



Tagung

Produktionsintegrierter Umweltschutz (PIUS)

Praxiserfahrungen Energieeffizienz

Ganzheitliche systemische Effizienzberatung bis
Managementsystem – Timeline zur Unternehmensberatung

Dipl.-Ing. (FH) Christian Bender
Projektingenieur
Energieeffizienz und Erneuerbare Energien



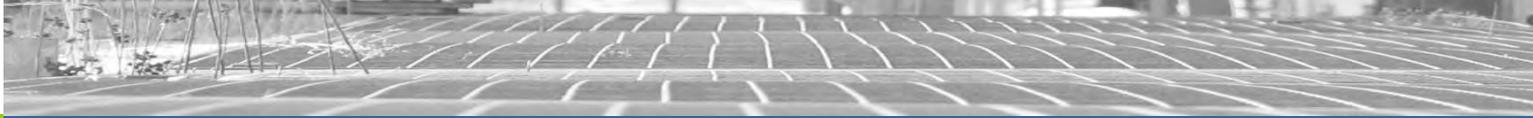
Hochschule Trier / Umwelt-Campus Birkenfeld
Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)

Internet: www.stoffstrom.org



Umwelt-Campus
Birkenfeld

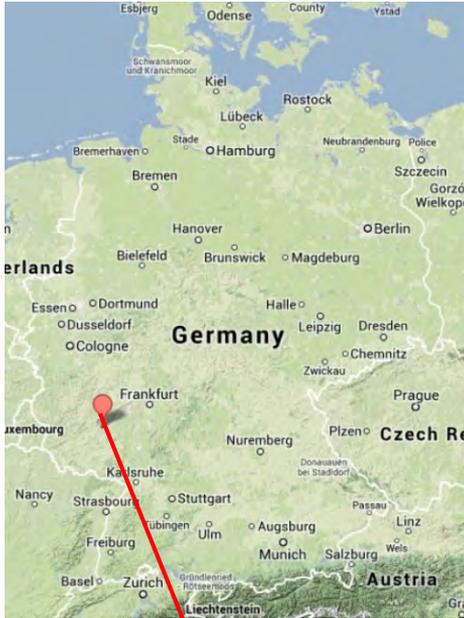
H O C H
S C H U L E
T R I E R



Agenda

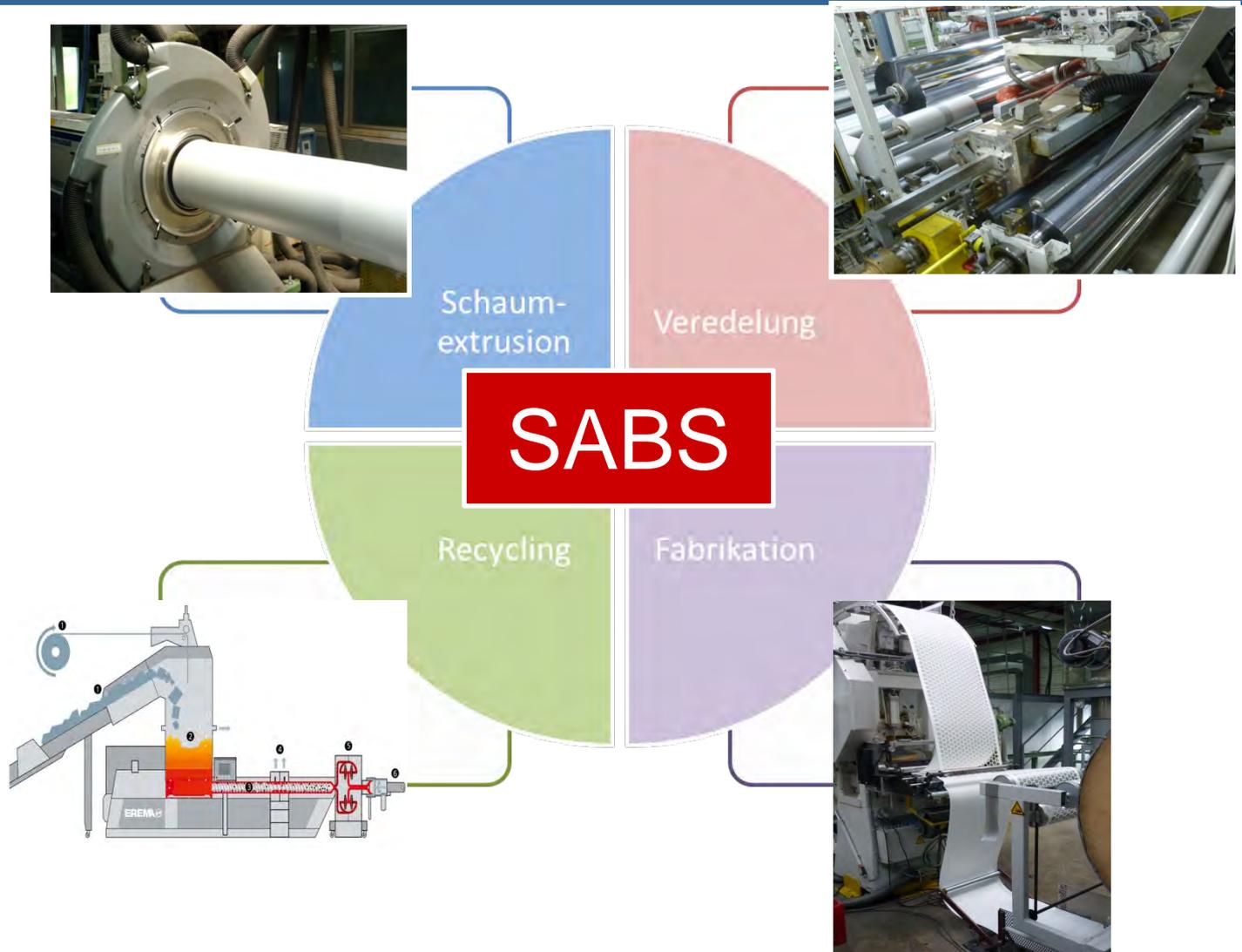
- Vorstellung des Unternehmens Sekisui Alveo BS GmbH
- Projektablauf / Zusammenarbeit
- Ganzheitliche Energieeffizienzberatung
 - Bestandsaufnahme (Makroanalyse)
 - Detailbetrachtung (Mikroanalyse)
- Optimierung Kältesystem und Kältemessung

Sekisui Alveo BS GmbH



- ❑ Gegründet 1980 als 
- ❑ 2010 Eingliederung in 
- ❑ Ca. 100 Mitarbeiter
- ❑ 4 Schaumextrusionslinien
- ❑ 2 Extrusionsbeschichtungsanlagen
- ❑ 1 Heißluftlaminieranlage
- ❑ 4 weitere Veredelungsanlagen
- ❑ Internes Recyclingkonzept

Sekisui Alveo BS GmbH



Zusammenarbeit zwischen der Firma Sekisui Alveo BS GmbH und dem IfaS

Kontaktaufnahme

- Anfrage: Sekisui Alveo
- Aktuelles Kältesystem veraltet
- Umrüstung auf Absorptionskältemaschine und BHKW

Ganzheitliche Energieeffizienzberatung

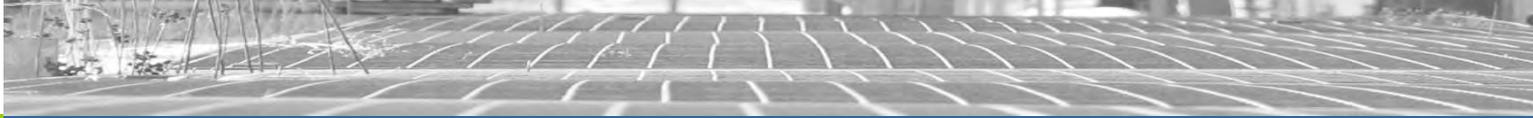
- Bestandsaufnahme & Makroanalyse
- Mikroanalyse KWKK
- Wirtschaftlicher Vergleich mit KKM-Referenzanlage
- Erstellung eines Verfahrensfließbildes für Kältesystem

Messtechnische Erfassung

- Messstellenkonzept
- Messung des Kältesystems
- Bewertung der Effizienz
- Optimierung des Kältesystems

Implementierung Energiemanagementsystem

- Erneuerung der Zertifizierung nach DIN EN ISO 50001
- Optimierung des Umweltmanagementsystems nach DIN EN 14001



Ganzheitliche Energieeffizienzberatung

- Ergebnispräsentation
- Ergebnisdiskussion
- Gemeinsame Auswahl von Maßnahmen zur Detailbetrachtung

**Entwicklung
Effizienzmaßnahmen**

- Schwachstellenanalyse
- Vorschläge zur Verbesserung der Energieeffizienz
- Erarbeitung einer Maßnahmen- und Prioritätenliste

**Darstellung & Bewertung
Ist-Zustand**

- Abbildung der energetischen Struktur
- Darstellung der Energieflüsse (Sankey)

Standortbegehung

- Ausführliche Betriebsbegehung
- Evaluierung Ist-Zustand
- Erhebung zusätzlicher Daten
- Untersuchung Arbeitsabläufe, Nutzerverhalten

**Erfassung
Ist-Zustand**

- Datenerhebung
- Erfassung aller Ein- und Ausgangsströme
- Erfassung wesentlicher Verbraucher
- Erfassung Energieverbrauch

Vorgehensweise Modul 2

Systemabgrenzung, Darstellung spez. Energieflüsse

- Festlegung der Systemgrenze
- Ermittlung der Ein- und Ausgangsströme
- Darstellung der spezifischen Energieflüsse (Sankey)

Technologieauswahl

- Abstimmungstermin
- Auswahl der Technologie
- Abstimmung möglicher Varianten

Variantenrechnung

- Detailberechnung abgestimmter Varianten
- Berechnung Energie-, Kosten- und CO₂-Einsparung

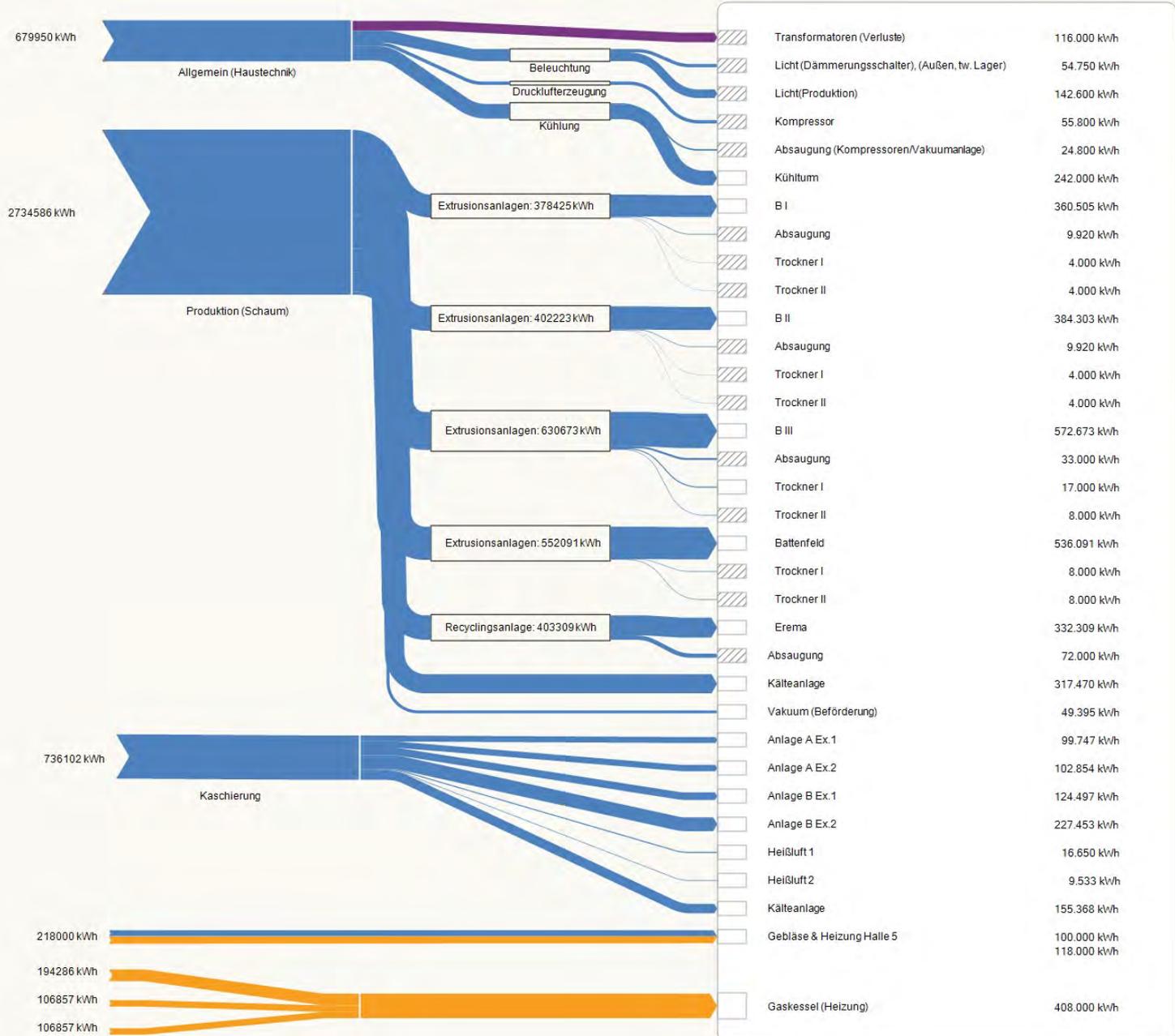
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

- Einholung von Richtpreisangeboten
- Vollkostenberechnung in Anlehnung an die VDI 2067 oder nach Vorgabe des Unternehmens

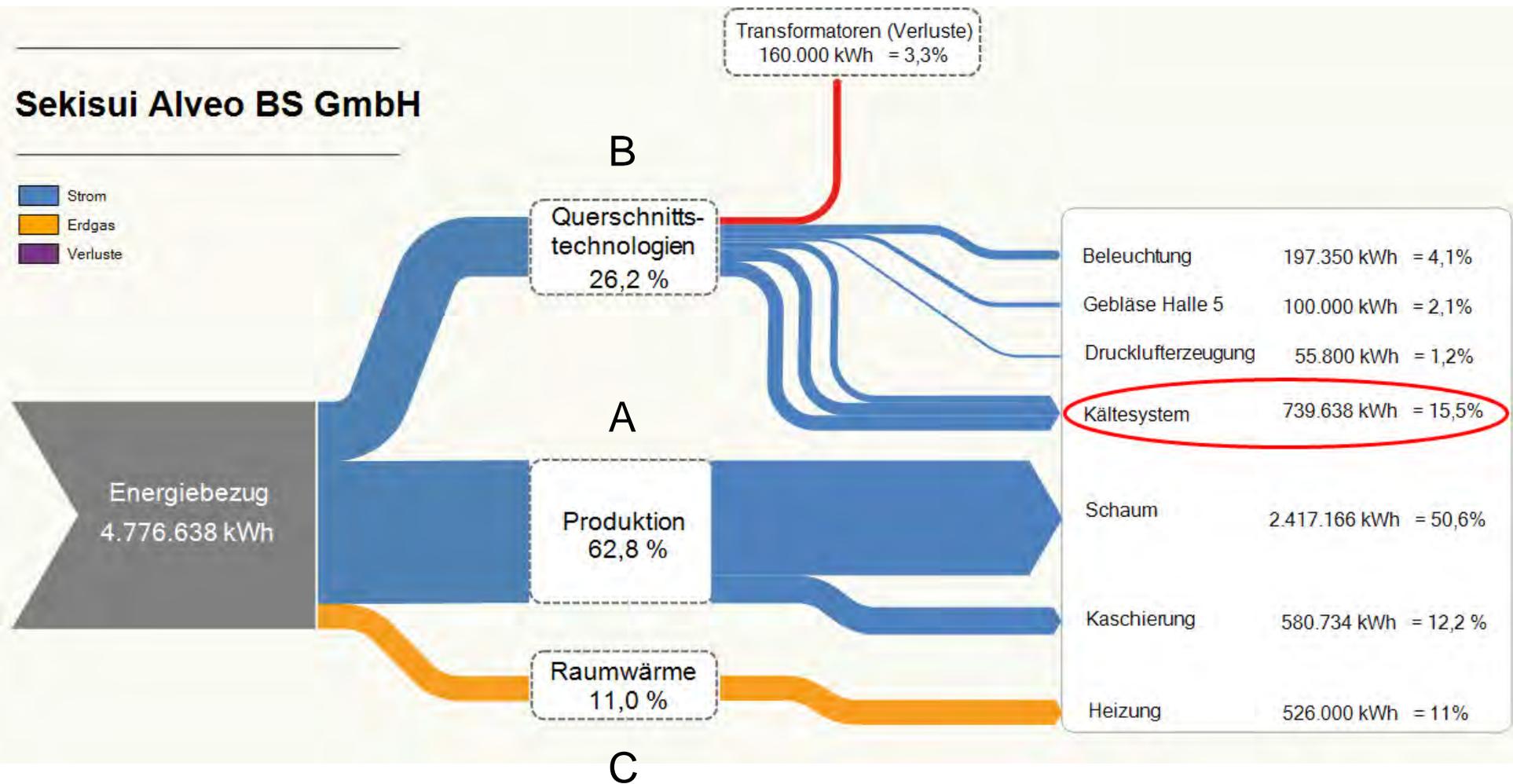
Ergebnispräsentation

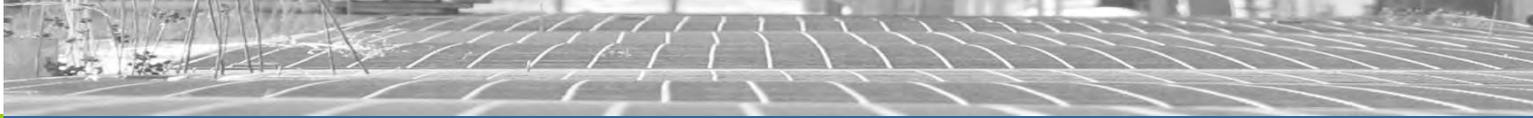
- Präsentation und Diskussion der Ergebnisse
- Abschlussdokumentation von Modul 1 und Modul 2 in Berichtsform

Energieflüsse im Ist-Zustand



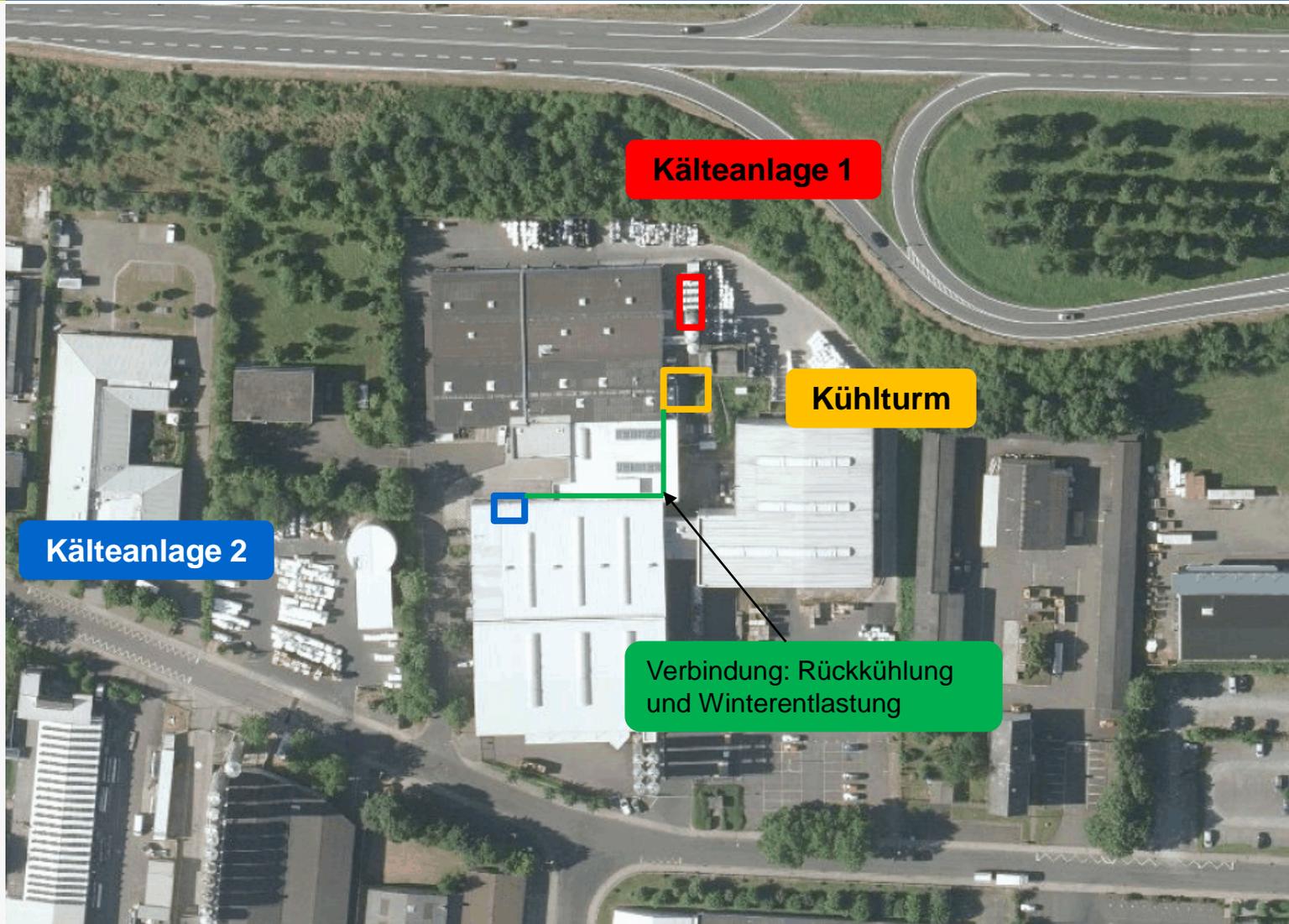
A, B, C –Analyse





Auslegung KWKK und wirtschaftlicher Vergleich mit KKM-Referenzanlage

Übersicht der Anlagen zur Kältebereitstellung



Bestandssystem Kälte

Kälteanlage 1

- Kompressionskältemaschine
- Kälteleistung 120 kW
- Rückkühlung über Kühlturm
- Keine Leistungsreserven



Kälteanlage 2

- Kompressionskältemaschine inkl. Freikühler zur freien Kühlung
- Kälteleistung: 400 kW
- Relativ hohe Effizienz durch Freikühlung



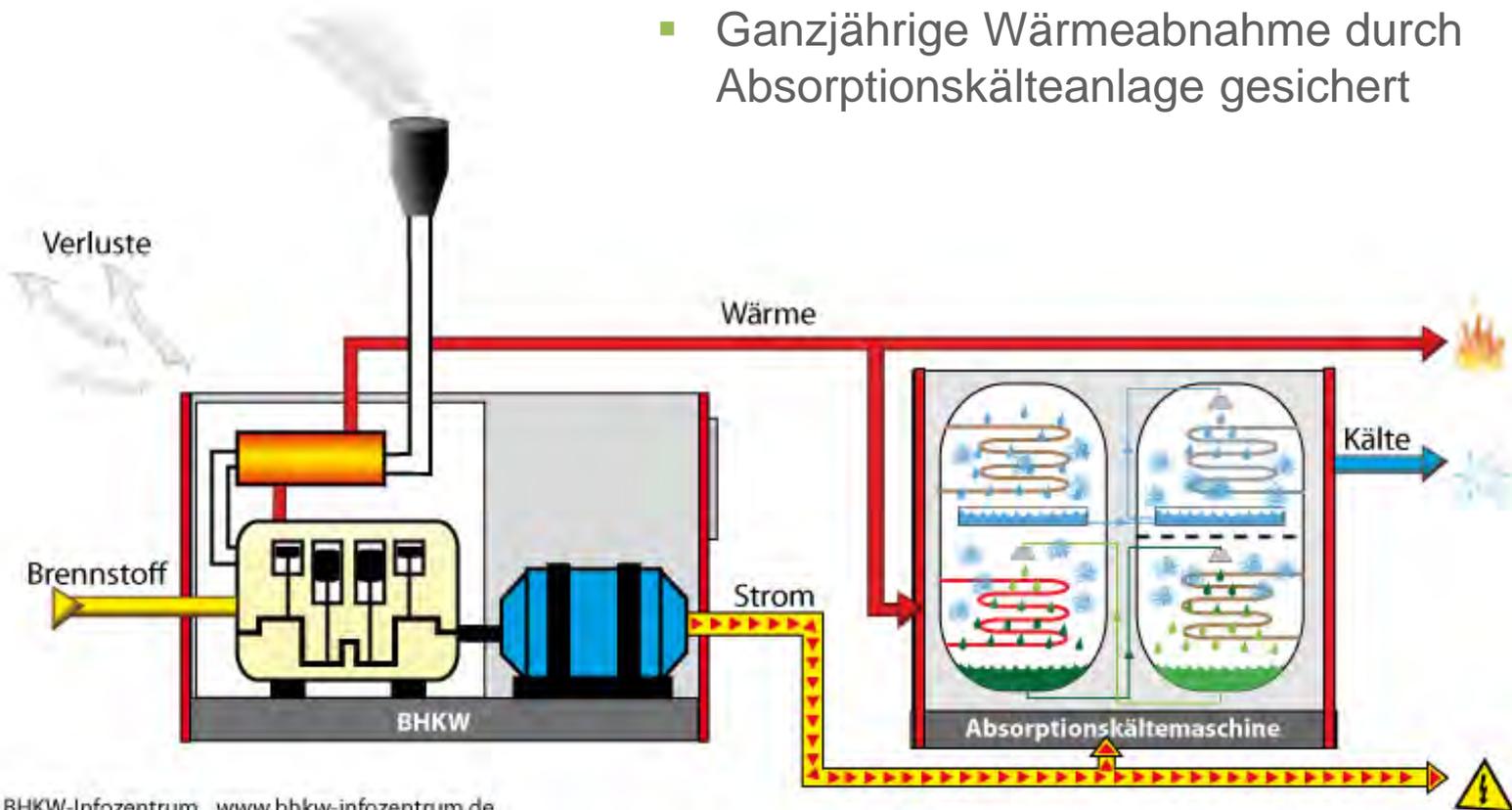
Kühlturm

- Offener Kühlturm
- Kühlleistung: ca. 600 kW
- Stark veraltete Pumpen und Überdimensionierung
- Durch Hygieneanforderung ganzjähriger Betrieb nötig



Idee: Zentralisierung des Kältesystems und Einbindung einer Kraft-Wärme-Kältekopplung

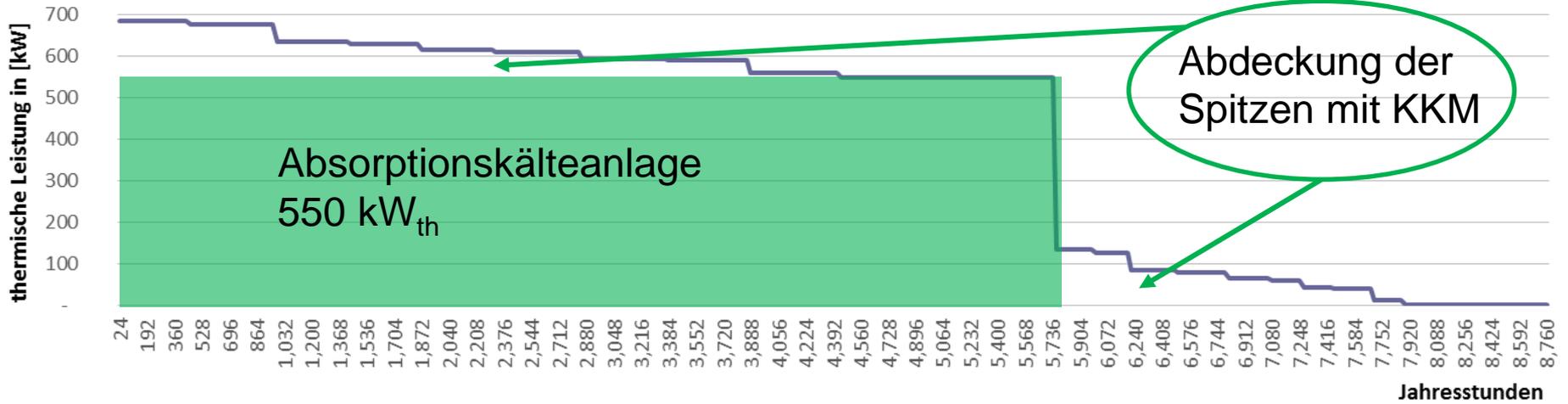
- Vorteile:
 - Reduzierung Stromnetzbezug durch Eigenstromnutzung
 - Ganzjährige Wärmeabnahme durch Absorptionskälteanlage gesichert



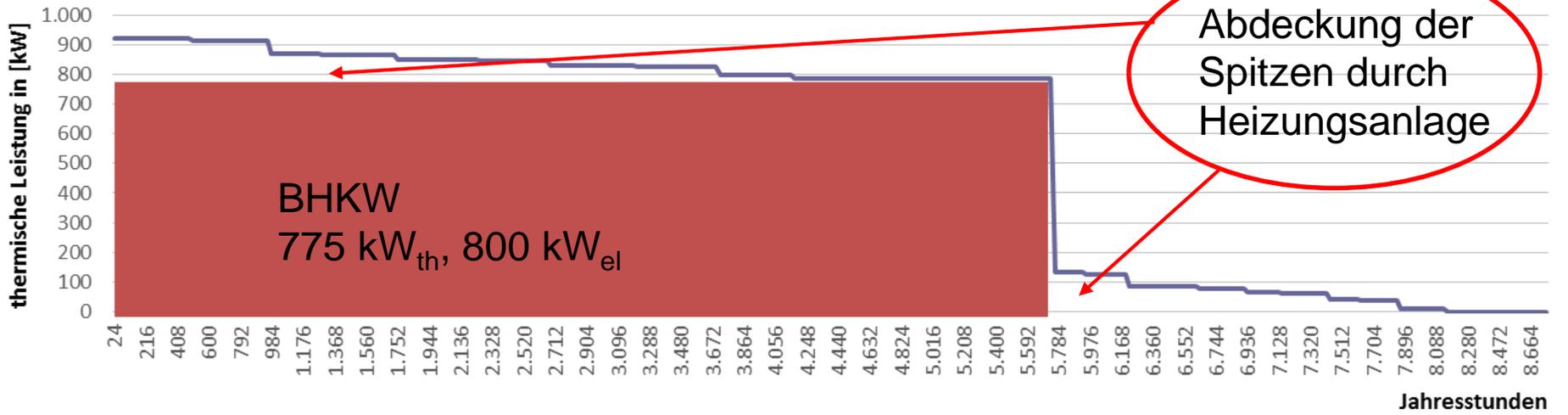
© BHKW-Infozentrum www.bhkw-infozentrum.de

Ermittelte Jahresdauerlinie – Wärme / Kälte

Jahresdauerlinie aus Heiz + Kühllast kombiniert



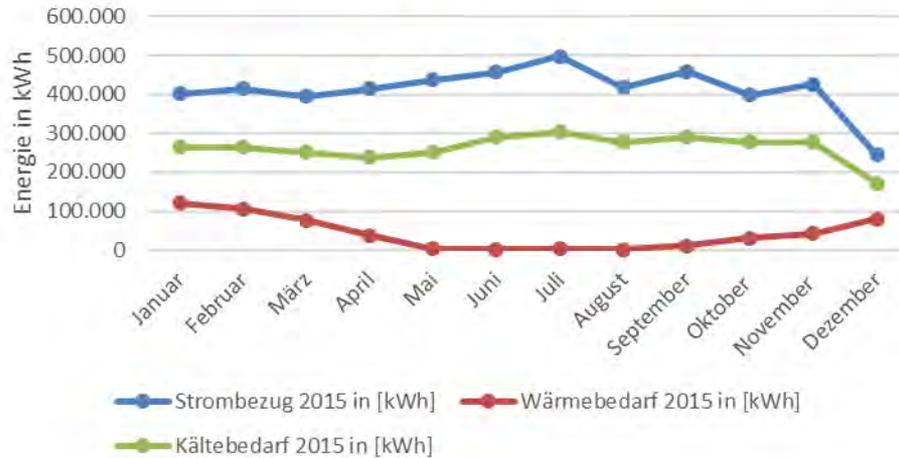
Jahresdauerlinie für Absorption und BHKW-Auslegung



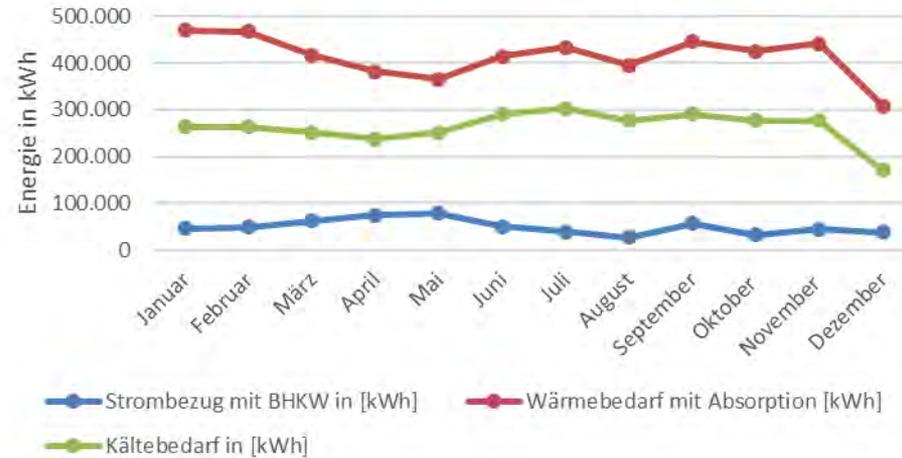


Veränderung der Energiebedarfe durch Einbindung einer KWKK-Anlage

Ist-Situation



Zustand nach BHKW u. Absorption



- **Beträchtlicher Anstieg des Wärmebedarfs durch die Absorptionsanlage**
 - Anstieg Erdgasbezug in Energie und Leistung
- **Beträchtliche Absenkung des Strombezuges aus dem öffentlichen Stromnetz durch Eigenstromnutzung mittels BHKW**
 - Absenkung Energie und Leistung
- **Kältebedarf gleichbleibend**



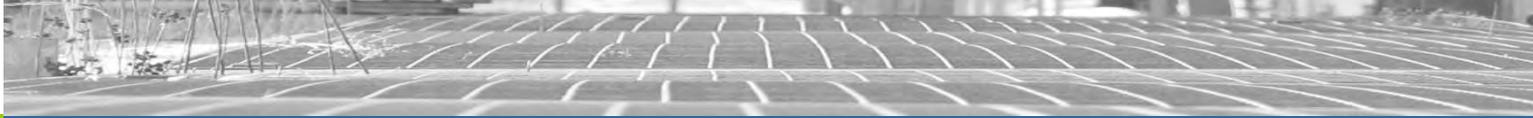
Wirtschaftlichkeitsabschätzung KWKK und Vergleich mit Kompressionskälteanlage (KKM)

- Einbindung einer KWKK erfordert eine Zentralisierung

Vergleichende Wirtschaftlichkeitsabschätzung KWKK - KKM

	Blockheizkraftwerk + Absorptionskältemaschine (KWKK)	Kompressionskältemaschine + Freikühlung (KKM + FK)
Gesamtinvestitionen exkl. Peripherie	907.700 €	210.179 €
Kapitalkosten	-103.700 €/a	-24.000 €/a
Verbrauchskosten	-501.700 €/a	-64.500 €/a
Betriebskosten	-50.600 €/a	-2.700 €/a
Sonstige Kosten	-115.800 €/a	-
Erlöse	669.800 €/a	0 €/a
Gesamtkosten exkl. Kapitalkosten	1.700 €/a	-67.200 €/a
Investitionsmehrkosten	698.000 €/a	
Fiktive Amortisation	-10,1 a	

- Vergleich KWKK mit Referenzanlage (KKM + freie Kühlung)
- Vernachlässigung der Kostenpositionen die bei beiden Varianten erforderlich sind
- Gesamtkosten einer KWKK ca. 69.000 €/a günstiger
- Aber Investitionsmehrkosten von ca. 698.000 €
- Zusätzlich Mehrkosten bei beiden Varianten durch Zentralisierung



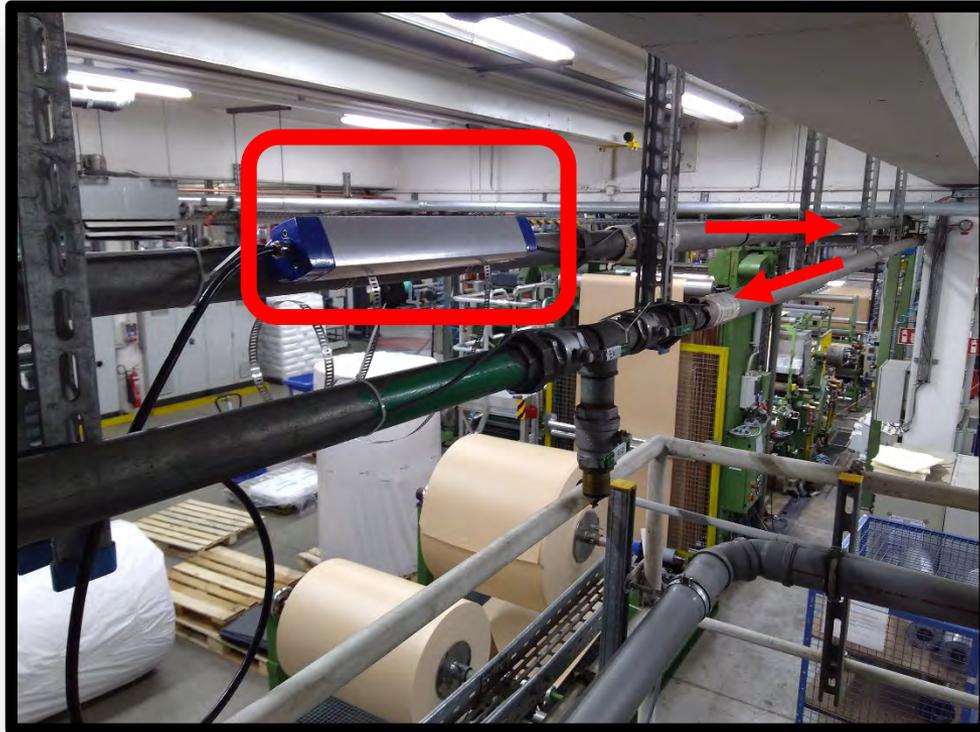
Messtechnische Erfassung des Kältesystems

(Auszug)

Messung

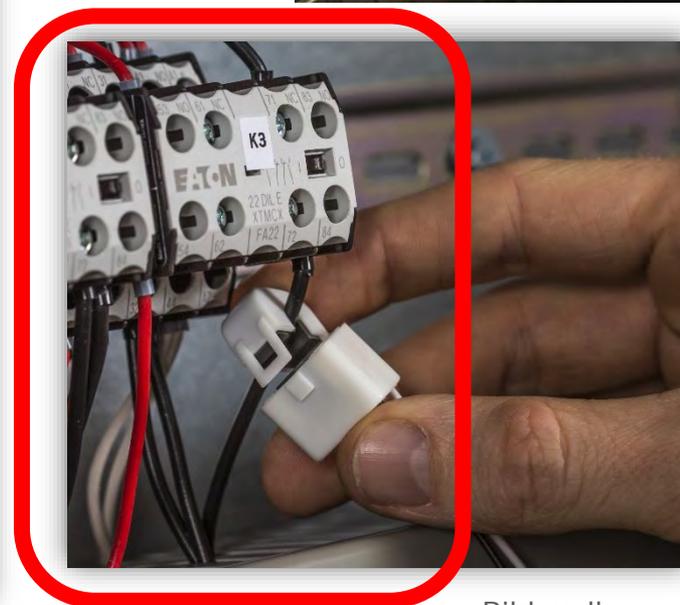
- Ziel der Messung:
 - Ermittlung der Energieeffizienz des Gesamtsystems; Nutzen/Aufwand
 - Verifizierung Kältelastgang durch Langzeitmessung in Abhängigkeit der Leistungsaufnahme Strom
 - Aufdeckung von Optimierungspotenzialen
 - Datengrundlage für ein künftiges Kältekonzept
 - Ist-Erfassung für eine Umsetzungsförderung (Landesförderung / Bundesförderung)

Gleichzeitige Messung von elektrischer Leistung und Kälteleistung



Mobiler Messkoffer mit Stromwandlern

- Unterbrechungsfrei
- Livemessung und Aufzeichnung
- Mobilfunkanbindung
- Webbasierte Überwachung



Mobile Datenerfassung der Kälteleistung mittels Clamp-On Ultraschallmessschienen

Wärmeflüsse und –mengen messen

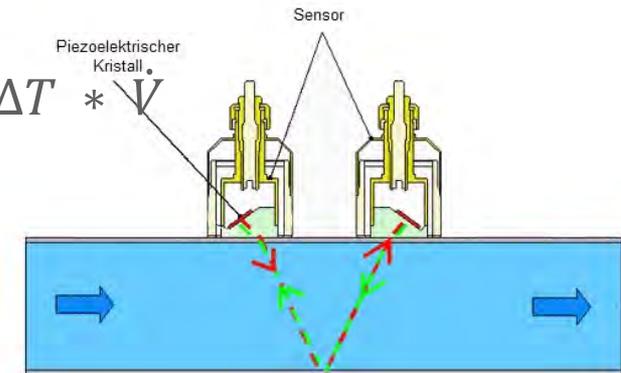
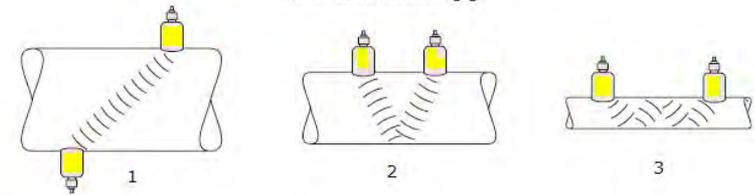
Vorhandene Zähler

- Analog zu Elektrik

Untermessung (Temp./Stat.)

- Wärmeleistung: $\dot{Q} = \rho * c * \Delta T * \dot{V}$
- Wärmemenge: $Q = \int \dot{Q}_t * dt$
- Volumenstrom messen
 - Indirekt mittels Ultraschall
- Temperatur
 - Direkt mit Tauchfühler
 - Indirekt mit Auflegefühler

Sensor – Anordnung
Nennweiten abhängig



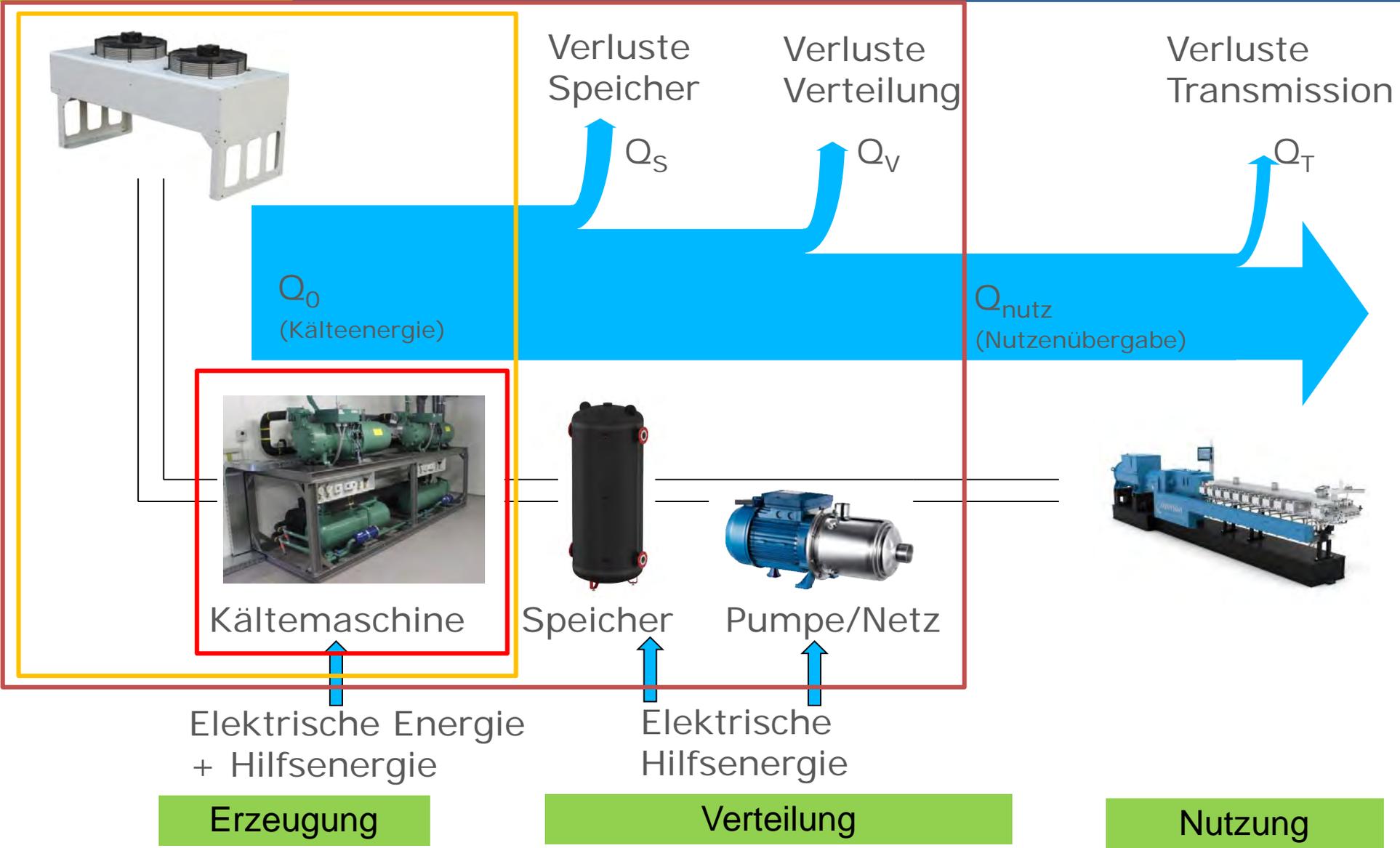
Ultraschalldurchflussmesser



Quelle: deZem GmbH Berlin

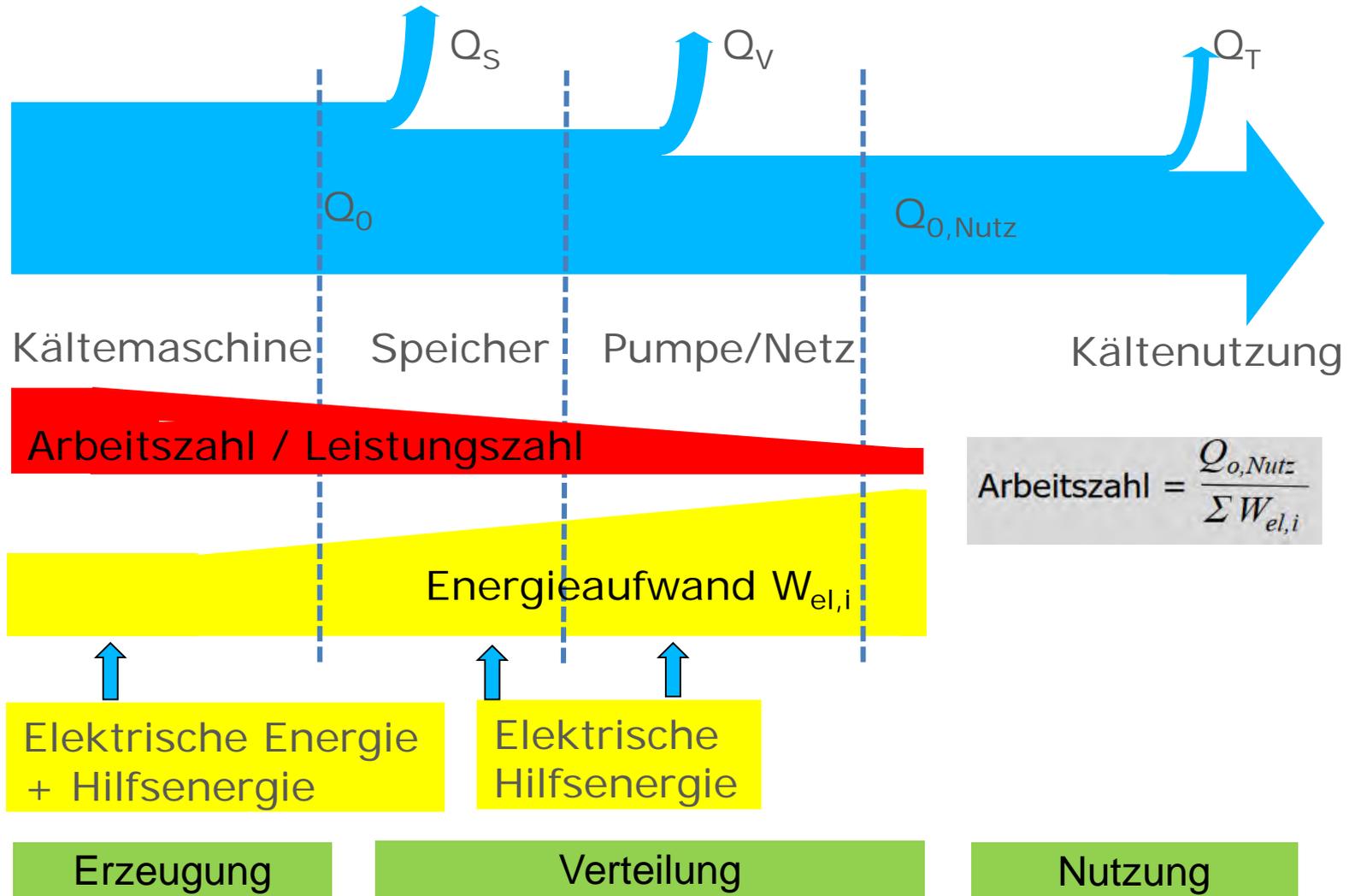


Festlegung eindeutiger Systemgrenzen





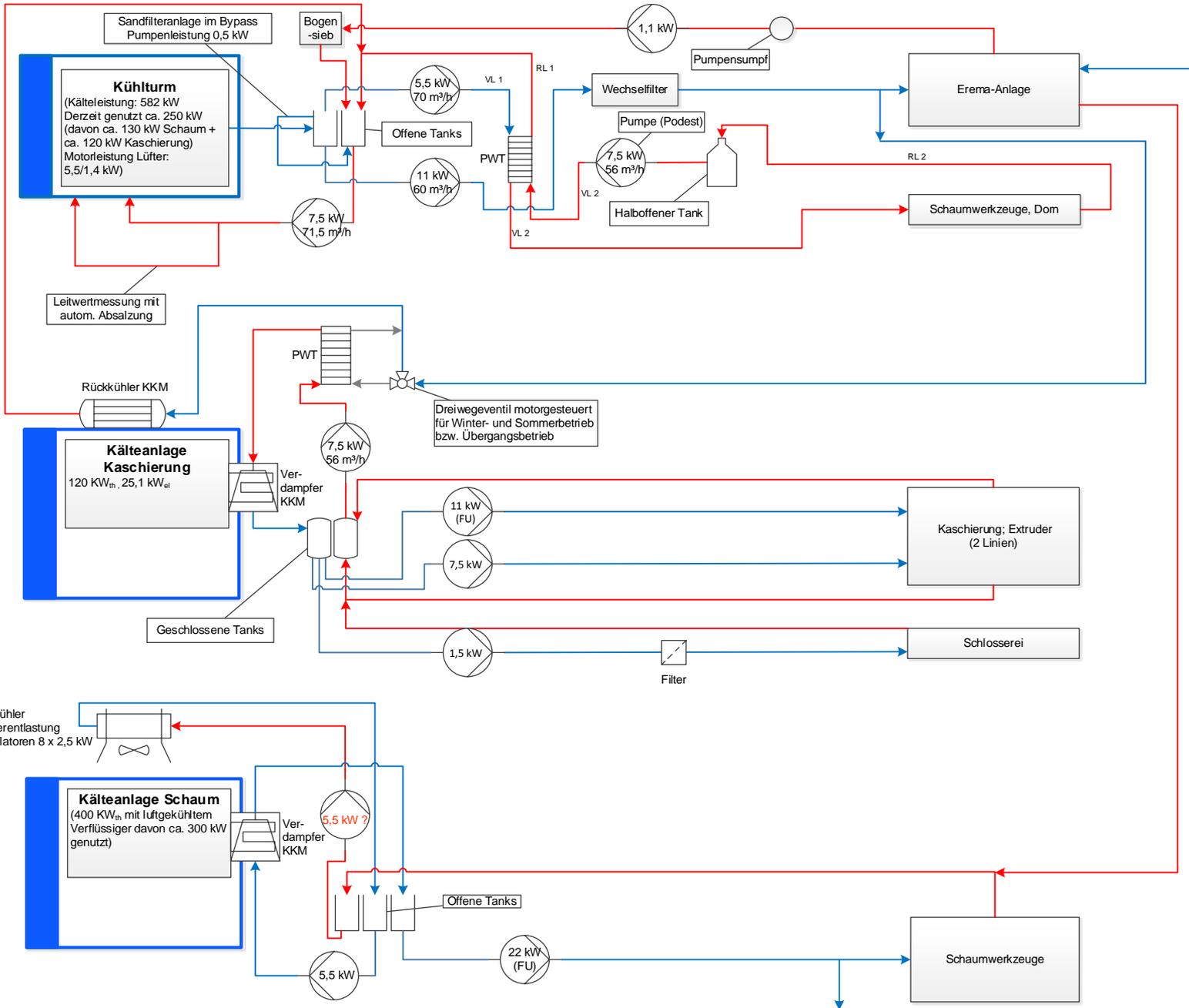
Einfluss der Systemgrenzen auf die Arbeitszahl der Anlage



Erzeugung

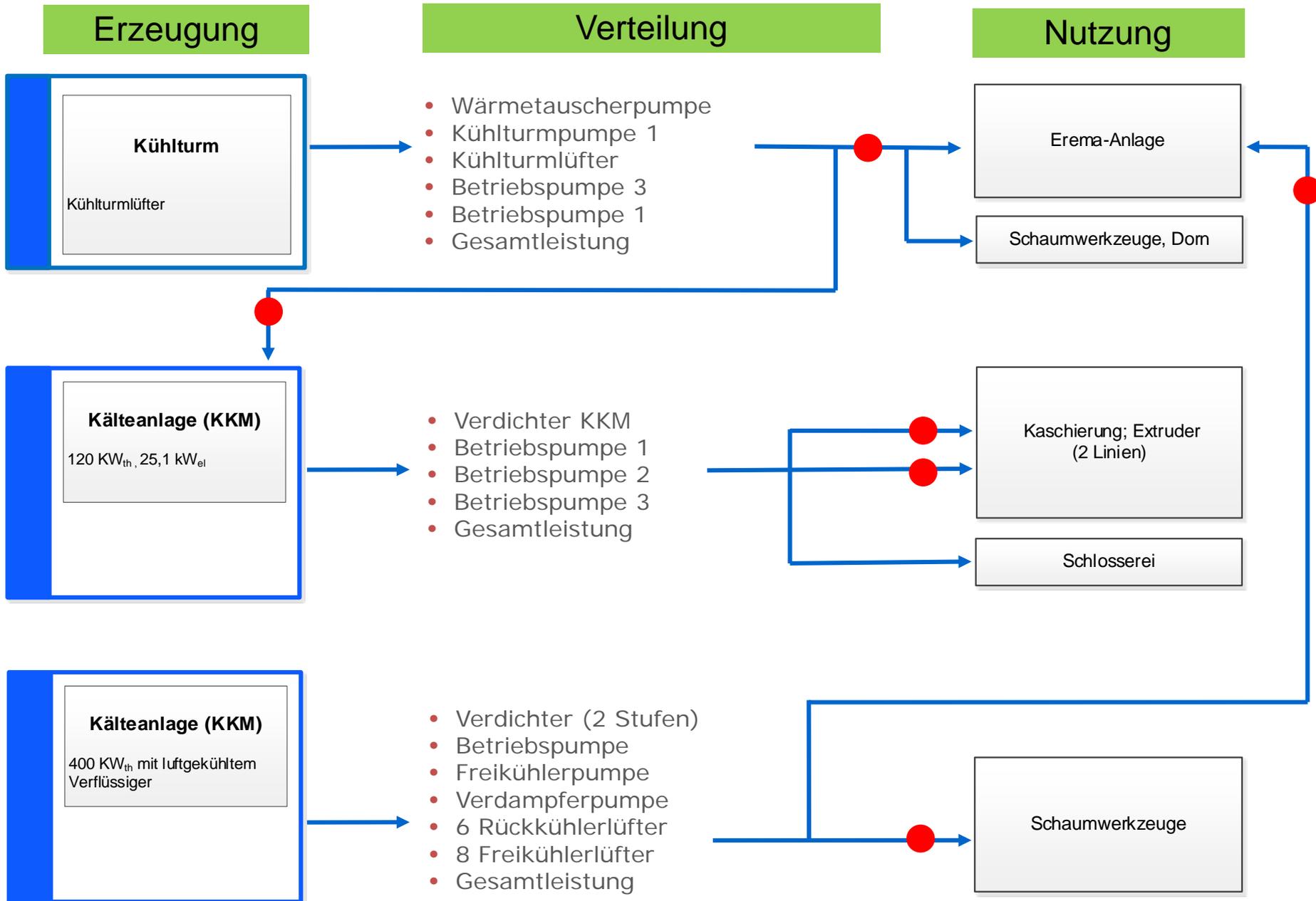
Verteilung

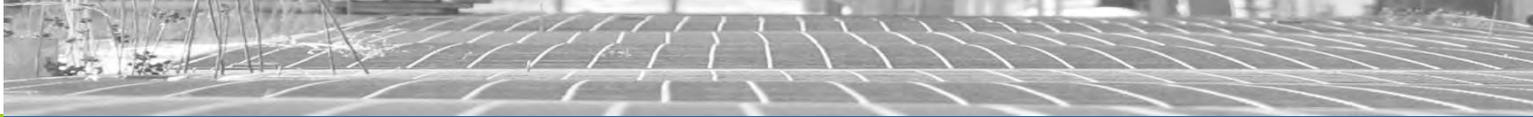
Verbraucher



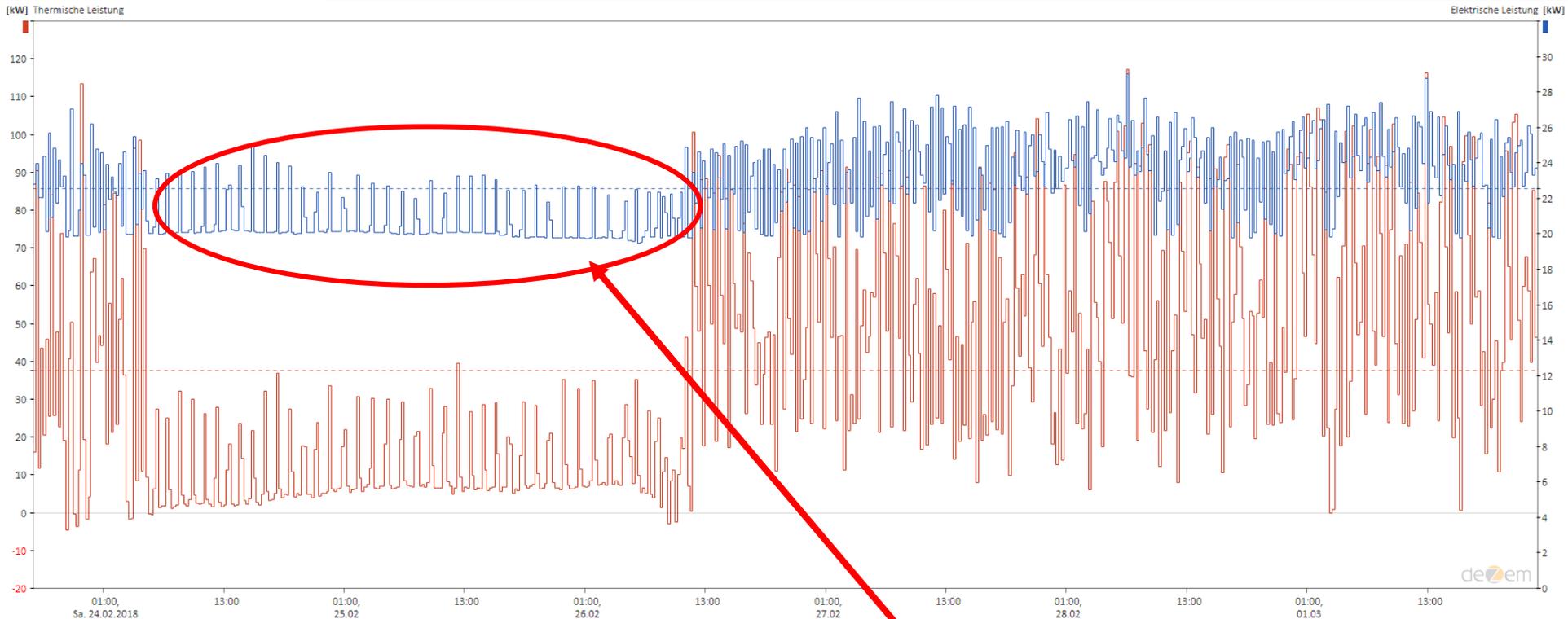
Erstellung eines Messkonzeptes

● Messung der Kälteleistung über Ultraschallsensoren

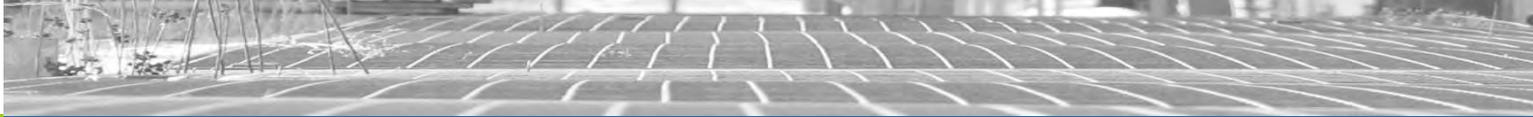




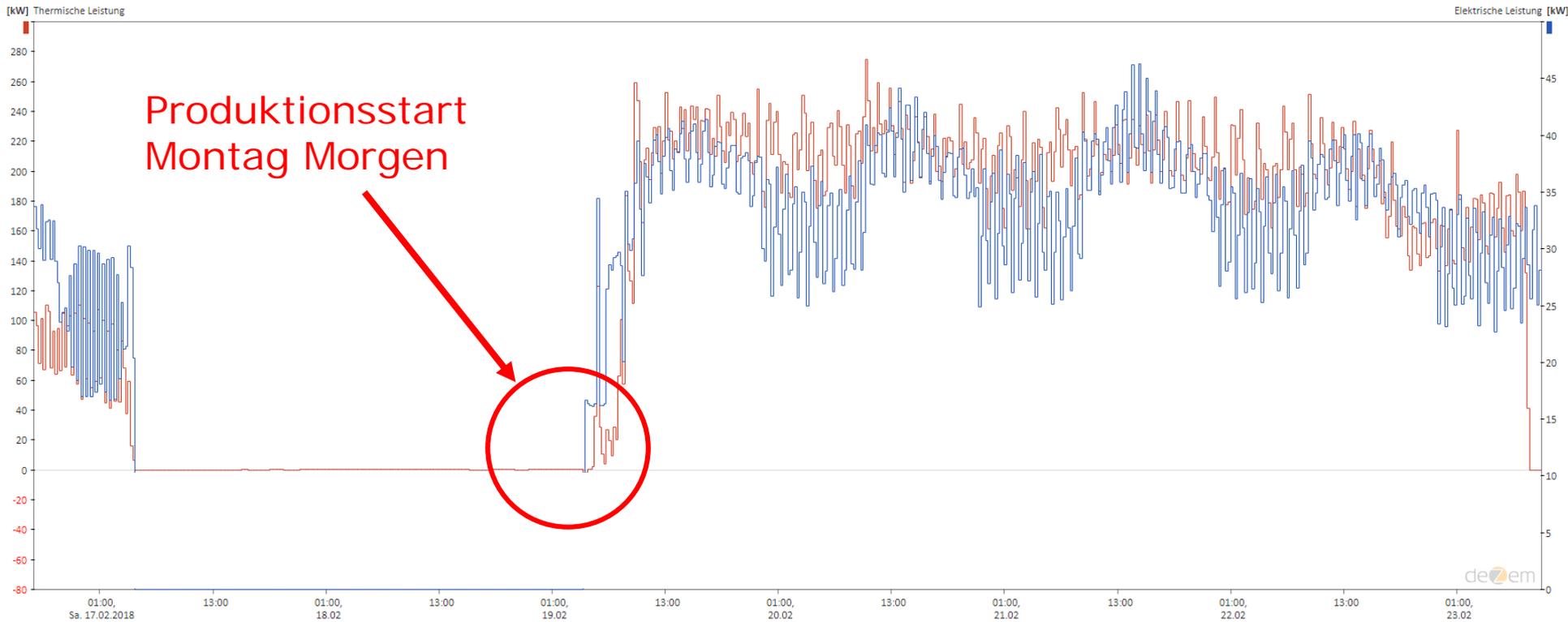
Messreihe Kühlturm



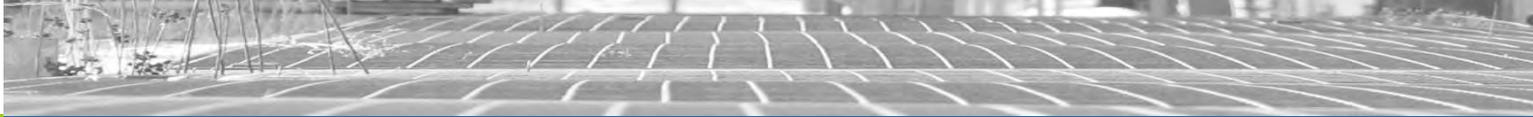
- Ø Kälteleistung während Produktion 53 kW
- Ø Elektrische Leistung während Produktion 24 kW
- Arbeitszahl Messzeitraum: ca. 1,6
- Nennleistung Kühlturm 600 kW_{th}!
- El. Grundlast Wochenende:
 - Ø 20 kW trotz Produktionspause



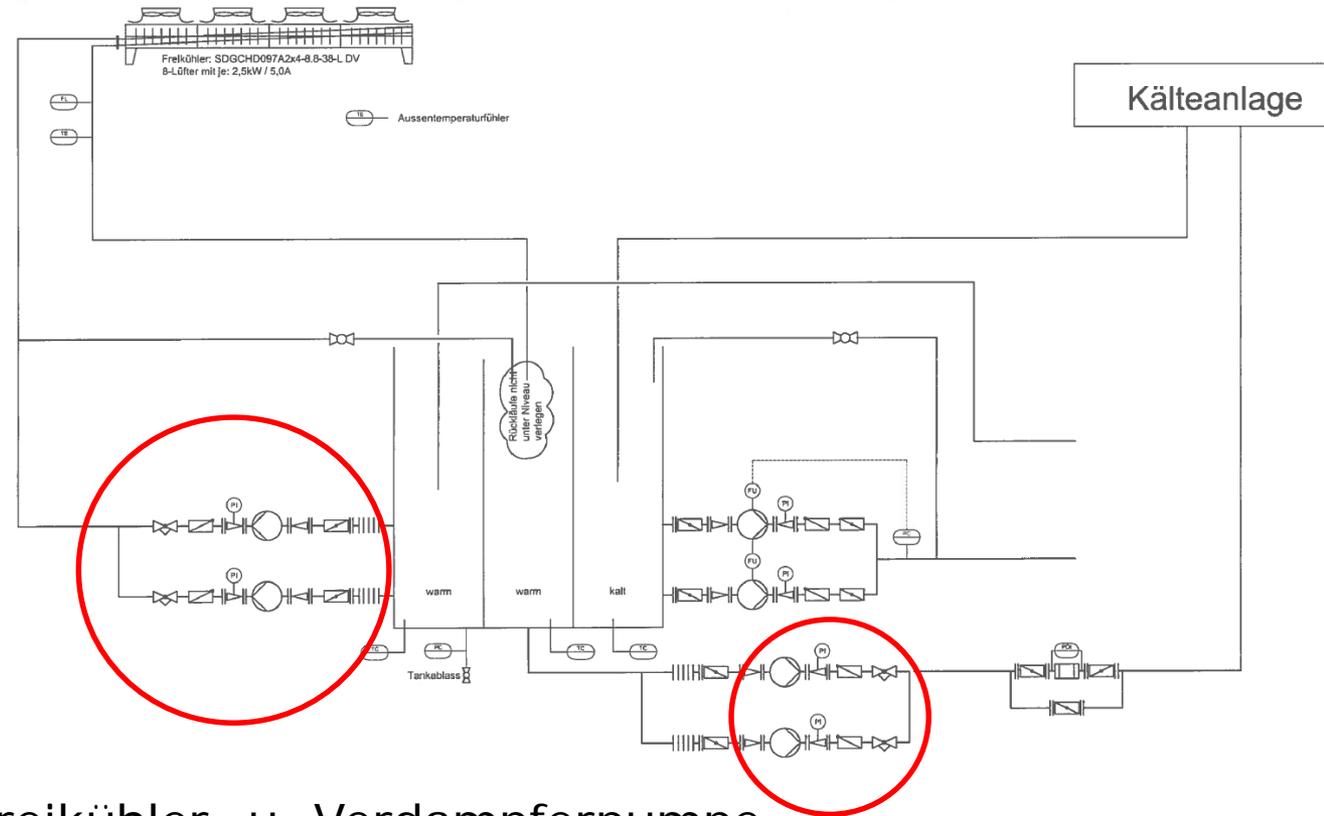
Messreihe Kälteanlage Schaum



- Ø Kälteleistung während Produktion 215 kW
- Ø Elektrische Leistung während Produktion 35 kW
- Arbeitszahl Messzeitraum: ca. 5,5
- Im Messzeitraum ausschließlich Freikühlbetrieb (ohne Verdichter KKM)
- Durch Messung Einsparpotenziale an Pumpenreglung erkannt



Aufgedecktes Optimierungspotenzial Schaumkühlung



Ist-Zustand

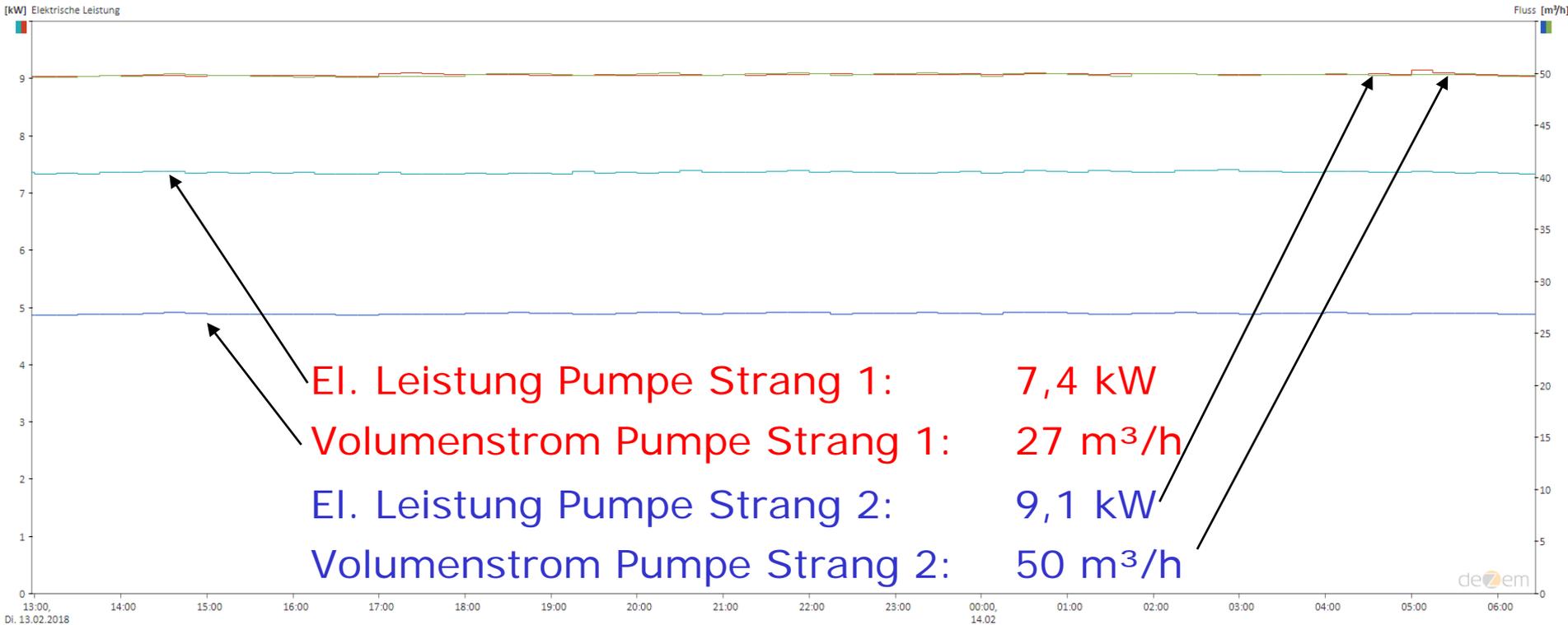
- Zeitgleicher Betrieb Freikühler- u. Verdampferpumpe

Optimierungspotenzial

- Optimierte Steuerung der Pumpen und leichte Veränderung an der Hydraulik
- Einsparpotenzial: ca. 28.800 kWh/a → ca. 3.900 €/a



Aufgedecktes Optimierungspotenzial – Einfluss Rohrleitungsdimensionierung



Strang 2

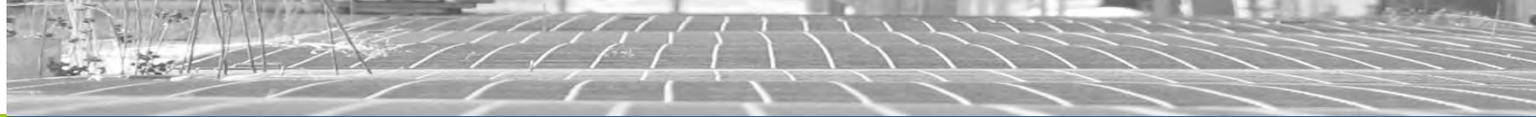


Nennleistung:
 11 kW_{el}
 50 m³/h
 (FU-Regelung)

Strang 1



Nennleistung:
 7,5 kW_{el}
 27 m³/h



Aufgedecktes Optimierungspotenzial – Fehlende Rückschlagklappe



- Messreihe zeigte plötzlichen Einbruch der Kälteleistung und des Volumenstroms an einem Kältestrang
→ Ursache: Produktionsstopp am besagten Strang
- Trotz ausgeschalteter Pumpe Volumenstrom von ca. 3 m³/h
→ Ursache: fehlende Rückschlagklappe und „Überdrücken“ des Systems

Ausblick

- Aufgedeckte Optimierungspotenziale aus der ganzheitlichen Effizienzberatung wurden umgesetzt (z.B. Optimierung Druckluftsystem)
- Mittelfristig ist eine Modernisierung des Kältesystems geplant (hohe Investitionen)
- Einzelne Optimierungen wurden durch den Kälteanlagenbauer bereits umgesetzt (z.B. Pumpenoptimierung Schaumkälteanlage)
- Derzeit weitere Zusammenarbeit zwischen IfaS und Sekisui zum Thema Energiemanagement nach DIN EN ISO 50001 und Umweltmanagement nach DIN EN ISO 14001

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)

Hochschule Trier / Umwelt-Campus Birkenfeld

Postfach 1380, D- 55761 Birkenfeld

Tel.: +49 (0)6782 / 17 - 1221

Fax: +49 (0)6782 / 17 - 1264

Internet: www.stoffstrom.org

Ansprechpartner:

Dipl. Ing. (FH) Christian Bender

Tel.: 06782/17-1544

E-Mail: c.bender@umwelt-campus.de

