

## **Verfahrenstechnische Beschreibung (1.+2.BA) Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09**

---

**Rechenzentrum GSI-Green IT Cube**

Planckstraße 1, 64291 Darmstadt

---

GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH  
Planckstraße 1, 64291 Darmstadt



## Inhaltsverzeichnis

|          |                                                                                                                       |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Allgemeines .....</b>                                                                                              | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>Erzeugerkreisläufe .....</b>                                                                                       | <b>4</b>  |
| 2.1      | Erzeugerkreislauf KP06 .....                                                                                          | 4         |
| 2.2      | Erzeugerkreislauf KP07 .....                                                                                          | 5         |
| <b>3</b> | <b>Verbraucherkreisläufe .....</b>                                                                                    | <b>5</b>  |
| 3.1      | Verbraucherkreislauf KS07 .....                                                                                       | 5         |
| 3.2      | Verbraucherkreislauf KS08 .....                                                                                       | 6         |
| 3.3      | Verbraucherkreislauf KS09 .....                                                                                       | 7         |
| <b>4</b> | <b>Dimensionierung und Auslegung (Stand: 2.Ausbaustufe).....</b>                                                      | <b>9</b>  |
| 4.1      | Kühlturmanlagen KP06/KP07 .....                                                                                       | 9         |
| 4.2      | Rackkühlung Ebene 5 und 6 - KS08 (Sekundärsystem) .....                                                               | 27        |
| 4.3      | Rackkühlung Ebene 3 und 4 - KS07 (Sekundärsystem) .....                                                               | 29        |
| 4.4      | Kühlung Umluftkühler - Nebenräume - KS09 (Sekundärsystem) .....                                                       | 37        |
| <b>5</b> | <b>Anlagenfunktionen.....</b>                                                                                         | <b>40</b> |
| 5.1      | Regelung der Kühlwassermenge bzw. Rücklauftemperatur im System KS07 „Rackkühlung Ebene 3 und 4 / Schäfer-Racks“ ..... | 40        |
| 5.2      | Regelung der Kühlwassermenge bzw. Rücklauftemperatur im System KS08 „Rackkühlung Ebene 5 und 6“ .....                 | 41        |
| 5.3      | Regelung der Kühlwassermenge im System KS09 „Kühlung Umluftkühler Nebenräume“ .....                                   | 42        |
| 5.4      | Regelung der Vorlauftemperatur in den Sekundärsystemen KS08 und KS09 .....                                            | 42        |
| 5.5      | Steuerung der Kühltürme „Kühlturmfolgeschaltung KP06 + KP07“ .....                                                    | 43        |
| 5.6      | Regelung der Vorlauftemperatur im Kühlturmsystem KP06/KP07 (Ventilatorregelung) .....                                 | 44        |
| 5.7      | Düsenvordruckschaltung der Kühlturmzellen .....                                                                       | 45        |
| 5.8      | Notbetrieb der Kühlturmzellen über Thermostat im Kühlwasserrücklauf KP06/46                                           |           |
| 5.9      | Überwachung und Steuerung des Füllstandes in den Kühlwasserbecken KP06/KP07 .....                                     | 46        |
| 5.10     | Steuerung der Sandfilter (nur KP06) mit Rückspül- und Absalzfunktion .....                                            | 48        |
| 5.11     | Biozid – Dosierung (KP06 und KP07) .....                                                                              | 49        |
| 5.12     | Dosierung von Härtestabilisatoren .....                                                                               | 52        |
| 5.13     | Trockenlaufschutz der Pumpen .....                                                                                    | 52        |
| 5.14     | Mindestmengenabsicherung der Pumpen in KP06/KP07 .....                                                                | 52        |
| 5.15     | Betrieb der Pumpen .....                                                                                              | 52        |
| 5.16     | Druckhaltung u. Nachspeisung in den geschlossenen Sekundärsystemen KS08 u. KS09 .....                                 | 53        |
| 5.17     | Druckhaltung u. Nachspeisung im geschlossenen Sekundärsystem KS07 ....                                                | 54        |
| 5.18     | Schnelle Leckagedetektion Verbraucherseite IT (KS07 / KS08) .....                                                     | 56        |
| 5.19     | Funktion Druckstufenentgaser (KS07/KS08/KS09) .....                                                                   | 57        |
| 5.20     | Anlagenfrostschutz .....                                                                                              | 58        |
| 5.21     | Versorgung des Büro- und Kantinengebäudes BK1 mit Kühl- bzw. Heizwasser                                               | 59        |
| 5.22     | Wasseraufbereitungsanlage (Enthärtungsanlage) WE01 .....                                                              | 59        |

## 1 Allgemeines

Die GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH baut ihre Computerinfrastruktur für das im Bau befindliche internationale Beschleunigerzentrum FAIR (Facility für Antiproton and Ion Research) aus. Hierfür wurde auf dem Gelände der GSI ein neues Rechenzentrum gebaut.

Die erforderliche Kühlenergie für dieses Rechenzentrum wird in offenen Kühlkreisläufen (Erzeugerkreise) über Kühltürme durch Verdunstungskühlung erzeugt.

Die Kühlanlagen versorgen im Endausbau die sechs Ebenen des Rechnerraumbereiches, sowie die dazugehörigen Elektro- und Nebenräume mit Kühlwasser.

Die Anlage besteht in der 2. Ausbaustufe (Stand 2025) aus 2 offenen Erzeugerkreisen KP06 und KP07, an dem 3 geschlossene Verbraucherkreisläufe KS07 (Ebene 3+4), KS08 (Ebene 5+6) und KS09 (Nebenräume) über Plattenwärmetauscher angeschlossen sind.

Die Wärmetauscher, einschl. der zugehörigen Pumpen, Druckhalteanlagen und MSR-Anlagen sind in Kühlzentralen untergebracht. Im Endausbau ergeben sich damit eine Kühlzentrale (GT1.1.001) für die sechs IT-Ebenen (Ebenen 5/6, 3/4 und 1/2), sowie eine weitere Kühlzentrale (GT1.1.030) für die Versorgung der Nebenräume KS09 (NSHV, USV Erweiterung, Auspackung etc.). Die Zentralen wurden im Technikgebäude GT1, direkt angrenzend an den IT-Cube, untergebracht.

Die Abwärme der IT-Anlagen im Rechnerraum wird über Rack-Rücktür-Wärmetauscher an das Kühlwasser abgegeben. Die Nebenräume werden mit Deckenumluftkühlgeräten gekühlt.

Die Kühlanlage wird in 3 Bauabschnitten ausgebaut.

Je Bauabschnitt wird ein Erzeugerkreis / Verbraucherkreis, bestehend aus

### **Erzeugerkreis:**

- 2 Kühltürmen (4 Kühlturmzellen)
- Technikcontainer mit Kühlwasserbecken und Absalzeinrichtung
- MSR-Anlage zur Regelung der Kühlturmanlage
- Primärpumpen
- Wärmetauscher
- Verrohrung

### **Verbraucherkreis:**

- Sekundärpumpen
- MSR-Anlage zur Regelung der Sekundärpumpen
- Verrohrung

installiert.

Die für alle 3 Bauabschnitte gemeinsamen verbindenden Rohrleitungen der Kühlwassererzeugung (KP06 / KP07 / KP08), wurden bereits in ihrer Dimensionierung für den Endausbau montiert.

## 2 Erzeugerkreisläufe

### 2.1 Erzeugerkreislauf KP06

Kühlwassererzeugungsanlage bestehend aus:

**2 Stück Kühlturmanlagen** mit jeweils 2 Kühlzellen und jeweils 2 Saugzugventilatoren.:

Die Kühlleistung beträgt 2 x 2.650 kW bei einem Durchsatz im Auslegungspunkt von 760 m³/h

**1 Stück Technikcontainer** mit folgenden Einbauten:

**1 Stück Kühlwasserbecken ca. 44 m³**

**2 Stück Industriesandfilter** – vollautomatischer Rückspülfilter zur Filtration des Kühlwassers im offenen Kühlturmkreislauf, in einem Sandfilter befindet sich die Absalzeinrichtung mit dem Leitfähigkeitsmesswertgeber.

**1 Stück Dosierstation** zur Dosierung von **Biozid** bei Bedarf.

**3 Stück** (3 x 50%) parallel angeordnete, drehzahlgeregelte **Kühlwasserpumpen** KP06-AP07 / AP08 / AP09 (KSB Etanorm RG C1-200–330) zur Umwälzung des Kühlwassers im offenen Erzeugerkreislauf zum Transport der Abwärme.

Fördermenge: 3 x 628 m³/h (3x50 %)

Förderhöhe: 34,5 m WS

Drehzahl max.: 1487 1/min.

**2 Stück** (2 x 100%) parallel angeordnete, drehzahlgeregelte **Kühlwasserpumpen** KP06-AP10 / AP11 (KSB Etabloc 065–050-315) zur Umwälzung des Kühlwassers im offenen Erzeugerkreislauf für die Abwärme aus den Umluftkühlern der Nebenräume.

Fördermenge: 2 x 34 m³/h (2x100 %)

Förderhöhe: 26,3 m WS

Drehzahl max.: 1475 1/min.

**1 Stück** drehzahlgeregelte **Kühlwasserpumpe** KP06-AP12 (KSB Etaline 100–100-160 GB) zur Rückkühlung der Wärmepumpe im Büro- und Kantinengebäude BK1, Ansteuerung erfolgt von BK1.

Fördermenge: 91 m³/h

Förderhöhe: 7,5 m WS

Drehzahl max.: 1469 1/min.

**3 Stück** parallel geschaltete **Plattenwärmetauscher** (3 x 50%) zur Übergabe der Abwärme aus KS08 (Racks Ebene 5 u. 6) in das offene Kühlturmsystem KP06/KP07. Die Plattenwärmetauscher sind zusätzlich eine Materialbarriere zwischen dem offenen Kühlturmsystem (relativ verunreinigtes Wasser) und dem geschlossenem Sekundärsystem KS08.

Die Wärmetauschergruppe KP06-AC07 / AC08 / AC09 ist für eine Wärmeübertragleistung von ca. 3 x 2,1 MW = 6,3 MW ausgelegt.

**2 Stück** parallel geschaltete **Plattenwärmetauscher** (2 x 100%) zur Übergabe der Abwärme aus KS09 (Umluftkühler Nebenräume) in das offene Kühlturmsystem KP06/KP07. Die Plattenwärmetauscher sind zusätzlich eine Materialbarriere zwischen dem offenen Kühlturmsystem (relativ verunreinigtes Wasser) und dem geschlossenem Sekundärsystem KS09.

Die Wärmetauschergruppe KP06-AC10 / AC11 ist für eine Wärmeübertragleistung von ca. 2 x 120 kW = 240 kW ausgelegt.

**1 Stück Plattenwärmetauscher** zur Übergabe der Abwärme von der Wärmepumpe im Büro- u. Kantinengebäude BK1 in das offene Kühlturmsystem KP06/KP07. Der Plattenwärmetauscher ist zusätzlich eine Materialbarriere zwischen dem offenen Kühlturmsystem (Betriebsgefährdung Green IT, relativ verunreinigtes Wasser) und dem geschlossenem Sekundärsystem KZ02 zum BK1.

Der Wärmetauscher KP06-AC12 ist für eine Wärmeübertragleistung von ca. 680 kW ausgelegt.



**Die Rohrleitungsanlage** des offenen Kühlturmsystems wurde aus Edelstahl (1.4571) gefertigt. Die Armaturen und Instrumente bestehen aus beschichtetem ferritischem Material (C – Stahl oder GGG mit Gummimanschetten, Gummierungen oder sonstige Beschichtungen).

Die außenliegenden Rohrleitungen haben eine **Isolierung** aus Mineralwolle s = 50mm mit Blechmantel und **Begleitheizung**.

### 2.2 Erzeugerkreislauf KP07

Kühlwassererzeugungsanlage bestehend aus:

**2 Stück Kühlturmanlagen** mit jeweils 2 Kühlzellen und jeweils 2 Saugzugventilatoren.:

Die Kühlleistung beträgt 2 x 2.650 kW bei einem Durchsatz im Auslegungspunkt von 760 m³/h

**1 Stück Technikcontainer** mit folgenden Einbauten:

**1 Stück Kühlwasserbecken ca. 44 m³**

**1 Stück Leitfähigkeitsmesswertgeber** (im Kühlwasserbecken positioniert)

**1 Stück Dosierstation** zur Dosierung von **Biozid** bei Bedarf.

**3 Stück** (3 x 50%) parallel angeordnete, drehzahlgeregelte **Kühlwasserpumpen** KP07-AP07 / AP08 / AP09 (KSB Etanorm RG C1-200–330) zur Umwälzung des Kühlwassers im offenen Erzeugerkreislauf zum Transport der Abwärme.

Fördermenge: 3 x 628 m³/h (3x50 %)

Förderhöhe: 34,5 m WS

Drehzahl max.: 1487 1/min.

**3 Stück** parallel geschaltete **Plattenwärmetauscher** (3 x 50%) zur Übergabe der Abwärme aus KS07 (Racks Ebene 3 u. 4) in das offene Kühlturmsystem KP06/KP07. Die Plattenwärmetauscher sind zusätzlich eine Materialbarriere zwischen dem offenen Kühlturmsystem (relativ verunreinigtes Wasser) und dem geschlossenem Sekundärsystem KS07.

Die Wärmetauschergruppe KP07-AC07 / AC08 / AC09 ist für eine Wärmeübertragleistung von ca. 3 x 2,1 MW = 6,3 MW ausgelegt.

**Die Rohrleitungsanlage** des offenen Kühlturmsystems wurde aus Edelstahl (1.4571) gefertigt. Die Armaturen und Instrumente bestehen aus beschichtetem ferritischem Material (C – Stahl oder GGG mit Gummimanschetten, Gummierungen oder sonstige Beschichtungen).

Die außenliegenden Rohrleitungen haben eine **Isolierung** aus Mineralwolle s = 50mm mit Blechmantel und **Begleitheizung**.

## 3 Verbraucherkreisläufe

### 3.1 Verbraucherkreislauf KS07

**3 Stück** (3 x 50%) parallel angeordnete, drehzahlgeregelte **Kühlwasserpumpen** KS07-AP01 / AP02 / AP03 (KSB Etanorm RG C1-200–330) zur Umwälzung des Kühlwassers im geschlossenen Verbraucherkreislauf zum Transport der Abwärme aus den Racks der Ebenen 3 und 4.

Fördermenge: 3 x 577 m³/h (3x50 %)

Förderhöhe: 22,3 m WS

Drehzahl max.: 1481 1/min.

**2 Stück Ausdehnungsgefäße (dynamisch )** im Sekundärsystem KS07 (KS07-BZ01 / BZ02), Ausführung 2 x 100%, per Hand umschaltbar, zur Aufnahme von Ausdehnungswasser, sowie zur Konstanthaltung des statischen Anlagedruckes und zur Steuerung der Nachspeisung. Statischer Druck in der Anlage ca. 26 mWs.

Behälterinhalt: 2 x 400 Liter

**1 Stück Druckstufenentgaser** (KS07-AT01) zur Minimierung des Luft- u. Sauerstoffgehaltes im System, zur Optimierung von Wärmeübergängen und zur Verhinderung von Korrosionen in der Anlage.

**Die Rohrleitungsanlagen** der geschlossenen Sekundärsysteme wurden aus Edelstahl (1.4301) gefertigt. Die Armaturen und Instrumente bestehen aus beschichtetem ferritischem Material (C – Stahl oder GGG mit Gummimanschetten, Gummierungen oder sonstige Beschichtungen).

### 3.2 Verbraucherkreislauf KS08

**3 Stück** (3 x 50%) parallel angeordnete, drehzahlgeregelte **Kühlwasserpumpen** KS08-AP01 / AP02 / AP03 (KSB Etanorm RG C1-200–330) zur Umwälzung des Kühlwassers im geschlossenen Verbraucherkreislauf zum Transport der Abwärme aus den Racks der Ebenen 5 und 6.

Fördermenge: 3 x 577 m³/h (3x50 %)

Förderhöhe: 22,3 m WS

Drehzahl max.: 1481 1/min.

**1 Stück** drehzahlgeregelte **Kühlwasserpumpe** KS08-AP04 (KSB Etaline 100–100-160 GB) zur Rückkühlung der Wärmepumpe im Büro- und Kantinengebäude BK1, Ansteuerung erfolgt von BK1.

Fördermenge: 91 m³/h

Förderhöhe: 7,5 m WS

Drehzahl max.: 1469 1/min.

**1 Stück Plattenwärmetauscher** zur Übergabe von Wärme an die Wärmepumpe im Büro- u. Kantinengebäude BK1 aus dem offenen Kühlturmsystem KP06/KP07. Der Plattenwärmetauscher ist zusätzlich eine Materialbarriere zwischen dem offenen Kühlturmsystem (Betriebsgefährdung Green IT, relativ verunreinigtes Wasser) und dem geschlossenem Sekundärsystem KZ02 zum BK1.

Der Wärmetauscher KS08-AC01 ist für eine Wärmeübertragleistung von ca. 600 kW ausgelegt.

**2 Stück Ausdehnungsgefäße (dynamisch – Umbau erforderlich )** im Sekundärsystem KS08 (KS08-BZ01 / BZ02) in Master – Slave – Anordnung zur Aufnahme von Ausdehnungswasser, sowie zur Konstanthaltung des statischen Anlagedruckes und zur Steuerung der Nachspeisung. Statischer Druck in der Anlage ca. 26 mWs.

Behälterinhalt: 2 x 400 Liter

**1 Stück Druckstufenentgaser** (KS08-AT01) zur Minimierung des Luft- u. Sauerstoffgehaltes im System, zur Optimierung von Wärmeübergängen und zur Verhinderung von Korrosionen in der Anlage.

**Die Rohrleitungsanlagen** der geschlossenen Sekundärsystemen wurden aus Edelstahl (1.4301) gefertigt. Die Armaturen und Instrumente bestehen aus beschichtetem ferritischem Material (C – Stahl oder GGG mit Gummimanschetten, Gummierungen oder sonstige Beschichtungen).

### **3.3 Verbraucherkreislauf KS09**

**2 Stück** (2 x 100%) parallel angeordnete, drehzahlgeregelte **Kühlwasserpumpen** KS09-AP01 / AP02 (KSB Etaline 050–050-250) zur Umwälzung des Kühlwassers im geschlossenen Verbraucherkreislauf zum Transport der Abwärme aus den Umluftkühlern in den Nebenräumen.

Fördermenge: 2 x 32,7 m³/h (2x100 %)

Förderhöhe: 17,6 m WS

Drehzahl max.: 1467 1/min.

**1 Stück Ausdehnungsgefäße (dynamisch)** im Sekundärsystem KS09 (KS09-BZ01) zur Aufnahme von Ausdehnungswasser, sowie zur Konstanthaltung des statischen Anlagedruckes und zur Steuerung der Nachspeisung. Statischer Druck in der Anlage ca. 26 mWs.

Behälterinhalt: 1 x 200 Liter

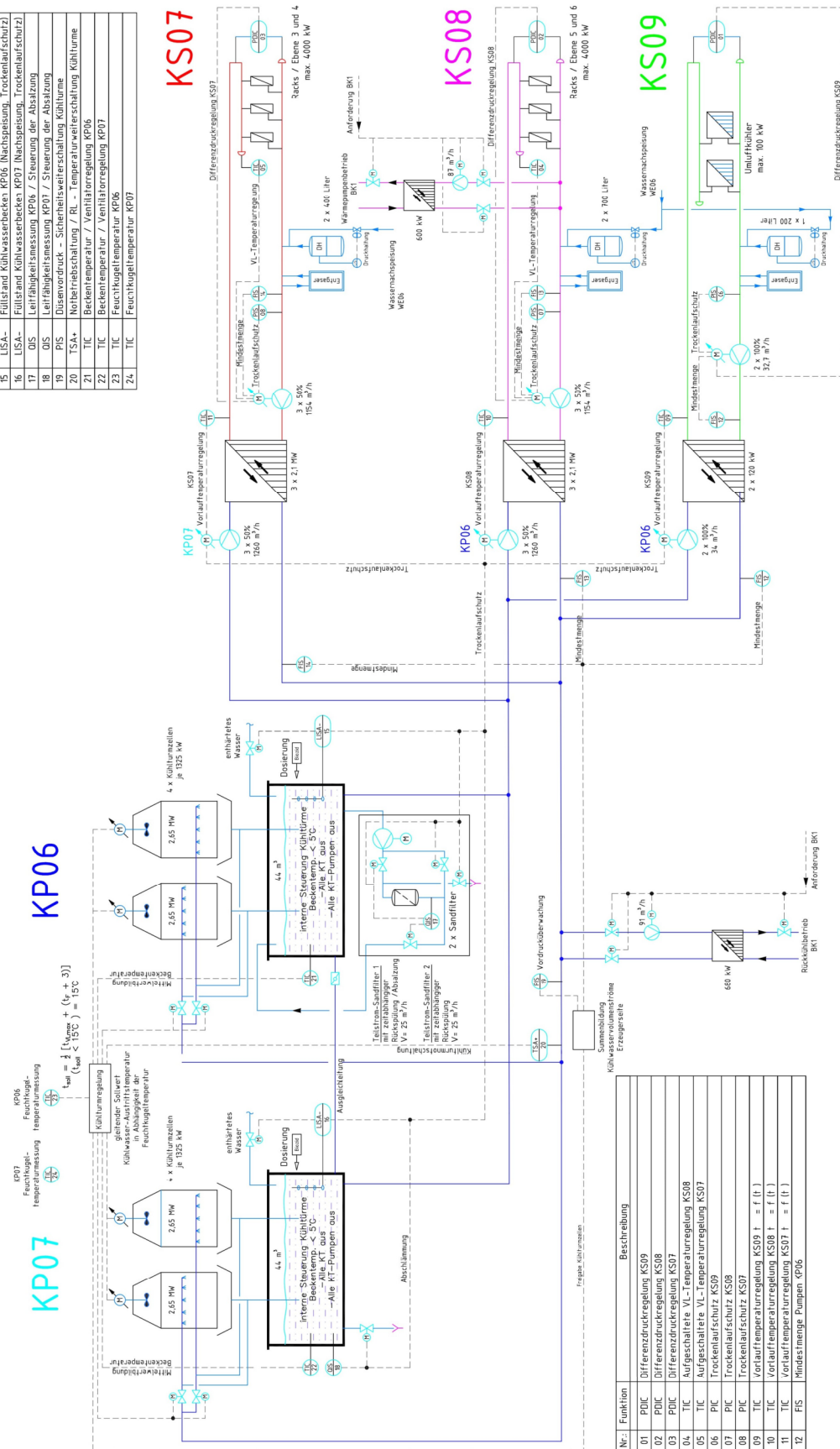
**1 Stück Druckstufenentgaser** (KS09-AT01) zur Minimierung des Luft- u. Sauerstoffgehaltes im System, zur Optimierung von Wärmeübergängen und zur Verhinderung von Korrosionen in der Anlage.

**Die Rohrleitungsanlagen** der geschlossenen Sekundärsystemen wurden aus Edelstahl (1.4301) gefertigt. Die Armaturen und Instrumente bestehen aus beschichtetem ferritischem Material (C – Stahl oder GGG mit Gummimanschetten, Gummierungen oder sonstige Beschichtungen).

Stand:05.03.2025

## Stand: 20.02.2025

| Nr. | Funktion | Beschreibung                                                          |
|-----|----------|-----------------------------------------------------------------------|
| 13  | F15      | Mindestmenge Pumpen KP06                                              |
| 14  | F15      | Mindestmenge Pumpen KP07                                              |
| 15  | F15      | Füllstand Kühlwasserbecken KP06, Nachspeisung, Trockenlaufschutz2     |
| 16  | USA-     | Füllstand und Kühlwasserbecken KP06, Nachspeisung, Trockenlaufschutz2 |
| 17  | USA-     | Leitfähigkeitmessung KP07 / Steuerung der Absatzung                   |
| 18  | OS       | Leitfähigkeitmessung KP07 / Steuerung der Absatzung                   |
| 19  | OS       | Ölwarndruck - Sicherheitsweitschaltung Kühlluft                       |
| 20  | TS4+     | Ölwarndruck / Ventilatorregelung KP06                                 |
| 21  | TS4+     | Ölwarndruck / Ventilatorregelung KP06                                 |
| 22  | T1C      | Becken temperatur / Ventilatorregelung KP06                           |
| 23  | T1C      | Becken temperatur / Ventilatorregelung KP06                           |
| 24  | T1C      | Feuchtkugeltemperatur KP06                                            |
| 25  | T1C      | Feuchtkugeltemperatur KP07                                            |



| Nr. | Funktion | Beschreibung                                  |
|-----|----------|-----------------------------------------------|
| 01  | PDIC     | Differenzdruckregelung KS09                   |
| 02  | PDIC     | Differenzdruckregelung KS08                   |
| 03  | PDIC     | Differenzdruckregelung KS07                   |
| 04  | PDIC     | Aufgeschaltete VL-Temperaturreglung KS08      |
| 05  | PDIC     | Aufgeschaltete VL-Temperaturreglung KS07      |
| 06  | PDIC     | Trockenaufsicht KS09                          |
| 07  | PDIC     | Trockenaufsicht KS08                          |
| 08  | PDIC     | Trockenaufsicht KS07                          |
| 09  | PDIC     | Vorlauf-Temperaturregelung KS09 $\pm$ = f (t) |
| 10  | PDIC     | Vorlauf-Temperaturregelung KS08 $\pm$ = f (t) |
| 11  | PDIC     | Vorlauf-Temperaturregelung KS07 $\pm$ = f (t) |
| 12  | PDIC     | Modellinterne Pumpen, SP06                    |

## 4 Dimensionierung und Auslegung (Stand: 2.Ausbaustufe)

### 4.1 Kühlturmanlagen KP06/KP07

Es werden drei Verbrauchergruppen von den Kühlturmanlagen KP06/KP07 zurückgekühlt:

KS07: Racks Ebene 30 + 40

KS08: Racks Ebene 50 + 60

KS09: Umluftkühler in den Nebenräumen.

Der erforderliche Kühlleistungsbedarf errechnet sich wie folgt:

#### a) Rückkühlleistung für die Rechnerracks

Kühlleistung je Rack max.: 15,625 kW

Temperaturdifferenz Kühlwasser: 3 K

Kühlwasservolumenstrom max.: 4,5 m³/h

Pro Ebene werden 128 Rechnerracks installiert.

Es sind die Ebenen 30 / 40 / 50 / 60 ausgebaut, bzw. für den Ausbau vorgesehen

D.h.  $4 \times 128 \times 15,625 \text{ kW} = \mathbf{8000 \text{ kW}}$

#### b) Rückkühlleistung für die Umluftkühler

Kühlleistung Umluftkühler pro Ebene 16,5 kW. Die sekundäre Kühlanlage (KS09) wurde bereits im ersten Bauabschnitt für alle Ebenen d.h. Endausbau  $6 \times 16,5 \text{ kW} = \mathbf{99 \text{ kW}}$  installiert.

In Summe beträgt die erforderliche Gesamt – Rückkühlleistung für die 2.Ausbaustufe ca. **8100 kW**.

### Die Kühlturmanlage besteht aus 2 Kühlcontainern.

Jeder Kühlcontainer (KP06/KP07) besteht aus zwei Kühltürmen, jeder Kühlturm besteht aus 2 Kühlturmzellen (mit Saugzugventilatoren). Jede Kühlturmzelle ist für eine Kühlleistung von ca. **1325 kW** ausgelegt. Die zirkulierende Wassermenge pro Kühlturmzelle im Auslegungspunkt beträgt **380 m³/h** ( $380 \times 4 = 1520 \text{ m³/h} \rightarrow 422 \text{ kg/s}$ ).

Pro Kühlcontainer ergibt sich hieraus ein Kühlleistungsüberschuss von 1200 kW. Dieser erlaubt es, Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten bei laufendem Betrieb zu erledigen. Der Leistungsüberschuss entspricht ungefähr der Kühlleistung einer Kühlturmzelle.

Somit ergibt sich eine Redundanz von  $4 \times 33\%$ .

Die **Feuchtkugeltemperatur** (Kühlgrenztemperatur) ist für die Region Darmstadt auf **22°C** definiert. Der Kühlgrenzabstand für Kühlturmanlagen dieser Art beträgt je nach Betriebsbedingungen **ca. 3°C**. Das System ist somit in der Lage bei einer Kühlwassertemperaturabsenkung von ca. 29°C auf 25°C, über alle Jahreszeiten eine Vorlauftemperatur in dem Sekundärsystem von ca. **27°C** zu realisieren. Jede Kühlturmzelle ist mit einem Saugzugventilator ausgerüstet, der über ein Getriebe von einem 22 kW - E-Motor angetrieben wird.

KP06: Die Ventilatoren werden in Abhängigkeit der Kühlwassertemperatur im Becken (TIC, KP06-DT01 – DT04) drehzahl geregelt gefahren.

KP07: Die Ventilatoren sollen in Abhängigkeit der Kühlwassertemperatur im Becken (TIC, KP07-DT01 – DT04) drehzahl geregelt gefahren.

## Berechnung Zusatzwasserbedarf für die Kühlturmanlagen (-33% der Gesamtleistung)

Der in den offenen Kühlturmsystemen (KP06/KP07) durch Verdunstung und Absalzung entstehende **Wasserverlust**, wird über die **Nachspeiseeinrichtungen** ausgeglichen. Das Zusatzwasser wird in der Wasseraufbereitungsanlage WE06 (enthärtetes Wasser) aufbereitet und der Kühlturmanlage nach Bedarf (Leitfähigkeitssteuerung) zur Verfügung gestellt.

Die Wasserverluste in der Anlage bei maximaler Kühlleistung, z.B. 8100 kW, berechnen sich wie folgt:

### - Verdunstung

$$m_v = Q / r_{25}$$

$$m_v = 8100 \text{ kW} / 2440 \text{ kJ/kg} = 3,32 \text{ kg/s}$$

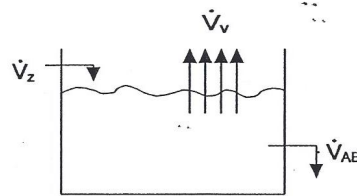
$$V_v = 11,95 \text{ m}^3/\text{h}$$

### Eindickungszahl (EZ)

$$EZ = \frac{\text{Salzkonzentration in } \dot{V}_z}{\text{Salzkonzentration in } \dot{V}_{AB}}$$

$$EZ = \frac{\dot{V}_z}{\dot{V}_{AB}} \quad (1)$$

$$\dot{V}_z = \dot{V}_v + \dot{V}_{AB} \quad (2)$$

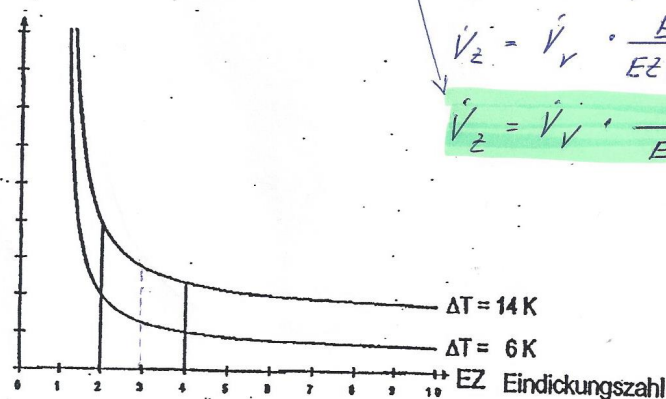


Aus (1) und (2) folgt:  $\dot{V}_z = \dot{V}_v \times \frac{EZ}{EZ - 1}$

$\dot{V}_z$  = Zusatzwassermenge (m<sup>3</sup>/h)  
 $\dot{V}_v$  = Verdampfungsverlust (m<sup>3</sup>/h)  
 $\Delta T$  = Kühlzonenbreite  
 $\dot{V}_{AB}$  = Absalzwassermenge (m<sup>3</sup>/h)

$$\begin{aligned} \dot{V}_{AB} &= \frac{\dot{V}_z}{EZ} \\ \dot{V}_z &= \dot{V}_v + \frac{\dot{V}_z}{EZ} \\ \dot{V}_v &= \dot{V}_z - \frac{\dot{V}_z}{EZ} \\ \dot{V}_v &= \dot{V}_z \left(1 - \frac{1}{EZ}\right) \\ \dot{V}_z &= \dot{V}_v \cdot \frac{1}{1 - \frac{1}{EZ}} \\ \dot{V}_z &= \dot{V}_v \cdot \frac{EZ}{EZ - 1} \end{aligned}$$

$V_z$  Zusatzwassermenge



## Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025

### - Zusatzwasser ( -33% der Gesamtleistung)

EZ -----> Eindickungszahl -----> 2 bis 3

$$V_z = V_v \times E_z / (E_z - 1) \quad V_z = 11,95 \text{ m}^3/\text{h} \times 2,5 / 1,5 = \mathbf{19,91 \text{ m}^3/\text{h}}$$

### - Absalzwasser (-33% der Gesamtleistung)

$$V_A = V_z - V_v = 19,91 \text{ m}^3/\text{h} - 11,95 \text{ m}^3/\text{h} = \mathbf{7,96 \text{ m}^3/\text{h}}$$

### Zusatzwasserqualität Wasseraufbereitungsanlage WE06 – (enthärtetes Wasser)

| Parametername                                                                     | Ergebnis | Einheit          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|
| Bestimmung der Alkalinität durch Titration                                        |          |                  |
| M-Alkalinität, als $\text{CaCO}_3$                                                | 230      | mg/L             |
| P-Alkalinität, als $\text{CaCO}_3$                                                | 0        | mg/L             |
| pH                                                                                | 8.1      | -                |
| Bestimmung von Chlor durch automatisiertes diskretes photometrisches Analysegerät |          |                  |
| Chlord., gesamt, als $\text{Cl}^-$                                                | 29.6     | mg/L             |
| Bestimmung der Leitfähigkeit durch Segmented Flow-Analysegerät                    |          |                  |
| Leitfähigkeit bei 25 °C                                                           | 72.1     | $\mu\text{S/cm}$ |
| Bestimmung der Metalle durch ICP-OES                                              |          |                  |
| Eisen, gesamt, als Fe                                                             | 0.05     | mg/L             |
| Gesamthärte                                                                       | <0.06    | °dH              |
| Kalium, gesamt, als K                                                             | <0.5     | mg/L             |
| Kalziumhärte                                                                      | <0.03    | °dH              |
| Kupfer, gesamt, als Cu                                                            | <0.05    | mg/L             |
| Magnesiumhärte                                                                    | <0.03    | °dH              |
| Mangan, gesamt, als Mn                                                            | <0.01    | mg/L             |
| Natrium, gesamt, als Na                                                           | 15.1     | mg/L             |
| Phosphor, gesamt, als $\text{PO}_4$                                               | <0.5     | mg/L             |
| Schwefel, gesamt, als $\text{SO}_4$                                               | 30.2     | mg/L             |

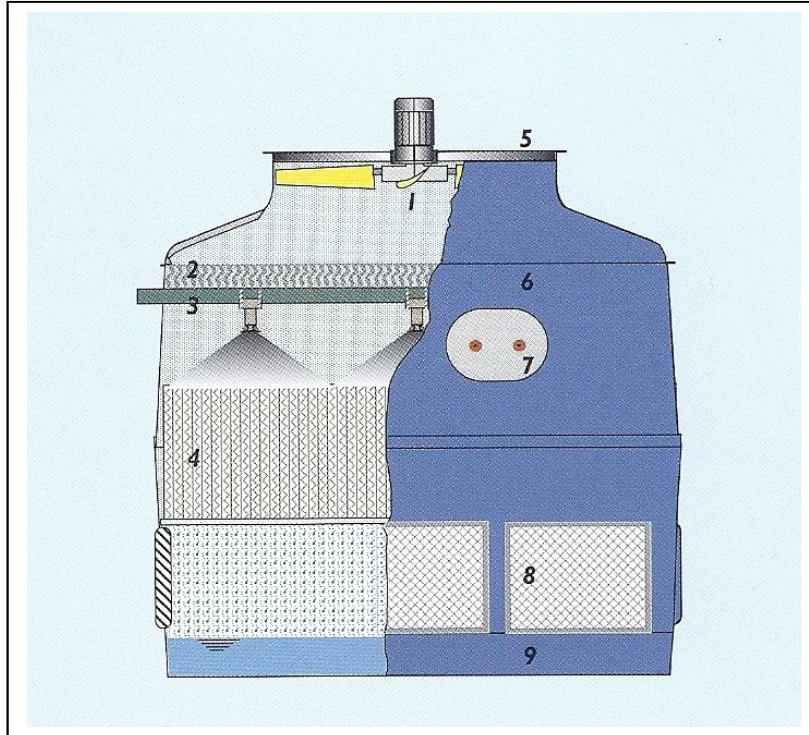
Jeder Kühlcontainer (KP06/KP07) verfügt über eine separate Nachspeisevorrichtung, inkl. Nachspeisewasserezähler. Für den Betrieb von KP06/KP07 ist es sinnvoll, nur eine Nachspeiseeinrichtung in Betrieb zu haben. Die 2. Nachspeiseeinrichtung sollte zur Redundanz / Wartungsarbeiten am anderen Kühlsystem vorgehalten werden.

In Abhängigkeit der nachgespeisten Frischwassermenge wird über eine **Dosieranlage** ein chemisches Produkt als **Härtestabilisator** dem Kühlwasser zugeführt. Dies erfolgt über eine Impfstelle innerhalb des Containers der Wasserenthärtungsanlage WE06.

Zur Vermeidung von biologischem Wachstum (Algen, Bakterien, Pilze....) wird dem Kühlwasser in Abhängigkeit der 14 tägigen von Hand gemessenen Biologieaktivität (ATP/ Richtwerte gemäß VDI2047 Blatt 2), je nach Bedarf über eine Dosieranlage **Biozid** (75 Liter – Behälter mit Auffangwanne) zugeführt. Jeder Kühlcontainer verfügt über eine separate Dosieranlage. Die Bioziddosierung wird per Hand ausgelöst. In der Folge läuft ein Biozid - Programm ab, in dem die Verriegelung der Abschlämmung (Sperrzeit 3 Stunden) und die intensive Verteilung des Biozids sichergestellt werden (Biozid – Programm --> siehe auch unter Anlagenfunktionen).



## Prinzipieller Kühlturmaufbau



- 1 Ventilator mit Motor
- 2 Tropfenabscheider
- 3 Wasserverteilerrohr mit Vollkegeldüsen
- 4 Füllkörper
- 5 Schutzgitter
- 6 Kühlturmgehäuse
- 7 Inspektionsöffnung
- 8 Lufteintrittsjalousien
- 9 Wasserauffangschale

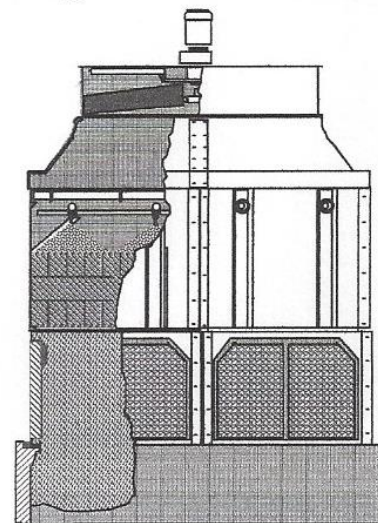
## Eingebaute Kühlzellenvariante (KP06)

Typ: Cofely EWK 2100/09- Modupol  
Düsentyp: EWF Q 16 (16 Stück pro Kühlzelle)  
Ventilator: COF-AL 3120-5-34N B3RT  
Motortyp: ZK128-LG180ZLB4EWX  
Motorleistung: 22kW  
Wasservordruck: 0,23 bar  
Wassermenge: 380 m<sup>3</sup>/h

Temperatur Zulauf: 28°C  
Temperatur Ablauf: 25°C  
Feuchtkugeltemperatur: 22°C

**Kühlleistung pro Zelle: 1325 kW**

## Grundtyp mit Lufteintrittsrahmen





## Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025

### Eingebaute Kühlzellenvariante (KP07)

Typ: EWK 4200/09  
Düsentyp: EWF Q 16 (16 Stück pro Kühlzelle)  
Ventilator: .....  
Motortyp: .....  
Motorleistung: 22kW  
Wasservordruck: 0,23 bar  
Wassermenge: 380 m³/h

Temperatur Zulauf: 28°C  
Temperatur Ablauf: 25°C  
Feuchtkugelttemperatur: 22°C

**Kühlleistung pro Zelle: 1325 kW**



### Industriesandfilter (Rückspülung, Absalzung und Zusatzwassernachspeisung)

In KP06 sind 2 Sandfilter für einen Wasserdurchsatz von jeweils 25 m³/h installiert worden. Sie befinden sich im Kühlcontainer KP06 und sind direkt am Kühlwasserbecken (44m³) angeschlossen. Die Filter entnehmen das Kühlwasser im unteren Bereich des Kühlwasserbeckens und geben es gereinigt in den oberen Teil des Kühlwasserbeckens wieder an das System zurück. Bei der Rückspülung der Filter wird Wasser in den Abwasserkanal abgegeben. Es findet eine Absenkung des Wasserstandes im Kühlwasserbecken statt. Bei Nachspeisung von enthärtetem Wasser findet eine Leitwertabsenkung des Kühlwassers statt.

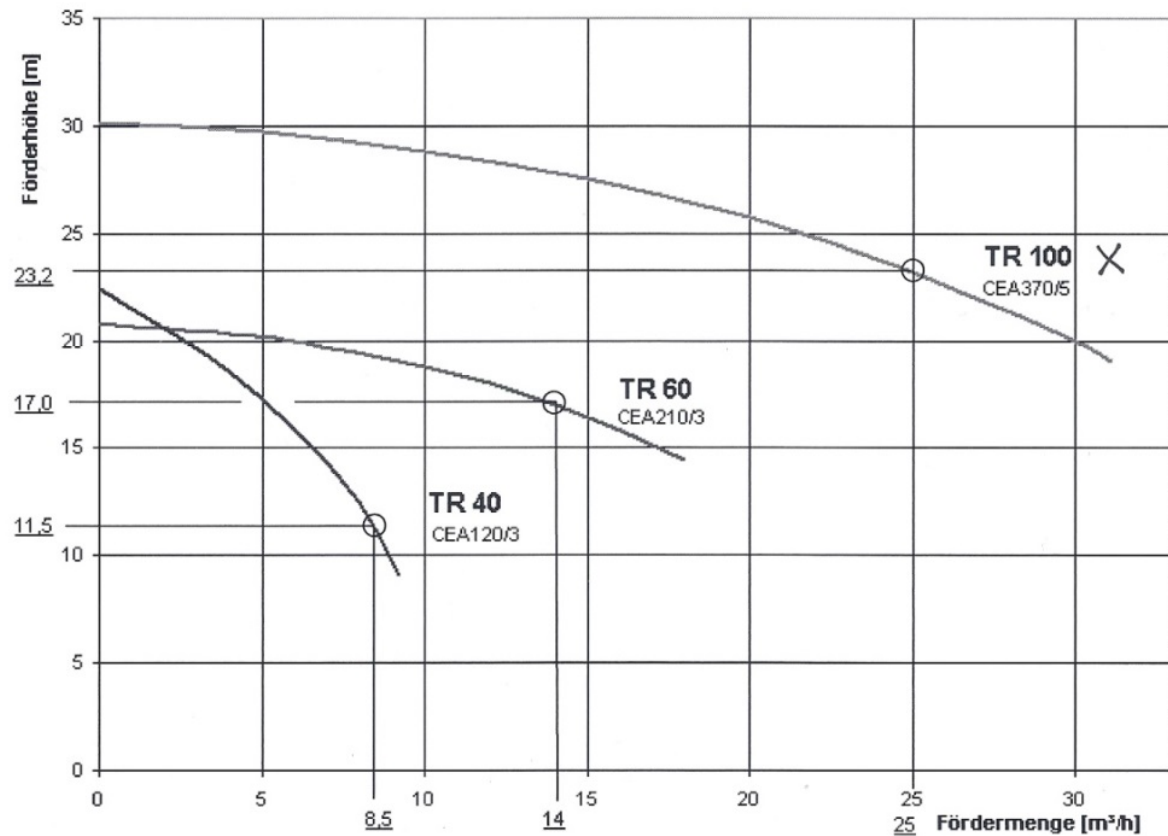
Im Sandfilter (KP06-BC01) wird zusätzlich die Leitfähigkeit des Umlaufwassers überwacht. Die Leitfähigkeit des Umlaufwassers ist eine Kennzahl für die Eindickung (Aufkonzentration von Salzen). Bei Überschreitung eines bestimmten Leitwertes (parametrierbar) erfolgt die Abschlammung. Ist die Abschlammung beendet, erfolgt die Nachspeisung auf ein festgelegtes (parametrierbar) Beckenniveau.

## Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025

Q – H – Kennlinien der Umwälzpumpen in den beiden **Sandfiltern TR 100** (Betriebspunkt bei 25 m³/h)



### Kühlturmpumpen KP06/KP07 (Erzeugerkreis)

Die gemeinsamen verbindenden Rohrleitungen der Kühlwassererzeugung (KP06 / KP07) versorgen folgende **Hauptumwälzpumpen**:

**1. Hauptumwälzpumpen (KP06-AP07 / AP08 / AP09)** mit einer maximalen Drehzahl von 1579 U/min ausgerüstet. Mit den drei Hauptpumpen werden die drei parallel geschalteten Plattenwärmetauscher versorgt, über die die Abwärme der Rechnerracks aus der Ebene 5 und 6 abgeführt wird (**Sekundärsystem KS08**). Die Hauptpumpen laufen im Parallelbetrieb und werden in Abhängigkeit von der Vorlauftemperatur in dem Sekundärsystem (KS08) drehzahl geregelt gefahren. In Betrieb sind maximal zwei Pumpen d.h. eine Pumpe ist immer im Standby, hieraus resultiert eine Redundanz von 3 x 50%. Die ausgelegte Fördermenge der Hauptpumpen ergibt sich aus dem erforderlichen Wasserdurchsatz der Kühltürme. Die Förderhöhe ergibt sich aus den Druckverlusten in den Rohrleitungen, Wärmetauschern, Sprühdüsen der Kühltürme und aus der geodätischen Höhendifferenz zwischen Wasseroberfläche im Kühlwasserbecken und Höhe Sprühdüsen im Kühlturm.

**2. Hauptumwälzpumpen (KP07-AP07 / AP08 / AP09)** mit einer maximalen Drehzahl von 1579 U/min ausgerüstet. Mit den drei Hauptpumpen werden die drei parallel geschalteten Plattenwärmetauscher versorgt, über die die Abwärme der Rechnerracks aus der Ebene 3 und 4 abgeführt wird (**Sekundärsystem KS07**). Die Hauptpumpen laufen im Parallelbetrieb und werden in Abhängigkeit von der Vorlauftemperatur in dem Sekundärsystem (KS07) drehzahl geregelt gefahren. In Betrieb sind maximal zwei Pumpen d.h. eine Pumpe ist immer im Standby, hieraus resultiert eine Redundanz von 3 x 50%. Die ausgelegte Fördermenge der Hauptpumpen ergibt sich aus dem erforderlichen Wasserdurchsatz der Kühltürme. Die Förderhöhe ergibt sich aus den Druckverlusten in den Rohrleitungen, Wärmetauschern, Sprühdüsen der Kühltürme und aus der geodätischen Höhendifferenz zwischen Wasseroberfläche im Kühlwasserbecken und Höhe Sprühdüsen im Kühlturm.

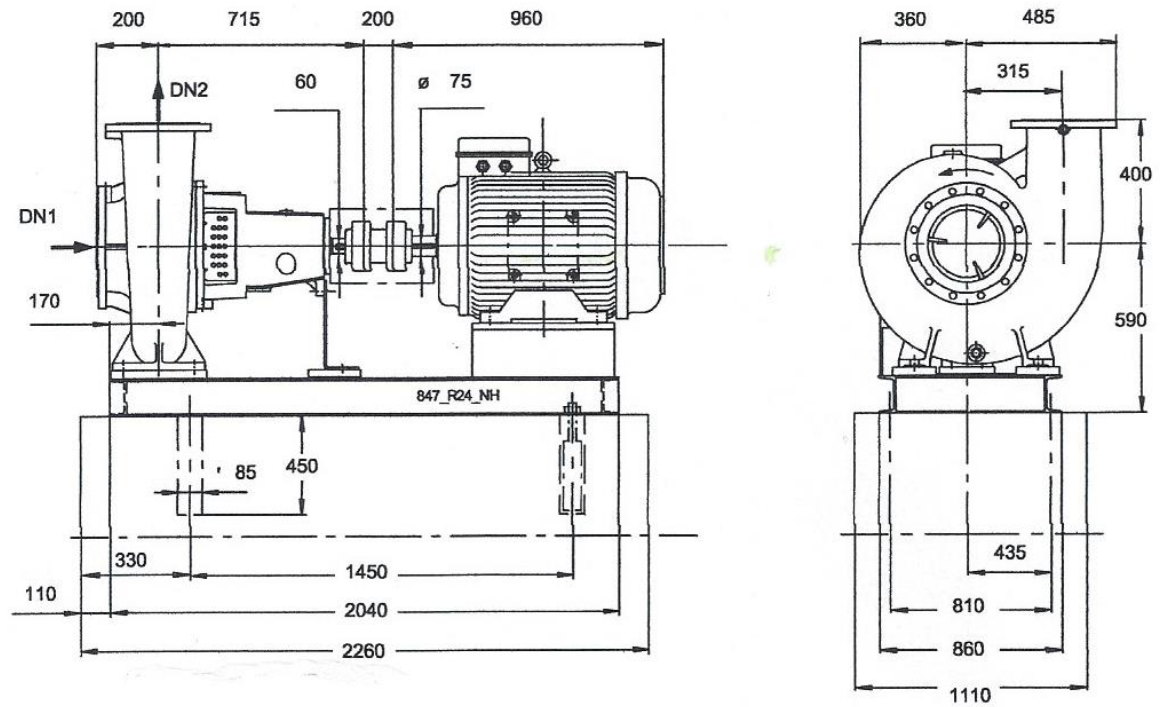
Eingebaut wurde der Pumpentyp KSB Etanorm RGC1-200-330

|              |                       |
|--------------|-----------------------|
| Fördermenge: | 628 m <sup>3</sup> /h |
| Förderhöhe:  | 34,5 m Ws             |

## Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

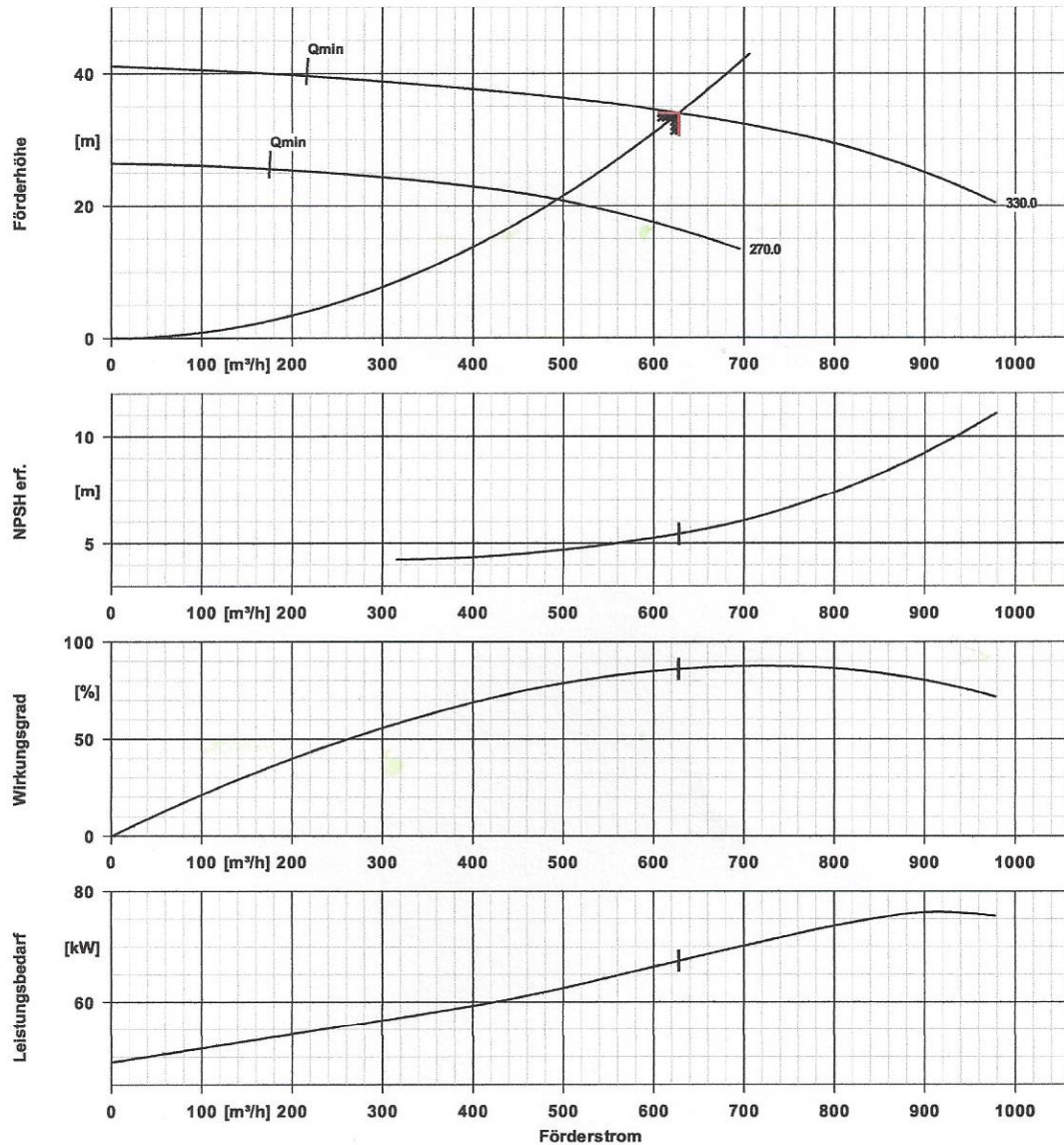
Stand:05.03.2025



## Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025



### Kurvendaten

|                         |             |                      |                                                                    |
|-------------------------|-------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Drehzahl                | 1579 1/min  | Wirkungsgrad         | 85,9 %                                                             |
| Mediumdichte            | 997 kg/m³   | MEI (Index           | ≥ 0,50                                                             |
| Viskosität              | 0,89 mm²/s  | Mindestwirkungsgrad) |                                                                    |
| Förderstrom             | 628,00 m³/h | Leistungsbedarf      | 67,48 kW                                                           |
| Angefragter Förderstrom | 628,00 m³/h | NPSH erforderlich    | 5,44 m                                                             |
| Förderhöhe              | 34,00 m     | Kurvennummer         | K34571                                                             |
| Angefragte Förderhöhe   | 34,00 m     | Effektiver           | 330,0 mm                                                           |
|                         |             | Lausraddurchmesser   |                                                                    |
|                         |             | Abnahmenorm          | Toleranzen gemäss ISO 9906 Klasse 3B; kleiner 10 kW gemäss § 4.4.2 |

**3. Hauptumwälzpumpen (KP06-AP10 u. AP11)** mit einer maximalen Drehzahl von .... U/min ausgerüstet. Mit den zwei Hauptpumpen werden die zwei parallel geschalteten Plattenwärmetauscher versorgt, über die die Abwärme der Umluftkühlgeräte in den Nebenräumen in allen Ebenen abgeführt wird (**Sekundärsystem KS09**).

## Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

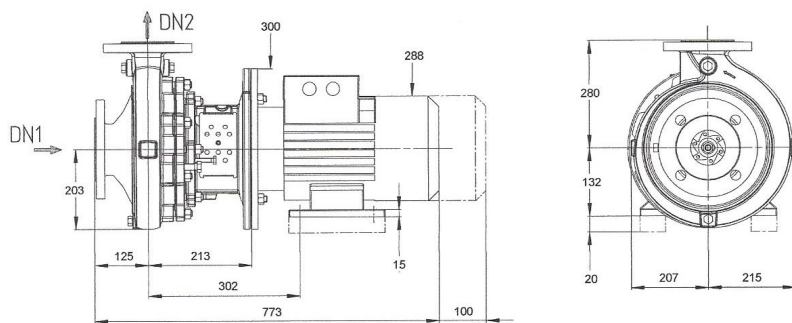
Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025

Die Anlage ist für eine abzuführende Wärmelast von ca. **100kW** ausgelegt. Bei einer Temperaturdifferenz von 3°C (28°C-25°C) beträgt die zu fördernde Wassermenge für die dazugehörigen **Umwälzpumpen KP06-AP10 u. AP11**(parallelgeschaltet 2 x 100%) jeweils ca. 34 m³/h.

Eingebaut wurde der Pumpentyp KSB Etabloc ETB 065-050-315

Fördermenge: 34 m³/h  
Förderhöhe: 28 m Ws

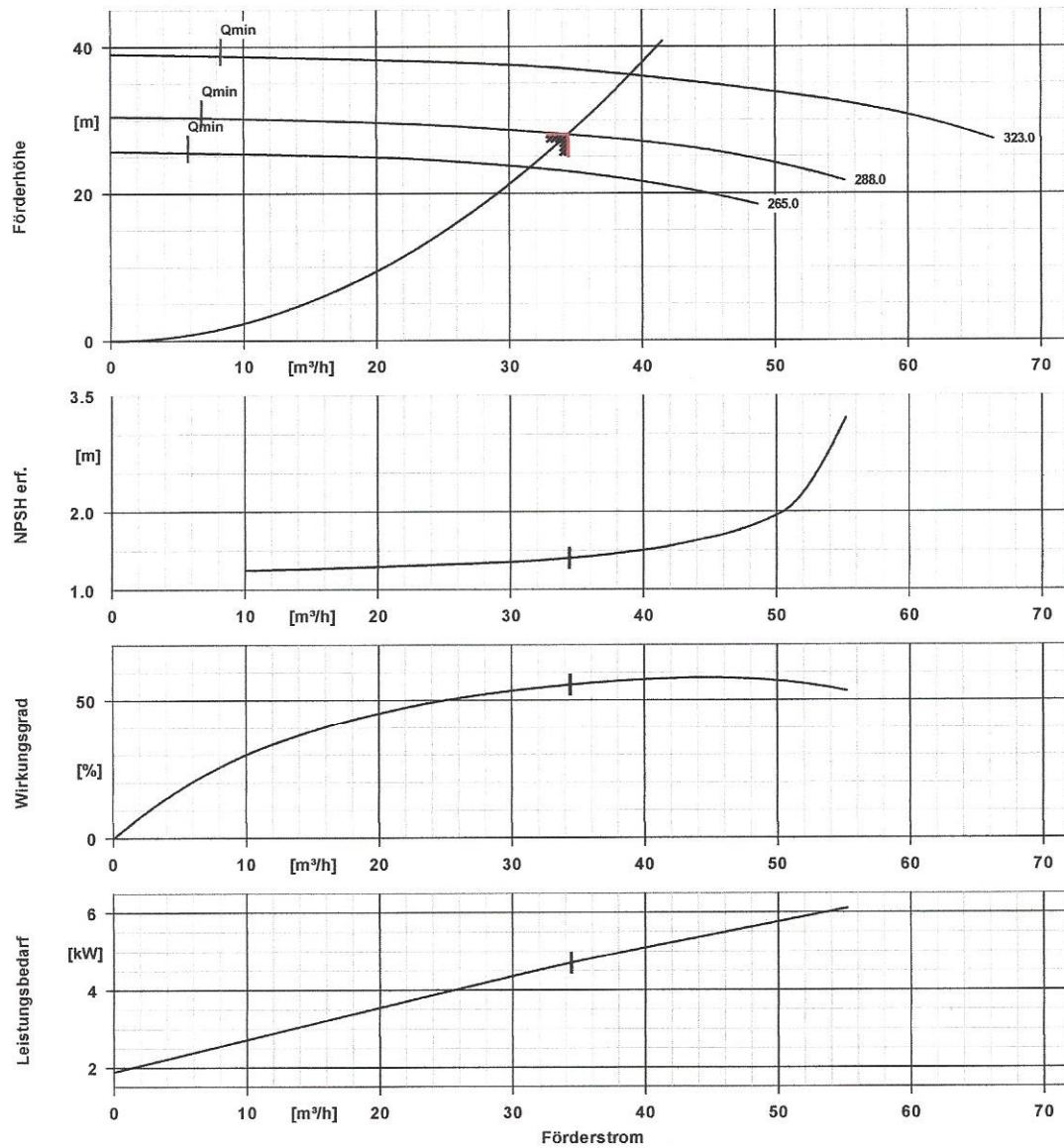




# Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025



## Kurvendaten

|                         |                             |                      |              |
|-------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------|
| Drehzahl                | 1475 1/min                  | Wirkungsgrad         | 55,6 %       |
| Mediumdichte            | 997 $\text{kg}/\text{m}^3$  | MEI (Index           | $\geq 0,40$  |
| Viskosität              | 0,89 $\text{mm}^2/\text{s}$ | Mindestwirkungsgrad) |              |
| Förderstrom             | 34,40 $\text{m}^3/\text{h}$ | Leistungsbedarf      | 4,71 kW      |
| Angefragter Förderstrom | 34,40 $\text{m}^3/\text{h}$ | NPSH erforderlich    | 1,41 m       |
| Förderhöhe              | 28,01 m                     | Kurvennummer         | K1311.454/34 |
| Angefragte Förderhöhe   | 28,00 m                     | Effektiver           | 288,0 mm     |
|                         |                             | Laufreddurchmesser   |              |

## Wärmetauscher KP06/KP07 (Erzeugerkreis)

### 1. Plattenwärmetauscher KP06-AC07, KP06-AC08 und KP06-AC09

Über die parallel geschalteten **Plattenwärmetauscher KP06-AC07, KP06-AC08 und KP06-AC09** wird die Wärmelast aus dem Sekundärsystem KS08 (Rackkühlung der Ebenen 5 und 6) an das Kühlturmsystem KP06/KP07 abgegeben. Die Wärmetauscher stellen eine Systemtrennung bzw. Materialbarriere zwischen dem offenem, schmutzigem Kühlturmsystem und dem geschlossenem, sauberem Sekundärsystem dar. Um die erforderliche Pumpenleistung zu minimieren, sind die Plattenwärmetauscher in der ebenerdigen Energiezentrale aufgestellt. Jeder Plattenwärmetauscher hat eine Wärmeleistung von 2100 kW. Die Gesamtleistung beträgt somit 6300 kW. Da im Maximum aber nur 4100 kW benötigt wird, ist es möglich jeweils einen Wärmetauscher während des Betriebes zu reinigen (Redundanz: 3 x 50%). Im Normalbetrieb werden immer alle drei Wärmetauscher durchströmt.

### 2. Plattenwärmetauscher KP07-AC07, KP07-AC08 und KP07-AC09

Über die parallel geschalteten **Plattenwärmetauscher KP07-AC07, KP07-AC08 und KP07-AC09** wird die Wärmelast aus dem Sekundärsystem KS07 (Rackkühlung der Ebenen 3 und 4) an das Kühlturmsystem KP06/KP07 abgegeben. Die Wärmetauscher stellen eine Systemtrennung bzw. Materialbarriere zwischen dem offenem, schmutzigem Kühlturmsystem und dem geschlossenem, sauberem Sekundärsystem dar. Um die erforderliche Pumpenleistung zu minimieren, sind die Plattenwärmetauscher in der ebenerdigen Energiezentrale aufgestellt. Jeder Plattenwärmetauscher hat eine Wärmeleistung von 2100 kW. Die Gesamtleistung beträgt somit 6300 kW. Da im Maximum aber nur 4100 kW benötigt wird, ist es möglich jeweils einen Wärmetauscher während des Betriebes zu reinigen (Redundanz: 3 x 50%). Im Normalbetrieb werden immer alle drei Wärmetauscher durchströmt.

## Maschinen- und wärmetechnische Daten Wärmetauscher KP06/KP07 - AC07/AC08/AC09:

| BEMERKUNGEN        | SEITE 1  | SEITE 2  |                    |               |
|--------------------|----------|----------|--------------------|---------------|
| PRÜFDRUCK          | 14,3 bar | 14,3 bar | DICHTUNG           | NBRP CLIP-ON  |
| BERECHNUNGSDRUCK   | 10 bar   | 10 bar   | PLATTENWERKSTOFF   | ALLOY 316     |
| MAX. TEMP.         | 85 °C    | 85 °C    | PLATTENSTÄRKE      | 0.40 mm       |
| MIN. TEMP.         | 0 °C     | 0 °C     | ÜBERTRAGUNGSFLÄCHE | 217,2 m²      |
| LEERGEWICHT        | 2430 kg  |          | SCHALTUNG          | 1*123L/1*122L |
| GEWICHT MIT WASSER | 3129 kg  |          | WÄRMELEISTUNG      | 2100 kW       |

| SEITE | MEDIEN | F.D.G. | EINTRITT | TEMP.   | AUSTRITT | TEMP.   | MASSENSTROM | DRUCKVERLUST | INHALT    |
|-------|--------|--------|----------|---------|----------|---------|-------------|--------------|-----------|
| 1     | Water  | 2      | S1       | 30.0 °C | S2       | 26.9 °C | 577.0 m³/h  | 43.67 kPa    | 350,7 dm³ |
| 2     | Water  | 2      | S3       | 25.3 °C | S4       | 28.2 °C | 628.0 m³/h  | 52.20 kPa    | 347,9 dm³ |

## Aufbau und Abmessungen Wärmetauscher AC07 – AC09:

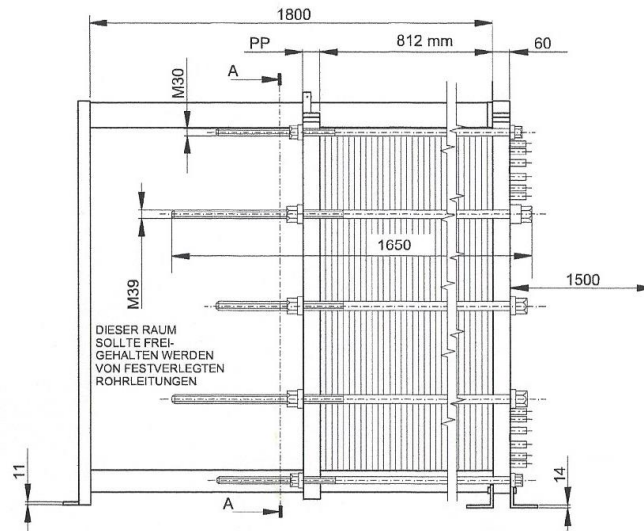
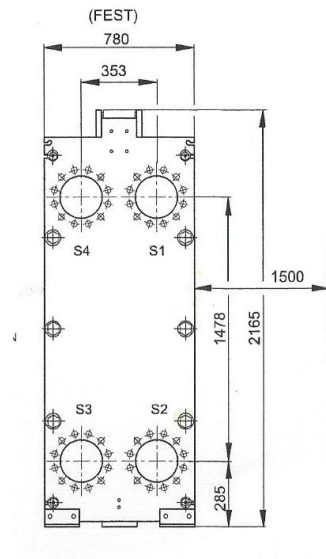


# Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

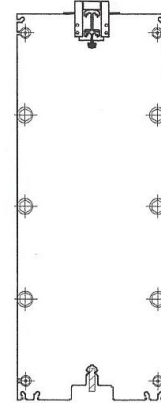
Stand:05.03.2025

## GESTELLPLATTE

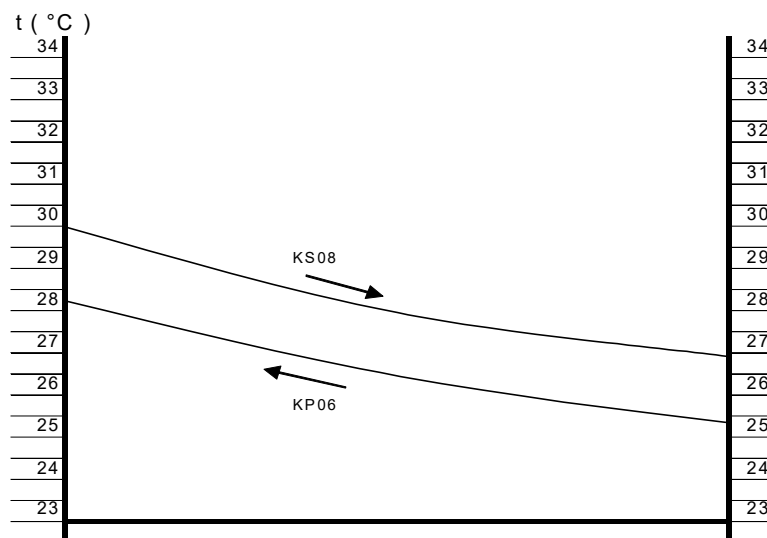


## DRUCKPLATTE

(BEWEGLICH)  
ANSICHT A-A  
PP = 60



## Temperaturverlauf in den Wärmetauschern (AC07 – AC09):



Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube  
Stand:05.03.2025

3. Plattenwärmetauscher KP06-AC10, KP06-AC11

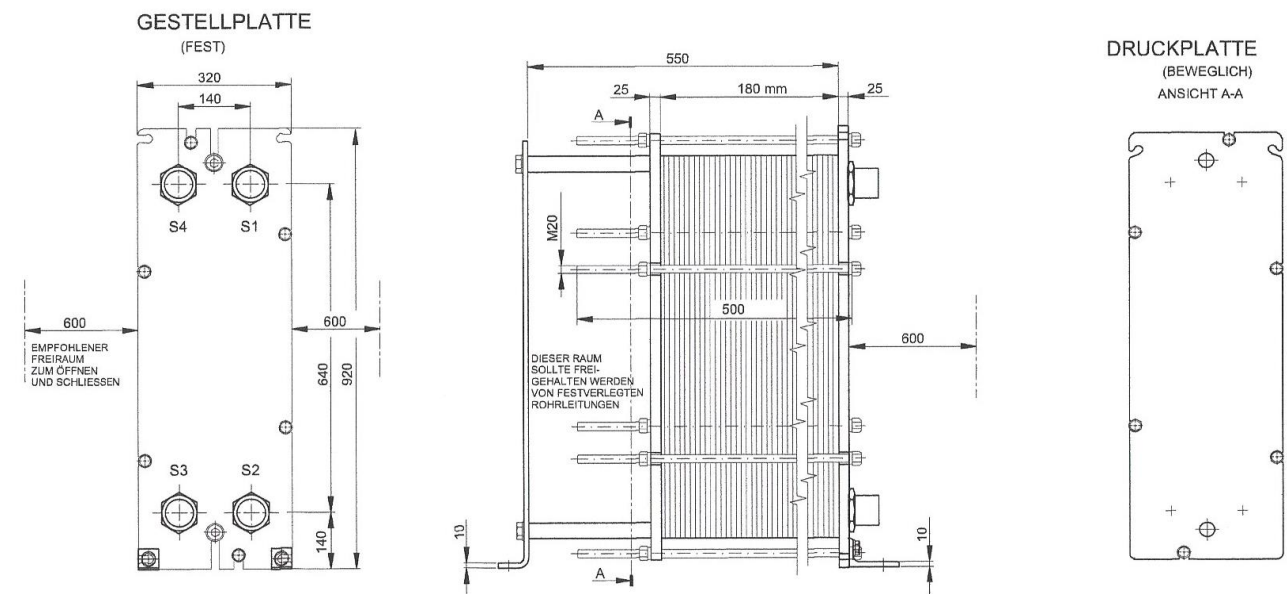
Die beiden parallel geschalteten **Wärmetauscher (KP06-AC10 u. AC11, 2 x 100%)** haben eine Wärmeleistung von 115 kW. Sie dienen als Systemtrennung zu dem Sekundärsystem KS09 (Umluftkühler Nebenräume)

Maschinen- und wärmetechnische Daten Wärmetauscher KP06-AC10 u. AC11:

|                                      |      | <u>Warme Seite</u>                     | <u>Kalte Seite</u>                     |
|--------------------------------------|------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| Medium                               |      | Water                                  | Water                                  |
| Volumenstrom                         | m³/h | 32.1 <i>Tatächlicher Volumenstrom:</i> | 33.1 <i>Tatächlicher Volumenstrom:</i> |
| Eintrittstemperatur                  | °C   | 30.0 <i>32,7 m³/h</i>                  | 25.6 <i>34,4 m³/h</i>                  |
| Austrittstemperatur                  | °C   | 26.9                                   | 28.6                                   |
| Druckverlust                         | kPa  | 42.0 <i>Tatächlicher Druckverlust:</i> | 44.7 <i>Tatächlicher Druckverlust:</i> |
| Wärmeleistung                        | kW   | 115.0 <i>43,6 kPa</i>                  | 47,4 kPa                               |
| Plattenwerkstoff / -stärke           |      | ALLOY 316 / 0.40 mm                    |                                        |
| Dichtungswerkstoff                   |      | NBRP CLIP-ON                           | NBRP CLIP-ON                           |
| <b>Anschluss im Gegenstrom</b>       |      |                                        |                                        |
| Anschlussmaterial                    |      | Stainless steel                        | Stainless steel                        |
| Anschluss                            |      | Außengewinde 2"                        |                                        |
| Druckgeräterichtlinie                |      | PED                                    |                                        |
| Maximal zulässiger Betriebsdruck     | bar  | 10.0                                   | 10.0                                   |
| Maximal zulässige Betriebstemperatur | °C   | 85.0                                   | 85.0                                   |
| Länge x Breite x Höhe                | mm   | 755 x 320 x 920                        |                                        |
| Inhalt                               | l    | 10.8                                   |                                        |
| Gewicht, leer / im Betrieb           | kg   | 177 / 199                              |                                        |

| SEITE | MEDIEN | F.D.G. | EINTRITT | TEMP.   | AUSTRITT | TEMP.   | MASSENSTROM | DRUCKVERLUST | INHALT    |
|-------|--------|--------|----------|---------|----------|---------|-------------|--------------|-----------|
| 1     | Water  |        | S1       | 30.0 °C | S2       | 27.0 °C | 32.7 m³/h   | 42.27 kPa    | 11,48 dm³ |
| 2     | Water  |        | S3       | 26.0 °C | S4       | 28.9 °C | 34.4 m³/h   | 46.86 kPa    | 11,48 dm³ |

Aufbau und Abmessungen Wärmetauscher KP06-AC10 u. AC11:



## Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

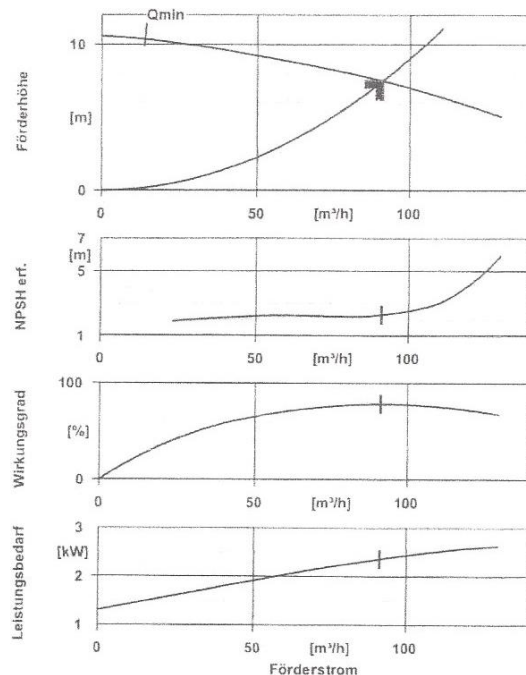
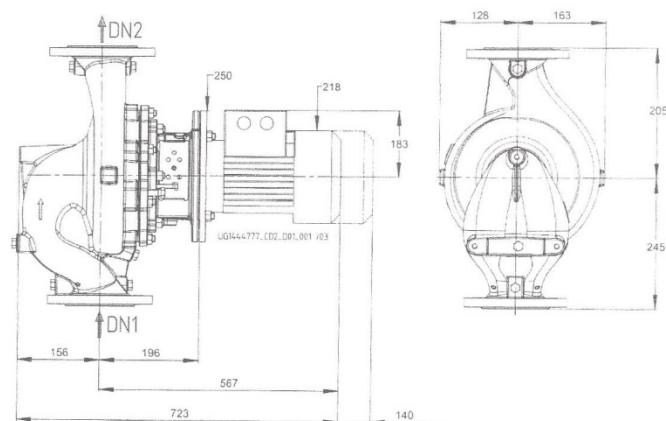
Stand:05.03.2025

### Wärmerückgewinnung – Sommerbetrieb (GC1 – BK1)

Über eine erdverlegte Rohrleitung (DN150) und einen **Wärmetauscher (KP06-AC12)** mit der dazugehörigen **Umwälzpumpe (KP06-AP12)** wird dem Nachbargebäude BK1 (Büro- u. Kantinengebäude) für die **Sommermonate Kühlleistung** zur Verfügung gestellt. Auf Anforderung aus dem BK1 dient das Kühlwasser zur Rückkühlung der im BK1 platzierten Wärmepumpenanlage.

Eingebaut wurde der Pumpentyp KSB Etaline ETL 100-100-160 GB AA10D200304 BIE3

Fördermenge: 91 m³/h  
Förderhöhe: 7,5 m Ws



Maschinen- und wärmetechnische Daten Wärmetauscher AC12:

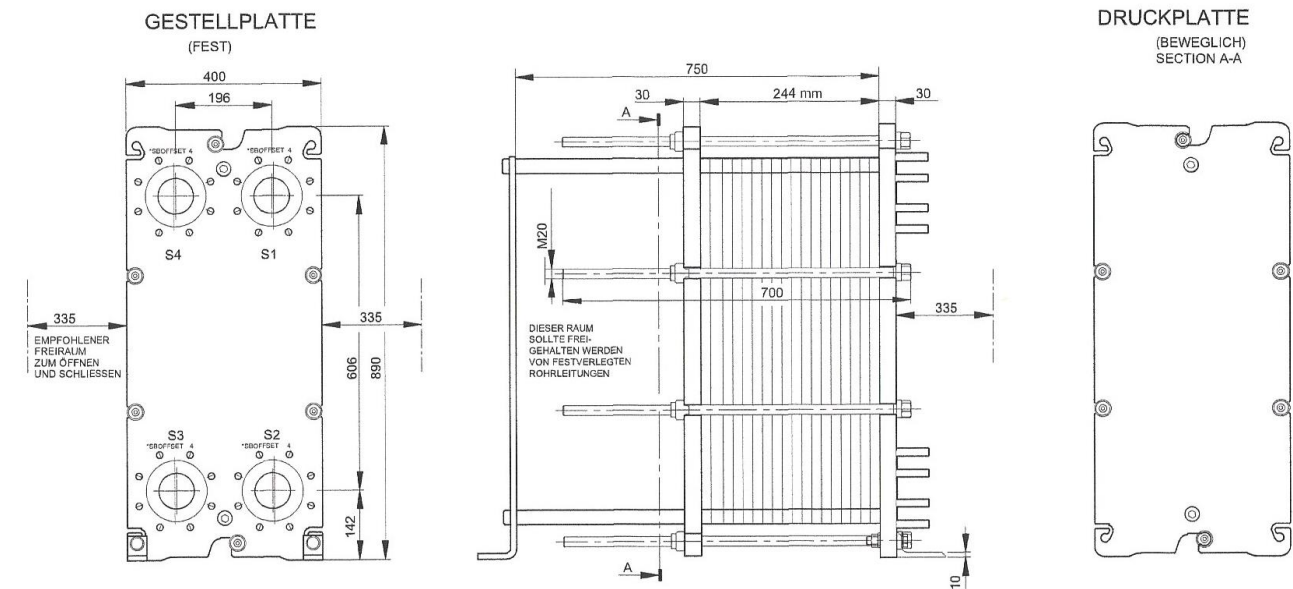
Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube  
Stand:05.03.2025

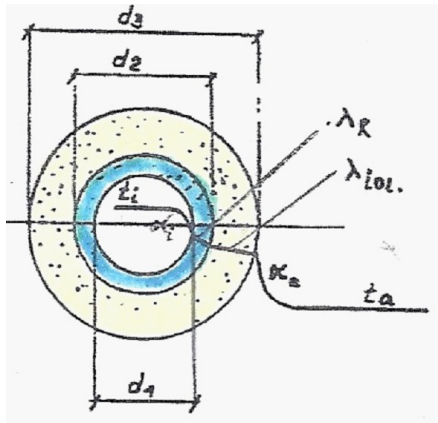
|                                      |      |  |  | Warme Seite         | Kalte Seite   |
|--------------------------------------|------|--|--|---------------------|---------------|
| Medium                               |      |  |  | Water               | Water         |
| Volumenstrom                         | m³/h |  |  | 91.0                | 90.5          |
| Eintrittstemperatur                  | °C   |  |  | 40.0                | 28.0          |
| Austrittstemperatur                  | °C   |  |  | 33.5                | 34.5          |
| Druckverlust                         | kPa  |  |  | 45.3                | 45.5          |
| Wärmeleistung                        | kW   |  |  | 680.0               |               |
| Plattenwerkstoff / -stärke           |      |  |  | ALLOY 316 / 0.40 mm |               |
| Dichtungswerkstoff                   |      |  |  | NBRB CLIPGRIP       | NBRB CLIPGRIP |
| Anschluss im Gegenstrom              |      |  |  |                     |               |
| Anschlussmaterial                    |      |  |  | Unlined             | Unlined       |
| Druckgeräterichtlinie                |      |  |  | PED , Category 0    |               |
| Maximal zulässiger Betriebsdruck     | bar  |  |  | 10.0                | 10.0          |
| Maximal zulässige Betriebstemperatur | °C   |  |  | 65.0                | 65.0          |
| Länge x Breite x Höhe                | mm   |  |  | 960 x 400 x 920     |               |
| Inhalt                               | l    |  |  | 19.2                | 19.2          |
| Gewicht, leer / im Betrieb           | kg   |  |  | 152 / 190           |               |

| SEITE | MEDIEN | F.D.G. | EINTRITT | TEMP.   | AUSTRITT | TEMP.   | MASSENSTROM | DRUCKVERLUST | INHALT    |
|-------|--------|--------|----------|---------|----------|---------|-------------|--------------|-----------|
| 1     | Water  | 2      | S1       | 40.0 °C | S2       | 33.5 °C | 91.0 m³/h   | 45.34 kPa    | 19,49 dm³ |
| 2     | Water  | 2      | S3       | 28.0 °C | S4       | 34.5 °C | 90.5 m³/h   | 45.50 kPa    | 19,49 dm³ |

Aufbau und Abmessungen Wärmetauscher AC12:



Auslegung der **Rohrleitungsbegleitheizung und Berechnung der Wärmeverluste** für die außengeführte Rohrleitung am Beispiel DN600



Abmessung: DN600 - 610 x 5,0

Werkstoff: 1.4571

Isolierdicke: 50mm (Mineralfaser mit Blechmantel)

$\Delta t \rightarrow$  Differenz zwischen Außen- und Rohrintemperatur  $30^{\circ}\text{C}$

$\lambda_R \rightarrow$  Wärmerleitzahl Rohr Edelstahl  $15 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$

$\lambda_{isol} \rightarrow$  Wärmerleitzahl Isolierung Mineralwolle  $0,052 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$

$\alpha_i \rightarrow$  Wärmeübergangszahl Innen

$\alpha_a \rightarrow$  Wärmeübergangszahl Außen

$d_1 \rightarrow$  Innendurchmesser Rohrleitung  $0,600\text{m}$

$d_2 \rightarrow$  Außendurchmesser Rohrleitung  $0,610\text{m}$

$d_3 \rightarrow$  Außendurchmesser Isolierung  $0,710\text{m}$

Allgemeine Formel zur Berechnung des Wärmestroms für ebene Flächen:

$$Q = K \times A \times \Delta t$$
$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_a}}$$

K Wärmedurchgangszahl in ihr sind Wärmeleitung und die Wärmeübergänge zusammengefasst.

A Äußere Mantelfläche der Isolierung

Formel zur Berechnung des Wärmestromes durch zylindrische Wände (Rohre)

$$Q = \frac{\pi \times \Delta t}{\frac{1}{\alpha_i \times d_1} + \left( \frac{1}{2 \times \lambda_R} \times \ln \frac{d_2}{d_1} \right) + \left( \frac{1}{2 \times \lambda_{isol}} \times \ln \frac{d_3}{d_2} \right) + \frac{1}{\alpha_a \times d_3}} \quad [\text{W/m}]$$

Diese Formel setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- dem inneren Wärmeübergang
- der Wärmeleitung durch die Rohrwandung
- der Wärmeleitung durch die Isolierung
- dem äußeren Wärmeübergang

In der Praxis wird die Berechnung des Wärmeverlustes wesentlich vereinfacht, weil der absolut größte Anteil des Wärmewiderstandes von der Isolierung aufgebracht wird. Der innere und äußere Wärmeübergang ist bei turbulenter Strömung so gut, dass er bezüglich des Wärmewiderstandes keinerlei Rolle spielt. D.h. die Wärmeübergänge kann man bei der Berechnung vernachlässigen. Ebenso ist der Widerstand durch die Wärmeleitung der metallischen Rohrwandung vernachlässigbar klein. Dies erkennt man bereits an den Größenverhältnissen der Wärmeleitzahlen

$$\lambda_{isol} = 0,052 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}, \quad \lambda_R = 15 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}} \quad \text{Verhältnis 1 : 290}$$

Aus diesem Grund wird auch die Wärmeleitung durch die Rohrwandung vernachlässigt.

Somit ergibt sich folgende Restformel:

$$Q = \frac{\pi \times \Delta t}{\frac{1}{2 \times \lambda_{isol}} \times \ln \frac{d_3}{d_2}}$$

$$Q = \frac{\pi \times 30^\circ\text{C}}{\frac{1}{2 \times 0,052 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}} \times \ln \frac{0,710}{0,610}} = 64,57 \frac{\text{W}}{\text{m}}$$

Installierte Begleitheizung: Fabrikat Raychem Heizband FS-B-2X (26 W/m)

DN100                    1 - fach

DN300 – DN500      2 – fach

DN600                    3 – fach

Bei 5°C Schaltschwelle

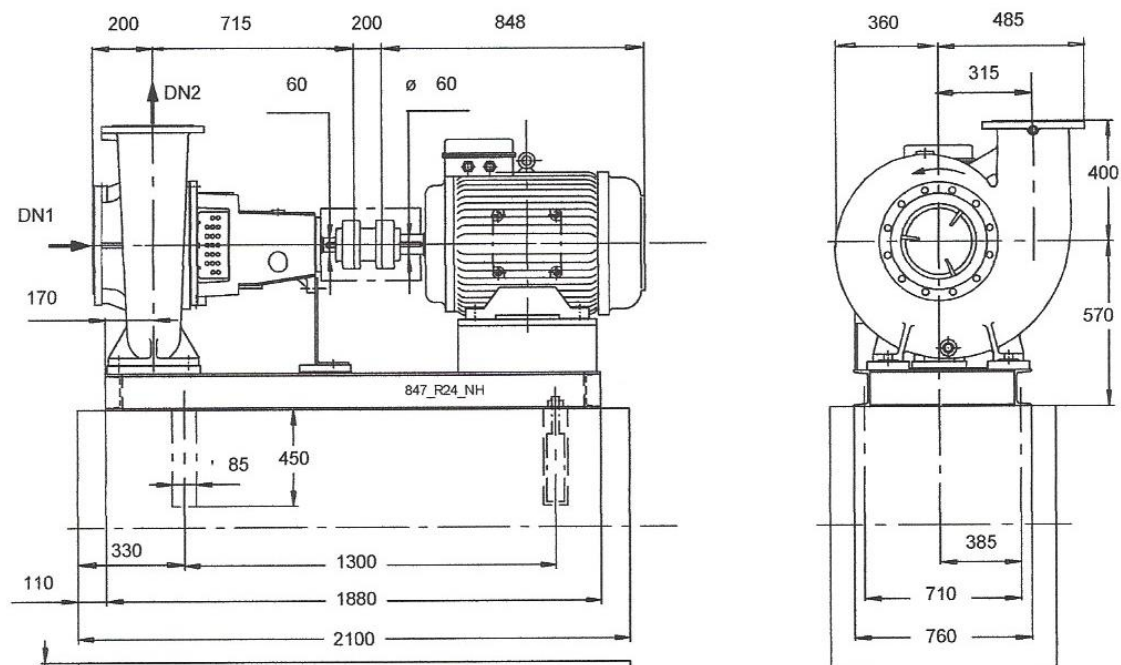
### 4.2 Rackkühlung Ebene 5 und 6 - KS08 (Sekundärsystem)

Das Sekundärsystem KS08 – Rackkühlung, ist im Gegensatz zum Kühlturmsystem eine geschlossene Anlage und wird mit enthärtetem Kühlwasser betrieben. Das Verteiler – Rohrleitungsnetz zu den Verbrauchern (Racks) ist nach dem Tichelmannschen – Prinzip verrohrt. Der Vorteil dieser Verrohrung ist, dass über jedem Verbraucher der gleiche Druckverlust herrscht und somit ein aufwendiger Mengenabgleich der Verbraucher nicht nötig ist.

Die Netzpumpen (KS08-AP01/AP02/AP03, 3 x 50%) zur Versorgung der 256 Racks in den Ebenen 5 und 6 müssen maximal jeweils eine Wassermenge von ca. 580 m<sup>3</sup>/h fördern. Die Pumpen werden drehzahlregelt betrieben und haben eine maximale Drehzahl von 1480 1/min. Die Druckverluste der Netzpumpen addieren sich hauptsächlich aus den Verlusten in den Plattenwärmetauschern (0,5bar), Rackwärmetauschern (0,5bar), den Rackanschlußschläuchen und der doch relativ langen Rohrleitung. Die Förderhöhe der Netzpumpen resultiert aus einer entsprechenden detaillierten Druckverlustberechnung und Einrechnung von Reserven auf 22,3 m Ws.

Eingebaut wurde der Pumpentyp KSB Etanorm RGC1-200-330

Fördermenge: 577 m<sup>3</sup>/h  
Förderhöhe: 22,3 m Ws

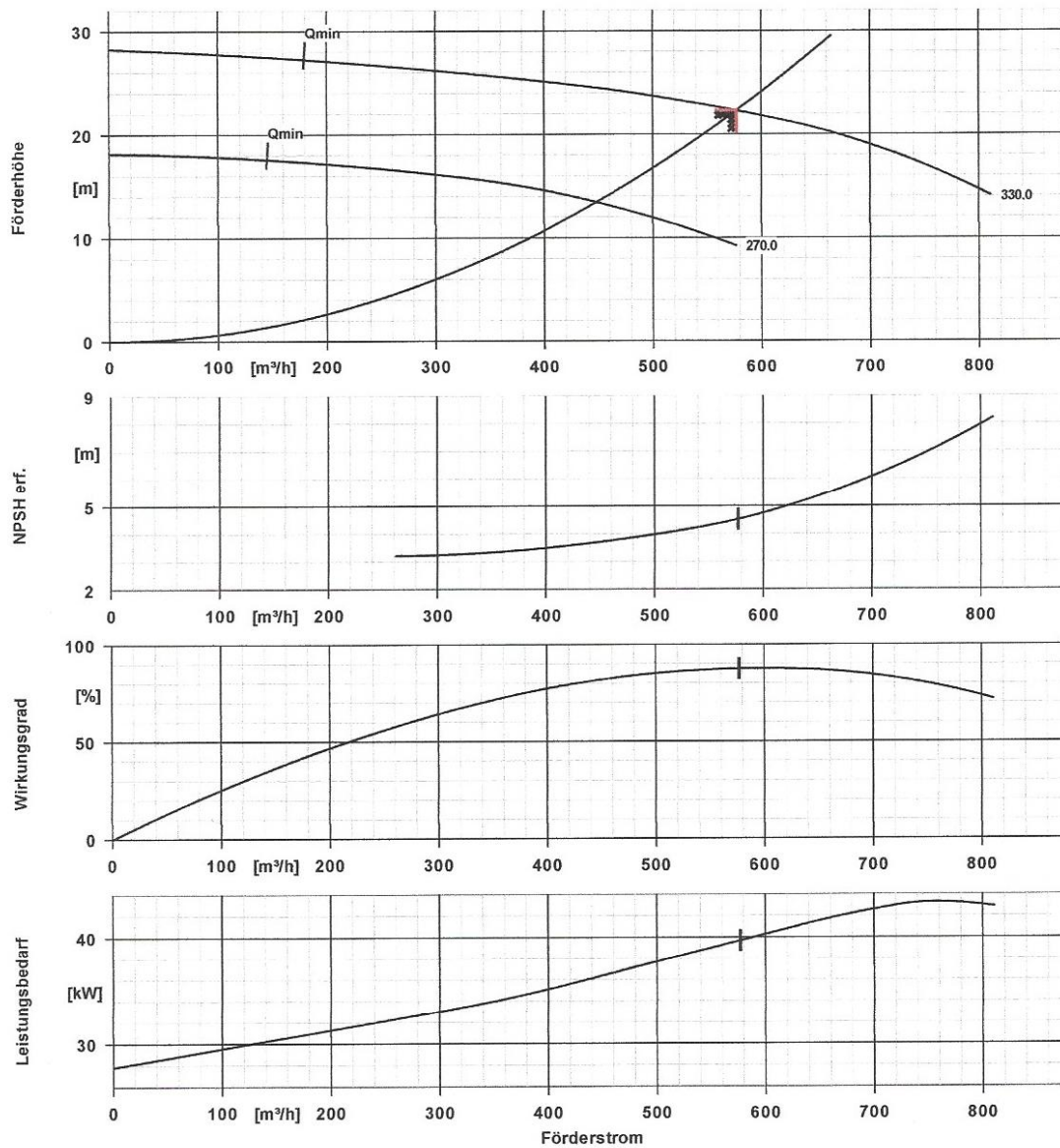




# Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025



## Kurvendaten

Drehzahl 1309 1/min  
 Mediumdichte 992  $\text{kg}/\text{m}^3$   
 Viskosität 0,66  $\text{mm}^2/\text{s}$   
 Förderstrom 577,00  $\text{m}^3/\text{h}$   
 Angefragter Förderstrom 577,00  $\text{m}^3/\text{h}$   
 Förderhöhe 22,30 m  
 Angefragte Förderhöhe 22,30 m

Wirkungsgrad 87,5 %  
 MEI (Index)  $\geq 0,50$   
 Mindestwirkungsgrad)  
 Leistungsbedarf 39,71 kW  
 NPSH erforderlich 4,53 m  
 Kurvennummer K34571  
 Effektiver Laufraddurchmesser 330,0 mm

Toleranzen gemäss ISO 9906 Klasse 3B; kleiner 10 kW gemäss § 4.4.2

### 4.3 Rackkühlung Ebene 3 und 4 - KS07 (Sekundärsystem)

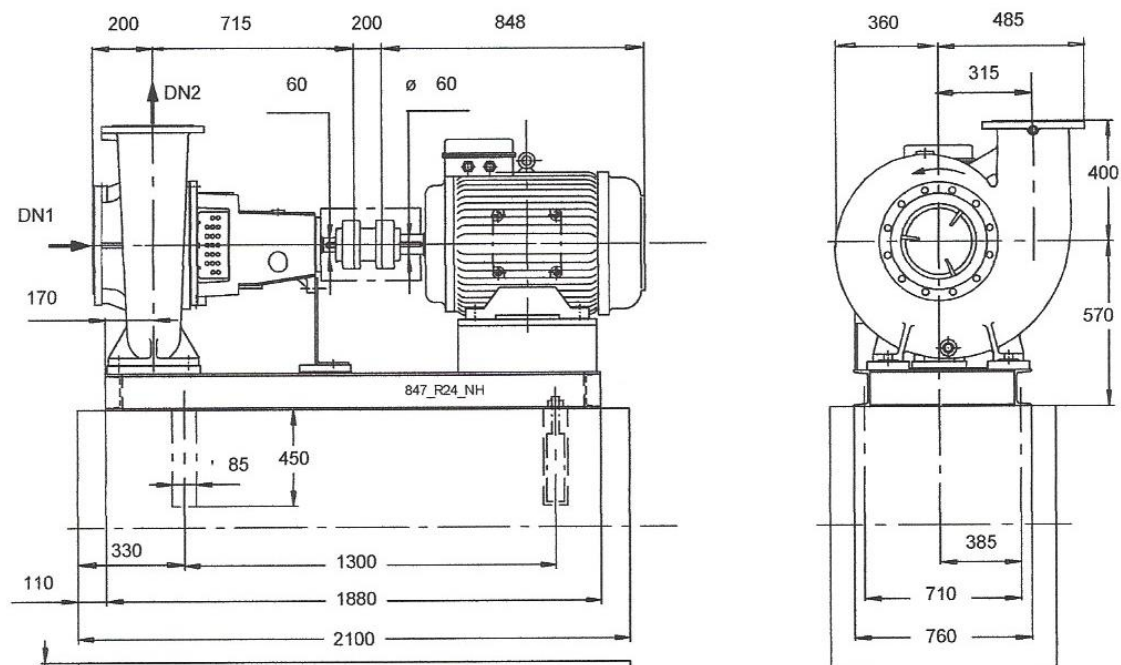
Das Sekundärsystem KS07 – Rackkühlung, ist im Gegensatz zum Kühlturmsystem eine geschlossene Anlage und wird mit enthärtetem Kühlwasser betrieben. Das Verteiler – Rohrleitungsnetz zu den Verbrauchern (Racks) ist nach dem Tichelmannschen – Prinzip verrohrt. Der Vorteil dieser Verrohrung ist, dass über jedem Verbraucher der gleiche Druckverlust herrscht und somit ein aufwendiger Mengenabgleich der Verbraucher nicht nötig ist.

Die Netzpumpen (KS07-AP01/AP02/AP03, 3 x 50%) zur Versorgung der 256 Racks in den Ebenen 3 und 4 müssen maximal jeweils eine Wassermenge von ca. 580 m³/h fördern. Die Pumpen werden drehzahlregelt betrieben und haben eine maximale Drehzahl von 1480 1/min. Die Druckverluste der Netzpumpen addieren sich hauptsächlich aus den Verlusten in den Plattenwärmetauschern (0,5bar), Rackwärmetauschern (0,5bar), den Rackanschlußschläuchen und der doch relativ langen Rohrleitung. Die Förderhöhe der Netzpumpen resultiert aus einer entsprechenden detaillierten Druckverlustberechnung und Einrechnung von Reserven auf 22,3 m Ws.

**Achtung: höherer Differenzdruck der Pumpen erforderlich, wegen höherem Druckverlust der Racks in den Ebenen 3 und 4, als in den Ebenen 5 und 6 (KS08)**

Eingebaut wurde der Pumpentyp KSB Etanorm RGC1-200-330

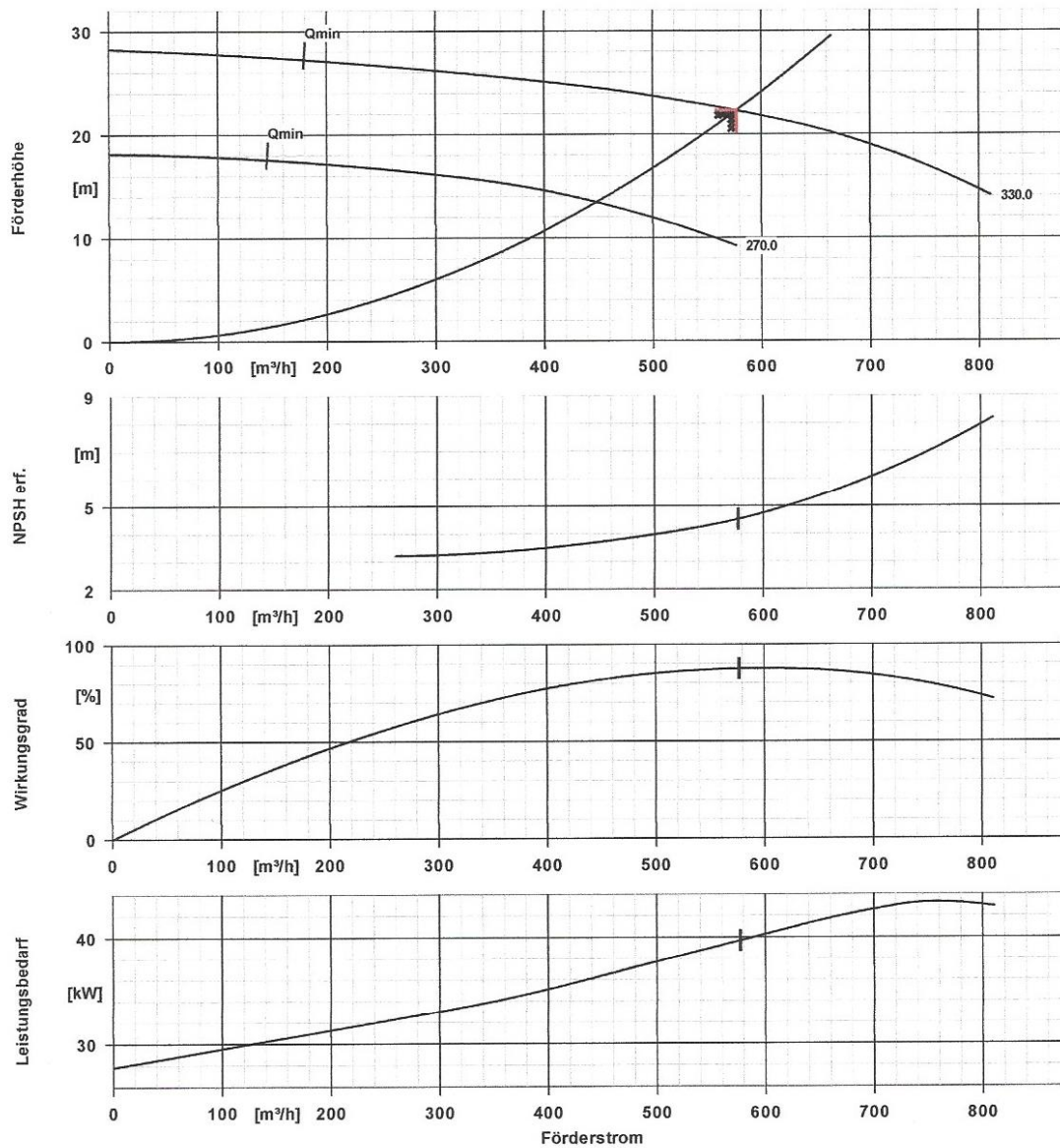
Fördermenge: 577 m³/h  
Förderhöhe: 22,3 m Ws



# Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025



## Kurvendaten

Drehzahl 1309 1/min  
 Mediumdichte 992  $\text{kg}/\text{m}^3$   
 Viskosität 0,66  $\text{mm}^2/\text{s}$   
 Förderstrom 577,00  $\text{m}^3/\text{h}$   
 Angefragter Förderstrom 577,00  $\text{m}^3/\text{h}$   
 Förderhöhe 22,30 m  
 Angefragte Förderhöhe 22,30 m

Wirkungsgrad 87,5 %  
 MEI (Index)  $\geq 0,50$   
 Mindestwirkungsgrad)  
 Leistungsbedarf 39,71 kW  
 NPSH erforderlich 4,53 m  
 Kurvennummer K34571  
 Effektiver 330,0 mm  
 Laufraddurchmesser  
 Abnahmenorm

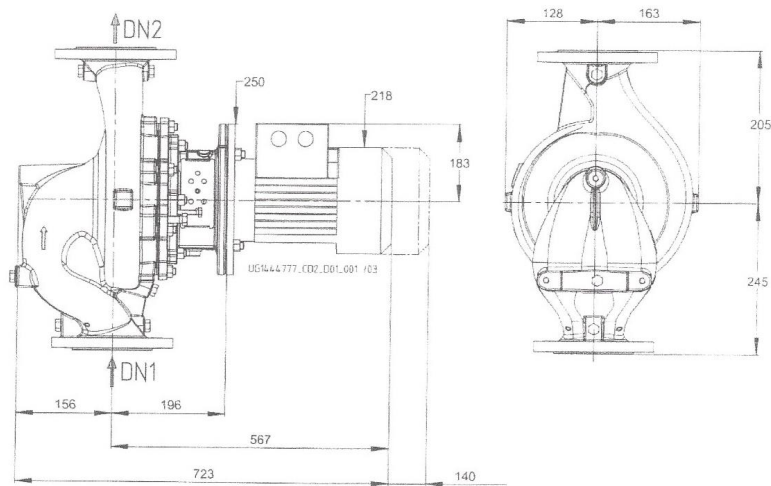
Toleranzen gemäss ISO  
 9906 Klasse 3B; kleiner 10  
 kW gemäss § 4.4.2

### Wärmerückgewinnung – Winterbetrieb (GC1 – BK1)

Über die unter **3.1 KP06/KP07** beschriebenen erdverlegten Rohrleitung (DN150) und einen **Wärmetauscher (KS08-AC01)** mit der dazugehörigen **Umwälzpumpe (KS08-AP04)** wird dem Nachbargebäude BK1 (Büro- u. Kantinegebäude) für die **Wintermonate Wärme** zur Verfügung gestellt. Auf Anforderung aus dem BK1 dient das warme Wasser der Wärmepumpenanlage im BK1 als Wärmequelle und leistet somit einen Beitrag zur Gebäudeheizung.

Eingebaut wurde der Pumpentyp KSB Etaline ETL 100-100-160 GB AA10D200304 BIE3

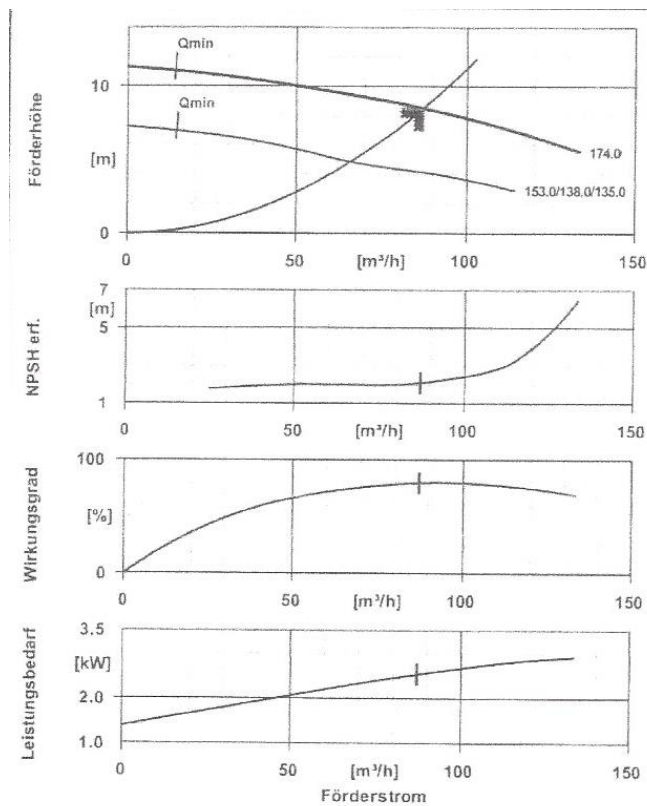
Fördermenge: 87 m³/h  
Förderhöhe: 8,5 m Ws



## Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025





Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

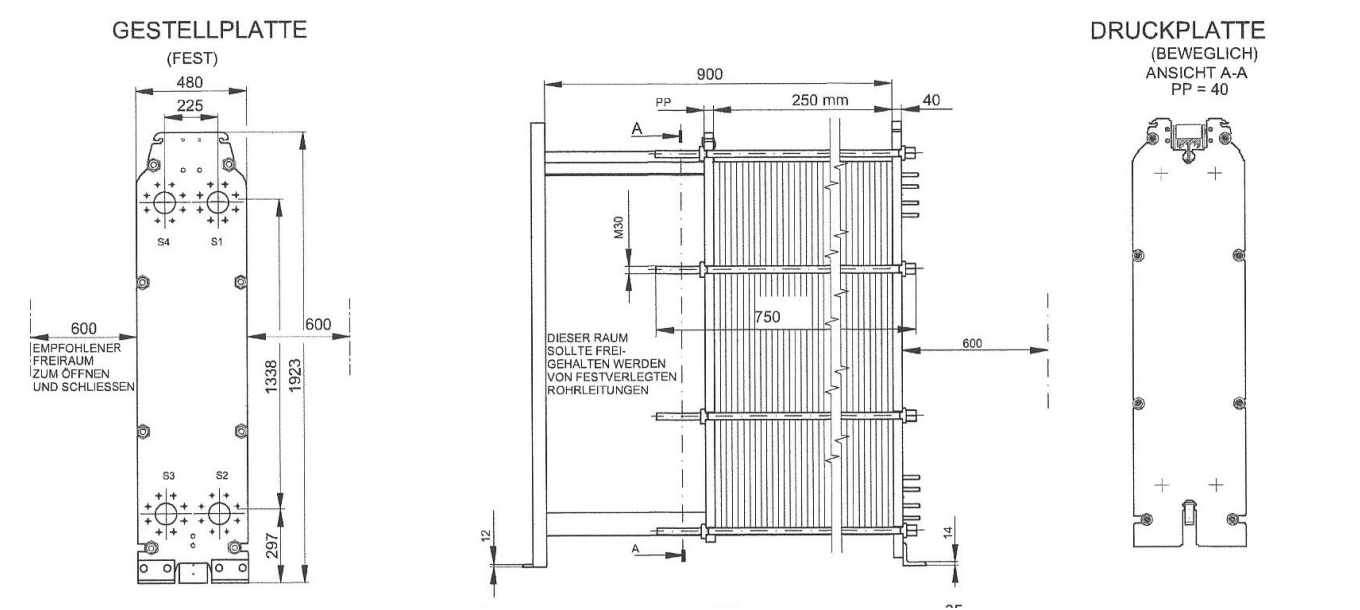
Rechenzentrum GSI-Green IT Cube  
Stand:05.03.2025

Maschinen- und wärmetechnische Daten Wärmetauscher KS08-AC01:

|                                      |  |  |  | <u>Warme Seite</u>  |                   | <u>Kalte Seite</u> |  |
|--------------------------------------|--|--|--|---------------------|-------------------|--------------------|--|
| Medium                               |  |  |  | Water               |                   | Water              |  |
| Volumenstrom                         |  |  |  | m³/h                | 87.0              | 85.6               |  |
| Eintrittstemperatur                  |  |  |  | °C                  | 15.0              | 7.0                |  |
| Austrittstemperatur                  |  |  |  | °C                  | 9.0               | 13.1               |  |
| Druckverlust                         |  |  |  | kPa                 | 47.7              | 46.6               |  |
| Wärmeleistung                        |  |  |  | kW                  | 608.4             |                    |  |
| Plattenwerkstoff / -stärke           |  |  |  | ALLOY 304 / 0.40 mm |                   |                    |  |
| Dichtungswerkstoff                   |  |  |  | NBRB CLIP-ON        |                   | NBRB CLIP-ON       |  |
| <b>Anschluss im Gegenstrom</b>       |  |  |  |                     |                   |                    |  |
| Anschlussmaterial                    |  |  |  | Unlined             |                   | Unlined            |  |
| Anschluss                            |  |  |  | Flansch DN100       |                   |                    |  |
| Druckgeräterichtlinie                |  |  |  | PED , Category 0    |                   |                    |  |
| Maximal zulässiger Betriebsdruck     |  |  |  | bar                 | 10.0              | 10.0               |  |
| Maximal zulässige Betriebstemperatur |  |  |  | °C                  | 65.0              | 65.0               |  |
| Länge x Breite x Höhe                |  |  |  | mm                  | 1145 x 480 x 1923 |                    |  |
| Inhalt                               |  |  |  | l                   | 43.9              | 43.9               |  |
| Gewicht, leer / im Betrieb           |  |  |  | kg                  | 716 / 804         |                    |  |

| SEITE | MEDIEN | F.D.G. | EINTRITT | TEMP.   | AUSTRITT | TEMP.   | MASSENSTROM | DRUCKVERLUST | INHALT    |
|-------|--------|--------|----------|---------|----------|---------|-------------|--------------|-----------|
| 1     | Water  | 2      | S1       | 15.0 °C | S2       | 9.0 °C  | 87.0 m³/h   | 47.48 kPa    | 47,04 dm³ |
| 2     | Water  | 2      | S3       | 7.0 °C  | S4       | 13.1 °C | 85.6 m³/h   | 46.42 kPa    | 47,04 dm³ |

Aufbau und Abmessungen Wärmetauscher KS08-AC01:



## Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025

### KS08 - Kühlwassernachspeisung und Druckhaltung

Die **Kühlwassernachspeisung und Druckhaltung (KS08)** wird mit zwei automatisierten Ausdehnungsgefäßen (Blasengefäß) realisiert. Die Wasserfüllung befindet sich in der Blase, während sich die Druckluft zwischen Blase u. Behälterwandung befindet. Die Steuerung des statischen Druckes wird bei Wasserleckagen bzw. Wassernachspeisungen über Magnetventile mit Fremdluft (ölfreie Druckluft aus dem Werksnetz) gesteuert. Bei Wassernachspeisung wird der statische Druck im System über ein Druckluftabblaseventil nachgeregelt.

Die Auslegung bzw. die Größe des Ausdehnungsgefäßes wird zum einen durch die Menge des Ausdehnungswassers  $\Delta V = V \cdot \beta \cdot \Delta t$  und zum anderen durch die zugelassene Nachspeisemenge pro Nachspeisung (Hysterese EIN – AUS) bestimmt.

Die Größe der Gefäße ist auf 2 x 400 Liter festgelegt.

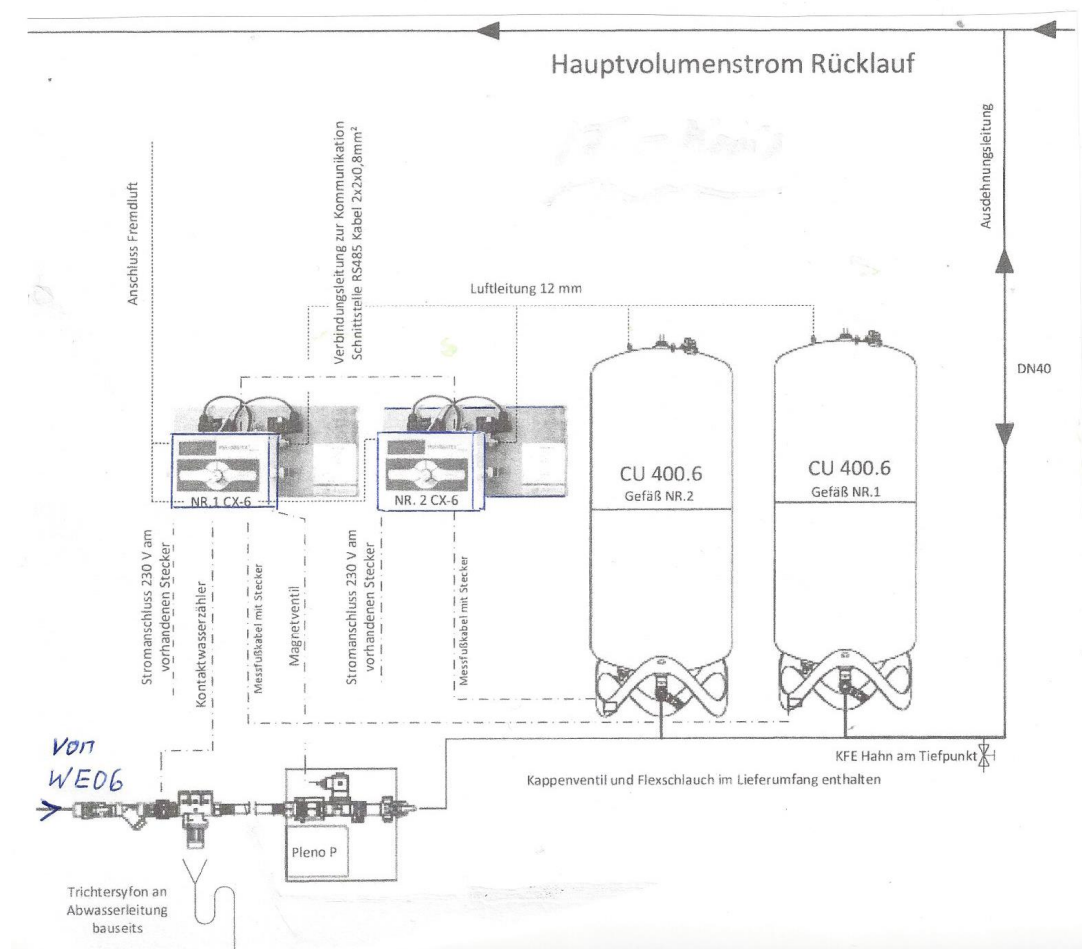
Die Anlage ist eine autarke Einheit, es wird lediglich eine Sammelstörung herausgegeben. Es ist geplant, Kühlwassernachspeisung und Druckhaltung KS08 gemäß dem Sekundärsystem KS07 umzurüsten.

#### gewählte Komponenten:

Gefäße --> Fab. Pneumatex - Compresso CU 400.6

Steuereinheit--> TecBox C.X-6

Nachspeisung-->Pleno P





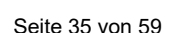
Die **Kühlwassernachspeisung und Druckhaltung (KS07)** wird mit zwei automatisierten Ausdehnungsgefäßen (2 x 100%) realisiert. Die Wasserfüllung befindet sich in der Blase, während sich die Druckluft zwischen Blase u. Behälterwandung befindet. Die Steuerung des statischen Druckes wird bei Wasserleckagen bzw. Wassernachspeisungen über Magnetventile mit Fremdluft (ölfreie Druckluft aus dem Werksnetz) gesteuert. Bei Wassernachspeisung wird der statische Druck im System über ein Druckluftabblaseventil nachgeregelt.

Die Größe der Gefäße ist auf 2 x 700 Liter festgelegt.

gewählte Komponenten:

Steuereinheit--> GSI-Norm

Nachspeisung-->GSI-Norm



### Druckstufenentgaser KS07/KS08/KS09

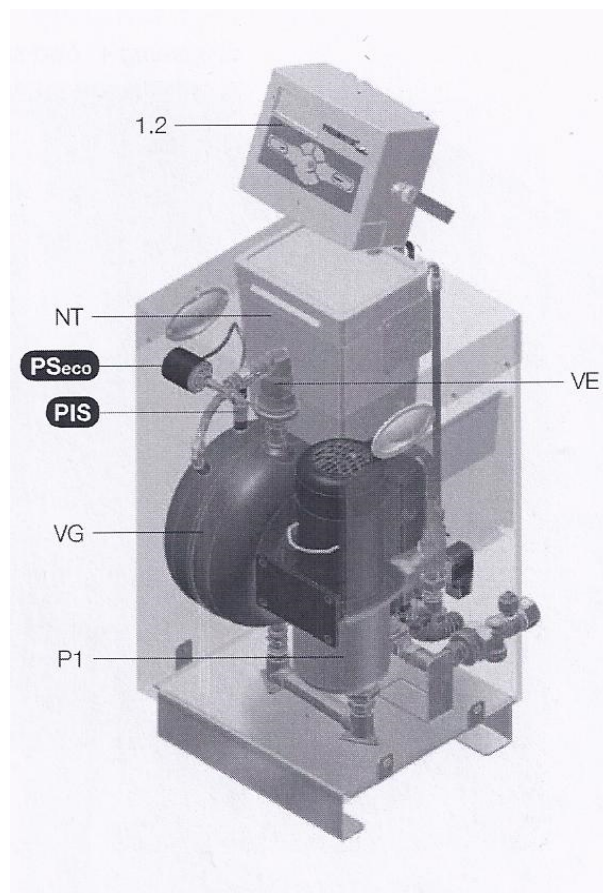
In jedem der aufgeführten Sekundärkühlsysteme wurde ein Druckstufenentgaser verbaut. Der **Druckstufenentgaser** dient zur Minimierung des Luft- u. Sauerstoffgehaltes im System, zur Optimierung von Wärmeübergängen und zur Verhinderung von Korrosionen in der Anlage und arbeitet über verschiedene Arbeitsphasen.

Zunächst wird dem System eine Wassermenge entnommen, evakuiert u. entgast. Anschließend wird die Wassermenge wieder in das System zurückgeführt u. gleichzeitig eine neue Wassermenge entnommen. Die Betriebszeiten können mit der geräteeigenen Steuerung programmiert werden.

Die Auslegung des Aggregates ist abhängig von dem Wasserinhalt der Anlage.

Bei Bedarf wird eine Sammelstörung auf das PLS weitergeleitet.

gewähltes Aggregat: Fab. Pneumatex –Typ Vento V4.1E



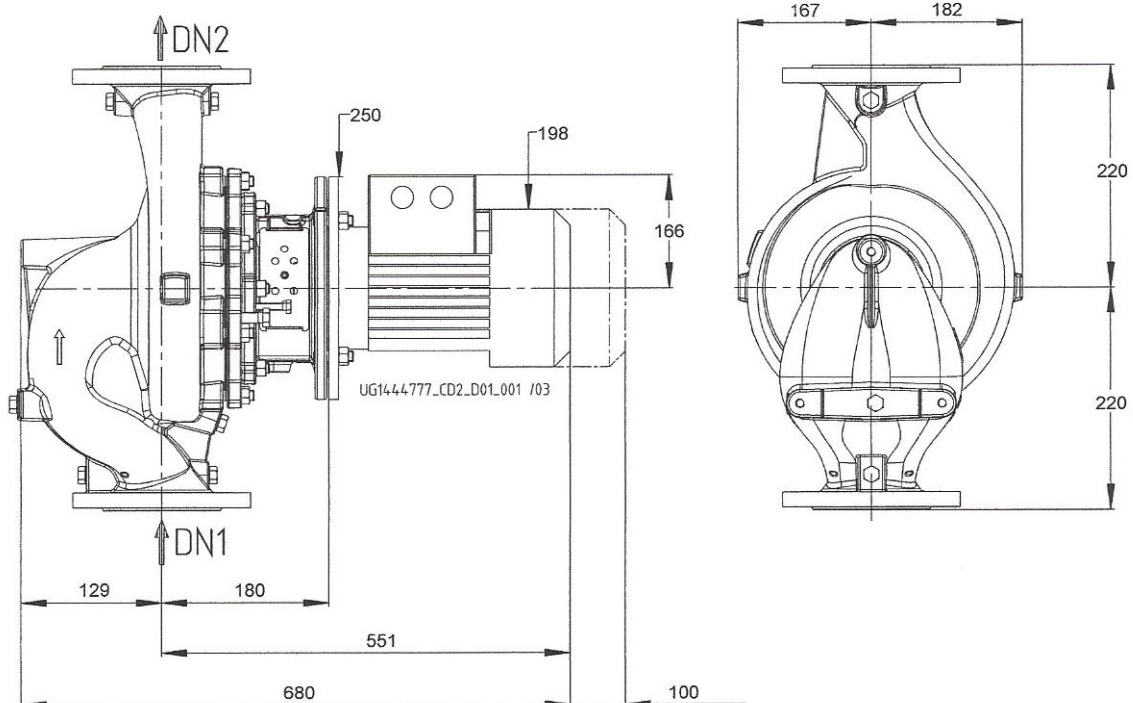
### 4.4 Kühlung Umluftkühler - Nebenräume - KS09 (Sekundärsystem)

Das Sekundärsystem KS09 – Kühlung Umluftkühler Nebenräume, ist eine geschlossene Anlage und wird mit enthärtetem Kühlwasser betrieben. Dieses Sekundärsystem ist nach dem Tichelmannschen – Prinzip verrohrt.

Die Netzpumpen (2 x 100%) zur Versorgung aller Umluftkühler in den Nebenräumen müssen maximal jeweils eine Wassermenge von ca. 32,7 m<sup>3</sup>/h fördern. Die Pumpen werden drehzahlregelt betrieben und haben eine maximale Drehzahl von 1467 1/min. Die Druckverluste der Netzpumpen addieren sich aus den Verlusten in den Plattenwärmetauschern (0,5bar), den Registern der Umluftkühler und der relativ langen Rohrleitung. Die Förderhöhe der Netzpumpen resultiert aus einer entsprechenden detaillierten Druckverlustberechnung und Einrechnung von Reserven auf 17,6 m Ws.

Eingebaut wurde der Pumpentyp KSB Etaline ETL 050-050-250 GB AA10D200304 BSIEIE3

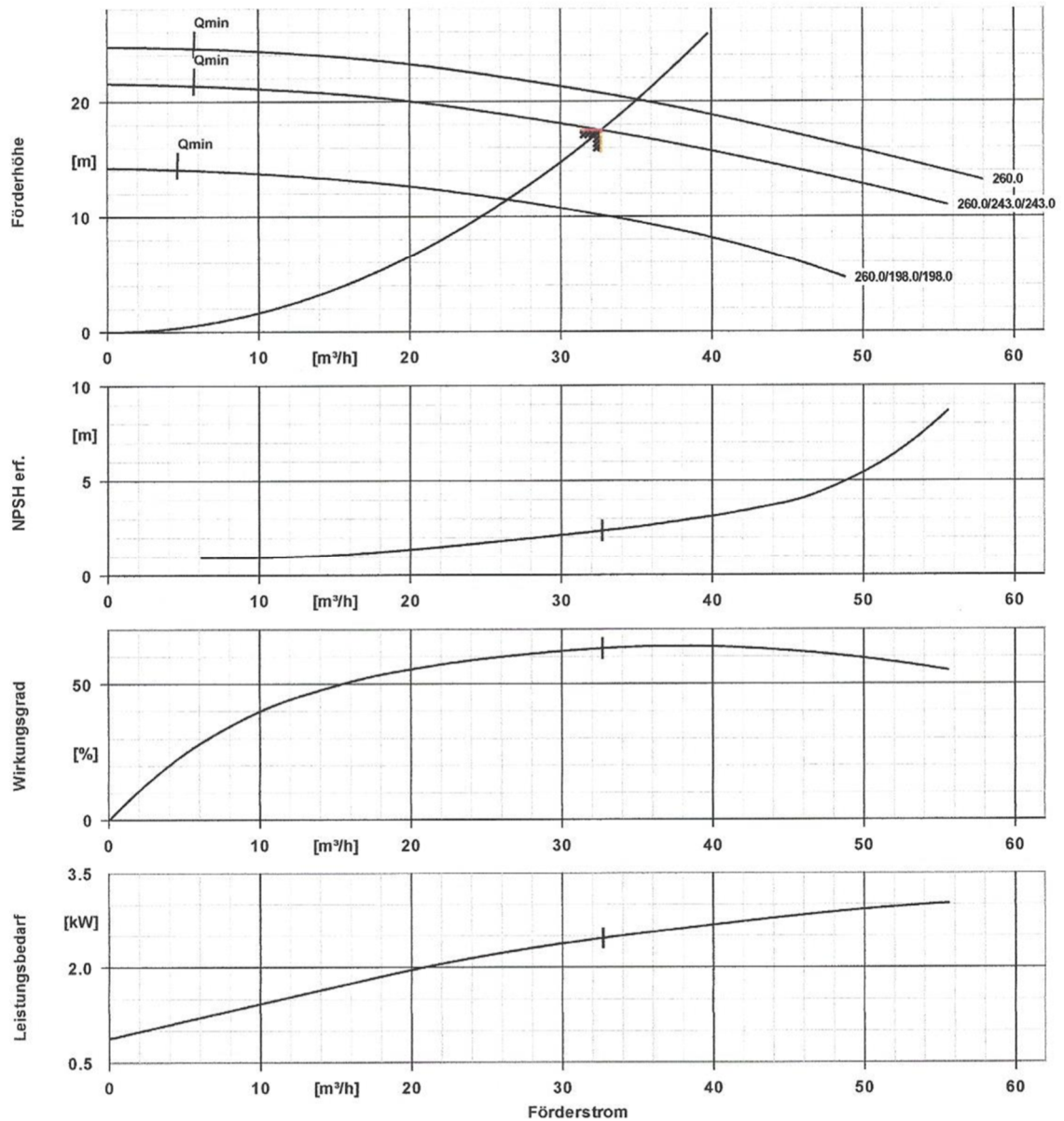
Fördermenge: 32,7 m<sup>3</sup>/h  
Förderhöhe: 17,6 m Ws



# Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025



## Kurvendaten

Drehzahl 1467 1/min  
 Mediumdichte 995  $\text{kg}/\text{m}^3$   
 Viskosität 0,80  $\text{mm}^2/\text{s}$   
 Förderstrom 32,70  $\text{m}^3/\text{h}$   
 Angefragter Förderstrom 32,69  $\text{m}^3/\text{h}$   
 Förderhöhe 17,51 m  
 Angefragte Förderhöhe 17,50 m

Wirkungsgrad 63,0 %  
 Leistungsbedarf 2,46 kW  
 NPSH erforderlich 2,36 m  
 Kurvennummer K1159.454/28  
 Effektiver Laufraddurchmesser 243,0 mm

Toleranzen gemäss ISO 9906 Klasse 3B; kleiner 10 kW gemäss § 4.4.2

## Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025

Die **Kühlwassernachspeisung und Druckhaltung (KS09)** wird mit einem automatisierten Ausdehnungsgefäßen (Blasengefäß) realisiert. Die Wasserfüllung befindet sich in der Blase, während sich die Druckluft zwischen Blase u. Behälterwandung befindet. Die Steuerung des statischen Druckes wird bei Wasserleckagen bzw. Wassernachspeisungen über Magnetventile mit Fremdluft (ölfreie Druckluft aus dem Werksnetz) gesteuert. Bei Wassernachspeisung wird der statische Druck im System über ein Druckluftabblaseventil nachgeregelt.

Die Auslegung bzw. die Größe des Ausdehnungsgefäßes wird zum einen durch die Menge des Ausdehnungswassers  $\Delta V = V \cdot \beta \cdot \Delta t$  und zum anderen durch die zugelassene Nachspeisemenge pro Nachspeisung (Hysterese EIN – AUS) bestimmt.

Die Größe des Gefäßes ist auf 1 x 200 Liter festgelegt.

Die Anlage ist eine autarke Einheit, es wird lediglich eine Sammelstörung herausgegeben. Es ist geplant, Kühlwassernachspeisung und Druckhaltung KS08 gemäß dem Sekundärsystem KS07 (GSI-Standard) umzurüsten.

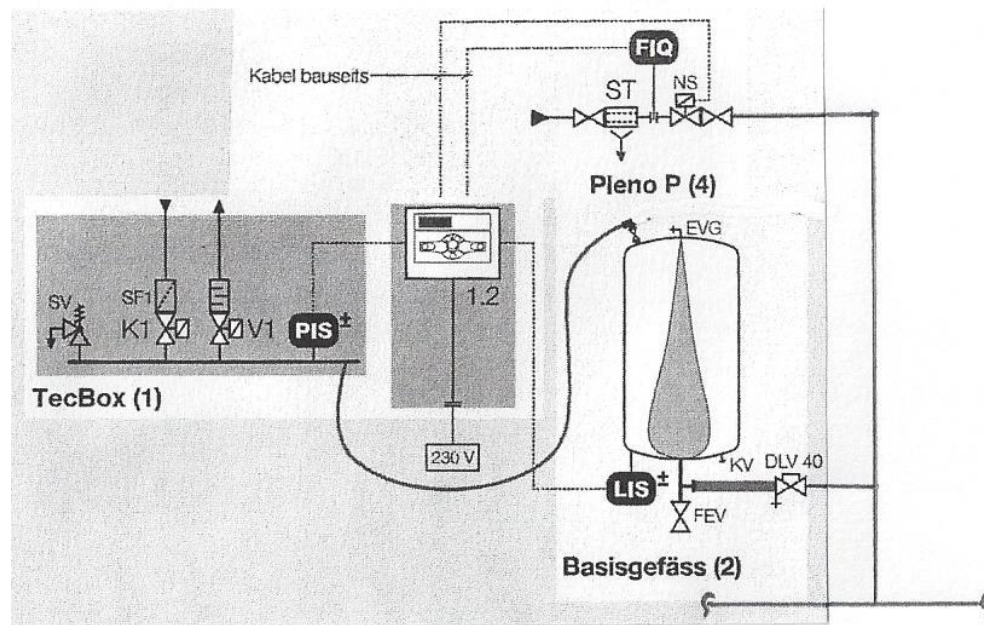
Die Größe des Gefäßes ist auf **200 Liter** festgelegt.

### gewählte Komponenten:

Gefäße --> Fab. Pneumatex - Compresso CU 200.6

Steuereinheit--> TecBox C.X-6

Nachspeisung-->Pleno P



gewähltes Aggregat: Fab. Pneumatex –Typ Vento V4.1E

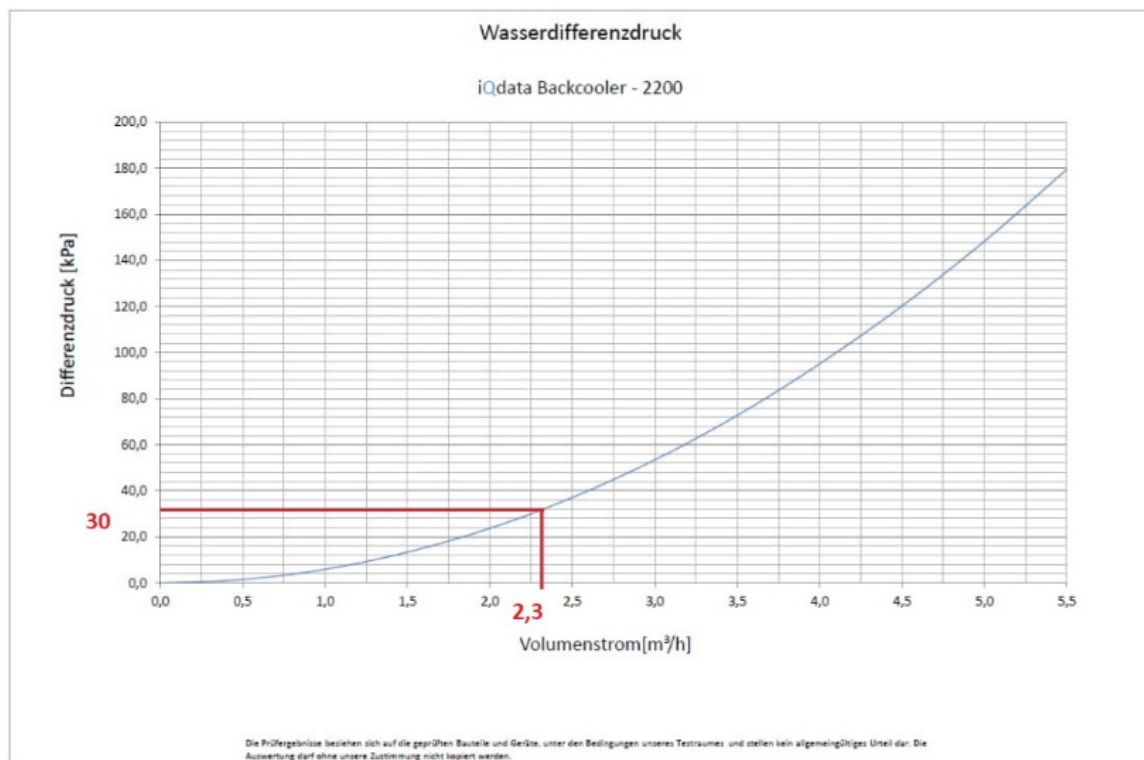


## 5 Anlagenfunktionen

### 5.1 Regelung der Kühlwassermenge bzw. Rücklaufftemperatur im System KS07 „Rackkühlung Ebene 3 und 4 / Schäfer-Racks“

In den vier Kühlwasserrückläufen der Kühlwasserversorgung Ebene 3 und 4 sind jeweils Temperatur – Messwertgeber (**KS08-DT02 bis DT05**) installiert. Aus diesen vier Rücklaufftemperaturen wird die ungünstigste Temperatur überwacht und durch Erhöhung der Kühlwassermenge (Drehzahl der Pumpen KS07-AP01/AP02/AP03) auf einem maximalen Sollwert von **30°C** (parametrierbar) gehalten. Parallel zu diesem rücklaufftemperaturabhängigen Regelkreis wird der Differenzdruck (**KS07-DP01**) am ungünstigsten Punkt im Verteilernetz überwacht, um eine Mindestkühlwassermenge immer zu gewährleisten. In Praxis bedeutet dies, dass ein Minstdifferenzdruck nie unterschritten wird (parametrierbar, bei IBS auf **300 mbar** eingestellt). Diese Basisdruckdifferenz entspricht etwa einem Basisdurchsatz in einem Rack von ca. 2,3 m³/h und demzufolge 8 kW Wärmeaufnahme pro Rack bei  $\Delta t = 3K$ .

#### Durchsatz - Druckverlust – Kennlinie in den Rack – Wärmetauschern Ebene 3 und 4



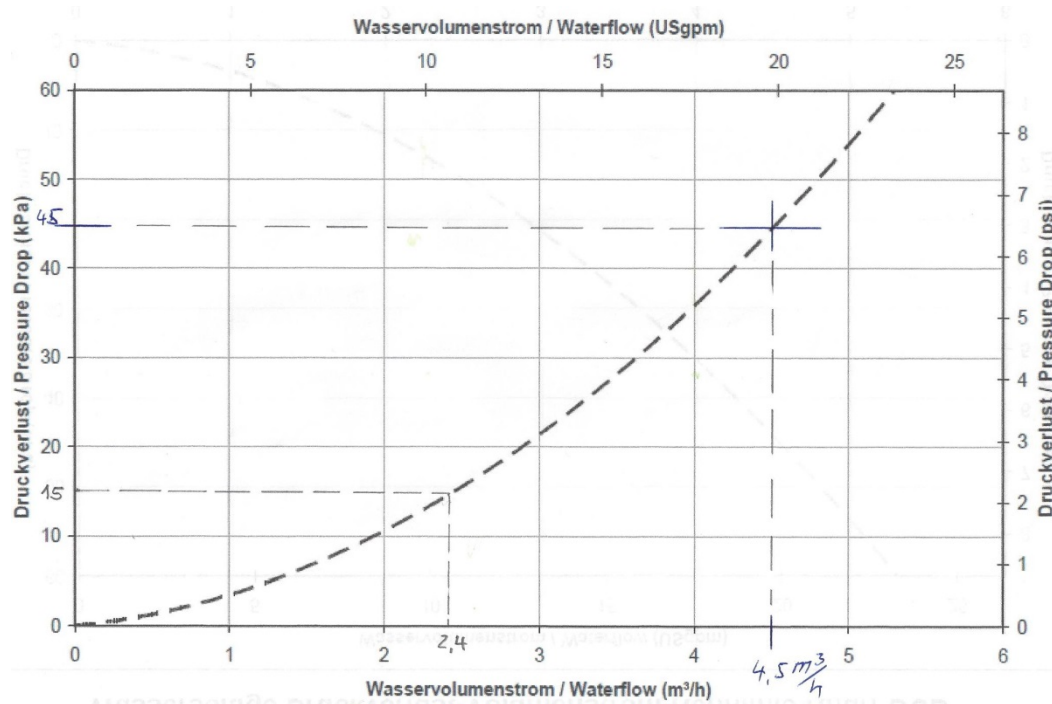
Bei steigendem Wärmeeintrag über die Rechnerracks über die 8 kW wird die Rücklaufftemperatur im System ansteigen. Ein Ansteigen über die 30°C RL – Temperatur wird dann durch die Drehzahlerhöhung der Pumpen KS07-AP01 / AP02 und AP03 und die damit verbundene Erhöhung des Kühlwasserdurchsatzes in den Wärmetauschern der Rechnerracks kompensiert. Der Wasserdurchsatz im Rack kann bis auf 4,5 m³/h erhöht werden, das entspricht dann einer Wärmeaufnahme von 15,625 kW bei  $\Delta t = 3K$ .



## 5.2 Regelung der Kühlwassermenge bzw. Rücklauftemperatur im System KS08 „Rackkühlung Ebene 5 und 6“

In den vier Kühlwasserrückläufen der Kühlwasserversorgung Ebene 5 und 6 sind jeweils Temperatur – Messwertgeber (**KS08-DT02 bis DT05**) installiert. Aus diesen vier Rücklauftemperaturen wird die ungünstigste Temperatur überwacht und durch Erhöhung der Kühlwassermenge (Drehzahl der Pumpen KS08-AP01/AP02/AP03) auf einem maximalen Sollwert von **30°C** (parametrierbar) gehalten. Parallel zu diesem rücklauftemperaturabhängigen Regelkreis wird der Differenzdruck (**KS08-DP01**) am ungünstigsten Punkt im Verteilernetz überwacht, um eine Mindestkühlwassermenge immer zu gewährleisten. In Praxis bedeutet dies, dass ein Minstdifferenzdruck nie unterschritten wird (parametrierbar, bei IBS auf **150mbar** eingestellt). Diese Basisdruckdifferenz entspricht etwa einem Basisdurchsatz in einem Rack von ca. 2 m³/h und demzufolge 6,98 kW Wärmeaufnahme pro Rack bei  $\Delta t = 3K$ .

### Durchsatz - Druckverlust – Kennlinie in den Rack – Wärmetauschern Ebene 5 und 6 (Knürr-Racks)



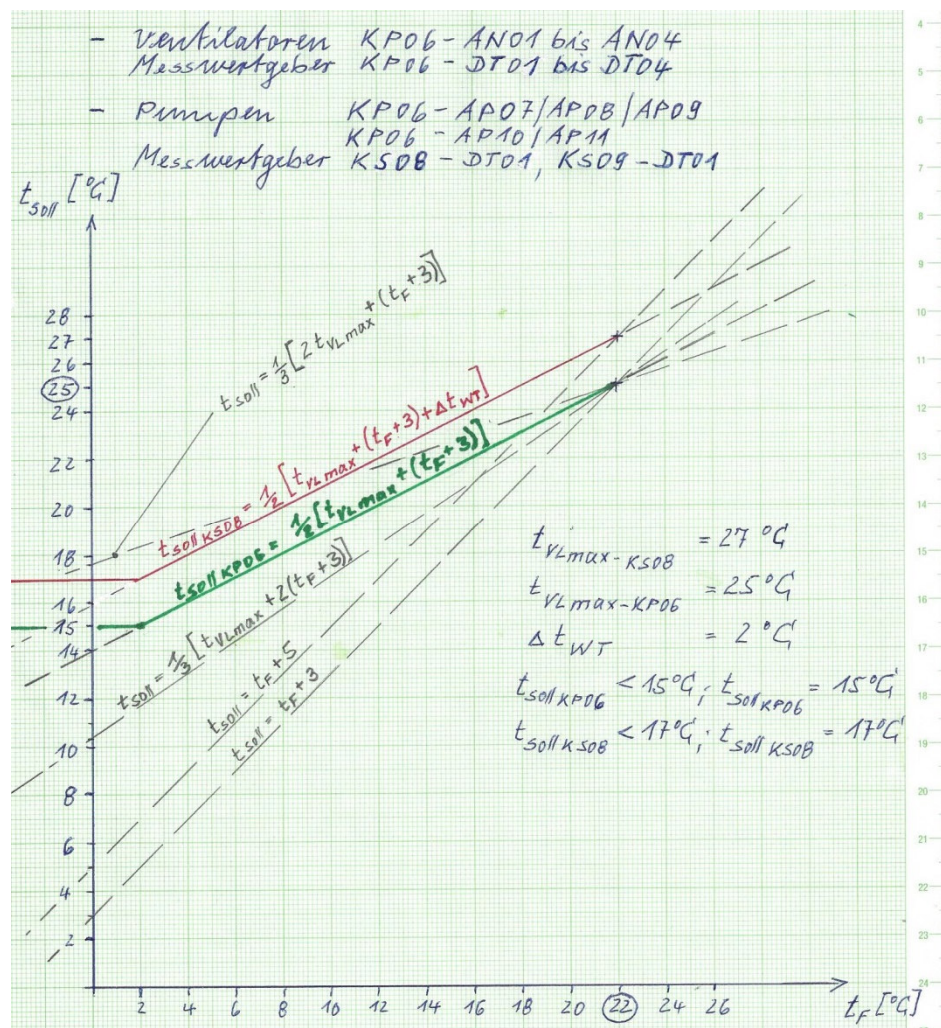
Bei steigendem Wärmeeintrag über die Rechnerracks über die 6,98 kW wird die Rücklauftemperatur im System ansteigen. Ein Ansteigen über die 30°C RL – Temperatur wird dann durch die Drehzahlerhöhung der Pumpen KS08-AP01 / AP02 und AP03 und die damit verbundene Erhöhung des Kühlwasserdurchsatzes in den Wärmetauschern der Rechnerracks kompensiert. Der Wasserdurchsatz im Rack kann bis auf 4,5 m³/h erhöht werden, das entspricht dann einer Wärmeaufnahme von 15,625 kW bei  $\Delta t = 3K$ .

## 5.3 Regelung der Kühlwassermenge im System KS09 „Kühlung Umluftkühler Nebenräume“

Am ungünstigsten Punkt im Verteilernetz (nahe am Verbraucher) wird der Differenzdruck (**KS09-DP01**) ( $\Delta p = 1000 \text{ mbar}$ ) überwacht. Mit diesem Messwert werden die Pumpen KS09-AP01 und AP02 drehzahl geregelt, je nach Mengenanforderung, gefahren. Im System zirkulieren maximal  $32,7 \text{ m}^3/\text{h}$ , bei  $\Delta t = 3\text{K}$  entspricht dies einer Wärmeabfuhr von ca.  $115 \text{ kW}$ .

## 5.4 Regelung der Vorlauftemperatur in den Sekundärsystemen KS08 und KS09

In den Vorläufen der Sekundärsysteme KS07 / KS08 und KS09 sind jeweils Temperaturmesswertgeber (**KS07-DT01 / KS08-DT01 u. KS09-DT01**) installiert. Mit diesen Temperaturen werden jeweils die Pumpengruppen im Primärsystem KP06-AP07/AP08/AP09 / KP06-AP10/AP11 und KP07-AP07/AP08/AP09 drehzahl geregelt gefahren. Der vorgegebene Temperatursollwert ist gleitend, d.h. er ist von den äußeren klimatischen jahreszeitlichen Wetterbedingungen abhängig. Die programmierte Abhängigkeit des Temperatursollwertes von der Feuchtkugeltemperatur  $t_F$  ist im nachfolgenden Diagramm dargestellt. Für die Sollwertbildung der Vorlauftemperaturen in KS07 / KS08 und KS09 ist die rote Gerade maßgebend.



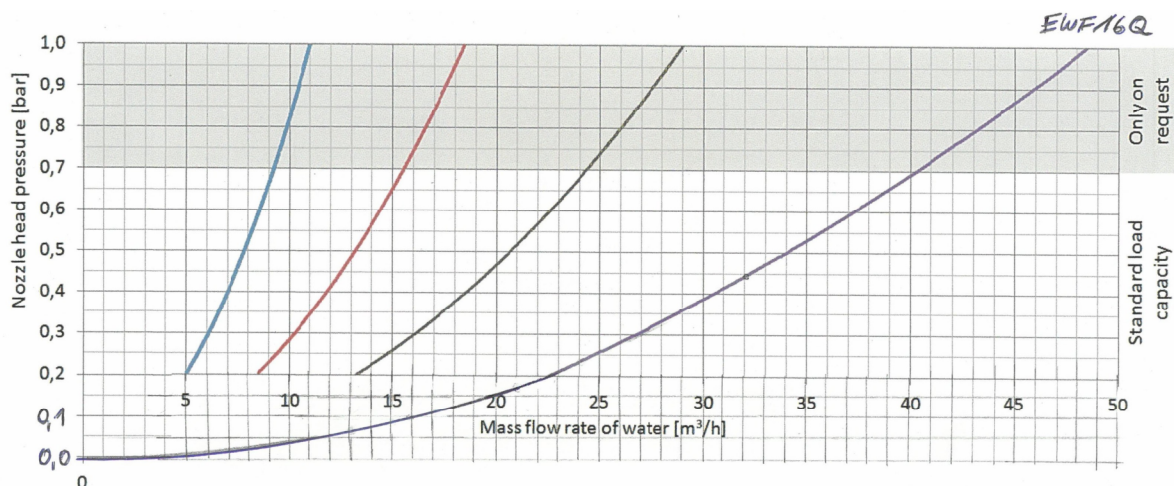
## 5.5 Steuerung der Kühltürme „Kühlturmfolgeschaltung KP06 + KP07“

Im Kühlturmsystem sind jeweils in den Kühlwasserrückläufen, kommend von den Wärmetauschergruppen (KP06-AC07 / AC08 / AC09 und KP06-AC10 / AC11 und KP07-AC07 / AC08 / AC09) Mengennmessungen (**KP06-CF03 / KP06-CF04 / KP07-CF03**) eingebaut. Diese Wassermengen werden von der Anlagensteuerung addiert und als Maß für die Ein- bzw. Abschaltung der Kühlturmzellen verwendet.

Wöchentlich findet eine betriebsstundenabhängige Umschaltung der Kühlturmzellen statt, um eine gleichmäßige Auslastung aller Kühlturmzellen zu gewährleisten.

Aus der nachfolgenden Tabelle sind die Ein- bzw. Abschaltmengen, sowie die Düsenvordrücke für verschiedene Betriebspunkte ablesbar. Beim Ein- bzw. Abschalten der Kühlturmzellen, werden jeweils die Zulaufklappen (KP06-AA01 bis AA04 und KP07-AA01 bis AA04) geöffnet bzw. geschlossen und die Drehzahlregelung der Ventilatoren aktiviert bzw. deaktiviert.

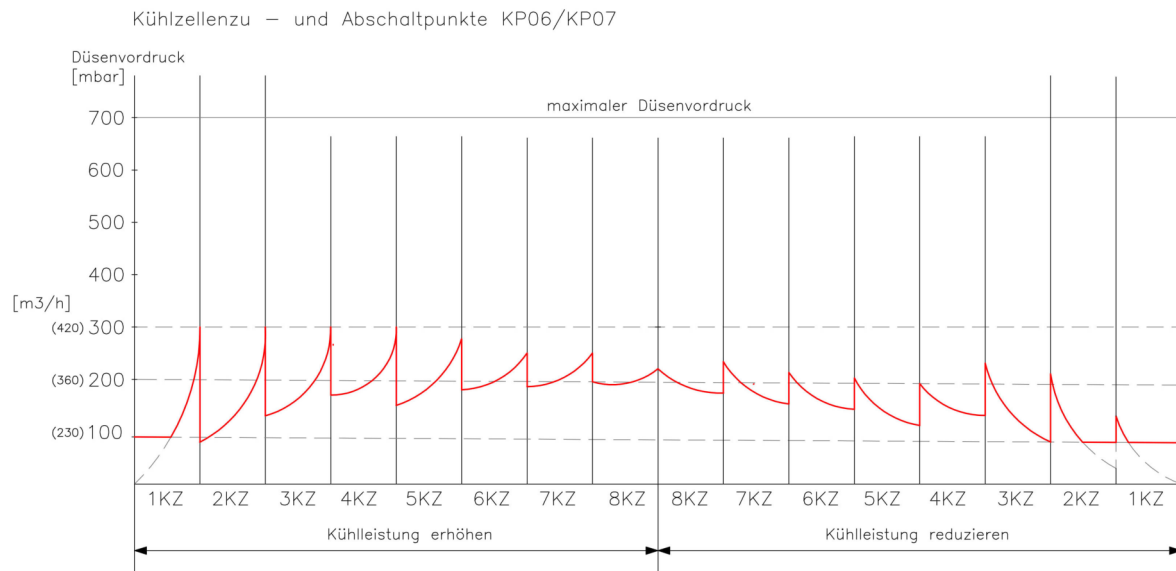
Die Anzahl der in Betrieb befindlichen Kühlturmzellen wird per Rückmeldung überwacht. Sollte die Anzahl der angeforderten Kühlturmzellen nicht mit der Anzahl der in Betrieb befindlichen Kühlturmzellen übereinstimmen, wird eine **Warnmeldung** generiert.



Druckverlustdiagramm Düsentyp: EWF 16Q

Aus den Tabellenwerten ist zu erkennen, dass man bei den meisten Umschaltungen aus dem Kennfeld der eingebauten Düsen herausfällt (alle Düsenvordruckwerte < 0,2bar). Ein Druckabfall vor den Düsen kann zur Folge haben, dass die Versprühung des Kühlwassers in den Kühlturmzellen und damit der Wärmeübergang (Austauschfläche zwischen Wasser und Luft wird zu klein) nicht mehr richtig funktioniert. Um dies zu vermeiden, muss man den Mindestvordruck (KP06-DP01) an der Anlage ermitteln, bei dem noch eine vernünftige Versprühung stattfindet. Diesen ermittelten Mindestvordruck, sollten die Kühlturmpumpen immer halten. Die Kühlturmpumpen (KP06-AP07/AP08/AP09, KP07 - AP07/AP08/AP09 dürfen auf keinen Fall unter ihre Mindestfördermenge (230 m³/h + 10 m³/h) fallen. Diese Mindestfördermenge würde bei einer eingeschalteten Kühlturmzelle einem Düsenvordruck von ca. 100 mbar entsprechen. Siehe auch nachfolgendes Betriebsdiagramm mit Darstellung der Betriebspunkte.

Mindestmenge : KP06-AP10/AP11 = .....



### 5.6 Regelung der Vorlauftemperatur im Kühlturmsystem KP06/KP07 (Ventilatorregelung)

Mit der Einschaltung einer Kühlturmzelle ist auch gleichzeitig dessen Ventilator aktiv. In den Kühlturmbecken (KP06 / KP07) befinden sich jeweils vier Temperaturmesswertgeber (**KP06-DT01 bis DT04**) + **KP07-DT01 bis DT04**). Mit dem Mittelwert aus den 8 Temperaturen werden die Ventilatoren drehzahl geregelt gefahren. Bei Fühlerbruch eines Messwertgebers wird dieser aus der Mittelwertbildung ausgeschlossen. Bei starker Abweichung eines Messwertgebers erfolgt eine Warnmeldung. Die Minimdrehzahl der Ventilatoren liegt bei 40% (20 Hz). Bei Betrieb von mehreren Kühlturmzellen gleichzeitig, werden die Ventilatoren parallel betrieben. Die Zuschaltung der Ventilatoren erfolgt bei Überschreitung des Sollwertes um 0,5°C, die Abschaltung bei Unterschreitung des Sollwertes um 1°C. (parametrierbar)

Folgende Grenzwertmeldungen werden generiert:

- „Beckentemperatur zu hoch“ – bei Überschreiten der Solltemperatur um 3°C
- „Beckentemperatur zu niedrig“ – bei Unterschreitung von 8°C

Beide Grenzwertmeldungen werden für 5 Minuten nach einem Anlagenneustart unterdrückt.

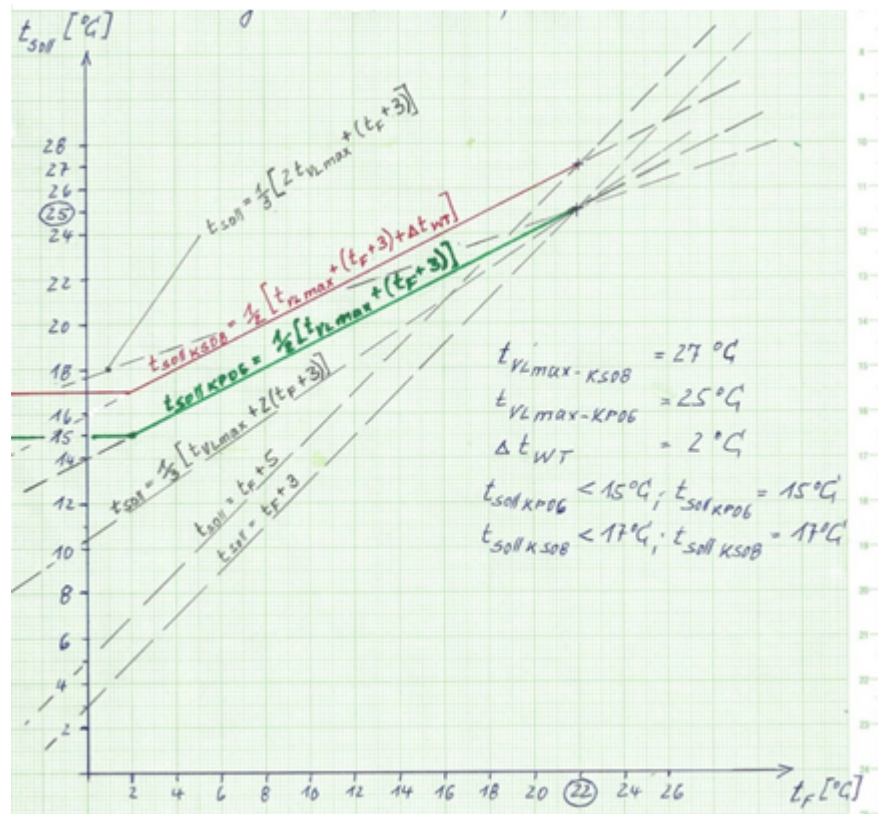
Der Temperatursollwert ist wie bei der Regelung der Vorlauftemperatur in den Sekundärsystemen gleitend, von den äußeren klimatischen jahreszeitlichen Wetterbedingungen abhängig. Für die Sollwertbildung der Ventilatorregelung ist die **grüne Gerade** maßgebend.



## Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025



|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| Ventilatoren:       | Messwertgeber:     |
| KP06-AN01 bis AN04  | KP06-DT01 bis DT04 |
| KP07-AN01 bis AN04  | KP07-DT01 bis DT04 |
|                     |                    |
| Pumpen:             | Messwertgeber:     |
| KP06-AP07/AP08/AP09 | KS07-DT01          |
| KP07-AP07/AP08/AP09 | KS08-DT01          |
| KP06-AP10/AP11      | KS09-DT01          |

### 5.7 Düsenvordruckschaltung der Kühlturmzellen

Unabhängig von der Kühlturmfolgeschaltung wie unter Punkt 5.5 beschrieben, werden die Kühlturmzellen gegen zu hohen Düsenvordruck in der Zulaufleitung überwacht. In der Hauptzulaufleitung DN 700 befindet sich die Druckmessung **KP06-DP01** mit der die Sicherheitsweitschaltung der Kühlturmzellen umgesetzt wird. Die Sicherheitsweitschaltung der Kühlturmzellen ist notwendig, um die innere Verrohrung und die Sprühdüsen vor Beschädigungen zu schützen. In jeder Kühlturmzelle sind 16 Düsen vom Typ EWF 16Q eingesetzt. Eine Überlastung der Düsen mit einem Vordruck > 0,7 bar ist nicht zulässig. Wie man unter Punkt 5.5 erkennen kann, herrschen im Normalbetrieb Düsenvordrücke um 0,3 bar. Sollte es während des Betriebes vorkommen, dass der Düsenvordruck über 0,7 bar ansteigt, wird die nächste Kühlturmzelle übergeordnet zugeschaltet. Bei Betrieb von allen 8 Kühlturmzellen ist eine Überlastung mit den installierten Kühlturmpumpen nicht möglich. Der Druck – Messwertgeber KP06-DP01 sitzt in der Hauptzulaufleitung unter den Kühlturmzellen. Der Höhenunterschied zwischen Messwertgeber und Düsen beträgt ca. 9 m, d.h. der angezeigte Messwert liegt um ca. 0,9 bar über dem wirklichen Düsenvordruck. Der kritische Wert wäre also 1,6 bar, bei dem die nächste Kühlturmzelle zuschalten muss. Die Abschaltung einer Kühlturmzelle erfolgt bei < 1,1 bar. Sollte bei Einschalt-

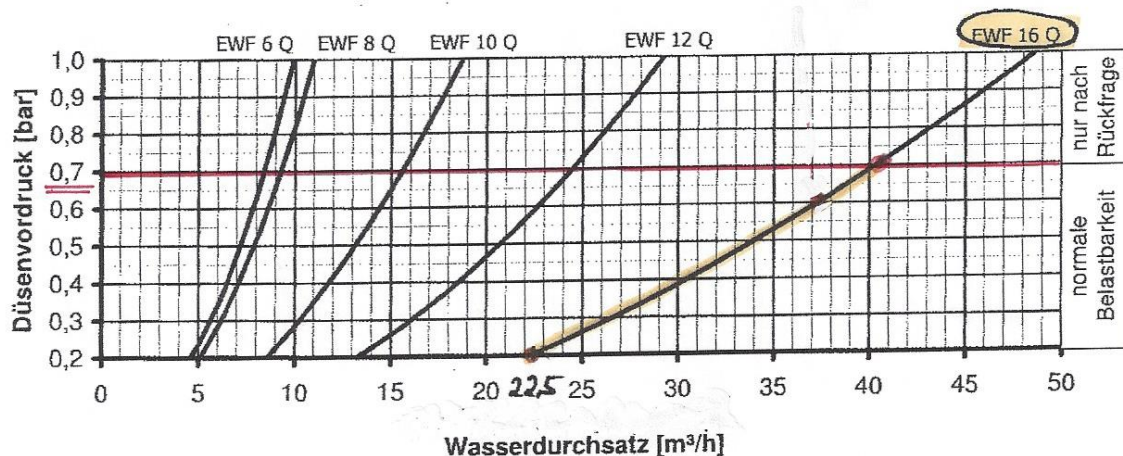
## Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025

tung aller 8 Kühlturmzellen der gemessene Wert nach einer einstellbaren Zeit (z.B. 1 Minute) über 1,7 bar ansteigen, wird die Drehzahl der KP06/KP07 – Pumpen stetig, bis zur Mindestdrehzahl reduziert.

Düsendiagramm:



### 5.8 Notbetrieb der Kühlturmzellen über Thermostat im Kühlwasserrücklauf KP06

Für den Fall, dass die übergeordnete Automatisierungsanlage ausfällt ist in der Hauptzulaufleitung zu den Kühlturmen ein Notthermostat eingebaut. Bei Überschreitung einer maximalen Rücklaufftemperatur (z.B. 30°C) werden dann **alle** Kühlturmzellen in Betrieb gehen, und die Meldung „**Notbetrieb aktiv**“ wird am Touchpanel angezeigt. Die Kühlturmzellen gehen dann unabhängig von der übergeordneten Automatisierungsanlage in den Regelbetrieb. Der dazugehörige Wasserdurchsatz in den Kühlturmzellen, sollte in diesem Fall dann vom Bedienungspersonal geprüft und eventuell per Hand angepasst werden.

### 5.9 Überwachung und Steuerung des Füllstandes in den Kühlwasserbecken KP06/KP07

Kühlcontainer KP06 und Kühlcontainer KP07 sind nahezu identisch aufgebaut. Die Nachspeisung, Abschlammung, Sandfilterbetrieb müssen aber wegen der „Parallelinstallation“ im Betrieb entsprechend behandelt werden. Im Regelbetrieb sollte die Auswahl „**KP06-Füllstand**“ oder „**KP07-Füllstand**“ an der übergeordneten Steuerung vorgenommen werden.

Die Kühlwasserbecken von KP06/KP07 sind über „kommunizierende“ Röhren miteinander verbunden, d.h. der Füllstand in beiden Becken ist identisch. Zur Überwachung und Steuerung des Füllstandes wird eine Minimalauswahl der Füllstandsfühler (**KP06-CL01 / KP07-CL01**) in den Kühlwasserbecken KP06/KP07 vorgenommen. Folgende Schaltepunkte, die in Abhängigkeit von dem Füllstand im Kühlwasserbecken stehen, werden definiert:

Betrieb „KP06-Überwachung“:



## Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025

- Maximaler Füllstand** ----> Alarmmeldung (ca. Unterkante Überlauf)
- Nachspeisung „ZU“** ----> Nachspeisarmaturen KP06-AA07 und AA08 schließen (bei
- Nachspeisung „AUF“** ----> Nachspeisarmaturen KP06-AA07 und AA08 öffnen
- Sandfilter „EIN“** ----> KP06-BC01 und KP06-BC02 (nur KP06)
- Minimaler Füllstand** ----> Alarmmeldung
- Abschlammung:** ----> über Sandfilter (nur KP06) mit Rückspül- und Absalzfunktion

**Trockenlaufschutz** ----> Abschaltung aller an den Kühlwasserbecken direkt angeschlossenen Pumpen (KP06-AP06/AP07/AP08/AP10/AP11/AP12 + KP07-AP06/AP07/AP08 und die beiden Sandfilter KP06-BC01 und BC02)

Die Sollwerte für die Schaltpunkte Nachspeisung „AUF“ und „ZU“ variieren in Abhängigkeit der in Betrieb befindlichen Kühlturmpumpen. Je weniger Pumpen in Betrieb sind, je höher steigt der Betriebswasserstand.

Der durch Verdunstung und Absalzung entstehende Wasserverlust wird durch Nachspeisung von frischem enthärtetem Wasser über die Nachspeisearmaturen KP06-AA07 u. AA08 aus der Wasseraufbereitung WE06 ersetzt.

### Betrieb „KP07-Überwachung“:

- Maximaler Füllstand** ----> Alarmmeldung (ca. Unterkante Überlauf)
- Nachspeisung „ZU“** ----> Nachspeisarmaturen KP07-AA07 und AA08 schließen
- Nachspeisung „AUF“** ----> Nachspeisarmaturen KP07-AA07 und AA08 öffnen
- Sandfilter „EIN“** ----> KP06-BC01 und KP06-BC02 (nur KP06)
- Minimaler Füllstand** ----> Alarmmeldung
- Abschlammung:** ----> Leitfähigkeitsmessung über KP07-CQ01 im Kühlwasserbecken KP07

**Trockenlaufschutz** ----> Abschaltung aller an den Kühlwasserbecken direkt angeschlossenen Pumpen (KP06-AP06/AP07/AP08/AP10/AP11/AP12 + KP07-AP06/AP07/AP08 und die beiden Sandfilter KP06-BC01 und BC02)

Die Sollwerte für die Schaltpunkte Nachspeisung „AUF“ und „ZU“ variieren in Abhängigkeit der in Betrieb befindlichen Kühlturmpumpen. Je weniger Pumpen in Betrieb sind, je höher steigt der Betriebswasserstand.

Der durch Verdunstung und Absalzung entstehende Wasserverlust wird durch Nachspeisung von frischem enthärtetem Wasser über die Nachspeisearmaturen KP07-AA07 u. AA08 aus der Wasseraufbereitung WE06 ersetzt.

## Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

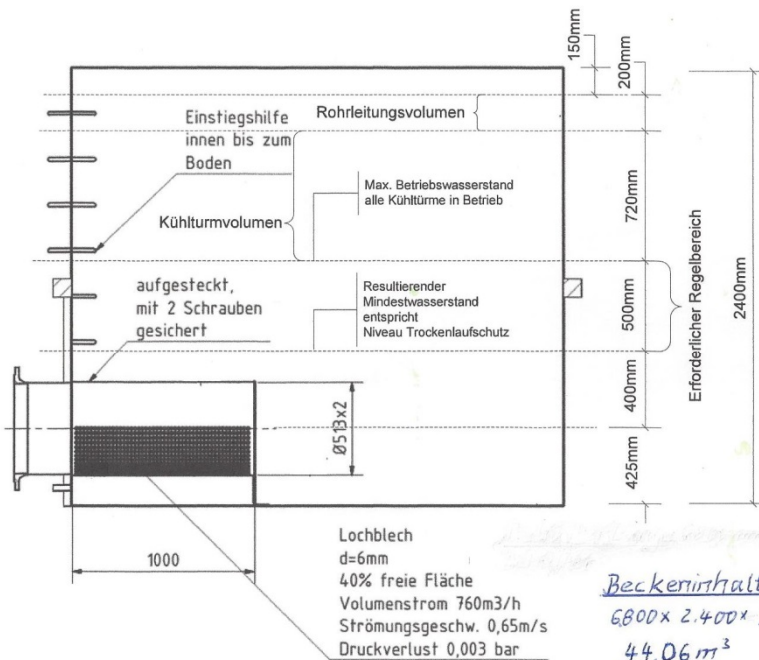
Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025

Über die Steuerung wird die Leitfähigkeit (**KP07-CQ01**) des Umlaufwassers kontinuierlich überwacht. Wird ein bestimmter oberer Leitwert überschritten (z.B. 1980  $\mu\text{S/cm}$ ), öffnet sich die Absalzarmatur (KP07-AA09) und verschmutztes Umlaufwasser wird abgelassen (Absalzung). Dies hat zur Folge, dass der Wasserstand in dem Kühlwasserbecken fällt. Fällt der Füllstand des Kühlwasserbeckens unter ein Mindestniveau, wird die Nachspeisung (KP07-AA07 und KP07-AA08) von frisch aufbereitetem Zusatzwasser eingeschaltet. Die Absalzarmatur (KP07-AA09) bleibt so lange geöffnet, bis die Leitfähigkeit des Umlaufwassers wieder in Ordnung ist (z.B. 1950  $\mu\text{S/cm}$ ) d.h. der Abschaltpunkt erreicht ist. Bei Überschreitung der eingestellten Leitfähigkeitsgrenzwerte um 300  $\mu\text{S/cm}$  erfolgt eine Alarmmeldung. Nach Schließen der Absalzarmatur (KP07-AA09) steigt der Füllstand im Kühlwasserbecken bis eine vorgegebene Füllhöhe erreicht ist und die Nachspeisearmaturen (KP07-AA07 und KP07-AA08) wieder geschlossen werden.

### Wasserstände Kühlwasserbecken

GSI Darmstadt 67.0044095



$$S_{\min} = d_E + 2,3 \cdot v_s \cdot \sqrt{\frac{d_E}{g}}$$

$S_{\min}$  Mindestüberdeckung in m,  
 $v_s$  Strömungsgeschwindigkeit in m/s,  
 $Q$  Förderstrom in m³/h,  
 $g$  Fallbeschleunigung 9,81m/s²,  
 $d_E$  Eintrittsdurchmesser des Saugrohres oder der Einlaufdüse in m.  
 Lochblech: 0,8 x 1,0 m = 0,8 m²  
 -> 40% freie Fläche  
 -> 0,32 m²  
 ->  $d_E = 0,64 \text{ m}$

$S_{\min} = 1,0 \text{ m}$

Diese Mindestüberdeckung gilt für Saugleitungen, die als „normales“ Rohr ausgeführt werden. In diesem Fall ist die Saugleitung eine Konstruktion, die das „normale“ Rohr mit einem sogenannten Floß (oberer Teilbereich und das Ende des Saugstutzens sind geschlossen) und drallverhindernde Leitflächen (Lochblech) in einem kombinierten um die oben berechnete Mindestüberdeckung zu reduzieren.

#### Anmerkungen:

Die Wasserstände variieren mit der Anzahl der in Betrieb befindlichen Kühltürme. Sollten weniger als 4 Kühltürme in Betrieb sein, steigt der Betriebswasserstand. Die eingesetzte Niveauüberwachung beinhaltet eine Sollwertverschiebung abhängig von der Anzahl der in Betrieb befindlichen Kühltürme.

## 5.10 Steuerung der Sandfilter (nur KP06) mit Rückspül- und Absalz-funktion

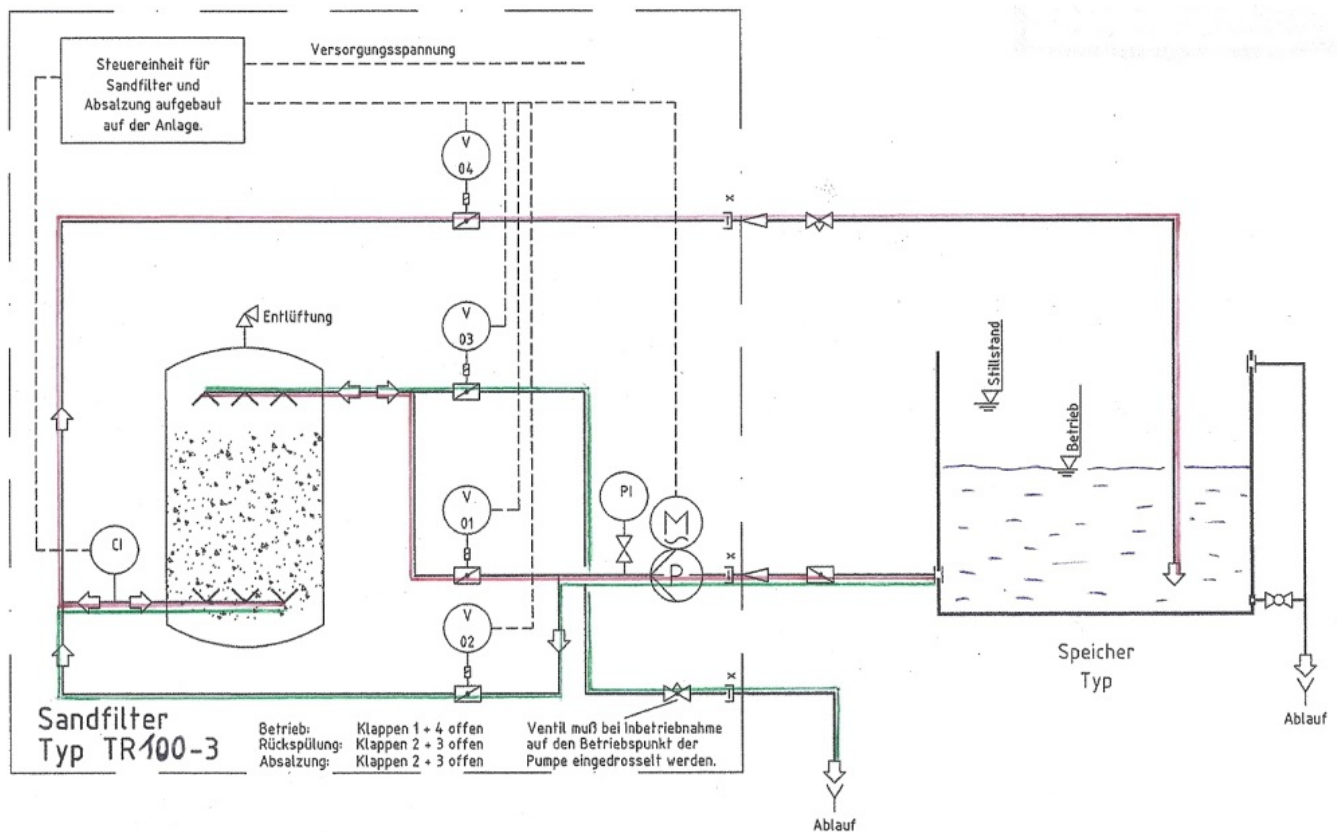
Die Filter sind mit einer autarken Steuerung ausgerüstet. Beim normalen Filtriervorgang werden die Filter von oben nach unten durchströmt (rot). Die Verschmutzung der Filter wird durch einen Rückspülvorgang (grün) kompensiert (Betriebspunkt 18,6 m³/h, 26mWs). Nach einer bestimmten Betriebsdauer wird von der Steuereinheit vollautomatisch die Rückspülung ausgelöst (Zeitsteuerung). Der Reinigungsvorgang erfolgt ohne Betriebsunterbrechung. Die Absalzanlage ist in einem der beiden Sandfilter integriert, somit ist es möglich mit dem Absalzwasser gleichzeitig den Sandfilter rückzuspülen (grün). In diesem Sandfilter wird über die Steuerung die Leitfähigkeit (**KP06-CQ01**) des Umlaufwassers kontinuierlich überwacht. Wird ein bestimmter oberer Leitwert überschritten (z.B. 1980  $\mu\text{S/cm}$ ), öffnet sich die Absalzarmatur (Klappe 2+3) und verschmutztes Umlaufwasser wird abgelassen (Absalzung). Dies hat zur Folge, dass der Wasserstand in dem Kühlwasserbecken fällt. Fällt der

## Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025

Füllstand des Kühlwasserbeckens unter ein Mindestniveau (Nachspeisung „AUF“), wird die Nachspeisung (KP06-AA07 und KP06-AA08) von frisch aufbereitetem Zusatzwasser eingeschaltet. Die Absalzarmaturen bleiben so lange geöffnet, bis die Leitfähigkeit des Umlaufwassers wieder in Ordnung ist (z.B. 1950  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) d.h. der Abschaltpunkt erreicht ist. Der Sandfilter schaltet jetzt vom Betriebsmodus „Absalzbetrieb“ in den Betriebsmodus „Filterbetrieb“. Bei Überschreitung der eingestellten Leitfähigkeitsgrenzwerte um 300  $\mu\text{S}/\text{cm}$  erfolgt eine Alarmmeldung. Nach Schließen der Absalzarmaturen steigt der Füllstand im Kühlwasserbecken bis eine vorgegebene Füllhöhe (Nachspeisung „ZU“) erreicht ist und die Nachspeisearmaturen wieder geschlossen werden können.



### 5.11 Biozid – Dosierung (KP06 und KP07)

In jedem Kühlcontainer ist jeweils eine Bioziddosieranlage KP06 --> KP06-AZ100 und KP07 --> KP07-AZ100 installiert. **Jede Bioziddosieranlage arbeitet autark und wird manuell bei Bedarf in Betrieb gesetzt.** Jeder Kühlkreislauf KP06 / KP07) hat ca. 40 m<sup>3</sup> Kühlkreisumlaufwasser. Die zu dosierende Biozidmenge hängt vom Anlagenvolumen ab.

Gemäß VDI – Richtlinie 2047 Blatt 2 hat der Betreiber einer Verdunstungskühlanlage für einen hygienisch einwandfreien Betrieb der Kühlanlage zu sorgen. Die Dosieranlage zur Dosierung von **Biozid** dient der Verhinderung von biologischem Wachstum (Algen, Bakterien, Pilze). Die Biozid - Dosierung erfolgt nach Bedarf. D.h. wöchentlich wird eine Messung der biologischen Aktivität per Hand durch die Betriebsmannschaft und unabhängig davon alle 2 Wochen eine Analyse des Umlaufwassers durch ein externes Labor (momentan Fa. Wessling) veranlasst.

Die Biozid – Dosieranlage befindet sich in dem Technikcontainer neben dem Kühlwassersammelbecken. Die Impfung mit Biozid erfolgt direkt in das Becken.

Bei Überschreitung der zulässigen biologischen Belastung des Umlaufwassers, wird eine Stoßdosierung mit Biozid vorgenommen. Die Biozidmenge, die pro Zeiteinheit geimpft wird, muss an der Dosierpumpe direkt eingestellt werden (4 Liter Biozid auf 40 m<sup>3</sup> Umlaufwasser).

Das **Bioziddosierprogramm** wird durch die Betriebsmannschaft manuell ausgelöst (Software-Schalter am Touchpanel im Schaltschrank der Kühlwassererzeugungsanlage – KP06 / KP07) und daraufhin wird in Abhängigkeit des Kühlwasserinhaltes der Anlage eine festgelegte Biozidmenge (4 Liter Biozid auf 40 m<sup>3</sup>) dosiert. Für die Zeit der Biozid-Dosierung und die nachfolgende Einwirkzeit werden die Absalzung und die Rückspülung der Kühlwasser-Sandfilter (bei KP06) für einen festgelegten Zeitraum (3 Stunden) automatisch verriegelt. Dadurch wird verhindert, dass nicht abgebautes Biozid in das Kühlturmbabwassersystem der GSI eingeleitet wird und die Wirkung des Biozids durch Verdünnung aufgrund von Zusatzwassernachspeisung in Folge von Absalzung oder Rückspülung (bei KP06) verringert wird.

Um eine korrekte Wirkung des Biozids zu erzielen, ist dessen gleichmäßige Verteilung im gesamten offenen Kühlwassersystem erforderlich. Alle Anlagen und Anlagenteile des offenen Kühlturmsystems müssen hierzu mit dem Biozid in Berührung kommen.

Für die Anlage KP06/KP07 ist vorgesehen, dass im Regelbetrieb bei Bioziddosierung in der Zentrale IT maximal 2 von 3 Pumpen (KP06-AP07, KP06-AP08, KP06-AP09) (KP07-AP07, KP06-AP08, KP06-AP09) und in der Zentrale Nebenräume maximal eine Pumpe (KP06-AP10 oder KP06-AP11) gleichzeitig in Betrieb sind. Die Wärmetauscher (6 St. in Zentrale IT, 2 Stück in Zentrale Nebenräume) sind ebenfalls redundant (n+1) werden jedoch im Regelbetrieb immer alle durchströmt.

Es kann je nach Lastfall (Gesamtvolumenstrom primärseitig, Vorlauftemperatur sekundärseitig, Feuchtkugelttemperatur) zum Zeitpunkt der Bioziddosierung eine unterschiedliche Anzahl an Kühlturmzellen und Pumpen in Betrieb sein. Im Schwachlastfall z.B. eine Pumpe in Zentrale IT mit Mindestdrehzahl, eine Pumpe in Zentrale Nebenräume mit Mindestdrehzahl und eine Kühlturmzelle.

Im Falle eines anliegenden Frostschutzalarms (bei Unterschreitung des unteren Grenzwertes der erzeugerseitigen Vorlauftemperatur/mittlere Temperatur im Kühlwasserbecken) sind die Pumpen im Erzeugerkreis abgeschaltet. Eine Desinfektion aller Anlagenteile ist in diesem besonderen Fall des Frostschutzbetriebs deshalb nicht möglich und eine Bioziddosierung nicht sinnvoll, da nicht alle Anlagenteile durchströmt werden können.

Das eingesetzte Biozid ist für ca. 2 Stunden wirksam. Um die Wirksamkeit der Desinfektion sicherzustellen, sind alle Anlagenteile innerhalb von ca. 1,5 Stunden nach Auslösen der Bioziddosierung mindestens einmal vollständig zu durchströmen.

### Programmablauf (teilweise umgesetzt in KP06):

- Nach Feststellung einer Überschreitung eines mikrobiologischen Grenzwertes wird durch den Betreiber am Touchpanel der Automationsstation der Kühlwassererzeugungsanlage manuell die Biozid-Dosierung ausgelöst.
- Nach Auslösung der Biozid-Dosierung wird automatisch die Absalzung und die Rückspülung der Sandfilter (bei KP06) für einen parametrierbaren Zeitraum („Sperrzeit“, derzeit vorgesehen: 3 Stunden) verriegelt.

## Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025

- Es erfolgt die Dosierung der vorgegebenen Biozidmenge (4 Ltr. Biozid pro 40 m<sup>3</sup> Kühlwasserinhalt der Anlage) über die Membranpumpe des Biozidbehälters ausgelöst.
- Es wird ein „Biozid-Programm“ aktiviert, bei dem die erzeugerseitigen Anlagenkomponenten wie folgt betrieben werden:
- Es werden umlaufend alle 8 Kühlturmzellen angefordert, d. h. in der Folge werden alle Zulauf-Absperrklappen aller 8 Kühlturmzellen geöffnet (4 x 2 Kühlturmzellen a 10 min für 2 h, parametrierbar). Die Kühlturmventilatoren laufen im Regelbetrieb.
- Es werden jeweils zwei primärseitige Kühlwasserpumpen von KP06-AP07 bis KP06-AP09 und KP07-AP07 bis KP06-AP09 mit einer parametrierbaren, konstanten Drehzahl (derzeit vorgesehen: 90%) in Betrieb genommen.
- Es werden außerdem die GT1-seitigen Komponenten zur Kühlwassernutzung in BK1 in Betrieb genommen, d. h. die Klappen KP06-AA05 und KP06-AA06 geöffnet, sowie die Pumpe KP06-AP12 eingeschaltet, um auch diese Anlagenteile und den zugehörigen Wärmetauscher mit Biozid-geimpftem Wasser zu durchströmen.
- Es wird eine primärseitige Kühlwasserpumpe von KP06-AP10 bis KP06-AP11 mit einer parametrierbaren, konstanten Drehzahl (derzeit vorgesehen: 90%) in Betrieb genommen.
- Nach einer parametrierbaren Zeitdauer (derzeit vorgesehen: 45 Minuten), wird eine der beiden in Betrieb befindlichen Pumpen von KP06-AP07 bis KP06-AP09 und KP07-AP07 bis KP07-AP09 ausgeschaltet und danach die bislang nicht in Betrieb befindliche („dritte“) Pumpe eingeschaltet.
- Nach einer parametrierbaren Zeitdauer (derzeit vorgesehen: 45 Minuten), wird die in Betrieb befindliche Pumpe von KP06-AP10 bis KP06-AP11 ausgeschaltet und danach die bislang nicht in Betrieb befindliche („zweite“) Pumpe eingeschaltet.
- Nach einer parametrierbaren Zeitdauer (derzeit vorgesehen: 2 Stunden), werden alle Anlagen in den Regelbetrieb zurückgeschaltet.
- Während des Ablaufs des „Biozid-Programms“ wird kontinuierlich die Temperatur im Vorlauf der Verbraucherseite IT überwacht. Bei Unterschreitung eines parametrierbaren Grenzwertes der Vorlauftemperatur (derzeit vorgesehen: 15 °C) wird das „Biozid-Programm“ abgebrochen und die Anlagen gehen zurück in den Regelbetrieb.
- Rückspülung und Absalzung bleiben trotz der Rückschaltung in den Regelbetrieb, bis zum Ablauf der „Sperrzeit“ zwingend verriegelt.

### 5.12 Dosierung von Härtestabilisatoren

Die Dosieranlage zur Dosierung von **Härtestabilisatoren** dient der Vermeidung von Inkrustierungen (Kalziumhydrogenkarbonat) an Anlagenteilen.

Die Härtestabilisatoren - Dosieranlage ist kontinuierlich in Betrieb. Die Härtestabilisatoren werden in Abhängigkeit von der Nachspeisewassermenge dosiert. Die Dosieranlage steht in dem Betriebscontainer der Wasseraufbereitungsanlage WE06 und gehört deshalb auch funktionell zur Wasseraufbereitung WE06. D.h. daß diese Dosieranlage auch bezüglich Dokumentation zu WE06 gehört.

### 5.13 Trockenlaufschutz der Pumpen

Die Hauptkühlwasserpumpen, primär- und sekundärseitig, haben eine Absicherung gegen „Trockenlauf“. Die primärseitigen Pumpen KP06-AP07 / AP08 / AP09 / AP10 / AP11 / AP 12 , KP07-AP07 / AP08 / AP09 und die Sandfilteranlagen KP06-BC01 und BC02 werden über die Füllstandsmessung im Kühlwasserbecken überwacht und bei Unterschreitung abgeschaltet.

Die sekundärseitigen Pumpen KS08-AP01 / AP02 / AP03 / AP04, KS07-AP01 / AP02 / AP03 und KS09-AP01 u. AP02 haben jeweils saugseitig einen Drucksensor, der die Pumpen jeweils bei Unterschreitung von 0,5 bar abschaltet.

### 5.14 Mindestmengenabsicherung der Pumpen in KP06/KP07

Die Pumpen KP06-AP07 bis AP09 (Rückkühlung KS08 Rechnerracks), KP07-AP07 bis AP09 (Rückkühlung KS07 Rechnerracks) sowie KP06-AP10 und AP11 (Rückkühlung KS09 Umluftkühler) fördern allesamt zu den Kühlturmzellen, die jeweils in ihren Zulaufleitungen Motorklappen haben. Durch eine Fehlschaltung könnte es dazu kommen, dass die oben genannten Pumpen gegen die geschlossenen Zulaufklappen fahren. Um dies zu vermeiden, sollten die Pumpen über die Mengenmessungen KP06-CF03, KP07-CF03 und KP06-CF04 auf Mindestmenge überwacht werden. Bei Unterschreitung von 240 m³/h (AP07 bis AP09 u. AP10 u. AP11) führt dies zwangsläufig zur Abschaltung der Pumpen. Andererseits bedeutet dies auch, dass immer eine Mindestwassermenge von 240 m³/h über die Kühlturmzellen fließt. Momentan ist eine Mindestfrequenz von 25 Hz eingestellt.

### 5.15 Betrieb der Pumpen

In dem Primärsystem (KP06 / KP07) als auch in den Sekundärsystemen (KS07 / KS08 / KS09) kommt es zu Parallelbetrieb der Pumpen (3x50%). Hierbei kommt es bei Anforderung Leistungserhöhung zu Pumpenzuschaltungen, d.h. eine Pumpe wird hochgefahren bis 90%. Jetzt erfolgt die Zuschaltung der zweiten Pumpe. Beide Pumpen bekommen das gleiche Stellsignal und fahren jetzt mit 2 x 45% weiter bis zu 2 x 100%. Bei der Anforderung Leistungsreduzierung fahren beide Pumpen z.B. auf 2 x 40% zurück. Eine Pumpe (betriebsstundenabhängig) wird jetzt abgeschaltet. Die verbleibende Pumpe fährt jetzt mit 80% weiter.

Wöchentlich erfolgt eine betriebsstundenabhängige Umschaltung der Pumpen, um eine gleichmäßige Auslastung der Maschinen zu erreichen. Die Umschaltung erfolgt überlappend. Zunächst fährt die übernehmende Pumpe bis zum Sollwert hoch. Jetzt kann die abschaltende Pumpe auf ihrer .Rampe herunterfahren und abschalten.

Alle Umwälzpumpen sind redundant geplant. D.h. bei Ausfall einer Pumpe durch Störung übernimmt sofort die in Redundanz stehende Pumpe automatisch den Betrieb und eine entsprechende Störmeldung wird generiert. Bei Störung der Erzeugerpumpen (KP06 / KP07) bleiben die Verbraucherpumpen (KS07, KS08, KS09) weiter in Betrieb. Bei Störung der Verbraucherpumpen (KS07, KS08, KS09) blei-



ben die Erzeugerpumpen (KP06 / KP07) weiter in Betrieb. Liegt von den Zulaufklappen der Kühlturmzellen keine „AUF – Meldung“ vor, werden alle Pumpen, die zu den Kühlturmzellen fördern, ausgeschaltet. Der Wiederanlauf der Pumpen erfolgt bei „AUF – Meldung“ von mindestens einer Zulaufklappe nach einer einstellbaren Zeit (2 Minuten).

### 5.16 Druckhaltung u. Nachspeisung in den geschlossenen Sekundärsystemen KS08 u. KS09

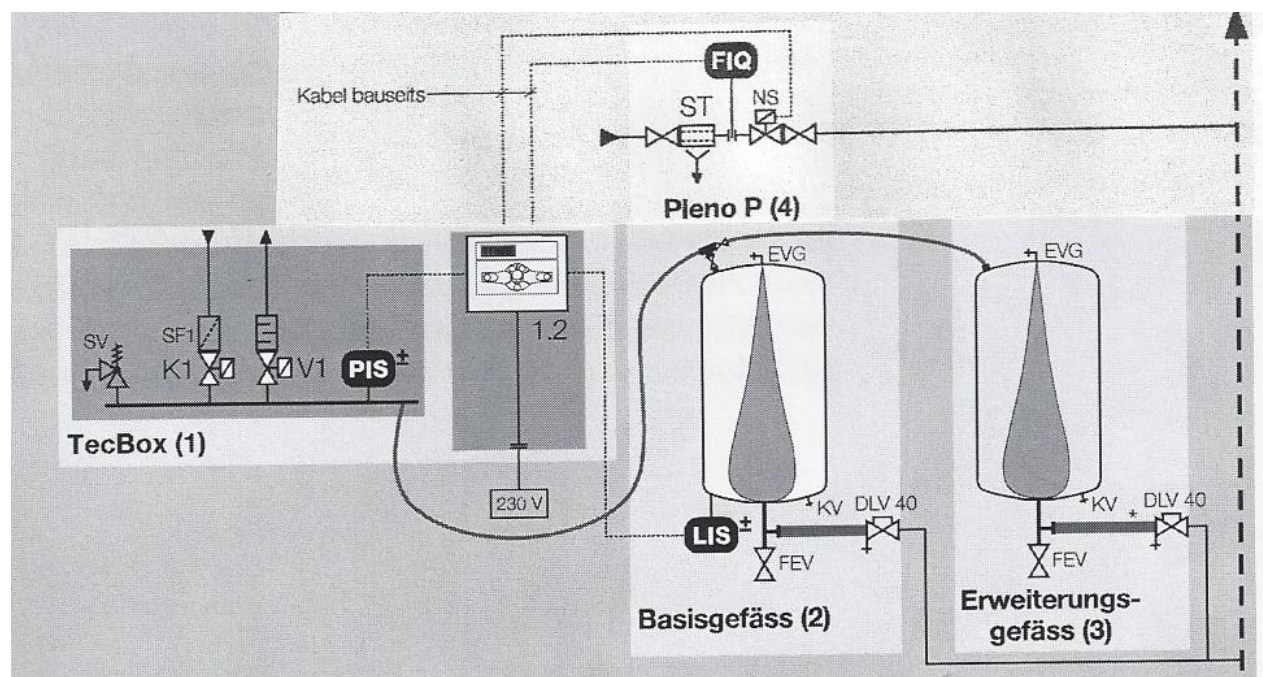
Die beiden installierten Ausdehnungsgefäße (KS08-BZ01/BZ02) sind nicht umschaltbar und arbeiten nicht autark und können demzufolge auch nicht im laufenden Betrieb gewartet werden.

Der nachfolgende Beschrieb entspricht nicht dem angedachten Ausbaukonzept. Die Druckhalteanlage und Nachspeisung soll aber im Zuge der Ertüchtigung der Gesamtkühlanlage auf GSI-Standard umgerüstet werden. (siehe hierzu Druckhaltung u. Nachspeisung in den geschlossenen Sekundärsystemen KS07). Die vorhandene Anlage funktioniert aber.

Die nachfolgend beschriebene Anlage ist eine fertig konzipierte Anlage der FA. IMI / Heimeier / Pneumatex.

Das auf einen bestimmten Haltedruck (z.B. 2,6 bar) eingestellte Ausdehnungsgefäß (AG) gibt bei Kühlwasserverlust, Wasser an die Anlage ab. Um den Haltedruck annähernd konstant zu halten, ist das AG mit einer Druckluftsteuerung ausgerüstet. Die Druckluftversorgung erfolgt mit ölfreier Druckluft aus dem Werksnetz. Die Druckluftsteuerung gleicht den im AG entstandenen Druckabfall aus. Das Gewicht des AG' s wird somit kleiner. Bei Unterschreitung eines bestimmten Gewichtes wird über eine Messung (LIS) am Fuß des AG' s, die Wassernachspeisung durch eine automatisch Nachspeisearmatur in Gang gesetzt. Das Gewicht des AG' s steigt solange, bis ein vordefinierter Füllstand des AG' s (Angabe in %) erreicht ist. ⇒ Die Nachspeisearmatur schließt. Die maximale Füllmenge muss so festgelegt sein, dass das verbleibende Volumen des AG' s das Ausdehnungswasser bei einem Anfahrvorgang aufnehmen kann.

Der ansteigende Druck im AG wird luftseitig über ein Luftablassventil ausgeglichen. Das heißt, der Haltedruck im System wird durch die Druckluftsteuerung annähernd (Hysterese) konstant gehalten.



## Verfahrenstechnische Beschreibung Kühlwasseranlage KP06, KP07, KS07, KS08, KS09

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube

Stand:05.03.2025

### Druckhaltung:

Eingestellter Mindestdruck (geodätische Anlagenhöhe + 0,3bar) = 2,2 bar  
Anlagendruck (Mindestdruck + 0,5bar) = 2,7 bar  
Hysterese +/- 0,1bar ----> 2,6bar bis 2,7bar

### Nachspeisung:

EIN --> bei 30% Füllstand des AG' s  
AUS --> bei 40% Füllstand des AG' s

### Behältervolumina:

KS09 --> 2 x 400 Liter  
KS08 --> 200 Liter

Die Größe des Ausdehnungsgefäßes bestimmt sich durch den Wasserinhalt der Anlage (39m<sup>3</sup> --> KS08 u. 3m<sup>3</sup> --> KS09) und die maximal auftretende Temperaturdifferenz des Wassers (ca. 10°C beim Füllen -----> größte Betriebstemperatur ca. 30°C).

## 5.17 Druckhaltung u. Nachspeisung im geschlossenen Sekundärsystem KS07

Um die Zuverlässigkeit und die Überwachungsart der Nachspeisefunktion zu verbessern wurde in KS07 eine von Druckhalte- und Nachspeiseeinrichtung unabhängige Überwachung installiert, die auf die übergeordnete SPS aufgeschaltet ist. Hierzu wurde in der Nachspeiseleitung vor der Nachspeisearmatur ein Wasserzähler mit elektronischem Impulsgeber und zusätzlichem Magnetventil eingebaut. Somit ist es möglich die Nachspeisewassermenge pro Nachspeisung (z.B. 100 Liter) und die Nachspeiseintervalle (z.B. maximal 2 Nachspeisevorgänge innerhalb von 30 Minuten) zu überwachen. Bei Grenzwertverletzung dieser Parameter wird das Magnetventile geschlossen. Außerdem wird die Störmeldung „Leckage“ abgesetzt. Die Abschaltung der Pumpen wird bei weiterem Wasserverlust, nachfolgend über den Trockenlaufschutz ausgelöst. Die Entsperrung der Nachspeisung ist nur durch Quittierung per Hand möglich. Um der übergeordneten Automatisierungsanlage detailliertere Informationen über den Zustand der Druckhalte- und Nachspeiseeinrichtung zukommen zu lassen wurde die Steuerungsanlage der Druckhaltung mit einem zusätzlichen Kommunikationsbaustein erweitert, damit neben der Sammelstörmeldung noch einzelne Meldungen an die jeweilige übergeordnete SPS übermittelt werden können. Unter anderem wurde eine Plausibilitätsprüfung der Nachspeisung (Öffnen des Nachspeiseventils ----> Zählimpulse des zusätzlichen Wasserzählers) programmiert.

### Druckhaltung:

Eingestellter Mindestdruck (geodätische Anlagenhöhe + 0,3bar) = 2,2 bar  
Anlagendruck (Mindestdruck + 0,5bar) = 2,7 bar  
Hysterese +/- 0,1bar ----> 2,6 bar bis 2,7 bar

### Nachspeisung:

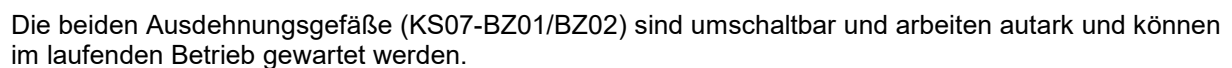
EIN --> bei 30% Füllstand des AG' s  
AUS --> bei 40% Füllstand des AG' s

### Behältervolumina:

KS07 --> 2 x 700 Liter

Rechenzentrum GSI-Green IT Cube  
Stand:05.03.2025

- Überwachung des Mindestfüllstandes (einstellbar)
- Überwachung des Mindestdruckes (einstellbar)
- Überwachung der Nachspeisezeit (einstellbar)
- Überwachung der Nachspeisezeitintervalle (2 Nachspeisungen in 30 Minuten)
- Überwachung der Gesamtnachspeisemenge pro Jahr über Kontaktwasserzähler (Grenzwert einstellbar)



### 5.18 Schnelle Leckagedetektion Verbraucherseite IT (KS07 / KS08)

Zusätzliche zu den genannten Standardfunktionen der Ausdehnungsgefäße, über die eine Sammelmeldung an die übergeordnete SPS abgegeben wird, ist im System KS07/KS08 – (Kühlung der Rechnerracks) eine „Schnelle Leckagedetektion“ in der Software installiert.

Es wird die Beziehung  $\Delta V = V \cdot \beta \cdot \Delta t$  überwacht. D.h. bei einer Änderung des Füllstandes im Ausdehnungsgefäß in einem gewissen Zeitintervall muss sich die Kühlwassertemperatur in der gleichen Zeit so geändert haben, dass die oben genannte Gleichung wieder erfüllt ist. Als repräsentative Kühlwassertemperatur wird der Mittelwert aus Wärmetauscher - Eintrittstemperatur (KS08-CT04 / KS07-CT04) und Wärmetauscher - Austrittstemperatur (KS08-DT01 / KS07-DT01) definiert. Bei entsprechenden Grenzwertverletzungen der eingestellten Parameter führen zur Sperrung der Nachspeisung, die in Folge nur per Hand quitiert werden kann.

#### Programmablauf:

Der Füllstand der Ausdehnungsgefäße wird als Analogwert kontinuierlich von der Steuerung der Druckhalteanlage an die Gebäudeautomationsanlage übertragen. Der Wert wird dann in der Gebäudeautomationsanlage wie folgt ausgewertet.

Die Füllstände der Ausdehnungsgefäße der Druckhalteanlagen der geschlossenen Kühlwasserkreise IT Ebene 5+6 (KS08) und IT Ebene 3+4 (KS07) werden als analoge Datenpunkte an die SPS übergeben. Der Füllstand der Behälter wird in der SPS kontinuierlich mit dem Mittelwert der Kühlwassertemperatur aus Wärmetauschereintritt und -austritt verglichen. Wenn eine Abnahme des Füllstandes der Behälter festgestellt wird, ohne dass die mittlere Temperatur im gleichen Maß abgenommen hat, wird dies automatisch als Leckage gewertet.

Zusätzlich wird die Volumenänderungsrate (Abnahme des Füllstandes pro Zeiteinheit) ermittelt. In Abhängigkeit dieser Änderungsrate wird die Absetzung einer Alarmmeldung definiert.

In der Softwareprogrammierung sind sowohl die Temperaturänderung, der Anlagenfüllstand als auch die Füllstandsänderungsrate als Grenzwerte für die Absetzung von Alarmen frei parametrierbar angelegt.

Bei einer entsprechenden Grenzwertverletzung der eingestellten Parameter wird die Nachspeisung unterbrochen.

Die Abschaltung der Kühlwasserpumpen ist derzeit nicht vorgesehen, um einen Stillstand der Anlage aufgrund evtl. Fehlmessungen oder Fehlparametrierungen zu vermeiden. Die Funktion der Pumpenabschaltung bei Leckageerkennung kann aber nachträglich jederzeit einfach realisiert werden.

Die Abschaltung der Pumpen aufgrund des Trockenlaufschutzes erfolgt weiterhin, d. h. die Trockenlaufschutzfunktion der Pumpen bleibt unberührt.



## 5.19 Funktion Druckstufenentgaser (KS07/KS08/KS09)

### Die Problemstellung

Gase in Heizungs- oder Kühlanlagen können unangenehme Folgen haben. Diese reichen von ärgerlichen Geräuschen bis zur Zerstörung von Anlagenteilen durch Korrosion.

Dass jede Anlage am Anfang Luft enthält, ist bekannt. Der grösste Teil davon wird durch thermische Entgasung eliminiert. Entscheidend ist, ob der Nachschub von Luft ins Wasser blockiert werden kann. Dies ist möglich durch Pneumatex-Systeme, wo alle Ausdehnungsgefässe mit Blasenmembranen aus dichtem Butylkautschuk ausgerüstet sind.

Es gibt Anlagen, die auch als geschlossene Systeme Gasprobleme aufweisen, z.B.

- wenn regelmässig mit unaufbereitetem Wasser nachgefüllt wird.
- wenn nie eine thermische Entgasung stattfindet (Kühlanlagen).
- wenn infolge mangelhafter Druckhaltung Luft angesaugt wird.

### Der Lösungsweg

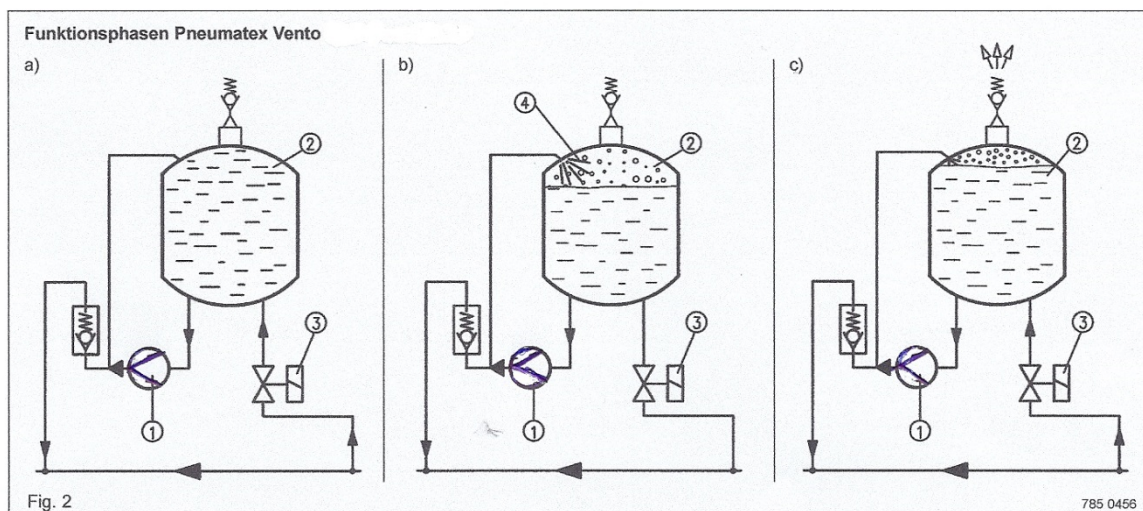
In Anlagen mit Gasproblemen wird durch den Einbau eines Pneumatex Vento nachhaltig abgeholfen. Auf den Einsatz chemischer Mittel kann verzichtet werden.

Der Vento nutzt das nach dem Physiker Henry benannte Gesetz, wonach Wasser bei hohem Druck mehr Gas lösen kann als bei tiefem Druck. Durch den Vento wird der Anlage regelmässig Wasser entnommen und in einem Behälter unter Vakuum gesetzt. Das Wasser wird so gezwungen, Gas abzugeben.

Der Vento arbeitet nach dem Pneumatex-Prinzip des geschlossenen Kreislaufs. In keiner Phase kann Sauerstoff von aussen in Berührung mit Wasser kommen. Anlagekorrosion wird konsequent unterbunden.

### Das Wirkungsprinzip (Fig. 2)

- Spülphase**  
Der Entgasungsbehälter (2) wird gespült. Entgasetes Wasser wird in die Anlage zurückbefördert und durch gasreiches ersetzt.
- Unterdruckphase**  
Ventil (3) schliesst, was bei laufender Pumpe (1) zu einem massiven Druckabfall (Vakuum) führt. Unterdruck und Sprüheffekt (4) provozieren gründliche Entgasung des Wassers.
- Ausstossphase**  
Ventil (3) öffnet. Der im Behälter entstehende Druck treibt das Gas aus.
- Unterbruchphase**  
Der beschriebene Ablauf wird regelmässig durch einen Pumpenstopp unterbrochen. Dieses Vorgehen stellt zwar höhere Anforderungen an die Steuerung, bewirkt jedoch, dass die Pumpe auch bei hohem Gasanfall nie trocken läuft.



### 5.20 Anlagenfrostschutz

Die Kühlturmverrohrung der Zulaufleitungen wird je Kühlturmzelle, oberhalb der Zulaufklappen über dünne Entwässerungsleitungen DN15, im freien Ablauf, in das Kühlwasserbecken im Technikcontainer entwässert. D.h. Bei geschlossener Zulaufklappe läuft die Zulaufleitung und der Düsenstock in der Kühlturmzelle immer leer.

Ansonsten sind alle außenliegenden Rohrleitungen von und zu den Kühlturmzellen isoliert und mit Rohrbegleitheizungen ausgerüstet.

Bei sehr tiefen Außentemperaturen und sehr geringem Kühlleistungsbedarf (nur eine Kühlturmzelle ohne Ventilator in Betrieb) ist es möglich, dass für die in Betrieb befindliche Kühlturmzelle „Frostgefahr“ besteht. Aus diesem Grunde werden die erzeugerseitigen Eintrittstemperaturmessstellen zu den Wärmetauschern **KP07-CT02** (für Rechnerrackkühlung KS07), **KP06-CT02** (für Rechnerrackkühlung KS08) und **KP06-CT07** (für Kühlung Umluftkühler KS09) überwacht. Bei Unterschreitung eines einstellbaren Grenzwertes ( $< 5^{\circ}\text{C}$ ) über einen einstellbaren Zeitraum (1 Minute), wird jeweils die Gefahrenmeldung „Frostgefahr KS07 Rackkühlung“, „Frostgefahr KS08 Rackkühlung“ bzw. „Frostgefahr KS09 Umluftkühler“ abgesetzt und die zugehörigen erzeugerseitigen Pumpen KP07-AP07 bis AP09, KP06-AP07 bis AP09 bzw. KP06-AP10 und AP11 werden abgeschaltet. Die verbraucherseitigen Pumpen müssen weiter laufen. Durch die fehlende Kühlung der Verbraucherkreisläufe wird sich die Temperatur jetzt stetig erhöhen. Durch die Überwachung der verbraucherseitigen Temperaturmessstellen **KS07-DT01**, **KS08-DT01** und **KS09-DT01** wird diese Temperaturerhöhung in den Systemen detektiert und bei Überschreitung eines einstellbaren Grenzwertes ( $> 20^{\circ}\text{C}$ ) über einen einstellbaren Zeitraum (1 Minute) die Aufhebung der Frostschutzgefahr veranlasst. D.h. es werden entsprechende Meldungen generiert („Frostgefahr für Rechnerrackkühlung KS07/KS08 aufgehoben“ und „Frostgefahr für Kühlung Umluftkühler KS09 aufgehoben“) und die dazugehörigen erzeugerseitigen Pumpen (KP06-AP07 bis AP09, KP07-AP07 bis AP09 und KP06-AP10 und AP11) werden wieder in Betrieb genommen. Diese Frostschutzfunktion bleibt anschließend für einen einstellbaren Zeitraum (15 Minuten) gesperrt, um dem Kühlturmsystem Gelegenheit zu geben sich mit der aufgestauten Wärme aus dem Verbrauchersystem wieder allmählich zu erwärmen, ansonsten käme es zu einer weiteren Auslösung der Frostschutzfunktion.

Falls die zuvor beschriebene Funktion durch irgendwelche Umstände (Fehlbedienungen, SPS - Fehlfunktionen) nicht greift, ist in der „Kühlturminernen Steuerung“ bei Beckentemperaturen  $< 5^{\circ}\text{C}$  noch eine weitere Frostschutzfunktion hinterlegt. D.h. bei Beckentemperaturen  $< 5^{\circ}\text{C}$  werden übergeordnet alle Kühlturmzellen abgeschaltet (Zulaufklappen KP06-AA01 bis AA04 --> ZU, Zulaufklappen KP07-AA01 bis AA04 --> ZU ). In Folge fallen die Pumpen KP06-AP07 bis AP11 und KP07-AP07 bis AP09 über „Mindestmenge“ und „Auswertung der Zulaufklappenstellung“ aus. Die Pumpen können jetzt erst wieder anlaufen, wenn mindestens eine Zulaufklappe wieder offen ist. Diese Störung durch die Frostschutzfunktion kann nur an dem Touchpanel der „Kühlturminernen Steuerung“, unabhängig von der Beckentemperatur, per Hand für 15 Minuten quittiert werden. Die Kühlturmzellen sind dann für 15 Minuten wieder freigegeben. Sollte die Beckentemperatur nach 15 Minuten nicht über  $10^{\circ}\text{C}$  angestiegen sein, werden die Kühlturmzellen wieder gesperrt.



### 5.21 Versorgung des Büro- und Kantinengebäudes BK1 mit Kühl- bzw. Heizwasser

Zur Versorgung des Büro- und Kantinengebäudes BK1 mit Kühl- bzw. Heizwasser sind für den jeweiligen Betrieb (Kühlen oder Heizen) Wärmeübergabestationen in der Technikzentrale des „Green IT“ installiert. Die Wärmeübergabestationen im „Green IT“ und die Wärmepumpe im BK1, sind über erdverlegte Rohrleitungen miteinander verbunden. Die Wärmeübergabestation „Kühlen“ ist an der Zulaufrohrleitung zu den Kühltürmen im offenen Kühlturmsystem KP06 angeschlossen (siehe auch Fließbild). Der Anschluss für die Wärmeübergabestation „Heizen“ ist an der Rücklaufleitung im geschlossenen Sekundärsystem KS08 (Rackkühlung) angeschlossen (siehe auch Fließbild). Die Wärmeübergabestationen bestehen jeweils aus einem Plattenwärmetauscher (Systemtrennung) einer Green IT –seitigen Umwälzpumpe mit fester Drehzahl und beidseitigen Motorabsperklappen.

Wird durch die Automatisierungsanlage im BK1 „Kühlen“ bzw. „Heizen“ angefordert, werden die jeweiligen Motorklappen geöffnet und die jeweilige Umwälzpumpe angefahren. Liegt die Anforderung von BK1 nicht an, werden die jeweiligen Pumpen ausgeschaltet und die jeweils zugehörigen Motorklappen geschlossen. Die Betriebszustände werden durch Stellungsrückmeldungen von den Motorklappen und Stör- bzw. Betriebsmeldungen der Umwälzpumpen von der übergeordneten SPS überwacht d.h. es ist entweder nur „Kühlen“ oder nur „Heizen“ möglich.

Bei Ausfall des Sekundärsystems KS08 **durch Trockenlaufschutz KS08-CP02 der Umwälzpumpen** wird der Wärmepumpenbetrieb der Wärmeübergabestation „Heizen“ abgeschaltet (KS08-AP04 --> AUS, Motorklappen KS08-AA01 / AA02 und KZ02-AA01 --> ZU).

Bei Ausfall des Primärsystems KP06 **durch Trockenlaufschutz KP06-CL01 (Mindestfüllstand Kühlwasserbecken)** wird der Kühlbetrieb der Wärmeübergabestation „Kühlen“ abgeschaltet (KP06-AP12 --> AUS, Motorklappen KP06-AA05 / AA06 und KZ02-AA02 --> ZU).

### 5.22 Wasseraufbereitungsanlage (Enthärtungsanlage) WE01

Zentrale Wasseraufbereitungsanlage (Enthärtungsanlage) in Containerbauweise (WE06), im ersten Bauabschnitt zu 50% ausgebaut. Im Zuge des 2.BA wurde eine 2.Enthärtungsstrasse installiert, welche aber noch nicht in Betrieb genommen wurde. Aufstellung im Container im Außenbereich neben den Kühltürmen incl. einer Dosierstation für Härtestabilisatoren

Salzbehälter bzw. Solebereiter aus GFK, Fassungsvermögen 30 m<sup>3</sup> zur Soleerzeugung (NaCl) für die Regeneration der zentralen Enthärtungsanlage. Die Aufstellung ist im Freien neben dem Container Enthärtungsanlage.

Für die Wasseraufbereitungsanlage (WE06) existiert eine separate Dokumentation d.h. sie ist nicht Bestandteil dieser Dokumentation und wird hier nicht behandelt.