

Grundlagen der Energieeffizienz in Gewerbe und Industrie

Erfolgsfaktoren und Fehlentwicklungen

Energieberatung MV
Ing. Büro für physikalische Verfahrenstechnik
Henry Schwarz
Erbsenkamp 1
18059 Papendorf (bei Rostock)

Tel: 0381/ 497 399 47

Mobil: 0176/ 321 400 98

www.energieberatung-mv.de

h.schwarz@energieberatung-mv.de

Vita

- Henry Schwarz
- Berufsausbildung als Schiffsbetriebsschlosser und Kfz Mechaniker
- Maschinenbaustudium an der FH Wismar
- Seit 2010 selbstständig mit dem Ing. Büro für physikalische Verfahrenstechnik Energieberatung MV

Portfolio

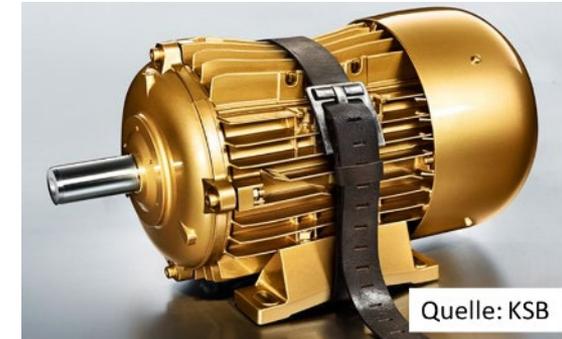
- Beratung und Planung von energetischen Optimierungen von Prozessen der physikalischen Verfahrenstechnik
- Primär für Unternehmen aus Gewerbe und Industrie
- Gemeinsam mit der Ostsee Zeitung ausgezeichnet, mit dem des Energy Efficiency Award 2019 der Dena in der Wettbewerbskategorie Energieeffizienz: von clever bis digital“

[Mehr erfahren](#)

Motivation

Was ist Energieeffizienz

- *Mit weniger Aufwand den gleichen Nutzen zu erreichen*
- *Gleichbleibender Nutzen ohne Komforteinschränkungen*
- *Gleichbleibender Nutzen bei mind. gleichbleibender Prozesssicherheit*



Hier ausschließliche verfahrenstechnische Prozesse, welche unabhängig vom Unternehmen / Prozess Anwendung finden

Gebäudehülle, Fenster, Dach, ... gehört zur Architektur und wird nicht betrachtet

Motivation

Eigentlich müssten alle Prozesse / Systeme effizient und bestimmungsgemäß funktionieren? Die Planung und Errichtung erfolgte doch nach den aktuellen technischen Regeln?

Jeder für sich betrachtet (Heizung, Kälte, Lüftung, Druckluft, ...) meistens gut nach den technischen Regeln. Allerdings gibt es Wechselwirkungen untereinander, welche weniger Beachtung finden.

Albert Einstein:

Probleme kann man niemals auf die gleiche Denkweisen lösen, durch die sie entstanden sind!

Veränderungen sind notwendig und verursachen als erstes Widerstand. Dieser muss fachlich und sachlich aufgelöst werden.

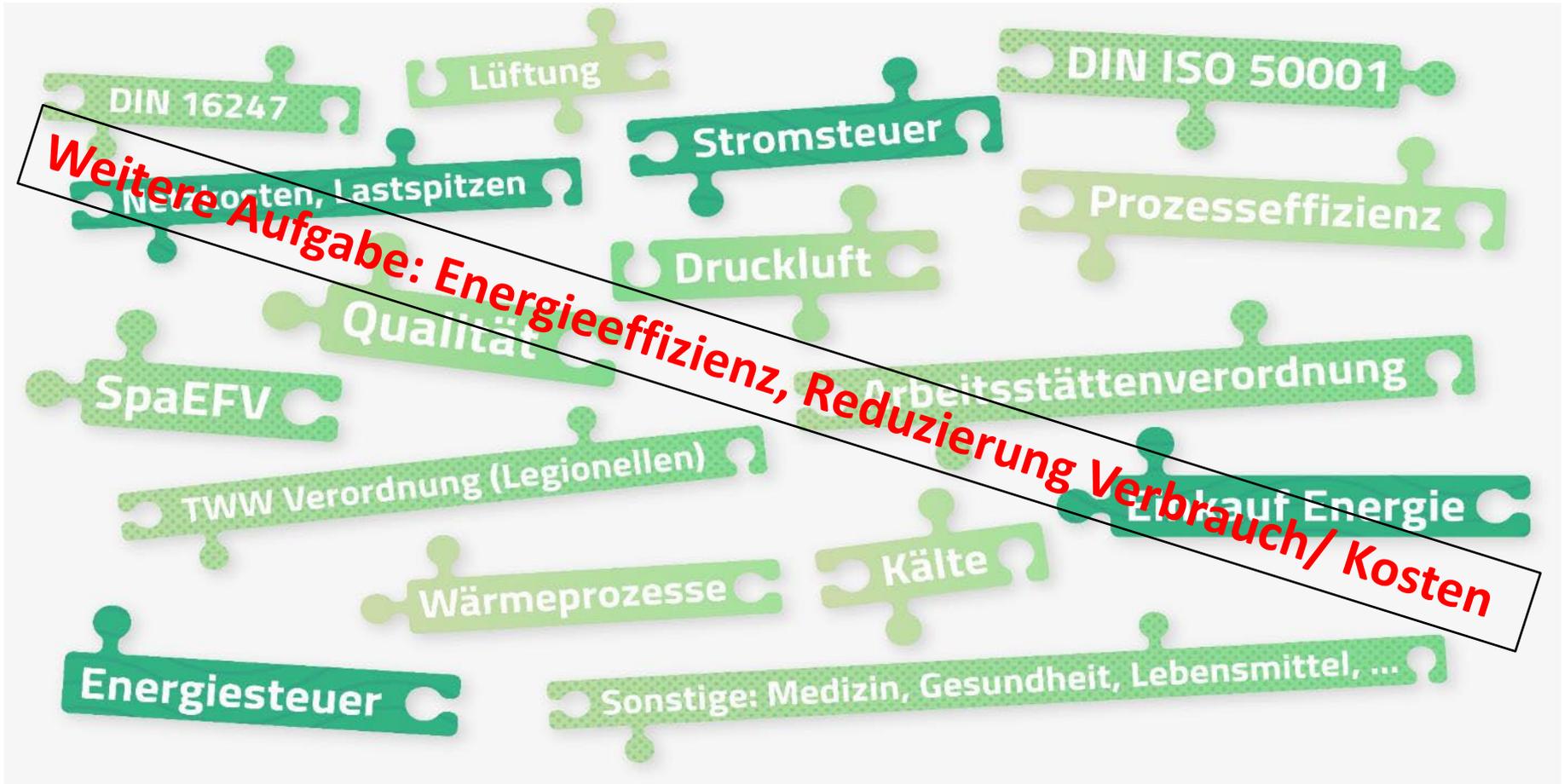
Albert Einstein:

Welch triste Epoche, in der es leichter ist ein Atom zu zertrümmern als ein Vorurteil!

Eine wirklich gute Idee erkennt man daran, dass ihre Verwirklichung von vornherein ausgeschlossen erschien.

Prozesse und Wechselwirkungen

- Ist- Situation, ohne Ihre Mitwirkung und Denklogik



Prozesse und Wechselwirkungen

- Soll- Situation, mit Ihrer Mitwirkung und Denklogik



Prozesse und Wechselwirkungen

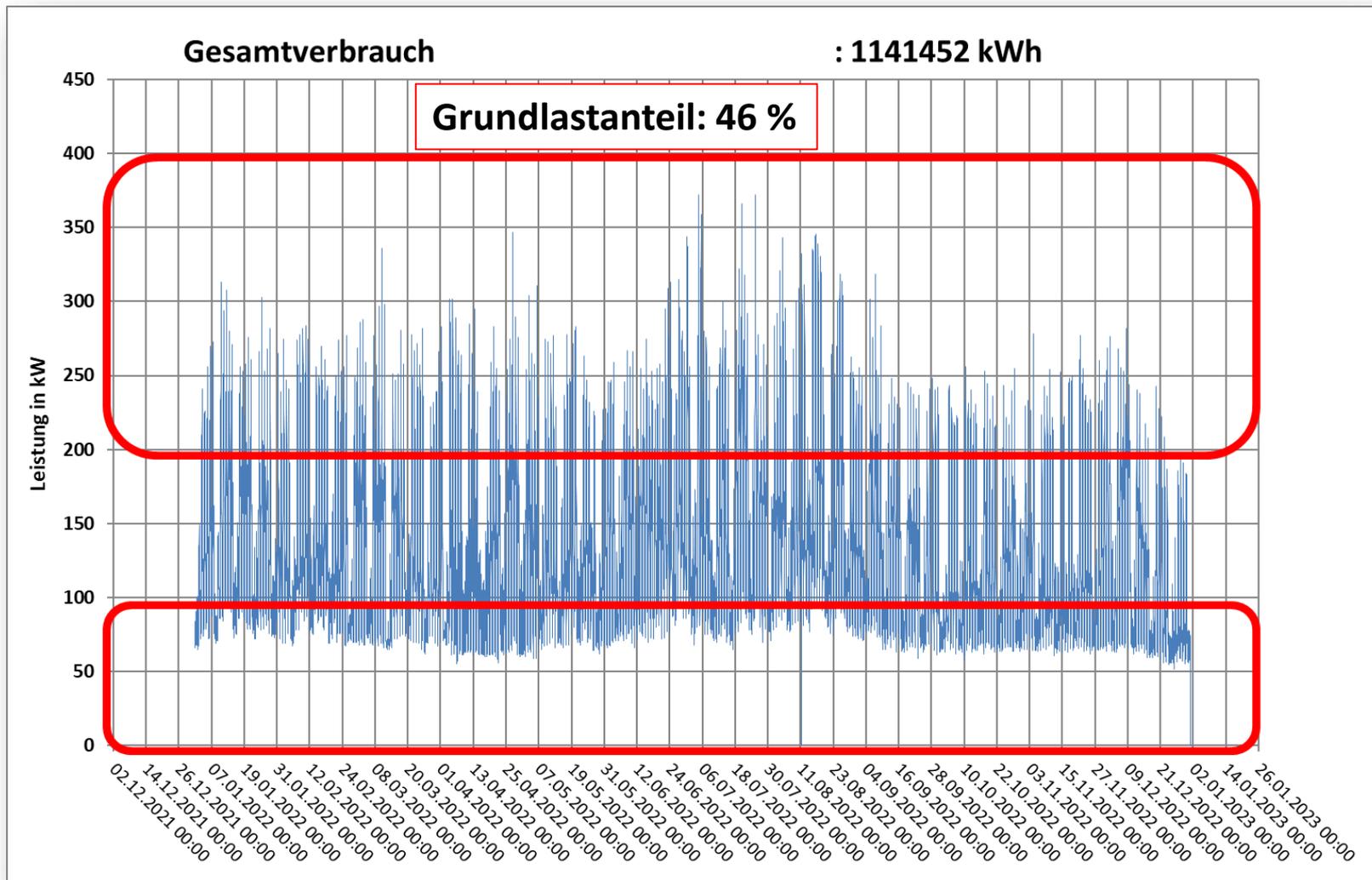
- Wege finden und nicht Gründe suchen



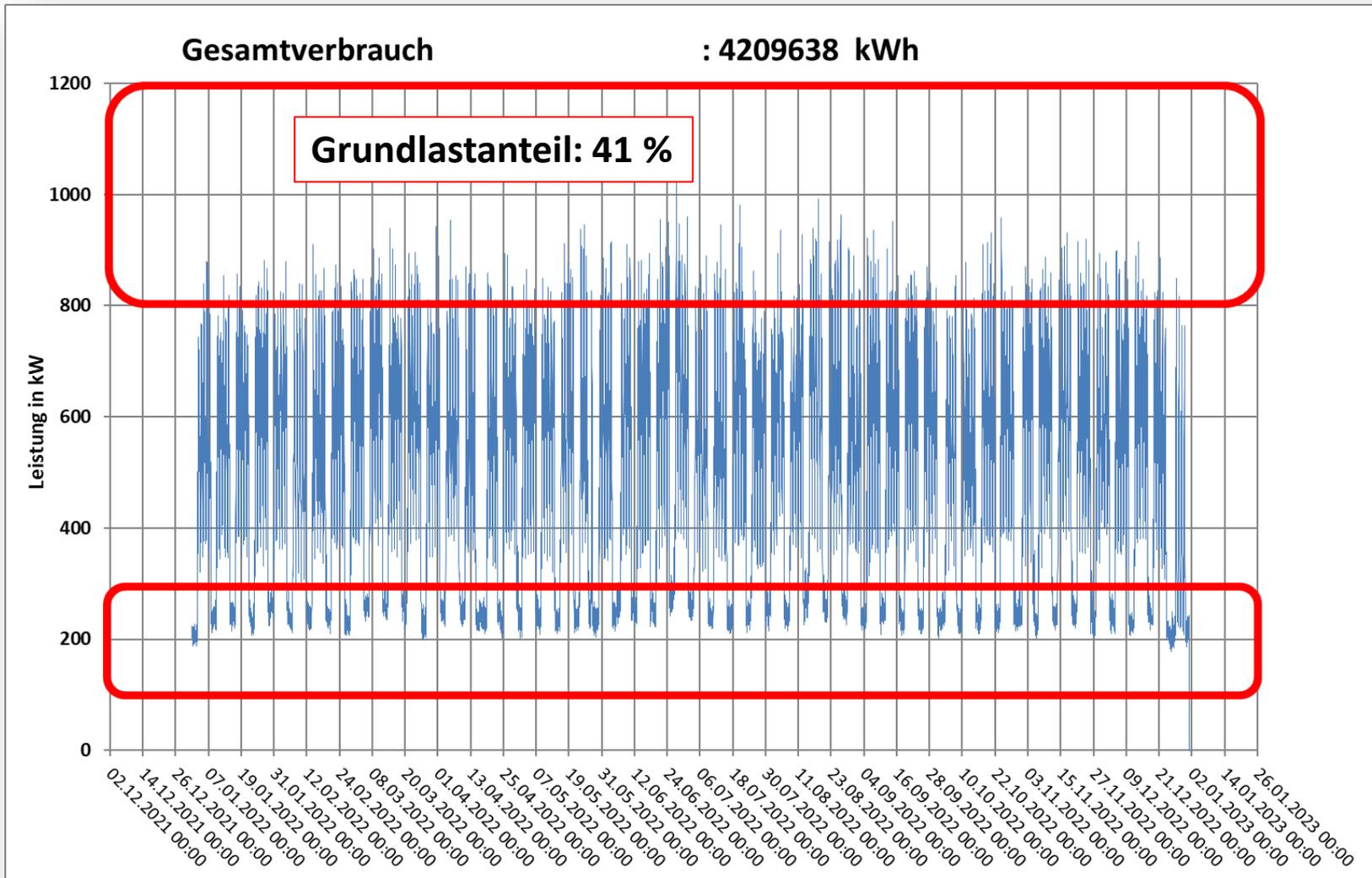
ALLER ANFANG IST SCHWER?

Grundsätzliche globale Ist- Analyse neuer Kunde

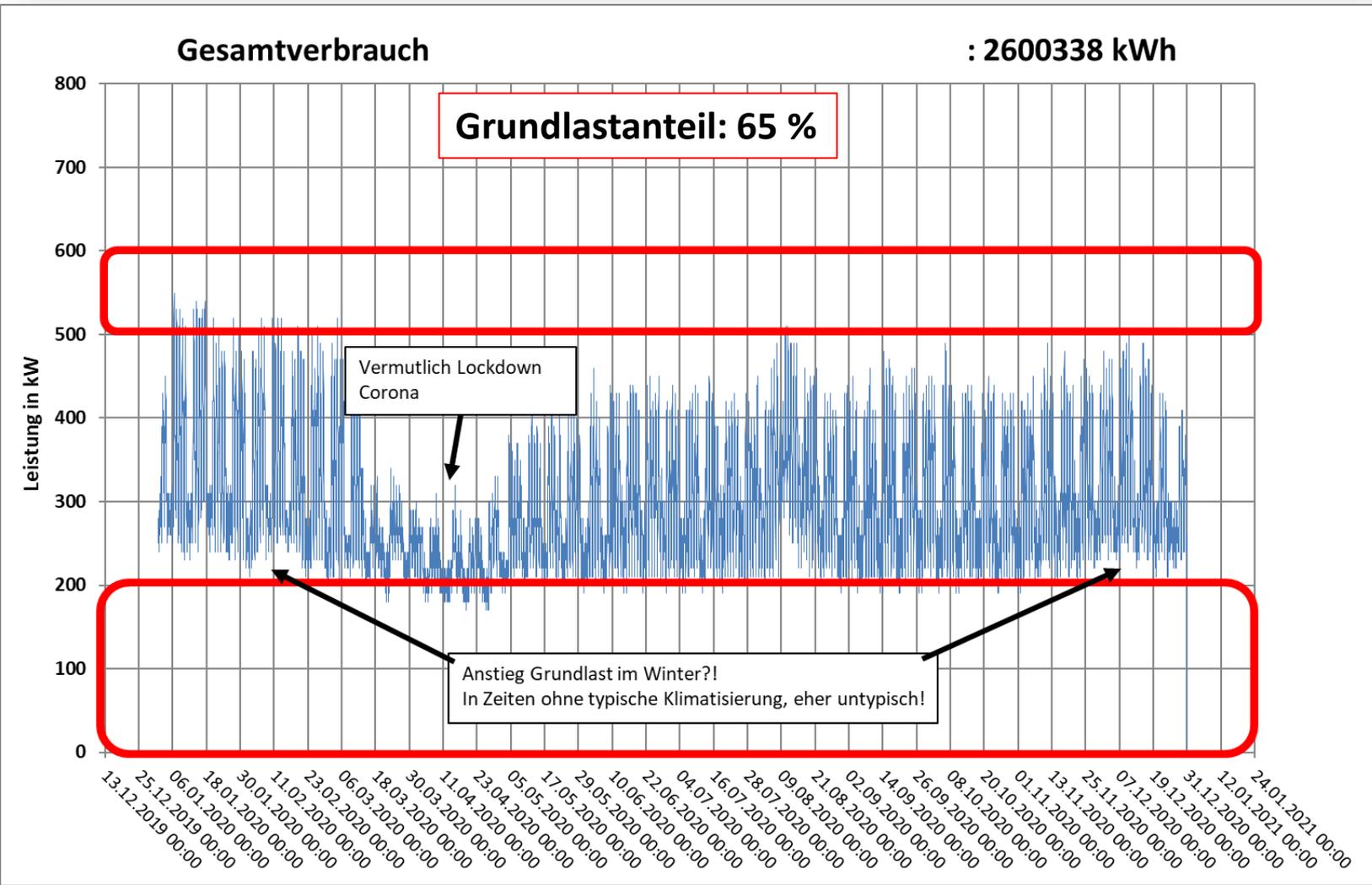
Lastganganalyse Strom



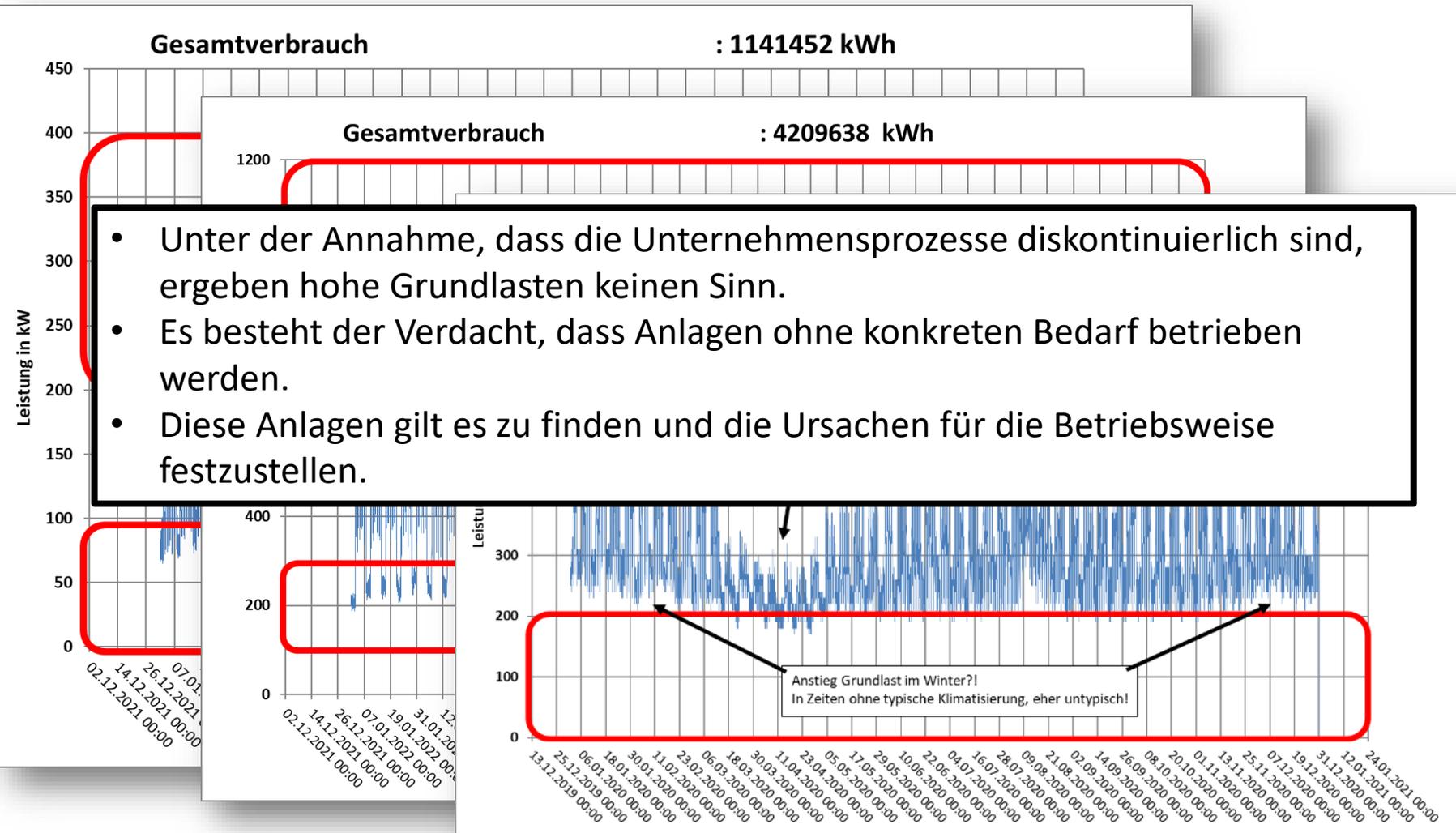
Lastganganalyse Strom



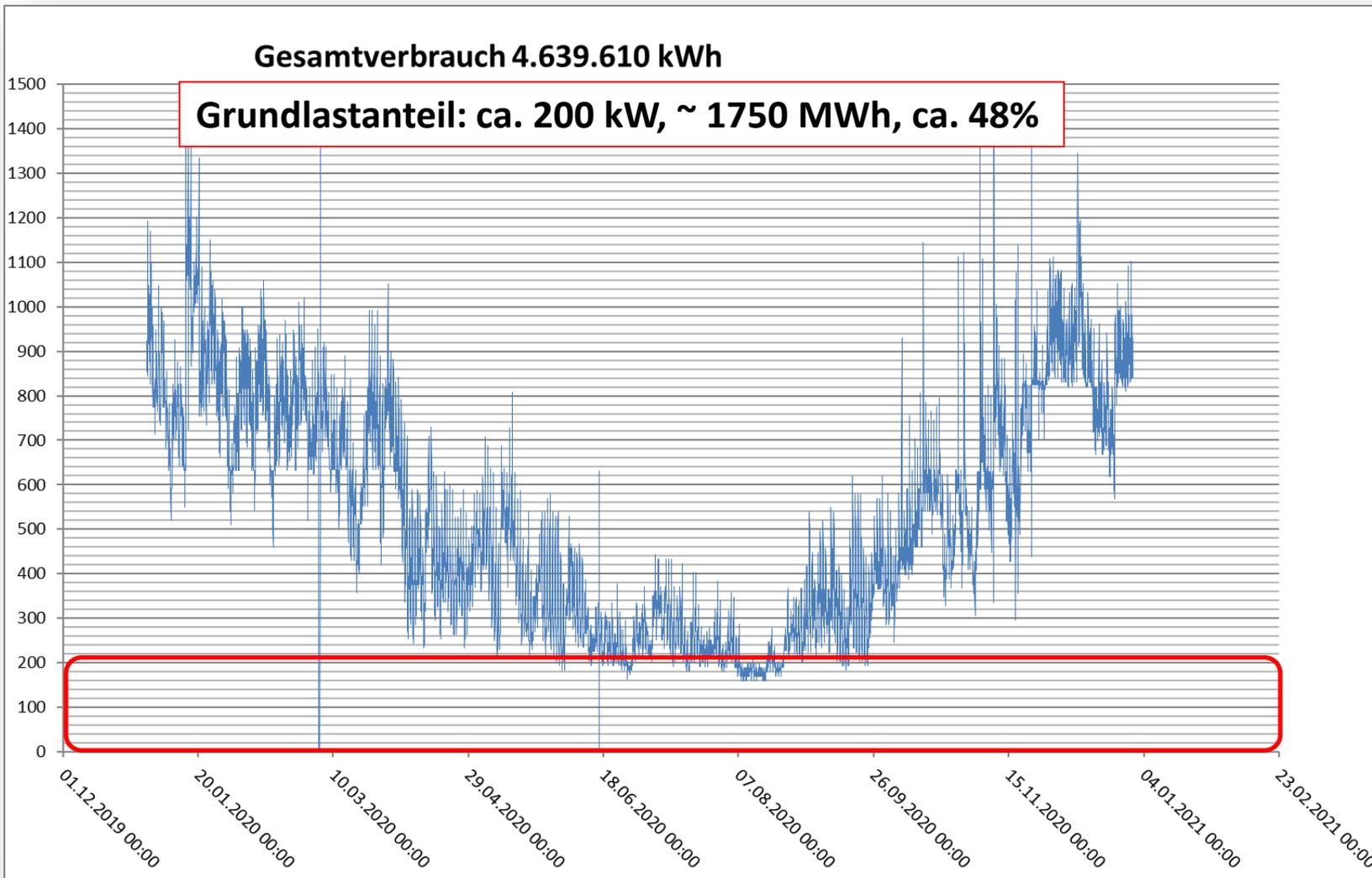
Lastganganalyse Strom



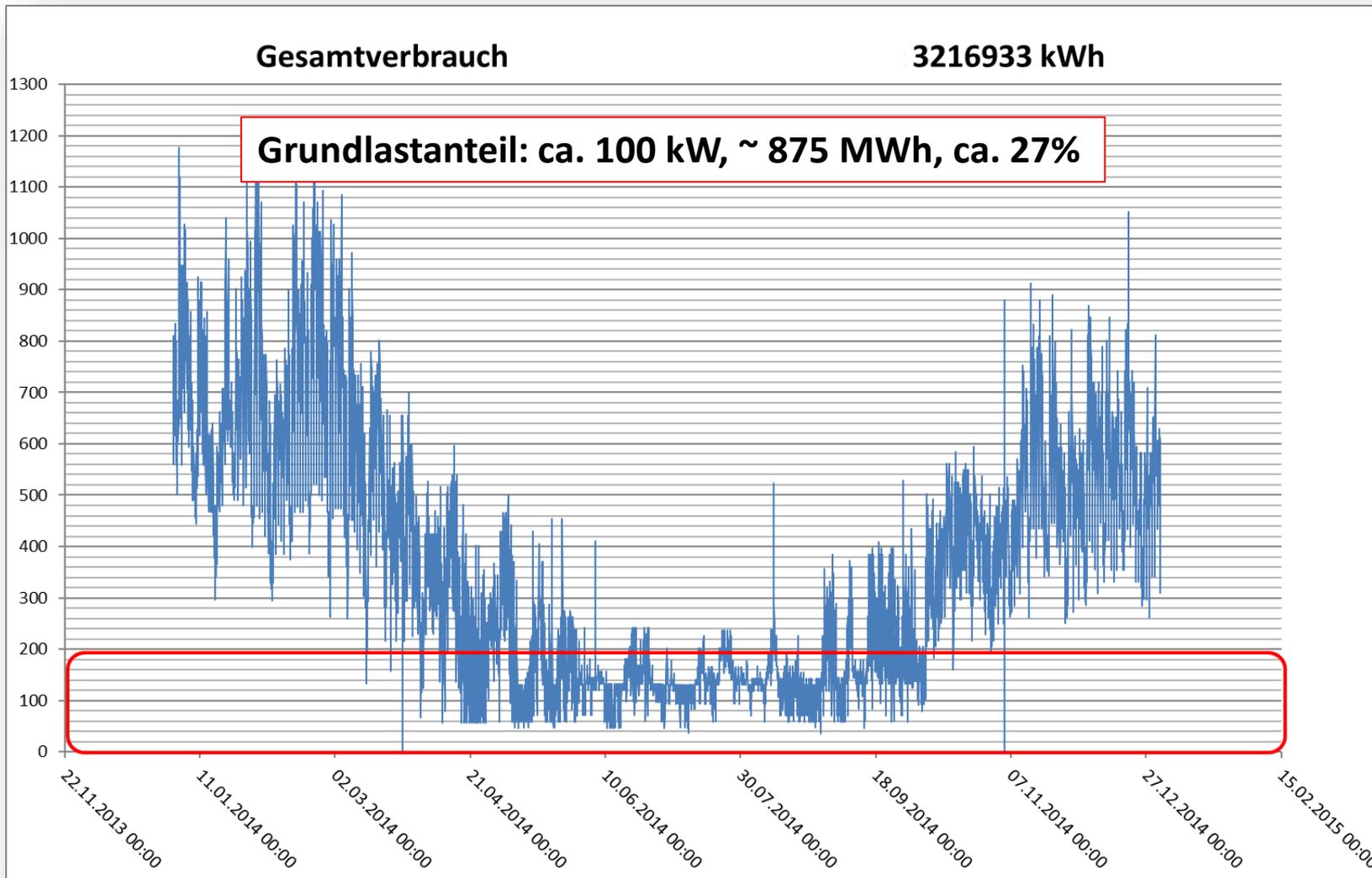
Lastganganalyse Strom



Lastganganalyse Gas/Fernwärme



Lastganganalyse Gas/Fernwärme



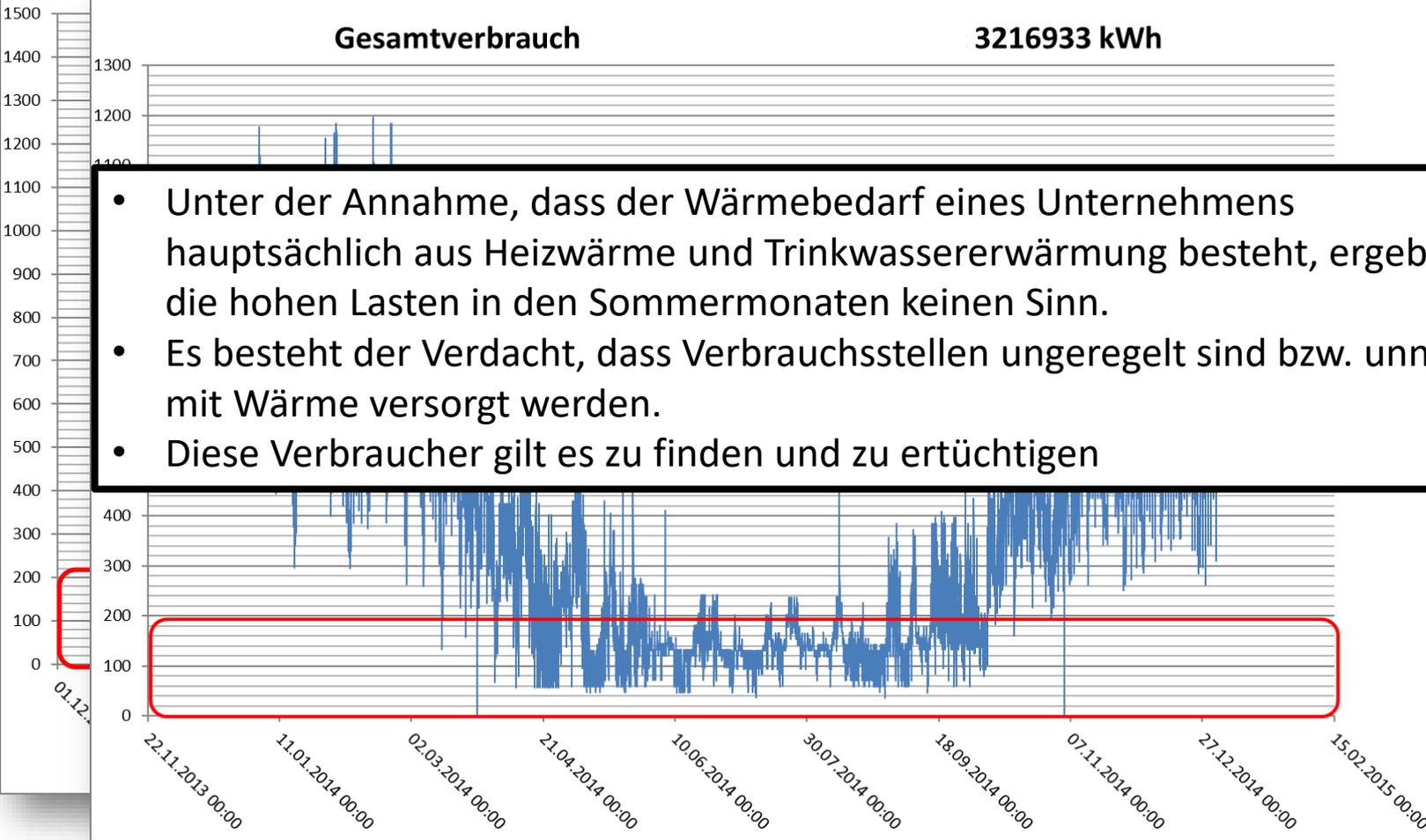
Lastganganalyse Gas/Fernwärme

Gesamtverbrauch 4.639.610 kWh

Gesamtverbrauch

3216933 kWh

- Unter der Annahme, dass der Wärmebedarf eines Unternehmens hauptsächlich aus Heizwärme und Trinkwassererwärmung besteht, ergeben die hohen Lasten in den Sommermonaten keinen Sinn.
- Es besteht der Verdacht, dass Verbrauchsstellen ungeregelt sind bzw. unnötig mit Wärme versorgt werden.
- Diese Verbraucher gilt es zu finden und zu ertüchtigen

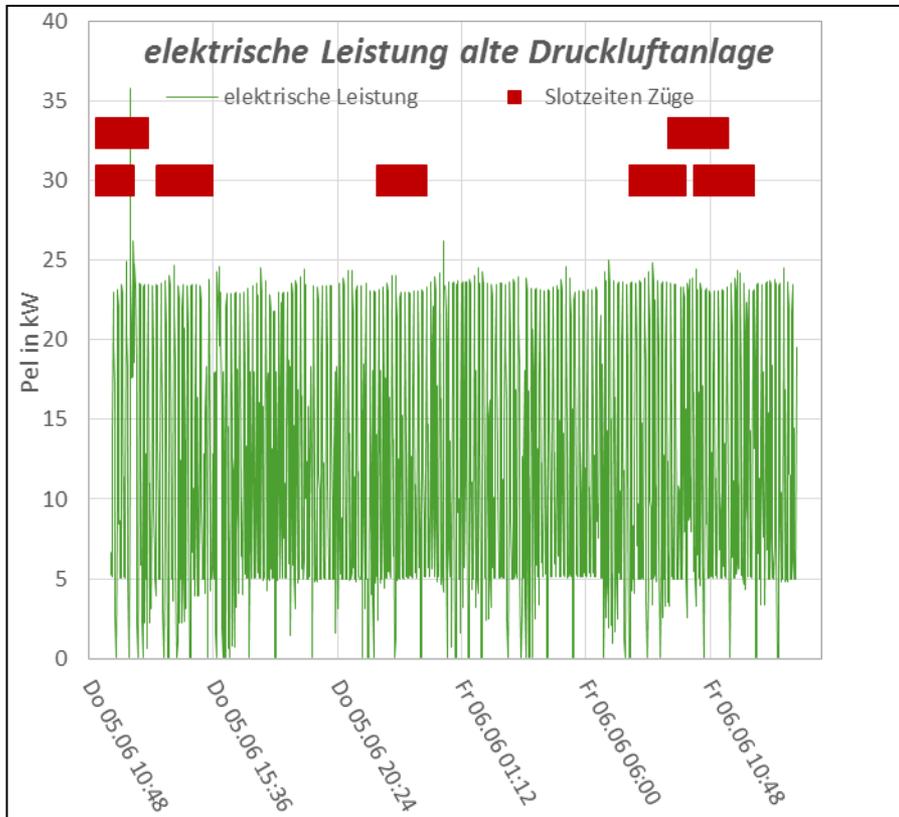


Eine Beispiel Druckluft

Beispiel: Druckluft

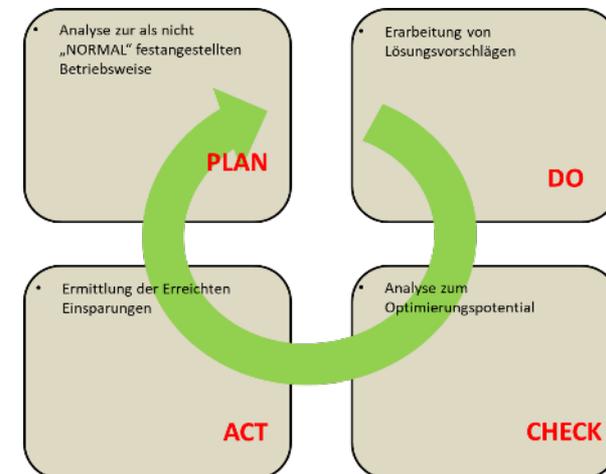
IST-Zustand:

- Druckluftanlage zum Bremsen von Zügen
- Mobile Messung ergab: Anlagenbetrieb unabhängig von Bedarf (Ankunft Züge), dauerhafter Betrieb

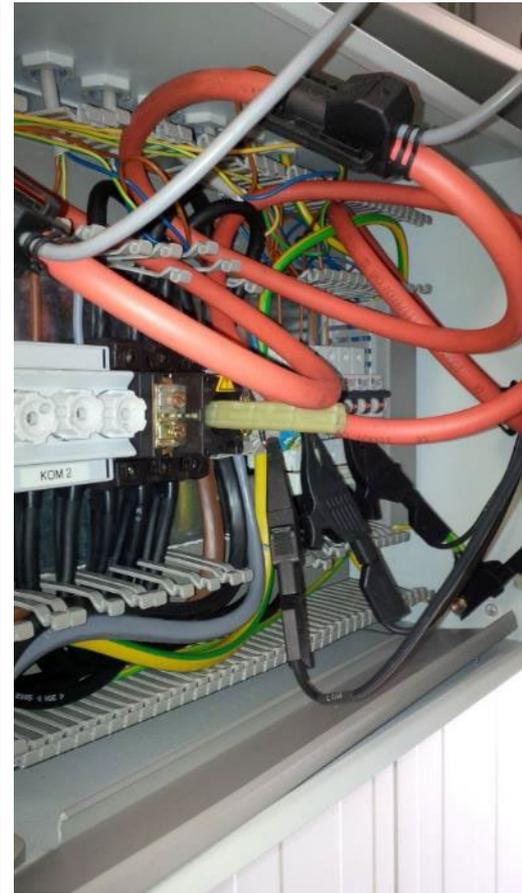


Die Geschichte dahinter:

- Mitarbeiter ist aufgefallen (Raucherpause), dass Druckluft relativ dauerhaft arbeitet, obwohl der Prozess mit Druckluftbedarf nicht in Betrieb war.
- Beauftragung zur Detailanalyse
- Elektrische Lastmessung über einige Tage und Vergleich mit Zeiten in denen der Druckluftbedarf eigentlich war
- Analyse zur Ursachen
- Vorabstimmungen mit Fachfirma und Ausführung notwendige Veränderungen
- Elektrische Lastmessung nach Umsetzung und Erfolgskontrolle



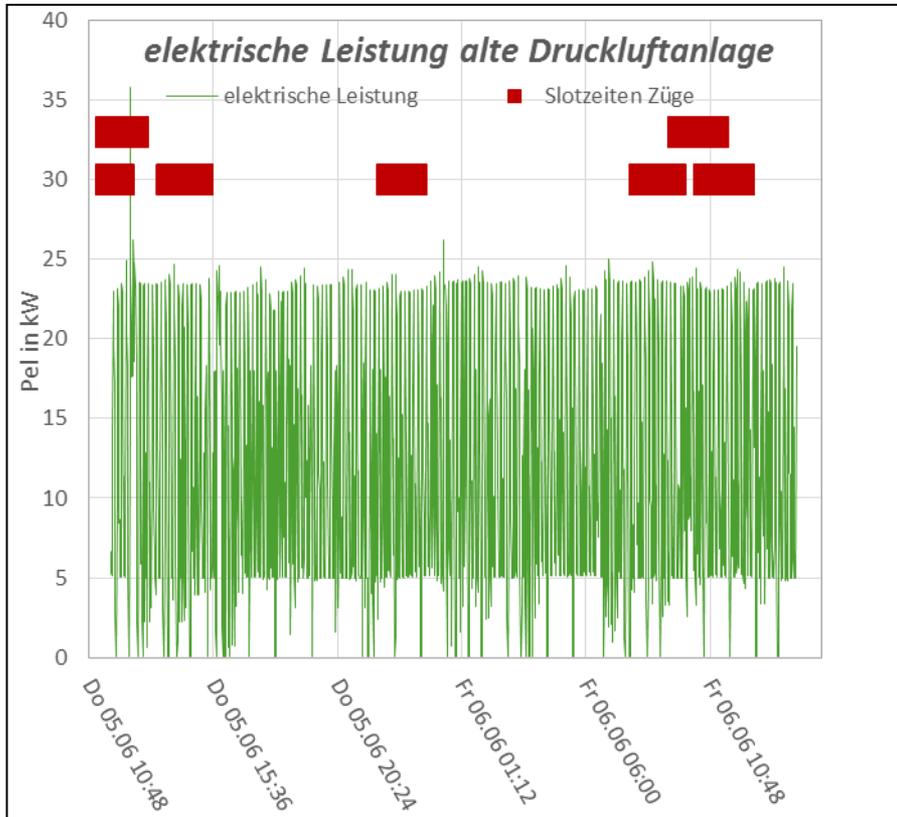
Beispiel: Druckluft



Beispiel: Druckluft

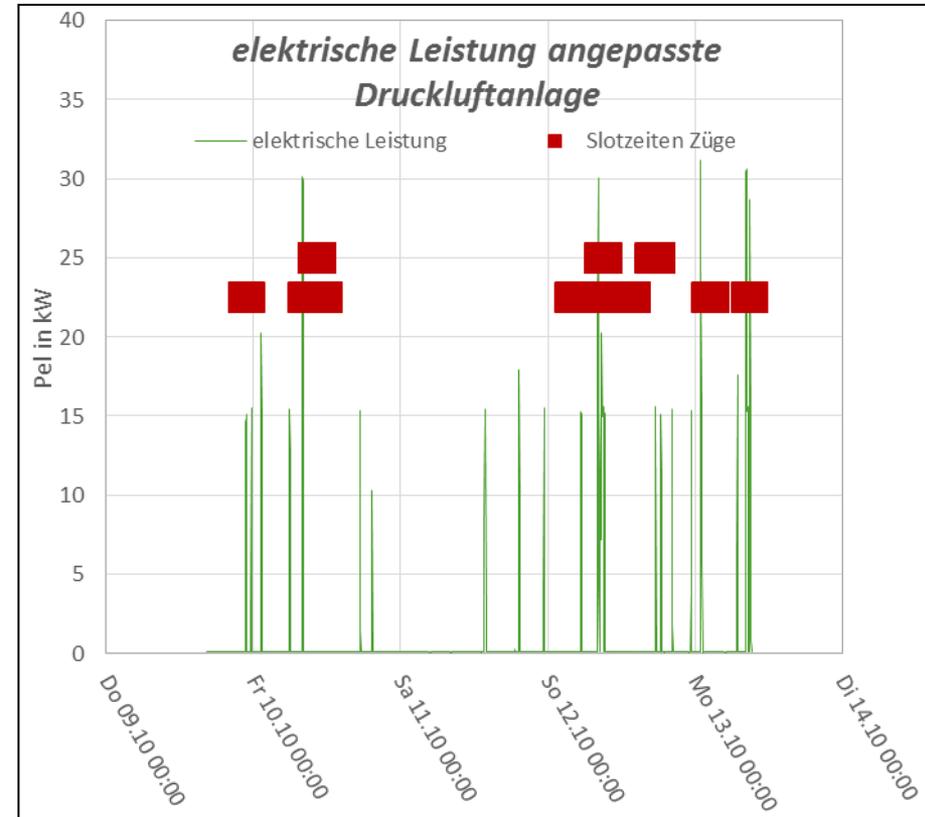
IST-Zustand:

- Druckluftanlage zum Bremsen von Zügen
- Mobile Messung ergab: Anlagenbetrieb unabhängig von Bedarf (Ankunft Züge), dauerhafter Betrieb



Optimierung der Druckluftanlage:

- Steuerungsanpassung der Anlage an tatsächlichen Bedarf / Prozess mit Druckluftbedarf.
- jetzt nur Leistungsentnahme, wenn Druckluftspeicher bestimmten Füllstand unterschreitet



Beispiel: Druckluft

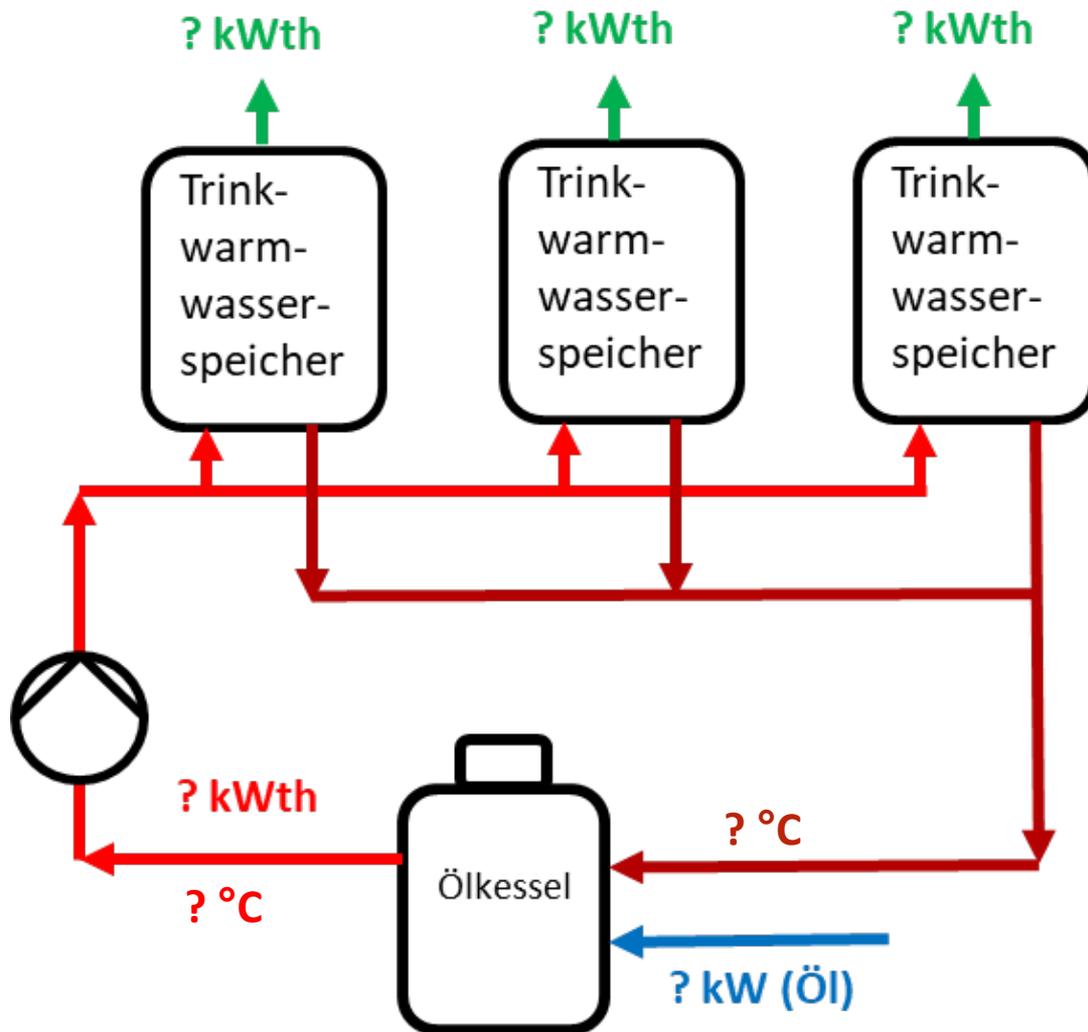
	Ohne Optimierung Druckluft	Mit Optimierung Druckluft
Elektr. Energie in kWh/a und (%)	105.000 kWh (100%)	7.000 kWh (7%)
Reduzierung / Einsparung elektr. Energie in kWh/a und (%)	98.000 kWh (93%)	
Damit zu versorgende Haushalte pro Jahr (~ 3.500 kWh/a)	28	
Reduzierung /Einsparung CO2 in kg/a (0,42 kg/kWh in 2021)	41.000 kg/a	
Reduzierung /Einsparung Strombezugskosten in EURO (Annahme: 0,35 €/kWh)	34.000 €/a	

Beispiel: Druckluft

	Ohne Optimierung Druckluft	Mit Optimierung Druckluft
Elektr. Energie in kWh/a und (%)	105.000 kWh (100%)	7.000 kWh (7%)
Reduzierung / Einsparung elektr. Energie in kWh/a und (%)		^8.000 kWh (93%)
Damit zu versorgende Haushalte pro Jahr (~ 1000000)	Nachhaltigkeit, elektr. Energie 	28
Reduzierung /Einsparung CO2 in kg/a (0,42 kg/k Nachhaltigkeit, CO2 		41.000 kg/a
Reduzierung /Einsparung Strombezugskosten in EURO (Annahme: 0,35 €/kWh) Betriebskosten, elektr. Energie 		34.000 €/a

Ein Beispiel Trinkwarmwasser (TWW)

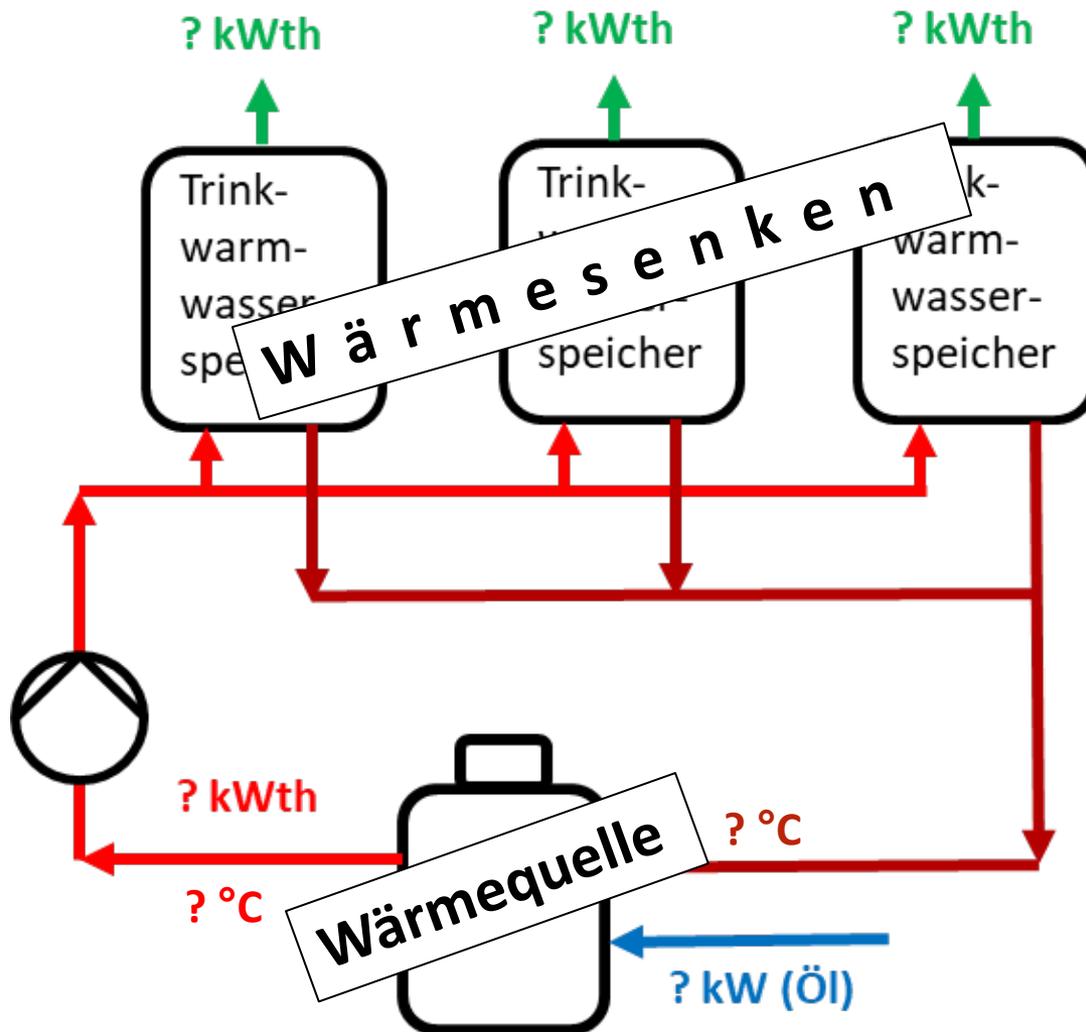
Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral



Feststellung:

- Kunde hat im Sommer (Zeiten ohne typischen Heizbedarf) Heizölverbrauch von ca. 30.000 Liter (Mai bis September) -> Kunde stellt sich die Frage, ist das normal?
- System arbeitet nicht TWW Rechtskonform. Temperatur TWW der Entnahme beträgt kleiner 60°C (ca. 55°C) -> Gefahr der Bildung von Legionellen
- Wie hoch ist der Nutzen, wie hoch ist der Aufwand (Leistung, Arbeit)?
- Wie hoch ist der Aufwand / Wärmequelle (Messungen, Leistung, Arbeit)
- Wie hoch ist der Nutzen/ Wärmesenke (Messungen, Leistung, Arbeit)

Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral



Feststellung:

- Kunde hat im Sommer (Zeiten ohne typischen Heizbedarf) Heizölverbrauch von ca. 30.000 Liter (Mai bis September) -> Kunde stellt sich die Frage, ist das normal?
- System arbeitet nicht TWW Rechtskonform. Temperatur TWW der Entnahme beträgt kleiner 60°C (ca. 55°C) -> Gefahr der Bildung von Legionellen
- Wie hoch ist der Nutzen, wie hoch ist der Aufwand (Leistung, Arbeit)?
- Wie hoch ist der Aufwand / Wärmequelle (Messungen, Leistung, Arbeit)
- Wie hoch ist der Nutzen/ Wärmesenke (Messungen, Leistung, Arbeit)

Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral

Feststellung:

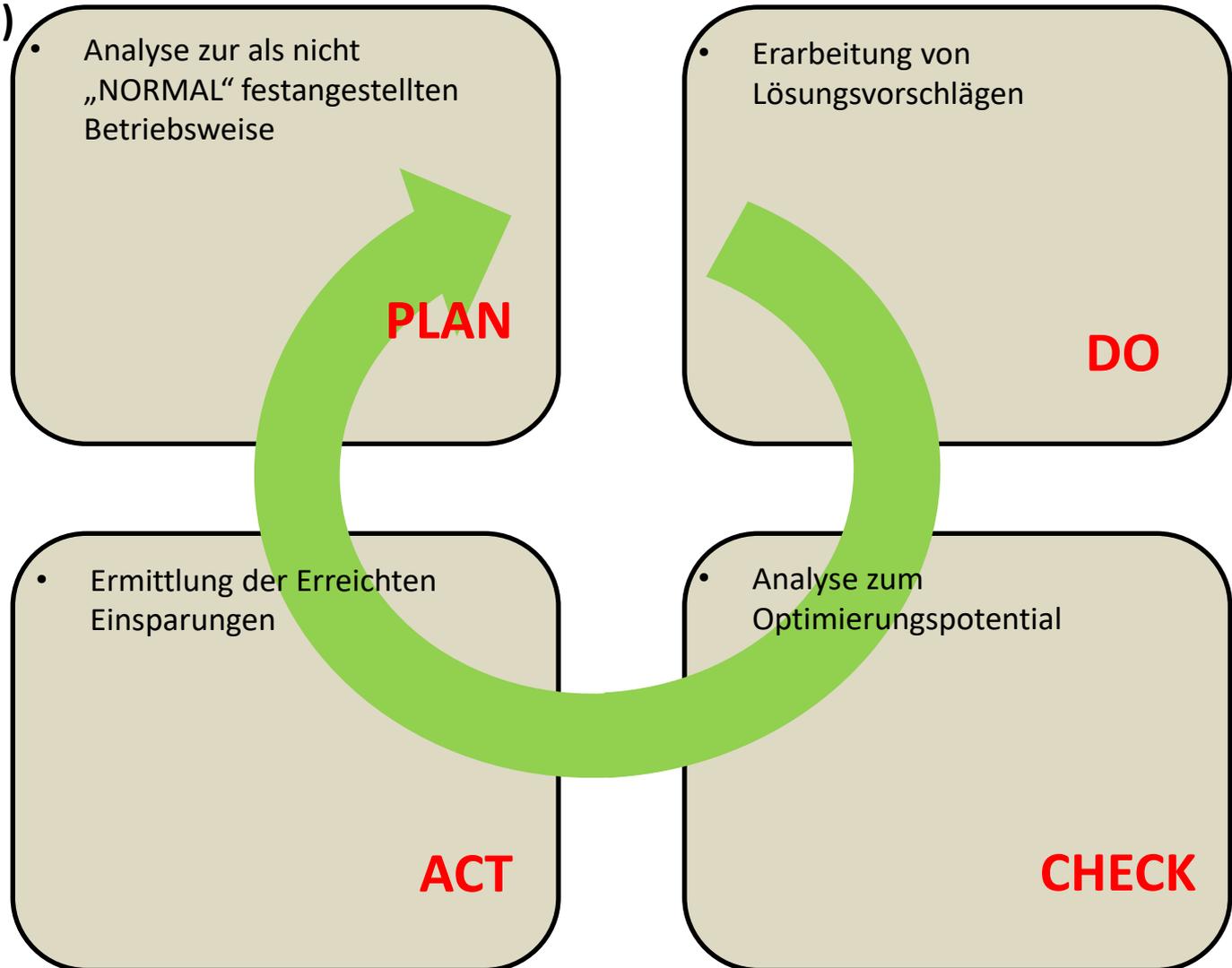
- Kunde hat im Sommer (Zeiten ohne typischen Heizbedarf) Heizölverbrauch von ca. 30.000 Liter (zwischen Mai bis September) -> Kunde stellt sich die Frage, ist das normal?
- System arbeitet nicht TWW Rechtskonform. Temperatur TWW der Entnahme beträgt kleiner 60°C (ca. 55°C) -> Gefahr der Bildung von Legionellen
- Wie hoch ist der Nutzen, wie hoch ist der Aufwand (Leistung, Arbeit)?
- Wie hoch ist der Aufwand / Wärmequelle (Messungen, Leistung, Arbeit)
- Wie hoch ist der Nutzen/ Wärmesenke (Messungen, Leistung, Arbeit)

Aufgabe:

- Analyse zur als nicht „NORMAL“ festgestellten Betriebsweise
- Analyse zum Optimierungspotential
- Erarbeitung von Lösungsvorschlägen
- Ermittlung der erreichten Einsparungen



Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral, PDCA- Zyklus (Managementsysteme)



Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral, PDCA

Aufgabe:

- Analyse zur als nicht „NORMAL“ festgestellten Betriebsweise -> **PLAN**
- Analyse zum Optimierungspotential -> **PLAN, CHECK**
- Erarbeitung von Lösungsvorschlägen -> **DO, CHECK**
- Ermittlung der erreichten Einsparungen -> **CHECK, ACT**

PDCA -> Plan

- 30.000 Liter in 4 Monaten entspricht ca. einer mittleren Heizölleistung von 100 kW.
- Der zu versorgende Prozess mit Wärme ist im Sommer ausschließlich für Trinkwarmwasser notwendig.
- In der gesamten Liegenschaft ist TWW für eine Betriebskantine, Duschen und einige Handwaschbecken notwendig.

Bewertung -> eine mittlere Heizleistung von 100 kW ist kein „NORMALER“ Zustand!

Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral, PDCA

Aufgabe:

- Analyse zur als nicht „NORMAL“ festgestellten Betriebsweise -> **PLAN**
- **Analyse zum Optimierungspotential -> PLAN, CHECK**
- Erarbeitung von Lösungsvorschlägen -> **DO, CHECK**
- Ermittlung der erreichten Einsparungen -> **CHECK, ACT**

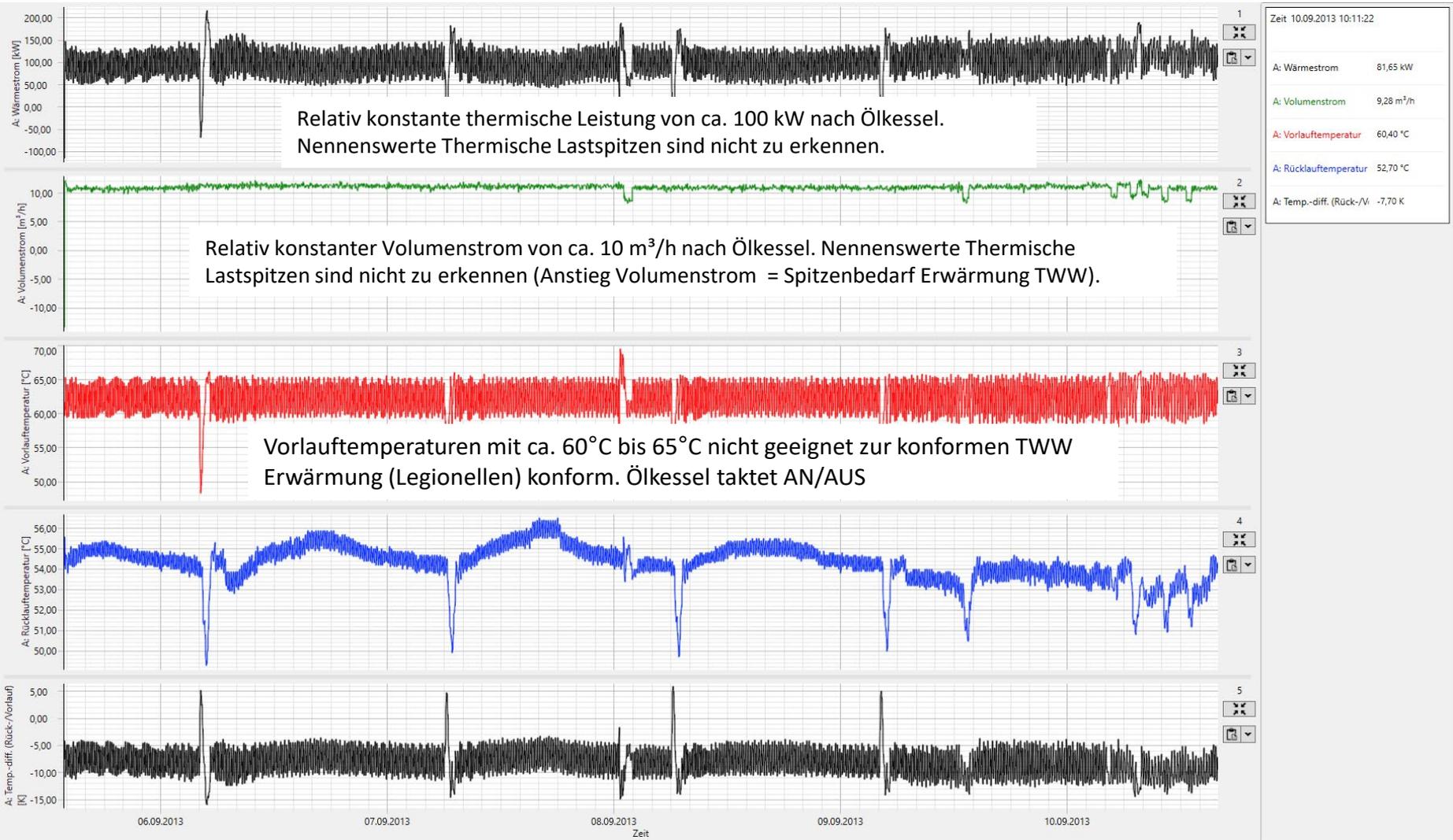
PDCA -> Plan, Check

- Analyse und Auswertung der Messungen / Bilanzen

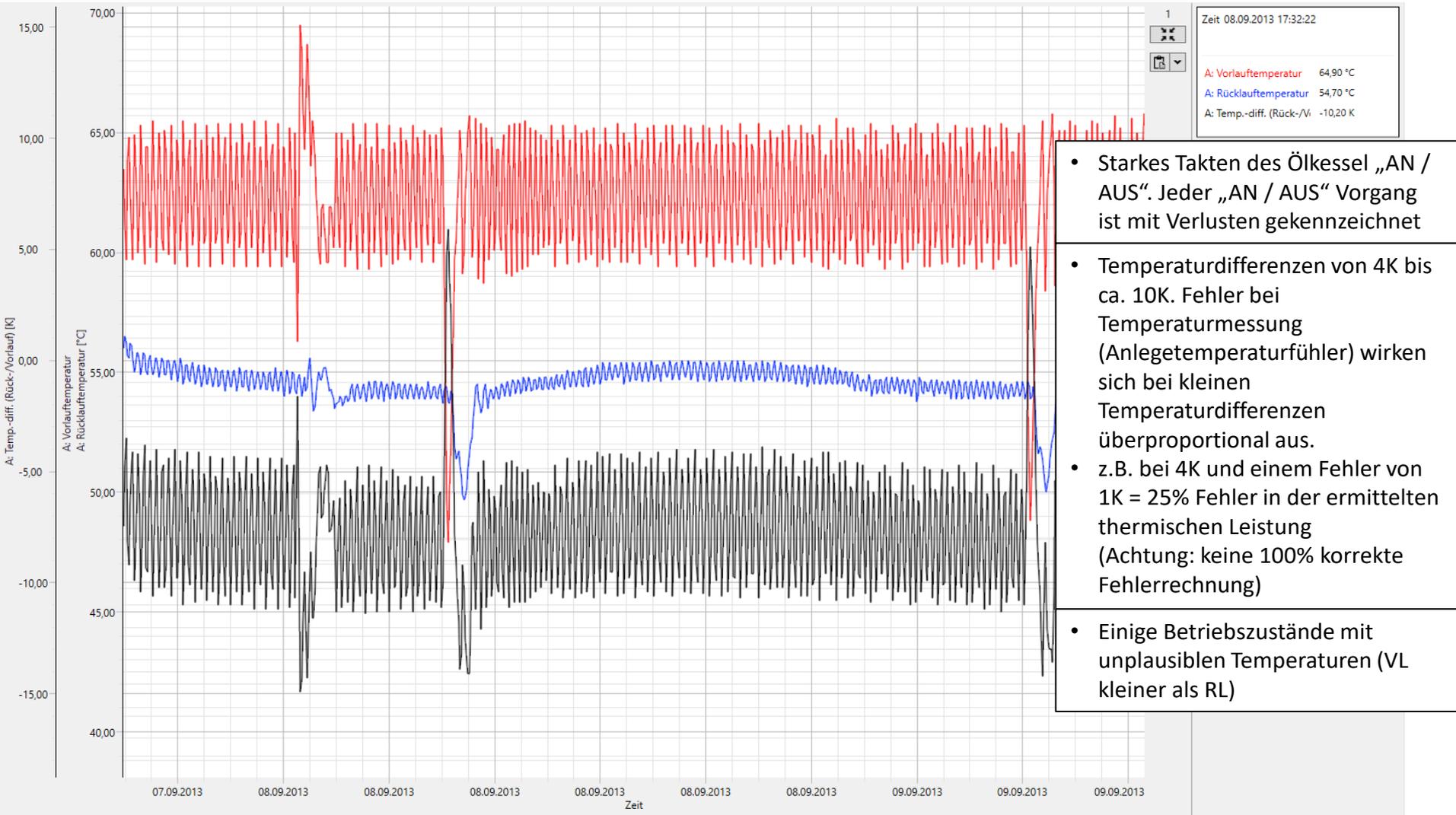
Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral, PDCA



Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral, Wärmequelle Sommer

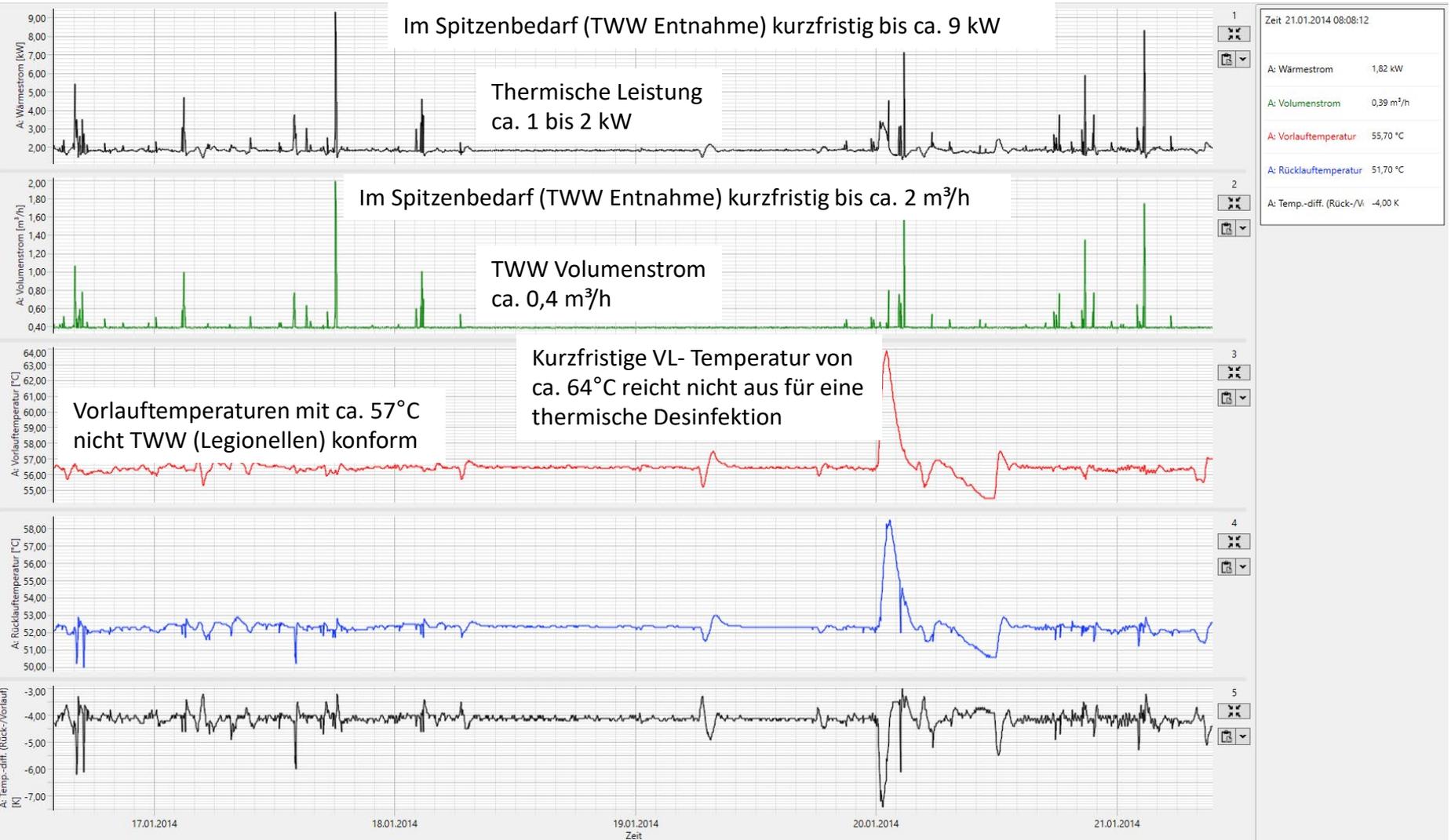


Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral, Wärmequelle Sommer

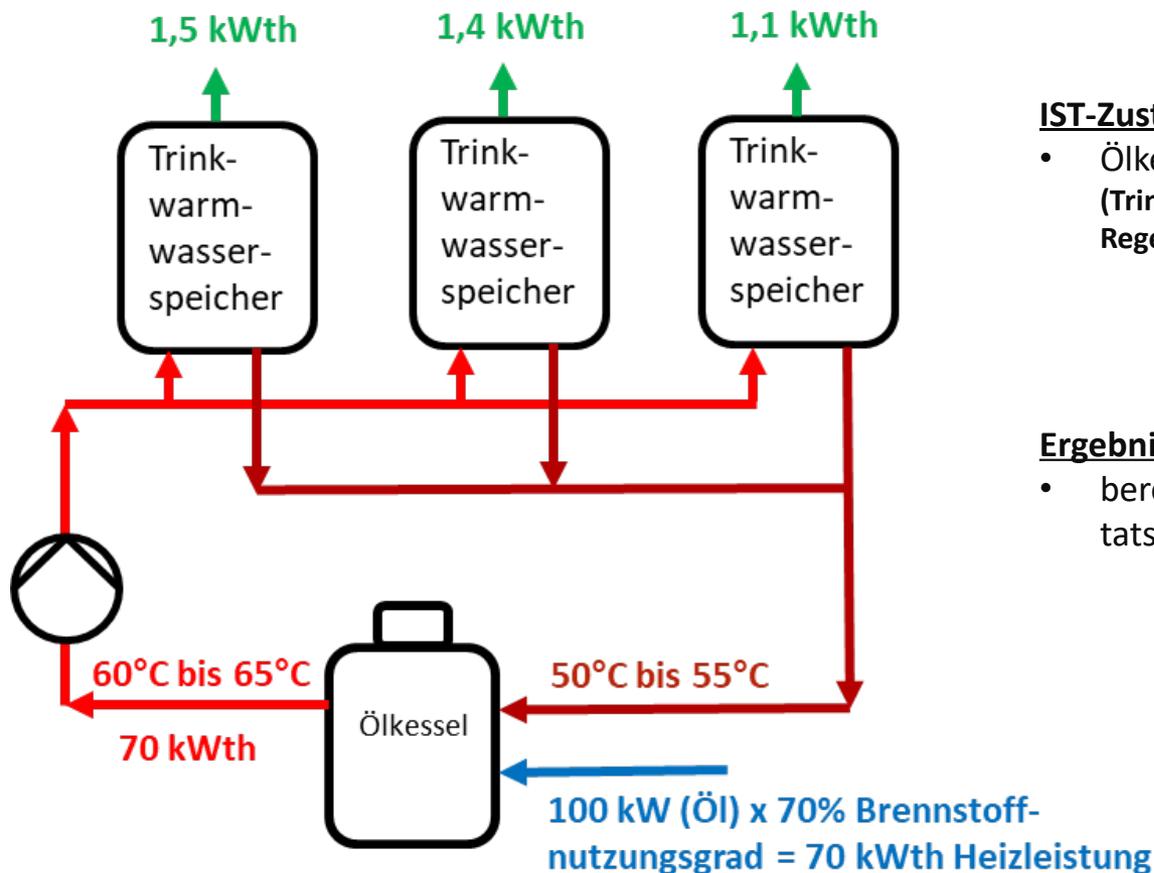


- Starkes Takten des Ölkessel „AN / AUS“. Jeder „AN / AUS“ Vorgang ist mit Verlusten gekennzeichnet
- Temperaturdifferenzen von 4K bis ca. 10K. Fehler bei Temperaturmessung (Anlegetemperaturfühler) wirken sich bei kleinen Temperaturdifferenzen überproportional aus.
- z.B. bei 4K und einem Fehler von 1K = 25% Fehler in der ermittelten thermischen Leistung (Achtung: keine 100% korrekte Fehlerrechnung)
- Einige Betriebszustände mit unplausiblen Temperaturen (VL kleiner als RL)

Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral, Wärmesenke Sommer



Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral, Ergebnis Bilanz



IST-Zustand:

- Ölkessel für zentrale TWW Erwärmung (Trinkwarmwasser unter 60°C (ca. 40°C), nicht Regelkonform mit Trinkwasserverordnung)

Ergebnis mobile Messung:

- bereitgestellte Leistung wesentlich höher als tatsächlicher Bedarf

Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral, PDCA

Aufgabe:

- Analyse zur als nicht „NORMAL“ festgestellten Betriebsweise -> **PLAN**
- Analyse zum Optimierungspotential -> **PLAN, CHECK**
- **Erarbeitung von Lösungsvorschlägen -> DO, CHECK**
- Ermittlung der erreichten Einsparungen -> **CHECK, ACT**

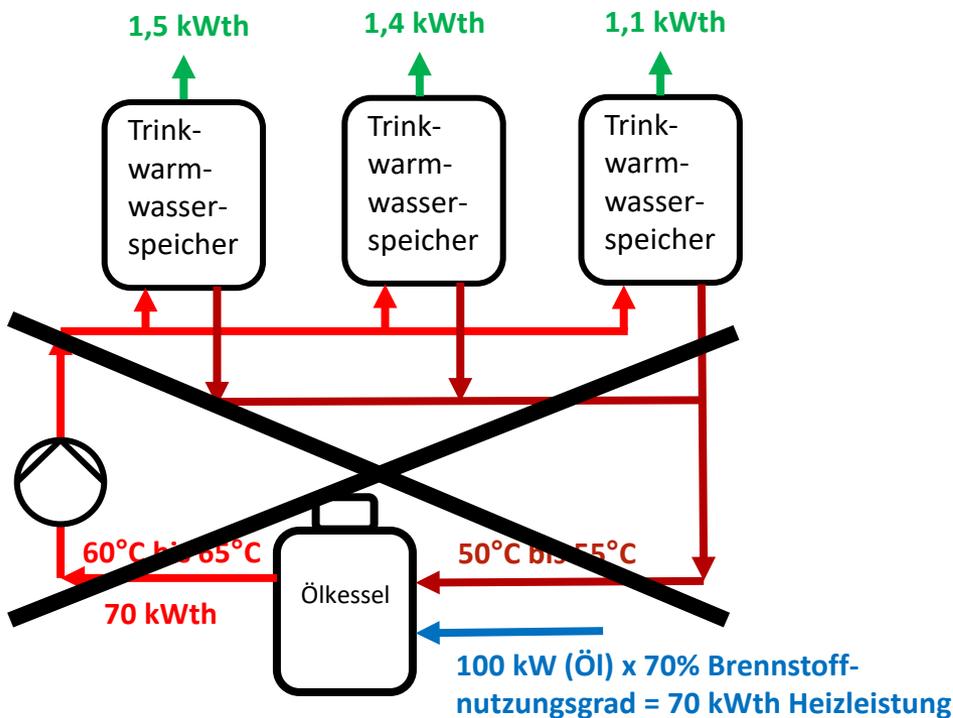
PDCA -> DO, Check

- Umstellung / Umbau der TWW Erwärmung von Zentral (thermisch) auf Dezentral (elektrisch)
- Vorteil:
 - Ölkessel kann außerhalb der typischen Heizperiode komplett aus bleiben plus Heizkreise und Heizkreispumpe)
 - Notwendige Leistung wird deutlich reduziert
- Nachteil:
 - Elektrische Energie ist spezifisch teurer als thermische Energie (Heizöl)

Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral, Ergebnis Bilanz

IST-Zustand:

- Ölkessel für zentrale TWW Erwärmung (Trinkwarmwasser unter 60°C (ca. 40°C), nicht Regelkonform mit Trinkwasserverordnung)

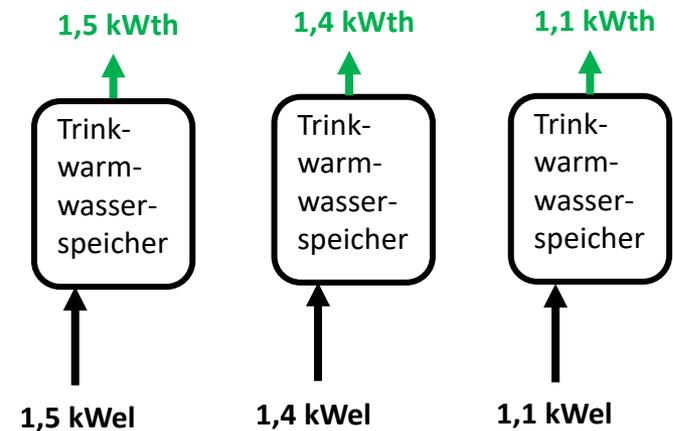


Ergebnis mobile Messung:

- bereitgestellte Leistung wesentlich höher als tatsächlicher Bedarf

Sollzustand und Umbau:

- Austausch durch drei elektrisch beheizbare Warmwasserspeicher und Betrieb TWW konform mit ca. 62°C



Resultat:

- Nun nur noch tatsächlich benötigte Leistung bereitgestellt, statt 100 kW Öl jetzt 4 kW Strom
- Verluste sind unwesentlich und haben auf das Ergebnis keinen nennenswerten Einfluss

Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral, PDCA

Aufgabe:

- Analyse zur als nicht „NORMAL“ festgestellten Betriebsweise -> **PLAN**
- Analyse zum Optimierungspotential -> **PLAN, CHECK**
- Erarbeitung von Lösungsvorschlägen -> **DO, CHECK**
- Ermittlung der erreichten Einsparungen -> **CHECK, ACT**

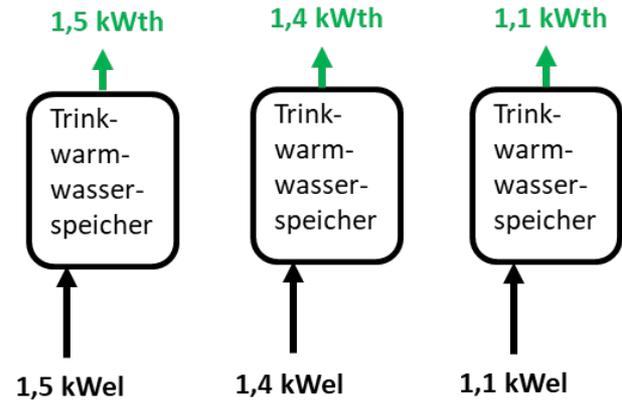
PDCA -> Check, ACT

- Messungen nach Optimierung
- Vergleich ohne Optimierung und mit Optimierung

Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral, PDCA



Prognose hat sich bestätigt



Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral, PDCA

	Vor Optimierung (Zentral)	Nach Optimierung (Dezentral)
Energieträger	Heizöl	Elektr. Energie
Leistung in kW und (%)	100 kW (100%)	4 kW (4%)
Energie in kWh/a und (%)	500.000 kWh (100%) ca. 5.000 Bh/a	35.000 kWh (7%) ca. 8760 Bh/a
Energie in €/a und (%), Heizöl: 0,1 €/kWh Elektr. Energie: 0,35 €/kWh	50.000 €/a (100%)	12.250 €/a (24,5%)
CO2 Emissionen in kg/a und (%), elektr. Energie: 0,42 kg/kWh, Heizöl: ca. 0,2 kg/kWh in 2021)	100.000 kg/a (100%)	17.700 kg/a (17,7%)
Reduzierung / Einsparung Energie in kWh/a und (%)	465.000 kWh (93%)	
Damit zu versorgende Haushalte pro Jahr (Wärme ~ 20.000 kWh/a)	23	
Reduzierung / Einsparung Energie in €/a und (%)	37.750 €/a (75,5%)	
Reduzierung /Einsparung CO2 in kg/a	82.300 kg/a	

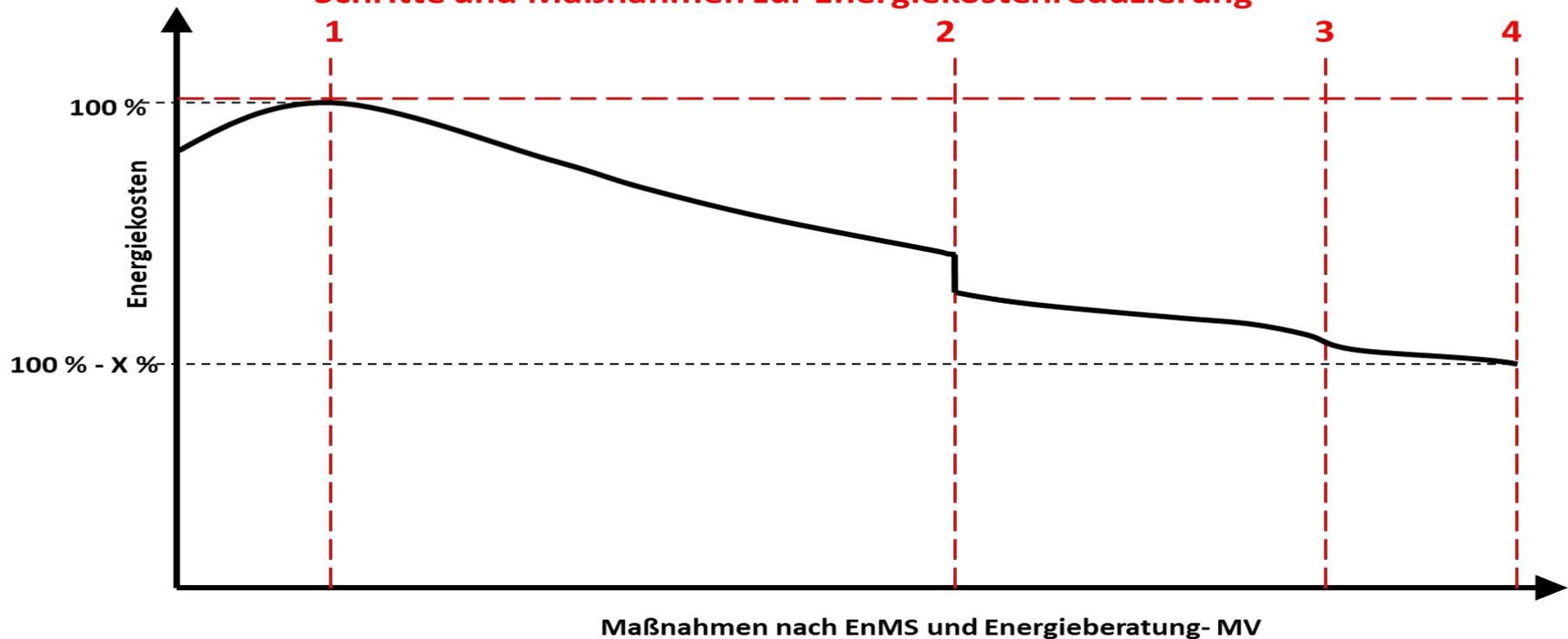
Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral, PDCA

Fazit:

- Umstellung von Energieträgern ist immer eine Einzelfallentscheidung, z.B. Unternehmen mit Abwärmeprozessen, welche die Wärmesenken (Verbraucher) versorgen könnten.
- Bei Abwärmeprozessen sind immer die Temperaturen der Wärmequelle und Wärmesenke zu vergleichen! Um 62°C TWW zu erzeugen, muss die Wärmequelle mind. eine um 5K bis 10K höhere Temperatur haben (Auslegung Wärmetauscher, integriert im Wärmespeicher).
- Bei Rohrleitungssystemen mit defekten Isolierungen und innerhalb ausgedehnter räumlicher Zusammenhänge, können die Wärmeverluste (Temperaturverluste bis zur Wärmesenke) noch höher ausfallen.
- Parallel müssen immer die elektr. Pumpenprozesse berücksichtigt werden. In größeren Liegenschaften, sind elektr. Pumpenleistungen von 3 kW keine Seltenheit ($3 \text{ kWel} \times 8760 \text{ h} = 26.280 \text{ kWh/a}$).

Einflussfaktoren auf Erfolg zu optimierender Anlagen / technischer Systeme

Schritte und Maßnahmen zur Energiekostenreduzierung



- 1:** Entscheidung für Energieeffizienz und EnMS
- 1 bis 2:** Analyse und Bilanzierung des vorhandenen Prozesses, Umsetzung von verhaltensbezogenen Maßnahmen, Lastverschiebungen nach StromNEV, Maßnahmen mit geringen Investitionen und weitere
- 2 bis 3:** Umsetzung und Investition von Maßnahmen in eine höherer Energieeffizienz z.B. Wärmerückgewinnung, Abwärmeverstromung oder Lastmanagementsysteme
- 3 bis 4:** Systemoptimierung und Prozessanpassung an ein optimales Energiemanagementsystem

Wartung und Kommunikation

Manchmal kann Energieeffizienz ganz einfach sein



Empathie ist
Herz über Kopf Sprüche
die Kunst, Emotionen
zu verstehen.
Die Fähigkeit,
sich in jemand
anderen hinein zu
versetzen, ist eine der
wichtigsten
Funktionen der
Intelligenz.
Sie zeigt den Grad
der Reife,
der menschlichen
Wesen!

Betrachtungsstandpunkt des
Entscheiders (Antrieb des:
Vorgesetzter, Inhaber,
Geschäftsführer, ...) einnehmen und
danach primär Argumentation
aufbauen.

- Verbrauch
- Kosten
- Rendite, Amortisation
- Ökologisch
- Prozesssicherheit
- ...
- Summe aus mehreren

Beispiel Wartung und Kommunikation

- Antrieb Zuluftklappe RLT-Anlage
- Ventilator Drehzahl maximal bei 0 m³/h Luftvolumenstrom
- Anlage ohne Funktion bei hohem Stromverbrauch



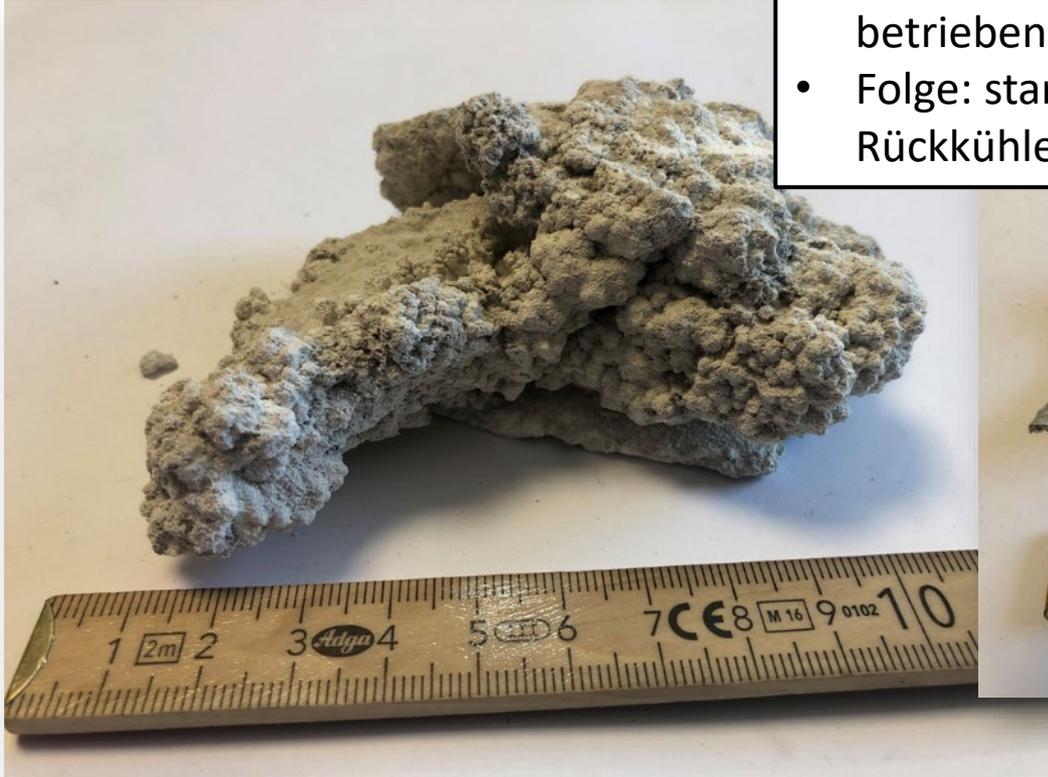
Beispiel Wartung und Kommunikation

- Mangelhafte Funktion wegen fehlender Reinigung
- Erhöhter Stromverbrauch an Rückkühler und Kälteanlage



Beispiel Wartung und Kommunikation

- Kalkablagerungen aus einem Nasskühler (1,4 MW)
- Das Rohrbündel war fast gänzlich mit den Ablagerungen zugesetzt.
- Grund: mangelnde Wartung und fehlerhaft betriebene Wasseraufbereitung
- Folge: stark erhöhter Stromverbrauch an Rückkühler und Kältemaschine



Systematische hydraulische Optimierung

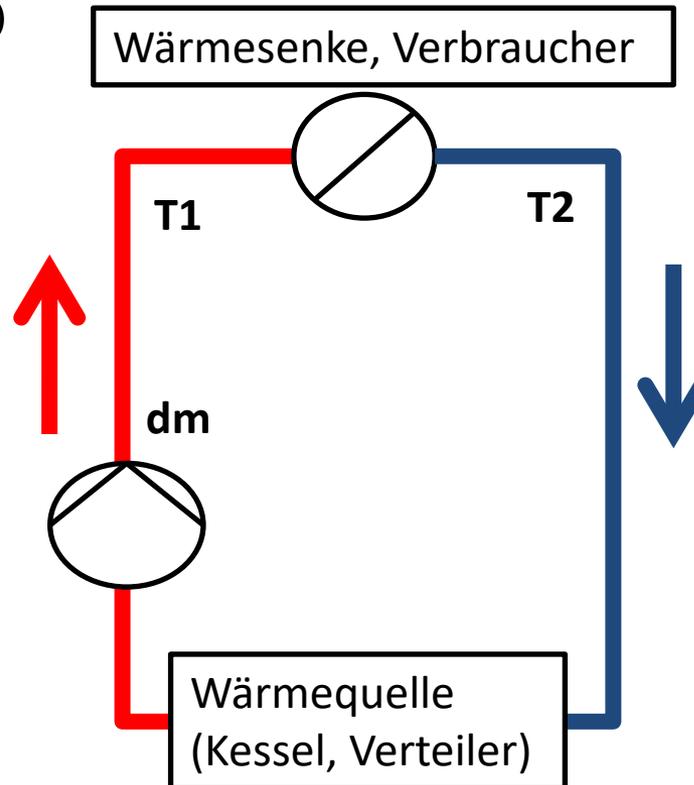
Ein Bestandteil des hydraulischen Abgleich?

Systematische hydraulische Optimierung (Heizkreise)

Grundlagen, Bewertung thermischer Prozesse

*Thermische Leistung = Massenstrom * Wärmekapazität * Temperaturdifferenz*

$$P_{th} = dm \cdot cp \cdot (T1 - T2)$$

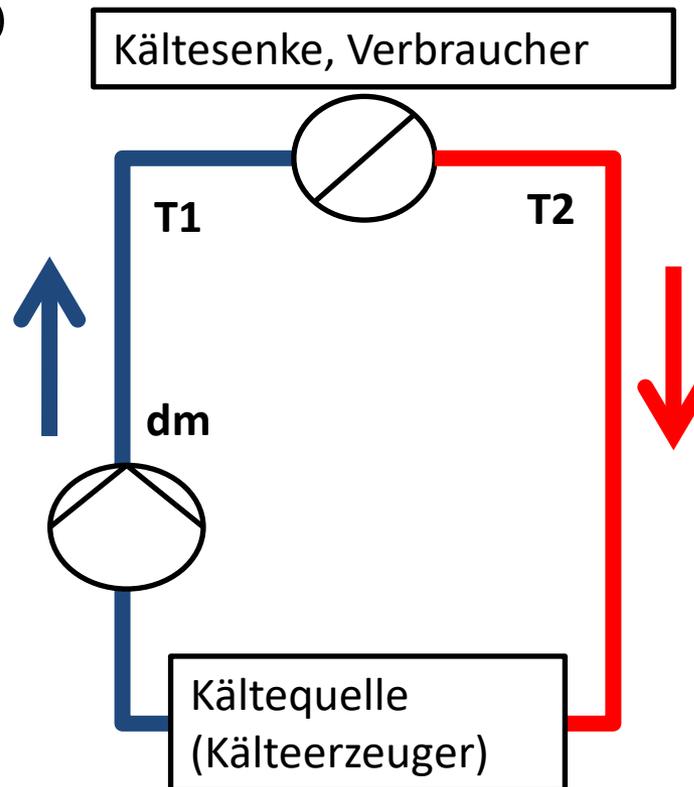


Systematische hydraulische Optimierung (Kältekreise)

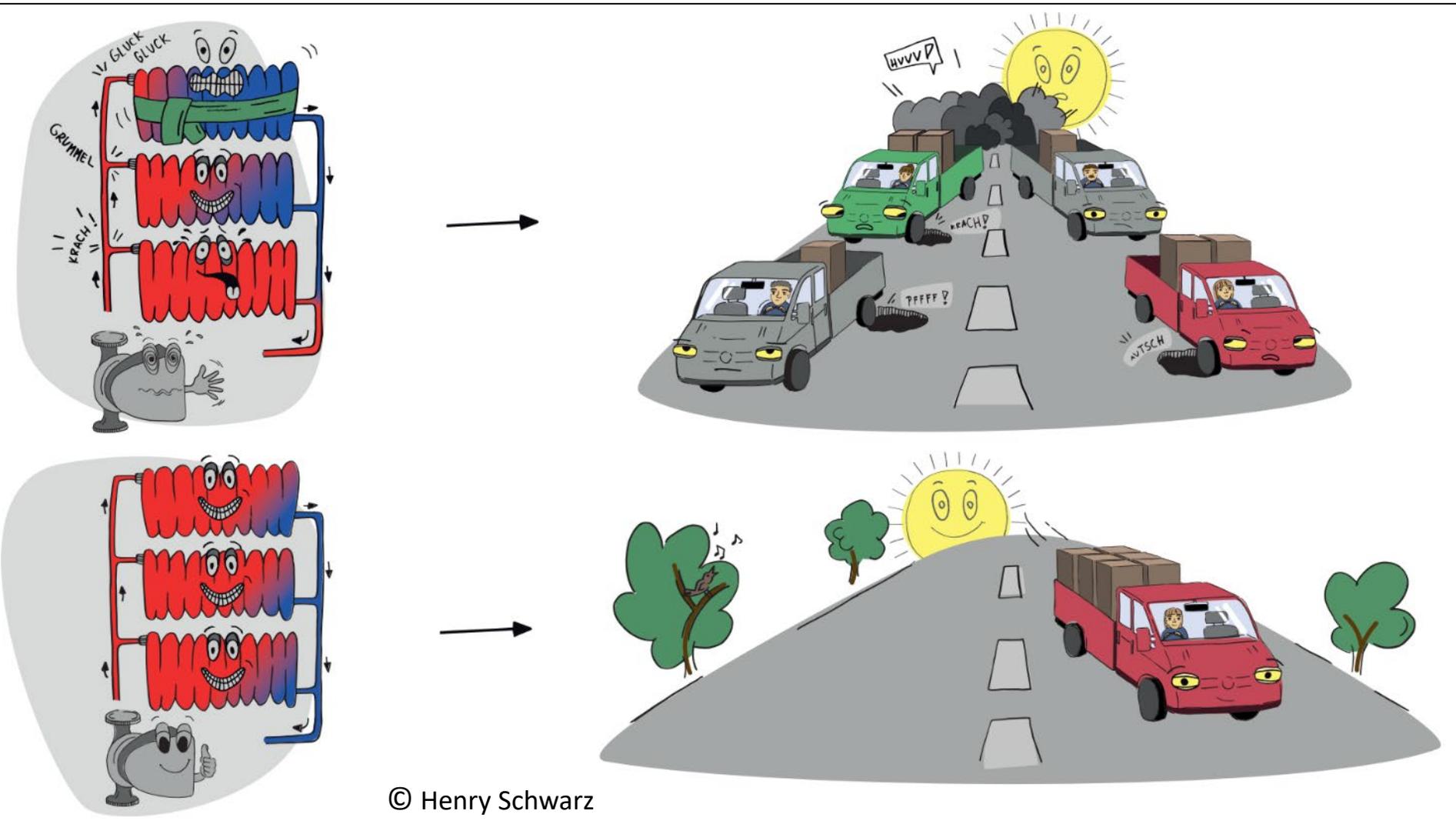
Grundlagen, Bewertung thermischer Prozesse

*Thermische Leistung = Massenstrom * Wärmekapazität * Temperaturdifferenz*

$$P_{th} = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2)$$

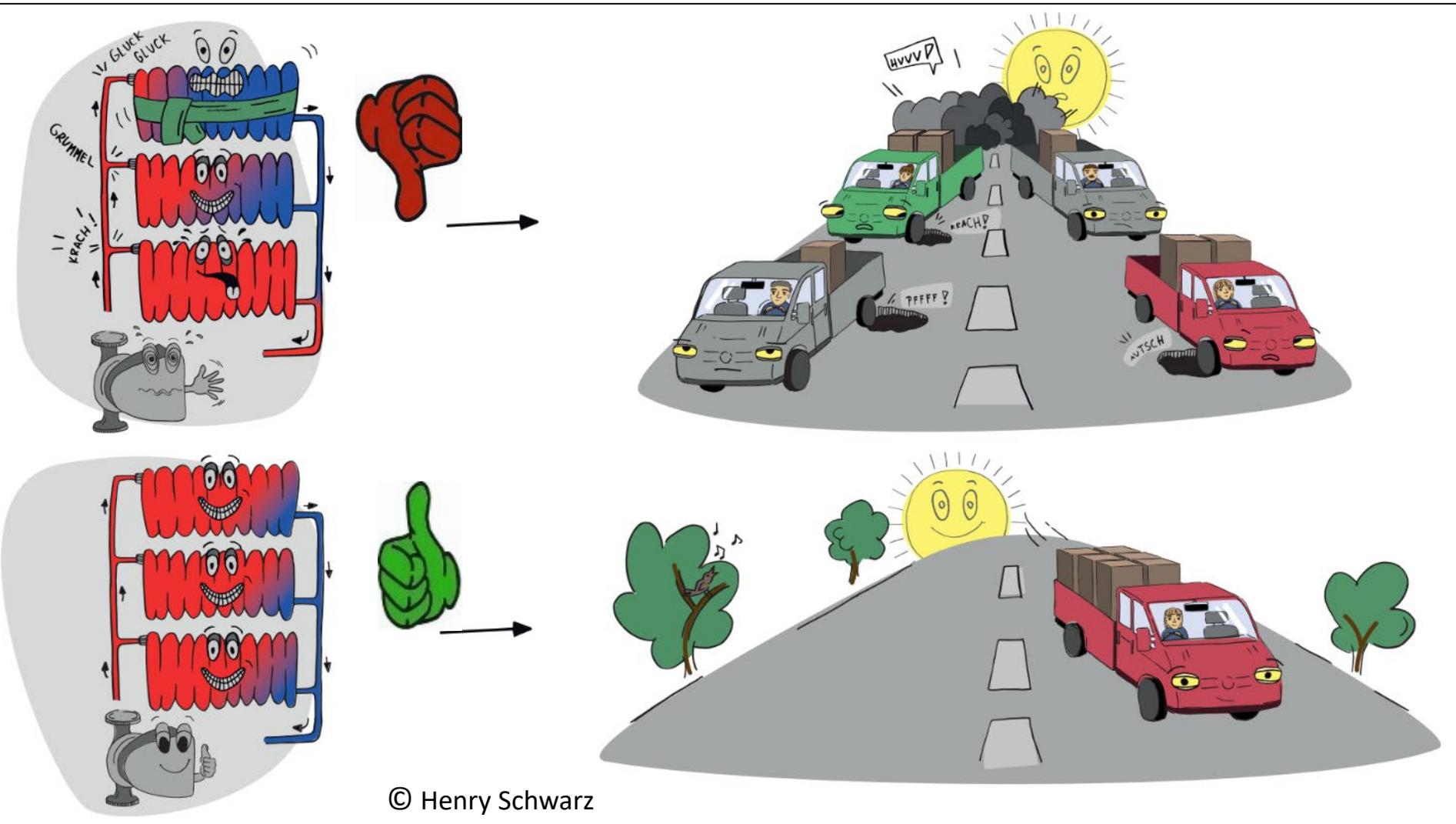


Systematische hydraulische Optimierung -> ein Vergleich



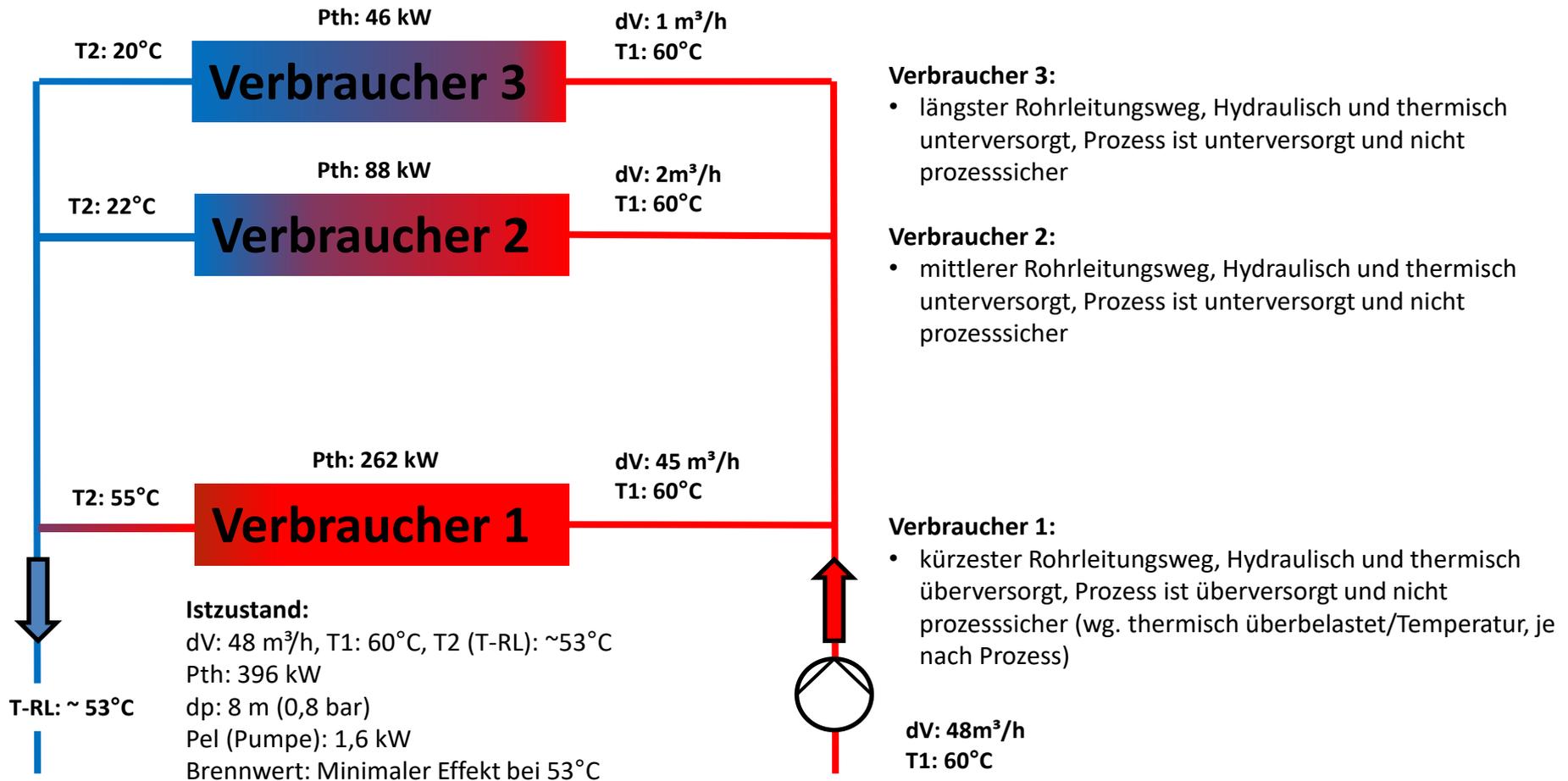
© Henry Schwarz

Systematische hydraulische Optimierung -> ein Vergleich

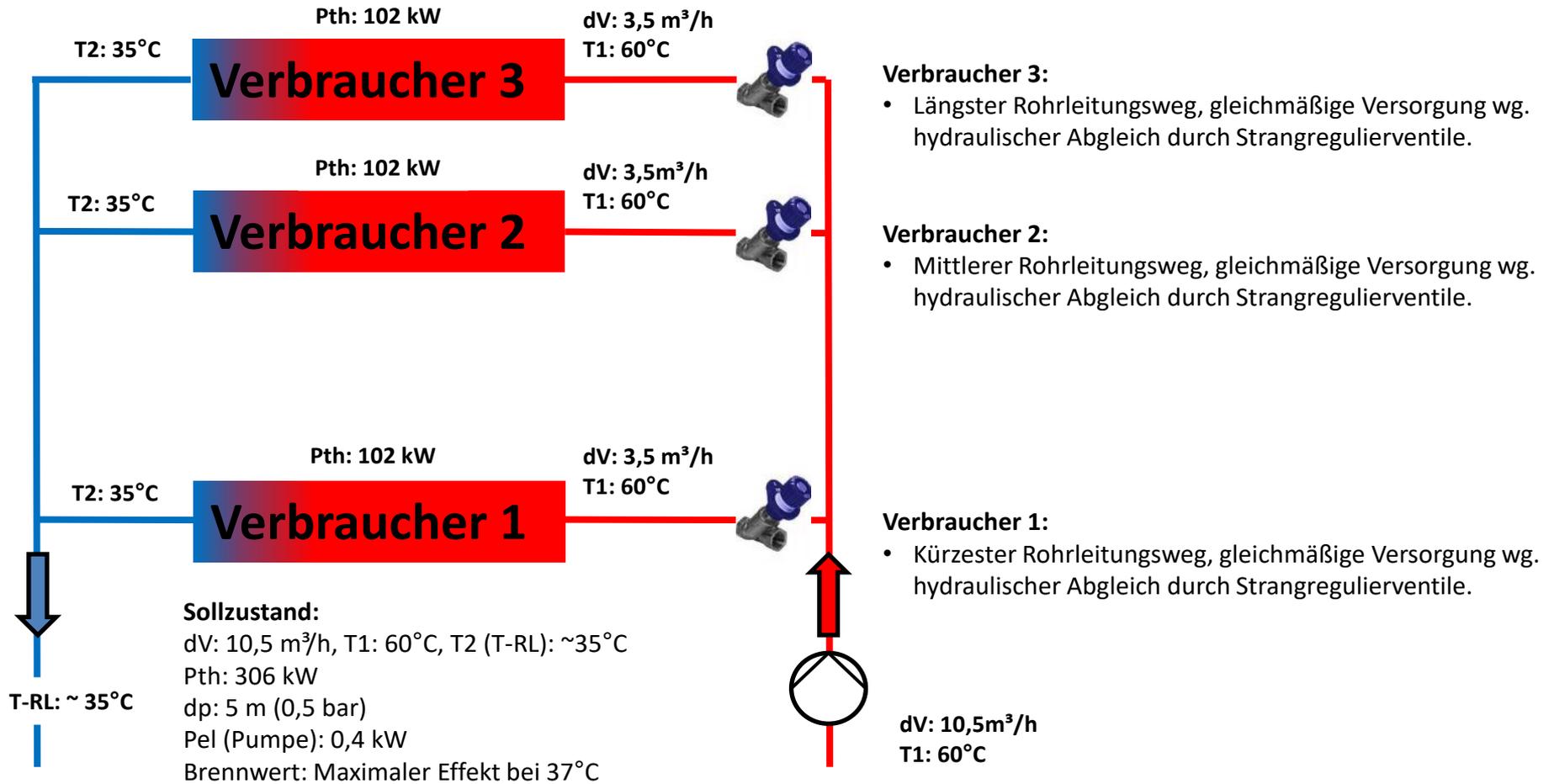


© Henry Schwarz

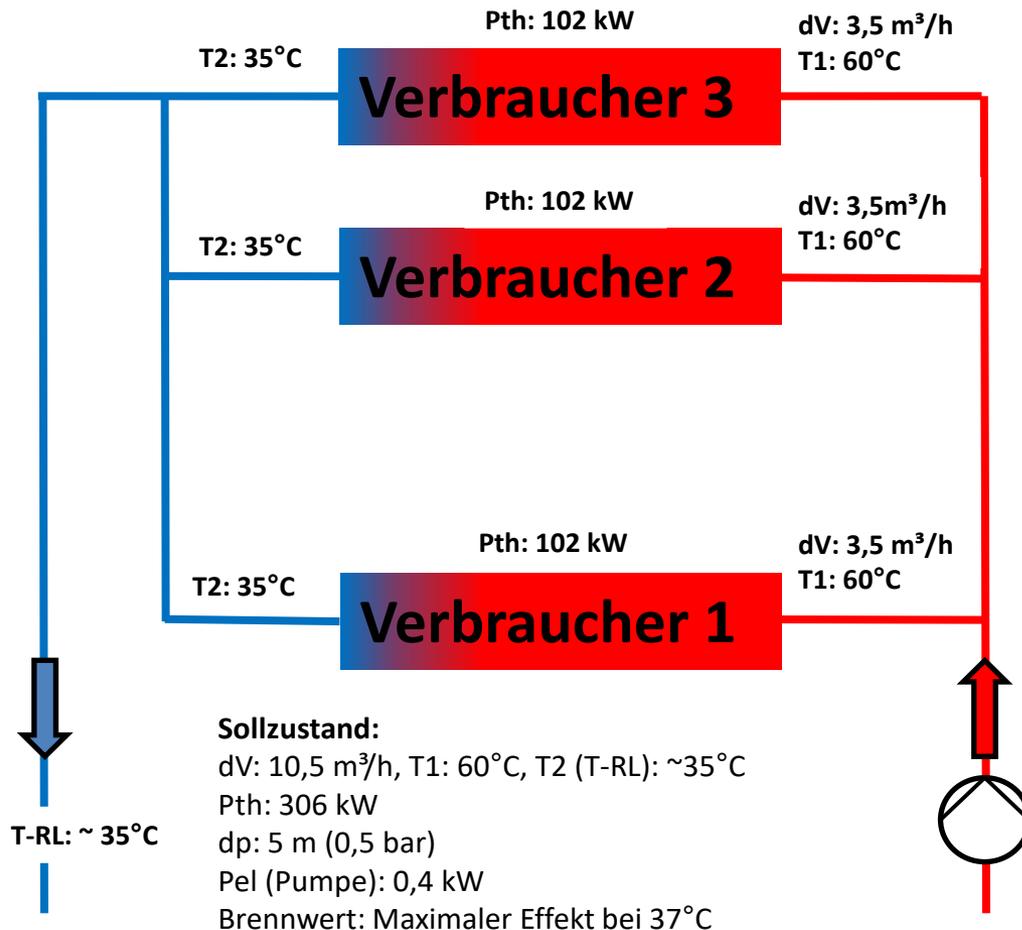
Systematische hydraulische Optimierung (Heizkreise), hydraulisch nicht abgeglichen



Systematische hydraulische (Heizkreise), hydraulisch abgeglichen (Strangregulierventile bzw. stetig regelnde Ventile)



Systematische hydraulische (Heizkreise), hydraulisch abgeglichen (Tichelmann)



Verbraucher 3:

- Identischer Rohrleitungsweg, gleichmäßige Versorgung wg. hydraulischer Abgleich durch Verschaltung nach Tichelmann.

Verbraucher 2:

- Identischer Rohrleitungsweg, gleichmäßige Versorgung wg. hydraulischer Abgleich durch Verschaltung nach Tichelmann.

Verbraucher 1:

- Identischer Rohrleitungsweg, gleichmäßige Versorgung wg. hydraulischer Abgleich durch Verschaltung nach Tichelmann.

dV: 10,5m³/h
T1: 60°C

Indikatoren für systematische hydraulische Optimierungspotentiale im Wärmeverchubsystem

-> Wärmebildkamera

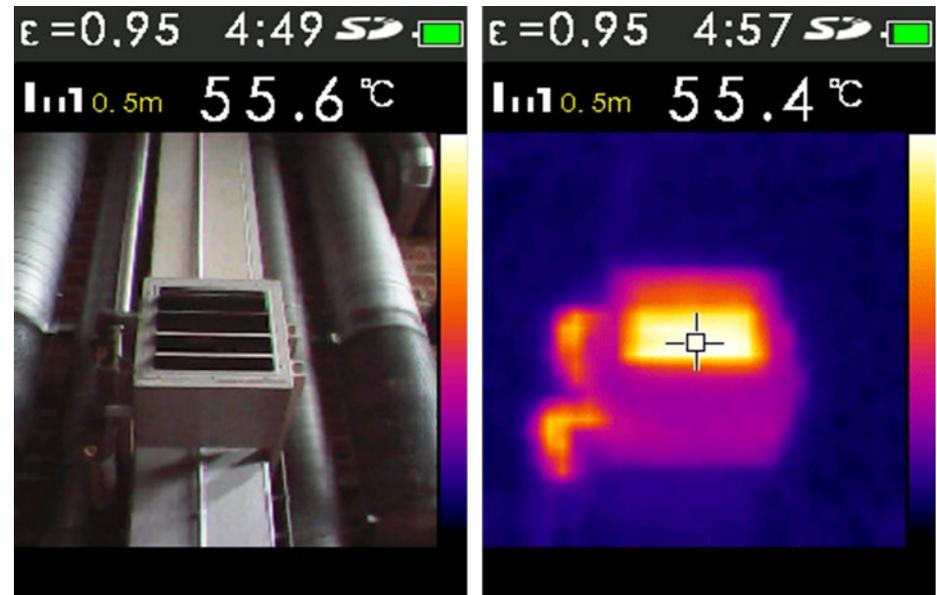
Beispiel Systematische hydraulische Optimierung

Analog zur Kälteverteilung ist das Ziel:

- **Minimal möglicher Volumenstrom bei maximal möglicher Temperaturdifferenz**

In der Praxis wird das Betriebsverhalten eines Verbrauchers nicht immer sofort sichtbar. Grund sind häufig fehlende Revisionsunterlagen, fehlende Regelbeschreibungen oder fehlende Datenblätter.

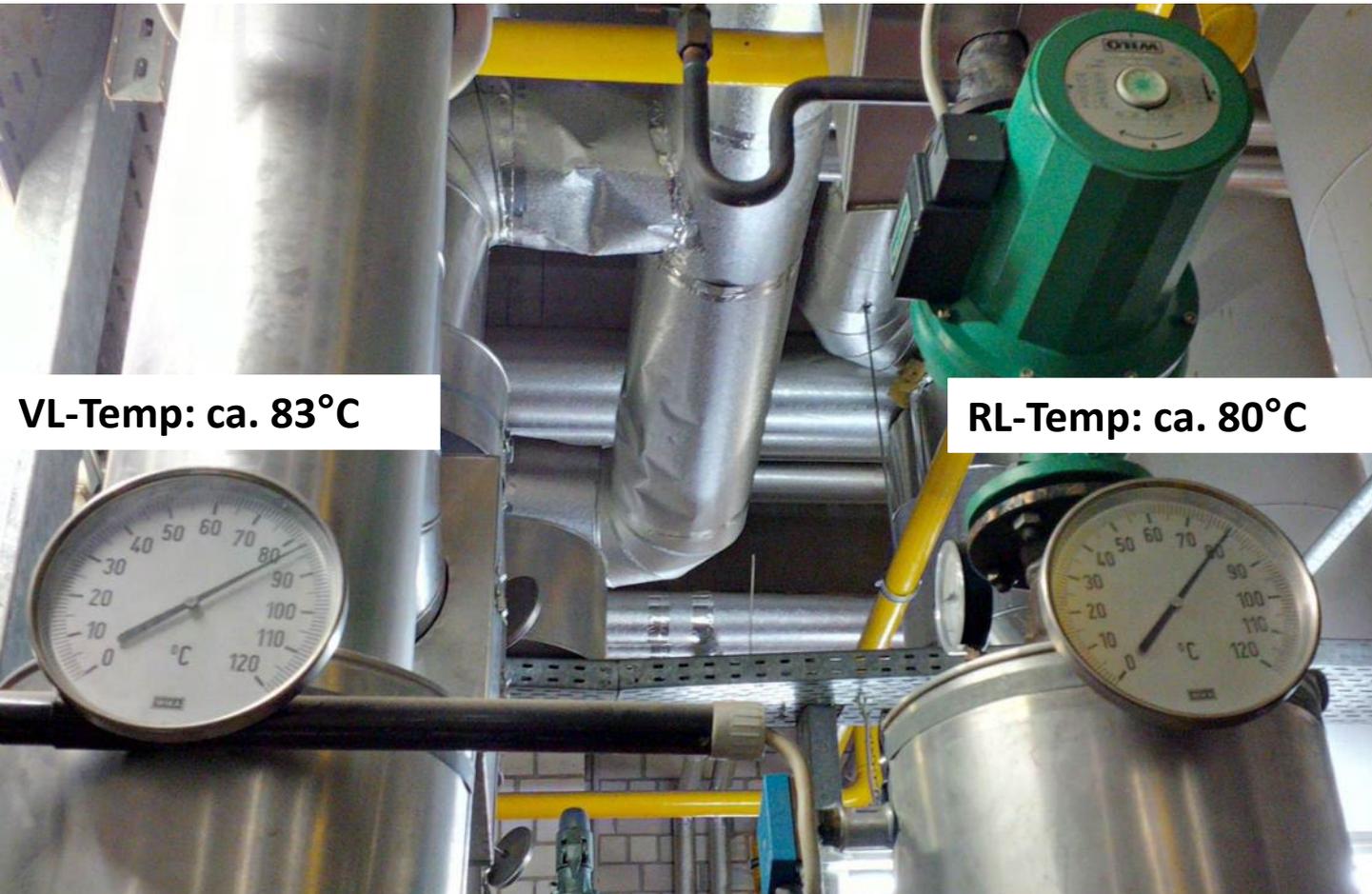
- Feststellung eines unregelmäßig arbeitenden Verbrauchers mittels Wärmebildkamera.
- Der Umluftheizer ist ausgeschaltet, wird aber mit vollem Volumenstrom Heizwasser durchströmt (Wärmekonvektion).
- Umluftheizer ist in ca. 5m Höhe verortet. Ineffizienz ist also typischerweise im Tagesgeschäft nicht festzustellen.



Indikatoren für systematische hydraulische Optimierungspotentiale im Wärmeverchubsystem

-> Temperaturdifferenz

Indikatoren für hydraulische Optimierungspotentiale -> Temperaturdifferenz



Indikatoren

- Erwartungshaltung bei typischen geschlossenen Heizsystemen nach Auslegung prüfen bzw. 10 Kelvin bis 30 Kelvin typischer Vergleichswert (je nach Heizlast / Jahreszeit)
- Temperaturdifferenz hier deutlich zu klein

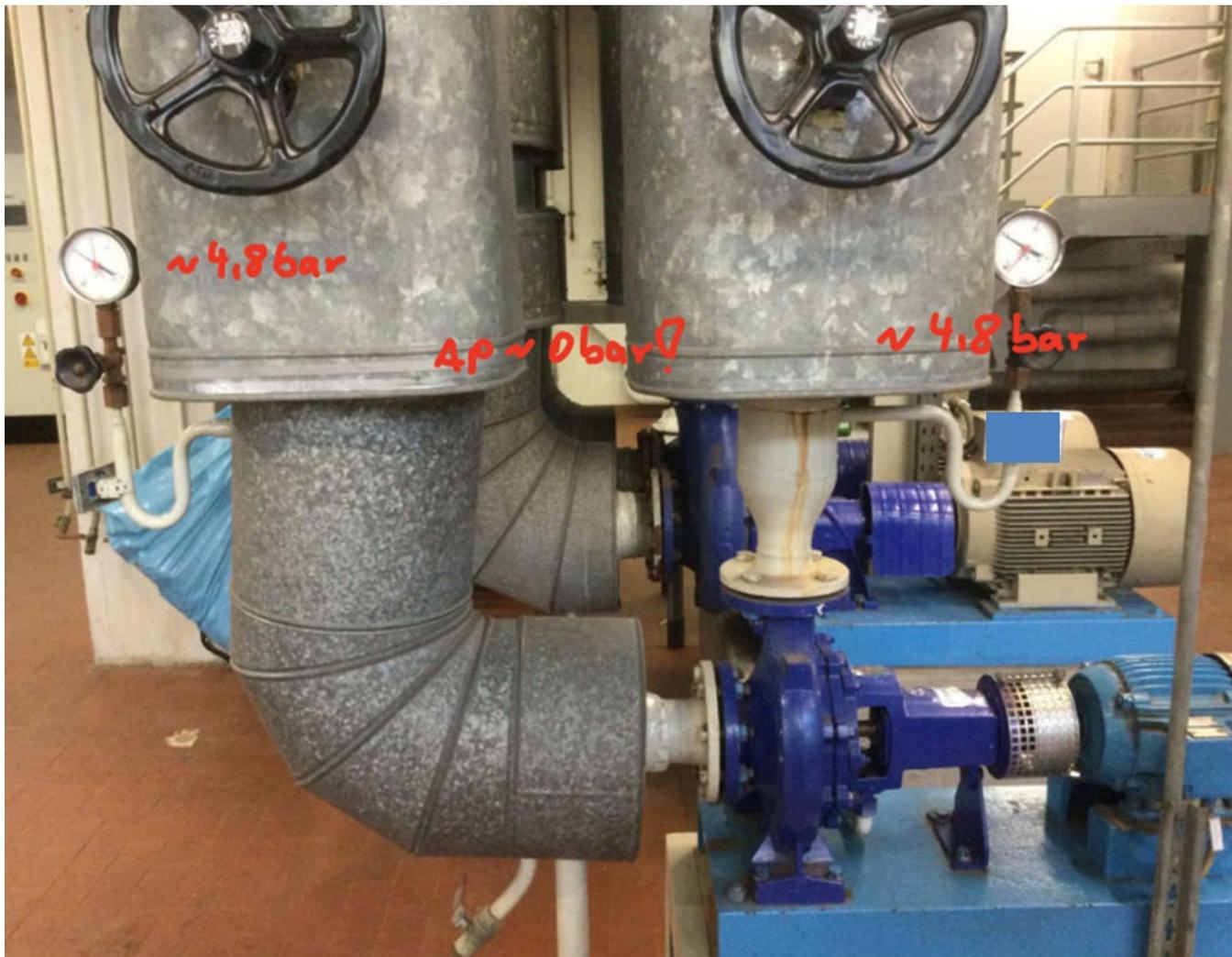
Folge

- Hohe Rücklauftemperaturen, kein Brennwerteffekt, Niedertemperaturwärmquellen nicht nutzbar

Indikatoren für systematische hydraulische Optimierungspotentiale im Wärmeverchubsystem

-> Differenzdrücke

Indikatoren für hydraulische Optimierungspotentiale -> Differenzdrücke



Indikatoren

- Erwartungshaltung bei typischen geschlossenen Heizsystemen nach Auslegung prüfen bzw. 3 m bis 10 m typischer Vergleichswert (je nach Heizlast / Jahreszeit)
- Differenzdruck hier nahezu Null

Folge

- keine hydraulische Drosselung, flache Pumpenkennlinie und hoher Betriebspunkt Pumpe

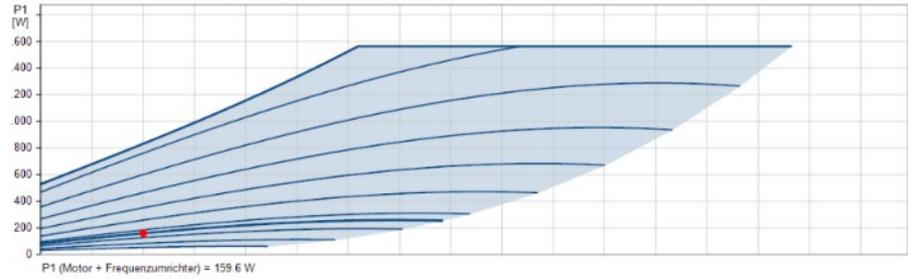
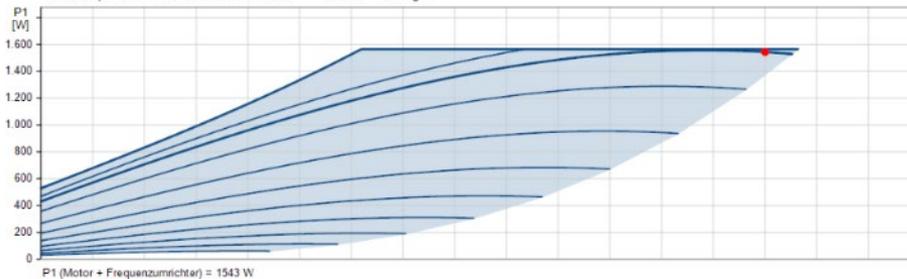
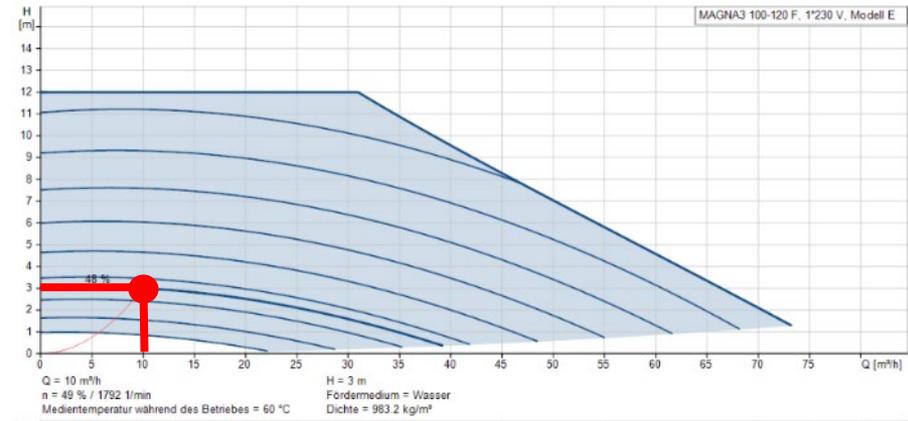
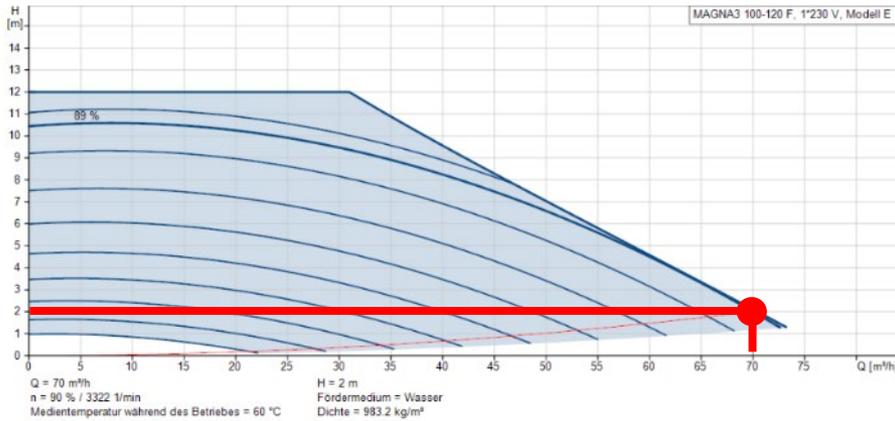
Indikatoren für hydraulische Optimierungspotentiale -> Differenzdrücke

Pumpenbetriebspunkt vor systematischer hydraulischer Optimierung

dV: 75 m³/h und dp: 2 m
 Pth: ca. 260 kWth (bei ca. 3 K Delta T)
 Pel: 1,5 kWel

Pumpenbetriebspunkt nach systematischer hydraulischer Optimierung

dV: 10 m³/h und dp: 3 m
 Pth: ca. 260 kWth (bei ca. 22 K Delta T)
 Pel: 0,15 kWel



Pumpenauslegung am Beispiel Grundfos Magna3 100-120F

Indikatoren für hydraulische Optimierungspotentiale -> Differenzdrücke

Pumpenbetriebspunkt vor systematischer hydraulischer Optimierung

dV: 75 m³/h und dp: 2 m

Pth: ca. 260 kWth (bei ca. 3 K Delta T)

Pel: 1,5 kWel



Pumpenbetriebspunkt nach systematischer hydraulischer Optimierung

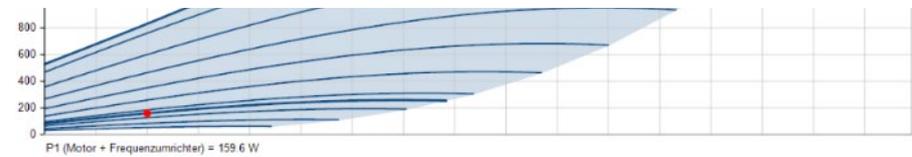
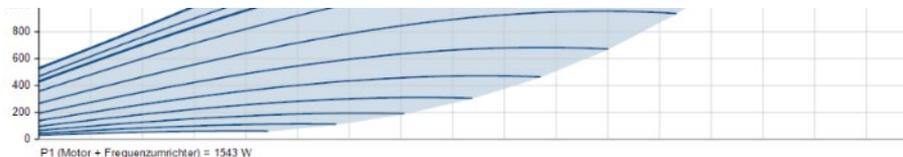
dV: 10 m³/h und dp: 3 m

Pth: ca. 260 kWth (bei ca. 22 K Delta T)

Pel: 0,15 kWel



**Systematische Optimierung / Reduzierung
 Vorlauftemperatur -> Größere Temperaturdifferenz ->
 niedrigere Rücklauftemperatur -> Brennwerteffekt ->
 Potential für Einbindung von
 Niedertemperaturwärmequellen**

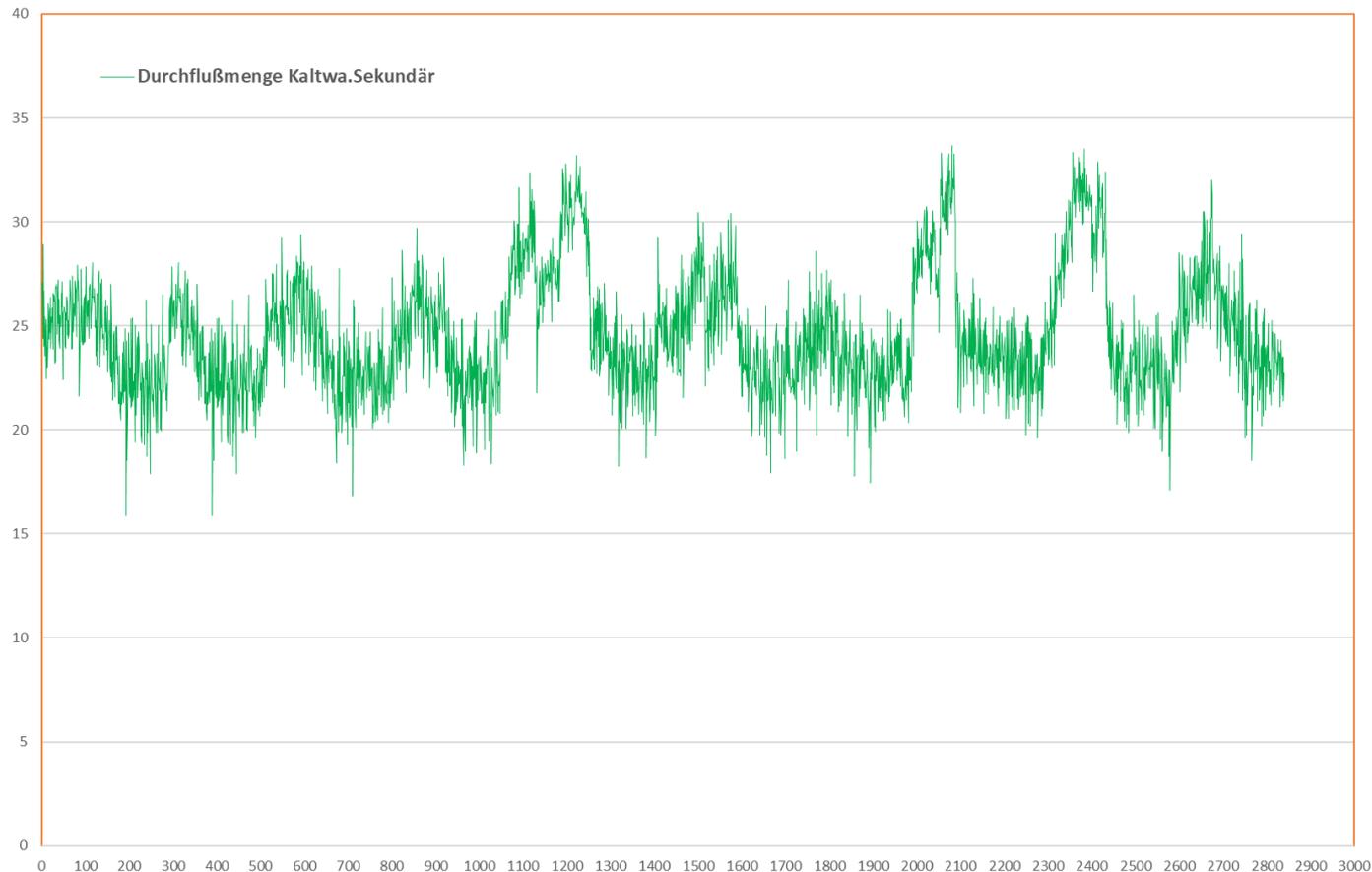


Pumpenauslegung am Beispiel Grundfos Magna3 100-120F

Indikatoren für systematische hydraulische Optimierungspotentiale im Wärmerverschubsystem

-> Messdaten (Kälte)

Indikatoren für hydraulische Optimierungspotentiale -> Messdaten



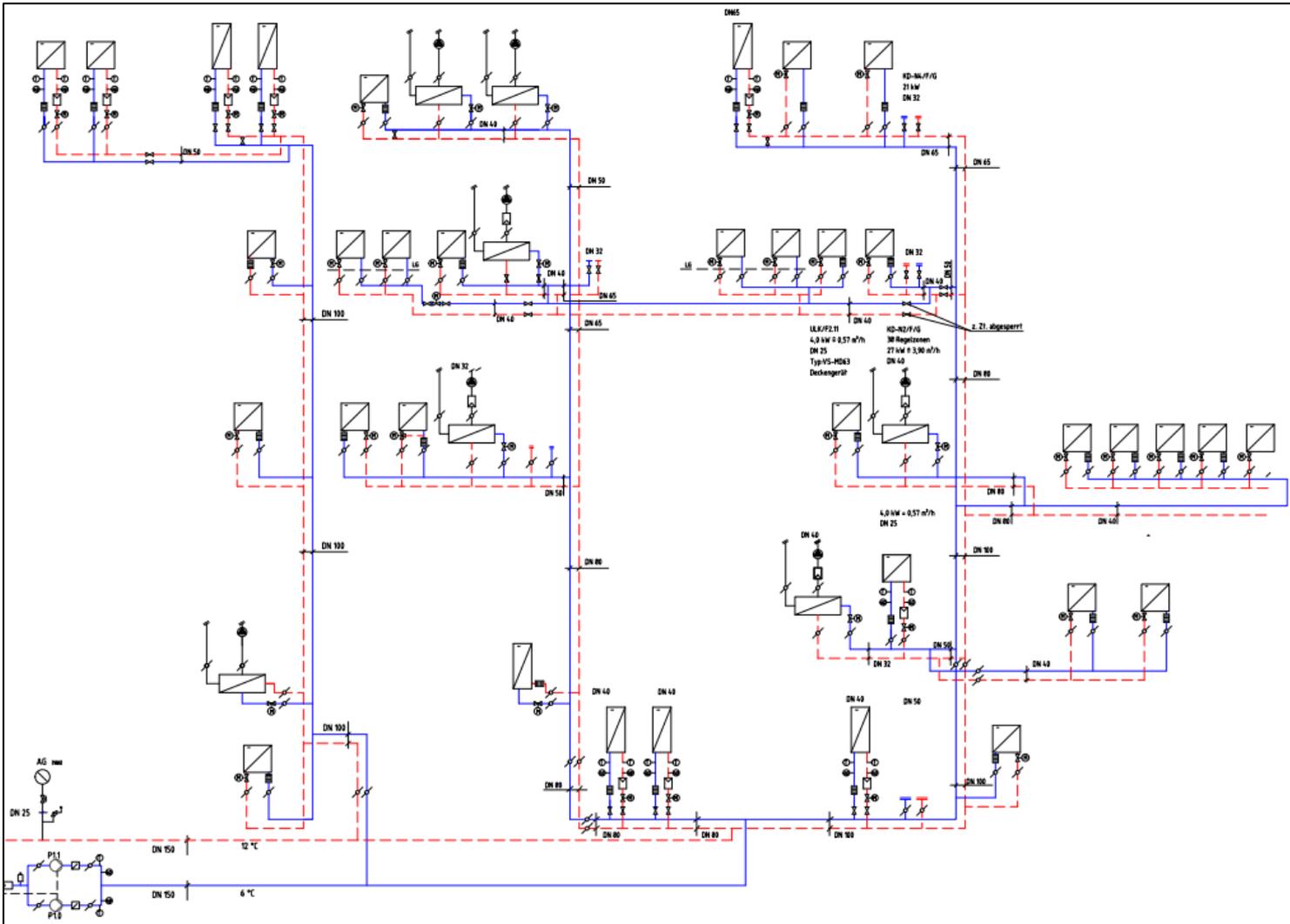
Istzustand Kälteverteilung

- minimaler Differenzdruck bei einem relativ konstant hohen Volumenstrom und Temperaturdifferenz von max. 2 K (Erwartungshaltung bei Kälte ca. 6 K)

Vermutung

- Ungeregelte Bypässe

Indikatoren für hydraulische Optimierungspotentiale -> Messdaten



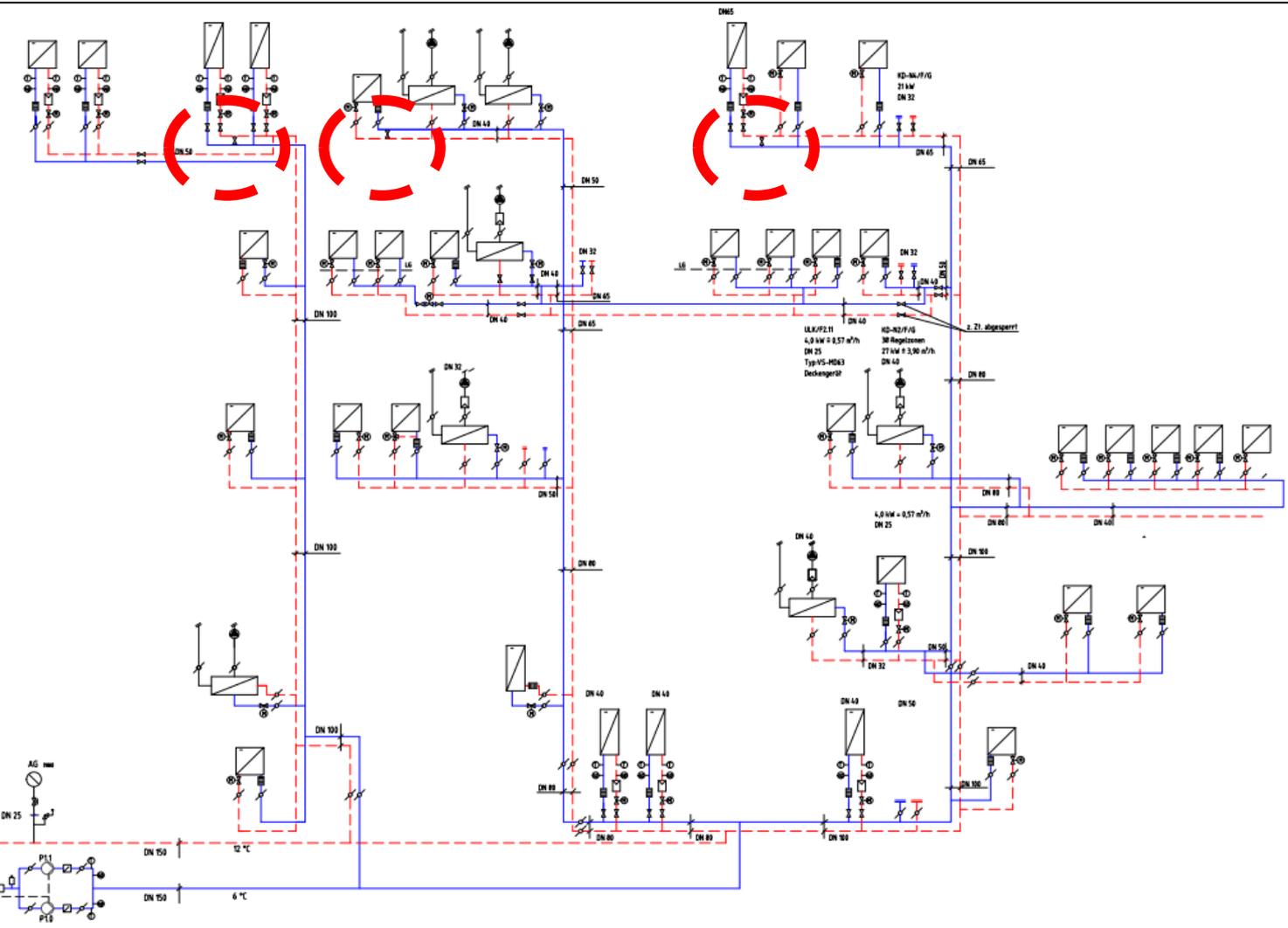
Istzustand Kälteverteilung

- minimaler Differenzdruck bei einem relativ konstant hohen Volumenstrom und Temperaturdifferenz von max. 2 K (Erwartungshaltung bei Kälte ca. 6 K)

Vermutung

- Ungeregelte Bypässe

Indikatoren für hydraulische Optimierungspotentiale -> Messdaten



Istzustand Kälteverteilung

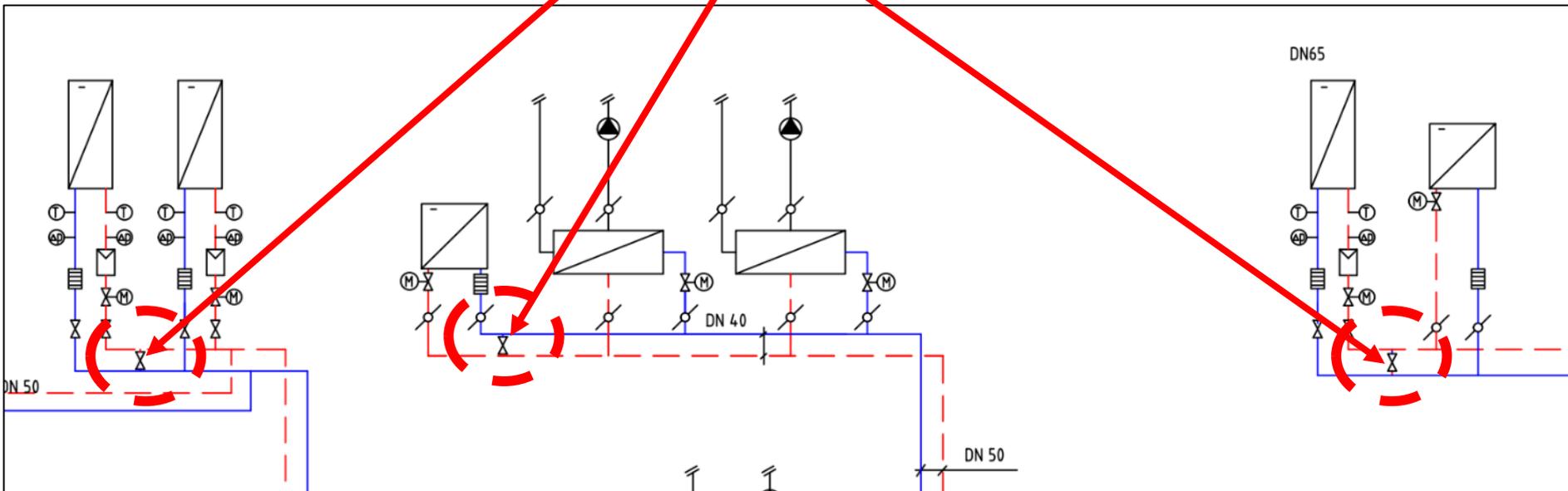
- minimaler Differenzdruck bei einem relativ konstant hohen Volumenstrom und Temperaturdifferenz von max. 2 K (Erwartungshaltung bei Kälte ca. 6 K)

Vermutung

- Ungeregelte Bypässe

Indikatoren für hydraulische Optimierungspotentiale -> Messdaten

Ungeregelte Bypässe



Notwendigkeit von ungeregelten Bypässen sind technisch überholt. Diese verhindern effiziente Wärmeversuchsysteme (Druckregelung Pumpen) bzw. die Anwendung von alternativen Wärmequellen / Kältequellen (größere Temperaturdifferenzen).

Indikatoren für hydraulische Optimierungspotentiale -> Messdaten

Istzustand → Nebeneffekt

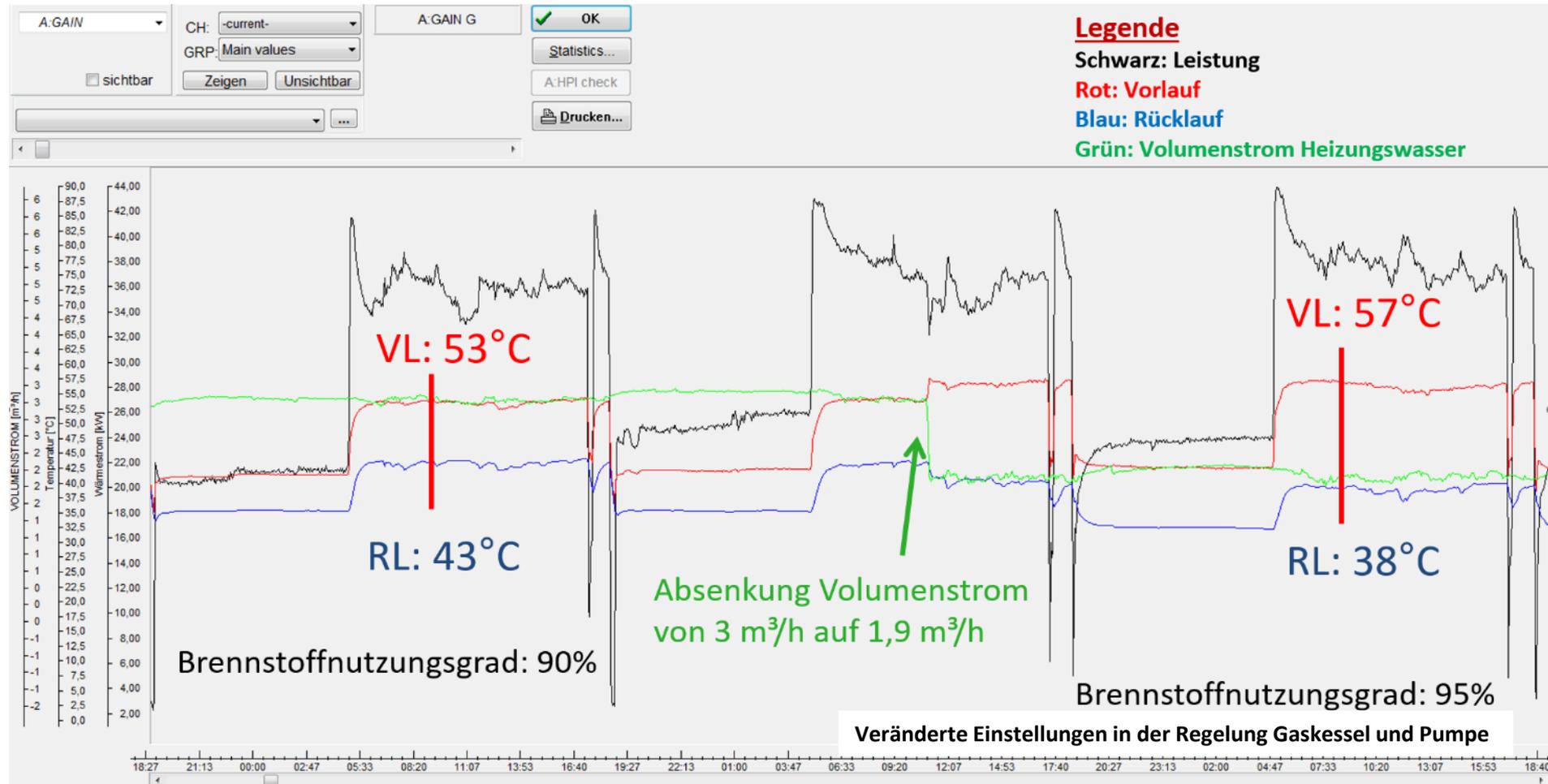
- Neben der Messung und Feststellung Istzustand Volumenstrom, wurde nach der Demontage der Rohrleitungsisolierung eine erhebliche Korrosion festgestellt, welche dem Kunden nicht bekannt war.



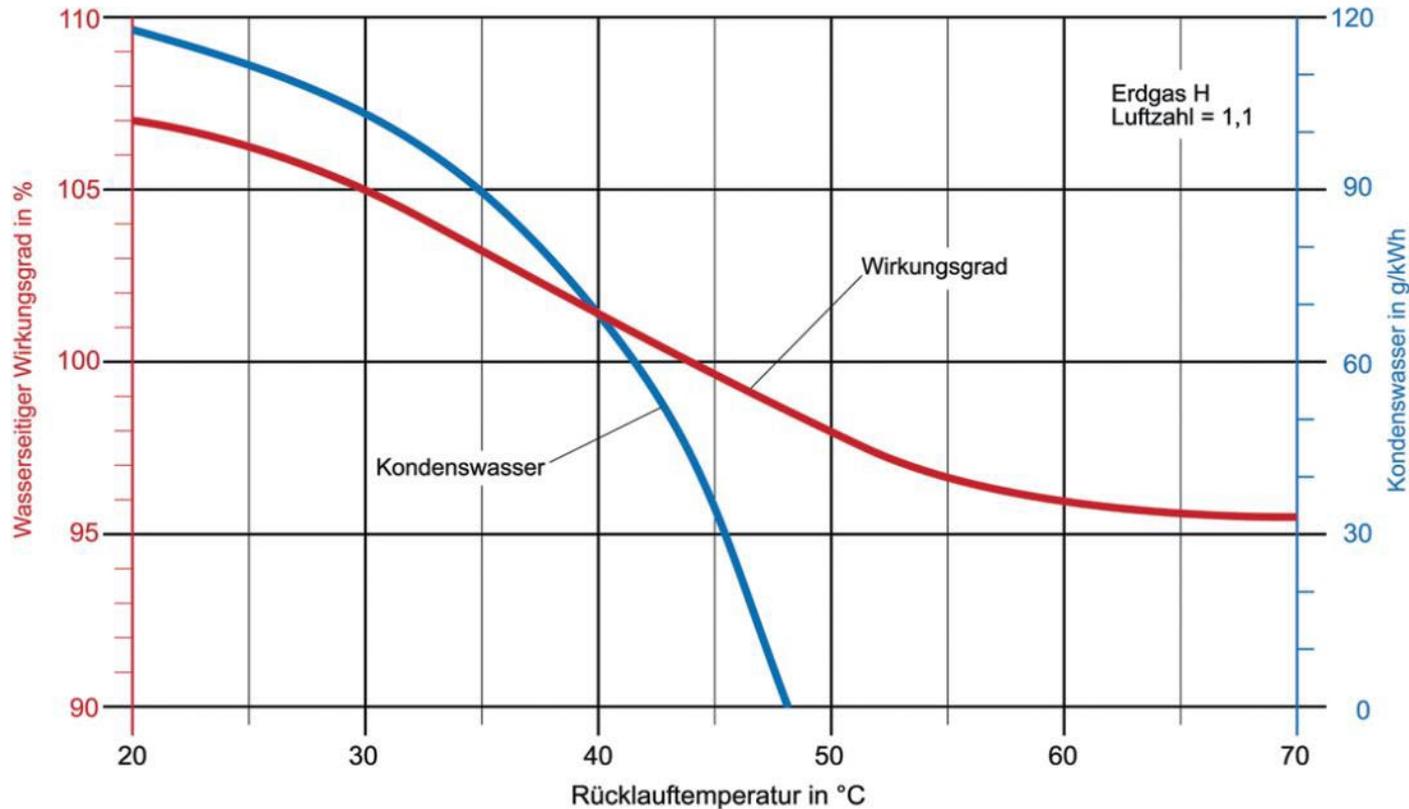
Systematische hydraulische Optimierungspotentiale im Wärmeverschubsystem

-> ein umgesetztes Beispiel

Systematische hydraulische Optimierungspotentiale im Wärmeverchubsystem, -> ein umgesetztes Beispiel



Systematische hydraulische Optimierungspotentiale im Wärmeverchubsystem, -> ein umgesetztes Beispiel



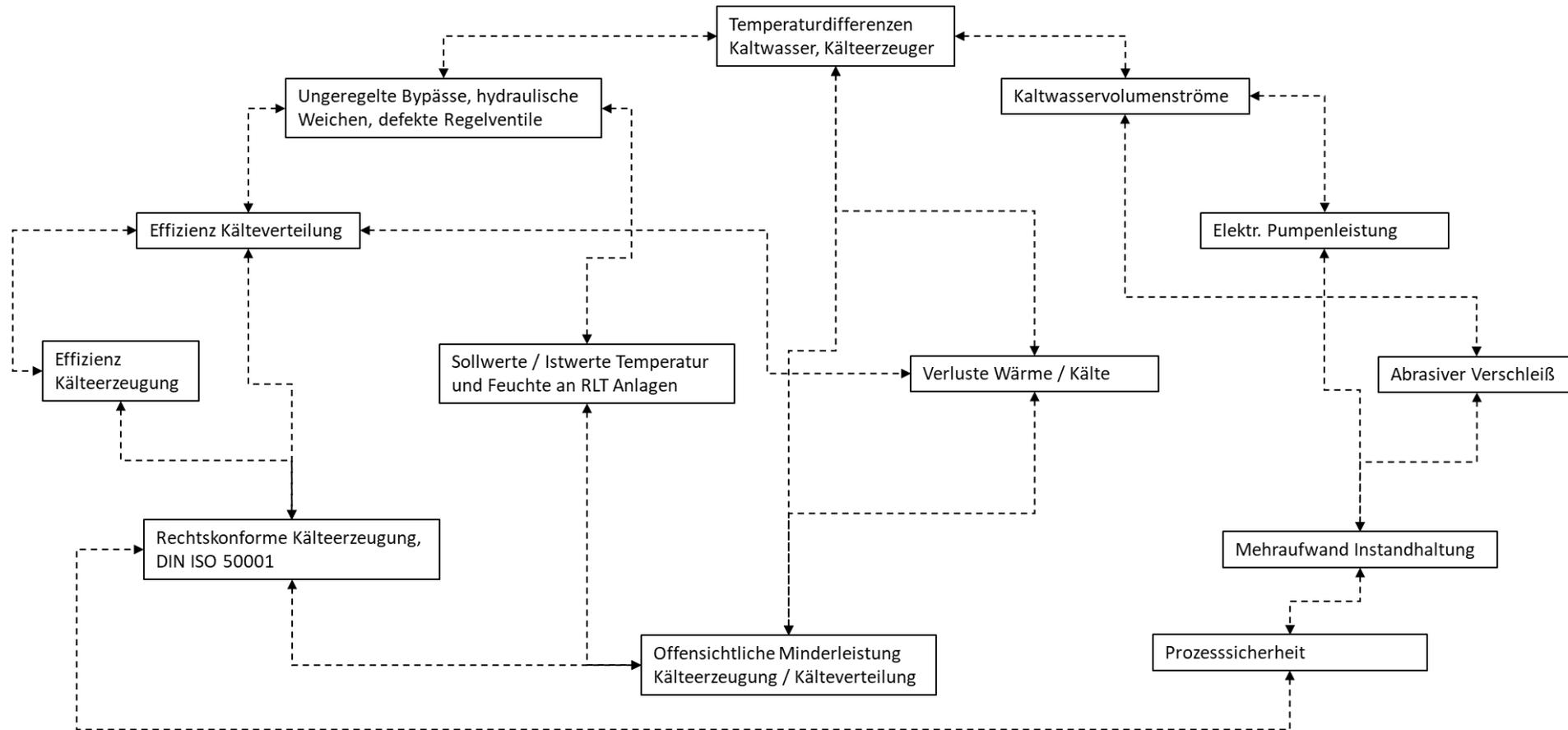
Kondenswassermenge und Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Rücklauftempertaur

Quelle : ruhrgas

Systematische hydraulische Optimierungspotentiale im Wärmeverschubsystem

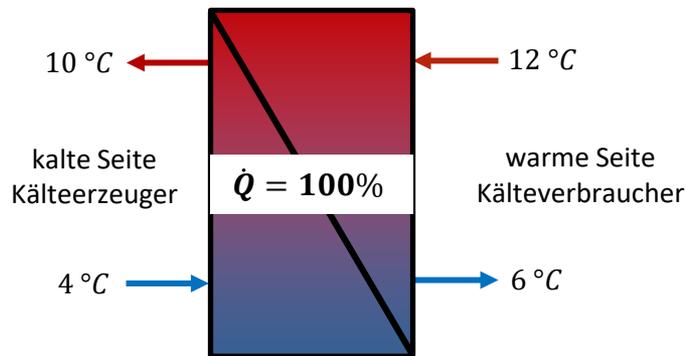
-> Wechselwirkungen

Systematische hydraulische Optimierungspotentiale im Wärmeverschiebesystem, -> Wechselwirkungen (hier Kaltwasser)



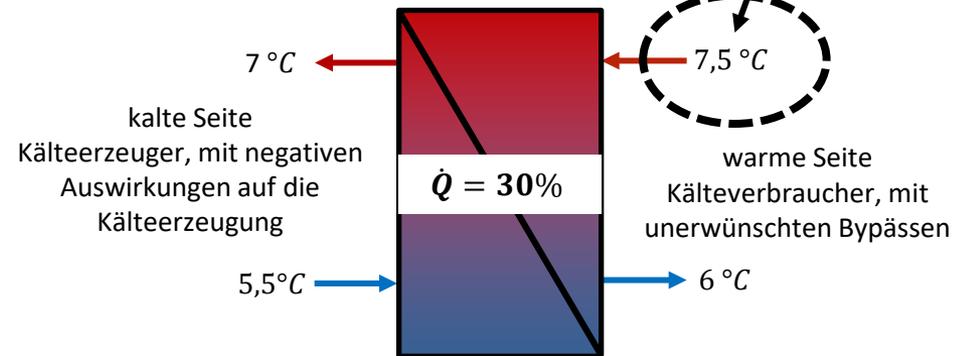
Systematische hydraulische Optimierungspotentiale im Wärmeverschiebesystem, -> Wechselwirkungen (hier Kaltwasser)

Übertragerleistung Wärmetauscher mit bestimmungsgemäßen Temperaturen



100 % Leistung

Übertragerleistung Wärmetauscher mit abweichenden Temperaturen für den bestimmungsgemäßen Betrieb

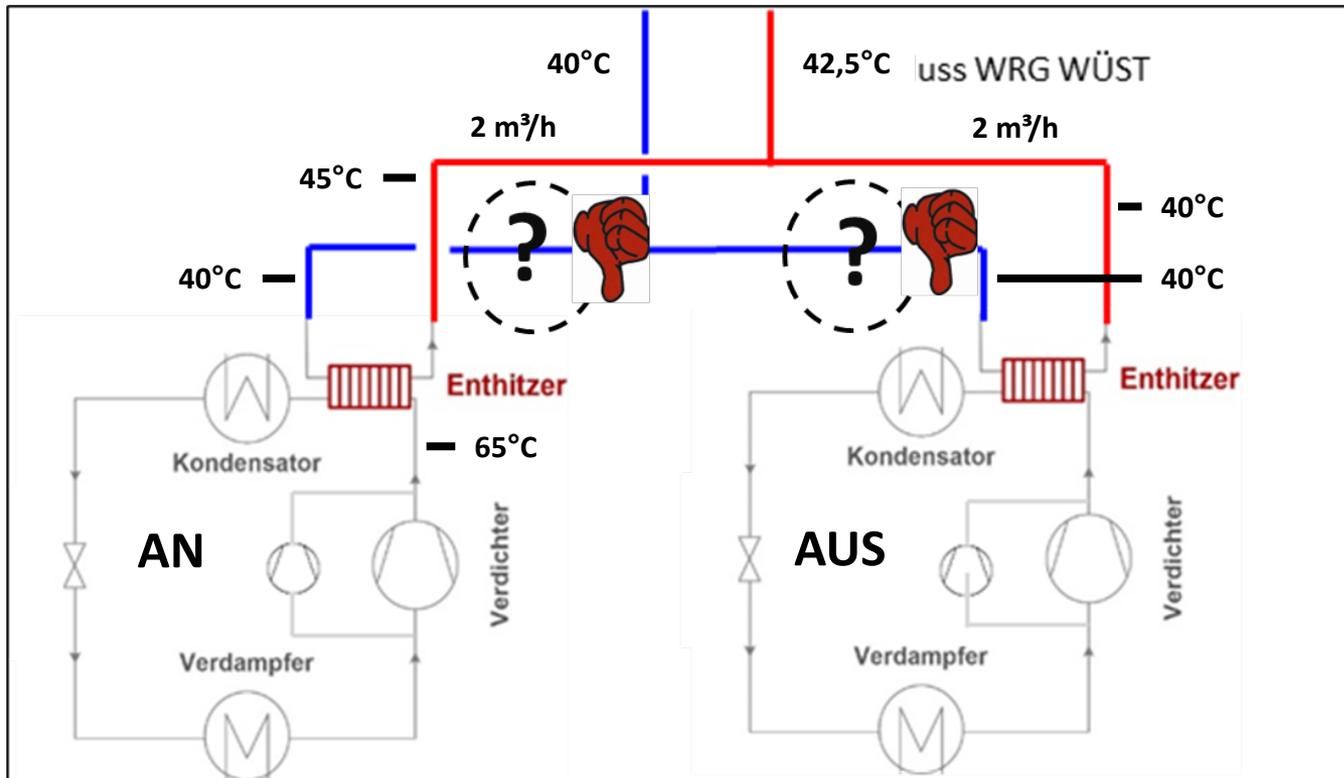


**Reduzierung auf ca. 30 %
 der Nennleistung!**

Systematische hydraulische Optimierungspotentiale und Abwärmennutzung

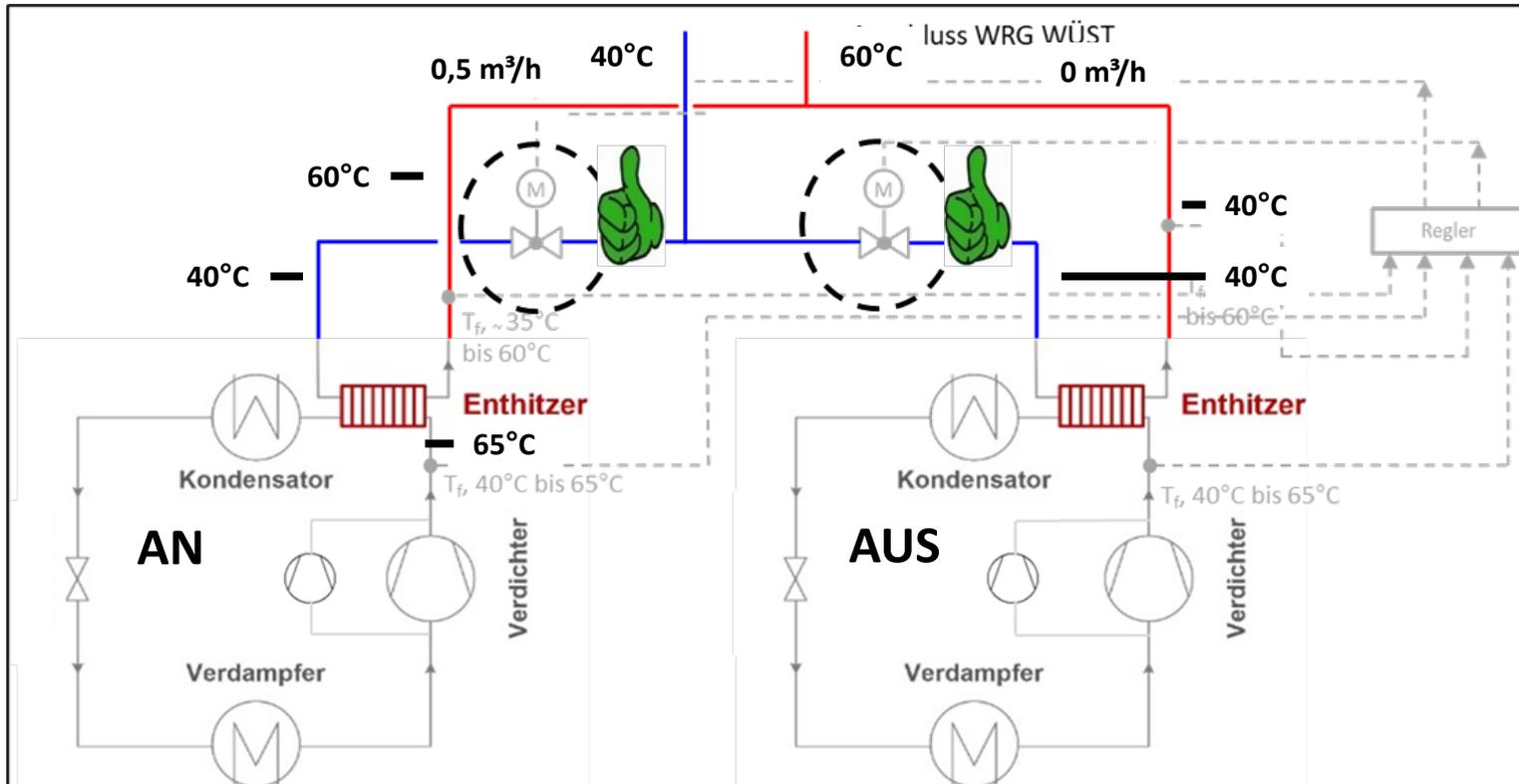
-> ein umgesetztes Beispiel

Systematische hydraulische Optimierungspotentiale und Abwärmenutzung



- WRG ohne Funktion (Temperaturen zu gering für typische Heizwärmeverbraucher, Istwert ist kleiner als Sollwert), ca. 11,6 kW mit zu geringer Temperatur!
- Kältekreise laufen selten parallel
- Rücklauftemperatur wird durch fehlende Regelung runtergemischt
- Teilweise so tief, dass Vorlauftemperatur im Primärkreis ebenfalls abgesenkt wird.

Systematische hydraulische Optimierungspotentiale und Abwärmenutzung



Lösung:

- Nachrüstung von Regelventilen und Regelkreisen zur Volumenstromregelung der Abwärmekreise
- ca. 11,6 kW mit deutlich höherer Temperatur und nutzbar für typische Heizwärmeverbraucher

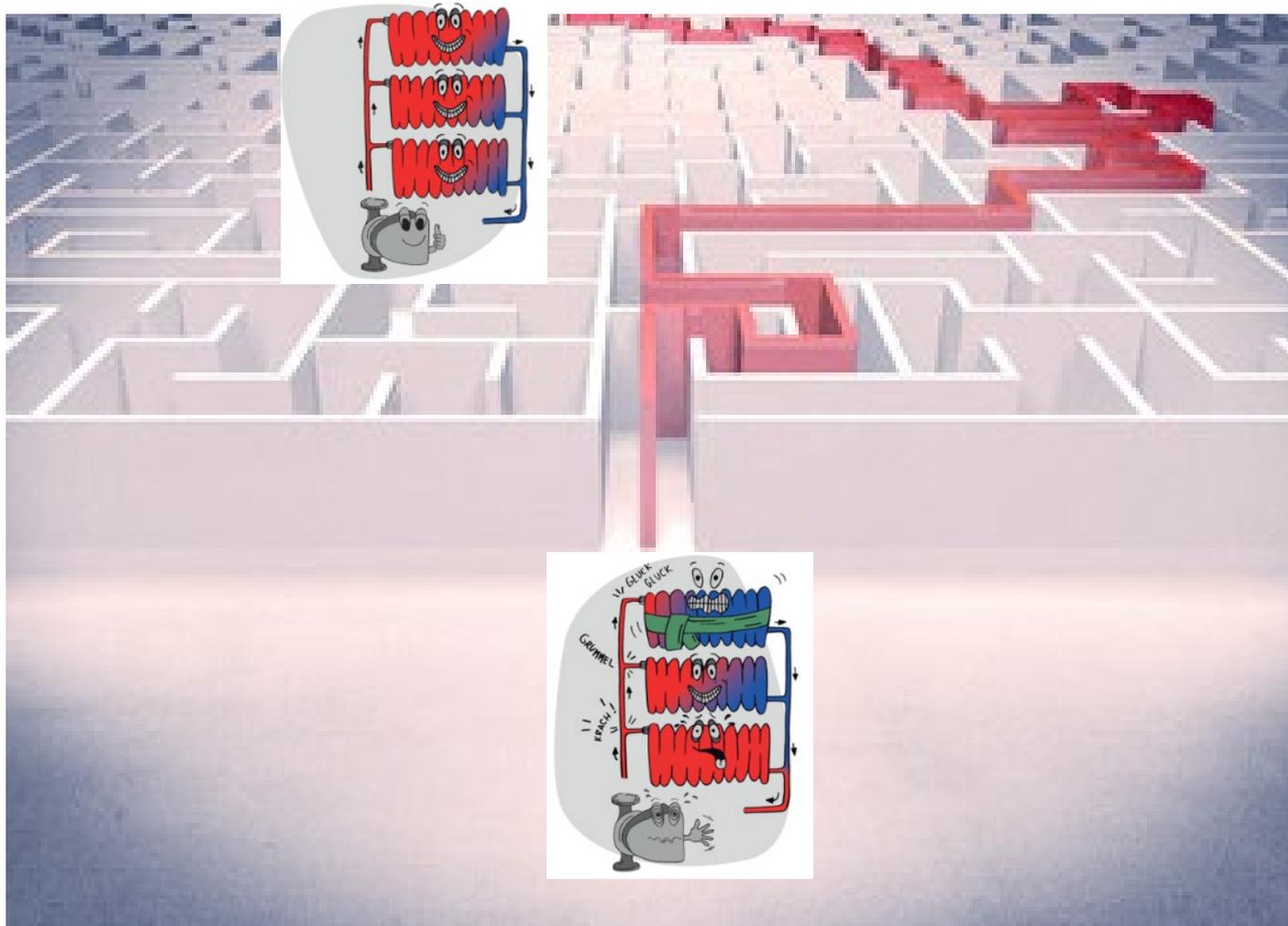
Systematische hydraulische Optimierung, Fazit

- alle Wärmesenken nur die Menge an Medium (Heizwasser bzw. Kaltwasser) bekommen, welche diese benötigen (weder eine Überversorgung noch eine Unterversorgung)
- der Verbrauch an elektrischer Pumpenenergie deutlich reduziert hat
- ein deutlich geringerer Verschleiß an der gesamten Anlage (abrasiver Verschleiß durch hohe Strömungsgeschwindigkeiten)
- die Temperaturdifferenzen deutlich erhöht haben (Wärmenetz und Kältenetz)
- die Rücklauftemperaturen deutlich reduziert haben (Wärmenetz) bzw. höhere Rücklauftemperaturen bei Kältenetz
- die Wärmequelle mit einem deutlich höheren Nutzungsgrad arbeiten kann bzw. der Kälteerzeuger in einem effizienteren Betriebspunkt arbeiten kann
- deutlich höhere Prozesssicherheit

Und damit sind ideale Grundlagen (zwingende Notwendigkeit) vorhanden, alternative Niedertemperaturwärmequellen (bei Heizwärme) bzw. alternative Kältequellen in bestehende Wärmeversuchsysteme zu integrieren.

Systematische hydraulische Optimierung Lösungsweg

- Wege finden und nicht Gründe suchen



Weitere potentielle Inhalte / Themen, physikalische Einflussgrößen auf Prozesssicherheit und Effizienz

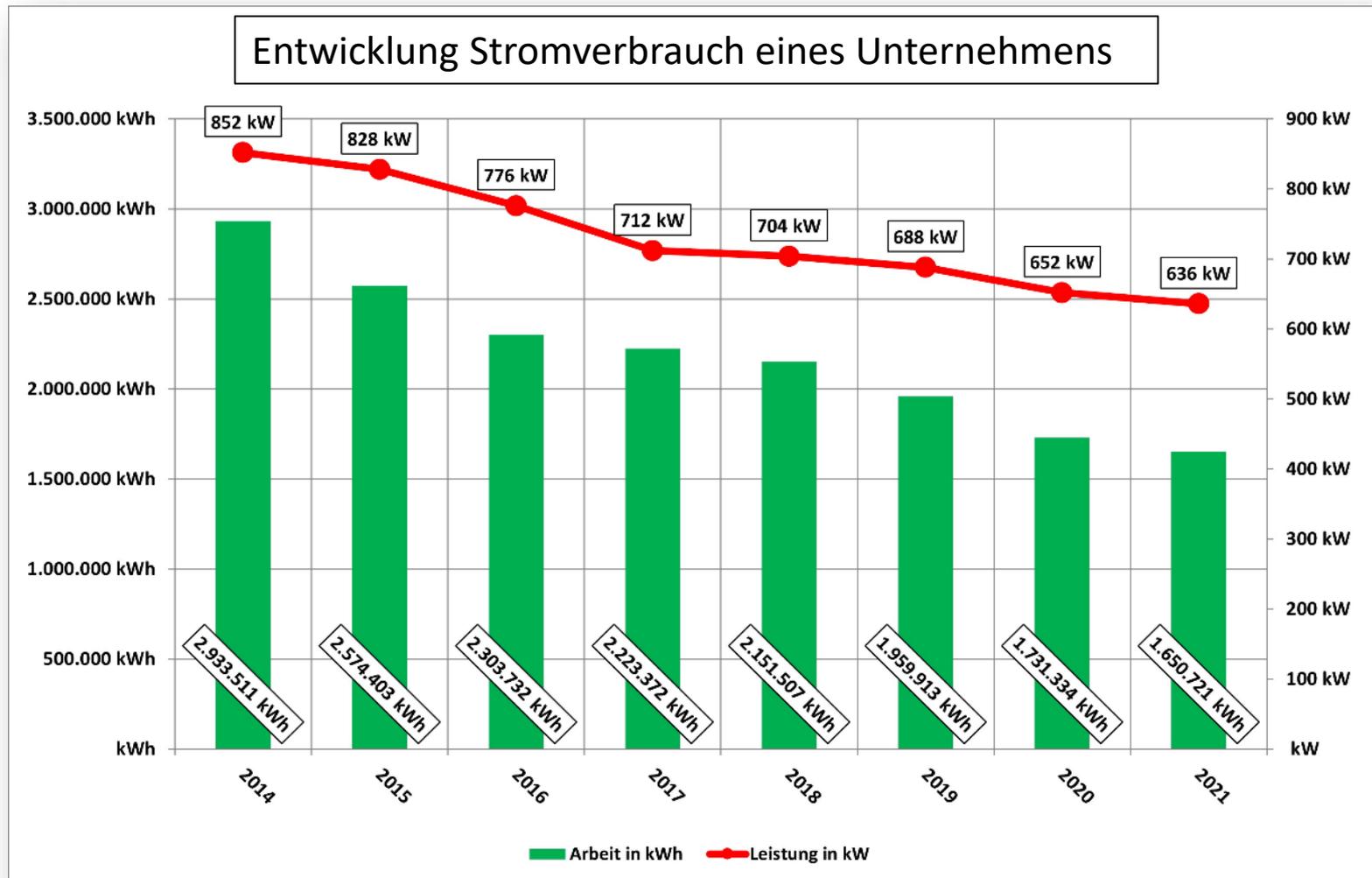
- Kälteerzeugung, Kälteverteilung
- Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung
- Lüftungsanlagen (mit Schnittmengen zu Kälte, Wärme, Leistungsoptimierung, Luftbefeuchtung, ...)
- Abwärmenutzung und Temperaturkaskaden (Wärmequellen, Wärmesenken und Wärmespeicher)
- Eigenstromerzeugung z.B. BHKW, PV, ...
- Energetische Analysen auf Grundlage von Lastgängen (elektr., thermisch, ..., energetisches EKG)
- Leistungsoptimierung (therm. und elektr.), Netzkosten EVU, z.B. atypische Netznutzung
- Energiemanagementsysteme z.B. nach DIN ISO 50001 (hohe Nachfrage / Bedarf der Industrie)
- Gesetzliche Anforderungen des Gesetzgebers an Unternehmen aus Gewerbe und Industrie
- ...

Wechselwirkungen und gegenseitige Einflussgrößen der genannten Bereiche (siehe Puzzle)

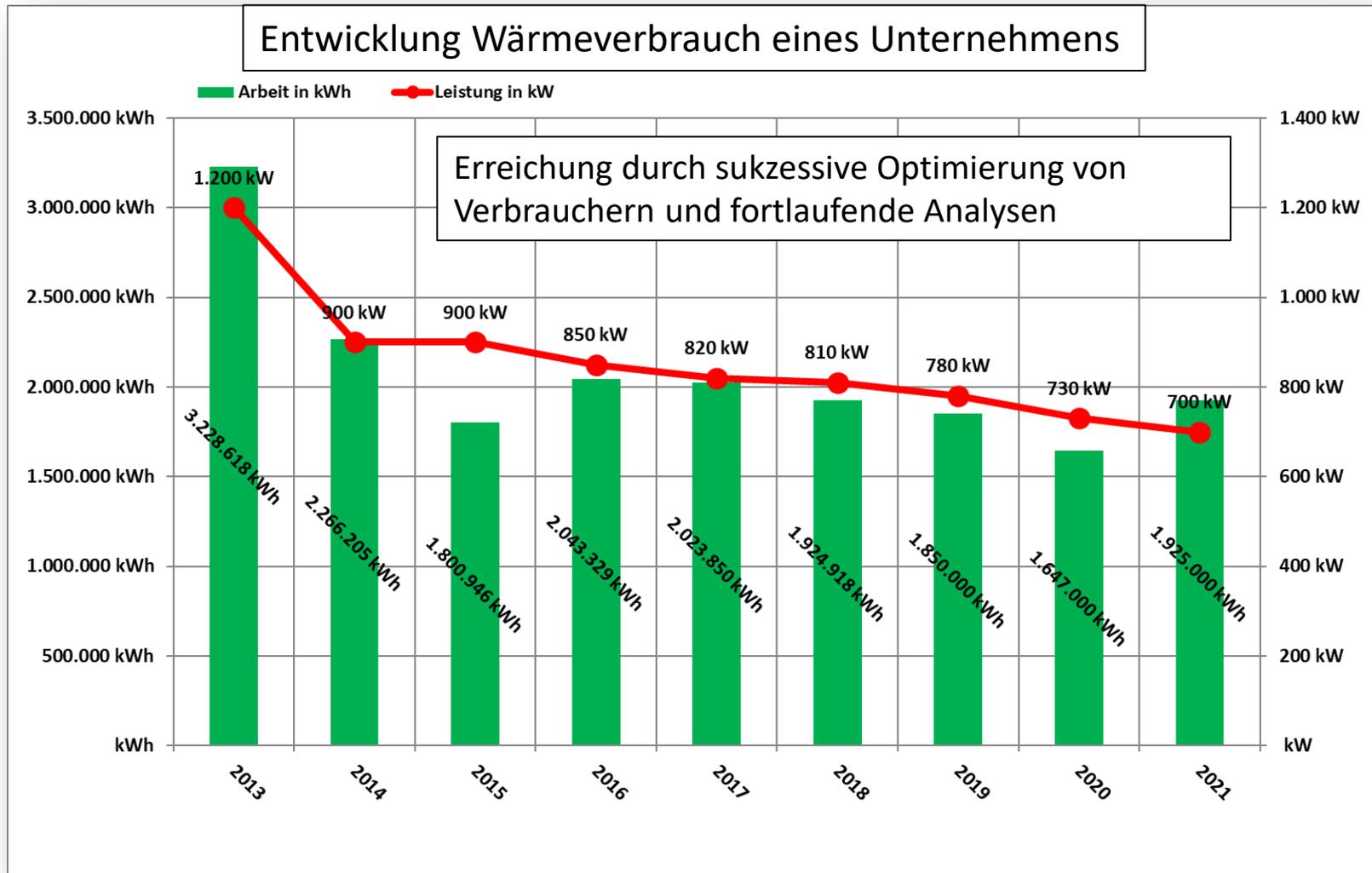
Hinweis:

- EMV Portfolio und damit auch Inhalte möglicher weiterer Termine, umfasst Gebäudehüllen!

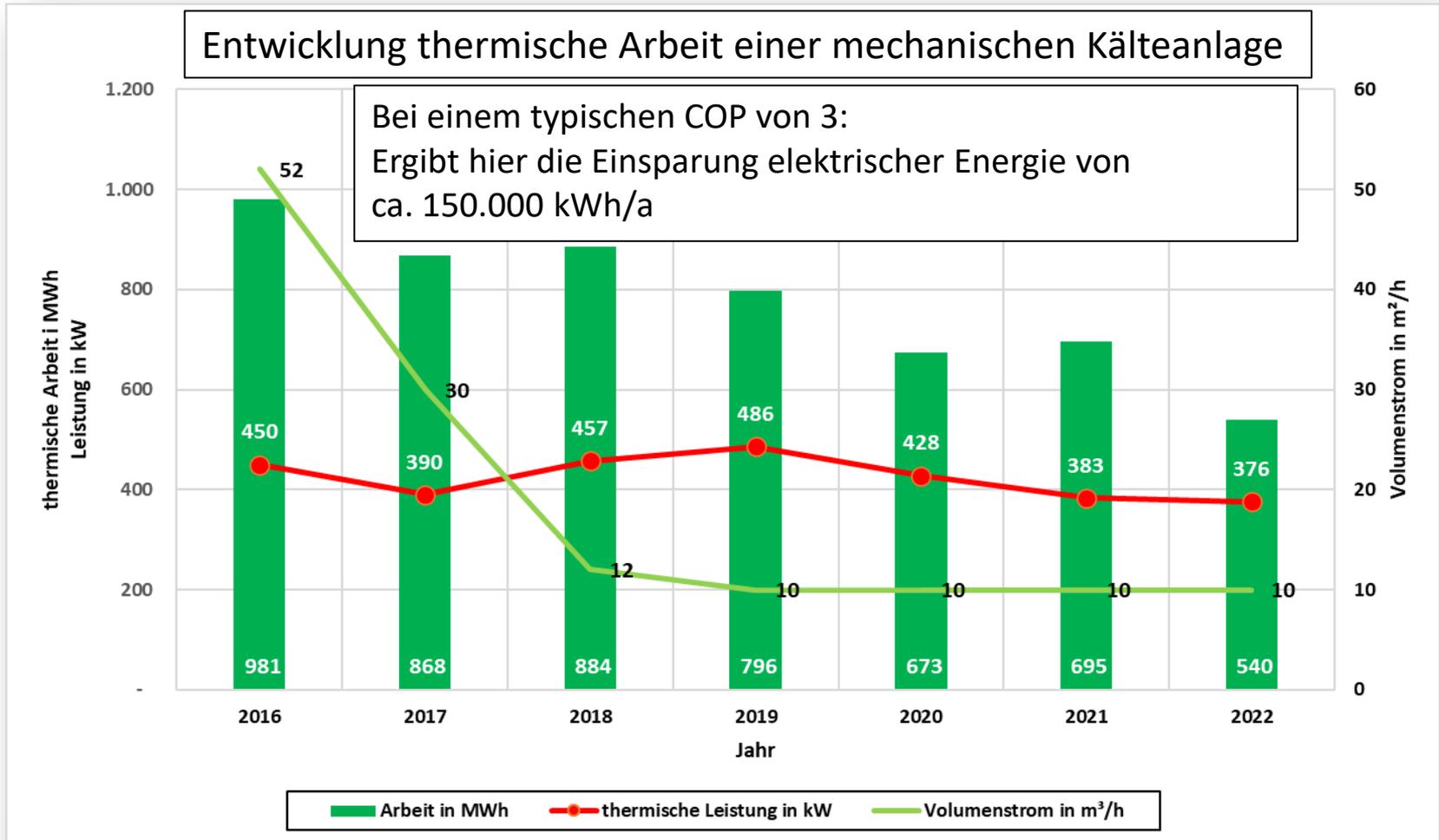
Erfolgskontrolle



Erfolgskontrolle



Erfolgskontrolle



Erfolgskontrolle

Die energetische Optimierung im Bestand können mehrere Jahre dauern.

Gründe:

- wichtige Prozesse der Unternehmen, die nicht einfach angehalten werden können
- Langwierige Fehlersuche durch Unternehmensgröße
- Historisches Wachstum und fehlende Revisionsunterlagen
- Unternehmensinterne Widerstände
- Und weitere.....

Operation am offenen Herzen.

Erfolgskontrolle, Stand 19.11.2024

Wir zählen unsere Ersparnis ×

Ein gewaltiges Energiesystem aus dem Gleichgewicht zu bringen, bedarf es sehr großer Anstrengungen, doch ist es erst einmal geschafft, geht es Schlag auf Schlag. - Karl Talnop

Ersparnis in kWh
61.670.921,5 kWh

Vermiedene CO₂ Emissionen in kg
23.364.498,1 kg

CO₂ Äquivalent in Bäumen
 **1.869.160 Bäume**

kWh Äquivalent in Haushalten
 **9.384,5 Haushalte**

Ersparnis in Euro:
7.454.381,89 €

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Gerne auch auf LinkedIn mit regelmäßigen technischen News

<https://www.linkedin.com/company/energieberatung-mv-henry-schwarz/>