begrenzt mit ~60 m³ pro Tag.

Zähler-Analyse

Verbrauch monatlich über ein Jahr



Dargestellt sind

- stündliche Verbrauchsbalken (blau)
- stündlich interpolierte Zähler-Werte (rot)
- stündliche Mittelwerte der Außentemperatur (grau)

Für die beiden Zähler im Objekt:

- **WT-primär Energie kWh**
- **WT-primär Volumen m³**

Der Verbrauch beider Zähler korreliert mit der Außentemperatur:
Temperatur klein → Verbrauch groß.

Grenzwerte Flimmern

Welche Datenpunkte schalten zu häufig?



- Ein zu häufiger Zustandswechsel kann auf ein unruhiges und suboptimales Verhalten des Systems hinweisen.
- Flimmernde Datenpunkte (Typ Melden) können identifiziert werden:
 - Kesseltakten
 - Betriebsmeldungen von Heizkreisen, Pumpen, Ventilen
 - etc.

Grenzwerte Flimmern

Welche Datenpunkte schalten zu häufig?

- ANALYSE
 - Heizkreis-Schnell-Analyse
 - Zähler-Analyse
 - GRENZWERTE (im Zeitbereich)
 - FLIMMERN**
 - DP_MW_STATISTIK
 - DP_GRENZWERTE
 - K_MATRIX: Korrelationen

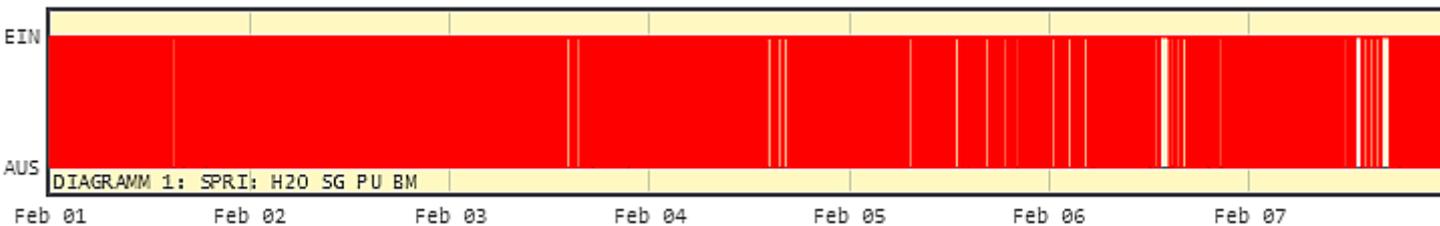
Die Parametrierung kann eingestellt werden.
Beispiel:

WARNUNG: mehr als 1 Wert pro Stunde
ALARM: mehr als 100 Werte pro Tag

Grenzwerte Flimmern im Zeitbereich 1. bis 8. Feb. 2019

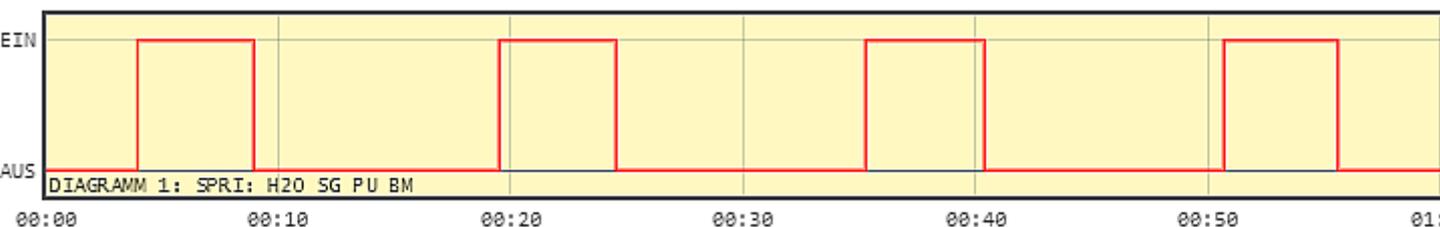
OBJEKT	BESCHREIBUNG	ANZAHL	PRO_TAG	PRO_STD	PPO_MIN	BEMERKUNG
SPRI	H20 SG PU BM	1165	166	6	< 1	SG Heizung Pumpe Umwälzen BetriebsMeldung
SPRI	H40 TH-DECKE PU BM	746	106	4	< 1	TH-DECKE Heizung Pumpe Umwälzen BetriebsMeldung
SPRI	H10 HORT PU BM	725	103	4	< 1	HORT Heizung Pumpe Umwälzen BetriebsMeldung
BAFW	H70 Altbau-RLT VR BA AUF	570	81	3	< 1	Altbau-RLT Heizung Ventil Rücklauf BetriebAnforderung AUF
BAFW	H30 Neubau-RLT VV BA AUF	560	80	3	< 1	Neubau-RLT Heizung Ventil Vorlauf BetriebAnforderung AUF

1



1165
Zustandswechsel
in 7 Tagen

1



Ausschnitt:
eine Stunde mit 8
Zustandswechseln

Grenzwerte verwalten

mit Statistik der Messwerte im Zeitbereich

- ANALYSE
 - Heizkreis-Schnell-Analyse
 - Zähler-Analyse
 - GRENZWERTE (im Zeitbereich)
 - FLIMMERN
 - DP_MW_STATISTIK**
 - DP_GRENZWERTE
- K_MATRIX: Korrelationen

- Grenzwerte werden in wenigen Schritten parametriert

- (1) Tabelle öffnen: DATENPUNKTE (Typ Messen) mit Statistik der Messwerte im Zeitbereich: Anzahl, Min, Max, Mittel, Streuung
- (2) Datenpunkte sortieren, filtern, auswählen: einzeln oder mehrere
- (3) Grenzwerte setzen (die Tabelle zeigt einige Beispiele)

Beispiele für Grenzwerte mit Datenpunkt-Auswahl	Alarm unten	Warnung unten	Warnung oben	Alarm oben	Warnung Stabw.
Leistung (kW)			100	150	
Temperatur Vorlauf (°C)	0	15	100	120	
Temperatur Rücklauf (°C)	0	15	100	120	
Ventilstellung, Drehzahl etc. (%)	0			100	20
Regeldifferenz (K)	-10	-5	+5	+10	5

Grenzwertverletzungen anzeigen

Welche Datenpunkte haben auffällige Werte?

- ANALYSE
 - Heizkreis-Schnell-Analyse
 - Zähler-Analyse
- GRENZWERTE (im Zeitbereich)
 - FLIMMERN
 - DP_MW_STATISTIK
 - DP_GRENZWERTE**
- K_MATRIX: Korrelationen

- Grenzwerte wurden zuvor gesetzt
- Die Tabelle zeigt die Grenzwertverletzungen im Zeitbereich (hier ein Auszug)

Grenzwertverletzungen anzeigen und prüfen im Zeitbereich 1. bis 8. Feb. 2019

	OBJEKT	BESCHREIBUNG	EINHEIT	MIN	MAX	MITTEL	STABW	GRENZWERT
1	BAFW	H01 WT-primär Leistung kW	kW	0	108,1	48,732	13,502	Obere Warngrenze: MAX > 100 kW
2	BAFW	H02 WT-primär HKR PID X-W	K	-18,305	-3,728	-11,21	2,041	Untere Alarmgrenze: MITTEL < -10 K
3	SPRI	H01 WT TV_IST	°C	0	0	0	0	Untere Warngrenze: MITTEL < 15 °C
4	SPRI	H22 SG PG Leistung	%	0	100	35,927	45,263	Standardabweichung STABW > 20 %

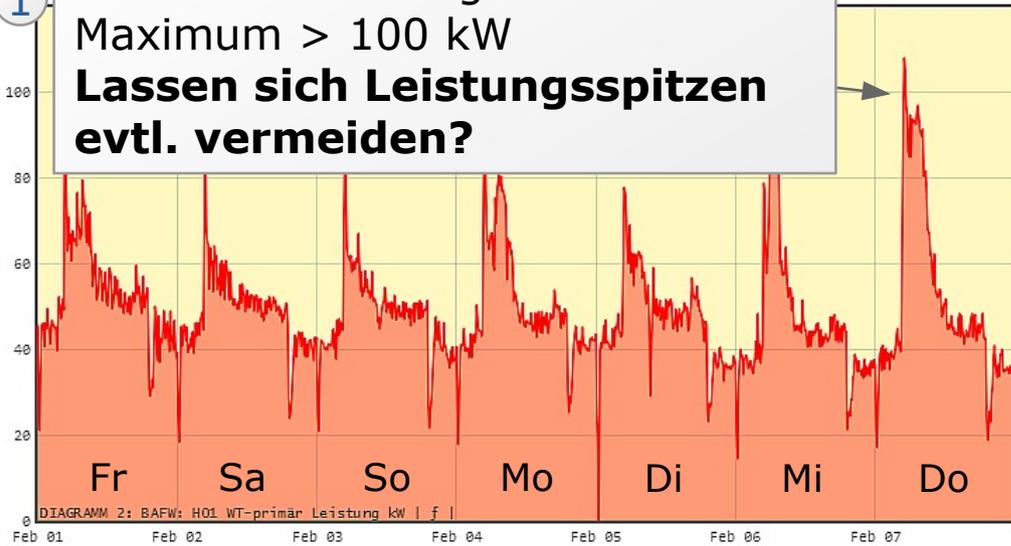
- Grenzwertverletzungen wurden gefunden
 - (1) Anschluss-Leistung FW: Maximum > 100 kW (Warnung)
 - (2) Regeldifferenz: Mittel < -10 K (Alarm)
 - (3) Vorlauftemperatur: Mittel < 15°C (Warnung)
 - (4) Pumpen-Leistung: Standardabweichung > 20% (Warnung)

Grenzwertverletzungen anzeigen

Was steckt dahinter?

1 Warnung

Anschluss-Leistung FW
Maximum > 100 kW
Lassen sich Leistungsspitzen evtl. vermeiden?



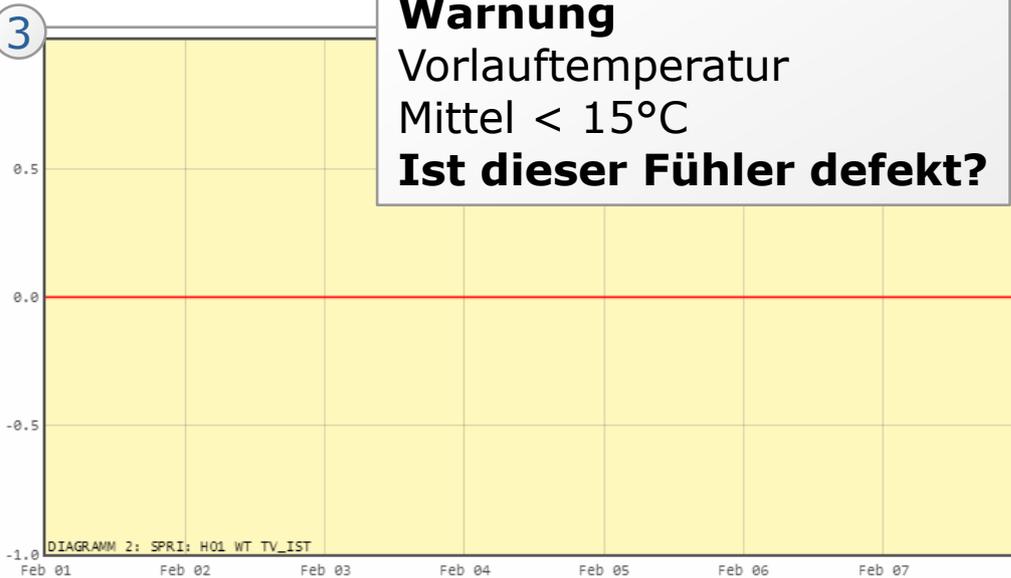
2 Alarm

Regeldifferenz
Mittel < -10 K
Ist diese Regelung richtig?



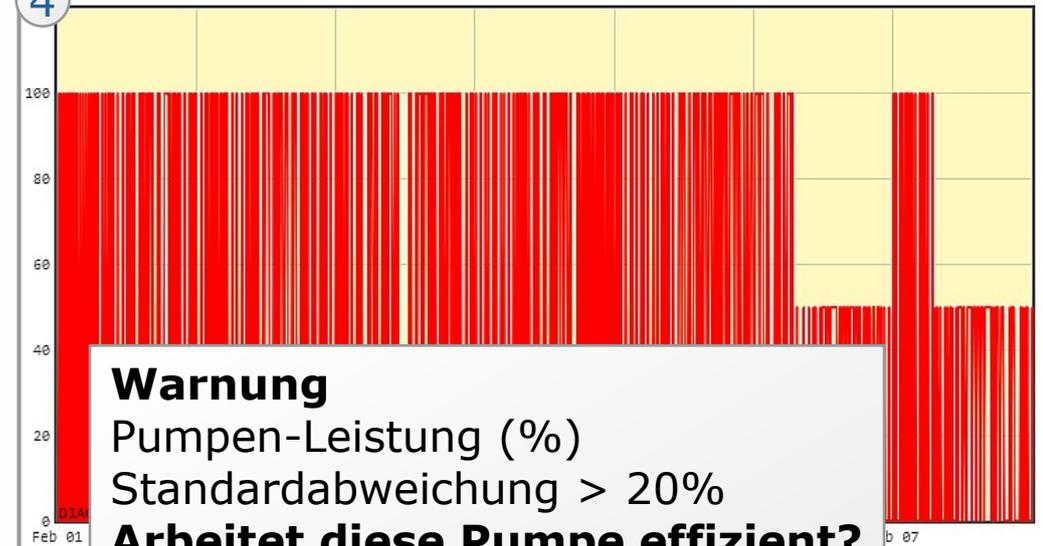
3 Warnung

Vorlauftemperatur
Mittel < 15°C
Ist dieser Fühler defekt?



4 Warnung

Pumpen-Leistung (%)
Standardabweichung > 20%
Arbeitet diese Pumpe effizient?



Antworten auf diese Fragen können leider (noch) nicht automatisch gefunden werden!

K-Matrix-Analyse

Wie spielen die Datenpunkte eines Heizkreises zusammen?

- ANALYSE
 - Heizkreis-Schnell-Analyse
 - Zähler-Analyse
 - GRENZWERTE (im Zeitbereich)
 - K_MATRIX: Korrelationen**
 - K_MATRIX_BATCH
 - K_MATRIX_DATENPUNKTE
 - K_MATRIX_DATUM
 - K_MATRIX_ZEITEN
 - K_MATRIX_WERTE

- Messwerte-Statistik und Korrelationen der ausgewählten Datenpunkte

- In einem Standard-Heizkreis wird benötigt:
 - Temperatur-System (TS)
 - Temperatur-Vorlauf (TV): Soll- und Ist-Wert
 - Temperatur-Rücklauf (TR)
 - Ventil-Vorlauf (VV): Soll- und Ist-Wert
 - Heizkreis-Betriebsmeldung (HK BM), z.B. TAG / NACHT
- Datenpunkte mit Messwerten verfügbar in der GLT:
 - Erfassungsintervall stündlich, besser 10-minütlich
 - Archiv-Werte über mindestens ein Jahr (Jan. – Dez.), besser mehrere Jahre

K-Matrix-Analyse

Wie spielen die Datenpunkte eines Heizkreises zusammen?

- Die verschiedenen Betriebsmodi eines Heizkreises werden getrennt betrachtet, z.B.
 - Betriebszustand TAG
 - Sollwert $> 0^{\circ}\text{C}$
 - Ventil $> 0\%$
- Der Zeitbereich einer Analyse beträgt z.B ein Jahr mit monatlichen Ergebnissen
- Das Ergebnis einer Analyse (Statistik und Korrelationen) wird als Tabelle und als Grafik ausgegeben
- Das folgende Beispiel zeigt einen Heizkreis
 - mit den Betriebsmodi TAG, NACHT und AUS
 - im Zeitbereich Jan. bis Dez. 2018

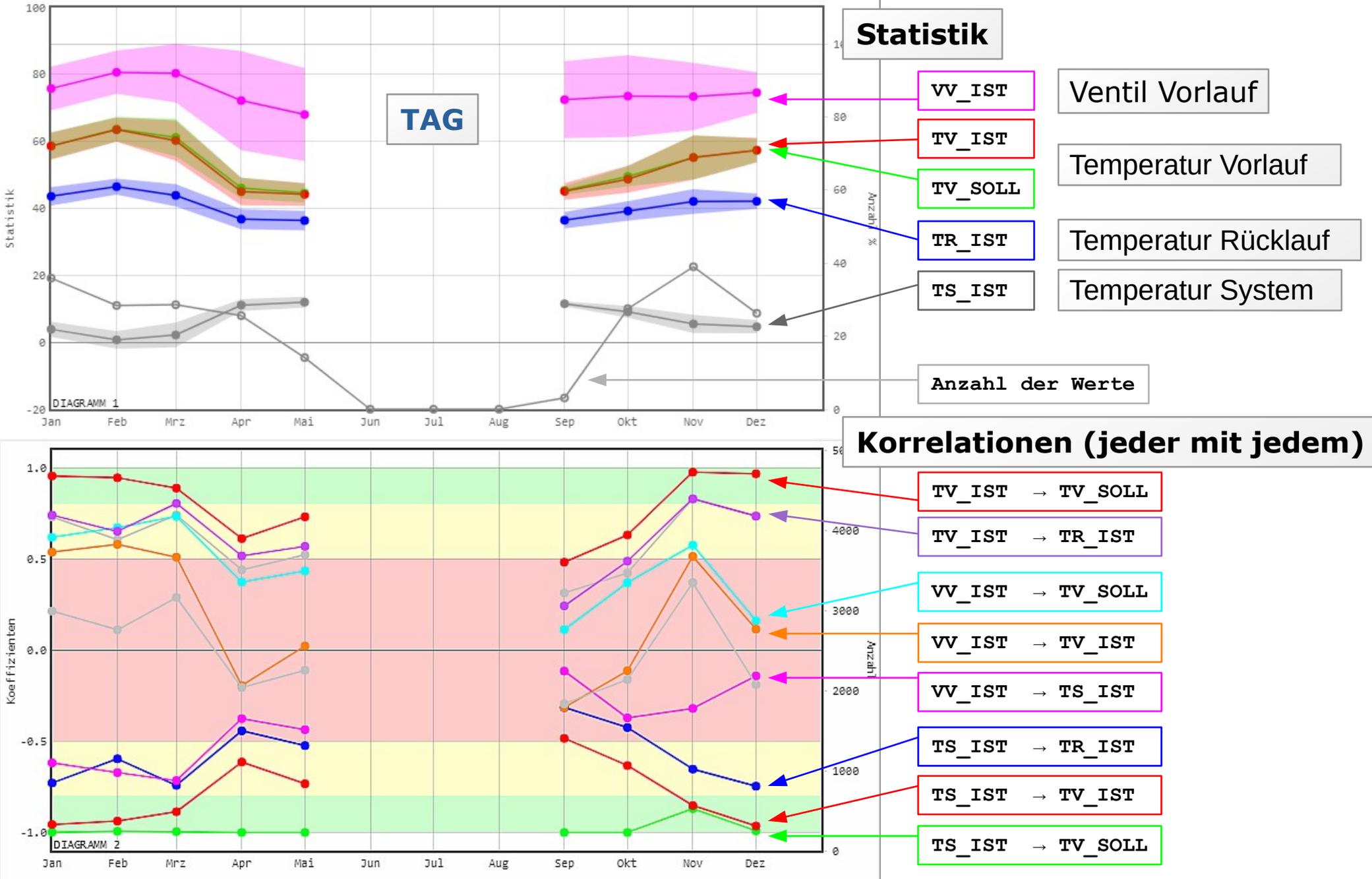
K-Matrix-Analyse: Ergebnis als Tabelle

Monat Januar 2018, getrennt nach Betriebsmodus

Eingabe				Ausgabe												
Datenpunkte	Filter	Zeitbereich		Statistik							Korrelationen					
N	BESCHREIBUNG	Y_MIN	Y_MAX	K	DATUM_VON	ANZAHL	MIN	MAX	AVG	STDDEV	1	2	3	4	5	6
				TAG												
1	H33 SG-N TS_IST			1	2018-01-01 00:00:00	1602	-0,773	8,688	3,879	2,289	1	-0,999	-0,957	-0,728	-0,618	-0,618
2	H30 SG-N TV_SOLL			1	2018-01-01 00:00:00	1602	50,296	65,698	58,668	3,927	-0,999	1	0,957	0,732	0,62	0,62
3	H30 SG-N TV_IST			1	2018-01-01 00:00:00	1602	43,98	68,813	58,612	4,054	-0,957	0,957	1	0,742	0,538	0,539
4	H30 SG-N TR_IST			1	2018-01-01 00:00:00	1602	31,416	49,165	43,589	2,751	-0,728	0,732	0,742	1	0,215	0,215
5	H30 SG-N VV_SOLL			1	2018-01-01 00:00:00	1602	45,567	98,88	75,798	6,568	-0,618	0,62	0,538	0,215	1	1
6	H30 SG-N VV_IST			1	2018-01-01 00:00:00	1602	45,566	98,625	75,793	6,563	-0,618	0,62	0,539	0,215	1	1
7	H30 SG-N HK BM Aus.Nach	1	1	1	2018-01-01 00:00:00	1602	1	1	1	0						
				NACHT												
N	BESCHREIBUNG	Y_MIN	Y_MAX	K	DATUM_VON	ANZAHL	MIN	MAX	AVG	STDDEV	1	2	3	4	5	6
1	H33 SG-N TS_IST			1	2018-01-01 00:00:00	2861	-0,365	8,758	4,372	2,082	1	-0,986	-0,973	-0,854	-0,666	-0,669
2	H30 SG-N TV_SOLL			1	2018-01-01 00:00:00	2861	33,673	63,772	41,385	3,726	-0,986	1	0,964	0,842	0,68	0,677
3	H30 SG-N TV_IST			1	2018-01-01 00:00:00	2861	31,419	56,491	41,384	3,761	-0,973	0,964	1	0,881	0,627	0,63
4	H30 SG-N TR_IST			1	2018-01-01 00:00:00	2861	29,127	47,919	34,139	2,403	-0,854	0,842	0,881	1	0,331	0,333
5	H30 SG-N VV_SOLL			1	2018-01-01 00:00:00	2861	0	95,794	53,536	8,133	-0,666	0,68	0,627	0,331	1	0,997
6	H30 SG-N VV_IST			1	2018-01-01 00:00:00	2861	0,134	95,651	53,527	8,124	-0,669	0,677	0,63	0,333	0,997	1
7	H30 SG-N HK BM Aus.Nach	2	2	1	2018-01-01 00:00:00	2861	2	2	2	0						
				AUS												
N	BESCHREIBUNG	Y_MIN	Y_MAX	K	DATUM_VON	ANZAHL	MIN	MAX	AVG	STDDEV	1	2	3	4	5	6
1	H33 SG-N TS_IST			1	2018-01-01 00:00:00	0										
2	H30 SG-N TV_SOLL			1	2018-01-01 00:00:00	0										
3	H30 SG-N TV_IST			1	2018-01-01 00:00:00	0										
4	H30 SG-N TR_IST			1	2018-01-01 00:00:00	0										
5	H30 SG-N VV_SOLL			1	2018-01-01 00:00:00	0										
6	H30 SG-N VV_IST			1	2018-01-01 00:00:00	0										
7	H30 SG-N HK BM Aus.Nach	0	0	1	2018-01-01 00:00:00	0										

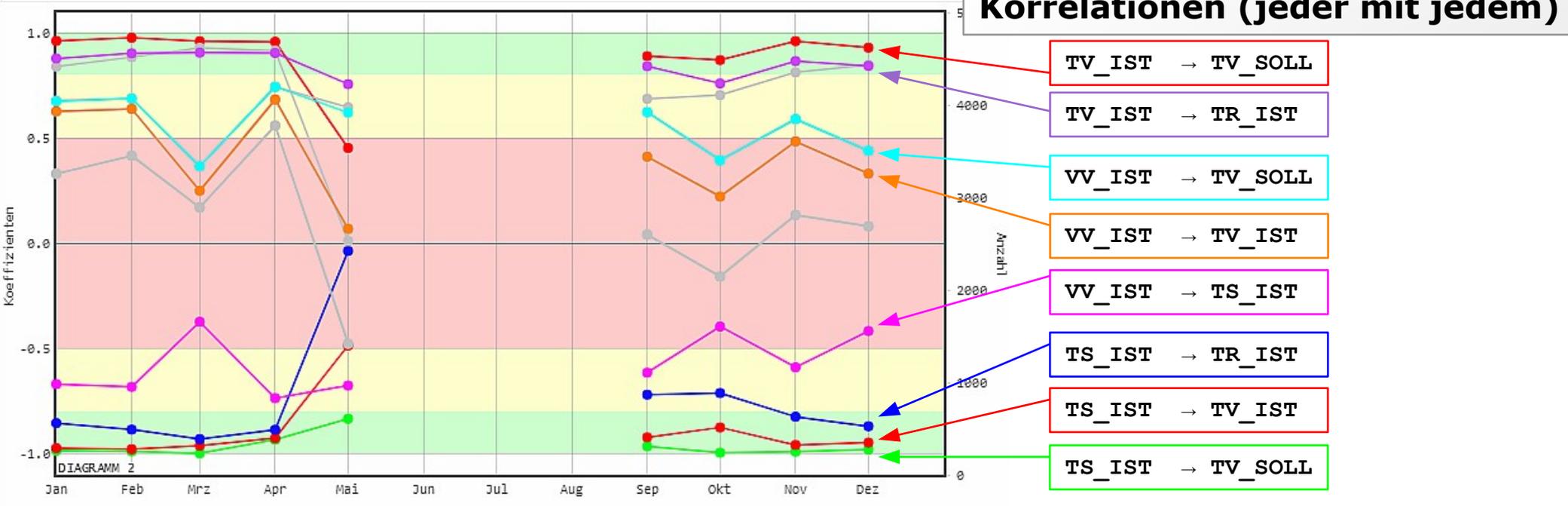
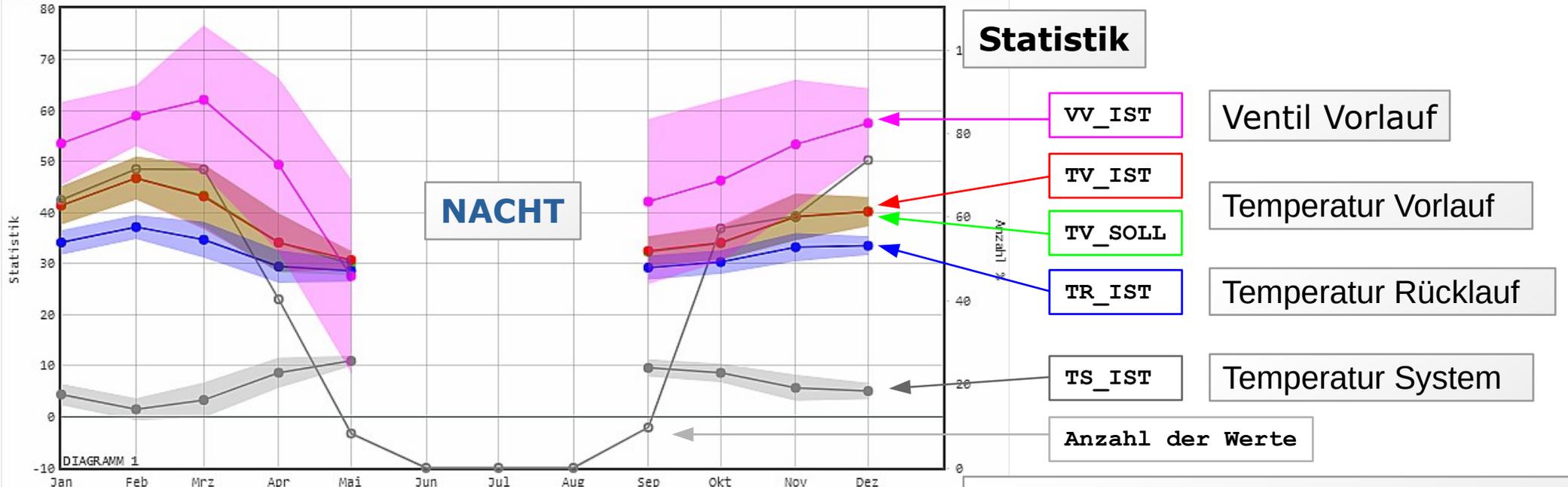
Der Betriebsmodus **AUS** kommt hier im Monat Januar nicht vor.

K-Matrix-Analyse: Ergebnis als Grafik im Betriebsmodus TAG

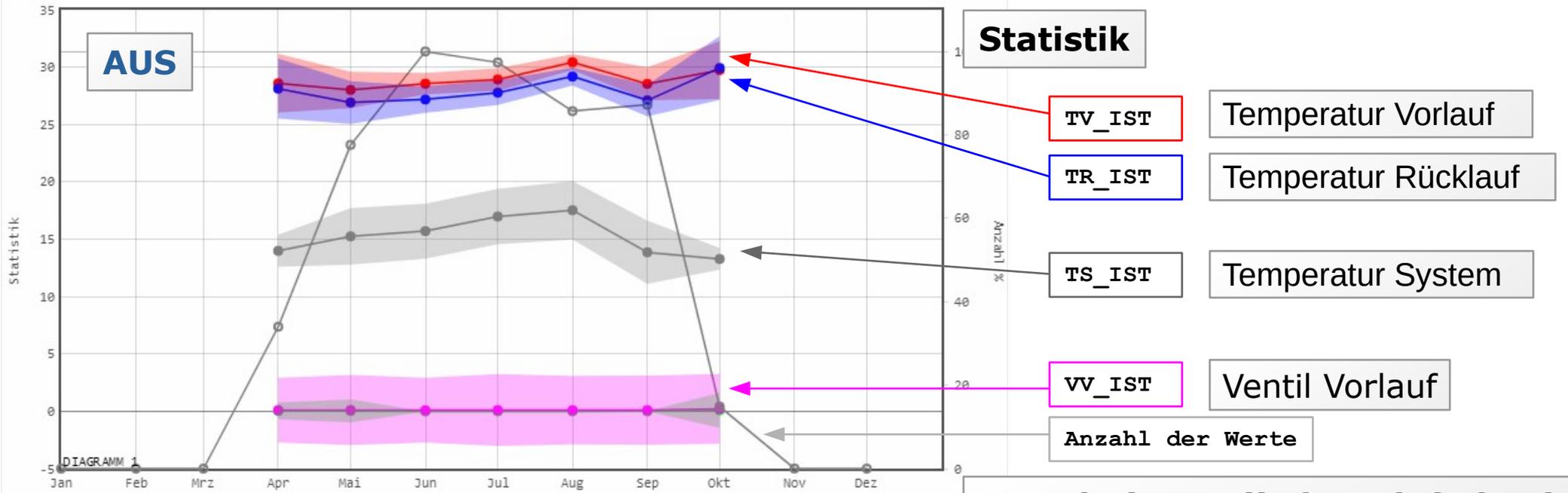


K-Matrix-Analyse: Ergebnis als Grafik

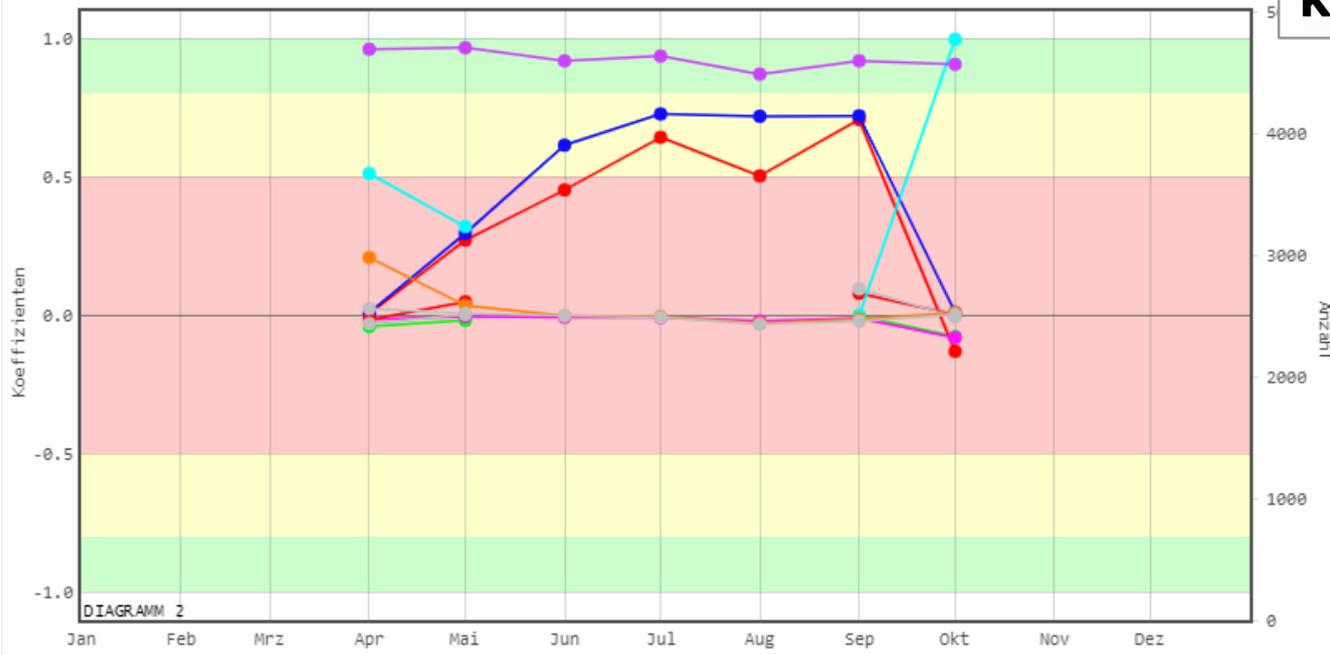
im Betriebsmodus NACHT



K-Matrix-Analyse: Ergebnis als Grafik im Betriebsmodus AUS



Korrelationen (jeder mit jedem)



Korrelationen im Betriebsmodus **AUS** sind wenig aussagekräftig!

K-Matrix-Analyse: Ergebnis deuten

Was lässt sich in diesem Beispiel erkennen?

- Die Betriebsmodi sind logisch richtig über das Jahr verteilt
 - Sommermonate (Jun., Jul., Aug.):
Betriebsmodus AUS
 - Wintermonate (Jan., Feb., Mär., Nov., Dez.):
Betriebsmodi TAG und NACHT
 - Übergangsmonate (Apr., Mai, Sep., Okt.):
Betriebsmodi TAG, NACHT und AUS

K-Matrix-Analyse: Ergebnis deuten

Was lässt sich in diesem Beispiel noch erkennen?

- **Betriebsmodus TAG**
 - Wintermonate in Ordnung
 - Übergangsmonate:
 - Korrelation (VV-IST, TV-IST) im Alarm-Bereich (<50%)
 - Vorlauf-Temperatur reagiert schlecht auf Ventil-Stellung
- **Betriebsmodus NACHT**
 - Winter- und Übergangsmonate im Wesentlichen ähnlich
 - Verschiedene Korrelationen im Mai sehr schlecht
- **Betriebsmodus AUS**
 - Sommer- und Übergangsmonate in Ordnung:
Ventil zu, Vorlauf-Sollwert bei 0°C

Zusammenfassung

Automatisierte Anlagen-Analyse

Die Programme **jLZHview** und **jLZHweb** unterstützen einen GLT-Anwender bei der Erkennung von Fehlverhalten und somit bei der Optimierung des Anlagen-Betriebs.

- Übertragung der Messwerte prüfen
 - im Überblick und im Detail
- Grenzwerte parametrieren und anzeigen
- Flimmernde Datenpunkte erkennen
- Heizkreis-Schnell-Analyse: Plausibilitäten prüfen
- K-Matrix-Analyse: Detaillierte Heizkreis-Analyse
 - mit zyklischer Statistik und Korrelationen (z.B. monatlich über ein Jahr)
 - mit Filterkriterien (z.B. Betriebszustand TAG/NACHT)

- jLZH-Baum
- Angemeldet: 'oeser' bei 'ZLT-Server-EUB: MARGA via F...
- Objekt: BAFW: Michael-Brückner-Str.9
- ZLT-Server-EUB: MARGA via FTP
 - MELDUNGEN
 - OBJEKTE (Status: in Betrieb)
 - BAFW: Michael-Brückner-Str.9
 - BARB: Barbarossaplatz 5
 - BAUS: Bauszernerweg-3.12279.TH.e
 - BREF: zum Testen
 - HWEG: Hornblendeweg 2
 - KURF: Kurfuerstenstr-53.12105.S
 - LUIT: Werbellinsee-Schule
 - SPO1: Sportpromenade 3
 - SPO2: Sportpromenade 3
 - SPRI: Springbornstr. 250
 - TEMP: Tempelhofer Damm TEST
 - DATENPUNKTE via Browser
 - DATENPUNKTE via Tabelle
 - GAKNOTEN
 - J: Dateien der jLZHview
 - DOKU
 - EDS: Dokumentensystem
 - K_MATRIX: Korrelationen
 - STAMMDATEN
 - VERWALTUNG
 - OBJEKTE (Status: alle)
 - DATENPUNKTE
 - GAKNOTEN
 - SCHEMATA
 - JDATEIEN: Dateien der jLZHview
 - EDS: Dokumentensystem
 - LOG_IZ: Verbindungsprotokoll
 - ZÄHLER

Einzelraum

ist	151.0	°C
Can	22.0	°C

Tv soll	0.0	°C	Tv	120
Tvist	35.0	°C		
Tv max NZ	80.0	°C	Tv Eck NZ	60.0
Ts min NZ	-15.0	°C	Ts Eck NZ	0.0
			Tv min NZ	25.0

K	K	DATUM_VON	ANZAHL	MIN	MAX	AVG	STDDEV	1	2	3	4	5	6
	1	2018-01-01 00:00:00	1602	-0,773	8,688	3,879	2,289	1	-0,999	-0,957	-0,728	-0,618	-0,618
	1	2018-01-01 00:00:00	1602	50,296	65,698	58,668	3,927	-0,999	1	0,957	0,732	0,62	0,62
	1	2018-01-01 00:00:00	1602	43,98	68,813	58,612	4,054	-0,957	0,957	1	0,742	0,538	0,539
	1	2018-01-01 00:00:00	1602	31,416	49,165	43,589	2,751	-0,728	0,732	0,742	1	0,215	0,215
	1	2018-01-01 00:00:00	1602	45,567	98,88	75,798	6,568	-0,618	0,62	0,538	0,215	1	1
	1	2018-01-01 00:00:00	1602	45,566	98,625	75,793	6,563	-0,618	0,62	0,539	0,215	1	1
1	1	2018-01-01 00:00:00	1602	1	1	1	0						

Optimieren

SB Optimieren

SB Raumfühler

SB Raumkorrektur

SB Zeitkonstante

nach Ts verz.

AT 35.0 K

soll 0.0 °C

st 35.0 °C R ist 37.0

Pumpe TR/SB

BM BUS NORMAL

TA Aus-Hand-Auto AUTO

SB Aus-Hand-Auto AUTO

SB bei Störung AUS

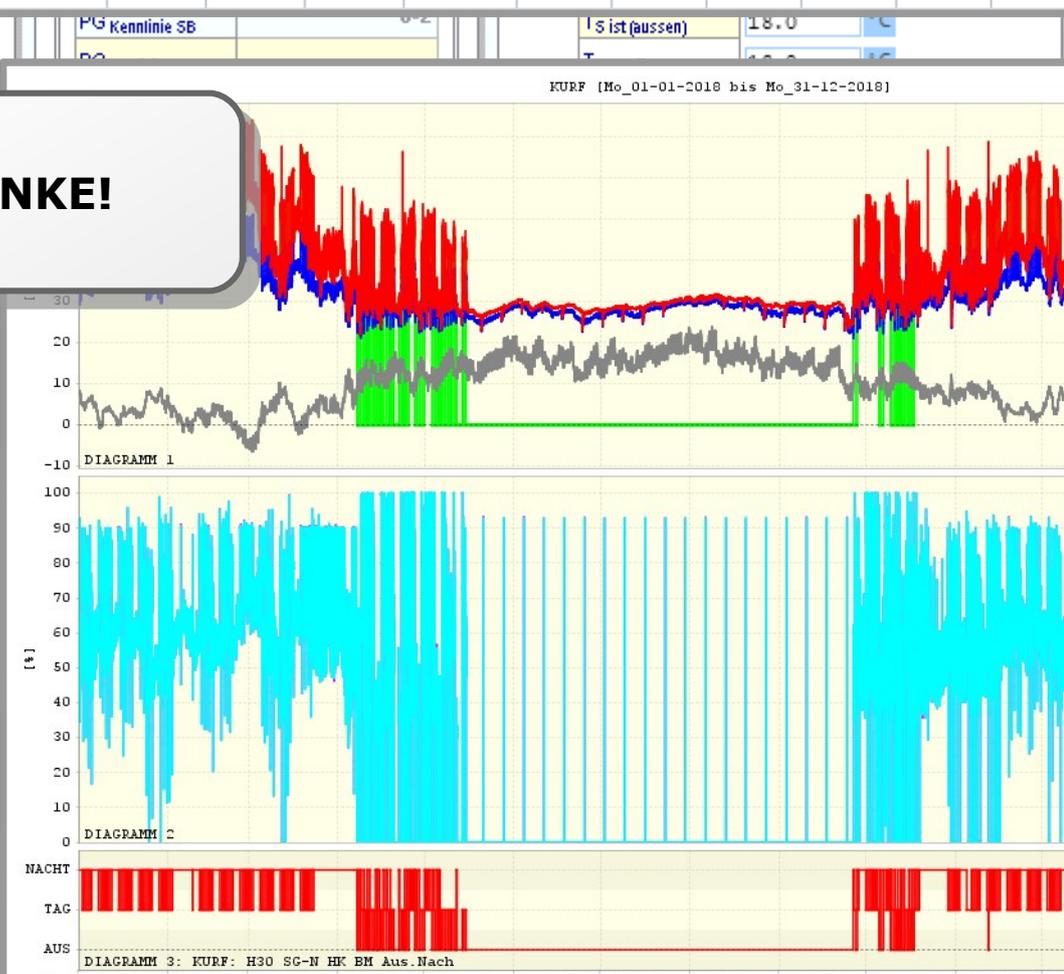
Zeit Nachlauf 60 min

Ventil TR/SB

TA Aus-Hand-Auto AUTO

SB Auto-Hand AUTO

Vv SB soll 50.0 %



DANKE!

ANHANG

Heizkreis-Schnell-Analyse

Ergebnis prüfen: Warum sind TV und TR gegenläufig?

H80 Altbau-FBH Fußboden (HK3)
Heizung Wagenhalle
2,8 kW (45/25)

TV_SOLL 41.0 °C
TV_IST 33.0 °C TR_IST 27.0 °C

Pumpe TR/SB

PU TA, Aus-Hand-Auto: **AUTO**
PU SB Hand-Auto: **AUTO**
PU EIN < TS: 20.0 °C

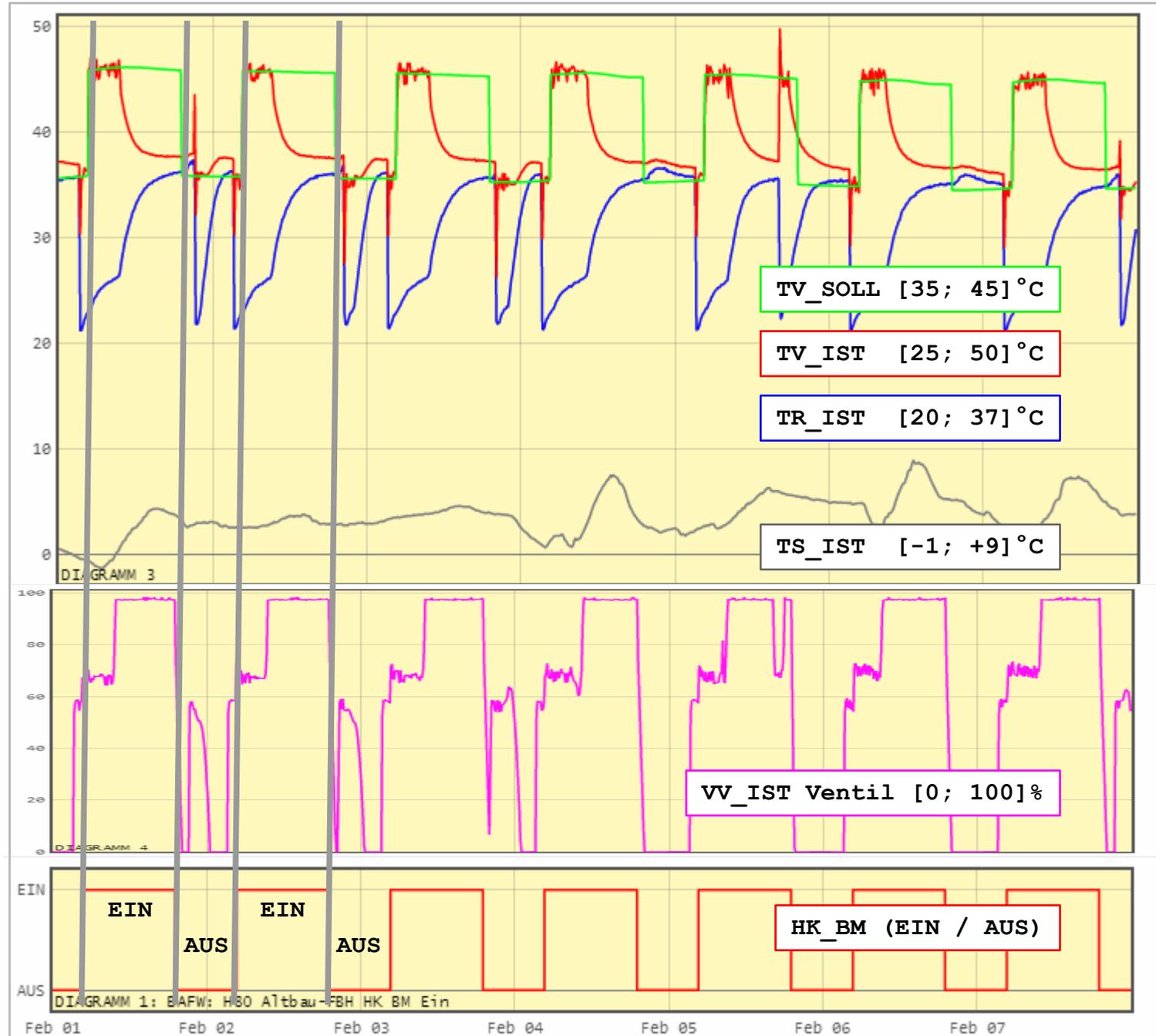
PU FG: **EIN** DN 20
PU BM: WILLO STRATOS PICO 251-4
PU SM: **NORMAL**
P Zeit-Nachlauf: 30 min

Ventil TR/SB

VV TA, Aus-Hand-Auto: **AUTO**
VV SB Halt-Auf-Zu: **HALT**
VV SB Hand: **AUS**
VV SB Auto-Hand: **AUTO**
VV bei Hand: 50.0 %

VV_soll 100.0 %
VV_ist 97.0 %
VV_BA auf: **AKTIV**
VV_BA zu: **PASSIV**

H80 Altbau-FBH

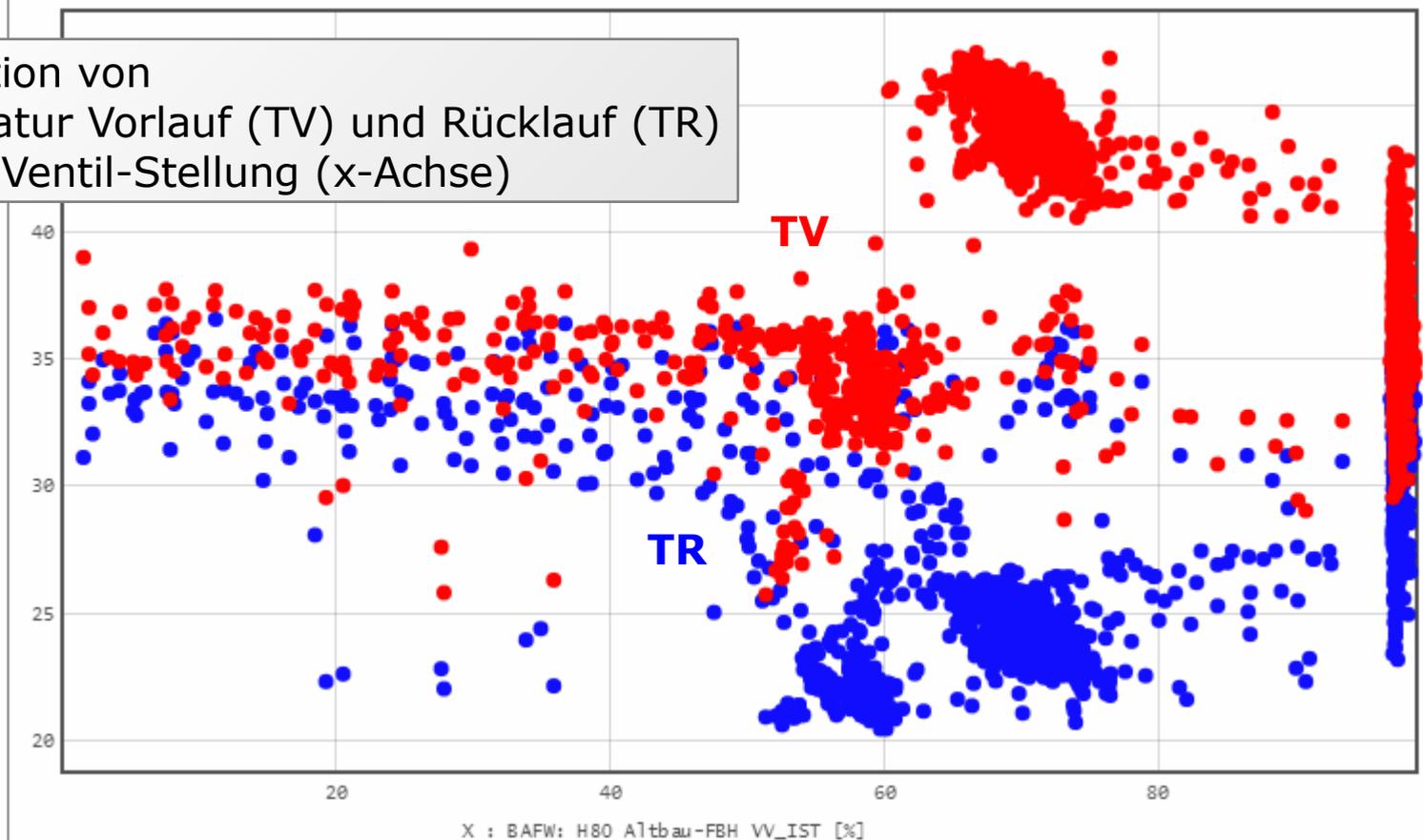


Objekt BAFW

Heizkreis-Schnell-Analyse

Ergebnis beurteilen

Korrelation von
Temperatur Vorlauf (TV) und Rücklauf (TR)
mit der Ventil-Stellung (x-Achse)



- Es ist kein plausibler Zusammenhang zwischen Vorlauftemperatur (TV) und Ventilstellung erkennbar.
- Ohne Information über die Pumpe (eine Betriebsmeldung EIN/AUS oder besser die Drehzahl) lässt sich dieses Verhalten nicht erklären.

Heizkreis-Schnell-Analyse

Ergebnis prüfen: Warum sind die Korrelationen mit TS positiv?

H10 Neubau-FBH Fußboden (HK8)
EG - 1.OG NO/NW
20 kW (45/25)

TV_SOLL 27.0 °C
TV_IST 40.0 °C TR_IST 35.0 °C

Pumpe TR/SB

PU TA Aus-Hand-Auto **AUTO**
PU SB Hand-Auto **AUTO**
PU EIN < TS 20.0 °C

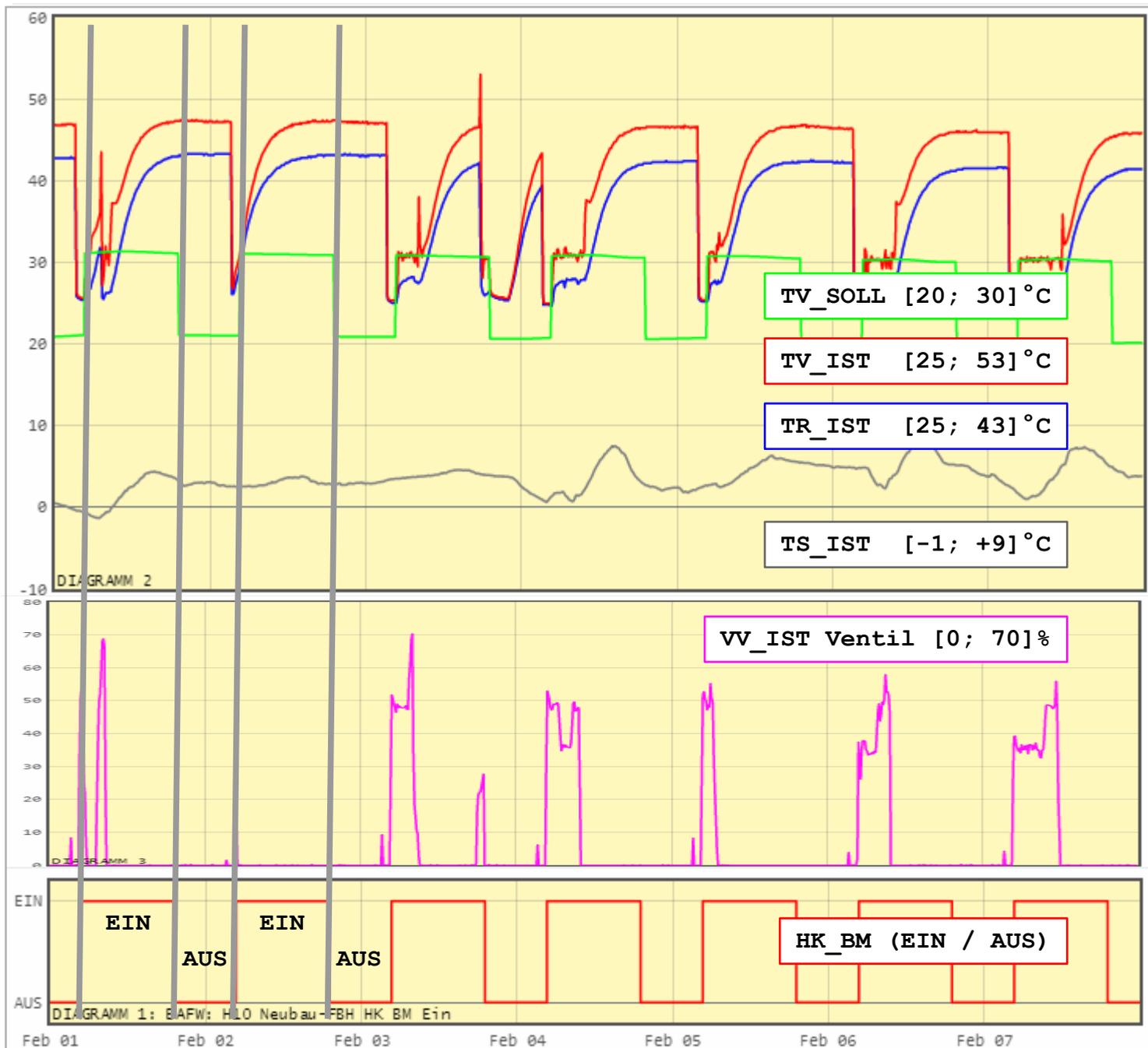
PU FG **EIN** DN32
PU BM WILO STRATOS PICO 251-6
PU SM **NORMAL**
P Zeit-Nachlauf 30 min

Ventil TR/SB

VV TA Aus-Hand-Auto **AUTO**
VV SB Halt-Auf-Zu **HALT**
VV SB Hand **AUS**
VV SB Auto-Hand **AUTO**
VV bei Hand 50.0 %

VV_soll 0.0 %
VV_ist 0.0 %
VV_BA_auf **PASSIV**
VV_BA_zu **AKTIV**

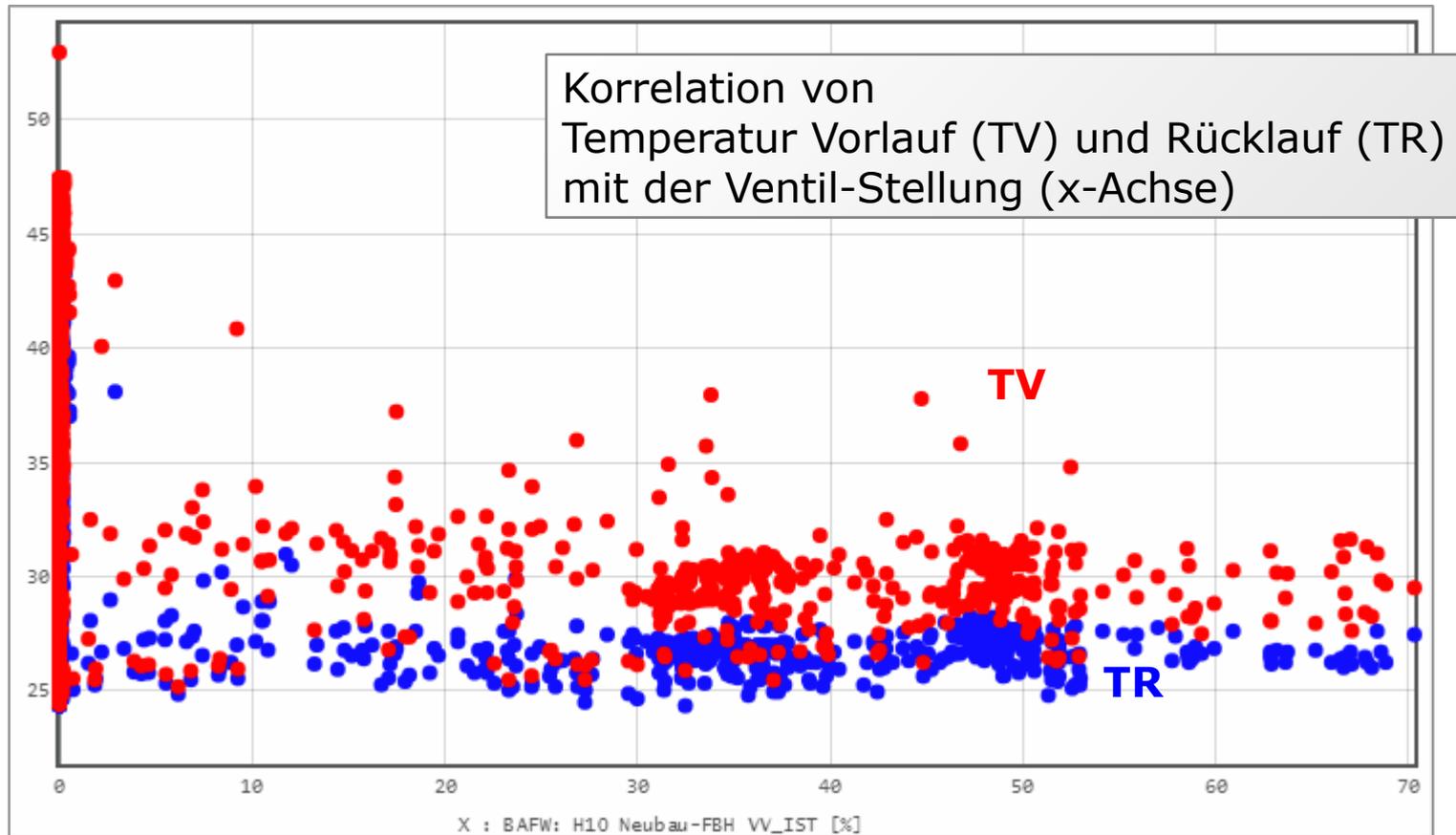
H10 Neubau-FBH



Objekt BAFW

Heizkreis-Schnell-Analyse

Ergebnis beurteilen



- Ventil auf (>0%): Die Temperaturen vom Vorlauf liegen auf dem Sollwert bei etwa 30°C, der Rücklauf bei etwa 25°C (plausibel für eine Fußbodenheizung).
- Ventil zu (=0%): Die Temperaturen von Vor- und Rücklauf gleichen sich an die Temperatur im Verteiler an (Fühler dicht hinter dem Ventil?).

K-Matrix-Analyse

Datenpunkt-Auswahl

H30 SG-N Schulgebäude-Nord
... kW ... / ... °C

TVΔT: -21.0 K
TVsoll: 43.0 °C
TVist: 22.0 °C Rist: 22.0

Pumpe TR/SB

PU BM BUS: NORMAL
PU TA Aus-Hand-Auto: AUTO
PU SB Aus-Hand-Auto: AUTO
PU SB bei Störung: AUS
PU Zeit Nachlauf: 60 min

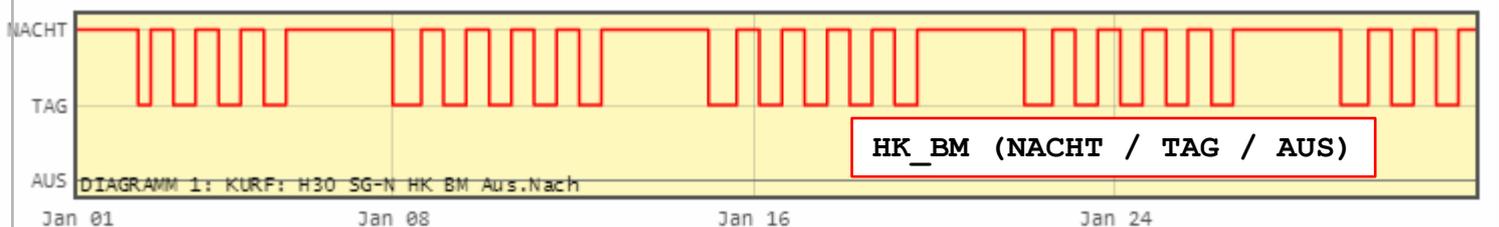
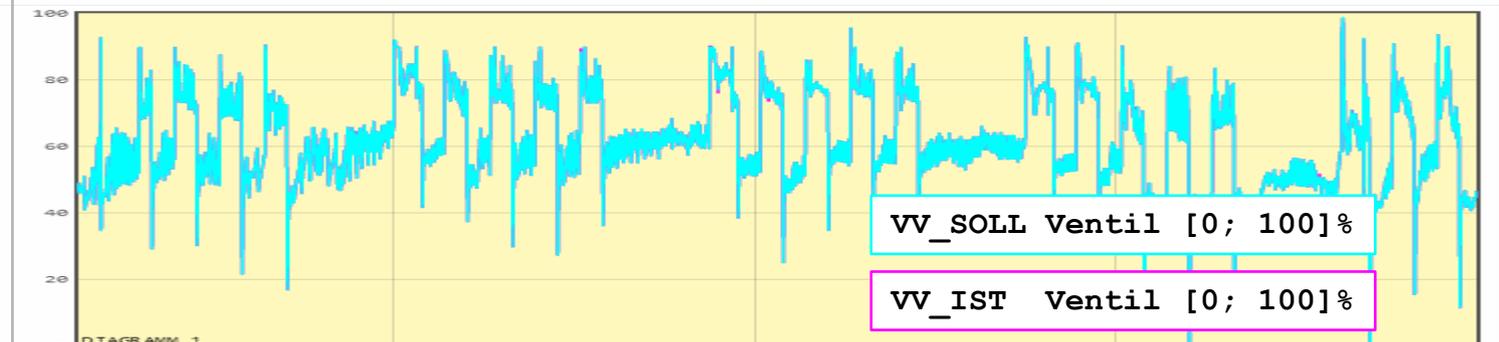
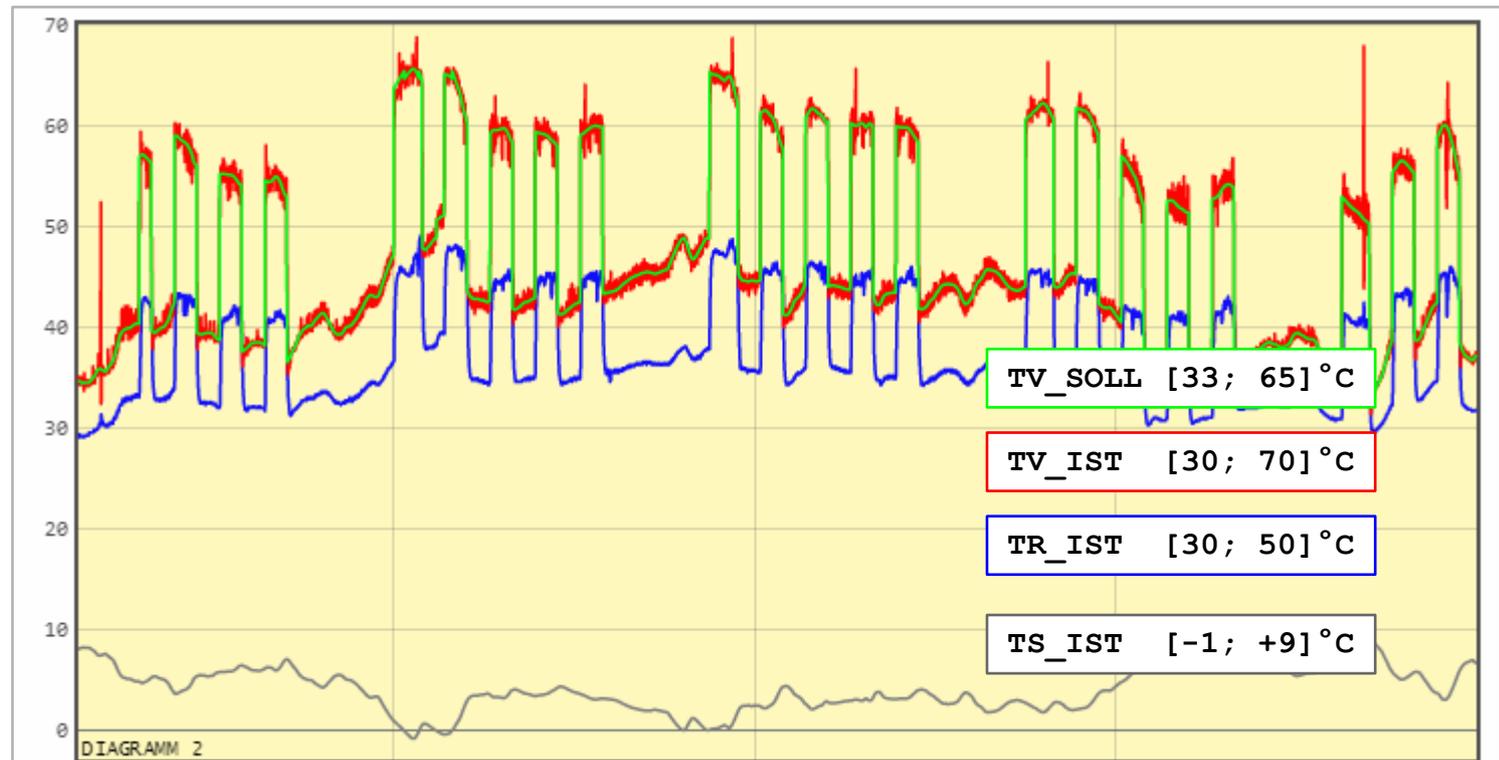
PU FG: EIN
PU BM: EIN
PU SM: NORMAL

Ventil TR/SB

VV TA Aus-Hand-Auto: AUTO
VV SB Auto-Hand: AUTO
VV SB soll: 50.0 %
VV BM BAK: AUS

VV soll: 100.0 %
VV ist: 100.0 %

H30 SG-N



Die Betriebsmeldung NACHT / TAG / AUS dient als Filter. Die Betriebsmodi werden getrennt betrachtet.