

# eBO oder Mangel?

**Nicole Hilgendorf, Hans Makkos, Martin Stalder, Stefan Waldhauser**

---

FEZ Fachgruppe eBO



# Wir danken für die Unterstützung



 **Kanton Zürich**  
**Baudirektion**



**Stadt Zürich**  
Umwelt- und  
Gesundheitsschutz



**MIGROS**



**AMSTEIN+WALTHERT**

**energie360°**

 **Solarwall**



**ewz**

**eicher+pauli**  
Energie und Planung

**BELIMO**

**ISOVER**  
SAINT-GOBAIN

**EM**  
Einfach.Mehr.

**ecowin**



# Definition von Mängeln

## Mangel

*"...eine Abweichung des Werkes vom Vertrag..."* [SIA 118:2013 Art. 166/1]

*"Der Mangel besteht entweder darin, dass das Werk eine zugesicherte oder sonst wie vereinbarte Eigenschaft nicht aufweist, oder darin, dass ihm eine Eigenschaft fehlt, die der Bauherr auch ohne besondere Vereinbarung in guten Treuen erwarten durfte (z. B. Tauglichkeit des Werkes für den vertraglich vorausgesetzten oder üblichen Gebrauch)."*

[SIA 118:2013 Art. 166/2]

## Verdeckter Mangel

*"Verdeckte Mängel im Sinne dieser Norm sind solche Mängel, die der Bauherr erst nach Ablauf der Rügefrist (Art. 172) entdeckt."* [SIA 118:2013 Art. 179/1]



# Definition der energetischen Betriebsoptimierung

## eBO

*"Überprüfen, ob die Betriebszeiten, Sollwerte, Toleranzen und Vorgaben anwesenheits- und bedarfsgerecht gewählt sind."* [SIA 2048:2015 Art. 3.3.1]

*"Regelmässige Zustands- und Funktionskontrollen aller energierelevanten Anlagen (z. B. WRG, Abwärmenutzung) gemäss Instandhaltungsplan durchführen."* [SIA 2048:2015 Art. 3.3.3.2]

Nach dem SIA MB 2048 wird unterschieden zwischen eBO (Betriebsphase nach der Rügefrist), eBO\* (unmittelbar nach der Übergabe) und eBO\*\* (Daueraufgabe)

## Fehler

*"Unstimmigkeiten, welche im Rahmen der BO / Erfolgskontrolle auf einfache Weise behoben werden können."* [Eigene Definition]



# Definition Rügefristen / Verjährung

## Rügefristen

*"Ist nichts anderes vereinbart, so besteht eine Rügefrist von **zwei** Jahren."*

[SIA 118:2013 Art. 172/1 (Auszug)]

*"Die Rügefrist beginnt für das Werk oder einzelne Werkteile mit dem Tag der Abnahme zu laufen."*

[SIA 118:2013 Art. 172/2]

## Verjährung

*"Die Mängelrechte des Bauherrn verjähren **fünf** Jahre nach Abnahme des Werkes oder Werkteils."*

[SIA 118:2013 Art. 180/1]

*"Die Rechte aus Mängeln, die der Unternehmer absichtlich verschwiegen hat, verjähren dagegen in **10** Jahren."*

[SIA 118:2013 Art. 180/2]



# Zeitpunkt von Mängelrügen: Während der Rügefrist

## Recht zu jederzeitiger Mängelrüge

*"Während der Rügefrist kann der Bauherr ... Mängel aller Art jederzeit rügen."*

[SIA 118:2013 Art. 173/1 (Auszug)]

*"... den weiteren Schaden selbst zu tragen, der bei unverzüglicher Behebung des entdeckten Mangels hätte vermieden werden können."*

[SIA 118:2013 Art. 173/2 (Auszug)]

## Haftung des Unternehmers

*"Wir streitig, ... so liegt die Beweislast beim Unternehmer."*

[SIA 118:2013 Art. 174/3 (Auszug)]



# Zeitpunkt von Mängelrügen: Nach der Rügefrist

## Haftung für verdeckte Mängel

*"Der Unternehmer haftet für verdeckte Mängel, sofern sie vom Bauherrn sofort nach der Entdeckung gerügt werden ... ."*

[SIA 118:2013 Art. 179/2 (Auszug)]

*"Wir streitig, ... so liegt die Beweislast beim Bauherrn."*

[SIA 118:2013 Art. 179/5 (Auszug)]



# Ziele / Abgrenzung

## Planung / Erstellung

- Die Raumsollwerte werden erreicht, und die im Rahmen der Planung vereinbarten Werte (Nutzungsvereinbarung, Funktionsbeschriebe, Berichte, Planunterlagen, etc.) werden eingehalten.
- Üblicherweise endet nach der Abnahme der Bauherrschaft (resp. Behebung der dannzumal vereinbarten Mängel, inkl. Lieferung der Revisionsunterlagen) die Verantwortung der Ersteller und Fachplaner (Ausnahme: Garantieleistungen).

## eBO

- Die vereinbarten Werte sollen mit möglichst wenig Energieaufwand erbracht werden.
- Überwachung der Verbrauchswerte.
- (Es ist eine Chance, Fehler und Mängel – vor Ablauf deren Rügefrist – aufzudecken.)



# Fallbeispiel 1: Fühler nach einer WRG

(Stefan)

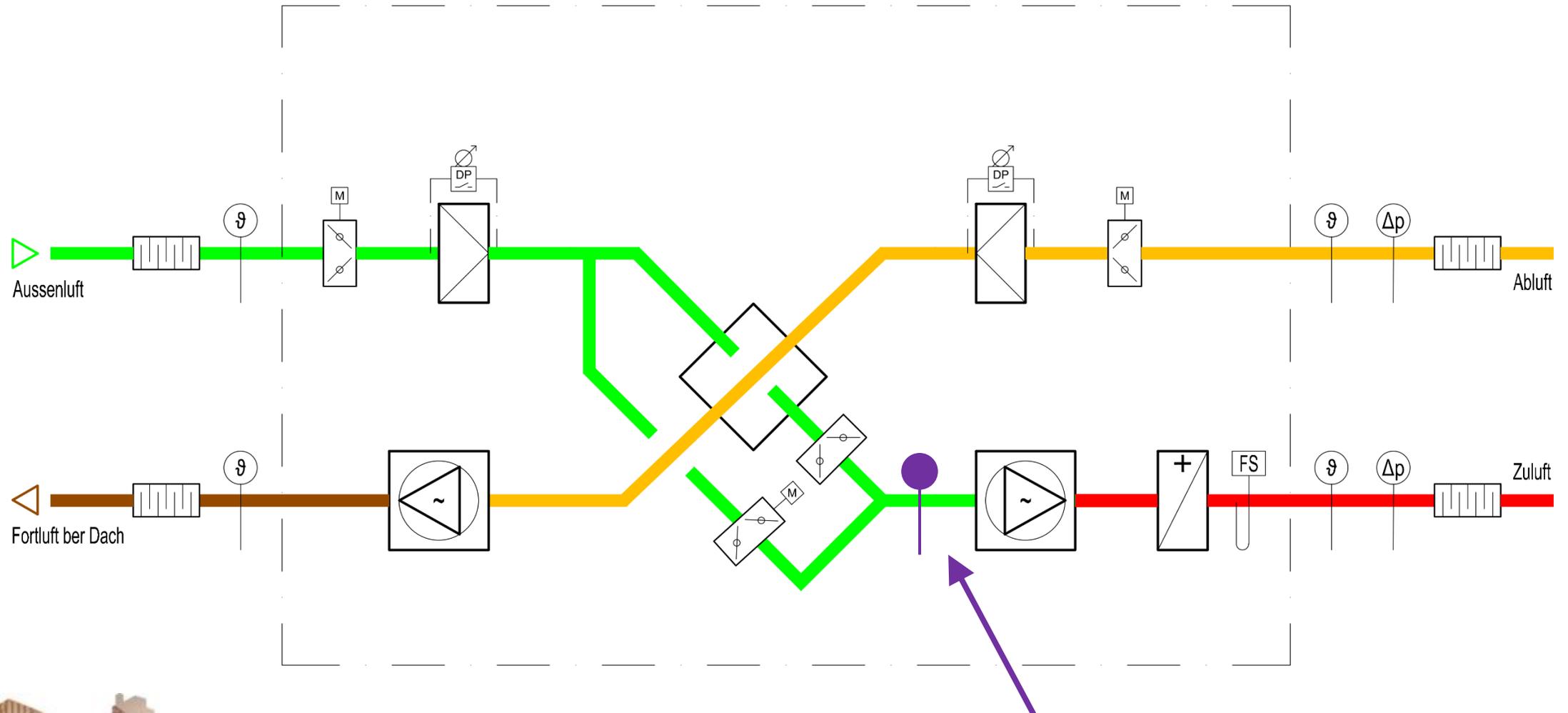
Ausgangslage	Problematik	Mögliche Lösung	Mangel	eBO
Nach einer WRG sind Stabfühler verbaut.	Ein Luftstrom kann sich über einen Wärmetauscher ungleichmässig stark erwärmen. Ein Stabfühler misst die Kondition nur an einem bestimmten Ort resp. auf einer bestimmten Höhe. Dies kann zu Fehlinterpretationen führen.	Den Stabfühler durch einen Mittelwertfühler ersetzen.	Evtl.	Nein

## Notizen vom Anlass:

- Technische Richtlinien notwendig?
- Sind Mittelwertfühler träge? Wenn ja, ist das überhaupt relevant? Sind sie teurer?
- Auf diese Fühler ganz verzichten? Evtl. nur Fühlerpositionen für die IBN vorsehen?
- Eine Überwachung ist sinnvoll.
- Die AGB des suissetec besagen eine Garantiefrist von nur 1 Jahr.
- Wenn ein Wirkungsgrad vertraglich geschuldet wurde: Unter welchen Bedingungen (Praxis oder Labor?)



# Fallbeispiel 1: Fühler nach einer WRG



## Fallbeispiel 2: Schwingende Ventile

(Nicole)

Ausgangslage	Problematik	Mögliche Lösung	Mangel	eBO
Schwingende Ventile	Auf Basis der Planungswerte wurde der kvs-Wert falsch ermittelt.	Ventil ersetzen	Ja	Nein
	Die GLS-Einstellungen sind so schlecht, dass man dem Ventil beim Schwingen zuschauen kann.	GLS-Einstellungen korrigieren / Hydraulik kontrollieren	Eher ja	Eher nein
	Das Schwingverhalten ist sehr langsam und wird erst durch das Beobachten auf dem GLS erkannt.	GLS-Einstellungen optimieren	Nein	Ja

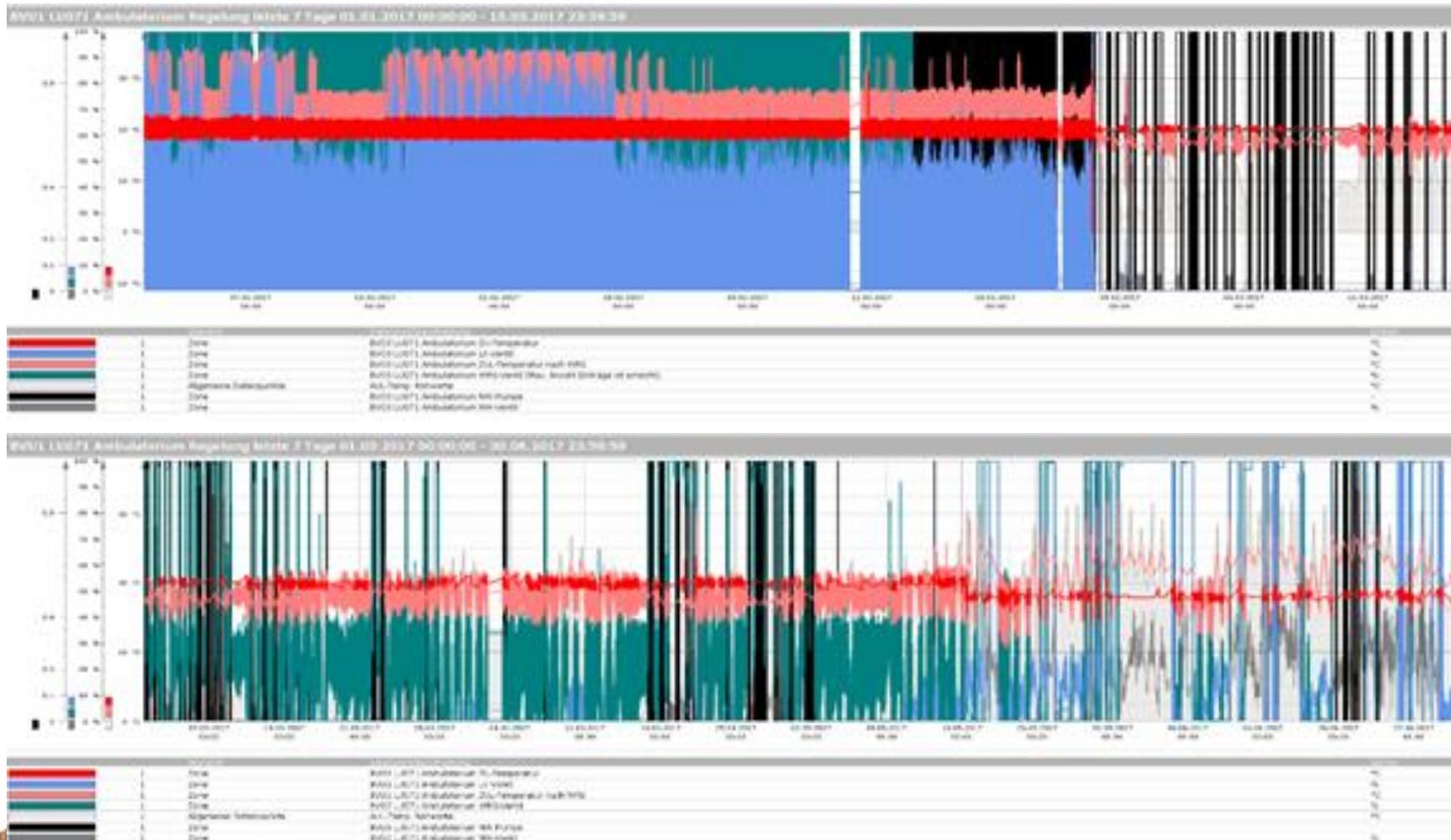
### Notizen vom Anlass:

- Ab grösseren Leistungen könnten wegen dem Schwachlastbetrieb 2 Ventile erforderlich sein.
- Solide Anlage-, Funktions- und Regelbeschriebe einfordern.



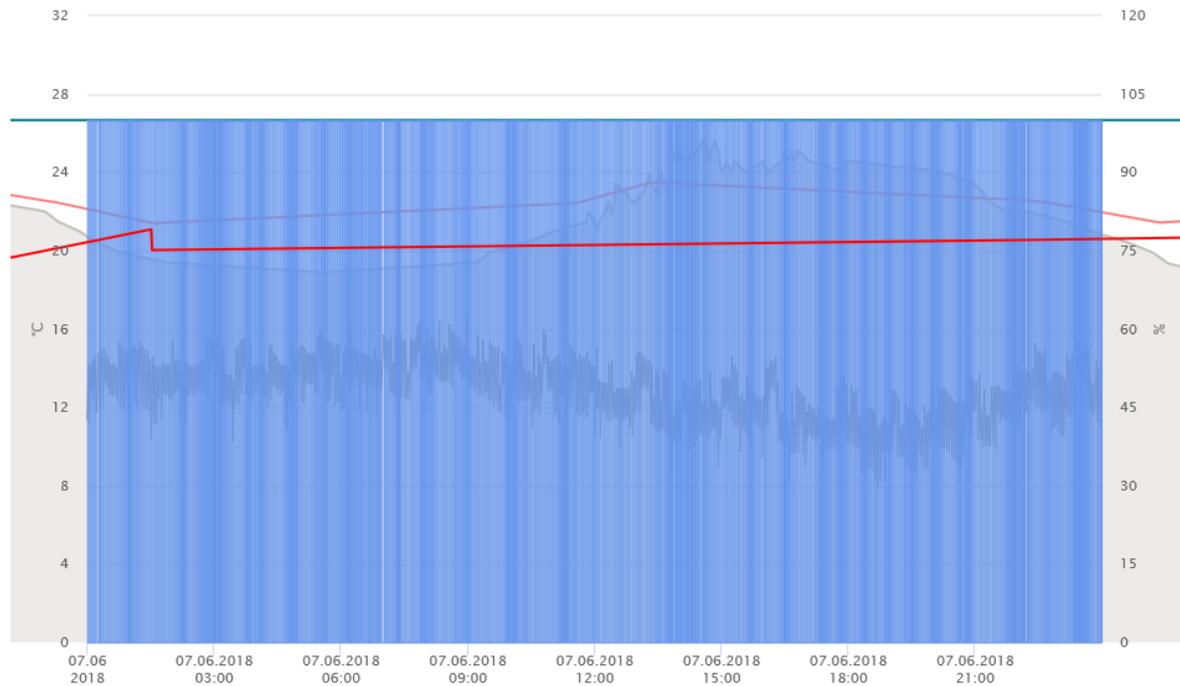
# Fallbeispiel 2: Schwingende Ventile

(Nicole)

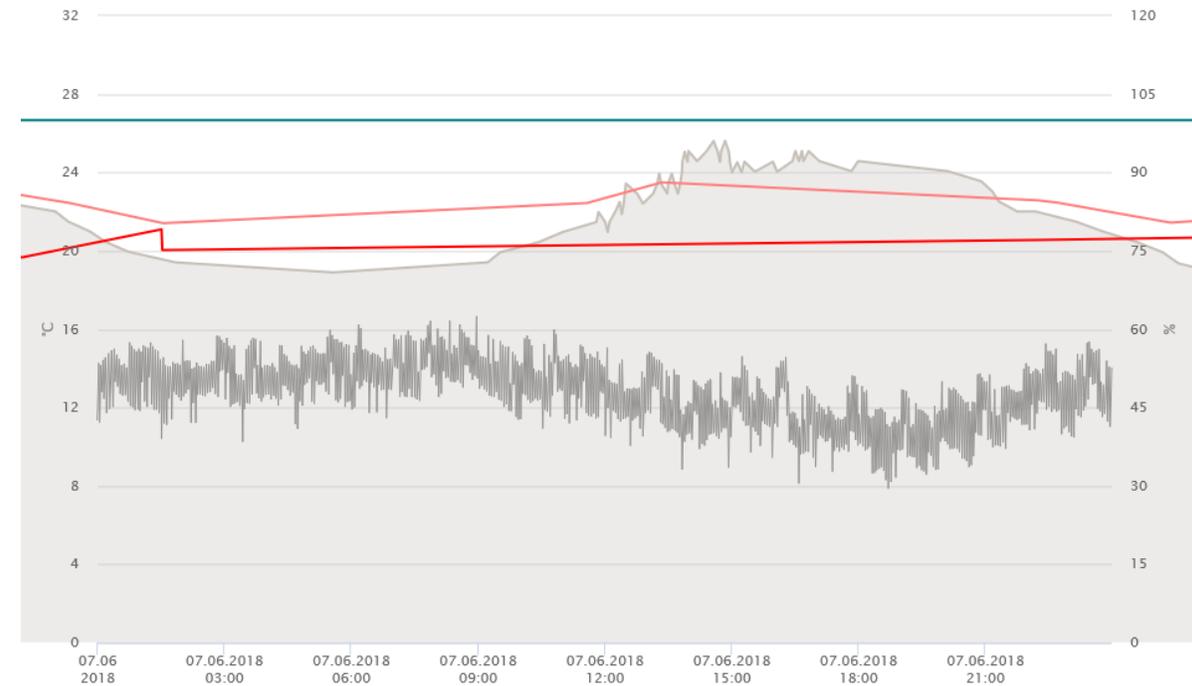


# Fallbeispiel 2: Schwingende Ventile

(Nicole)



Zone	BVO3_LU071 Ambulatorium ZU-Temp.	°C
Zone	BVO3_LU071 Ambulatorium LK-Ventil	%
Zone	BVO3_LU071 Ambulatorium ZU-Temp. n.WRG	°C
Zone	BVO3_LU071 Ambulatorium WRG-Ventil	%
Allgemeine Datenpunkte	AUL-Temp. Rohwerte	°C
Zone	BVO3_LU071 Ambulatorium LE-Ventil	%

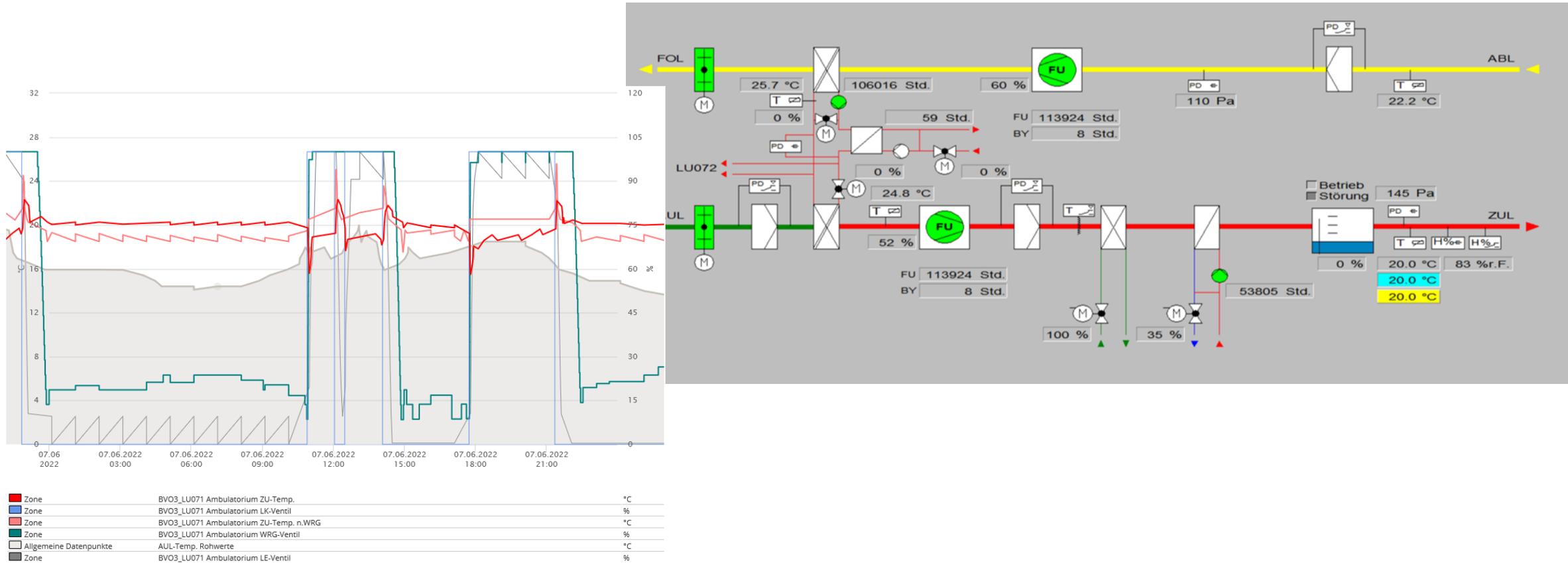


Zone	BVO3_LU071 Ambulatorium ZU-Temp.	°C
Zone	BVO3_LU071 Ambulatorium LK-Ventil	%
Zone	BVO3_LU071 Ambulatorium ZU-Temp. n.WRG	°C
Zone	BVO3_LU071 Ambulatorium WRG-Ventil	%
Allgemeine Datenpunkte	AUL-Temp. Rohwerte	°C
Zone	BVO3_LU071 Ambulatorium LE-Ventil	%



# Fallbeispiel 2: Schwingende Ventile

(Nicole)



## Fallbeispiel 3: GAB vs MAB

(Hans)

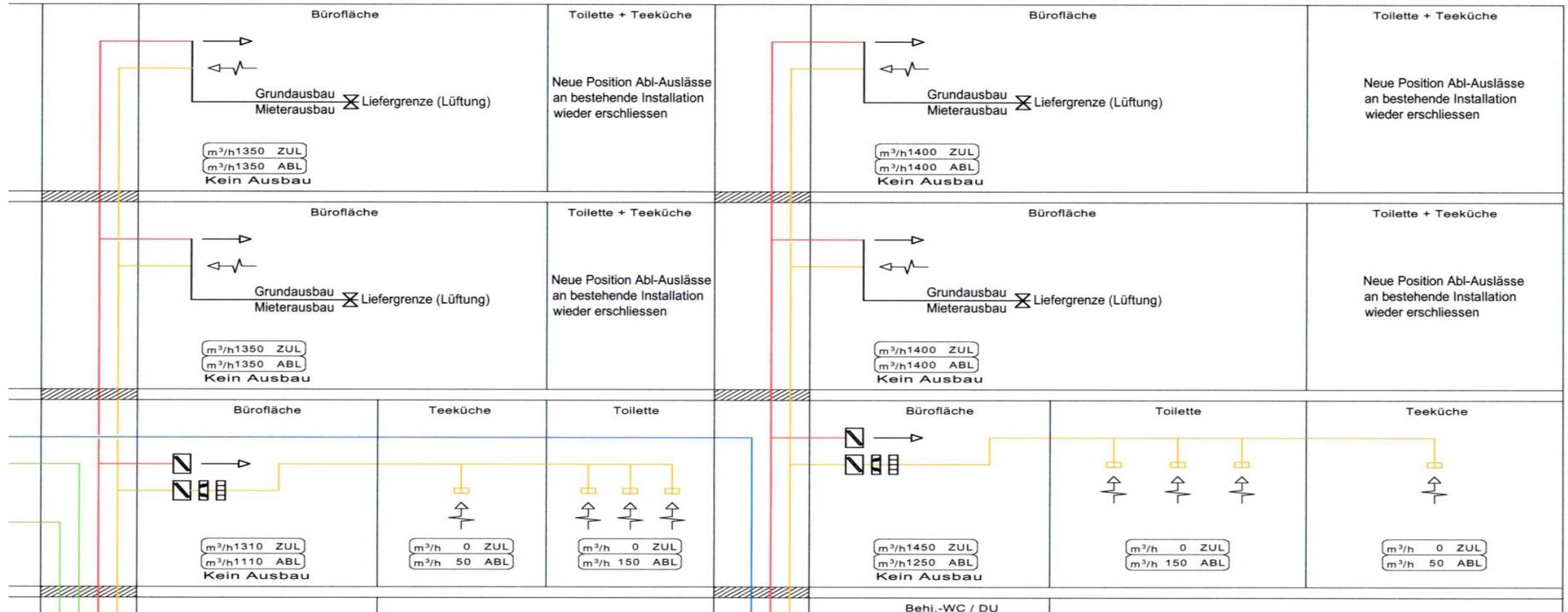
Ausgangslage	Problematik	Mögliche Lösung	Mangel	eBO
Vom GAB abweichende Zielwerte für den MAB	Die Installationen im Grundausbau (GAB) wurden erstellt und in Betrieb genommen. Die Verbraucher des Mieterausbaus (MAB) sind zu diesem Zeitpunkt noch nicht installiert und demzufolge sind auch keine Luftwiderstände vorhanden. Das Planer- und das Installationsteam sind nicht die gleichen Beauftragten, wie im GAB. Eine gemeinsame Nachregulierung GAB / MAB ist notwendig.	Nachtrag zum GAB	Nein	Nein

### Notizen vom Anlass:

In der Ausschreibung resp. dem Werkvertrag für den GAB genau festlegen, was der GAB liefert resp. unter welchen Umständen z. B. die Luftmengen gewährleistet werden. Und wie mit der gestaffelten IBN umgegangen resp. diese entschädigt wird.

# Fallbeispiel 3: GAB vs MAB

(Hans)



# Fallbeispiel 4: Ungenügendes dT bei ULK

(Martin)

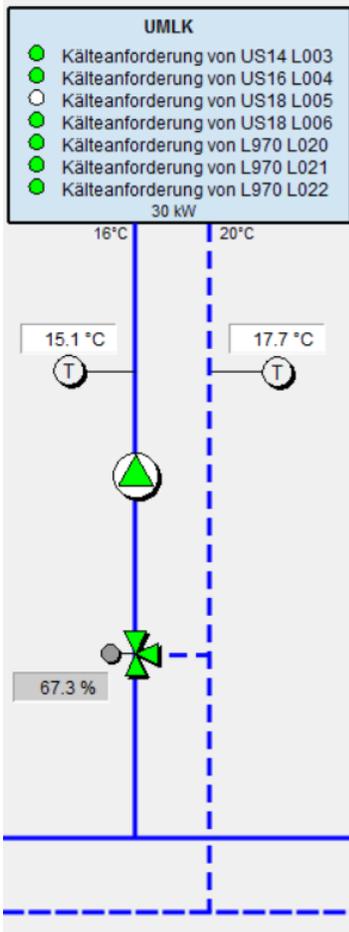
Ausgangslage	Problematik	Mögliche Lösung	Mangel	eBO
Ungenügende Temperaturdifferenz (dT) über die Kältegruppe ULK	Schlechter COP wegen zu niedriger Temperaturdifferenz.	Hydraulischer Abgleich der ULK	Evtl. ja	Nein
	Wegen der Überhitzung am Verdampfer ist die Rücklauftemperatur massgebend für die Verdampfungstemperatur.	Reduktion der Leistung der Förderpumpe	Eher nein	Ja

## Notizen vom Anlass:

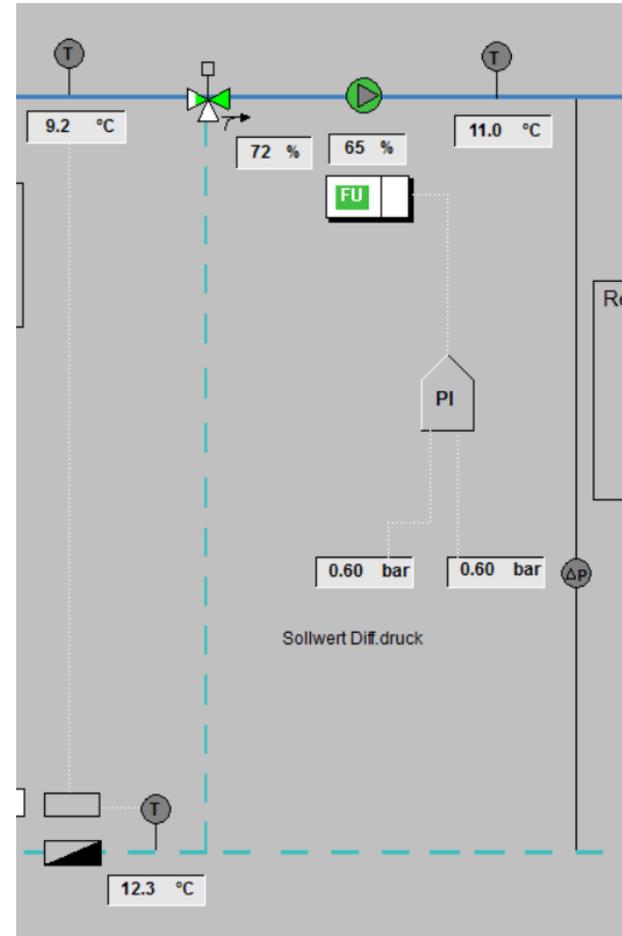
- Die ULK haben zumindest teilweise ein 3-Wege-Ventil integriert, welches im geschlossenen Zustand Wasser direkt in den Rücklauf führt.
- Abklären, was mit dem ULK im Schwachlastbetrieb passiert.
- ULKs mit Durchgangs- anstatt 3-Wege-Ventil bestellen, mit Rücklauffühler.



# Fallbeispiel 4: Ungenügendes dT bei ULK



Geplantes dT von 4 K wird nicht erreicht.



Zubau von neuen ULK:  
 Kann hydraulischer Abgleich eingefordert werden?



*Zweiter Anlass folgt nach Möglichkeit im Herbst 2022...*



# Fallbeispiel 5: Fühler für die Luftqualität

(Nicole)

Ausgangslage	Problematik	Mögliche Lösung	Mangel	eBO
Luftvolumenstrom	VAV defekt	Ersatz		
	VAV falsch in Betrieb genommen	Feineinstellungen		
	VOC Fühler führen zu sehr hohem Luftvolumenstrom auf Raumebene (VAV auf MAX-Stellung)	Ersatz gegen CO <sub>2</sub> -Fühler		
	Dreifach Turnhalle, 3 Stk. CO <sub>2</sub> -Fühler, zwei Fühler in den Turnhallen, ein Fühler unter der eingefahrenen Tribüne, Luftmenge reguliert nach Mittelwert der drei CO <sub>2</sub> -Fühler	Neue Mittelwertbildung der CO <sub>2</sub> -Fühler in der Halle (Halle vs. Tribüne) oder CO <sub>2</sub> -Fühler vor die Abluftfassung pro Halle		



# Fallbeispiel 5: Fühler für die Luftqualität

(Nicole)



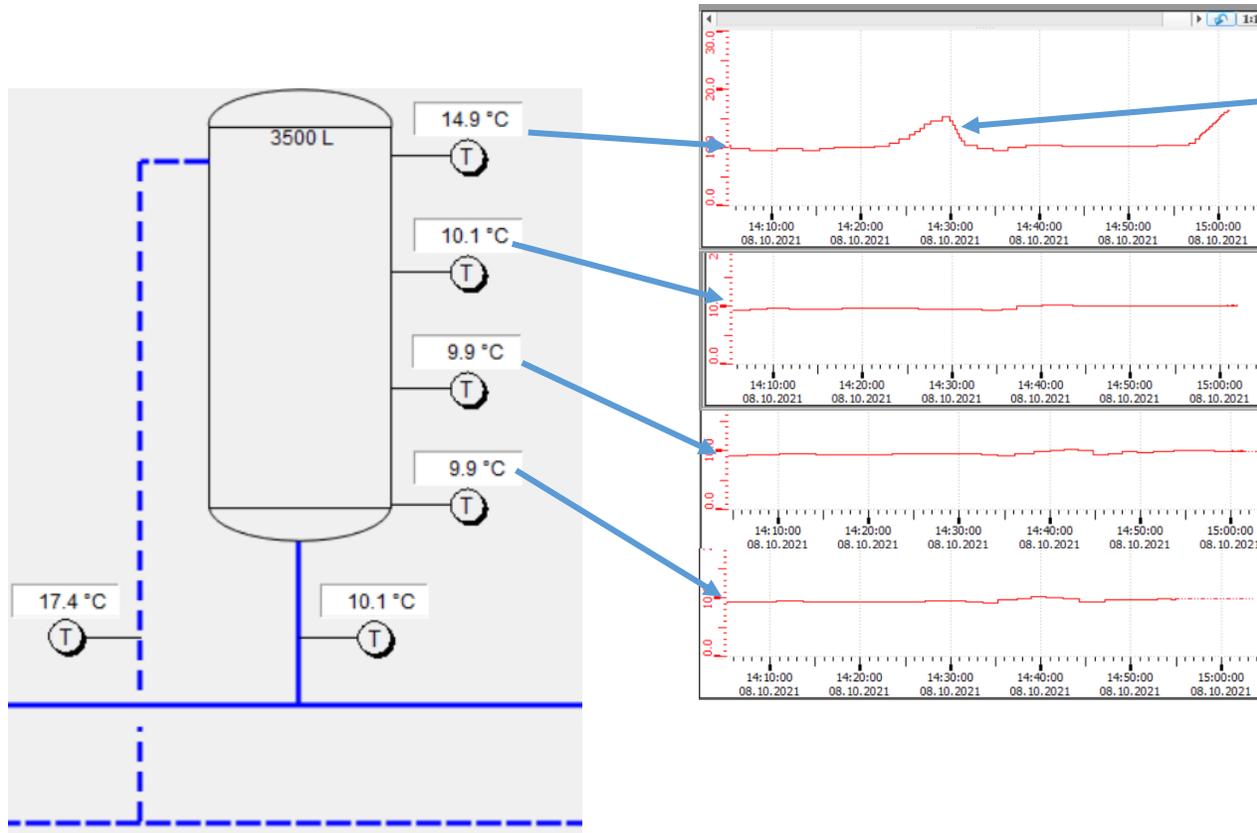
# Fallbeispiel 6: Kältespeicher

(Martin)

Ausgangslage	Problematik	Mögliche Lösung	Mangel	eBO
Falsche Zuordnung von Fühlern	Viel zu kurze Laufzeiten der Kältemaschine pro Einschaltung. Trends der Speichertemperaturen zeigen, dass nur ein kleiner Teil des Speichers genutzt wird.	Zuordnung der Grenzwerte zu den Temperaturfühlern im Speicher prüfen und allenfalls anpassen.		



# Fallbeispiel 6: Kältespeicher



Nur ein Speichersegment wird entladen, dann setzt der Ladevorgang wieder ein.

Zuordnung der Grenzwerte für die Steuerung der Kältemaschine ist nicht klar; evtl. sogar falsch.

K013 Grenzwerte

Kältemaschine	
14.0 °C	Grenzwert Kältemaschine 25% Ein
15.0 °C	Grenzwert Kältemaschine 50% Ein
16.0 °C	Grenzwert Kältemaschine 75% Ein
17.0 °C	Grenzwert Kältemaschine 100% Ein
11.0 °C	Grenzwert Kältemaschine Aus

Schliessen

# Fallbeispiel 7: Fühlertyp

(Stefan)

Ausgangslage	Problematik	Mögliche Lösung	Mangel	eBO
<p>Auf dem Fernwärmeregler waren Ni1000-Fühler programmiert, während PT1000-Fühler verbaut wurden.</p>	<p>Da diese Fühler unterschiedliche Widerstandskennlinien haben, hatte das zur Folge, dass der FW-Regler bei einer Temperatur im Solarwärmespeicher von z. B. 78.5°C nur 63.6°C "gemessen" hat. Das hatte zur Folge, dass die FW nie aufhörte zu laden, wenn dieser Prozess einmal eingesetzt hatte (weil der Regler-Sollwert mit der Fernwärme-Vorlauftemperatur von 75°C nie erreicht werden konnte); bis dass die Sonne den Speicher wieder höher aufgeladen hatte...</p>	<p>Immer nur PT-Fühler (mit identischer Widerstandskennlinie) einsetzen.</p> <p>Linientest sorgfältig durchführen.</p>		



# Fallbeispiel 7: Fühlertyp

(Stefan)

Type	Pt100	Pt1000	Ni1000	Ni1000
Spezifikation	DIN B	DIN B	DIN B	TK5000
Temperatur °C	Ohm	Ohm	Ohm	Ohm
-50	80.31	803.10	743.00	790.88
-40	84.27	842.70	791.00	830.83
-30	88.22	882.20	842.00	871.69
-20	92.16	921.60	893.00	913.48
-10	96.09	960.90	946.00	956.24
<b>0</b>	<b>100.00</b>	<b>1'000.00</b>	<b>1'000.00</b>	<b>1'000.00</b>
10	103.90	1'039.00	1'056.00	1'044.79
20	107.79	1'077.90	1'112.00	1'090.65
<b>25</b>	109.74	1'097.40	1'141.00	1'113.99
30	111.67	1'116.70	1'171.00	1'137.61
40	115.54	1'155.40	1'230.00	1'185.71
50	119.40	1'194.00	1'291.00	1'234.97
60	123.24	1'232.40	1'353.00	1'285.44
70	127.07	1'270.00	1'417.00	1'337.14
80	130.89	1'308.90	1'483.00	1'390.12
90	134.70	1'347.00	1'549.00	1'444.39
100	138.50	1'385.00	1'618.00	1'500.00



# Fallbeispiel 8: Solarwärmeanlage

(Stefan)

Ausgangslage	Problematik	Mögliche Lösung	Mangel	eBO
Der Bauherr merkt nach 4 Jahren, dass die thermische Solaranlage nicht richtig funktioniert, weil sie (vermutlich) nicht richtig eingestellt wurde.	Grundsätzlich wäre dies ein Mangel. In diesem Fall ist aber die Garantiefrist abgelaufen. Es wird dadurch aber nicht automatisch ein verdeckter Mangel, der innerhalb von 5 Jahren gerügt werden kann (es sei denn, man könne dem Unternehmer nachweisen, dass dieser mit Absicht gehandelt hat). Der Bauherr hatte genug Zeit um festzustellen, dass etwas nicht stimmt.	eBO schon während der Garantiezeit beauftragen.		



# Fallbeispiel 9: Behaglichkeitsempfinden

(Stefan)

Ausgangslage	Problematik	Mögliche Lösung	Mangel	eBO
Die Normen sind eingehalten.	Verschiedene Personen haben unterschiedliche Behaglichkeitsempfinden.	Nachjustierung der Regulierung / Sollwerte		

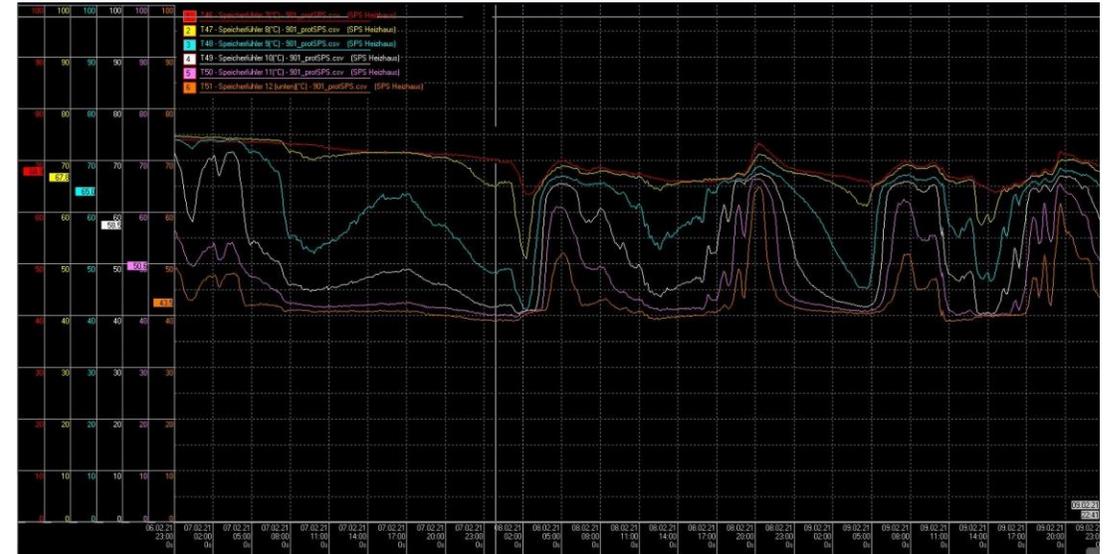
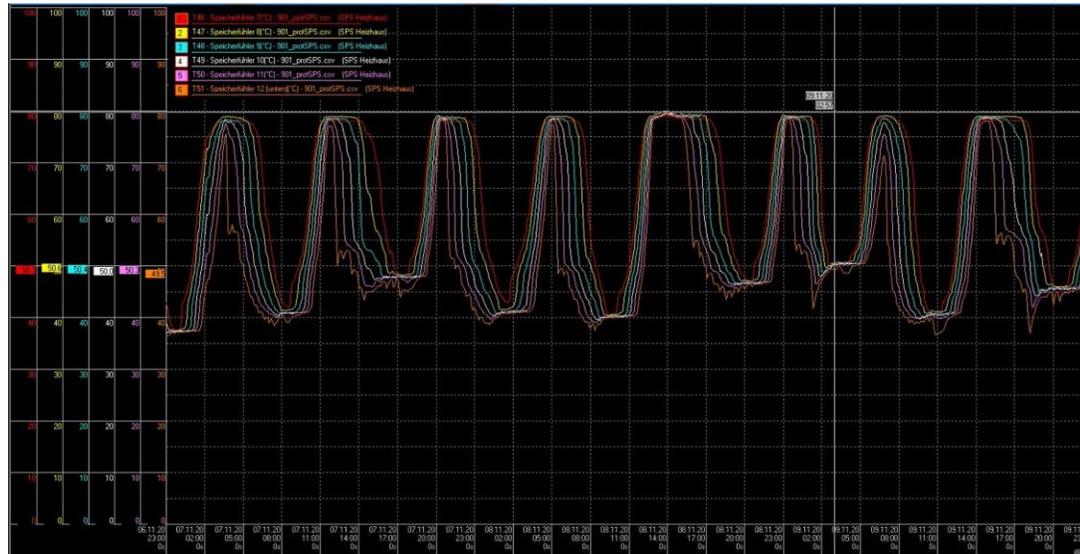


# Fallbeispiel 10: Regelung Speicherladezustand (Stefan)

Ausgangslage	Problematik	Mögliche Lösung	Mangel	eBO
Die Regelung des Speicherladezustandes ist nicht wie gewünscht, und nicht gemäss Funktionsbeschrieb	Die Regulierung des Ladezustandes des Speichers ist die Führungsgrösse der Leistungsvorgabe des Holzkessels. Der Ladezustand wird nicht optimal geregelt (zu schnell auf und ab; "Haifischzähne"). Dies führt dazu, dass der Holzkessel unnötig viel ein- und ausschaltet.	Anpassungen der Regulierung (Anpassung des I-Gliedes), damit die Steuerung langsamer wird.		



# Fallbeispiel 10: Regelung Speicherladezustand (Stefan)



# Wir danken für die Unterstützung



 **Kanton Zürich**  
**Baudirektion**



**Stadt Zürich**  
Umwelt- und  
Gesundheitsschutz



**MIGROS**



**AMSTEIN+WALTHERT**

**energie360°**

 **Solarwall**



**ewz**

**eicher+pauli**  
Energie und Planung

**BELIMO**

**ISOVER**  
SAINT-GOBAIN

**EM**  
Einfach.Mehr.

**ecowin**

