

# Betriebszustandsanalyse Optimierungsvorschläge



## KUNDE

HEST GmbH  
Energie- & Gebäudetechnik  
Hauptstraße 10  
8742 Obdach  
[www.hest.co.at](http://www.hest.co.at)

### **Bereiche:**

***Heizung & TWW-B;  
Gas-Dampfkessel & Elektrodirekt***

***Lüftung;  
Walzwerk I (Weger-ATEX),  
TopChem Mischluftsystem***

***Klima- Kältebereitung;  
Walzwerk I (Trane)  
TopChem***

***Prozesskühlungen, Rückkühler;  
Walzwerk I für Kühlbecken warm***

**April-Juni 2018**

**Service Hotline:**  
Mobil: +43 664 404 82 43  
E-Mail: [office@hest.co.at](mailto:office@hest.co.at)

[www.hest.co.at](http://www.hest.co.at)  
Telefon: +43 3578 4055  
Fax: +43 3578 4055-090

UID-Nummer: ATU 41036703  
Firmenbuchnummer: 146684m  
Firmenbuchgericht: HG Leoben

**Bankverbindung:**  
IBAN: AT24 3836 8000 0702 4367  
BIC: RZSTAT2G368

## Allgemeines

Aufgrund eines Erstgespräches von Herrn Dipl.- Ing. Roland Held am 20.02.2018 mit Herrn [REDACTED] sowie einer Besichtigung der HKL-MSR Anlage im Werk [REDACTED] wurde seitens Herrn [REDACTED] der Wunsch geäußert, sich der Thematik Energieoptimierung und Anlageninspektion anzunehmen.

Auf Basis der vorhandenen Daten und Dokumentationen, der ausgewiesenen Umwelterklärung 2017 (gem. EMAS) und der erstellten Fotos sowie Schilderungen von Herrn [REDACTED] wurde unsererseits dieser Bericht erstellt.

Um Optimierungspotentiale der bestehenden Anlagen im Bereich HKL in ihren Grundzügen erfassen zu können, wurde am 20.04.2018 von 09:00 bis 14:30 Uhr, vertiefend eine Werksbesichtigung mit Systembesprechung der bestehenden thermischen Nachverbrennungsanlage (kurz TNV) „alt“, dem grundlegenden Wärme- und Dampfbereitstellungssystem, der Lüftungs- und Kälteanlage des Walzwerks I & TopChem, dem „Frischwasser“- Kühlsystem der Kalanderoberwalzen sowie der Luftrückkühlung des Rückkühlbeckens durchgeführt. Dieses Rückkühlwasser wird allerdings mit erhöhter Temperatur aber mit Trinkwasserqualität in den Grenzgraben (durchschnittlich ca. 600 m<sup>3</sup>/d, abhängig von Auslastung) direkt eingeleitet.

Die Prozessabwässer werden mittels Aktiv-Kohle gereinigt und zusammen mit dem Kesselabwasser der Neutralisationsstrecke mit vorgeschaltetem Sammelbecken sowie Überlauf schlussendlich dem Ortskanalsystem zugeführt.

Der Schwerpunkt liegt bei diesem Bericht auf der Zustandserfassung der Gesamtanlage. Zudem werden mögliche Verbesserungen (ökonomisch / ökologisch als auch Gefahren hinsichtlich Betriebssicherheit sowie Behördenproblemen dargestellt.

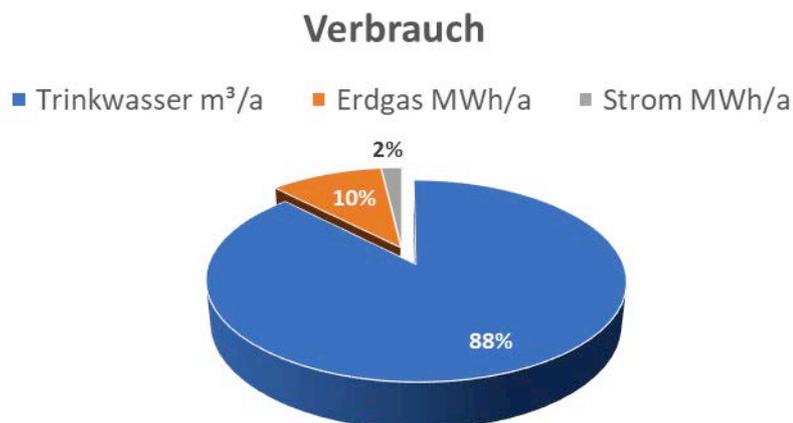
Zusätzlich sollte berücksichtigt werden, dass [REDACTED] in eine neue TNV für TopChem investiert. Deren Abwärme sollte möglichst effizient in die bereits bestehenden Anlagenstrukturen integriert werden.

## IST- Situation / Problematik / Aufgabenstellung

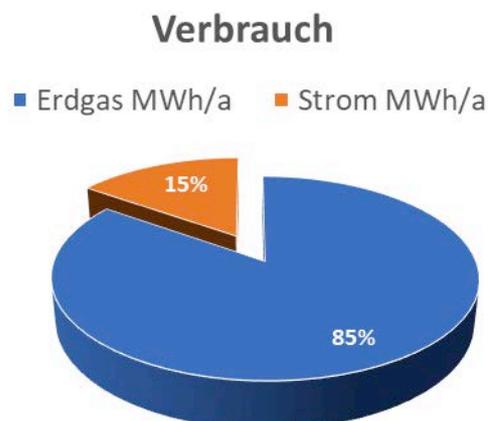
In Abstimmung mit Herrn [REDACTED] werden bei nachfolgenden Besprechungen die gemeinsamen Vorgehensweisen, samt Schwerpunktsetzung, Dokumentationen und Berichtswesen in Kombination mit diversen Schemata für die vor Ort befindlichen Anlagen erarbeitet.

Generell wird der ausführlich erarbeitete EMAS- Bericht als Grunddatensatz für die Durchschnittsverbräuche herangezogen (durchschnittlich =Periode 2012 bis 2016):

- Wasserverbrauch 143.038 m<sup>3</sup>/a
- Erdgasverbrauch 16.969 MWh
- Verbrauch elektr. Energie 3.035 MWh



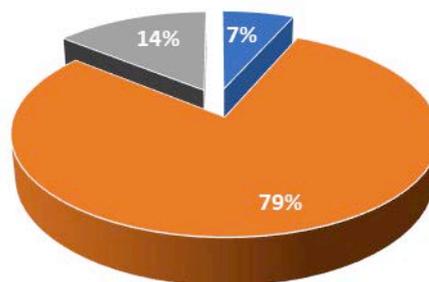
Achtung: durch die unterschiedlichen Einheiten wird das quantitative Bild verzerrt. Bereinigt nur auf Energiedaten (MWh, Entfall m<sup>3</sup> Trinkwasser) sieht die Abbildung wie folgt aus:



Wird nun ein Anteil von ca. 85 % des Trinkwasserverbrauchs für die Kalanderoberwalzenkühlung herangezogen (Spreizung 10 K) so kann der Kühlwasserbedarf in Kühlenergie (MWh/a) ermittelt werden.

### Verbrauch

■ Energie TW-Walzenkühlung MWh/a ■ Erdgas MWh/a ■ Strom MWh/a

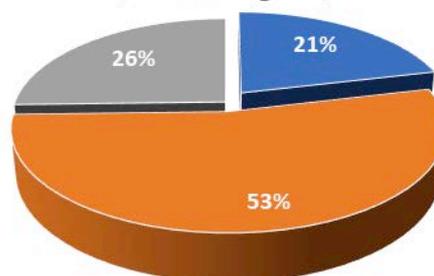


Die nachfolgenden Durchschnittswerte und Graphik stellen die wirtschaftliche Betrachtung dar:

- Kosten Wasser 203.113 €/a
- Kosten Erdgas 526.046 €/a
- Kosten Elektr. Energie 242.832 €/a

### Kosten

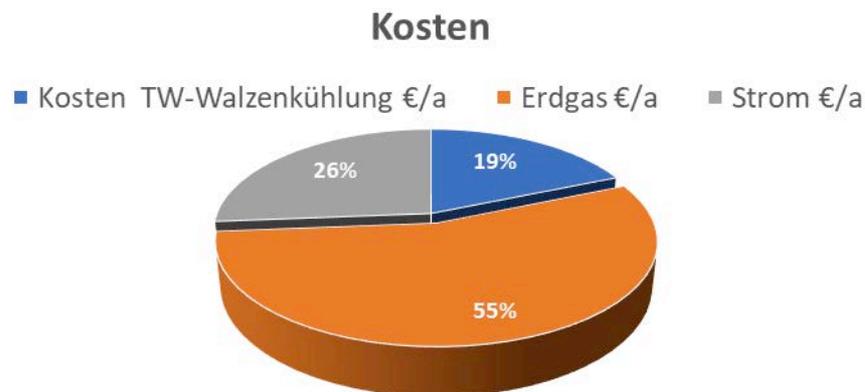
■ Trinkwasser €/a ■ Erdgas €/a ■ Strom €/a



Lt. dieser Darstellung sind die Ausgaben für den Energieträger Erdgas mit annähernd 55 % der größte Anteil.

Wird nun der Trinkwasseranteil zur Walzenkühlung (85 % des Trinkwasserverbrauchs) in absolute Kosten für Primärenergieträger umgerechnet, so ergeben sich folgende Endbeträge:

- Kosten durch TW-Walzenkühlung 172.646 €/a
- Kosten Erdgas 526.049 €/a
- Kosten Elektr. Energie 242.832 €/a



Der Kühlenergieträger (Trinkwasser) weist einen Verbrauch von ca. 7 % auf, dafür einen Kostenanteil von ca. 20 % bei den Energieträgern.

Somit haben sich zwar in der Kostengraphik „relativ“ betrachtet kaum Änderungen ergeben, absolut muss jedoch festgehalten werden, dass die Kühlung der Kalanderoberwalzen mittels Trinkwasser ein sehr kostenintensives Unterfangen darstellt (weitere Energieberechnungen unter der Rubrik „Fazit“ Unterpunkt „Prozesskühlung, Rückkühler für Walzwerk I bei Kühlbecken warm“).

Ein dringender Handlungsbedarf ist definitiv im Bereich des Gasverbrauchs gegeben. Zwar ist ein entsprechend niedriger Tarif gegeben, in Summe wirkt sich dieser Part jedoch mit Abstand am meisten auf die Energiekosten aus.

---

## Grobübersicht der derzeitigen Anlagenkonzeption / -Aufbau von Wärme- / Sattdampfbereitungsanlage mittels Gaskesselanlage:

Die Dampfanlage wird lt. Kundenangaben mit einer Temperatur von 186°C und einem Betriebsdruck von 11,5 bar betrieben.

### **Sattdampfkessel I Gaskesselanlage Astebo:**

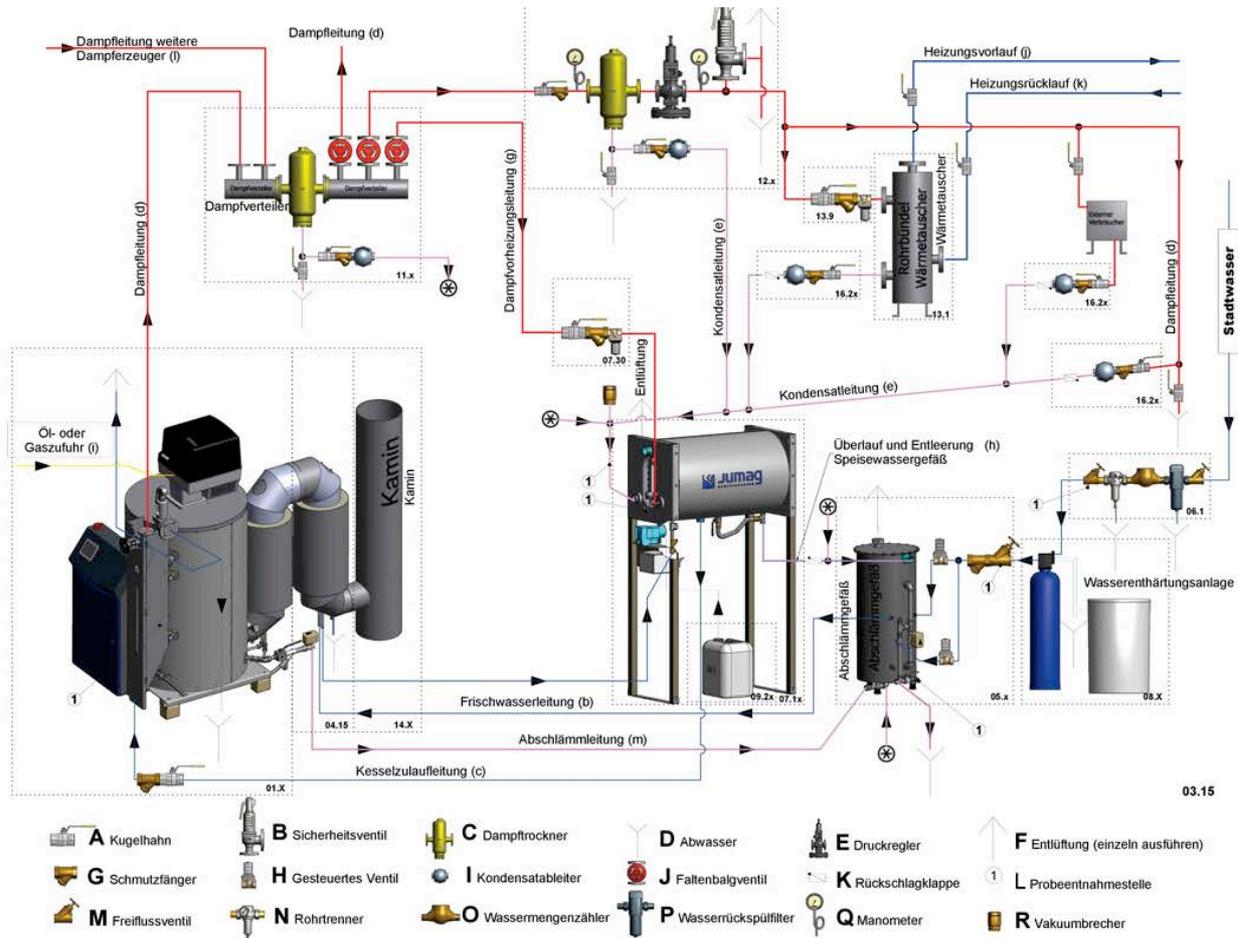
- Wärmeleistung lt. Datenschild Astebo 3.370 kW (6 to/h Dampf)

### **Sattdampfkessel II Gaskesselanlage Hoval:**

- Wärmeleistung lt. Datenschild Hoval 6.557 kW (10 to/h Dampf)

Die Kesselanlage / das Sattdampfsystem versorgt in Form einer Ringleitung das komplette Areal. Die einzelnen Verbraucher (Gebäuden / Anlagen) werden teilweise mittels Wärmeaustauscher auf ein Heizwassersystemniveau z.B. 70/60 °C heruntertransformiert (ebenso der Druck 11,5 bar auf max. 5 bar heizwasserseitig) oder das Sattdampfsystem direkt angeschlossen.

Der abgekühlte, „verbrauchte“ Dampf / das Kondensat wird zurückgeführt (siehe folgendes Schema für den Systemaufbau).



Die bereits installierte Vorerwärmung des Speisewassers ist ein sehr guter Ansatz hinsichtlich Energieeinsparung. Dieser Bereich könnte unter Umständen noch durch ein in sich geschlossenes Speicherkonzept (Kondensattemperatur wird an einen kleinvolumigen Zwischenspeicher abgeführt und parallel das benötigte Speisewasser aufgewärmt) abgerundet werden.

Momentan wird das rückgeleitete Kondensat in ein ca. 10 m<sup>3</sup> großes Becken samt Regenerationswasser Umkehrosmose (herunter-) gemischt und der WRG zugeführt.

Des Weiteren wurde bereits teilweise am Standort in die Abgas-WRG der Kesselanlagen investiert. So weist z.B. die Sattdampfanlage I bereits einen Luftvorerwärmer über die Abgasanlage auf, was die Abgasverluste in etwa um 2-3 % absolut gesehen verringert.

Dieses System sollte auch bei der Sattdampfanlage II installiert werden.

---

## Grobübersicht der derzeitigen Anlagenkonzeption der Trinkwarmwasserbereitung für die Sozialräume und Duschen:

Die 2 Stk. 1.000 l Boiler wurden aus Investitionskostengründen über 2 Stk. E.-Heizpatronen beheizt (Kesselleitung zu lang). Dabei handelt es sich um eine entsprechend hohe Menge an vorrätigem Trinkwarmwasser (Kontrolle Legionellenschaltung!)

### Lüftung Walzwerk I:

Das gesamte Belüftungskonzept des Walzwerks I basiert auf 2 Anlagenstrukturen:

#### **1. Zyklische Abluftreinigungsanlage**

Die direkte Walzenabluf tabsaugung, welche die schwer schadstoffbelasteten Aerosolnebel an der Walze abführt, speist ein zyklisch arbeitendes Aktivkohlebettsfiltersystem um die Restschadstoffe auszutreiben.

Der Abluftanteil beträgt lt. Betreiber rund 7.000 m<sup>3</sup>/h pro Walze, welcher des Weiteren der ATEX Zone II zugeteilt ist!

Generell sind 11 Walzen installiert, betrieben werden bis zu 5 Walzen parallel.

#### **2. Lüftungszentrale WEGER / Kappa**

Um den Lufthaushalt ausgleichen zu können, sowie die Arbeitsplätze entsprechend zu Be- und Entlüften wurde eine Lüftungszentrale mit 24.000 m<sup>3</sup>/h an Abluft- und 57.000 m<sup>3</sup>/h an Zuluftvolumenstrom installiert.

Diese wurde des Weiteren mit einer Wärmerückgewinnung (Kreislaufverbundsystem) ausgestattet. In der Dokumentation wurde durch den Hersteller kein Wärmerückgewinnungsgrad angegeben. Nach erneuter Nachfrage durch Fa. HEST an Fa. Weger wurde dieser Wert mit 38 % beziffert.

Als Alternative zu diesem eher mittelmäßigen WRG-System wäre alternativ ein Kreuzstromwärmetauscher oder ein Kreuzgegenstromwärmetauscher anzustreben gewesen. Dieser hätte in Bezug auf adiabate Luftkühlung einen wichtigen Zusatznutzen erfüllen können (siehe Kältebereitung für Lüftung Walzwerk I).

Standardisiert ist nachfolgend ein Pumpwarmwasserregister (kurz Heizregister) mit 422 kW (Winter → heizen 0 °C auf +22 °C) und ein das Pumpkühlwasserregister (kurz Kühlregister) mit 200 kW (Sommer → kühlen → 32 °C auf 22 °C) integriert.

Das Heizregister wird über die Kesselanlage und einer zwischengeschalteten Transformatorstation (Sattldampf- / Pumpwarmwasserheizsystem) mit einer Systemtemperatur von 90/70 °C gespeist.

Die Kältezentrale (Trane) versorgt einzig und allein das Kühlregister mit den Systemtemperaturen 7/13 °C.

### Lüftung TopChem:

Das Belüftungskonzept des Bereiches TopChem basiert auf einem Mischluft-Lüftungsprinzip:

#### **2 Stk. Lüftungszentralen**

Um die Arbeitsplätze entsprechend zu Be- und Entlüften wurden 2 Stk. deckenmontierte Lüftungszentralen mit je **24.000 m<sup>3</sup>/h** an Umluft-/ Mischluftvolumenstrom installiert.

Dabei wurde das erste Gerät als reine Umluft-, das zweite Gerät als Mischluftanlage ausgeführt.

Die als Mischluft betriebene Anlage weist weder einen Abluft- bzw. Fortluftventilator noch eine Wärmerückgewinnung auf.

---

Standardisiert ist nachfolgend ein Heizregister mit 422 kW (Winter → heizen 0 °C auf +22 °C) und ein Kühlregister mit 200 kW (Sommer → kühlen → 32 °C auf 22 °C) integriert.

Das Heizregister wird über die Kesselanlage und einer zwischengeschalteten Transformatorstation (Sattdampf- / Pumpwarmwasserheizsystem) mit einer Systemtemperatur von 90/70 °C gespeist.

Die Kältezentrale (Trane) versorgt einzig und allein das Kühlregister mit den Systemtemperaturen 7/13 °C.

---

### Kältebereitung für Lüftung Walzwerk I:

Wie bereits zuvor angeführt, wird dem Arbeitsbereich Walzwerk I über die Weger Lüftungszentrale die benötigte Außenluft mit einer Soll- Zulufttemperatur von 22 C zugeführt:

Der dazu installierte Kälteerzeuger (Hersteller Trane) entspricht einem luftgekühlten Kaltwassersatz mit einer Kälteleistung von 210 kW. Diese Form der Kältebereitung stellt die konventionelle Planungs-/ Ausführungsstrategie dar.

### Kältebereitung für Lüftung TopChem:

Der Bereich TopChem wird über die 2 Stk. Um-/ Mischluftgeräte mit der benötigten Außenluftmenge und der Soll- Zulufttemperatur von 22 °C beaufschlagt:

Der dazu installierte Kälteerzeuger (Hersteller **Trane**) entspricht einem luftgekühlten Kaltwassersatz mit einer Kälteleistung von **210 kW**. Diese Form der Kältebereitung stellt wie bereits erwähnt die konventionelle Planungs-/ Ausführungsstrategie dar mit den zuvor genannten Nachteilen.

### Prozesskühlung, Rückkühler für Walzwerk I bei Kühlbecken warm:

Wie bereits im Kapitel Allgemeines beschrieben werden die 11 Stück Walzen (davon ca. 6 Stück parallel in Betrieb) mittels Trinkwasser von der Ortsleitung gekühlt. Je Walze werden ca. 5 m<sup>3</sup>/h benötigt.

Das gesamte Kühlsystem entspricht einem „offenen“ Leitungssystem mit damit verbundenen schlechten Voraussetzungen des Kühlmediums:

- permanenter Eintrag von Sauerstoff in Leitungen,
- hoher Kalkanteil / Wasserhärte,
- höherer Anteil an Schwebstoffen im Kühlmedium sowie
- saisonal schwankende, (lt. Herrn Blumauer) teils überhöhte Mediumstemperaturen.

Bei der Begehung wurden Trinkwassereintrittstemperaturen zwischen 12°C und 19°C genannt. Die Walzenkühlung sollte lt. Kunde jedoch mit einer maximalen Eintrittstemperatur von 16°C betrieben werden um eine problemlose Verarbeitung gewähren zu können.

Das erwärmte Kühlwasser nach den Walzen wird dem Becken „warm“ zugeleitet. Es werden, je nach Trinkwasserdurchsatz und -Eintrittstemperatur eine Beckentemperatur „warm“ von 20°C bis 30°C gemessen

Übersteigt die Beckentemperatur warm den entsprechenden Wert (siehe Foto unten), wird mittels 2 offenen Verdunstungskühlern (à 1.420 kW) das warme Kühlwasser gekühlt und in das Becken „kalt“ eingeleitet.

Systemtemperatur bei Begehung am 20.04.2018, Außentemperatur ca. 25°C:



Aus dem kalten Becken wird des Weiteren der Prozess WRG-Spiritus gekühlt.

Deren Systemtemperaturen liegen bei:

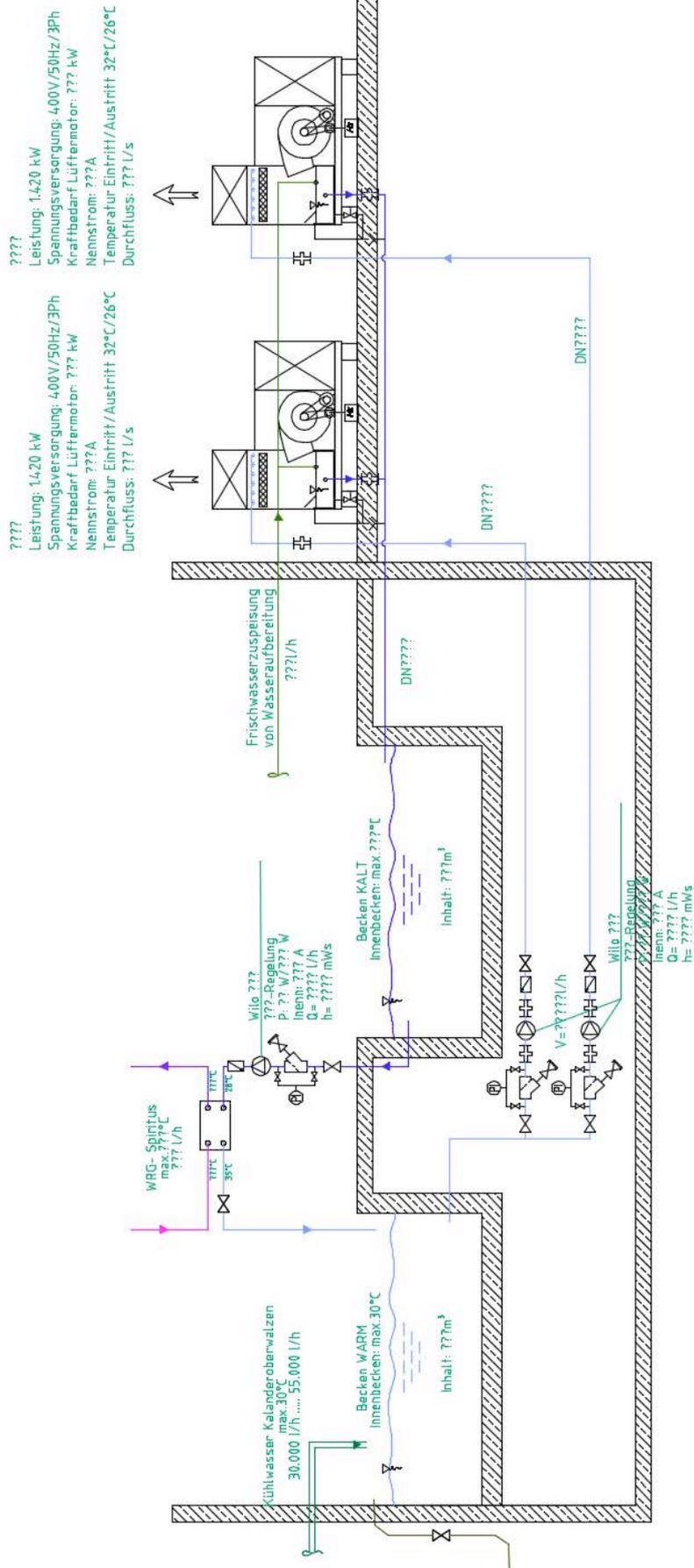
Nachfolgend ist schematisch der Anlagenaufbau dargestellt.

# Status- / Optimierungsbericht

HKL- Anlage

Ersteller: Dipl.-Ing. Roland HELD

Erstelldatum: 30.04.2018



## Fazit / Optimierungsansätze

### Wärme-/ Dampfbereitungsanlage mittels Gaskesselanlagen

Da der Sattedampf generell für die Produktion benötigt wird, ist diese Technik entsprechend wichtig und beizubehalten.

Generell ist der Ansatz, dass Dampfsysteme einen entsprechend mäßigen Wirkungs- und einen noch geringeren Nutzungsgrad aufweisen.

Lange Laufzeiten, unnötige Abschaltvorgänge oder Teillastbetriebsweisen sind zu vermeiden.

Der Brennstoffnutzungsgrad sollte regelmäßig anhand eines integrierten Mess-/ Regelsystems kontrolliert, jedoch im einfachsten Falle über die unten angeführte Formel eruiert werden.

$$\eta = \frac{m_{\text{Dampf}} \times (h_{\text{Dampf}} - h_{\text{Speisewasser}})}{m_{\text{Brennstoff}} \times Hi}$$

Ergeben sich Brennstoffnutzungsgrade unter **80% so ist dringendst zu handeln!!**

Nachfolgend kurzer Überblick der typischen Energiebedarfsverteilungen bei Sattedampfbereitungsanlagen:

Dampf	79-81 %
Abgasverluste	12-13 %
Abstrahlverluste	2-4 %
Abschlämmverluste	3-4 %
Energieinhalt Brennstoff	100 %

Die Verteilverluste sind lt. o.a. Tabelle noch in der Rubrik Dampf enthalten.

Man sollte sich allerdings immer vor Augen halten, dass hohe Vorlauftemperaturen immer hohe Wärmeverteilverluste zur Folge haben. Die folgende Übersicht gibt darüber Aufschluss.

Rohr Nenndurchmesser	Isolierung	Typische Wärmeverluste[W/m]	
		Dampfleitung	Kondensatleitung
Alle Rohre	Gut Isoliert	40-60	20-35
50 mm	Ohne Isolierung	500	230
75 mm	Ohne Isolierung	650	300
100 mm	Ohne Isolierung	800	400
150 mm	Ohne Isolierung	1.200	560
Andere Oberflächen und Flanschverbindung	Ohne Isolierung	2.500 W/m <sup>2</sup>	1.000 W/m <sup>2</sup>

Somit ist eine zyklische Kontrolle der Wärmedämmung der Dampfrohre (Ausmaß, verwendetes Material und Verarbeitung sowie Zustand der Dämmung) ein kostentechnisch geringer Aufwand, der allerdings hohe Einsparungen in sich birgt.

Hinsichtlich der Verbrennungs-/ Abgasverluste ist ein regelmäßiger Service eine entsprechend kostensenkende Investition, da diese Kesselanlagen an und für sich rund um die Uhr laufen.

***Abgasverluste und bereits installierte Abgaswärmerückgewinnung:***

Sollte dem Brennerhersteller/Service-Techniker lt. Auskunft durch Herrn [REDACTED] der Differenzdruck am Gasgebläse der Sattdampfanlage II zu hoch ausfallen, so könnte eine indirekte Luftzuführung (Ansaugluftbeimischung) mittels eines Stützgebläses erfolgen (siehe zusätzliche vertiefende Ausarbeitung).

Trotz großer Leistungen dieser Sattdampfkesselanlagen sollte berücksichtigt werden, dass die Beheizung von Gebäuden mit entsprechendem Baustandard, siehe neuere Hallen mit Fußbodenheizung (kurz FBH; wie die Halle Schlosserei) und Heizwasservorlauftemperaturen < 50 °C viel effizienter und sparsamer mit Brennwert-, Biomasse(brennwert)technik oder Wärmepumpentechnik zu beheizen sind.

**INFORMATION KONSTANTTEMPERATURKESSEL:**

Insgesamt belaufen sich die Wärmeenergieverluste bei einem Konstanttemperaturkessel auf insgesamt zumindest ca. 20%. Mit einem Wirkungsgrad von lediglich ca. 60% (im Bezug auf Raumzentralheizanlagen, bei Niedertemperatursystemen und bezogen

auf den Brennwert) gilt ein Gaskesselheizsystem in dieser Form heute als ineffizient und unökologisch.

### **INFORMATIONSPUNKTE:**

#### **Generell soll für den Kunden bei der Anschaffung gelten:**

Je **niedriger die benötigte Vorlauftemperatur** bei der Heizung (z.B.: FBH, Konvektoren, Heizregister Lüftung, etc):

- **umso effizienter** wird das zu betreibende Heizsystem und
- umso **einfacher können alternative hocheffiziente Wärmebereitungssysteme oder WRG- Anlagen** kostengünstig integriert werden

#### **Technisch / wirtschaftliche Projektkalkulationen:**

Die Anschaffungskosten betragen lediglich 18 – 22 % der Gesamtkosten. Dagegen schlagen sich die Lebenszykluskosten mit 77 % bei einer Lebensdauer von ca. 25 Jahren lt. ÖNORM B 1801 zu Buche!!!

Speziell bivalente Anlagenstrukturen bieten in der bereits bestehenden Energieversorgungsstrategie der Fa. Klinger Dichtungstechnik große Vorteile.

So können luftgekühlte Kältemaschinen die Option aufweisen, bis zu einer Außentemperatur von +2 °C als Wärmepumpe zu fungieren und speziell in diesem Bereich hocheffizient zu arbeiten (reversible Kältemaschine)!

Das Aggregat versorgt somit Teile des Standortes sowohl mit Wärme- (im Winter/ der Übergangszeit) als auch Kühlenergie (im Sommer). Wird die Außentemperatur von 0 °C unterschritten, so kommt ein Brennwertkessel, oder das übliche Heizwassersystem (transformierter Sattedampf) zu tragen.

Somit ist auf die energieoptimierte Planung, speziell in diesem Fall (lange Lebensdauer und hohe Betriebsstunden) ein besonderes Hauptaugenmerk zu legen.

**INFORMATION KOSTEN WÄRMEBEREITSTELLUNG:**

Wärmebedarf (kW)	Primärenergie- erzeuger	Wirkungsgrad/ COP	Tarif (€/kWh)	Kosten (€/100 kW)
100	Gas (-Kessel)	0,7	0,03	4,3
100	Wärmepumpe	3,7	0,08	2,1

**INFORMATION WÄRMEPUMPE:**

Somit kann aus der zuvor abgebildeten Tabelle entnommen werden, dass selbst bei sehr konservativ gerechnetem Wärmepumpenbetrieb (COP von nur 3,7) sowie sehr optimistisch angesetztem Kesselwirkungsgrad die Wärmeenergiebereitung mit Wärmepumpe immer preiswerter ist als jene mit Gaskessel.

Aufgrund der Möglichkeit der Abwärmenutzung (Abwärme des Abwassers sowie Fortluft der Lüftungszentralen) ist unbedingt von einem erhöhten COP der Wärmepumpe auszugehen!

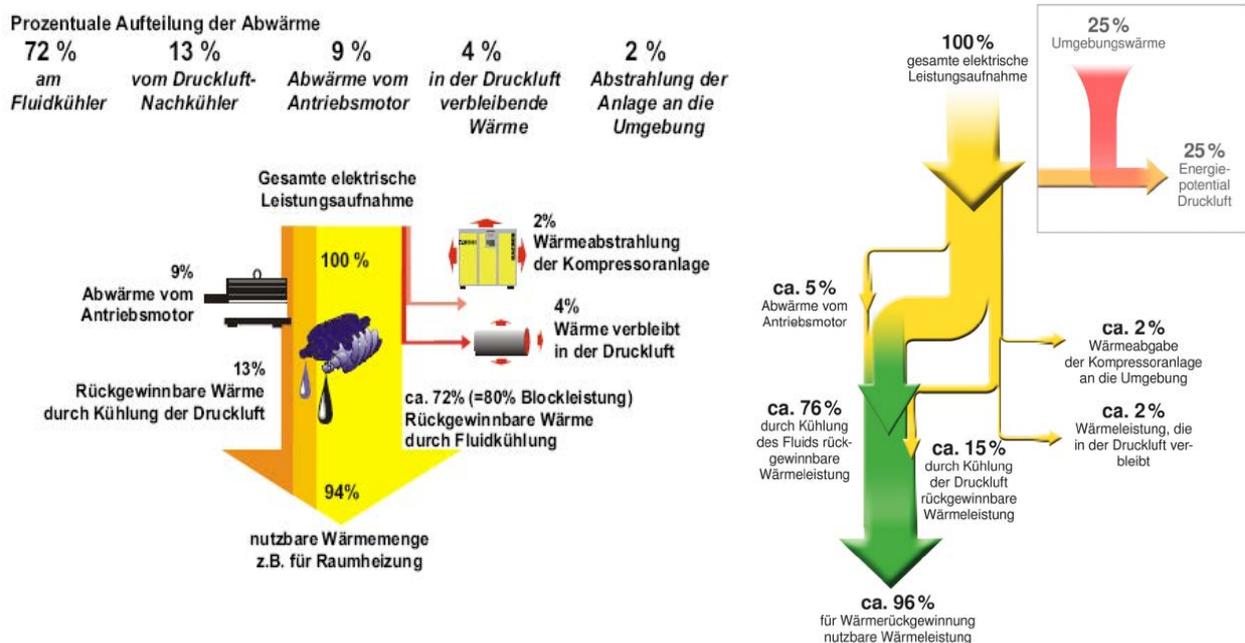
Noch effizienter als luftgeführte Kältesysteme bzw. bivalent betriebene Wärmesysteme, bei entsprechend niedriger Vorlauftemperatur ( $VL < 55\text{ °C}$ ) sind grundwassergespeiste Wärmepumpen, die monovalent betrieben werden können.

Auf dem Gelände der Fa. [REDACTED] befindet sich bereits ein Brunnen im Technikraum der Beckenanlagen. Dieser birgt womöglich ein hohes Energiepotential mit geringen Betriebskosten in sich. Daher sollte seitens des Kunden unbedingt ein Pumpversuch für die Ermittlung der Ergiebigkeit, als auch eine Recherche bezüglich der Vorgabe der gesetzlich zugelassenen Entnahmemenge (Behörden) vorgenommen werden.

Oftmals werden Rückkühlprozesse und Wärmebereitung (Heizung) parallel betrieben, anstelle die bereits bezahlte Abwärmenutzung zu integrieren bzw. zu optimieren.

Dieser Schritt sollte im Zuge der neu anzuschaffenden TNV nicht vernachlässigt werden, da das Abwärmepotential sowohl für die Beheizung als auch für etwaige andere Bereiche genutzt werden kann.

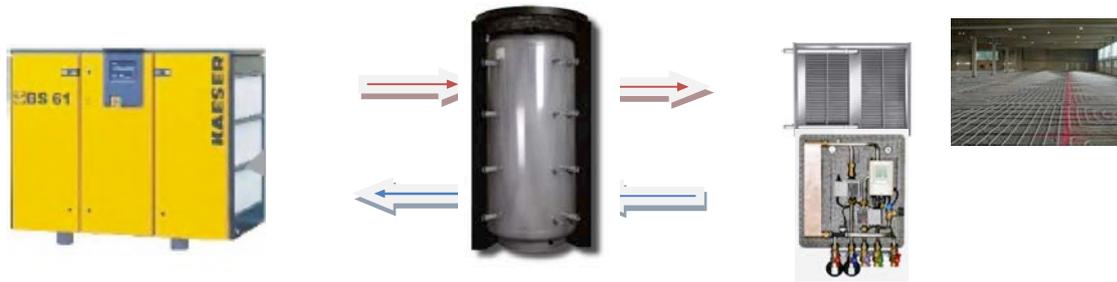
Gleiches gilt auch im Hinblick auf die Anschaffung der Druckluftkompressoren. Durch Integration eines WRG- Systems, könnte das energetisch betrachtet sehr nachteilige Druckluftsystem, durch die Abwärmenutzung zu einem immerhin durchschnittlichen Anlagenwirkungsgrad gelangen.



Ein bereits bei der Anschaffung der Druckluftstationen integrierter Ölrückkühler kostet im Regelfall nur ca. 13 % der fertigen Standardkompressoranlage selbst. Diese ermöglichen allerdings eine Heizwassertemperatur von 70 °C oder Trinkwarmwasserproduktion von ca. 60 °C.

Wird mit einem WRG-Wirkungsgrad von 70 % gerechnet, so ist bei einem, mit 50 kW elektrisch versorgten Kompressor eine Wärmeleistung von ca. 35 kW zu erzielen.

Der bereits vollzogene Schritt durch Einleitung von Kompressorabluft in die Halle (für Heizzwecke) ist zwar der erste gute Ansatz, die Abwärme auf ein wasserbasierendes System zu bringen wäre jedoch von den weiteren zusätzlichen Verwendungsmöglichkeiten bei weitem sinnvoller, wie die nachfolgende Abbildung darstellt!



Kompressor(en)

Zwischenspeicher  
hydraulische Weiche

Lüftung, Heizung,  
TWW-Bereitung

### Trinkwarmwasserbereitung für die Sozialräume und Duschen:

Speziell bei der Trinkwarmwasserbereitung in Schichtbetrieben wäre ein großvolumiges Schichtladespeichersystem mit Frischwasserstation (siehe Schichtladespeicher + Frischwassermodul) anstelle von sogenannten Hygienespeichern (Schichtladespeicher mit integriertem Edelstahl-Wellrohr) oder wie gegenwärtig Boiler mit hohem Trinkwarmwasserfassungsvermögen, von Vorteil.

Frischwassermodule bieten durch Parallelschaltung das x-fache an Schüttleitung gegenüber den Hygienespeichern bei gleichzeitig geringeren Heizwasservorlagetemperaturen.

Großvolumige Heizwasserspeicher ermöglichen zugleich, den Wärmeerzeuger mit geringerer Heizleistung auszustatten, da dieser mehr Zeit für die Nachheizung zur Verfügung hat.

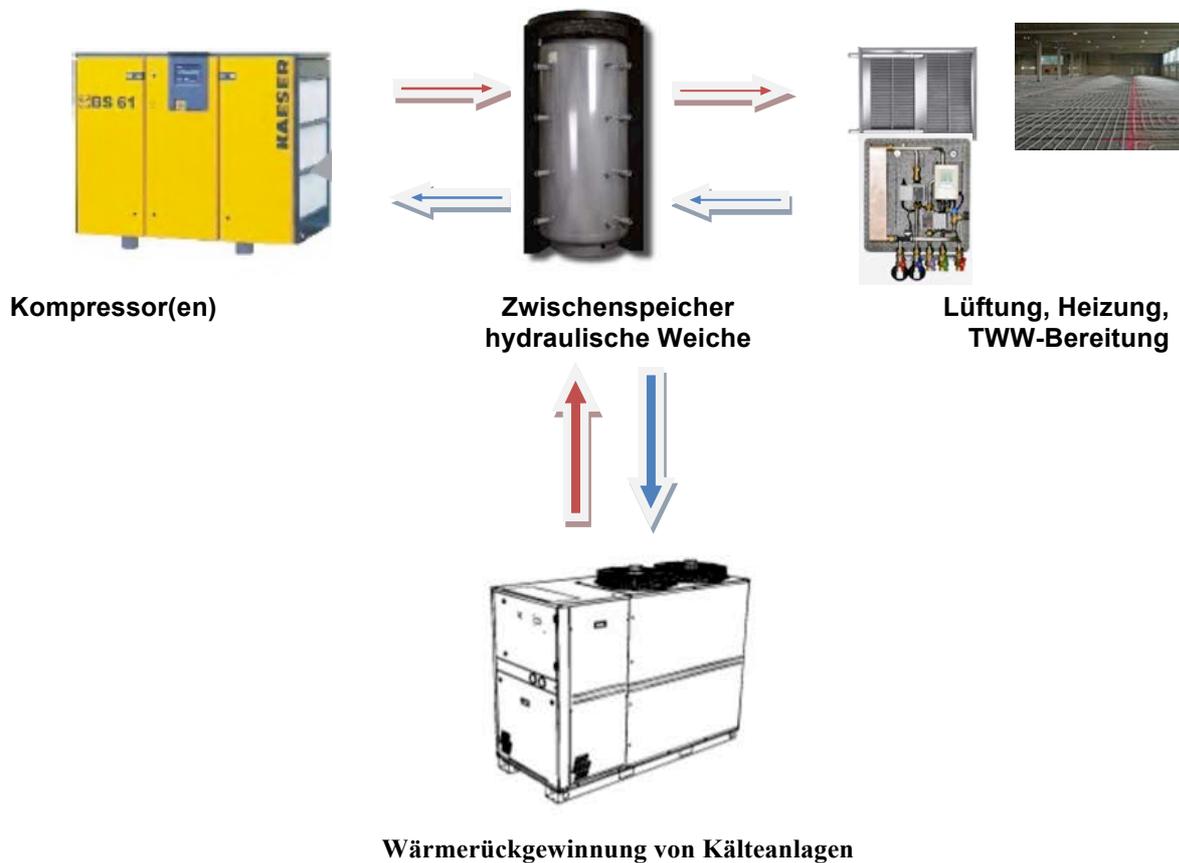
Des Weiteren kann der Schichtladespeicher bei Frischwasserstationen thermisch höher geladen werden, da über die Pumpendrehzahlregelung des Frischwassermoduls das Trinkwarmwasser thermisch nur auf den Sollwert beheizt wird (z.B. 50 °C), der Kalkausfall kann somit geringst möglich gehalten werden.

Auf die Härte des Speisetrinkwassers muss generell bei sämtlichen Trinkwarmwasserbereitungsanlagen geachtet werden!

Diese sollte optimalerweise unter 12 °dH liegen und die Kalkbindung im Trinkwarmwasser entsprechend höher sein. Die Zirkulationstemperatur sowie die Trinkwarmwassertemperatur sollte, wenn möglich 52 °C nicht übersteigen.

In unmittelbarer Nähe zur TWW-Bereitung stehen 2 Stk. luftgekühlte Kaltwassersätze (York) mit 38 kW und 60 kW Kälteleistung.

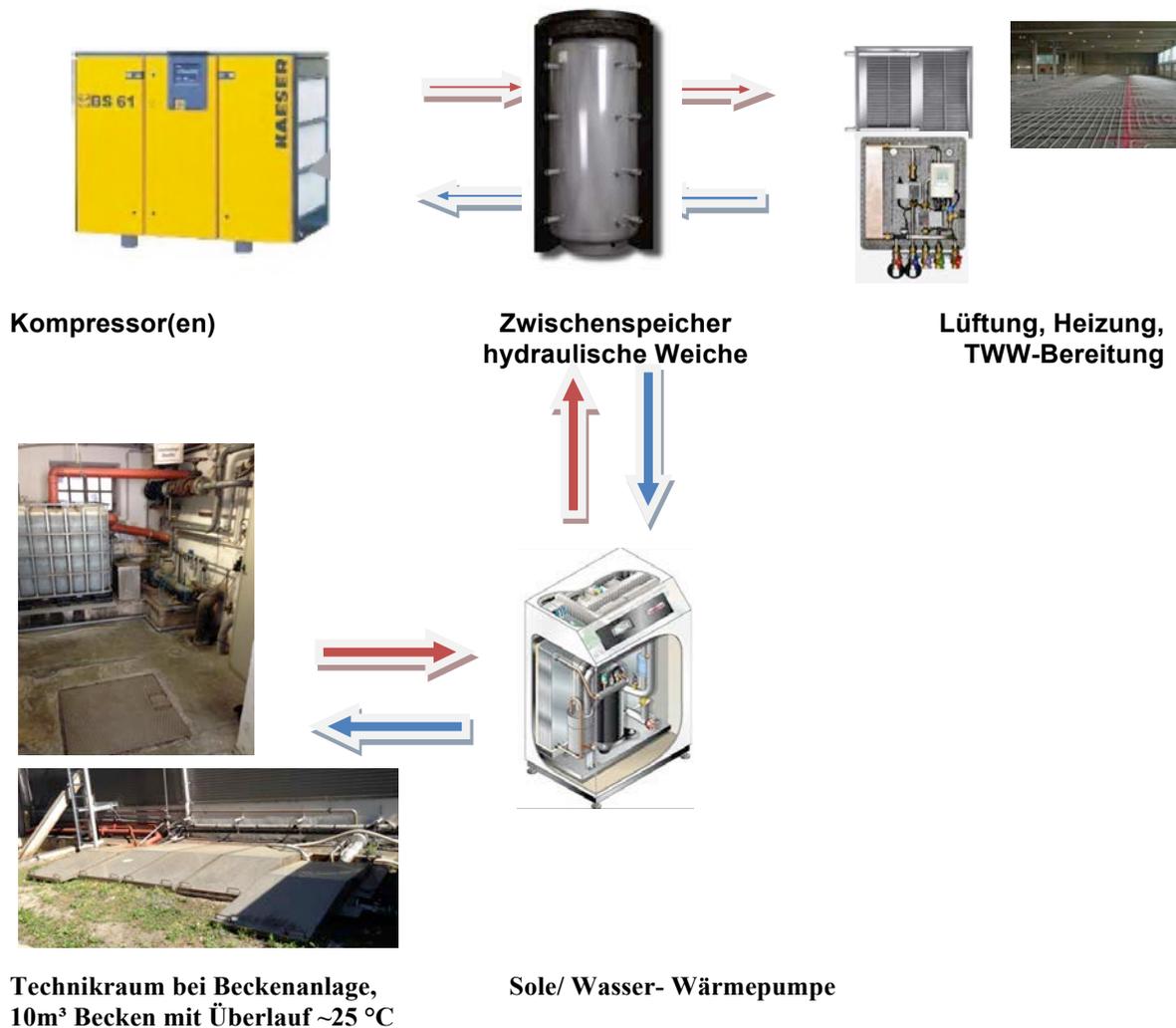
In Abhängigkeit der Laststunden sollte ermittelt werden, ob eine WRG (Heißgasenthitzung) bei einen der beiden Aggregate möglich/ wirtschaftlich sinnvoll wäre.



Alternativ könnte auch eine Raumkühlung oder Abwasser-/ Beckenentwärmung mittels Wärmepumpe auf Trinkwarmwasserbereitung angestrebt werden.

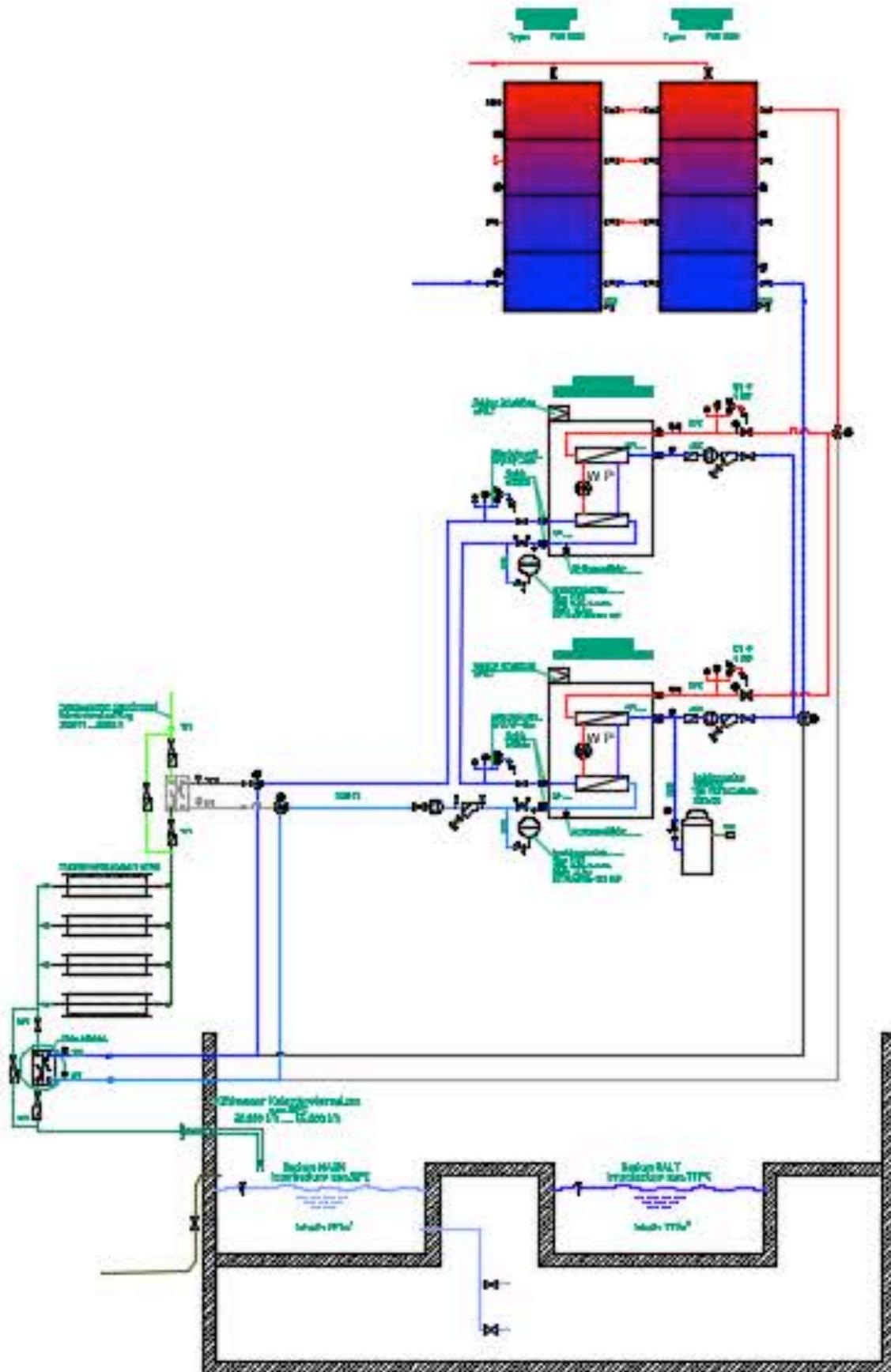
Beispielsweise wäre auch die Rückkühlung des „Warmwasserbeckens“ mittels Sole/ Wasser- Wärmepumpe(n) möglich. Dies würde einerseits die Kühlwassertemperatur des „Kaltwasserbeckens“ deutlich senken, als auch andererseits die Wärmeenergie für die Heizung zur Verfügung stellen.

Nachfolgend ist eine Anlagenkoppelung sinnbildlich dargestellt.



Bei der Beckenkühlung ließe sich somit der Synergieeffekt erzielen, dass die Beckenrückkühlung zugleich die Wärmebereitung mit ca. 220 kW Heizleistung durch eine Sole/ Wasser Wärmepumpe mit einem Vorlauf von 60 °C für diverse zu beheizende Bereiche darstellt. Diese Form wäre dann anzudenken, wenn das „offene“ Kühlsystem („Trinkwasserkühlung“) bestehen bleibt.

Schematisch ist die Anlage nachfolgend dargestellt.



Die selbe Anlage kann die Trinkwasserkühlung (Kühleintrittstemperatur Kalanderoberwalzen) im Sommer verrichten, wie in Kapitel „Prozesskühlung, Rückkühler für Walzwerk I bei Kühlbecken warm“.

### Lüftung Walzwerk I:

Verbesserungen in den unten angeführten Anlagenstrukturen:

#### **1. Zyklische Abluftreinigungsanlage**

Im Bereich der direkten Abluftreinigungsanlage wäre an und für sich eine Abluftwärmerückgewinnung möglich. Da diese jedoch nur zyklisch arbeitet, und der Anlagen / Materialaufwand durch die ATEX-Zone und die beinhaltende Chemie in der Abluft eine entsprechend hohe Materialqualität und aufwändigen Anlagenaufbau erfordern würde, wird dies gegenwärtig nicht in Betracht gezogen.

#### **2. Lüftungszentrale WEGER / Kappa**

Als Alternative zu diesem eher mittelmäßigen WRG-System wäre alternativ ein Kreuzstromwärmetauscher oder ein Kreuzgegenstromwärmetauscher anzustreben gewesen. Dieser hätte in Bezug auf adiabate Luftkühlung einen wichtigen Zusatznutzen erfüllen können (siehe Kältebereitung für Lüftung Walzwerk I).

### Lüftung TopChem:

Das Belüftungskonzept des Bereiches TopChem basiert auf einem Mischluft-Lüftungsprinzip:

#### **2 Stk. Lüftungszentralen**

Um den die Arbeitsplätze entsprechend zu Be- und Entlüften wurden 2 Stk. deckenmontierte Lüftungszentralen mit je **24.000 m<sup>3</sup>/h** an Umluft-/ Mischluftvolumenstrom installiert.

Dabei wurde 1 Gerät. als reine Umluft-, das 2. Gerät als Mischluftanlage ausgeführt.

Die als Mischluft betriebene Anlage weist weder einen Abluft- bzw. Fortluftventilator noch eine Wärmerückgewinnung auf.

## Kältebereitung für Lüftung Walzwerk I und TopChem:

### ***konventionell ist nicht immer sparsam! (Siehe Planung Kappa/ Trane)***

Einsatz von luftgekühlten Kaltwassersätzen:

Dabei ist seitens Fa. HEST folgendes zu erläutern:

Mit steigender Außentemperatur, sprich bei gleichzeitig höchstem Kühlbedarf, sinkt die Effizienz dieser Kaltwassersysteme. Sinnvoll wäre daher immer die Alternative über grundwassergekühlte Kältemaschinen. Diese bereiten die Kälteenergie annähernd bei konstanter Rückkühltemperatur (ca. 19 °C). Bei luftgekühlten Anlagen hingegen, kann das Rückkühltemperaturniveau (Außenlufttemperatur) durchaus 35 °C überschreiten.

Des Weiteren ergibt sich eine zusätzliche Einsparung, wenn z.B. die Rückkühlquelle Grundwasser zusätzlich als passive Kühlquelle herangezogen werden kann!

Dabei wird nur die Pumpenergie benötigt, keine Kompressionskälte!!

***Achtung It. Begehung haben Sie bereits einen Brunnen, dieser wird nur leider nicht genutzt!***

Und sollte die zur Verfügung stehende Brunnenwasserentnahmemenge zu gering sein und auf ein luftgekühltes System zurückgegriffen werden müssen, so besteht immerhin die planerische Möglichkeit (Pflicht), den Rückkühler als Verdunstungsrückkühler auszuführen, der mit Brunnenwasser gespeist wird (siehe Rückkühler unten).



---

Dieses System vereinigt einerseits Betriebskostensenkungen um bis zu 20 % gegenüber konventionellen Systemen (siehe Trane), als auch geringere Stromaufnahmen / Leistungsspitzen.

Der dabei verwendete Sole/Kaltwassersatz könnte im Heizfall bis +6 °C Außentemperatur das „Warmwasserbecken“ entwärmen und die Lüftungszentrale Walzwerk I (Weger/ Kappa) beheizen.

## Prozesskühlung, Rückkühler für Walzwerk I bei Kühlbecken warm:

Wie bereits im Kapitel „Allgemeines“ beschrieben, werden die Kalanderoberwalzen mit Trinkwasser aus dem Ortsnetz gekühlt.

Als Vergleichshilfe wurde nachfolgende Tabelle erstellt, um die Kosten für die Kühlung der Walzen aus Werk I greifbar machen zu können.

### ***INFORMATION KOSTEN KÄLTBEREITSTELLUNG:***

Kältebedarf (kW)	Primärenergie- erzeuger	Spreizung/ EER	Tarif (€/m <sup>3</sup> ; €/kWh)	Kosten (€/100 kW)
100	Trinkwasser	10 K	1,42	12,201
100	Standard Kälte	2,8	0,08	2,106

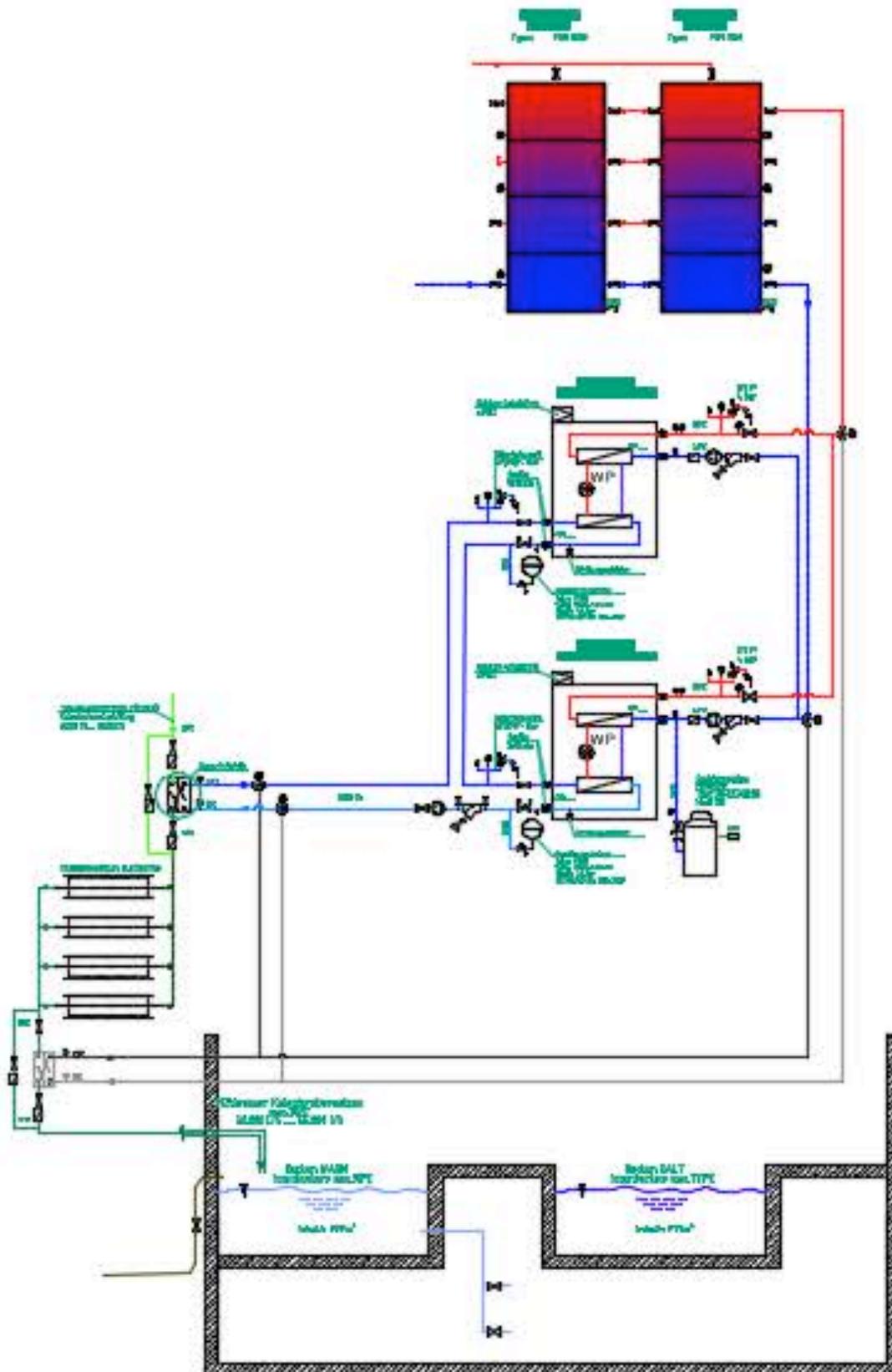
Bei einer vorgegebenen Spreizung von 10 K und einem nominalen Wasserdurchsatz von ca. 35 m<sup>3</sup>/h (6 Walzen) wird eine Kälteleistung von ca. 410 kW benötigt. Werden alle 11 Walzen beaufschlagt, so sind ca. 750 kW Kälteleistung zu generieren. Das entspricht laufenden durchschnittlichen Kühlkosten von 50,03 €/h bei Kühlung über Trinkwasser, bei Kühlung über Standard Kälte lediglich ca. 8,64 €/h.

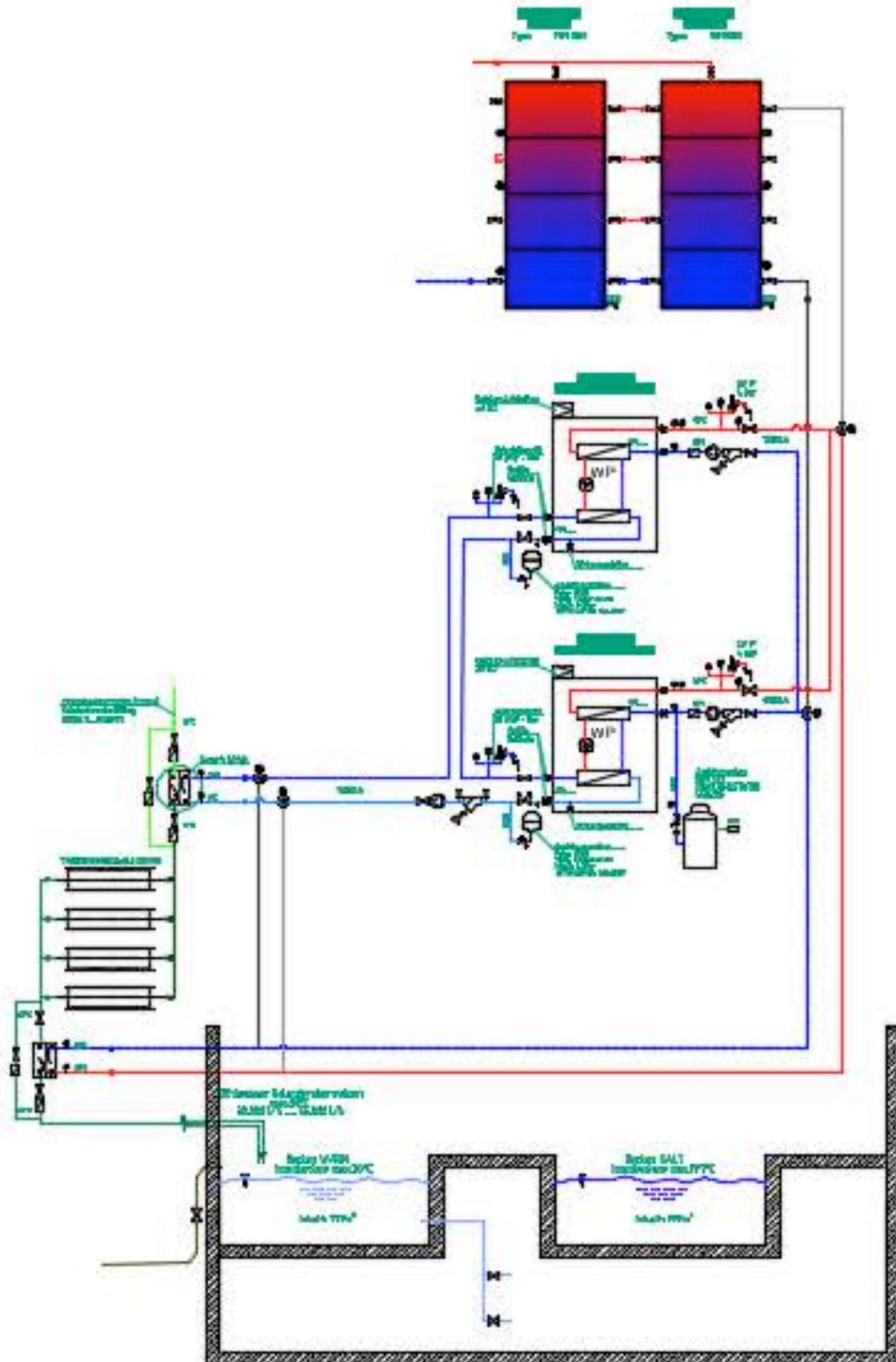
Dabei ist zusätzlich anzumerken, dass die Kältevorlauftemperatur bei gleicher Auslegung am Kälteaggregat konstant niedrig bleibt, und nicht ansteigt, wie das Trinkwasser.

Der geschlossene Kältekreis ergibt zwangsläufig auch eine bessere Kühlmediumsqualität (ÖNORM- gerechtes Kühlwasser!)

Dass das Lebensmittel Trinkwasser zum Kühlen verwendet wird, und per se ungenutzt (nur hochtemperiert) in den Grenzkanal eingeleitet wird, ist zudem ein etwas bedenklicher Aspekt.

Sollte jedoch der Grundgedanke des „offenen“ Trinkwasserkühlkreises beibehalten werden, so ließe sich eine Kompressionskälteanlage mit Mehrfachnutzen nach folgenden Schemen integrieren:





Dabei wird wie folgt in der Anlagenführung unterschieden:

- Kälteentzug für die K.-Walzenkühlung → Wärmeeinspeisung in WRG-Puffer (Heizpuffer)
- Kälteentzug für die K.-Walzenkühlung → Wärmeeinspeisung ÜBERSCHUSS nach K.-Walzen in Kühlwasser vor BECKEN WARM

**Grundsatzentscheidung „Kühlung mit Trinkwasser“ JA/NEIN ist zu treffen!**

Folgende Varianten stünden generell hinsichtlich der Kältebereitung im Raum:

**1. Kältebereitung mittels luftgekühltem Kaltwassersatz**

(ACHTUNG Systemaufbau wie seitens Fa. HEST beschrieben im Kapitel „Kältebereitung für Lüftung Walzwerk I und TopChem“ mit Verdunstungskühler angespeist aus eigenem Brunnen → Wasserkosten!!) // ökologisch eher schwächste Lösung

**2. Kältebereitung mittels grundwassergekühltem Kaltwassersatz**

Dieser Systemaufbau wäre unserer Ansicht nach gegenüber der Variante 1 zu bevorzugen, da dieser ebenso eine passive Kühlung (Grundwasser kühlt über Plattenwärmetauscher ohne Kompressionskälte, im Winterfall /ev. Übergangszeit) integrierbar wäre // ökologisch & ökonomisch anzustrebende Lösung.

**3. Kältebereitung mittels Ab- / Adsorptionskältemaschine**

Dieser Systemaufbau wäre unserer Ansicht nach gegenüber der Variante 1 und Variante 2 zu bevorzugen. Dabei sollte aus der Abwärme der neuen TNV die Kälte generiert werden // ökologisch & ökonomisch (Betriebskosten) wahrscheinlich die beste Lösung.

**INFORMATION KÄLTBEREITUNG:**

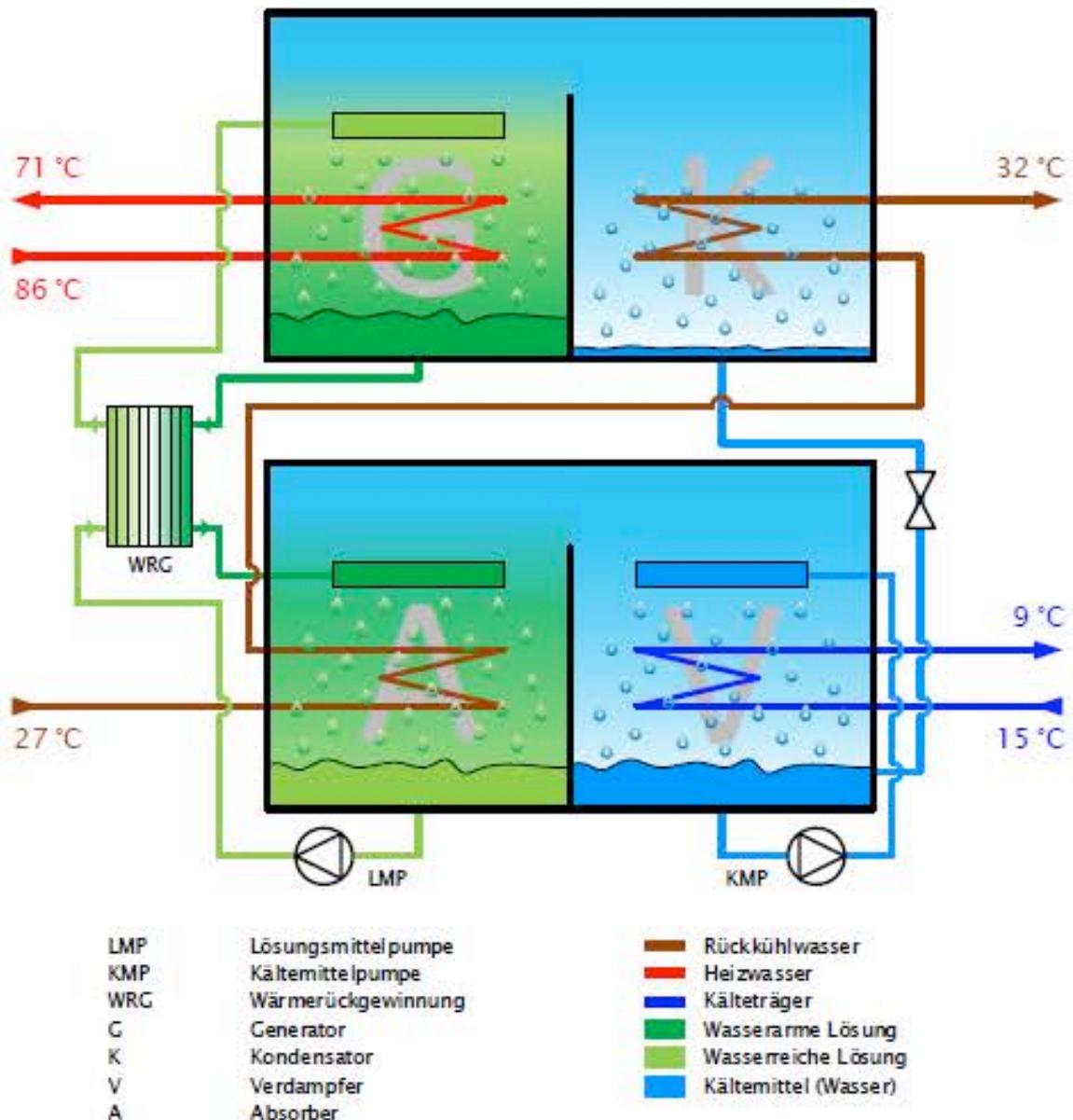
Die Variante 3 wäre von der betriebswirtschaftlichen Seite betrachtet die ökonomischste Lösung, da die Betriebskosten um ca. 45 bis 50 % unter jenen der Kompressionskältemaschine (luftgekühlt) liegen, wenn davon ausgegangen wird, dass die Abwärme kostenlos zur Verfügung gestellt und das Rückkühlwasser aus dem eigenen Brunnen bezogen wird.

Kältebedarf (kW)	Primärenergie- erzeuger	Spreizung/ EER	Tarif (€/m <sup>3</sup> ; €/kWh)	Kosten (€/100 kW)
100	Trinkwasser	10 K	1,42	12,201
100	Standard Kälte	2,8	0,08	2,106
100	Absorptionskälte	0,7	0,08	1,095

Hinsichtlich Variante 3 müssen folgende Punkte geklärt werden:

- Kann Abwärme aus dem System generiert werden?
- Können Abwärmepemperaturen (auf Heizwasserbasis) von 95 °C generiert werden?
- Welche Leistung steht bei den o.a. Temperaturen zur Verfügung?
- Reicht die zu erzielende Abwärmeleistung aus, um die Kälteleistung zu generieren?  
(1,3 kW Abwärme = 1 kW Kälte)
- Ist der Abwärmeprozess kontinuierlich, wenn nicht Deckungsrate?
- Liefert der hauseigene Brunnen zur Rückkühlung genug Grundwasser?
  - JA → höchst effiziente Rückkühlung wäre möglich
  - NEIN → Können die bestehenden Rückkühler (2 x 1.420 kW) herangezogen werden? (Verringerung Invest)

Nachfolgend der Aufbau einer Absorptionskältemaschine mit den Kälte-/ Wärme-/ Rückkühlanschlüssen und den Anbindestellen an die bestehenden Anlagensysteme.



**SCHNITTSTELLE ANLAGE** :

- Rückkühlwasser → Eigener Brunnen; ansonsten Becken Warm od. direkt auf die Rückkühler (Bestand) 2 x 1.420 kW
- Heizwasser → Abwärme aus TNV
- Kälte-träger → Kühlkreis Walzenkühlung oder Klimawasser

---

Wir hoffen, mit diesem Überblick Ihre Wünsche erfüllt und mögliche Lösungsvorschläge für die diesbezügliche Problemstellung vorab geboten zu haben.

Über die weitere Vorgangsweise und Aktivitäten wird bei der nächsten Besprechung entschieden.

Mit freundlichen Grüßen

Dipl.- Ing. Roland Held, BSc

Geschäftsführung