

KaP Kälteanlagen in der Praxis

Dipl.-Ing. (FH) Uwe Hemminger

„KaP – Kälteanlagen in der Praxis“

Projektlaufzeit: 1.11.2012 bis 31.10.2015
Fördergeber: **Bundesministerium für
Wirtschaft und Technologie (BMWi)**
Projektträger: Forschungszentrum Jülich

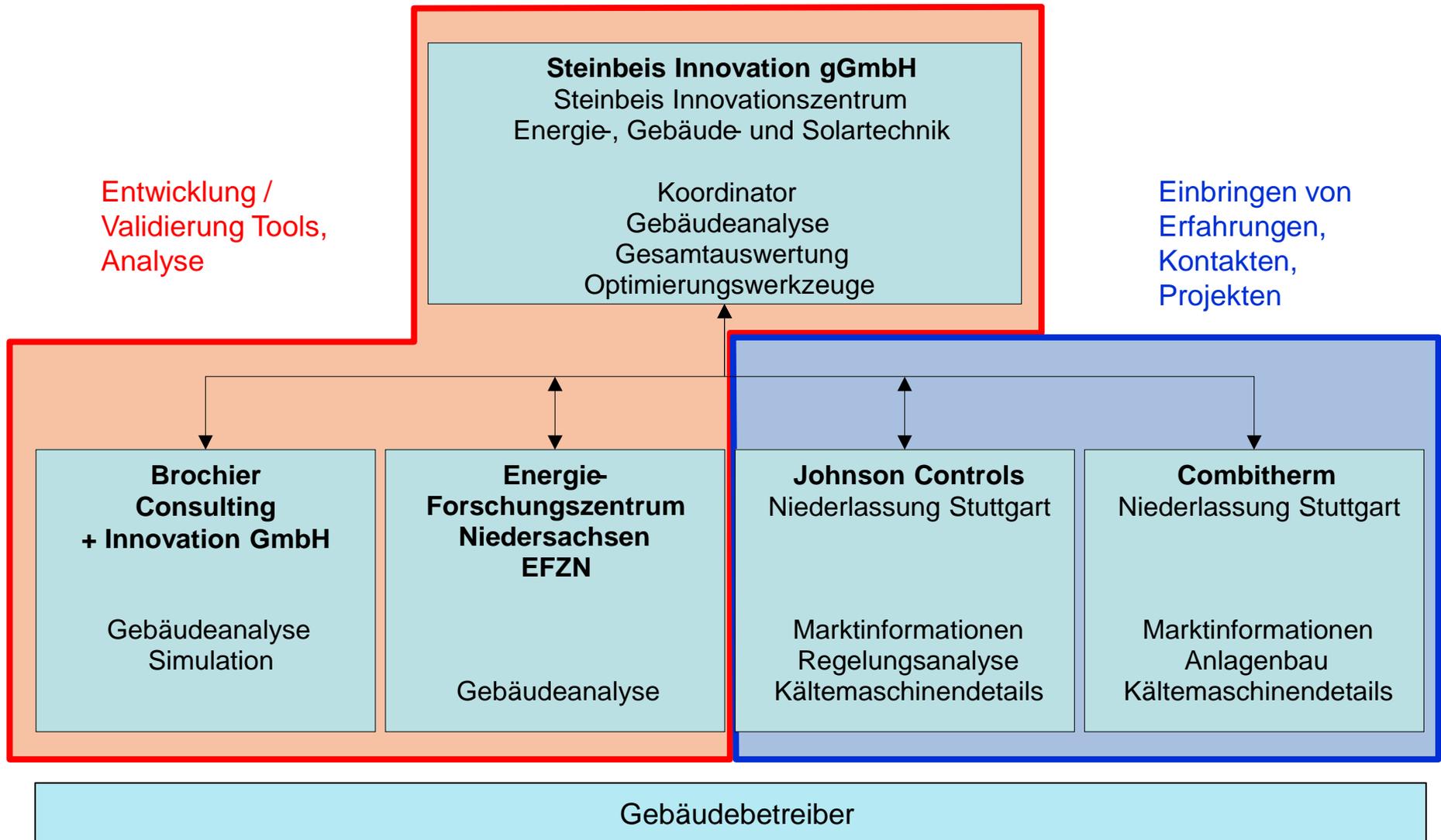
Ziel:

- Entwicklung von **Werkzeugen für die Betriebsanalyse und Systemoptimierung von Kältesystemen in Büro- und Produktionsgebäuden**
- Erstellung von Hilfsmitteln zum schnellen Erkennen von Verbesserungspotenzial in einem konkreten Kältesystem

Vorgehensweise:

- Betrachtung **Gesamtheit des Kältesystems**
(Kälteerzeugung, -verteilung, -übergabe, -nutzung)
- Entwicklung und Validierung der Werkzeuge **anhand von Beispielobjekten**

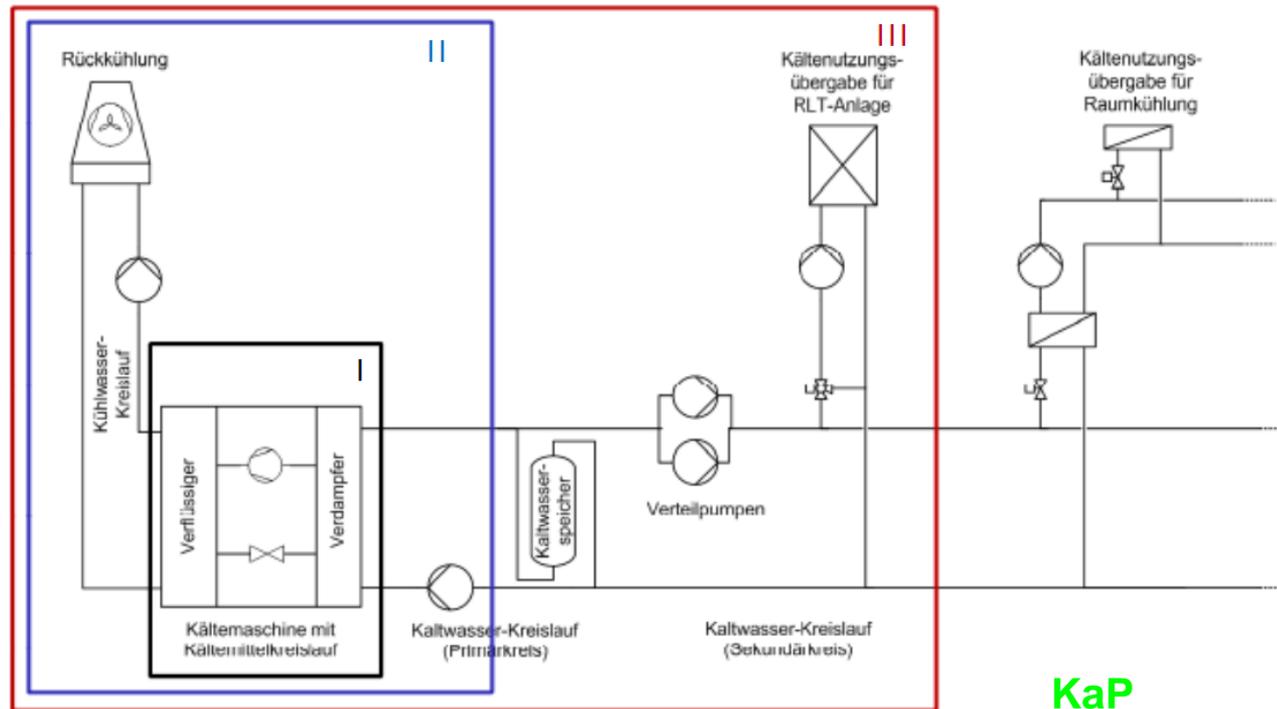
Projektpartner



Vorstellung Tools

Bilanzräume

Bilanzraum Kältemaschine – Kälteanlage – Kältetechnisches Anlagensystem



KaP
Betrachtung des
Gesamtsystems

- Bilanzraum I: Kältemaschine (KM)
- Bilanzraum II: Kälteanlage (KA)
- Bilanzraum III: Kältetechnisches Anlagensystem (KAS)

Bilanzraum I – III → Definition in VDMA Einheitsblatt 24247-7 “Energieeffizienz von Kälteanlagen”

Symbolkatalog - Anlagenkomponenten

Vorab-Information



Vorort-Termin
Erfassungsbogen



Vereinfachte Darstellung /
Funktionsschema



Ampeldarstellung



Dimensionierung
Soll – Ist Vergleich
Verbrauch



Steckbrief

Rückkühler / Quelle	Erzeuger	Speicher	Verbraucher	
Verf. Verflüssiger	Verf.-LK Verflüssiger Luftgekühlt	SP Speicher KW	BAK Betonkernaktivierung	KD Kühldecken
RK Rückkühler	RK-ot Rückkühler offen trocken	AdKM Adsorptionskältemaschine	FBK Fußbodenkühlung	ULK Umluftkühler/ Splitgerät
RK-on Rückkühler offen nass	RK-gt Rückkühler geschl. trocken	WÜT Wärmeübertrager	RLT-K RLT Kühler	RLT-Ke RLT Kühler mit Entfeuchtung
RK-gn Rückkühler geschl. nass	MK Maschinenkühler	Verd. Verdampfer	KWK Kaltwasserkassetten	TK Tiefenkälte
N Netzstrom	WP Wärmepumpe		KI.S Klimaschrank	
BA Brunnenanlage	EK Erdkollektoren			
EP Energiepfähle	ES Erdsonden			
				GT Gebäudetechnik

Vereinfachte Darstellung – Pilotgebäude 1

Vorab-Information



Vorort-Termin
Erfassungsbogen



Vereinfachte Darstellung /
Funktionsschema



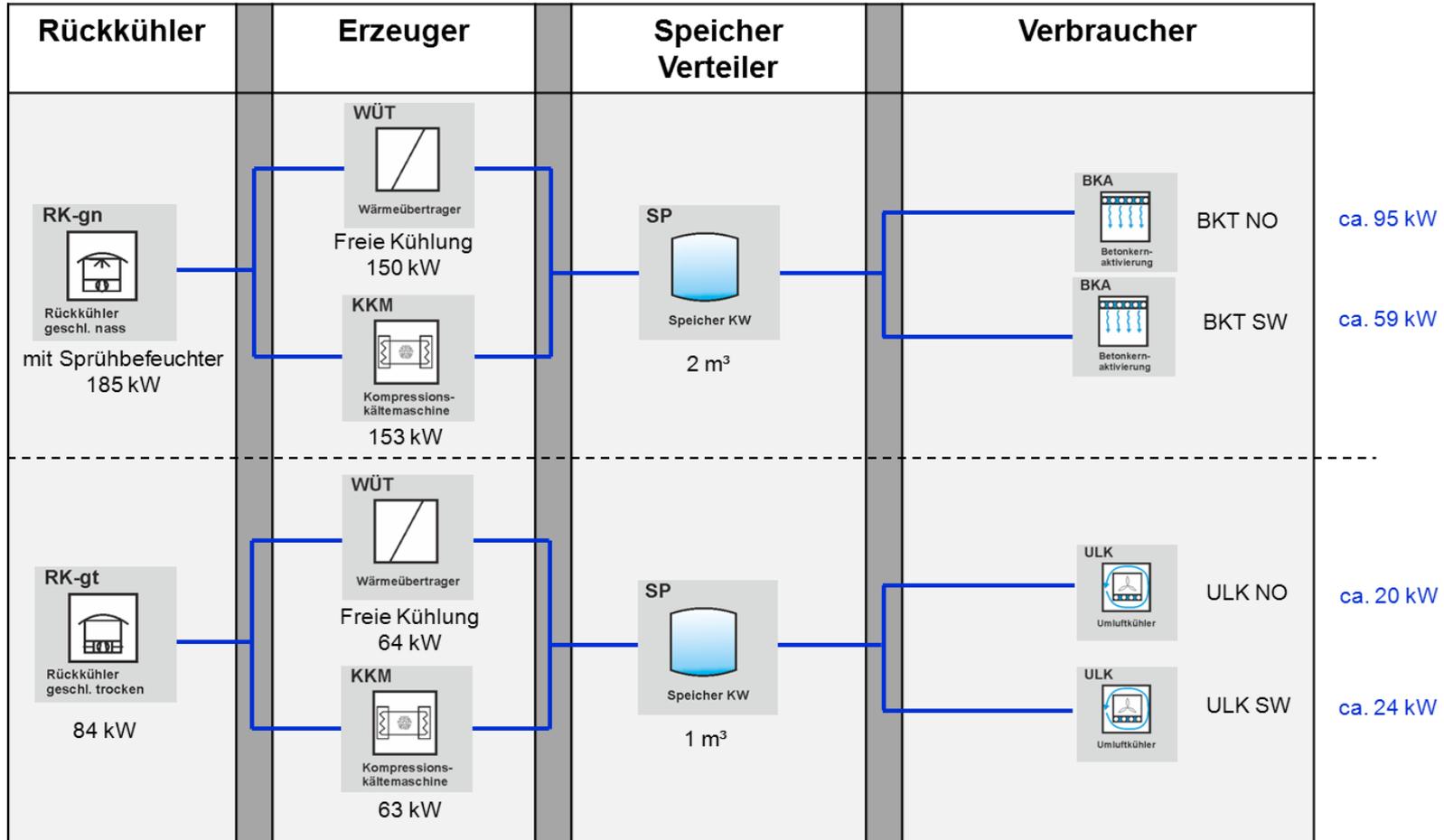
Ampeldarstellung



Dimensionierung
Soll – Ist Vergleich
Verbrauch



Steckbrief



I Kältemaschine

II Kälteanlage

III Kältetechn. Anlagensystem

Vorab-Information + Erfassungsbogen



Vorab-Information	Abfrage Komponenten
Gebäude	Step 8.1
Nutzungsart	Bürogebäude
Fertigstellung	2010
Gesamtfläche BGF (ohne Tiefgarage)	6.294 m ²
gekühlte Nutzfläche	3.311 m ²
versorgt von KM1	
versorgt von KM2	
versorgt von KM3	
GLT vorhanden?	ja
vorhandene Zähler	
Anzahl Kältemaschinen	2 Stck.
Art der Kältemaschinen	Kompressionskältemaschine
Kältemittel	xxx
Gesamtleistung	260 kW
Anzahl Rückkühler	1 Stck.
Art Rückkühler	Rückkühler mit Sprühbefeuchter für freie Kühlung
freie Kühlung	
Anzahl Pufferspeicher	2 Stck.
Art Pufferspeicher	2.000 Liter + 1.000 Liter
Anzahl Verbraucher	7 Stck.
Art Verbraucher	BKT, ULK, FBH
Sonstiges	

Unterteilung

- Kältemaschine
- Rückkühlwerk
- Speicherung
- Verteilung
- Verbraucher

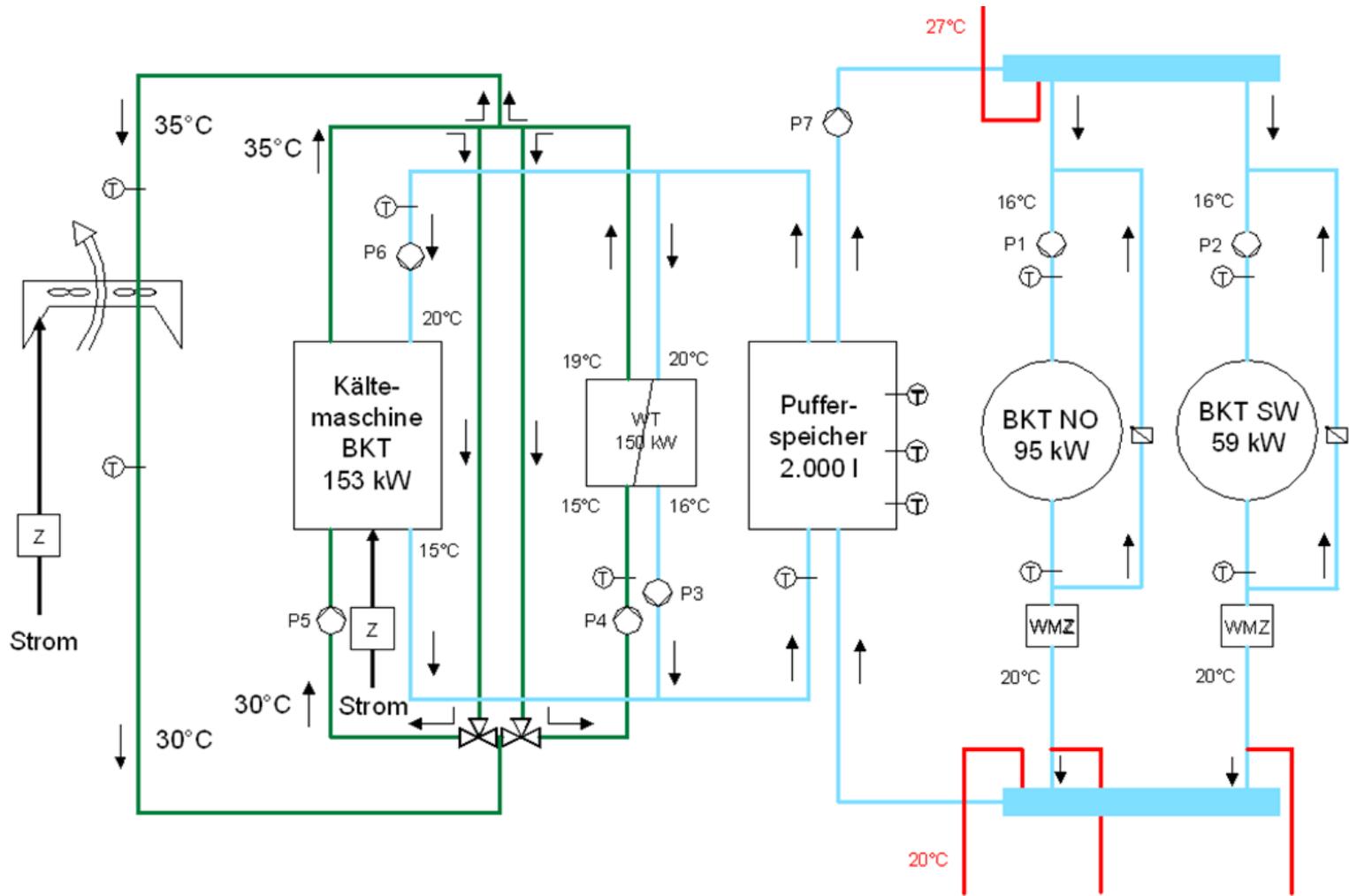
Erfassungsbogen Vorort										Ablesung Momentanwerte - Zähler										Zählerbezeichnung		Kommentar
Kälteerzeugung										Rückkühlwerk												
Kältemaschine	Art / Typ	Anzahl	Zuordnung	Baujahr	Leistung Kälte	Antriebsleistung	Temp. Planung	Temp. Planung	Temp. Zähler	Temp. Zähler	Temp. GLT	Temp. GLT	Kälte Zählerstand	Strom Zählerstand	Betriebsst. (über + Zeitraum)	Betriebszustand						
					kW (th)	kW (el. th)	°C (RL)	°C (VL)	°C (RL)	°C (VL)	°C (RL)	°C (VL)	Einheit	Einheit	h	einfluss						
Kältemaschine 1	K011	1	BKT		142 kW	53 kW	14 °C	19 °C												direkt luftgekühlt		
Kältemaschine 2	K012	1	ULK		118 kW	42 kW	10 °C	16 °C												direkt luftgekühlt		
Kältemaschine 3	K013																					
Wärmetaucher	WT1							14 (16)	19 (20)													
Wärmetaucher	WT2							16 (14)	16 (16)													
Rückkühlwerk	Art / Typ	Anzahl	Zuordnung	Baujahr	Leistung Kälte	Antriebsleistung	Temp. Planung	Temp. Planung	Temp. Zähler	Temp. Zähler	Temp. GLT	Temp. GLT	Kälte Zählerstand	Strom Zählerstand	Betriebsst. (über + Zeitraum)	Betriebszustand						
					kW (th)	kW (el. th)	°C (RL)	°C (VL)	°C (RL)	°C (VL)	°C (RL)	°C (VL)	Einheit	Einheit	h	einfluss						
Rückkühler 1	RK1		freie Kühlung		150 kW	?																
Rückkühler 2	RK2				118 kW	?																
Rückkühler 3	RK3																					
Pumpe RK 1	PRK1		freie Kühlung			?																
Pumpe RK 2	PRK2																					
Pumpe RK 3	PRK3																					

- Erfassung Typenschilder / Anlagenschema
- Ablesung Momentanwerte Zähler
- Erfassung der Regelung

Funktionsschema – Pilotgebäude 1

Hydraulische Darstellung für Detailanalyse (Phase 2)

Rückkühler 185 kW
mit Sprühbefeuchter



Ampelbewertung Auszug - Kategorie Energieeffizienz

Vorab-Information



Vorort-Termin
Erfassungsbogen



Vereinfachte Darstellung /
Funktionsschema



Ampeldarstellung



Dimensionierung
Soll – Ist Vergleich
Verbrauch



Steckbrief

		Ausgefüllt: 80%			Ergebnis Betriebssicherehit	63%
Energie- effizienz	Messtechnische Ausstattung	komplette Messdatenerfassung	gute Messdatenerfassung	keine Messdatenerfassung	gute Messdatenerfassung	1
	Energetische Bilanzierung der Zentrale	Durch Kältemengen- und Stromzähler bilanzierbar (mindestens Bilanzraum 3)	Nicht komplett bilanzierbar (nur einzelne Hauptkomponenten)	Nicht bilanzierbar	Nicht komplett bilanzierbar (nur einzelne Hauptkomponenten)	1
	Datenerfassung / - speicherung / -pflege	Daten werden mindestens stundenweise erfasst und gespeichert	Datenerfassung und speicherung ist vorhanden	Daten werden unzureichend oder nicht erfasst und gespeichert.	Daten werden mindestens stundenweise erfasst und gespeichert	2
	Datenqualität	Nachvollziehbar und wenige Ausreißer	Daten weisen Lücken und Ausreißer auf	Daten sind nicht verwertbar bzw. keine Daten vorhanden	Daten weisen Lücken und Ausreißer auf	1
	Energiemanagementsyste m	Energiemanagement vorhanden (GLT + Auswertung, Soll-Ist Vergleich)	Leittechnik vorhanden	keine	Leittechnik vorhanden	1
	Regelung	Autonome Regelung	Steuerung	Händisch on/off	Steuerung	1
	Teilleistungsregelung	auf 25 % regelbar und	auf 50% regelbar und	nicht regelbar oder		

Gesamtbewertung Kälteanlage

● Komplexität der Zentrale
● Dimensionierung
● Temperaturen Soll-Ist Vergleich
● Verbrauch Kälterzeugung
● Anlagenzustand
● Ökologie
● Betriebssicherheit
● Energieeffizienz
● Betriebsanalyse

Gesamtbewertung der Kältezentrale: **Gut**

erreichter Prozentsatz der möglichen Bewertungspunkte: **57%**

Prozentsatz ausgefüllte Informationen: **65%**

	Mittelwert Vorlauf Kältekreise (laut Planung)	x >14°C	9-14°C	x < 9°C	x >14°C	2
				Ausgefüllt: 79%	Ergebnis Energieeffizienz	59%

„KaP – Kälteanlagen in der Praxis“

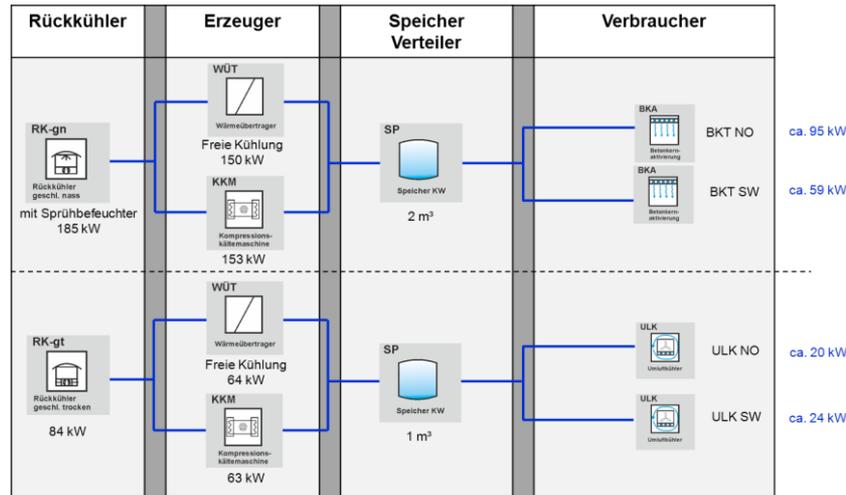
Steckbrief



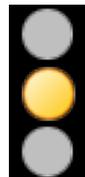
Allgemein

Objekt
Adresse
Nutzung
Baujahr
Fläche

Schema



Gesamtbewertung Kälteanlage



●	Komplexität der Zentrale
●	Dimensionierung
●	Temperaturen Soll-Ist Vergleich
●	Verbrauch Kälterzeugung
●	Anlagenzustand
●	Ökologie
●	Betriebssicherheit
●	Energieeffizienz
●	Betriebsanalyse

Gesamtbewertung der Kältezentrale:	Gut
erreichter Prozentsatz der max. möglichen Punkte:	60%
Prozentsatz ausgefüllte Informationen:	64%

- Vorab-Information
- ↓
- Vorort-Termin Erfassungsbogen
- ↓
- Vereinfachte Darstellung / Funktionsschema
- ↓
- Ampeldarstellung
- ↓
- Dimensionierung Soll – Ist Vergleich Verbrauch
- ↓
- Steckbrief**

Steckbrief mit Kurzbewertung Empfehlungen

Quantitative Aussagen zu Optimierungsmaßnahmen

„KaP – Kälteanlagen in der Praxis“

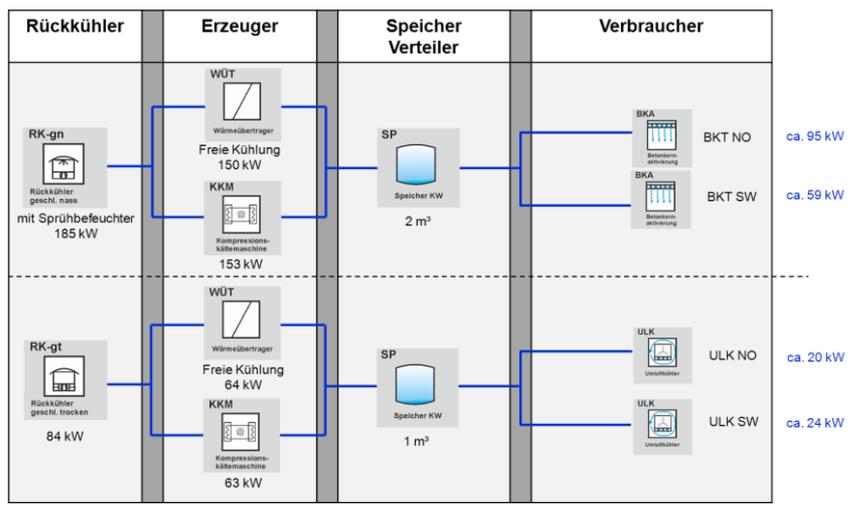
Steckbrief



Allgemein

Objekt
Adresse
Nutzung
Baujahr
Fläche

Schema



Gesamtbewertung Kälteanlage

Indikator	Bewertung	Informationen	Ergebnis
● Komplexität der Zentrale	● Dimensionierung	Gesamtbewertung der Kältezentrale:	Gut
● Temperaturen Soll-Ist Vergleich	● Verbrauch Kälterzeugung	erreichter Prozentsatz der max. möglichen Punkte:	60%
● Anlagenzustand	● Ökologie	Prozentsatz ausgefüllte Informationen:	64%
● Betriebssicherheit	● Energieeffizienz		
● Betriebsanalyse			

Kurzinfo Forschungsprojekt "KaP - Kälteanlagen in der Praxis"

Die Bewertung der Kälteanlage wurde im Rahmen des Forschungsprojektes "KaP - Kälteanlagen in der Praxis" vorgenommen. Das Projekt wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert .

Thema des Forschungsprojektes ist die Entwicklung von Werkzeugen für die Betriebsanalysen und Systemoptimierung von Kältesystemen in Büro- und Produktionsgebäuden. Anhand einer größeren Zahl von Beispielobjekten mit Kälteanlagen sollen diese Werkzeuge entwickelt und validiert werden. Dabei wird die Gesamtheit des Kältesystems mit Kälteerzeugung, Kälteverteilung, Kälteübergabe und Kältebenutzung im jeweiligen Gebäudekontext betrachtet.

Die bisher im Rahmen von KaP entwickelte Bewertungsmethode wurde anhand Ihrer Kälteanlage getestet. Die Ergebnisse zu Ihrer Anlage werden im Forschungsprojekt anonymisiert dargestellt. Bitte beachten Sie, dass es sich um einen Zwischenstand des Tools handelt. Es ist möglich, dass die Bewertungsmaßstäbe einzelner Kriterien mit den Erfahrungen aus dem laufenden Forschungsprojekt für den weiteren Gebrauch noch angepasst werden.

Anhand von weiteren Anlagen werden die Werkzeuge im Laufe der Jahre 2014 und 2015 validiert, optimiert und aufbereitet werden. Am Ende des Projektes werden die Tools für die Nutzung durch Dritte aufbereitet.

Bewertung / Erkenntnisse / Empfehlung zum Kältesystem

Das analysierte Kältesystem wird anhand der vorliegenden Werkzeuge und den momentan festgelegten Bewertungsmaßstäben **gelb (gut)** bewertet. Einzelbewertungen zu den Unerkriterien (Ampel 1. Seite) finden sich im Anhang (Seite 3, 4).

Bei der Vorortbegehung am **1.7.2013** wurden die wichtigsten Informationen und Kenndaten der Kälteanlage. Zusätzlich wurden am 5.9.2013 die Pumpen mit einem Diagnosegerät von Wilo ausgelesen. Die aktuellen Temperaturen des Kältesystems wurden in der GLT abgelesen.

Handlungsempfehlungen:

- In der GLT wurden einige Unstimmigkeiten bezüglich Bezeichnungen, Einheiten, etc. gefunden. Diese sollten geklärt und korrigiert werden (siehe Seite 6).
- Die mit der Smartbox erfassten Werte der Stromzähler der Verbraucherpumpe ULK und BKT geben unplausible Werte aus. Es sollte geprüft, wo der Fehler liegt (Aufbau, etc.)
- Die Umschaltvorgänge (Totzeit) auf Kühl- und Heizbetrieb sind eindeutig nachvollziehbar und sollten überprüft werden.
- Die Pumpenauslesung der BKT zeigt, dass die Verbraucherpumpen 3x so lange laufen wie die Verteilerpumpe (siehe Seite 7). Die Pumpenbetrieb sollte mit der Anforderung der Verbraucher gekoppelt werden (Differenzwertwert zum Teil aus Heizbetrieb, jedoch keine 4.000 h/a).
- Die Pumpenauslesung der ULK zeigt, dass die Verteilerpumpe ca. 2.400 Stunden pro Jahr länger läuft als die Pumpen zur Beladung des Pufferspeichers (siehe Seite 8). Die Ansteuerungssignale der Pumpen sollten hinterfragt werden.

Empfehlungen zur Detailphase



Einzelbewertung Kälteanlage

Kategorie	Unterkategorie	je 2 Pkt	je 1 Pkt	je 0 Pkt		Punkte
Zentrale						
Komplexität der Zentrale	Planung und Bau der Anlage	Auf einmal geplant und gebaut	Anlage wurde einmalig erweitert	Anlage wurde mehrfach erweitert	Auf einmal geplant und gebaut	2
	Übersichtlichkeit des Anlagensystems	Übersichtlich, leichte Orientierung	Verzweigt	schwer nachvollziehbar / begehbar	schwierig nachvollziehbar und enge Platzverhältnisse	0
	Art der Rückkühlung	Trockenkühlung	hybride/adiabate Kühlung	offene Kühlung	hybride/adiabate Kühlung	1
	Regelung	zusammengefasst (übergeordnete Effizienzregelung bzw. nur ein System)	dezentral	keine	dezentral	1
	Anzahl der Kältemaschinen	1 oder 2	3	4	2	2
	Anzahl der Rückkühler	1 oder 2	3	4	2	2
	Anzahl der zugeordneten Kälteabnehmer	≤ 2	3-5	> 5	3-5	1
	Anzahl der zugeordneten Temperaturniveaus	≤ 2	3-5	> 5	≤ 2	2
	Anzahl der Verteilerabgänge	≤ 2	3-5	> 5	3-5	1
	Ausgefüllt: 100%					Ergebnis Komplexität
Dimensionierung	Verhältnis Antriebsleistung RK/KM	< 5%	bis 10%	ab 10%		
	Verhältnis Leistungen Hilfsaggregate zu Erzeuger	bis 3%	bis 10%	ab 10%	10%	1
	Verhältnis Leistung Erzeuger zu Verbraucher	90 - 100%	80 - 90%	unter 80 %	85%	0
Ausgefüllt: 22%					Ergebnis Dimensionierung	25%
Temperatur Soll-Ist	Kälteerzeuger Temp. Soll-Ist-Vergleich	gering	mittel	hoch	75%	2
	Kälteverbraucher Temp. Soll-Ist-Vergleich	gering	mittel	hoch		
	Gesamtsystem Planung	gering	mittel	hoch	200%	2
Ausgefüllt: 22%					Ergebnis Soll-Ist	100%
Verbrauch Kälteerzeugung	Verbraucher kennzahl bez. auf gekühlte Fläche	bis 20 kWh/m²a	bis 50 kWh/m²a	ab 50 kWh/m²a	34 kWh/m²a	1
	Ausgefüllt: 14%					Ergebnis Verhältniszahlen
Kältemaschine 1 BKT						
Anlagenzustand	Alter der Kältemaschine	0 bis 5 Jahre	6 bis 15 Jahre	älter als 15 Jahre	5 Jahre	2
	Erhaltungszustand der Kältemaschine	gut	mittel	schlecht	gut	2
	Alter des Kältesystems	0 bis 5 Jahre	6 bis 15 Jahre	älter als 15 Jahre	0 bis 5 Jahre	2
	Erhaltungszustand des Systems	gut	mittel	schlecht	gut	2
Ausgefüllt: 100%					Ergebnis Anlagenzustand	100%
Ökologie	ODP Ozon Depletion Potential (R11=1,0)	0	≥ 0,02	≥ 0,1	0	2
	GWP Global Warming Potential (CO2 = 1,0)	≤ 150	≤ 1850	> 1850	1600	1
	Füllmenge (kg/kW)	0 - 0,2 kg/kW	0,21 - 1 kg/kW	> 1 kg/kW	0,1 kg/kW	2
	CO2-Äquivalent (GWP x Füllmenge) pro kW	≤ 30	≤ 1850	> 1850	94	1
Ausgefüllt: 100%					Ergebnis Ökologie	75%

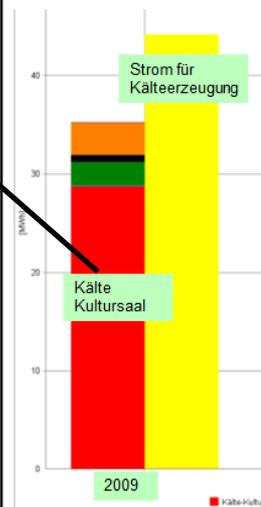
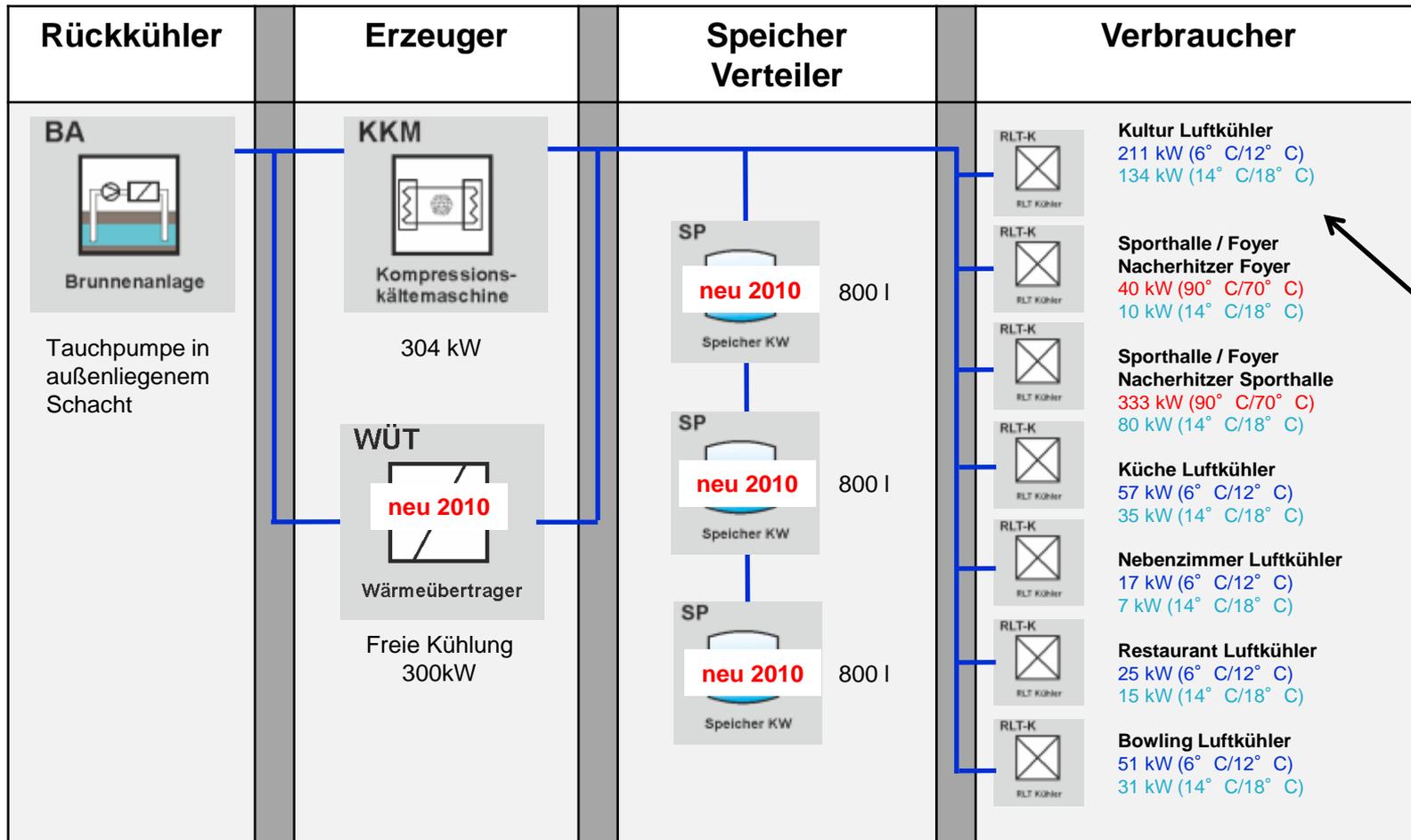


Einzelbewertung Kälteanlage

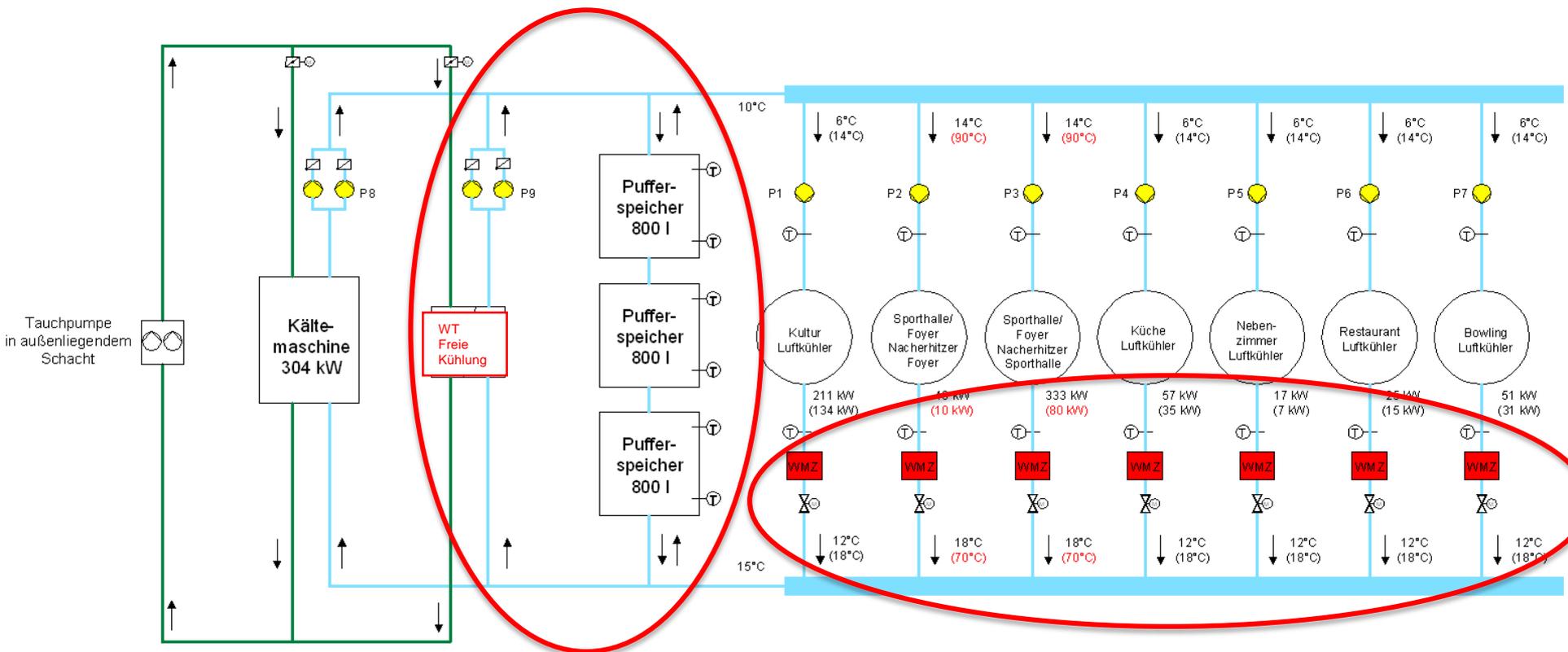
Betriebs-sicherheit	Störanfälligkeit	einwandfreier Lauf	Ausfälle vorhanden	häufige Störungen (> 1 / Monat)	Ausfälle vorhanden	1
	Dokumentationsgrad	detailliert	übersichtlich	schlecht	detailliert	2
	Wartung	Ständige ausführliche Wartung	Jährl. Wartung	Wartung bei Bedarf	Jährl. Wartung	1
	Kältemittelverlust (Info aus Wartungsprotokoll)	Verlust < 2 %/a	2 %/a < Verlust < 6 %/a	6 %/a <= Verlust		
	Verantwortungsbereich	Verantwortlicher mit Fachwissen vorhanden	Verantwortlicher, aber kein Fachmann vorhanden	Verantwortlichkeit ungeregelt	Verantwortlicher, aber kein Fachmann vorhanden	1
Ausgefüllt: 80%					Ergebnis Betriebs-sicherheit	63%
Energieeffizienz	Messtechnische Ausstattung	komplette Messdatenerfassung	gute Messdatenerfassung	keine Messdatenerfassung	gute Messdatenerfassung	1
	Energetische Bilanzierung der Zentrale	Durch Kältemengen- und Stromzähler bilanzierbar (mindestens Bilanzraum 3)	Nicht komplett bilanzierbar (nur einzelne Hauptkomponenten)	Nicht bilanzierbar	Nicht komplett bilanzierbar (nur einzelne Hauptkomponenten)	1
	Datenerfassung / -speicherung / -pflege	Daten werden mindestens stundenweise erfasst und gespeichert	Datenerfassung und -speicherung ist vorhanden	Daten werden unzureichend oder nicht erfasst und gespeichert.	Daten werden mindestens stundenweise erfasst und gespeichert	2
	Datenqualität	Nachvollziehbar und wenige Ausreißer	Daten weisen Lücken und Ausreißer auf	Daten sind nicht verwertbar bzw. keine Daten vorhanden	Daten weisen Lücken und Ausreißer auf	1
	Energiemanagementsystem	Energiemanagement vorhanden (GLT + Auswertung, Soll-Ist Vergleich)	Leittechnik vorhanden	keine	Leittechnik vorhanden	1
	Regelung	Autonome Regelung	Steuerung	Händisch on/off	Steuerung	1
	Teillastregelung	auf 25 % regelbar und geregelt	auf 50 % regelbar und geregelt	nicht regelbar oder unbekannt		
	Anzahl Starts pro 100 Betriebsstunden	< 5 Starts pro 100 Betriebsstd.	< 50 Starts pro 100 Betriebsstd.	>= 50 Starts pro 100 Betriebsstd.		
	freie Kühlung	vorhanden + nutzbar (unabhängig von KM)	niedrig (LULK 6/13°C) oder: kein Verbraucher/nur	nicht vorhanden	vorhanden + nutzbar (unabhängig von KM)	2
	Wärmerückgewinnung	vorhanden	kein Nutzen (nur RLt)	nicht vorhanden	nicht vorhanden	0
	EER _{Bilanzgrenze 1 bei 7°C/12°C}	x ≥ 4	4,0 > x > 3,0	x < 3	3,91	1
	ESEER _{Bilanzgrenze 1 bei KM 7°C/12°C}	x ≥ 5	5 > x > 4	x < 3		
Temperatur Eintritt Rückkühlung	≤ 30°C (offen)	30 - 40°C (hybrid)	40 - 50°C (trocken)	30 - 40°C (hybrid)	1	
Mittelwert Vorlauf Kältekreise (laut Planung)	x > 14°C	9-14°C	x < 9°C	x > 14°C	2	
Ausgefüllt: 79%					Ergebnis Energieeffizienz	59%
Betrieb	Bürogebäude	ab 800 h/a	ab 400 h/a	unter 400 h/a		
	Wirkungsgrad _{Bilanzgrenze 1}	> 3	2,5 - 3	< 2,5		
	Wirkungsgrad _{Bilanzgrenze 2}	> 2,2	1,8 - 2,2	< 1,8		
	Wirkungsgrad _{Bilanzgrenze 3}	> 1,8	1,4 - 1,8	< 1,4		
Ausgefüllt: 0%					Ergebnis Betrieb	

Beispiele zum Nutzen / Ergebnisse KaP

Beispiel Sanierung Kälteanlage Kultursaal + Sporthalle

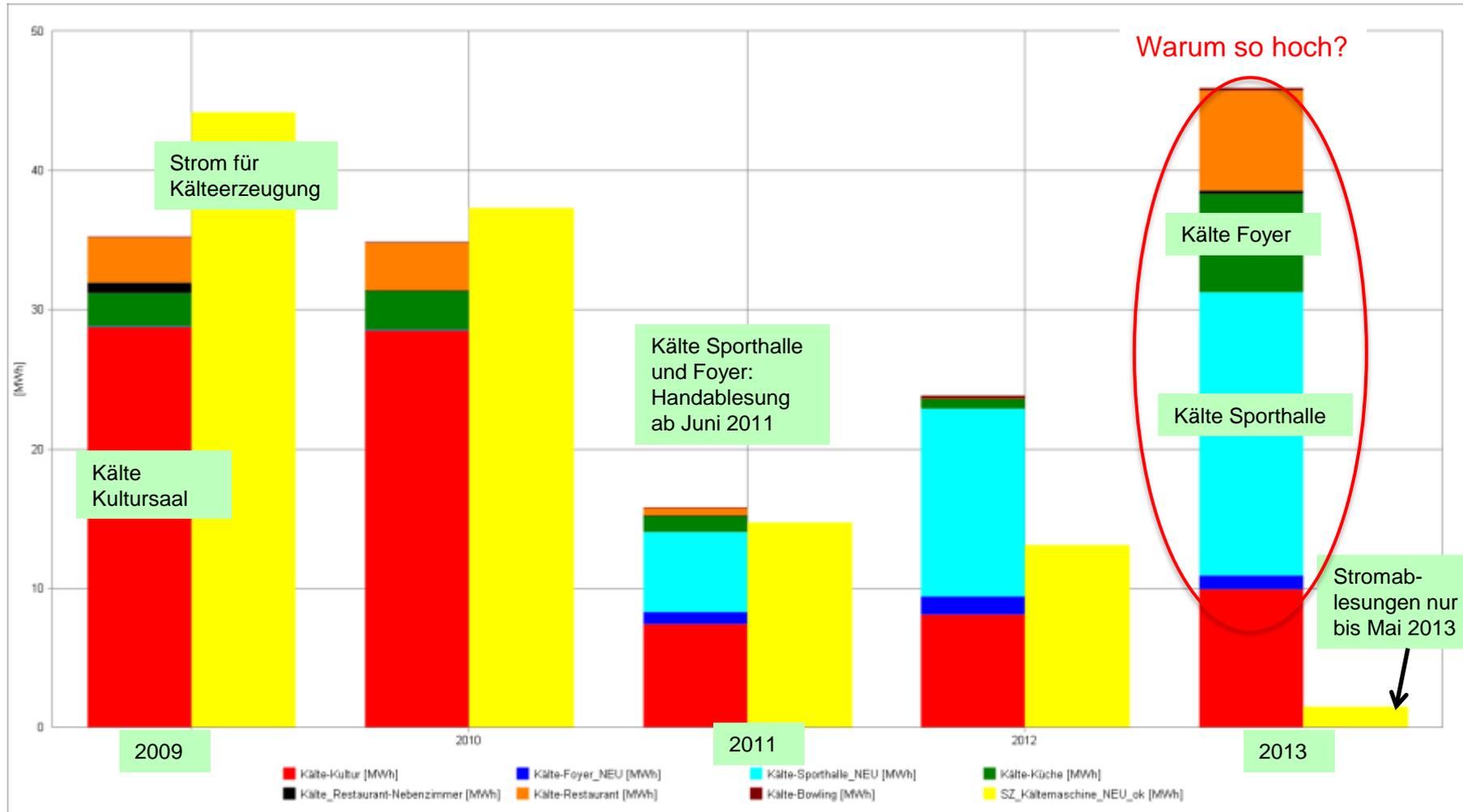


Kälte – Funktionsschema (Phase 2) Umbau 2010

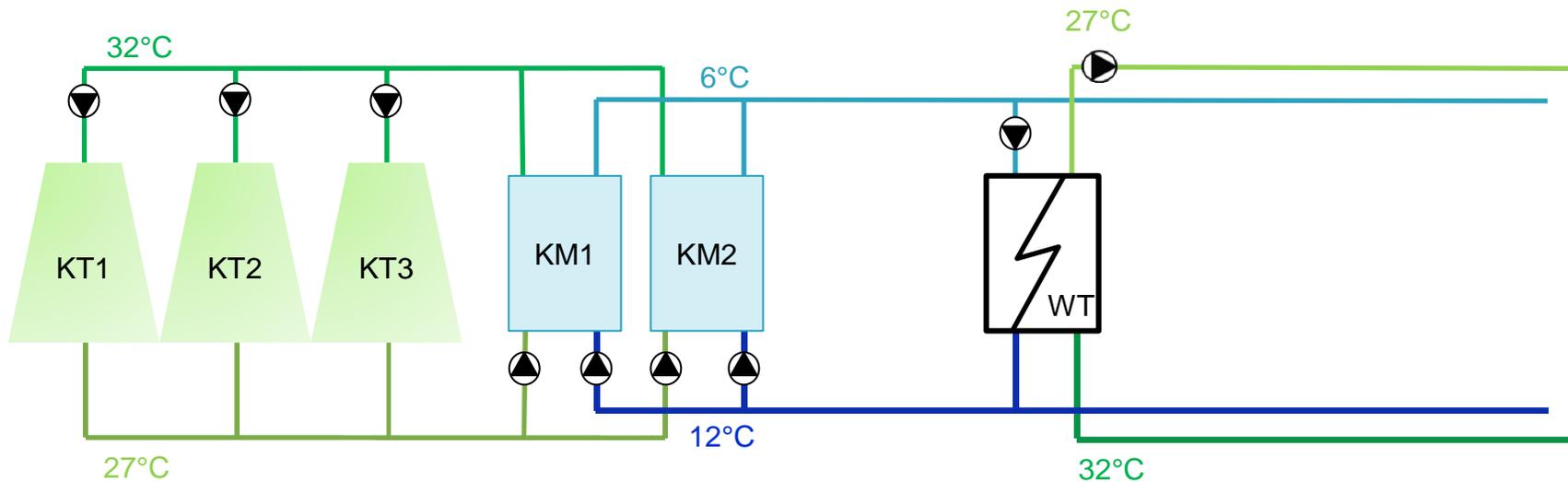


Neu: WT für freie Kühlung + Speicher + Verteilung mit WMZ und neuer Regelung

Entwicklung der Kälte- und Strommengen



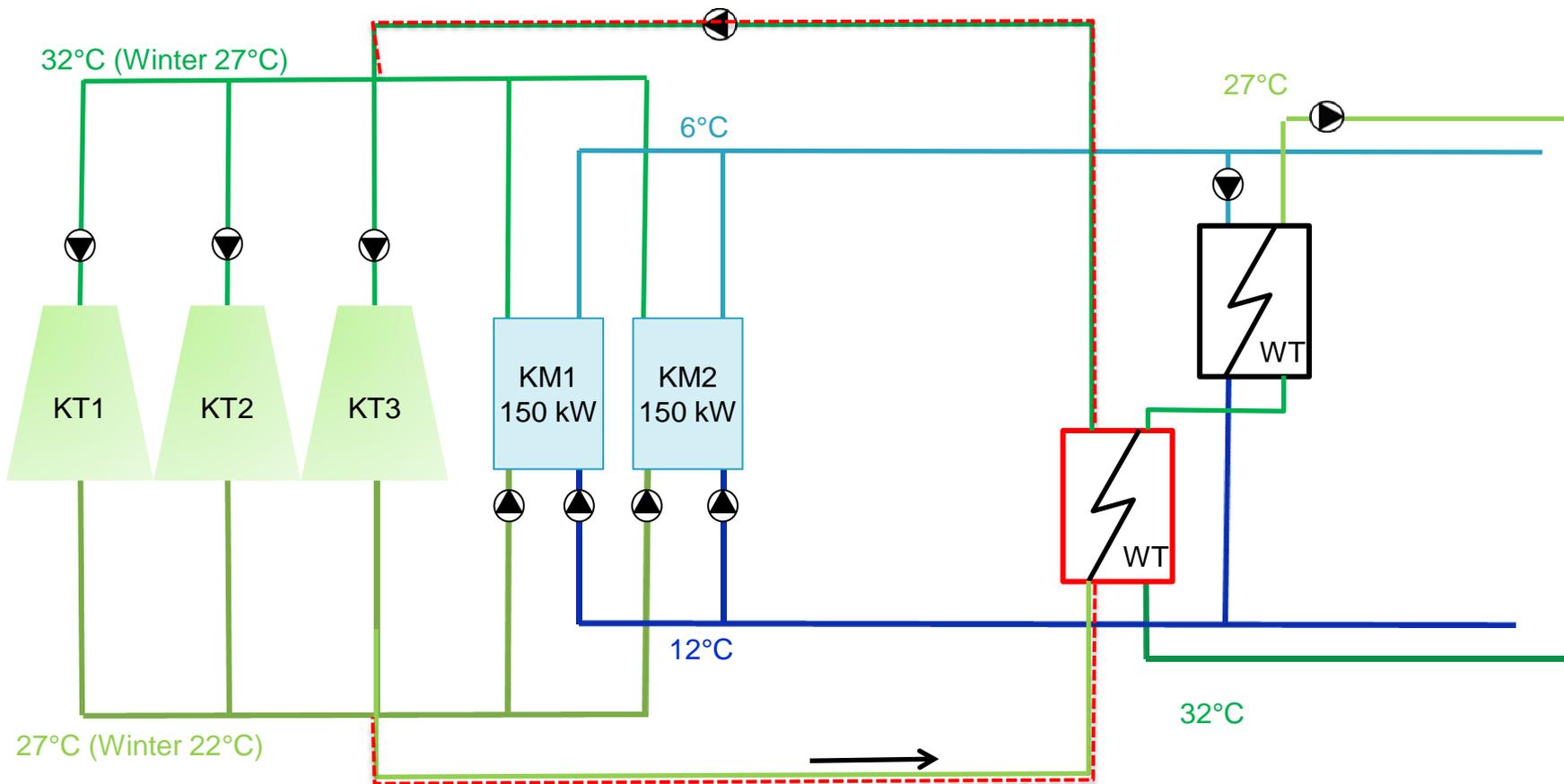
2. Beispiel: Laborgebäude Klimakälte Erzeugung



Dachgeschoss

Laborgebäude Erzeugung – Umbauvorschlag Erzeugung

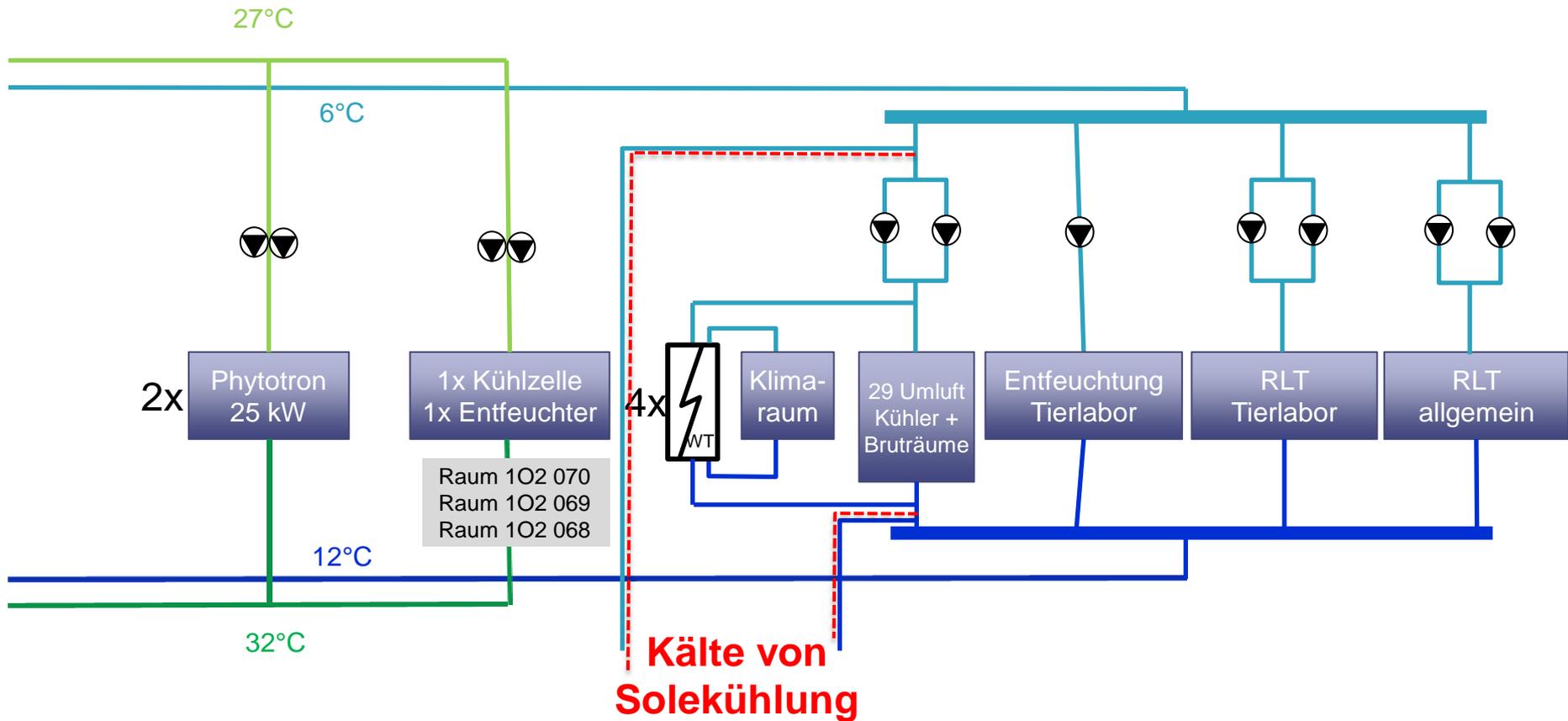
1. Stufe – Freie Kühlung → 2. Stufe 6/12° C



Dachgeschoss

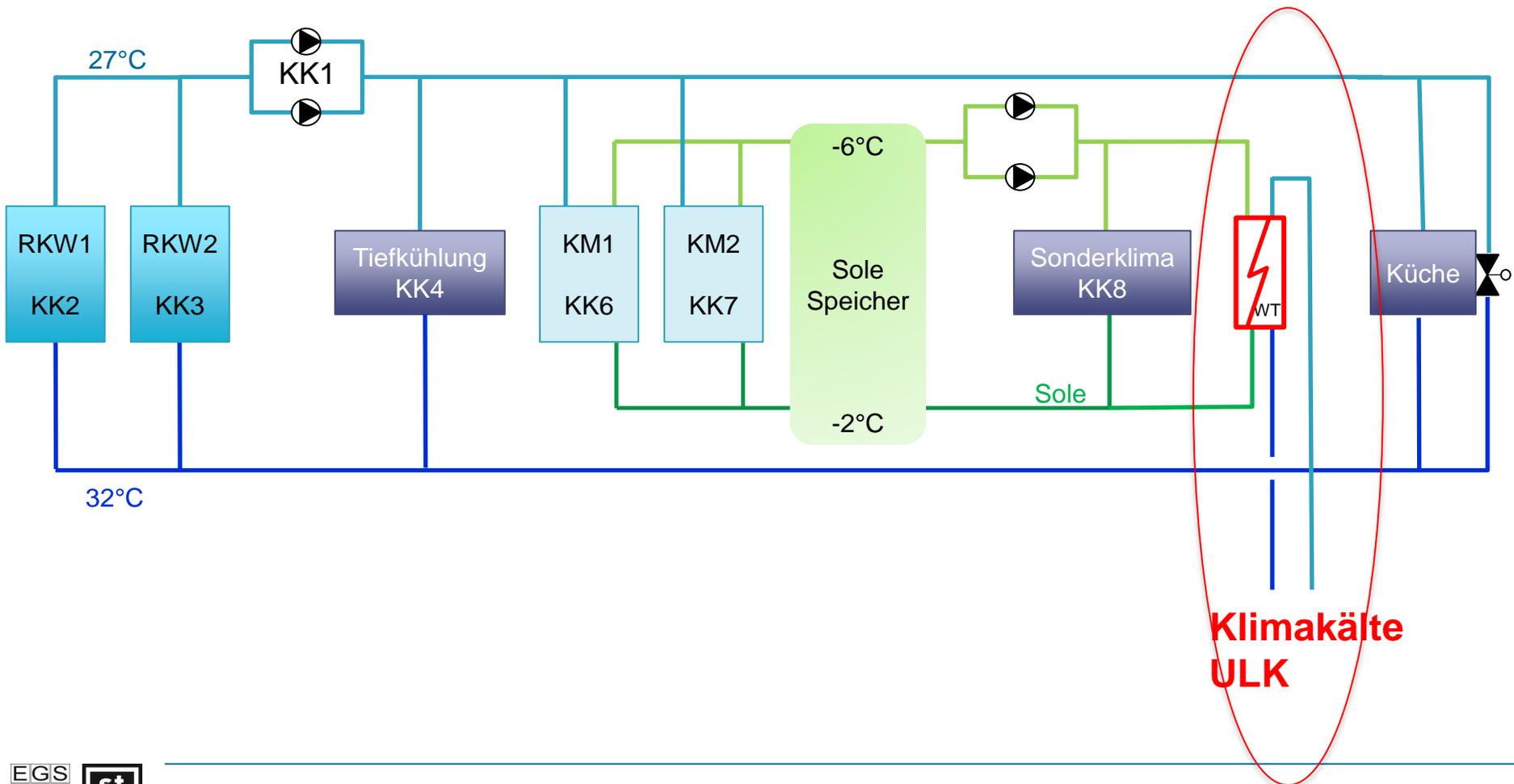
Laborgebäude Klimakälte – Umbauvorschlag

Winterbetrieb 6/12 - Anbindung an Tiefkälte

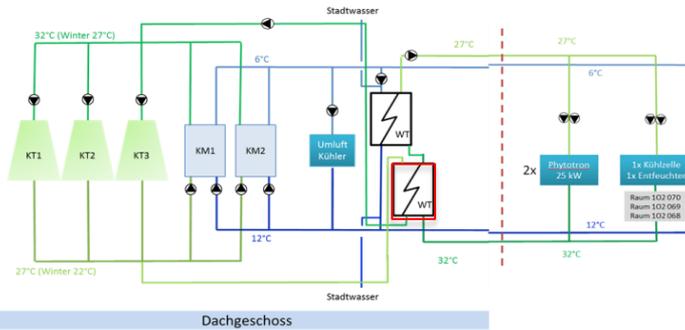


Kältelabore Solekühlung

Erweiterung Anschluss Klimakälte für Winterbetrieb



Kosten – Optimierung Hydraulik Klimakälte



Zusätzlichen Wärmetauscher im 27/32 Netz vor den 6/12 Wärmetauscher schalten.

Im Winter kann das 6/12 Netz abgeschaltet werden.

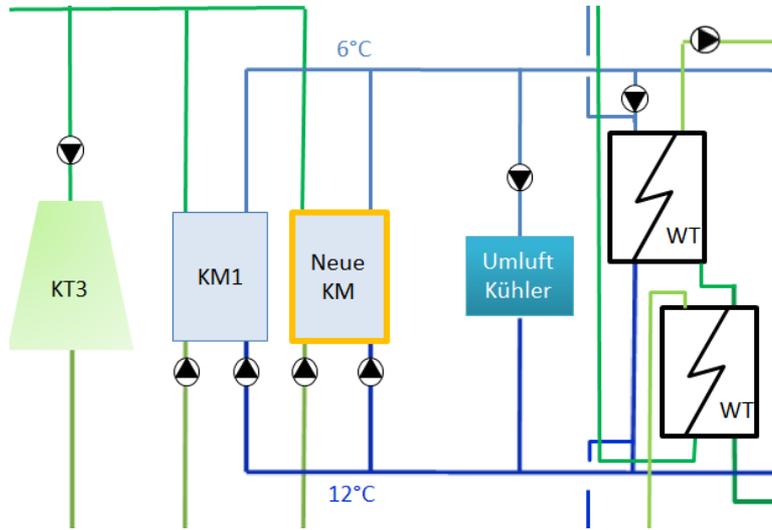


Anschlussleitung 27/32 Netz an Solekreislauf.
(65 m)

Investitionskosten [€]	Energieeinsparung [MWh/a]	Einsparung (Annuität) [€/a]
125.000 €	Strom: 143 MWh/a	25.200 €/a

statische Amortisation
5 a

Kosten – Ersatz Kältemaschine



Erneuerung eines Großkältekompressors zur effizienteren Grundlastabdeckung.

Investitionskosten [€]	Energie- und Kosteneinsparung [MWh/a; €/a]	Einsparung (Annuität) [€/a]
410.000 €	Strom: 325 MWh/a reduzierte Wartung: -20.000 €/a	51.000 €/a

statische Amortisation
8 a

Endprodukt KaP

- **Hilfsmittel zum einfachen Erfassen und Verstehen von Kältesystemen**
 - Erfassungsbogen
 - Checklisten
 - Analyseblätter
 - Standardisierte Darstellung
- **Leitfaden für die Detailanalyse**
 - Wichtige Komponenten
 - Messdatenerfassung
 - Kurzzeitmessung
- **Werkzeug zur Optimierung**
 - Ersteinschätzung eines Kältesystems
mit qualitativer Aussage zu Optimierungsmaßnahmen
 - Katalog mit Optimierungsmaßnahmen
 - Prognosetool zur Quantifizierung von Optimierungspotenzial

Zielgruppe: Planer, Betreiber,



Gropiusplatz 10
D-70563 Stuttgart

Tel. +49 711 99 007 - 5
Fax +49 711 99 007 - 99

info@egs-plan.de
www.egs-plan.de

