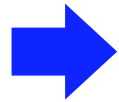




Betrieboptimierung durch absenken der Rücklauftemperaturen

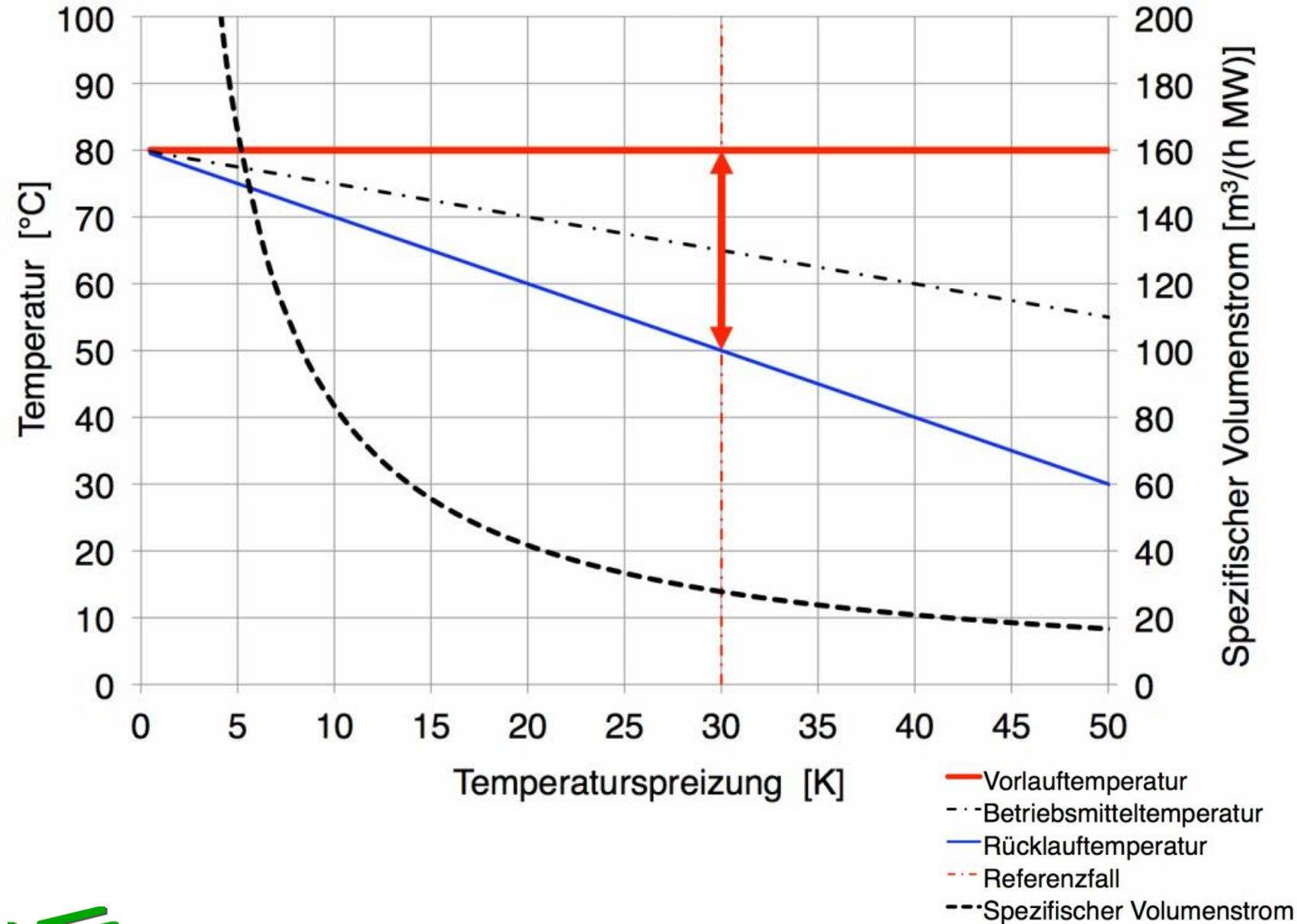
Haltikon, 14. Juni 2023

Stefan Thalmann, Verenum AG



1. Grundlegende Motivation
2. Analyse der Wärmeabnehmer
3. Praxiserfahrung zu Ursachen und Massnahmen

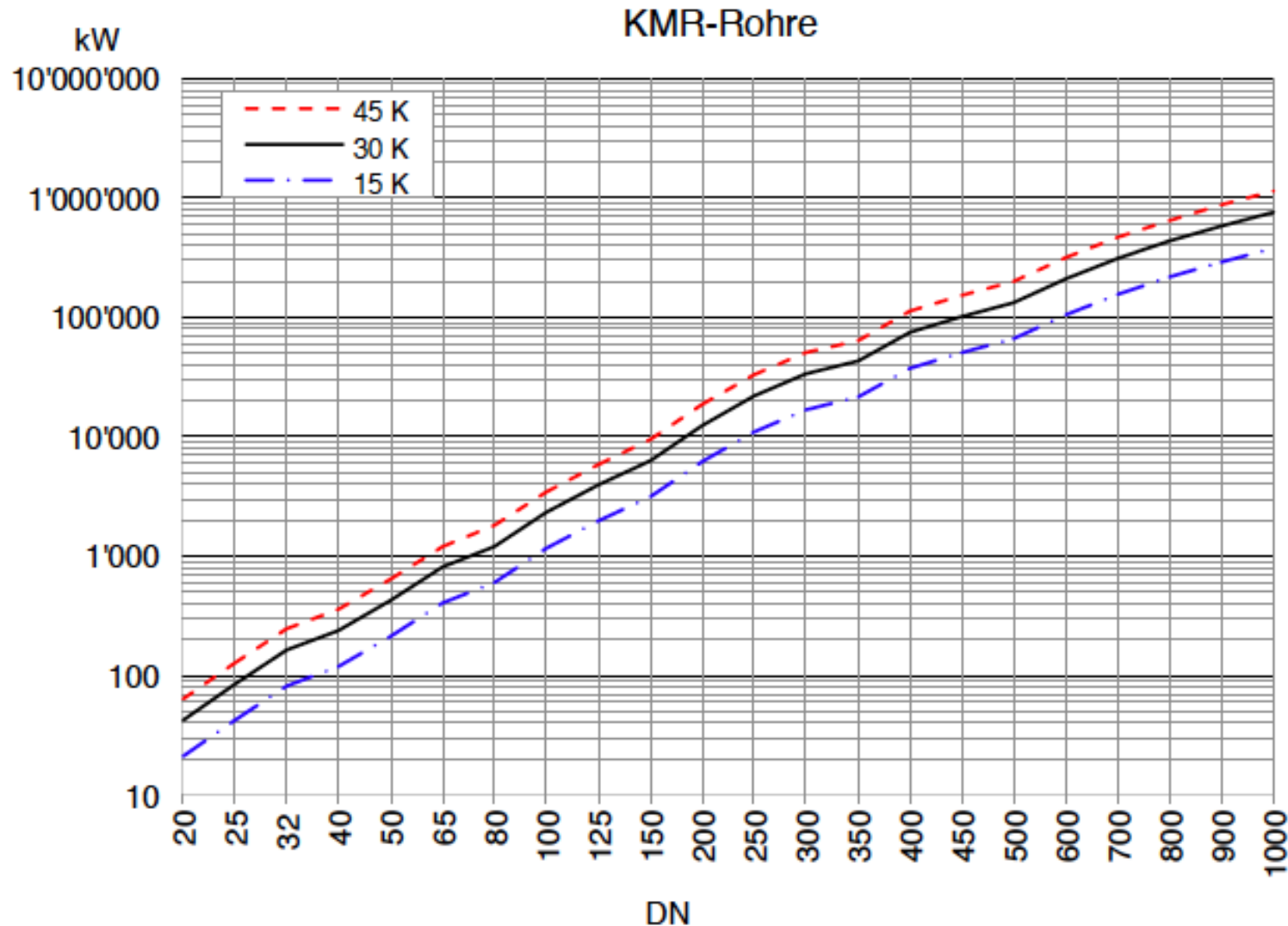
Temperatur und Volumenstrom



Spezifischer Volumenstrom in Funktion der Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf.

Beispielhaft für eine Übertragungsleistung von 1'000 kW.

Übertragungsleistung



Übertragungsleistungen bei unterschiedlichen Temperaturspreizungen und spezifischen Druckverlusten von 300 Pa/m.

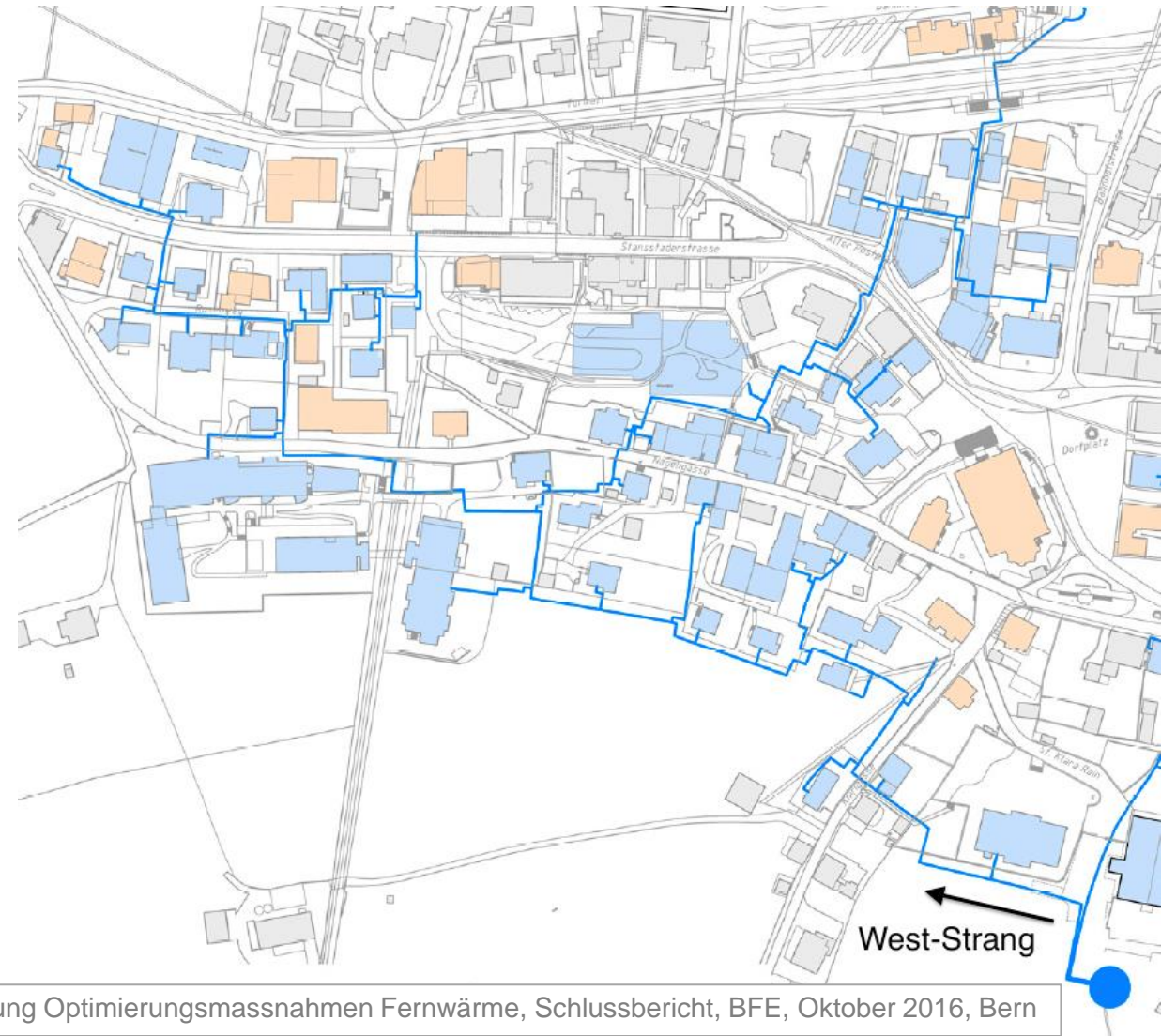
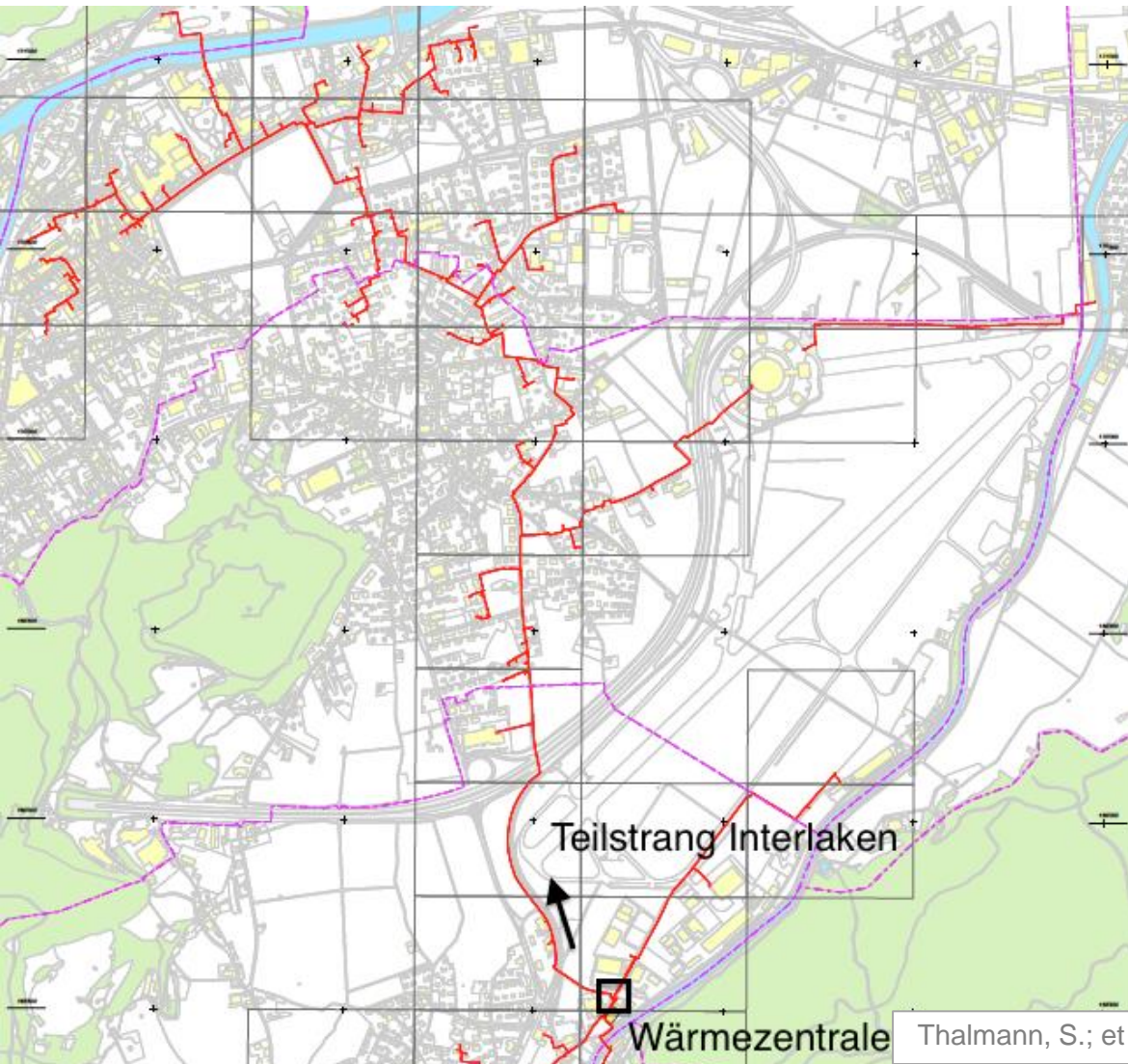
Temperaturspreizung hat Einfluss auf:
→ **Nennweite in der Planung**
→ **(freie) Kapazität bei gegebenen Nennweiten**

→ **Investitions- und Betriebskosten**

Praxisbeispiel Optimierung Rücklauftemperatur

Drei Fernwärmenetze ausgewertet (> 300 Kunden).

Bei zwei Netzen insgesamt 7 Kunden besichtigt und je einen Kunden optimiert.

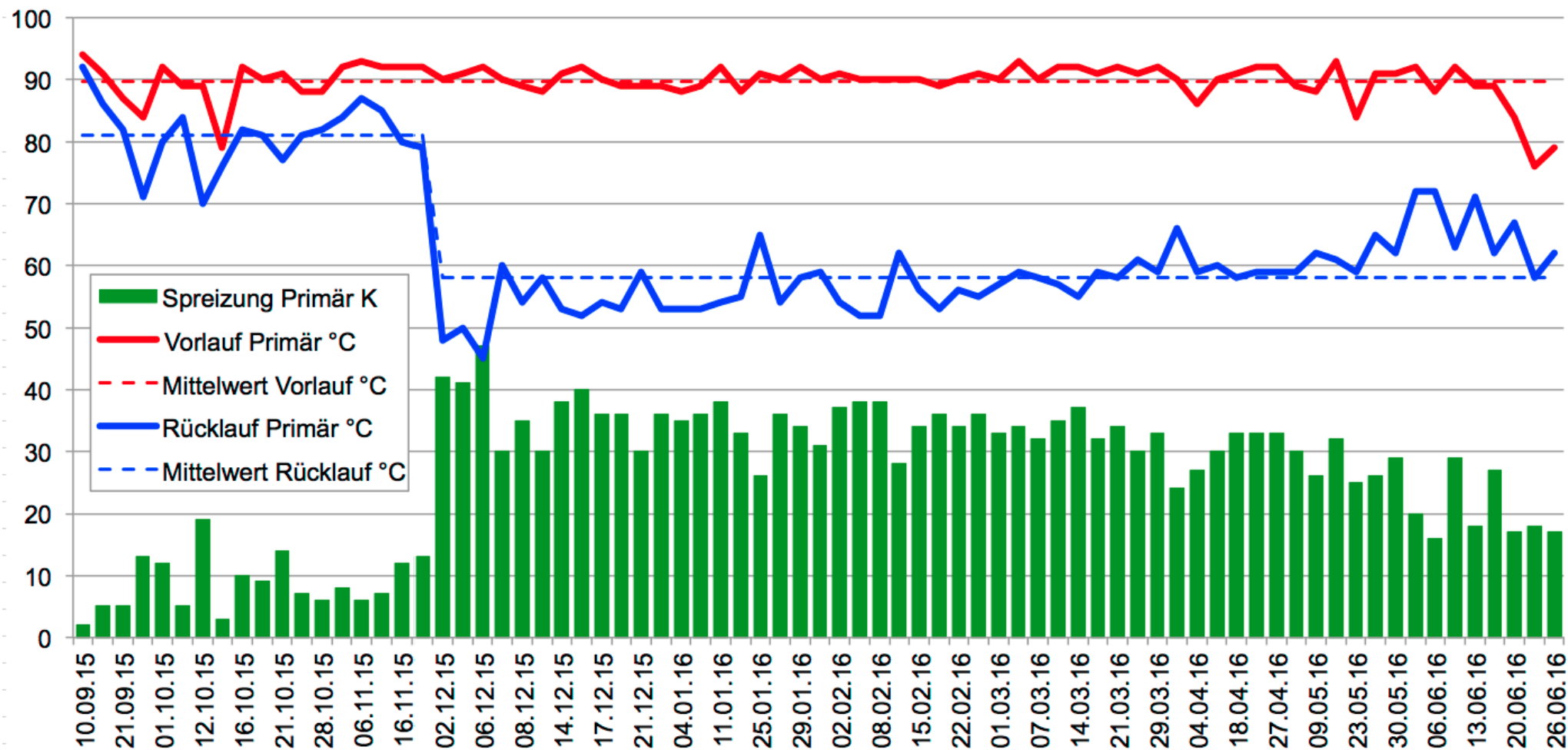


Optimierung Anlage 1

→ mittleres ΔT 8.7 K (vor Optimierung)

Regelventil-Antriebe ersetzt (1. Dez. 2015)

→ mittleres ΔT 31.6 K (nach Optimierung)

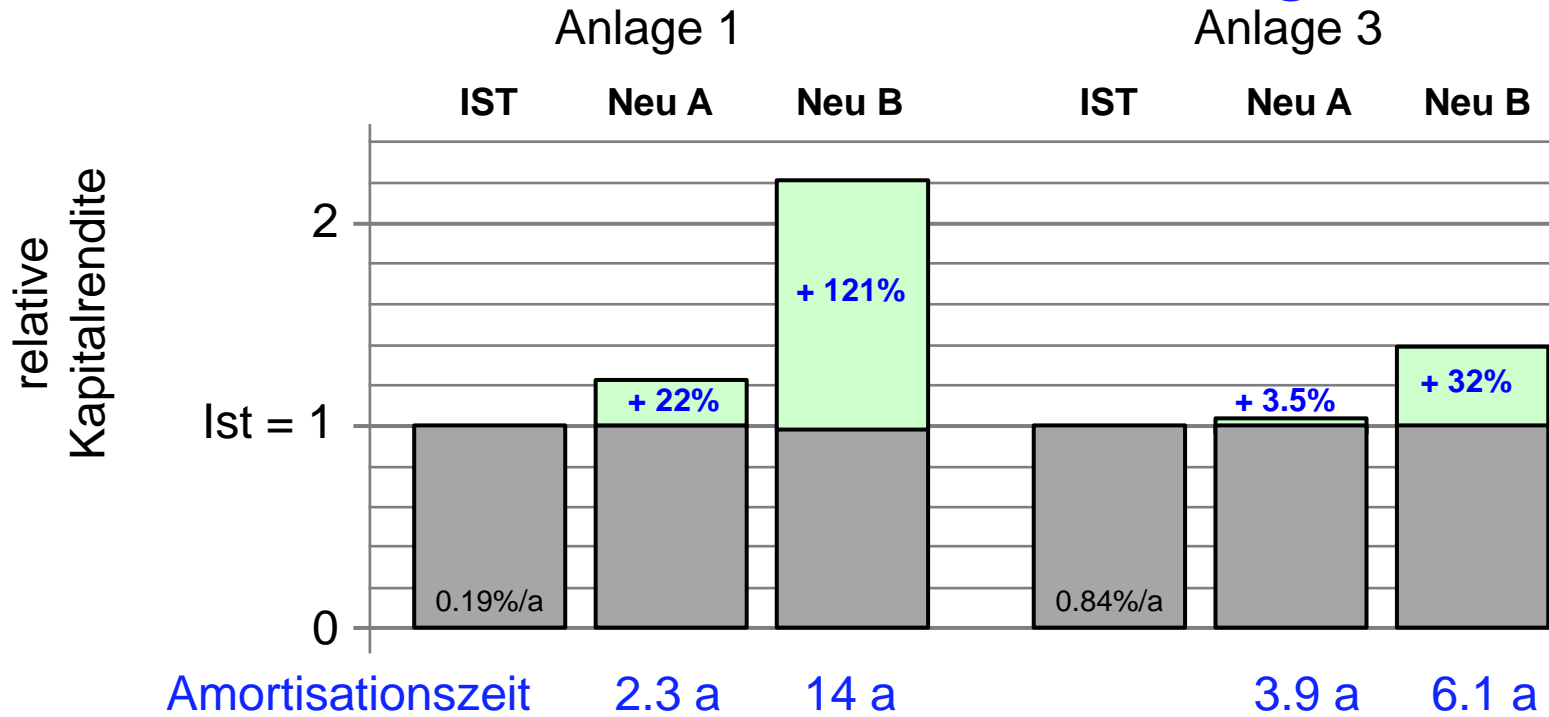


Projektergebnis

Temperaturspreizung im Fernwärmenetz um 1.5 K bzw. um 1.2 K erhöht

- geringerer Strombedarf für die Netzpumpen
- geringerer Brennstoffbedarf
- übertragbare Wärmeleistung im Netz erhöht
(900 kW respektive 100 kW)

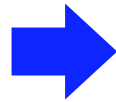
Wirtschaftliche Betrachtung



Annahmen:
 Kapitalzins 3% p.a.
 Betrachtungsdauer 20 bis 40 Jahre

IST: Ist-Situation vor Optimierung
Neu A: Effekt der grösseren Temperaturspreizung
Neu B: zusätzliches Ausschöpfen der Kapazitätserhöhung

Datenaufbereitung Betreiber	4'500		450	
Optimierungsmassnahmen ableiten		7'000		6'300
Investitionskosten Optimierung (Material+Arbeit)	11'800		440	
Investitionskosten neue Hausanschlüsse		807'300		100'000
Total	23'300	830'600	7'190	107'190
Zusätzliche Kapazität im Netz	900 kW		100 kW	



1. Grundlegende Motivation
2. Analyse der Wärmeabnehmer
3. Praxiserfahrung zu Ursachen und Massnahmen

Methode Mehrverbrauch

$$\dot{Q} = \dot{m} c_p \Delta T = \dot{V} \rho c_p \Delta T$$

- Übertragbare Wärmeleistung abhängig von der Temperaturspreizung und dem Volumenstrom
- Temperaturspreizung durch die Wärmekunden bestimmt

Annahme:

konstante Dichte und Wärmekapazität im Betrachtungszeitraum

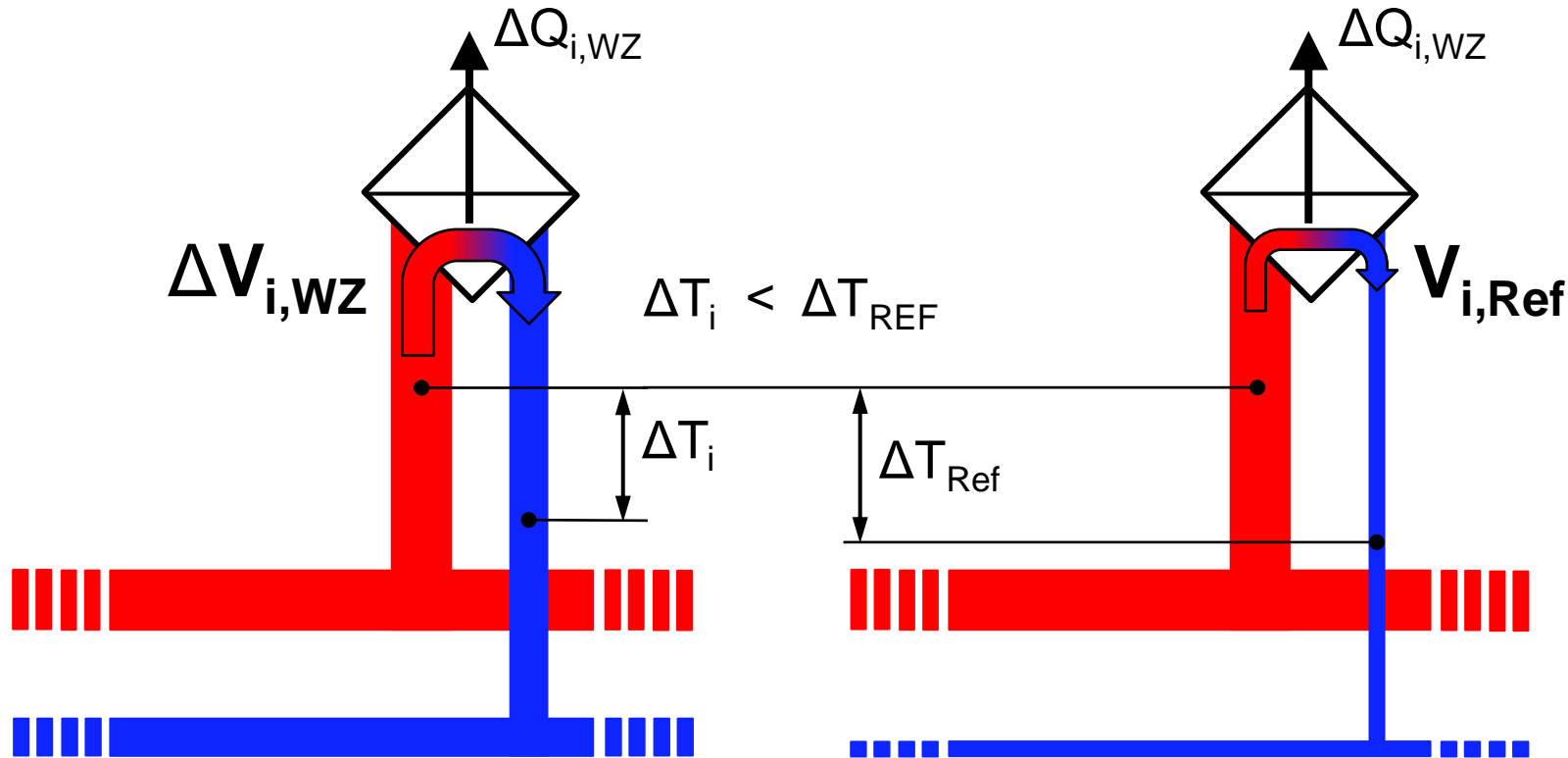
Temperaturspreizung umgekehrt proportional zum übertragenen Volumen

für ΔQ während Δt gilt:
$$\Delta T \sim \frac{1}{V}$$

Bestimmung des Mehrverbrauchs für jeden Wärmekunden

Messung Wärmehähler
(Wärmekunde)

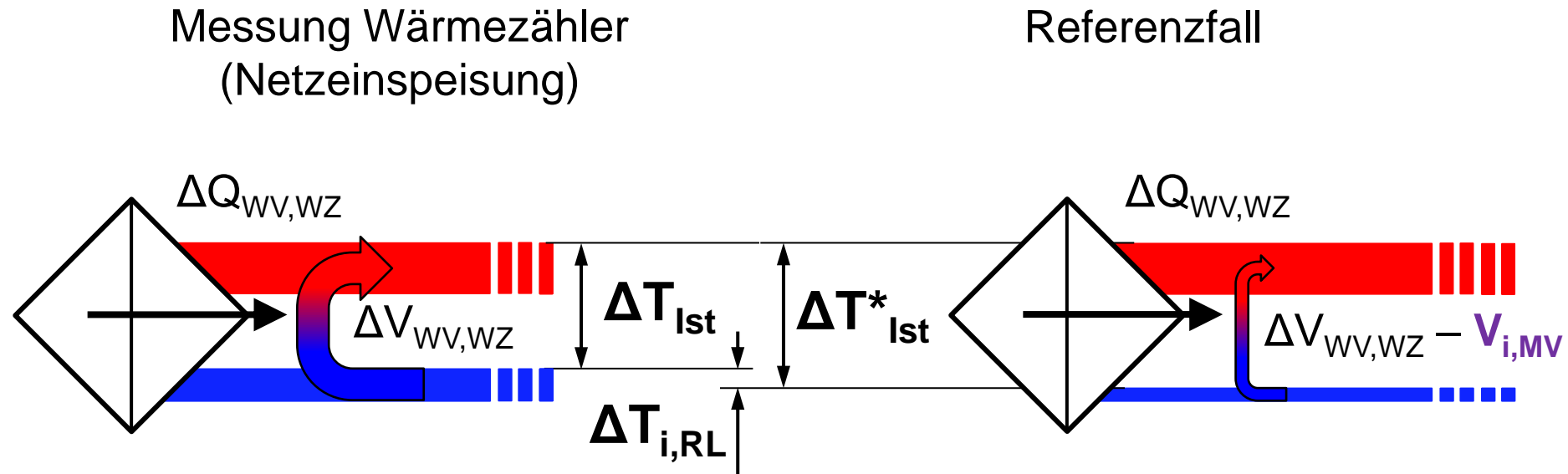
Referenzfall



Mehrverbrauch = Volumen WZ – Volumen Referenz

$$V_{i,MV} = \Delta V_{i,WZ} - V_{i,Ref}$$

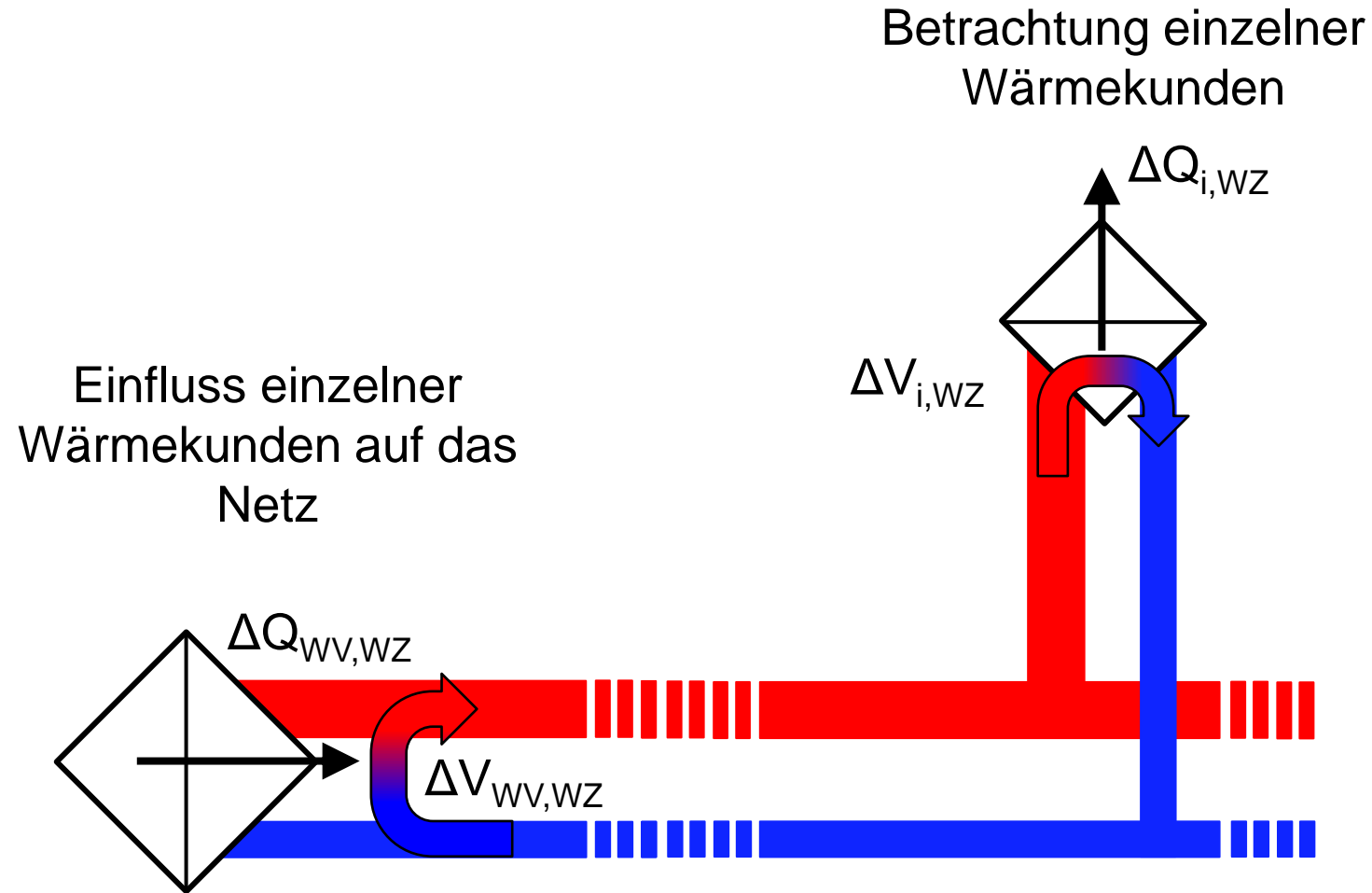
Einfluss jedes Wärmekunden auf die Hauptrücklauftemperatur



Einfluss Rücklauftemperatur = ΔT gemessen – ΔT optimiert

$$\Delta T_{i,RL} = \Delta T_{Ist} - \Delta T^*_{Ist}$$

Analyse Mehrverbrauch

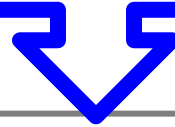


Excel-Tool Mehrverbrauch

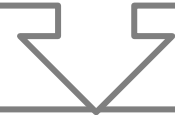
zu finden bei www.qmfernwaerme.ch

Vorgehen

Datenerfassung und Auswertung



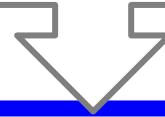
Beurteilung



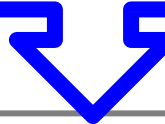
Umsetzung und Erfolgskontrolle

Vorgehen

Datenerfassung und Auswertung



Beurteilung



Umsetzung und Erfolgskontrolle

Vorgehen

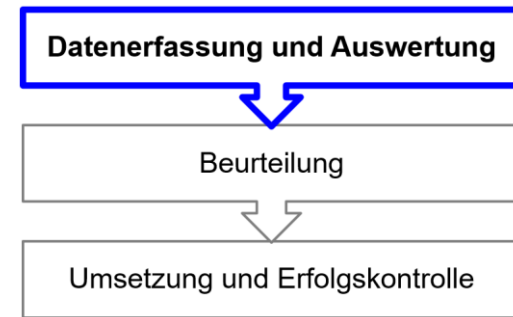
Datenerfassung und Auswertung

Beurteilung

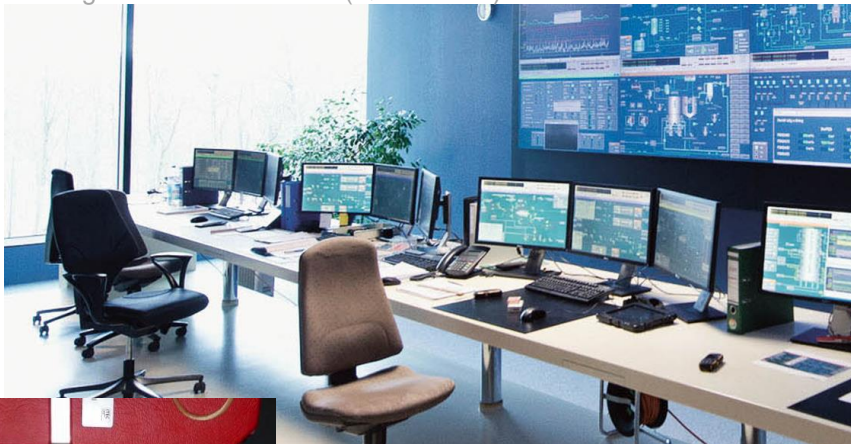
Umsetzung und Erfolgskontrolle

Empfehlungen zur Datenerfassung und Auswertung

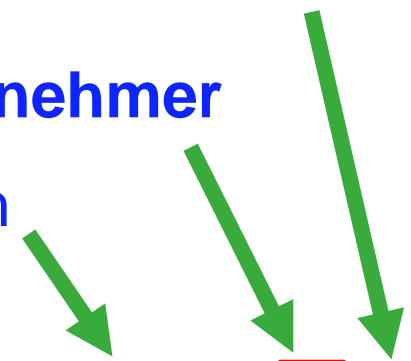
1. Daten zentral erfassen
2. Mehrverbrauch periodisch analysieren
3. Auswertung wenn möglich automatisieren



Leitwarte Energiezentrale Forsthaus (Quelle: ewb)

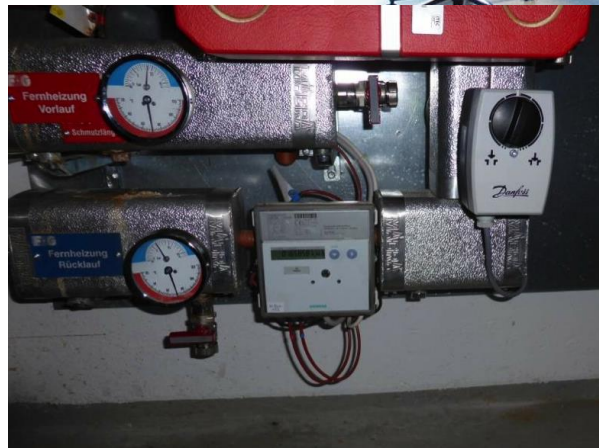


Einfluss auf Rücklauftemperatur
 Rangierung der Wärmeabnehmer
 Mehrverbrauch



Excel-Tool Mehrverbrauch
 zu finden bei www.qmfernwaerme.ch

Kunden Nummer	Kunde	abonnierte Leistung	Wärmemenge	Wassermenge	Vollbetriebsstundenzahl*	Mehrverbrauch	Mittlere Temperatur-spreizung	Rang	Einfluss auf Rücklauf-temperatur
		kW	kWh/t**	m ³ /t**	h/a	m ³ /t**	K		°C
WZ_20	Wärmeabnehmer 20	375	299'890	12'563	2'432	3'788.51	21.0	1	1.6
WZ_19	Wärmeabnehmer 19	275	157'535	7'863	1'742	3'253.68	17.5	2	1.4
WZ_30	Wärmeabnehmer 30	18	15'412	2'547	2'604	2'096.06	5.3	3	0.9
WZ_43	Wärmeabnehmer 43	65	60'787	2'398	2'845	618.93	22.8	4	0.2
WZ_29	Wärmeabnehmer 29	75	81'245	2'774	3'295	397.15	25.7	5	0.2
WZ_33	Wärmeabnehmer 33	31	27'976	1'144	2'745	325.35	21.5	6	0.1
WZ_38	Wärmeabnehmer 38	141	127'429	4'015	2'749	286.85	27.9	7	0.1
WZ_27	Wärmeabnehmer 27	30	33'210	1'256	3'367	284.41	23.2	8	0.1
WZ_39	Wärmeabnehmer 39	61	63'688	2'074	3'176	210.55	27.0	9	0.1
WZ_15	Wärmeabnehmer 15	30	23'597	892	2'392	201.58	23.2	10	0.1
WZ_09	Wärmeabnehmer 09	51	41'122	1'394	2'453	190.71	25.9	11	0.1
WZ_44	Wärmeabnehmer 44	108	83'441	2'612	2'350	170.60	28.0	12	0.1
WZ_24	Wärmeabnehmer 24	28	23'269	844	2'528	162.97	24.2	13	0.1
WZ_46	Wärmeabnehmer 46	37	22'597	755	1'858	93.73	26.8	14	0.0
WZ_04	Wärmeabnehmer 04	23	17'955	605	2'374	79.65	26.8	15	0.0
WZ_10	Wärmeabnehmer 10	35	31'606	991	2'747	66.54	28.0	16	0.0
WZ_42	Wärmeabnehmer 42	106	92'863	2'781	2'665	63.72	29.3	17	0.0



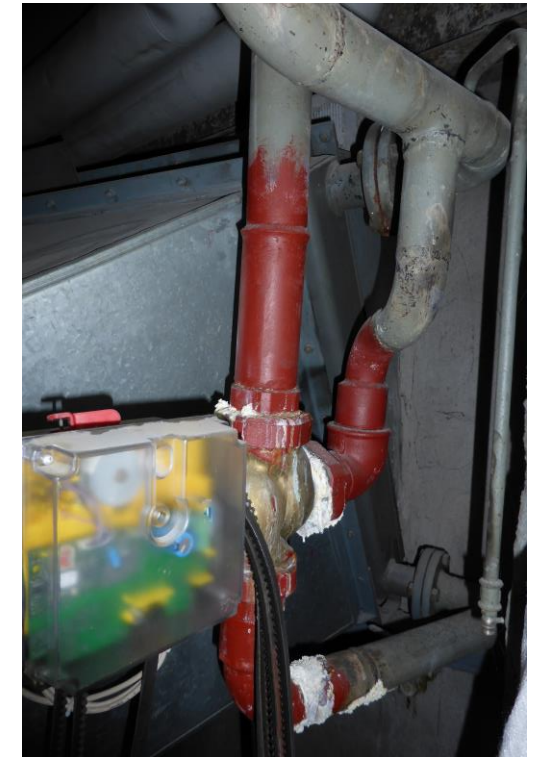
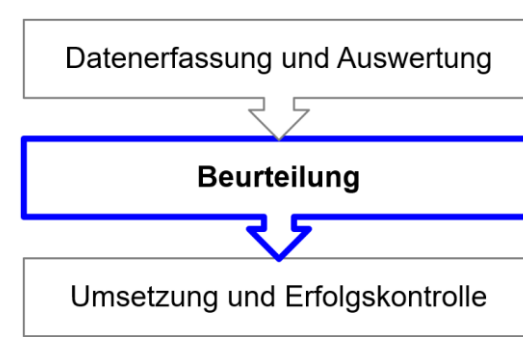
Übergabestation mit Wärmehähler

Empfehlungen zur Beurteilung

1. Wärmeabnehmer vor Ort besichtigen
2. Optimierungsmassnahmen ableiten und gewichten

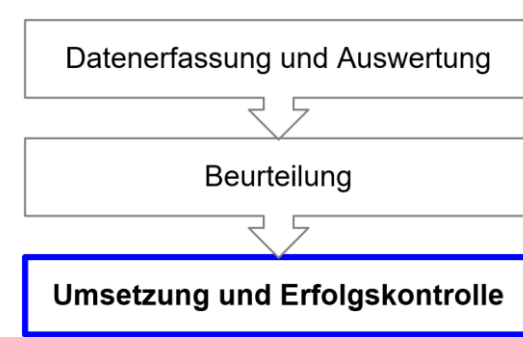
Typische Ursachen für Fehlfunktionen:

- defekte Ventilsteuerung oder undichte Ventile
- ungeeignete Regelparametereinstellungen
- Fehlerhafte und ungeeignete hydraulische Einbindung
- Nicht umgesetzte Sanierungsmassnahmen



Umsetzung und Erfolgskontrolle

1. Zuständigkeit klären (Primär- und Sekundärseite)
2. Optimierungsmassnahmen umsetzen
3. Kontrolle der Optimierung



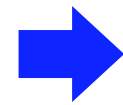
Typische Schwierigkeiten:

- Zuteilung der Zuständigkeit und Verantwortlichkeit
- Güterabwägung bei Kostenübernahme oder -beteiligung

Was	Beschreibung	Wer
Datenerfassung und Auswertung	Wärmezählerdaten erfassen	Betreiber / Planer
	Mehrverbrauch und Einfluss auf die Rücklauftemperatur ausweisen	Betreiber / Planer
	Rangierung der Wärmeabnehmer nach Mehrverbrauch	Betreiber / Planer
Beurteilung	Auf der Basis der Datenerfassung und Auswertung werden die schlechtesten Wärmeabnehmer für eine vertiefte Beurteilung bestimmt.	Betreiber / Planer
	Beurteilung der Ist-Situation der schlechtesten Wärmeabnehmer vor Ort	Betreiber / Planer / Wärmeabnehmer
	Ableitung von Optimierungsmassnahmen	Betreiber / Planer
	Gewichtung der Optimierungsmassnahmen anhand von Nutzen und Aufwand	Betreiber / Planer
Umsetzung und Erfolgskontrolle	Zuständigkeiten klären	Betreiber / Wärmeabnehmer
	Güterabwägung der Kostenübernahme oder Kostenbeteiligung falls Optimierungsmassname die Sekundärseite betrifft (Zuständigkeit Wärmeabnehmer)	Betreiber
	Optimierungsmassnahmen umsetzen	Betreiber / Wärmeabnehmer
	Kontrolle der Optimierung	Betreiber / Planer

Zwischenfazit

1. Methode **Mehrverbrauch** einfach umsetzbar
 - Benötigt in einem ersten Schritt nur Wärmezählerdaten
2. Für **alle** Thermischen Netze geeignet
 - Periodische Anwendung empfohlen
 - Hält hohe Qualität aufrecht
 - Ereignisse sind schnell detektierbar



1. Grundlegende Motivation
2. Analyse der Wärmeabnehmer
3. Praxiserfahrung zu Ursachen und Massnahmen

Häufigste Ursachen hoher Rücklauftemperaturen (sekundärseitig)

1. Warmwassererwärmung
2. Verteilerbalken ohne thermische Trennung
3. Konstanter Volumenstrom im Wärmeverteilsystem
4. Bypass im Wärmeverteilsystem
5. Offenes primäres Durchgangsventil
6. Fehlender hydraulischer Abgleich
7. Fehlzirkulationen

Allgemeine technische Grundsätze, um hohe Rücklauftemperaturen zu verhindern

- 1. Variabler Volumenstrom** im Wärmeverteilsystem
(Stand der Technik mit drehzahlgeregelten Pumpen)
- 2. keine direkte Überströmung** vom Vorlauf in Rücklauf
(Bypass, Fehlzirkulation, hydraulische Schaltungen für konstanten Volumenstrom im Wärmeverteilsystem, etc.)

Schlusswort / Appell

1. Der Betreiber muss die **Primärseite im Griff** haben.
2. Der Betreiber muss dafür sorgen, dass **sekundärseitig** die Wärmeübergabe- und Wärmeabgabesysteme **fernwärmetauglich** umgesetzt oder saniert werden.
3. Wichtig sind klare **Vorgaben** und eine positive **Kommunikation**.

Vielen Dank für's Zuhören!



stefan.thalmann@verenum.ch

www.qmfernwaerme.ch