

„Energie-Effizienz-Konferenz für Unternehmen in Mecklenburg-Vorpommern“

Grundlagenanalyse Energieeffizienz in Gewerbe und Industrie und einige umgesetzte Beispiele

Energieberatung MV
Ing. Büro für physikalische Verfahrenstechnik
Henry Schwarz
Georg- Büchner- Str. 26
18055 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

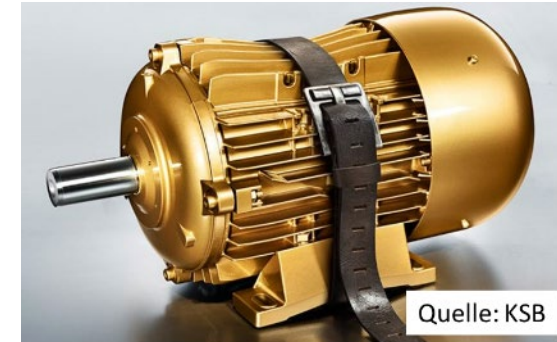
Portfolio

- 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“

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.

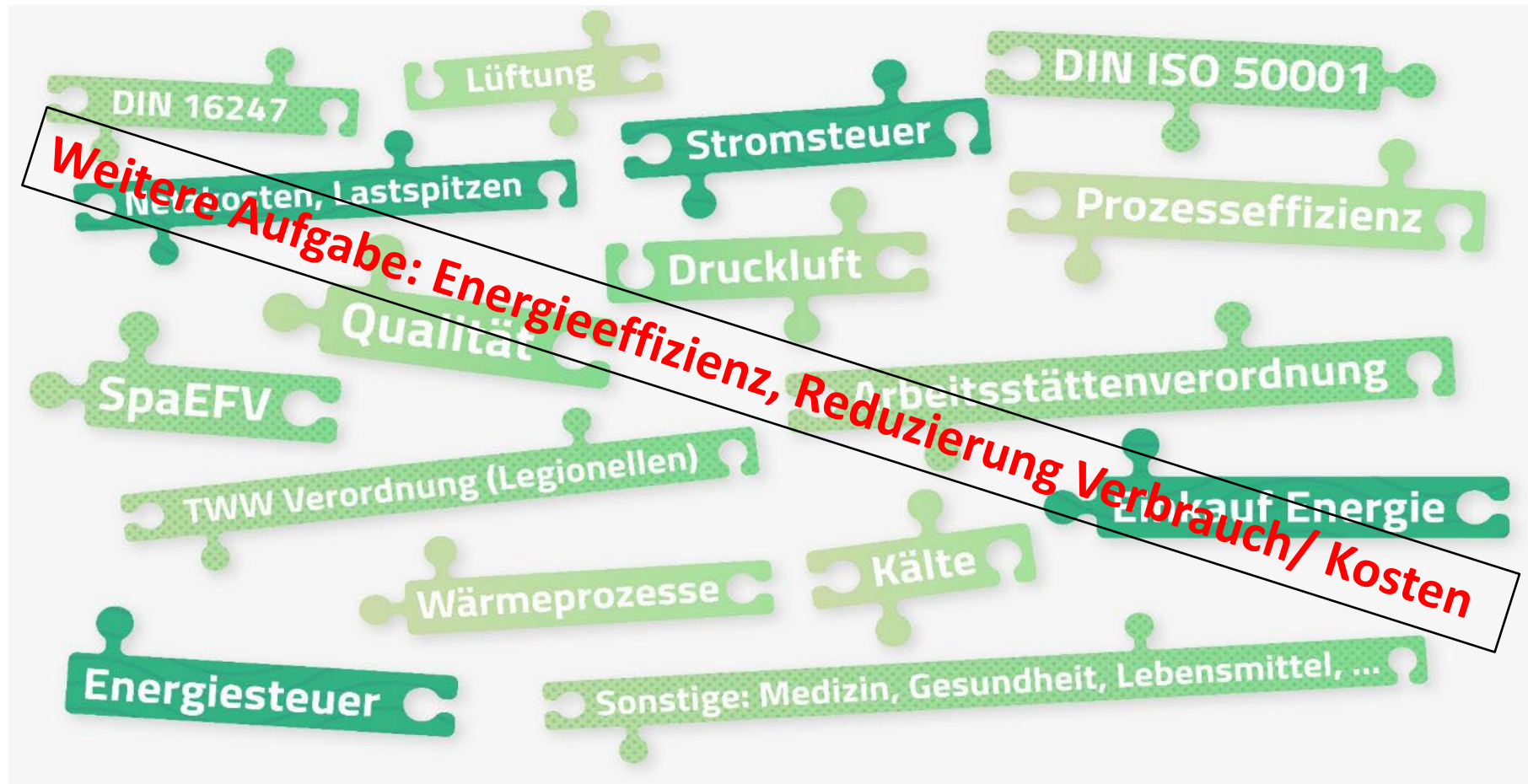
Albert Einstein:

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

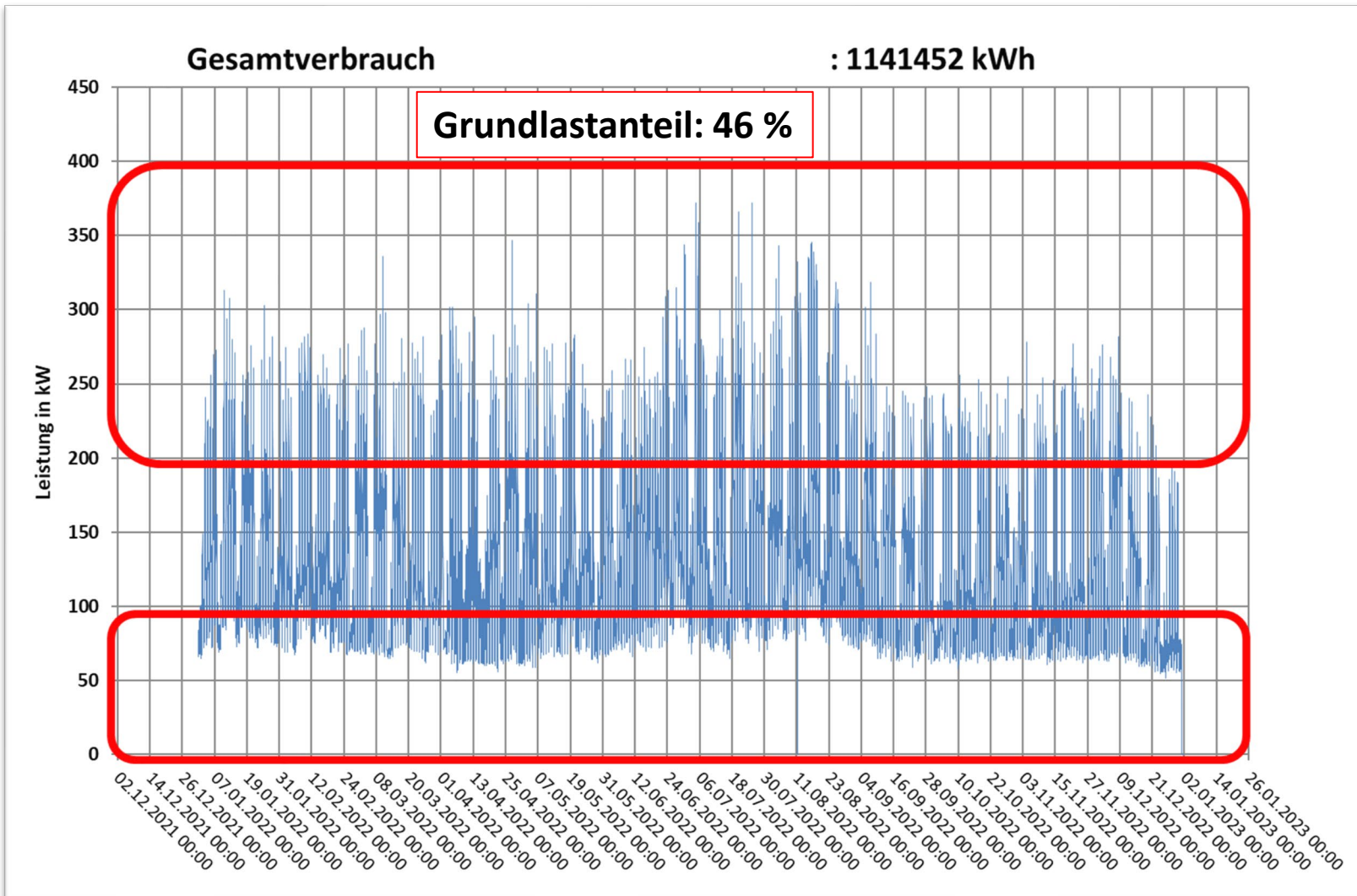
- Soll- Situation, mit Ihrer Mitwirkung und Denklogik



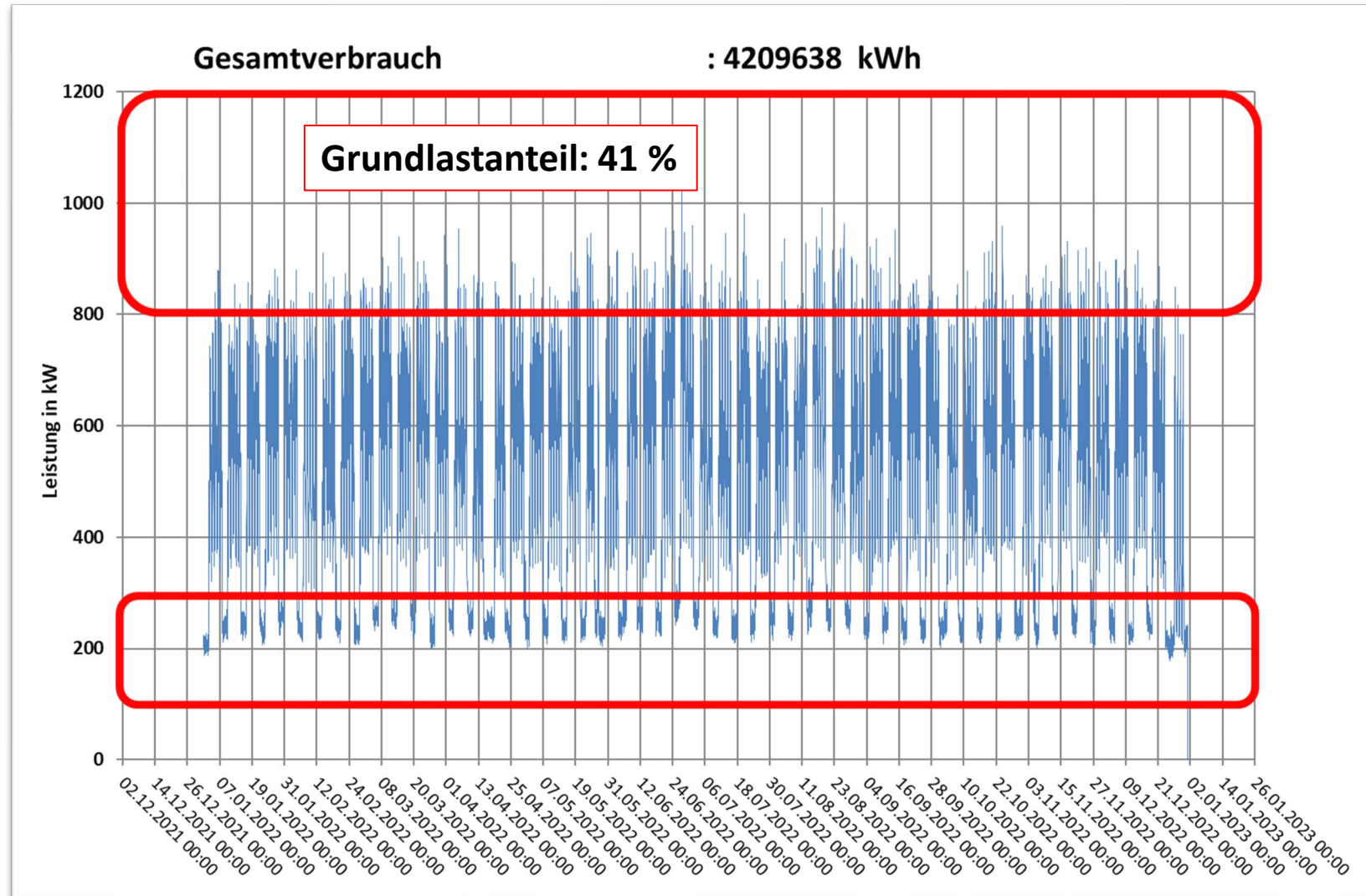
ALLER ANFANG IST SCHWER?

Grundsätzliche globale Ist- Analyse neuer Kunde

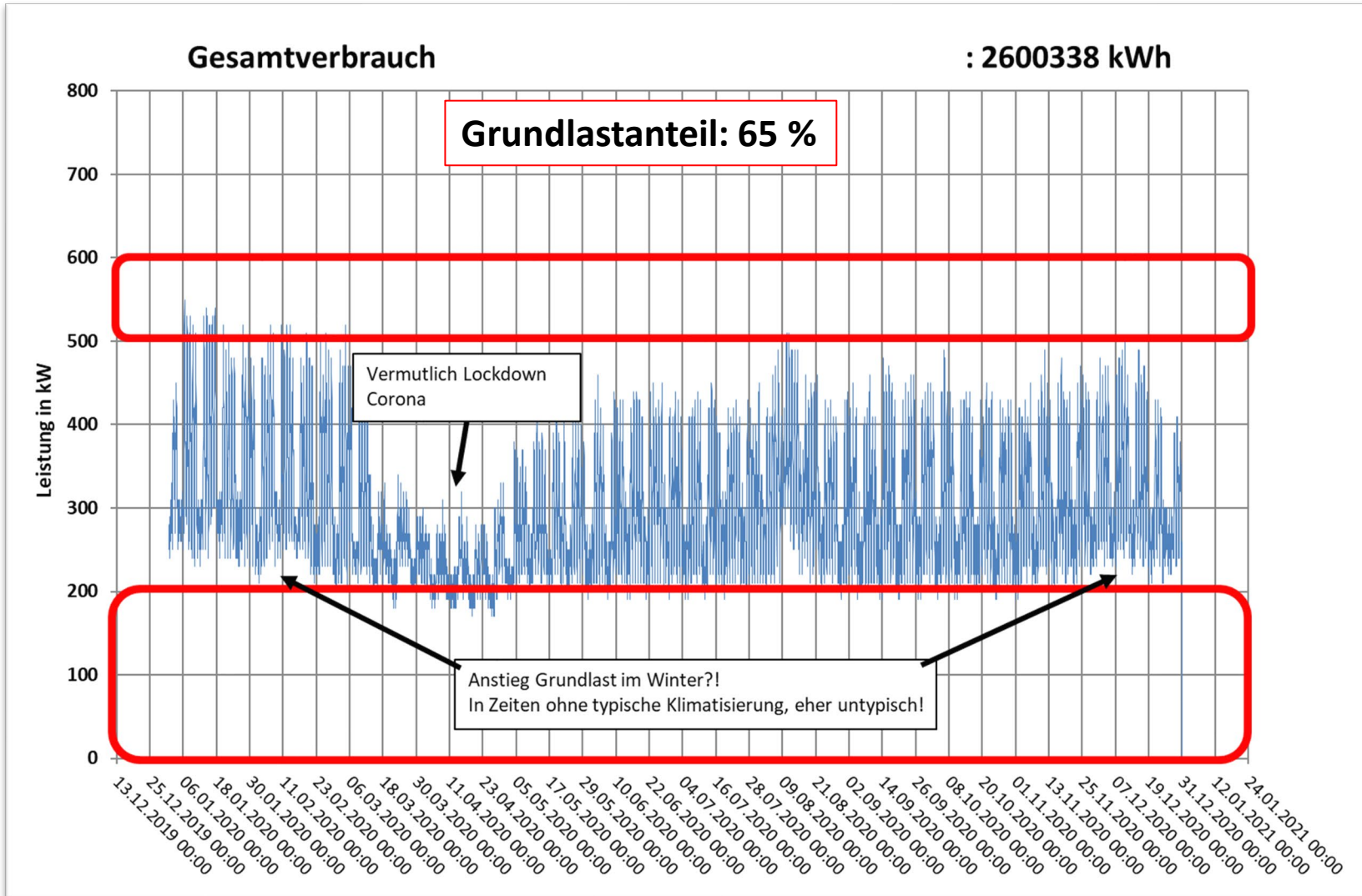
Lastganganalyse Strom



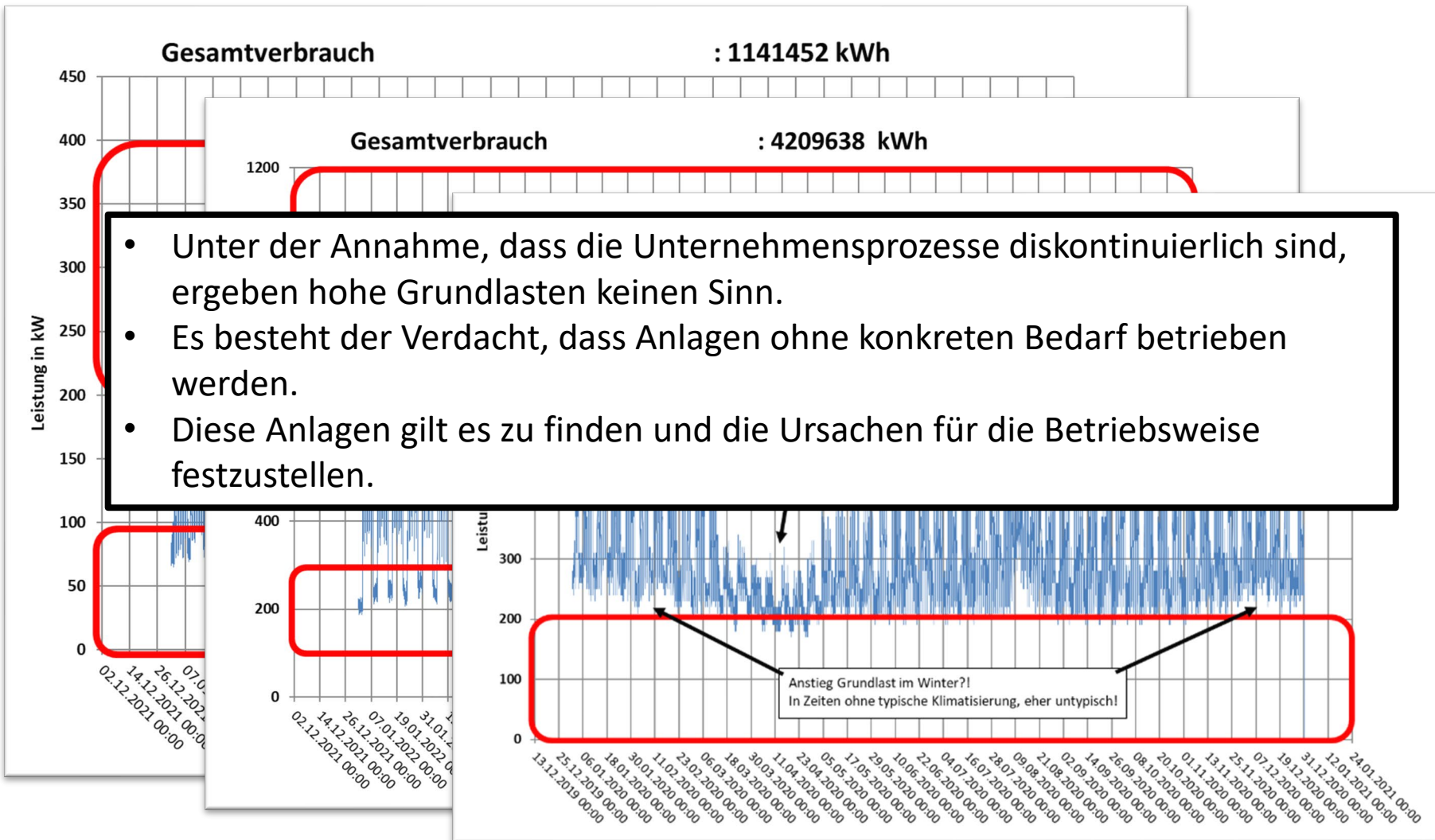
Lastganganalyse Strom



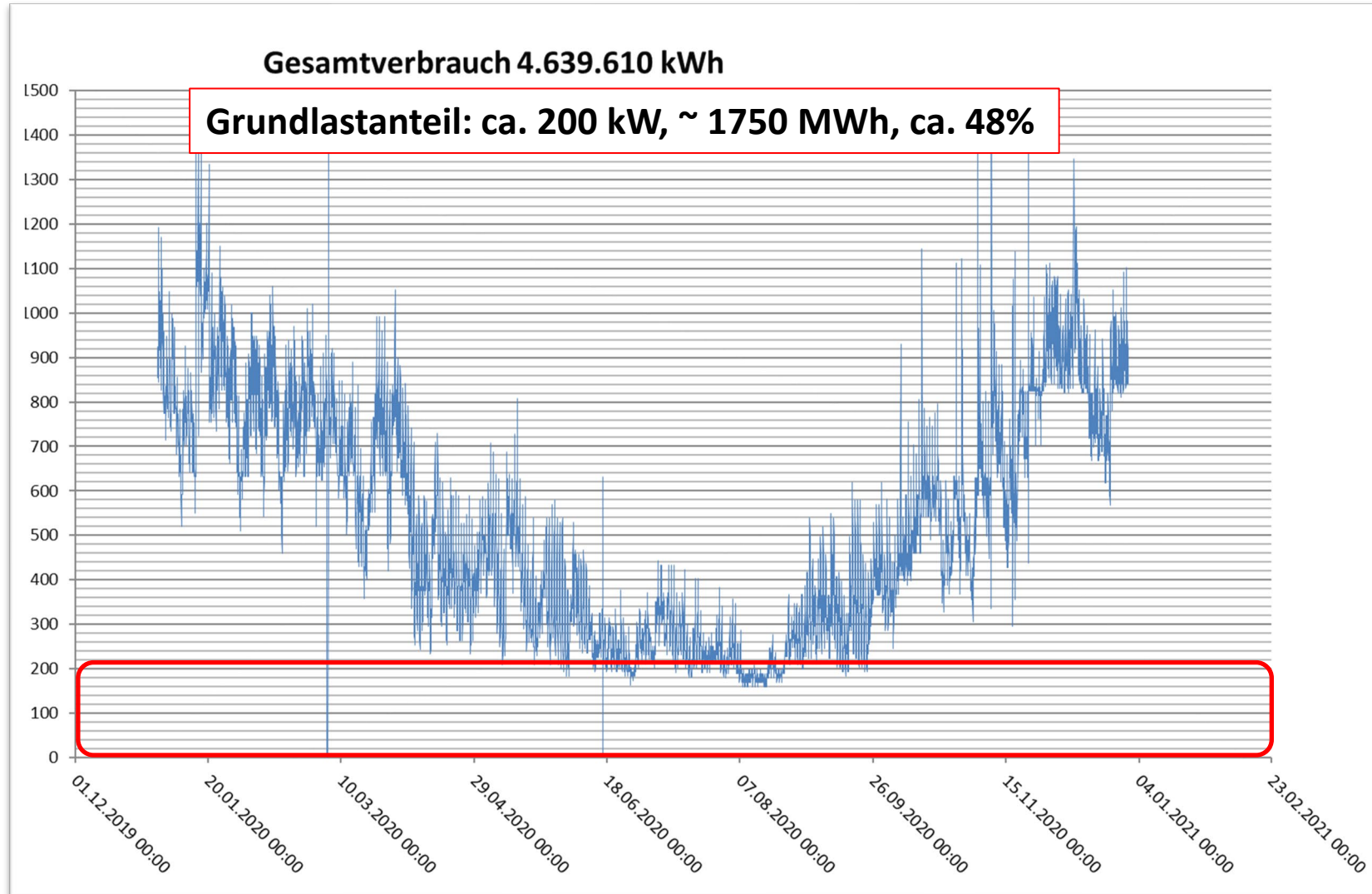
Lastganganalyse Strom



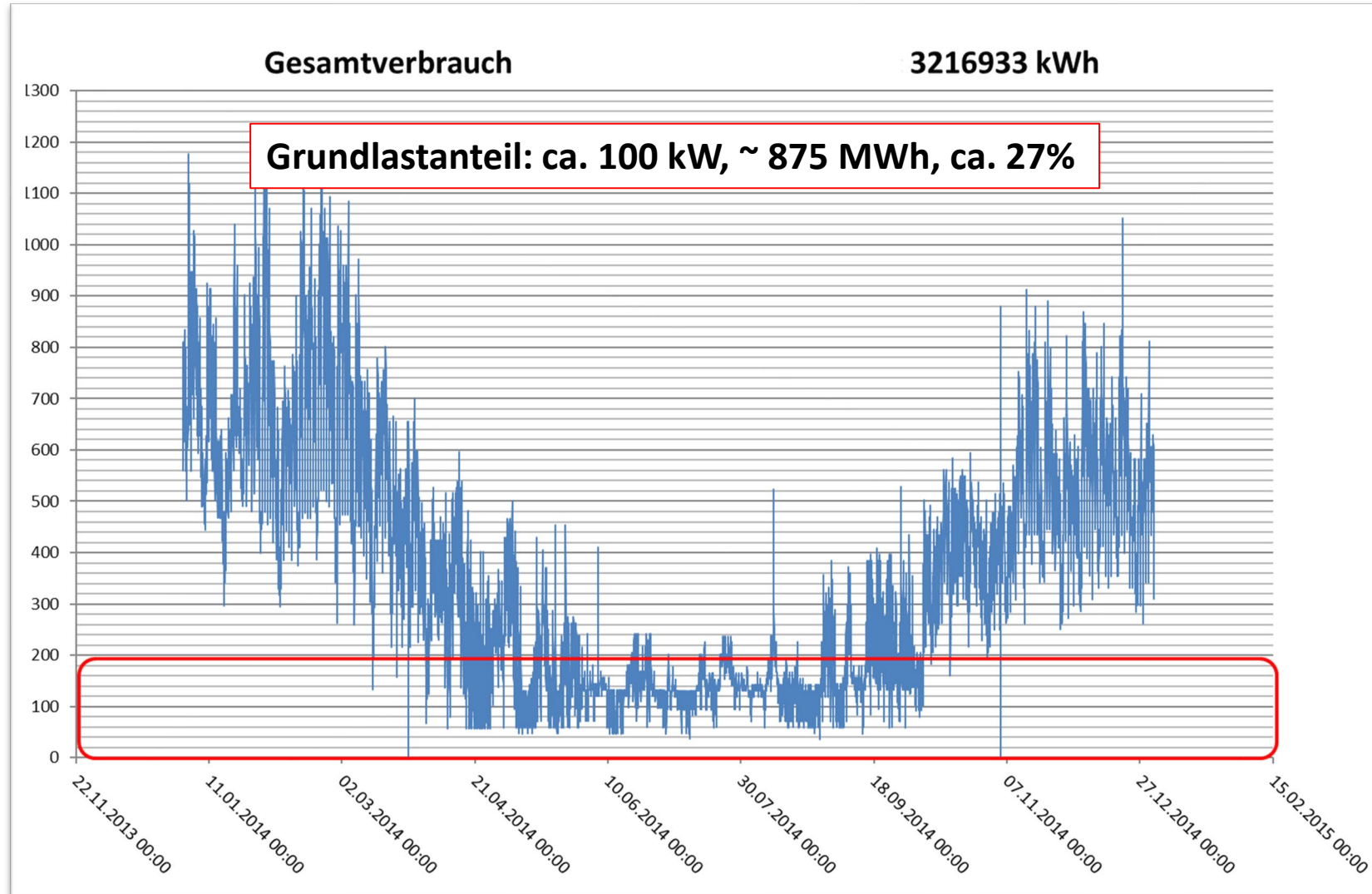
Lastganganalyse Strom



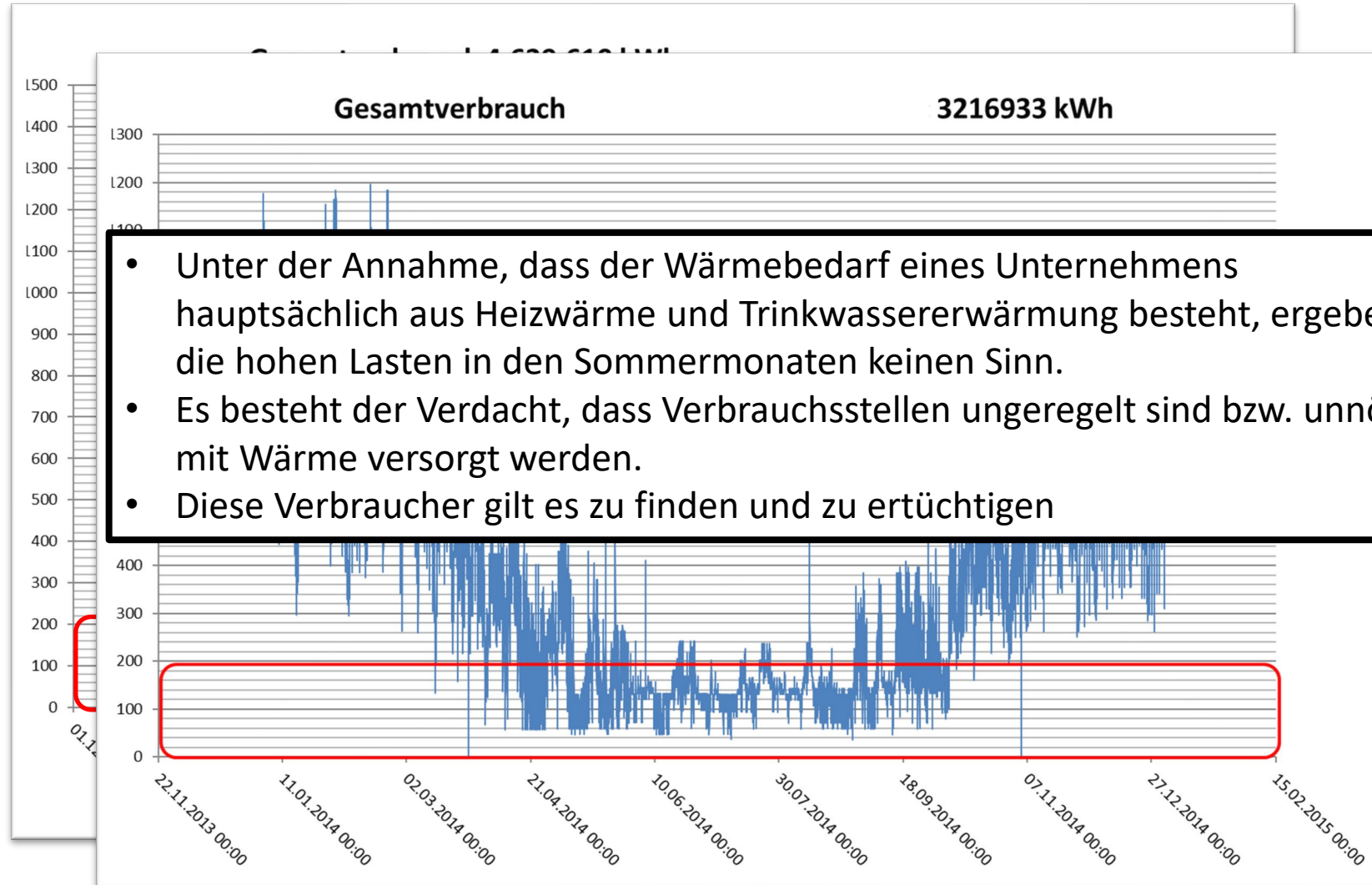
Lastganganalyse Gas/Fernwärme



Lastganganalyse Gas/Fernwärme



Lastganganalyse Gas/Fernwärme

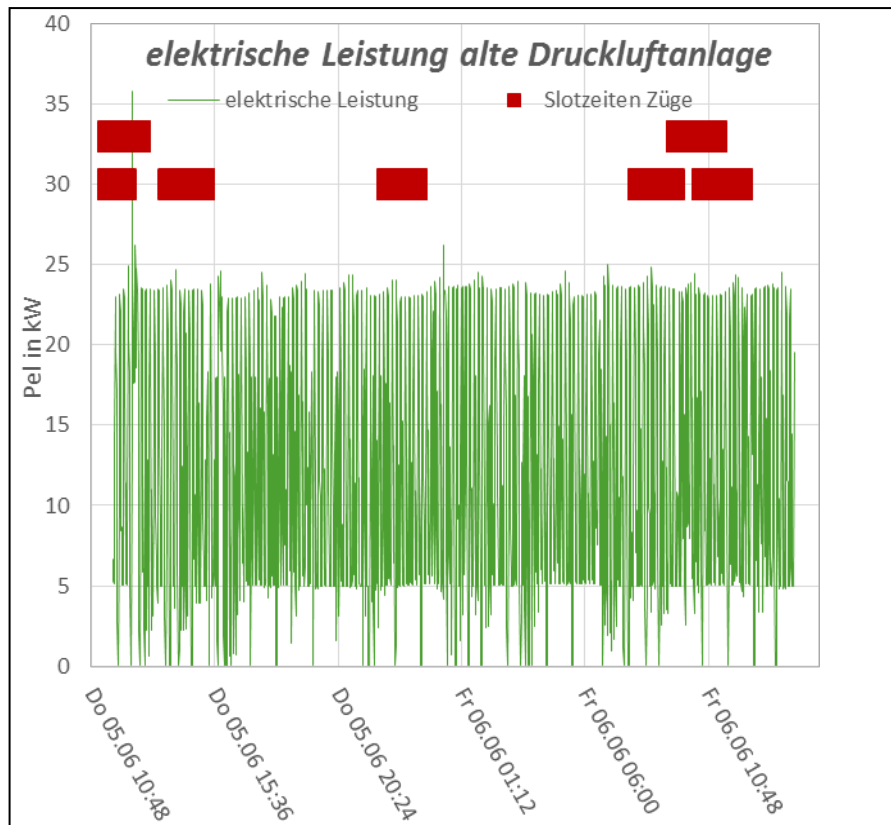


Eine Beispiel Druckluft

Beispiel: Druckluft

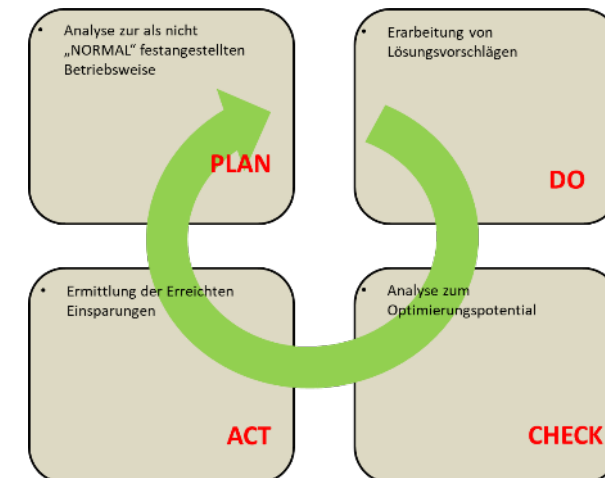
IST-Zustand:

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

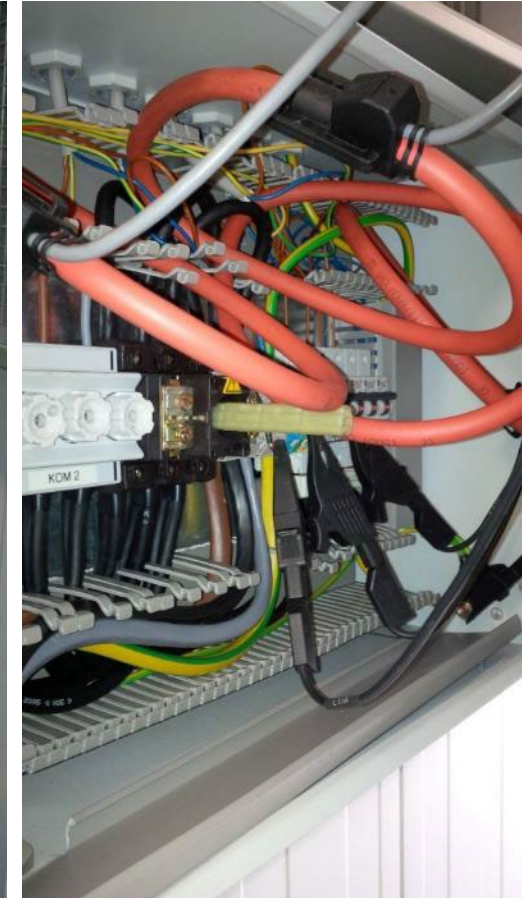


Die Geschichte dahinter:

- 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



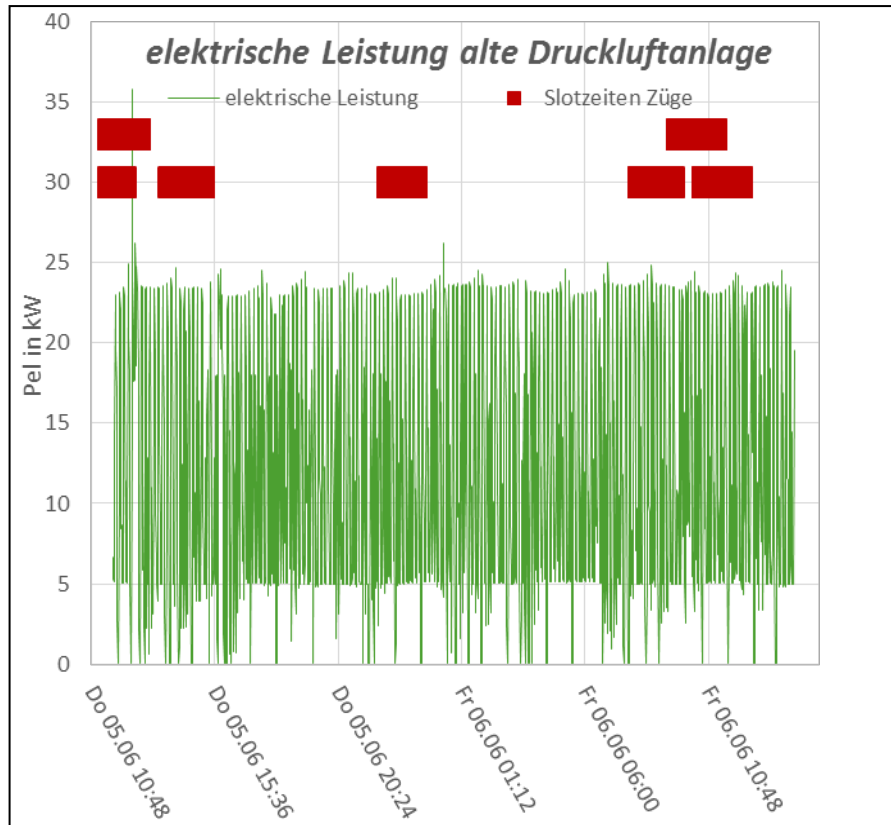
Beispiel: Druckluft



Beispiel: Druckluft

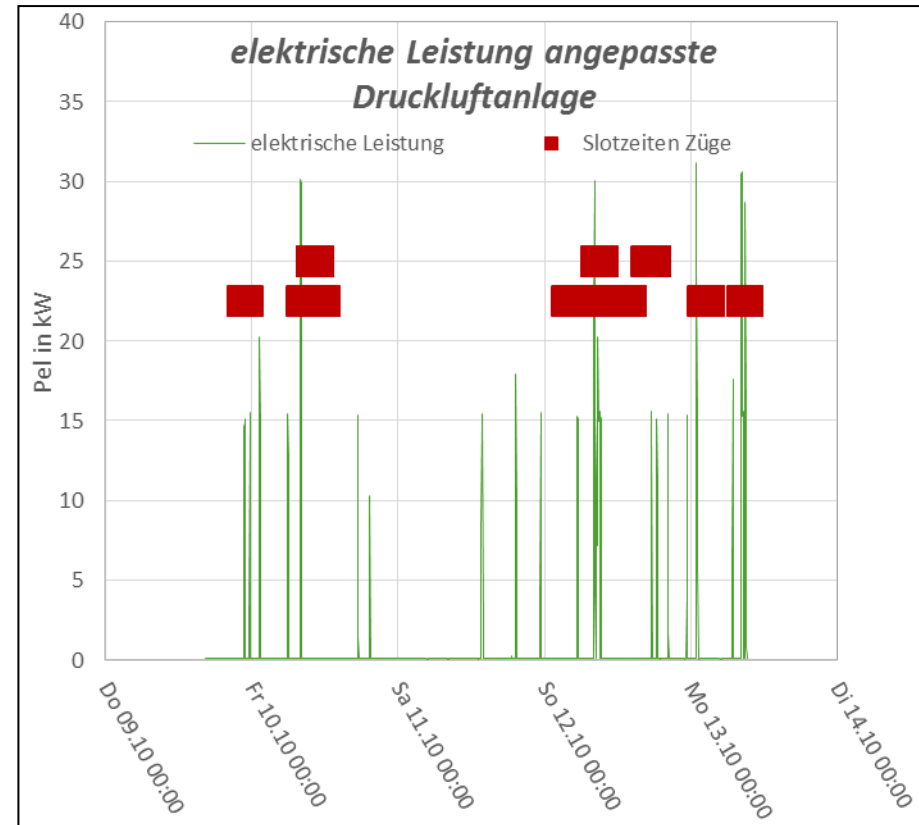
IST-Zustand:

- 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

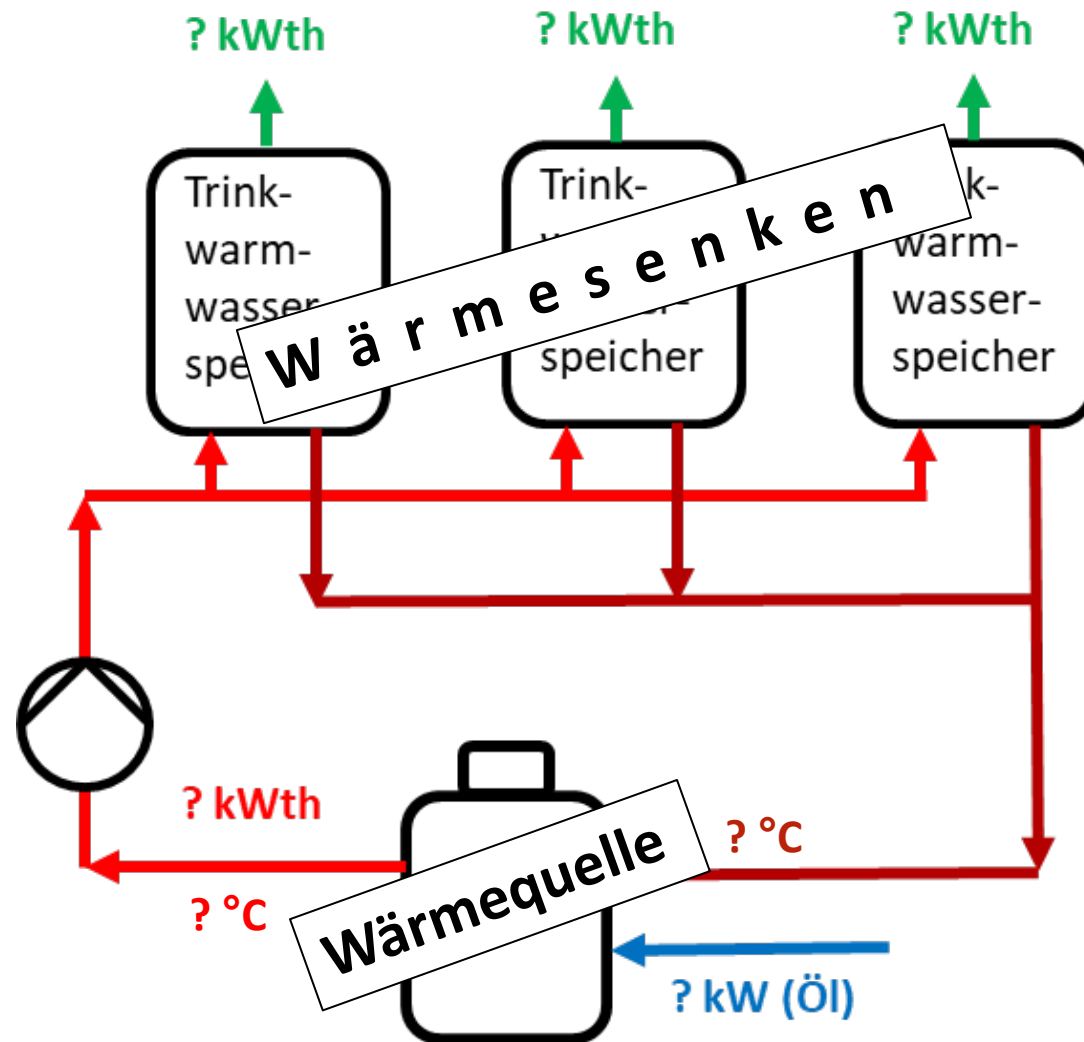
	Ohne Optimierung Druckluft	Mit Optimierung Druckluft
Elektr. Energie in kWh/a und (%)	105.000 kWh (100%)	7.000 kWh (7%)
Reduzierung / Einsparung elektr. Energie in kWh/a und (%)	98.000 kWh (93%)	
Damit zu versorgende Haushalte pro Jahr (~ 3.500 kWh/a)	28	
Reduzierung /Einsparung CO ₂ in kg/a (0,42 kg/kWh 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 (~ 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

Analyse

- 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?!

**100 kW ~ 6 m³/h TWW von 10°C auf 60°C
bzw. ca. 30 Badewannen je Stunde**

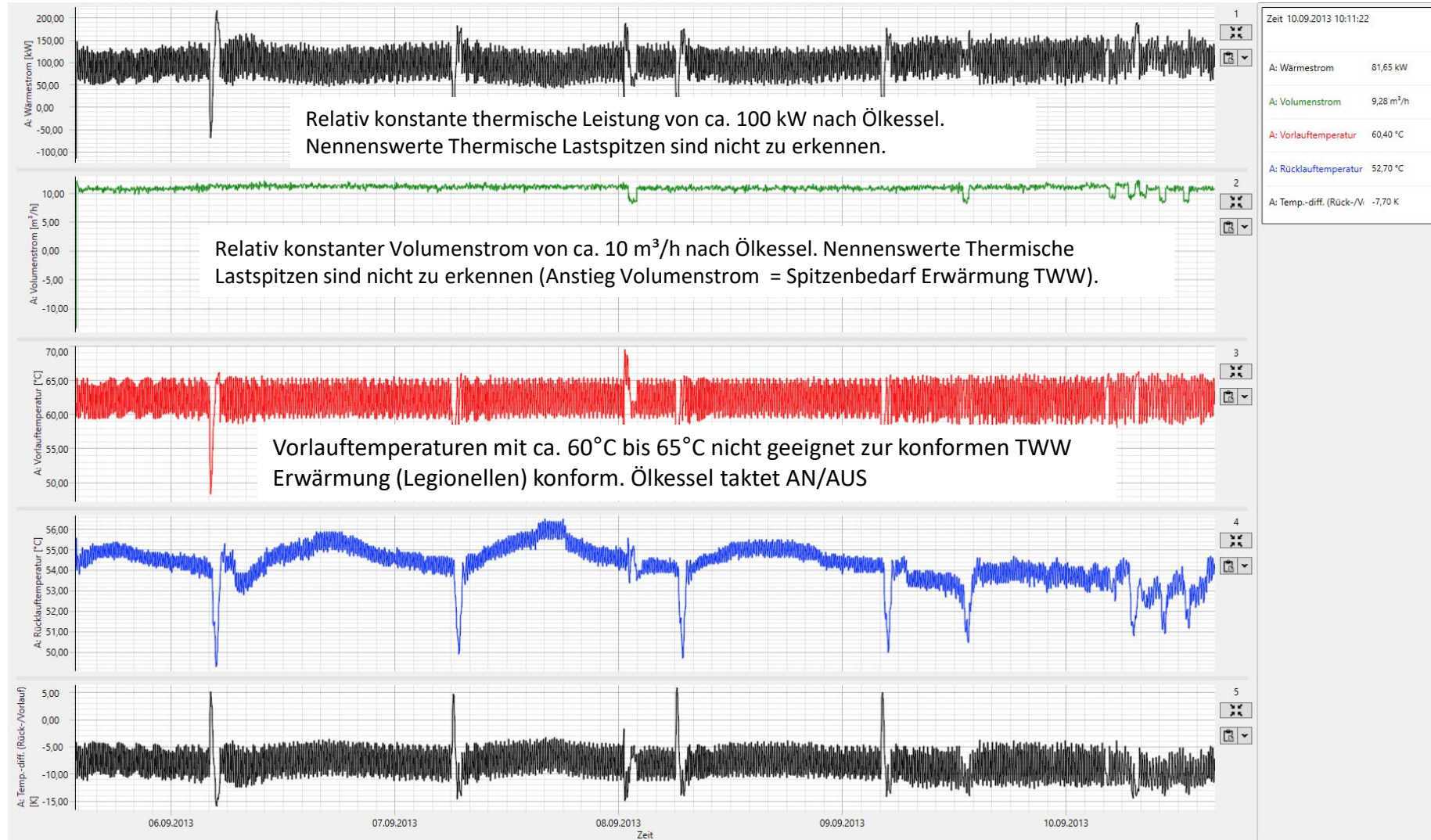
Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral



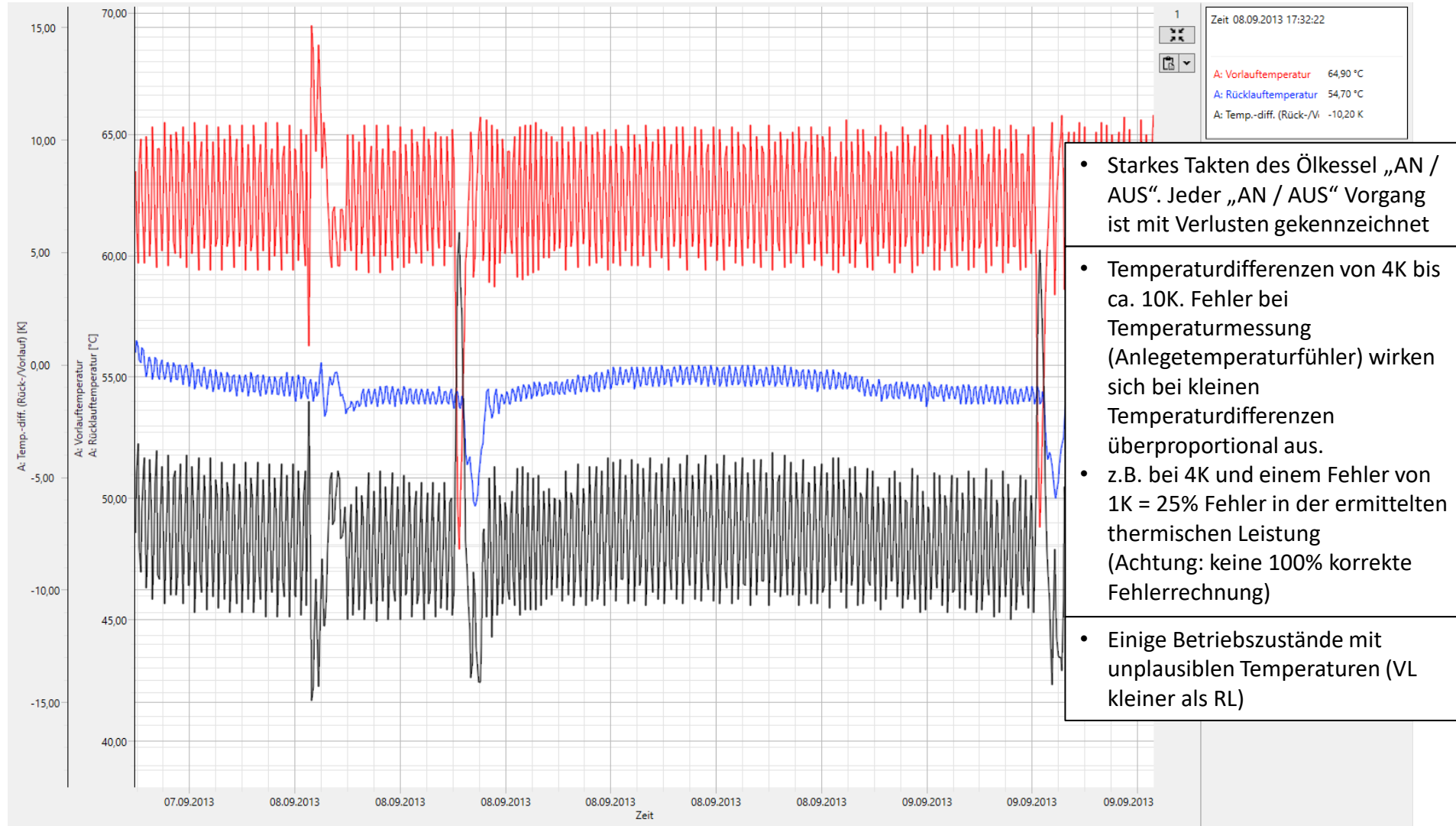
Bilanzierung, Messungen und
Hochrechnungen



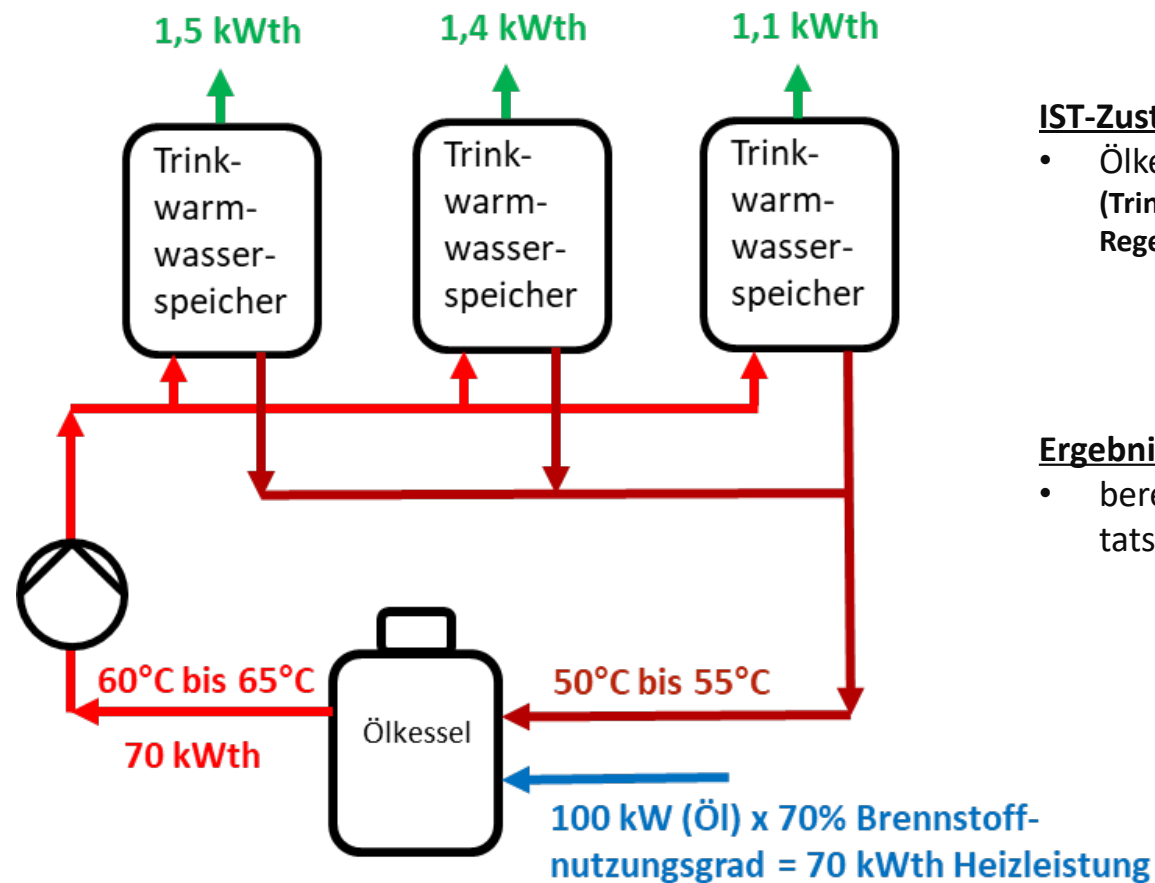
Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral, Wärmequelle



Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral, Wärmequelle



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)

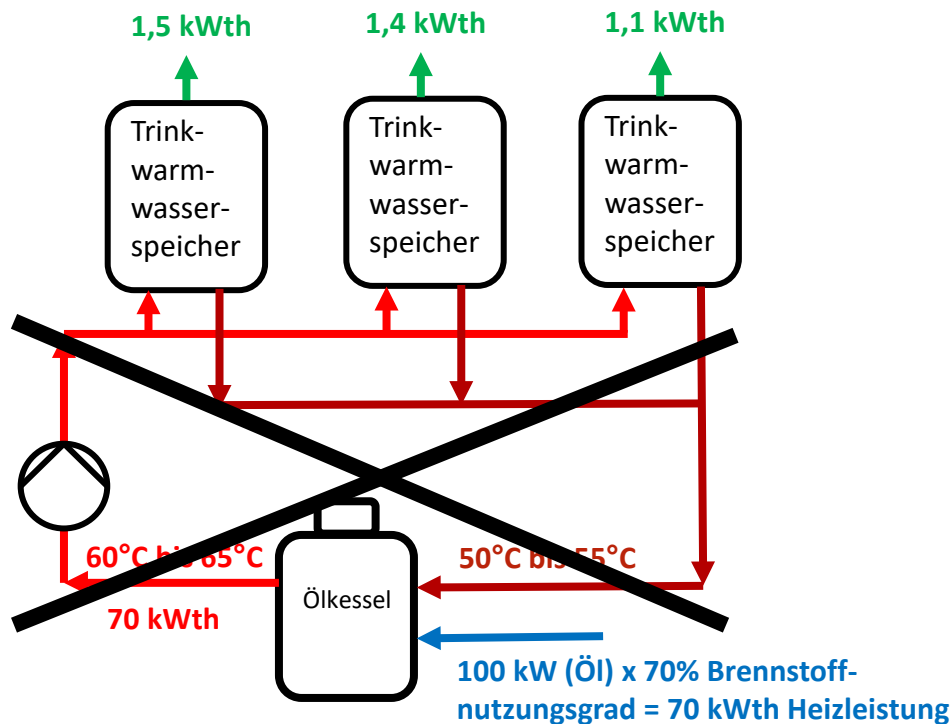
Ergebnis mobile Messung:

- bereitgestellte Leistung wesentlich höher als tatsächlicher Bedarf

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

IST-Zustand:

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

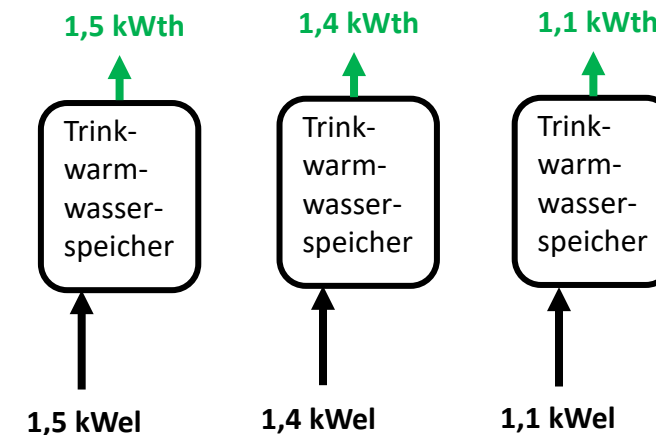


Ergebnis mobile Messung:

- bereitgestellte Leistung wesentlich höher als tatsächlicher Bedarf

Sollzustand und Umbau:

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



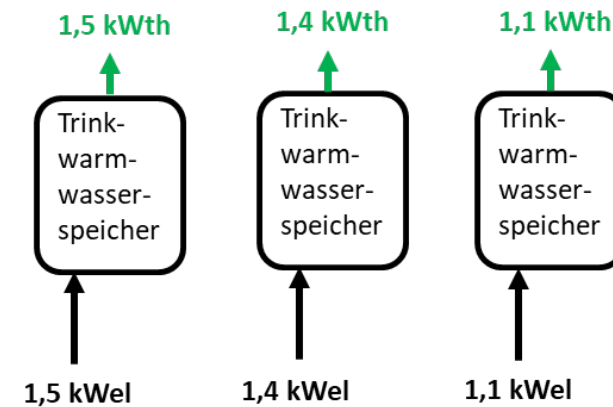
Resultat:

- 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



Prognose hat sich bestätigt



Erzeugung Trinkwarmwasser (TWW), Zentral und Dezentral

	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%) <u>ca. 5.000 Bh/a</u>	35.000 kWh (7%) <u>ca. 8760 Bh/a</u>
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 ($3 \text{ kWel} \times 8760 \text{ h} = 26.280 \text{ kWh/a}$).

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
- Ventilatordrehzahl 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



Beispiel Wartung und Kommunikation

Mobile Messungen → 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 Optimierung

Ein Bestandteil des hydraulischen Abgleich?

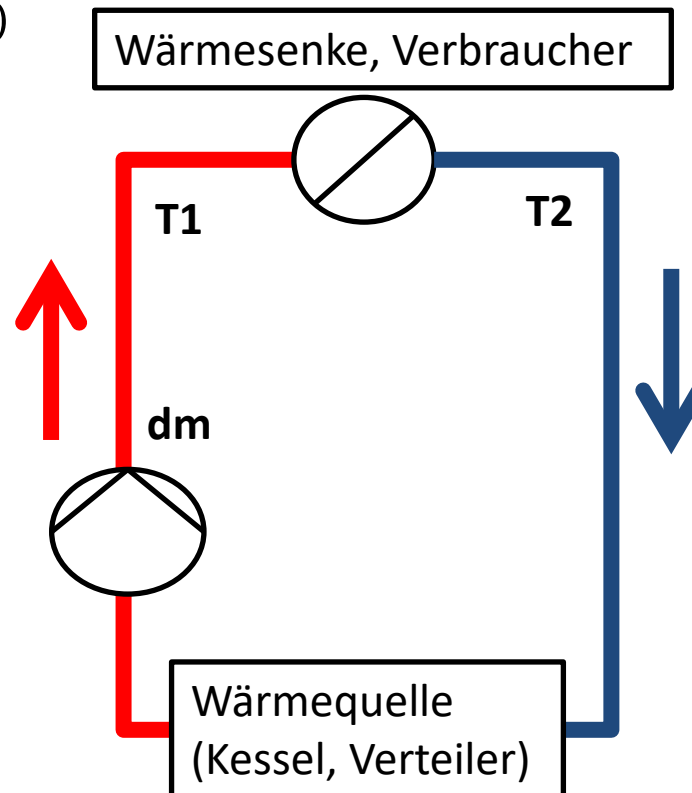
Warum ist dieser so relevant?

Systematische hydraulische Optimierung (Heizkreise)

Grundlagen, Bewertung thermischer Prozesse

*Thermische Leistung = Massenstrom * Wärmekapazität * Temperaturdifferenz*

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

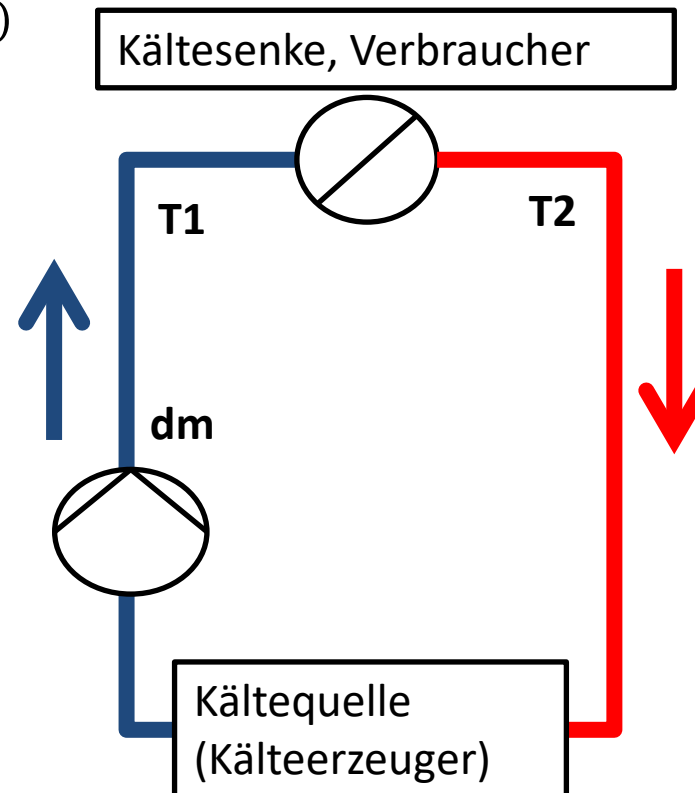


Systematische hydraulische Optimierung (Kältekreise)

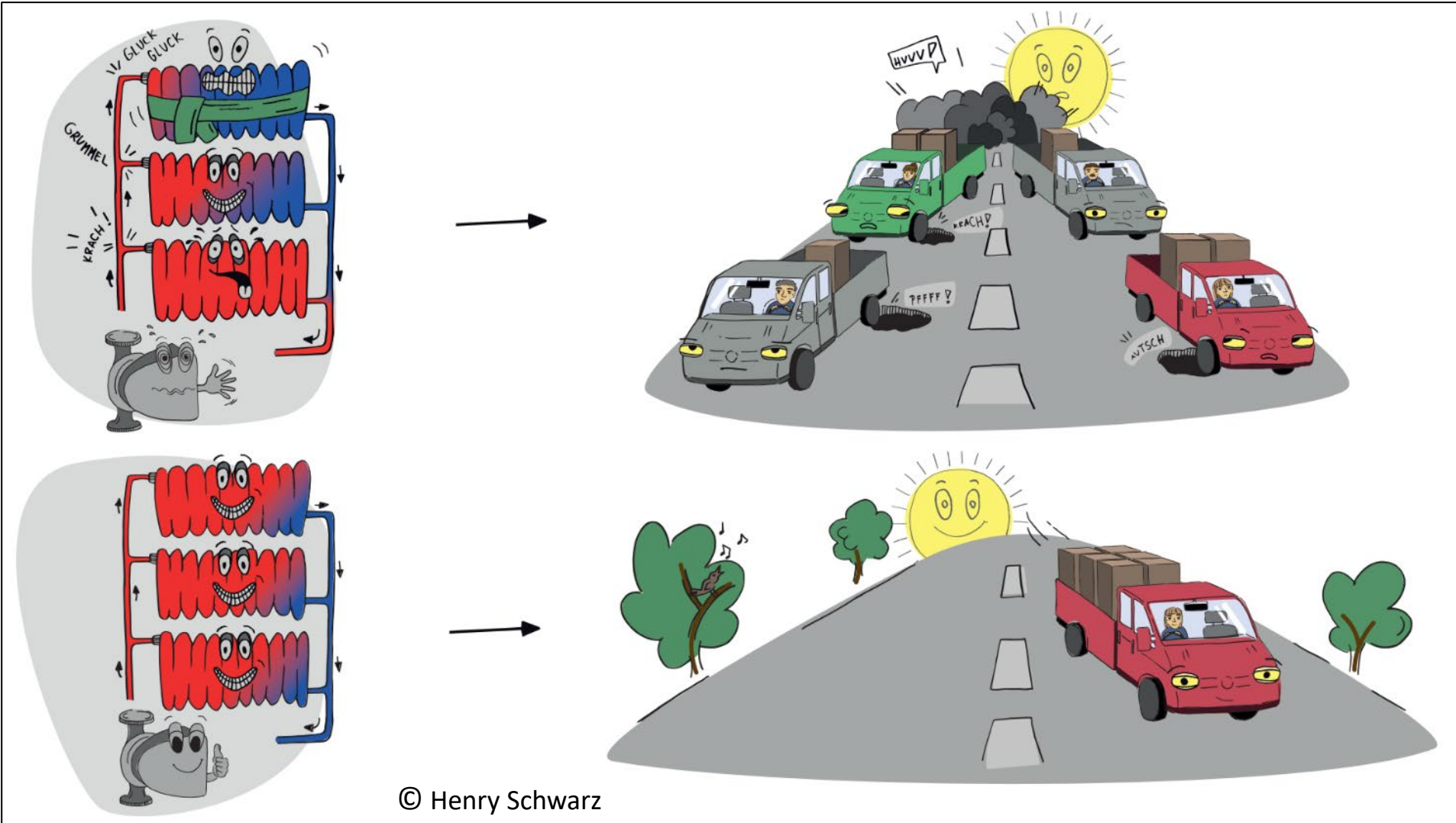
Grundlagen, Bewertung thermischer Prozesse

*Thermische Leistung = Massenstrom * Wärmekapazität * Temperaturdifferenz*

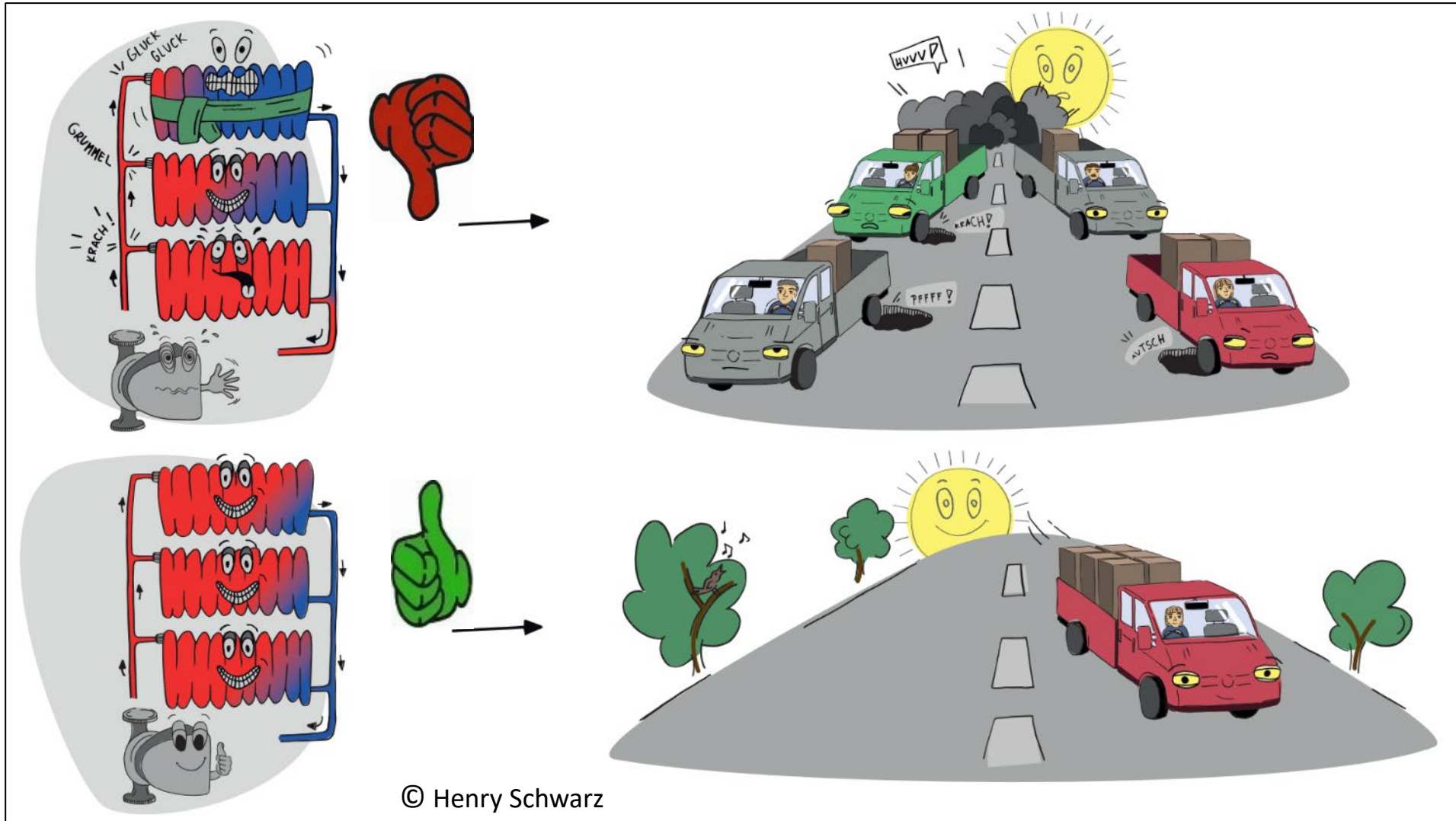
$$P_{th} = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2)$$



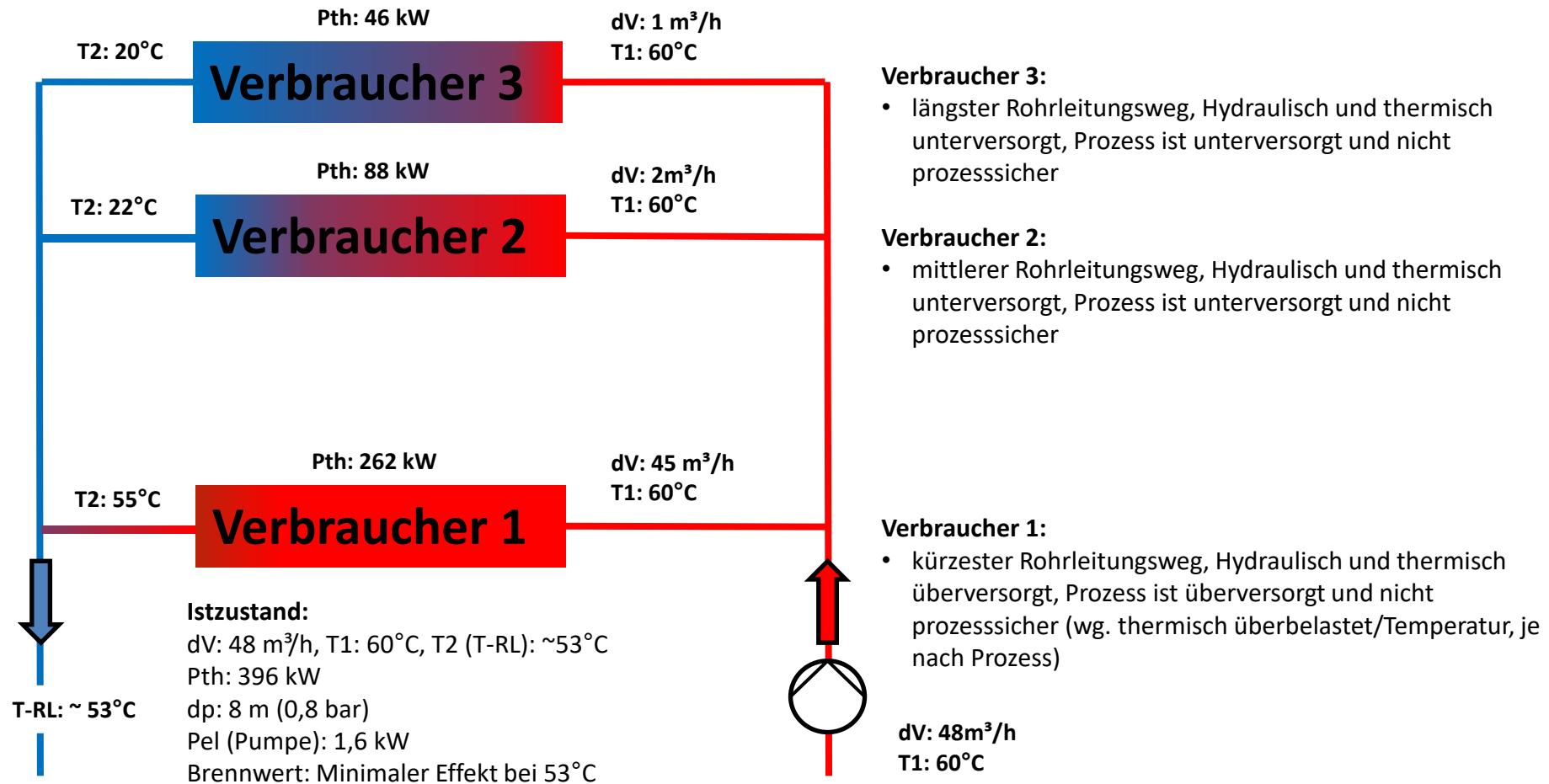
Systematische hydraulische Optimierung -> ein Vergleich



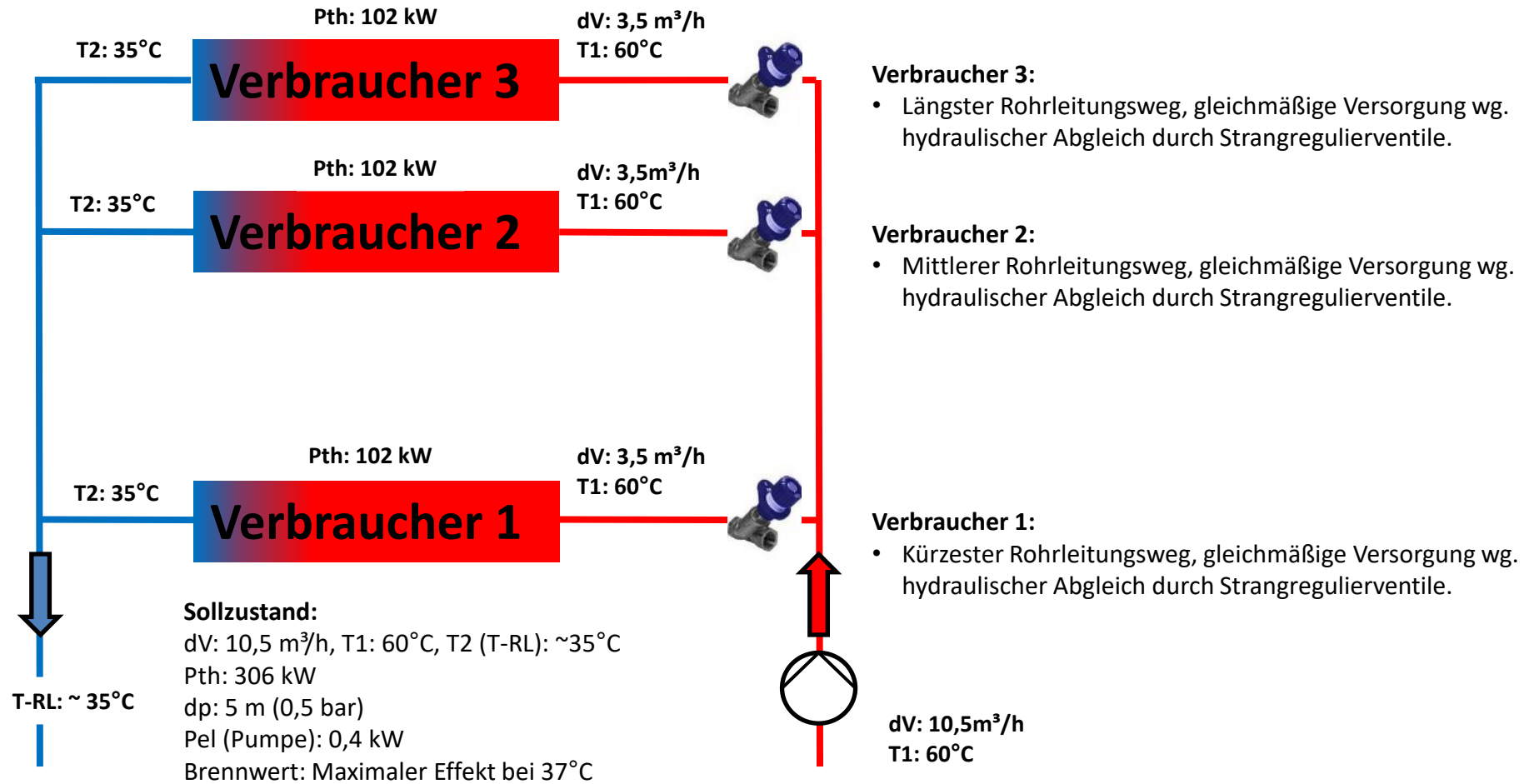
Systematische hydraulische Optimierung -> ein Vergleich



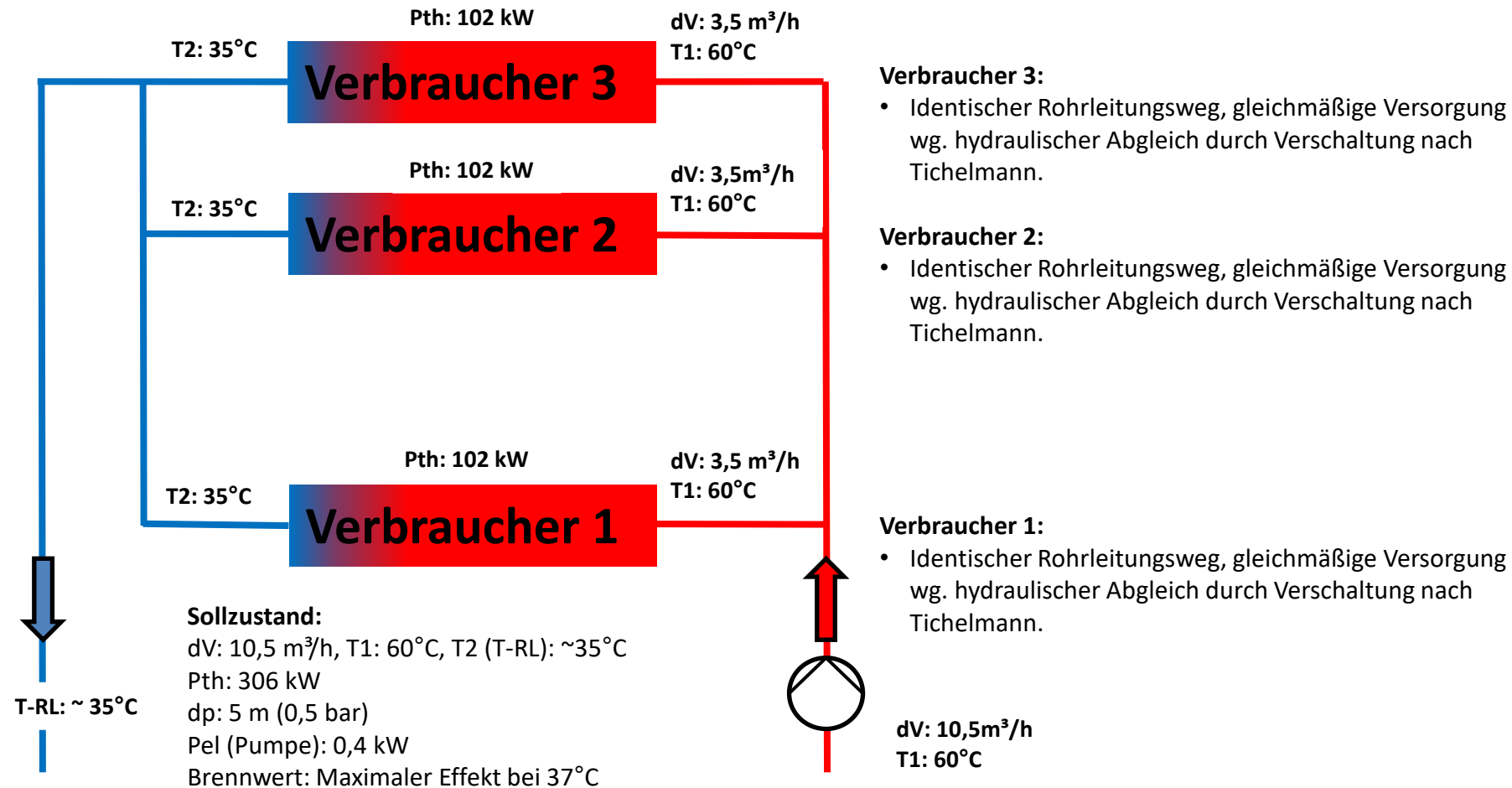
Systematische hydraulische Optimierung (Heizkreise), hydraulisch nicht abgeglichen



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



Systematische hydraulische (Heizkreise), hydraulisch abgeglichen (Tichelmann)



Indikatoren für systematische hydraulische Optimierungspotentiale im Wärmeverkehrssystem

-> Wärmebildkamera

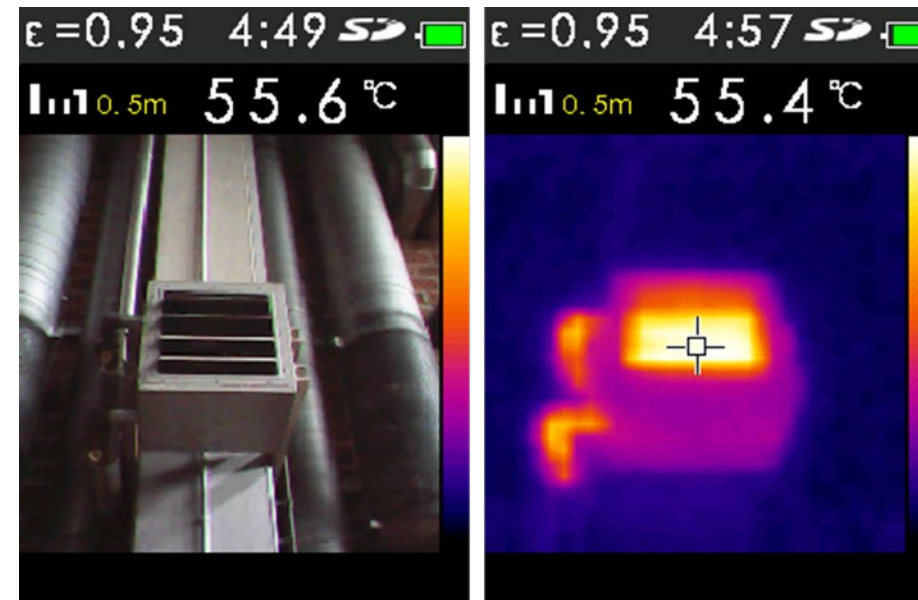
Beispiel Systematische hydraulische Optimierung

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.

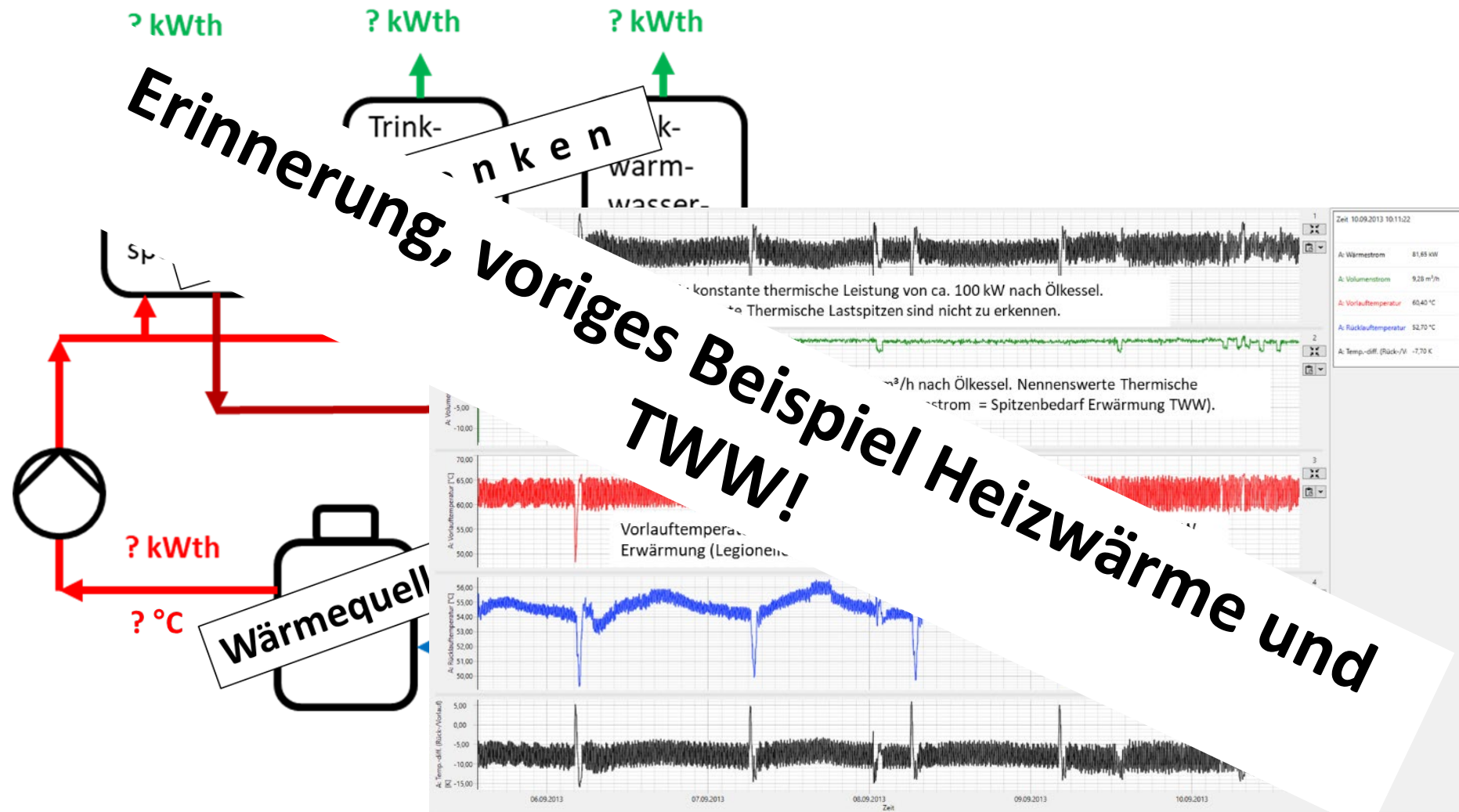
- Feststellung eines ungeregelten Verbrauchers mittels Wärmebildkamera.
- Der Umluftheizer ist ausgeschaltet, wird aber mit vollem Volumenstrom Heizwasser durchströmt (Wärmekonvektion).
- Umluftheizer ist in ca. 5m Höhe verortet. Ineffizienz ist also typischerweise im Tagesgeschäft nicht festzustellen.



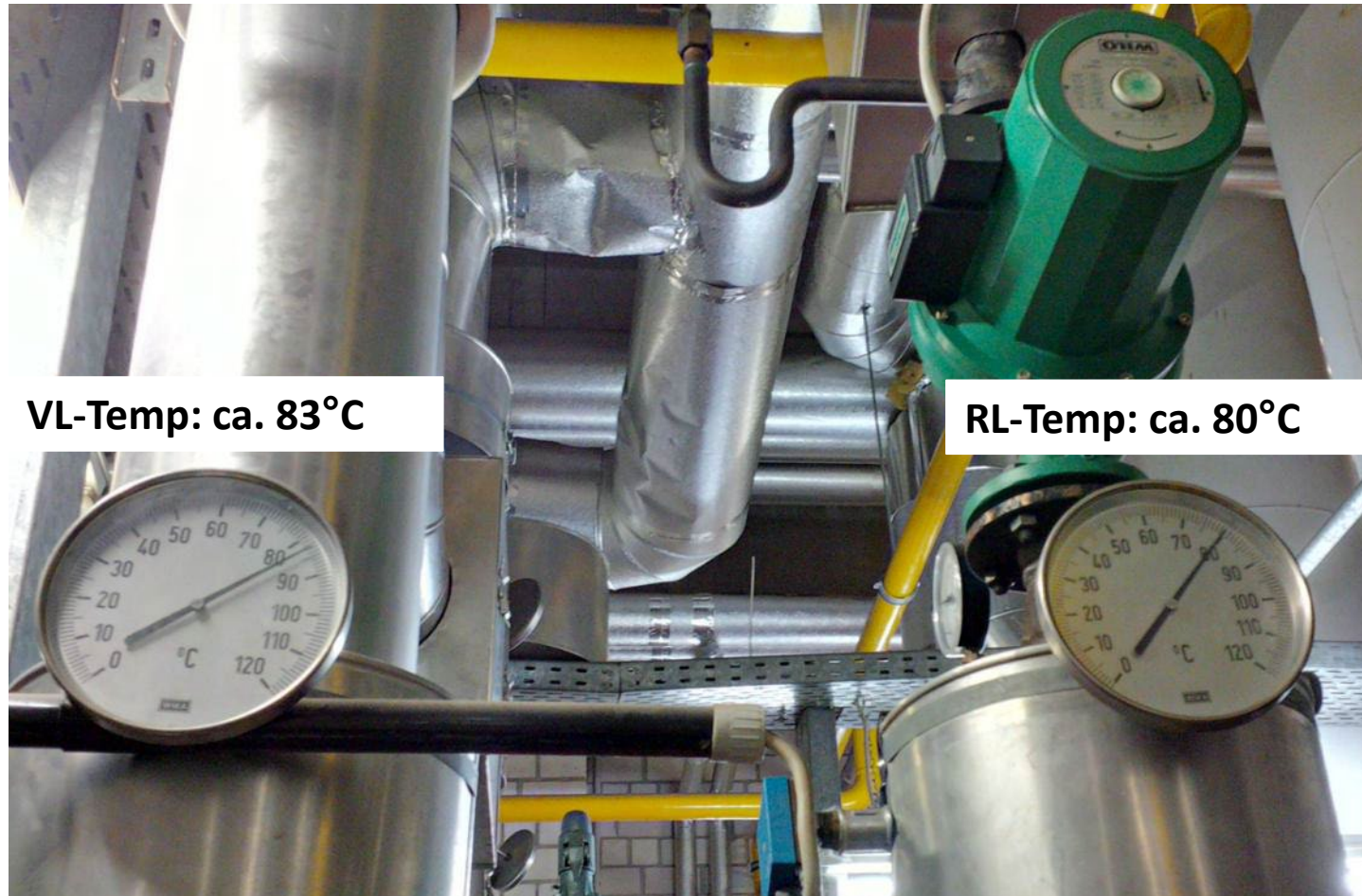
Indikatoren für systematische hydraulische Optimierungspotentiale im Wärmeverkehrssystem

-> Temperaturdifferenz

Indikatoren für hydraulische Optimierungspotentiale -> 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

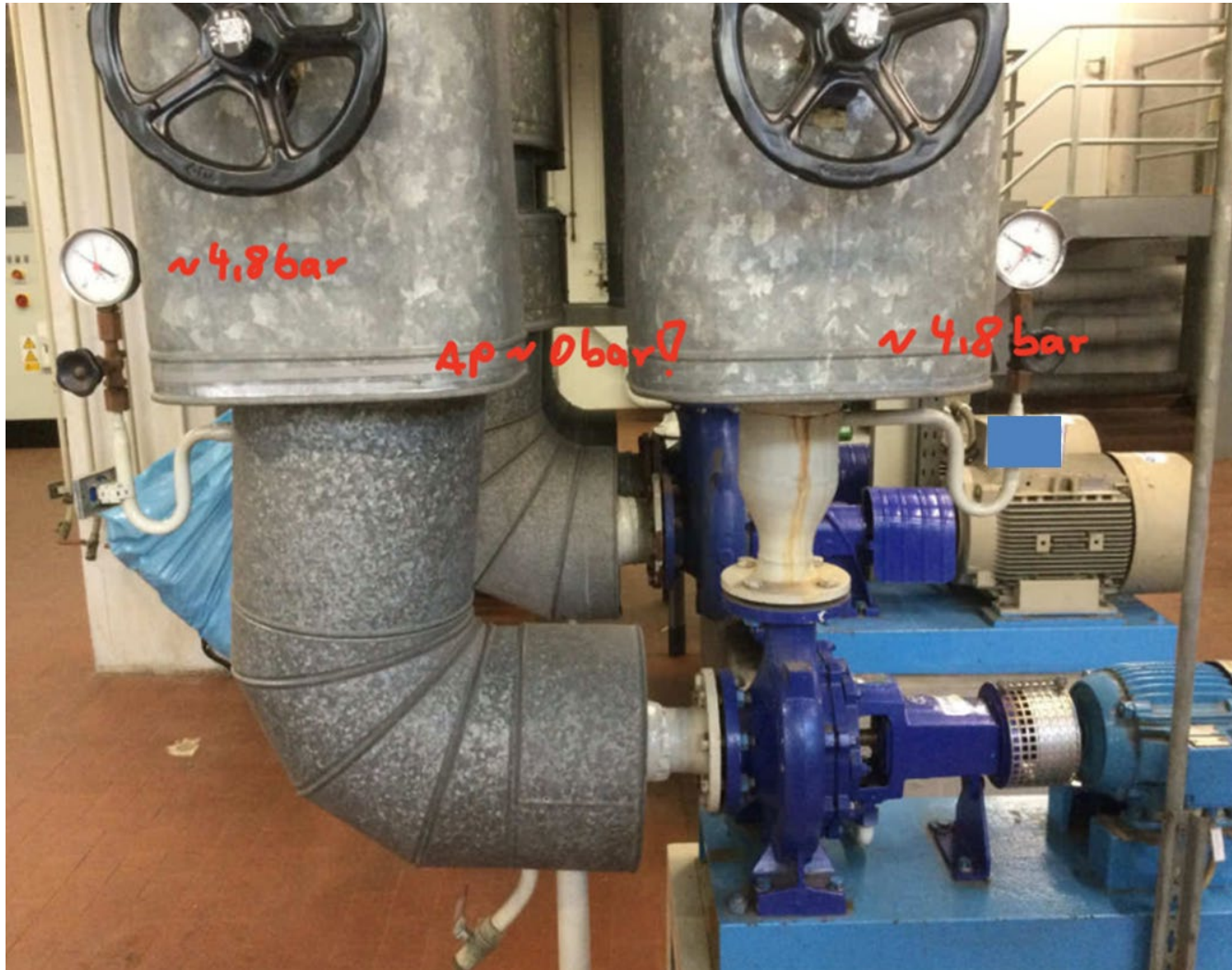
Folge

- Hohe Rücklauftemperaturen, kein Brennwerteffekt, Niedertemperaturwärmquellen nicht nutzbar

Indikatoren für systematische hydraulische Optimierungspotentiale im Wärmeverkehrssystem

-> 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

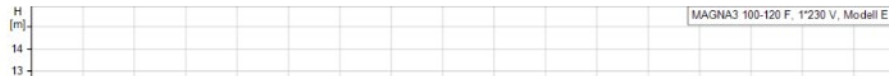
Indikatoren für hydraulische Optimierungspotentiale -> Differenzdrücke

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

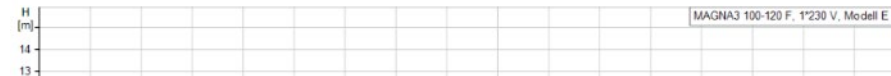


Pumpenbetriebspunkt nach systematischer hydraulischer Optimierung

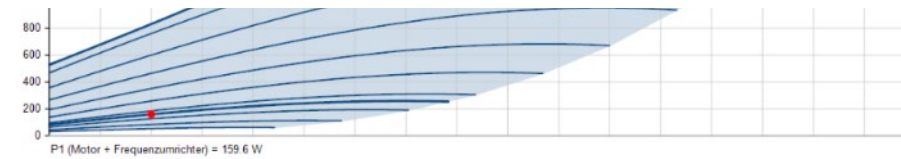
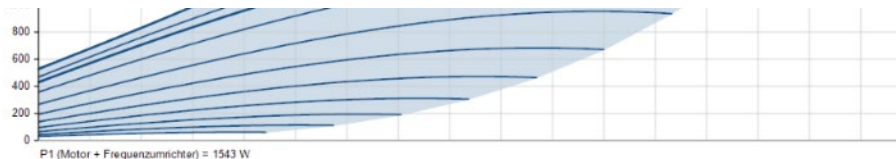
dV: 10 m³/h und dp: 3 m

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

Pel: 0,15 kWel



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



Pumpenauslegung am Beispiel Grundfos Magna3 100-120F

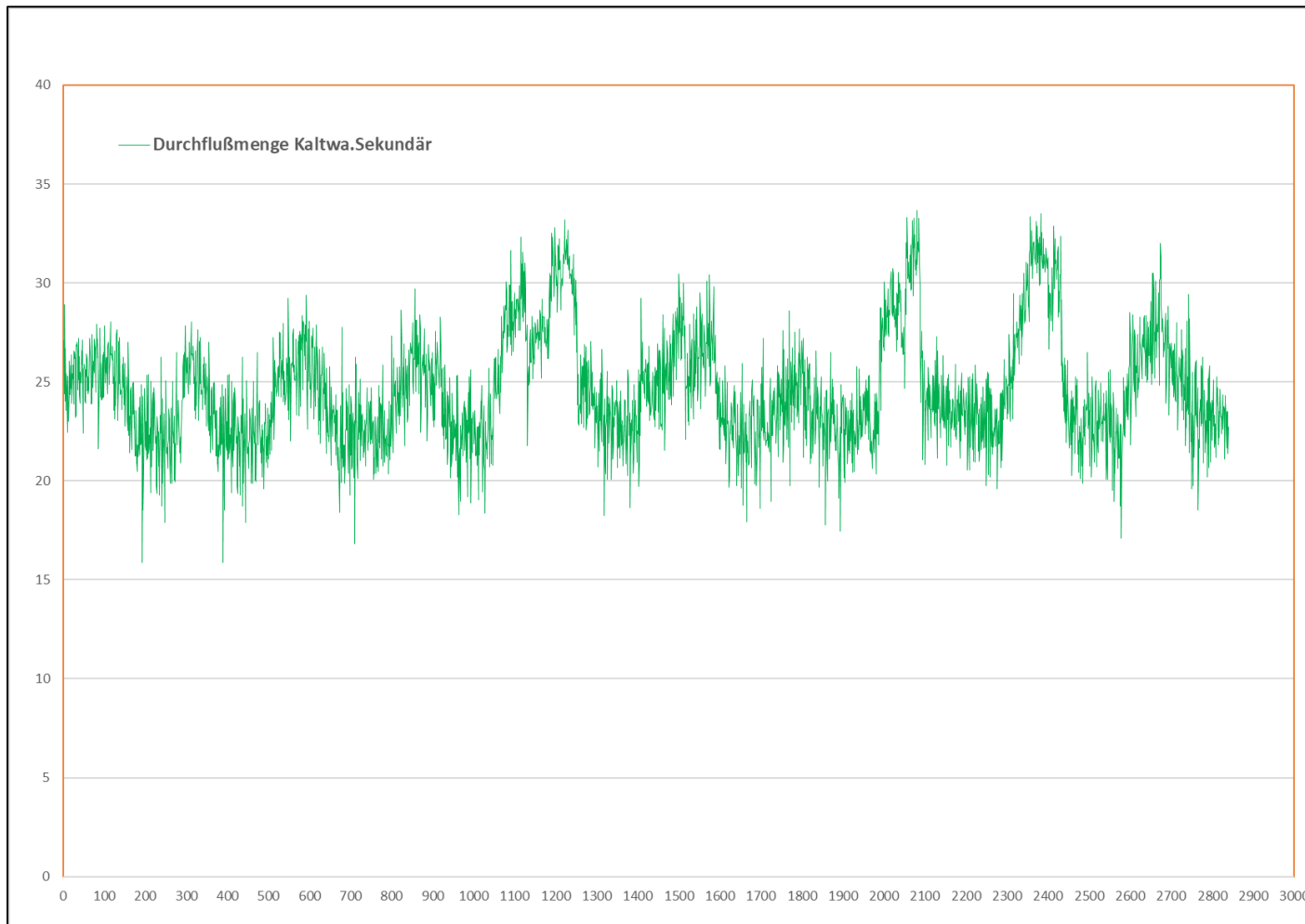
Ein Beispiel Kälteverteilung / Kälteanlage

Ein Beispiel Kälteverteilung / Kälteanlage

Auftrag zur Grundlagenermittlung / Kurzkonzept

- Kunde betreibt eine Kälteanlage, Kaltwassersatz, Wassergekühlt mit Verdunstungskühler (BlmSchG)
- Prozesssicherheit (Kühlen) nicht sichergestellt und mittelfristig kritisches Kältemittel (R407c)
- Notwendige Ersatzinvestition an der Kälteanlage (möglichst ohne Verdunstungskühler)
- Lösungsansatz für nachhaltige und effiziente Prozesskühlung

Ein Beispiel Kälteverteilung / Kälteanlage



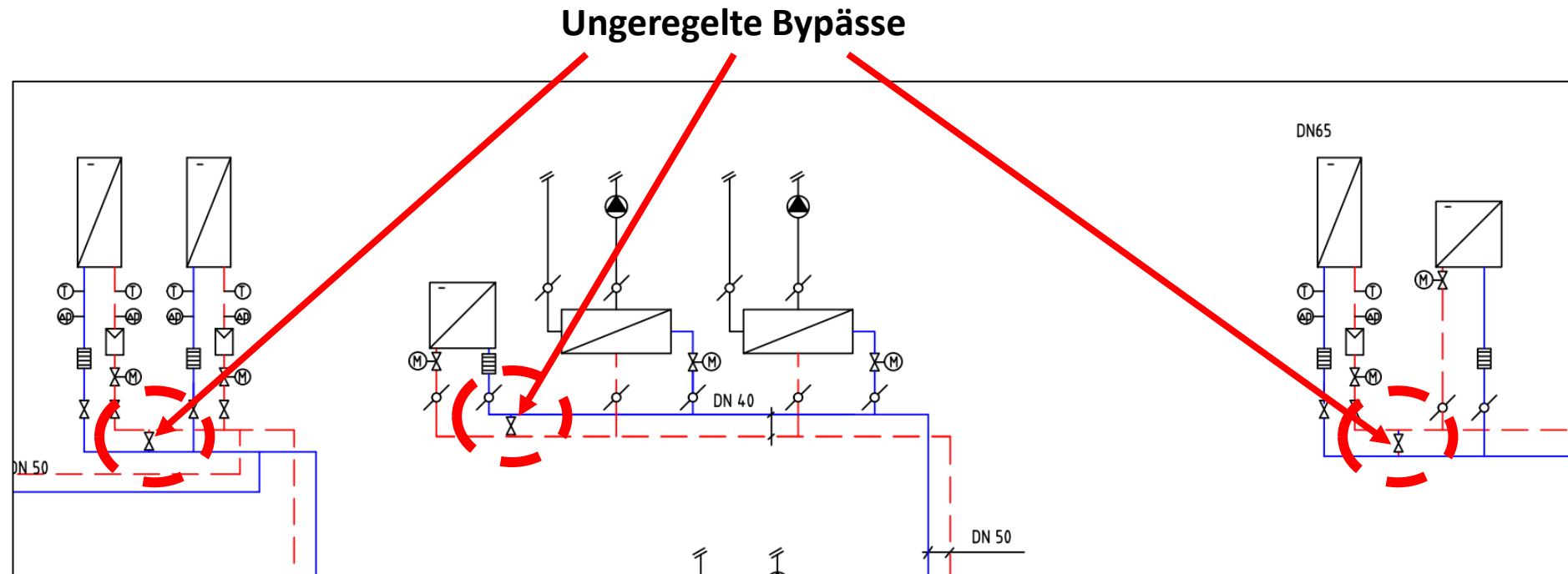
Istzustand Kälteverteilung

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

Vermutung

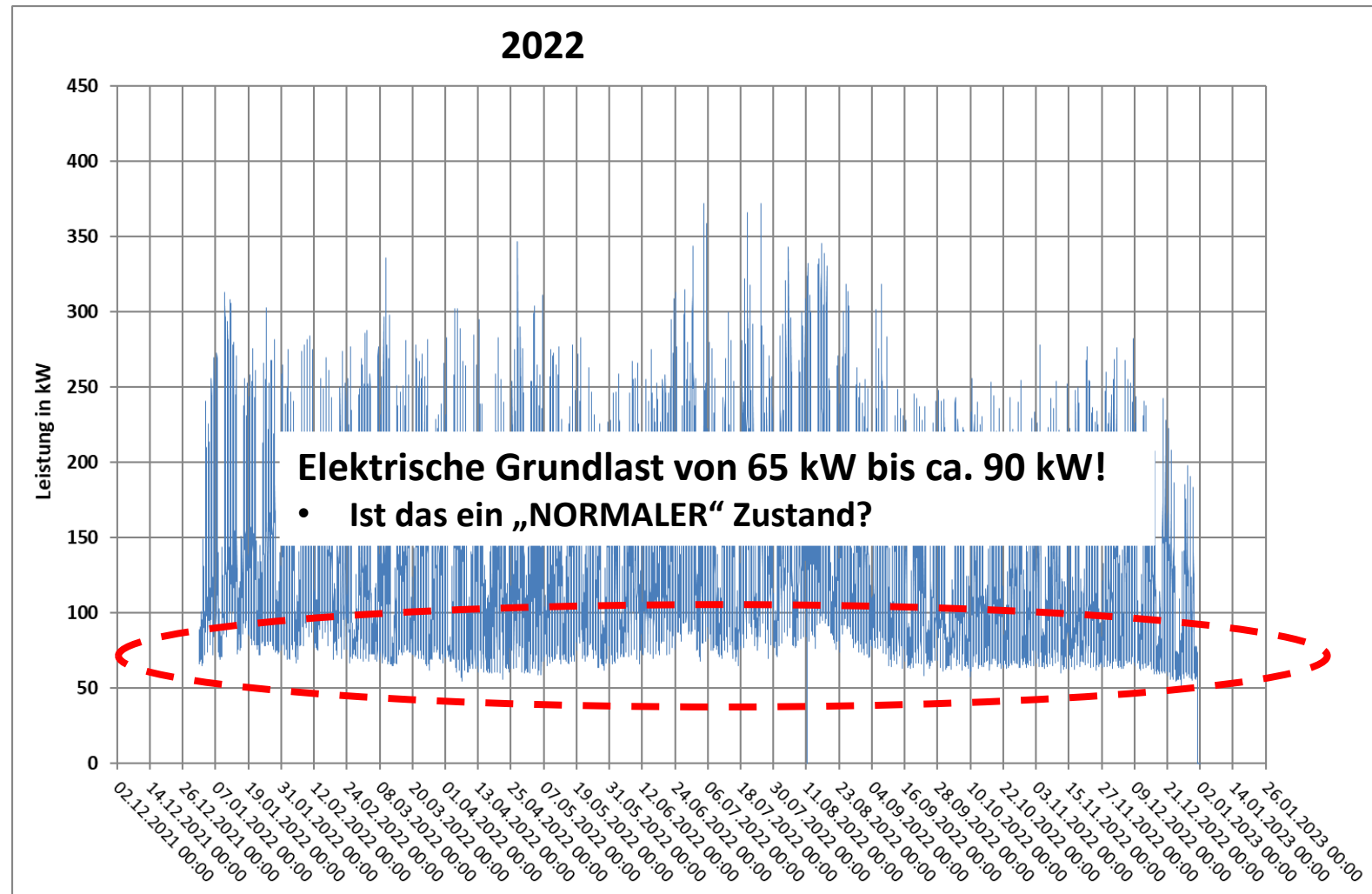
- Ungeregelte Bypässe

Ein Beispiel Kälteverteilung / Kälteanlage



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

Ein Beispiel Kälteverteilung / Kälteanlage



Ein Beispiel Kälteverteilung / Kälteanlage

Ergebnis Grundlagenermittlung / Kurzkonzept

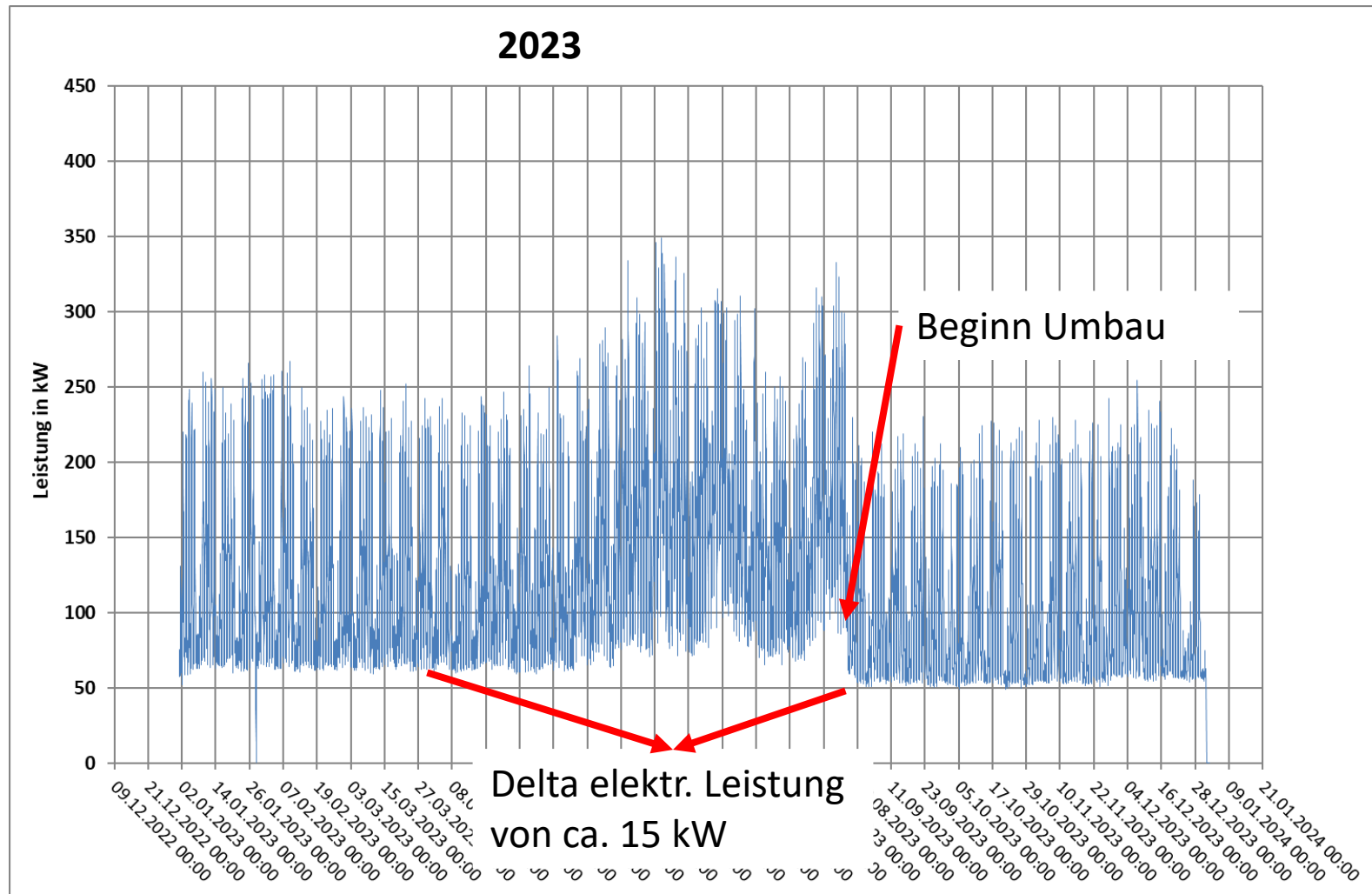
- Konstant arbeitende (8760 Bh/a) Kaltwasserpumpe und Kühlwasserpumpe (Wassergekühlter Kaltwassersatz mit Verdunstungskühler auf dem Dach).
- Kaltwasserpumpe: 20 m³/h bis 30 m³/h, ca. 4 kWel
- Kühlwasserpumpe: 90 m³/h, ca. 3 kWel
- Verdunstungskühler Verschleiß / Defekte, Ventilatoren arbeiten zwischen 6 kWel und 25 kWel, ohne eine Nennkühlleistung zu erzielen

Ein Beispiel Kälteverteilung / Kälteanlage

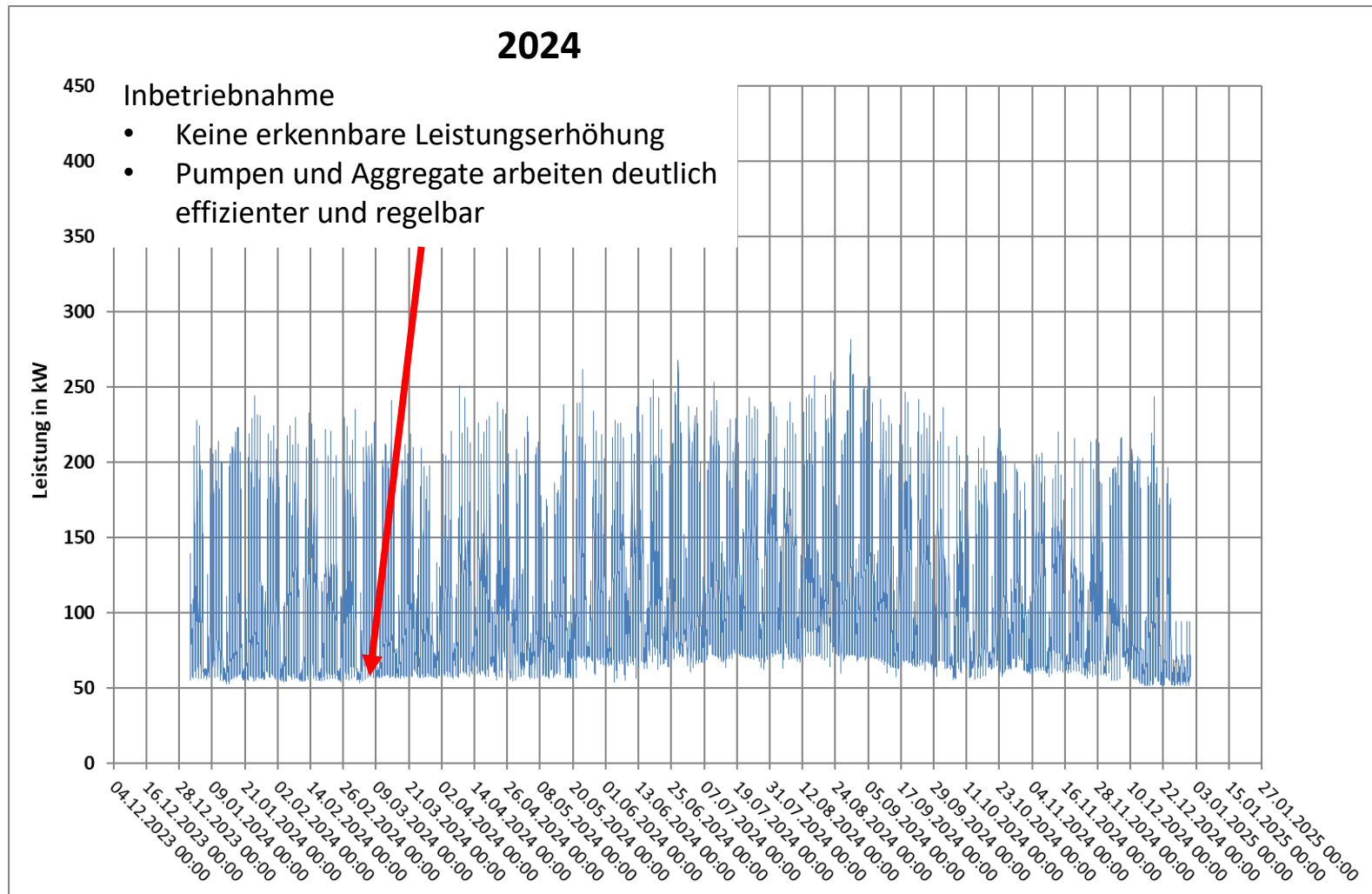
Maßnahme

- Hydraulische Optimierung (Bypässe)
- Regelbare Pumpen
- Neue Kälteanlage (Propan), stufenlos Regelbar, freie Kühlung für Herbst / Winter / Frühling

Ein Beispiel Kälteverteilung / Kälteanlage

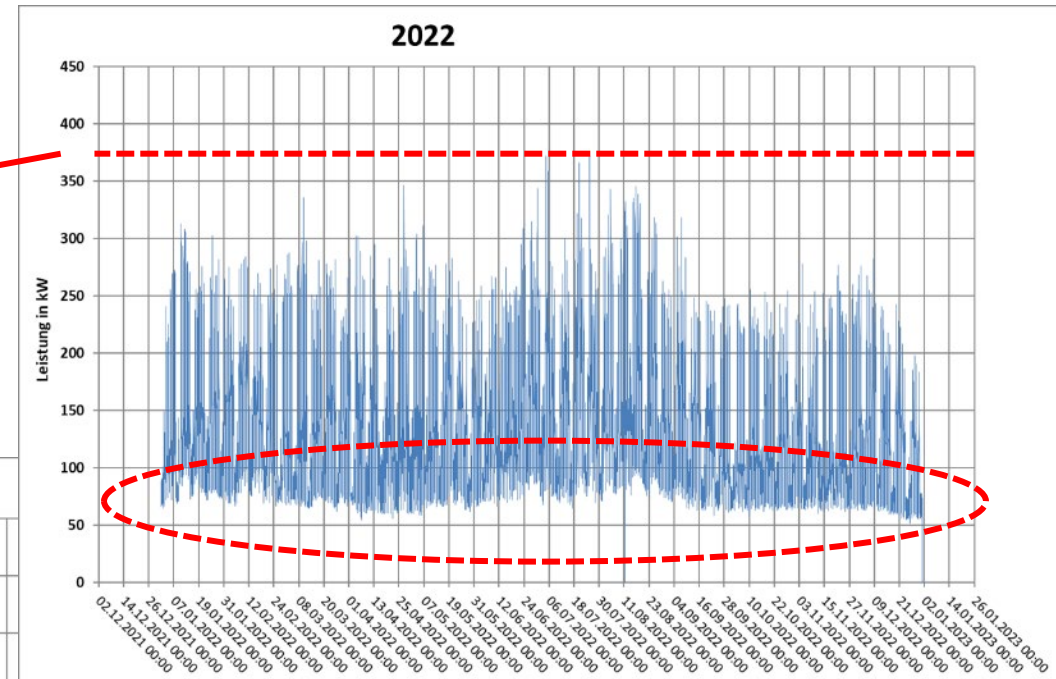
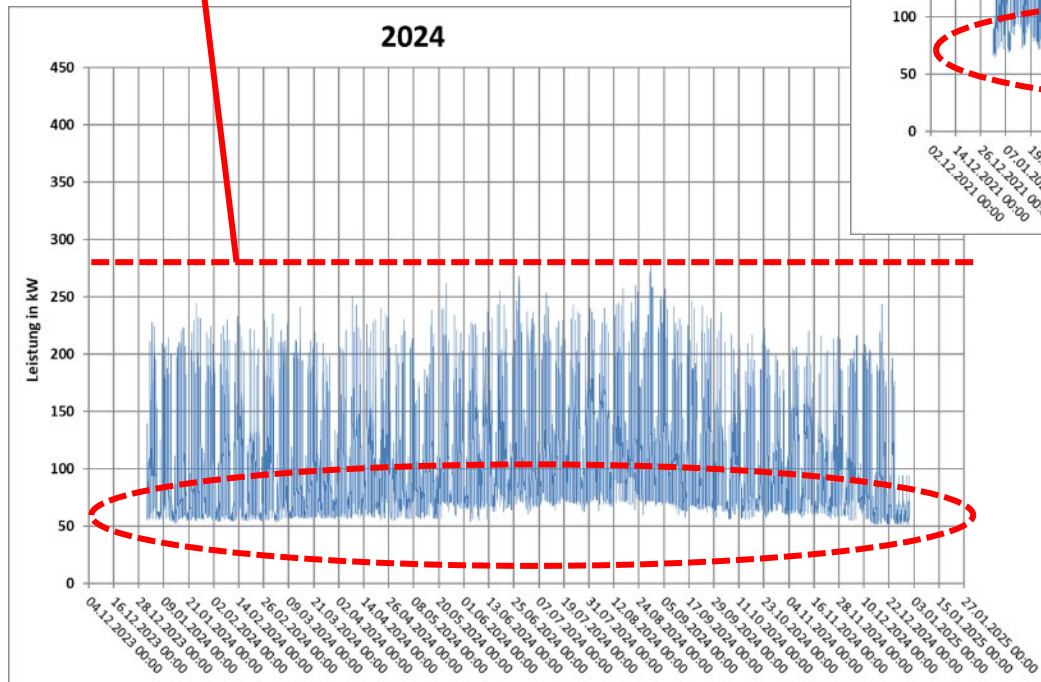


Ein Beispiel Kälteverteilung / Kälteanlage



Ein Beispiel Kälteverteilung / Kälteanlage

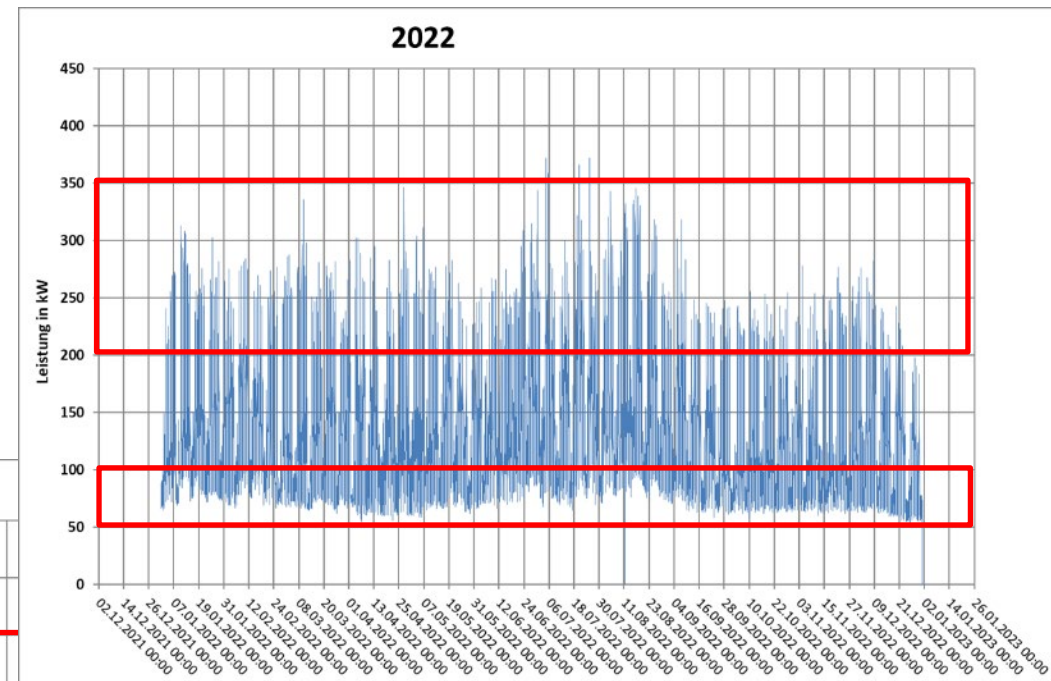
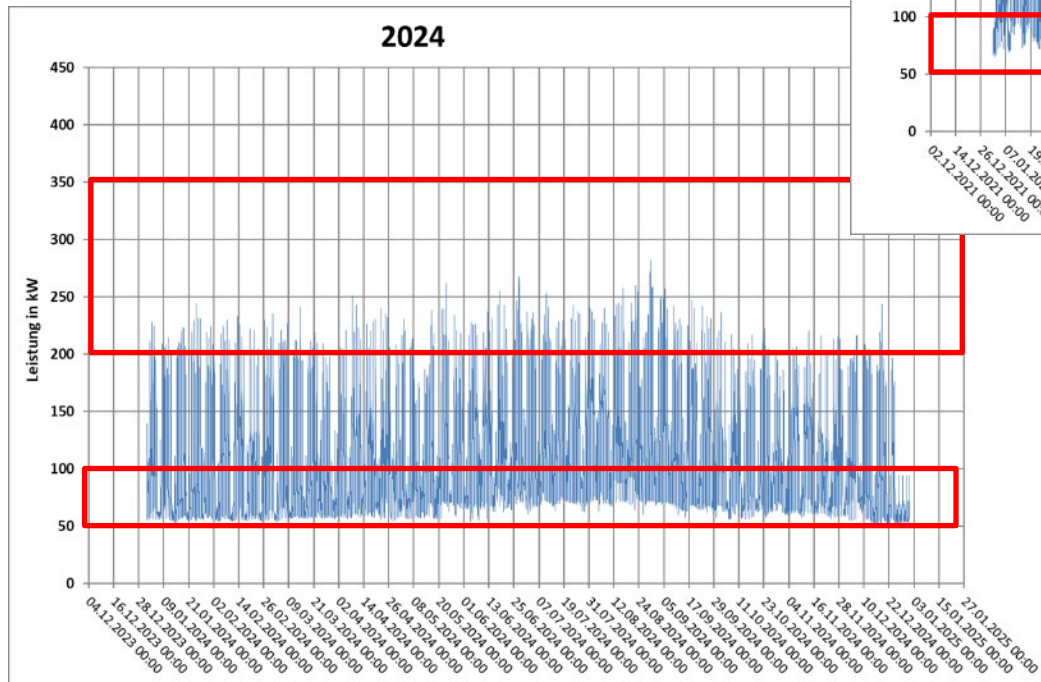
Elektr. Lastspitzen deutlich reduziert
(von 370 kW auf 280 kW)



Elektr. Grundlast deutlich reduziert von
65 kWel auf ca. 55 kWel (Herbst /
Winter / Frühling) und von ca. 90 kWel
auf 80 kWel (Sommer)

Ein Beispiel Kälteverteilung / Kälteanlage

Eine weitere Betrachtungsweise
Maximale und minimale
Leistungsbereiche (Fenster)



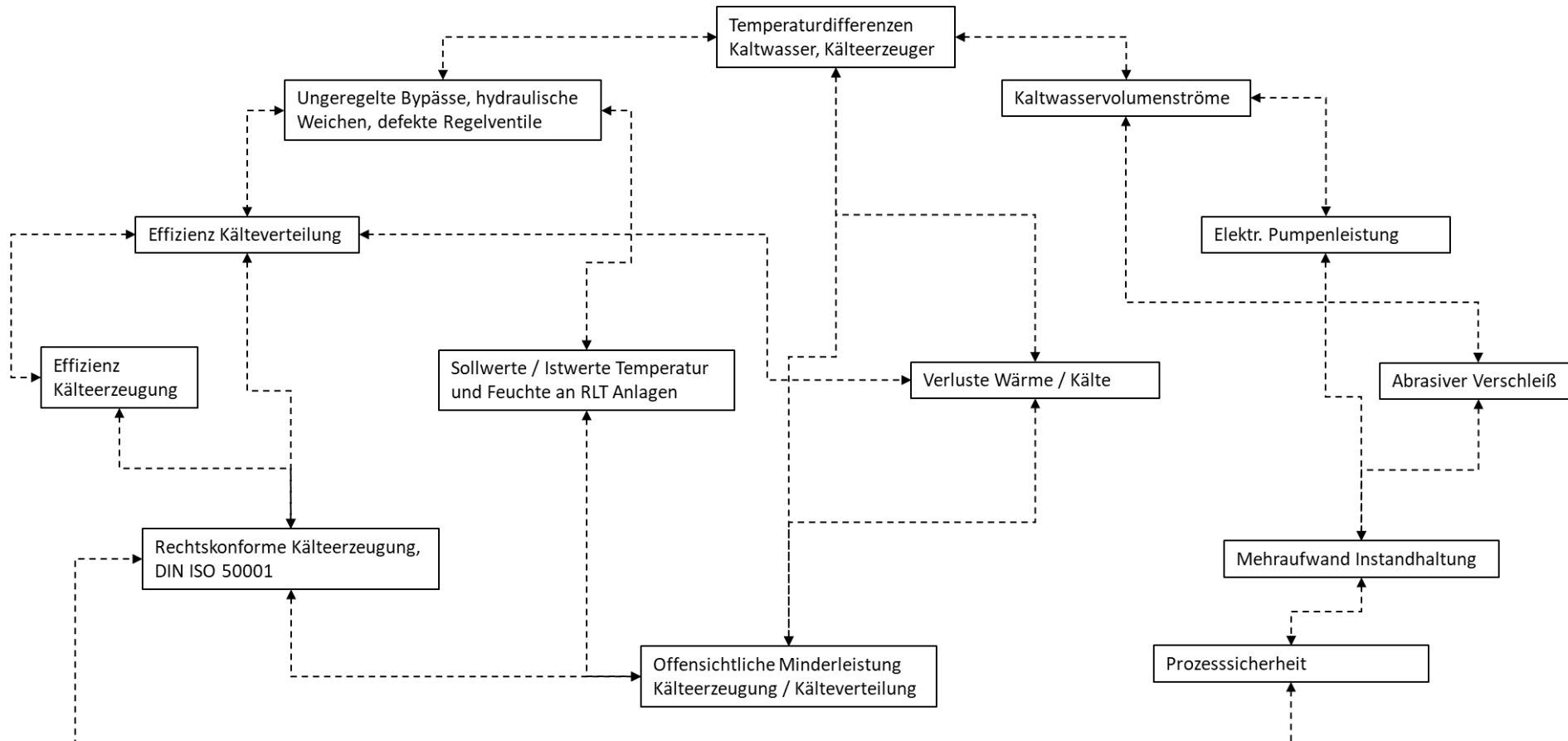
Ein Beispiel Kälteverteilung / Kälteanlage

	Alter Zustand	Neuer Zustand
Elektr. Energie in kWh/a und (%)	1.141.500 kWh (100%)	925.000 kWh (81%)
Reduzierung / Einsparung elektr. Energie in kWh/a und (%)	216.500 kWh (19%)	
Damit zu versorgende Haushalte pro Jahr (~ 3.500 kWh/a)	62	
Reduzierung /Einsparung CO2 in kg/a (0,363 kg/kWh in 2024)	87.600 kg/a	
Reduzierung /Einsparung Strombezugskosten in EURO (Strompreis Kunde 2024: 0,25 €/kWh, inkl. aller Netzentgelte, Umlagen und Stromsteuer)	54.000 €/a	
Investition	300.000 €	
Amortisation einer „notwendigen Ersatzinvestition“	5,5 Jahre	
Nebeneffekte	Neues System arbeitet als Trockenkühler und BImSchG Aufwand hat sich komplett reduziert	

Systematische hydraulische Optimierungspotentiale im Wärmeverschubsystem

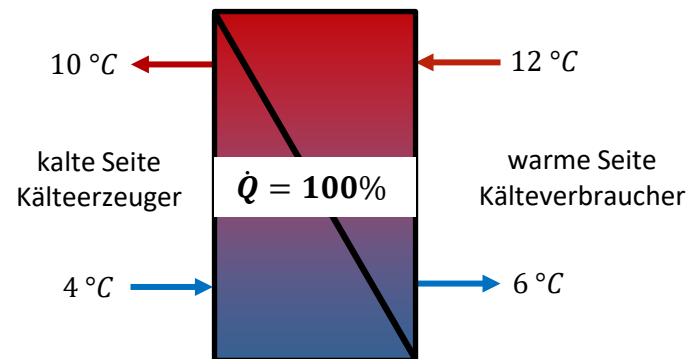
-> Wechselwirkungen

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



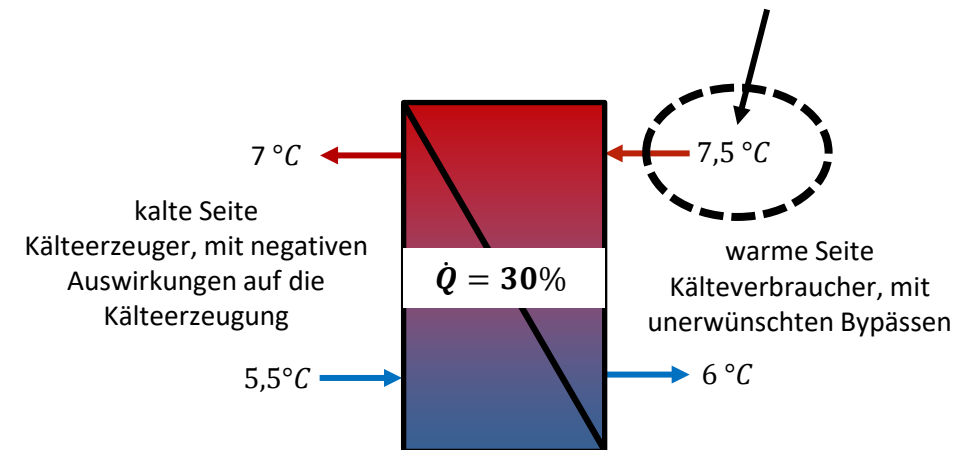
Systematische hydraulische Optimierungspotentiale im Wärmeverschiebesystem, -> Wechselwirkungen (hier Kaltwasser)

Übertragerleistung Wärmetauscher mit
bestimmungsgemäßen Temperaturen



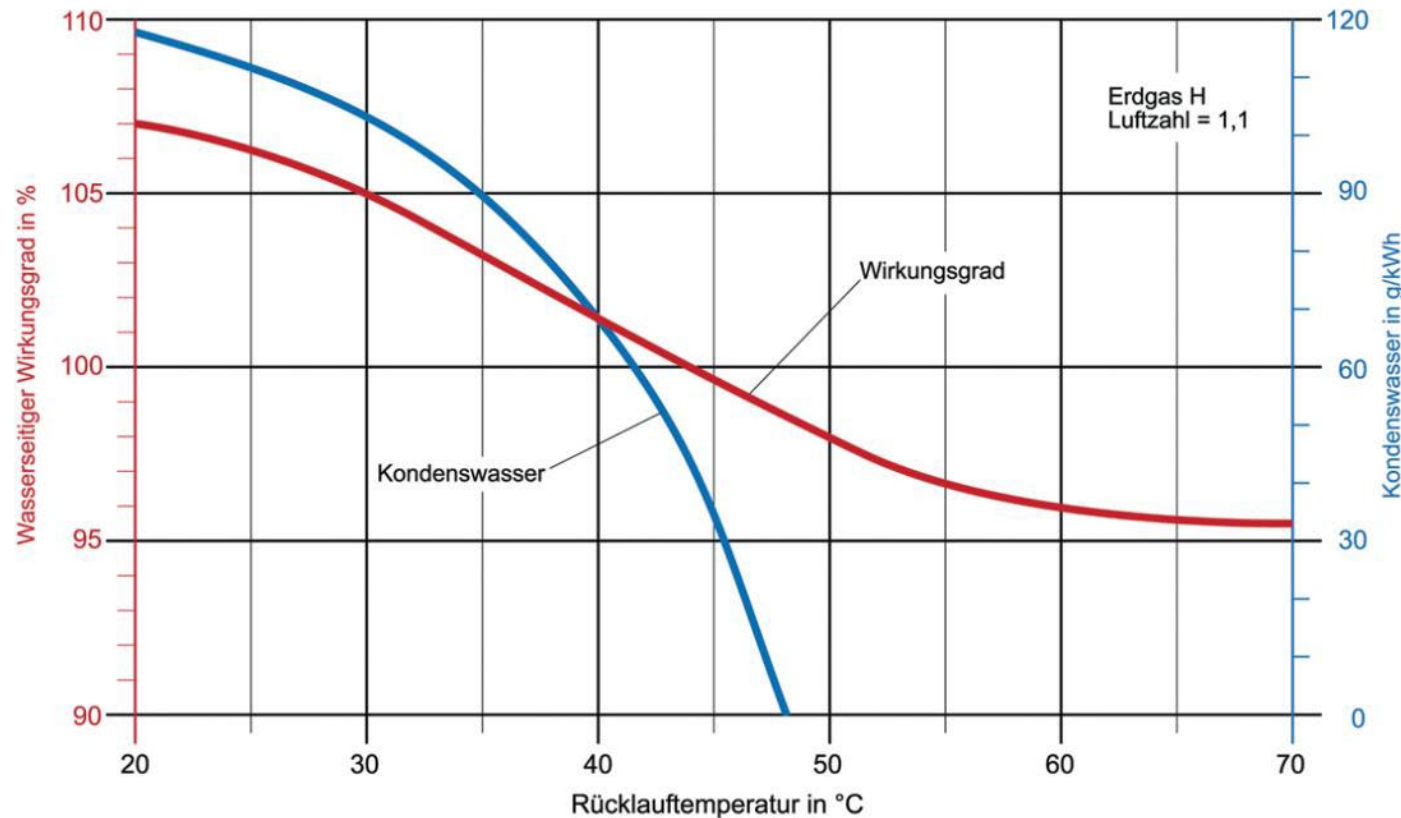
100 % Leistung

Übertragerleistung Wärmetauscher mit abweichenden
Temperaturen für den bestimmungsgemäßen Betrieb



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

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



Kondenswassermenge und Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Rücklauftemperatur

Quelle :  **ruhrgas**

Systematische hydraulische Optimierung

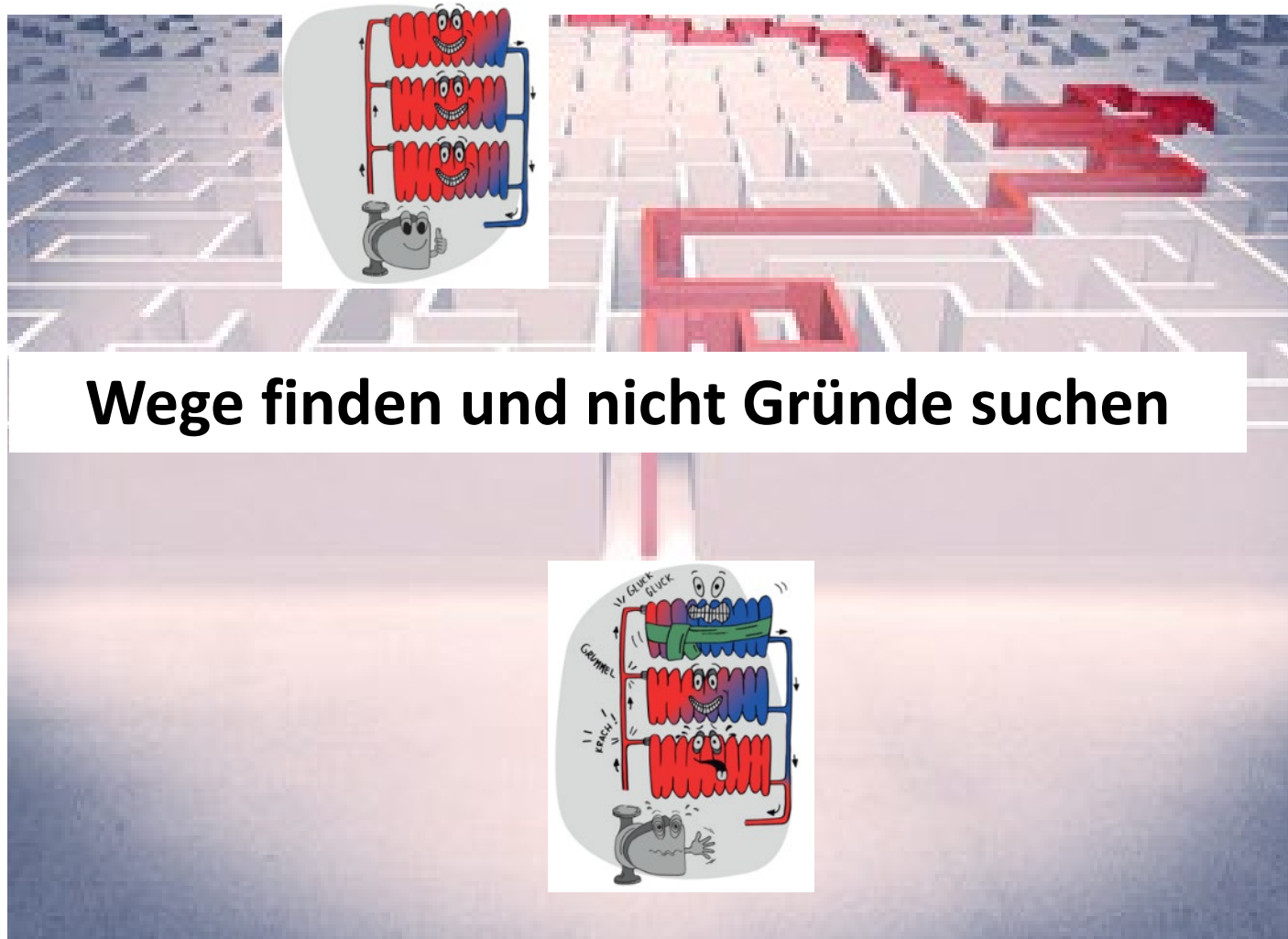
-> Fazit

Systematische hydraulische Optimierung, Fazit

- alle Wärmesenken nur die **Volumenströme** (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



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

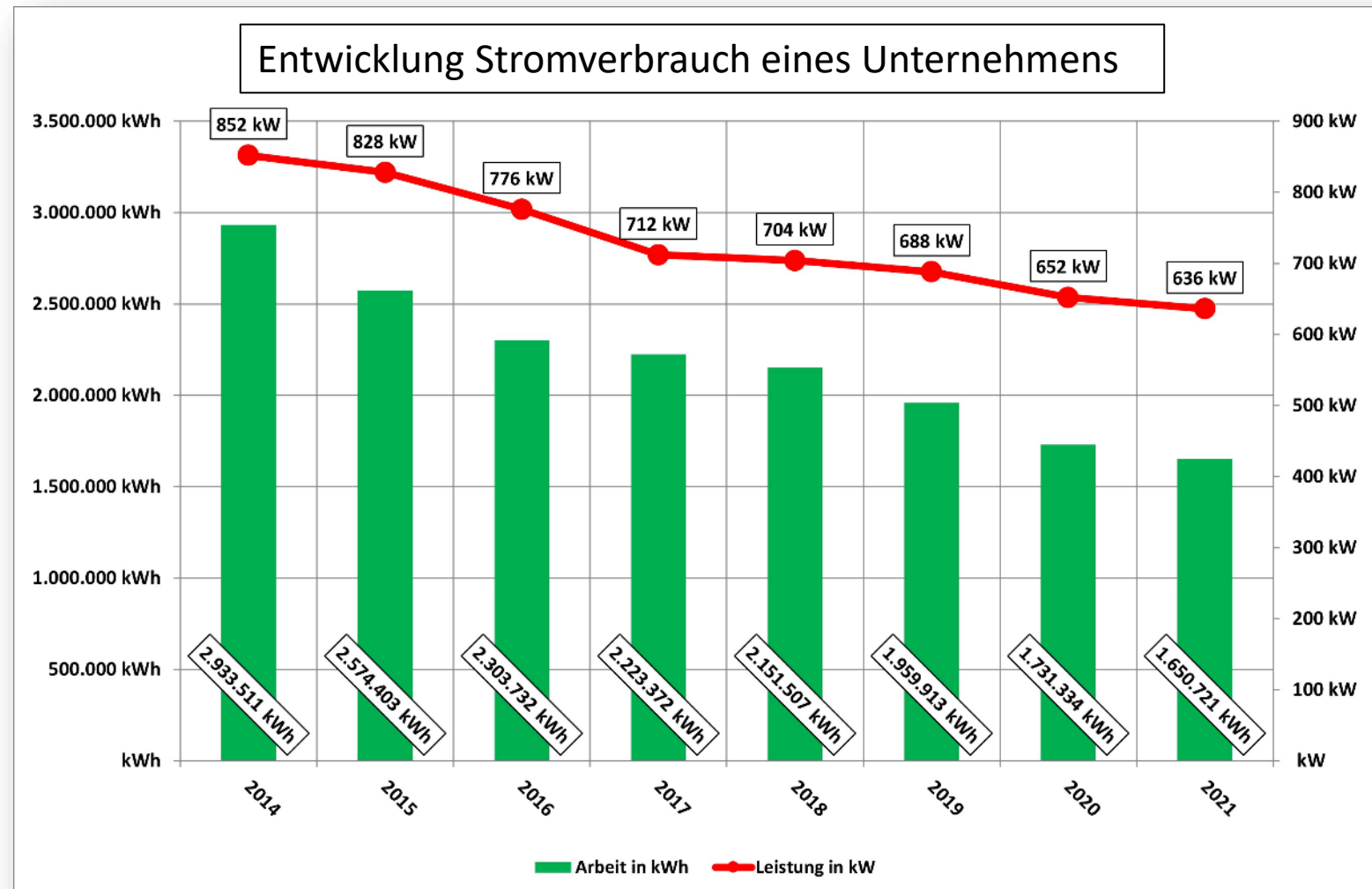
- Kälteerzeugung, Kälteverteilung
- Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung
- Lüftungsanlagen (mit Schnittmengen zu Kälte, Wärme, Leistungsoptimierung, Luftbefeuchtung, ...)
- Abwärmenutzung und Temperaturkaskaden (Wärmequellen, Wärmesenken und Wärmespeicher)
- Eigenstromerzeugung z.B. BHKW, PV, ...
- Energetische 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)

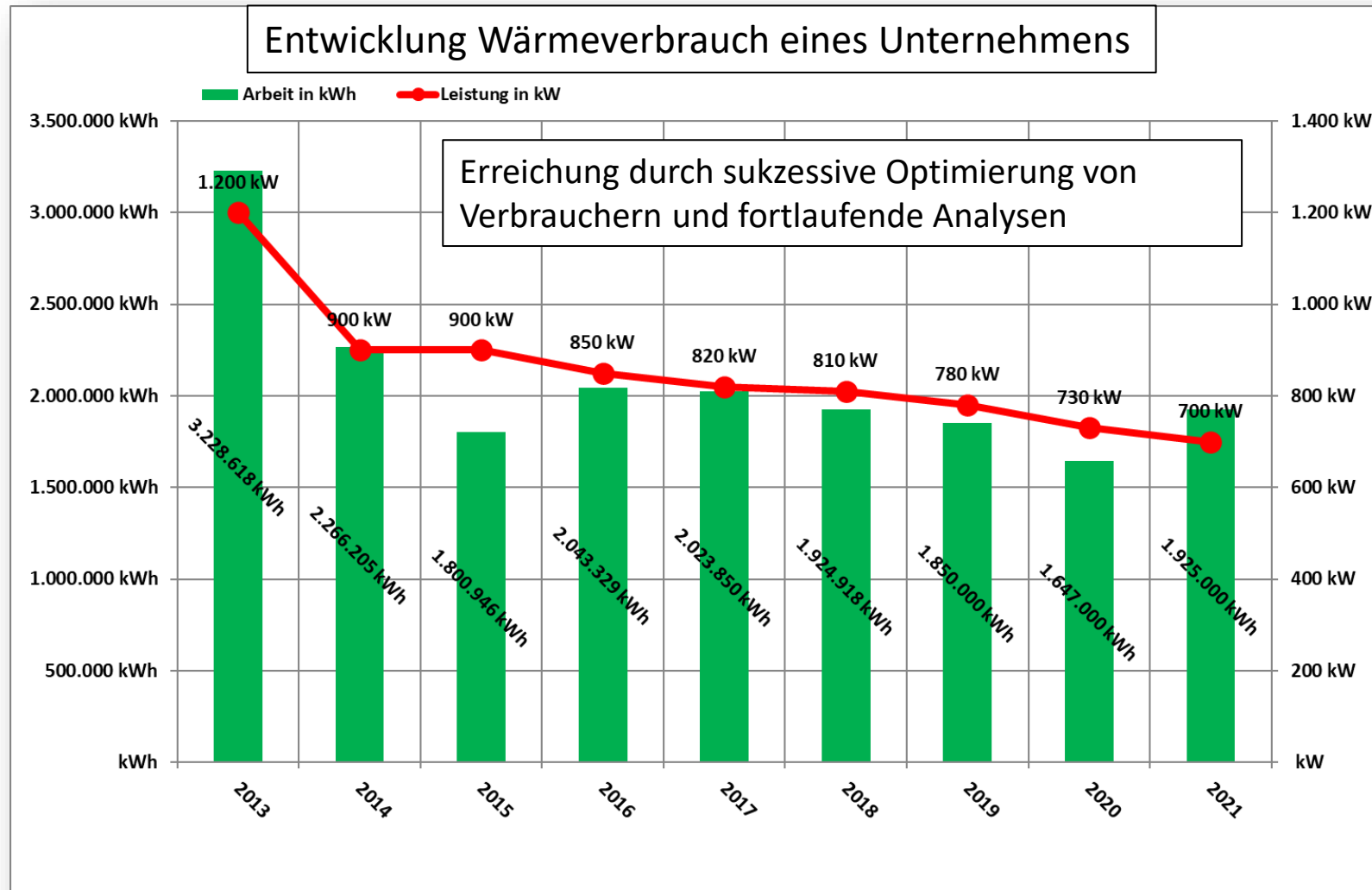
Hinweis:

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

Erfolgskontrolle



Erfolgskontrolle



Erfolgskontrolle

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 01.06.2025

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

65.990.719,7 kWh

Vermiedene CO₂ Emissionen in kg

25.058.129,9 kg

CO₂ Äquivalent in Bäumen

 **2.004.650 Bäume**

kWh Äquivalent in Haushalten

 **10.087,3 Haushalte**

Ersparnis in Euro:

8.085.296,44 €

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Gerne auch auf LinkedIn mit regelmäßigen technischen News

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