

Stolpersteine in der BO

Arthur Huber

Huber Energietechnik AG, Zürich



Arthur Huber



Dipl. Masch.-Ing. ETH

Huber Energietechnik AG

Jupiterstrasse 26, 8032 Zürich



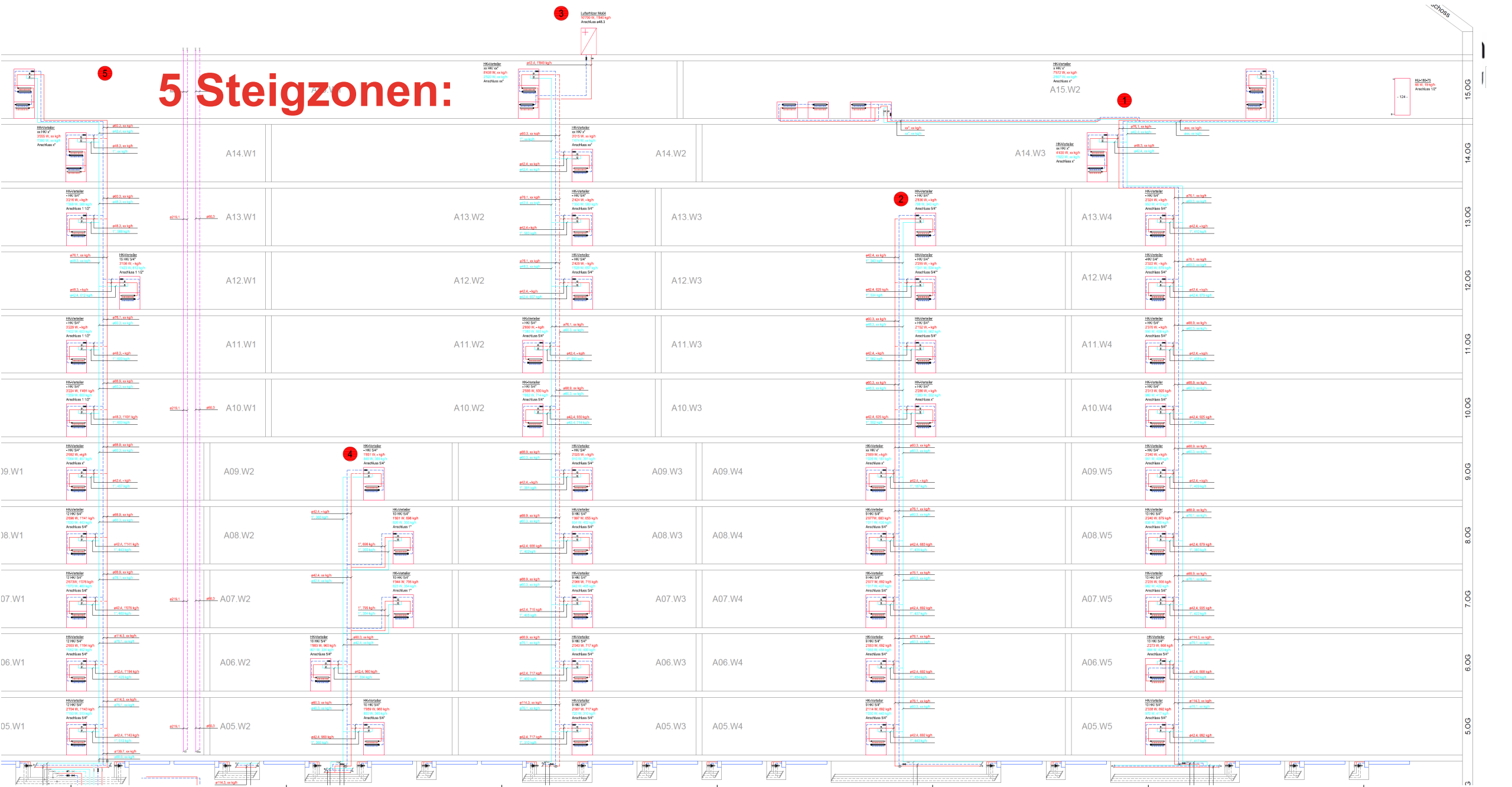
Poltergeister in einem modernen Wohn-Hochhaus



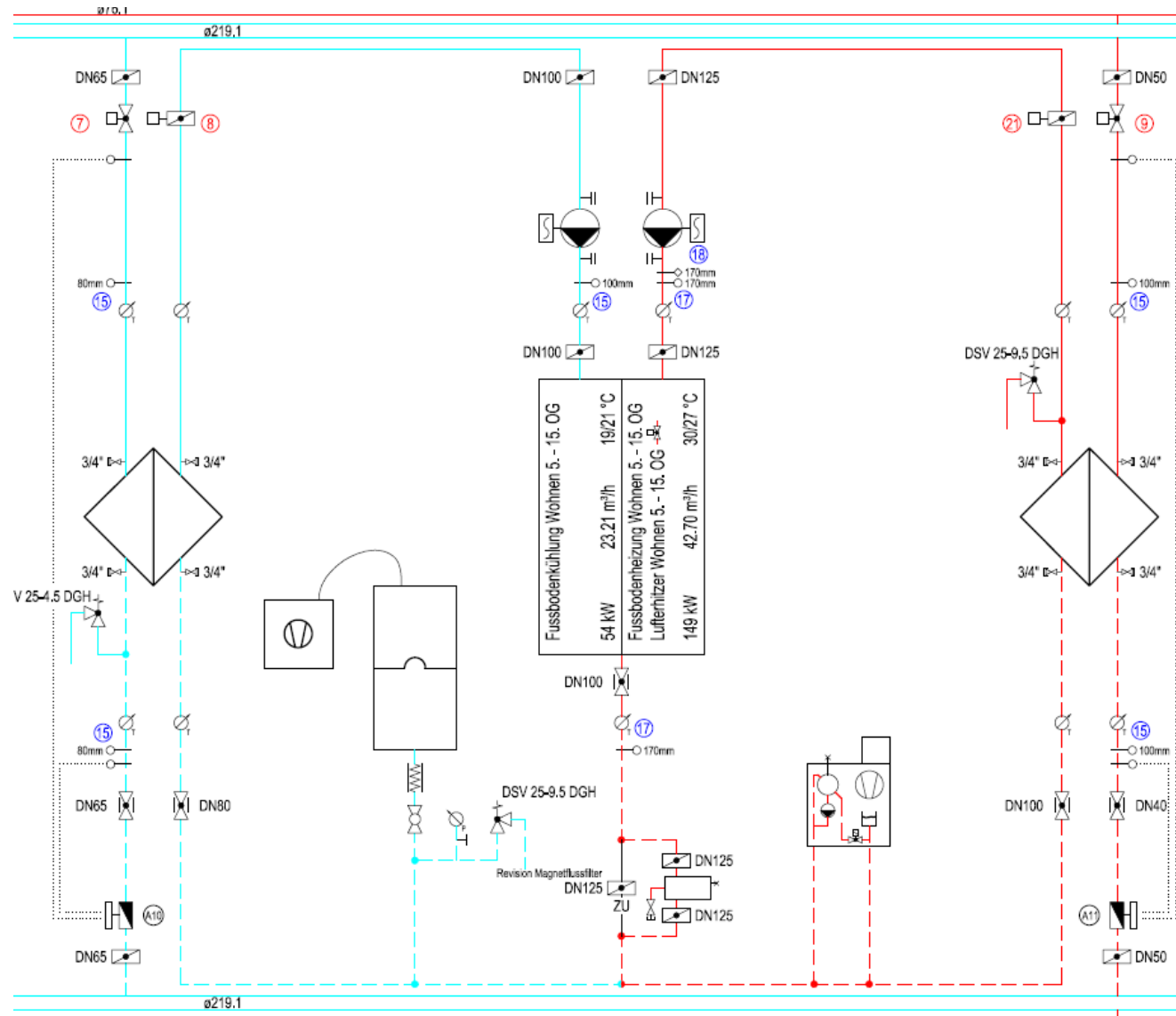
21. September 2022

Stolpersteine in der BO, Arthur Huber

5 Steigzonen:



TU-Bau mit 3-Leitersystem für Heizen / Kühlen

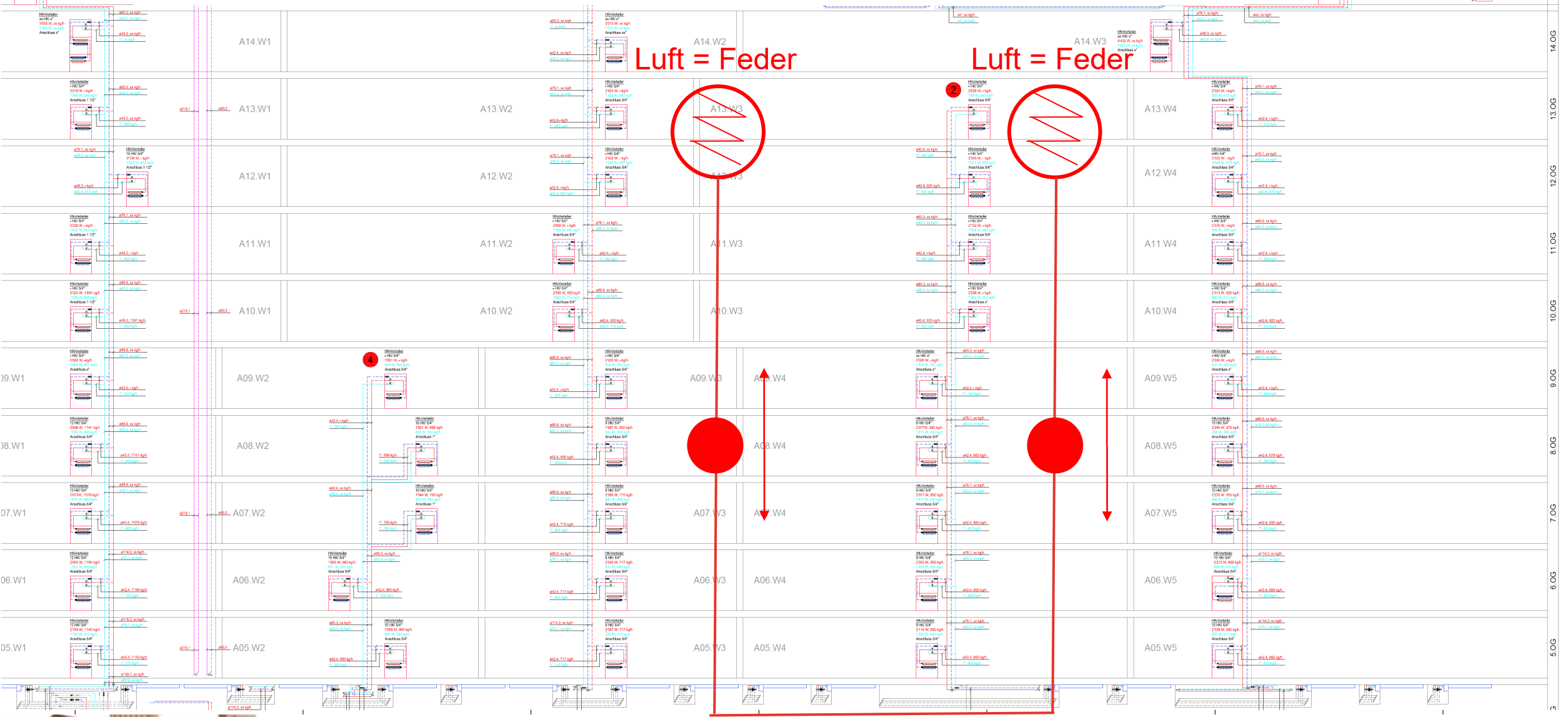


Feststellungen

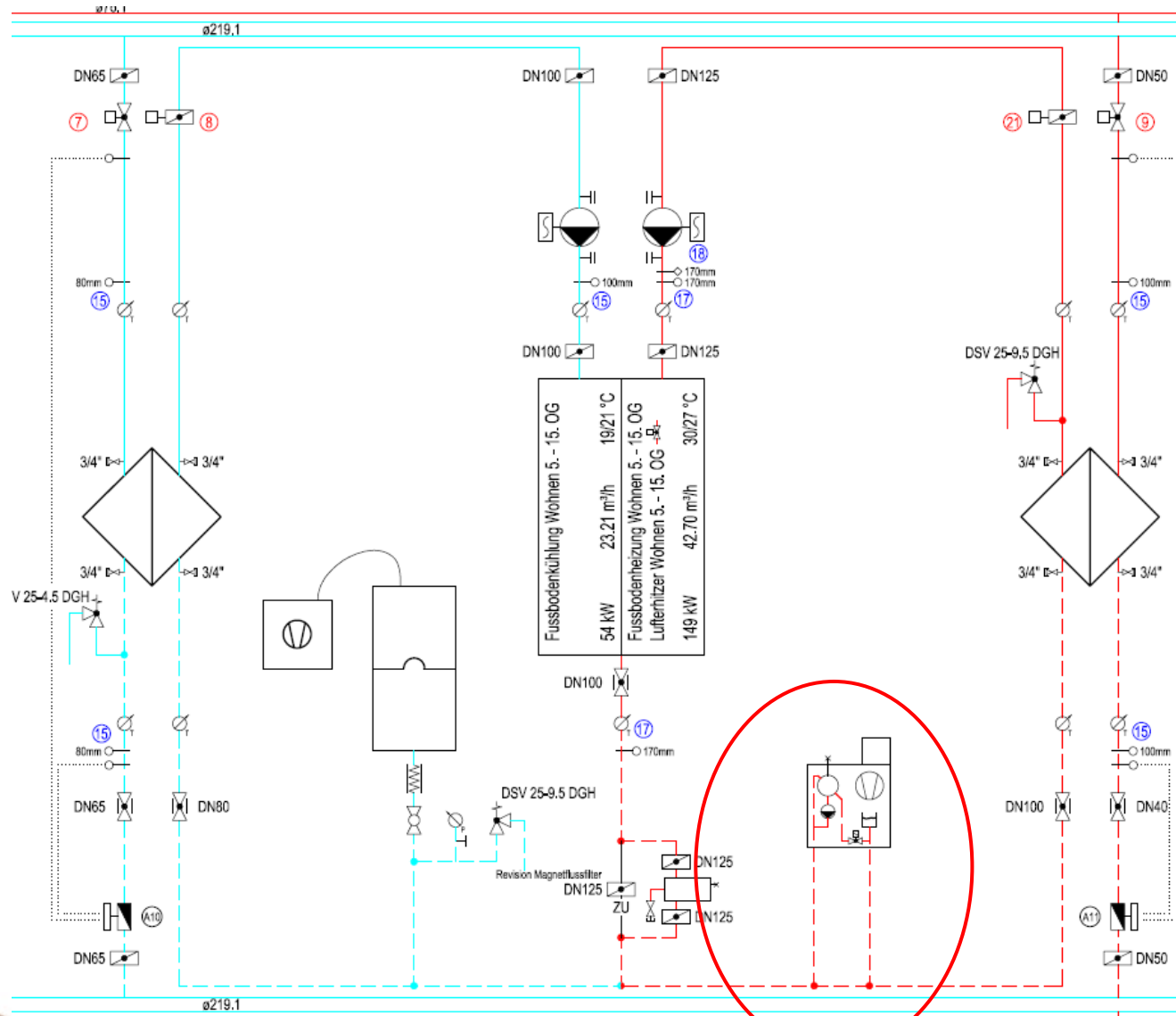
- Phänomen verschwindet, wenn alle Thermostaten in Wohnung hochgestellt werden
- In den obersten Wohnungen gibt es keinen Durchfluss in der Fussbodenheizung
- Die Anlage muss ständig entlüftet werden
- Die Luft scheint sich in den obersten Etagen zu sammeln, insbesondere bei zugedrehten Fussbodenheizungs-Kreisen



5 Steigzonen + Luft → schwingfähiges System:



Luft trotz Entgasungsgerät!



- Entgasungsgerät vorhanden
- Entgasungsgerät wird jährlich gewartet
- Trotzdem gibt es ständig Luft in der Anlage

Wartungsprotokoll durch Anlagenlieferanten

Problembeschreibung	
Anlagestatus bei Ankunft	In betrieb.

Messwerte	
Wasser	Druck
- Wasser Nachspeisung <input type="checkbox"/>	- Kessel-SV (bar) 7.2
- Wasserzähler -	- Luft-SV (bar) -
- Gefässinhalt (%) 39	- SV Niederdruck -
- Geeicht <input type="checkbox"/>	- Anlagehöhe HP ca. (m) ? -
- Öl nachgefüllt <input type="checkbox"/>	- Druckeinstellung (bar) ? -
- Kontrolliert <input checked="" type="checkbox"/>	- Anlagedruck (bar) 5.9
Temperatur	Anschluss
- Anlage > 100°C <input type="checkbox"/>	- OK <input type="checkbox"/>
- Kesselleistung (kW/kcal/h) -	- Starr <input type="checkbox"/>
- Heizung <input type="checkbox"/>	- Entleerung fehlt <input type="checkbox"/>
- Kälte <input checked="" type="checkbox"/>	- Entsperrung fehlt <input type="checkbox"/>
- WRG <input type="checkbox"/>	Elektrik
- Frostschutz Medium <input type="checkbox"/>	- OK <input checked="" type="checkbox"/>
- Ist-Temp Expansion ca. (°C) -	- Provisorisch <input type="checkbox"/>
- Ist-Temp Entgasung ca. (°C) -	- Signalkontakt(e) angeschlossen <input checked="" type="checkbox"/>
	- Test OK <input checked="" type="checkbox"/>

- Unterdruck im obersten Stockwerk
 → Ausgasung und Ansaug von Luft

effektiv 62m

Einschalthysterese Kompressor: 4m

- Anlagenhöhe falsch eingestellt
- Kein Einzelfall !!!



Kavitation bei Pumpenersatz



Altes Industriegelände mit Umnutzungen

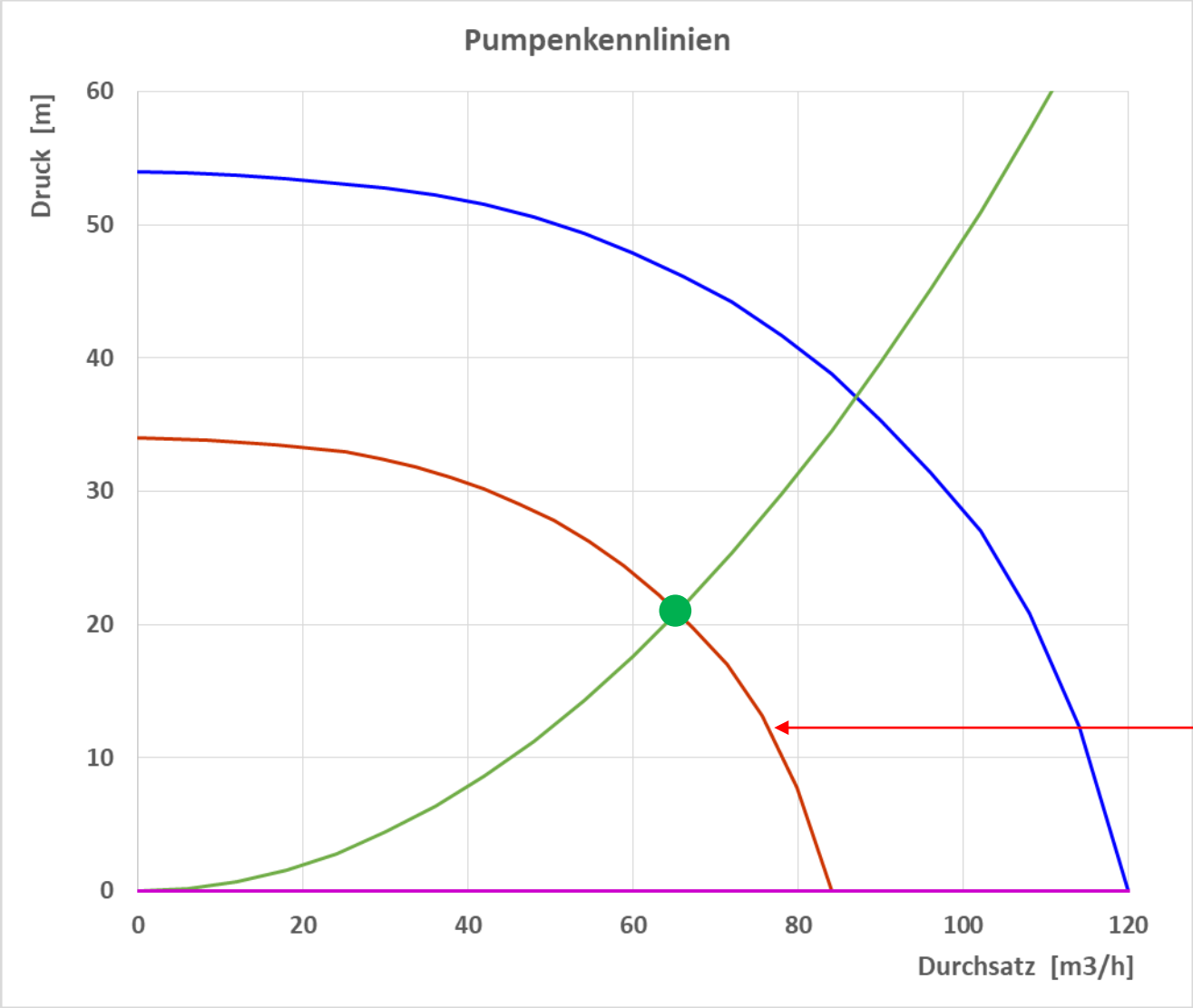


Altes Industriegelände mit zentraler Wärmeerzeugung und überdimensionierter Wärmeverteilung mit zu grossen Rohrkalibern (abgehängte und sanierte Gebäude)

→ Sehr geringer Druckverlust in Rohrleitungen.

Wärmeverteilung bisher auf 80°C

Auftrag an BO: Pumpenersatz



- Bestehende Pumpe (mit FU)
- Bestehende Pumpe (mit 30 Hz des FU)
- Anlagenkennlinie
- Ermittelter Betriebspunkt

Minimalanforderung an Ersatzpumpe



Resultat: Kavitation an der Pumpe

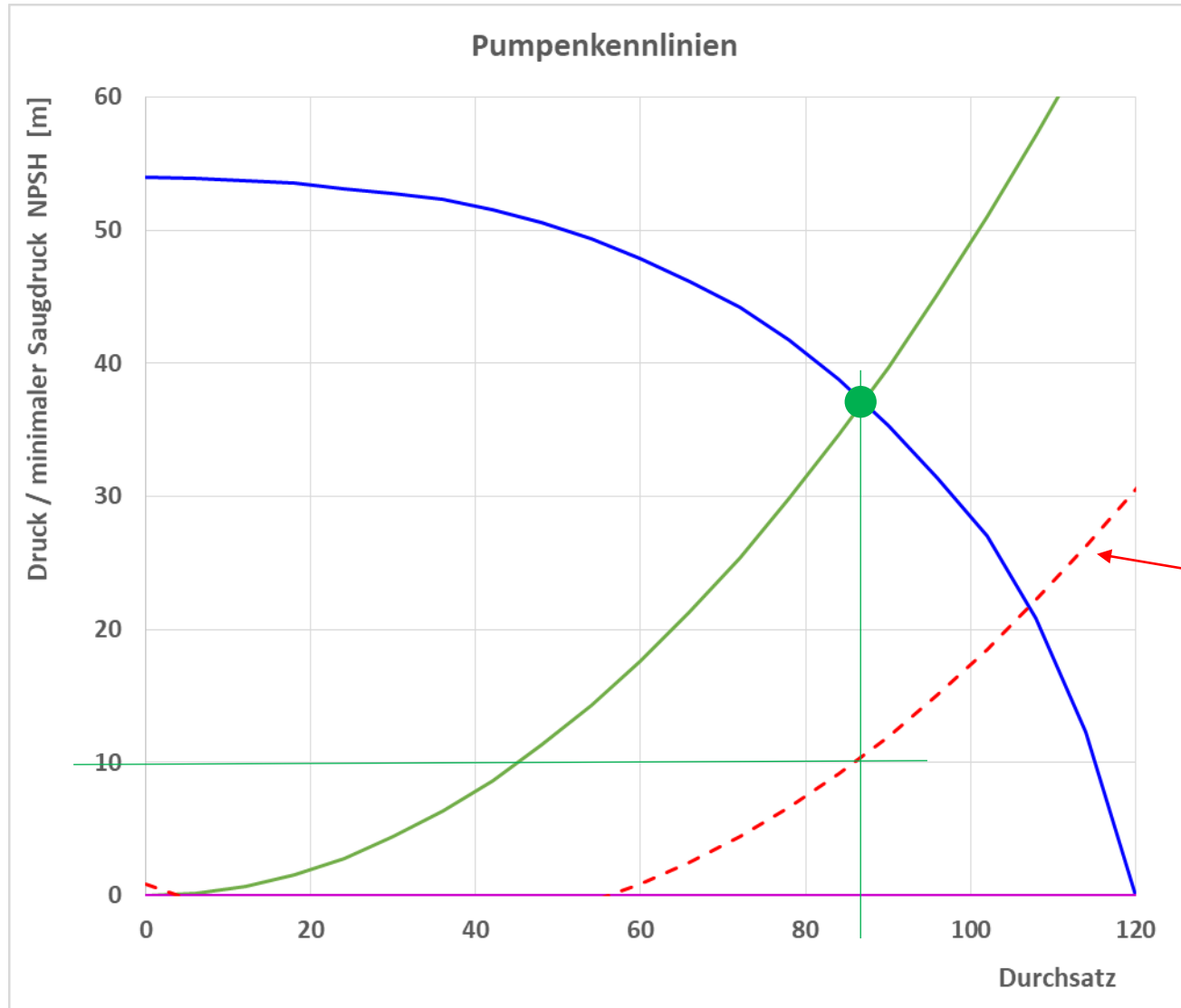
Rückmeldung nach 1 Woche: Pumpe macht extrem Lärm

Diagnose Pumpenspezialist: Kavitation

Weitere Druckerhöhung (Standardmassnahme bei Kavitation)
nicht möglich



Theorie NPSH-Wert



$$\frac{p_s + p_L - p_D}{\rho * g} > NPSHr \quad (\text{NPSH-Wert gemäss Anforderung Pumpenlieferant})$$

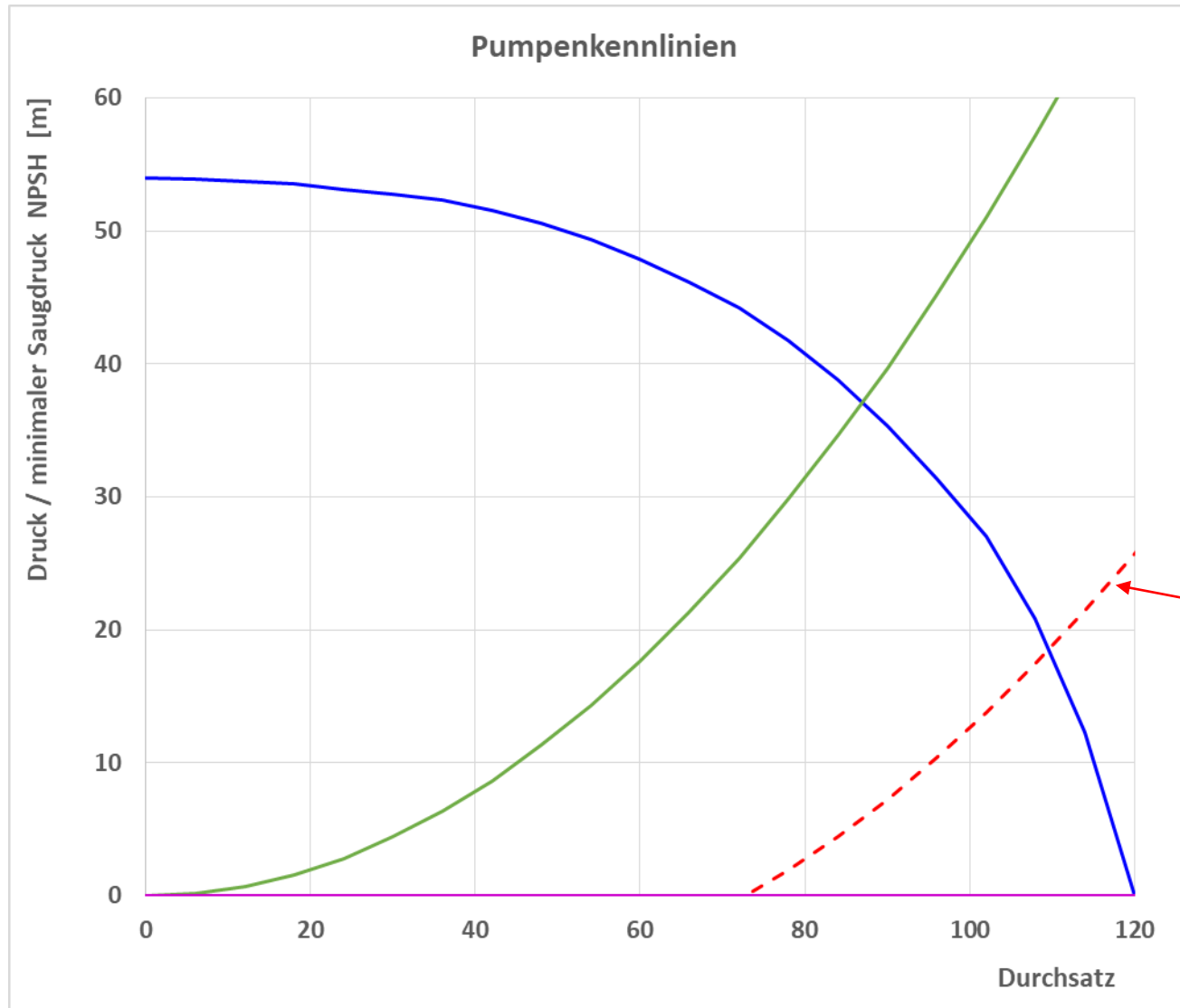
- p_s Überdruck im Ansaugbereich der Pumpe bei Pumpenbetrieb
- p_L Luftdruck
- p_D Dampfdruck des Heizungswassers (temperaturabhängig)
- ρ Dichte des Heizungswassers
- g Erdbeschleunigung

Minimaler erforderlicher Überdruck im Ansaugbereich p_s

Lesebeispiel: Im Betriebspunkt (grüner Punkt) liegt der minimale Überdruck im Ansaugbereich p_s bei 10m Wassersäule.



Theorie NPSH-Wert: Einfluss Wassertemperatur



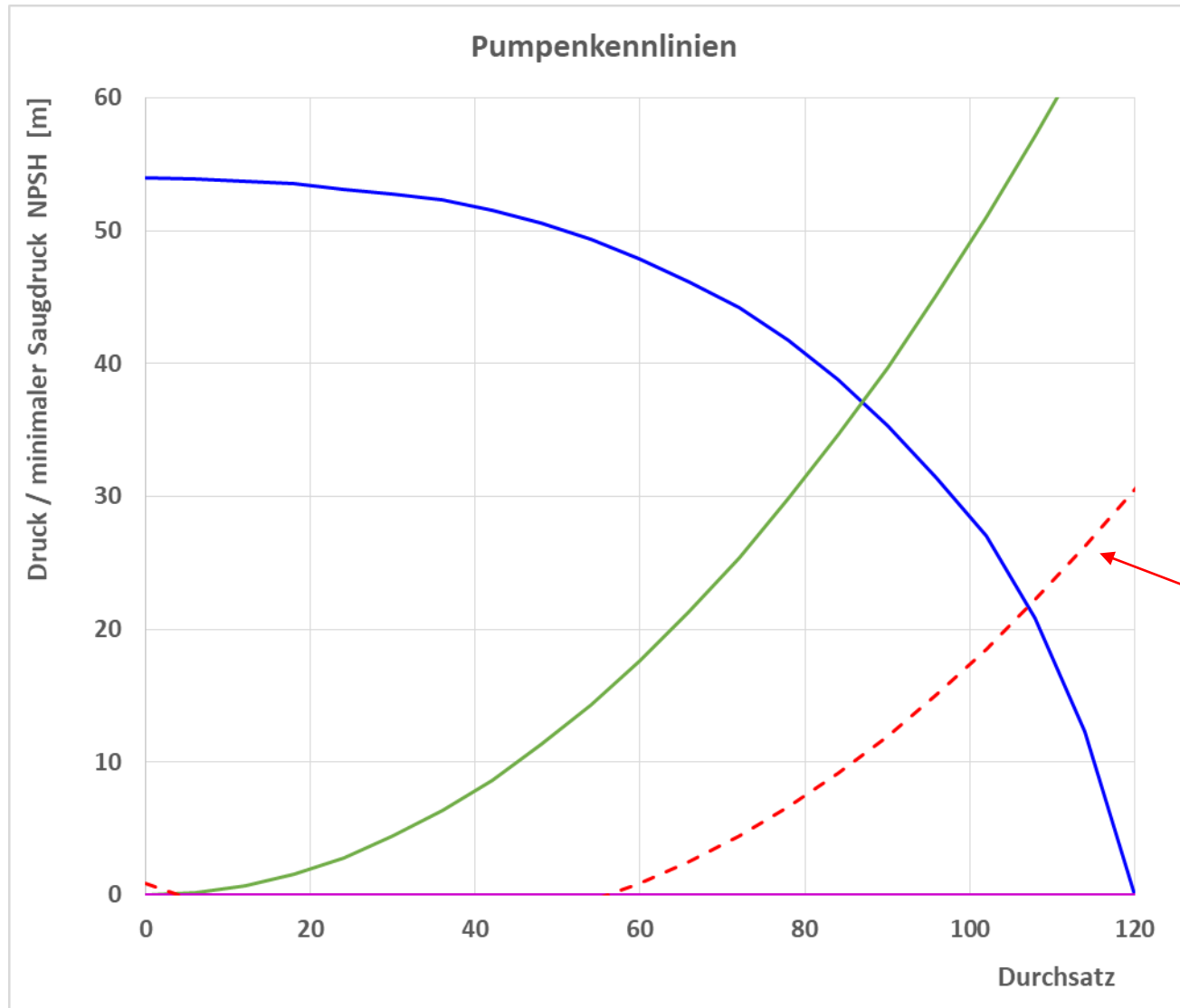
$$\frac{p_s + p_L - p_D}{\rho * g} > NPSH_r \quad (\text{NPSH-Wert gemäss Anforderung Pumpenlieferant})$$

- p_s Überdruck im Ansaugbereich der Pumpe bei Pumpenbetrieb
- p_L Luftdruck
- p_D Dampfdruck des Heizungswassers (temperaturabhängig)
- ρ Dichte des Heizungswassers
- g Erdbeschleunigung

Minimaler Überdruck im Ansaugbereich p_s bei 20°C Heizungswasser



Theorie NPSH-Wert : Einfluss Wassertemperatur



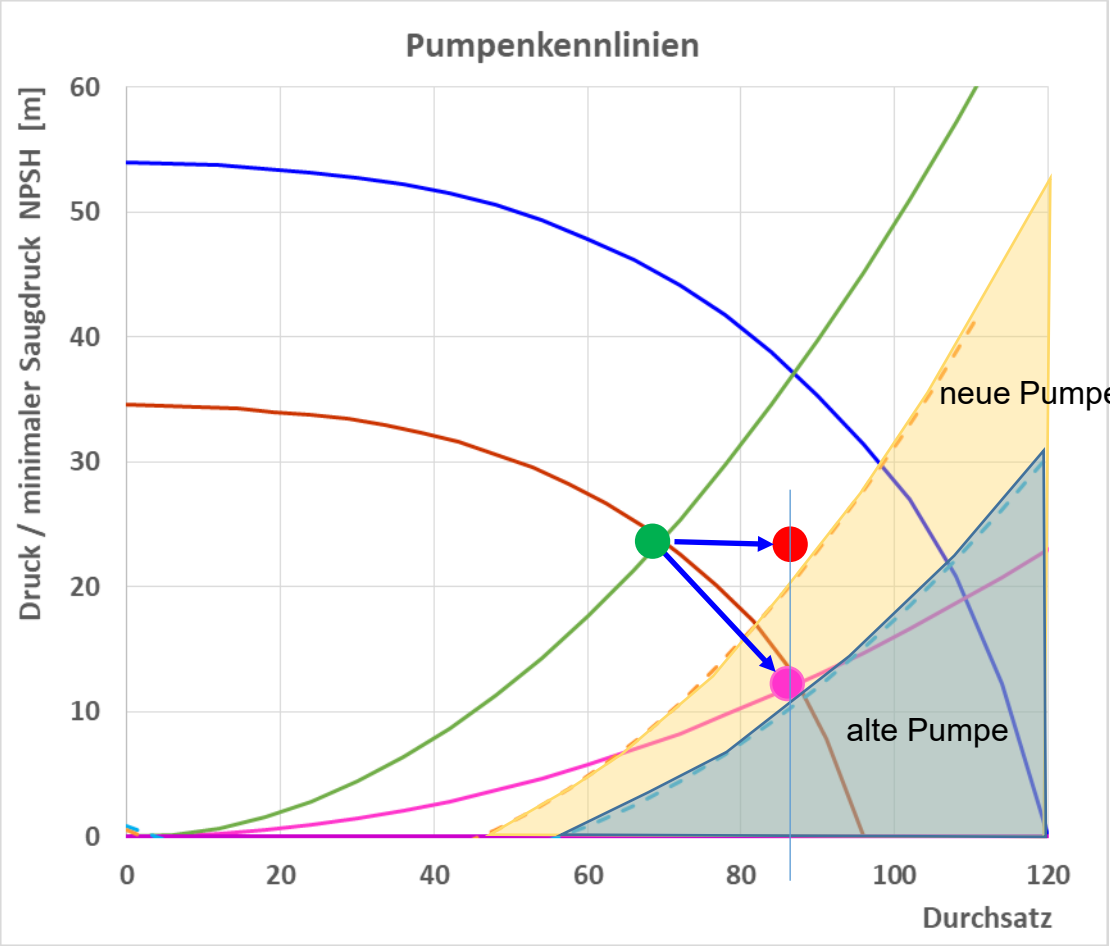
$$\frac{p_s + p_L - p_D}{\rho * g} > NPSH_r \quad (\text{NPSH-Wert gemäss Anforderung Pumpenlieferant})$$

- p_s Überdruck im Ansaugbereich der Pumpe bei Pumpenbetrieb
- p_L Luftdruck
- p_D Dampfdruck des Heizungswassers (temperaturabhängig)
- ρ Dichte des Heizungswassers
- g Erdbeschleunigung

Minimaler Überdruck im Ansaugbereich p_s bei 80°C Heizungswasser



Wiederaufheizung nach Nachtabenkung



- Alte Pumpe (mit FU)
- Kennlinie neue Pumpe
- Anlagenkennlinie Normalbetrieb
- Anlagenkennlinie Aufheizbetrieb
- Betriebspunkt Normalbetrieb
- Betriebspunkt Aufheizung mit alter Pumpe
- Betriebspunkt Aufheizung mit neuer Pumpe
- - Minimal erforderlicher Überdruck p_s alte Pumpe (80°C)
- - Minimal erforderlicher Überdruck p_s neu Pumpe (80°C)



Massnahmen

- 1) Erhöhung Vordruck (nur begrenzt möglich, Sicherheitsventile)
- 2) Senkung Temperatur Hauptverteilung von 80°C auf 60°C
(Äquivalent mit einer Erhöhung des Vordrucks um 3m)
- 3) Aufheizzeit der Gruppen staffeln
- 4) Begrenzung Durchfluss der Einspritzventile der Gruppen
(sind fast alle überdimensioniert)
- 5) Neu Pumpe ist nach wie vor (ohne Probleme) im Einsatz



Wir danken für die Unterstützung

