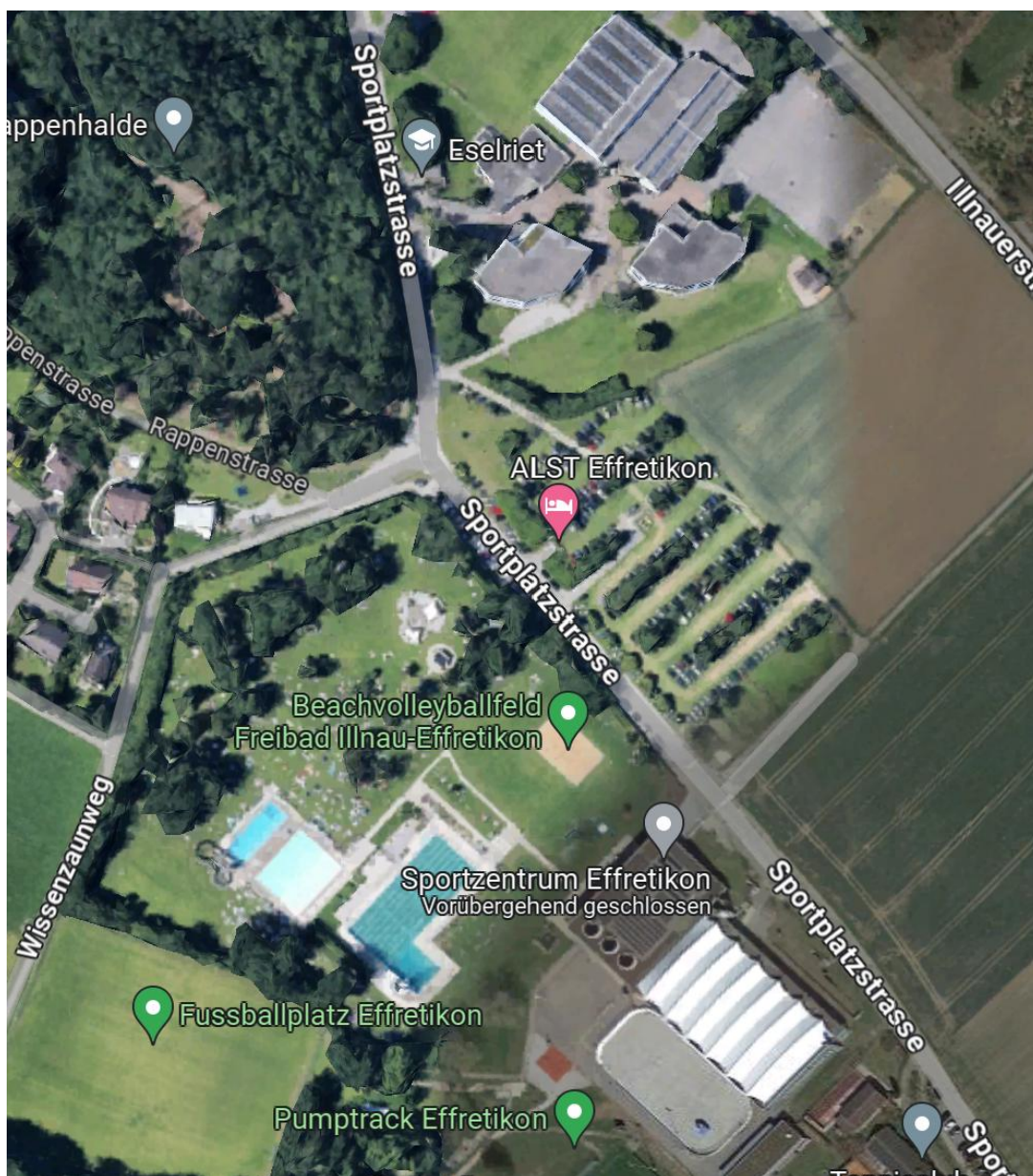


## Wärmeverbund Eselriet

Technischer Bericht Bauprojekt / Kostenvorschlag +/- 10%



Bildquelle: Google

24.06.2025, Version 0.4 / Vorabzug

# Impressum

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Auftraggeber  | Stadt Illnau-Effretikon<br>Märtplatz 29<br>8307 Effretikon<br><br>Reto Mosimann<br><a href="mailto:reto.mosimann@ilef.ch">reto.mosimann@ilef.ch</a><br>052 354 24 73                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Verfasser     | Anex Ingenieure AG<br>Limmatstrasse 291, 8005 Zürich<br><a href="http://www.anex.ch">www.anex.ch</a><br><a href="mailto:info@anex.ch">info@anex.ch</a><br>044 656 81 81<br><br>Daniel Zenhäusern<br><a href="mailto:daniel.zenhaeusern@anex.ch">daniel.zenhaeusern@anex.ch</a><br>044 656 81 60<br><br>Dominic Rubli (HLKS)<br><a href="mailto:dominic.rubli@coex.ch">dominic.rubli@coex.ch</a><br><br>Patrick Wicki (Gebäudeautomation)<br><a href="mailto:patrick.wicki@coex.ch">patrick.wicki@coex.ch</a><br><br>Bruno Weise (Elektro)<br><a href="mailto:bruno.weise@anex.ch">bruno.weise@anex.ch</a> |
| Projektnummer | P10952                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Version       | Version 0.4 / Vorabzug                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Datum         | 24.06.2025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Korreferat    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

# Inhalt

|            |                                                                                         |           |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>Ausgangslage / Zielsetzung .....</b>                                                 | <b>9</b>  |
| <b>2</b>   | <b>Grundlagen .....</b>                                                                 | <b>10</b> |
| 2.1        | Energie und Medienflüsse .....                                                          | 10        |
| 2.1.1      | Wärme- und Heizleistungsbedarf .....                                                    | 10        |
| 2.1.2      | Abwärme Kunsteisbahn Eselriet.....                                                      | 12        |
| 2.1.3      | Solarwärmeanlage .....                                                                  | 15        |
| 2.1.4      | Gewerbliche Kälte .....                                                                 | 15        |
| 2.1.5      | Wärmebilanz .....                                                                       | 15        |
| 2.2        | Versorgungskonzept .....                                                                | 17        |
| 2.3        | Betriebszeiten Sportzentrum .....                                                       | 19        |
| <b>2.4</b> | <b>Termine (zu überarbeiten gemäss Terminprogramm).....</b>                             | <b>20</b> |
| 2.5        | Bewilligungen / Gesuche .....                                                           | 21        |
| 2.5.1      | Fernwärmeleitung Eselrietstrasse .....                                                  | 21        |
| 2.5.2      | Erdsondenfeld .....                                                                     | 21        |
| 2.5.3      | Energiezentrale .....                                                                   | 21        |
| 2.6        | Schadstoffe .....                                                                       | 22        |
| 2.7        | Förderung .....                                                                         | 22        |
| 2.8        | Einfluss auf den Betrieb des Sportzentrums .....                                        | 22        |
| 2.9        | Projektrisiken .....                                                                    | 23        |
| 2.10       | Parallelprojekt «Teilsanierung Eisbahn-Kälteanlage» und Schnittstellen mit diesem ..... | 23        |
| 2.11       | Messkonzept.....                                                                        | 25        |
| <b>3</b>   | <b>Energiezentrale und HLKS-Prinzip .....</b>                                           | <b>26</b> |
| 3.1        | Grundriss HLKS .....                                                                    | 27        |
| 3.2        | Bauliche Anpassungen der Energiezentrale .....                                          | 27        |
| 3.3        | Brandschutzmassnahmen .....                                                             | 27        |
| 3.4        | Abwärmenutzung Eisbahnkälte .....                                                       | 28        |
| 3.5        | Wärmeerzeugung.....                                                                     | 29        |
| 3.5.1      | Grundlagen Kältemittelwahl .....                                                        | 29        |
| 3.5.2      | Empfehlung Kältemittel .....                                                            | 30        |
| 3.5.3      | Wärmepumpenkonzept .....                                                                | 31        |
| 3.5.4      | Brauchwarmwasser Sportzentrum .....                                                     | 32        |
| 3.5.5      | Konzept Verfügbarkeit (Redundanz) .....                                                 | 34        |
| 3.5.6      | Einbringung Wärmepumpe / Hauptkomponenten .....                                         | 35        |
| 3.6        | Wärmeverteilung .....                                                                   | 39        |
| 3.7        | Schneegrube (Eisbahnkälte) .....                                                        | 39        |
| 3.8        | Risikoanalyse NH3 .....                                                                 | 40        |
| 3.9        | Notlüftung Maschinenraum.....                                                           | 41        |
| <b>4</b>   | <b>Erdsondenfeld .....</b>                                                              | <b>42</b> |

|          |                                                           |           |
|----------|-----------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1      | Probebohrung und eTRT-Test.....                           | 43        |
| 4.2      | Auslegungsgrundlagen Erdsondenspeicher .....              | 44        |
| 4.3      | Systembeschrieb Erdsondenfeld .....                       | 47        |
| 4.3.1    | Erdwärmesonden .....                                      | 47        |
| 4.3.2    | Erschliessung.....                                        | 47        |
| 4.3.3    | Wärmeträger .....                                         | 47        |
| 4.3.4    | Armaturen .....                                           | 47        |
| 4.3.5    | Elektroinstallation und Energiemessung.....               | 47        |
| <b>5</b> | <b>Versorgung der dezentralen Wärmebezüger.....</b>       | <b>48</b> |
| 5.1      | Neues Mehrzweckgebäude .....                              | 48        |
| 5.1.1    | Fernleitung Eselrietstrasse .....                         | 48        |
| 5.1.2    | Gebäudeanschluss Mehrzweckgebäude .....                   | 49        |
| 5.1.3    | Übergangslösung bis zur Realisierung der Zentrale .....   | 49        |
| 5.2      | Versorgung Schulanlage und Zivilschutzanlage (ALST) ..... | 50        |
| <b>6</b> | <b>Gebäudeautomation.....</b>                             | <b>51</b> |
| 6.1      | Systemaufbau .....                                        | 51        |
| 6.2      | Systemvorgaben .....                                      | 52        |
| 6.3      | Energiemanagement.....                                    | 52        |
| 6.4      | Funktions- und Regelbeschrieb .....                       | 53        |
| <b>7</b> | <b>Anlagenbeschrieb nach BKP .....</b>                    | <b>54</b> |
| 7.1      | BKP 112 Abbrüche.....                                     | 54        |
| 7.2      | BKP 113 Demontagen.....                                   | 54        |
| 7.2.1    | BKP 113.0 Demontagen HLK-Komponenten.....                 | 54        |
| 7.2.2    | BKP 113.1 Rückbau Elektroinstallationen .....             | 55        |
| 7.2.3    | BKP 113.2 Rückbau Leitungen Medienkanal .....             | 55        |
| 7.3      | BKP 122 Provisorien .....                                 | 56        |
| 7.3.1    | BKP 122.0 Heizprovisorien .....                           | 56        |
| 7.3.2    | BKP 122.1 Baustrom.....                                   | 56        |
| 7.3.3    | BKP 122.2 Spriesse .....                                  | 56        |
| 7.4      | BKP 211 Baumeisterarbeiten .....                          | 57        |
| 7.4.1    | BKP 211.0 Stahlbetonwand UG .....                         | 57        |
| 7.4.2    | BKP 211.1 Durchbrüche, Kernbohrungen .....                | 57        |
| 7.4.3    | BKP 211.2 Gerüste .....                                   | 57        |
| 7.5      | BKP 213 Montagebau in Stahl .....                         | 57        |
| 7.6      | BKP 219 Übriges: Rohbau 1 .....                           | 57        |
| 7.6.1    | BKP 219.0 Abdichtung Betonwand UG .....                   | 57        |
| 7.6.2    | BKP 219.1 Kleinteile Betonwand UG.....                    | 57        |
| 7.7      | BKP 222/223 Spenglerarbeiten und Blitzschutz .....        | 57        |
| 7.8      | BKP 230 Elektroanlagen .....                              | 57        |
| 7.9      | BKP 241 Energiezulieferung .....                          | 58        |
| 7.9.1    | BKP 241.0 Erdsonden.....                                  | 58        |

|          |                                                                                           |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 7.9.2    | BKP 241.1 Anergie (Abwärme Eisbahnkälte / Solaranlage) .....                              | 58        |
| 7.10     | BKP 242 Wärmeerzeugung.....                                                               | 60        |
| 7.10.1   | BKP 242.0 Wärmepumpe.....                                                                 | 60        |
| 7.11     | BKP 243 Wärmeverteilung .....                                                             | 62        |
| 7.11.1   | BKP 243.0 Hydraulik Verdampfer Wärmepumpe (Anergie) .....                                 | 62        |
| 7.11.2   | BKP 243.1 Hydraulik Kondensator Wärmepumpe .....                                          | 62        |
| 7.11.3   | BKP 243.2 Technischer Speicher, Expansion/Entgasung,<br>Noteinspeisung, Hauptpumpen ..... | 63        |
| 7.11.4   | BKP 243.3 Brauchwarmwasseraufbereitung .....                                              | 64        |
| 7.11.5   | BKP 243.4 Heizungsverteiler .....                                                         | 64        |
| 7.11.6   | BKP 243.5 Schneegrube.....                                                                | 64        |
| 7.11.7   | BKP 243.6/7 Fernleitung Eselrietstrasse .....                                             | 64        |
| 7.11.8   | BKP 243.8 Anschluss Mehrzweckgebäude innerhalb Gebäude exkl.<br>Hauseinführung.....       | 65        |
| 7.12     | BKP 244 Lüftung.....                                                                      | 66        |
| 7.13     | BKP 244.0 Notlüftung Maschinenraum.....                                                   | 66        |
| 7.14     | BKP 246 Kälteerzeugung (Eisbahnkälte).....                                                | 66        |
| 7.15     | BKP 248 Gebäudeautomation.....                                                            | 67        |
| 7.15.1   | BKP 248.1 Managementebene .....                                                           | 67        |
| 7.15.2   | BKP 248.2 Anlagenautomation .....                                                         | 67        |
| 7.15.3   | BKP 248.3 Feldebene .....                                                                 | 67        |
| 7.15.4   | BKP 248.5 Automationsnetzwerk .....                                                       | 67        |
| 7.15.5   | BKP 248.6 Schaltgerätekombinationen (SGK) .....                                           | 67        |
| 7.15.6   | BKP 248.7 Integrationen .....                                                             | 68        |
| 7.16     | BKP 250 Sanitär.....                                                                      | 68        |
| 7.17     | BKP 272 Metallbauarbeiten.....                                                            | 68        |
| 7.18     | BKP 275 Schliessanlagen .....                                                             | 68        |
| 7.19     | BKP 281 Bodenbeläge .....                                                                 | 68        |
| 7.20     | BKP 283 Deckenbekleidungen.....                                                           | 68        |
| 7.21     | BKP 285 Innere Oberflächenbehandlungen .....                                              | 68        |
| 7.22     | BKP 287 Baureinigung .....                                                                | 68        |
| 7.23     | BKP 294 Honorare Generalplaner.....                                                       | 68        |
| 7.24     | BKP 296 Spezialisten.....                                                                 | 68        |
| 7.25     | BKP 400 Terraingestaltung .....                                                           | 68        |
| <b>8</b> | <b>Kostenvoranschlag +/- 10%.....</b>                                                     | <b>69</b> |

## Änderungsindex

| Datum    | Version | Anpassung durch | Anpassung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------|---------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17.11.24 | 0.1     | ZED             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 25.11.24 | 0.2     | ZED             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 26.11.24 | 0.3     | RUD             | Kosten inkl. MWSt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 01.04.25 | 0.4     | RUD / ZED       | <p>Überarbeitung Bericht, Kosten, Terminplan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Kosten für BKP 246 Kälteerzeugung (Eisbahnkälte) entfallen (direkt über WWAG)</li> <li>- Die Kosten für BKP 243.5 Schneegrube entfallen (direkt über WWAG)</li> <li>- Ergänzungen zu verschiedenen Themen: Schadstoffe, Probebohrung, Fernleitung Abschnitt 2, Energiemessungen Heizung und BWW, Brandschutzkonzept, Provisorien, Schnittstellen zu Sanierung Kälteanlage, Auslegung Kondensatoren</li> <li>- Diverse kleinere Korrekturen</li> </ul> |

## Abkürzungen

|         |                                                             |
|---------|-------------------------------------------------------------|
| ATEX    | ATmosphères EXplosibles (explosionsfähige Atmosphären)      |
| AWEL    | Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich |
| BWW     | Brauchwarmwasser                                            |
| COP     | Coefficient of Performance = Leistungszahl Wärmepumpe       |
| EER     | Energy Efficiency Ratio = Leistungszahl Kältemaschine       |
| EKZ     | Elektrizitätswerke des Kantons Zürich                       |
| FW      | Fernwärme                                                   |
| GWK     | Gewerbliche Kälte                                           |
| HLKSE   | Heizung-Lüftung-Klima-Sanitär-Elektro                       |
| HZ      | Heizung                                                     |
| JAZ     | Jahresarbeitszahl                                           |
| ND / HD | Niederdruck / Hochdruck                                     |
| RL      | Rücklauf                                                    |
| SGK     | Schaltgerätkombination                                      |
| SVGW    | Fachverband für Wasser, Gas und Wärme                       |
| ULK     | Umluftkühlgerät                                             |
| VL      | Vorlauf                                                     |
| WP      | Wärmepumpe                                                  |
| WWAG    | Walter Wettstein AG                                         |

I

## Beilagen

| Dokument                                                                        | Autor                  | Version    | Datum      |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------|------------|
| 1. Prinzipschema Heizung                                                        | Anex Ingenieure AG     | 1.0        | 22.11.2024 |
| 2. Prinzipschema Havarie-lüftung                                                | Anex Ingenieure AG     | 1.0        | 22.11.2024 |
| 3. Prinzipschema Kälte                                                          | Anex Ingenieure AG     | 1.0        | 22.11.2024 |
| 4. Grundriss und Modell Energiezentrale HLKSE                                   | Anex Ingenieure AG     | 1.0        | 22.11.2024 |
| 5. Grundriss Übersicht Sportzentrum UG1                                         | Anex Ingenieure AG     | 1.0        | 22.11.2024 |
| 6. Grundriss Energiezentrale Architektur                                        | Anex Ingenieure AG     | 1.0        | 22.11.2024 |
| 7. Erdsondenplan                                                                | Anex Ingenieure AG     | 1.0        | 22.11.2024 |
| 8. Gebäudeautomation-Systemtopologie                                            | Anex Ingenieure AG     | 1.0        | 22.11.2024 |
| 9. Grob-Funktionsbeschreibung                                                   | Anex Ingenieure AG     | 1.0        | 22.11.2024 |
| 10. Werkleitungsplan Eselrietstrasse                                            | Buchmann Partner AG    |            | 11.07.2024 |
| 11. Terminprogramm Stand Bauprojekt                                             | Anex Ingenieure AG     | 1.0        | 22.11.2024 |
| 12. Untersuchungsbericht Wasseranalyse                                          | Bachema AG             |            | 30.04.2024 |
| 13. Schadstoffgutachten mit Entsorgungskonzept                                  | Ecosens AG             | Revision 1 | 16.12.2024 |
| 14. Brandschutzplan                                                             | B3                     | Vorabzug   | 06.06.2025 |
| 15. Feuerwehr- & Werksgebäude Eselriet – Kanalisations- und Werkleitungsplan EG | Geoinfra Ingenieure AG |            | 12.06.2025 |
| 16. Dokumentation Sondierbohrung                                                | Geo Explorers AG       |            | 03.04.2025 |

# Grundlagen

Für die Dimensionierung und Kostenermittlung der gebäudetechnischen Anlagen sind unter anderem die nachfolgenden Unterlagen relevant:

| Dokument                                                                          | Autor                   | Version  | Datum      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|------------|
| 1. Fernleitungsplan Energieverbund Eselriet Bestand                               |                         |          | 1997       |
| 2. Sportzentrum Eselriet – Studie fossilfreie Wärmeerzeugung                      | Meierhans und Partner   |          | 15.09.2021 |
| 3. Bauprojekt – Neubau Feuerwehr- und Werkgebäude Eselriet, Anhang HLKS-Ingenieur | Wirkungsgrad Ingenieure |          | 14.03.2023 |
| 4. Technische Dokumentation „CALPEX PUR KING“                                     | Brugg Pipe Systems      |          | Feb. 2024  |
| 5. Prinzipschema Heizung – Neubau Feuerwehrgebäude Eselriet                       | PZM Zürich AG           | Vorabzug | 14.06.2024 |
| 6. Grundrisse Sportzentrum Bestand                                                |                         |          |            |
| 7. Fundamentpläne etc. Sportzentrum Bestand                                       |                         |          |            |
| 8. Bohrprofile benachbarte Erdsonden                                              |                         |          |            |
| 9. Umgebungspläne Sportzentrum                                                    |                         |          |            |
| 10. Daten Energieverbrauch Gebiet Eselriet                                        |                         |          |            |
| 11. Minergieausweis Neubau Schulhaus Eselriet                                     |                         |          |            |
| 12. Auszug Leitungskataster ZH-GIS                                                |                         |          |            |

# 1 Ausgangslage / Zielsetzung

Der bestehende Wärmeverbund im Gebiet Eselriet der Stadt Illnau-Effretikon versorgt das Sportzentrum Eselriet, die Schulanlagen Eselriet, sowie die Militärunterkunft ALST. Die Wärmeerzeugung erfolgt in der Zentrale im Sportzentrum. Rund zwei Drittel der jährlich benötigten 1 GWh Nutzwärme werden von zwei Ölkesseln erzeugt. Etwa ein Drittel wird über eine Wärmepumpe bereitgestellt, welche einen Teil der Abwärme der Eisbahn-Kälteanlage als Wärmequelle nutzt. Die restliche Abwärme wird zum Teil zum Schmelzen des Schnees in der Eisbahn-Schneeegrube eingesetzt und zum Teil via Sprinkler und das Aussenschwimmbecken an die Umgebung rückgekühlt. Der bestehende Verbund wird von EKZ als Contractor betrieben.

Zusätzlich zu den bestehenden öffentlichen Gebäuden wird von der Stadt Illnau-Effretikon im Gebiet Eselriet zwischen Frühjahr 2025 und Ende 2026 ein neues Feuerwehr- und Werksgebäude (Mehrzweckgebäude) gebaut. Vorgängig, im Verlauf von 2024, erfolgt der Bau von dessen Erschliessung.

Die Stadt Illnau-Effretikon beabsichtigt nun, die Wärmeerzeugung des Wärmeverbunds Eselriet zu dekarbonisieren, also auf erneuerbare Energieträger umzustellen. Zudem soll der Verbund erweitert werden, so dass auch das neue Mehrzweckgebäude versorgt werden kann. Die Wärmeerzeugung soll zukünftig über eine Wärmepumpenzentrale im Sportzentrum erfolgen. Als Wärmequelle soll in möglichst grosser Masse die Abwärme der Kunsteisbahn genutzt werden. Als Wärmespeicher und zusätzliche Wärmequelle soll ein Erdwärmesondenfeld in der Umgebung des Sportzentrums dienen. Der Contracting-Vertrag mit EKZ wird gekündigt und der neue Wärmeverbund von der Stadt selbst erstellt und betrieben.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Energie und Medienflüsse

#### 2.1.1 Wärme- und Heizleistungsbedarf

Der jährliche Wärmeenergiebedarf und der Wärmeleistungsbedarf der Bezüger sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Die Werte basieren auf folgenden Grundlagen und Annahmen:

- Sportzentrum

Es standen monatliche Wärmeverbrauchsmessungen aus drei Betriebsjahren zur Verfügung (Juni 2020 - Mai 2023). Der Anteil des Brauchwarmwassers wurde basierend auf den Messdaten der Sommermonate und Einschätzungen der Bauherrschaft auf durchschnittlich 260 kWh (entsprechend 4.5 m<sup>3</sup>) und maximal 290 kWh (5 m<sup>3</sup>) pro Tag geschätzt. Der Heizwärmebedarf der drei Jahre wurde klimakorrigiert mit den Heizgradtagen der Periode 2011-2020 der MeteoSchweiz-Wetterstation Kloten und anschliessend gemittelt.

Die Heizleistung wurde berechnet aus dem Heizwärmebedarf bezogen auf 2'300 Volllaststunden. Die Leistung für die BWW-Erzeugung wurde so bemessen, dass die Speicherladezeit für den maximalen Tagesbedarf 8 Stunden beträgt.

- Schule Eselriet

Es standen monatliche Wärmeverbrauchsmessungen aus drei Betriebsjahren (Juni 2020 - Mai 2023) sowie jährliche Verbrauchsmessungen von 2000 - 2020 zur Verfügung. Der Anteil BWW an der Nutzwärme wurde basierend auf die Monatsdaten auf 17 % geschätzt, und der maximale BWW-Tagesbedarf auf 400 kWh (6.9 m<sup>3</sup>). Die Wärmeverluste der Fernleitung (rund 8 %) wurden berechnet mit der Annahme einer Verlustleistung von 0.5 W/(mK) pro Trassenmeter und einer Temperaturdifferenz zwischen dem Netz und dem umliegenden Erdreich von 50 K. Der Heizwärmebedarf wurde über die 23 Jahre gemittelt.

Die Heizleistung wurde unter Annahme von 2'300 Volllaststunden und die BWW-Leistung unter Annahme von 8 Ladestunden bemessen.

Um Schulhausareal wird ab Sommer 2025 ein Ersatzneubau im Bereich des heutigen Singsaals entstehen. Gemäss Minergieausweis des Neubaus wird dessen Nutzwärmebedarf rund 70 MWh/a betragen. Der Wärmebedarf des abzureissenden Gebäudes ist nicht separat bekannt. In Absprache mit der Bauherrschaft wurde die Annahme getroffen, dass der Ersatzneubau nur einen geringen Einfluss auf den Wärmebedarf der gesamten Schulanlage haben wird und der Planung des Wärmeverbunds die aktuellen Bedarfswerte zu Grunde gelegt werden.

- ALST (Zivilschutzanlage)

Es standen monatliche Wärmeverbrauchsmessungen für 2005 - 2012 sowie jährliche Messungen für 2021 - 2023 zur Verfügung. Der BWW-Anteil wurde nicht separat bestimmt. Die Wärmeverluste der Fernleitung (rund 8 %) wurden berechnet mit der Annahme einer Verlustleistung von 0.5 W/(mK) pro Trassenmeter und einer Temperaturdifferenz zwischen dem Netz und dem umliegenden Erdreich von 50 K. Der Heizwärmebedarf wurde über alle Jahreswerte gemittelt. Die benötigte Wärmeleistung wurde unter Annahme von 2'500 Volllaststunden berechnet.

- Mehrzweckgebäude

Der Nutzwärmebedarf für Heizung und Warmwasser sowie die entstammenden dem Energienachweis des Neubaus.<sup>1</sup> Die benötigten Leistungen für Heizung und BWW stammen aus der Heizlastberechnung nach SIA 384.201.<sup>2</sup> Die Wärmeverluste der Fernleitung (rund 6 %) wurden berechnet mit der Annahme einer Verlustleistung von 0.25 W/(mK) pro Trassenmeter und einer Temperaturdifferenz zwischen dem Netz und dem umliegenden Erdreich von 25 K (Das Mehrzweckgebäude wird mit 40°C/30°C versorgt).

**Tabelle 1: Wärme- und Leistungsbedarf neuer Wärmeverbund Eselriet**

|                                                                            | Nutzwärme |         |               | Wärme ab Zentrale | Wärmeleistung ab Zentrale |      |               |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|---------|---------------|-------------------|---------------------------|------|---------------|
|                                                                            | Heizung   | BWW     | Heizung & BWW | Heizung & BWW     | Heizung                   | BWW  | Heizung & BWW |
|                                                                            | [MWh/a]   | [MWh/a] | [MWh/a]       | [MWh/a]           | [kW]                      | [kW] | [kW]          |
| <b>Sportzentrum</b>                                                        | 274       | 95      | 369           | 369               | 119                       | 36   | 155           |
| <b>Schule</b>                                                              | 498       | 105     | 603           | 657               | 229                       | 50   | 279           |
| <b>Mehrzweckgebäude</b>                                                    | 180       | 30      | 210           | 223               | 131                       | 20   | 151           |
| <b>ALST</b>                                                                | 49        |         | 49            | 54                | 22                        |      | 22            |
| <b>Summe</b>                                                               | 1001      | 230     | 1231          | <b>1303</b>       | 501                       | 106  | 607           |
| Leistung unter Berücksichtigung von Gleichzeitigkeit (Heizung 90% BWW 50%) | -         | -       | -             | -                 | 451                       | 53   | <b>504</b>    |

Um zusätzliche Planungssicherheit zu erhalten, wurde die Heizleistung des Verbunds vom 13.1.2025 bis zum 12.3.2025 messtechnisch erfasst. Gemessen wurde die von den Heizkesseln an den Verteiler abgegebene Leistung mit einem Messintervall von 10 Minuten. Aus den Daten wurden Stundenmittelwerte gebildet. Zur Ermittlung der Heizsignatur des Verbunds wurden diese gegenüber der Aussentemperatur geplottet (siehe Abbildung 1). Die lineare Regression ergibt für die Auslegungstemperatur von -8 °C einen Leistungsbedarf von 325 kW. Der basierend auf den Monatsdaten geschätzte Leistungsbedarf für den existierenden Verbund beträgt 375 kW (Werte aus Tabelle 1 exkl. Mehrzweckgebäude und unter Berücksichtigung von Gleichzeitigkeit), ist also rund 15 % höher als der Wert aus der Heizsignatur. Die Einplanung einer Leistungsreserve dieser Grössenordnung wird als sinnvoll erachtet. Der Planung werden deshalb die Werte aus Tabelle 1 zugrunde gelegt, es wird also für den Gesamtverbund eine Wärmepumpe mit 500 kW Heizleistung projektiert.

<sup>1</sup> Werte erhalten per Mail von M. Schulze, PZM, 22.7.2024

<sup>2</sup> Excel-Datei erhalten per Mail von M. Schulze, PZM, 18.7.2024

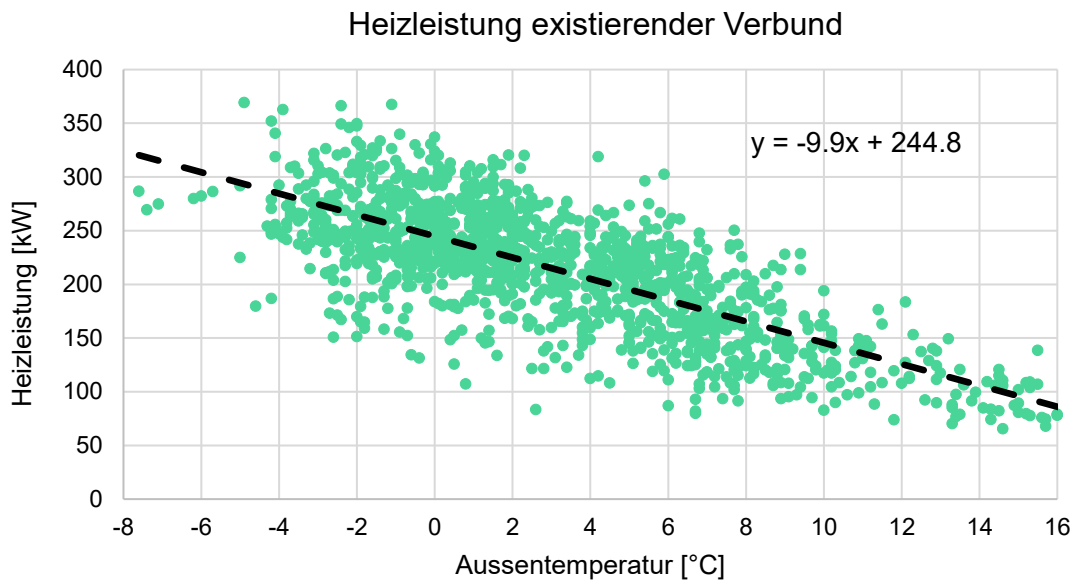


**Abbildung 1: Heizsignatur des existierenden Verbundes (Stundenmittelwerte)**

### 2.1.2 Abwärme Kunsteisbahn Eselriet

Die beiden Eisfelder (Halleneisfeld und Ausseneisfeld) werden durch eine Ammoniak-Kälteanlage mit Direktverdampfung (rund 5'800 kg Ammoniak) gekühlt (Abbildung 2). Die Abwärme der Eisbahn-Kälte wird die Haupt-Wärmequelle des neuen Wärmeversorgung bilden. Die verfügbare Abwärmemenge und die benötigte Rückkühlleistung sind wichtige Grundlagen für die Dimensionierung der neuen Anlagenteile, insbesondere des Erdsondenfeldes.

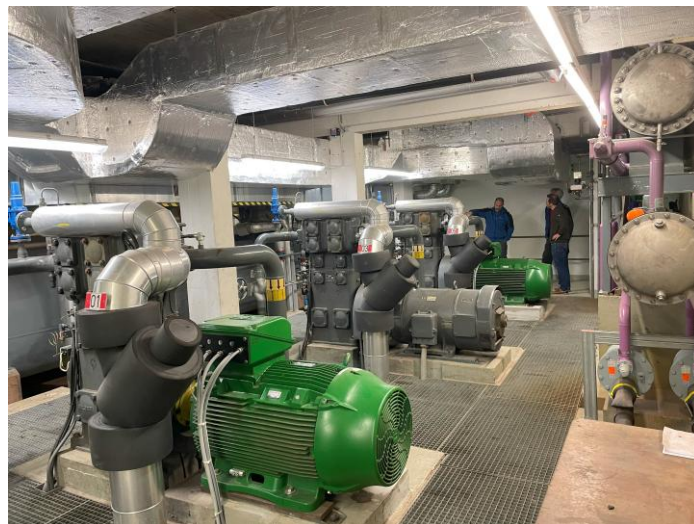


**Abbildung 2: Kältezentrale Kunsteisbahn**

#### Energie

Als Basis für die Ermittlung der Abwärmemenge standen monatliche Messwerte des Stromverbrauchs der Kälteanlage aus drei Betriebsjahren zur Verfügung (Juni 2020 - Mai 2023). Die Leistungszahl der Kälteanlage ( $EER = \text{Produzierte Kälte} / \text{Elektrischer Energieverbrauch}$ ) war nicht genau bekannt. Damit die Abwärmemenge nicht überschätzt wird, wurde sie konservativ auf  $EER = 3$  geschätzt. Die resultierende Abwärme wurde dann berechnet als

$$\text{Abwärme} = (EER + 1) \cdot \text{Elektrischer Energieverbrauch}$$

Die resultierenden monatlichen Abwärmemengen sind in Abbildung 3 dargestellt. Die hohen Werte in den Herbstmonaten sind der Aufeisung der Eisfelder geschuldet. Über die drei Jahre gemittelt ergibt sich ein Wert für die jährliche Abwärmemenge von 839 MWh/a. Ein Teil dieser Abwärme wird aktuell für das Schmelzen des Schnees in der Eisbahn-Schneegrube eingesetzt. Diese Funktion muss auch in Zukunft gewährleistet sein. Basierend auf Erfahrungswerten kann der für die Schneegrube verwendete Anteil der Abwärme auf rund 15 % geschätzt werden. Entsprechend bleiben 85 % der Abwärme, d. h. 713 MWh/a als Quellwärme für die Wärmeerzeugung bzw. die Regeneration der Erdsonden verfügbar.

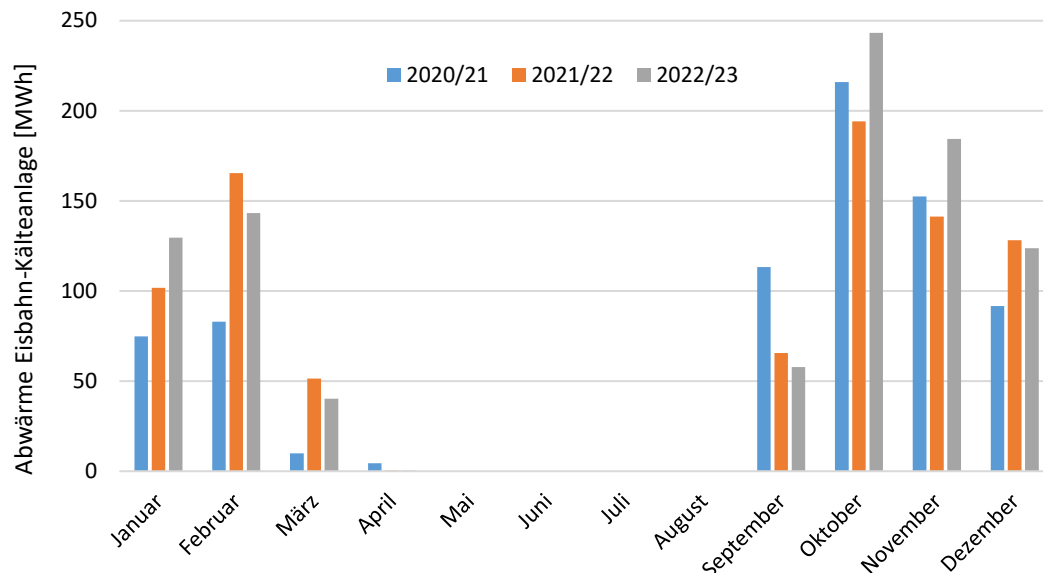


**Abbildung 3: Monatliche Abwärmemengen der Eisbahn-Kälteanlage**

### Leistung

Zur Ermittlung der benötigten Rückkühlleistung (Abwärmeleistung) wurde eine Leistungsmessung durchgeführt während der Aufeisung des Halleneisfeldes (9.9. – 20.9.2024) und während der Aufeisung des Ausseneisfeldes (27.10. – 1.11.2024). Die höchsten Leistungen sind während der Aufeisung des Ausseneisfeldes erforderlich, während der das Halleneisfeld bereits in Betrieb ist. Die Messdaten der Rückkühlleistung/Abwärmeleistung sowie der Vor- und Rücklauftemperatur der Zeitperiode, in der das Ausseneisfeld aufgetaut wurde, sind in Abbildung 4 dargestellt.

Je nach Leistungsbedarf laufen ein, zwei oder alle drei Kältekompressoren. Die Abwärmeleistung pro Kompressor ist von der Grössenordnung 300 kW. In den Daten ist zu sehen, dass vor der Aufeisung des Ausseneisfeldes jeweils ein Kompressor lief. Nach der Aufeisung, d. h., sobald beide Felder in Betrieb waren, liefen ein oder zwei Kompressoren. Während der Aufeisung liefen phasenweise alle drei Kompressoren. Dadurch ergaben sich Leistungsspitzen bis ca. 900 kW, während insgesamt rund 10 Stunden.<sup>3</sup> Die Rücklauftemperatur des Kühlwassers aus dem Kondensator betrug maximal 21 °C bei einer Temperaturspreizung von 6.5 K.

Es ist hier zu erwähnen, dass die Unsicherheit der Leistungsmessung ca. 10 % beträgt. Im Weiteren ist der Kältebedarf während der Aufeisung stark witterungsabhängig. So müssten beispielsweise bei viel Wind während der Aufeisung über längere Zeit alle drei Kompressoren betrieben werden.

<sup>3</sup> Die gemessenen Spitzenleistungen sind im Einklang mit der Schätzung von M. Bertozzi (Bertozzi Energieplanung AG, in diesem Projekt in der Funktion als Bauherrenberater) vor der Messkampagne, dass eine Rückkühlleistung im Bereich von 830 kW angenommen werden sollte.

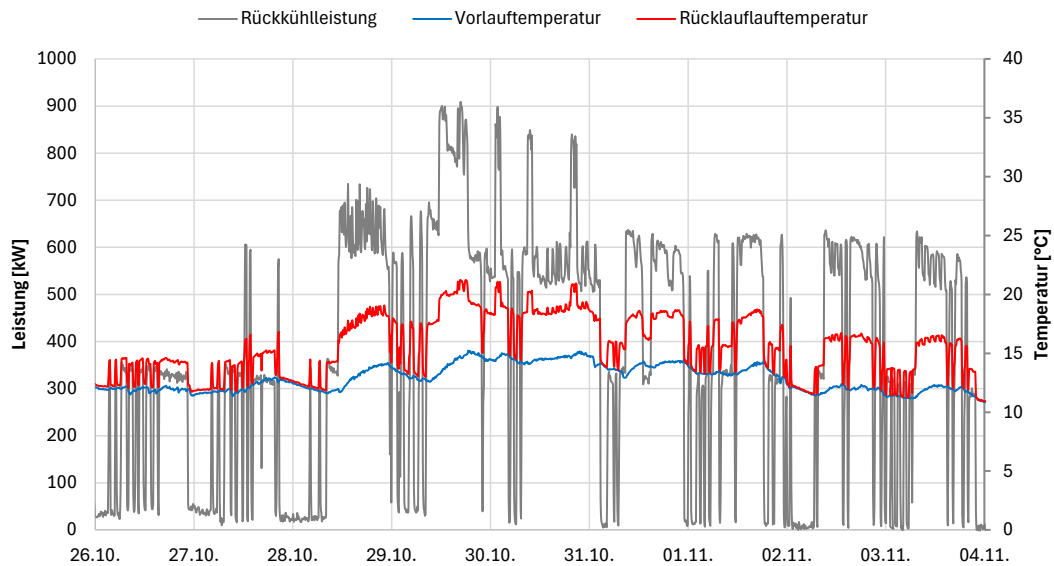


**Abbildung 4: Messdaten Abwärmemessung gemessen während der Aufeisung des Ausseneisfeldes im Herbst 2024**

Komplementär zu den Messungen wurde die benötigte Rückkühlleistung auch von den Kompressorspezifikationen abgeleitet (Abbildung 5). «Bei einer Wasseraustritts-temperatur von + 21 °C aus den Kondensatoren kann mit einer Kondensationstemperatur von + 24 °C gerechnet werden. Um am 29.10.24 die Kälteleistung aus der Ausseneispiste zu entnehmen, arbeiten die Verdichter bei einer Verdampfungstemperatur ( $t_0$ ) von ca. – 12 bis – 13 °C. Die Abwärme der 3 Verdichter abzüglich des Enthitzers ergibt somit ca. 1'000 kW.»<sup>4</sup>

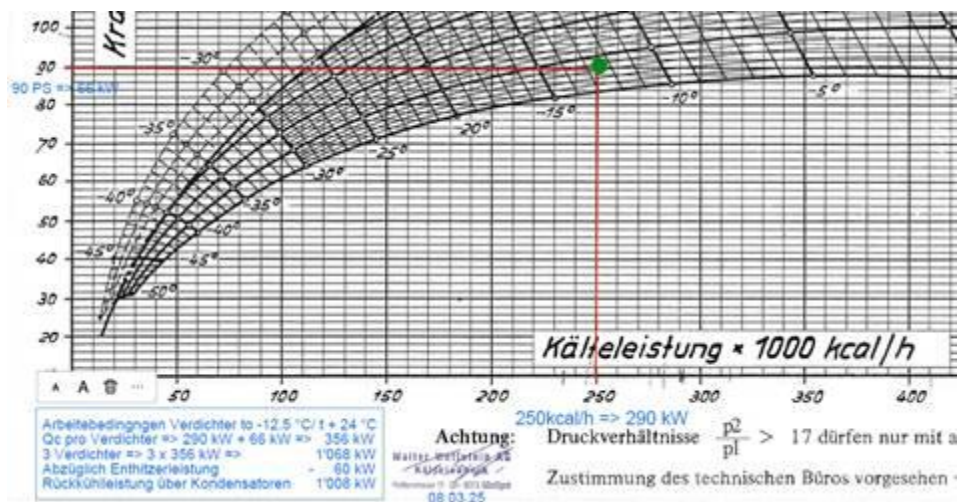


**Abbildung 5: Kennfeld für einen der drei baugleichen Kälteverdichter**

Die gemessene und die von den Spezifikationen abgeleitete Abwärmeleistung liegen somit in einem ähnlichen Bereich (Abweichung 10%). Als Planungswert für die benötigte Rückkühlleistung über das Sondenfeld wird der höhere der beiden Werte, also 1000 kW angesetzt.

<sup>4</sup> Informationen erhalten per Mail vom 8.3.2025 von T. Sigrist (Walter Wettstein AG).

### 2.1.3 Solarwärmanlage

Auf dem Dach des Sportzentrums befindet sich eine Solarwärmanlage, welche im Jahr 2013 installiert wurde (Abbildung 6). Sie umfasst 24 Kollektoren mit einer Bruttollektorfläche von insgesamt 48 m<sup>2</sup>. Aktuell ist die Anlage in den Brauchwarmwasser-Vorwärmpeicher eingebunden. Ebenfalls in den gleichen Speicher eingebunden sind die gewerbliche Kälte (~15 kW) des Restaurants und der Enthitzer der Eisbahn-Kältemaschine (~70 kW). Es ist davon auszugehen, dass die Solarwärme in dieser Konfiguration häufig ungenutzt bleibt, da der Vorwärmpeicher bereits durch die anderen Abwärmequellen aufgeheizt ist, bzw. ebenso in Phasen mit geringem Warmwasserverbrauch.

In Zukunft soll die Anlage deshalb auf der Quellenseite der Wärmepumpe eingebunden werden, so dass die Solarwärme zu jedem Zeitpunkt entweder als Quellwärme der WP oder zur Regeneration des Erdsondenfeldes genutzt werden kann. Bei einer solchen Einbindung kann ein Ertrag von 750 kWh/m<sup>2</sup>/a, also insgesamt 35 MWh/a erwartet werden.

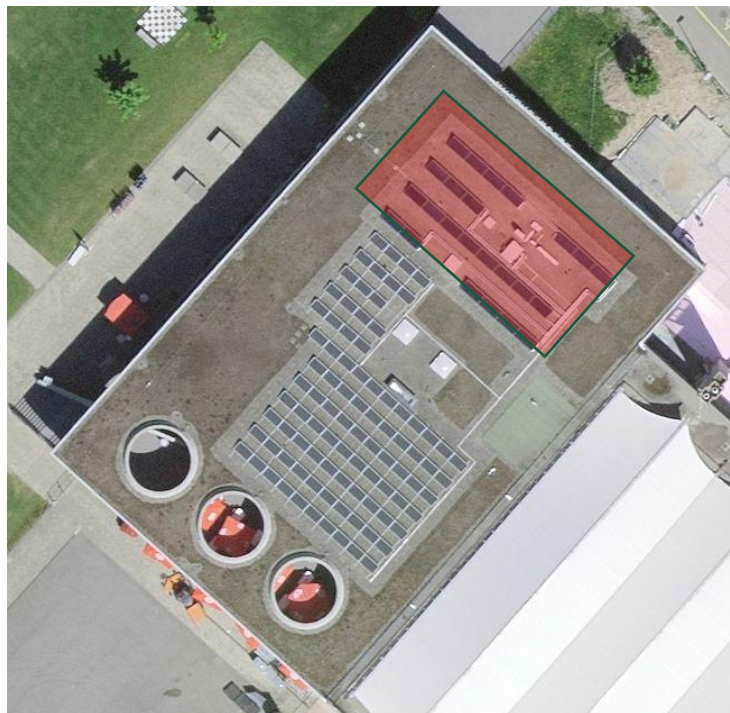


**Abbildung 6:** Dachaufsicht Sportzentrum Eselriet, mit thermischer Solaranlage (ca. 40 m<sup>2</sup>) im oberen Bereich (rot eingefärbt) und photovoltaischer Solaranlage (ca. 27 kWp) im unteren Bereich.

### 2.1.4 Gewerbliche Kälte

Das Restaurant des Sportzentrums verfügt über eine Anlage für Kühlzwecke. Deren Abwärme wird aktuell ebenfalls zur Vorwärmung des Warmwassers des Sportzentrums eingesetzt. Zukünftig soll die Abwärme dieser Anlage ebenfalls auf der Quellenseite der Wärmepumpe eingebunden werden. Die Abwärmeleistung der Anlage liegt im Bereich von 15 kW. Um die Abwärmemenge grob abzuschätzen, wird hier von vier Vollaststunden pro Tag während 80 % des Jahres ausgegangen. Damit ergäbe sich eine Abwärmemenge von rund 18 MWh/a.

### 2.1.5 Wärmebilanz

Der Wärmebedarf des zukünftigen Verbunds ab Zentrale beträgt 1303 MWh/a (siehe Abschnitt 2.1.1). Diese Wärme wird von einer NH<sub>3</sub>(Ammoniak)-Wärmepumpe bereitgestellt werden. Die Jahresarbeitszahl (JAZ = Erzeugte Wärme / Elektrischer

Energieverbrauch) einer solchen Anlage kann mit ca. 4 angesetzt werden. Dies bedeutet, dass  $\frac{3}{4}$  der Wärmemenge, also 977 MWh/a, der Wärmepumpe als Quellenwärme zur Verfügung gestellt werden müssen.

Die jährlich verfügbare Abwärmemenge der Kälteanlage wurde auf 713 MWh/a geschätzt (Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Dazu kommen rund 35 MWh/a von der Solarwärmanlage und 18 MWh/a von der gewerblichen Kälte (Grobschätzung). Damit ergibt sich eine jährliche Abwärme- bzw. Quellenwärme von insgesamt 766 MWh/a.<sup>5</sup>

Basierend auf den gemachten Annahmen wird also die Abwärme über ein Jahr gerechnet rund 80 % der von der Wärmepumpe benötigten Quellenwärme liefern können. Die restlichen 20 % müssen vom Erdsondenfeld bereitgestellt werden, welches gleichzeitig die Funktion des Wärmespeichers übernimmt, der die Ungleichzeitigkeit von Wärmebedarf und Abwärmeverfügbarkeit überbrückt.

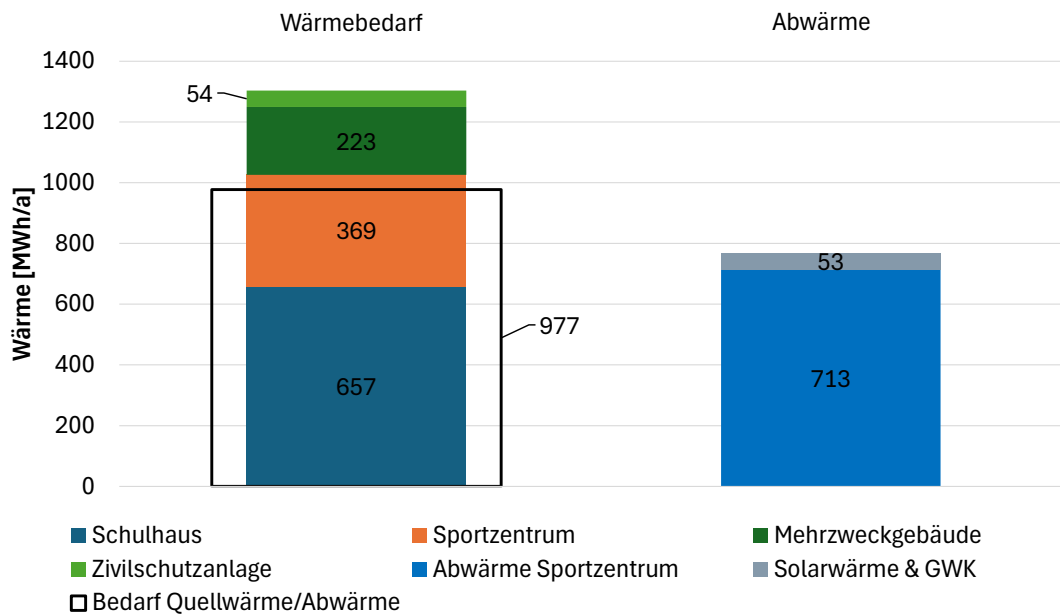


Abbildung 7: Bilanz Wärmebedarf und verfügbare Abwärme

<sup>5</sup> Es wird hier davon ausgegangen, dass in Zukunft keine Abwärme mehr für das Schneeschmelzen eingesetzt wird.

## 2.2 Versorgungskonzept

Das geplante Versorgungskonzept ist schematisch in Abbildung 8 dargestellt.

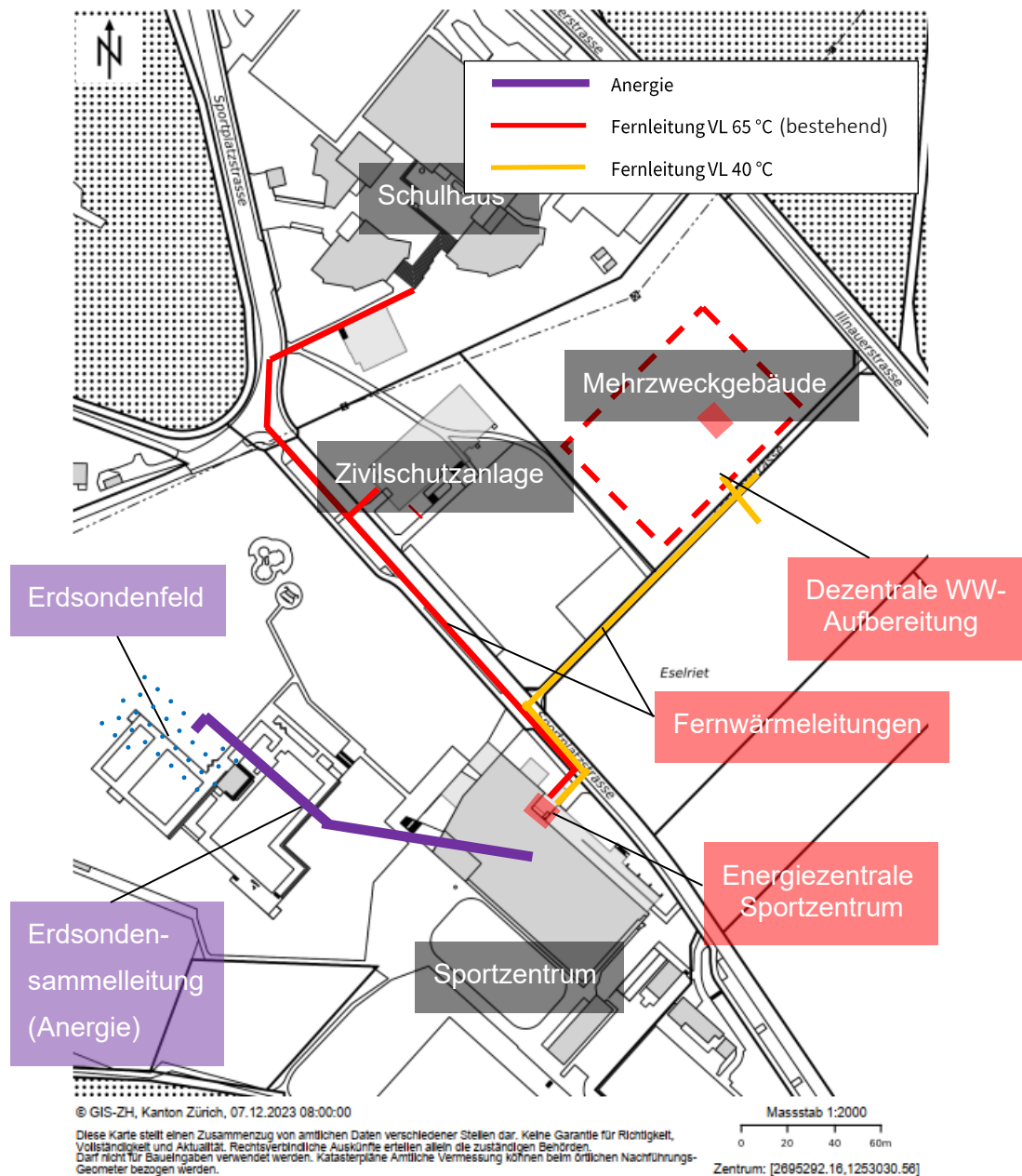


**Abbildung 8: Versorgungskonzept neuer Wärmeverbund Eselriet**

Die Schulanlage und die Zivilschutzanlage (ALST) werden ab der neuen Energiezentrale im Sportzentrum über die bestehende Fernleitung mit einer Vorlauftemperatur von 65 °C versorgt. Das neue Mehrzweckgebäude wird ab der Zentrale Sportzentrum mit über eine neue Fernleitung mit einer Vorlauftemperatur von 40 °C versorgt. Diese Temperatur ist ausreichend für die Raumheizung. Für die Brauchwassererwärmung wird im Mehrzweckgebäude eine dezentrale Wärmepumpenanlage gebaut, welche die Wärme aus der Fernleitung als Quelle nutzt und auf die benötigte Temperatur anhebt. Die dezentrale Anlage ist Teil des Neubauprojekts des Mehrzweckgebäudes und nicht Teil des vorliegenden Bauprojekts des Wärmeverbundes.

Vor dem Entscheid für das beschriebene Versorgungskonzept, wurden verschiedene Varianten geprüft, welche in der folgenden Tabelle mit Ihren Vor- und Nachteilen aufgelistet sind:

**Tabelle 2: Untersuchte Varianten für das Versorgungskonzept**

| Variante               | Beschrieb                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Vor-/Nachteile                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zentral                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zentrale WP im Sportzentrum</li> <li>• Versorgung Schule und ALST über existierende warme Fernleitung (65 °C)</li> <li>• Versorgung Mehrzweckgebäude über neuen warmen Leitungsstrang (65 °C)</li> </ul>                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Nutzung existierende Fernleitung</li> <li>- Versorgung Neubau mit hoher VL-Temperatur energetisch nicht sinnvoll</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                            |
| Dezentral              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neues kaltes Verteilnetz (Anergie)</li> <li>• Dezentrale Wärmepumpen für Heizung und Warmwasser in Schule und Mehrzweckgebäude</li> <li>• Versorgung ALST ab Schule oder Mehrzweckgebäude</li> </ul>                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Geringe Verteilverluste</li> <li>+ Entlastung Platzsituation Sportzentrum</li> <li>- Komplett neue Verteilleitungen</li> <li>- Grosser Aufwand für Erstellung und Integration dezentraler WP-Anlagen</li> </ul>                                                                                                                                        |
| Zentral & Dezentral v0 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zentrale WP im Sportzentrum</li> <li>• Versorgung Schule und ALST über existierende warme Fernleitung (65 °C)</li> <li>• Neue kalte Fernleitung (Anergie) zum Mehrzweckgebäude</li> <li>• Dezentrale WP für Heizung und Warmwasser in Mehrzweckgebäude</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Nutzung existierende Fernleitung</li> <li>+ Beheizung Neubau mit geeigneter Vorlauftemperatur (Energieeffizienz)</li> <li>+ Entlastung Platzsituation Sportzentrum (kleiner dimensionierte Anlage)</li> <li>- Planung des Mehrzweckgebäudes weit fortgeschritten, Integration WP-Anlage aufwändig, insbesondere bei natürlichem Kältemittel</li> </ul> |
| Zentral & Dezentral v1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zentrale WP im Sportzentrum</li> <li>• Versorgung Schule und ALST über existierende warme Fernleitung (65 °C)</li> <li>• Neue Niedertemperatur-Fernleitung ab Zentrale zum Mehrzweckgebäude aus Rücklauf von Schulhaus</li> <li>• Dezentrale WP für Warmwasser in Mehrzweckgebäude</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Nutzung existierende Fernleitung</li> <li>+ Beheizung Neubau mit geeigneter Vorlauftemperatur (Energieeffizienz)</li> <li>+ Geringer Eingriff in Mehrzweckgebäude</li> <li>- Anpassungen in Planung Mehrzweckgebäude</li> </ul>                                                                                                                        |

Für die vier Varianten wurden Grobkostenschätzungen erstellt. Während die Variante «Dezentral» deutlich teurer ausfiel als die günstigste Variante «Zentral» (+ 40 % bei den Investitionskosten und + 30 % bei den Wärmegestehungskosten) lag die Schätzung für die Variante «Zentral & Dezentral v1» nur geringfügig über der günstigsten Variante (+ 5 % bei den Investitionskosten und + 2 % bei den Wärmegestehungskosten). Unter Berücksichtigung der Kostenschätzungen und einer Reihe weiterer Kriterien wurde eine Nutzwertanalyse im Projektteam mit der Bauherrschaft durchgeführt. Auf dieser Basis wurde schliesslich an der Sitzung mit der Bauherrschaft vom 7. Juni 2024 der Konzeptentscheid zugunsten der Variante «Zentral & Dezentral v1» gefällt. Vor dem Entscheid wurde zudem von der Firma

PZM (HLK-Planer des Neubaus) versichert, dass die geplanten Anlagen des Neubaus auf die Vorlauftemperatur von 40 °C angepasst werden können.

In der Konzeptphase wurden verschiedene weitere Erwägungen gemacht, so unter anderem folgende:

- **Integrationstiefe mit der Eisbahn-Kälteanlage**

Von Seiten des Planerteams wurde die Überlegung ins Spiel gebracht, dass anstelle von zwei weitgehend getrennten Anlagen für die Eisbahnkälte und die Nutzwärmeerzeugung, die Wärmeerzeugung durch eine zusätzliche Hochdruckstufe direkt an den Kältemittelkreis der Kälteanlage gekoppelt werden könnte. Grundsätzlich hätte eine solche Anlage eine höhere Energieeffizienz. Eine solche Lösung würde jedoch einen Umbau der Kälteanlage und deren Steuerung erfordern. Es stellte sich in diesem Zusammenhang auch die Frage, ob in näherer Zukunft ohnehin eine Erneuerung der Kälteanlage geplant sei. Gemäss der Bauherrschaft ist momentan keine Erneuerung der Kälteanlage geplant und sollen die Anlagen möglichst unabhängig bleiben. Dies wurde in der Planung so berücksichtigt.

- **Dezentrale bzw. separate Brauchwarmwasser-Erwärmung in Schulhaus und Sportzentrum**

Eine weitere Überlegung in der Planung war, für die Brauchwarmwassererwärmung bei allen Bezügern, nicht nur im Mehrzweckgebäude, dezentrale WP-Anlagen vorzusehen. Diese hätte den Vorteil, dass das Netz lediglich auf Heiztemperatur-Niveau betrieben werden müsste und somit weniger Verteilverluste entstünden. Zudem könnte in der Zentrale anstelle einer zweistufigen Maschine mit Hubkolbenverdichtern eine günstigere einstufige Maschine mit Schraubenverdichtern eingesetzt werden. Nachteilig bei dieser Lösung wäre insbesondere, dass zusätzliche dezentrale Anlagen gebaut werden müssten. Auf Wunsch der Bauherrschaft wurde von dieser Lösung abgesehen und eine zentrale WP geplant, welche den warmen Netzstrang bis zu 70 °C für Heizung und Warmwasser versorgen kann. Es soll aber dennoch angestrebt werden, das Netz mit möglichst niedrigen Temperaturen zu betreiben, so etwa mit Hilfe von Ladefenstern für die Brauchwarmwassererwärmung.

## **2.3 Betriebszeiten Sportzentrum**

Die Betriebszeiten des Sportzentrums werden in der Planung berücksichtigt. Insbesondere muss der Bau des Erdsondenfeldes im Winterhalbjahr, ausserhalb der Badisaison erfolgen und die Liegewiese möglichst rasch wieder in Stand gesetzt werden.

Badisaison:           Mitte Mai – Mitte September

Eissaison:           Mitte September – Anfang/Mitte März

## 2.4 Termine (zu überarbeiten gemäss Terminprogramm)

Das Gesamtterminprogramm (Stand Bauprojekt) ist der Beilage 11 zu entnehmen.  
Die wichtigsten Ecktermine des Projektes sind wie folgt:

- 17.07.-31.07.24 Ausführung Fernleitung Eselrietstrasse Abschnitt 1 (Sportzentrum bis Parzelle Mehrzweckgebäude)
- 20.12.24 Abschluss Bauprojekt (Phase 32) nach Berücksichtigung Feedback Bauherrschaft
- 06.01.-29.08.25 Bewilligungsprojekt bis Baufreigabe (Phase 33)
- 17.02.-05.12.25 Ausschreibung (Phase 41)
  - 04.07.25 Vergabe Erdsondenfeld (vor Volksabstimmung)
  - 05.12.25 Vergabe übrige Gewerke
- 29.09.25 - 30.01.26
  - Ausführung Erdsondenfeld und Erschliessung
- 31.10.25 Volksabstimmung**
- 03.11.25 Bestellung Wärmepumpe
- 06.04.-11.09.26 Umbau Energiezentrale
- 14.09.-30.10.26 Inbetriebnahmen und Abnahmen
- Ca. Mitte 2026 Planung und Ausführung Fernleitung Eselrietstrasse Abschnitt 2 (Parzellenrand Mehrzweckgebäude bis Energiezentrale) → Abzustimmen mit Bauprogramm Mehrzweckgebäude
- 30.10.26 Start Regelbetrieb**  
(Inbetriebnahme Mehrzweckgebäude eventuell später, abhängig von Baufortschritt Neubau)

## 2.5 Bewilligungen / Gesuche

### 2.5.1 Fernwärmeleitung Eselrietstrasse

Die neue Fernwärmeleitung vom Sportzentrum entlang der Eselrietstrasse bis in die Parzelle des geplanten Mehrzweckgebäudes wurde bereits im Zuge der Erstellung der neuen Erschliessungsstrasse verlegt. Die Projektierung und Ausführung der Tiefbauarbeiten, inklusive Einreichung der Grabengesuche bei der Stadt Illnau-Effretikon, erfolgte im Unterauftrag durch die Firma Buchmann Partner AG, die ebenfalls als Tiefbauingenieur der Erschliessungsstrasse fungierte.

### 2.5.2 Erdsondenfeld

Für die Erstellung der Erdwärmesonden ist eine gewässerschutzrechtliche Bewilligung des Amts für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) gemäss Bauverfahrensverordnung (BVV 5.5.1) erforderlich.

Das für die Erdsonden vorgesehene Gebiet liegt in den Zonen F (Ausserhalb nutzbarer Grundwasservorkommen) und D (Schotter-Grundwasservorkommen, ungeeignet für Trinkwassergewinnung), siehe Abbildung 9. In beiden Zonen ist die Erstellung von Erdwärmesonden «grundsätzlich zulässig». Es gilt eine Bohrtiefenbeschränkung von 400 m. Die Bewilligungsfähigkeit des Erdsondenfeldes wird deshalb als gegeben angesehen. Im nahegelegenen Gebiet um die Rappenhalde wurden zudem bereits einige Sonden abgeteuft. Für die Sonden der Parzellen IE2899 und IE2907 existieren Bohrprofile, welche bei AWEL eingeholt wurden (siehe Grundlegendokument 8).

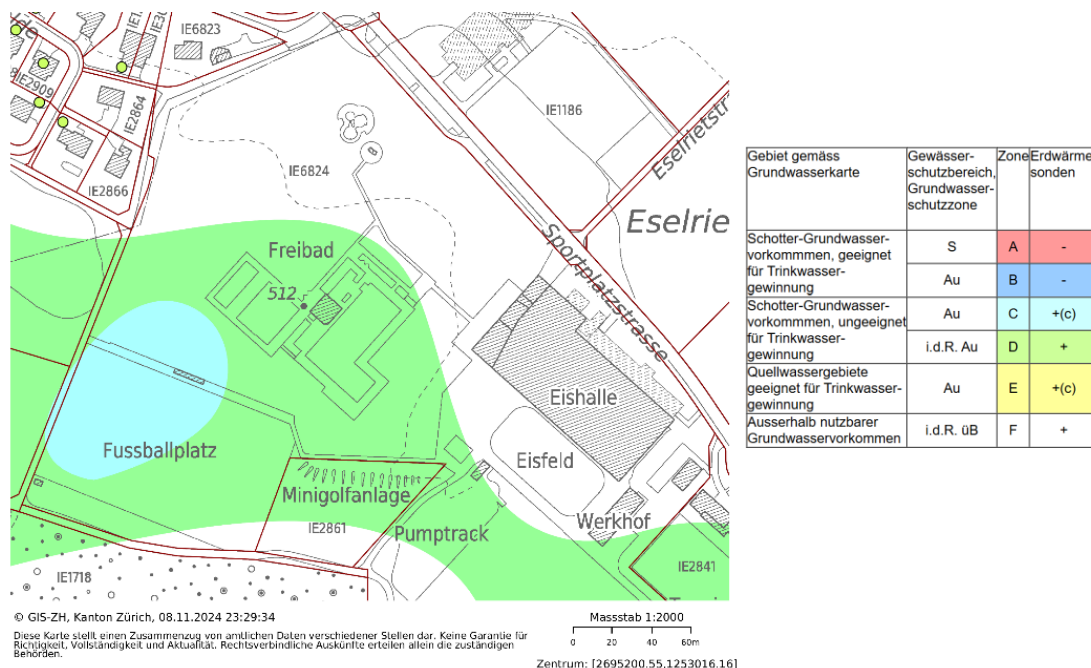


Abbildung 9: Auszug aus ZH-GIS, Wärmenutzungsatlas

### 2.5.3 Energiezentrale

Gemäss einer Abklärung bei Frau Liliane Roth (Fachleiterin Baubewilligungen und -beratung Illnau-Effretikon) ist das Projektvorhaben im Anzeigeverfahren zu bewilligen. Es gelten hierbei eine Vorprüfungsfrist von 20 Tagen und eine Behandlungsfrist von 30 Tagen.

## 2.6 Schadstoffe

### Energiezentrale

Hinsichtlich der erforderlichen Abbrüche und Demontagen wurde durch die Firma Ecosens ein Schadstoffgutachten mit Entsorgungskonzept erstellt (Beilage 13). Der Untersuchungsperimeter umfasste die Heizzentrale im 1. UG, den angrenzenden Korridor und den Raum über der Heizzentrale im EG. Im Rahmen der Begehung und der anschliessenden Laboruntersuchungen wurden keine schadstoffhaltigen Materialien identifiziert. Es kann also davon ausgegangen, dass neben der fachgerechten Entsorgung der unbelasteten Materialien, keine weiteren Massnahmen nötig sind.

### Erdsondenfeld

Im GIS-Zürich ist für die Liegenschaft kein Eintrag im Prüfperimeter für Bodenverschiebungen und im Kataster der belasteten Standorte eingetragen. Es kann also davon ausgegangen werden, dass das Material im Bereich des geplanten Erdsondenfeldes unbelastet ist.

### Medienkanal

Die nicht mehr verwendeten Leitungen im Medienkanal sind schadstoffbelastet (gemäss Abklärung durch die Bauherrschaft). Sie sollen deshalb sachgerecht rückgebaut werden.

Eine Richtofferte für die Arbeiten wurde direkt von der Bauherrschaft eingeholt und im Kostenvoranschlag dieses Projekts berücksichtigt. Der Rückbau dieser Leitungen bzw. die Schadstoffsanierung wären grundsätzlich für die Umsetzung des vorliegenden Projekts nicht notwendig. Es handelt sich also um eine von der Bauherrschaft gewünschte Projekterweiterung und Erweiterung des Generalplanermandats. Eine dadurch verursachte Erhöhung des Planerhonorars ist im KV noch nicht berücksichtigt.

## 2.7 Förderung

Aktuell wird der Ersatz einer fossilen Wärmeherzeugung durch ein Erdsonden-Wärmepumpensystem durch den Kanton Zürich gefördert. Der Investitionsbeitrag für Anlagen mit einer Wärmeleistung > 15 kW beträgt 10'650 CHF + 180 CHF pro zusätzlichem kW. Für das hier projektierte System mit 500 kW Wärmeleistung ergäbe diese einen Förderbeitrag von 97'950 CHF.

Der voraussichtliche Förderbeitrag wurde in den Kosten nicht berücksichtigt, da er mit einer gewissen Unsicherheit, wie etwa der Fortsetzung des Förderprogramms durch den Kanton verbunden ist.

## 2.8 Einfluss auf den Betrieb des Sportzentrums

- Die Realisierung des Erdsondenfeldes erfolgt im Winter zwischen zwei Badisaisons. Der Bereich der Liegewiese in dem das Sondenfeld erstellt wird muss anschliessend neu begrünt werden. Es ist davon auszugehen, dass dieser Bereich in den ersten Wochen der darauffolgenden Badisaison nicht genutzt werden kann.
- Während der Einrichtung der Provisorien werden kurze Unterbrüche der BWW-Versorgung erforderlich sein
- Während dem Umbau wird es gewisse Einschränkungen für die Personenzirkulation im Sportzentrum geben. So etwa im Korridor im EG wo sich die Einbringung der Kältezentrale befindet.

## 2.9 Projektrisiken

- Kostenunsicherheit: Siehe dazu Abschnitt 8.
- Der geplante Standort für das Erdsondenfeld liegt nahe bzw. in einer Zone, in der eine gewisse Menge an Schottergrundwasser vermutet wird. Gemäss Grundwasserkarte und den Resultaten der Probebohrung ist das Grundwasservorkommen sehr gering. Dennoch ist es möglich, dass bei weiteren Bohrungen ein stärkerer Wasserzutritt auftritt und Zusatzmassnahmen für die Abdichtung der Bohrlöcher oder die Umplanung des Sondenfeldes nötig werden.
- Bei der Erstellung der Erdsonden ist es möglich, dass teilweise die 400 m nicht erreicht werden (wie diese auch bei der Probebohrung der Fall war). Im Bauverlauf kann es sich deshalb als nötig erweisen, eine oder mehrere zusätzliche Sonden installieren. Um diese zu ermöglichen, werden an den Verteilern Reserveanschlüsse vorgesehen. Zudem sind im Erdsondenplan 3 Reservebohrpunkte eingeplant und weitere prinzipiell möglich.
- Die der Auslegung des HLK-Systems zugrunde gelegten Energiemengen (Wärmebedarf und Abwärmeverfügbarkeit) und Leistungen beruhen teilweise auf Annahmen (insbesondere im Fall der Neubauten). Ebenso besteht eine gewisse Unsicherheit bezüglich derer zukünftiger Entwicklung. Sollte die Wärmebilanz in Zukunft zu stark von den Planungswerten abweichen und die Erdsondentemperaturen zu stark abfallen, so könnte durch die spätere Ergänzung zusätzlicher Erdsonden reagiert werden.
- Die Aufeisung des Ausseneisfeldes erfordert die maximale Rückkühlleistung (rund 1000 kW). Mit dem bisherigen System konnte man diese Leistung praktisch ohne Begrenzung der Dauer via Aussenschwimmbecken an die Umgebung abgeben. Im neuen System erfolgt die Rückkühlung über die Erdsonden (Abwärme wird dort eingespeichert). Die Dauer, während der die maximale Rückkühlleistung abgegeben werden kann, wird begrenzt sein, da die Sondentemperatur nicht zu hoch werden darf. Die Dimensionierung der Komponenten (Erdsondenfeld und Kondensator der Eisaufbereitung) erfolgt jedoch so, dass die Rückkühlleistung auch bei ungünstigen Bedingungen ausreicht (siehe «Worst-Case-Szenario» in Abschnitt 4.2). Weiter wird das Temperaturniveau des Sondenfeldes aufgrund der negativen Energiebilanz (mehr Entzug) über die Jahre um mehrere Grad abnehmen. Dadurch erhöht sich die Dauer, während der das Feld die maximale Rückkühlleistung aufnehmen kann. Sollte die Begrenzung dennoch einmal erreicht werden, etwa wenn das Feld früher im Jahr bei deutlich ungünstigeren Bedingungen aufgetaut werden sollte, bestünden verschiedene Möglichkeiten zu reagieren. Man kann die Kühlleistung leicht reduzieren und den Aufeisprozess verlängern. Neben weiteren betrieblichen Massnahmen, wie der optimierten Anpassung der Aufeiszeiten in Funktion der Witterung, ist grundsätzlich auch die Erweiterung des Erdsondenfeldes durch Zusatzsonden möglich.
- Trotz der Vorabklärungen zu nötigen Brandschutzmassnahmen könnten von Seiten der Behörde zu einem späteren Zeitpunkt zusätzliche Massnahmen gefordert werden. Dies würde zusätzliche Aufwände verursachen.

## 2.10 Parallelprojekt «Teilsanierung Eisbahn-Kälteanlage» und Schnittstellen mit diesem

Im Verlauf der Planung hat sich herausgestellt, dass die Kondensatoren der Eisbahn-Kälteanlage zu klein sind, bzw. eine zu hohe Grädigkeit aufweisen, wenn die Rückkühlung zukünftig über das Erdsondenfeld erfolgen soll. Es wurde also klar, dass ein neuer Kondensator installiert werden muss, das Projekt also nicht gänzlich ohne Anpassung an der Kälteanlage umgesetzt werden kann. Im Vergleich mit dem

Gesamtprojekt ist der Umfang dieser Anpassung klein. Für die Einbringung des neuen Kondensators muss jedoch die Einbringöffnung an der Decke der Kältezentrale geöffnet werden, wofür auch der Bodenbelag im darüberliegenden EG aufgeschnitten und anschliessend ersetzt werden muss.

Da im Zuge des Projekts also ohnehin Anpassungen an der Kälteanlage erforderlich wurden, beauftragte die Bauherrschaft die Walter Wettstein AG (WWAG) mit der Erarbeitung eines Konzepts für eine Teilsanierung der Kälteanlage. Ziel war es, bestimmte mittelfristig anstehende Erneuerungen an der Kälteanlage zeitlich und inhaltlich mit dem Wärmeverbundprojekt zu koordinieren.

Die Schnittstellen zwischen dem Wärmesystem und der Kälteanlage wurden mit WWAG besprochen und entsprechend berücksichtigt (siehe Konzeptschema in Beilage 1):

- **Schnittstelle Kondensator/Rückkühlung:**  
Bei den Wasseranschlüssen des Kondensators in der Kältezentrale. Die Anergieleitungen werden durch die Kältezentrale geführt (siehe Beilage 5). Die Feldgeräte wasserseitig kommen vom Projekt «Wärme». Die Ansteuerung der Rückkühlpumpen erfolgt durch die Kältesteuerung.
- **Schnittstelle Enthitzer:**  
Bei Raumaustritt des Wasserkreislaufs aus der Wärmezentrale. Die Feldgeräte liegen beim Projekt «Wärme». Die Ansteuerung der Enthitzerpumpe erfolgt durch die Kältesteuerung. Ein Freigabesignal wird von der Wärme- und die Kältesteuerung übergeben.

Für die Wiederinbetriebnahme der Kälteanlage muss das Erdsondenfeld befüllt und betriebsbereit sein. Die Installation des Hydraulikkreises des Erdsondenfeldes, exklusive dem Teil in der Zentrale, muss also, damit die Eissaison termingerecht beginnen kann, früher als die Installationen in der Energiezentrale abgeschlossen werden. Diese ist im Terminplan so vorgesehen.

## 2.11 Messkonzept

Das Messkonzept beschreibt, welche Messgrößen für die Kostenabrechnung, Überwachung und Optimierung des Betriebes nötig sind, wo und wie diese gemessen werden sollen. Die Messstellen können dem Prinzipschema (vgl. Beilage 1) entnommen werden.

Folgende Energie- und Medienmessungen sind vorgesehen:

- Energiemessung Kondensator NH3- Kälteerzeugung Messung Energie, Leistung, Temperaturen
- Energiemessung Enthitzer NH3- Kälteerzeugung, Messung Energie, Leistung, Temperaturen
- Energiemessung Erdsondenfeld, Messung Energie und Leistung jeweils positive und negative Werte separat, Temperaturen
- Energiemessung Flüssigkeitsunterkühler Messung Energie, Leistung, Temperaturen
- Energiemessung Schneegrube, Messung Energie, Leistung, Temperaturen
- Energiemessung Solaranlage, Kondensator GWK (1 Messung für beide Quellen) Messung Energie, Leistung, Temperaturen
- Energiemessung ULK Maschinenraum, Messung Energie, Leistung, Temperaturen
- Energiemessung Verdampfer Wärmepumpe, Messung Energie, Leistung, Temperaturen
- Energiemessung Kondensator Wärmepumpe, Messung Energie, Leistung, Temperaturen
- Energiemessung Heizungsnetz Total, Messung Energie, Leistung, Temperaturen
- Energiemessung pro Heizgruppe, Messung Energie, Leistung, Temperaturen (Total 5 Stk.) Messung Energie, Leistung, Temperaturen
- Energiemessung BWW-Ladung ab Heizungsnetz, Messung Energie, Leistung, Temperaturen
- Elektromessung für Wärmepumpe (Endenergie, Nieder-/Hochdruckstufe)
- Elektromessung für Hilfsbetriebe Wärmepumpe (Endenergie, Pumpen, Steuerung, Regelung, etc.)

### 3 Energiezentrale und HLKS-Prinzip

Das bestehende HLKS-Konzept wird grundsätzlich beibehalten. Es werden nur Anpassungen im Zusammenhang mit der neuen Wärmeerzeugung vorgenommen. Aktuell erfolgt die Wärmeversorgung über zwei Ölkessel, die durch eine NH<sub>3</sub>-Wärmepumpe ersetzt werden sollen.

#### **Heizung:**

Die bestehende Heizzentrale im Sportzentrum wird komplett umgebaut. Die bestehenden Ölkessel, die Wärmepumpe sowie die BWW-Speicher werden rückgebaut. Ein neuer Maschinenraum für die NH<sub>3</sub>-Wärmepumpe wird projektiert. Für die Wärmepumpe gibt es einen neuen technischen Heizungsspeicher zur Gewährleistung der minimalen Laufzeit der Wärmepumpe. Der Heizungsverteiler sowie die Expansion (Vergrößerung des Netzvolumens) werden neu erstellt. Die bestehenden Heizgruppen werden ab dem neuen Heizungsverteiler innerhalb der Heizungszentrale erschlossen. Ausserhalb der Heizungszentrale finden keine Umbauarbeiten an den Heizungsanlagen statt.

#### **Lüftung:**

An den bestehenden Lüftungsanlagen gibt es keine Anpassungen. Für den neuen Maschinenraum wird eine Notlüftung vorgesehen, die über den bestehenden Kamin-schacht geführt wird.

#### **Kälte:**

Einer der beiden Kondensatoren, sowie der Enthitzer der Eisbahn-Kälteanlage werden ersetzt aufgrund der zukünftig höheren Temperaturen des Rückkühlkreislaufs/Anergienetzes.<sup>6</sup> Weiter soll ein Unterkühler nachgerüstet werden. Die Abtauung der Schneegrube wird wie bisher ab einem der beiden bestehenden Kondensatoren erfolgen. Die hier beschriebenen Anpassungen an der Kälteanlage sind nicht Teil des vorliegenden Projektes sondern Teil des Parallelprojekts «Teilsanierung Kälteanlage».

#### **Sanitär:**

Die bestehende Brauchwarmwassererzeugung in der Heizungszentrale wird ersetzt. Weiter werden die Chlorwasserleitungen und die Schwefelsäureleitung im Bereich des geplanten Maschinenraums verlegt. Ansonsten sind sanitärseitig keine Anpassungen vorgesehen.

---

<sup>6</sup> In der Folge wird der Begriff «Anergienetz» für den Fluidkreislauf auf der Quellenseite der Wärmepumpe verwendet, in den das Erdsondenfeld direkt eingebunden ist.

### 3.1 Grundriss HLKS

Der Grossteil der Umbauarbeiten findet innerhalb der bestehenden Heizungszentrale statt (Erschliessung der Anergie über den Korridor im Untergeschoss, Erschliessung der Kondensatoren in der Zentrale der Eisbahnkälte).

### 3.2 Bauliche Anpassungen der Energiezentrale

Die neue Energiezentrale wird im Raum der bestehenden Heizzentrale im UG des Sportzentrums gebaut. Dies erfordert, dass der Grossteil der bestehenden Installationen innerhalb der Heizungszentrale rückgebaut wird. Die bestehenden Anlagen-teile haben zum grössten Teil ihre Lebensdauer erreicht (über 20 Jahre) und müssten unabhängig davon bald erneuert werden.

Die wesentlichen baulichen Anpassungen im UG sind in Abbildung 10 dargestellt (siehe Beilage 6). In die bestehende Heizzentrale wird ein rauchdichter Maschinenraum für die Ammoniak-Wärmepumpe integriert. Dazu werden zwei neue Stahlbetonwände eingebaut. Eine Zwischenwand wird Zwecks Platzgewinn abgebrochen. An deren Stelle wird eine Stahlkonstruktion (Träger und Stützen) eingebaut, welche die statische Funktion der Wand übernimmt. Die bestehenden Maschinensockel werden abgebrochen und Sockel für die neuen Verdichter erstellt.

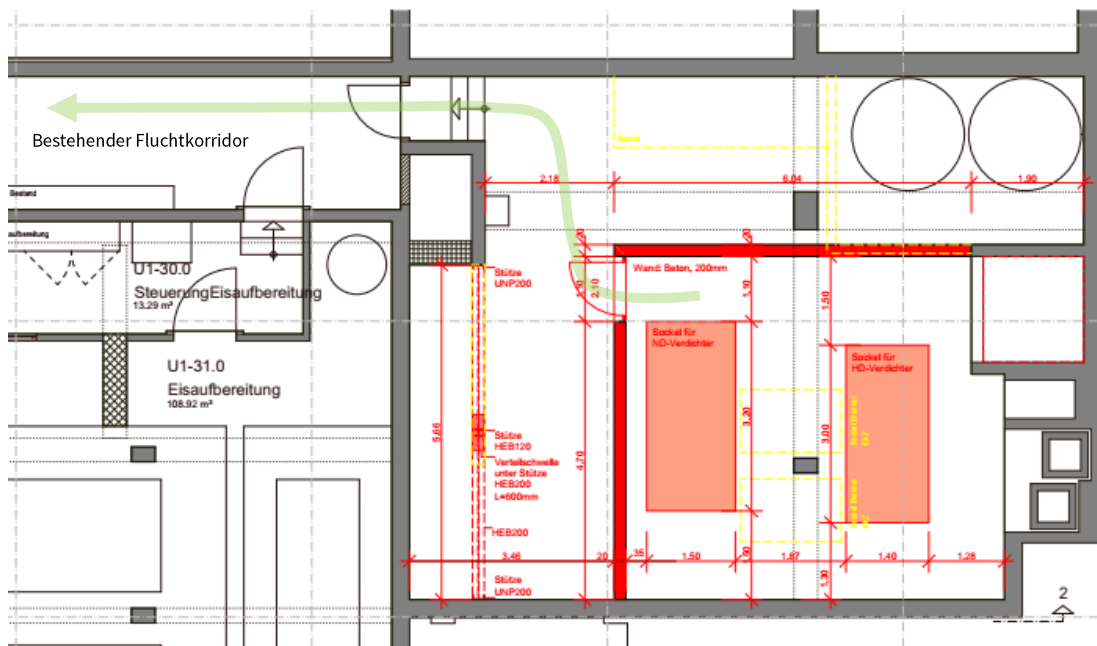


Abbildung 10 Grundriss Heizungszentrale UG Sportzentrum Eselriet. Abbrüche sind in Gelb, neu zu erstellende Teile in Rot eingezeichnet. Weiter ist der Fluchtweg aus dem Maschinenraum eingezeichnet.

### 3.3 Brandschutzmassnahmen

Nach einer gemeinsamen Begehung der Räumlichkeiten mit dem Fachverantwortlichen Baukontrolle/Feuerpolizei der Stadt Illnau-Effretikon (Herr T. Hofmann) wurde durch den involvierten Spezialisten (Herr B. Ruckstuhl, Firma B3) ein Brandschutzplan ausgearbeitet und die erforderlichen Massnahmen definiert (siehe Details in Beilage 14). Folgende Hauptmassnahmen sind umzusetzen.

Im EG wird die aktuelle Einbringöffnung mit einem offenbaren Revisionsdeckel versehen (rauchdicht und EI3).

Im Korridor im UG (obwohl Teil des bestehenden Fluchtweges) sind mehrere Er-tüchtigungsmassnahmen notwendig. Diese sind in Abbildung 11 dargestellt.

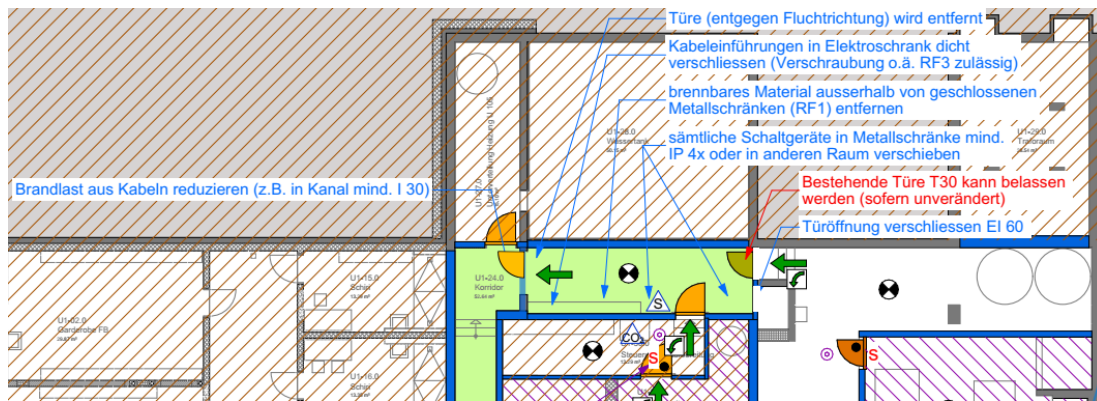


Abbildung 11: Für den Brandschutz erforderliche Ertüchtigungsmassnahmen im Korridor im 1. UG (hellblauer Text).

### 3.4 Abwärmenutzung Eisbahnkälte

Aktuell wird die Abwärme aus der Eisproduktion (1-stufige NH<sub>3</sub>- Kältemaschine) teilweise als Energiequelle für die bestehende R134a Wärmepumpe genutzt. Die Schneegrube wird ebenfalls über die Abwärme aus der Eisproduktion versorgt. Die überschüssige Energie wird über das Schwimmbecken rückgekühlt.

In Zukunft wird ein Teil der Abwärme weiterhin für die Schneegrube verwendet. Der Grossteil der Abwärme wird ins Anergienetz gespiesen, und je nach Systemzustand als Quellwärme der Wärmepumpe oder zur Regeneration des Erdsondenfeldes verwendet. Mit dem Anschluss an das Erdsondenfeld erhöht sich die Eintrittstemperatur in den Kondensator bei maximaler Abwärmelast auf ca. 33 °C (siehe Abschnitt 4.1). Die bestehenden Kondensatoren sind daher zu klein (Grädigkeit des Wärmetauschers). Nach Rücksprache mit WWAG soll deshalb im Rahmen des Parallelprojekts «Teilsanierung Kälteanlage» einer der beiden Kondensatoren durch einen neuen Kondensator ersetzt werden, der für eine Eintrittstemperatur von 33°C und eine Austrittstemperatur von 38°C bei 1000 kW ausgelegt ist. Der andere bestehende Kondensator soll bestehen bleiben und weiterhin die Schneegrube versorgen.

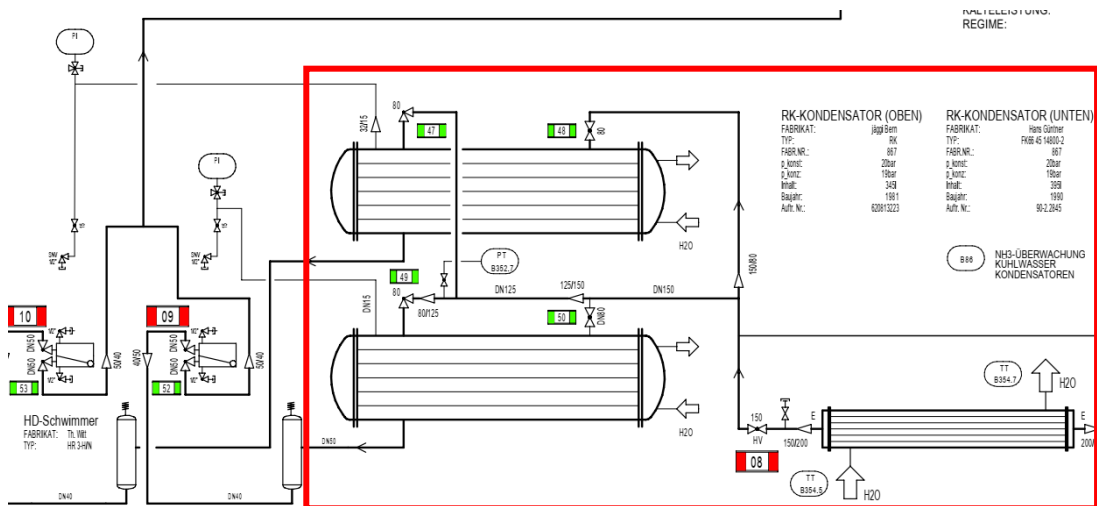


Abbildung 12 Ausschnitt Schema NH<sub>3</sub>-Kälteerzeugung (Eisbahnkälte) Kondensatoren, Enthitzer

## 3.5 Wärmeerzeugung

Die Wärmeerzeugung für den Wärmeverbund erfolgt zu 100% über eine 2-stufige NH<sub>3</sub>-Wärmepumpe. Da die bestehenden Platzverhältnisse knapp sind und aus ökonomischen Gründen, ist keine Redundanz bei der Erzeugung vorgesehen. Siehe dazu Abs. 3.5.5.

### 3.5.1 Grundlagen Kältemittelwahl

Das BAFU (Bundesamt für Umwelt) regelt gemäss der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV SR 814.81), Anhang 2.10, Ziffern 2.1 und 2.2, den Einsatz von Kältemittel in stationären Kälteanlagen und Wärmepumpen.

Gemäss ChemRRV ist der Grenzwert  $\leq 600$  kW knapp nicht erreicht. Der Einsatz von in der Luft stabilen Kältemitteln ist somit grundsätzlich erlaubt, und es muss nicht zwingend ein in der Luft nicht stabiles und nicht ozonschichtabbauendes Kältemittel verwendet werden. Aus unten genannten Gründen (Novellierung der F-Gase-Verordnung) wird empfohlen ein Kältemittel aus der Gruppe «in der Luft nicht stabile und nicht ozonschichtabbauende Kältemittel» zu verwenden.

Grundsätzlich sind sämtliche Kältemittel der Gruppe «in der Luft nicht stabile und nicht ozonschichtabbauende Kältemittel» für die Anwendung zugelassen. Es gibt aber sowohl aus thermodynamischer, ökologischer und sicherheitstechnischen Überlegungen Einschränkungen in der Wahl des Kältemittels.

**Tabelle 3: Kältemittel für Anwendung**

| Kältemittel                        | Kältemittelvergleich | Bemerkung / Begründung                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R170 (Ethan)                       | Nein                 | Wird nur für Anlagen welche Aussenaufgestellt werden können empfohlen. (Sicherheitsklasse A3).                                                                                            |
| R-290 (Propan)                     | Nein                 | Wird nur für Anlagen welche Aussenaufgestellt werden können empfohlen. (Sicherheitsklasse A3).                                                                                            |
| R-717 (NH <sub>3</sub> )           | Ja                   | Kältemittel eignet sich gut für die vorgesehene Anwendung.                                                                                                                                |
| R-744 (CO <sub>2</sub> )           | Nein                 | CO <sub>2</sub> eignet sich vor allem aus thermodynamischer Sicht nicht, für die reine Wärmepumpe Nutzung mit den geforderten hohen Temperaturen ( $T_c = \text{ca. } 67^\circ\text{C}$ ) |
| R-600 (Butan)<br>R-600a (Isobutan) | Nein                 | Wird nur für Anlagen welche Aussenaufgestellt werden können empfohlen. (Sicherheitsklasse A3).                                                                                            |
| R-1270 (Propen)                    | Nein                 | Wird nur für Anlagen welche Aussenaufgestellt werden können empfohlen. (Sicherheitsklasse A3).                                                                                            |
| R-290/R-600a (Blend)               | Nein                 | Wird nur für Anlagen welche Aussenaufgestellt werden können empfohlen. (Sicherheitsklasse A3).                                                                                            |
| R-290/R-170 (Blend)                | Nein                 | Wird nur für Anlagen welche Aussenaufgestellt werden können empfohlen. (Sicherheitsklasse A3).                                                                                            |
| R-1234yf<br>R-1234ze (HFO)         | Ja                   | Kältemittel eignet sich gut für die vorgesehene Anwendung.                                                                                                                                |

## **Entwicklung (EU-Parlament stimmt Novellierung der F-Gase-Verordnung zu)**

Gründe für die Verschärfung der Vorschriften:

Europaweit nimmt der politische Druck gegen den Einsatz synthetischer Kältemittel aus zwei Gründen zu:

- Klimawirkung: Viele synthetische Kältemittel haben ein hohes Treibhauspotential.
- PFAS (per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen) bezeichnet eine Stoffgruppe, welche in vielen Produkten verwendet wird, darunter Mobiltelefone, Kosmetika, Solarpaneele, Regenjacken und viele mehr. Auch diverse Kältemittel gehören zu dieser Stoffgruppe. Einmal freigesetzt, verbleiben PFAS aufgrund ihrer chemischen Stabilität über Jahrzehnte in der Umwelt, können den Menschen und der Umwelt schaden und sind kaum mehr aus Wasser und Boden zu entfernen.

In der Schweiz haben die EU-Vorschriften keine rechtliche Wirkung. Beschränkungen für Kältemittel sind in der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) geregelt. Diese wird unter Berücksichtigung der internationalen Rechtsentwicklung und der wissenschaftlichen und technischen Entwicklungen periodisch überprüft und ggf. angepasst. Die sich ändernden Rahmenbedingungen in der EU prägen auch die Diskussion über die Fortschreibung der ChemRRV.

Von einem PFAS-Verbot wären unter anderem folgende HFKW-Kältemittel und HFO-Kältemittel sowie deren Gemische betroffen: R125, R-134a, R143a, R-404A, R-410A, R449A, R513A, R452A, R-1234yf und R-1234ze. Bis zum Verbot der PFAS dürfte es nur noch wenige Jahre dauern. Höchstwahrscheinlich können bestehende Anlagen mit Übergangsfristen länger betrieben werden. Ein PFAS-Verbot kann jedoch zu einer Verknappung und Verteuerung dieser Kältemittel führen, was sich auf die Wartungs- und Unterhaltskosten auswirken würde.

Die genannten europäischen Verordnungen sind nicht abschliessend revidiert und die involvierten Akteure verhandeln derzeit noch über die exakten Inhalte und «Fahrpläne». Sowohl in der EU als auch in der Schweiz zeichnen sich jedoch bereits in naher Zukunft erhebliche Einschränkungen für den Einsatz synthetischer Kältemittel ab. Wie die Einschränkungen genau ausgestaltet sein werden, ist noch offen.

### **3.5.2 Empfehlung Kältemittel**

Da der Betreiber bereits Erfahrung im Umgang mit NH<sub>3</sub> als Kältemittel hat und mit einer Verschärfung der Regelungen bezüglich HFO-Kältemittel zu rechnen ist, wird die Wärmepumpe mit dem Kältemittel NH<sub>3</sub> projektiert. Aus ökonomischer Sicht ist eine NH<sub>3</sub>-Wärmepumpe, über den gesamten Lebenszyklus betrachtet, besser als eine HFO-Wärmepumpe. Auch aus ökologischen Gründen ist NH<sub>3</sub> zu empfehlen, da wenn immer möglich ein natürliches Kältemittel eingesetzt werden sollte.

### 3.5.3 Wärmepumpenkonzept

Die Anlagen können mit verschiedenen Verdichtertypen konzipiert werden. Mit den zugrundeliegenden Verdampfungs- und Kondensationstemperaturen sind folgende Verdichterkonzepte gängig und möglich.

#### Vergleich Verdichterkonzept

| Technische Grundlagen        | Vorteile                                       | Nachteile                                        |
|------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Schraubenverdichter 1-stufig | geringer Platzbedarf<br>tiefste Wartungskosten | niedriger COP,<br>schlechteres Teillastverhalten |
| Schraubenverdichter 2-stufig | geringer Platzbedarf                           | niedriger COP,<br>schlechteres Teillastverhalten |
| Hubkolbenverdichter 2-stufig | höchstmöglicher COP                            | hoher Platzbedarf<br>höhere Wartungskosten       |

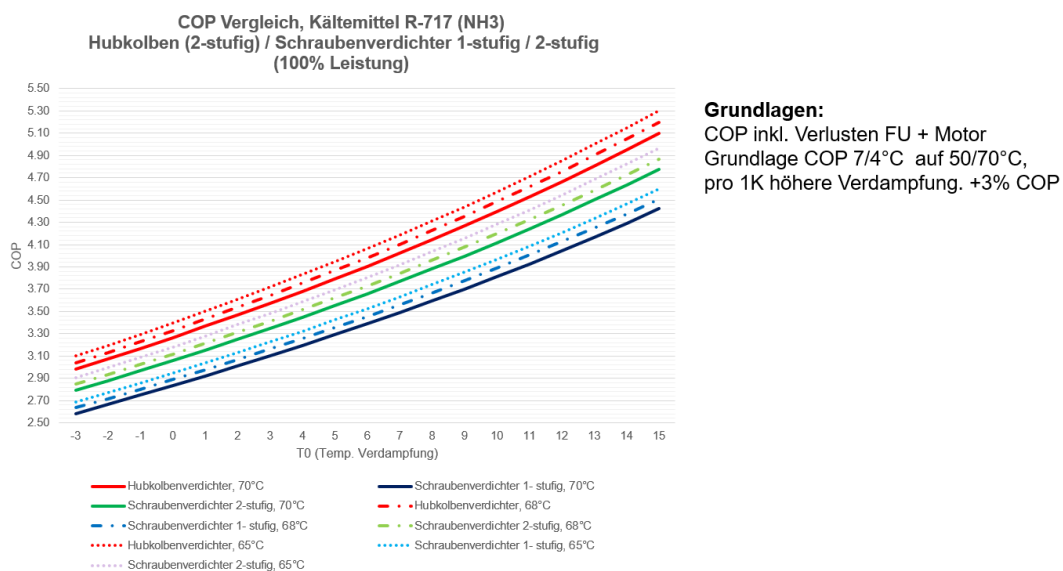


**Abbildung 13: COP-Vergleich anhand Verdichter-Bauarten**

Der Vergleich der COP (Coefficient of Performance = Leistungszahl Wärmepumpe) zeigt, dass mit einem 2-stufigen Hubkolbenverdichter die höchsten COP-Werte erreicht werden.

Da die Energiekosten den grössten Teil der jährlichen Kosten ausmachen, wird ein 2-stufiges Anlagekonzept mit Hubkolbenverdichtern empfohlen. Die jährlichen Kosten liegen bei 2-stufigen Hubkolben ca. 8% tiefer als bei der Variante 2-stufige Schraube bzw. ca. 10% tiefer als bei der Variante 1-stufige Schraube.

Es wird eine 2-stufige Anlagen mit Hubkolbenverdichter konzipiert, da diese zum heutigen Stand die besten COP-Werte und Wirtschaftlichkeit ausweisen.

Nach Rücksprache mit Herstellern und Anlagebauern werden aktuell neue effizientere Schraubenverdichter entwickelt (z.B. GEA). Daten zu COP-Werten liegen zum heutigen Zeitpunkt noch keine vor.

### 3.5.4 Brauchwarmwasser Sportzentrum

Die bestehende Brauchwarmwasseraufbereitung erfolgt konventionell über eine Magroladung. Die Abwärme der GWK-Anlage wird aktuell zur Vorwärmung des Trinkwassers in einem vorangeschalteten Vorwärmespeicher genutzt. Die Temperaturen in diesem Vorwärmespeicher liegen im Bereich von 30 - 40 °C, was nach aktueller Trinkwassernorm SIA 385/1 (2020) nicht zulässig ist.<sup>7</sup> Die Abwärme der GWK soll deshalb zukünftig ins Anergienetz eingebunden werden, so dass sie entweder als Quellwärme der WP oder zur Regeneration des Erdsondenfeldes dient.

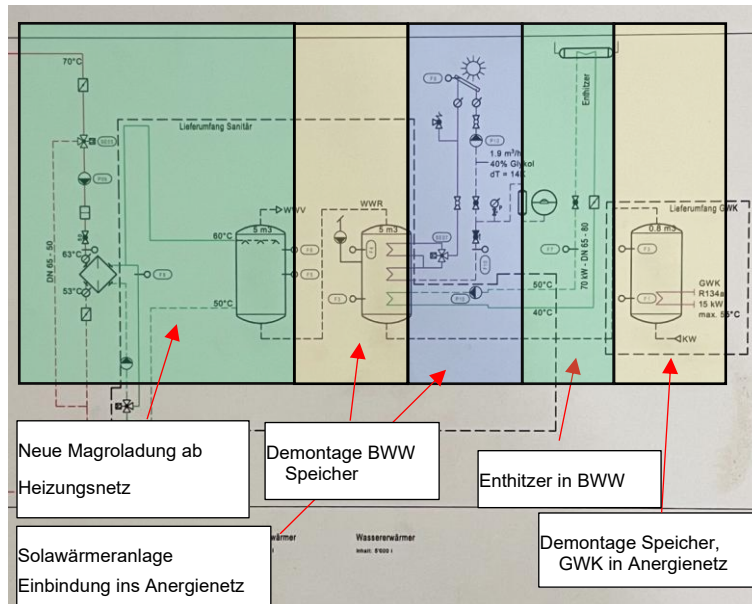


**Abbildung 14: Schemaausschnitt der bestehenden BWW- Aufbereitung.**

Auch die Solarwärmanlage, welche heute ebenfalls zur BWW-Vorwärmung genutzt wird, soll neu ins Anergienetz eingebunden werden. So kann die Solarwärme allzeit genutzt werden. Der Enthitzer der NH<sub>3</sub>-Eisbahnkälte wird wie bis anhin für die BWW-Ladung genutzt. Der Rest des Bedarfs wird über eine Magroladung, über das Heizungsnetz bereitgestellt. Gemäss Betreiber sind die Brauchwarmwasserspeicher überdimensioniert. Messwerte lagen keine vor. Für die Auslegung wurde aktuell davon ausgegangen, dass das Volumen von 10 m<sup>3</sup> auf ca. 6 m<sup>3</sup> reduziert werden kann.

Zwischen dem 18. und dem 24.10.2024 wurde während einer Woche der BWW-Verbrauch gemessen. Die Tagesverbräuche betrugen 1 – 2.2 m<sup>3</sup>/Tag. Der höchste Stundeverbrauch betrug 0.7 m<sup>3</sup>. Die Messperiode war zu kurz, um ein Gesamtbild des BWW-Verbrauchs zu erlangen. Dafür wäre eine längere Messung, bzw. Messungen in unterschiedlichen Saisons nötig. Dennoch zeigen die Resultate, dass das Speichervolumen auch mit 6 m<sup>3</sup> voraussichtlich zu gross ist. Dies da aus Hygienegründen der Speicher innert 3 Tagen jeweils mindestens einmal komplett durchströmt werden sollte.

<sup>7</sup> Es wird gefordert, dass die Temperaturen in einem Vorwärmespeicher regelmässig mindestens 50 °C erreichen.

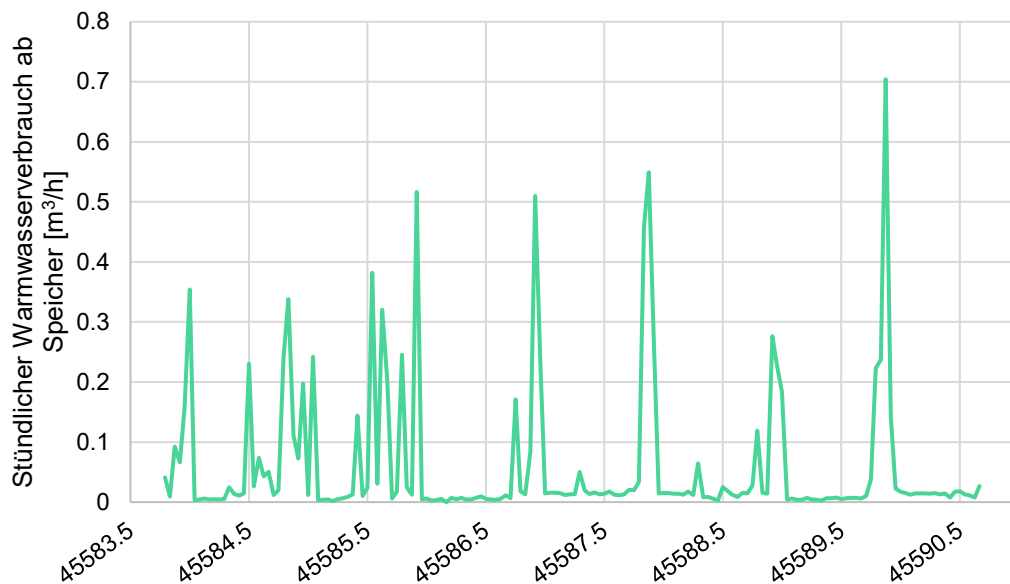


**Abbildung 15: BWW-Verbrauch im Sportzentrum gemessenen am Speicher**

Vor der Ausführungsplanung soll über mehrere typische Zeitperioden, eine mobile Messung installiert werden, um ein Gesamtbild des Bedarfs zu erlangen. Alternativ könnte der Ansatz verfolgt werden, den Speicher noch kleiner auf ca. 3 m³ zu dimensionieren in Kombination mit einer grosszügigen Auslegung des Wärmeübertragers.

### 3.5.5 Konzept Verfügbarkeit (Redundanz)

Die neue Wärmeerzeugung ist eine monovalente, zweistufige Ammoniak-Wärmepumpe. Aus Platzgründen ist eine redundante Wärmeerzeugung nicht möglich. Da die Wärmepumpe für Ammoniak eher im tiefen Leistungsbereich liegt, ist die Aufteilung auf mehrere Verdichter nicht sinnvoll und platztechnisch auch nicht möglich.

Verdampfer- sowie kondensatorseitig werden jeweils zwei Umwälzpumpen installiert, wodurch eine gewisse Redundanz auf der hydraulischen Seite gewährleistet ist. Geplante Revisionsarbeiten an der Wärmepumpe (z. B. Wartung der Verdichter) müssen ausserhalb der Heizperiode erfolgen. Das Brauchwarmwasser muss in dieser Zeit über Elektroheizregister (Notheizung, nicht fix angeschlossen) oder eine mobile Heizzentrale (bei längeren Stillstandszeiten > 1 Tage) bereitgestellt werden.

Bei ungeplanten Störungen der Wärmepumpe während der Heizperiode, die nicht innerhalb weniger Stunden behoben werden können, wird eine mobile Heizzentrale benötigt (500 kW). Die Stutzen für die Einspeisung der mobilen Heizzentrale sollen so vorgesehen werden, dass der Anschluss im Ereignisfall möglichst schnell erfolgen kann. So ist sichergestellt, dass innerhalb von 4-8 Stunden wieder Heizwärme zur Verfügung steht. In der Zeit, bis die Mobile Heizzentrale vor Ort angeschlossen ist, kann es zur Unterversorgung kommen.



Abbildung 16: Standort der Mobilen Heizzentrale

### 3.5.6 Einbringung Wärmepumpe / Hauptkomponenten

Die Einbringung der grösseren Komponenten und insbesondere der Wärmepumpe, muss über die Eishalle und durch die bestehende Einbringöffnung, welche sich in der Heizzentrale befindet, erfolgen. Kleinere Komponenten können über das Treppenhaus eingebracht werden.



Abbildung 17: Zufahrt mit LKW bis zur Eishalle

The architectural site plan illustrates the layout of a construction site. Key features include:

- Einbringöffnung 1.8 x 1.5 m:** A yellow rectangular area at the top center, labeled with a yellow box containing the number 3. A red arrow points from this area towards the left side of the plan.
- Zufahrt mit LKW:** A yellow rectangular area at the bottom left, labeled with a yellow box containing the number 2. A red arrow points from this area towards the top left of the plan.
- Numbered Areas:** The plan is divided into several numbered sections:
  - Area 1:** A large central area with a yellow background.
  - Area 2:** A yellow rectangular area at the bottom left.
  - Area 3:** A yellow rectangular area at the top center.
  - Area 4:** A yellow rectangular area at the bottom left, adjacent to Area 2.
- Other Labels:**
  - GRUNDRISS EG EIFELDÜBERDACHUNG SIEHE PLAN 190-D-1101:** A label within the central yellow area.
  - LH4, LH5, LH6, LH7, LH8, LH9, LH10, LH11, LH12:** Labels along the left edge of the plan.
  - Q16:** A label at the bottom left corner.
- Red Arrows:** Two prominent red arrows indicate specific paths or directions: one from the top center area towards the left, and another from the bottom left area towards the top left.

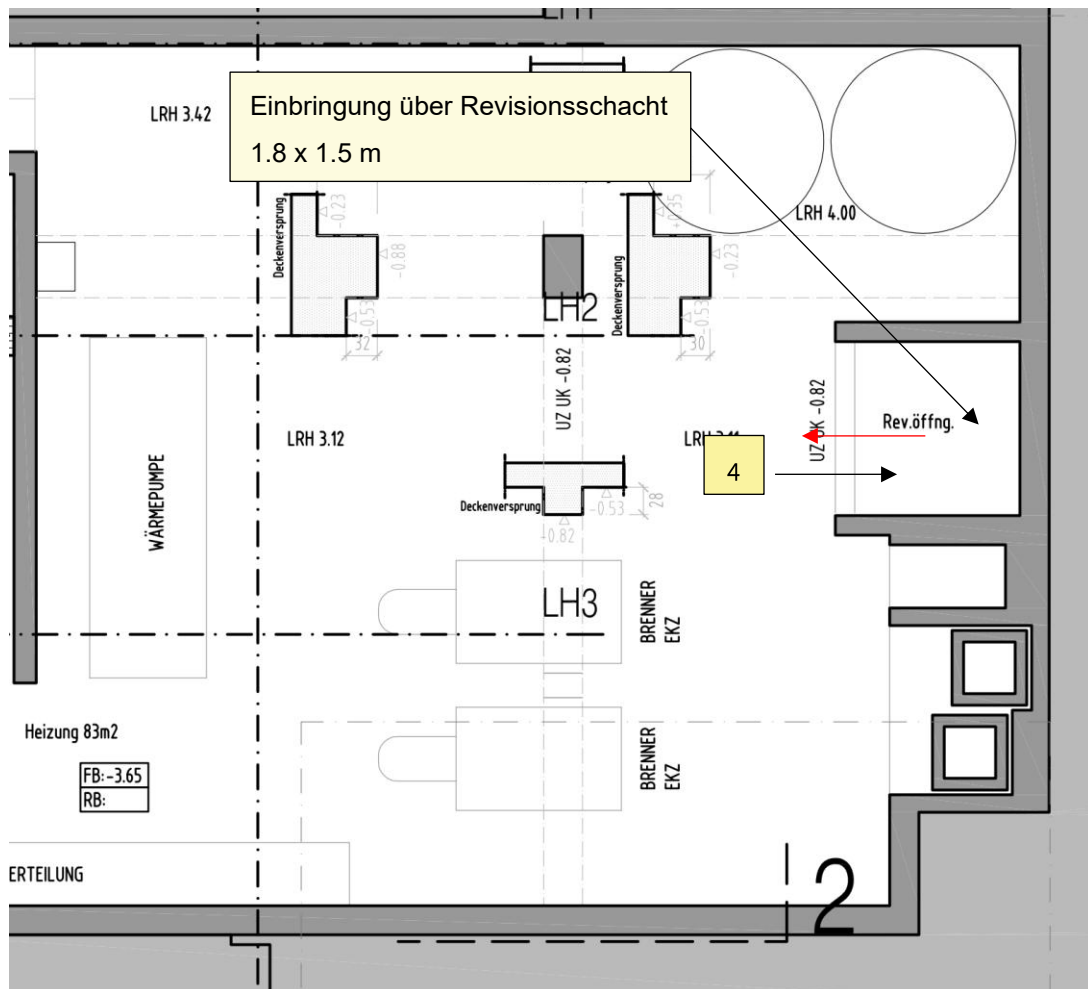
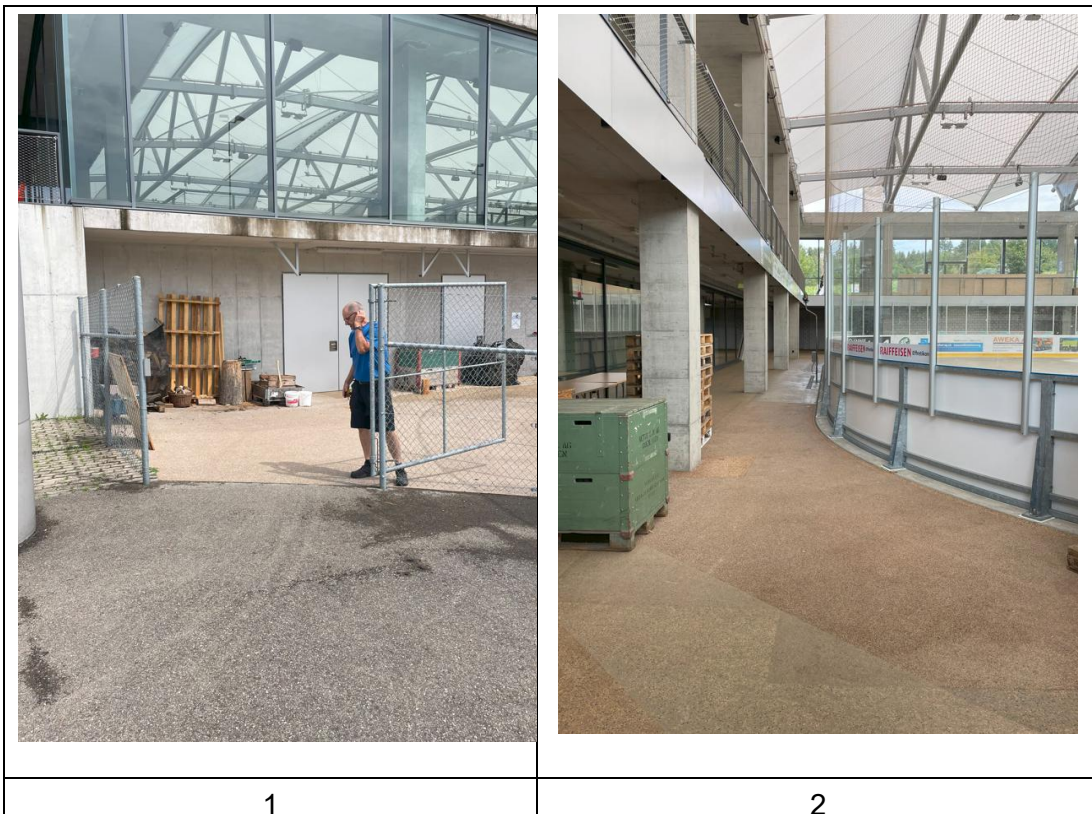


Abbildung 19: Einbringung über Revisionschacht in Heizzentrale





3



3



4



4

### 3.6 Wärmeverteilung

Der bestehende Heizungsverteiler muss platzbedingt versetzt werden. Der neue Heizverteiler wird an der Wand, welche die Heizzentrale von der Kältezentrale trennt, aufgebaut. Ab dem Verteiler werden die bestehenden Verteilleitungen wieder angeschlossen (innerhalb der Heizzentrale). Ausserhalb der Heizzentrale sind keine Anpassungen am Verteil- und Abgabesystem vorgesehen.

### 3.7 Schneegrube (Eisbahnkälte)

Aktuell wird die Schneegrube über die Kondensationsenergie der Eisbahnkälte versorgt (offenes System über Zwischenbecken). Im neuen System, in dem die Anergieseite (Erdsondenfeld als Wärmequelle und -senke) ein geschlossener Wasser/Ethanol-Kreislauf ist, muss die Schneegrube neu über eine Systemtrennung versorgt werden. Die Wärme wird via Anergienetz bezogen.

Um die Energieversorgung für die Abtauung der Schneegrube effizient zu gestalten, soll ein Unterkühler in die bestehende Kälteerzeugung der Eisbahnkälte integriert werden. Dieser liefert Wärme für die Schneeabtauung und erhöht gleichzeitig die Effizienz der Kältemaschinen. Die entsprechenden Umbauarbeiten sollen im Rahmen der ohnehin notwendigen Anpassungen der Kondensatoren (siehe Abschnitt 3.4) erfolgen. Die Energie des Unterkühlers allein reicht jedoch für den Abtauprozess nicht aus.

Zur Deckung des verbleibenden Energiebedarfs wird einer der beiden bestehenden Kondensatoren wie bis anhin die Schneegrube versorgen. Dieser übernimmt die Nachwärmung und stellt sicher, dass ausreichend thermische Energie für die vollständige Abtauung bereitgestellt wird.

Es steht nur dann Kondensationswärme für die Schneegrube zur Verfügung, wenn die Kälteerzeugung der Eisbahn in Betrieb ist. Bei sehr kalten Aussentemperaturen und Schneefall kann es deshalb vorkommen, dass nicht genug Energie für die Abtauung der Schneegrube bereitsteht (wenig Kältebedarf, keine Kondensationswärme, Temperaturniveau Anergienetz zu tief). Diese Situation besteht bereits heute und kann auch zukünftig auftreten.

Prinzipiell wäre hier eine Verbesserung möglich, in dem über einen zusätzlichen Wärmetauscher Wärme ab dem Heizungsnetz in die Schneegrube geführt würde. Damit würde die Abhängigkeit vom Betrieb der Eisbahnkälte entfallen. Allerdings würde so mehr Energie für die Schneeabtauung, allerdings zum Preis eines höheren Exergieverlustes. Es wird deshalb empfohlen, diese Option nicht umzusetzen, jedoch in der Hydraulik Abgänge für eine eventuelle Nachrüstung vorzubereiten.

### 3.8 Risikoanalyse NH3

Eine Risikoanalyse wird in der Phase 4 erstellt. Da es sich um eine verhältnismässig kleine Anlage mit geringem NH3-Inhalt (ca. 100 kg) verglichen mit der bestehenden Eisbahnkälteerzeugung (ca. 5'700 kg) handelt, sind keine besonderen Vorkehrungen zu erwarten. Es werden die nach EN 378 notwendigen Sicherheitseinrichtungen projektiert.

Eine Vorbesprechung mit Herr Dominique Huber (Verantwortlicher AWEL, Störfallvorsorge) hat stattgefunden. Aus seiner Sicht ist das Projekt aus Sicht Störfallvorsorge bewilligungsfähig. Die Risikoanalyse wird Herr Huber zur Beurteilung zugestellt.

Zusammenfassung der wichtigsten Massnahmen

- Mechanische Notlüftung (Maschinenraum) nach EN 378-3, über Dach geführt, in bestehendem Kaminschacht
- Notabschaltung innerhalb und ausserhalb Wärmepumpenzentrale nach EN 378-3
- Unabhängige Stromversorgung für die Wärmepumpen nach EN 378-3
- Unabhängige Stromversorgung für Alarmsystem nach EN 378-3
- Alarmsystem hörbar / sichtbar innerhalb und ausserhalb der Zentrale nach EN 378-3
- R-717 Detektoren, Anlage stromlos (Maschinenraum WP-Raum), Havarielüftung Ein nach EN 378-3
- Abblaseleitung NH3 (Sammelleitung), über Dach geführt, in bestehendem Kaminschacht
- Sicherheitstechnische Installationen nach SIL 1

### 3.9 Notlüftung Maschinenraum

Für den neu gebildeten Maschinenraum innerhalb der Heizzentrale wird eine Mechanische Notlüftung/Havarielüftung nach EN 378 projektiert (Beilage 2). Die benötigte Aussenluft sowie die Abluft sollen über den jetzigen Kamin der Ölheizung erfolgen.

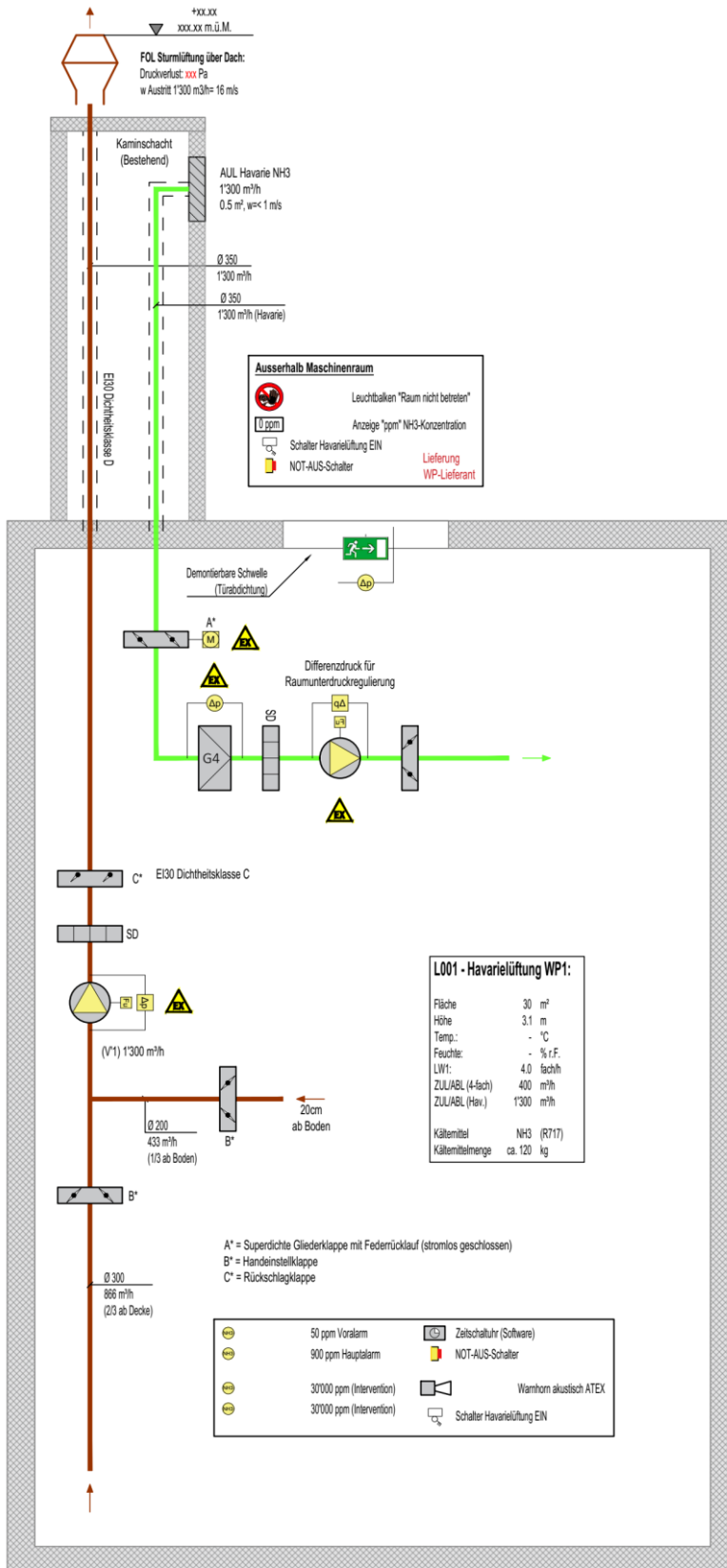


**Abbildung 20: Notlüftung Maschinenraum NH3**

## 4 Erdsondenfeld

Das Erdsondenfeld dient einerseits als Langzeit-Wärmespeicher, d. h. zum Ausgleich der Ungleichzeitigkeit von Wärmebedarf und Abwärmeverfügbarkeit. Im Fall einer leicht negativen Wärmebilanz, wie sie hier zu erwarten ist (siehe Abschnitt 2.1.5), dient das Erdsondenfeld zudem als ergänzende Wärmequelle.

Das Erdsondenfeld soll im Bereich der Badi-Liegewiesen erstellt werden. Ursprünglich war der Bereich um das Beachvolleyball-Feld vorgesehen. Während der Erarbeitung des Bauprojektes kam von Seiten der Bauherrschaft die Information, dass die Stadt in ebendiesem Bereich eventuell in Zukunft ein Lernschwimmbad bauen möchte. Auch wenn noch kein konkretes Projekt dafür existiert, sollte deshalb eine alternative Platzierung der Erdsonden gefunden werden, da andernfalls das Erdsondenfeld bei der Erstellung eines Neubaus im gleichen Bereich nur mit sehr grossem Aufwand angepasst und weiterbetrieben werden könnte. Ein weiterer Aspekt, der bei der Standortwahl des Erdsondenfeldes zu berücksichtigen ist, betrifft die Topografie des Terrains. In den hügeligen Teilen der Liegewiesen wäre die Erstellung des Erdsondenfeldes aufwändiger, da zum Teil tiefe Gräben nötig wären. Das Erdsondenfeld wurde deshalb im flachen Bereich neben den Schwimmbecken geplant (siehe Abbildung 21 sowie den Erdsondenplan in Beilage 7).

Ein Teil der vorgesehenen Fläche liegt gemäss Wärmenutzungsatlas in einer Zone mit (geringem) Grundwasservorkommen (siehe Abschnitt 2.5.2). Zur Erhöhung der Planungssicherheit bezüglich Grundwasser und Geologie, wurde eine Probebohrung erstellt. Allfällige nötige Massnahmen (z. B. Abdichtung des Bohrlochs im Bereich der Grundwasserschicht) können so frühzeitig vorgesehen werden.

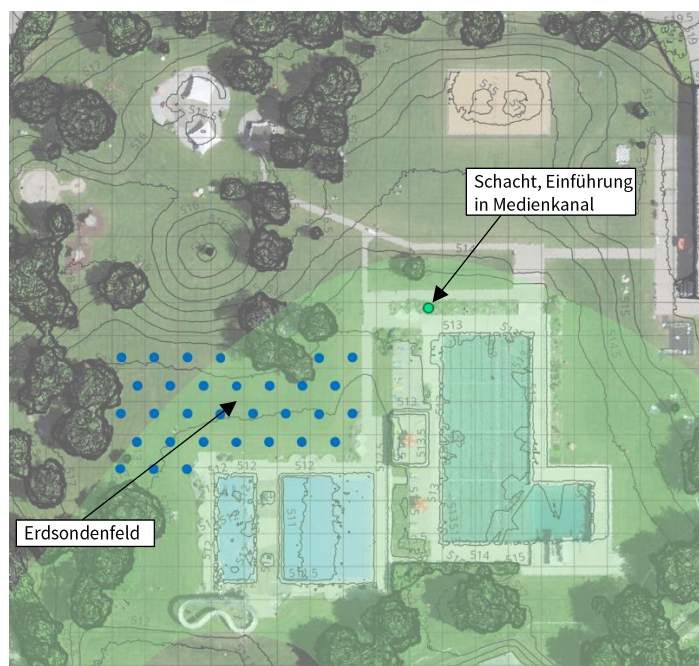


**Abbildung 21: Geplante Platzierung der Erdsonden.** Das Gebiet mit eventuellem Grundwasservorkommen ist hellgrün eingefärbt. Der Abstand zwischen benachbarten Sonden beträgt 8 m. Der Höhenunterschied zwischen den Höhenlinien beträgt 0.5 Meter.

Die Eckwerte des geplanten Erdsondenfeldes sind wie folgt:

- 31 Doppel-U Erdwärmesonden mit einer Sondentiefe von 400 m, total 12'400 m
- Sondenabstand 8 m
- 2 erdvergrabene Verteilerschächte
- Maximale Entzugsleistung 30 W/m (total 375 kW Entzugsleistung)
- Maximale Belade-/Rückkühlleistung 80 W/m (total 1000 kW Rückkühlleistung)

## 4.1 Probebohrung und eTRT-Test

Durch die Firma GTB wurde eine Probebohrung auf 400 Meter erstellt. Die Firma GeoExplorers hat die Bohrung geologisch begleitet, sowie einen gewöhnlichen und einen erweiterten Thermal Response Test (eTRT) durchgeführt. Die Details zum Bohrblauf und die Resultate der Messungen sind in einem separaten Bericht enthalten (Beilage 16).

### Probebohrung

Die Bohrung auf 400 Meter erfolgte ohne Probleme. Laut Angaben des Bohrmeisters wurden ab ca. 210 m schwache Wasserzutritte festgestellt, welche keine Massnahmen erforderten. Ansonsten wurden keine Wasserzutritte vermerkt. Es wurde mit 90 m<sup>3</sup> verhältnismässig viel Bohrschlamm entsorgt.

Konsequenz für die Erstellung des Sondenfeldes:

Die Erstellung von Sonden auf 400 m ist machbar. Für den Fall, dass bei einigen Sonden nicht 400 m erreicht werden sollten, werden an den Erdsondenverteiltern Reserveanschlüsse vorgesehen, so dass Zusatzsonden angeschlossen werden könnten. Betreffend den Bohrschlamm muss mit dem örtlichen Brunnenmeister geprüft werden, ob abgesetztes Bohrwasser in die Kanalisation eingeleitet werden kann, um die abzutransportierende Bohrschlammmenge zu reduzieren.

### Sondeneinbau

Beim Sondeneinbau sind zwei Probleme aufgetreten.

- Beim Abwickeln der Sonde wurde diese beschädigt (mut. Sie musste deshalb wieder ein Stück hochgezogen und repariert werden. Anschliessend wurde die Sonde fertig abgeteuft. Dabei wurde nur eine Tiefe von 379 m (Bohrtiefe 400 m) erreicht. Grund hierfür könnte sein, dass beim Wiederhochziehen der Sonde der unterste Teil des Bohrlochs eingefallen ist.
- Die Hinterfüllung über den unteren Injektionsschlauch hat nicht funktioniert, so dass durch den zweiten Injektionsschlauch auf ca. 53 m Tiefe, also Grossteils von oben her, hinterfüllt wurde. Es konnte deshalb nicht das Soll-Volumen an Hinterfüllmaterial eingebracht werden.

Konsequenz für die Erstellung des Sondenfeldes:

Die Beschädigung der Sonde beim Abwickeln hat mit der örtlichen Situation nichts zu tun. Offenbar gab es ein Problem mit unterschiedlichen Massen von Haspel und Sonde. Das bei der Realisierung zu vermeiden. Für die Hinterfüllung sollen zwei bis drei Injektionsschläuche (400 m, 250 m, 100 m) vorgesehen werden.

### TRT und eTRT-Test

Die Tests verliefen plangemäss und haben die Informationen über die Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs und das Temperaturprofil in Funktion der Tiefe geliefert. Auch hier war kein grösserer Einfluss von Grundwasser feststellbar. Die ermittelten Parameter wurden für die Simulation und damit die Auslegung des Erdsondenfeldes eingesetzt.

## 4.2 Auslegungsgrundlagen Erdsondenspeicher

Das Erdsondenfeld wurde mithilfe des Simulationsprogramms EWS simuliert. Zum einen musste geprüft werden, ob das Feld kurzfristig die von der Eisaufbereitung erzeugten Abwärmeleistungsspitzen aufnehmen kann, bzw. ob der dadurch verursachte Anstieg der Sondereintrittstemperatur unter dem Grenzwert von 40 °C liegt. Auf der anderen Seite musste in der Langzeitsimulation geprüft werden, dass die Sondentemperaturen nach 50 Jahren die von der SIA 384/6 gesetzte Grenze von - 1.5°C / 1.5°C nicht unterschreiten.

Es wurden Doppel-U-Sonden mit Aussendurchmesser 43 mm (Typ GeroTherm Flux) angenommen. Die Parameter für die Bodeneigenschaften wurden den Resultaten des TRT entnommen.

### Kurzzeitverhalten

Die höchsten Kälteleistungen und damit die höchsten Abwärmeleistungen treten bei der Aufeisung des Ausseneisfeldes auf, welche jeweils in der letzten Oktoberwoche durchgeführt wird. Das Halleneisfeld ist dann bereits in Betrieb, braucht also bereits Kälteleistung. Die benötigte Leistung und Dauer für das Aufeisen des Ausseneisfeldes ist stark witterungsabhängig. Am höchsten ist die Leistung bei warmen Aussentemperaturen und Wind.

In Absprache mit WWAG und dem Betrieb (R. Petrig) wurde ein realistisches «Worst-Case-Szenario» definiert (Abbildung 22). In diesem Szenario muss das Sondenfeld an 5 aufeinanderfolgenden Tagen jeweils während 12 Stunden 1000 kW Abwärmeleistung aufnehmen.<sup>8</sup> Während den übrigen Stunden sind es 500 kW. Die daraus resultierende Temperaturentwicklung des Sondenfluids ist in Abbildung 23 dargestellt. Der Sondenrücklauf erreicht maximal 37.7 °C. In Kombination mit dem Kondensator mit Auslegung VL/RL=33°C/38°C kann somit das vorgesehene Sondenfeld auch in diesem Worst-Case-Szenario die gesamte Abwärmeleistung aufnehmen. Sollte das gleiche Belastungsprofil an noch mehr aufeinanderfolgenden Tagen erforderlich sein, so steigt die Temperatur nicht mehr stark an, nach 10 Tagen erreicht sie 39 °C. Damit sollte man weiterhin knapp in den Einsatzgrenzen der Verdichter liegen. Falls andernfalls die Leistungsgrenze erreicht würde, so könnte man dem mit leicht verkürzten Volllastzeiten pro Tag entgegenwirken.

---

<sup>8</sup> Zum Vergleich, im Jahr 2024 war die maximale Leistung nur während insgesamt 12 Stunden nötig.

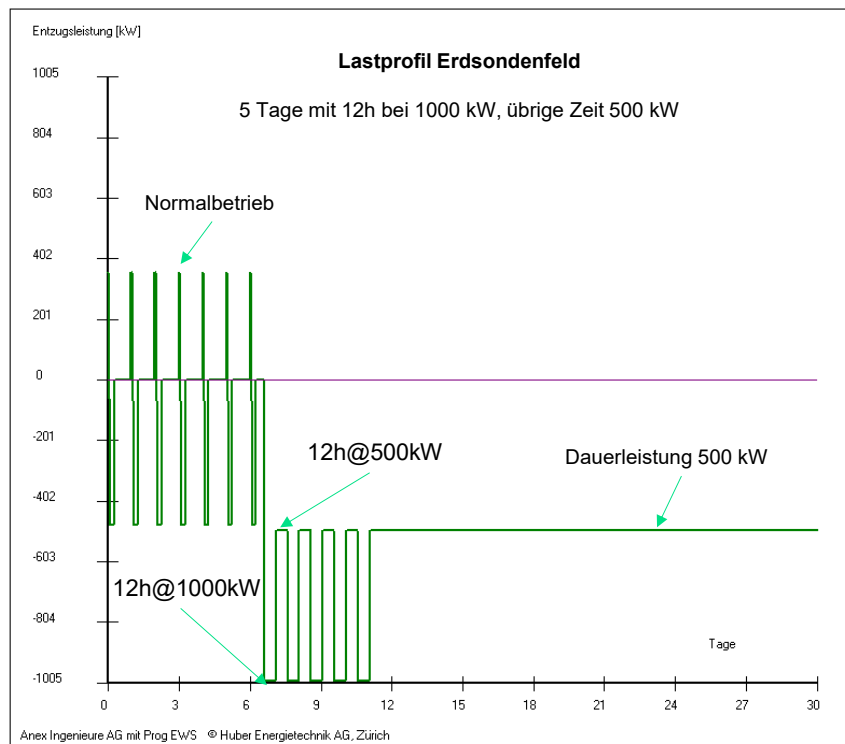


**Abbildung 22: Worst-Case-Szenario für die erforderliche Abwärmeleistung**

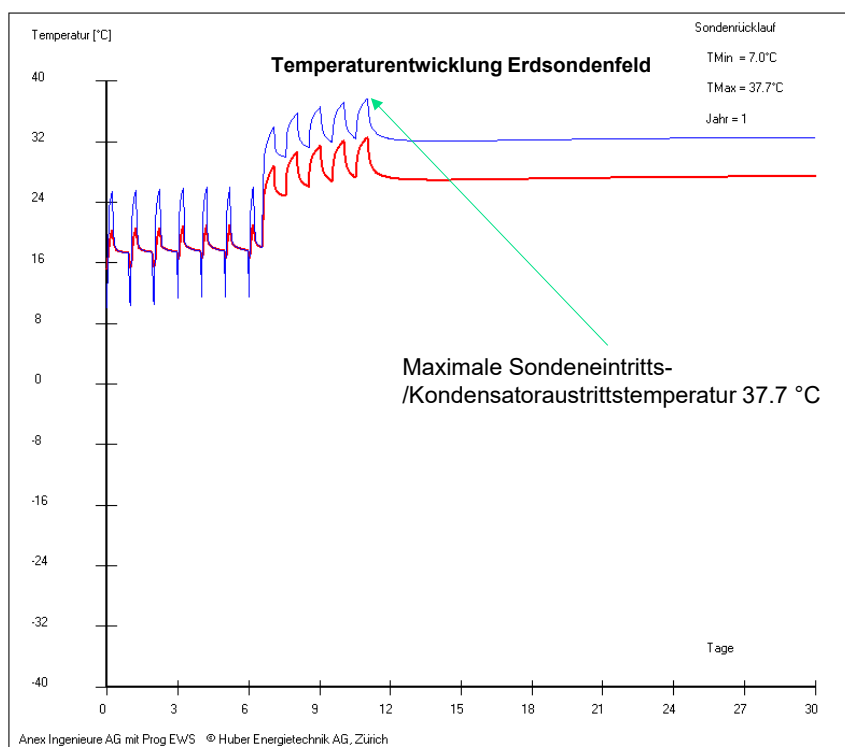


**Abbildung 23: Temperaturentwicklung des Sondenfluids im Worst-Case-Szenario**

### Langzeitverhalten

Das Sondenfeld wurde über eine Nutzungsdauer von 50 Jahren simuliert. Es wurden monatliche Daten für den Wärmebedarf und die Abwärmeverfügbarkeit zugrunde gelegt, basierend auf den verfügbaren Messdaten und verschiedenen Annahmen, analog zu Abschnitt 2.1. Als maximale Rückkühlleistung wurde hier 1000 kW und eine maximale Entzugsleistung durch die Wärmepumpe von 375 kW (entsprechend 500 kW Heizleistung) angenommen.

Abbildung 24 zeigt die aus der Simulation resultierenden Extrema der Sondeneintrittstemperatur. Die Maxima ergeben sich jeweils beim Rückkühlen und die Minima beim Heizen. In den ersten Jahren liegt das Maximum im Bereich von knapp 32 °C. Diese Temperatur ergibt sich, wenn über mehrere Stunden mit 1000 kW über das Sondenfeld rückgeköhlt wird (siehe vorangehenden Abschnitt). Das Minimum liegt um 7 °C (Austrittstemperatur entsprechend um 11 °C).

Aufgrund der negativen Wärmebilanz des Erdsondenfeldes (es wird mehr Wärme entzogen als eingespeist) sinken die Extrema der Sondentemperaturen über die 50 Jahre um ca. 4 K ab. Die maximale Sondeneintrittstemperatur fällt unter 28 °C. Das bedeutet, dass im Verlauf der Zeit tendenziell mehr Rückkühlleistung über die Sonden möglich sein wird.

Die minimale Sondeneintrittstemperatur nach 50 Jahren liegt gemäss Simulation im Bereich von 3 °C und die Sondenaustrittstemperatur entsprechend bei 7 °C. Damit ist auch das Auslegungskriterium der SIA Norm 384/6 deutlich erfüllt.

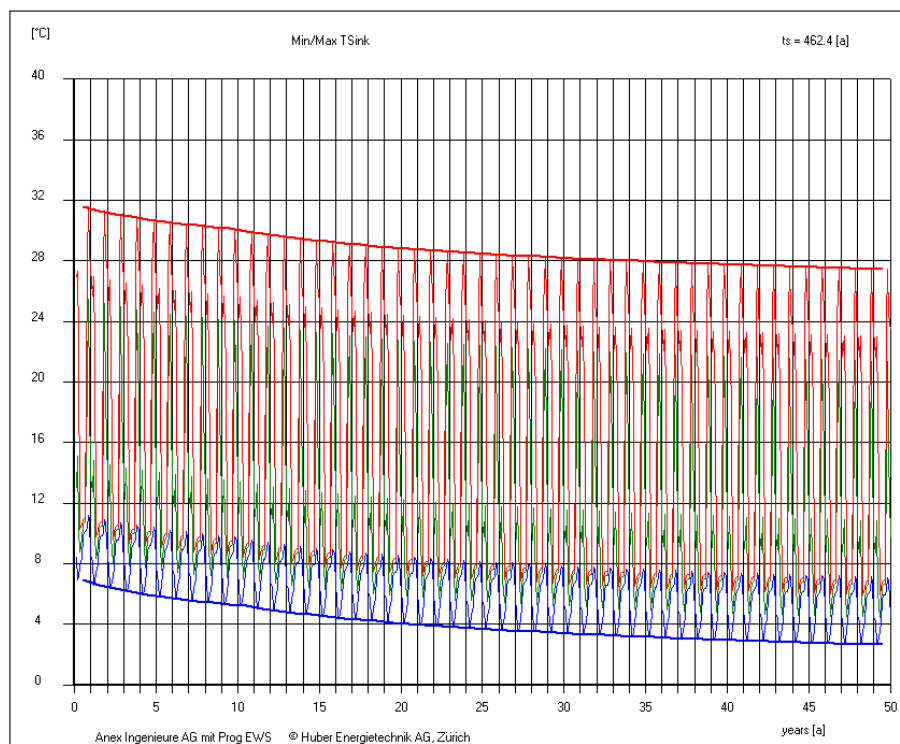


**Abbildung 24: Simulationsergebnisse für die minimale und die maximale Sondeneintrittstemperatur über 50 Betriebsjahre (bei einer Temperaturspreizung von 4 K).**

## **4.3 Systembeschreibung Erdsondenfeld**

### **4.3.1 Erdwärmesonden**

Es sind 31 Doppel-U-Sonden mit einer Tiefe von 400 m vorgesehen. Geplant sind Sonden mit einem Aussendurchmesser von 43 mm aus PE100-RC.

### **4.3.2 Erschliessung**

Die einzelnen EWS werden mit Verlängerungsleitungen mit minimalem Gefälle auf zwei Verteilerschächte gezogen. Jede Sonde wird einzeln am Verteilerbalken angeschlossen.

Die Sammelleitungen der beiden Verteilerschächte werden in der Nähe des östlichen Verteilerschachtes zusammengeführt, von wo aus die Hauptleitung (Vor- und Rücklauf) des gesamten Sondenfeldes in den Medientunnel eingeführt wird, welcher vom Schwimmbadbereich bis ins 2. UG des Sportzentrums führt.

Im Gelände der Liegewiesen befinden sich erdvergrabene Wasser- und Stromleitungen (Verbindung Wasseraufbereitung mit Kinderplanschbecken). Deren genaue Lage muss sondiert werden.

### **4.3.3 Wärmeträger**

Als Wärmeträger für das Erdsondenfeld ist ein Wasser-Ethanol-Gemisch mit 20 % Ethanolkonzentration vorgesehen.

### **4.3.4 Armaturen**

Beim Verteilerschacht ist jede Sonde mittels Kunststoffkugelhahn absperrbar. Armaturen (Taco Setter) für den Druckabgleich sind keine vorgesehen. Die beiden Teilfelder bzw. jeder Verteilbalken kann mit einer Endabsperrrklappe zu- bzw. weggeschaltet werden. Bei den Verteilern werden 5-6 Reserveanschlüsse vorgesehen, damit bei Bedarf während der Erstellung des Erdsondenfeldes, oder zu späterem Zeitpunkt bei von der Planung abweichender Bedarfsentwicklung zusätzliche Sonden gebohrt und angeschlossen werden könnten.

### **4.3.5 Elektroinstallation und Energiemessung**

Im Bereich des Erdsondenfeldes sind keine elektrischen Installationen vorgesehen. Die bidirektionale Energiemessung für das Erdsondenfeld wird in der Energiezentrale installiert.

## 5 Versorgung der dezentralen Wärmebezüger

### 5.1 Neues Mehrzweckgebäude

#### 5.1.1 Fernleitung Eselrietstrasse

Für die Versorgung des neuen Feuerwehr- und Werksgebäudes (Mehrzweckgebäude) mit Wärme wird eine neue Leitung ab dem Sportzentrum gebaut. Das Mehrzweckgebäude wird mit Vorlauf-/Rücklauftemperaturen von 40/30°C versorgt. Die Anschlussleistung beträgt 140 kW.

Der Bau der Erschliessungsstrasse (Eselrietstrasse) für das geplante Mehrzweckgebäude hat im Sommer 2024 begonnen. Um von Synergien zu profitieren wurde der Bau der Fernleitung vorgezogen und mit dem Strassenbau koordiniert. So wurde der Leitungsabschnitt von der Einführung des Sportzentrums bis zur Parzelle des Mehrzweckgebäudes ebenfalls im Sommer 2024 verlegt (siehe Ausführungsplan in Beilage 10 und Abbildung 25).

Der Bau des zweiten Abschnittes bis ins Mehrzweckgebäude wurde mit dem Planerteam des Neubaus koordiniert und nach Anforderung des Bauprogramms im Juni 2025 realisiert (siehe Ausführungsplan in Beilage 15 und Abbildung 26).

Aufgrund der verhältnismässig geringen Betriebstemperaturen, und da die Leitung jetzt und in Zukunft keine seitlichen Abgänge benötigt (keine weiteren Wärmeabnehmer geplant), wurde anstelle klassischer Fernwärmerohre (KMR-Stahlrohre) ein Duo-Rohr aus vernetztem Polyethylen (PEX) verbaut. Konkret wurde das Produkt Calpex PUR King DUO DN65 eingesetzt. In einem vorgängigen Kostenvergleich schnitt dieses Rohrsystem rund 15 % besser ab als ein KMR-Duo-Rohr und deutlich besser als KMR- oder PEX-Einzelrohre. Ein weiterer Vorteil gegenüber KMR war die einfachere Verlegung, an einem Stück ab Rolle. Schliesslich sind im Vergleich mit Einzelrohren die Wärmeverluste des DUO-Rohres rund 20 % geringer. Die Rohrdimension wurde so gewählt, dass der Druckverlust bei voller Leistung im Bereich von 200 Pa/m liegt. Zusätzlich zur Fernleitung wurde auf dem ersten Abschnitt ein Kabelschutzrohr für den Einzug eines LWL-Kabels für die Datenverbindung verlegt. Auf dem zweiten Abschnitt wird das Kabel mit der Elektrotrasse des Gebäudes verlegt.



Abbildung 25: Links: Beispielbild Calpex PUR King DUO (Brugg Pipe Systems), rechts: Verlegung der Fernleitung in der Eselrietstrasse.

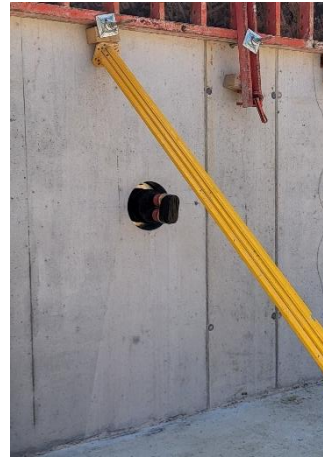


**Abbildung 26: Links: Verlegung Fernleitung Abschnitt zwei. Rechts: Gebäudeeinführung in Neubau Mehrzweckgebäude.**

### 5.1.2 Gebäudeanschluss Mehrzweckgebäude

Im Mehrzweckgebäude wird die Wärme über eine Übergabestation an das Gebäudesystem übergeben. Die Schnittstelle liegt bei den primärseitigen Anschlüssen des Wärmeübertragers (siehe Grundlagendokument 5). Zudem werden zwei sekundärseitige Temperaturfühler beim Wärmeverbund miteinbezogen. Der Teil der Fernleitung, welcher innerhalb des Gebäudes liegt, wird vom HLK-Planer des Mehrzweckgebäudes (Firma PZM) koordiniert. Die Kosten dafür gehen zulasten des hier beschriebenen Projekts.

Der Vorschlag des Planerteams, das Mehrzweckgebäude ab der Zentrale mit einer Vorlauftemperatur von 40 °C und nicht wie die anderen Gebäude mit 65 °C zu versorgen, wurde von der Bauherrschaft gutgeheissen (siehe dazu Abschnitt 2.2). Das gewählte Konzept erfordert für die Warmwasserbereitstellung im Neubau eine dezentrale Wärmepumpe. Die Kosten für diese Wärmepumpe und die damit zusammenhängenden Planungskosten wurden durch die Bauherrschaft dem vorliegenden Projekt zugesprochen und wurden entsprechend im Kostenvoranschlag berücksichtigt.

### 5.1.3 Übergangslösung bis zur Realisierung der Zentrale

Der Neubau muss ab der Heizsaison 2026/27 mit Wärme versorgt werden. Da die Inbetriebnahme der neuen Heizzentrale frühestens im darauffolgenden Jahr erfolgt, muss eine Übergangslösung realisiert werden. Es bestehen dafür mehrere Möglichkeiten. Zum einen der Einsatz eines mobilen Heizprovisoriums mit Pellets (oder Heizöl). Zum anderen besteht die Möglichkeit, die neue Fernleitung vorübergehend über die existierenden Heizkessel zu versorgen. Beide Varianten sind machbar. Bei einer groben Kostenschätzung erwies sich jedoch die zweite Variante als günstiger.

Die beiden bestehenden Ölkessel haben je eine Heizleistung von 210-400 kW. Das sind zusammen deutlich über den benötigten 500 kW für den gesamten Wärmeverbund. Entsprechend ist die Kapazität ausreichend, um auch den Neubau zu versorgen. Im Sommerhalbjahr 2026 soll die genaue hydraulische Lösung für die temporäre Einbindung mit einem Unternehmer definiert und umgesetzt werden.

## 5.2 Versorgung Schulanlage und Zivilschutzanlage (ALST)

Die Schulanlage und die Zivilschutzanlage (ALST) werden über die bestehende Fernleitung mit einer Vorlauftemperatur von 65 °C versorgt. Die Heizungsverteilung im Schulhaus und in der ALST sind ohne Systemtrennung ans Wärmenetz angeschlossen.

Gemäss dem vorliegenden Fernleitungsplan (Grundlagendokument 1) stammt der Leitungsabschnitt zwischen ALST und Schulhaus aus dem Jahr 1997, entsprechend ist davon auszugehen, dass diese Leitung noch in einem guten Zustand ist. Aus welchem Jahr der Leitungsabschnitt zwischen Sportzentrum und ALST stammt, konnte nicht abschliessend geklärt werden. Gemäss dem vorliegenden Plan wäre er älter. Gemäss Vermutung des Sportzentrumverantwortlichen wäre er jedoch ebenfalls im Jahr 1997 erneuert worden. In jedem Fall ist die Leitung aktuell funktionsfähig und in Betrieb. Es wurde deshalb mit der Bauherrschaft entschieden, die Leitung auch im neuen Verbund weiterzubetreiben.

Das Umlaufwasser wurde beim Schulhaus beprobt und eine Analyse in Auftrag gegeben (siehe Rapport in Beilage 12). Während die übrigen Parameter in einem guten Bereich liegen, wies das Wasser einen erhöhten Eisengehalt auf. Im neuen System wird ein Schmutzabscheider installiert und soll die Wasserqualität regelmässig geprüft werden, so dass eine fortschreitende Korrosion erkannt werden könnte.

## 5.3 Erweiterbarkeit des Systems

Die Erweiterbarkeit des Wärmeverbunds war keine Anforderung an das vorliegende Projekt. Entsprechend wurde das System nicht darauf ausgelegt.

Das Erdsondenfeld wurde auf die erforderliche Rückkühlleistung ausgelegt. Um die Rückkühlleistung später zu erhöhen, wäre ein Zubau von Erdwärmesonden erforderlich. Das Erdsondenfeld könnte mehr Abwärme (Energie, nicht Leistung) aufnehmen, als momentan vorhanden ist. Es wäre also möglich, zukünftig allfällige weitere Abwärmequellen einzubinden. Ebenso könnte dem Erdsondenfeld mehr Wärme (und diese auch mit grösserer Leistung) entzogen werden, als dies die vorgesehenen Bezüger erfordern. Es wäre also grundsätzlich möglich in Zukunft weitere Wärmebezüger (Anergie) an das Erdsondenfeld anzuschliessen.

Die Wärmeerzeugung, 2-stufige Wärmepumpe mit 500 kW Heizleistung, entspricht, mit einer Sicherheitsmarge, dem Heizbedarf der vorgesehenen Bezüger. Die Wärmeerzeugung ist nicht erweiterbar. Für eine Erhöhung der Erzeugerleistung müsste die WP-Anlage ersetzt werden. Im Weiteren wäre die Installation einer Wärmepumpe mit deutlich höherer Leistung in den vorhandenen Räumlichkeiten aufgrund der Platzverhältnisse nicht möglich.

Das Fernwärmenetz, bestehender und neuer Strang, ist für die vorgesehenen Wärmebezüger ausgelegt. Der Anschluss weiterer relevanter Wärmebezüger ist deshalb nicht möglich.

## 6 Gebäudeautomation

Es wird ein Gebäudeautomationssystem (Saia) für das Sportzentrum realisiert. Das System dient der Automatisierung sowie der Überwachung der Anlagen. Alle regeltechnischen Komponenten der Gesamtanlage werden über die Gebäudeautomation datentechnisch miteinander vernetzt, damit die zentrale Bedienung und Alarmierung sowie die Kommunikation zwischen den Anlagenteilen gewährleistet ist.

### 6.1 Systemaufbau

Die Gebäudeautomation bildet ein offenes und durchgängiges Gesamtsystem bestehend aus der Managementebene, der Automationsebene und der Feldebene.

Die zentrale Betriebsführung (Bedienen, Überwachen, Optimieren) und Alarmierung erfolgt über die Infrastruktur der Managementebene. Alle automationstechnischen Komponenten sind kommunikativ vernetzt.

Über die Automationsebene werden die einzelnen Anlagenkomponenten funktional zu Anlagenfunktionen zusammengefasst und automatisiert. Die Automationskomponenten sind in Schaltschränken installiert.

Die Feldebene, bestehend aus den Einzelkomponenten wird auf die Gebäudeautomation aufgeschaltet.

Abbildung 27 zeigt eine Übersicht der geplanten Systemarchitektur (ebenfalls in Beilage 8).

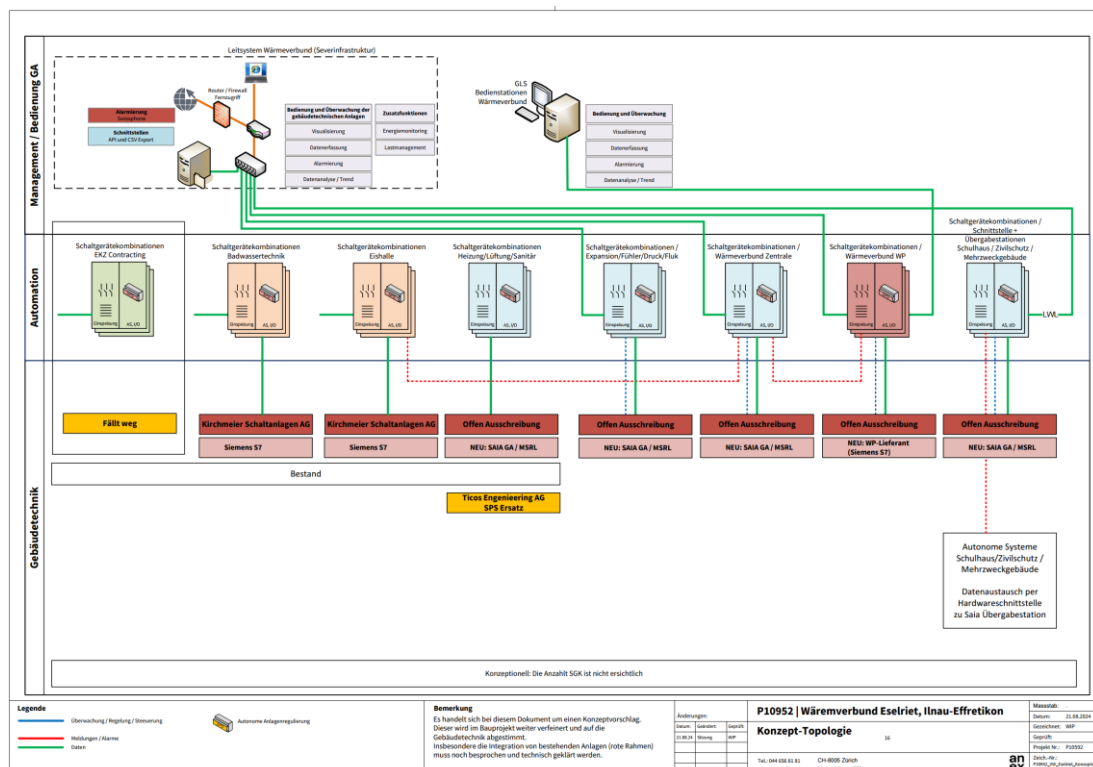


Abbildung 27: Übersicht der Systemarchitektur Gebäudeautomation

## 6.2 Systemvorgaben

Es wird ein Saia-System eingesetzt. Dies ist eine für die vorliegende Anwendung geeigneten Standard-Hardware. Die Software ist projektspezifisch. Die einzelnen System-Komponenten müssen aufeinander abgestimmt sein.

Im Hinblick auf zukünftige Anpassungen und Erweiterungen der gebäudetechnischen Infrastruktur wird das Gebäudeautomationssystem so aufgebaut, dass eine systemtechnische Erweiterung möglich ist und eine Leistungs- und Ausbaureserve auf allen Ebenen vorhanden ist.

Die detaillierten funktionalen und systemtechnischen Vorgaben sind in den GA-Konzepten beschrieben.

### **Bedienkonzept**

Mit dem Einsatz moderner Gebäudeautomationssysteme können die Anlagen an verschiedenen Orten bedient und überwacht werden. Über das Gebäudeleitsystem ist eine einfache und benutzerfreundliche Bedienung und Überwachung der gebäudetechnischen Anlagen möglich. Das Leitsystem besitzt eine grafische Bedienoberfläche und Anlagenvisualisierung, welche über die Bedienstationen und über den Fernzugriff bedient werden können. Von jedem Schaltschrank aus kann per Notebook über das interne Netzwerk die Anlage bedient werden.

### **Alarmkonzept**

Mit dem Gebäudeautomationssystem verfügt der Betreiber/Nutzer über eine moderne Infrastruktur für die Steuerung und Überwachung des Anlagenkollektivs. Die Alarm- und Störmeldungen werden über das Alarmmanagement des Leitsystems erfasst, protokolliert und via Fernalarmierung (Übermittlung per Einzelalarme an Alarmserver Swissphone (Modbus/ESPA/BacNet möglich)) an die Betreiber weitergeleitet. Über die Bedienungen und Sammelstörlampen auf den Schaltschränken ist eine Alarmanzeige vor Ort gewährleistet.

### **Messkonzept**

Das Messkonzept sieht die Erfassung aller relevanten Energie- und Medienflüsse vor. Als relevant gelten die Messungen, welche für die Kostenabrechnung, Betriebsführung, Überwachung und Optimierung der Anlagen nötig sind.

### **Adresskonzept (AKS)**

Das Anlagen- und Datenpunkt-Kennzeichnungssystem (AKS) bildet die Grundlage für eine einheitliche Kennzeichnung der gebäudetechnischen Anlagen.

## 6.3 Energiemanagement

### **Monitoring-System**

Die Daten des Gebäudeautomationssystems werden vom Leitsystem erfasst und zyklisch (max. 15min Werte) in einer Datenbank gespeichert und sind so zur Analyse des Anlagenbetriebs und für Energieoptimierungen als historische Trenddaten verfügbar. Die Daten stehen mind. 2 Jahre zurück zur Verfügung..

Die Daten können per API-Endpoint Schnittstelle ausgelesen werden. Zusätzlich zur API-Endpoint Schnittstelle kann das GA-System die Daten auf einem externen FTP Server in ein CSV File schreiben. Diese Schnittstellen dürfen keine wiederkehrenden Kosten mit sich bringen.

### **Datenauswertung**

Die Zählerdaten müssen automatisch an definierte E-Mail-Empfänger auf definierte Stichtage (Bsp. Ende Monat) versendet werden. Den Aufzeichnungsintervall kann frei gewählt werden. Mindestens 15-Minuten / Stundenwerte / Wochenwerte / Monatswerte müssen möglich sein.

## **6.4 Funktions- und Regelbeschrieb**

Ein grober Funktions- und Regelbeschrieb der geplanten Anlage ist in Beilage 9 zu finden. Der detaillierte Funktions- und Regelbeschrieb wird in der nächsten Projektphase erarbeitet.

## 7 Anlagenbeschreibung nach BKP

Nachfolgend wird komplette Anlage beschrieben. Die Kostenschätzung erfolgt mit der gleichen Struktur wie der vorliegende Anlagenbeschreibung.

### 7.1 BKP 112 Abbrüche

- Abbruch bestehende Bauteile im UG: Zwischenwand über gesamte Höhe, Brüstung neben Revisionsschacht, 2x Sockel Brenner EKZ und 1 x Sockel Expansionsgefäße.
- Im EG: Öffnungen zum Einbringen des Betons in Mauerwerk und Dämmung und Mauerwerksturz provisorisch mit LNP abstützen inkl. anschließenden Instandsetzung der Öffnungen.

### 7.2 BKP 113 Demontagen

#### 7.2.1 BKP 113.0 Demontagen HLK-Komponenten

Abbrüche und Demontagearbeiten der nicht mehr benötigten HLK-Komponenten in der Heizungszentrale inkl. Heizkesselanlage, Wärmepumpe, Heizungsverteiler, Pumpen, Expansionsanlage und BWW-Speicher.

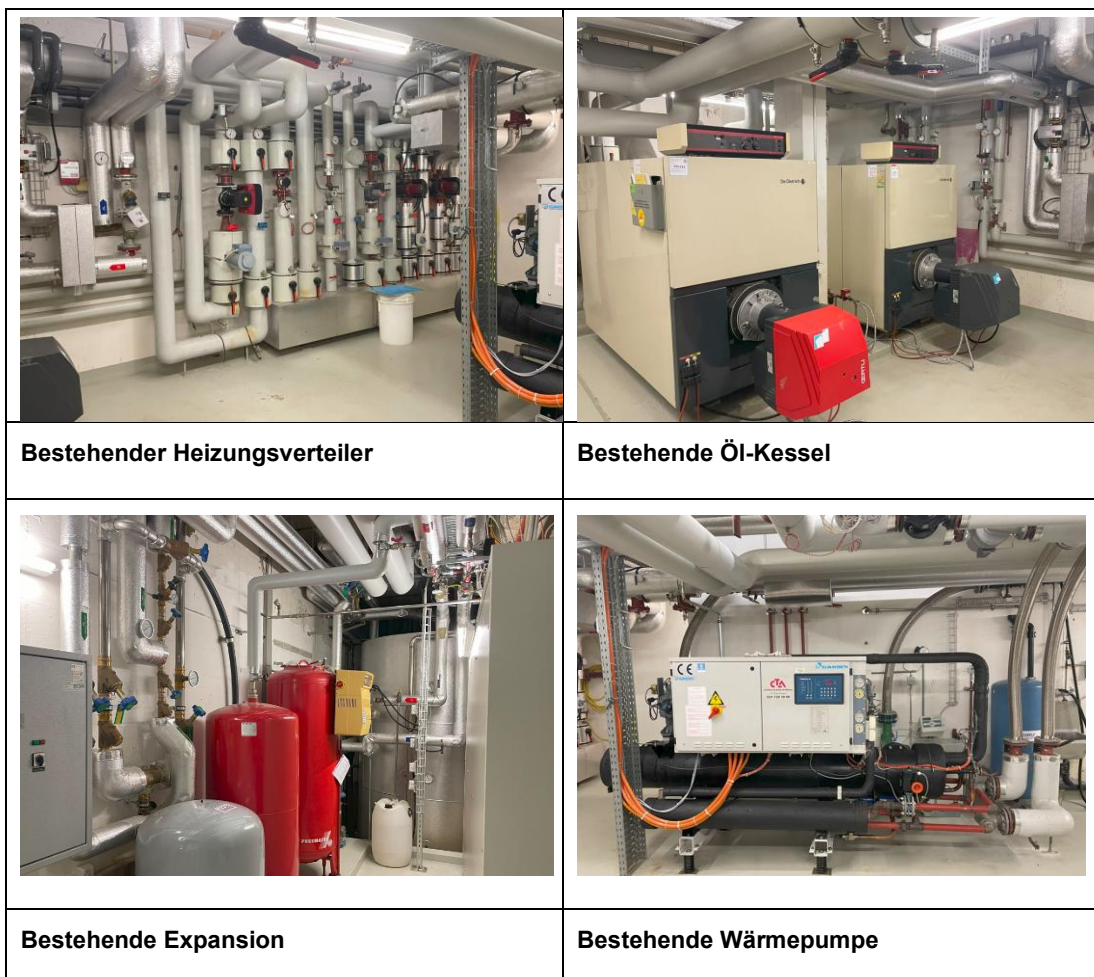


Abbildung 28: Bestehende HLK-Komponenten

### 7.2.2 BKP 113.1 Rückbau Elektroinstallationen

Demontage der bestehenden Elektroverteilung in der Zentrale und der Verkabelungen.



Abbildung 29: Bestehende Elektroverteilung in der Energiezentrale

### 7.2.3 BKP 113.2 Rückbau Leitungen Medienkanal

Die nicht mehr benötigten Leitungen im Medientunnel (Verbindung zwischen Sportzentrum und Schwimmbecken) werden rückgebaut. Die Leitungen enthalten Schadstoffe, was bei der Rückbaumethode berücksichtigt werden muss.



Abbildung 30: Bestehende Leitungen im Medientunnel

## 7.3 BKP 122 Provisorien

### 7.3.1 BKP 122.0 Heizprovisorien

Während des Umbaus der Heizzentrale sind Heizprovisorien sowohl für das Brauchwarmwasser als auch für die Raumheizung (während der Heizperiode) notwendig. Ab Inbetriebnahme des Mehrzweckgebäudes (Ende 2026) bis zum Umbau muss zudem das Mehrzweckgebäude ab der bestehenden Ölheizung versorgt werden. Das Konzept für die provisorische Heizung ist wie folgt projektiert:

| Standort     | Heizleistung                          | Termin                | Bemerkung                                                                     |
|--------------|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Sportzentrum | 140 kW<br>(von bestehender Ölheizung) | Dez. 2026 – März 2027 | HZ/BWW Mehrzweckgebäude über neue Fernleitung<br>Bestehende Ölheizung         |
| Sportzentrum | 300 kW                                | April – Mai 2027      | BWW-Sportzentrum & HZ/BWW Restverbund<br>Pellet-Heizkessel                    |
| Sportzentrum | 100 kW                                | Juni – Sept. 2027     | BWW-Sportzentrum & BWW-Restverbund<br>Pellet-Heizkessel                       |
| Sportzentrum | 500 kW                                | Okt. 2027             | BWW/HZ Gesamtverbund über Einspeisung in neuen Verteiler<br>Pellet-Heizkessel |



Abbildung 31 Symbolbild Mobileheizzentrale Öl 0.5 MW, Pellets 0.3 MW (Quelle: Mobil in Time)

### 7.3.2 BKP 122.1 Baustrom

Während des Umbaus der Zentrale werden Baustromprovisorien eingerichtet und verkabelt.

### 7.3.3 BKP 122.2 Spriesse

Vor dem Abbruch der Wand im UG werde beidseitig Spriesse montiert. Ebenso beidseitig der neuen Wand auf Rohbeton.

## **7.4 BKP 211 Baumeisterarbeiten**

### **7.4.1 BKP 211.0 Stahlbetonwand UG**

Neue Stahlbetonwand im UG für die Bildung eines Maschinenraums über die gesamte Raumhöhe inkl. Anschlüsse in den Bestand.

### **7.4.2 BKP 211.1 Durchbrüche, Kernbohrungen**

Kernbohrungen in Wänden und Decke für nachträgliche Leitungsdurchbrüche und zum Einbringen von Beton für den Bau der neuen Wand im UG vom EG aus.

### **7.4.3 BKP 211.2 Gerüste**

Gerüst um den Kaminschacht für die Installation der Havarielüftung und kleinere Arbeitsgerüste.

## **7.5 BKP 213 Montagebau in Stahl**

Ersatzmassnahmen für Wandabbruch im UG. 2 Träger mit je 2 Stützen inkl. Befestigung im Bestand und nachträgliche Brandschutzverkleidung.

## **7.6 BKP 219 Übriges: Rohbau 1**

### **7.6.1 BKP 219.0 Abdichtung Betonwand UG**

Abdichtung der neuen Betonwand im UG unten, oben und seitlich gegen den Bestand und in den Arbeits-fugen.

### **7.6.2 BKP 219.1 Kleinteile Betonwand UG**

Kleinteile für die neue Betonwand wie Rückbiegeanschlüsse, Aussparungen und Anpassung des Hartbetonbelags.

## **7.7 BKP 222/223 Spenglerarbeiten und Blitzschutz**

Äussere Abdeckung Zu- und Abluftkamin (Havarielüftung), gemäss Vorgaben inkl. Blitzschutz.

## **7.8 BKP 230 Elektroanlagen**

### **Erschliessung Energiewerke:**

Es hat eine bestehende Erschliessung der heutigen Energiezentrale. Diese würde übernommen. Die Zuleitung muss angepasst werden seitens Energiewerk an den neuen Standort.

### **Hauptverteilung:**

Es wird in der Energiezentrale eine neue Hauptverteilung erstellt. Die bestehende Zuleitung ist auf 315 A ausgelegt. Der Aufbau ist wie folgt:

- Einspeisung NH
- Werkszähler (eigene Werksmessung mit EKZ-Zähler)
- Grobabgänge
- Die Wärmepumpe kann aufgrund der Selektivität eine max. Absicherung von 250 A haben.

### **Elektroinstallationen:**

Es werden neue Kabeltrassen installiert für die Erschliessung der Hauptverteilung sowie der MSRL-Komponenten. Die WP wird mit 250 A erschlossen. Die elektrische Leistung muss auf 160 kW begrenzt sein. In der Energiezentrale ist ein Steckdosenverteiler vorgesehen mit CEE 32/CEE16 und T25 Steckdosen.

Es gibt ein Netzwerkschrank 12H für die Energiezentrale sowie eine LWL-Verbindung in die Unterzentrale im neuen Mehrzweckgebäude. Die anderen Unterzentralen werden nicht angeschlossen.

### **Eisbahn-Kälteanlage:**

In diesem Bereich werden wenige Fühlerkabel ausgewechselt.

## **7.9 BKP 241 Energiezulieferung**

### **7.9.1 BKP 241.0 Erdsonden**

#### **Erdsonden**

Es werden 31 Doppel-U-Erdsonden à 400 m Tiefe abgeteuft. Der minimale Sondenabstand beträgt 8 m. Als Material wird PE100-RC (RC=Resistant to Crack) eingesetzt. Die Hinterfüllung erfolgt mit Zement-Bentonit mit verbesserter Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda \geq 2 \text{ W/(mK)}$ ). Die Bohrarbeiten werden geologisch begleitet.

#### **Anbindung und Verteilerschächte**

Das Sondenfeld besteht aus zwei Teilfeldern, welche in je einem Sammelschacht zusammengeführt werden. Es werden erdvergrabene Sammelschächte eingesetzt. Die Sonden werden einzeln über PE-Leitungen mit minimalem Gefälle an den jeweiligen Verteiler angeschlossen. Die Verteiler liegen jeweils am höchsten Punkt des Teilfeldes und verfügen über Entlüftungsarmaturen. Die Verteilerbalken verfügen über Endabsperreklappen. Jede Sonde verfügt über einen Kunststoffkugelhahn.

#### **Sammel- und Hauptleitungen**

Die Verteiler werden mit PE-Sammelleitungen erschlossen. Diese werden zu einer Hauptleitung zusammengeführt. Die Hauptleitung (Vor- und Rücklauf) wird in den Medienkanal eingeführt.

### **7.9.2 BKP 241.1 Anergie (Abwärme Eisbahnkälte / Solaranlage)**

Die Erdsondenhauptleitungen werden im Medientunnel mit PE-Leitungen bis zur Schnittstelle Gebäudeeintritt geführt. Ab Flansch Gebäudeeintritt werden die Installationen im Gebäude in Edelstahl ausgeführt. Der neue Kondensator der NH<sub>3</sub>-Eisbahnkälte werden ins Anergienetz eingebunden. Die bestehende Solaranlage wird ebenfalls über einen neuen Wärmetauscher ins Anergienetz zur Regeneration des Sondenfeldes eingebunden. Details können dem Prinzipschema entnommen werden.

#### **Wärmetauscher**

Der Anschluss an die NH<sub>3</sub>-Eisbahnkälte erfolgt an den neuen Kondensator, für die Einbindung der Solaranlage wird ein neuer Plattenwärmetauscher projektiert.

#### **Filter**

Zum Schutz der Plattenwärmeübertrager wird nach Gebäudeeintritt ein Schmutzfänger vorgesehen.

## **Messung**

Zur Info und zur Überwachung der Druckverhältnisse im Anergienetz werden im Warmleiter und im Kaltleiter je ein Druckfühler installiert. Für das Lastmanagement wird eine Energiemessung vorgesehen.

## **Expansion und Entgasung**

Das Expansionsvolumen wird so ausgelegt, dass die thermische Ausdehnung des gesamten Anergienetzes inkl. Erdsondenfeld aufgenommen werden kann. Um den statischen Druck wegen der Topologie des Verteilnetzes zu kompensieren, wird auf die Expansion ein Fülldruck aufgesetzt. Die Expansionsanlage verfügt über eine eigene Steuerung. Als Schnittstelle zwischen dem GA-System und der Expansion sind konventionelle Signale (Binär/Analog) vorgesehen.

Im Anergienetz ist eine Entgasung installiert. Sie entzieht dem Wärmeträgerfluid gelöste Gase und verhindert so ein Ausgasen im Netz. Der Entgaser verfügt über eine eigene Steuerung. Als Schnittstelle zwischen dem GA-System und dem Entgaser sind potentialfreie Kontakte vorgesehen.

Die Hydraulik beinhaltet im Groben folgende Komponenten:

- Absperrarmaturen
- Rohrleitungen / Formstücke Chromstahl V2A ab Gebäudeeintritt
- Expansionsanlage / Entgasung
- Erschliessung der bestehenden NH3-Kondensatoren (1 Stk.) / Enthitzer (1 Stk.)
- Einbindung der bestehenden Solaranlage über Wärmetauscher ins Anergienetz
- Umwälzpumpe (2x60%), Regelventil, Fühler und Energiezähler
- Thermometer, Entlüftung, Entleerung etc.

## 7.10 BKP 242 Wärmeerzeugung

Die Wärmeerzeugung soll mittels einer 2-stufigen NH<sub>3</sub>-Wärmepumpe erfolgen.

### 7.10.1 BKP 242.0 Wärmepumpe

Es wird eine Wärmepumpe mit 500 kW Heizleistung realisiert. Die Anergiequelle liegt bei 7/3°C und Wärmesenke bei 65/45°C (Einsatzgrenze VL max. 70 °C).

**Tabelle 4: Technische Grundlagen Wärmeerzeugung**

| Technische Grundlagen        | Einheit | Wert                                                |
|------------------------------|---------|-----------------------------------------------------|
| Kältemittel                  | -       | R717 (Ammoniak), ca. 100-120 kg, 1 Kältemittelkreis |
| Heizleistung (bei 7/65 °C)   | kW      | 500 (1 Aggregate)                                   |
| Leistungsaufnahme Verdichter | kW      | 170                                                 |
| COP (Auslegungsfall)         | -       | 3.1                                                 |
| Kälteträger (Anergie)        | °C      | 7/3                                                 |
| Wärmeträger                  | °C      | 45/65                                               |
| Leistungsregulierung         | %       | 35...100                                            |
| Schallleistung in 1 m        | dB(A)   | ca. 95                                              |

#### Kältemittel

Es ist eine Anlage mit dem Kältemittel NH<sub>3</sub> (R717) projektiert. Siehe Abs. 3.5.2

#### Anlagenkonzept

Zwei-Stufige NH<sub>3</sub>-Wärmepumpe. Optional mit Enthitzer auf der ND- sowie HD-Stufe. Nachfolgend ein mögliches Konzeptschema. Anzahl Verdichter sowie System ist Ab-hängig vom Lieferanten.

#### Hauptkomponenten:

Alle Komponenten für eine Wärmepumpen mit 500 kW (7/65°C) insbesondere:

- Niederdruck- und Hochdruck-Hubkolbenverdichter (1-2 Stk.) inkl. Motor und Frequenzumformer (Low Harmonic)
- Multikondensator (max. 72°C), 50 bar HD-Verdichter
- NH<sub>3</sub>-Abscheider
- Verdampfer überflutet, WP-Betrieb (Energiequelle Anergienetz)
- Sämtliche Wärmetauscher in Vollverschweisster Ausführung
- Expansionsarmatur
- Kältetechnische Sicherheits-, Regel-, Mess- und Absperrarmaturen
- Abblasleitung (Abführung über Dach, durch bestehenden Kaminschacht)
- Komplette Steuerung inkl. Schnittstelle zur übergeordneten Steuerung für Freigabe / Sollwertanpassung, Störmeldungen
- Maschinenraumkühlung mittels Umluftkühler mit direkter Einbindung im Ammoniak Kreislauf oder Anergienetz. Optional Zylinderkopfkühlung (ND-Verdichter ab Anergienetz, HD-Verdichter ab RL Heizungsnetz) abhängig von Verdichterfabrikat

- Kühlung SGK-Raum mittels Umluftkühler (ab NH<sub>3</sub> Kreislauf)
- Einbringung der Hauptkomponenten über Hauptzugang des Maschinenraums
- Sämtliche Sicherheitsmassnahmen nach SN EN 378 fliessen ins Projekt ein

### **Sicherheitseinrichtungen:**

Nachfolgend aufgelistet die notwendigen Sicherheitseinrichtungen für den Maschinenraum.

Innerhalb Maschinenraum:

- Ammoniak (NH<sub>3</sub>) - Detektion im Raum 0...1'000 ppm
- Ammoniak (NH<sub>3</sub>) - UEG Detektion 0...30'000 ppm
- Ammonium (NH<sub>4</sub>) - Detektion im Heizungskreislauf
- Ammonium (NH<sub>4</sub>) - Detektion im Verdampferkreislauf
- Blitzleuchte ATEX
- Warnhorn ATEX

Ausserhalb Maschinenraum:

- Externe ppm Anzeige für Feuerwehr
- Schutzmaske mit NH<sub>3</sub>-Filter
- Kältehandschuhe Paar
- Augendusche
- Ganzkörper-Pelerine

## 7.11 BKP 243 Wärmeverteilung

Die Wärmeverteilung wird in zwei Hauptbereiche unterteilt. Anergie und Wärme.

### 7.11.1 BKP 243.0 Hydraulik Verdampfer Wärmepumpe (Anergie)

Die Wärmepumpen entziehen die Wärme aus dem Anergienetz. Details können dem Prinzipschema entnommen werden.

Zum Schutz vor Ammoniak Eintritt in den Hydraulikkreislauf werden NH<sub>4</sub>-Sensoren eingebaut. Diese messen die Konzentration und bei Erfassung von NH<sub>4</sub> wird der Kreis vom Anergienetz mittels Absperrklappen geschlossen.

Unter dieser BKP sind auch die Kosten für das Umluftkühlgerät enthalten. Dabei wird die Abwärme der Wärmepumpe direkt in die Quelle der Wärmepumpe zurückgeführt. So erhöht sich minimal die Verdampfungstemperatur und die Wärme kann gleich wieder genutzt werden.

Die Hydraulik beinhaltet im Groben folgende Komponenten:

- Absperrarmaturen
- Rohrleitungen / Formstücke Chromstahl V2A Umhüllung aus synthetischem Kautschuk ohne Umhüllung
- Erschliessung des Wärmepumpenverdampfer
- Erschliessung des ULK (Maschinenraum)
- Umwälzpumpe, Regelventil, Fühler und Energiezähler
- Thermometer, Entlüftung, Entleerung etc.
- Einbindung NH<sub>4</sub> Überwachung

### 7.11.2 BKP 243.1 Hydraulik Kondensator Wärmepumpe

In dieser Position sind Installationen für die Senke der Wärmepumpe enthalten. Details können dem Prinzipschema entnommen werden.

Zum Schutz vor Ammoniak Eintritt in den Hydraulikkreislauf werden NH<sub>4</sub>-Sensoren eingebaut. Diese messen die Konzentration und bei Erfassung von NH<sub>4</sub> wird der Kreis vom Wärmenetz mittels Absperrklappen geschlossen.

Die Hydraulik beinhaltet im Groben folgende Komponenten:

- Absperrarmaturen
- Rohrleitungen / Formstücke schwarzer Stahl isoliert mit Mineralwolle und Umhüllung aus rezykliertem PVC
- Erschliessung des Kondensators / Enthitzers und Unterkühlers
- Umwälzpumpe, Regelventil, Fühler und Energiezähler
- Thermometer, Entlüftung, Entleerung etc.
- Einbindung NH<sub>4</sub> Überwachung

### **7.11.3 BKP 243.2 Technischer Speicher, Expansion/Entgasung, Noteinspeisung, Hauptpumpen**

Die Wärmepumpe wird hydraulisch über einen Technischen Speicher entkoppelt. Die Hauptpumpen, welche das Heizungswasser auf den Verteiler befördern, werden redundant ausgeführt. Details können dem Prinzipschema entnommen werden.

#### **Technischer Speicher**

Der Speicher wird so dimensioniert, dass eine minimale Laufzeit der Wärmepumpe von 15-20 min. auf der niedrigsten Leistungsstufe gewährleistet ist.

#### **Filter**

Die Reinigung des Wärmenetzes erfolgt mit einem Schlammabscheider, welche zum einen die Scherkraft aber auch die Zentrifugalkräfte nutzt. Hinzu kommt der Einbau eines Magnetstabs, welcher zur Steigerung der Magnetit-Aufnahme beiträgt.

#### **Messung**

Der Gesamtenergiebedarf Wärmenetz wird im Rücklauf gemessen. Weitere Messstellen können dem Prinzipschema entnommen werden.

#### **Expansion und Entgasung**

Das Expansionsvolumen wird so ausgelegt, dass die thermische Ausdehnung des gesamten Heizungsnetz aufgenommen werden kann. Um den statischen Druck wegen der Topologie des Verteilnetzes zu kompensieren, wird auf die Expansion ein Fülldruck aufgesetzt. Die Expansionsanlage verfügt über eine eigene Steuerung. Als Schnittstelle zwischen dem GA-System und der Expansion sind konventionelle Signale (Binär/Analog) vorgesehen.

Im Heizungsnetz ist eine Entgasung installiert. Sie entzieht dem Wärmeträgerfluid gelöste Gase und verhindert so ein Ausgasen im Netz. Der Entgaser verfügt über eine eigene Steuerung. Als Schnittstelle zwischen dem GA-System und dem Entgaser sind potentialfreie Kontakte vorgesehen.

#### **Notstutzen**

Für einen möglichen Notbetrieb werden zwei Stutzen entlang der Steigzone in den Aussenbereich geführt. Diese Leitungen werden trocken gehalten. Bei Bedarf, wird ein Passstück montiert und die Leitung mit Netzwasser gefüllt. So sind keine zusätzlichen Frostschutzmassnahmen zu tätigen, und stagnierendes Wasser führt nicht zu Schäden an den Installationen.

Die Hydraulik beinhaltet im Groben folgende Komponenten:

- Absperrarmaturen
- Rohrleitungen / Formstücke schwarzer Stahl isoliert mit Mineralwolle und Umhüllung aus rezykliertem PVC
- Expansionsanlage / Entgasung
- Erschliessung des technischen Speichers bis auf den Heizungsverteiler
- Umwälzpumpe (Redundant), Regelventil, Fühler und Energiezähler
- Thermometer, Entlüftung, Entleerung etc.

#### 7.11.4 BKP 243.3 Brauchwarmwasseraufbereitung

Die Brauchwarmwassererwärmung erfolgt über eine Magroladung. Zusätzlich eingebunden wird, wie bisher, der Enthitzer der Eisbahn-Kälteanlage. Die Vorwärmung über die GWK- und die Solarwärmeanlage entfallen. Letztere werden direkt ins Anergienetz eingebunden. Details sind dem Prinzipschema zu entnehmen.

Die Hydraulik beinhaltet im Groben folgende Komponenten:

- Sämtliche Komponenten im Trinkwasserkreislauf mit SVGW-Zulassung
- Brauchwarmwasser Speicher Chromstahl 6 m<sup>3</sup>
- Absperrarmaturen
- Rohrleitungen / Formstücke schwarzer Stahl isoliert mit Mineralwolle und Umhüllung aus rezykliertem PVC (Primärseite Heizung)
- Rohrleitungen / Formstücke V4A CNS isoliert mit Mineralwolle / PIR und Umhüllung aus rezykliertem PVC (Sekundärseite Sanitär)
- Umwälzpumpe, Regelventil, Fühler und Energiezähler
- Thermometer, Entlüftung, Entleerung etc.

#### 7.11.5 BKP 243.4 Heizungsverteiler

Der Heizungsverteiler muss platzbedingt versetzt werden und wird neu aufgebaut. Details können dem Prinzipschema entnommen werden.

Die Hydraulik beinhaltet im Groben folgende Komponenten:

- Absperrarmaturen
- Rohrleitungen / Formstücke schwarzer Stahl isoliert mit Mineralwolle und Umhüllung aus rezykliertem PVC
- Anschluss an die bestehenden Verteilleitungen innerhalb der Heizungszentrale
- Umwälzpumpe, Regelventil, Fühler und Energiezähler
- Thermometer, Entlüftung, Entleerung etc.

#### 7.11.6 BKP 243.5 Schneegrube

*Teil von Parallelprojekt «Teilsanierung Eisbahn Kälteanlage»*

Die Schneegrube wird künftig sowohl über den Unterkühler als auch weiterhin über einen der beiden bestehenden Kondensatoren versorgt. Die notwendigen Umbauarbeiten werden im Rahmen der Teilsanierung der Eisbahn Kälteanlage geplant und umgesetzt. Die Kosten hierfür sind nicht im aktuellen Projektumfang enthalten. Weitere Details sind dem Prinzipschema zu entnehmen.

#### 7.11.7 BKP 243.6/7 Fernleitung Eselrietstrasse

Für die Erschliessung des Mehrzweckgebäudes wird eine neue Fernleitung ab der Zentrale im Sportzentrum verlegt.

- Fernleitung Calpex PUR King Duo, DN65, insgesamt 255 m. Der Abschnitt 1 zwischen Gebäudeeintritt Sportzentrum und Parzelle Mehrzweckgebäude (165 m) wurde im Juli 2024 koordiniert mit dem Bau der neuen Eselrietstrasse verlegt. Der Abschnitt 2 in der Parzelle Mehrzweckgebäude (90 m) wurde im Juni 2025 koordiniert mit dem Neubau des Mehrzweckgebäudes verlegt.

- Auf Abschnitt 1: Kabelschutzrohr 110/100 für den Einzug eines LWL-Kabels. Zwei Schlaufschächte 800/600 (bereits verbaut). Auf Abschnitt 2: LWL wird in einer Elektrotrasse des Neubaus ins Gebäude geführt (mit zuständiger Firma (EBP) abgesprochen, definitiver Werkleitungsplan in Arbeit).
- Gebäudeeinführungen und Abdichtungen bei Sportzentrum und Mehrzweckgebäude (bereits erfolgt)

### **7.11.8 BKP 243.8 Anschluss Mehrzweckgebäude innerhalb Gebäude exkl. Hauseinführung**

Ab der Hauseinführung wird die Fernleitung innerhalb des Mehrzweckgebäudes bis in die Heizzentrale des Gebäudes geführt.

Die Hydraulik beinhaltet im Groben folgende Komponenten:

- Absperrarmaturen
- Rohrleitungen / Formstücke schwarzer Stahl isoliert mit Mineralwolle und Umhüllung aus rezykliertem PVC
- Anschluss an den Plattenwärmetauscher (ausserhalb Liefergrenze)
- Regelventil, Fühler und Energiezähler
- Thermometer, Entlüftung, Entleerung etc.

## 7.12 BKP 244 Lüftung

Für das Bauwerk wird eine Lüftungsanlage für den neuen Maschinenraum vorgesehen. Die Grundlüftung der Heizungszentrale ist bestehend.

## 7.13 BKP 244.0 Notlüftung Maschinenraum

Die Notlüftung wird nach EN 378 projektiert. Details können dem Prinzipschema entnommen werden.

### Technische Angaben zum Anlageaufbau:

| Technische Grundlagen                                  | Einheit           | Betrag               |
|--------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|
| Grundfläche<br>Maschinenraum                           | m <sup>2</sup>    | 30                   |
| Raumhöhe                                               | m                 | 3.1                  |
| Raumvolumen Brutto<br>Maschinenraum                    | m <sup>3</sup>    | 93                   |
| Min. Luftwechsel bei Zutritt<br>Maschinenraum (4-fach) | m <sup>3</sup> /h | 372 → <b>400</b>     |
|                                                        |                   |                      |
| Annahme Kältemittelmenge NH <sub>3</sub>               | kg                | 120                  |
| Luftmenge Havarie pro Raum                             | m <sup>3</sup> /h | 1'226 → <b>1'300</b> |
| Luftwechsel pro Stunde Havarie                         | fach/h            | 12.1                 |
|                                                        |                   |                      |
| Raumtemperatur Sommer                                  | -                 | nicht garantier      |
| Raumtemperatur Winter                                  | -                 | nicht garantiert     |
| Raumluftfeuchte                                        | -                 | nicht garantiert     |
| ZUL-Temperatur                                         | -                 | nicht garantiert     |
| ABL-Temperatur                                         | -                 | nach Ergebnis        |

## 7.14 BKP 246 Kälteerzeugung (Eisbahnkälte)

Einer der beiden Kondensatoren muss aufgrund des höheren Temperaturniveaus des Anergienetzes ersetzt werden (siehe Abs. 3.4). Der Umbau an der Kälteanlage muss durch den Anlagenbauer Walter Wettstein erfolgen, da die Firma WWAG sämtliche Wartungs- und Unterhaltsarbeiten der NH<sub>3</sub>-Anlage für die Eiserzeugung durchführt. Die notwendigen Umbauarbeiten werden von WWAG definiert, geplant und umgesetzt. Die Kosten hierfür sind nicht im aktuellen Projektumfang enthalten.

## **7.15 BKP 248 Gebäudeautomation**

### **7.15.1 BKP 248.1 Managementebene**

Die Managementebene umfasst die Infrastruktur zum zentralen Überwachen, Bedienen und Beobachten sämtlicher integrierter gebäudetechnischen Anlagen sowie der Datenhaltung, -sicherung und -archivierung.

Das Gebäudeleitsystem (GLS) wird auf einem Server installiert. Zudem wird eine Bedienstation in der Technikzentrale oder dem Schaltschrank installiert.

Die komplette Hardware und Software der Managementebene ist in den Kosten der Gebäudeautomation enthalten.

### **7.15.2 BKP 248.2 Anlagenautomation**

Die Anlagenautomation umfasst die Automationskomponenten für die dezentrale Steuerung, Regulierung und Überwachung der gebäudetechnischen Anlagen. Für die Anlagenautomation werden freiprogrammierbare, kommunikationsfähige und offene Automationsstationen für die Aufschaltung von physikalischen Ein- und Ausgängen sowie für die Integration von Fremdsystem mittels standardisierter Schnittstellen eingesetzt.

Folgende gebäudetechnischen Anlagen werden vollständig in das Gebäudeautomationssystem integriert:

- Schnittstelle zum Schulhaus / Zivilschutz / Mehrzweckgebäude
- Energiezentrale: Integration/Visualisierung Wärmepumpen per Modbus TCP/IP
- Bewirtschaftung Schneegrube / Schnittstelle Fluk
- Energiezentrale um die Steuerung der Wärmepumpen
- Heizung und Lüftungsanlagen (Ticos Ablösung)
- Visualisierung Leitsystem

### **7.15.3 BKP 248.3 Feldebene**

Die Feldebene ist die Schnittstelle zwischen dem Gebäudeautomationssystem und den integrierten Gewerken und Anlagen. Sie beinhaltet die entsprechenden Sensoren und Aktoren. Die Sensoren und Aktoren der Anlagenautomation werden grossmehrtlich konventionell bzw. direkt verdrahtet.

Die Feldgeräte sind bei den HLKS-Anlagen eingerechnet.

### **7.15.4 BKP 248.5 Automationsnetzwerk**

Über das autonome gebäudeinterne technische Netzwerk werden alle Automationsstationen IP-basierend miteinander vernetzt und an die Managementebene angebunden. Die Netzwerkinfrastruktur umfasst die kommunikationstechnischen Komponenten mit den Aktivkomponenten (Switch) für das technische Netzwerk. Zudem sind die Komponenten für die sichere Internetanbindung via Router / Firewall Bestandteil der Netzwerkinfrastruktur.

### **7.15.5 BKP 248.6 Schaltgerätekombinationen (SGK)**

Die automationstechnischen Komponenten der Anlagenautomation sind in Schaltgerätekombinationen angeordnet. Die Schaltschränke der Anlagenautomation werden jeweils in den Technikzentralen realisiert.

Die Schaltschränke der Ticos Anlagen werden übernommen. Hier werden nur die SPS und die I/O Module ersetzt.

### **7.15.6 BKP 248.7 Integrationen**

Von autonom geregelten Einheiten (PU) werden über definierte Schnittstellen funktionsrelevante Informationen und Daten in das Gebäudeautomationssystem integriert und visualisiert. Im vorliegenden Fall betrifft dies insbesondere die Wärmepumpe.

### **7.16 BKP 250 Sanitär**

Umbau der bestehenden Chlorwasserleitungen und der Schwefelsäureleitung, welche aktuell durch den Maschinenraum geführt werden. Die Brauchwarmwassererzeugung ist in der Position 7.11.4 enthalten.

### **7.17 BKP 272 Metallbauarbeiten**

Türe zu Technikraum, Metalltüre VKF geprüft, gemäss Vorschriften der kantonalen Feuerpolizei, bzw. behördlichen Angaben, rauchdichte Ausführung.

### **7.18 BKP 275 Schliessanlagen**

Schliessanlage Maschinenraum gemäss Angaben Bauherrschaft.

### **7.19 BKP 281 Bodenbeläge**

Ergänzung von Hartbeton, wo dies nötig ist.

### **7.20 BKP 283 Deckenbekleidungen**

Einbau einer Brandschutzdecke im Gang (Fluchtweg) im UG oder alternative Brandschutzmassnahmen gemäss Vorgaben Brandschutzplaner bzw. -behörde.

### **7.21 BKP 285 Innere Oberflächenbehandlungen**

Wände und Decken weiss deckend gestrichen oder gespritzt.

Boden Hartbeton versiegelt. Boden Technikraum mit 2-Komponenten-Anstrich.

Inkl. sämtliche Nebenleistungen wie Voranstriche, schleifen, spachteln und Grundierung etc. Inkl. Abdekarbeiten, Lieferkosten und Zuschläge.

### **7.22 BKP 287 Baureinigung**

Komplette Schlussreinigung sämtlicher Räume.

### **7.23 BKP 294 Honorare Generalplaner**

Enthalten sind sämtliche Honorare, exklusiv Honorare für zusätzlich beigezogene Spezialisten (BKP 296).

### **7.24 BKP 296 Spezialisten**

Begleitung des Projekts durch Schadstoffspezialisten. Punktuell beizuziehende weitere Spezialisten.

### **7.25 BKP 400 Terraingestaltung**

Umgebungsarbeiten für die Instandsetzung der Badi-Liegewiesen nach dem Bau des Erdsondenfeldes.

## 8 **Kostenvoranschlag +/- 10%**

Die Kostenberechnung erfolgte anhand spezifischer Erfahrungswerte aus anderen vergleichbaren Projekten sowie Richtpreisofferten für wichtige Anlagenkomponenten (z.B. Wärmepumpe) im besten Wissen und Gewissen. Die Kostengenauigkeit bezieht sich auf die Gesamtsumme und beträgt +/- 10%, indexiert auf den 1. April 2024 gemäss Baupreisindex des BFS. ***Die Abweichung kann aufgrund weiterer Risiken wie Marktunsicherheit, volatilem Offerteneingang und der Zeitspanne zwischen KV und Vergabe etc. höher ausfallen.***

Siehe Kostenvoranschlag auf der nachfolgenden Seite.

| BKP          | Bezeichnung                                                                                                    | Preis Position<br>exkl. MWSt. | Preis BKP exkl.<br>MWSt. | Preis BKP inkl.<br>MWSt. |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
|              |                                                                                                                | [CHF]                         | [CHF]                    |                          |
| <b>1</b>     | <b>Vorbereitungsarbeiten</b>                                                                                   |                               | <b>485'000</b>           | <b>524'300</b>           |
| <b>11/12</b> | <b>Räumungen, Terrainvorbereitungen, Provisorien</b>                                                           |                               | <b>485'000</b>           | <b>524'285</b>           |
| 112          | Abbrüche                                                                                                       |                               | 34'500                   | 37'295                   |
| 112.1        | Abbrüche Energiezentrale                                                                                       | 34'500                        |                          |                          |
| 113          | Demontagen                                                                                                     |                               | 312'000                  | 337'272                  |
| 113.0        | Demontagen HLK-Komponenten                                                                                     | 80'000                        |                          |                          |
| 113.1        | Rückbau Elektroinstallationen                                                                                  | 32'000                        |                          |                          |
| 113.2        | Rückbau Leitungen Medienkanal / Schadstoffsanierung                                                            | 200'000                       |                          |                          |
| 114          | Baustelleneinrichtung                                                                                          |                               | 10'000                   | 10'810                   |
| 114.0        | Baustelleneinrichtung                                                                                          | 10'000                        |                          |                          |
| 122          | Provisorien                                                                                                    |                               | 128'500                  | 138'909                  |
| 122.1        | Heizprovisorien                                                                                                | 118'500                       |                          |                          |
| 122.2        | Baustrom                                                                                                       | 6'500                         |                          |                          |
| 122.3        | Spriesse                                                                                                       | 3'500                         |                          |                          |
| <b>2</b>     | <b>Gebäude</b>                                                                                                 |                               | <b>5'011'500</b>         | <b>5'417'400</b>         |
| <b>21/22</b> | <b>Rohbau</b>                                                                                                  |                               | <b>175'000</b>           | <b>189'175</b>           |
| 211          | Baumeisterarbeiten                                                                                             |                               | 80'000                   | 86'480                   |
| 211.0        | Stahlbetonwand UG                                                                                              | 38'000                        |                          |                          |
| 211.1        | Durchbrüche, Kernbohrungen, Abdichtungen                                                                       | 30'000                        |                          |                          |
| 211.2        | Gerüste                                                                                                        | 12'000                        |                          |                          |
| 213          | Montagebau in Stahl                                                                                            |                               | 30'000                   | 32'430                   |
| 213.0        | Statikmassnahmen UG inkl. Brandschutz                                                                          | 30'000                        |                          |                          |
| 219          | Übriges: Rohbau 1                                                                                              |                               | 50'000                   | 54'050                   |
| 219.0        | Abdichtung Betonwand UG                                                                                        | 30'000                        |                          |                          |
| 219.1        | Kleinteile Betonwand UG                                                                                        | 20'000                        |                          |                          |
| 222/223      | Spenglerarbeiten, Blitzschutz                                                                                  |                               | 15'000                   | 16'215                   |
| 222.0/223.0  | Spenglerarbeiten u. Blitzschutz Lüftungskamin                                                                  | 15'000                        |                          |                          |
| <b>23</b>    | <b>Elektroanlagen</b>                                                                                          |                               | <b>241'000</b>           | <b>260'521</b>           |
| <b>24/25</b> | <b>Heizung, Kälte, Lüftung, Sanitär</b>                                                                        |                               | <b>3'926'000</b>         | <b>4'244'006</b>         |
| 241          | Energiezulieferung                                                                                             |                               | 1'989'500                | 2'150'650                |
| 241.0        | Erdsondenfeld                                                                                                  | 1'667'500                     |                          |                          |
| 241.1        | Anergie (Erschliessung Abwärme Eisbahnkälte / Solaranlage)                                                     | 322'000                       |                          |                          |
| 242          | Wärmeerzeugung                                                                                                 |                               | 991'000                  | 1'071'271                |
| 242.0        | Wärmepumpe                                                                                                     | 960'000                       |                          |                          |
| 242.1        | WW-Wärmepumpe Mehrzweckgebäude                                                                                 | 31'000                        |                          |                          |
| 243          | Wärmeverteilung                                                                                                |                               | 641'000                  | 692'921                  |
| 243.0        | Hydraulik Verdampfer Wärmepumpe                                                                                | 55'000                        |                          |                          |
| 243.1        | Hydraulik Kondensator Wärmepumpe                                                                               | 52'000                        |                          |                          |
| 243.2        | Speicher / Expansion / Hauptpumpen                                                                             | 110'000                       |                          |                          |
| 243.3        | BWW Aufbereitung                                                                                               | 130'000                       |                          |                          |
| 243.4        | Heizungsverteiler                                                                                              | 114'000                       |                          |                          |
| 243.5        | Schneegrube                                                                                                    | 0                             |                          |                          |
| 243.6        | Fernleitung Eselrietstrasse Abschn. 1: Sportzentrum bis Parzelle Mzwck.-Geb.                                   | 91'500                        |                          |                          |
| 243.7        | Fernleitung Eselrietstrasse Abschn. 2: Parzelle Mzwck.-Geb. bis Heizzentrale                                   | 64'000                        |                          |                          |
| 243.8        | Anschluss Mehrzweckgebäude innerhalb Gebäude exkl. Hauseinführung                                              | 24'500                        |                          |                          |
| 244          | Lüftungsanlagen                                                                                                |                               | 110'500                  | 119'451                  |
| 244.1        | Havarie Lüftung NH3                                                                                            | 110'500                       |                          |                          |
| 246          | Kälteanlagen (Eisbahnkälte)                                                                                    |                               | 0                        | 0                        |
| 246.0        | Kälteerzeugung (Eisbahnkälte), Ersatz Kondensatoren                                                            | 0                             |                          |                          |
| 248          | Gebäudeautomation                                                                                              |                               | 184'000                  | 198'904                  |
| 248.1        | Managementebene                                                                                                | 45'500                        |                          |                          |
| 248.2        | Anlagenautomation                                                                                              | 82'000                        |                          |                          |
| 248.3        | Feldebene (Feldgeräteschilder)                                                                                 | 3'500                         |                          |                          |
| 248.5        | Automationsnetzwerk                                                                                            | 6'500                         |                          |                          |
| 248.6        | Schaltgerätekombinationen                                                                                      | 36'000                        |                          |                          |
| 248.7        | Integrationen                                                                                                  | 10'500                        |                          |                          |
| OPT          | Option: Elektrozähler Lieferung / Einbindung / exkl. Installation<br>(pro Zähler, nicht im Total eingerechnet) | 850                           |                          |                          |
| 250          | Sanitär                                                                                                        |                               | 10'000                   | 10'810                   |
| 250.1        | Umliegung Chlorleitungen (NH3-Maschinenraum)                                                                   | 10'000                        |                          |                          |
| <b>27/28</b> | <b>Ausbau</b>                                                                                                  |                               | <b>52'500</b>            | <b>56'753</b>            |
| 272          | Metallbauarbeiten                                                                                              |                               | 20'000                   | 21'620                   |
| 272.0        | Türe Maschinenraum                                                                                             | 20'000                        |                          |                          |
| 275          | Schliessanlagen                                                                                                |                               | 2'000                    | 2'162                    |
| 275.0        | Schliessanlage                                                                                                 | 2'000                         |                          |                          |
| 281          | Bodenbeläge                                                                                                    |                               | 3'000                    | 3'243                    |
| 281.0        | Ergänzung Hartbetonbelag                                                                                       | 3'000                         |                          |                          |
| 283          | Deckenbekleidungen                                                                                             |                               | 20'000                   | 21'620                   |
| 283.0        | Brandschutzdecke Fluchtweg UG                                                                                  | 20'000                        |                          |                          |
| 285          | Innere Oberflächenbehandlungen                                                                                 |                               | 5'500                    | 5'946                    |
| 285.0        | Malerarbeiten Zentrale                                                                                         | 5'500                         |                          |                          |
| 287          | Baureinigung                                                                                                   |                               | 2'000                    | 2'162                    |
| 287.0        | Schlussreinigung                                                                                               | 2'000                         |                          |                          |
| <b>29</b>    | <b>Honorare</b>                                                                                                |                               | <b>617'000</b>           | <b>666'977</b>           |
| 294          | Honorare Generalplaner (inkl. NK)                                                                              |                               | 607'000                  | 656'167                  |
| 296          | Spezialisten                                                                                                   |                               | 10'000                   | 10'810                   |
| <b>4</b>     | <b>Umgebung</b>                                                                                                |                               | <b>15'000</b>            | <b>16'200</b>            |
| 400          | Terraingestaltung                                                                                              |                               | 15'000                   | 16'215                   |
| <b>5</b>     | <b>Baunebenkosten</b>                                                                                          |                               | <b>25'000</b>            | <b>27'000</b>            |
| 510          | Bewilligungen, Gebühren                                                                                        |                               | 10'000                   | 10'810                   |
| 530          | Versicherungen                                                                                                 |                               | 15'000                   | 16'215                   |
|              | <b>Total exkl. Reserven und Bauherrenleistungen [CHF]</b>                                                      |                               | <b>5'536'500</b>         | <b>5'985'000</b>         |
| <b>6</b>     | <b>Reserve (exkl. Positionen 5 und 294)</b>                                                                    | <b>10%</b>                    | <b>490'450</b>           | <b>530'200</b>           |