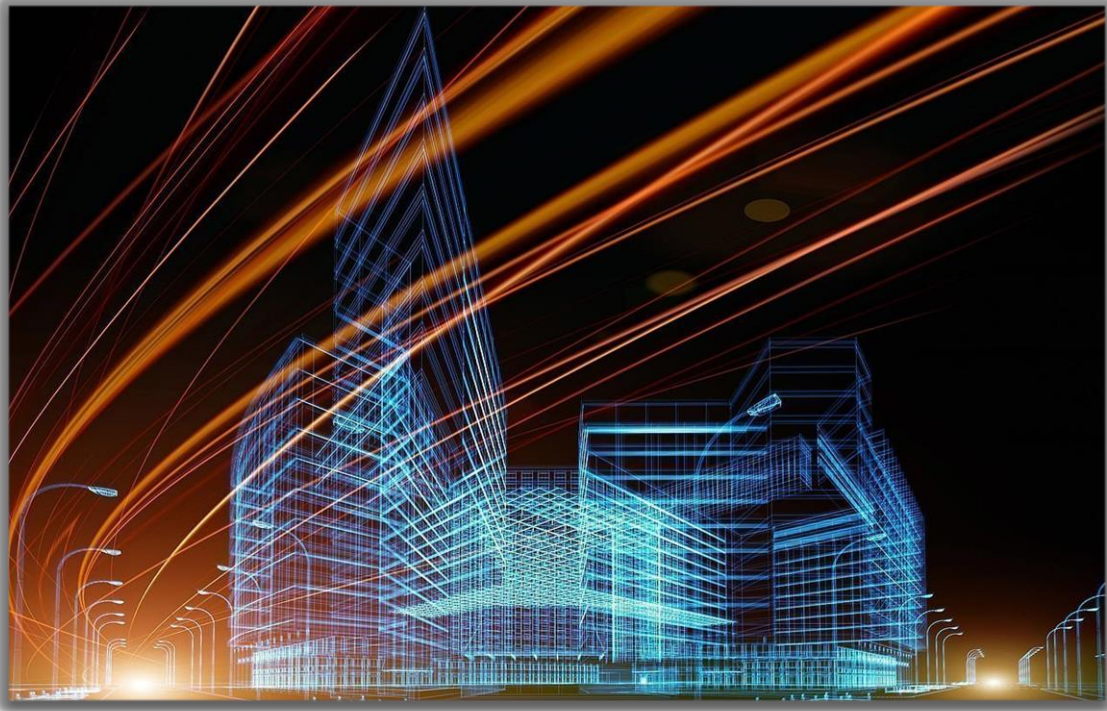


Konzept Geschäftshaus Attranyon in Nyon



Dokumentation Konzept „La Ferrari“

eingereicht bei: Gibb, Abteilung für Bauberufe
3000 Bern

eingereicht von: Team 2
Aebischer Raphael
Burch Pascal
Künzi Lorenz
Ryser Jan
Giaino Dario

Studiengang: HFGT 2017a / 19. Promotion
7. Semester
Interdisziplinäre Arbeit

Bern, 22.10.2020

Umschlag Vorderseite

Abbildung 1.1 Zukunft gerichtetes Gebäude (Quelle: Internet / www.schmachtl.at)

Abstract

Das Geschäftshaus „Attranyon“ am schönen Ufer vom Lac Léman in Nyon soll als zukunftsorientiertes und innovatives Bauwerk ein Vorbild sein, um die Klimaziele 2030 der Schweiz und deren Bevölkerung zu erreichen. Die Innovation, ein niedriger Treibhausgasausstoss und eine hohe Autarkie waren die Hauptziele der interdisziplinären Gebäudetechnik.

Dafür hat das Gebäudetechniker - Team mit Aebischer Raphael (Heizung), Burch Pascal (Heizung), Giaimo Dario (Kälte), Künzi Lorenz (Sanitär) und Ryser Jan (Kälte) ein „Ferrari“ Konzept entwickelt und dies ganz auf die Ansprüche der Bauherrschaft zurechtgeschnitten.

Die wichtigsten Eckpunkte der Investoren waren ein Nutzenergiebedarf von mehr als 70% aus erneuerbaren Energien und die bereits erwähnten Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Jedoch, oder auch trotz diesen Nachhaltigkeitszielen, wollte die Bauherrschaft eine einfache, zuverlässige, sichere und flexible gebäudetechnische Anlage.

Um den hohen Ansprüchen auch gerecht zu werden, wurde eine gebäudetechnische Konzeptstudie mit fünf verschiedenen Varianten erarbeitet.

Nach einer Nutzwertanalyse, bei der alle drei Hauptinteressensgruppen berücksichtigt wurden, wurde das Konzept «Ferrari» mit dem «Grossen Jenni» gekreuzt und somit entstand der «La Ferrari». In diesem Konzept steht ein grosser Saisonspeicher im Mittelpunkt und dient daher auch als Motor des Ferraris.

So weist das Attranyon eine Autarkie von knapp 80% und ein Primärenergiebedarf von $8.4 \text{ kWh/m}^2_{\text{EBF}}$ an nicht erneuerbaren Energien auf. Mit diesen Kennzahlen wurden die hohen Anforderungen sogar übertroffen.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 2 | Ausgangslage | 2 |
| | 2.1 Die Lage | 3 |
| | 2.2 Analyse vom Objekt und Rahmenbedingungen | 4 |
| | 2.2.1 Gebäudekennzahlen..... | 6 |
| | 2.3 Vorgaben der Bauherrschaft | 7 |
| | 2.3.1 Minergie / MuKen..... | 7 |
| | 2.3.2 Nachhaltige Entwicklung SDG der UNO | 8 |
| | 2.4 Entscheidungskriterien zur Bedürfnisanalyse | 9 |
| | 2.4.1 Bedürfnisanalyse der Bauherrschaft | 10 |
| | 2.4.2 Bedürfnisanalyse der Betreiber | 12 |
| | 2.4.3 Bedürfnisanalyse der Nutzer | 14 |
| | 2.4.4 Auswertung der Nutzwertanalyse | 16 |
| | 2.5 Konzeptänderung zu «La Ferrari»..... | 18 |
| | 2.5.1 Konzeptänderungen im Detail | 18 |
| | 2.6 Anforderung an die Gebäudetechnik..... | 19 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3 | Interdisziplinäre Gebäudetechnik..... | 20 |
| 3.1 | Leistungs- und Energiedaten | 20 |
| 3.2 | Definition Nutz-, End- und Primärenergie..... | 25 |
| 3.3 | Energie- und Leistungsdiagramm | 26 |
| 3.3.1 | Energiebedarf des Attranyon | 31 |
| 3.3.2 | Energiebilanz Wärmeenergie | 32 |
| 3.3.3 | Energiebilanz elektrische Energie | 33 |
| 3.3.4 | Zusammenfassung Energiebilanzen | 34 |
| 3.4 | Energieflussdiagramm..... | 35 |
| 3.5 | Treibhausgasemissionen | 37 |
| 3.6 | Vergleich der Anforderungen | 38 |
| 3.6.1 | Primärenergieanforderungen..... | 38 |
| 3.7 | Kostenschätzung der Anlage ($\pm 30\%$)..... | 39 |
| 3.8 | Koordination Gebäudetechnik | 40 |
| 3.8.1 | Koordination im UG | 40 |
| 3.8.2 | Koordination im EG..... | 41 |
| 3.8.3 | Koordination im OG | 41 |
| 3.8.4 | Koordination im DG | 42 |
| 3.8.5 | Funktionsschnitte..... | 43 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4 | Heizungstechnik..... | 46 |
| 4.1 | Einleitung Heizung..... | 46 |
| 4.2 | Analyse Gebäudehülle | 47 |
| 4.3 | Energie- und Leistungsbedarf | 50 |
| 4.4 | Wärmeabgabesysteme..... | 50 |
| 4.5 | Wärmeverteilung | 51 |
| 4.5.1 | Mögliche Wärmeverteilsysteme..... | 53 |
| 4.6 | Bedürfnisanalyse | 59 |
| 4.6.1 | Bedürfnisdefinition Bauherrschaft..... | 60 |
| 4.6.2 | Bedürfnisdefinition Betreiber..... | 62 |
| 4.6.3 | Bedürfnisdefinition Nutzer..... | 64 |
| 4.6.4 | Auswertung Bedürfnisanalyse | 66 |
| 4.7 | Wärmeerzeugung | 68 |
| 4.7.1 | Mögliche Wärmeerzeuger..... | 68 |
| 4.7.2 | Auswahl Wärmeerzeuger | 69 |
| 4.8 | Konzept Heizung | 73 |
| 4.8.1 | Entscheid | 73 |
| 4.8.2 | Grundlage | 73 |
| 4.8.3 | Technische Daten | 74 |
| 4.8.4 | Sicherheitseinrichtungen | 75 |
| 4.8.5 | Standort der Anlage und Koordination | 75 |
| 4.8.6 | Primärenergie Heizungsanlage | 76 |
| 4.8.7 | Exergiemaschine | 76 |
| 4.9 | MINERGIE | 77 |
| 4.9.1 | MINERGIE - Zertifizierung | 77 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5 | Kältetechnik..... | 79 |
| 5.1 | Einleitung Kälte..... | 79 |
| 5.2 | Bedürfnisanalyse | 80 |
| 5.2.1 | Grundlagen | 80 |
| 5.2.2 | Supermarkt | 80 |
| 5.2.3 | Gastrobetrieb | 81 |
| 5.2.4 | Klima - Kälte..... | 81 |
| 5.2.5 | Normen und Vorschriften..... | 82 |
| 5.3 | Kältelastbedarf Gewerbliche Kälte | 83 |
| 5.3.1 | Grundlagen | 83 |
| 5.3.2 | Lastdiagramm (Tag-/ Nacht; Sommer / Winter)..... | 84 |
| 5.3.3 | Nutzkälteleistung Supermarkt..... | 86 |
| 5.3.4 | Nutzkälteleistung Gastrobetrieb | 87 |
| 5.3.5 | Nutzkälteleistung Shops | 87 |
| 5.4 | Konzept Gewerbliche Kälte | 88 |
| 5.4.1 | Auswahl Kältemittel | 88 |
| 5.4.2 | Kälteerzeugung..... | 89 |
| 5.4.3 | Auslegungsdaten | 92 |
| 5.4.4 | Kältekreis im Log p, h-Diagramm | 94 |
| 5.4.5 | Abwärmenutzung..... | 95 |
| 5.4.6 | Kälteverteilung | 95 |
| 5.4.7 | Verteilung Abwärme | 96 |
| 5.4.8 | Sicherheitseinrichtungen | 97 |
| 5.4.9 | Standort der Anlage und Koordination | 99 |
| 5.4.10 | Schnittstellen zu anderen Gewerken | 101 |
| 5.5 | Kältelastbedarf Klima-Kälte | 102 |
| 5.5.1 | Grundlagen | 102 |
| 5.5.2 | Auslegungsdaten | 103 |
| 5.5.3 | Lastdiagramm (Tag-/ Nacht; Sommer / Winter)..... | 104 |
| 5.5.4 | Kälteleistung Nutzungszonen | 105 |

| | |
|--|------------|
| 5.6 Konzept Klima-Kälte | 105 |
| 5.6.1 Auswahl Kältemittel | 106 |
| 5.6.2 Kälteerzeugung..... | 107 |
| 5.6.3 Free - Cooling | 108 |
| 5.6.4 Abwärmenutzung | 109 |
| 5.6.5 Kälteverteilung | 109 |
| 5.6.6 Verteilung Abwärme | 110 |
| 5.6.7 Sicherheitseinrichtung | 110 |
| 5.6.8 Standort der Anlage und Koordination | 111 |
| 5.6.9 Schnittstellen zu anderen Gewerken..... | 112 |
| 6 Klimatechnik..... | 113 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 7 | Sanitärtechnik | 114 |
| 7.1 | Bedürfnisanalyse | 114 |
| 7.1.1 | Belegung und Nutzung der verschiedenen Räume | 114 |
| 7.1.2 | Sanitäre Bedürfnisse der Mieter, Arbeitnehmer, Gäste, Betreiber und Eigentümer | 115 |
| 7.1.3 | Raumdispositionen und Berechnungsgrundlagen der Gebäudetechnik Sanitär 115 | |
| 7.2 | Wasserbedarf | 116 |
| 7.2.1 | Zusammenstellung der raumorientierten Wasserbedarfsmengen | 116 |
| 7.2.2 | Spitzenvolumenstrom der raumorientierten Wasserbedarfsmengen | 117 |
| 7.2.3 | Wasserbedarfsmenge pro Tag / Monat / Jahr | 119 |
| 7.3 | Trinkwassererschliessung | 121 |
| 7.3.1 | Druckdispositiv | 121 |
| 7.3.2 | Hausanschlussleitung inkl. Verteilbatterie | 122 |
| 7.4 | Wasserbehandlung | 123 |
| 7.4.1 | Wasserqualität | 124 |
| 7.4.2 | Enthärtung | 126 |
| 7.5 | Warmwasser | 127 |
| 7.5.1 | Warmwasserbedarf | 127 |
| 7.5.2 | Wärmebedarf inkl. Verluste | 128 |
| 7.5.3 | Warmwasserproduktionssystem | 129 |
| 7.5.4 | Energetische Optimierungen -->WRG-Duschen | 130 |
| 7.5.5 | Sprinkler | 132 |
| 7.5.6 | Feuerlöschposten / Handfeuerlöscher | 133 |
| 7.6 | Abwasserentsorgung | 133 |
| 7.6.1 | Schmutzwasser | 134 |
| 7.6.2 | Regenwasser | 135 |
| 7.6.3 | Kanalisation | 136 |
| 7.7 | Ver- und Entsorgungsleitungen | 137 |
| 7.7.1 | Wasser | 137 |

| | |
|--|-----|
| 7.7.2 Schmutzwasser | 139 |
| 7.7.3 Fettabscheider | 140 |
| 7.7.4 Regenwasser | 141 |
| 7.7.5 Entwässerung der Untergeschosse..... | 142 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 8 | Mess- Steuer und Regeltechnik | 144 |
| 8.1 | Heizung | 144 |
| 8.1.1 | Anlagenidentifizierung | 144 |
| 8.1.2 | H01 Wärmeerzeugung..... | 145 |
| 8.1.3 | Bedienung der Wärmeerzeugung..... | 147 |
| 8.1.4 | H02 Wärmeverteilung | 148 |
| 8.1.5 | Bedienung der Wärmeverteilung | 149 |
| 8.1.6 | H11 Heizgruppe DSP Büro..... | 150 |
| 8.1.7 | Bedienung der Wärmeverteilung | 151 |
| 8.1.8 | H21 Heizgruppe DSP Erdgeschoss | 155 |
| 8.1.9 | Bedienung der Wärmeverteilung | 156 |
| 8.1.10 | H31 Heizgruppe Fussbodenheizung | 160 |
| 8.1.11 | Bedienung der Wärmeverteilung | 162 |
| 8.1.12 | Heizgruppen Luftherhitzer..... | 165 |
| 8.1.13 | Klimakälteerzeugung | 166 |
| 8.1.14 | H11 Kältegruppe DSP Büro | 166 |
| 8.1.15 | Bedienung der Kälteverteilung..... | 167 |
| 8.1.16 | H21 Kältegruppe DSP Erdgeschoss..... | 172 |
| 8.1.17 | Bedienung der Kälteverteilung..... | 173 |
| 8.1.18 | H31 Kältegruppe Fussbodenheizung | 178 |
| 8.1.19 | Bedienung der Kälteverteilung..... | 179 |
| 8.2 | Kälte..... | 184 |
| 8.2.1 | Kälteerzeugung der gewerbliche Kälteanlage | 184 |
| 8.2.2 | Kühlstellen | 186 |
| 8.2.3 | Abwärmenutzung der gewerbliche Kälteanlage | 187 |
| 8.2.4 | Klima-Kälte..... | 188 |
| 8.2.5 | Kühlstellen | 188 |
| 8.2.6 | Abwärmenutzung gewerbliche Kälteanlage | 188 |
| 8.3 | Klima..... | 189 |
| 8.4 | Sanitär | 190 |

| | | |
|-----------|---|---------------|
| 8.4.1 | Feldgeräteliste | 190 |
| 8.4.2 | Steuerung Abwasserhebeanlage | 192 |
| 8.4.3 | Messsystem | 193 |
| 8.5 | MSRL..... | 194 |
| 9 | Innovationen..... | 195 |
| 9.1 | Sanitär | 195 |
| 9.1.1 | Feka- Anlage | 195 |
| 9.1.2 | Wärmerückgewinnungssystem Joulia - Inline | 196 |
| 9.2 | Strom | 197 |
| 9.2.1 | Photovoltaik - Anlage..... | 198 |
| 9.2.2 | Hybridkollektoren | 199 |
| 9.2.3 | Erzeugung von Strom durch Druck | 200 |
| 9.3 | Heizung | 202 |
| 9.3.1 | Exergiemaschine | 203 |
| 9.4 | Kälte..... | 205 |
| 9.4.1 | GWK | 205 |
| 10 | Fazit..... | 206 |
| | Abbildungsverzeichnis | XI |
| | Tabellenverzeichnis | XIX |
| | Literaturverzeichnis | XXVI |
| | Anhang Allgemein..... | XXVII |
| | Anhang Heizung | XXVIII |
| | Anhang Kälte | XXIX |
| | Anhang Lüftung..... | XXX |
| | Anhang Sanitär | XXXI |

1 Einleitung

Als unser Gebäudetechniker Team den Beschrieb der Bauherrschaft vor sich hatte war uns schnell klar was wir tun müssen, um ein würdiges Projekt zu präsentieren. Es wurden viele Konzepte kreiert, um sich dem Ziel optimal zu nähern. Dies konnten wir in zwei verschiedenen Coachings unter Beweis stellen und der Bauherrschaft aufzeigen, was wir für ihr kommendes Projekt angedacht haben. Nach dem ersten Coaching hatten wir die Möglichkeit unser Top - Konzept noch zu optimieren und dies weiter zu bearbeiten.

Die zu erreichenden Ziele waren nicht weit hergeholt und sprechen genau die Problematik der heutigen Energiepolitik an. Wir strebten nach innovativen Lösungen und haben auch solche in das Gebäudesystem integriert. Mit dem Hintergedanken, dem Gebäude etwas zurückzugeben. Die Leidenschaft verleitete uns, dem Gebäude, ein Herz zu geben und aus Technikersicht dieses Zentral zu positionieren.

Um solch ein Projekt auf die Beine zu stellen bedarf es viele Sitzungen, um mögliche Verknüpfungen zwischen den Gewerken zu realisieren und zu nutzen.

In folgender Arbeit werden Sie auf ein interdisziplinäres Zusammenspiel zwischen Heizung, Lüftung, Kälte, Klima und Sanitär mitgenommen.

2 Ausgangslage

Als Ausgangslage galt die im *ANHANG 1.1* enthaltene Aufgabenstellung: *PROJEKTARBEIT GEBÄUDETECHNIKKONZEPT GESCHÄFTSHAUS ATTRANYON IN NYON*. Diese wurde uns von den Dozenten/ innen ausgehändigt. Die Dozenten/ innen nehmen in dieser Arbeit die Rolle verschiedener Vertragsparteien in einem Bauprojekt ein. So konnte eine Atmosphäre geschaffen werden, wo sich unser Team in die Rolle der Fachplaner oder auch Teils als Ingenieure wiederfand.

Bei der Erarbeitung galt es ein gebäudetechnisches Konzept mit allen haustechnischen Fachgebieten Heizung, Lüftung, Kälte, Sanitär und Elektro zu erarbeiten, welches den Bedürfnissen des Bauherren/in, die des zukünftigen Betreibers und die der Nutzer so gut es ging zu erfüllen.

Das Konzept wurde zusammen mit den Parteien Bauherrschaft, Architekt und Behörden erarbeiten. In einer Fragenrunde konnte anfänglich alle offenen Punkte geklärt oder definiert werden. Danach galt es einige Konzept - Vorschläge zu erarbeiten und vorzustellen. Durch die erhaltenen Inputs im Coaching 1 konnten wir die Richtung der Konzeptfindung dann im Team erarbeiten.

Im Coaching 2 konnten wir anschliessend eine detaillierte Nutzwertanalyse der Bedürfnisse den beteiligten Parteien vorweisen und einen Konzeptvorschlag darlegen. Durch die Besprechung mit den Bauherren/ in, Investor, Architekten, Finanzberater und Leiter/ in Gebäudemanagement konnte dann unser Konzeptvorschlag noch verfeinert und in dieser fachlichen Dokumentation niedergeschrieben werden.

2.1 Die Lage

Die Lage des Gebäudes ist für die Konzeptfindung von hoher Bedeutung. Um ein gebäudetechnisches Konzept mit möglichst niedrigem Energieverbrauch (Strom) zu erarbeiten, ist wichtig zu wissen, wie die Umgebung gestaltet ist und welche natürlichen Ressourcen zur Verfügung stehen. Der Gebäudestandort und die umliegende Landschaft wird im *ANHANG 1.1 PROJEKTARBEIT GEBÄUDETECHNIK-KONZEPT GESCHÄFTSHAUS ATTRANYON IN NYON* im *KAPITEL 1.5* gut beschrieben. Durch unsere Analyse konnten wir die Ressourcen ausfindig machen und nach den Erkenntnissen die Konzept - Varianten erarbeiten.

Die Wichtigsten Erkenntnisse waren:

- Ausrichtung des Gebäudes
- Sonneneinstrahlung gut nutzbar
- Nutzung Seewasser möglich
- Nutzung Erdsonden möglich
- Gut erschlossen bezüglich Wasser (Frischwasser, Abwasser)
- Temperatur keine längere Zeit unter Gefrierpunkt
- 403 Meter über Meer

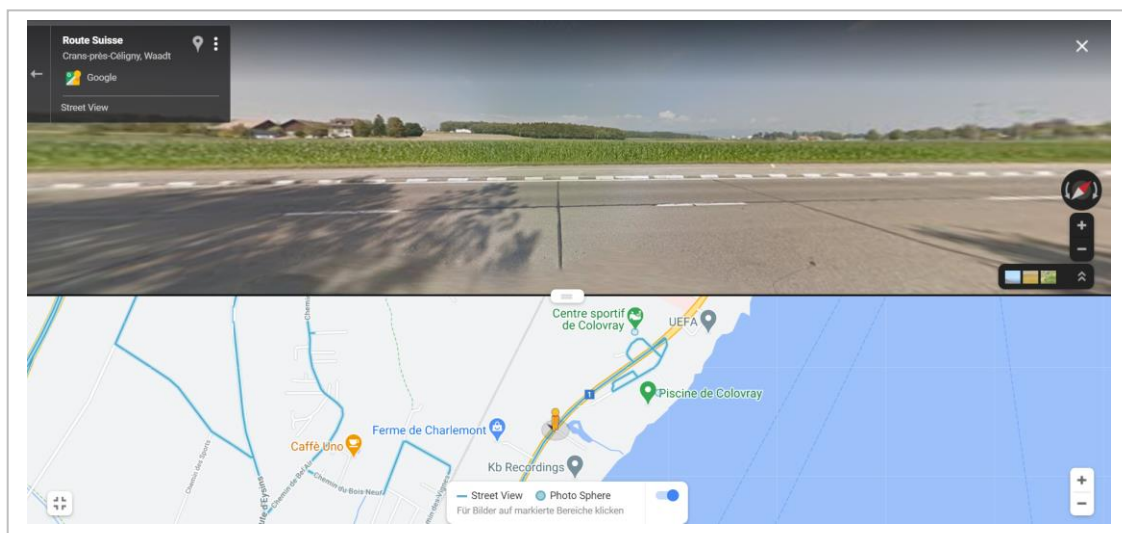


Abbildung 2.1 Geplanter Standort Gebäude Attranyon
(Quelle: Internett / www.google.com/maps)

2.2 Analyse vom Objekt und Rahmenbedingungen

Die Vorgaben zu Analysieren und richtig zu deuten ist matchentscheidend. Denn wenn die Rahmenbedingungen und baulichen Vorgaben bei der Konzeptionierung nicht eingehalten werden, kann bei einer allfälligen Ausführung nicht mehr reagiert oder nur mit hohen Kosten und terminlichen Verzögerungen angepasst werden.

Im Beschrieb der Bauherrschaft wurden schon das wichtigste festgehalten. Für uns waren somit die Rahmenbedingungen gesetzt worden und es wurde uns durch die Analyse des Objektes klar welche Forderungen erfüllt werden müssen.

Eine Objekt - und Rahmenbedingungsanalyse sollte bei jeder Konzeptfindung sehr stark berücksichtigt werden und es sollte genug Zeit für die Erarbeitung eingeplant werden.

Unser Team hat sich diese Zeit genommen und dabei sind folgende wichtigen Erkenntnisse, nebst dem im *ANHANG 1.1 PROJEKTARBEIT GEBÄUDETECHNIKKONZEPT GESCHÄFTSHAUS ATTRANYON IN NYON* niedergeschriebenem, in unsere Konzeptfindung eingeflossen:

- Flexible gebäudetechnische Installationen sind gewünscht
- Nutzungen der Gebäudetechnik im EG kann je nach Mieter ändern
- Frische und lokale Produkte sollen im Vordergrund des Restaurants und Supermarktes stehen
- Wohnungen mit höherem Standard und Preisklasse
- Zukunftsorientierte Büroeinrichtungen
(Abwärme, Personal und Flexibilität)
- Unterbringung der Gebäudetechnik in das Gebäude
- Nutzung der Dachfläche
- Nutzung der Gebäudehülle mit z.Bsp.: Photovoltaik
- Steigschächte und Raumplanung zur Unterbringung der Gebäudetechnik
- Intelligente und interdisziplinäre Gebäudetechnik
- Nutzung aller zur Verfügung stehenden natürlichen Energiequellen
- Nutzbare Abwärme in Konzept einbinden
- Energieverluste vermeiden
- Möglichst wenig elektrische Energie vom Netz beziehen
(eigen Lösungen wie z.B. Solarpanel oder Windkraft)

2.2.1 Gebäudekennzahlen

| | |
|------------------------|----------------------------|
| Standort: | Nyon |
| SIA 2028 Klimastation: | Genève – Cointrin |
| Auslegetemp. Heizung: | -4 °C |
| Auslegetemp. Lüftung: | -10 °C |
| Nutzung EWS: | 25 Sonden, 200 m, 30 W/m |
| Nutzung Seewasser: | 700 Lt/min, dT max. 3 K |
| Temperaturen See: | Sommer 15 °C, Winter 10 °C |

Kennzahlen zum Gebäude:

| | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Fachgeschäft EG: | 2'280 m ² |
| Lebensmittelverkauf EG: | 900 m ² |
| Restaurant EG: | 105 m ² |
| Wohnen MFH OG: | 3'300 m ² |
| Großraumbüro OG: | 560 m ² |
| Sitzungszimmer OG: | 220 m ² |
| Serverraum OG: | 100 m ² |
| Treppenhaus: | 635 m ² |
| Nebenraum: | 50 m ² |
| WC, Bad, Dusche: | 300 m ² |
| WC: | 100 m ² |
| <u>Garderobe, Dusche:</u> | <u>100 m²</u> |
| Total Energiebezugsfläche: | 8'650 m² |

2.3 Vorgaben der Bauherrschaft

Die Bauherrschaft setzt klare Rahmenbedingungen für das Attranyon. Im *ANHANG 1.1 AUFGABENSTELLUNG PROJEKTARBEIT GEBÄUDETECHNIKKONZEPT GESCHÄFTSHAUS ATTRANYON IN NYON* unter *PUNKT 1.2* ist der gesamte Input der Bauherrschaft beschrieben.

Die Bauherrin setzt folgende Punkte als Priorität:

- Nutzenergiebedarf zu mehr als 70% aus erneuerbarer Endenergie der heimischen Schweiz.
- Das Bauwerk soll mindestens im Bereich MINERGIE bis MINERGIE – P angesiedelt werden.
- End- und Primärenergiebedarf sowie die Treibhausgasemissionen orientiert an den Nachhaltigkeitszielen an der Agenda 2030 mit deren 17 Sustainable Development Goals (SDG) der UNO.
- Eine hohe Autarkie, eine einfache, zuverlässige und trotzdem sichere gebäudetechnische Anlage.

2.3.1 Minergie / MuKen

Die Vorgaben der Bauherrschaft sind klar definiert. Der Neubau solle sich zwischen Minergie und Minergie – P ansiedeln, jedoch mindestens die MuKen Grenzwerte einhalten. Gemäss den Vorgaben von Minergie werden folgende Anforderungen der Minergie - Kennzahl an das Attranyon gestellt:

| Gebäudekategorie | Minergie: | Minergie – P |
|------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Wohnen MFH | 55 kWh/m ² a | 50 kWh/m ² a |
| Verwaltung | 80 kWh/m ² a | 75 kWh/m ² a |
| Verkauf | 120 kWh/m ² a | 110 kWh/m ² a |
| Restaurant | 100 kWh/m ² a | 90 kWh/m ² a |
| Mischwert für das Attranyon: | 78.9 kWh/m ² a | 72.34 kWh/m ² a |

Tabelle 2.1 MINERGIE Kennzahl Berechnung
(Quelle: Produktreglement zu den Gebäudestandards MINERGIE, MINERGIE-P, MINERGIE-A / Version 2020.1)

2.3.2 Nachhaltige Entwicklung SDG der UNO

Die Bauherrschaft hat eine klare Vorstellung welche Werte für Sie vertretbar sind und welcher Wandel für die Zukunft gemacht werden muss. Deshalb hat die Bauherrschaft als Vorgabe für die nachhaltige Entwicklung der ¹SDG der ²UNO entschieden. Unter dem folgenden Link sind die 17 definierten Punkte des Bundes nachzulesen.

<HTTPS://WWW.EDA.ADMIN.CH/AGENDA2030>

Die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung mit ihren 169 Unterzielen sind das Kernstück der Agenda 2030. Sie tragen der wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Dimension der nachhaltigen Entwicklung in ausgewogener Weise Rechnung und führen zum ersten Mal Armutsbekämpfung und nachhaltige Entwicklung in einer Agenda zusammen.

Diese Werte wurden in unserem Projekt und Konzept berücksichtigt und eingehalten. Solche Einstellungen zur Nachhaltigkeit sind wegweisend für unsere Zukunft auf dieser Erde.

¹ SDG = Sustainable Development Goals

² UNO = United Nations Organization

2.4 Entscheidungskriterien zur Bedürfnisanalyse

Durch die wertvollen Rückmeldungen des Coaching 2, konnten wir die Nutzwertanalysen anpassen und die Bedürfnisse der Bauherrschaft, Nutzer und Betreiber noch besser und individueller analysieren und auswerten.

Um dies zu erreichen haben wir die Gewichtungen der Analysen angepasst. Die Änderungen sind in den Tabellen der Entscheidungskriterien ersichtlich.

2.4.1 Bedürfnisanalyse der Bauherrschaft

Die Einfachheit, Funktionalität, Zuverlässigkeit, Flexibilität sowie die Sicherheit der gebäudetechnischen Anlagen sind für den Bauherr ein Muss. Jedoch darf der innovative Gedanke nicht ausser Acht gelassen werden, um die Anforderungen der Bauherrschaft bezüglich Primärenergie und Treibhausemissionen einzuhalten.

Definition -Bauherrschaft:

Als Bauherrin definieren wir die Gruppe an Personen, die für den geplanten Neubau die Geldmittel zur Verfügung stellen.

Die Entscheidungskriterien der Bauherrschaft und deren Gewichtung:

| Eher wichtige Punkte: | Eher unwichtige Punkte: |
|------------------------------|--|
| Autarkie | Investitionen |
| Innovation | Flexibilität → Betriebskosten |
| Energieeffizienz | Bedienerfreundlichkeit |

Tabelle 2.2 Entscheidungskriterien Bauherrschaft (Quelle: Excel / selbst erstellt)

Gewichtung der Nutzwertanalyse Bauherrschaft:

| Kriterium | Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Punkte | Gewichtung |
|------------------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------------|------------|
| Betriebskosten | 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 1 | 8 | 1 | 1 | 4 | 8.9 |
| Flexibilität | 2 | | | 3 | 4 | 2 | 6 | 2 | 8 | 2 | 2 | 5 | 11.1 |
| Zuverlässigkeit | 3 | | | | 4 | 3 | 3 | 3 | 8 | 9 | 3 | 6 | 13.3 |
| Behaglichkeit | 4 | | | | | 5 | 4 | 7 | 8 | 9 | 4 | 5 | 11.1 |
| Autarkie | 5 | | | | | | 5 | 7 | 5 | 9 | 5 | 5 | 11.1 |
| Investitionskosten | 6 | | | | | | | 7 | 8 | 9 | 6 | 2 | 4.4 |
| Reaktionszeit | 7 | | | | | | | | 8 | 7 | 10 | 4 | 8.9 |
| Akustik | 8 | | | | | | | | | 9 | 8 | 7 | 15.6 |
| Innovativ | 9 | | | | | | | | | | 9 | 6 | 13.3 |
| Bedienerfreundlichkeit | 10 | | | | | | | | | | | 1 | 2.2 |
| Total | | | | | | | | | | | | 100.0 | |

Tabelle 2.3 Gewichtung Nutzwertanalyse Bauherrschaft
 (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com)

2.4.2 Bedürfnisanalyse der Betreiber

Die gebäudetechnischen Anlagen müssen so konzipiert werden, dass eine optimale Bedienung und Wartung der Anlage durch das Facility Management möglich sind. Heutzutage werden sehr hohe Anforderungen an die Gebäudetechnik gestellt. Eine zentrale Rolle spielt dabei auch die Zuverlässigkeit der Anlagen und eine einfache und übersichtliche Bedienung.

Der Betreiber wird mit einem umfassenden Gebäudeleitsystem ausgestattet. Über einen zentralen Computer oder auch mithilfe eines Fernzugriffes kann die gesamte Gebäudetechnik sowie die Beleuchtung und die Storen kontrolliert und allenfalls gesteuert werden.

Definition Betreiber:

Als Betreiber des Attranyon sehen wir das Facility Management. Die die nach dem Neubau für den Unterhalt und die Bewirtschaftung des gesamten Gebäudes verantwortlich sein werden.

Die Entscheidungskriterien des Betreibers und dessen Gewichtung:

| Eher wichtige Punkte: | Eher unwichtige Punkte: |
|------------------------------|--------------------------------|
| Bedienerfreundlichkeit | Investitionen |
| Zuverlässigkeit | Betriebskosten |
| Sicherheit → Behaglichkeit | Energieeffizienz |

Tabelle 2.4 Entscheidungskriterien Betreiber (Quelle: Excel / selbst erstellt)

Gewichtung der Nutzwertanalyse Betreiber:

| Kriterium | Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Punkte | Gewichtung |
|------------------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------------|------------|
| Betriebskosten | 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 2 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1 | 2.2 |
| Flexibilität | 2 | | | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 10 | 6 | 13.3 |
| Zuverlässigkeit | 3 | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 10 | 8 | 17.8 |
| Behaglichkeit | 4 | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 10 | 7 | 15.6 |
| Autarkie | 5 | | | | | | 5 | 5 | 8 | 9 | 10 | 3 | 6.7 |
| Investitionskosten | 6 | | | | | | | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| Reaktionszeit | 7 | | | | | | | | 7 | 9 | 10 | 3 | 6.7 |
| Akustik | 8 | | | | | | | | | 9 | 10 | 3 | 6.7 |
| Innovativ | 9 | | | | | | | | | | 10 | 5 | 11.1 |
| Bedienerfreundlichkeit | 10 | | | | | | | | | | | 9 | 20 |
| Total | | | | | | | | | | | | 100.0 | |

Tabelle 2.5 Gewichtung Nutzwertanalyse Betreiber
 (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com)

2.4.3 Bedürfnisanalyse der Nutzer

Die Vielzahl an verschiedenen Nutzerinnen im gesamten Gebäude verlangen auch eine individuelle Betrachtung seitens der Gebäudetechnikplanung.

Im Erdgeschoss wird ein Einkaufszentrum realisiert. Dieses setzt vertieft auf regionale und frische Produkte. Das kleine Restaurant muss mit kurzen Kühlketten zurechtkommen und die Waren frisch verarbeiten können. Für die restlichen Mieterflächen sind die Nutzer noch nicht abschliessend definiert.

Die Büroräumlichkeiten und Wohnungen vom 1. Obergeschoss bis ins Attikageschoss werden sehr modern realisiert. Es werden erhöhte Anforderungen an die Behaglichkeit gestellt.

Definition Nutzer:

Wir definieren die Nutzer als die Personengruppe, die im Attraction eingemietet sind. Z.Bsp.: Ein Grossverteiler, die Mieter der Büroflächen oder die Mieterinnen der Wohnflächen.

Die Entscheidungskriterien der Nutzer und deren Gewichtung:

| Eher wichtige Punkte: | Eher unwichtige Punkte: |
|------------------------------|----------------------------------|
| Flexibilität → Behaglichkeit | Autarkie |
| Betriebskosten | Investitionen |
| Bedienerfreundlichkeit | Innovation / Primärenergiebedarf |

Tabelle 2.6 Entscheidungskriterien Nutzer (Quelle: Excel / selbst erstellt)

Gewichtung der Nutzwertanalyse Nutzer:

| Kriterium | Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Punkte | Gewichtung |
|------------------------|-----|----|---|----|----|----|----|---|----|----|----|--------------|------------|
| Betriebskosten | 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 15.6 |
| Flexibilität | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 10 | | 6 | 13.3 |
| Zuverlässigkeit | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 10 | | | 6 | 13.3 |
| Behaglichkeit | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 4 | 10 | | | | | 7 | 15.6 |
| Autarkie | 5 | 5 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | 1 | 2.2 |
| Investitionskosten | 6 | 7 | 8 | 6 | 10 | | | | | | | 1 | 2.2 |
| Reaktionszeit | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | 2 | 4.4 |
| Akustik | 8 | 8 | 8 | | | | | | | | | 6 | 13.3 |
| Innovativ | 9 | 10 | | | | | | | | | | 2 | 4.4 |
| Bedienerfreundlichkeit | 10 | | | | | | | | | | | 7 | 15.6 |
| Total | | | | | | | | | | | | 100.0 | |

Tabelle 2.7 Gewichtung Nutzwertanalyse Nutzer
 (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com)

2.4.4 Auswertung der Nutzwertanalyse

Nach dem Erstellen der Nutzwertanalyse ergab sich ein eindeutiges Bild. Die Auswertung erfolgte nach dem Rangprinzip und ergab für das Konzept «Ferrari» auf Rang 1 fünf Punkte.

Konzeptlegende:

- K1 = «Der grosse Jenni»
 K2 = «Nutzung vom See»
 K3 = «Die aktive Fassade»
 K4 = «Der Nutzen des Eises»
 K5 = «Der Ferrari»

| Bauherr | | | | | | |
|--------------------|-------|-----------|-----|----|-------|------|
| Nutzwertanalyse | Rang: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Wärmeerzeugung: | | K5 | K3 | K2 | K1 | K4 |
| Wärmeverteilung: | | DSP | FBH | HK | UFKON | TAPS |
| BWW: | | K5 und K1 | | K4 | K2 | K3 |
| Sanitärverteilung: | | K1-K5 | | | | |
| GWK Anlage: | | K5 | K4 | K3 | K1 | K2 |
| Klimakälte: | | K1 | K3 | K5 | K4 | K2 |
| Kälteverteilung: | | K1 | K5 | K2 | K4 | K3 |

Tabelle 2.8 Auswertung Nutzwertanalyse Bauherr (Quelle: Excel / selbst erstellt)

| Betreiber | | | | | | |
|------------------------|--------------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| Nutzwertanalyse | Rang: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Wärmeerzeugung: | | K5 | K2 | K3 | K1 | K4 |
| Wärmeverteilung: | | DSP | FBH | HK | UFKON | TAPS |
| BWW: | | K5 und K1 | | K4 | K2 | K3 |
| Sanitärverteilung: | | K1-K5 | | | | |
| GWK Anlage: | | K5 | K4 | K3 | K1 | K2 |
| Klimakälte: | | K1 | K5 | K3 | K4 | K2 |
| Kälteverteilung: | | K1 | K5 | K2 | K4 | K3 |

Tabelle 2.9 Auswertung Nutzwertanalyse Betreiber (Quelle: Excel / selbst erstellt)

| Nutzer | | | | | | |
|------------------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Nutzwertanalyse | Rang: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Wärmeerzeugung: | | K2 | K3 | K5 | K1 | K4 |
| Wärmeverteilung: | | FBH | DSP | UFKON | HK | TAPS |
| BWW: | | K1-K5 | | | | |
| Sanitärverteilung: | | K1-K5 | | | | |
| GWK Anlage: | | K4 | K5 | K1 | K2 | K3 |
| Klimakälte: | | K5 | K3 | K1 | K4 | K2 |
| Kälteverteilung: | | K5 | K1 | K4 | K2 | K3 |

Tabelle 2.10 Auswertung Nutzwertanalyse Nutzer (Quelle: Excel / selbst erstellt)

Nach dem Auswerten aller Ranglisten ergab sich folgende Gesamtrangliste:

| Gesamtrangliste | | | | | | |
|------------------------|--------------|------------------|----------|----------|----------|----------|
| | Rang: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Wärmeerzeugung: | | K5 | K2 | K3 | K1 | K4 |
| Wärmeverteilung: | | DSP | FBH | HK | UFKON | TAPS |
| BWW: | | K5 und K1 | | K4 | K2 | K3 |
| Sanitärverteilung: | | K1-K5 | | | | |
| GWK Anlage: | | K5 | K4 | K1 | K3 | K2 |
| Klimakälte: | | K1 | K5 | K3 | K4 | K2 |
| Kälteverteilung: | | K1 | K5 | K2 | K4 | K3 |

Tabelle 2.11 Gesamtrangliste Nutzwertanalyse (Quelle: Excel / selbst erstellt)

2.5 Konzeptänderung zu «La Ferrari»

Aufgrund der Erkenntnisse aus der Nutzwertanalyse optimieren wir unser Konzept 5 der «Ferrari», um die bestmögliche interdisziplinäre Lösung für den Neubau Attranyon in Nyon zu realisieren.

Das neue Konzept trägt den Namen «La Ferrari». Wir haben in der Auswertung der Nutzwertanalyse erkannt, dass wir die Klimakälte und Kälteverteilung aus dem Konzept 1 «der grosse Jenni» realisieren sollten.

Damit ist die Wärmeerzeugung, das Brauchwarmwasser, die Sanitärverteilung und die gewerbliche Kälteanlage aus dem Konzept «Ferrari» und einzig die Klimakälte und die Kälteverteilung wurden aus dem Konzept 1 «Der grosse Jenni» gewählt.

2.5.1 Konzeptänderungen im Detail

Wir haben uns bei dem Konzeptentscheid auf das Kältemittel CO₂ geeinigt. Ein HFO Kältemittel haben wir beim Konzept «Ferrari» in Betracht gezogen, jedoch war das Risiko zu hoch solch eine Kälteanlage zu Bauen.

Problematik war der Lebensmittelbereich, der gekühlt werden muss. Da ein HFO Kältemittel nicht ungefährlich ist, darf dies auf keinen Fall mit Lebensmitteln in Berührung kommen. Somit hätten wir jede Kühlstelle mit einem Solegemisch bewirtschaften müssen.

Eine weitere Problematik war die Ressourcenabdeckung der Lieferanten. Die grossen Kühlräume wären unproblematisch. Jedoch gibt es keine kleine Kühlstellen auf dem Markt, die mit einem Solegemisch betrieben werden können.

2.6 Anforderung an die Gebäudetechnik

Die Gebäudetechnik hat hohe Anforderungen an den Primärenergiebedarf sowie die Treibhausgasemissionen. Um diese Ziele zu decken muss die Gebäudetechnik innovativ, autark und trotzdem sicher sein. Folgende Kennzahlen wurden als Grundlage gestellt:

- Nicht erneuerbare Primärenergie 10 kWh/m²_{EBF} a
- CO₂ Emissionen 2 kg/m²_{EBF} a

Dabei müssen die Gewerke Heizung, Lüftung, Klimakälte und Sanitär bezüglich ihrer thermischen Energie sowie die Hilfsenergie für die Lüftung, Beleuchtung, Betriebseinrichtungen berücksichtigt werden.

3 Interdisziplinäre Gebäudetechnik

3.1 Leistungs- und Energiedaten

Folgende Leistungs- und Energiedaten wurden anhand der Energiebezugsflächen und den Verschiedenen Nutzungen mit den Grundlagen der SIA 2024 errechnet. Es wurde mit dem Zielwert der SIA 2024 gerechnet. Dabei sind die Energiedaten als Nutzenergie, also ohne Verluste, anzusehen.

| | | |
|------------------------------------|----------------|------------------------|
| Elektrische Leistung Gerät | 95.045 | kW |
| Elektrische Leistung Beleuchtung | 74.8 | kW |
| Elektrische Leistung Lüftung | 8.2 | kW |
| Total elektrische Leistung | 178.01 | kW |
| Elektrische Energie Geräte | 360.4 | MWh/a |
| Elektrische Energie Beleuchtung | 141.8 | MWh/a |
| Elektrische Energie Lüftung | 13.1 | MWh/a |
| Total Energie Leistung | 515.3 | MWh/a |
| Total Volumenstrom Lüftung | 30866.0 | m³/h |
| Kälteleistungsbedarf | 133.2 | kW |
| Kälteenergiebedarf | 195.5 | MWh/a |
| Heizleistungsbedarf RH + LE | 190.3 | kW |
| Heizenergiebedarf RH + LE | 204.8 | MWh/a |
| Heizenergiebedarf BWW | 87.3 | MWh/a |
| Total Heizenergiebedarf | 292.1 | MWh/a |

Tabelle 3.1 Leistungs- und Energie Berechnung nach SIA 2024
(Quelle: eigenes Excel mit Stammdaten aus SIA 2024)

Jedoch mussten für die effektive Berechnung die Kennzahlen noch angepasst werden. Da diese zum Teil zu weit von der Realität entfernt oder Vorgaben vorhanden waren, gab es Korrekturen. Folgend nun die effektiv verwendeten Kennzahlen. Die neu berechneten Energiedaten wurden bereits mit einem Anteil an Verlusten hochgerechnet. Daher handelt es sich neu um die Endenergie.

| | | |
|-----------------------------------|-------------|-----------|
| Elektrische Leistung Gerät | 23.0 | kW |
| Elektrische Leistung Beleuchtung | 24.5 | kW |
| Elektrische Leistung Lüftung | 27.0 | kW |
| Total elektrische Leistung | 74.5 | kW |

| | | |
|---------------------------------|--------------|--------------|
| Elektrische Energie Geräte | 134.6 | MWh/a |
| Elektrische Energie Beleuchtung | 142.9 | MWh/a |
| Elektrische Energie Lüftung | 42.1 | MWh/a |
| Total Energie Leistung | 319.6 | MWh/a |

| | | |
|-----------------------------|--------------|--------------|
| Gewerbliche Kälteleistung | 55 | kW |
| Klimakälteleistung | 175 | kW |
| Kälteleistungsbedarf | 230 | kW |
| Kälteenergiebedarf | 663.6 | MWh/a |

| | | |
|------------------------------------|--------------|-----------|
| Heizleistungsbedarf RH + LE | 202.5 | kW |
|------------------------------------|--------------|-----------|

| | | |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Heizenergiebedarf RH + LE | 272.8 | MWh/a |
| Heizenergiebedarf BWW | 74.5 | MWh/a |
| Total Heizenergiebedarf | 347.3 | MWh/a |

Tabelle 3.2 Effektive Leistungs- und Energiedaten
 (Quelle: eigenes Excel mit Wetterdaten von history+ von Meteoblue.ch und Vorgaben der Kühlstellenliste)

Die vorgenommenen Korrekturen zur SIA 2024 in Worten zusammengefasst und erläutert.

- **Elektrische Leistung Geräte:** Lebensmittelverkauf die elektrische Energie für die gewerbliche Kälteanlage abgezogen.
- **Elektrische Leistung Beleuchtung:** Diese Leistung wurde auf realitätsnahe Erfahrungswerte mit LED³- Beleuchtung angepasst.
- **Elektrische Leistung Lüftung:** Diese Leistung wurde auf realitätsnahe Erfahrungswerte von ähnlich grossen Lüftungsanlagen angepasst.
- **Elektrische Energie Geräte:** Die angepasste elektrische Leistung wurde mit den angenommenen Präsenzzeiten hochgerechnet.
- **Elektrische Energie Beleuchtung:** Die angepasste elektrische Leistung wurde mit den angenommenen Präsenzzeiten hochgerechnet.
- **Gewerbliche Kälteleistung:** Die effektive Leistung für die gewerbliche Kälte wurde aus der Kühlstellenliste *ANHANG 1.6 : KÜHLSTELLENLISTE BAUHERRSCHAFT* entnommen.
- **Klimakälte Leistung:** Die Leistung für die Raumkonditionierung im Sommer sowie die Abwärmeleistung der Server im Bürobereich wurden über Erfahrungswerte geschätzt.

³ Light-emitting diodes, auf Deutsch elektrische Leuchtdioden die als Lichtquellen mit niedrigem Energiebedarf dienen.

- **Kälteenergiebedarf:** Für die gewerbliche Kälteanlage wurden Laufzeiten und Leistungsstufen nach Erfahrungswerten abgeschätzt so eingetragen.

| Tageszeit | GWK Auslegeleistung | Betrieb Ein=1, Aus=0 | Total Leistung GWK |
|-----------|---------------------|----------------------|--------------------|
| | kW | | kW |
| 00 | 55 | 0.4 | 22 |
| 01 | 55 | 0.4 | 22 |
| 02 | 55 | 0.4 | 22 |
| 03 | 55 | 0.4 | 22 |
| 04 | 55 | 0.4 | 22 |
| 05 | 55 | 0.4 | 22 |
| 06 | 55 | 0.8 | 44 |
| 07 | 55 | 0.8 | 44 |
| 08 | 55 | 0.8 | 44 |
| 09 | 55 | 0.8 | 44 |
| 10 | 55 | 1 | 55 |
| 11 | 55 | 1 | 55 |
| 12 | 55 | 1 | 55 |
| 13 | 55 | 0.8 | 44 |
| 14 | 55 | 0.8 | 44 |
| 15 | 55 | 0.8 | 44 |
| 16 | 55 | 0.8 | 44 |
| 17 | 55 | 0.8 | 44 |
| 18 | 55 | 1 | 55 |
| 19 | 55 | 1 | 55 |
| 20 | 55 | 0.8 | 44 |
| 21 | 55 | 0.8 | 44 |
| 22 | 55 | 0.4 | 22 |
| 23 | 55 | 0.4 | 22 |

Abbildung 3.1 Aufteilung der Betriebs- und Leistungsstufen der GWK - Anlage
(Quelle: selber erstelltes Excel)

Die Klimakälte für die Raumkonditionierung wurde, identisch wie die Raumheizung, über eine Kühlkurve und eine Kühlgrenze von 25°C berechnet. Mithilfe der Aussentemperaturen von Nyon der letzten 10 Jahren⁴ konnte die Kühlenergie über das ganze Jahr berechnet werden.

Die Kühlenergie für die Klimakälte der Serverräume wurde über abgeschätzte Laufzeiten der Server hochgerechnet. Grundsätzlich sind die Server immer in Betrieb, jedoch nicht immer mit der vollen Leistung.

⁴ Quelle der Wetterdaten: history+ von www.Meteoblue.ch

- **Heizenergiebedarf RH + LW:** Die Heizenergie für die statische Raumheizung sowie für die Lüftungsanlage wurden über die stündlichen Aussentemperaturen der letzten 10 Jahre⁵ und der Heizkurve angepasst und berechnet. (Stundenwerte Aussentemperatur von history+ von Meteoblue.ch) *SIEHE ANHANG 4.1 → BERECHNUNG DER LEISTUNGS- UND ENERGIEDATEN*
- **Heizenergiebedarf BWW:** Der Energiebedarf für das Brauchwarmwasser wurde reduziert, da die Wärmerückgewinnung der Duschenrinnen der Wohnfläche noch berücksichtigt worden sind.

⁵ Quelle der Wetterdaten: history+ von www.Meteoblue.ch

3.2 Definition Nutz-, End- und Primärenergie

Für die nächsten Punkte ist der Unterschied zwischen der Nutzenergie, der Endenergie und der Primärenergie relevant.

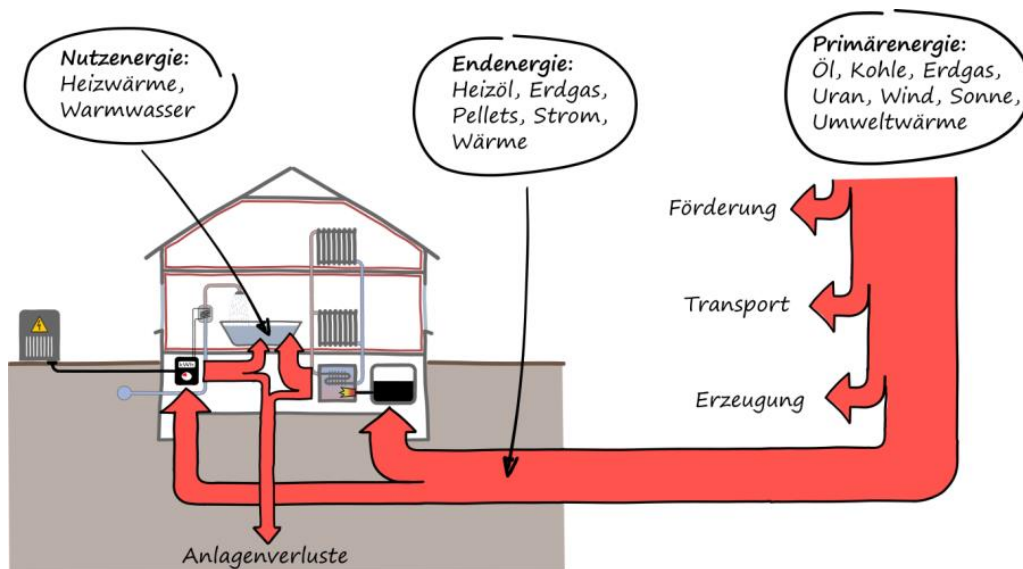


Abbildung 3.1 Nutz-, End- und Primärenergie
(Quelle: Internet / www.ingenieure.immo/wiki/bauphysik/nutz-end-und-prim%C3%A4renergie/)

Als Nutzenergie wird diese Energie, die beim Verbraucher ankommt und spürbar ist angesprochen. Diese Energie muss am Schluss vorhanden sein, um den gesamten Energiebedarf zu decken.

Die Endenergie ist die Energie, die als Energieträger in das System gespiessen werden muss um alle Verluste sowie den Energiebedarf zu decken. Die Endenergie ist immer höher als die Nutzenergie.

Die Ursprungsenergie oder Energieträger ist die Primärenergie. Diese Energie kommt direkt aus dem Herstellort und muss die Verluste bis zum System überbrücken. Die Primärenergie ist immer am grössten.

3.3 Energie- und Leistungsdiagramm

Folgende Diagramme sind als Endenergie Diagramm anzusehen. Dabei sind schon die möglichen Verluste innerhalb des Gebäudes berücksichtigt und hochgerechnet.

Kältester Tag (25. Januar):

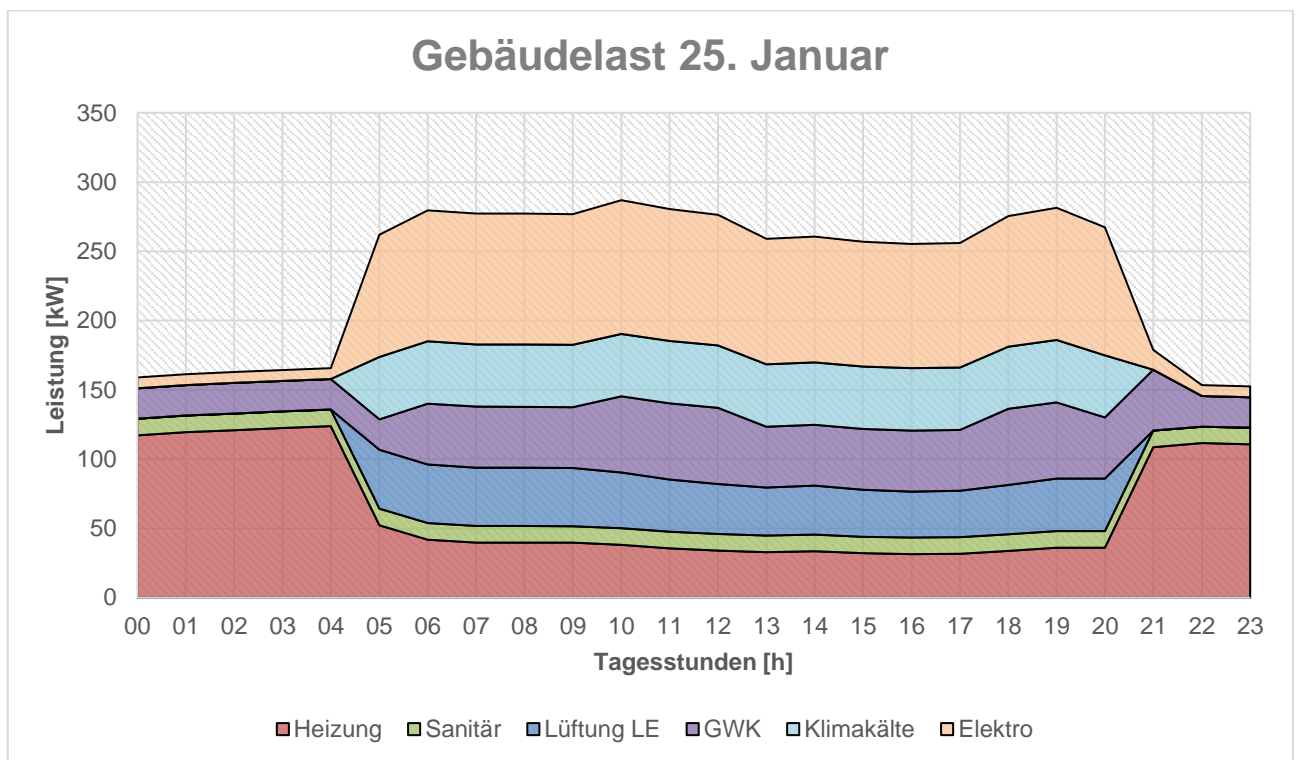


Abbildung 3.2 Gebäudelast Attranyon kältester Tag (25. Januar)
 (Quelle: eigen erstelltes Excel / Anhang 4.1 Berechnung Leistungs- und Energiedaten)

Wärmster Tag (08. August):

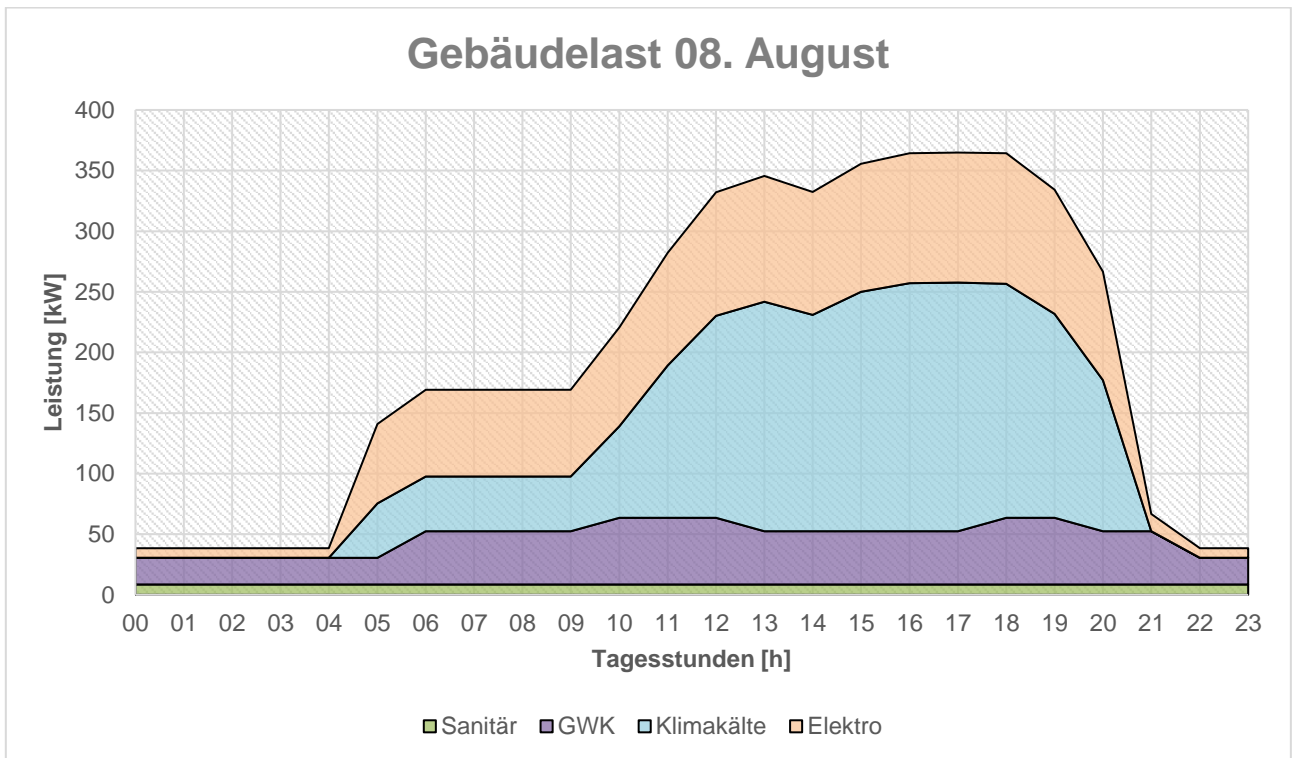


Abbildung 3.3 Gebäudelast Attranyon wärmster Tag (08. August)
(Quelle: eigen erstelltes Excel / Anhang 4.1 Berechnung Leistungs- und Energiedaten)

Energiebedarf Attranyon im Monat Januar:

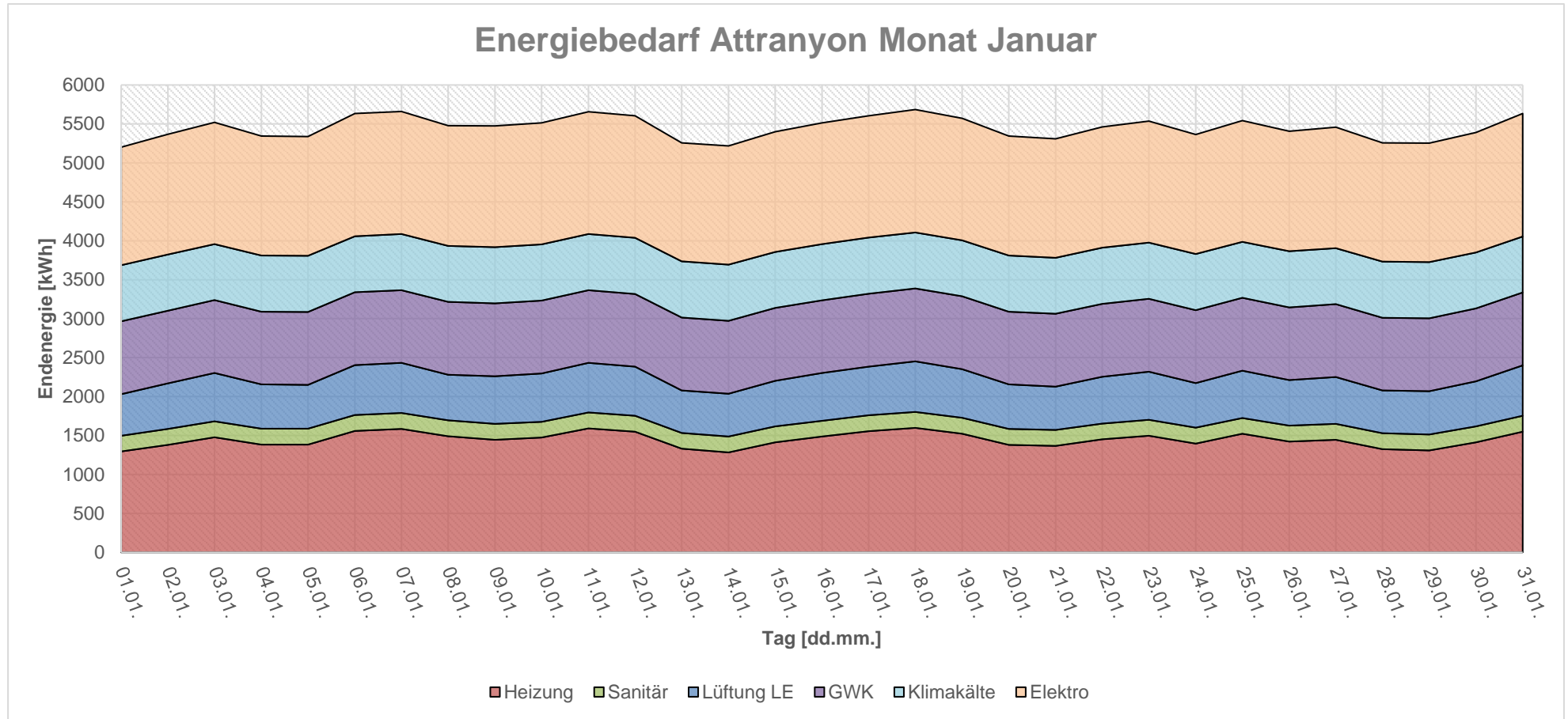


Abbildung 3.4 Energiebedarf Attranyon Monat Januar
 (Quelle: eigen erstelltes Excel / Anhang 4.1 Berechnung Leistungs- und Energiedaten)

Energiebedarf Attranyon im Monat August:

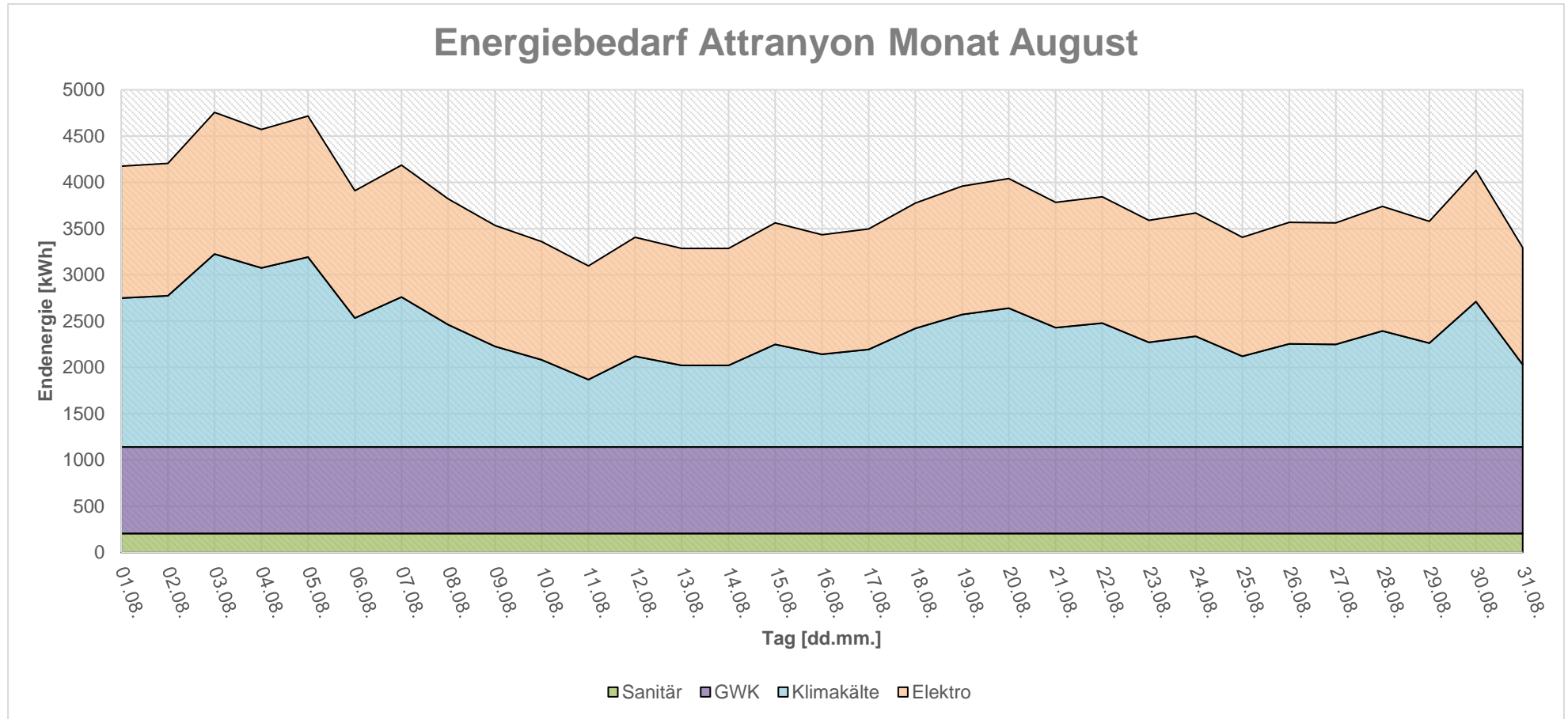


Abbildung 3.5 Energiebedarf Attranyon Monat August
(Quelle: eigen erstelltes Excel / Anhang 4.1 Berechnung Leistungs- und Energiedaten)

Jahresenergiebedarf Attranyon:

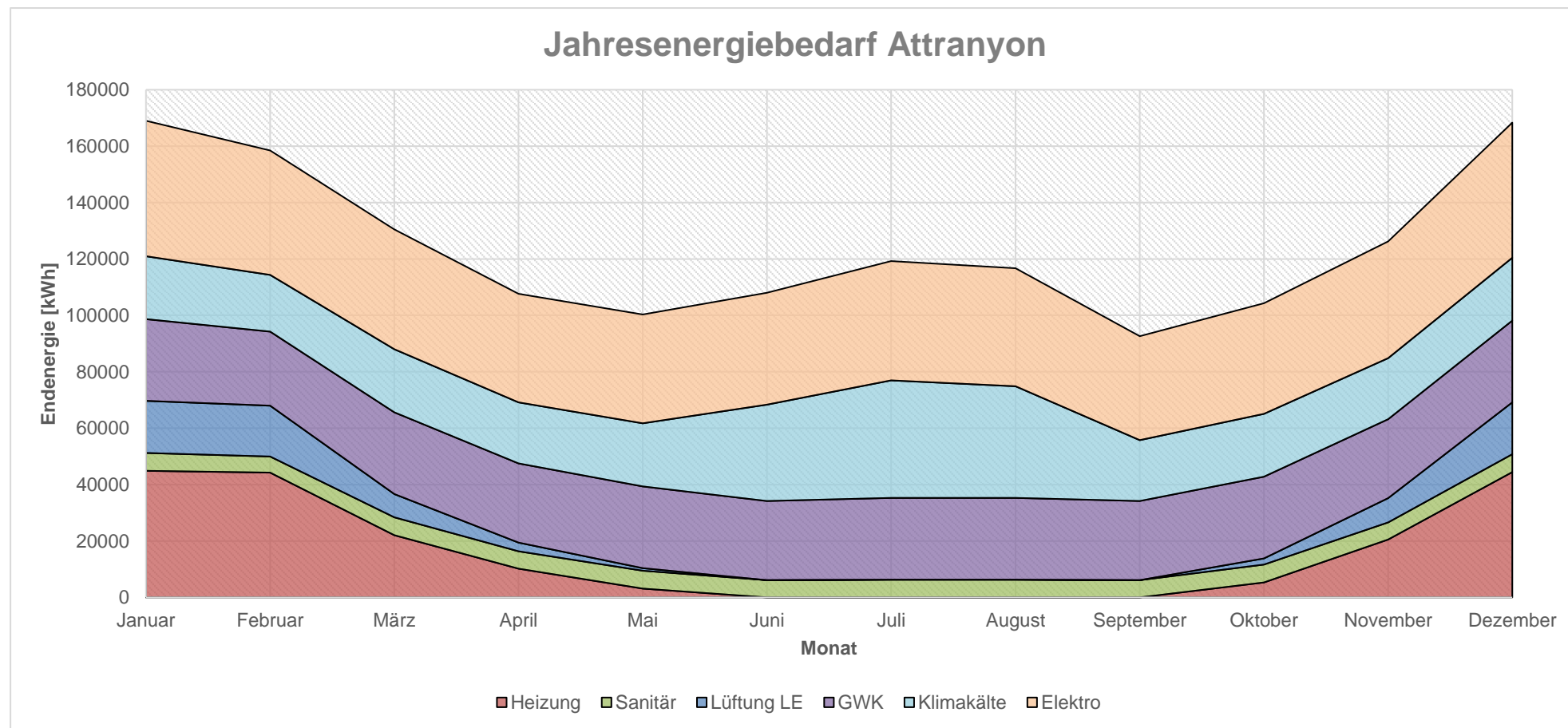


Abbildung 3.6 Jahresenergiebedarf Attranyon
 (Quelle: eigen erstelltes Excel / Anhang 4.1 Berechnung Leistungs- und Energiedaten)

3.3.1 Energiebedarf des Attranyon

| Endenergie [kWh] | Heizung | Brauchwarm- wasser | Lufterhitzer | Gewerbliche Kälteanlage | Klimakälte | Elektro |
|------------------|---------|-----------------------|--------------|----------------------------|------------|---------|
| Januar | 44'886 | 6'324 | 18'464 | 28'985 | 22'320 | 48'022 |
| Februar | 44'286 | 5'712 | 18'024 | 26'180 | 20'160 | 44'102 |
| März | 22'070 | 6'324 | 8'279 | 28'985 | 22'320 | 42'522 |
| April | 10'227 | 6'120 | 3'127 | 28'050 | 21'600 | 38'512 |
| Mai | 3'140 | 6'324 | 947 | 28'985 | 22'320 | 38'563 |
| Juni | 0 | 6'120 | 0 | 28'050 | 34'216 | 39'627 |
| Juli | 0 | 6'324 | 0 | 28'985 | 41'604 | 42'336 |
| August | 0 | 6'324 | 0 | 28'985 | 39'548 | 41'879 |
| September | 0 | 6'120 | 0 | 28'050 | 21'600 | 36'824 |
| Oktober | 5'342 | 6'324 | 2'148 | 28'985 | 22'320 | 39'211 |
| November | 20'500 | 6'120 | 8'543 | 28'050 | 21'600 | 41'437 |
| Dezember | 44'466 | 6'324 | 18'324 | 28'985 | 22'320 | 47'946 |

Tabelle 3.2

Energiebedarf Attranyon

(Quelle: eigenes Berechnungsexcel / Anhang 4.1 Berechnung Leistungs- und Energiedaten)

3.3.2 Energiebilanz Wärmeenergie

| Endenergie [kWh] | Bedarf Wärmeenergie | Ertrag Solaranlage ⁶ | Ertrag 40°C AWN GWK ⁷ | Ertrag 50°C AWN Klimakälte ⁸ | Total |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|----------|
| Januar | 69'674 | 6'256 (ca.30°C) | 44'795 | 29'760 | -11'137 |
| Februar | 68'023 | 6'992 (ca.40°C) | 40'460 | 26'180 | -5'609 |
| März | 36'673 | 16'192 (ca.40°C) | 44'795 | 28'985 | -53'299 |
| April | 19'474 | 16'560 (ca.50°C) | 43'350 | 28'800 | -69'236 |
| Mai | 10'412 | 20'240 (ca.50°C) | 44'795 | 29'760 | -84'383 |
| Juni | 6'120 | 18'400 (ca.60°C) | 43'350 | 59'189 | -114'819 |
| Juli | 6'324 | 18'400 (ca.70°C) | 44'795 | 74'069 | -130'940 |
| August | 6'324 | 18'216 (ca.70°C) | 44'795 | 69'503 | -126'190 |
| September | 6'120 | 16'560 (ca.50°C) | 43'350 | 28'800 | -82'590 |
| Oktober | 13'814 | 9'936 (ca.50°C) | 44'795 | 29'760 | -70'677 |
| November | 35'162 | 5'520 (ca.40°C) | 43'350 | 28'800 | -42'508 |
| Dezember | 69'114 | 4'416 (ca.30°C) | 44'795 | 29'760 | -9'857 |

Tabelle 3.3 Energiebilanz Wärmeenergie Attranyon
(Quelle: eigenes Berechnungsexcel / Anhang 4.1 Berechnung Leistungs- und Energiedaten)

⁶ Abgeschätzte Erträge Solar nach Ausrichtung, Wirkungsgrad und Globalstrahlung

⁷ Angaben Kältetechniker

⁸ Angaben Kältetechniker

3.3.3 Energiebilanz elektrische Energie

| Endenergie [kWh] | Bedarf Strom | Ertrag Fassaden PV ⁹ | Ertrag Hybrid Kollektor ¹⁰ | Ertrag Bodenplatten ¹¹ | Total |
|---------------------|-----------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|--------|
| Januar | 48'022 | 3'733 | 3'843 | 586 | 39'860 |
| Februar | 44'102 | 4'172 | 4'295 | 529 | 35'106 |
| März | 42'522 | 9'662 | 9'945 | 586 | 22'329 |
| April | 38'815 | 9'881 | 10'171 | 567 | 17'892 |
| Mai | 38'563 | 12'077 | 12'432 | 586 | 13'468 |
| Juni | 39'627 | 10'979 | 11'302 | 567 | 16'779 |
| Juli | 42'336 | 10'979 | 11'302 | 586 | 19'236 |
| August | 41'879 | 10'869 | 11'189 | 586 | 19'236 |
| September | 36'824 | 9'881 | 10'171 | 567 | 16'204 |
| Oktober | 39'211 | 5'929 | 6'103 | 586 | 26'593 |
| November | 41'437 | 3'294 | 3'390 | 567 | 34'185 |
| Dezember | 47'946 | 2'635 | 3'390 | 586 | 41'335 |

Tabelle 3.4 Energiebilanz elektrische Energie Attranyon
(Quelle: eigenes Berechnungsexcel / Anhang 4.1 Berechnung Leistungs- und Energiedaten)

⁹ Abgeschätzte Erträge Fassaden PV nach Ausrichtung, Wirkungsgrad und Globalstrahlung

¹⁰ Abgeschätzte Erträge Fassaden PV nach Ausrichtung, Wirkungsgrad und Globalstrahlung

¹¹ Angaben Kältetechniker

3.3.4 Zusammenfassung Energiebilanzen

Wie auf den vorherigen Seiten eindrücklich zu sehen ist, ist über das gesamte Jahr genug Wärmeenergie vorhanden.

Jedoch verfügen die Energien nicht über genug brauchbare Energie (Temperatur). Deshalb wird noch eine Exergiemaschine benötigt, die die höheren Temperaturen in das System bringt.

Bei der Energiebilanz der elektrischen Energie ist zu erkennen, dass trotz Fassade Photovoltaikanlage, Hybridkollektoren auf dem Flachdach und stromerzeugenden Bodenplatten ein Hausanschluss erstellt werden muss.

Jedoch kann auch aufgezeigt werden, dass bis zu 40'000.—sFr/a an Stromkosten (Durchschnittswert 0.20 Fr/ kWh Strom) gespart wird.

3.4 Energieflussdiagramm

Energieflussdiagramm "Der Ferrari"

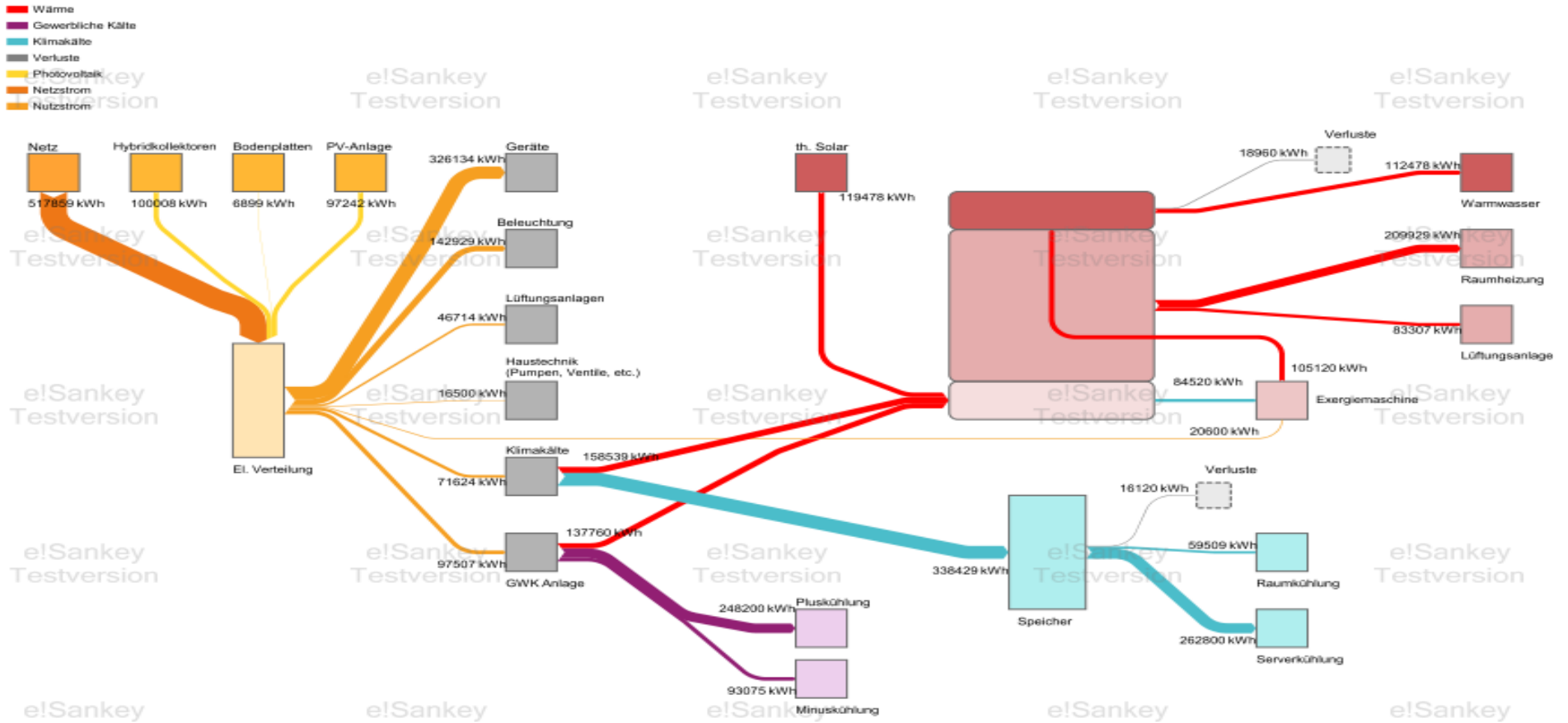


Abbildung 3.7 Energieflussdiagramm der interdisziplinären Gebäudetechnik (Quelle: selbst erstellt mit der Software e!Sankey)

Im Energieflussdiagramm sind die Verknüpfungen zwischen den verschiedenen Gewerken und deren Energiefluss ersichtlich.

Dabei ist zu erkennen, dass die Geräte sowie die Beleuchtung am meisten Energie in Form von Strom beziehen. Das Energieflussdiagramm wurde mithilfe der gratis Testversion von e!Sankey der ifu Hamburg erstellt.

3.5 Treibhausgasemissionen

Als Hauptsünder für die Treibhausgasemissionen sind die Kälteanlagen und die Exergiemaschine, welche eigentlich auch ein Kältekreislauf ist. Im Gesamttotal ergeben sich folgende Werte:

| | | |
|-----------------------------------|----------|-------------------------|
| Total TEWI ¹² : | 32`849 | kgCO ₂ /Jahr |
| Total Energiekosten: | 52`523.- | CHF/Jahr |
| Kosten CO ₂ - Abgaben: | 3`153.- | CHF/Jahr |

Aufgrund der Kältemittelwahl konnten diese Werte enorm nach unten gesenkt werden. Die gesamte Berechnung und deren Einflüsse sind dem *ANHANG 1.7 BERECHNUNG TEWI ZU ENTNEHMEN*.

| Werte basierend auf gesamte Nutzungsdauer der Kälteanlage | | | | | |
|---|-----------|-------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|
| TEWI | | | Gewerbliche Kälteanlage | Exergiemaschine | Kaltwassersatz |
| | Abkürzung | Einheit | Anlage 1 | Anlage 2 | Anlage 3 |
| Leckage ($GWP * L * n$) | | [kg CO ₂ Äq] | 240 | 34320 | 162 |
| Rückgewinnungsverluste ($GWP * m * [1 - \alpha_{recovery}]$) | | [kg CO ₂ Äq] | 8 | 1144 | 7.2 |
| Energiebedarf ($n * E_{annual} * \beta$) | | [kg CO ₂ Äq] | 269370 | 107748 | 79733.52 |
| Total TEWI ($GWP * L * n + (GWP * m * [1 - \alpha_{recovery}]) + (n * E_{annual} * \beta)$) | | [kg CO ₂] | 269618 | 143212 | 79903 |
| | | | | | |
| Energiekosten | | [CHF] | CHF 438'000.00 | CHF 175'200.00 | CHF 129'648.00 |
| | | | | | |
| Kosten CO ₂ -Abgabe | | [CHF] | CHF 25'883.33 | CHF 13'748.35 | CHF 7'670.66 |

Tabelle 3.6 TEWI - Berechnung
(Quelle: eigenes Berechnungstool / Anhang 1.7 Berechnung TEWI)

¹² TEWI = Total Equivalent Warming Impact /

3.6 Vergleich der Anforderungen

3.6.1 Primärenergieanforderungen

Als Primärenergie bezieht das Attranyon einzig elektrische Energie aus dem schweizerischen Stromsee. Dies bedeutet, dass eine vollständige Autarkie nicht gewährleistet ist.

Jedoch beträgt der berechnete Netzbezug vom Geschäftshaus noch 302'458 kWh/a.

Das Attranyon hat über alle Gewerke einen Energiebedarf von 1'501'416 kWh/a. Dabei betragen die 302'458 kWh/a Netzbezug knapp 20% des gesamten Energiehaushaltes. Bedeutet, dass das Bauwerk eine Autarkie von 80% aufweist.

Die Anforderungen der Bauherrin und den Investoren an nicht erneuerbaren Primärenergien sind klar definiert. Dabei darf dieser Wert nicht die 10 kWh/m²_{EBF} a überschreiten.

| | | |
|---|--|--|
| Primärenergie- und Treibhausgasemissionsanforderung | Nicht erneuerbare Primärenergie | 10 kWh/m ² _{EBF} a |
| | CO ₂ Emissionen | 2 kg/m ² _{EBF} a |
| | Zu berücksichtigen sind: Heizung, Lüftung, Klimakälte, Sanitär bezüglich thermischer Energie. Hilfsbetrieb Lüftung, Beleuchtung, Betriebseinrichtungen bezüglich elektrischer Energie. | |

Abbildung 3.9 Anforderung Primärenergie und Treibhausgasemissionen
(Quelle: 20200803 aufgabe studierende 2020 Interdisziplinäre Vernetzung)

Gemäss Cockpit Stromkennzeichnung Schweiz von Pronovo *SIEHE ANHANG 1.8: COCKPIT STOMKENNZEICHNUNG SCHWEIZ VON PRONOVO AG* besteht der Schweizer Stromsee aus 76.07% aus erneuerbarer Energie. Für das Attranyon bedeutet dies:

- 76.07% von 302'458 kWh_{STROM}/a = 230'079.8 kWh_{STROM}/a erneuerbar
- 23.93% von 302'458 kWh_{STROM}/a = 72'378.2 kWh_{STROM}/a nicht erneuerbar

→ **8.37 kWh/m²_{EBF} a** nicht erneuerbare Primärenergie.

3.7 Kostenschätzung der Anlage ($\pm 30\%$)

| BKP | Anlageteil | sFr. exkl. MwSt. |
|----------------------------|---|---------------------|
| 23 | Elektroanlagen | 2'750'000.00 |
| 230 | Elektroanlagen inkl. PV Anlage und Bodenplatten | 2'750'000.00 |
| 240 | Heizungsanlagen | 1'160'000.00 |
| 242 | Speicheranlage und Exergiemaschine | 215'000.00 |
| 242.1 | Hybridkollektoren | 350'000.00 |
| 243 | Wärme- und Kälteverteilung | 595'000.00 |
| 244 | Lüftungsanlagen | 1'900'000.00 |
| 245 | Klimakälteanlage | 170'000.00 |
| 245.1 | Kälteerzeugung | 170'000.00 |
| 245.2 | Kälteverteilung | In BKP 243 |
| 250 | Sanitäranlagen | 885'000.00 |
| 251 | Sanitärapparate | 475'000.00 |
| 254.1 | Kalt- und Warmwasserleitungen | 175'000.00 |
| 254.2 | Entwässerungsleitungen | 125'000.00 |
| 256 | Sanitärinstallationselemente | 110'000.00 |
| 346 | GWK Anlagen | 490'000.00 |
| 346.1 | Kälteerzeugung | 270'000.00 |
| 346.2 | Kühlstellen inkl. Kühlverteilung | 220'000.00 |
| Total HLKSE Anlagen | | 7'355'000.00 |

Tabelle 3.7 Kostenschätzung der Gewerke HLKSE
(Quelle: selber erarbeitet)

3.8 Koordination Gebäudetechnik

Die Integration der Gebäudetechnik in das Gebäude ist von hoher Bedeutung für die Bauherrschaft, den Betreiber und selbstverständlich auch für die Nutzer.

Jeder der Parteien hat seine Ansprüche an die Gebäudetechnik und möchte die beste Lösung für seine Anforderungen haben. In den folgenden Abschnitten werden die Koordinationen in den Stockwerken beschrieben.

Dies soll als Orientierung und Besprechungsbasis für einen weiteren Schritt Richtung Ausführung dienen und ist somit nur als grobe Übersicht gedacht.

3.8.1 Koordination im UG

Siehe *ANHANG 1.2: PLÄNE (UG, EG, DG)*

Im Untergeschoss (UG) ist der Grossteil der gebäudetechnischen Anlagen zur Versorgung des Neubaus Attranyon geplant. Die Gewerke Heizung, Lüftung und Gewerbliche Kälte haben je eine separate Zentrale. Diese Zentralen liegen nebeneinander wodurch die Schnittstellen der Gewerke einfacher zu gestalten sind. Zusätzlich sind Wartungs- und Servicearbeiten gut zugänglich und nicht weitläufig.

Neben dem Lift wurde ein weiterer Steigschacht angedacht, welcher vom UG bis ins Dachgeschoss reicht. Damit kann gewährleistet werden, dass Eingriffe in die Systeme, Wartungen oder allfällige Reparaturen gut zugänglich sind.

Ebenfalls muss der Energiespeicher, welcher eine Höhe von 10m aufweist, in der Gebäudestruktur integriert werden.

Die Verteilleitungen der einzelnen Gewerke werden über das auf dem Koordinationsplan ersichtlichen Haupttrasse geführt und erschliessen so die Mietflächen.

Die Belüftung (Luftaufbereitung) der Shops im EG übernimmt der Lüftungsmoblock, welcher sich ebenfalls im UG befindet.

3.8.2 Koordination im EG

Siehe *ANHANG 1.2: PLÄNE (UG, EG, DG)*

Vom Steigschacht aus, wo alle Gewerke vertreten sind (Heizung, Klimakälte, Lüftung und Sanitär), werden die Haupttrassen über das gesamte Stockwerk verteilt. Diese wurden so gewählt, dass eine gute Zugänglichkeit gewährleistet ist.

Um die Wohnungen vom 1. OG bis ins Attikageschoss mit Heizung, Lüftung und Sanitär zu versorgen, wurden Steigzonen vorgesehen, welche auf dem Koordinationsplan EG ersichtlich sind.

3.8.3 Koordination im OG

Siehe *ANHANG 1.2: PLÄNE (UG, EG, DG)*

Im Grundsatz sind die Stockwerke 1. OG bis und mit Attikageschoss von den Grundrissen ähnlich aufgebaut. Deshalb ist die Versorgungsverteilung der Gewerke immer ähnlich ausgefallen.

Die Büroräume werden mit Wärme vom Energiespeicher und mit Kälte vom Kaltwassersatz versorgt. Die Leitungsführung zu den Büros erfolgt vom Steigschacht aus. Die Zuluft und Abluft wird über eine separate Steigzone realisiert.

Wie bereits im vorgehenden Abschnitt erwähnt werden die Wohnungen von den unteren Geschossen aus mit den Gewerken Heizung und Sanitär versorgt. Der Lüftungsanteil wird von oben auf dem Dach mittels Lüftungsmonoblock realisiert.

Die Fallleitungen der Sanitären Einrichtungen sind ebenfalls auf den Koordinationsplänen ersichtlich und spielen auch eine wichtige Rolle in diesem Gebäude.

3.8.4 Koordination im DG

Siehe *ANHANG 1.2: PLÄNE (UG, EG, DG)*

Auf dem Dach befinden sich zwei Lüftungsmonoblöcke. Der eine ist für die Zu- und Abluft der Büroräumlichkeiten zuständig. Der andere ist für ein angenehmes Klima und die Luftversorgung der Wohnungen geplant. Eine Entlüftung befindet sich im Steigschacht welche über alle Stockwerke bis ins UG führt. Die Abluft wird somit über Dach geführt.

Eine Kaltwasseranlage inklusive Speicher wird ebenfalls auf dem Dach geplant. Diese Anlage ist hauptsächlich für die Klimatisierung der Büroräume und EDV - Räume zuständig. Zusätzlich wird die Abwärme der Gewerblichen Kälte aufgenommen. Das Leitungsnetz erstreckt sich über alle Stockwerke und wird durch den Steigschacht verteilt.

Die elektrische Energie sowie thermische Energie wird teils durch die Hybridkollektoren auf dem Dach generiert. Diese sind über die gesamte freie Fläche auf dem Dach verteilt aufgestellt.

3.8.5 Funktionsschnitte

Funktionsschnitt Erdgeschoss

Auf dem Funktionsschnitt ist die Hauptrasseführung im Hauptkorridor des Einkaufszentrums im Erdgeschoss ersichtlich. Wir haben versucht möglichst die Breite des Korridors zu nutzen, damit wir wenig Höhe verlieren. Durch die in die breite gezogene Verteilung, sind Leitungen und Armaturen jederzeit sehr gut zugänglich, dies vereinfacht Wartungs- und Reparaturarbeiten wesentlich. Alle Installationen werden Aufputz ausgeführt, um die Flexibilität der Räumlichkeiten und Umnutzungen zu gewährleisten.

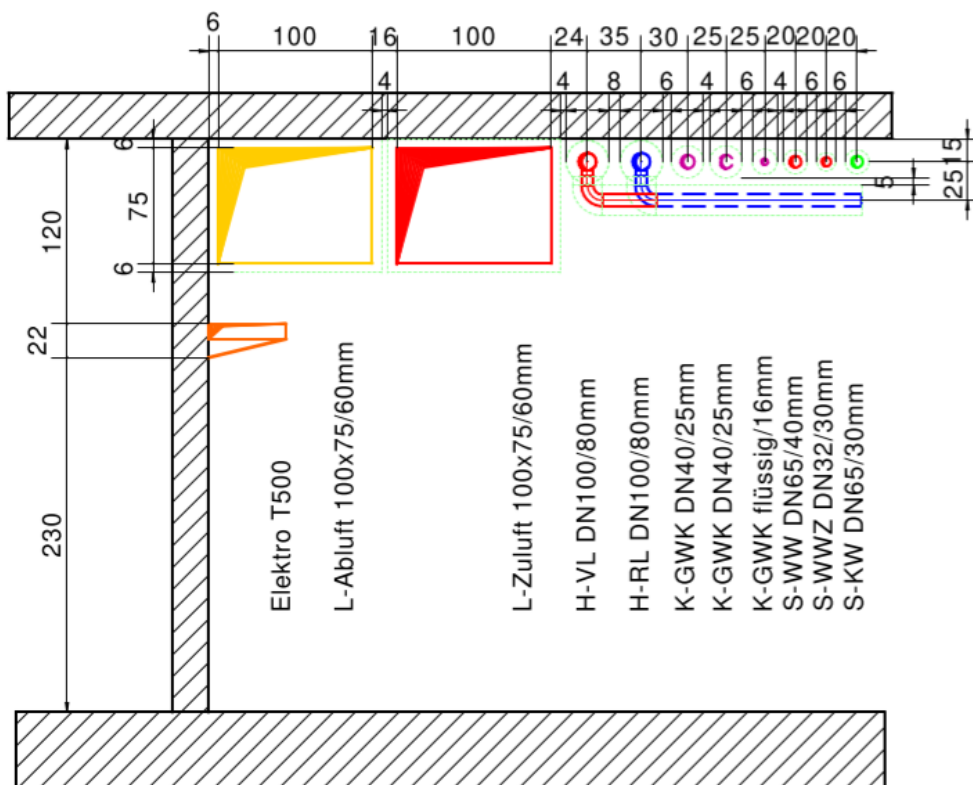


Abbildung 3.10 Funktionsschnitt Hauptkorridor Erdgeschoss
(Quelle: selbst erstellt mit dem Zeichnungsprogramm Trimble Nova 16.0)

Funktionsschnitt Büroräumlichkeiten

In diesem Funktionsschnitt ist die Erschliessung der Büroräume ersichtlich. Es werden in allen Nutzflächen Heiz- und Kühldecken verbaut. Zusätzlich haben die Decken eine schalabsorbierende Eigenschaft was der Behaglichkeit und Akustik der Räumlichkeiten zugutekommt. Um ein optimales Raumklima zu gewährleisten, werden die Räume mit Dralllüftungsauslässen be- und entlüftet. Alle Installationen werden Aufputz ausgeführt, um die Flexibilität der Räumlichkeiten und Umnutzungen zu gewährleisten.

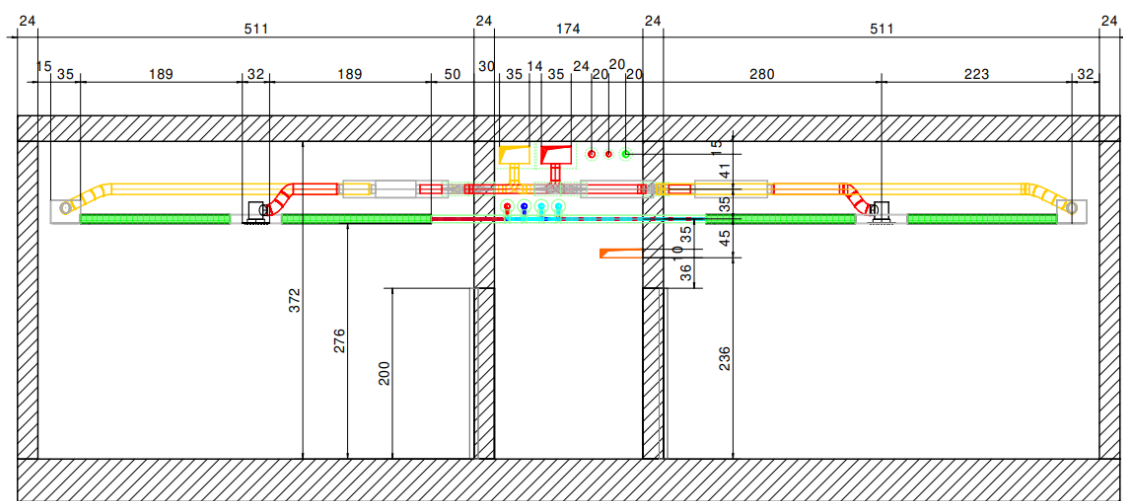


Abbildung 3.11 Funktionsschnitt Büroräumlichkeiten im Obergeschoss
(Quelle: selbst erstellt mit dem Zeichnungsprogramm Trimble Nova 16.0)

Funktionsschnitt Wohnungen

Die Wohneinheiten werden über die Steigzonen mit Heizung, Sanitär und Lüftung versorgt. Im Funktionsschnitt ist gut ersichtlich das die Fussbodenheizungsverteiler stehend und nicht liegend montiert werden, um eine bessere Wartung und Bedienung zu gewährleisten. Die Steigzonen wurden so gewählt das kurze Anschlüsse auf die Sanitären Anlagen garantiert werden können. Die Verteilleitungen der Lüftungsanlagen wurden eingelegt und versorgen die Räumlichkeiten mit Frischluft. In den Wohnungen können wir Systeme wählen, die auch Unterputz installiert werden können. Es ist nicht anzunehmen das die Nutzung ändert.

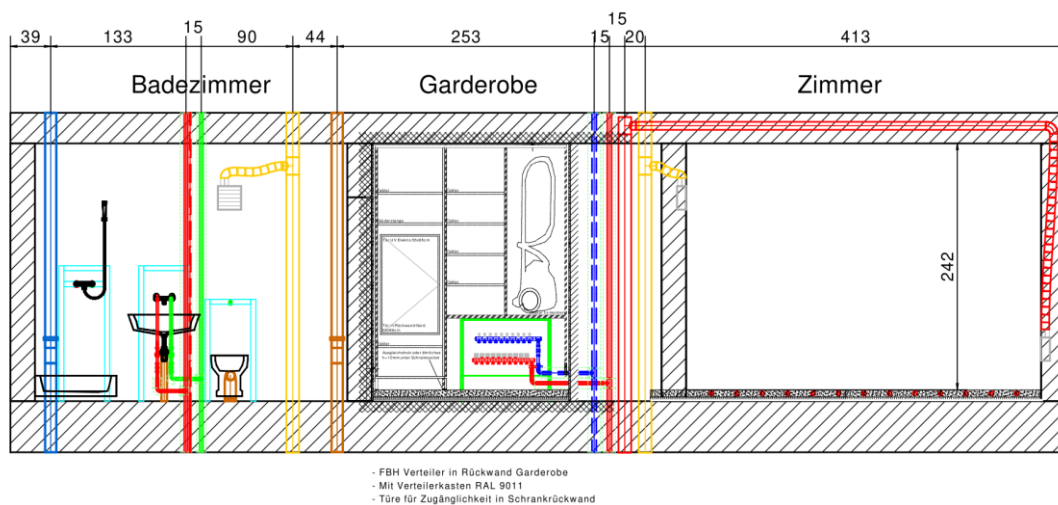


Abbildung 3.8 Funktionsschnitt Wohnungen im Obergeschoss
(Quelle: selbst erstellt mit dem Zeichnungsprogramm Trimble Nova 16.0)

4 Heizungstechnik

4.1 Einleitung Heizung

Im Neubau Attranyon in Nyon wird ein Energiepufferspeicher mit einem Nutzvolumen von 49 m³ verbaut.

Im Speicher werden alle verwendbaren Energien, die durch den Betrieb des Gebäudes anfallen, gespeichert und für die Abdeckung des Wärmebedarfes und die Sicherstellung des Brauchwarmwassers genutzt.

Um die unterschiedlichen Temperaturniveaus zu optimieren, wird eine Exergie-maschine (Wärmepumpe) installiert. Mit dieser Maschine können wir die Schichtungen kontrollieren und allenfalls höhere Temperaturniveaus generieren, wenn zu wenig Energie vorhanden sein sollte.

Die Auslegung der Raumtemperaturen erfolgt gemäss Empfehlung SIA 2024:

- Einkaufszentrum + 20 °C
- Restaurant + 20 °C
- Grossraumbüro + 21 °C
- Serverraum + 18 °C
- Wohnungen + 21 °C
- Garderoben + 21 °C
- WC - Anlagen + 20 °C
- WC - Anlagen, Bad, Dusche + 21 °C

4.2 Analyse Gebäudehülle

Die gesamte Gebäudehülle des Attranyon wurde analysiert und grob bewertet. Dabei standen hauptsächlich die Anforderungen von Minergie – P im Vordergrund. Gemäss unseren Einschätzungen sollten diese Anforderungen die Bedürfnisse der Bauherrschaft (Ansiedelung des Gebäudes zwischen Minergie und Mingergie – P) einhalten oder sogar übertreffen.

Es ergaben sich nicht viele Punkte, die beträchtliche und negative Einflüsse auf den Energieverbrauch des Attranyon haben könnten. Grundsätzlich muss auf starke Wärmebrücken verzichtet werden und die Bauteile müssen so konstruiert werden, dass diese einen U - Wert aufweisen die mit den Energie- und Leistungsdaten der SIA 2024 korrespondieren.

Folgende Verbesserungspunkte wurden gefunden und könnten allenfalls geändert werden:

- Das Erdgeschoss verfügt über einen grossen Anteil an Wänden oder Decken gegen das Aussenklima. Diese Bauteile müssen über einen sehr guten U - Wert verfügen und möglichst wenig aus Fensterflächen bestehen. Leider gibt es bis heute noch keine guten Alternativen, um ein Fester mit einer massiven Wand zu vergleichen.



Abbildung 4.1 Fassadenbereich Erdgeschoss Attranyon
(Quelle: Ausschnitt aus Plangrundlagen)

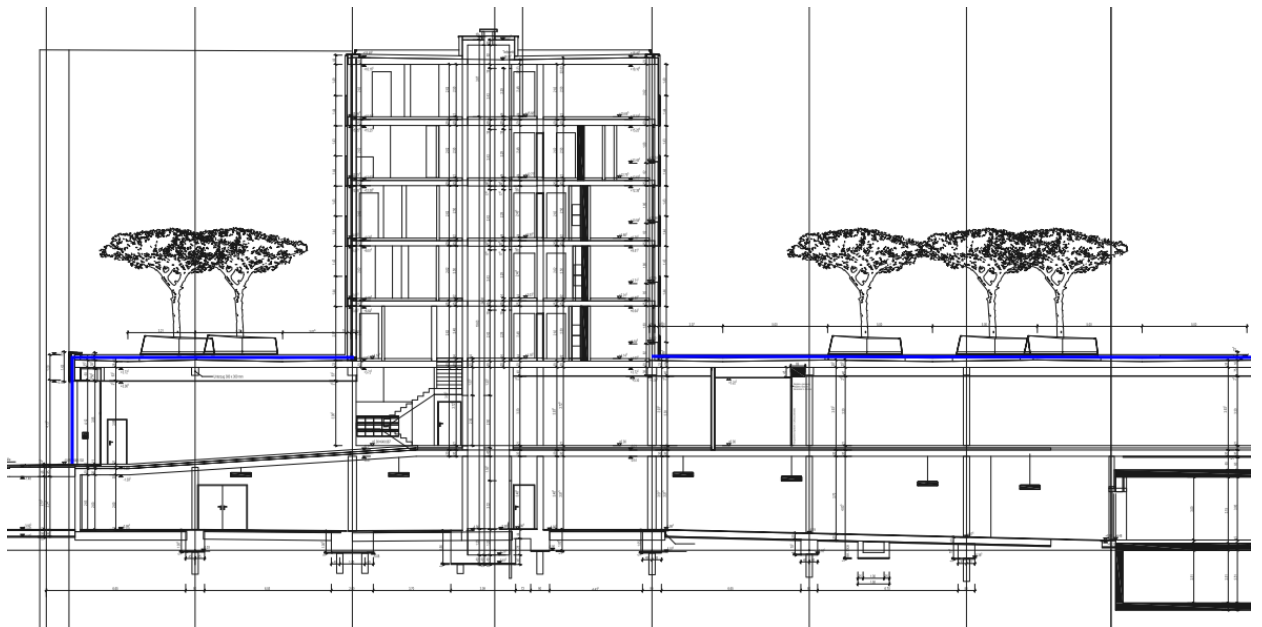


Abbildung 4.2 Decke gegen Aussenluft Erdgeschoss Attranyon
(Quelle: Ausschnitt aus Plangrundlagen)

- Die Fassade des Bürokomplexes besteht hauptsächlich aus Fensterfronten. Auch dies ist ein negativer Punkt in der Energiebilanz. Zusätzlich könnte durch das Erhöhen der massiven Aussenwandfläche auch mehr Photovoltaik als Fassade genutzt werden. Damit könnte der Anteil der Eigenstromproduktion noch erhöht werden.

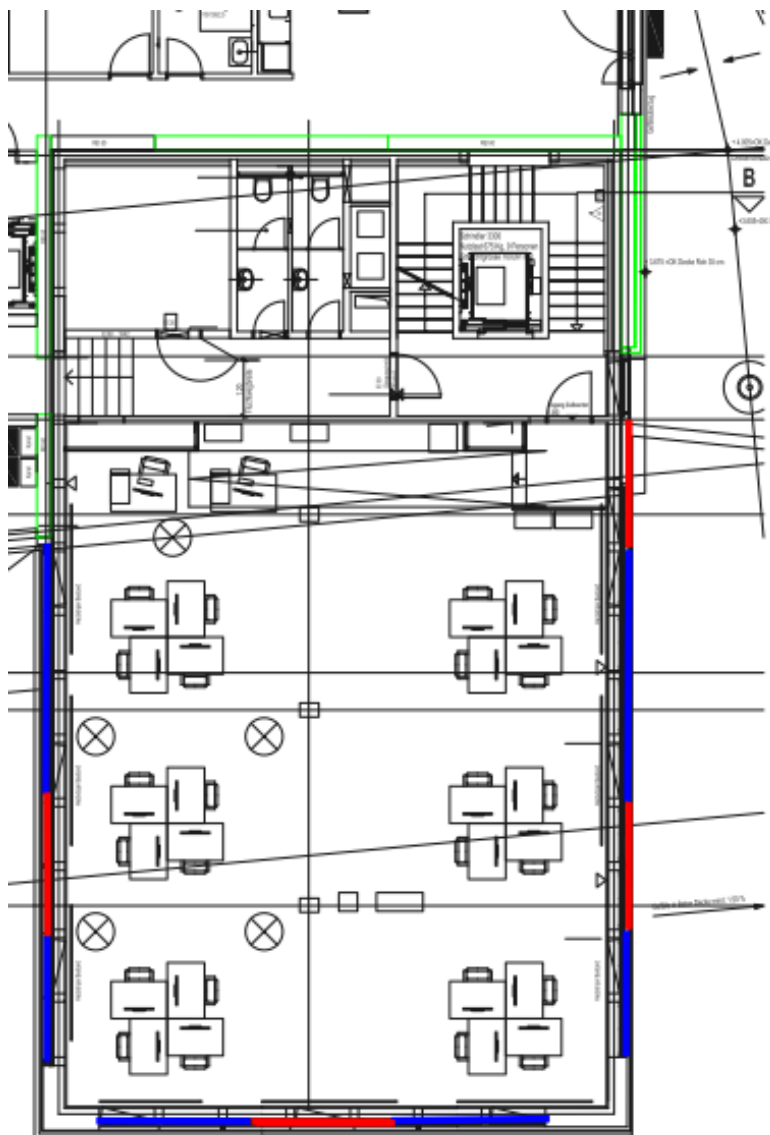


Abbildung 4.3 Vorschlag der Einteilung Fenster zu Fassade (Blau = Fenster, Rot = Fassade)
(Quelle: Ausschnitt aus Plangrundlagen)

4.3 Energie- und Leistungsbedarf

Der Energie und Leistungsbedarf wurde anhand der Energiebezugsfläche (EBF) und den verschiedenen Nutzungen mit den Grundlagen des SIA Merkblattes 2024 erarbeitet und berechnet.

Siehe *KAPITEL 3.1: LEISTUNGS- UND ENERGIEDATEN*

4.4 Wärmeabgabesysteme

Im Kapitel Wärmeabgabe werden die einzelnen Wärmeabgabesysteme, die für die Heizungstechnik infrage kommen, vorgestellt. Für die thermische Behaglichkeit ist vor allem ein hoher Strahlungsanteil und eine gleichmässige Verteilung der Raumluft wichtig. Diese können mit der Wahl des Wärmeabgabesystems und der Anordnung der Wärmequellen im Raum beeinflusst werden.

Mit unserem Konzept „La Ferrari“ streben wir ein Wärmeabgabesystem mit optimaler Temperatur und Behaglichkeitsbedingung an. Zusätzlich müssen die Wärmeabgabesysteme flexibel auf neue Raumtrennungen im Bürobereich und neue Mieter im Erdgeschoss reagieren können.

Im Folgenden Kapitel stellen wir die unterschiedlichen Wärmeabgabesysteme vor. Anhand einer Nutzwertanalyse konnten wir das optimale Abgabesystem je Nutzung definieren.

4.5 Wärmeverteilung

In den **Wohnungen** wird zur Abdeckung der Heiz- und Kühllast eine Fussbodenheizung vorgesehen. Zum Erschliessen der einzelnen Räume mit Fussbodenheizung werden druckunabhängige FBH Verteiler vorgesehen. Diese sind zur verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung mit Wärmezählern ausgerüstet. Ab den FBH Verteilern wird die Fussbodenheizung mit Wärme oder Kälte versorgt.

Zur individuellen Raumtemperaturregulierung werden die Räume mit einem elektrischen Raumtemperaturregler (verstellbar zwischen Heizen/Kühlen) ausgerüstet. Die Bodenheizungsrohre sind 100% Sauerstoffdiffusionsdicht. Diese werden auf den bauseitigen Bodendämmplatten verlegt und anschliessend bauseitig mit mindestens 5 cm Zement oder Anhydrit übergossen.

Die Vor- und Rücklauftemperaturen werden möglichst tief gewählt. Die Vorlauf-temperatur wird auf max. 35°C im Heizfall und im Kühlfall auf max. 18°C ausgelegt.



Abbildung 4.4 Dynacon Eclipse von IMI Heimeier Fussboden-Heizkreisverteiler
(Quelle: Internet / www.imi-heimeier.com)

Der **Bürobereich** wird mithilfe von aktivierten Heiz- und Kühldecken die Wärme oder Kälte abgegeben dabei eine behagliche Raumlufttemperatur erreicht. Aufgrund der hohen Flexibilität, die heute in Büroräumlichkeiten verlangt wird, werden die Räumlichkeiten in Zonen aufgeteilt, die über einen Raumfühler reguliert werden. Die Heiz- und Kühldecken werden pro Anschluss mit Druckunabhängigen Regelventilen für einen optimalen Betrieb auch im Teillastfall ausgerüstet.

Im **Erdgeschoss** werden, wie im Bürokomplex, Deckenstrahlmodule als Wärme- und Kälteabgabesystem vorgesehen. Da jedoch der Mieterausbau (BKP3) noch nicht definiert ist, werden Heiz- und Kühlabgänge für die einzelnen Mieterflächen vorgesehen.

4.5.1 Mögliche Wärmeverteilsysteme

Heizkörper

Heizkörper, also Heizwände, Radiatoren oder Konvektoren sind nebst der Fussbodenheizung das gängigste Wärmeabgabesystem. Wo der Radiator früher hauptsächlich für die Wärmeabgabe im Raum zuständig war, zählt er heute in gehobenen Eigentumswohnungen oder Einfamilienhäuser zum Designerstück. Es gibt Radiatoren mittlerweile in allen Grössen, Formen und Farben. Die Aufgabe von Heizkörpern bleibt jedoch gleich, die Wärmeabgabe an die Raumluft mittels Konvektion und Abstrahlung.

Die Heizkörper gehören nun nicht mehr zu den trägen Heizsystemen, sondern zu den dynamischen (Temperaturänderungen sind sofort spürbar). Dieser Umstand macht den Heizkörper prädestiniert für alle Bauten, welche eine rasche Regulierbarkeit vorausgesetzt haben.

In fast allen Altbauten sind Radiatoren anzutreffen. Schlecht gedämmte Häuser sind mit Heizkörper ausgestattet und überall wo durch äussere Einflüsse (zum Beispiel windexponierte Fensterfronten oder regelmässiger Aussenluft Einfall) grosse Wärmemengen in kurzer Zeit aufgewendet werden müssen, sind Heizkörper geeignet.

Deckenstrahlplatten

Deckenstrahlplatten werden zur Beheizung von Räumen mit bis zu 30m Raumhöhe eingesetzt. Bis zu 70% der Energie wird als Strahlung abgegeben und Rest geht in Konvektion über. Durch den hohen Strahlungsanteil werden hauptsächlich die Körper und Gegenstände thermisch erwärmt. Die Umgebungsluft erhält nur wenig Energie.

Deckenstrahlplatten sind wie Radiatoren mit Wasser durchflossen und werden flach an der Decke montiert und mit Vor- und Rücklauf an der Heizungsverteilung angeschlossen. Der bauliche Aufwand ist hierbei jedoch hoch. Auch Deckenstrahlplatten gehören zu den dynamischen Heizsystemen, können jedoch bei eintretenden Kaltluftströmen nicht genügend Wärme an die Umgebung abgeben (kleiner Konvektionsanteil).

Daher ist das System nicht geeignet für Hallen, welche durch die Nutzung grosse Luftwechsel haben.

Flächenheizung

Die Fussbodenheizung gehört zu den trägen Heizungssystemen. Die Fussbodenheizung wird heutzutage in fast jedem Wohnungsneubau im Unterlagsboden eingelegt. Dabei muss die Bodenhöhe gegeben sein und darf punktuell nicht zu stark belastet werden.

Ein weiteres Muss- Kriterium für die Fussbodenheizung ist eine genügende Wärmespeicherfähigkeit des Gebäudes, welches damit beheizt werden soll. Dies ist bei Neubauten durch Wärmedämmvorschriften und Normen in Bezug auf den Energieverbrauch gegeben.

Bei Altbauten sind deren Dämmungen und Heizsysteme oftmals nicht für Temperaturen, wie für bei einer FBH nötig, dimensioniert. Somit ist es bei bestehenden Bauten im Sanierungsfall eher aufwändig und kostenintensiv Fussbodenheizung zu verbauen und kommt somit weniger zur Verwendung. Möglich ist es aber dennoch.

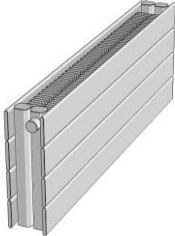

Es ist nicht zwingend, dass eine Fussbodenheizung einen Bodenaufbau mit Zementestrich oder Fliessestrich benötigt (Nassbauweise). Gerade im Sanierungsfall bei bestehenden Bauten werden die Bodenheizungsrohre auf den bestehenden Boden mittels Trockenelementplatten aufgelegt (Trockenbauweise). Dieses Verfahren ist aber eher selten der Fall, da wie bereits erwähnt die Gebäudehülle (bzw. die Isolation) meistens auch angepasst werden muss eingesetzt und gehört somit zu den meistverwendeten Wärmeabgabesystemen.

Luftheizapparat

Luftheizapparate und Luftherhitzer werden vielseitig eingesetzt, jedoch vorwiegend im industriellen Bereich. Meistens werden Luftherhitzer an das wassergeführte Heizsystem angeschlossen und an der Decke aufgehängt. Besonders in Räumen mit grossem Volumen (insbesondere hohe Räume) machen Luftherhitzer Sinn.

Der Nutzer darf sich aber nicht an den Zugserscheinungen, den spürbaren Luftvolumenströmen und der Geräuschentwicklung stören. Luftherhitzer gehören wie die Heizkörper zu den rasch regulierbaren Systemen.

Vor- und Nachteile

| System | Vorteil | Nachteil |
|---|---|---|
| <p data-bbox="240 409 453 432">Heizkörper generell</p>  <p data-bbox="240 757 587 909">Abbildung 4.5 Heizkörper (Quelle: Internet / www.Zehnder.com)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Schnelle Regelbarkeit • Einfacher Einsatz im Reparaturfall • Einfache die Abänderung für nachträgliche räumliche Unterteilung | <ul style="list-style-type: none"> • Die Montage wird sichtbar ausgeführt • Platzbedarf im Raum • Die Wärme ist eher kopflastig (Temperaturgradient) • Höhere Staubbewegung • Kalter Fussboden • Höhere Systemtemperaturen • Ventil kann verhocken |
| <p data-bbox="240 1070 453 1093">Deckenstrahlplatten</p>  <p data-bbox="240 1384 587 1597">Abbildung 4.6 ZIP Deckenstrahlplatte (Quelle: Internet / www.Zehnder.com)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Kurze Aufheiz- und Abkühlzeit • Äusserst geringe Temperaturschichtung • Gleichmässige Wärmeverteilung im Raum • Geringerer Energieverbrauch als Fussbodenheizung • Angenehmere Wärme für Personen (Strahlungswärme) • Keine Staubbewegung • Freie Raumgestaltung • Geeignet bei hygienischen Anforderungen • Schallabsorption | <ul style="list-style-type: none"> • Sehr hohe Anschaffungskosten • Verringerung der Raumhöhe • Montage • Reparatur |



| | | |
|--|---|--|
| <p>Luftherhitzer</p>  <p>Abbildung 4.7 Luftheizapparat (Quelle: Internet / www.Buderus.com)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Kurze Aufheiz- und Abkühlzeit • Zumischen von Frischluft unter der Berücksichtigung einer WRG möglich • Einfache Montage • Tiefere Investitionskosten | <ul style="list-style-type: none"> • Hohe Luftbewegung • Staubaufwirbelung • Nicht geeignet bei hygienischen Anforderungen • Praktisch kein Strahlungsanteil • Hoher Energieaufwand • Geräuschbelastung • Relative Luftfeuchtigkeit kann stark sinken • Schnelle Abkühlzeit |
| <p>Flächenheizung</p>  <p>Abbildung 4.8 Dynacon Eclipse FBH (Quelle: Internet / www.imi-heim-eier.com)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Nicht sichtbar • Gleichmäßige Wärmeverteilung im Raum • Tiefe Systemtemperaturen möglich • Angenehmere Wärme für Personen (Strahlungswärme) • Keine Staubbewegung • Freie Raumgestaltung | <ul style="list-style-type: none"> • Sehr träges System • Hoher Aufwand zum Reparieren oder Ersetzen • Nachträgliche Raumeinteilung ist nicht gut möglich • Anbindungsleitungen im Korridor können zu unerwünscht höheren Raumtemperaturen in diesen Bereichen führen • Fast kein entgegenwirken bei einem Kaltluftabfall |

Tabelle 4.1 Vor- und Nachteile Wärmeabgabesysteme (Quelle: Word / selbst erstellt)

4.6 Bedürfnisanalyse

Mit der Nutzwertanalyse müssen wir auf die unterschiedlichen Ansprüche und Prioritäten der Bauherrschaft, Nutzer und Betreiber eingehen. Um das optimale Wärmeabgabesystem zu definieren, wurden die Ansichten der Interessensgruppen möglichst gut abgeschätzt und miteinander verglichen. Die Gewichtungen zur Auswertung der Analyse wurden unterschiedlich gewählt.

Bei der Bauherrschaft wurde die Gewichtung auf die Flexibilität, Innovation und Zuverlässigkeit gelegt.

Durch die unterschiedlichen Bedürfnisse und Interessen, wurde beim Nutzer und Betreiber das Augenmerk eher auf die Bedienerfreundlichkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit gelegt.

Im Folgenden Kapitel wurden die Bedürfnisse der Bauherrschaft, Nutzer und Betreiber genau analysiert und ausgewertet. Mit den wertvollen Erkenntnissen aus der Nutzwertanalyse können wir exakt auf die Begehren der Bauherrschaft, Nutzer und Betreiber eingehen und die Gebäudetechnischen Anlagen nach ihren Vorstellungen auslegen und planen.

4.6.1 Bedürfnisdefinition Bauherrschaft

Die Bedürfnisse der Bauherrin sind für die Wärmeerzeugung prinzipiell identisch wie bei den Bedürfnissen des Gesamtkonzeptes.

Die Entscheidungskriterien der Bauherrschaft und deren Gewichtung:

| Eher wichtige Punkte: | Eher unwichtige Punkte: |
|------------------------------|--------------------------------|
| Flexibilität | Akustik |
| Zuverlässigkeit | Investitionen |
| Innovation | Betriebskosten |

Tabelle 4.2 Entscheidungs-kriterien Bauherrschaft (Quelle: Excel / selbst erstellt)

Gewichtung der Nutzwertanalyse Bauherrschaft:

| Kriterium | Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Punkte | Gewichtung |
|-------------------------------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------------|-------------|
| Betriebskosten | 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 1 | 8 | 9 | 10 | 2 | 4.4 |
| Flexibilität | 2 | | | 2 | 2 | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 10 | 7 | 15.6 |
| Zuverlässigkeit | 3 | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 9 | 10 | 6 | 13.3 |
| Sicherheit | 4 | | | | | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 10 | 5 | 11.1 |
| Behaglichkeit | 5 | | | | | | 5 | 7 | 5 | 9 | 5 | 6 | 13.3 |
| Investitionskosten | 6 | | | | | | | 7 | 8 | 9 | 6 | 2 | 2.2 |
| Reaktionszeit | 7 | | | | | | | | 8 | 7 | 10 | 3 | 6.7 |
| Akustik | 8 | | | | | | | | | 9 | 10 | 3 | 6.7 |
| Innovativ | 9 | | | | | | | | | | 9 | 6 | 13.3 |
| Bedienerfreundlichkeit | 10 | | | | | | | | | | | 6 | 13.3 |
| Total | | | | | | | | | | | | 100.0 | |

Tabelle 4.3 Gewichtung Nutzwertanalyse Bauherrschaft (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com)

Auswertung und Benotung der Nutzwertanalyse **Bauherrschaft:**

Die Nutzwertanalyse hat ergeben, dass ein System mit Fussbodenheizung und/oder Deckenstrahlplatten gewählt werden sollte.

| Nr. Kriterium | Gewichtung | Fussbodenheizung | | | TABS | | | Heizkörper | | | Unterflurkonvektoren | | | Deckenstrahlplatten | | |
|-------------------------|--------------|---|-----------|------------|---|------------|-------|---|-----------|------------|---|------------|-------|--|-----------|------------|
| | | Begründung | Erfüllung | E * G | Begründung | Erfüllung | E * G | Begründung | Erfüllung | E * G | Begründung | Erfüllung | E * G | Begründung | Erfüllung | E * G |
| 1 Betriebskosten | 4.4 | viele Komponenten sind Elektrisch angeschlossen, RT und ... | 6 | 27 | viele Komponenten sind Elektrisch angeschlossen, RT und ... | 7 | 31 | Wenig Elektrische Komponenten, Thermische Regulierung | 8 | 36 | Wenn mit Ventilatoren schlechter Wirkungsgrad | 7 | 31 | viele Komponenten sind Elektrisch angeschlossen, RT und ... | 8 | 36 |
| 2 Flexibilität | 15.6 | Durch die verlegten FBH Rohren im Unterlagsboden, kann nicht oder nur bedingt in den Boden obohrt | 4 | 62 | Die TABS werden im Beton eingelegt dadurch kein Zugang mehr möglich | 1 | 16 | Raum kann gut genutzt werden Heizkörper meist vor Fenstern, Raumverlust | 7 | 109 | Raum kann gut genutzt werden Heizkörper meist vor Fenstern | 7 | 109 | Hohe Flexibilität durch Zonen bildung, werden an der Decke montiert | 9 | 140 |
| 3 Zuverlässigkeit | 13.3 | Nicht störungsanfällig hohe Lebenserwartung der Komponenten | 9 | 120 | Nicht störungsanfällig hohe Lebenserwartung der Komponenten | 8 | 107 | Nicht störungsanfällig hohe Lebenserwartung der Komponenten, oft Luft im System | 6 | 80 | Nicht störungsanfällig hohe Lebenserwartung der Komponenten, oft Luft im System | 7 | 93 | Nicht störungsanfällig hohe Lebenserwartung der Komponenten | 8 | 107 |
| 4 Sicherheit | 11.1 | Wassergeführtes Leitungssystem | 8 | 89 | Wassergeführtes Leitungssystem | 6 | 67 | Schnelle Reaktionszeit, Wassergeführtes Abgabesystem | 7 | 78 | Schnelle Reaktionszeit, Wassergeführtes Abgabesystem | 7 | 78 | Schnelle Reaktionszeit, Wassergeführtes Abgabesystem | 7 | 78 |
| 5 Behaglichkeit | 13.3 | Hoher Strahlungsanteil dadurch angenehmes Wärmegefühl | 9 | 120 | Hoher Strahlungsanteil dadurch angenehmes Wärmegefühl | 8 | 107 | Wenig Strahlung hohe Konvektion | 7 | 93 | Wenig Strahlung hohe Konvektion | 7 | 93 | Hoher Strahlungsanteil dadurch angenehmes Wärmegefühl, nicht so gut hohe Temperaturen im oberen Raumbereich | 7 | 93 |
| 6 Investitionskosten | 2.2 | Eher tief durch schnelle Montage und Günstige Komponenten | 8 | 18 | Sehr aufwendigen Installation in den Armierungseisen | 6 | 13 | Montage nicht so aufwendig HK nicht so teuer, gute Rabatte | 8 | 18 | Müssen im Boden verlegt werden Aufwendig für Baumeister und Installateur | 6 | 13 | Hoher Strahlungsanteil dadurch angenehmes Wärmegefühl, nicht so gut hohe Temperaturen im oberen Raumbereich montage uer nopr ener aufwendig, Deckenelemente teurer aks | 6 | 13 |
| 7 Reaktionszeit | 6.7 | eher schlecht, träges Abgabesystem | 6 | 40 | eher schlecht, träges Abgabesystem | 6 | 40 | System reagiert sehr schnell auf Änderungen | 9 | 60 | System reagiert sehr schnell auf Änderungen | 8 | 53 | System reagiert sehr schnell auf Änderungen | 9 | 60 |
| 8 Akustik | 6.7 | Kaum Ausdehnungs, Strömungs oder Luftgeräusche | 9 | 60 | Kaum Ausdehnungs, Strömungs oder Luftgeräusche | 8 | 53 | Oft Strömungs oder Ausdehnungsgeräusche, Luft im System gut hörbar | 7 | 47 | Oft Strömungs oder Ausdehnungsgeräusche, Luft im System gut hörbar | 6 | 40 | Oft Strömungs oder Ausdehnungsgeräusche, Luft im System gut hörbar | 6 | 40 |
| 9 Innovativ | 13.3 | Differenzdruckunabhängige FBH Kreise auch im Teillastfall automatischer Abgleich. | 8 | 107 | Differenzdruckunabhängige FBH Kreise auch im Teillastfall automatischer Abgleich. | 8 | 107 | Mit HK Ventilen die einen autommatischen Abgleich im Teillastfall durchführen gute Inovation, Konservativ | 6 | 80 | Mit HK Ventilen die einen autommatischen Abgleich im Teillastfall durchführen gute Inovation, Konservativ | 6 | 80 | Differenzdruckunabhängige Regelventile im Teillastfall automatischer Abgleich. | 8 | 107 |
| 10 Bedienfreundlichkeit | 13.3 | Raumthermostatten in den Räumen mit Umschaltung Heizen/Kühlen | 9 | 120 | Raumthermostatten in den Räumen mit Umschaltung Heizen/Kühlen | 8 | 107 | Einfache Bedienung durch verstellbare Thermostattenköpfe | 8 | 107 | Einfache Bedienung durch verstellbare Thermostattenköpfe | 7 | 93 | Raumthermostatten in den Räumen mit Umschaltung Heizen/Kühlen | 8 | 107 |
| Total | 100.0 | | | 762 | | 647 | | 707 | | 684 | | 780 | | | | 780 |
| Platzierung | | | | 2 | | 5 | | 3 | | 4 | | 1 | | | | 1 |

Tabelle 4.4 Auswertung und Benotung Nutzwertanalyse Bauherrschaft (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com)

4.6.2 Bedürfnisdefinition Betreiber

Die Bedürfnisse des Facility Management ist für die Wärmeerzeugung prinzipiell identisch wie bei den Bedürfnissen des Gesamtkonzeptes.

Die Entscheidungskriterien des Betreibers und dessen Gewichtung:

| Eher wichtige Punkte: | Eher unwichtige Punkte: |
|------------------------------|--------------------------------|
| Bedienerfreundlichkeit | Investitionen |
| Zuverlässigkeit | Flexibilität |
| Sicherheit | Innovation |

Tabelle 4.5 Entscheidungs-kriterien Betreiber (Quelle: Excel / selbst erstellt)

Gewichtung der Nutzwertanalyse Betreiber:

| Kriterium | Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Punkte | Gewichtung |
|------------------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------------|------------|
| Betriebskosten | 1 | | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 7 | 8 | 1 | 10 | 4 | 8.9 |
| Flexibilität | 2 | | | 3 | 4 | 5 | 2 | 7 | 8 | 9 | 10 | 1 | 2.2 |
| Zuverlässigkeit | 3 | | | | 4 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 10 | 6 | 13.3 |
| Sicherheit | 4 | | | | | 4 | 4 | 7 | 4 | 4 | 44 | 8 | 17.8 |
| Behaglichkeit | 5 | | | | | | 5 | 7 | 5 | 9 | 10 | 4 | 8.9 |
| Investitionskosten | 6 | | | | | | | 6 | 8 | 9 | 10 | 1 | 2.2 |
| Reaktionszeit | 7 | | | | | | | | 8 | 7 | 10 | 5 | 11.1 |
| Akustik | 8 | | | | | | | | | 9 | 10 | 4 | 8.9 |
| Innovativ | 9 | | | | | | | | | | 10 | 4 | 8.9 |
| Bedienerfreundlichkeit | 10 | | | | | | | | | | | 8 | 17.8 |
| Total | | | | | | | | | | | | 100.0 | |

Tabelle 4.6 Gewichtung Nutzwertanalyse Betreiber (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com)

Auswertung und Benotung der Nutzwertanalyse **Betreiber:**

Die Nutzwertanalyse hat ergeben, dass ein System mit Fussbodenheizung und/oder Deckenstrahlplatten gewählt werden sollte.

| Nr. Kriterium | Gewichtung | Fussbodenheizung | | | TABS | | | Heizkörper | | | Unterflurkonvektoren | | | Deckenstrahlplatten | | |
|-------------------------|--------------|---|-----------|------------|--|-----------|------------|---|-----------|------------|---|-----------|------------|--|-----------|------------|
| | | Begründung | Erfüllung | E * G | Begründung | Erfüllung | E * G | Begründung | Erfüllung | E * G | Begründung | Erfüllung | E * G | Begründung | Erfüllung | E * G |
| 1 Betriebskosten | 8.9 | viele Komponenten sind Elektrisch angeschlossen, RT und ... | 8 | 71 | viele Komponenten sind Elektrisch angeschlossen, RT und ... | 7 | 62 | Wenig Elektrische Komponenten, Thermische Regulierung | 7 | 62 | Wenn mit Ventilatoren schlechter Wirkungsgrad | 6 | 53 | viele Komponenten sind Elektrisch angeschlossen, RT und ... | 7 | 62 |
| 2 Flexibilität | 2.2 | Durch die verlegten FBH Rohren im Unterlagsboden, kann nicht oder nur bedingt in den Boden geholt | 5 | 11 | Die TABS werden im Beton eingelegt dadurch kein Zugang mehr möglich | 2 | 4 | Raum kann gut genutzt werden Heizkörper meist vor Fenstern, Raumverlust | 7 | 16 | Raum kann gut genutzt werden Heizkörper meist vor Fenstern | 7 | 16 | Hohe Flexibilität durch Zonenbildung, werden an der Decke montiert | 9 | 20 |
| 3 Zuverlässigkeit | 13.3 | Nicht störungsanfällig hohe Lebenserwartung der Komponenten | 9 | 120 | Nicht störungsanfällig hohe Lebenserwartung der Komponenten | 7 | 93 | Nicht störungsanfällig hohe Lebenserwartung der Komponenten, oft Luft im System | 8 | 107 | Nicht störungsanfällig hohe Lebenserwartung der Komponenten, oft Luft im System | 7 | 93 | Nicht störungsanfällig hohe Lebenserwartung der Komponenten | 8 | 107 |
| 4 Sicherheit | 17.8 | Wassergeführtes Leitungssystem | 8 | 142 | Wassergeführtes Leitungssystem | 7 | 124 | Schnelle Reaktionszeit, Wassergeführtes Abgabesystem | 8 | 142 | Schnelle Reaktionszeit, Wassergeführtes Abgabesystem | 8 | 142 | Schnelle Reaktionszeit, Wassergeführtes Abgabesystem | 7 | 124 |
| 5 Behaglichkeit | 8.9 | Hoher Strahlungsanteil dadurch angenehmes Wärmegefühl | 9 | 80 | Hoher Strahlungsanteil dadurch angenehmes Wärmegefühl | 8 | 71 | Wenig Strahlung hohe Konvektion | 7 | 62 | Wenig Strahlung hohe Konvektion | 6 | 53 | Hoher Strahlungsanteil dadurch angenehmes Wärmegefühl, nicht so gut wie TABS oder im Vergleich eher aufwendig, Deckenelemente teurer als ... | 8 | 71 |
| 6 Investitionskosten | 2.2 | Eher tief durch schnelle Montage und Günstige Komponenten | 8 | 18 | Sehr aufwendigen Installation in den Armierungseisen | 7 | 16 | Montage nicht so aufwendig HK nicht so teuer, gute Rabatte | 8 | 18 | Müssen im Boden verlegt werden Aufwendig für Baumeister und Installateur | 7 | 16 | Deckenelemente teurer als ... | 6 | 13 |
| 7 Reaktionszeit | 11.1 | eher schlecht, träges Abgabesystem | 5 | 56 | eher schlecht, träges Abgabesystem | 5 | 56 | System reagiert sehr schnell auf Änderungen | 9 | 100 | System reagiert sehr schnell auf Änderungen | 9 | 100 | System reagiert sehr schnell auf Änderungen | 9 | 100 |
| 8 Akustik | 8.9 | Kaum Ausdehnungs, Strömungs oder Luftgeräusche | 8 | 71 | Kaum Ausdehnungs, Strömungs oder Luftgeräusche | 8 | 71 | Oft Strömungs oder Ausdehnungsgeräusche, Luft im System gut hörbar | 5 | 44 | Oft Strömungs oder Ausdehnungsgeräusche, Luft im System gut hörbar | 5 | 44 | Oft Strömungs oder Ausdehnungsgeräusche, Luft im System gut hörbar | 6 | 53 |
| 9 Innovativ | 8.9 | Differenzdruckunabhängige FBH Kreise auch im Teillastfall automatischer Abgleich | 8 | 71 | Differenzdruckunabhängige FBH Kreise auch im Teillastfall automatischer Abgleich | 8 | 71 | Mit HK Ventilen die einen automatischen Abgleich im Teillastfall durchführen gute Location, Konservativ | 6 | 53 | Mit HK Ventilen die einen automatischen Abgleich im Teillastfall durchführen gute Location, Konservativ | 6 | 53 | Differenzdruckunabhängige Regelventile im Teillastfall automatischer Abgleich | 8 | 71 |
| 10 Bedienfreundlichkeit | 17.8 | Raumthermostaten in den Räumen mit Umschaltung Heizen/Kühlen | 9 | 160 | Raumthermostaten in den Räumen mit Umschaltung Heizen/Kühlen | 8 | 142 | Einfache Bedienung durch verstellbare Thermostatenköpfe | 8 | 142 | Einfache Bedienung durch verstellbare Thermostatenköpfe | 8 | 142 | Raumthermostaten in den Räumen mit Umschaltung Heizen/Kühlen | 7 | 124 |
| Total | 100.0 | | | 800 | | | 711 | | | 747 | | | 713 | | | 747 |
| Platzierung | | | | 1 | | | 5 | | | 2 | | | 4 | | | 2 |

Tabelle 4.7 Auswertung und Benotung Nutzwertanalyse Betreiber (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com)

4.6.3 Bedürfnisdefinition Nutzer

Die Bedürfnisse der einzelnen Mieter aller Flächen sind für die Wärmeerzeugung prinzipiell identisch wie bei den Bedürfnissen des Gesamtkonzeptes.

Die Entscheidungskriterien der Nutzer und deren Gewichtung:

| Eher wichtige Punkte: | Eher unwichtige Punkte: |
|------------------------------|--------------------------------|
| Behaglichkeit | Innovativ |
| Reaktionszeit | Investitionen |
| Akustik | Flexibilität |

Tabelle 4.8 Entscheidungskriterien Nutzer (Quelle: Excel / selbst erstellt)

Gewichtung der Nutzwertanalyse:

| Kriterium | Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Punkte | Gewichtung |
|------------------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------------|------------|
| Betriebskosten | 1 | | 1 | 3 | 1 | 5 | 1 | 7 | 8 | 1 | 10 | 4 | 8.9 |
| Flexibilität | 2 | | | 3 | 4 | 5 | 2 | 7 | 8 | 2 | 10 | 2 | 4.4 |
| Zuverlässigkeit | 3 | | | | 3 | 5 | 3 | 7 | 8 | 3 | 3 | 6 | 13.3 |
| Sicherheit | 4 | | | | | 5 | 4 | 7 | 8 | 4 | 4 | 4 | 8.9 |
| Behaglichkeit | 5 | | | | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 9 | 20.0 |
| Investitionskosten | 6 | | | | | | | 7 | 8 | 6 | 10 | 1 | 2.2 |
| Reaktionszeit | 7 | | | | | | | | 8 | 7 | 10 | 6 | 13.3 |
| Akustik | 8 | | | | | | | | | 8 | 10 | 7 | 15.6 |
| Innovativ | 9 | | | | | | | | | | 9 | 1 | 2.2 |
| Bedienerfreundlichkeit | 10 | | | | | | | | | | | 5 | 11.1 |
| Total | | | | | | | | | | | | 100.0 | |

Tabelle 4.9 Gewichtung Nutzwertanalyse Nutzer (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com)

Auswertung und Benotung der Nutzwertanalyse **Nutzer:**

Die Nutzwertanalyse hat ergeben, dass ein System mit Fussbodenheizung und/oder Deckenstrahlplatten gewählt werden sollte.

| Nr. | Kriterium | Gewichtung | Fussbodenheizung | | | TABS | | | Heizkörper | | | Unterflurkonvektoren | | | Deckenstrahlplatten | | |
|--------------------|----------------------|------------|---|-----------|-----|---|-----------|-----|---|-----------|-----|---|-----------|-----|---|-----------|-----|
| | | | Begründung | Erfüllung | E*G | Begründung | Erfüllung | E*G | Begründung | Erfüllung | E*G | Begründung | Erfüllung | E*G | Begründung | Erfüllung | E*G |
| 1 | Betriebskosten | 8.9 | Viele Komponenten sind Elektrisch angeschlossen,RT und Stellantriebe | 8 | 71 | Viele Komponenten sind Elektrisch angeschlossen,RT und Stellantriebe | 7 | 62 | Wenig Elektrische Komponenten, Thermische Regulierung | 8 | 71 | Wenn mit Ventilatoren schlechter Wirkungsgrad | 7 | 62 | Viele Komponenten sind Elektrisch angeschlossen,RT und Ventile | 7 | 62 |
| 2 | Flexibilität | 4.4 | Durch die verlegten FBH Röhren im Unterlagsboden, kann nicht oder nur bedingt in den Boden gebohrt werden | 6 | 27 | Die TABS werden im Beton eingelegt dadurch kein Zugang mehr möglich | 3 | 13 | Raum kann gut genützt werden Heizkörper meist vor Fenstern, Raumverlust | 7 | 31 | Raum kann gut genützt werden Heizkörper meist vor Fenstern | 7 | 31 | Hohe Flexibilität durch Zonenbildung, werden an der Decke montiert | 9 | 40 |
| 3 | Zuverlässigkeit | 13.3 | Nicht störungsanfällig hohe Lebenserwartung der Komponenten | 9 | 120 | Nicht störungsanfällig hohe Lebenserwartung der Komponenten | 8 | 107 | Nicht störungsanfällig hohe Lebenserwartung der Komponenten, oft Luft im System | 8 | 107 | Nicht störungsanfällig hohe Lebenserwartung der Komponenten, oft Luft im System | 8 | 107 | Nicht störungsanfällig hohe Lebenserwartung der Komponenten | 7 | 93 |
| 4 | Sicherheit | 8.9 | Wassergeführtes Leitungssystem | 9 | 80 | Wassergeführtes Leitungssystem | 8 | 71 | Schnelle Reaktionszeit, Wassergeführtes Abgabesystem | 8 | 71 | Schnelle Reaktionszeit, Wassergeführtes Abgabesystem | 7 | 62 | Schnelle Reaktionszeit, Wassergeführtes Abgabesystem | 7 | 62 |
| 5 | Behaglichkeit | 20.0 | Hoher Strahlungsanteil dadurch angenehmes Wärmegefühl | 8 | 160 | Hoher Strahlungsanteil dadurch angenehmes Wärmegefühl | 8 | 160 | Wenig Strahlung hohe Konvektion | 7 | 140 | Wenig Strahlung hohe Konvektion | 8 | 160 | Hoher Strahlungsanteil dadurch angenehmes Wärmegefühl, nicht so gut hohe Temperaturen im oberen Raumbereich | 8 | 160 |
| 6 | Investitionskosten | 2.2 | Eher tief durch schnelle Montage und Günstige Komponenten | 8 | 18 | Sehr aufwendigen Installation in den Armierungseisen | 7 | 16 | Montage nicht so aufwendig HK nicht so teuer, gute Rabatte | 8 | 18 | Müssen im Boden verlegt werden Aufwendig für Baumeister und Installateur | 7 | 16 | Montage über Kopf eher aufwendig, Deckenelemente teurer als Andere Systeme | 6 | 13 |
| 7 | Reaktionszeit | 13.3 | eher schlecht, träges Abgabesystem | 6 | 80 | eher schlecht, träges Abgabesystem | 5 | 67 | System reagiert sehr schnell auf Änderungen | 9 | 120 | System reagiert sehr schnell auf Änderungen | 9 | 120 | System reagiert sehr schnell auf Änderungen | 9 | 120 |
| 8 | Akustik | 15.6 | Kaum Ausdehnungs, Strömungs oder Luftgeräusche | 6 | 93 | Kaum Ausdehnungs, Strömungs oder Luftgeräusche | 7 | 109 | Oft Strömungs oder Ausdehnungsgeräusche, Luft im System gut hörbar | 5 | 78 | Oft Strömungs oder Ausdehnungsgeräusche, Luft im System gut hörbar | 6 | 93 | Oft Strömungs oder Ausdehnungsgeräusche, Luft im System gut hörbar | 6 | 93 |
| 9 | Innovativ | 2.2 | Differenzdruckunabhängige FBH Kreise auch im Teillastfall automatischer Abgleich. | 8 | 18 | Differenzdruckunabhängige FBH Kreise auch im Teillastfall automatischer Abgleich. | 8 | 18 | Mit HK Ventilen die einen automatischen Abgleich im Teillastfall durchführen gute Innovation, Konservativ | 6 | 13 | Mit HK Ventilen die einen automatischen Abgleich im Teillastfall durchführen gute Innovation, Konservativ | 7 | 16 | Differenzdruckunabhängige Regelventile im Teillastfall automatischer Abgleich. | 8 | 18 |
| 10 | Bedienfreundlichkeit | 11.1 | Raumthermostaten in den Räumen mit Umschaltung Heizen/Kühlen | 9 | 100 | Raumthermostaten in den Räumen mit Umschaltung Heizen/Kühlen | 9 | 100 | Einfache Bedienung durch verstellbare Thermostatenköpfe | 8 | 89 | Einfache Bedienung durch verstellbare Thermostatenköpfe | 7 | 78 | Raumthermostaten in den Räumen mit Umschaltung Heizen/Kühlen | 9 | 100 |
| Total | | | 767 | | | 722 | | | 738 | | | 744 | | | 762 | | |
| Platzierung | | | 1 | | | 5 | | | 4 | | | 3 | | | 2 | | |

Tabelle 4.10 Auswertung und Benotung Nutzwertanalyse Nutzer (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com)

4.6.4 Auswertung Bedürfnisanalyse

Anhand der Nutzwertanalyse wird ersichtlich, dass sich die Flächenheizungen am besten für die Wärme- und Kälteabgabe im Neubau Attranyon eignen.

Wärmeabgabesysteme mit hohem Konvektionsanteil sind eher weniger geeignet. Das ist erstens auf die schlechtere Behaglichkeit zurückzuführen und zweitens müsste man mehrere Abgabesysteme für den Heiz- und Kühlfall einsetzen.

Mit den an die Bauherrschaft und ihre Vertreter angepassten Gewichtungen und Benotungen der einzelnen Wärmeabgabesysteme, sind wir überzeugt mit der Fussbodenheizung und den Deckenstrahlplatten die beste Variante für die unterschiedlichen Nutzungen vorzuschlagen.

Auswertung und Benotung der Nutzwertanalyse **Bauherr, Betreiber und Nutzer:**

Die Nutzwertanalyse hat ergeben, dass ein System mit Fussbodenheizung und/oder Deckenstrahlplatten gewählt werden sollte.

| Nr. Kriterium | Gewichtung | Fussbodenheizung | | | TABS | | | Heizkörper | | | Unterflurkonektoren | | | Deckenstrahlplatten | | |
|-------------------------|------------|------------------|-----|-----|------|-----|-----|------------|-----|-----|---------------------|-----|-----|---------------------|-----|-----|
| | | BH | BE | NU | BH | BE | NU | BH | BE | NU | BH | BE | NU | BH | BE | NU |
| 1 Betriebskosten | | 27 | 71 | 71 | 31 | 62 | 62 | 36 | 62 | 71 | 31 | 53 | 62 | 36 | 62 | 62 |
| 2 Flexibilität | | 62 | 11 | 27 | 16 | 4 | 13 | 109 | 16 | 31 | 109 | 16 | 31 | 140 | 20 | 40 |
| 3 Zuverlässigkeit | | 120 | 120 | 120 | 107 | 93 | 107 | 80 | 107 | 107 | 93 | 93 | 107 | 107 | 107 | 93 |
| 4 Sicherheit | | 89 | 142 | 80 | 67 | 124 | 71 | 78 | 142 | 71 | 78 | 142 | 62 | 78 | 124 | 62 |
| 5 Behaglichkeit | | 120 | 80 | 160 | 107 | 71 | 160 | 93 | 62 | 140 | 93 | 53 | 160 | 93 | 71 | 160 |
| 6 Investitionskosten | | 18 | 18 | 18 | 13 | 16 | 16 | 18 | 18 | 18 | 13 | 16 | 16 | 13 | 13 | 13 |
| 7 Reaktionszeit | | 40 | 56 | 80 | 40 | 56 | 67 | 60 | 100 | 120 | 53 | 100 | 120 | 60 | 100 | 120 |
| 8 Akustik | | 60 | 71 | 93 | 53 | 71 | 109 | 47 | 44 | 78 | 40 | 44 | 93 | 40 | 53 | 93 |
| 9 Innovativ | | 107 | 71 | 18 | 107 | 71 | 18 | 80 | 53 | 13 | 80 | 53 | 16 | 107 | 71 | 18 |
| 10 Bedienfreundlichkeit | | 120 | 160 | 100 | 107 | 142 | 100 | 107 | 142 | 89 | 93 | 142 | 78 | 107 | 124 | 100 |
| Total | | 2330 | | | 2081 | | | 2192 | | | 2140 | | | 2287 | | |
| Platzierung | | 1 | | | 5 | | | 3 | | | 4 | | | 2 | | |

Tabelle 4.11 Auswertung und Benotung Nutzwertanalyse Gesamtrangliste (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com)

4.7 Wärmeerzeugung

4.7.1 Mögliche Wärmeerzeuger

Die Auswahl der möglichen Wärmeerzeuger in all unseren Konzepten ist mit der örtlichen Gegebenheit des Attranyon's in Verbindung gesetzt. Ein Gasnetz existiert nicht. Auch ein Ferwärmeverbund oder ein Anergienetz sind nicht vorhanden. Grundwasser darf so nah am Seeufer auch nicht genutzt werden. Da der innovative Gedanke auch einen grossen Einfluss auf das Bauwerk hat, werden auf herkömmliche Holzwärmeerzeuger (Stückholz, Holzschnittel und Pellets) gänzlich verzichtet.

Durch diese Gegebenheiten sind die möglichen Wärmeerzeuger bereits etwas eingeschränkt. In unseren fünf Konzepten werden nur Wärmepumpen und Abwärmennutzungen als Wärme- und Energiequellen berücksichtigt.

Eine Wärmepumpe funktioniert wie eine Kältemaschine, nur einfach umgekehrt. Die Wärmepumpe entzieht einer Quelle (Aussenluft, Erdreich, Gewässer, etc.) Energie und gibt diese einem geschlossenen Kältemittelkreislauf ab. Das Kältemittel, das mittlerweile dampfförmig ist, wird mit einem Kompressor verdichtet. Damit steigt der Druck und das Temperaturniveau im Kältemittel. Die hohe Temperatur wird nun dem Verbraucherkreis (Heizungsseite) abgegeben. Der hohe Druck wird mithilfe eines Expansionsventiles auf den ursprünglichen Zustand abgelassen und das Kältemittel wird dadurch wieder flüssig. Anschliessend beginnt der Kreislauf von vorne.

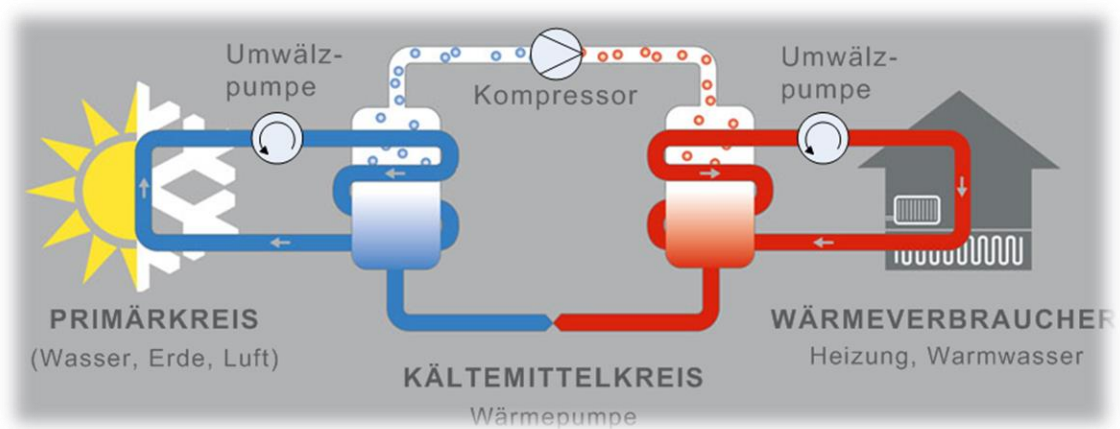


Abbildung 4.9 Wärmepumpenkreislauf
(Quelle: Internett, www.erdsondenoptimierung.ch/index.php?id=268892)

4.7.2 Auswahl Wärmerezeuger

Im Entscheidungsprozess kamen vier verschiedene Quellen für Wärmepumpen in Frage. Folgend sind die verschiedenen Quellen mit der Funktion sowie deren Vor- und Nachteile aufgelistet.

Seewasser - Wärmepumpe

Dabei wird über einen Zwischenkreis Wasser vom Lac Léman zum Gebäude transportiert und durch den Wärmetauscher der Wärmepumpe gepumpt. Das Seewasser hat keine grossen Temperaturschwankungen und kann als gute Energiequelle genutzt werden.

| Vorteile | Nachteile |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Erneuerbare Energie • Es kann als Wärme- sowie Kältequelle genutzt werden • Treibhausgasemissionen nur durch Leckage vom Kältemittel • Hohe Jahresleistungszahl der WP • Geringe Temperaturschwankungen der Quelle → gleichbleibender COP | <ul style="list-style-type: none"> • Begrenzter Energieentzug durch maximale Abkühlung oder Erhitzung • Maximal mögliche Entnahmelistung von 700 Lt/min • Hohe Unterhaltskosten durch Filter und Zwischenkreis |

Tabelle 4.12 Vor- und Nachteile einer Seewasser- Wärmepumpe
(Quelle: selber erarbeitet)

Erdwärmesonden - Wärmepumpe

Die Erdwärmesonde ist ein Kunststoffrohr das tief in das Erdreich gebohrt wird. Durch das Koppeln von mehreren Kunststoffrohren ergibt dies ein Erdsondenfeld mit einer hohen Kälteleistung. Es müssen meistens mehrere Erdsonden gebohrt werden, da eine Tiefenbeschränkung der Bohrtiefe vorliegt. Durch das Durchfließen dieser Erdsonde können ca. 30 Watt pro Meter Erdwärmesonde dem Erdreich entzogen werden.

| Vorteile | Nachteile |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Erneuerbare Energie • Es kann als Wärme- sowie Kältequelle genutzt werden • Treibhausgasemissionen nur durch Leckage vom Kältemittel • Hohe Jahresleistungszahl der WP • Kaum Temperaturschwankungen der Quelle → gleichbleibender COP • Tiefe Unterhaltskosten | <ul style="list-style-type: none"> • Begrenzter Energieentzug durch Schonung der Erdwärmesonden (Gefahr der Vereisung) • Maximal mögliche Bohrtiefe von 25x à 200m Bohrtiefe • Hohe Investitionen nötig |

Tabelle 4.13 Vor- und Nachteile einer Erdwärmesonden- Wärmepumpe
(Quelle: selber erarbeitet)

Wärmepumpe mit einem Eisspeicher

Bei einem Eisspeicher handelt es sich um einen mit Wasser gefüllten Speicher. Das Wasser im Speicher wird durch das Entziehen von Energie der Wärmepumpe so stark herunter gekühlt bis das Wasser vollständig gefroren ist. Dabei wird die latente Energie¹³ ausgenutzt. Der Eisspeicher wird anschliessend mit Abwärme oder mit thermischer Solarenergie wieder regeneriert.

| Vorteile | Nachteile |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Erneuerbare Energie • Es kann als Wärme- sowie Kältequelle genutzt werden • Treibhausgasemissionen nur durch Leckage vom Kältemittel • Viel Energieentzug aus dem Eisspeicher möglich • Unerschöpfliche Energiequelle bei regelmässiger Regeneration | <ul style="list-style-type: none"> • Temperaturniveau als Quelle eher tief → schlechter COP der Wärmepumpe • Grosser Platzbedarf des Eisspeichers • Aufwändige Hydraulik um eine gute Regeneration sicherzustellen |

Tabelle 4.14 Vor- und Nachteile einer Wärmepumpe mit Eisspeicher
(Quelle: selber erarbeitet)

¹³ Energieentzug ohne Temperaturänderung, pro kg kann viel mehr Energie entzogen werden.

Exergiemaschine

Eine Exergiemaschine funktioniert identisch wie eine Wärmepumpe. Der eigentliche Unterschied besteht darin, dass eine Exergiemaschine Energie aus dem Heizungsnetz entzieht und dies in einem höheren Temperaturniveau retourniert. Quellenseitig sinkt die Wassertemperatur.

Jedoch kann mit einer Exergiemaschine viel Energie mit einer tiefen Temperatur, z.Bsp.: von einer Abwärmenutzung, in eine brauchbare Energie umgewandelt werden. Das Einsetzen einer Exergiemaschine ist jedoch nur mit einem grossen Energiespeicher sinnvoll. Der Speicher sollte möglichst alle nutzbaren Energien speichern können.

| Vorteile | Nachteile |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Keine externe Energiequelle nötig • Treibhausgasemissionen nur durch Leckage vom Kältemittel • Sehr hoher COP der Maschine, da eine hohe Quellentemperatur vorhanden ist • Planbare Temperaturschichtungen im Energiespeicher | <ul style="list-style-type: none"> • Keine externe Wärmeerzeugung im Heizungsnetz vorhanden • Abhängig von der Abwärmenutzung und der thermischen Einträge • Sehr grosser Platzbedarf des Speichers |

Tabelle 4.15 Vor- und Nachteile einer Exergiemaschine
(Quelle: selber erarbeitet)

4.8 Konzept Heizung

Die Heizungsanlage besteht aus einem Energiepufferspeicher von 49 m³ Volumen, einer Exergiemaschine, dem Ertrag der thermischen Solaranlage und der Abwärmenutzung der Kälteanlagen im Attranyon. Zur Sicherheit werden zwei Elektroeinsätze im oberen Bereich des Speichers installiert. Diese dienen als Redundanz, falls wegen Revisionsarbeiten an den Kälteanlagen zu wenig Energie in den Speicher fließen.

Somit wurde in der Heizungsanlage das Konzept «Ferrari» mit dem Wechsel zum «La Ferrari» ausgewählt.

4.8.1 Entscheid

Der Entscheid für den «La Ferrari» fiel in der Heizungstechnik sehr eindeutig. Die Anlage verfügt über ein grosses Speichervolumen und somit auch über viel Sicherheit, sie ist einfach aufgebaut und trotzdem zuverlässig. Die Abwärmen der Kälteanlagen fließen so viel wie möglich in den Speicher. Die Hybridkollektoren auf dem Flachdach liefern über das ganze Jahr «gratis» Energie.

Einzig der Strombezug der Exergiemaschine muss als externe Energie angesehen und in den Primärenergiebedarf eingerechnet werden.

4.8.2 Grundlage

Als Grundlage für unsere Anlagekonzeption wurden die Anforderungen des sparsamen Umganges mit den Energieressourcen, der Innovation, der Sicherheit und der Zuverlässigkeit verwendet.

Möglichst alle allfallenden und nutzbaren Energien im Gebäude ausnutzen, den Treibhausgasausstoss minimieren und trotzdem flexibel bleiben. Auf diesen Grundsteinen wurde das Heizungskonzept aufgebaut.

4.8.3 Technische Daten

| Technische Daten | Typ eXergiemaschine | | | |
|--|---------------------------------------|----------------------|--------|--------|
| | eXm 05 | eXm 10 | eXm 20 | eXm 40 |
| Nennwärme Q_{th} [kW] | 5 | 10 | 20 | 40 |
| Nenn-Volumenstrom HT-Seite (HZ-Kondensator) bei $\Delta T= 15$ K [m ³ /h] | 0.35 | 0.69 | 1.38 | 2.76 |
| Nenn-Volumenstrom NT-Seite (HZ-Verdampfer) bei $\Delta T= 15$ K [m ³ /h] | 0.29 | 0.57 | 1.14 | 2.3 |
| COP* bei W=40°C W=60°C | 5.7 | 5.9 | 6.0 | 6.0 |
| COP* bei W=40°C W=70°C | 4.9 | 5.0 | 5.1 | 5.1 |
| COP* bei W=50°C W=65°C | 6.0 | 6.2 | 6.3 | 6.4 |
| COP* bei W=50°C W=75°C | 5.2 | 5.4 | 5.4 | 5.5 |
| COP* bei W=55°C W=65°C | 6.3 | 6.4 | 6.4 | 6.5 |
| COP* bei W=55°C W=75°C | 5.6 | 5.8 | 5.9 | 6.0 |
| COP* bei W=60°C W=75°C | 5.7 | 5.9 | 6.0 | 6.1 |
| Einsatzgrenzen: | | | | |
| min. Eintrittstemperatur [°C] | 20 | | | |
| max. Austrittstemperatur [°C] | 80 | | | |
| max. Betriebsdruck Heizungsseitig [bar] | 6 | | | |
| zul. Umgebungstemperatur [°C] | 10 bis 40 | | | |
| Kältemittel | R134a | | | |
| Kältemittelmenge [kg] | 0.9 | 1.4 | 1.9 | 3.7 |
| Nennstromaufnahme P_{el} ca. [kW] | 1 | 2 | 5 | 8 |
| Stromanschluss [V] | 230 | 400 | | |
| Rohrleitungsanschlüsse (4 Stück) | 1" ÜM oder 3/4" IG | 1 1/4" ÜM oder 1" IG | | |
| Gehäuseabmessungen [B/T/H] | 622 / 600 / 1700 | | | |
| Gewicht ca. [kg] | 137 | 170 | 190 | 225 |
| Stellfläche ca. | Umlaufend ca. 1m für Wartungsarbeiten | | | |

Abbildung 4.10 Datenblatt Exergiemaschine
 (Quelle: Internet / www.bmspower.com/dokumentationen/?item=efec61f4406e3f3c5dfc6dcb8c2a9176&scroll=1)

4.8.4 Sicherheitseinrichtungen

Die Sicherheitseinrichtung der Heizungsanlage belaufen sich auf den standardmässigen Bestandteilen:

- Sicherheitsventile
- Membranexpansionsgefäss mit Kompressor
- Sicherheitsthermostat bei Heizgruppe Fussbodenheizung
- Entgasungsanlage im Hauptrücklauf

4.8.5 Standort der Anlage und Koordination

Der grosse Energiespeicher erstreckt sich über drei Stockwerke. Der Standing des Speichers steht im 1. Untergeschoss neben der restlichen Technik. Mit einer Gesamthöhe von 10 m reicht er bis in das 1. Obergeschoss.

Im 1. Untergeschoss, einen Raum daneben, steht die Exergiemaschine mit dem Hauptverteiler der Heizungsanlage.

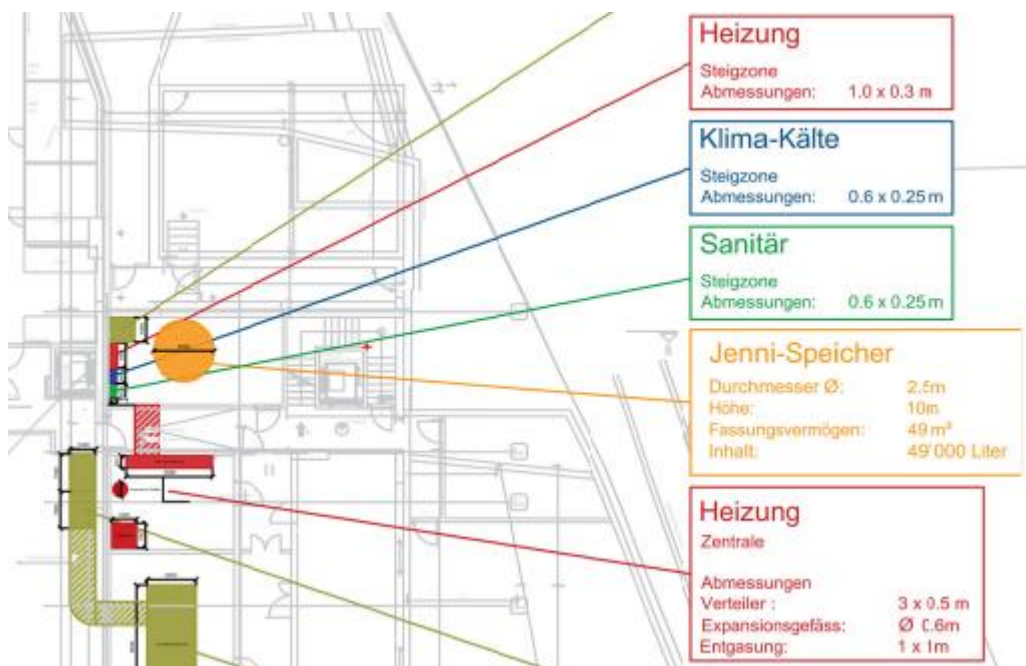


Abbildung 4.11 1. Untergeschoss mit Heizungsspeicher und Exergiemaschine
(Quelle: Erarbeitete Plangrundlagen /
Siehe Anhang 1.2: Pläne (UG, EG, DG))

4.8.6 Primärenergie Heizungsanlage

Die Heizungsanlage benötigt als Primärenergie Strom für die Exergiemaschine. Dieser Energiebezug geschieht jedoch nur auf einem tiefen Niveau, da die Exergiemaschine über einen sehr hohen COP verfügt.

Nur gerade 20'600 kWh elektrische Energie bezieht die Maschine. Ein Teil dieser Energie wird ausserdem vom selber erstellten Strom der Photovoltaikanlagen gedeckt.

4.8.7 Exergiemaschine

Mit dem grossen Energiespeicher als Herz der Anlage kann fast gänzlich auf eine Wärmeerzeugung in dem Sinne verzichtet werden. Die einzigen Energiequellen für die gesamte Heizungsanlage sind die Exergiemaschine, um ein hohes Temperaturniveau zu erreichen, die Abwärme der Klimakälte und der gewerblichen Kälteanlage sowie der thermische Anteil der Hybridkollektoren auf dem Flachdach.

Die Energien der Abwärmenutzungen und der thermischen Solaranlage verfügen nicht immer über genug hohe Temperaturen und zusätzlich sind die Erträge nicht planbar. Daher werden die Energien gespeichert und mit der Exergiemaschine auf das benötigte Temperaturniveau gebracht.

Zusätzlich kommt der hohe Wirkungsgrad dem Strombedarf des Gebäudes zugute. Eine Exergiemaschine kann einen COP W40 / W60 von bis zu 6.0 aufweisen.

4.9 MINERGIE

4.9.1 MINERGIE - Zertifizierung

Das Zertifizieren des Neubaus mit einem MINERGIE Standard wurde nicht verlangt. Die Anforderungen der Bauherrschaft wurden wie folgt gestellt:

- Neubau soll zwischen MINERGIE und MINERGIE – P angesiedelt sein
- Mindestens MuKE n Grenzwerte einhalten.

Gemäss den Vorgaben von Minergie würde folgende Anforderungen der Minergie - Kennzahl an das Attranyon gestellt:

| Gebäudekategorie | Minergie: | Minergie – P |
|------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Wohnen MFH | 55 kWh/m ² a | 50 kWh/m ² a |
| Verwaltung | 80 kWh/m ² a | 75 kWh/m ² a |
| Verkauf | 120 kWh/m ² a | 110 kWh/m ² a |
| Restaurant | 100 kWh/m ² a | 90 kWh/m ² a |
| Mischwert für das Attranyon: | 78.9 kWh/m ² a | 72.34 kWh/m ² a |

Tabelle 4.16 MINERGIE Kennzahl Berechnung
(Quelle: Reglement zur Nutzung der Qualitätsmarke MINERGIE / Version 2020.1)

Um die Minergie - Kennzahl zu berechnen müssen alle Minergie - Teilkennzahlen HLK (Heizung, Lüftung, Klimatisierung) Warmwasser, Beleuchtung, Geräte und allgemeine Gebäudetechnik addiert werden. Von diesem Resultat kann die Minergie - Teilkennzahl der Eigenstromerzeugung abgezogen werden.

$$MKZ = MKZ_{HLK} + MKZ_{WW} + MKZ_{Bel} + MKZ_{Geräte} + MKZ_{AGT} - MKZ_{Prod} = [kWh/(m^2a)]$$

Berechnungsbeispiel Minergie - Teilkennzahl HLK:

$$MKZ_{HLK} = Q_{h,eff} \cdot g / \eta + E_{LK} \cdot g$$

E_{LK} = Elektrische Hilfsenergie (Endenergie) für die Lüftung

g = Nationaler Gewichtungsfaktor [-]

Da die gesamte Wärmeenergie entweder aus Abwärme oder Sonnenenergie besteht, ist beim Wärmeenergiebedarf ein nationaler Gewichtungsfaktor [g] von 0 einzusetzen. Für die gewerbliche Kälteanlage und die Klimakälteanlage, die ihre Energie aus der Umwelt beziehen, ist auch ein nationaler Gewichtungsfaktor [g] von 0 zu berücksichtigen.

Einziger Strombedarf vom Netz, in unserem Konzept sind das 310'776 kWh/a, ist mit einem Faktor von 2 zu berechnen. Dies ergibt für das Attranyon in Nyon eine Minergie - Kennzahl von ca. **71.86 kWh/m²a**.

Fazit:

Der Neubau des Attranyon erfüllt auch die Anforderung, um eine Minergie – P Zertifizierung zu erhalten.

5 Kältetechnik

5.1 Einleitung Kälte

Die Kältetechnik ist ein wichtiger Bestandteil eines solch komplexem Gebäudes wie dieses in Nyon. Bei diesem Gebäude ist verschiedener Bedarf an Kälte und Abwärme vorhanden. In unserem Konzept ging es darum die Kältetechnik so gut es ging in ein Gesamtkonzept zu integrieren, um so interdisziplinär zu denken. Das Zusammenspiel der einzelnen Gewerke HLSKE stand dabei im Vordergrund und war der leitende Faden durch unser Konzept. Im Coaching 1 und Coaching 2 hatten wir uns dem perfekten Konzept genähert und diverse Kältesysteme und Varianten ausgearbeitet, analysiert, verglichen, ausgewertet und vorgeschlagen. Die Dokumente der Coachings sind dem *ANHANG 1.4 DOKUMENTATION COACHING 1 UND ANHANG 1.5 DOKUMENTATION COACHING 2* zu entnehmen.

Durch die Entscheidungsfindung im Coaching 2 konnten wir eruieren welches Konzept der Kältetechnik sich für dieses Gebäude und dessen Anforderungen am besten eignet. Dabei gewichtete die Gesamtlösung am meisten. Die Kältetechnik des von uns gewählten Konzept wird Ihnen in den nächsten Kapiteln näher erläutert.

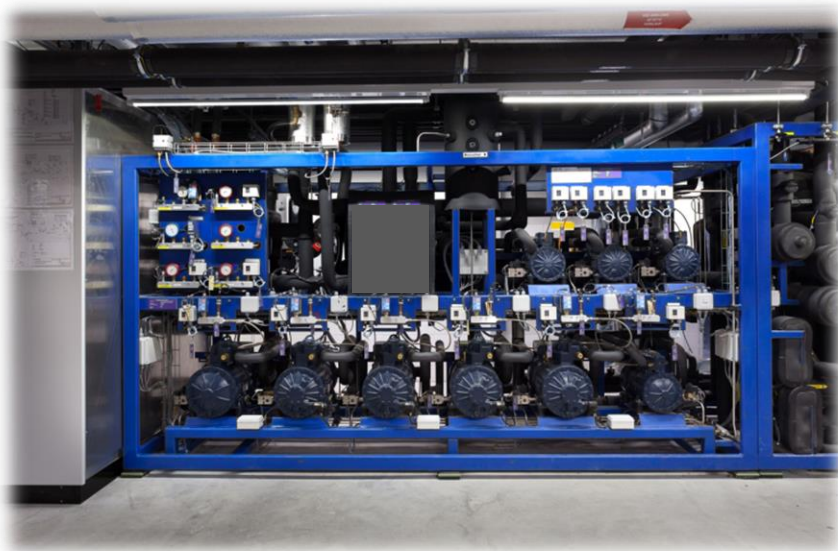


Abbildung 5.1 Beispielbild einer Kälteanlage
(Quelle: Internet / google; Suchbegriff Kälteanlagen)

5.2 Bedürfnisanalyse

Ein Konzept für die bestmögliche Nutzung zu eruiieren und allem gerecht zu werden hängt davon ab welche Bedürfnisse vorliegen und was machbar ist nach Stand der Technik. Dies haben wir in den folgenden Kapiteln näher erläutert und gehen auf die Bedürfnisse der Bauherrin, Betreiber und Nutzerinnen näher ein. Im Zusammenspiel mit der Machbarkeit und Einhaltung der Normen und Vorschriften ist ein Kälte - Konzept entstanden.

5.2.1 Grundlagen

Als Grundlage galten die Voraussetzungen, welche uns durch die Bauherrschaft mitgeteilt wurden und die Rückmeldungen des Coaching 1 und 2.

Standort, Mieterfläche, bauliche Massnahmen, Umgebung sowie Nutzung der Räumlichkeiten wurden klar definiert und war somit vorgegeben. Die Bedürfnisse der einzelnen Parteien wurden schnell erkannt und definiert. Wir konnten diese in unser finales Konzept einbinden und ausführlich beschreiben.

5.2.2 Supermarkt

Im Bereich vom Supermarkt haben wir eine Kühlstellenliste vorgängig erhalten. Das Bedürfnis der Nutzer ist die ausnahmslose Funktion der Kälteanlage. Die Kühlkette darf nicht unterbrochen werden, da es ansonsten zu Warenschaden kommen kann und dies mit viel Verlust zu beklagen wäre. Der Betreiber soll möglichst eine technisch simple Anlage erhalten. Kleinere Störungen könnten durch den Betreiber so selber behoben werden. Für die Bauherrschaft lag der Fokus auf eine effiziente (bezüglich Stromaufnahme etc.) Kälteanlage mit einem Kältemittel welches einen Low GWP aufweist. Zusätzlich ist die Nutzung der anfallenden Abwärme in die Gebäudetechnik einzubinden und nicht sorglos an der Luft abzugeben.

5.2.3 Gastrobetrieb

Im Gastrobetrieb gilt mehrheitlich dasselbe wie für den Supermarktbetrieb. Die Nutzer brauchen eine reibungslose Kälteanlage, um die zu kühlenden Produkte keinen längeren Kühlkettenunterbrechungen auszusetzen. Die Bedürfnisse des Betreibers bestehen auch hier aus einem simplen Handling der Anlage. Für die Bauherrschaft ist auch hier die Energieeffizienz und die Nutzung der Abwärme von oberster Priorität.

5.2.4 Klima - Kälte

Die Klima - Kälte stellt eine Herausforderung dar, da sich die Bedürfnisse der Parteien nicht mit der vollumfänglichen Machbarkeit und der Stand der Technik deckt.

Für den Nutzer, also die Mieter in den Büroräumlichkeiten, stand im Vordergrund die Raumklimatisierung. Diese sollte jedoch so flexibel gestaltet werden, dass entweder 1 Person oder 40 Person sich im Raum befinden könnten. Von dieser Ausgangslage aus war es schwer ein nicht zu träges System zu realisieren.

Für den Betreiber ist der Umgang mit dem Kaltwassersatz am wichtigsten. Diese sollte möglichst einfach zu bedienen sein. Ebenfalls die Temperatureinstellung in den Räumen sollte so einfach als möglich gehalten werden. Im Fokus der Bauherrschaft war der Einsatz eines Low GWP Kältemittels für die Klima - Kälteerzeugung. Um dies zu gewährleisten musste auf ein natürliches Kältemittel ausgewichen werden. Eine Direktverdampfung in den Büroräumlichkeiten viel daher weg.

5.2.5 Normen und Vorschriften

Um ein Konzept für die Einbindung der Kälte in die Gebäudetechnik zu erarbeiten, stehen die Normen und Vorschriften als erster Stelle. Für unsere Konzeptfindung haben wir folgende Normen und Vorschriften verwendet und berücksichtigt:

Normen

- EN 378-1
- EN 378-2
- EN 378-3
- EN 378-4
- EN13136 (Abblaseleitungen)
- SIA 382-1 (Lüftungs- und Klimaanlage)
- SIA 2024 (Raumkonditionen)

Vorschriften

- ChemRRV
- LSV (Lärmschutzverordnung)
- DGRL (Druckgeräterichtlinie)
- MuKen (Energienachweis)
- SUVA

5.3 Kältelastbedarf Gewerbliche Kälte

Als erster gab es zu eruieren wieviel Kälteleistungsbedarf vorhanden ist. Dafür hat uns die Bauherrschaft eine Kühlstellenliste für den Supermarktbetrieb, Gastrobetrieb und Shops zur Verfügung gestellt.

Nach der Anzahl und Eigenschaften der jeweiligen Kühlstellen erarbeiteten wir das bestmögliche Konzept für die Gewerbliche Kälte und deren Nutzung.

5.3.1 Grundlagen

Wie bereits erwähnt diente als Grundlage für den Kältebedarf die Kühlstellenübersicht. Zusätzlich galt es die Lage des Technikraumes und Sicherheitsmassnahmen bezüglich Kältemittel zu berücksichtigen.

Ein weiterer Faktor, der nicht ausser Acht gelassen werden durfte, war die Abwärmennutzung, welche eine wichtige Rolle in unserem Gesamt - Konzept spielt. Die Auslegungsdaten der Kälteanlagen wurden mit Absprachen der anderen Gewerke gewählt und festgehalten.

5.3.2 Lastdiagramm (Tag-/ Nacht; Sommer / Winter)

Ein Lastdiagramm lässt den Bedarf an die gewerbliche Kälteanlage ersichtlich werden. Die Erkenntnisse aus den folgenden Lastdiagrammen sind sehr wichtig für die zukünftige Betreuung, MSR - Regelung und Schnittstellen zu den anderen Gewerken. Bedarf der Kälteanlage und die Abwärmenutzung gehen Hand in Hand. Sobald der Kältebedarf steigt, kann auch mehr Abwärme abgegeben und genutzt werden, was z.Bsp.: für die Heizungstechnik von Bedeutung ist.

Im nachfolgendem Lastdiagramm wird ersichtlich wie sich der Bedarf an Kälte durch den Tag verhält. Der Bedarf ist an die Öffnungszeiten der Shops 1 - 7, Restaurant und Supermarkt gebunden. Sobald in den erwähnten Bereichen begonnen wird zu Arbeiten und die Abdeckungen der Kühlmöbel geöffnet werden beginnt der Kältebedarf zu Steigen. Hingegen am Abend, wenn die Arbeiten niedergelegt werden und die Rollos wieder geschlossen werden, sinkt der Kältebedarf wieder. Um den Mittagsbetrieb ist die gewerbliche Kälteanlage gefordert und der Bedarf ist meist maximal vorhanden.

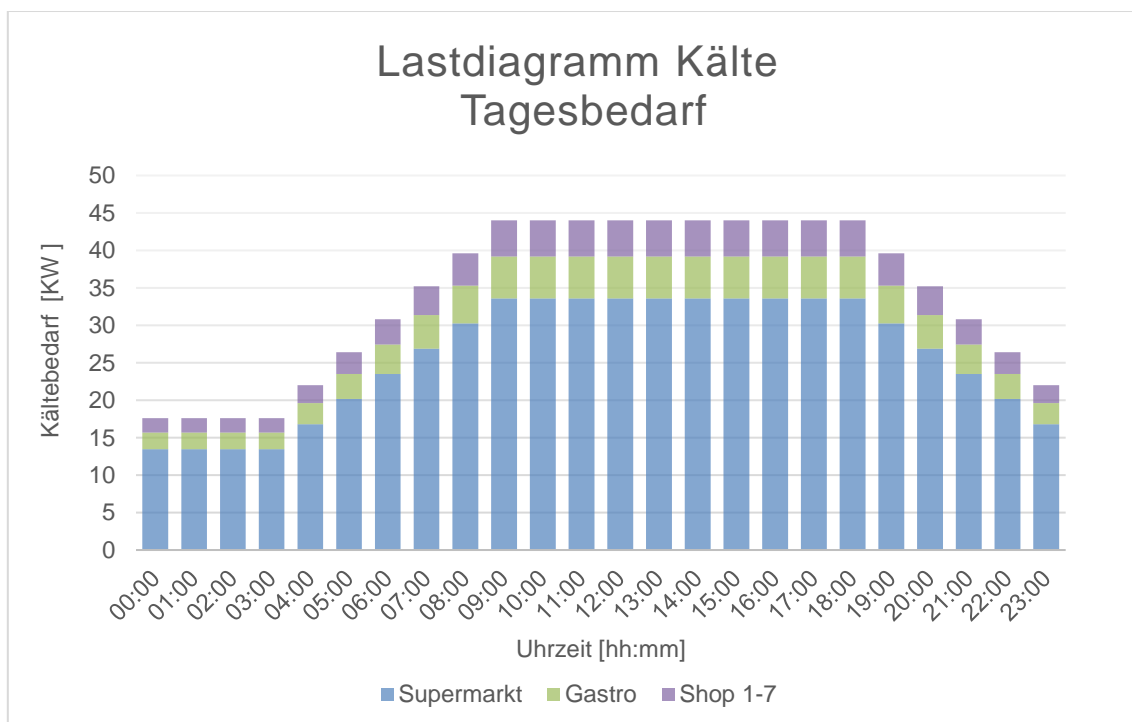


Abbildung 5.1 Lastdiagramm Tag/Nacht- und Sommer/Winter-Betrieb Tagesbedarf (Quelle: selbst erstellt)

In der folgenden Jahresübersicht ist das Lastverhältnis gut erkennbar dargestellt. Der Kältebedarf ist in den kälteren und trockneren Monaten des Jahres kleiner. Dies ist darauf zurückzuführen, da die Luft trockener ist und die Beheizung der Bereiche 2 - 4°C tiefer ist. Die Peaks erreicht die gewerblichen Kälteanlage im Sommer in den Monaten Juni, Juli und August. Danach flacht der Bedarf wieder allmählich ab.

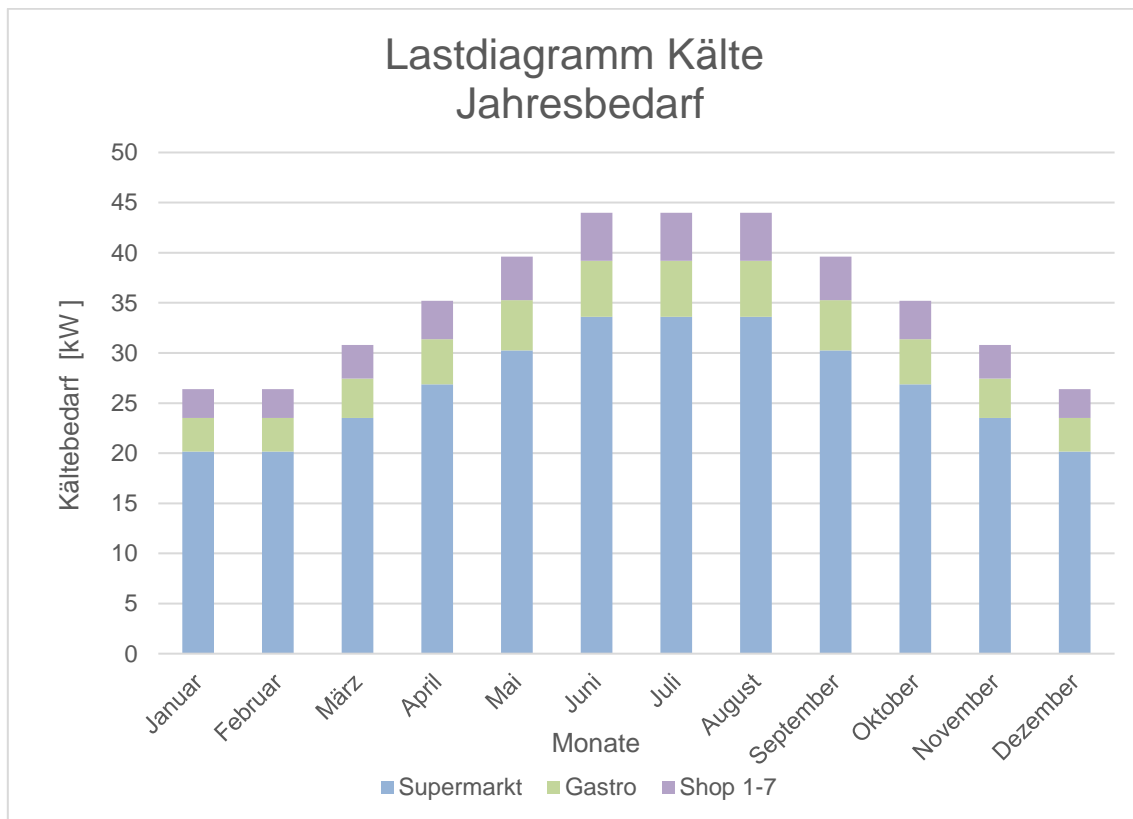


Abbildung 5.2 Lastdiagramm Tag/Nacht- und Sommer/Winter-Betrieb Jahresbedarf (Quelle: selbst erstellt)

5.3.3 Nutzkälteleistung Supermarkt

Die Nutzkälteleistung im Supermarkt wurde durch die Bauherrschaft angegeben. Da viele Kühlstellen sind haben wir einen Gleichzeitigkeitsfaktor von 0.8 angenommen.

| Übersicht Kühlstellen Gewerbliche Kälte | | | | | | | |
|---|----------|--------------------------------------|---------------------|----------------------|----|---------------------|-------------------|
| Grossverteiler | | | | | | | |
| Pluskühlstellen | | | | | | | |
| N° | Geschoss | Kühlstellenbezeichnung | Raumtemperatur [°C] | Raumgrösse [m2] [m3] | | Verdampfung to [°C] | K-Leistung Qo [W] |
| 1 | UG | Kühlzelle Speiseabfälle Restaurant | +4°/+6° | 10 | 25 | -4 | 1'300 |
| 2 | UG | Kühlzelle Getränke | +8°/+10° | 15 | 38 | 0 | 1'400 |
| 3 | UG | Kühlzelle Fleisch | +0°/+2° | 10 | 26 | -8 | 1'800 |
| 4 | UG | Kühlzelle Milchprodukte / Patisserie | +2°/+4° | 12 | 30 | -6 | 2'000 |
| 6 | UG | Kühlzelle Früchte / Gemüse | +4°/+6° | 11 | 28 | -4 | 1'800 |
| 7 | EG | SB-Kühlregal | +2°/+4° | - | - | -10 | 1'500 |
| 8 | EG | SB-Kühlregal | +2°/+4° | - | - | -10 | 1'500 |
| 9 | EG | SB-Kühlregal | +2°/+4° | - | - | -10 | 1'500 |
| 10 | EG | SB-Kühlregal | +2°/+4° | - | - | -10 | 1'500 |
| 11 | EG | SB-Kühlregal | +2°/+4° | - | - | -10 | 1'500 |
| 12 | EG | SB-Kühlregal | +2°/+4° | - | - | -10 | 1'500 |
| 13 | EG | SB-Kühlregal | +2°/+4° | - | - | -10 | 1'500 |
| 14 | EG | SB-Kühlregal | +2°/+4° | - | - | -10 | 1'500 |
| 15 | EG | SB-Kühlregal | +2°/+4° | - | - | -10 | 1'500 |
| 13 | EG | SB-Kühlregal | +2°/+4° | - | - | -10 | 1'500 |
| 14 | EG | SB-Kühlregal | +2°/+4° | - | - | -10 | 1'500 |
| 15 | EG | SB-Kühlregal | +2°/+4° | - | - | -10 | 1'500 |
| 15 | EG | SB-Kühlregal | +2°/+4° | - | - | -10 | 1'500 |
| 16 | EG | SB-Kühlinsel | +2°/+4° | - | - | -10 | 800 |
| 17 | EG | SB-Kühlinsel | +2°/+4° | - | - | -10 | 800 |
| 18 | EG | SB-Kühlinsel | +2°/+4° | - | - | -10 | 600 |
| Total | | | | | | | 30'000 |
| Tiefkühlstellen | | | | | | | |
| N° | Geschoss | Kühlstellenbezeichnung | Raumtemperatur [°C] | Raumgrösse [m2] [m3] | | Verdampfung to [°C] | K-Leistung Qo [W] |
| 1 | UG | Tiefkühlzelle Allgemein | -20°/-22° | 15 | 38 | -30 | 2'800 |
| 2 | EG | SB-Tiefkühlschrank 4-türig | -20°/-22° | - | - | -30 | 2'100 |
| 3 | EG | SB-Tiefkühlschrank 4-türig | -20°/-22° | - | - | -30 | 2'100 |
| 4 | EG | SB-Tiefkühlschrank 4-türig | -20°/-22° | - | - | -30 | 2'100 |
| 4 | EG | SB-Tiefkühlschrank 4-türig | -20°/-22° | - | - | -30 | 2'100 |
| 5 | EG | SB-Tiefkühlinsel | -20°/-22° | - | - | -30 | 800 |
| Total | | | | | | | 12000 |

Abbildung 5.3 Übersicht Kühlstellen / Restaurant (Quelle: Erhalten durch Bauherrschaft)

5.3.4 Nutzkälteleistung Gastrobetrieb

Ebenfalls für den Gastrobetrieb wurde uns durch die Bauherrschaft die Kühlstellenliste ausgehändigt. Diese haben wir ebenfalls analysiert und in den Berechnungen und Konzept berücksichtigt.

| Übersicht Kühlstellen Gewerbliche Kälte | | | | | | | |
|---|----------|------------------------|---------------------|------------|------|---------------------|-------------------|
| Restaurant | | | | | | | |
| Pluskühlstellen | | | | | | | |
| N° | Geschoss | Kühlstellenbezeichnung | Raumtemperatur [°C] | Raumgrösse | | Verdampfung to [°C] | K-Leistung Qo [W] |
| | | | | [m2] | [m3] | | |
| 4 | EG | Kühlzelle Allgemein | +2°/+4° | 6 | 15 | -6 | 1'300 |
| 6 | EG | Einfahr-Kühlschrank | +2°/+4° | - | - | -10 | 600 |
| 7 | EG | Einfahr-Kühlschrank | +2°/+4° | - | - | -10 | 600 |
| 8 | EG | Kühlwanne | +2°/+4° | | | -10 | 300 |
| 9 | EG | Unterbau gekühlt | +2°/+4° | | | -10 | 400 |
| 10 | EG | Unterbau gekühlt | +2°/+4° | | | -10 | 400 |
| 11 | EG | Unterbau gekühlt | +2°/+4° | | | -10 | 400 |
| 12 | EG | Flaschenkühlvitrine | +3°/+5° | - | - | -6 | 1'000 |
| Total | | | | | | | 5'000 |
| Tiefkühlstellen | | | | | | | |
| N° | Geschoss | Kühlstellenbezeichnung | Raumtemperatur [°C] | Raumgrösse | | Verdampfung to [°C] | K-Leistung Qo [W] |
| | | | | [m2] | [m3] | | |
| 2 | EG | Eiswürfelmaschine | - | - | - | -22 | 1'400 |
| 4 | EG | Tiefkühlschrank | -20°/-22° | - | - | -30 | 600 |
| Total | | | | | | | 2000 |

Abbildung 5.4 Übersicht Kühlstellen / Restaurant (Quelle: Erhalten durch Bauherrschaft)

5.3.5 Nutzkälteleistung Shops

Dasselbe wie beim Supermarkt und Gastrobetrieb galt auch für die Shops.

| Übersicht Kühlstellen Gewerbliche Kälte | | | | | | | |
|---|----------|------------------------|---------------------|------------|------|---------------------|-------------------|
| Shops 1-7 | | | | | | | |
| Pluskühlstellen | | | | | | | |
| N° | Geschoss | Kühlstellenbezeichnung | Raumtemperatur [°C] | Raumgrösse | | Verdampfung to [°C] | K-Leistung Qo [W] |
| | | | | [m2] | [m3] | | |
| 4 | EG | Kühlzelle Allgemein | +2°/+4° | 6 | 15 | -6 | 1'300 |
| 6 | EG | Einfahr-Kühlschrank | +2°/+4° | - | - | -10 | 600 |
| 7 | EG | Einfahr-Kühlschrank | +2°/+4° | - | - | -10 | 600 |
| 8 | EG | Kühlwanne | +2°/+4° | | | -10 | 300 |
| 9 | EG | Unterbau gekühlt | +2°/+4° | | | -10 | 400 |
| 10 | EG | Unterbau gekühlt | +2°/+4° | | | -10 | 400 |
| 11 | EG | Unterbau gekühlt | +2°/+4° | | | -10 | 400 |
| 12 | EG | Flaschenkühlvitrine | +3°/+5° | - | - | -6 | 1'000 |
| Total | | | | | | | 5'000 |
| Tiefkühlstellen | | | | | | | |
| N° | Geschoss | Kühlstellenbezeichnung | Raumtemperatur [°C] | Raumgrösse | | Verdampfung to [°C] | K-Leistung Qo [W] |
| | | | | [m2] | [m3] | | |
| 3 | EG | Tiefkühlschrank | -20°/-22° | - | - | -30 | 500 |
| 4 | EG | Tiefkühlschrank | -20°/-22° | - | - | -30 | 500 |
| Total | | | | | | | 1000 |

Abbildung 5.5 Übersicht Kühlstellen / Restaurant (Quelle: Erhalten durch Bauherrschaft)

5.4 Konzept Gewerbliche Kälte

Unser Konzept für die gewerbliche Kälteanlage haben wir nach der Machbarkeit, Stand der Technik, sowie auch den Bedürfnissen der jeweiligen Gebäudenutzer, Bauherrschaft und Betreiber, aufgebaut. Durch die Nutzwertanalyse erkannten wir schnell in welche Richtung das optimale Konzept für die gewerbliche Kälte geht.

In den folgenden Kapiteln wird unser Konzept näher beschrieben und erläutert. Die Berechnungen sind gestützt auf die Grundlagen und teils Annahmen welche ebenfalls niedergeschrieben wurden.

5.4.1 Auswahl Kältemittel

Um ein Kältemittel für die Bedürfnisse der Bauherrschaft, Betreiber und Nutzer zu eruieren, waren die Normen und Vorschriften massgebend. Da die Kältetechnik momentan einen Wandel zu Low GWP - Kältemittel erlebt, war die Kältemittelfindung schon ziemlich klar. Als Grundlage dafür galt das Dokument

„VOLLZUGSHILFE DES BAFU ZU DEN REGELUNGEN ÜBER KÄLTEANLAGEN, KLIMAANLAGEN UND WÄRMEPUMPEN MIT SYNTHETISCHEN KÄLTEMITTELN“.

Wir haben uns für ein natürliches Kältemittel entschieden. Der Grund ist in der folgenden Abbildung ebenfalls gut erkennbar. Um den Sicherheitsaspekt und die Nutzkälteleistung nicht ausser Acht zu lassen, haben wir CO₂ als gutes Kältemittel empfunden und dies für die gewerbliche Kälteanlage gewählt.

| 2. Kälteanlagen für die Kühlung von Lebensmitteln oder verderblichen Waren (Gewerbe und Industrie) | | | | |
|--|-----------------------------|---|--|--|
| - Pluskühlung | | | | |
| GWP ≤ 1500 | zulässig | kältemittelreduzierende Technologie erforderlich, wenn $m/Q_{GK} > 2 \text{ kg/kW}$ | | nicht zulässig* |
| GWP > 1500 | | nicht zulässig* | | R134a, R513A, R448A, R449A, R404A, R407F |
| | $Q_{GK} \leq 10 \text{ kW}$ | $10 \text{ kW} < Q_{GK} \leq 40 \text{ kW}$ | | $Q_{GK} > 40 \text{ kW}$ |
| - Minuskühlung | | | | |
| GWP ≤ 1500 | zulässig | kältemittelreduzierende Technologie erforderlich, wenn $m/Q_{GK} > 2 \text{ kg/kW}$ | | nicht zulässig* |
| GWP > 1500 | | nicht zulässig* | | R448A, R449A, R404A, R407F, R452A, R507A |
| | $Q_{GK} \leq 10 \text{ kW}$ | $10 \text{ kW} < Q_{GK} \leq 30 \text{ kW}$ | | $Q_{GK} > 30 \text{ kW}$ |

Abbildung 5.6 Auswahl der Kältemittel für verschiedene Anwendungen (Quelle: Anlagen mit Kältemittel, vom Konzept bis zur Inverkehrsetzung)

5.4.2 Kälteerzeugung

Als Kälteerzeugung kommt für die gewerbliche Kälteanlage und dem gewählten natürlichen Kältemittel CO₂ nur eine CO₂-Booster-Anlage in Frage. Diese entspricht dem Stand der Technik, hat einen tiefen GWP¹⁴, ist kompakt aufgebaut, kann die Abwärme an das Heizungssystem abgeben und ist sehr Energieeffizient (guter EER¹⁵-Wert). Die Booster-Anlage ist so aufgebaut, dass die Tiefkühlstufen-Verdichter das Heissgas an die Ansaugleitung der Pluskühlanlage eingebunden ist. Somit besteht die Tiefkühl- und Pluskühlanlage aus einem Stück. In der folgenden Abbildung wird der Aufbau nochmals deutlicher dargestellt, um sich ein besseres Bild zu machen. Im ANHANG 1.3 PRINZIPSCHEMA HLKS kann der Aufbau der angedachten CO₂-Booster-Anlage und die Einbindung mit den weiteren Gewerken angeschaut werden.

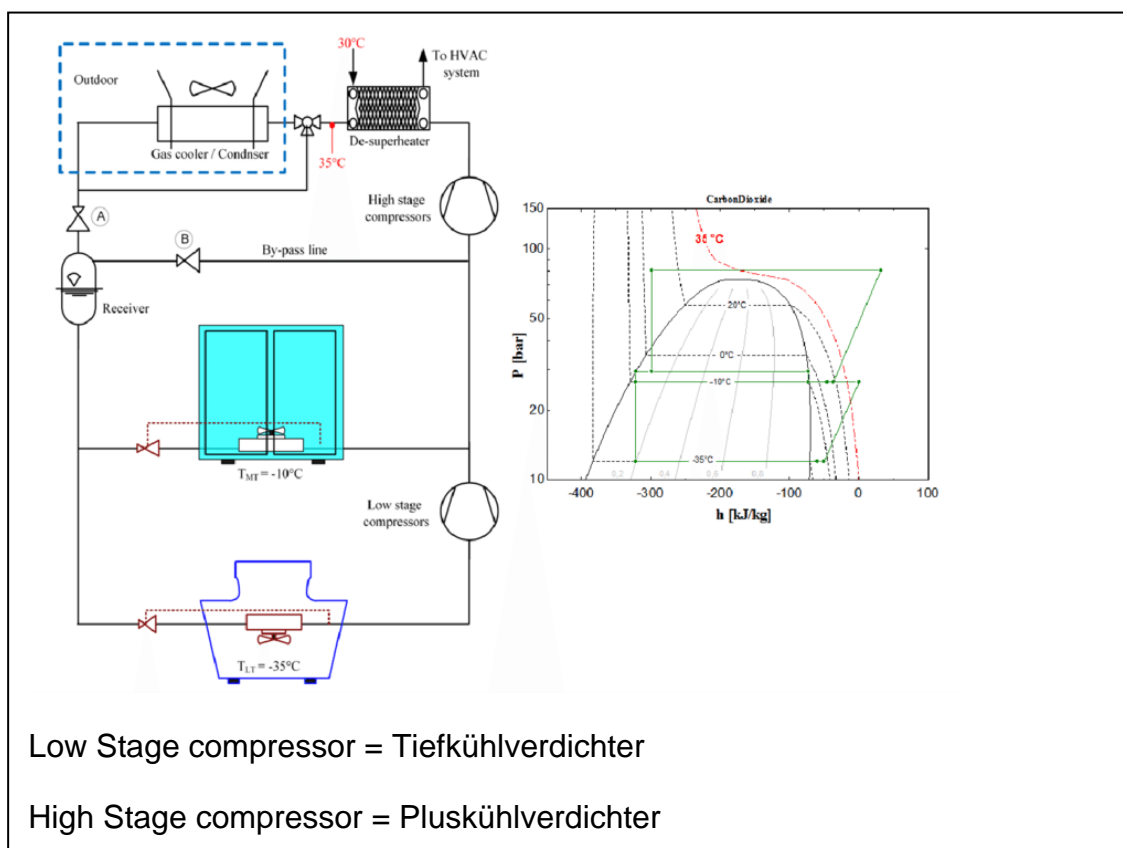


Abbildung 5.7 Prinzipschema CO₂-Boosteranlage
(Quelle: Internet; https://www.researchgate.net/figure/CO2-transcritical-booster-system-schematic-and-CO2-transcritical-booster-P-h-diagram_fig4_315608462)

¹⁴ GWP = Global Warming Potential

¹⁵ EER = Energy Efficiency Ratio „Leistungszahl“

Verdichter

Bei einer Booster Anlage wird zwischen TK¹⁶-Verdichter und PK¹⁷-Verdichter unterschieden. Die TK-Verdichter komprimieren das Sauggas von den TK Kühlstellen in den Mitteldruck was gleichzeitig das Sauggas vom PK-Bereich ist.

Im TK-Bereich wurden 2 Verdichter vorgesehen. Der erste TK-Verdichter wurde mit einem Frequenzumrichter ausgestattet, um eine lineare Leistungsabdeckung zu gewährleisten. Der zweite Verdichter ist für die oberen Leistungsbereich der Tiefkühlstellen abzudecken. Alle 2 Verdichter komprimieren in eine gemeinsame Heissgasleitung welche der Sauggasleitung der PK-Stufe eingespeist wird.

Im PK-Bereich wurden 4 Verdichter vorgesehen, um eine lineare Leistungsabdeckung zu gewährleisten. Dabei wurde eine Gleichzeitigkeitsfaktor aller PK-Stellen und der Leistung des TK-Bereiches von 80% gewählt. Um die Minimalleistungsanforderung abzudecken wurde auf dem 1. Verdichter ein Frequenzumrichter eingeplant. Die Verdichter wurden auf den subkritischen Betrieb wie auch für den AWN¹⁸ -Betrieb ausgelegt. Die PK-Verdichter komprimieren das Sauggas von den PK-Stellen und das Hochdruckgas von den TK-Verdichtern.

Das Verdichtete Kältemittel im Hochdruckbereich wird weitergeleitet bis zum AWN-Wärmetauscher.

AWN Brauchwarmwasser / -Wärmetauscher

Um die Abwärme zu nutzen wird ein Wärmetauscher AWN- Plattentauscher im Kältesystem eingebaut. Dieser Wärmetauscher gibt die aufgenommene Energie von den Kühlstellen und der elektrisch aufgenommenen Leistung der Verdichter an den Energiepufferspeicher, über ein hydraulisch getrenntes Netz ab. Dies fungiert als Abwärmenutzung.

Falls keine Anforderung vom Speicher ansteht, kann dieser AWN-Wärmetauscher durch ein Dreiwege-Ventil umfahren werden. Die Umfahrung leitet das Druckgas weiter zum Rohrbündelwärmetauscher.

¹⁶ TK = Tiefkühl

¹⁷ PK = Pluskühl

¹⁸ AWN = Abwärmenutzung

Rohrbündel- Wärmetauscher und Kaltwassernetz

Der Rohrbündel- Wärmetauscher fungiert als Kondensator. Dies bedeutet, dass die aufgenommene Energie im Kältekreislauf an ein hier eingesetztes Kaltwassernetz abgegeben wird. Dadurch, dass das Kaltwassernetz eine konstante Vorlauftemperatur aufweist und nicht Jahreszeiten abhängig ist, gibt es nur einen Normalbetrieb (subkritisch), Betriebsart der Kälteanlage.

Kälteölkreislauf

Das Kälteöl wird im Ölabscheider vom Kältemittel getrennt und fließt zurück in einen Ölsammler. Nach dem Ausdampfen des restlichen Kältemittels wird das Kälteöl an die jeweiligen Verdichter verteilt.

Kältemittelsammler

Das flüssige Kältemittel vom Rohrbündel-Wärmetauscher fließt über das Hochdruckventil in den Sammler. Der Sammler ist so groß ausgelegt, dass der gesamte Kältemittelinhalt der Kälteanlage Platz findet. Eine zusätzliche Funktion des Sammlers ist die Trennung zwischen 100% flüssigem Kältemittel und teils flüssigem, teils gasförmigem Kältemittel. Vom Sammler wird das Kältemittel zu den Kühlstellen geführt.

Saugakkumulator

Der Saugakkumulator dient als Sicherheitseinrichtung für den Verdichter. Das Sauggas, welches von den Kühlstellen kommt, gelangt in den Saugakkumulator. Dieses Sauggas kann ein gasflüssig-Gemisch enthalten. Da der Verdichter nicht mit flüssigem Kältemittel betrieben werden sollte, findet im Saugakkumulator eine Trennung statt. Somit saugt der Verdichter nur gasförmiges Kältemittel an.

Interne Wärmetauscher

Die internen Wärmetauscher dienen als Schutzvorrichtung der Verdichter durch das Überhitzen des Sauggases und als Unterkühlung der Flüssigkeit.

5.4.3 Auslegungsdaten

Gemäss folgenden Auslegungsdaten haben wir die gewerbliche Kälteanlage ausgelegt.

Allgemeine Daten

| | |
|--------------------------------|--------------------------|
| Kältemittel: | R-744 (CO ₂) |
| Kaltwassernetz: | +16 / +22 °C |
| Abwärmenutzung (Wasser) | +15 auf +40 °C |
| Verflüssigungstemp. (t_c): | +25 °C |
| Mitteldruck: | 35 bar |
| Unterkühlung (t_u): | 2 K |

Pluskühlbereich

| | |
|------------------------------------|--------------|
| Nutzkälteleistung (\dot{Q}_0): | 40 kW (PK) |
| Verdampfungstemp. (t_0): | -10 °C |
| Überhitzung ($t_{\ddot{u}}$): | 6 / 2 / 12 K |
| Anzahl Verdichter: | 3 Stk. |
| Verdichter Wirkungsgrad(η): | 0.7 |
| Gleichzeitigkeitsfaktor (f): | 0.8 |

Tiefkühlbereich

| | |
|-------------------------------------|--------------|
| Nutzkälteleistung (\dot{Q}_0): | 15 kW(TK) |
| Verdampfungstemp. (t_0): | -30 °C |
| Überhitzung ($t_{\ddot{u}}$): | 6 / 2 / 12 K |
| Anzahl Verdichter: | 2 Stk. |
| Verdichter Wirkungsgrad (η): | 0.7 |
| Gleichzeitigkeitsfaktor (f): | 0.8 |

Berechnungen der CO₂-Booster-Kälteanlage siehe *ANHANG 5.1 BERECHNUNGEN
CO2-BOOSTER*

5.4.4 Kältekreis im Log p, h-Diagramm

Um die Grobberechnungen zu machen, ist das log p, h-Diagramm unumgänglich. Eine CO₂-Booster-Kälteanlage ist komplex. Dies wird bewusst, wenn der Kältekreislauf einer solchen Anlage im log p, h-Diagramm näher betrachtet wird. In der folgenden Abbildung wird der Kältekreislauf der gewerblichen Kälteanlage für dieses Gebäude ersichtlich. Die Punkte wurden nach den Anlagendaten des vorhergehenden Kapitels gewählt und in der Software von Bitzer eingetragen.

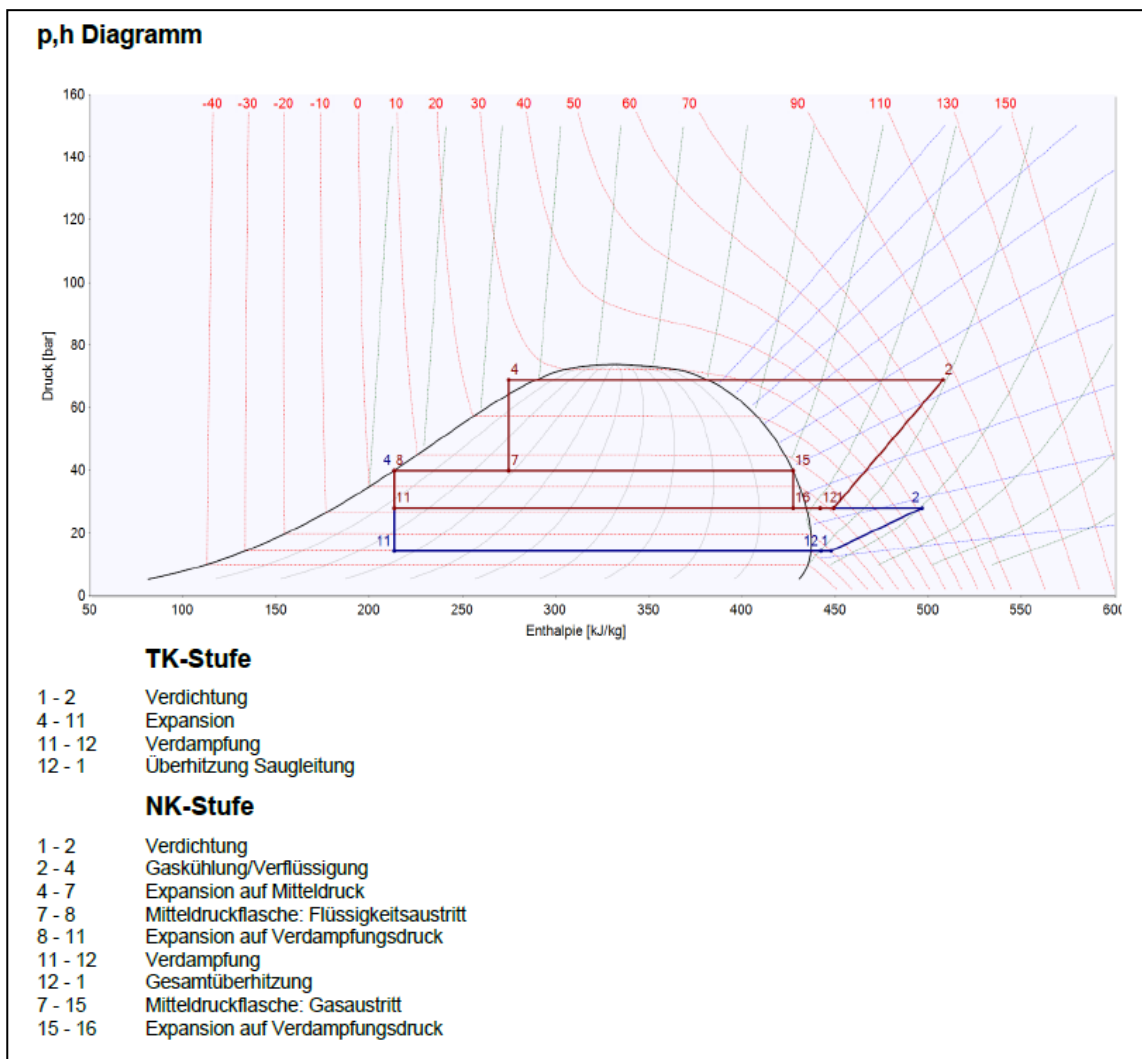


Abbildung 5.8 Prozessschema CO₂-Boosteranlage
(Quelle: Bitzer-Software; BITZER Software v6.15.1 rev2476)

5.4.5 Abwärmenutzung

Im Konzept «La Ferrari» spielt die Abwärmenutzung eine wichtige Rolle. Wo auch immer Abwärme entsteht, sollte diese verwendet werden.

Da bei der gewerbliche Kälteanlage ebenfalls Abwärme entsteht und diese nutzbar ist, haben wir einen AWN- Plattentaucher in das CO₂- Boostersystem eingebunden. Bei Bedarf des Energiepufferspeichers kann somit die gesamte Abwärme von rund 80 kW, welche bei der Kälteanlage anfällt, abgegeben werden. Sobald der Speicher komplett geladen ist, wird die anfallende Wärme an das abgegeben.

Die Erzeugung des Kaltwassernetzes wird in den kommenden Kapiteln näher erläutert. Auf eine Temperaturhochhaltung, das bedeutet, dass die Kälteanlage im transkritischen Bereich betrieben würde um so höhere Austrittstemperaturen der Abwärme zu erhalten, haben wir nicht realisiert.

Der Grund dafür ist simpel. Der Speicher nimmt alle zur Verfügung stehende Abwärmen auf. Zusätzlich sorgt eine Exergiemaschine für die Temperaturschichtung im Speicher. Da die Wärmeenergie gespeichert und erst bei Bedarf abgegeben wird, ist der Verbrauch an zusätzlicher Abwärme eher gering, welche durch eine Temperaturhochhaltung zustande käme.

5.4.6 Kälteverteilung

Die Verteilung der gewerblichen Kälte ist auf den Koordinationsplänen (siehe *ANHANG 1.2 PLÄNE (UG, EG, DG)*) gut ersichtlich. Die CO₂- Boosteranlage befindet sich im 1. Untergeschoss. Von dort aus wird ein Haupttrasse mit zwei Nebentrassen an der Decke der Einstellhalle installiert. Die Kühlstellen im EG werden dann von den Haupttrassen durch eine Kernbohrung von unten erschlossen und gewährleisten so die Kältezufuhr.

Die Kälteverteilung sind mit CO₂ gefüllt und ist als Direktexpansion angedacht. Dies bedeutet erhöhte Sicherheitsmassnahmen der CO₂-Sicherheitseinrichtungen wie Sensoren und visuelle - sowie auditive Warnvorrichtungen.

5.4.7 Verteilung Abwärme

Um die Abwärme der gewerblichen Kälteanlage in den Energiespeicher zu befördern, ist ein Zweischenkreis vom AWN-Wärmetauscher der Kälteanlage und dem im Energiepufferspeicher integrierten Rohrbündel-Wärmetauscher ange-dacht. Dieser Zweischenkreis dient an erster Stelle zur Wärmeleitung mithilfe ei-ner Umwälzpumpe.

Zweitens soll der Zwischenkreis als Schutzmassnahme dienen. Falls der AWN -Wärmetauscher undicht sein sollte und das CO₂ der Kälteanlage in den Zwi-schenkreislauf fließen würde, wäre der Nutzer nicht betroffen. Der Druck im Zwi-schenkreis würde zwar erheblich ansteigen und eine Störung wäre anstehend, jedoch wird das Wasser im Speicher nicht betroffen sein.

Im *ANHANG 1.3 PRINZIPSHEMA HLKS* ist ersichtlich, wie die Einbindung ange-dacht wird. Die Leitungen zwischen AWN-Wärmetauscher auf der Kälteanlage und dem Rohrbündel-Wärmetauscher ist ziemlich kurz da sich der Pufferspeicher und die gewerbliche Kälteanlage im 1. UG befinden.

Von der Kältezentrale bis zum Speicher sind es rund 15m. Die gesamte Wärme-vertei-lung wird im Kapitel der Heizungstechnik näher erläutert.

5.4.8 Sicherheitseinrichtungen

In allen Räumen in denen kältemittel-führende Leitungen installiert werden, muss eine CO₂ Überwachung in Form eines CO₂-Sensors, der in Bodennähe montiert wird und Warnhinweisschildern aufgehängt werden.

Der CO₂-Sensor misst die Konzentration von CO₂ in dieser Umgebung. Wenn der Sensor eine zu hohe Konzentration an CO₂ misst, löst dieser einen Alarm aus. Die Warnhinweisschilder in allen Räumen, die es betrifft, leuchten auf und weisen darauf hin, dass der betroffene Raum sofort zu verlassen, respektive nicht mehr betreten werden darf.

Sicherheitskomponenten der Kälteanlage

Für eine CO₂ Kälteanlage müssen diverse Sicherheitseinrichtungen in Form von Ventilen, Überwachungen, Sicherheit für die Verdichter und Sicherheit für die Personen beachtet werden.

Folgende Sicherheit ist zu beachten:

- Diverse Sicherheitsventile an absperrbaren Komponenten
- Umgehungen für diverse wichtige Ventile und Komponenten
- Abblaseleitungen
(am besten nach draussen führen oder in Sturm Lüftungsbox)
- Hoch- und Niederdruck Pressostate pro Verdichter
- Ölniveauüberwachung pro Verdichter
- CO₂ Überwachung
- Sturm Lüftung
- Not-Aus Schalter/Taster der gewerblichen Kälteanlage für innen und aussen der Kältezentrale

EN 378

Für jede Kälteanlage, die verbaut wird, gibt es je nach Grösse verschiedene Vorschriften. Diese Vorschriften sind für die Kältetechnik in der EN 378 geregelt.

Untenstehend sind Punkte aufgeführt, welche es zu beachten gab:

- Aufstellungsort Kälteanlage: Technikraum 1.UG, dieser Bereich ist nur für instruierte Personen zugänglich.
- Sicherheitsgruppe Kältemittel: A1
- Kältemittelfüllmenge: Keine weiteren Vorschriften (bis auf die Sturmlüftung)

Maschinenraumbelüftung (Sturmlüftung)

Die Kältezentrale im 1.UG, in der die gewerbliche Kälteanlage steht, muss gemäss EN 378-3 mit einer Maschinenraumbelüftung (Sturmlüftung) ausgestattet werden. Diese Sturmlüftung muss ein Minimum eines Luftvolumenstroms bei einem Leck der CO₂-Kälteanlage absaugen können. Wie bereits erwähnt, müssen mindestens zwei Not-Aus Schalter, einer im Technikraum der Kälte und einer ausserhalb des Technikraums installiert werden, damit die gewerbliche Kälteanlage im Notfall sofort ausgeschaltet werden kann.

Notkühlung der gewerblichen Kälteanlage

Um bei einem Ausfall des Kaltwassernetzes den Betrieb der gewerblichen Kälteanlage aufrecht zu erhalten, wurde eine Notwasserversorgung vorgesehen. Diese wird durch den Sanitär gebracht über eine separate Wasserzufuhr, welche an den Rohrbündelwärmetauscher der Kälteanlage angeschlossen wird.

5.4.9 Standort der Anlage und Koordination

Der Standort der gewerblichen Kälteanlage ist gut zu koordinieren. Denn wenn höhere Sicherheitsmassnahmen gefordert werden, dürfen keine unbefugte Personen Zutritt in diesen Raum erhalten und dennoch gut und schnell begehbar sein für Fachpersonal. Deshalb wurde der Standort im 1. UG in einem separaten Raum vorgesehen. Dieser ist von den umliegenden Räumen getrennt. So kann gewährleistet werden, dass bei einem Leck bei der Anlage keine Räume betroffen sind bis auf die Kältezentrale.

Die Gewerke Heizung, Lüftung, Sanitär und Elektro befinden sich neben der Kältezentrale, was die Koordination und Leitungsführung einfacher gestalten lässt. So können lange Leitungsführungen vermieden werden und der Energieverlust aufs Minimum gesenkt werden. Zudem sind für Wartungs- und Servicemassnahmen die Gebäudetechnik zentral gelegen und es entstehen keine weitläufigen Wege, was Zeitsparend ist.

In der folgenden Abbildung ist die Koordination der Kältezentrale ersichtlich. Die CO₂-Booster-Kälteanlage ist das Herzstück und braucht am meisten Platz. Der Elektroschaltschrank dient zur Steuerung und der Stromversorgung der Anlage, hier gelb dargestellt. Die Sturmlüftung ist eine Sicherheitsvorrichtung bei einer Leckage der CO₂-Kälteanlage.

Als weitere Sicherheitseinrichtungen sind 2 Stück Gassensoren im Raum verteilt. Bei einem CO₂-Alarm wird ein Horn ertönen und die Leuchten im Raum „Raum Verlassen“ und ausserhalb des Raumes „Raum nicht betreten“ leuchten auf. Die Not-Aus-Schalter/Taster befinden sich neben der Tür und werden innen wie auch aussen installiert.

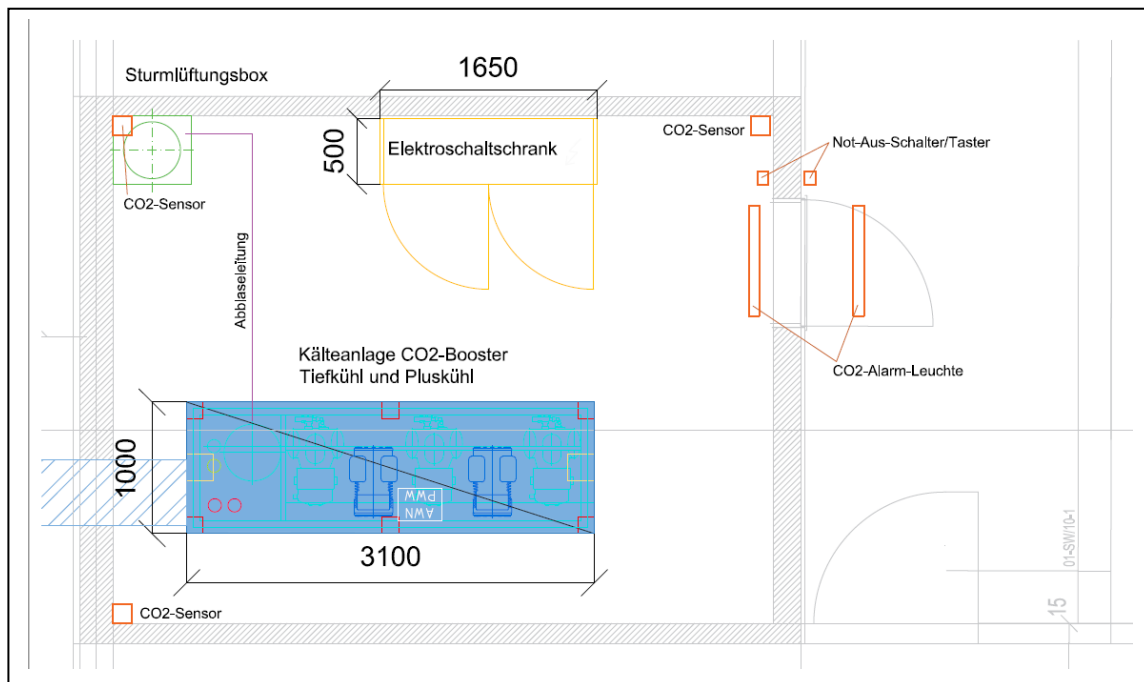


Abbildung 5.9 Koordination gewerbliche Kältezentrale
(Quelle: Siehe ANHANG 1.2 PLÄNE (UG, EG, DG))

5.4.10 Schnittstellen zu anderen Gewerken

Wie bereits im Coaching 1 angedeutet versuchten wir so viele Schnittstellen zwischen den einzelnen Gewerken als möglich und so viele als nötig zu generieren. Dies ist auf der folgenden Tabelle gut ersichtlich dargestellt.

Die gewerbliche Kälteanlage kann viel nutzbare Abwärme der Heizungs- und Lüftungstechnik abgeben. Als einzige Energieaufnahme ist der Strom zur Betriebung der Anlage und die Aufgenommene Wärme der Kühlstellen. Die Schnittstellen für die Regeltechnik, Trasseführungen und Steigzone ist dem ANHANG 1.4: DOKUMENTATION COACHING 1 zu entnehmen.

Energie Auf- und Abgabe:

| | | Energie-Aufnahme | | | | | |
|----------------|------------|------------------|---------|-------|------------|---------|---------|
| | | Heizung | Lüftung | Kälte | Klimakälte | Sanitär | Elektro |
| Energie-Abgabe | Heizung | | x | | | x | |
| | Lüftung | | | | | | |
| | Kälte | x | x | | x | x | |
| | Klimakälte | x | x | | | x | |
| | Sanitär | | | | x | | |
| | Elektro | x | x | x | x | x | |

Abbildung 5.10 Matrix Energie Auf- und Abgabe
(Quelle: Siehe ANHANG 1.4 : DOKUMENTATION COACHING 1)

5.5 Kältelastbedarf Klima-Kälte

Um den Kältelastbedarf des Gebäudes in Nyon abzudecken wurde die Norm SIA 2024 angewendet. Gesamtleistung der Klimakälte wurde auf 280 kW ausgelegt. Diese Last gilt es im Sommer bei 32°C Außentemperatur abzudecken. Um das System möglichst effizient zu gestalten wurde eine mehrkreisige Kälteanlage, basierend auf einem Natürlichen Kältemittel R-290, gewählt.

5.5.1 Grundlagen

Als Grundlage für die Auslegung der Klimakälte musste zuerst bestimmt werden was alles im Gebäude gekühlt wird. Anhand der Coachings 1 und 2 war klar, dass Gastronomie und Büro klimatisiert werden. Diese Informationen konnten wir danach in die SIA 2024 Einfließen lassen und weiter ausarbeiten. Zusätzlich wird die Abwärme, welche durch die GWK Anlage anfällt durch das Rückkühlsystem abgeführt.

Ein wichtiger Faktor dieser Klimakälte Anlage war die Positionierung und die Kältemittel Wahl. Da wir in einem mittleren bis hohen Leitungsbereich sind müssen wir die CHEM RRV Richtlinien einhalten, diese geben uns vor, welche Kältemittel wir einsetzen dürfen. Zur Auswahl standen jegliche Natürliche Kältemittel oder LOW GWP. Da der Stand der Technik und der Lieferanten bei Natürlichen Kältemittel wie Propan weit fortgeschritten ist, haben wir uns für das Kältemittel R290 entschieden. Hierbei sind die EN 378 Normen wegleitend wo die Anlage platziert werden darf. In unserem Konzept „LA Ferrari“ wurde darüber oft philosophiert, wo wir unsere Technik verstauen. Die Lösung wo für alle beteiligten am einfachsten zu realisieren war, ist das Dach.

Von dieser Positionierung aus können wir alles bewirtschaften und die Energien, die noch genutzt werden können, sinnvoll in den Energiepufferspeicher einfließen lassen. Zusätzlich haben wir die Möglichkeit bei günstigen Außentemperaturen die Freie Kühlung einzusetzen. Dies bedeutet, dass wir nur mit den Ventilatoren und Pumpen unsere Wärme an die Aussenluft abgeben können.

5.5.2 Auslegungsdaten

Wie bereits in den Grundlagen angedeutet stützte sich unsere Auslegung auf die SIA 2024. Untenstehend befindet sich ein Ausschnitt wo ersichtlich ist, wo unser Kältebedarf zustande kommt. Untenstehende Tabelle wurde mit der GWK Anlage ergänzt, somit sind alle abzuführenden Energien auf einen Blick ersichtlich.

| Nutzungszone | EBF | Personen | Personen | Kühlung: | Vollaststunden | Spez.Leistung | Leistung | Energie |
|--------------------------|-------------|------------|------------|----------------------------------|----------------|---------------|--------------|--------------|
| | | | | belüftet? | | | | |
| [-] | [m2] | [m2/Pers.] | [Stk.] | 1=belüftet 0=keine Lüftung | [h/a] | [W/m2] | [kW] | [MWh/a] |
| Wohnen MFH | 3300 | 30 | 110 | 1 | 550 | 12 | 39.6 | 21.78 |
| Grossraumbüro | 660 | 10 | 66 | 1 | 790 | 26 | 17.16 | 13.56 |
| Sitzungszimmer | 220 | 3 | 73 | 1 | 260 | 42 | 9.24 | 2.40 |
| Lebensmittel- verkauf | 900 | 8 | 113 | 1 | 840 | 21 | 18.9 | 15.88 |
| Fachgeschäft | 2280 | 8 | 285 | 1 | 2160 | 41 | 93.48 | 201.92 |
| Restaurant | 105 | 2 | 53 | 1 | 320 | 36 | 3.78 | 1.21 |
| Serverraum | 100 | 0 | | 1 | 6730 | 101 | 5.1 | 33.56 |
| Abwärme GWK | | | | | 5840 | | 80 | 467.2 |
| Total | 8650 | | 700 | | | | 267.3 | 757.5 |

Tabelle 5.1 Bedürfnisse nach SIA 2024 (Quelle: eigene Darstellung / SIA 2024)

5.5.3 Lastdiagramm (Tag-/ Nacht; Sommer / Winter)

Nachfolgende Diagramme sollen aufzeigen wie unsere Kälteanlage über das ganze Jahr hinweg arbeitet. Voraussetzungen für diesen Betrieb ist der Jährliche Serviceintervall und Bewirtschaftung durch den Betreiber. Auf den Diagrammen ist die Freie Kühlung bereits berücksichtigt, ansonsten würde die Kälteanlage durch das ganze Jahr hindurch im Minimum 80 kW Abwärme abführen. Dies unter Voraussetzung, dass der Energiespeicher geladen ist und keine Abwärme mehr abgegeben werden kann.

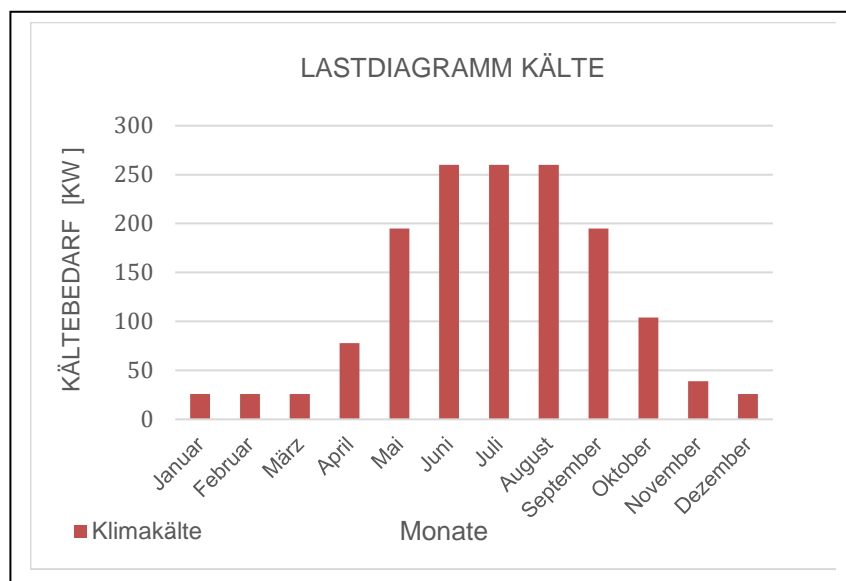


Abbildung 5.12 Lastdiagramm Kälte, Tag und Nacht

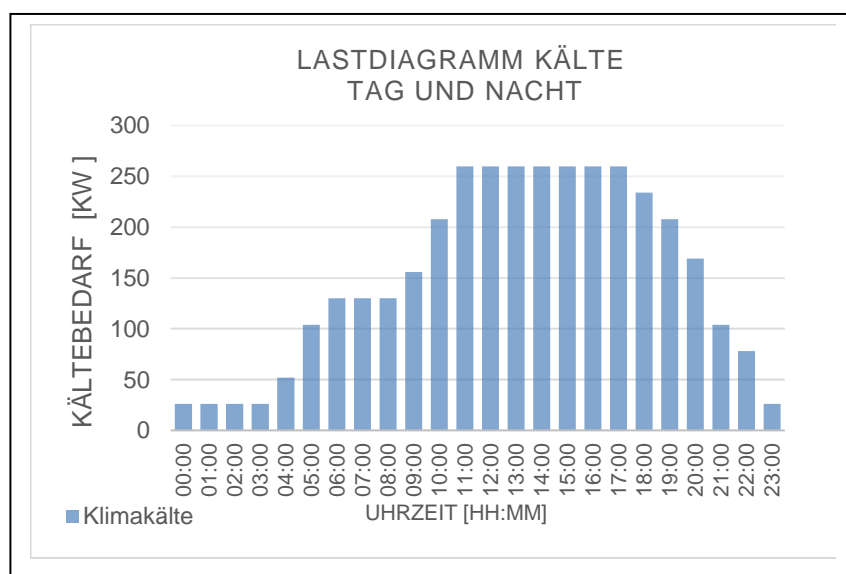


Abbildung 5.13 Lastdiagramm Kälte, Tag und Nacht

5.5.4 Kälteleistung Nutzungszonen

Die Nutzkälteleistung der Klimatisierten Zonen wurde exakt auf deren Nutzungsbereiche ausgelegt. Diese Leistung gilt es im Sommer abzuführen, weil zu diesem Zeitpunkt die Wärmeeinstrahlung der Sonne und der Aussentemperaturen am Gebäude am meisten zusetzen.

Da diese Kälteleistung im Sommer abgedeckt werden muss, haben wir bei der Maschinenwahl, eine Anlage mit 280 kW gewählt. Somit können wir im Extremfall eine ausreichende Klimatisierung gewährleisten.

5.6 Konzept Klima-Kälte

Bei der Konzeptfindung der Klimakälte haben wir uns auf bereits geschehene Projekte gestützt und auf unserer beruflichen Erfahrung. Wir wollten in der gesamten Haustechnik nicht nur eine Kälteerzeugung einsetzen, da bei einem Maschinenausfall nicht gleich alles stillstehen soll.

Von Vorteil ist es auch, dass wir bei gewähltem System noch ein Free - Cooling Register einsetzen können. Ziel ist es zu jedem Zeitpunkt die gewünschten Vorlauf Temperatur (16°C) des Sekundärkreislaufes zu erreichen. Dies bedeutet, dass wir ab einer Aussentemperatur von 10°C unsere Kälteanlage nicht mehr benötigen. Eine Optimierung von einem Bestehendem baufertigen System ist nicht sehr aufwendig und schnell umsetzbar. Es braucht nur wenige Bauteile und Anpassungen in der Steuerung. Dies kann vom Leitsystem unabhängig geschehen.

5.6.1 Auswahl Kältemittel

Um ein Kältemittel für die Bedürfnisse der Bauherrschaft, Betreiber und Nutzer zu eruieren, waren die Normen und Vorschriften massgebend. Da die Kältetechnik momentan einen Wandel zu Low GWP¹⁹-Kältemittel erlebt, war die Kältemittelfindung schon ziemlich klar. Als Grundlage dafür galt das Dokument

„VOLLZUGSHILFE DES BAFU ZU DEN REGELUNGEN ÜBER KÄLTEANLAGEN, KLIMAANLAGEN UND WÄRMEPUMPEN MIT SYNTHETISCHEN KÄLTEMITTELN“.

Wir haben für ein natürliches Kältemittel entschieden. Der Grund ist in der folgenden Abbildung ebenfalls gut erkennbar. Um den Sicherheitsaspekt und die Nutzkälteleistung nicht ausser Acht zu lassen, haben wir Propan R-290 als gutes Kältemittel empfunden und dies für die Klima-Kälteanlage gewählt.

| <u>In der Luft stabile Kältemittel</u> | | | |
|--|--|---------------------------|----------------------|
| 1. Klimakälteanlagen für die Gebäudekühlung (inkl. reversible Wärmepumpen mit Nutzung hauptsächlich zur Luftkühlung) | | | Beispiel Kältemittel |
| GWP ≤ 2100 | Einschränkungen für Direktverdampfung und Füllmengenbegrenzung für luftgekühlte verflüssiger (siehe Punkt 6) | nicht zulässig* | R410A, R32, R513A |
| GWP > 2100 | nicht zulässig* | | R417A |
| | $Q_{GR} \leq 400 \text{ kW}$ | $Q_{GR} > 400 \text{ kW}$ | |

Abbildung 5.14 Auswahl der Kältemittel für verschiedene Anwendungen
(Quelle: Anlagen mit Kältemittel, vom Konzept bis zur Inverkehrsetzung)

¹⁹ Low GWP (Global Warming Potential) Kältemittel tragen nicht oder kaum zur globalen Erwärmung bei.

5.6.2 Kälteerzeugung

Als Kälteerzeugung wählten wir eine Propan Anlage mit zwei Kältekreisläufen und vier Laststufen. Dies ermöglicht uns eine saubere Lastabdeckung während den Kühlphasen. Pro Kältekreislauf wird ein Verdichter eingesetzt. Diese werden im Gehäuse unter dem Verflüssiger installiert. Da aufgrund des Natürlichen Kältemittels (Propan, R290) die Sicherheitsanforderungen höher sind als bei Synthetischen muss jedes Bauteil, welches in Kontakt mit dem Kältemittel geraten könnte ATEX²⁰ geprüft und zertifiziert sein.

Wie bereits in den GRUNDLAGEN 4.5.1 erwähnt muss der Aufstellungsort den RICHTLINIEN EN 378-1 entsprechen und deren Anforderungen erfüllen. Die Tabelle C.2(fortgesetzt) in den EN 378-1 leitet uns zu unseren möglichen Aufstellungsorten. Da gewählte Kälteerzeugung pro Kältekreislauf 12 kg Kältemittel Inhalt hat müssen wir bei dem AUFSTELLUNGORT-KLASSIFIKATION GRUPPE 3 wählen. Untenstehende Aufzählung weist die Auswahl auf welche Kriterien angewandt wurden.

- Zugangsbereich = C
- Menschlicher Komfort = Oberirdisch
- Aufstellungsort und Klassifikation Gruppe 3 = Keine Begrenzung der Füllmenge



Abbildung 5.15 Produktdokumentation_Kaltwassersätze_TT_RAS_F_2018

²⁰ATEX ist eine Abkürzung für «ATmosphäre Explosible» welche unter anderem elektrische wie mechanische Geräte in Gefahrenzonen zulässt.

5.6.3 Free - Cooling

Wie bereits erwähnt setzen wir ab einer Aussentemperatur von 10 °C unser Free-Cooling Register ein. Dies wird im Rücklauf des Sekundärkreises eingebunden und seriell zur Kälteerzeugung geschaltet. Dies dient uns als Sicherheit falls nicht die komplette Wärme abgeführt werden kann.

Im untenstehenden Diagramm ist ersichtlich, wann wir die erforderliche Leistung zu 100 % über den Free-Cooling Betrieb fahren können. Von Mitte November bis Mitte März wird die Kälteerzeugung sehr wenige Betriebsstunden aufweisen. Zu dieser Zeit können wir über das Free - Cooling Register fahren. Im April und Oktober wird das Free-Cooling Register als Unterstützung zur Kälteerzeugung zugeschaltet. Sobald die Aussentemperatur 4 K unter der Rücklauftemperatur (18 °C) ist, wird das Free-Cooling Register anhand einem 3 - Weg Ventil deaktiviert.

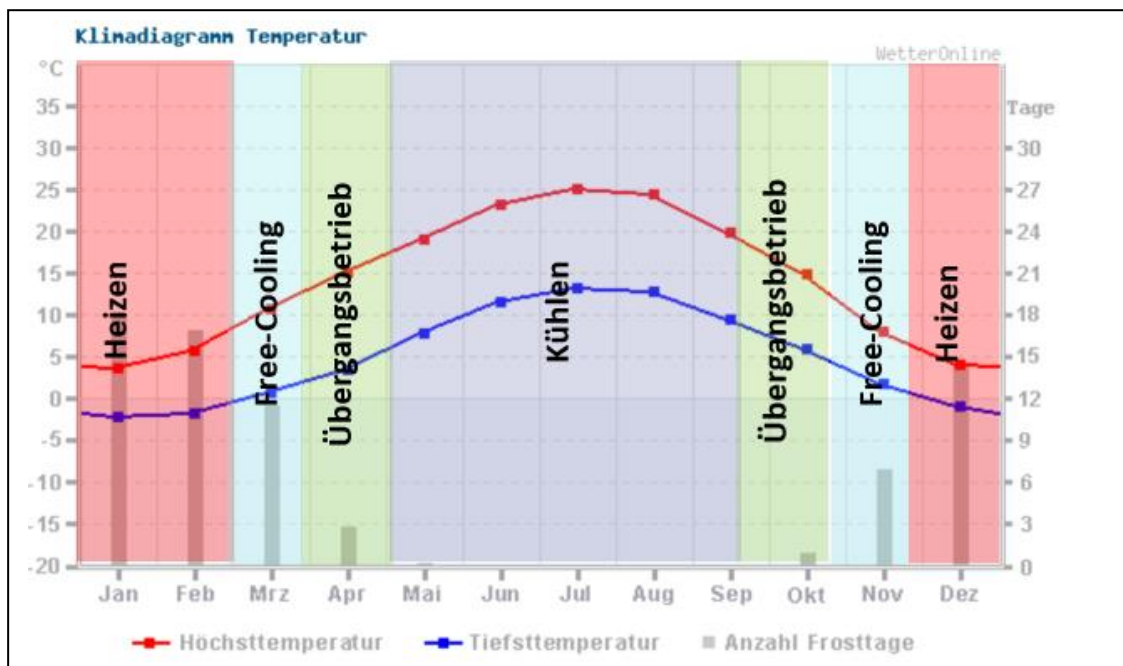


Abbildung 5.16 Nutzung Free-Cooling über das Jahr hinweg
(Quelle: eigene Darstellung)

5.6.4 Abwärmenutzung

Die anfallende Abwärme der Kälteerzeugung wird via Plattenwärmetauscher in den Energiepufferspeicher abgeführt. Die Abwärmenutzung wird bei Freigabe der Kühlung (Maschinenstart) aktiviert. Um die Abwärme möglichst effizient zu nutzen wird der Plattentauscher wasserseitig via Beimischschaltung betrieben.

Diese Beimischschaltung benötigen wir um ein Temperaturniveau kältemittelseitig von Eintritt Plattentauscher 75°C zur Austrittsseite 35°C zu gewährleisten. Ziel ist es die Wassertemperatur von 20°C auf 50°C über den Abwärmeplattentauscher zu erwärmen.

5.6.5 Kälteverteilung

Die Kälteverteilung erfolgt ab dem Kaltwasserspeicher auf dem Dach. Hierbei werden nach den Pumpen die Leitungen aufgeteilt. Zum einen führen sie zu der GWK Anlage im UG und andererseits zu den Klima-Verbrauchern im EG. Bei der GWK Anlage im UG wird der Plattentauscher via Einspritzschaltung betrieben. Bei den restlichen Verbrauchern sind alles Beimischschaltungen vorgesehen.

5.6.6 Verteilung Abwärme

Die Verteilung der Abwärme erfolgt wie oben bereits erwähnt via Plattentaucher in den Speicher. Der Volumenstrom, welcher über den Plattentaucher fließt, ist abhängig von der Abwärmeleistung der Anlage. Die meiste Abwärme wird bei Vollast Betrieb im Sommer anfallen.

5.6.7 Sicherheitseinrichtung

Da wir eine Kälteerzeugung mit Natürlichem Kältemittel einsetzen wo stark brennbar ist, sind die Sicherheitseinrichtungen sehr wichtig. Betreffend Kälteerzeugung muss wie oben erwähnt 4.6.2 *KÄLTEERZEUGUNG* jedes Bauteil ATEX geprüft und zertifiziert sein.

Zusätzlich sind 2 Gassensoren im Gehäuse verbaut, welche nach Aktivierung ein Axial-Ventilator einschalten, um das brennbare Gas aus der Gefahrenzone zu befördern. Falls der Gassensor auslöst wird die komplette Maschine ausgeschaltet. Lediglich die Sensoren und die Ventilatoren sind noch aktiv.

Der Elektroschaltschrank ist hermetisch vom Kältesystem abgetrennt um mögliche Unfälle wie Brand oder Explosion zu vermeiden.

Die Kälteanlage hat zusätzlich mehrere Not - Aus Schalter, welche die Maschine im Notfall ausschalten. Diese befinden sich beim Notausgang, unmittelbar bei der Maschine und neben den Verdichtern im Gehäuse.

Jeder oben erwähnte Störfall wird Digital an das Hausleitsystem via Modbus weitergeleitet. Gleichzeitig wird noch ein Horn aktiviert, welches auf die Störung aufmerksam macht.

Die Verdichter haben jeweils einen Wicklungsschutz, dieser schaltet den schadhafte(n) Verdichter aus. Dies könnte bei Übertemperatur oder einer defekten Wicklung der Fall sein. Diese Störung wird nur auf das Hausleitsystem weitergeleitet und optisch angezeigt.

Die Maschine hat jeweils ein Hoch und Niederdruck Pressostat. Dieser schützt die Anlage vor zu hohem Druck im Sommer oder bei Ventilatoren Ausfall. Der Niederdruck Pressostat wird eingesetzt, falls die Anlage einen zu tiefen

Saugdruck aufweist. Dies aus dem Grund, weil im Extremfall ein Unterdruck in der Saugleitung entstehen kann. Dieser Unterdruck bewirkt, dass Fremdkörper ins System gelangen können.

Falls es mal zum Überdruck im System kommen sollte würde das Kältemittel über die Sicherheitsventile an die Umwelt abgegeben werden. Die Sicherheitsventile werden auf dem Kältemittelsammler verbaut und führen danach mit den Leitungen aus dem Gehäuse raus.

Auf der Glykol Seite ist ein Strömungswächter in der Rücklauf Leitung eingebaut, dieser schaltet die Anlage aus, falls keine Strömung über den Plattentauscher gelangt. Dies kommt vor bei Pumpen Ausfall, zu stark Verschmutzung oder das Einfrieren des Plattentauschers.

5.6.8 Standort der Anlage und Koordination

Zwei wichtige Bestandteile der Kälteerzeugung für die Klimatisierung beinhalten die Maschine und dem Kaltwasserspeicher, mit innenliegendem Register, welcher als Hydraulische Abtrennung dient. Diese zwei Komponenten sind auf dem Dach positioniert Nähe der Steigzone. Ziel von uns was das Hydrauliknetz so weit wie möglich mit Wasser (H₂O) zu betreiben. Komplette alles konnten wir nicht mit Wasser betreiben und mussten im Außenbereich Ethylenglykol einsetzen. Dies weil im Winter die Frostgefahr zu hoch ist.

5.6.9 Schnittstellen zu anderen Gewerken

Wie bereits im Coaching 1 angedeutet versuchten wir so viele Schnittstellen zwischen den einzelnen Gewerken als möglich und so viele als nötig zu generieren. Dies ist auf der folgenden Tabelle gut ersichtlich dargestellt. Die Klima-Kälteanlage kann viel nutzbare Abwärme der Heizungs- und Lüftungstechnik abgeben. Als einzige Energieaufnahme ist der Strom zur Betreibung der Anlage und die Aufgenommene Wärme der Kühlstellen. Die Schnittstellen für die Regeltechnik, Trasseführungen und Steigzone ist dem ANHANG 1.4 : DOKUMENTATION COACHING 1 zu entnehmen.

Energie Auf- und Abgabe:

| | | Energie-Aufnahme | | | | | |
|----------------|------------|------------------|---------|-------|------------|---------|---------|
| | | Heizung | Lüftung | Kälte | Klimakälte | Sanitär | Elektro |
| Energie-Abgabe | Heizung | | x | | | x | |
| | Lüftung | | | | | | |
| | Kälte | x | x | | x | x | |
| | Klimakälte | x | x | | | x | |
| | Sanitär | | | | x | | |
| | Elektro | x | x | x | x | x | |

Abbildung 5.17 Matrix Energie Auf- und Abgabe
(Quelle: Siehe Anhang 1.4 Dokumentation Coaching 1)

6 Klimatechnik

Die Klimatechnik wurde in den Leistungs- und Energiedaten sowie bei der integralen Koordination berücksichtigt. Weitere Angaben wurden nicht erarbeitet, da kein Lüftungstechniker in unserem Team war.

7 Sanitärtechnik

7.1 Bedürfnisanalyse

Ausgangslage:

In der Gemeinde Nyon am Genfersee soll ein Geschäftshaus mit Ladenfläche, Büroräumlichkeiten und Wohneinheiten gebaut werden.

In der Bedürfnisanalyse wird angeschaut, welche Personen sich in diesem Gebäude aufhalten und welche Einflüsse diese auf die Sanitäreanlagen haben.

7.1.1 Belegung und Nutzung der verschiedenen Räume

Ladenfläche:

Die Menschen, die sich in der Ladenfläche aufhalten haben nicht das Bedürfnis Wasser in grossen Mengen zu verbrauchen. Sie gehen in die Läden, tätigen Ihre Einkäufe und gehen dann wieder nach Hause. Der Sanitär Ing. geht davon aus das 50% der Besucher die Toilette benutzt. 40% Konsumieren in einem möglichen Restaurant etwas und 10% sind Leute, die sich einfach dort aufhalten. Die Last auf die Gebäudetechnik Sanitär kann als konstant angesehen werden. Einzig um die Mittagszeit dürfte der Verbrauch ansteigen. Die Anlagen liegen im Standard Bereich.

Bürofläche:

Hier kann mit gutem Gewissen gesagt werden Das der Verbrauch sehr gering ist. Jede Etage hat eine WC Anlage die normal beansprucht wird. Im Schnitt eine Benutzung pro Person und Tag. Ebenfalls werden die Anlagen im Standard Bereich erstellt. Sie brauchen keine speziellen Funktionen.

Wohneinheiten:

Hier können die Bedürfnisse als höher eingestuft werden, weil der Ausbaustandard auf erhöht gesetzt wird. Es kann davon ausgegangen werden das Armaturen mit höheren Volumenströmen verbaut werden, Wie Grosse Regenbrausen und Multifunktionalbadewannen.

7.1.2 Sanitäre Bedürfnisse der Mieter, Arbeitnehmer, Gäste, Betreiber und Eigentümer

Bedürfnis Mieter:

Toiletten Benutzung, Handhygiene, Wasserkonsum und Körperhygiene

Bedürfnis Arbeitnehmer:

Toiletten Benutzung, Handhygiene und Wasserkonsum

Bedürfnis Gäste:

Toiletten Benutzung, Handhygiene und Wasserkonsum

Bedürfnis Betreiber:

Absolute Versorgungssicherheit, Hygiene und Geringer Unterhalt

Bedürfnis Eigentümer:

Absolute Versorgungssicherheit

7.1.3 Raumdispositionen und Berechnungsgrundlagen der Gebäudetechnik Sanitär

Siehe Grundrisspläne.

7.2 Wasserbedarf

7.2.1 Zusammenstellung der raumorientierten Wasserbedarfs- mengen

Wasserbedarf per Geschoss Summendurchfluss 100%

UG: 16 LU Kalt. 1.6l/s

EG: 44 LU Kalt. 21 LU Warm. 4.4 l/s Kalt und 2.1 l/s Warmwasser

1.OG: LU total 43/ 4.3 l/s

2.OG: LU total 41/ 4.1 l/s

3.OG: LU total 50/ 5.0 l/s

4.OG : LU total 49/ 4.9 l/s

Atikka: LU total 37/ 3.7 l/s

7.2.2 Spitzenvolumenstrom der raumorientierten Wasserdarfmengen

Untergeschoss

| W3 (Ausgabe 2013) | a | b | c | Volumenstrom $V = Ax((\text{SummeVR})^B)-C$ |
|-------------------|-------|-------|---|--|
| | 0,459 | 0,353 | 0 | <u>0,54 l/s</u> |

Tabelle 7.1 Ausschnitt Untergeschoss
(Quelle: Excel Umrechner LU)

Erdgeschoss

| W3 (Ausgabe 2013) | a | b | c | Volumenstrom $V = Ax((\text{SummeVR})^B)-C$ |
|-------------------|-------|-------|---|--|
| | 0,459 | 0,353 | 0 | <u>0,90 l/s</u> |

Tabelle 7.2 Ausschnitt Erdgeschoss
(Quelle: Excel Umrechner LU)

1. Obergeschoss

| W3 (Ausgabe 2013) | a | b | c | Volumenstrom $V = Ax((\text{SummeVR})^B)-C$ |
|-------------------|-------|-------|---|--|
| | 0,459 | 0,353 | 0 | <u>0,77 l/s</u> |

Tabelle 7.3 Ausschnitt 1. Obergeschoss
(Quelle: Excel Umrechner LU)

2. Obergeschoss

| W3 (Ausgabe 2013) | a | b | c | Volumenstrom $V = Ax((\text{SummeVR})^B)-C$ |
|-------------------|-------|-------|---|--|
| | 0,459 | 0,353 | 0 | <u>0,76 l/s</u> |

Tabelle 7.4 Ausschnitt 2. Obergeschoss
(Quelle: Excel Umrechner LU)

3. Obergeschoss

| W3 (Ausgabe 2013) | a | b | c | Volumenstrom $V = Ax((\text{SummeVR})^B)-C$ |
|-------------------|-------|-------|---|--|
| | 0,459 | 0,353 | 0 | <u>0,81 l/s</u> |

Tabelle 7.5 Ausschnitt 3. Obergeschoss
(Quelle: Excel Umrechner LU)

4. Obergeschoss

| W3 (Ausgabe 2013) | a | b | c | Volumenstrom $V = Ax((\text{SummeVR})^B)-C$ |
|-------------------|-------|-------|---|--|
| | 0,459 | 0,353 | 0 | <u>0,80 l/s</u> |

Tabelle 7.6 Ausschnitt 4. Obergeschoss
(Quelle: Excel Umrechner LU)

Atikkageschoss

| W3 (Ausgabe 2013) | a | b | c | Volumenstrom $V = Ax((\text{SummeVR})^B)-C$ |
|-------------------|-------|-------|---|--|
| | 0,459 | 0,353 | 0 | <u>0,73 l/s</u> |

Tabelle 7.7 Ausschnitt Atikkageschoss
(Quelle: Excel Umrechner LU)

7.2.3 Wasserbedarfsmenge pro Tag / Monat / Jahr

Verweis Sanitärschema

| Verwendungszweck | LU kalt | LU warm | Anzahl | Total LU kalt | Total LU warm | Total LU gesamt |
|---|---------|---------|--------|---------------|---------------|------------------------|
| Wohnbereich | | | | | | |
| WC mit Spülkasten | 1 | | 63 | 63 | | 63 |
| Waschtisch | 1 | 1 | 63 | 63 | 63 | 126 |
| Dusche | 2 | 2 | 31 | 62 | 62 | 124 |
| Badewanne | 3 | 3 | 15 | 45 | 45 | 90 |
| Spülbecken | 2 | 2 | 25 | 50 | 50 | 100 |
| Haushaltsgeschirrspülmaschine | 1 | | 25 | 25 | | 25 |
| Entnahmematur für Balkon | 2 | | | 0 | | 0 |
| Waschtrog | 2 | 2 | | 0 | 0 | 0 |
| Haushaltswaschautomat | 2 | | 20 | 40 | | 40 |
| Entnahmematur für Garten und Garage | 5 | | | 0 | | 0 |
| Diverse | | | | | | |
| Bidet | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 6 |
| Waschrinne | 1 | 1 | 44 | 44 | 44 | 88 |
| Urinoir Spülung automatisch | 3 | | | 0 | | 0 |
| Ausgussbecken | 2 | 2 | | 0 | 0 | 0 |
| Stand- und Wandausguss | 2 | 2 | | 0 | 0 | 0 |
| Getränkeautomat | 1 | | | 0 | | 0 |
| Coiffeurbrause | 1 | 1 | | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | | Summe LU gesamt |
| Heizungsfüllventile sind nicht zu berücksichtigen | | | | | | 662 |

Tabelle 7.8 Tabelle Wasserbedarf
(Quelle: Excel LU Zusammenstellung)

Der Wasserbedarf pro Person und Tag beläuft sich auf rund 160 Liter.

Wasserverbrauch pro Tag auf 24 Stunden gerechnet. Jedoch ist es ja klar das nicht, während 24 Stunden Wasser in grossen Mengen verbraucht wird.

- Pro Tag: 204 Kubikmeter
- Pro Monat: 6120 Kubikmeter
- Pro Jahr: 73440 Kubikmeter

| Kostenaufstellung | | | | |
|--------------------------------|-----|-------|-------|-----------------|
| | | LU | Preis | |
| Wasser | | 662 | 160 | 105920 |
| Schmutzwasser | m3 | | | |
| Tag | | 204 | | 469,2 |
| Monat | | 6120 | | 14076 |
| Jahr | | 73440 | | 168912 |
| Preis/m3 | 2,3 | | | |
| Kosten Total in Franken | | | | 289377,2 |

Tabelle 7.9 Kostenaufstellung Wasser und Schmutzwasser
(Quelle: eigenes Excel)

| Berechnung Spitzendurchfluss Q_0 in l/s | | | | |
|---|---------------------|--|------|--------------|
| Funktionsgleichung 0.3 l/s bis 300 l/s | $Q_T 0.353 * 0.459$ | | l/s | 2,016 |
| Funktionsgleichung 0.5 l/s bis 15 l/s | $Q_T 0.257 * 0.598$ | | l/s | 1,757 |
| Auswahl Spitzendurchfluss gerundet | | | l/s | 2,350 |
| Bestimmung Wasserzähler | | | | |
| Spitzendurchfluss | | | m3/h | 8,46 |

Tabelle 7.10 Tabelle Spitzendurchfluss
(Quelle: Excel LU Zusammenstellung)

7.3 Trinkwassererschliessung

7.3.1 Druckdispositiv

| Berechnung des Betriebsdruckes nach dem Wasserzähler (nur nötig, wenn Versorgungsdruck nicht bekannt) | | | |
|--|------------------|-----------------------------------|-----------------|
| Höhe Reservoir der Netzbetreiberin (Überlauf) | h | <input type="text" value="600"/> | m.ü.M. |
| Höhe Hausanschlussleitung bei Verteilbatterie | h | <input type="text" value="100"/> | m.ü.M. |
| Höhenunterschied Reservoir-Verteilbatterie | h_1 | 500 | m.ü.M. |
| $p_{RH1} = \frac{500 \text{ m}}{1.000 \text{ kg}} \cdot \frac{9,81 \text{ m}}{\text{m}^3} = 4,905 \frac{\text{kPa}}{1.000 \text{ Pa}}$ | | | |
| Druckschwankungen im Reservoir und in der Versorgungsleitung | p_{RH1} | 4.905 | kPa (49,05 bar) |
| Versorgungsdruck: $SP = p_{RH1} - \Delta p_{VL}$ | Δp_{VL} | <input type="text" value="30"/> | kPa (0,30 bar) |
| Druckverlust Hausanschlussleitung (Annahme) | SP | 4.875 | kPa (48,75 bar) |
| Druckverlust Wasserzähler bei Q_D | Δp_{AL} | <input type="text" value="30"/> | kPa (0,30 bar) |
| Betriebsdruck nach dem Wasserzähler | Δp_{WZ} | <input type="text" value="30"/> | kPa (0,30 bar) |
| | OP _{WZ} | <input type="text" value="4815"/> | kPa (48,15 bar) |
| Druckminderer; best practice Bei einem Versorgungsdruck über 450 kPa (4,5 bar) empfiehlt Nussbaum immer den Einbau eines Druckminderers. (Schutz der Anlage vor Überbelastung und Druckschlägen aus dem Netz) Im Regelfall ist der Druckminderer auf 400 kPa (4 bar) einzustellen (Werkseinstellung), dadurch ist auch die einwandfreie Funktion der Sicherheitsventile mit Werkseinstellung 600 kPa (6 bar) jederzeit gewährleistet. | | | |
| Berechnung des zur Verfügung stehenden Druckverlustes | | | |
| Ruhedruck nach dem Druckminderer; Standardeinstellung 400 kPa (4 bar) | p_{RDm} | <input type="text" value="400"/> | kPa (4,00 bar) |
| Druckverlust Druckminderer bei Q_{max} (gemäß Nussbaum Leistungsdiagramm) | Δp_{DM} | <input type="text" value="40"/> | kPa (0,40 bar) |
| Druckverlust durch Apparateeinbau wie Trinkwassernachbehandlung, | Δp_{App} | <input type="text" value="0"/> | kPa (0,00 bar) |
| Höhenunterschied Verteilbatterie bis höchste Entnahmestelle | | <input type="text" value="15"/> | m |
| $p_{RH2} = \frac{15 \text{ m}}{1.000 \text{ kg}} \cdot \frac{9,81 \text{ m}}{\text{m}^3} = 147 \frac{\text{kPa}}{1.000 \text{ Pa}}$ | | | |
| Fliessdruck höchste Entnahmestelle | p_{RH2} | 147 | kPa (1,47 bar) |
| | p_{min1} | <input type="text" value="100"/> | kPa (1,00 bar) |
| Zur Verfügung stehender Druck | Δp_L | <input type="text" value="113"/> | kPa (1,13 bar) |

Tabelle 7.11 Druckdispositiv
(Quelle: Excel, www.nussbaum.ch)

7.3.2 Hausanschlussleitung inkl. Verteilbatterie

Anlagedaten:

Medium: **Wasser** kin. Viskosität: 1,31E-06 [m²/s]
 Temperatur: **10,0 [°C]** Dichte: 999,70 [kg/m³]

Druckverlust mal 0.85: 27,0 kPa

| TS Nr. [-] | Dim-Nr. [-] | Rohr-Material [-] | Rohr-weite [mm] | Länge TS [m] | Widerstände | | Belastungswerte | | Volumenstrom | | | Fließ-geschw. [m/s] | Druckverlust | | | | |
|------------|-------------|-------------------|-----------------|--------------|-------------|--------------|-----------------|-------------|--------------|----------------|-------------|---------------------|--------------|------------|----------|----------------|----------|
| | | | | | Σ Zeta [-] | Σ äq. RL [m] | gr. LU [-] | tot. LU [-] | LU/10 [l/s] | konstant [l/s] | total [l/s] | | Rohr [kPa/m] | Rohr [kPa] | EW [kPa] | konstant [kPa] | TS [kPa] |
| 1.05 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 11,07 | 11,08 | 63x5.8 | 30,00 | | 10,00 | 5 | 662 | 2,02 | 2,30 | 4,32 | 2,08 | 0,79 | 23,62 | 7,87 | 0,30 | 31,79 |

Tabelle 7.12 Dimensionierung Hausanschlussleitung (Quelle: Excel Druckverlust)

Hausanschluss (Schnitt)

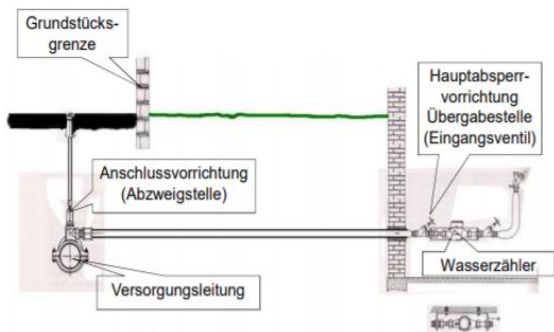


Abbildung 7.1 Darstellung Hausanschlussleitung mit allen Komponenten (Quelle: Internet, www.wikipedia.com)

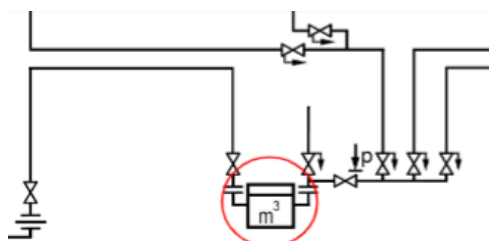


Abbildung 7.2 Darstellung Hausanschlussleitung intern mit Verteilbatterie (Quelle: Internet, www.wikipedia.com SVGW W3)

7.4 Wasserbehandlung

Wasserbehandlung ist nicht notwendig. Gemäss Angaben der Netzbetreiberin liegt die Trinkwasserhärte bei 25 °fH.

Gesamthärte in °fH

Sehr Weich=0-7

Weiches Wasser=7-15

Mittelhartes Wasser=15-25

Ziemlich hartes Wasser=25-32

Hartes Wasser=32-42

Sehr hartes Wasser= grösser 42

Wasserbehandlung ist in der Regel erst ab 32 °fH nötig. Man beachte!!! Der Mensch braucht die Mineralien die sich im Trinkwasser befinden. Daher gilt es zu beurteilen ob es richtig ist bei dieser Härte das Wasser zu behandeln.

7.4.1 Wasserqualität

| Mikrobiologische Messwerte | | | |
|----------------------------|-------------------|-------|-----------|
| Aerobe mesophile Keime | Messungen | | Anzahl |
| | Minimalwert | | KBE/ml |
| | Maximalwert | | KBE/ml |
| | Durchschnittswert | | KBE/ml |
| Enterokokken | Messungen | | Anzahl |
| | Minimalwert | | KBE/100ml |
| | Maximalwert | | KBE/100ml |
| | Durchschnittswert | | KBE/100ml |
| E.coli | Messungen | | Anzahl |
| | Minimalwert | | KBE/100ml |
| | Maximalwert | | KBE/100ml |
| | Durchschnittswert | | KBE/100ml |
| Chemische Messwerte | | | |
| Gesamthärte | Messungen | - | Anzahl |
| | Minimalwert | 15.8 | °fH |
| | Maximalwert | 29.8 | °fH |
| | Durchschnittswert | 23.6 | °fH |
| Kalzium | Messungen | - | Anzahl |
| | Minimalwert | 34.0 | mg/l |
| | Maximalwert | 105.0 | mg/l |
| | Durchschnittswert | 67.0 | mg/l |
| Magnesium | Messungen | - | Anzahl |
| | Minimalwert | 5.8 | mg/l |
| | Maximalwert | 20.3 | mg/l |
| | Durchschnittswert | 13.5 | mg/l |
| Nitrat | Messungen | - | Anzahl |
| | Minimalwert | 0.2 | mg/l |
| | Maximalwert | 10.8 | mg/l |
| | Durchschnittswert | 5.3 | mg/l |

| Aufbereitung von Quellwasser | | |
|------------------------------|-------------------|----|
| Desinfektion | UV-Bestrahlung | Ja |
| Aufbereitung von Seewasser | | |
| Desinfektion | Chlor | Ja |
| | Ozon | Ja |
| Filtration | Schnellfiltration | Ja |
| | Aktivkohlefilter | Ja |
| Übrige | Flockung | Ja |
| | Entsäuerung | Ja |

Abbildung 7.3 Auszug Trinkwasserqualität Nyon
 (Quelle: Internet, www.trinkwasserqualitaet.ch)

7.4.2 Enthärtung

Information

Enthärtungsanlagen

Kalk kann man mit zwei Arten von Enthärtungsanlagen begegnen. Das Ionenaustauschverfahren wechselt Kalzium- und Magnesiumionen gegen Natrium aus. Dies kann zu einem erhöhten Natriumgehalt führen. Physikalische Enthärtungsanlagen arbeiten einerseits mit elektrischen oder magnetischen Feldern; ihre Wirkung ist umstritten. Andererseits existieren Systeme, welche Elektroden, Aktivkohle und Harze einsetzen. Ihre Wirkung ist gut, die Geräte müssen aber regelmässig gewartet werden.

Grundsätzlich ist keine Enthärtungsanlage vorgesehen.

Weil:

1. Nicht klar ist wer die Ladenflächen bezieht.
2. Wenn ein Mieter spezielles Wasser benötigt, ist er selbst verantwortlich, wie er dieses auf die erforderlichen Parameter bringt. Kaltwasseranschluss wird zur Ladenfläche geführt.
3. Da der Sanitär Ing. bei der Warmwasseraufbereitung vorwiegend erneuerbare Energien benutzt um das Brauchwasser bereitzustellen, ist die Kalkausscheidung massiv kleiner als wenn man die mit elektrischer Energie tut.

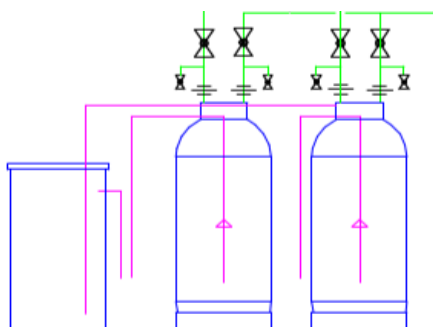


Abbildung 7.4 Bild Enthärtungsanlage
(Quelle: interdisziplinäres Gesamtanlagenschema)

7.5 Warmwasser

7.5.1 Warmwasserbedarf

Gemäss Bauherren Vorgabe sollen Eigentumswohnungen mit gehobenem Standard entstehen. Laut SIA 385 beträgt der Warm/Brauchwasserbedarf in diesen Segment 40 Liter pro Person und Tag. Da vorgesehen ist, dass nur der Restau-rantbereich mit Warmwasser erschlossen wird, wurde mit einem Zuschlag von 11 Personen gerechnet.

Berechnungsgrundlage: 25 Wohnungen mit 4 Personen Belegung.

Dies ergibt folgende Kenndaten:

| Ausgabe | Formeln | Grobplanung | Feinplanung |
|---|--|----------------|----------------|
| Volumen | | | |
| Normbelegungszahl | $n_{P,i} = 3,3 \cdot \frac{2}{1 + (A_{NF} / A_0)^3}$ | 111,3 Personen | 111,3 Personen |
| Nutzvolumen pro Tag (Standardnutzung) | $V_{W,u} = \sum V_{N,d} \cdot n_{P,j}$ | 4452 Liter | 4452 Liter |
| Anfangswert WW-Volumen pro Tag | $V_{W,d,1} = V_{W,u} \cdot 1,5$ | 10016 Liter | 4575 Liter |
| Steuervolumen (zwischen Fühler ein aus) | $V_{W,sto,ctrl,1} = \frac{V_{W,d,1}}{n_z}$ | 2504 Liter | 2288 Liter |
| Spitzendeckungsvolumen | $V_{W,sto,pk} = V_{W,d,1} \cdot \% -Wertih$ | 1674 Liter | 765 Liter |
| Bereitschaftsvolumen | $V_{W,sto,cont,1} = V_{W,sto,pk} + V_{W,sto,ctrl,1}$ | 4178 Liter | 3052 Liter |
| theoretisches Speichervolumen | $V_{W,sto,1} = V_{W,sto,cont,1} \cdot f_{sto}$ | 4595 Liter | 3357 Liter |
| praktisches Speichervolumen | $V_{W,sto}$ | 4500 Liter | 4500 Liter |
| Leistung | | | |
| erforderliche Aufheizleistung | $\Phi_{W,gen} = V_{W,sto,ctrl,1} \cdot c \cdot \Delta\theta_{gen} \cdot Z$ | 73 kW | 67 kW |
| approx. Heizkesselleistung nach kEnV | MFH 20 und EFH 25 | 175 kW | 175 kW |
| praktisches Speicherleistung | | kW | kW |

Tabelle 7.13 Auslegung des Brauchwasserspeichers (Quelle: Excel Speicherauslegung)

7.5.2 Wärmebedarf inkl. Verluste

Berechnungsgrundlage: Gemäss SIA 385 0.25 kW pro Person und Tag. Dies ergibt einen Wärmebedarf von 27750 Joule. Multipliziert mit dem Faktor 1.15 für 15% Wärmeverluste ergibt dies 31912 Joule pro Tag.

Wärmebedarf mit Verlusten:

- Tag: 31912 Joule
- Monat: 957375 Joule
- Jahr: 11.48 Megajoule

7.5.3 Warmwasserproduktionssystem

Das Hauptbrauchwassersystem wird mittels Energiespeicher erstellt. Dies bedeutet, dass wir keinen separaten Brauchwasserspeicher verbauen. Sondern den Brauchwasserspeicher in den Energiespeicher integrieren. Da dieser immer mit Wasser im oberen Temperaturbereich umschlossen ist, ist gewährleistet das immer genügend Brauchwasser vorhanden ist. Der Brauchwasserspeicher ist somit sehr schnell wieder durchgeladen.

Um diesen nicht überdimensionieren zu müssen und ihn in einen Vernünftiges Verhältnis zur Warmwasserproduktion und Warmwasser verbrauch zu stellen, soll in den Ladenflächen und Büroräumlichkeiten mit Wärmepumpen Wassererwärmer gearbeitet werden. Der Grund dafür ist der kleine Brauchwasserverbrauch in diesen Bereichen.

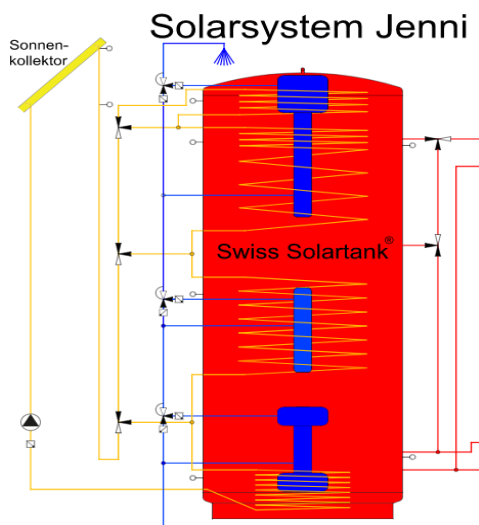


Abbildung 7.5 Bild Energiespeicher mit integriertem Brauchwasserspeicher
(Quelle: Internet, www.jenni.ch)

7.5.4 Energetische Optimierungen -->WRG-Duschen

Wärmerückgewinnungssystem Joulia-Inline

Um noch ein Bisschen Energieeffizienter zu sein ist aufgrund des Ausbaustandards ein neues Duschrinnensystem vorgesehen.

Vorteil: Der Energieertrag von diesem System beträgt 1000 kWh, was einer Photovoltaikanlage von 8m² entspricht.

Auf Total 31 Duschrinnen, die geplant sind, ergibt das 31000 kWh.

Nachteil: Investitionskosten.

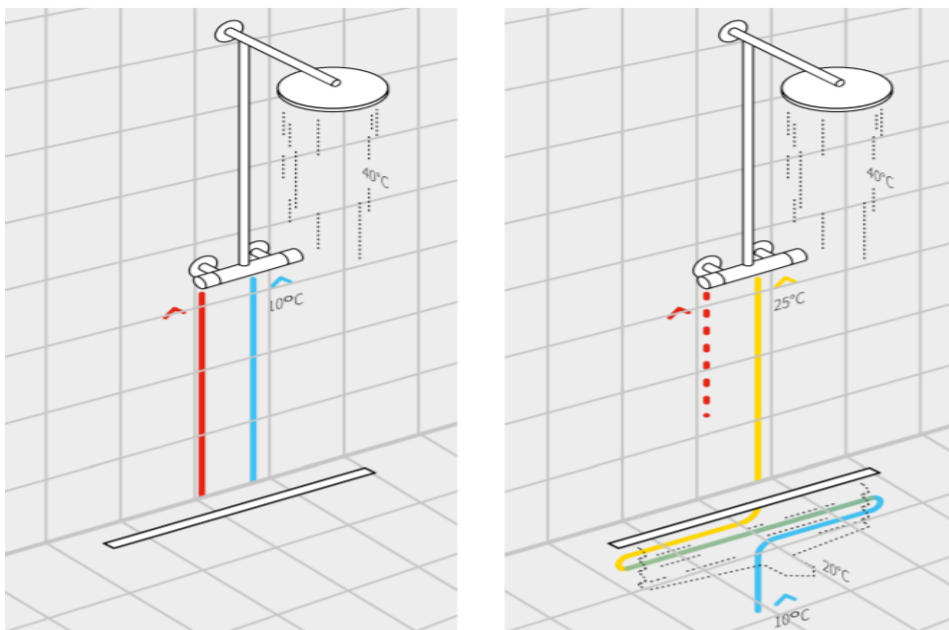


Abbildung 7.6 Bild, Funktion Joulia Dusche
(Quelle: Internet, www.franke.com)

Wärmepumpen Wassererwärmer

Ein Wärmepumpen-Boiler ist ein Boiler mit eingebauter Wärmepumpe. Aus Abwärme entsteht Warmwasser. Der Wärmepumpen-Boiler dient zur effizienten und wirtschaftlichen Warmwasser-Versorgung in Einfamilienhäusern und Gewerbebetrieben. Beim Wärmepumpen-Boiler stammen rund 65% der benötigten Energie aus der Umgebungsluft. Die restliche Energie (35%), die er braucht, um den Kreislauf anzutreiben, bezieht er aus dem Stromnetz.

Der Wärmepumpen-Boiler kann bei Umgebungstemperaturen zwischen 8 bis 30 °C eingesetzt werden. Für tiefere Umgebungstemperaturen benötigt er eine Abtaueinrichtung. Mittels einer Wärmepumpe produziert er warmes Wasser von 50 bis 60 °C. Ein zusätzlicher Elektroeinsatz dient der Unterstützung für höhere Warmwassertemperaturen.



Abbildung 7.7 Schnitt eines Wärmepumpenboilers
(Quelle: Internet, www.mueba-energiesystem.ch)

7.5.5 Sprinkler

Informativ für Bauherr

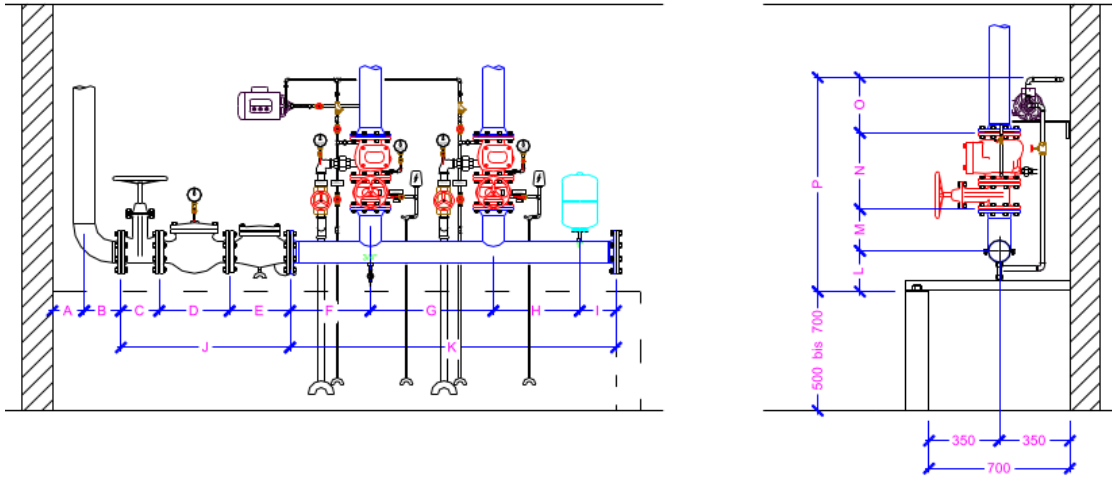


Abbildung 7.8 Schema Sprinklerverteilung
(Quelle: Schulstoff Gibb Präsentation 8 Sprinkleranlagen)

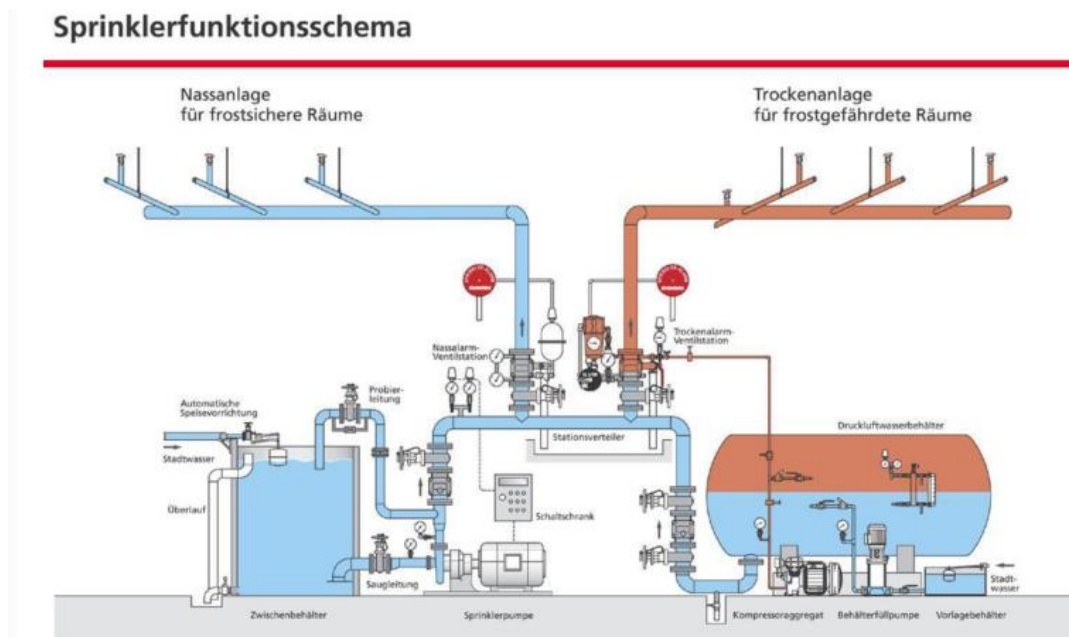


Abbildung 7.9 Funktionsschema einer Sprinkleranlage
(Quelle: Schulstoff Gibb Präsentation 8 Sprinkleranlagen)

7.5.6 Feuerlöschposten / Handfeuerlöscher

Wird durch den Brandschutzplaner geplant. Dieser ist zur Zeit noch nicht im Projekt involviert.

7.6 Abwasserentsorgung

Die Abwasser Entsorgung erfolgt im Trennsystem

Trennsystem:

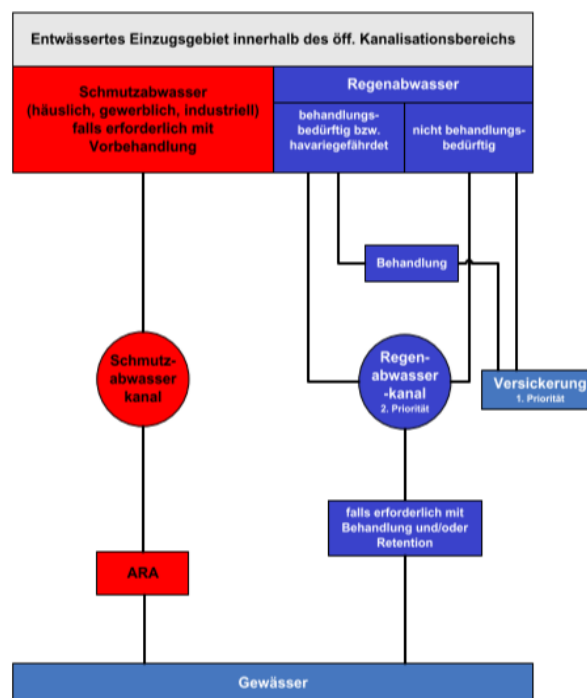


Abbildung 7.10 Bild, Flussschema Schmutz und Regenwasser (Quelle: Internet, www.wikipedia.com)

7.6.1 Schmutzwasser

Zusammenstellung des anfallenden Schmutzwassers

Verweis Schmutzwasserschema

| Anzahl | Art Entwässerungsgegenstand | DU | Gesamt |
|--------|--|-------|--------|
| 70 | Waschbecken, Bidet | 0,5 | 35 |
| 31 | Dusche ohne Stöpsel | 0,6 | 18,6 |
| | Dusche mit Stöpsel | 0,8 | 0 |
| | Einzelurinal mit Spülkasten | 0,8 | 0 |
| | Einzelurinal mit Druckspüler | 0,5 | 0 |
| | Standurinal | 0,2 | 0 |
| | Urinal ohne Wasserspülung | 0,1 | 0 |
| 15 | Badewanne | 0,8 | 12 |
| | Medizinische Badewanne 200 l, Anschluss DN 100 | 2,0 | 0 |
| 26 | Küchenspüle und Geschirrspülmaschine mit gemeinsamem Geruchsverschluss | 0,8 | 20,8 |
| | Küchenspüle, Ausgussbecken | 0,8 | 0 |
| | Geschirrspüler | 0,8 | 0 |
| 20 | Waschmaschine bis 6 kg | 0,8 | 16 |
| | Waschmaschine bis 12 kg | 1,5 | 0 |
| | WC mit 4,0/ 4,5 Liter Spülkasten | 1,8 | 0 |
| | WC mit 6,0 Liter Spülkasten | 2,0 | 0 |
| 70 | WC mit 7,5 Liter Spülkasten | 2,0 | 140 |
| | WC mit 9,0 Liter Spülkasten | 2,5 | 0 |
| | Bodenablauf DN 50 | 0,8 | 0 |
| | Bodenablauf DN 70 | 1,5 | 0 |
| 2 | Bodenablauf DN 100 | 2,0 | 4 |
| | $Q_{ww} = k \cdot \sum DU^{0.5}$ | Summe | 246,4 |

Tabelle 7.14 Ausschnitt DU Tabelle
(Quelle: Excel Zusammenstellung DU)

Entsorgung Schmutzwasser:

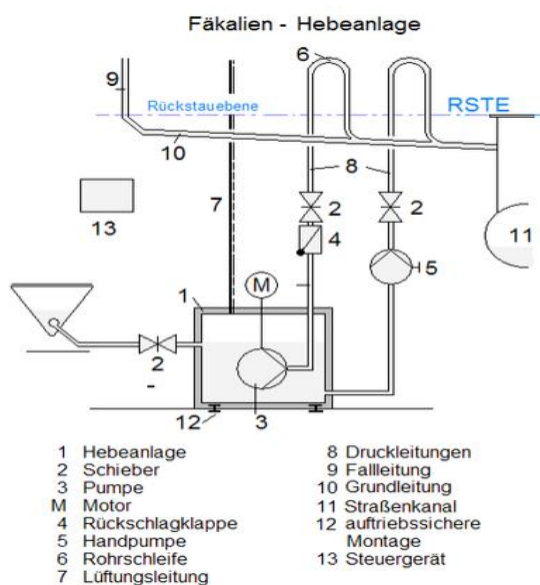


Abbildung 7.11 Funktionsschema Hebeanlage
(Quelle: Internet, www.wikipedia.com)

7.6.2 Regenwasser

Zusammenstellung des anfallenden Regenwassers

| Art Entwäs | DU | Einheit | | Gesamt |
|------------------------|----------------------------|--------------------|-----|--------|
| 0,03 | Berechnungsregenspende r1: | l/s.m ² | | |
| 0,8 | Abflussbeiwert C1: | ./. | | |
| 400 | Niederschlagsfläche A1: | m ² | l/s | 9,6 |
| 0,03 | Berechnungsregenspende r2: | l/s.m ² | | |
| | Abflussbeiwert C2: | ./. | | |
| | Niederschlagsfläche A2: | m ² | l/s | 0 |
| 0,03 | Berechnungsregenspende r3: | l/s.m ² | | |
| | Abflussbeiwert C3: | ./. | | |
| | Niederschlagsfläche A3: | m ² | l/s | 0 |
| $Q_r = \sum r * C * A$ | | Summe | | 9,6 |

Tabelle 7.15 Ausschnitt Regenwasseranfall
(Quelle: Excel Zusammenstellung DU)

Dachentwässerung

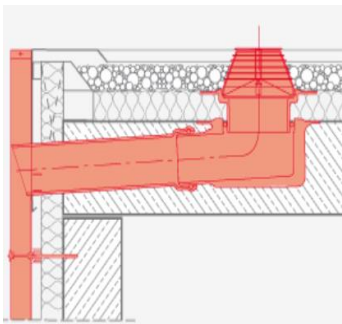


Abbildung 7.12 Schnitt Dachentwässerung
(Quelle: Internet, www.wikipedia.com)

Balkonentwässerung



Abbildung 7.13 Bild Ausspäher
(Quelle: Internet, www.wikipedia.com)

7.6.3 Kanalisation

Weil sich die Rückstauenebene auf Strassenniveau befindet, und im Untergeschoss noch Sanitärtechnische Anlagen installiert werden muss sämtliches anfallendes Schmutzwasser in einen Pumpenschacht geleitet werden. Von da aus wird es in die öffentliche Kanalisation gefördert.

Flussbild des Wassers

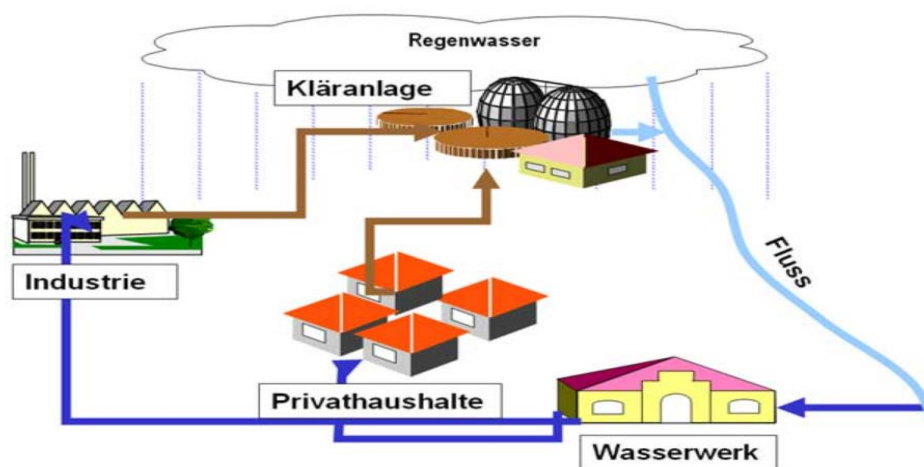


Abbildung 7.14 Wasserkreislauf
(Quelle: Internet, www.wikipedia.com)

7.7 Ver- und Entsorgungsleitungen

Materialwahl der Ver- und Entsorgungsleitungen

7.7.1 Wasser

Hausanschlussleitung: HD-PE 100 Serie 5 Rohre PN 16. Alternativ Serie 8 Rohre PN 10

Kaltwasserversorgung: Edelstahlrohre, PE-X Rohre

Warmwasserversorgung: Edelstahlrohre, PE-X Rohre

Zirkulationsleitungen: PE-X Rohre



Abbildung 7.15 Edelstahlrohre mit Regel und Absperrarmaturen
(Quelle: Intenet, www.nussbaum.ch)



Abbildung 7.16 Rohrmaterial zur Verteilung von Warm und Kaltwasser sowie Zirkulationsleitungen
(Quelle: Internet, www.nussbaum.ch)

7.7.2 Schmutzwasser

Schmutzwasserleitungen: Kunststoffrohre Schwarz eingefärbt verschweisst (Untergeschoss)

Schmutzwasserleitungen: Kunststoffrohre Schwarz eingefärbt Schallgedämmt (Wohn, Laden, Bürobereich)



Abbildung 7.17 Rohrcombination aus Abwasserrohren
(Quelle: Internet, www.geberit.com)

Grundleitungen: Kunststoffrohre Schwarz eingefärbt verschweisst unter Umständen Doppelwandig

Kanalisation: Kunststoffrohre Schwarz eingefärbt verschweisst unter Umständen Doppelwandig



Abbildung 7.18 Rohre aus Kunststoff Doppelwandig für Grundleitungen
(Quelle: Internet, www.wkt-online.de)

7.7.3 Fettabscheider

Hauptbehälter aus Kunststoff oder alternativ aus Edelstahl.

Im Projekt ist kein Fettabscheider vorgesehen. Da das Restaurant weniger als 300 Mahlzeiten ausschöpft. Die Installation wird jedoch so erstellt damit dies nachträglich möglich ist.



Abbildung 7.19 Fettabscheideanlage aus Kunststoff
(Quelle: Internet, www.eco.at)



Abbildung 7.20 Fettabscheideanlage aus Edelstahl
(Quelle: Internet, www.eco.at)

Rohrmaterialwahl: Kunststoffrohre Schwarz eingefärbt verschweisst

7.7.4 Regenwasser

Regenwasserleitungen: Kunststoffrohre Schwarz eingefärbt Schallgedämmt

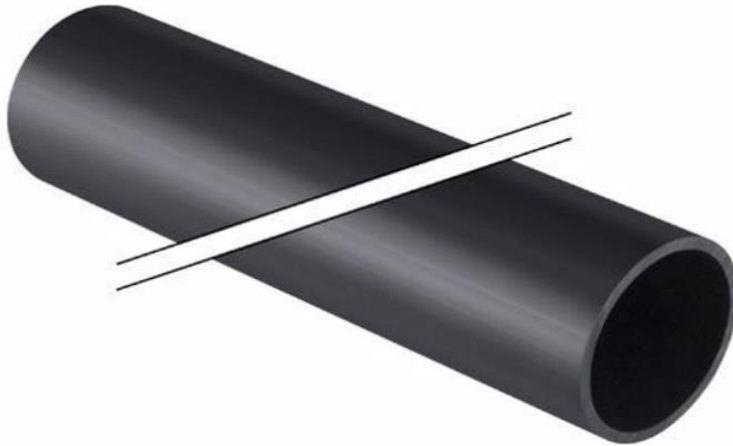


Abbildung 7.21 Kunststoffrohr Silent (Schallgedämmt)
(Quelle: Internet, www.fischer-ag.ch)

Dämmung der Regenwasserrohre: Armacell Isolation



Abbildung 7.22 Dämmschlauch Luftdicht
(Quelle: Internet, www.armacell.com)

7.7.5 Entwässerung der Untergeschosse

Einstellhalle: Entwässerung mittel Entwässerungsrinnen. Diese werden auf einen Schlammsammler geführt und anschliessend in den Pumpenschacht.

Rohrmaterial: Kunststoffrohre Schwarz eingefärbt verschweisst unter Umständen Doppelwandig

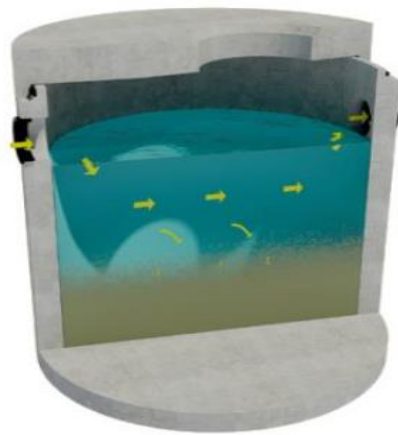


Abbildung 7.23 Sammelschacht
(Quelle: Internet, www.creabeton.ch)



Abbildung 7.24 Befahrbare Rinne
(Quelle: Internet, www.creabeton.ch)

Sanitäranlagen: Angeschlossen direkt an die Grundleitung die in den Pumpenschacht führt.

Schmutzwasserleitungen: Kunststoffrohre Schwarz eingefärbt verschweisst (Apparateanschlüsse)

Grundleitungen: Kunststoffrohre Schwarz eingefärbt verschweisst unter Umständen Doppelwandig

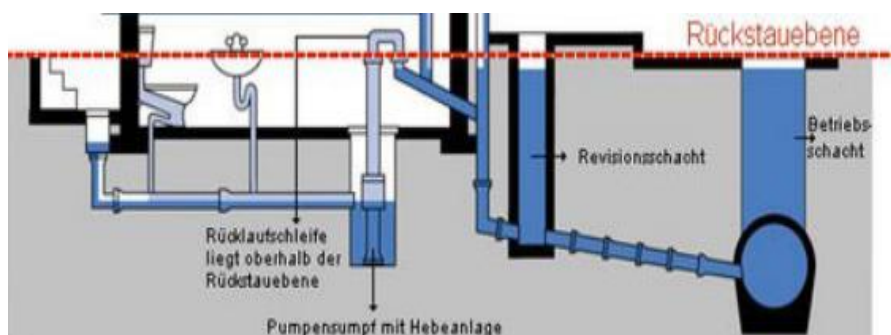


Abbildung 7.25 Schnitt Hebeanlagen unter der Rückstauenebene
(Quelle: Internet, www.baunetzwissen.de)

8 Mess- Steuer und Regeltechnik

8.1 Heizung

8.1.1 Anlagenidentifizierung

| Anlagen | | | |
|-------------------------------|--------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Anlage(n): | H01 | Wärmeerzeugung | |
| | H02 | Wärmeverteilung | |
| | H11 | Heizgruppe DSP ²¹ Büro | |
| | H21 | Heizgruppe DSP Erdgeschoss | |
| | H31 | Heizgruppe FBH ²² | |
| | H41 | Heizgruppe Lüftungsanlagen | |
| | K02 | Kälteverteilung | |
| | K11 | Kältegruppe DSP Büro | |
| | K21 | Kältegruppe DSP Erdgeschoss | |
| | K31 | Kältegruppe FBK ²³ | |
| | K41 | Kältegruppe Lüftungsanlagen | |
| Medien: | Kälte | 22°C / 16°C | |
| | Wärme | 35°C / 28°C | |
| Schaltgerätekombination (SGK) | | | |
| SGK: | 01-UV.HLK.01 | MSRL | Technikraum Untergeschoss |
| Einspeisung SGK: | Hauptstrom | 3x400V / kein Notstrom | |
| | Steuerstrom | 1x230V | |

Tabelle 8.1 Anlagenidentifizierung der Heizungsanlage
(Quelle: selber erstellt)

²¹ DSP = Deckenstrahlplatten, Wärme – und Kälteabgabesystem

²² FBH = Fussbodenheizung, Wärme – und Kälteabgabesystem

²³ FBK = Fussbodenkühlung, Wärme – und Kälteabgabesystem

8.1.2 H01 Wärmeerzeugung

Anlagebeschrieb:

Die Wärmeerzeugung besteht einzig und allein aus einer Exergiemaschine. Die zentrale Komponente in der Heizungsanlage ist der Energiepufferspeicher mit einem Fassungsvermögen von 49 m³.

In diesem werden alle allfallenden und nutzbaren Energien der Abwärme von Kälteanlagen und der thermischen Solaranlage gespeichert. So kann genügend Energie für die ganze Wärmeenergie gespeichert werden.

Die Exergiemaschine erstellt anschliessend nur noch die gewünschte Temperaturschichtung im Energiespeicher.

Betriebs- / Steuerungs- und Regelungskonzept:

Die platzierten Fühler im Speicher melden der Regulierung den Bedarf an Wärmeenergie. Dieser Bedarf wird direkt den Kälteanlagen sowie der thermischen Solaranlage weitergeleitet. Das Volumen für die unterschiedlichen Temperaturen muss in der Ausführungsplanung noch genauer definiert werden.

Da die Laufzeiten der Kälteanlagen entweder von den Kühlstellen der GWK Anlage oder der Aussentemperatur abhängig sind, liefern diese ihre Abwärmeenergie immer in den Speicher. Vorausgesetzt ist natürlich die Möglichkeit von Energieaufnahme im Speicher.

Auch die thermische Solaranlage transportiert so viel Energie wie möglich in den Pufferspeicher. Diese kann ausserdem über drei mögliche Abgabebzonen (separate Wärmetauscher) im Speicher die Energie abgeben. So kann die Anlage Temperaturen bis 30 °C noch Energie liefern.

Das Abstimmen der einzelnen Energiequellen ist anspruchsvoll. Es muss eine Priorisierungsschaltung zwischen den einzelnen Quellen geben. Bedeutet, dass die Quelle mit den höchsten Temperaturen und der höchsten Energiemenge die Energie im Speicher abgeben soll.

Die Exergiemaschine wird zugeschaltet, sobald die Temperatur beim integrierten Brauchwarmwasserspeicher unter 58 °C sinkt. Diese kühlt den unteren Bereich des Speichers ab und somit können wieder Energien der Quellen aufgenommen werden.

Sobald der Ist-Wert beim Hauptvorlauftemperaturfühler während einer Verzögerung in Kelvinstunden unter dem errechneten Sollwert liegt, wird die Nachwärmung eingeschaltet. Der Sollwert für den Hauptvorlauf wird aus dem Sollwert der Heizungsgruppe H02 mit einer Überhöhung errechnet.

Um die Redundanz sicherzustellen werden zwei Elektroeinsätze für das Erwärmen des BWW im Speicher verbaut. Diese kommen nur während Revisionsarbeiten der Exergiemaschine zum Einsatz.

8.1.3 Bedienung der Wärmeerzeugung

Freigabe der Anlagen:

Die Freigabe der Ertrags - Anlagen erfolgt durch eine Priorisierungsschaltung und den Temperaturen im Speicher.

Um die Exergiemaschine freizugeben müssen die Temperaturfühler für das BWW Bedarf anmelden.

Softwareschalter:

Die Betriebsart der Exergiemaschine kann auf der Vorortbedienung oder auf der Managementebene über den Softwareschalter gewählt werden.

| Schalter | Bezeichnung | Positionen | Bedienlevel: |
|---------------------|-----------------|--------------|--------------|
| H01 Exergiemaschine | Anlagenschalter | AUTO-AUS-EIN | Bediener |

Tabelle 8.2 Auflistung der Softwareschalter der Heizungsanlage
(Quelle: selber erstellt)

- Position **AUTO (normale Schalterstellung)**:
 - Die Exergiemaschine wird automatisch nach Anforderung eingeschaltet.
- Position **AUS**:
 - Die Exergiemaschine ist ausgeschaltet (darf nur für Revisionszwecke geschehen).
- Position **EIN**:
 - Die Exergiemaschine wird eingeschaltet und läuft im Dauerbetrieb.

8.1.4 H02 Wärmeverteilung

Anlagebeschrieb:

Der Anlagenteil besteht aus einem Energiespeicher und dem Hauptvor- und Hauptrücklauf temperaturfühler sowie vier Heizgruppen mit Beimischschaltungen. Der Speicher wird durch Nutzung der Abwärme (AWN) von der gewerblichen Kälteanlage (GWK) und der Klimakälte Anlage, einer thermischen Solaranlage und mit Elektroheizeinsätzen, die mit der Fassaden PV Anlage betrieben werden, beheizt. Die Steuer- und Regelfunktionen dieser AWN übernimmt das System der GWK.

Betriebs- / Steuerungs- und Regelungskonzept:

Die Anforderung der Anlage erfolgt über die Bedarfsmeldung der Lüftungsanlagen, der Deckenstrahlplatten oder der Heizgruppe (FBH). Bei Wärmebedarf werden die Umwälzpumpe gestartet. Fällt die Vorlauf temperatur unter den höchsten anstehenden Sollwert, wird eine Bedarfsmeldung an die Nachwärmung (Exergiemaschine) ausgegeben. Diese bleibt bestehen, bis der Speicher geladen ist oder keine Wärme mehr gefordert wird.

Steht kein Wärmebedarf an, werden die Pumpe und die Regelung mit einer Nachlaufzeit ausgeschaltet.

8.1.5 Bedienung der Wärmeverteilung

Freigabe der Anlagen:

Die Freigabe der Anlage erfolgt durch die Lüftungsanlagen und die Heizgruppen.

Temperaturregelung:

Sobald mindestens eine Gruppe Wärme anfordert, schaltet die Umwälzpumpe ein und versorgt die entsprechende Gruppe mit Wärme.

Die Wärmeübergabe wird ausgeschaltet, wenn kein Bedarf der Bezüger vorhanden ist. Die Wärmebedarfsmeldung an H01 wird ausgeschaltet. Nach einer einstellbaren Verzögerungszeit wird die Umwälzpumpe ausgeschaltet und die Ventile geschlossen.

| Sollwerte (frei verstellbar): | | | | | Bedienlevel: |
|--|----------------------|--|----|------|--------------|
| Vorlauftemperatur Bei Anforderung Lüftung | Sollwert Lüftung | | 35 | °C | Service |
| Vorlauftemperatur Bei Anforderung DSP / FBH | Sollwert DSP / FBH | | 35 | °C | Service |
| Nachlauf Pumpe | Sollwert Verzögerung | | 5 | Min. | Service |
| Vorlauftemperatur | Sollwert Überhöhung | | 0 | K | Service |

Tabelle 8.3 Auflistung der Sollwerte der Wärmeabgabe
(Quelle: selber erstellt)

Schnittstellen:

| Datenpunktbezeichnung | 01-UV.HLKS.01 | Richtung | SGK Siemens |
|----------------------------------|---------------|----------|-------------|
| Wärmeanforderung DSP Büro | Eingang | ← | Ausgang |
| Wärmeanforderung DSP EG | Eingang | ← | Ausgang |
| Wärmeanforderung Lüftungsanlagen | Eingang | ← | Ausgang |

Tabelle 8.4 Auflistung der Schnittstellen der Wärmeabgabe
(Quelle: selber erstellt)

8.1.6 H11 Heizgruppe DSP Büro

Anlagebeschrieb:

Der **Bürobereich** wird mithilfe von aktivierten Heiz- und Kühldecken die Wärme oder Kälte abgegeben dabei eine behagliche Raumlufttemperatur erreicht. Aufgrund der hohen Flexibilität, die heute in Büroräumlichkeiten verlangt wird, werden die Räumlichkeiten in Zonen aufgeteilt, die über einen Raumfühler reguliert werden. Die Heiz-Kühldecken werden pro Anschluss mit Druckunabhängigen Regelventilen für einen optimalen Betrieb auch im Teillastfall ausgerüstet.

Betriebs- / Steuerungs- und Regelungskonzept:

Die Wärmeanforderung an die Wärmeverteilung Büro erfolgt sobald die gemittelte Aussentemperatur (24-Stundenmittel) die Heizgrenze TAG bzw. Nacht unterschritten hat bzw. wenn die Heizgruppe von Hand eingeschaltet wird. Der Vorlauftemperatursollwert gemäss Aussentemperatur-Schiebung dient als Sollwert Vorlauftemperatur Wärmeverteilung. Sobald die gemittelte Aussentemperatur oder die direkte Aussentemperatur die Heizgrenze TAG bzw. Nacht überschritten hat, wird die Bedarfsmeldung zurückgesetzt. Über ein Zeitschaltprogramm wird die Heizgrenze zwischen TAG und Nacht umgeschaltet. Nachts, wenn die gemittelte Aussentemperatur (24-Stundenmittel) die Heizgrenze Nacht unterschritten hat, wird der errechnete Vorlauftemperatursollwert um einen einstellbaren Wert abgesenkt (Nachtabenkung).

Die Kälteanforderung an die Kälteverteilung Büro erfolgt sobald die gemittelte Aussentemperatur (24-Stundenmittel) die Heizgrenze TAG überschritten hat bzw. wenn die Kühlgruppe von Hand eingeschaltet wird. Der Vorlauftemperatursollwert gemäss Aussentemperatur-Schiebung dient als Sollwert Vorlauftemperatur Kälteverteilung

Anlagedaten:

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| Leistung: | 30 kW |
| Volumenstrom: | 3.68 m ³ /h |
| Auslegetemperaturen Heizen: | 35 / 28 °C |

8.1.7 Bedienung der Wärmeverteilung

Freigabe der Anlagen:

Die Freigabe der Anlage erfolgt im Automatikbetrieb über die Heizgrenze. Die Umschaltung der Heizgrenze zwischen TAG und Nacht erfolgt über das folgende Zeitschaltprogramm:

| Zeitschaltprogramm TAG/NACHT Umschaltung: | | | | | | | |
|---|--------|----------|----------|------------|---------|---------|---------|
| Tag \ Zustand | Montag | Dienstag | Mittwoch | Donnerstag | Freitag | Samstag | Sonntag |
| TAG | 05.00 | 05.00 | 05.00 | 05.00 | 05.00 | 05.00 | 05.00 |
| NACHT | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 |
| TAG | | | | | | | |
| NACHT | | | | | | | |

Tabelle 8.5 Zeitschaltprogramm Gruppe DSP Büro
(Quelle: selber erstellt)

Die Heizgrenze wird mittels der Unterschreitung des 24h Mittelwertes der Aussentemperatur ermittelt. Bei der Ausschaltung bzw. der Überschreitung der Heizgrenze wird der aktuelle Istwert der Aussentemperatur betrachtet.

| Einflussgrösse | Einflussmöglichkeit | Bedienlevel: |
|------------------|--|--------------|
| Heizgrenze TAG | Grenzwert (XGWD) zwischen 8 – 12 °C (Vorgabe 10 °C) | Bediener |
| Heizgrenze Nacht | Grenzwert (XGWN) zwischen 6 – 12 °C (Vorgabe 8 °C) | Bediener |

Tabelle 8.6 Einflussgrößen zur Beeinflussung der Heizkurve
(Quelle: selber erstellt)

Temperatureinstellung:

| Einflussgrösse | Einflussmöglichkeit | Bedienlevel: |
|----------------|--|--------------|
| Raumtemperatur | Sollwert (XWRT) zwischen 20 – 24 °C (Vorgabe 21 °C) | Bediener |

Tabelle 8.7 Einflussgrößen zur Beeinflussung der Temperatursollwerten
(Quelle: selber erstellt)

Softwareschalter Heizgruppe DSP Büro:

Die Betriebsart der Heizgruppe kann auf der Vorortbedienung oder auf der Managementebene über den Softwareschalter gewählt werden.

| Schalter | Bezeichnung | Positionen | Bedienlevel: |
|----------------|-----------------|--------------------|--------------|
| H21 Heizgruppe | Anlagenschalter | AUTO-AUS-TAG-NACHT | Bediener |

Tabelle 8.8 Softwareschalter zur HG DSP Büro
(Quelle: selber erstellt)

- Position **AUTO (normale Schalterstellung):**
 - Die Heizgruppe wird automatisch nach der Heizgrenze oder dem Energiemanagement gesteuert.
- Position **AUS:**
 - Die Heizgruppe ist ausgeschaltet
- Position **TAG:**
 - Die Heizgruppe wird eingeschaltet und in der Betriebsart TAG betrieben.
- Position **NACHT:**
 - Die Heizgruppe wird eingeschaltet und in der Betriebsart NACHT betrieben

Temperaturregelung – Heizkurve:

Der Vorlauftemperatursollwert wird nach der Witterungstemperatur errechnet (Witterungstemperaturgeführte Vorlauftemperaturregelung).

Zusätzlich kann der Vorlauftemperatursollwert über das Verstellen der Raumtemperaturvorgabe (x_{WRT}) beeinflusst werden. Hierbei wird x_{WRT} mit der Raumreferenz (x_{REF}) verglichen und je nach Abweichung der beiden, die Kurve des Vorlauftemperatursollwertes um die Schiebung (x_{MOV}) erhöht bzw. abgesenkt. Die Schiebung wird durch (x_{MAX}) und (x_{MIN}) begrenzt

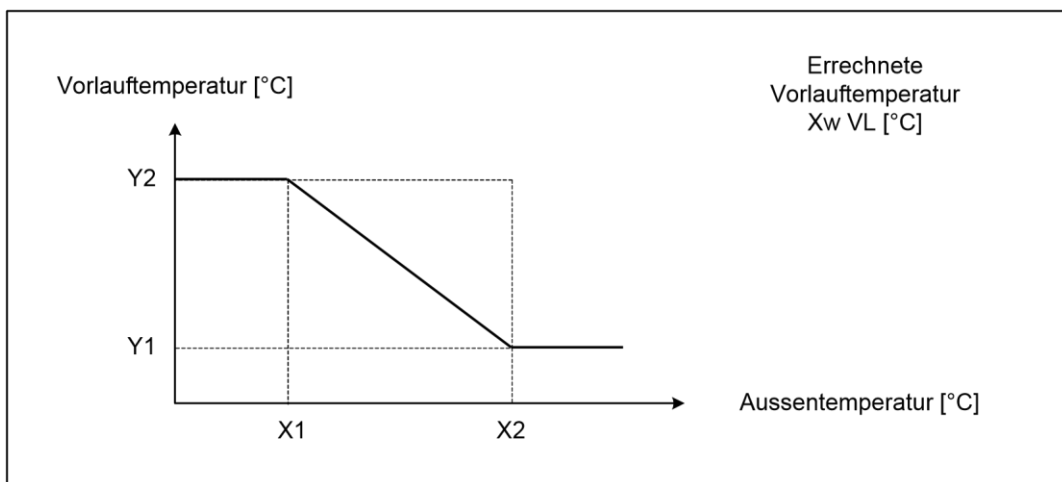


Abbildung 8.1 Darstellung einer Heizkurve
(Quelle: Eicher + Pauli AG)

| Sollwerte (frei verstellbar): | | | | | Bedienlevel: |
|-------------------------------|---|------|-----|------|---------------|
| Aussentemperatur | | X1 | -4 | °C | Administrator |
| | | X2 | 10 | °C | Administrator |
| Vorlauftemperatur | | Y1 | 28 | °C | Service |
| | | Y2 | 35 | °C | Service |
| Raumreferenztemperatur | | XREF | 21 | °C | Administrator |
| Schiebung wärmer/kühler | Zuschlag / Abzug auf VL-Temperatur Y1 – Y4 pro °C-Abweichung auf Raumreferenz | XMOV | ± 1 | K/°C | Service |
| Begrenzung VL-Temp. max. | | XMAX | 45 | °C | Administrator |
| Begrenzung VL-Temp. min. | | XMIN | 25 | °C | Administrator |
| Nachlauf Umwälzpumpe | | | 2 | Min | Administrator |
| Nachtabenkung | Sollwert Absenkung Vorlauf | | 0 | K | Service |
| Temperaturalarm | Grenzwert xs VL > Temp. VL | | 5 | K | Service |
| Temperaturalarm | Sollwert Verzögerung | | 15 | Min | Service |

Tabelle 8.9 Sollwerte zur HG DSP Büro
(Quelle: selber erstellt)

8.1.8 H21 Heizgruppe DSP Erdgeschoss

Anlagebeschrieb:

Im **Erdgeschoss** werden, wie im Bürokomplex, Deckenstrahlmodule als Wärme- und Kälteabgabesystem vorgesehen. Da jedoch der Mieterausbau (BKP3) noch nicht definiert ist, werden Heiz- und Kühlabgänge für die einzelnen Mieterflächen vorgesehen

Betriebs- / Steuerungs- und Regelungskonzept:

Die Wärmeanforderung an die Wärmeverteilung Erdgeschoss erfolgt sobald die gemittelte Aussentemperatur (24-Stundenmittel) die Heizgrenze TAG bzw. Nacht unterschritten hat bzw. wenn die Heizgruppe von Hand eingeschaltet wird. Der Vorlauftemperatursollwert gemäss Aussentemperatur-Schiebung dient als Sollwert Vorlauftemperatur Wärmeverteilung. Sobald die gemittelte Aussentemperatur oder die direkte Aussentemperatur die Heizgrenze TAG bzw. Nacht überschritten hat, wird die Bedarfsmeldung zurückgesetzt. Über ein Zeitschaltprogramm wird die Heizgrenze zwischen TAG und Nacht umgeschaltet. Nachts, wenn die gemittelte Aussentemperatur (24-Stundenmittel) die Heizgrenze Nacht unterschritten hat, wird der errechnete Vorlauftemperatursollwert um einen einstellbaren Wert abgesenkt (Nachtabenkung).

Anlagedaten:

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| Leistung: | 62.5 kW |
| Volumenstrom: | 7.68 m ³ /h |
| Auslegetemperaturen Heizen: | 35 / 28 °C |

8.1.9 Bedienung der Wärmeverteilung

Freigabe der Anlagen:

Die Freigabe der Anlage erfolgt im Automatikbetrieb über die Heizgrenze. Die Umschaltung der Heizgrenze zwischen TAG und Nacht erfolgt über das folgende Zeitschaltprogramm:

| Zeitschaltprogramm TAG/NACHT Umschaltung: | | | | | | | |
|---|--------|----------|----------|------------|---------|---------|---------|
| Tag \ Zustand | Montag | Dienstag | Mittwoch | Donnerstag | Freitag | Samstag | Sonntag |
| TAG | 05.00 | 05.00 | 05.00 | 05.00 | 05.00 | 05.00 | 05.00 |
| NACHT | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 |
| TAG | | | | | | | |
| NACHT | | | | | | | |

Tabelle 8.10 Zeitschaltprogramm Gruppe DSP Erdgeschoss
(Quelle: selber erstellt)

Die Heizgrenze wird mittels der Unterschreitung des 24h Mittelwertes der Aussentemperatur ermittelt. Bei der Ausschaltung bzw. der Überschreitung der Heizgrenze wird der aktuelle Istwert der Aussentemperatur betrachtet.

| Einflussgrösse | Einflussmöglichkeit | Bedienlevel: |
|------------------|--|--------------|
| Heizgrenze TAG | Grenzwert (XGWD) zwischen 8 – 12 °C (Vorgabe 10 °C) | Bediener |
| Heizgrenze Nacht | Grenzwert (XGWN) zwischen 6 – 12 °C (Vorgabe 8 °C) | Bediener |

Tabelle 8.11 Einflussgrössen zur Beeinflussung der Heizkurve
(Quelle: selber erstellt)

Temperatureinstellung:

| Einflussgrösse | Einflussmöglichkeit | Bedienlevel: |
|----------------|--|--------------|
| Raumtemperatur | Sollwert (XWRT) zwischen 20 – 24 °C (Vorgabe 21 °C) | Bediener |

Tabelle 8.12 Einflussgrössen zur Beeinflussung der Temperatursollwerten
(Quelle: selber erstellt)

Softwareschalter Heizgruppe DSP Erdgeschoss:

Die Betriebsart der Heizgruppe kann auf der Vorortbedienung oder auf der Managementebene über den Softwareschalter gewählt werden.

| Schalter | Bezeichnung | Positionen | Bedienlevel: |
|----------------|-----------------|--------------------|--------------|
| H21 Heizgruppe | Anlagenschalter | AUTO-AUS-TAG-NACHT | Bediener |

Tabelle 8.13 Softwareschalter zur HG DSP Erdgeschoss
(Quelle: selber erstellt)

- Position **AUTO (normale Schalterstellung):**
 - Die Heizgruppe wird automatisch nach der Heizgrenze oder dem Energiemanagement gesteuert.
- Position **AUS:**
 - Die Heizgruppe ist ausgeschaltet
- Position **TAG:**
 - Die Heizgruppe wird eingeschaltet und in der Betriebsart TAG betrieben.
- Position **NACHT:**
 - Die Heizgruppe wird eingeschaltet und in der Betriebsart NACHT betrieben

Temperaturregelung – Heizkurve:

Der Vorlauftemperatursollwert wird nach der Witterungstemperatur errechnet (Witterungstemperaturgeführte Vorlauftemperaturregelung).

Zusätzlich kann der Vorlauftemperatursollwert über das Verstellen der Raumtemperaturvorgabe (x_{WRT}) beeinflusst werden. Hierbei wird x_{WRT} mit der Raumreferenz (x_{REF}) verglichen und je nach Abweichung der beiden, die Kurve des Vorlauftemperatursollwertes um die Schiebung (x_{MOV}) erhöht bzw. abgesenkt. Die Schiebung wird durch (x_{MAX}) und (x_{MIN}) begrenzt

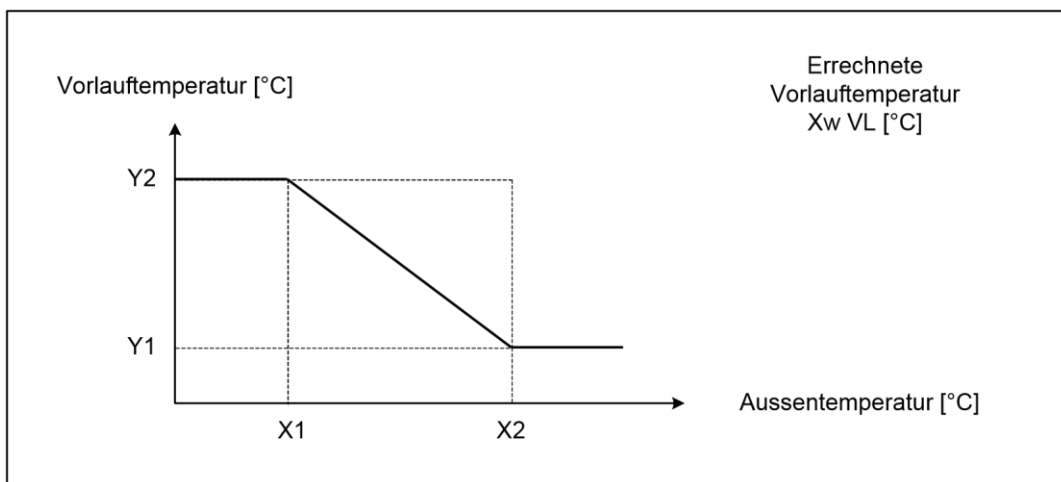


Abbildung 8.2 Darstellung einer Heizkurve (Quelle: Eicher + Pauli AG)

| Sollwerte (frei verstellbar): | | | | | Bedienlevel: |
|-------------------------------|---|------|-----|------|---------------|
| Aussentemperatur | | X1 | -4 | °C | Administrator |
| | | X2 | 10 | °C | Administrator |
| Vorlauftemperatur | | Y1 | 28 | °C | Service |
| | | Y2 | 35 | °C | Service |
| Raumreferenztemperatur | | XREF | 21 | °C | Administrator |
| Schiebung wärmer/kühler | Zuschlag / Abzug auf VL-Temperatur Y1 – Y4 pro °C-Abweichung auf Raumreferenz | XMOV | ± 1 | K/°C | Service |
| Begrenzung VL-Temp. max. | | XMAX | 45 | °C | Administrator |
| Begrenzung VL-Temp. min. | | XMIN | 25 | °C | Administrator |
| Nachlauf Umwälzpumpe | | | 2 | Min | Administrator |
| Nachtabenkung | Sollwert Absenkung Vorlauf | | 0 | K | Service |
| Temperaturalarm | Grenzwert xs VL > Temp. VL | | 5 | K | Service |
| Temperaturalarm | Sollwert Verzögerung | | 15 | Min | Service |

Tabelle 8.14 Sollwerte zur HG DSP Erdgeschoss
(Quelle: selber erstellt)

8.1.10 H31 Heizgruppe Fussbodenheizung

Anlagebeschrieb:

In den **Wohnungen** wird zur Abdeckung der Heiz- und Kühllast eine Fussbodenheizung vorgesehen. Zum Erschliessen der einzelnen Räume mit Fussbodenheizung werden druckunabhängige FBH Verteiler vorgesehen. Diese sind zur verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung mit Wärmezählern ausgerüstet. Ab den FBH Verteilern wird die Fussbodenheizung mit Wärme oder Kälte versorgt.

Zur individuellen Raumtemperaturregulierung werden die Räume mit einem elektrischen Raumtemperaturregler (verstellbar zwischen Heizen/Kühlen) ausgerüstet. Die Bodenheizungsrohre sind 100% Sauerstoffdiffusionsdicht. Diese werden auf den bauseitigen Bodendämmplatten verlegt und anschliessend bauseitig mit mindestens 5 cm Zement oder Anhydrit übergossen.

Die Vor- und Rücklauftemperaturen werden möglichst tief gewählt. Die Vorlauf-temperatur wird auf max. 35°C im Heizfall und im Kühlfall auf max. 18°C ausgelegt.

Betriebs- / Steuerungs- und Regelungskonzept:

Die Wärmeanforderung an die Wärmeverteilung Restaurant erfolgt sobald die gemittelte Aussentemperatur (24-Stundenmittel) die Heizgrenze TAG bzw. Nacht unterschritten hat bzw. wenn die Heizgruppe von Hand eingeschaltet wird. Der Vorlauftemperatursollwert gemäss Aussentemperatur-Schiebung dient als Sollwert Vorlauftemperatur Wärmeverteilung Restaurant geregelt. Sobald die gemittelte Aussentemperatur oder die direkte Aussentemperatur die Heizgrenze TAG bzw. Nacht überschritten hat, wird die Bedarfsmeldung zurückgesetzt. Über ein Zeitschaltprogramm wird die Heizgrenze zwischen TAG und Nacht umgeschaltet. Nachts, wenn die gemittelte Aussentemperatur (24-Stundenmittel) die Heizgrenze Nacht unterschritten hat, wird der errechnete Vorlauftemperatursollwert um einen einstellbaren Wert abgesenkt (Nachtabenkung).

Anlagedaten:

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| Leistung: | 60 kW |
| Volumenstrom: | 7.37 m ³ /h |
| Auslegetemperaturen Heizen: | 35 / 28 °C |

8.1.11 Bedienung der Wärmeverteilung

Freigabe der Anlagen:

Die Freigabe der Anlage erfolgt im Automatikbetrieb über die Heizgrenze. Die Umschaltung der Heizgrenze zwischen TAG und Nacht erfolgt über das folgende Zeitschaltprogramm:

| Zeitschaltprogramm TAG/NACHT Umschaltung: | | | | | | | |
|---|--------|----------|----------|------------|---------|---------|---------|
| Tag \ Zustand | Montag | Dienstag | Mittwoch | Donnerstag | Freitag | Samstag | Sonntag |
| TAG | 04.00 | 04.00 | 04.00 | 04.00 | 04.00 | 06.00 | 06.00 |
| NACHT | 22.00 | 22.00 | 22.00 | 22.00 | 22.00 | 23.00 | 23.00 |
| TAG | | | | | | | |
| NACHT | | | | | | | |

Tabelle 8.15 Zeitschaltprogramm Gruppe FBH
(Quelle: selber erstellt)

Die Heizgrenze wird mittels der Unterschreitung des 24h Mittelwertes der Aussentemperatur ermittelt. Bei der Ausschaltung bzw. der Überschreitung der Heizgrenze wird der aktuelle Istwert der Aussentemperatur betrachtet.

| Einflussgrösse | Einflussmöglichkeit | Bedienlevel: |
|------------------|--|--------------|
| Heizgrenze TAG | Grenzwert (XGWD) zwischen 8 – 12 °C (Vorgabe 10 °C) | Bediener |
| Heizgrenze Nacht | Grenzwert (XGWN) zwischen 6 – 12 °C (Vorgabe 8 °C) | Bediener |

Tabelle 8.16 Einflussgrössen zur Beeinflussung der Heizkurve
(Quelle: selber erstellt)

Temperatureinstellung:

| Einflussgrösse | Einflussmöglichkeit | Bedienlevel: |
|----------------|--|--------------|
| Raumtemperatur | Sollwert (XWRT) zwischen 20 – 24 °C (Vorgabe 21 °C) | Bediener |

Tabelle 8.17 Einflussgrössen zur Beeinflussung der Temperatursollwerten
(Quelle: selber erstellt)

Softwareschalter Heizgruppe FBH:

Die Betriebsart der Heizgruppe kann auf der Vorortbedienung oder auf der Managementebene über den Softwareschalter gewählt werden.

| Schalter | Bezeichnung | Positionen | Bedienlevel: |
|----------------|-----------------|--------------------|--------------|
| H21 Heizgruppe | Anlagenschalter | AUTO-AUS-TAG-NACHT | Bediener |

Tabelle 8.18 Softwareschalter zur HG FBH
(Quelle: selber erstellt)

- Position **AUTO (normale Schalterstellung):**
 - Die Heizgruppe wird automatisch nach der Heizgrenze oder dem Energiemanagement gesteuert.
- Position **AUS:**
 - Die Heizgruppe ist ausgeschaltet
- Position **TAG:**
 - Die Heizgruppe wird eingeschaltet und in der Betriebsart TAG betrieben.
- Position **NACHT:**
 - Die Heizgruppe wird eingeschaltet und in der Betriebsart NACHT betrieben

Temperaturregelung – Heizkurve:

Der Vorlauftemperatursollwert wird nach der Witterungstemperatur errechnet (Witterungstemperaturgeführte Vorlauftemperaturregelung).

Zusätzlich kann der Vorlauftemperatursollwert über das Verstellen der Raumtemperaturvorgabe (x_{WRT}) beeinflusst werden. Hierbei wird x_{WRT} mit der Raumreferenz (x_{REF}) verglichen und je nach Abweichung der beiden, die Kurve des Vorlauftemperatursollwertes um die Schiebung (x_{MOV}) erhöht bzw. abgesenkt. Die Schiebung wird durch (x_{MAX}) und (x_{MIN}) begrenzt

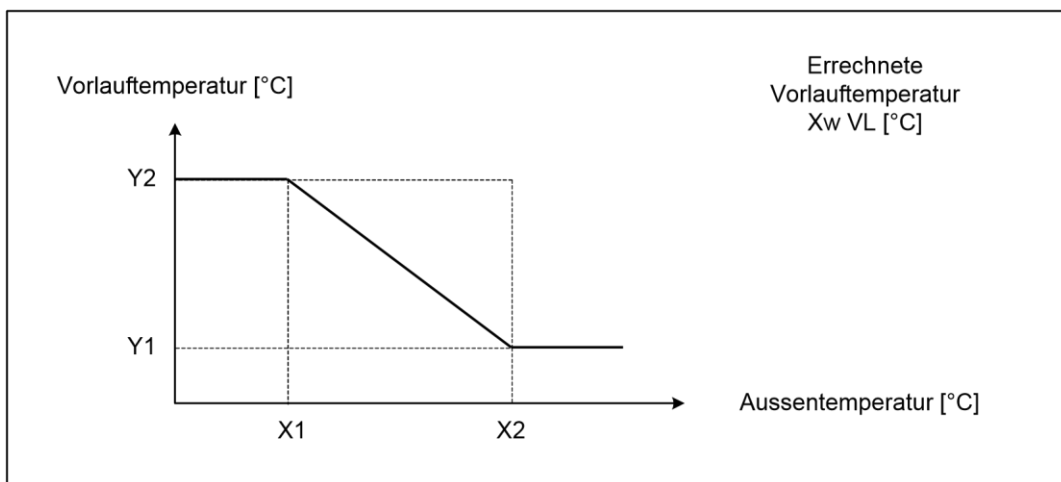


Abbildung 8.3 Darstellung einer Heizkurve
(Quelle: Eicher + Pauli AG)

| Sollwerte (frei verstellbar): | | | | | Bedienlevel: |
|-------------------------------|---|------|-----|------|---------------|
| Aussentemperatur | | X1 | -4 | °C | Administrator |
| | | X2 | 10 | °C | Administrator |
| Vorlauftemperatur | | Y1 | 28 | °C | Service |
| | | Y2 | 35 | °C | Service |
| Raumreferenztemperatur | | XREF | 21 | °C | Administrator |
| Schiebung wärmer/kühler | Zuschlag / Abzug auf VL-Temperatur Y1 – Y4 pro °C-Abweichung auf Raumreferenz | XMOV | ± 1 | K/°C | Service |
| Begrenzung VL-Temp. max. | | XMAX | 45 | °C | Administrator |
| Begrenzung VL-Temp. min. | | XMIN | 25 | °C | Administrator |
| Nachlauf Umwälzpumpe | | | 2 | Min | Administrator |
| Nachtabenkung | Sollwert Absenkung Vorlauf | | 0 | K | Service |
| Temperaturalarm | Grenzwert xs VL > Temp. VL | | 5 | K | Service |
| Temperaturalarm | Sollwert Verzögerung | | 15 | Min | Service |

Tabelle 8.19 Sollwerte zur HG FBH
(Quelle: selber erstellt)

8.1.12 Heizgruppen Lufterhitzer

Auf die Lüftungsgruppen wird nicht weiter eingegangen, da diese nicht Bestandteil der Aufgabenstellung sind.

8.1.13 Klimakälteerzeugung

Siehe unter *ABSCHNITT 8.2*

8.1.14 H11 Kältegruppe DSP Büro

Anlagebeschrieb:

VERWEIS, ANLAGEBESCHRIEB H11 HEIZGRUPPE DSP BÜRO

Betriebs- / Steuerungs- und Regelungskonzept:

Die Kälteanforderung an die Kälteverteilung Büro erfolgt sobald die gemittelte Aussentemperatur (24-Stundenmittel) die Kühlgrenze TAG überschritten hat bzw. wenn die Kühlgruppe von Hand eingeschaltet wird. Der Vorlauftemperatursollwert gemäss Aussentemperatur-Schiebung dient als Sollwert Vorlauftemperatur Kälteverteilung. Sobald die gemittelte Aussentemperatur oder die direkte Aussentemperatur die Kühlgrenze unterschritten hat, wird die Bedarfsmeldung zurückgesetzt.

Die Kühldecken sind mit einer Taupunktüberwachung ausgestattet. Besteht die Gefahr von Kondensatbildung, wird die Vorlauftemperatur angehoben.

Anlagedaten:

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| Leistung: | 26.6 kW |
| Volumenstrom: | 3.67 m ³ /h |
| Auslegetemperaturen Heizen: | 16 / 22 °C |

8.1.15 Bedienung der Kälteverteilung

Freigabe der Anlagen:

Die Freigabe der Anlage erfolgt im Automatikbetrieb über die Kühlgrenze. Die Umschaltung der Kühlgrenze zwischen TAG und Nacht erfolgt über das folgende Zeitschaltprogramm:

| Zeitschaltprogramm TAG/NACHT Umschaltung: | | | | | | | |
|---|--------|----------|----------|------------|---------|---------|---------|
| Tag \ Zustand | Montag | Dienstag | Mittwoch | Donnerstag | Freitag | Samstag | Sonntag |
| TAG | 08.00 | 08.00 | 08.00 | 08.00 | 08.00 | 08.00 | 08.00 |
| NACHT | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 |
| TAG | | | | | | | |
| NACHT | | | | | | | |

Tabelle 8.20 Zeitschaltprogramm Kältegruppe DSP Büro
(Quelle: selber erstellt)

Die Kühlgrenze wird mittels der Unterschreitung des 24h Mittelwertes der Aussentemperatur ermittelt. Bei der Ausschaltung bzw. der Überschreitung der Kühlgrenze wird der aktuelle Istwert der Aussentemperatur betrachtet.

| Einflussgrösse | Einflussmöglichkeit | Bedienlevel: |
|------------------|---|--------------|
| Kühlgrenze TAG | Grenzwert (XGWD) zwischen 22 – 26 °C (Vorgabe 22 °C) | Bediener |
| Kühlgrenze Nacht | Grenzwert (XGWN) | Bediener |

Tabelle 8.21 Einflussgrößen zur Beeinflussung der Kühlkurve
(Quelle: selber erstellt)

Temperatureinstellung:

| Einflussgrösse | Einflussmöglichkeit | Bedienlevel: |
|----------------|--|--------------|
| Raumtemperatur | Sollwert (XWRT) zwischen 20 – 24 °C (Vorgabe 22 °C) | Bediener |

Tabelle 8.22 Einflussgrößen zur Beeinflussung der Temperatursollwerten
(Quelle: selber erstellt)

Softwareschalter Kühlgruppe DSP Büro:

Die Betriebsart der Kältegruppe kann auf der Vorortbedienung oder auf der Managementebene über den Softwareschalter gewählt werden.

| Schalter | Bezeichnung | Positionen | Bedienlevel: |
|-----------------|-----------------|--------------------|--------------|
| K11 Kältegruppe | Anlagenschalter | AUTO-AUS-TAG-NACHT | Bediener |

Tabelle 8.23 Softwareschalter zur KG DSP Büro
(Quelle: selber erstellt)

- Position **AUTO (normale Schalterstellung):**
 - Die Kältegruppe wird automatisch nach der Heizgrenze oder dem Energiemanagement gesteuert.
- Position **AUS:**
 - Die Kältegruppe ist ausgeschaltet
- Position **TAG:**
 - Die Kältegruppe wird eingeschaltet und in der Betriebsart TAG betrieben.
- Position **NACHT:**
 - Die Kältegruppe wird eingeschaltet und in der Betriebsart NACHT betrieben

Temperaturregelung – Kühlbetrieb:

Der Vorlauftemperatursollwert wird nach der Witterungstemperatur errechnet (Witterungstemperaturgeführte Vorlauftemperaturregelung).

Zusätzlich kann der Vorlauftemperatursollwert über das Verstellen der Raumtemperaturvorgabe (x_{WRT}) beeinflusst werden. Hierbei wird x_{WRT} mit der Raumreferenz (x_{REF}) verglichen und je nach Abweichung der beiden, die Kurve des Vorlauftemperatursollwertes um die Schiebung (x_{MOV}) erhöht bzw. abgesenkt. Die Schiebung wird durch (x_{MAX}) und (x_{MIN}) begrenzt

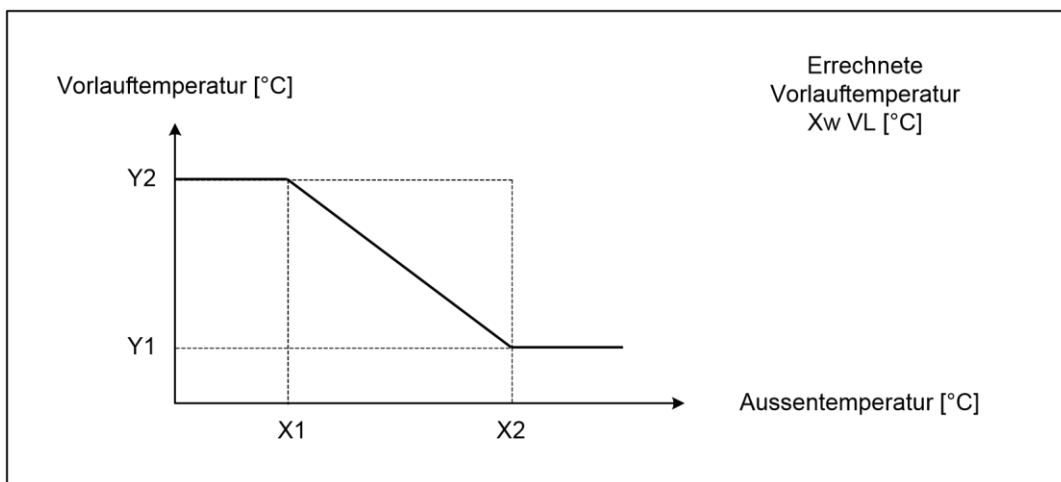


Abbildung 8.4 Darstellung einer Kühlkurve
(Quelle: Eicher + Pauli AG)

| Sollwerte (frei verstellbar): | | | | | Bedienlevel: |
|-------------------------------|---|------|-----|------|---------------|
| Aussentemperatur | | X1 | -4 | °C | Administrator |
| | | X2 | 10 | °C | Administrator |
| Vorlauftemperatur | | Y1 | 28 | °C | Service |
| | | Y2 | 35 | °C | Service |
| Raumreferenztemperatur | | XREF | 21 | °C | Administrator |
| Schiebung wärmer/kühler | Zuschlag / Abzug auf VL-Temperatur Y1 – Y4 pro °C-Abweichung auf Raumreferenz | XMOV | ± 1 | K/°C | Service |
| Begrenzung VL-Temp. max. | | XMAX | 45 | °C | Administrator |
| Begrenzung VL-Temp. min. | | XMIN | 25 | °C | Administrator |
| Nachlauf Umwälzpumpe | | | 2 | Min | Administrator |
| Nachtabsenkung | Sollwert Absenkung Vorlauf | | 0 | K | Service |
| Temperaturalarm | Grenzwert xs VL > Temp. VL | | 5 | K | Service |
| Temperaturalarm | Sollwert Verzögerung | | 15 | Min | Service |

Tabelle 8.24 Sollwerte zur KG DSP Büro
(Quelle: selber erstellt)

Die Regelung der Raumlufttemperatur erfolgt in Sequenz gemäss nachfolgendem Regeldiagramm:

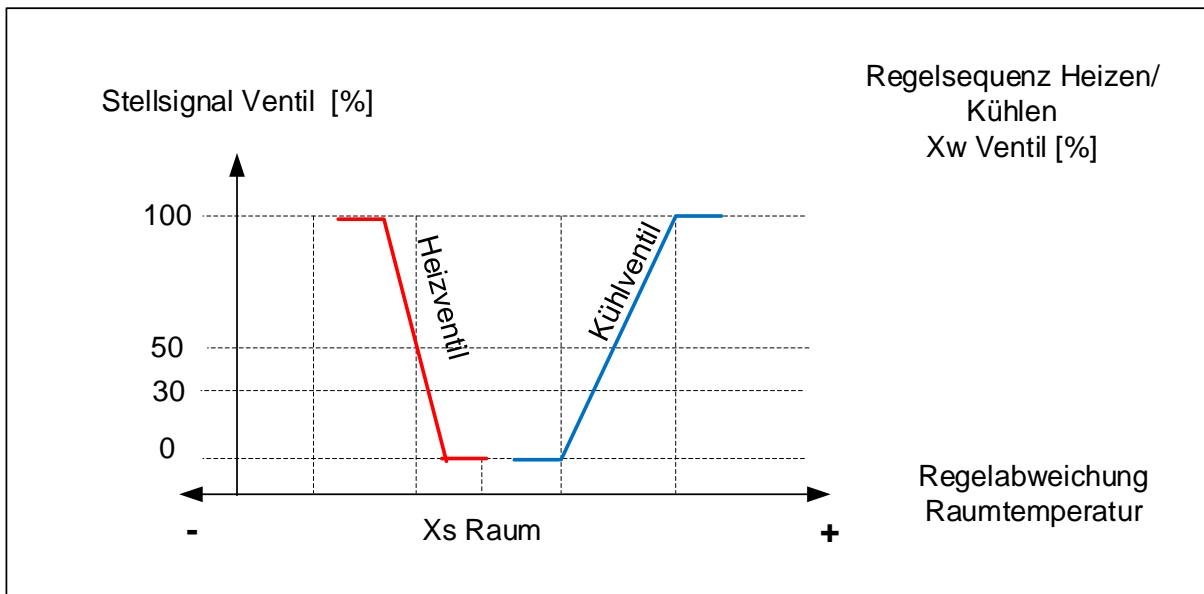


Abbildung 8.5 Darstellung Stellsignal Ventile Heizen/Kühlen
(Quelle: Eicher + Pauli AG)

| Sollwerte (frei verstellbar): | | | | |
|-------------------------------|----------------------------|---------|----|----|
| Raumtemperatur | Sollwert nach AT geschoben | Xs Raum | Xs | °C |
| Totzone | Sollwert Totzone | Xtot | 2 | K |

Tabelle 8.25 Sollwerte zur KG DSP Büro
(Quelle: selber erstellt)

8.1.16 H21 Kältegruppe DSP Erdgeschoss

Anlagebeschrieb:

VERWEIS, ANLAGEBESCHRIEB H21 HEIZGRUPPE DSP ERDGESCHOSS

Betriebs- / Steuerungs- und Regelungskonzept:

Die Kälteanforderung an die Kälteverteilung Büro erfolgt sobald die gemittelte Aussentemperatur (24-Stundenmittel) die Heizgrenze TAG überschritten hat bzw. wenn die Kühlgruppe von Hand eingeschaltet wird. Der Vorlauftemperatursollwert gemäss Aussentemperatur-Schiebung dient als Sollwert Vorlauftemperatur Kälteverteilung. Sobald die gemittelte Aussentemperatur oder die direkte Aussentemperatur die Heizgrenze unterschritten hat, wird die Bedarfsmeldung zurückgesetzt.

Die Kühldecken sind mit einer Taupunktüberwachung ausgestattet. Besteht die Gefahr von Kondensatbildung, wird die Vorlauftemperatur angehoben.

Anlagedaten:

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| Leistung: | 53.3 kW |
| Volumenstrom: | 7.64 m ³ /h |
| Auslegetemperaturen Heizen: | 16 / 22 °C |

8.1.17 Bedienung der Kälteverteilung

Freigabe der Anlagen:

Die Freigabe der Anlage erfolgt im Automatikbetrieb über die Kühlgrenze. Die Umschaltung der Kühlgrenze zwischen TAG und Nacht erfolgt über das folgende Zeitschaltprogramm:

| Zeitschaltprogramm TAG/NACHT Umschaltung: | | | | | | | |
|---|--------|----------|----------|------------|---------|---------|---------|
| Tag \ Zustand | Montag | Dienstag | Mittwoch | Donnerstag | Freitag | Samstag | Sonntag |
| TAG | 08.00 | 08.00 | 08.00 | 08.00 | 08.00 | 08.00 | 08.00 |
| NACHT | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 | 21.00 |
| TAG | | | | | | | |
| NACHT | | | | | | | |

Tabelle 8.26 Zeitschaltprogramm Kältegruppe DSP Erdgeschoss
(Quelle: selber erstellt)

Die Kühlgrenze wird mittels der Unterschreitung des 24h Mittelwertes der Aussentemperatur ermittelt. Bei der Ausschaltung bzw. der Überschreitung der Kühlgrenze wird der aktuelle Istwert der Aussentemperatur betrachtet.

| Einflussgrösse | Einflussmöglichkeit | Bedienlevel: |
|------------------|---|--------------|
| Kühlgrenze TAG | Grenzwert (XGWD) zwischen 22 – 26 °C (Vorgabe 22 °C) | Bediener |
| Kühlgrenze Nacht | Grenzwert (XGWN) | Bediener |

Tabelle 8.27 Einflussgrößen zur Beeinflussung der Kühlkurve
(Quelle: selber erstellt)

Temperatureinstellung:

| Einflussgrösse | Einflussmöglichkeit | Bedienlevel: |
|----------------|--|--------------|
| Raumtemperatur | Sollwert (XWRT) zwischen 20 – 24 °C (Vorgabe 22 °C) | Bediener |

Tabelle 8.28 Einflussgrößen zur Beeinflussung der Temperatursollwerten
(Quelle: selber erstellt)

Softwareschalter Kühlgruppe DSP Erdgeschoss:

Die Betriebsart der Kältegruppe kann auf der Vorortbedienung oder auf der Managementebene über den Softwareschalter gewählt werden.

| Schalter | Bezeichnung | Positionen | Bedienlevel: |
|-----------------|-----------------|--------------------|--------------|
| K21 Kältegruppe | Anlagenschalter | AUTO-AUS-TAG-NACHT | Bediener |

Tabelle 8.29 Softwareschalter zur KG DSP Erdgeschoss
(Quelle: selber erstellt)

- Position **AUTO (normale Schalterstellung):**
 - Die Kältegruppe wird automatisch nach der Heizgrenze oder dem Energiemanagement gesteuert.
- Position **AUS:**
 - Die Kältegruppe ist ausgeschaltet
- Position **TAG:**
 - Die Kältegruppe wird eingeschaltet und in der Betriebsart TAG betrieben.
- Position **NACHT:**
 - Die Kältegruppe wird eingeschaltet und in der Betriebsart NACHT betrieben

Temperaturregelung – Kühlbetrieb:

Der Vorlauftemperatursollwert wird nach der Witterungstemperatur errechnet (Witterungstemperaturgeführte Vorlauftemperaturregelung).

Zusätzlich kann der Vorlauftemperatursollwert über das Verstellen der Raumtemperaturvorgabe (x_{WRT}) beeinflusst werden. Hierbei wird x_{WRT} mit der Raumreferenz (x_{REF}) verglichen und je nach Abweichung der beiden, die Kurve des Vorlauftemperatursollwertes um die Schiebung (x_{MOV}) erhöht bzw. abgesenkt. Die Schiebung wird durch (x_{MAX}) und (x_{MIN}) begrenzt

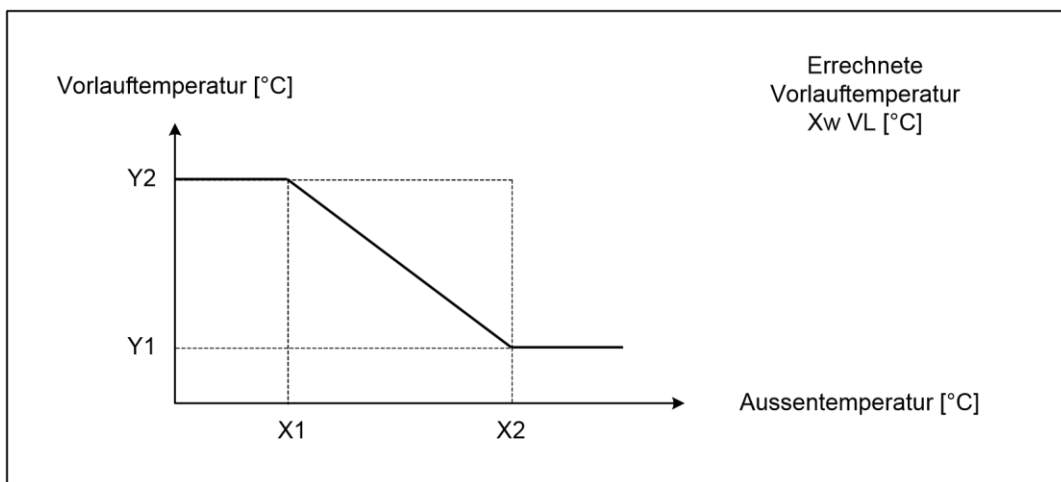


Abbildung 8.6 Darstellung einer Kühlkurve (Quelle: Eicher + Pauli AG)

| Sollwerte (frei verstellbar): | | | | | Bedienlevel: |
|-------------------------------|---|------|-----|------|---------------|
| Aussentemperatur | | X1 | -4 | °C | Administrator |
| | | X2 | 10 | °C | Administrator |
| Vorlauftemperatur | | Y1 | 28 | °C | Service |
| | | Y2 | 35 | °C | Service |
| Raumreferenztemperatur | | XREF | 21 | °C | Administrator |
| Schiebung wärmer/kühler | Zuschlag / Abzug auf VL-Temperatur Y1 – Y4 pro °C-Abweichung auf Raumreferenz | XMOV | ± 1 | K/°C | Service |
| Begrenzung VL-Temp. max. | | XMAX | 45 | °C | Administrator |
| Begrenzung VL-Temp. min. | | XMIN | 25 | °C | Administrator |
| Nachlauf Umwälzpumpe | | | 2 | Min | Administrator |
| Nachtabenkung | Sollwert Absenkung Vorlauf | | 0 | K | Service |
| Temperaturalarm | Grenzwert xs VL > Temp. VL | | 5 | K | Service |
| Temperaturalarm | Sollwert Verzögerung | | 15 | Min | Service |

Tabelle 8.30 Sollwerte zur KG DSP Erdgeschoss
(Quelle: selber erstellt)

Die Regelung der Raumlufttemperatur erfolgt in Sequenz gemäss nachfolgendem Regeldiagramm:

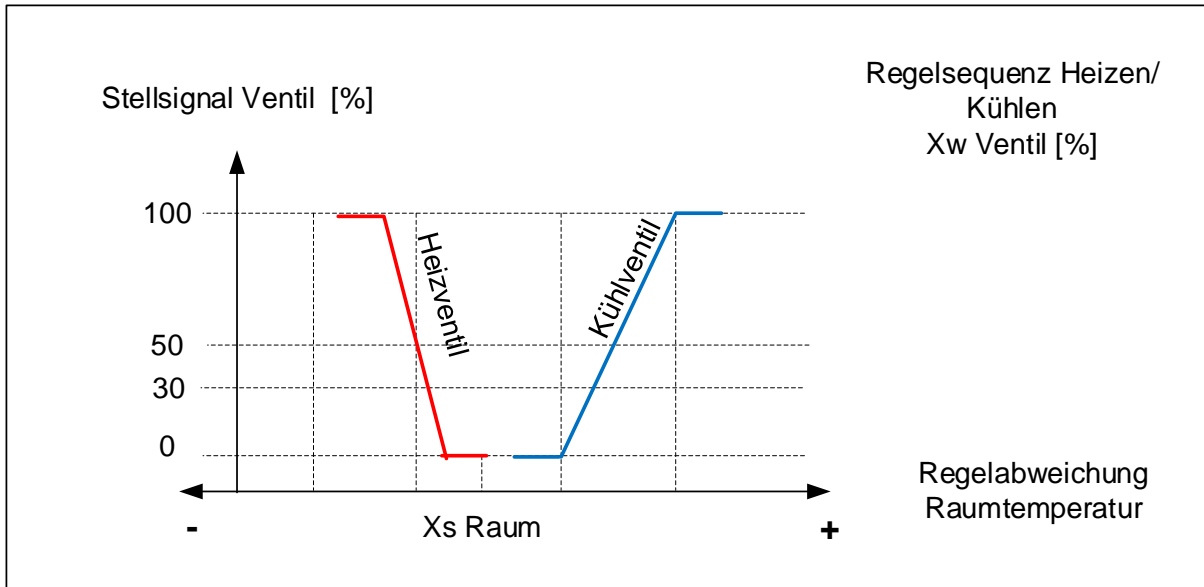


Abbildung 8.7 Darstellung Stellsignal Ventile Heizen/Kühlen
(Quelle: Eicher + Pauli AG)

| Sollwerte (frei verstellbar): | | | | |
|-------------------------------|----------------------------|---------|----|----|
| Raumtemperatur | Sollwert nach AT geschoben | Xs Raum | Xs | °C |
| Totzone | Sollwert Totzone | Xtot | 2 | K |

Tabelle 8.31 Sollwerte zur KG DSP Büro
(Quelle: selber erstellt)

8.1.18 H31 Kältegruppe Fussbodenheizung

Anlagebeschrieb:

VERWEIS, ANLAGEBESCHRIEB H31 HEIZGRUPPE FUSSBODENHEIZUNG

Betriebs- / Steuerungs- und Regelungskonzept:

Die Kälteanforderung an die Kälteverteilung Büro erfolgt sobald die gemittelte Aussentemperatur (24-Stundenmittel) die Heizgrenze TAG überschritten hat bzw. wenn die Kühlgruppe von Hand eingeschaltet wird. Der Vorlauftemperatursollwert gemäss Aussentemperatur-Schiebung dient als Sollwert Vorlauftemperatur Kälteverteilung. Sobald die gemittelte Aussentemperatur oder die direkte Aussentemperatur die Heizgrenze unterschritten hat, wird die Bedarfsmeldung zurückgesetzt.

Die Kühldecken sind mit einer Taupunktüberwachung ausgestattet. Besteht die Gefahr von Kondensatbildung, wird die Vorlauftemperatur angehoben.

Anlagedaten:

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| Leistung: | 51.1 kW |
| Volumenstrom: | 7.32 m ³ /h |
| Auslegetemperaturen Heizen: | 16 / 22 °C |

8.1.19 Bedienung der Kälteverteilung

Freigabe der Anlagen:

Die Freigabe der Anlage erfolgt im Automatikbetrieb über die Kühlgrenze. Die Umschaltung der Kühlgrenze zwischen TAG und Nacht erfolgt über das folgende Zeitschaltprogramm:

| Zeitschaltprogramm TAG/NACHT Umschaltung: | | | | | | | |
|---|--------|----------|----------|------------|---------|---------|---------|
| Tag \ Zustand | Montag | Dienstag | Mittwoch | Donnerstag | Freitag | Samstag | Sonntag |
| TAG | 04.00 | 04.00 | 04.00 | 04.00 | 04.00 | 06.00 | 06.00 |
| NACHT | 22.00 | 22.00 | 22.00 | 22.00 | 22.00 | 23.00 | 23.00 |
| TAG | | | | | | | |
| NACHT | | | | | | | |

Tabelle 8.32 Zeitschaltprogramm Kältegruppe FBH
(Quelle: selber erstellt)

Die Kühlgrenze wird mittels der Unterschreitung des 24h Mittelwertes der Aussentemperatur ermittelt. Bei der Ausschaltung bzw. der Überschreitung der Kühlgrenze wird der aktuelle Istwert der Aussentemperatur betrachtet.

| Einflussgrösse | Einflussmöglichkeit | Bedienlevel: |
|------------------|---|--------------|
| Kühlgrenze TAG | Grenzwert (XGWD) zwischen 22 – 26 °C (Vorgabe 22 °C) | Bediener |
| Kühlgrenze Nacht | Grenzwert (XGWN) | Bediener |

Tabelle 8.32 Einflussgrößen zur Beeinflussung der Kühlkurve
(Quelle: selber erstellt)

Temperatureinstellung:

| Einflussgrösse | Einflussmöglichkeit | Bedienlevel: |
|----------------|--|--------------|
| Raumtemperatur | Sollwert (XWRT) zwischen 20 – 24 °C (Vorgabe 22 °C) | Bediener |

Tabelle 8.33 Einflussgrößen zur Beeinflussung der Temperatursollwerten
(Quelle: selber erstellt)

Softwareschalter Kühlgruppe FBH:

Die Betriebsart der Kältegruppe kann auf der Vorortbedienung oder auf der Managementebene über den Softwareschalter gewählt werden.

| Schalter | Bezeichnung | Positionen | Bedienlevel: |
|-----------------|-----------------|--------------------|--------------|
| K31 Kältegruppe | Anlagenschalter | AUTO-AUS-TAG-NACHT | Bediener |

Tabelle 8.34 Softwareschalter zur KG FBH
(Quelle: selber erstellt)

- Position **AUTO (normale Schalterstellung):**
 - Die Kältegruppe wird automatisch nach der Heizgrenze oder dem Energiemanagement gesteuert.
- Position **AUS:**
 - Die Kältegruppe ist ausgeschaltet
- Position **TAG:**
 - Die Kältegruppe wird eingeschaltet und in der Betriebsart TAG betrieben.
- Position **NACHT:**
 - Die Kältegruppe wird eingeschaltet und in der Betriebsart NACHT betrieben

Temperaturregelung – Kühlbetrieb:

Der Vorlauftemperatursollwert wird nach der Witterungstemperatur errechnet (Witterungstemperaturgeführte Vorlauftemperaturregelung).

Zusätzlich kann der Vorlauftemperatursollwert über das Verstellen der Raumtemperaturvorgabe (x_{WRT}) beeinflusst werden. Hierbei wird x_{WRT} mit der Raumreferenz (x_{REF}) verglichen und je nach Abweichung der beiden, die Kurve des Vorlauftemperatursollwertes um die Schiebung (x_{MOV}) erhöht bzw. abgesenkt. Die Schiebung wird durch (x_{MAX}) und (x_{MIN}) begrenzt

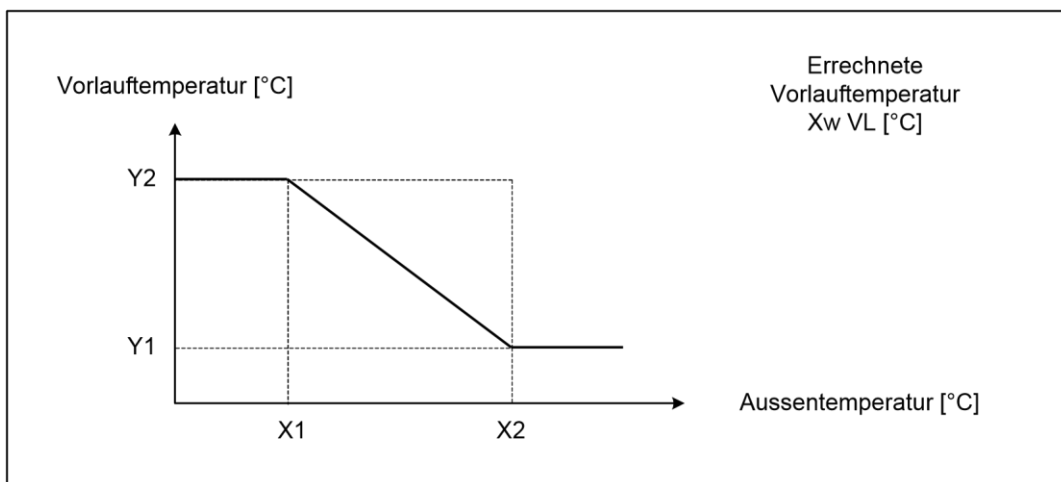


Abbildung 8.8 Darstellung einer Kühlkurve (Quelle: Eicher + Pauli AG)

| Sollwerte (frei verstellbar): | | | | | Bedienlevel: |
|-------------------------------|---|------|-----|------|---------------|
| Aussentemperatur | | X1 | -4 | °C | Administrator |
| | | X2 | 10 | °C | Administrator |
| Vorlauftemperatur | | Y1 | 28 | °C | Service |
| | | Y2 | 35 | °C | Service |
| Raumreferenztemperatur | | XREF | 21 | °C | Administrator |
| Schiebung wärmer/kühler | Zuschlag / Abzug auf VL-Temperatur Y1 – Y4 pro °C-Abweichung auf Raumreferenz | XMOV | ± 1 | K/°C | Service |
| Begrenzung VL-Temp. max. | | XMAX | 45 | °C | Administrator |
| Begrenzung VL-Temp. min. | | XMIN | 25 | °C | Administrator |
| Nachlauf Umwälzpumpe | | | 2 | Min | Administrator |
| Nachtabenkung | Sollwert Absenkung Vorlauf | | 0 | K | Service |
| Temperaturalarm | Grenzwert xs VL > Temp. VL | | 5 | K | Service |
| Temperaturalarm | Sollwert Verzögerung | | 15 | Min | Service |

Tabelle 8.35 Sollwerte zur KG FBH
(Quelle: selber erstellt)

Die Regelung der Raumlufttemperatur erfolgt in Sequenz gemäss nachfolgendem Regeldiagramm:

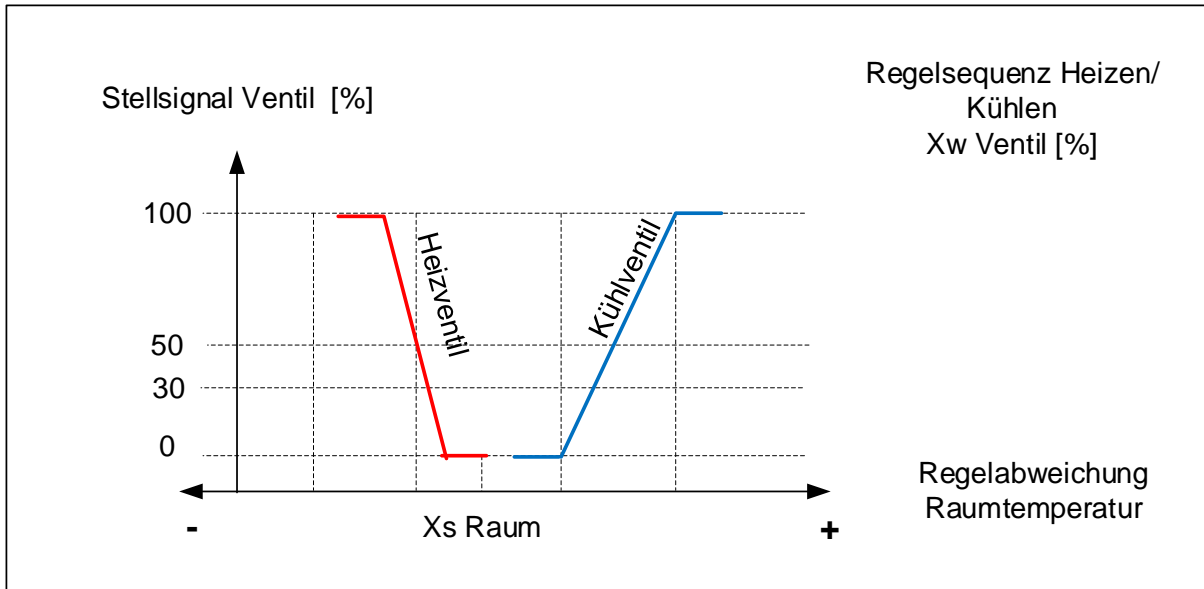


Abbildung 8.9 Darstellung Stellsignal Ventile Heizen/Kühlen (Quelle: Eicher + Pauli AG)

| Sollwerte (frei verstellbar): | | | | |
|-------------------------------|----------------------------|------------|-------|----|
| Raumtemperatur | Sollwert nach AT geschoben | X_s Raum | X_s | °C |
| Totzone | Sollwert Totzone | X_{tot} | 2 | K |

Tabelle 8.36 Sollwerte zur KG DSP Büro (Quelle: selber erstellt)

8.2 Kälte

8.2.1 Kälteerzeugung der gewerbliche Kälteanlage

Die Tiefkühlstufe der CO₂-Booster-Kälteanlage hat zwei halbhermetische Verdichter. Der erste Verdichter wird mit einem Frequenzumrichter für die Leistungsregulierung ausgestattet, um die tieferen Kältelasten auf der Tiefkühlstufe abzudecken. Ebenfalls kann mit der Leistungsregulierung der Teillastbetrieb gesichert werden. Die Einschalt- und Ausschaltbefehle erfolgen über die Verbauten Drucktransmitter. Zur Überwachung sind diverse Drucktransmitter, Pressostate, Sicherheitsventile und Temperaturfühler verbaut. Je nach Leistungsbedarf werden Verdichter zu- oder abgeschaltet. Um kein Pendeln (ständiges EIN/AUS) der Verdichter zu erhalten, ist eine Startsperrung von einigen Minuten programmiert

Die Pluskühlstufe der CO₂-Booster-Kälteanlage hat vier halbhermetische Verdichter. Der erste Verdichter wird mit einem Frequenzumrichter für die Leistungsregulierung ausgestattet, um die tieferen Kältelasten auf der Pluskühlstufe inklusive der Tiefkühlstufe anfallende Leistung abzudecken. Ebenfalls kann mit der Leistungsregulierung der Teillastbetrieb gesichert werden. Die Einschalt- und Ausschaltbefehle erfolgen über die verbauten Drucktransmitter. Zur Überwachung sind diverse Drucktransmitter, Pressostate, Sicherheitsventile und Temperaturfühler verbaut. Je nach Leistungsbedarf werden Verdichter zu- oder abgeschaltet. Um kein Pendeln (ständiges EIN/AUS) der Verdichter zu erhalten, ist eine Startsperrung von einigen Minuten programmiert.

Jeder Verdichter ist mit Komponenten für die Betriebssicherheiten ausgestattet, damit diese keine Schäden davontragen oder die Kälteanlage überhaupt arbeiten kann.

Folgende Betriebsstörmeldungen können durch Verdichter oder Kältesystem entstehen:

- Thermischer Wicklungsschutz pro Verdichter
- Überstrom pro Verdichter (Wärmepaket)
- Hochdruck zu hoch (Kältesystem)
- Niederdruck zu tief (Kältesystem)
- Elektronische Ölüberwachung pro Verdichter

Erst sobald alle Verdichter und das Kältesystem keine Betriebsstörung aufweisen, startet die Anlage. Die Störmeldung wird über einen potential freien Kontakt an das Hausleitsystem weitergeleitet.

8.2.2 Kühlstellen

Alle Kühlstellen sind mit einem elektronischen Kühlstellenregler und einem elektronischen Expansionsventil ausgestattet. Dieser Kühlstellenregler gibt bei Bedarf den Befehl zum kühlen und das elektronische Expansionsventil öffnet sich. Wenn die gewünschte Temperatur der Kühlstelle wieder erreicht ist, schliesst sich das elektronische Expansionsventil wieder. Die Überhitzung und die benötigten Abtauungen der Kühlstellen werden auch anhand des Kühlstellenreglers geregelt. Alle Kühlstellen sind temperaturüberwacht und können über eine Temperaturüberwachungssoftware, die auf einem PC oder Laptop installiert wird, geprüft und nachgeschaut werden.

Alle Kühlstellen der gewerblichen Kälteanlage, die eine höhere Verdampfungstemperatur haben, haben zusätzlich einen Verdampfungsdruckregler in der Saugleitung eingebaut, damit die Kühlstellen die gewünschte Verdampfungstemperatur und schlussendlich die gewünschte Temperatur erreichen.

Um sich die Regelung der Kühlstellen besser vorstellen zu können, ist in der folgenden Darstellung eine solche ersichtlich.

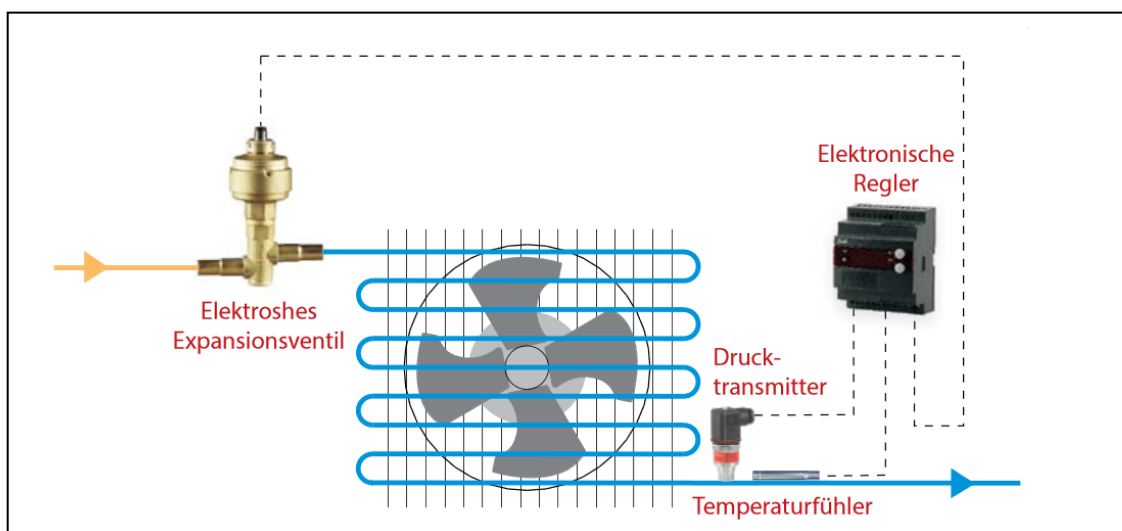


Abbildung 8.10 Schematische Darstellung einer Kühlstellen-Regelung
(Quelle: www.danfoss.com)

8.2.3 Abwärmenutzung der gewerbliche Kälteanlage

Sobald die gewerbliche Kälteanlage in Betrieb ist, ist auch Abwärme nutzbar. Die Anforderung AWN - Wärmetauschers erfolgt über den Ladestand des Energiespeichers. Ist Kapazität vorhanden, wird die Enthitzungsleistung, also sprich Abwärme der Kälteanlage, an den Plattenwärmetauschern abgegeben.

Es wird die sekundärseitige Austrittstemperatur mittels Pumpe (FU geregelt) und Regelventil reguliert. Kälteseitig strömt das Heissgas der Kälteanlage durch den AWN - Wärmetauscher. Als Betriebssicherheit wird ein Zwischenkreis realisiert. Dadurch, dass eine Exergie - Maschine zur Temperaturschichtung im Speicher zum Einsatz kommt, kann das Niedertemperaturwasser auf einem konstanten Wert gehalten werden und garantiert, dass die Abwärme abgegeben, respektive Kondensation stattfinden kann. Der Plattenwärmetauscher des AWN - Wärmetauschers ist mittels Dreiwegeventil kälteseitig ausgerüstet, damit wenn beim Energiepufferspeicher kein Bedarf an Abwärme besteht, dieser Plattenwärmetauscher, anhand des Befehls Heizungsseitig, umfahren wird.

Für die Kälteseite wäre eine tiefe Verflüssigungstemperatur sehr gut, da sich die Leistungszahl (EER) der Kälteanlage verbessern würde. Die tiefen Temperaturen werden durch das Kaltwassernetz vom Kaltwassersatz erreicht. Wobei wir zum Verflüssiger kommen. Dieser kommt zum Einsatz sobald keine Abwärme gefordert wird. Die Kaltwasserseitige Einbindung erfolgt gleich wie beim Plattenwärmetauscher für die Abwärmenutzung. Es werden zwei redundante (Pumpe 1 und Pumpe 2 in parallel) FU²⁴ gesteuerte Pumpen mittels Austrittstemperatur Plattenwärmetauscher (Wasserseitig) eingeschalten. Diese lassen das erwärmte Wasser in den Kaltwasser - Speicher mit innen liegendem Register strömen. Somit kann eine stetig gleiche Kondensation Kälteseitig gefahren werden.

Im *ANHANG 1.3 PRINZIPSHEMA HLKS* sind die regeltechnischen Einheiten gut erkennbar und schematisch dargestellt.

²⁴ FU = Frequenzumformer

8.2.4 Klima-Kälte

Die Kälteanlage wird über die Speichertemperatur, welche in Abhängigkeit zu den Verbrauchern steht, eingeschaltet. Die Zuschaltung der ersten Stufe erfolgt über die Freigabe der Sicherheitskette (Nieder- und Hochdruck Pressostat, Gassensor und Strömungswächter) und einer Temperatur Hysterese von 2 K zur Solltemperatur. Die weiteren Stufen der Anlage erfolgt über eine Verzögerungszeit und steigender Temperatur im Speicher.

Das Free-Cooling Register wird über einen, im Schatten platzierten, Fühler zugeschaltet. Das Free-Cooling Register wird bei 18°C aktiviert.

Die Kondensationstemperatur wird anhand der Ventilatoren geregelt, diese verfügen über einen Drehzahlregler, welcher bei der Inbetriebnahme eingestellt wird.

8.2.5 Kühlstellen

Die Kühlstellen werden via Hausleitsystem angesteuert und zugeschaltet. Diese erfolgen über die Raumfühler, welche sich in den Nutzungszonen befinden. Sobald die Aussentemperatur unter 18°C fällt wird die Kühlung für diese Nutzung gesperrt. Dies aus reiner Sicherheitsmassnahme damit die Kühlung nicht gegen die Heizung arbeitet. Wobei dies nur bei einer fehl Einstellung zustande kommen könnte.

8.2.6 Abwärmenutzung gewerbliche Kälteanlage

Die GWK Anlage schaltet bei Start der Kühlmaschine die Pumpe der Beimischschaltung direkt an. Diese wird nach Erreichen der eingestellten Wassertemperatur das Thermostatische 3-Weg Ventil öffnen und somit die Abwärme in den Energiespeicher führen.

8.3 Klima

Die Regulierung der Lüftungsanlage ist nicht Bestandteil dieser Arbeit.

8.4 Sanitär

8.4.1 Feldgeräteleiste

Wassermesser Warm mit Bus Anschluss



Abbildung 8.11 Warmwassermesser
(Quelle: Internet, www.neovac.ch)

Wassermesser Kalt für Gewerbeflächen. Hauptwassermesser (Von der Netzbetreiberin geliefert)



Abbildung 8.12 Wassermesser Aufputz und Industrie
(Quelle: Internet, www.kamstrup.com)

Zirkulationspumpe



Abbildung 8.13 Brauchwasserpumpe
(Quelle: Internet, www.biral.ch)

Überwachung Sicherheitsventil

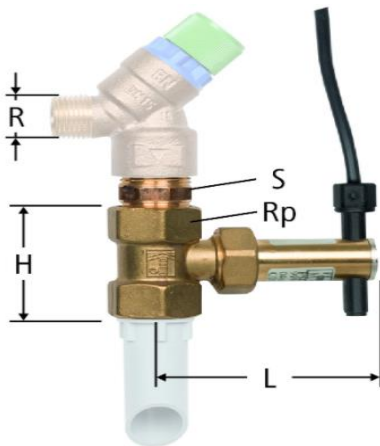


Abbildung 8.14 Überwachung des Sicherheitsventils
(Quelle: Internet, www.nussbaum.ch)

Temperaturmessfühler



Abbildung 8.15 Temperatur Messfühler
(Quelle: Internet, www.schuetz-steuerung.ch)

8.4.2 Steuerung Abwasserhebeanlage

Gesamter Schmutzwasseranfall des Gebäudes wird wie oben genannt in einen zentralen Pumpenschacht geleitet. Um die Sicherheit zu gewährleisten damit das Schmutzwasser immer auch abgeführt werden kann, sind zwei Pumpen im Einsatz die abwechslungsweise gesteuert sind.

Vorteil: Es ist immer eine Pumpe auf Reserve bereit.

Nachteil: Steuerung ist anfällig und wartungspflichtig.

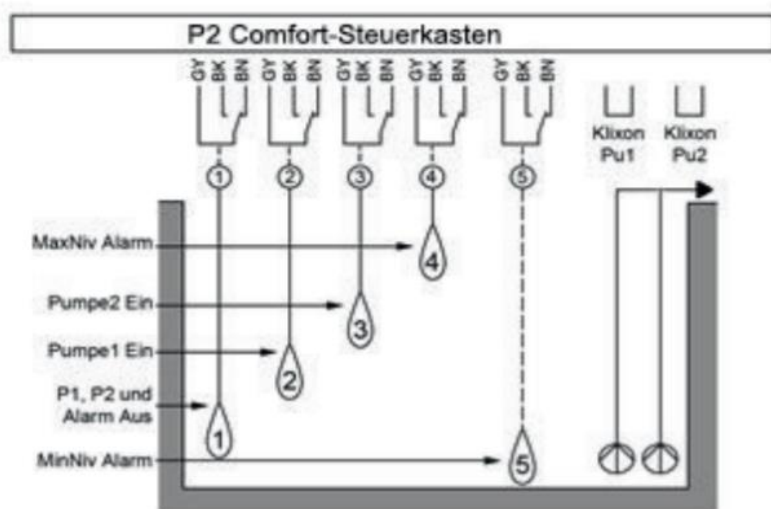


Abbildung 8.16 Funktionsschema Hebeanlage (Quelle: Internet, www.pumpenlechner.ch)

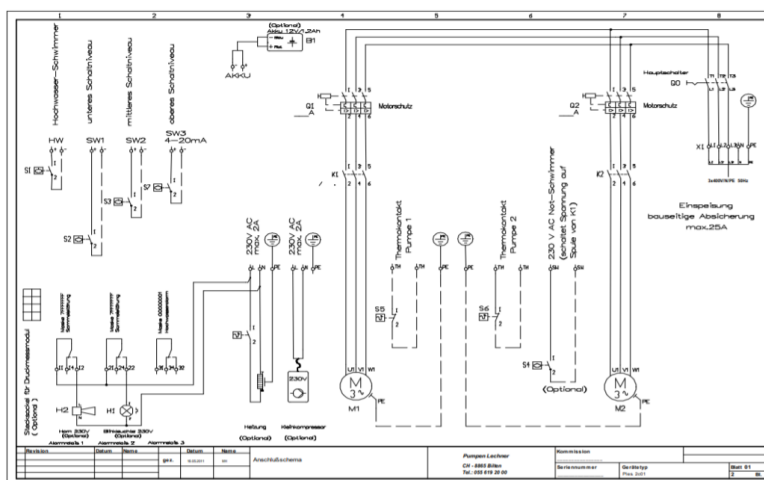


Abbildung 8.17 Elektroschema Hebeanlage (Quelle: Internet, www.pumpenlechner.ch)

8.4.3 Messsystem

Bus System. Kann zentral abgelesen werden. Keine Zutritte in die Benutzereinheiten.

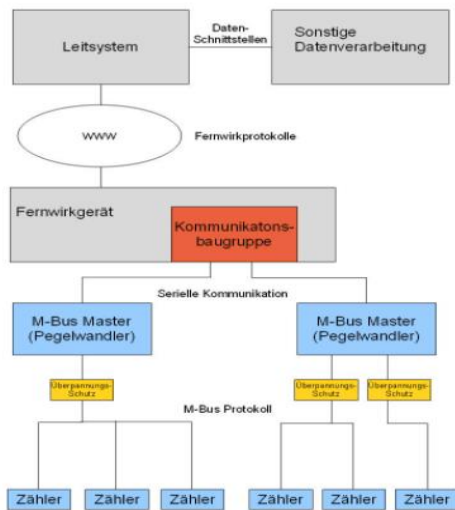


Abbildung 8.18 Hierarchie BUS System
(Quelle: Internet, www.siemens.com)

8.5 MSRL

Über das gesamte Attranyon wird ein Gebäudeleitsystem erstellt. Dieses kann zukünftig über ein Tablet und über eine feste Arbeitsstation bedient werden kann. Bei diesem Leitsystem steht die Alarmierung von Brandmeldungen und Störungen der Gebäudetechnik im Vordergrund.

Um das Facility Management optimal zu unterstützen wird das Layout der Bedienebene möglichst einfach und übersichtlich gestaltet. So werden auch die Prio 1 (Brandalarm, Störung GWK - Anlage, Überhitzung thermische Solaranlage) Alarme direkt auf ein Natel gesendet.

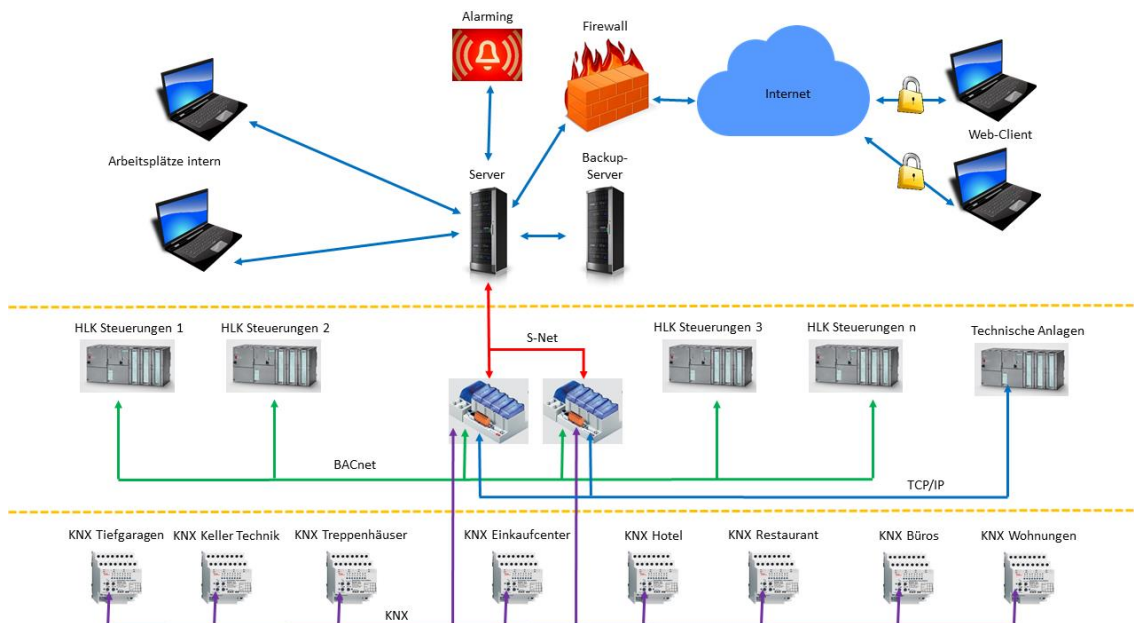


Abbildung 8.19 Beispiel Schaltbild eines Gebäudeleitsystems
(Quelle: Internet, www.asprotec.ch)

9 Innovationen

Die Innovation der gebäudetechnischen Anlagen für das Attrayon in Nyon wurde auf dessen Flagge geschrieben. Um die schweizerischen Klimaziele und die Anforderungen der Bauherrschaft zu erreichen benötigt es eine Investorin die auch vom Mehrausgaben nicht zurückschreckt und ein Technikerteam, dass über den Horizont hinaus denkt.

Wie Edward de Bono, einer der führenden Lehrer des kreativen Denkens, sagt:

„Im Nachhinein ist jede gute Idee logisch, aber um dorthin zu gelangen, muss man die Denkrichtung ändern.“

Wir haben unsere Denkrichtung geändert und versucht ein nicht ganz alltägliches Konzept zu erstellen. So kam der «La Ferrari» zustande.

9.1 Sanitär

9.1.1 Feka- Anlage

Mögliche Variante, um Energie aus dem Schmutzwasser zu gewinnen. Am Sinnvollsten wird erachtet, wenn eine solche Anlage dort eingesetzt wird wo eine Häufigkeit an warmem Schmutzwasser auftritt. Möglicherweise von der Gastroküche.

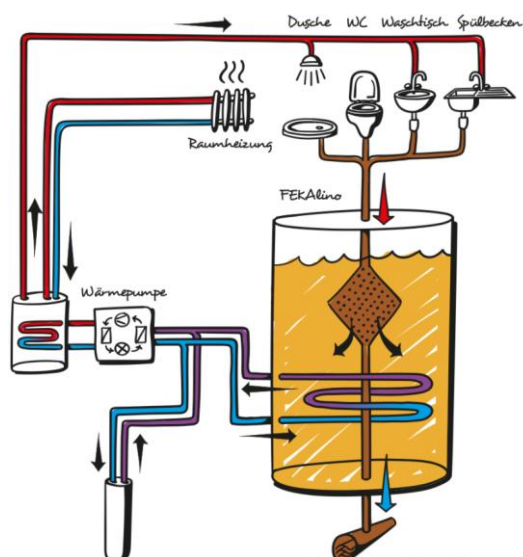


Abbildung 9.1 Funktionsschema Feka Anlage
(Quelle: Schulstoff Gibb, Broschüre FEKA)

9.1.2 Wärmerückgewinnungssystem Joulia - Inline

Ein energieeffizientes Gebäude wie das Attranyon muss so viel Energie wie möglich wiederverwenden. Beim Wärmerückgewinnungssystem Joulia – Inline handelt es sich um eine Duschrinne, die einen integrierten Wärmetauscher verbaut hat.

Das warme Duschwasser läuft durch die Rinne ab und erwärmt dadurch das Kaltwasser (ca. 10 °C) auf 25 °C. Mit dieser Temperaturerhöhung benötigt es weniger Warmwasser (60 °C) um die behagliche Duschtemperatur zu erreichen.

Diese modernen Duschrinnen werden in allen Wohnungen verbaut und mit dem Kaltwasser angeschlossen. Pro Wohnung kann so bis zu 1'000 kWh Energie eingespart werden.

Bei total 31 Wohneinheiten entspricht dies einer Energieersparnis von 31'000 kWh.

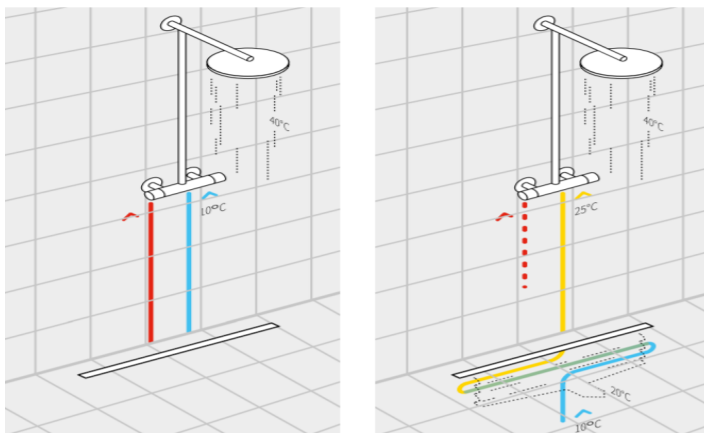


Abbildung 9.2 Funktionsschema Joulia Duschrinne
(Quelle: Schulstoff Gibb, Broschüre FEKA)

9.2 Strom

Ohne Elektrizität funktioniert sehr vieles nicht mehr. Unsere Gesellschaft ist auf Strom angewiesen. Dies ist bei diesem Projekt nicht anders und wir mussten uns überlegen wie wir den Stromverbrauch so effizient als möglich zu gestalten. Der Strom vom Gebäude und der gesamten Gebäudetechnik soll aus möglichst nachhaltigen und erneuerbaren Ressourcen gewonnen werden.

Damit ein Anteil vom Strombedarf des Gebäudes und deren Technik abgedeckt werden kann, hat sich unser Team einige Gedanken über die Stromgewinnung gemacht. Am naheliegendsten war die Stromgewinnung durch eine Photovoltaik - Anlage. Dafür wurden Hybridkollektoren auf dem Flachdach verteilt. Diese Erzeugen Strom und Wärme. Zusätzlich besteht die in den Süd Osten ausgerichtete Fassade hauptsächlich aus Photovoltaik - Modulen. Somit kann die Nutzung der komplett zur Verfügung stehenden Fläche ausgenutzt werden. Dies wird im folgenden Abschnitt näher beschrieben.

Als zusätzliche Stromquelle wurde ein noch eher neues Konzept eingesetzt. Dies in Form von Druckplatten welche Strom erzeugen wenn Druck (Gewichtskraft), wie z.B. Schritte oder befahren von Autos, auf die Platten wirken. Auch dies wird im folgenden Abschnitt ausführlich beschrieben.



Abbildung 9.3 Ökonomisches Denken / Schaubild
(Quelle: Internet; google; Suchbegriff Erneuerbare Energie)

9.2.1 Photovoltaik - Anlage

Die Photovoltaik - Anlagen haben sich in den letzten Jahren nochmals vermehrt in die Gebäudetechnik etabliert. Viele Gebäude haben bereits ein solche Anlage und neue werden damit ausgestattet. Ebenfalls in unserem Konzept ist eine Photovoltaikanlage eingeplant. Die gesamte Süd – West Fassade des Attranyon's besteht aus Photovoltaikmodulen. Diese steuert einen grossen Teil zur Stromgewinnung für das Gebäude bei. Die Module können heutzutage auch in allen erwünschten Farben bestellt und verbaut werden.

Eine Photovoltaikanlage erzeugt durch die Strahlung der Sonne Strom.

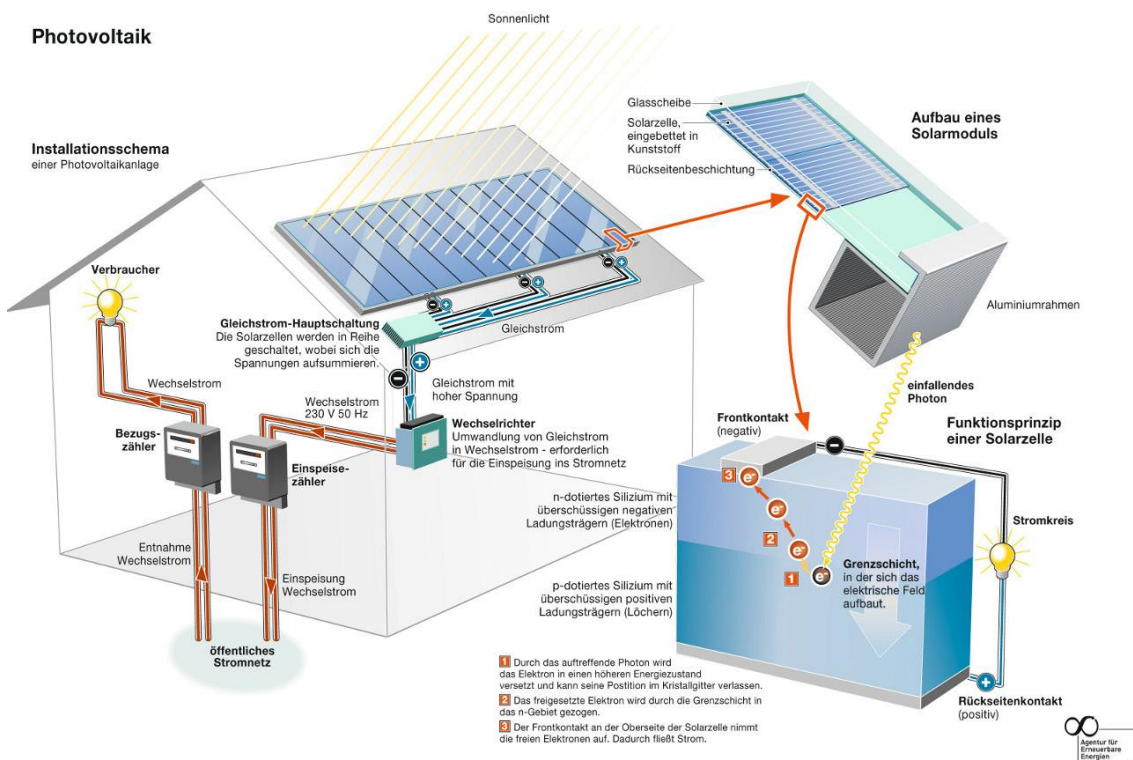


Abbildung 9.4 Funktion Photovoltaik - Anlage
(Quelle: Internet; www.heizsparer.de)

9.2.2 Hybridkollektoren

Eine Photovoltaikanlage verliert an Leistung sobald der Absorber zu hohe Temperaturen erreicht. Daher können die Photovoltaikmodule im Hochsommer nicht immer die volle Leistung abrufen.

In unserem Konzept wurden aus diesem Grund auf der nutzbaren Flachdachfläche Hybridkollektoren ausgesucht. Diese erzeugen elektrische sowie thermische Energie. Ausserdem kühlt die Absorberfläche im Sommer durch das Entziehen von thermischer Energie des Wasserkreislaufes ab.

Mit diesem Nebeneffekt erreichen wir einen höheren Wirkungsgrad der Photovoltaikanlage und können den Energiepufferspeicher mit viel thermischer Energie laden.



Abbildung 9.5 Hybridsonnenkollektoren auf einem Schrägdach
(Quelle: Internet / www.badenova.de)

9.2.3 Erzeugung von Strom durch Druck

Die Gewichtskraft zur Erzeugung von Strom einzusetzen ist eine geniale Idee. Denn diese noch ungenutzte Energiequelle ist bei einem Projekt wie unserem perfekt. Der Boden im Einkaufsbereich wird stark genutzt. Um die Impulse der Schritte zu nutzen, werden sogenannte Druckplatten in diesen Bereichen installiert. Diese Bodenplatten werden im Erdgeschoss beim Haupteingang und bei allen weiteren Eingängen zu den Mieterflächen verbaut.



Abbildung 9.5 Einbindung der Druckplatten in Einkaufszentren / Schaubild
(Quelle: Internet / google; Suchbegriff Pavegen)

Neben dem Erzeugen von elektrischer Energie kann mit diesen Bodenplatten, durch gezieltes Einsetzen der belegten Flächen, eine anonyme Statistik der durchschnittlichen Besucherinnen und Besucher in jeder Mietfläche erstellt werden.

Damit können anschliessend die Marketingabteilungen der einzelnen Unternehmen auf sinkende Besucherzahlen reagieren bevor dies im Umsatz bemerkbar ist.

Die Druckplatten bestehen aus einer Platte und Generator. Auf dem folgenden Bild ist diese gut dargestellt.

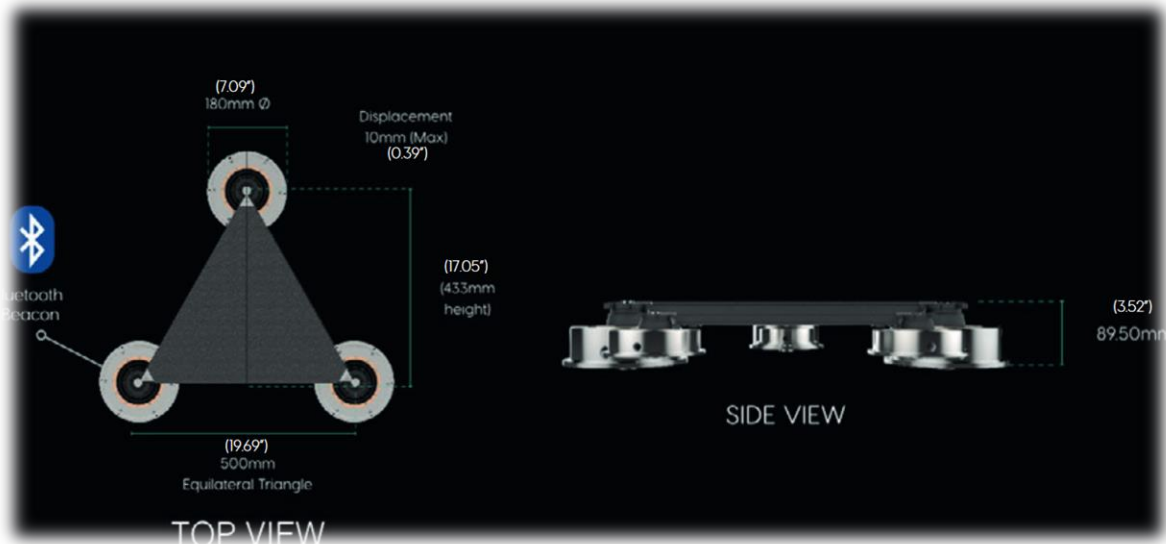


Abbildung 9.6 Druckplatte
(Quelle: Internet / google; Suchbegriff Pavegen)

Pro Schritt werden 7 Wattsekunden Strom erzeugt. Rechnet man die gesamte nutzbare Fläche und die erfolgenden Schritte und das Befahren der Autos auf, so kann schon der Eigenbedarf von Licht und diversen Kleinkomponenten abgedeckt werden.

Grobberechnung an Stromgewinnung:

Im Durchschnitt wurden mit 450 Besucher pro Tag im Einkaufszentrum gerechnet. Diese betreten mindestens 1x den Haupteingang und machen darauf etwa drei Schritte.

Pro Besucher sind dies 6 Schritte auf den Bodenplatten à 7 Watt.

= mindestens 18.9 kWh/ Tag

= mindestens 6'899 kWh/ Jahr

9.3 Heizung

Die Innovation der Heizungsanlage besteht hauptsächlich darin, dass kein direkter Wärmeerzeuger im Gebäude verbaut ist. Die Energie zum Heizen wird von der Abwärmenutzungen Klimakälte und gewerbliche Kälte sowie von den Hybridkollektoren auf dem Flachdach gedeckt.

Da diese Energien nicht steuerbar sind und allenfalls auch über zu wenig Exergie²⁵ verfügen, wird ein grosser Energiespeicher von 49 m³ und eine Exergiemaschine als Herzstück der Heizungsanlage verwendet.

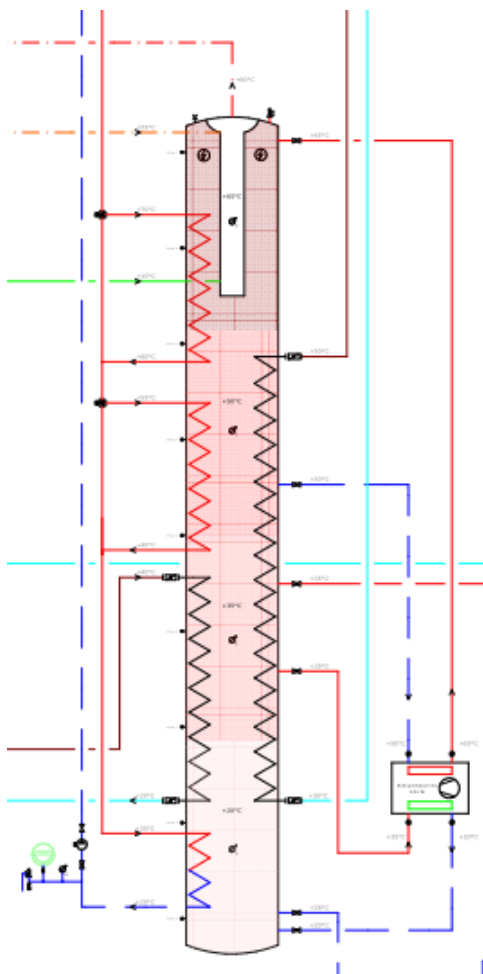


Abbildung 9.7 Energiespeicher mit Exergiemaschine
(Quelle: Ausschnitt aus dem interdisziplinären Prinzipschema)

²⁵ Thermische Energie die Arbeit verrichten kann, also mit einem brauchbarem Temperaturniveau.

9.3.1 Exergiemaschine

Eine Exergiemaschine funktioniert wie eine Wärmepumpe. Das Temperaturniveau wird mithilfe eines Kältemittelkreislaufes und einem Kompressor auf ein höheres Niveau angehoben. Diese Temperaturspreizung wird aber Quellenseitig auch in der Heizungsanlage verübt.

Durch eine normale Zirkulation im Speicher wird die Temperaturschichtung und somit auch Exergie zerstört. Die Temperatur im oberen Bereich des Energiespeichers wird mit der Exergiemaschine erhöht und der untere Bereich wird ausgekühlt. Somit kann wieder mehr Energie aus den oben erwähnten Quellen genutzt und gespeichert werden.

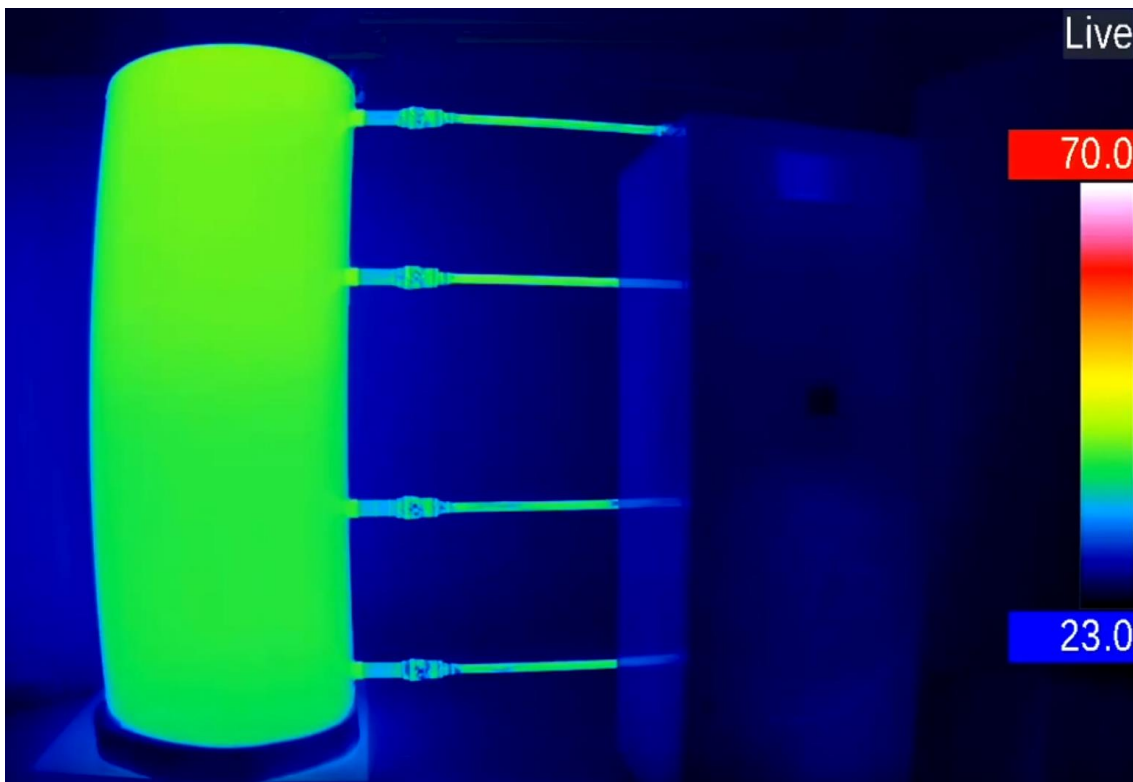


Abbildung 9.8 Temperaturschichtung im Energiespeicher vor dem Einsatz einer Exergiemaschine
(Quelle: Internett / Bildschirmaufnahme,
<https://www.youtube.com/watch?v=P26xTbM7Sy4>)

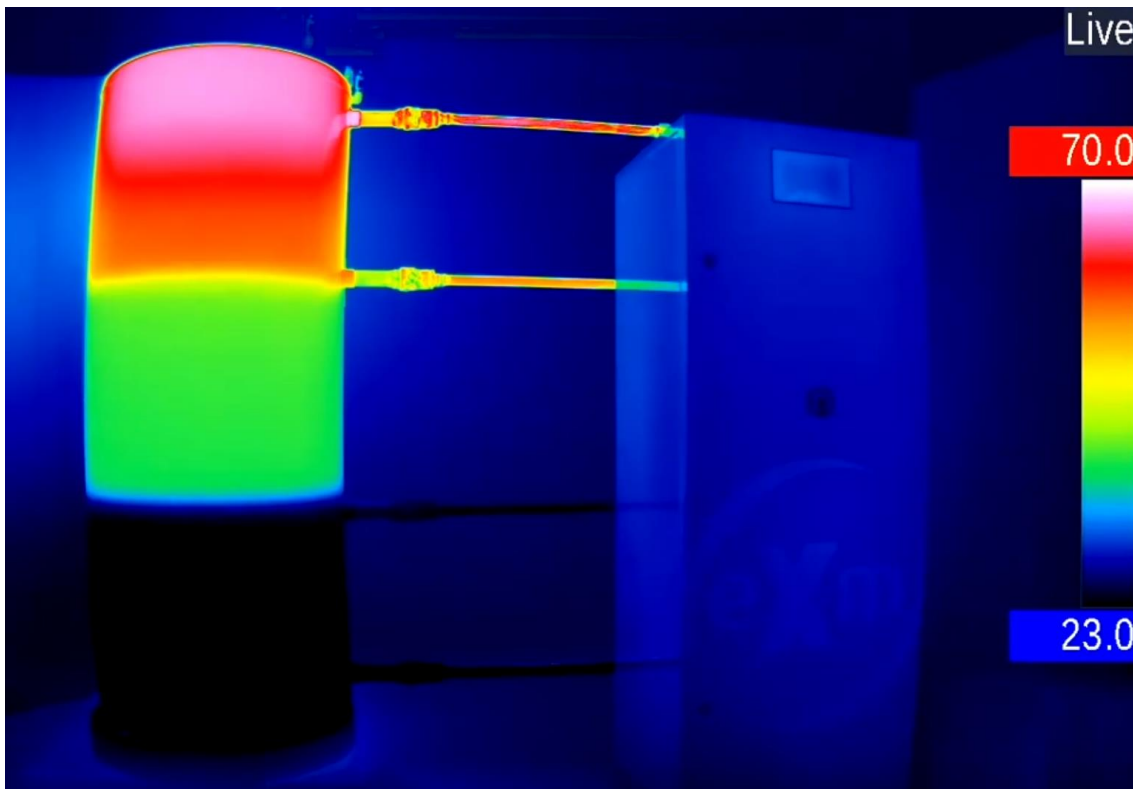


Abbildung 9.9 Temperaturschichtung im Energiespeicher nach dem Einsatz einer Exergiemaschine
(Quelle: Internett / Bildschirmaufnahme,
<https://www.youtube.com/watch?v=P26xTbM7Sy4>)

Zusätzlich kommt der hohe Wirkungsgrad dem Strombedarf des Gebäudes zugute. Eine Exergiemaschine kann einen COP W_{40} / W_{60} von bis zu 6.0 aufweisen.

Damit ist die Heizungsanlage sicher, zuverlässig, einfach und sehr energiesparend.

9.4 Kälte

9.4.1 GWK

Die Innovation der Gewerblichen Kälteanlage beinhaltet das Natürliche Kältemittel CO₂, mit einem GWP²⁶ von eins und die Stetigkeit der Druckverhältnisse während dem Kühlprozess.

Unsere Kälteanlage wird via Rückkühlnetz immer mit derselben Temperatur gekühlt. Dies verbessert uns den EER²⁷ der Kälteanlage. Da CO₂ Anlagen bei hohen aussen Temperaturen nicht effizient sind, suchten wir einen Weg die Anlage zu jeder Zeit effizient zu betreiben.

Um dieses Ziel zu erreichen mussten wir Bedingungen schaffen, welche uns ermöglichen die Kälteanlage zu Herbst oder Frühlingstemperaturen zu betreiben.

Dies können wir mit dem Energiespeicher und dem Rückkühlsystem sauber abdecken.

²⁶ Global Warming Potential

²⁷ Energy Efficiency Ratio

10 Fazit

Diese Arbeit hat aufgezeigt, wie wichtig es in Zukunft sein wird, ein vernetztes Denken in der Gebäudetechnik zu entwickeln und zu fördern. Ein Gesamtkonzept zwischen Heizung, Lüftung, Sanitär und Kälte ist oftmals energetisch sinnvoller als einzelne Anlagen der jeweiligen Gewerke. Durch die Energieverteilung und Abwärmenutzung zwischen den Fachrichtungen der Gebäudetechnik, kann viel Energie wie z.B. Strom gespart werden. Uns wurde durch dieses Projekt bewusst, welche Schnittstellen gesucht und definiert werden müssen, um ein optimales Energiemanagement zu erhalten.

Das Zusammenspiel aller Gewerke ergeben ein Gesamtkonzept für die Nutzer, Betreiber und Bauherrschaft was allen Bedürfnissen entspricht. Unser Team hat dies so gut es ging umgesetzt und hat die Machbarkeit geprüft.

Die interdisziplinäre Gebäudetechnik ist zukunftsweisend und hat einen grossen Mehrwert für unsere Umwelt, Ressourcen, Energiemanagement und die globale Auswirkung auf unser Klima.

Wir als Gebäudetechniker sind in der Verantwortung, unseren Beitrag in der Planung zur Verbesserung unserer Ökobilanz beizutragen. Mit einer innovativen und interdisziplinären Denkweise kann dies erreicht und schlussendlich umgesetzt werden.



Abbildung 10.1 Beispielbild 3D-Koordination HLK
(Quelle: Internet / <https://www.oekoplan-ag.ch/home/>)

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---------------|--|
| Abbildung 1.1 | Zukunft gerichtetes Gebäude (Quelle: Internett / www.schmachtl.at) |
| | II |
| Abbildung 2.1 | Geplanter Standort Gebäude Attranyon (Quelle: Internett / www.google.com/maps) |
| | 3 |
| Abbildung 3.1 | Aufteilung der Betriebs- und Leistungsstufen der GWK - Anlage (Quelle: selber erstelltes Excel) |
| | 23 |
| Abbildung 3.2 | Nutz-, End- und Primärenergie (Quelle: Internett / www.ingenieure.immo/wiki/bauphysik/nutz-end-und-prim%C3%A4renergie/) |
| | 25 |
| Abbildung 3.3 | Gebäudelast Attranyon kältester Tag (25. Januar) (Quelle: eigen erstelltes Excel / Anhang 4.1 Berechnung Leistungs- und Energiedaten) |
| | 26 |
| Abbildung 3.4 | Gebäudelast Attranyon wärmster Tag (08. August) (Quelle: eigen erstelltes Excel / Anhang 4.1 Berechnung Leistungs- und Energiedaten) |
| | 27 |
| Abbildung 3.5 | Energiebedarf Attranyon Monat Januar (Quelle: eigen erstelltes Excel / Anhang 4.1 Berechnung Leistungs- und Energiedaten) |
| | 28 |
| Abbildung 3.6 | Energiebedarf Attranyon Monat August (Quelle: eigen erstelltes Excel / Anhang 4.1 Berechnung Leistungs- und Energiedaten) |
| | 29 |
| Abbildung 3.7 | Jahresenergiebedarf Attranyon (Quelle: eigen erstelltes Excel / Anhang 4.1 Berechnung Leistungs- und Energiedaten) |
| | 30 |
| Abbildung 3.8 | Energieflussdiagramm der interdisziplinären Gebäudetechnik (Quelle: selbst erstellt mit der Software e!Sankey) |
| | 35 |
| Abbildung 3.9 | Anforderung Primärenergie und Treibhausgasemissionen (Quelle: 20200803 aufgabe studierende 2020 Interdisziplinäre Vernetzung) |
| | 38 |

| | | |
|----------------|--|----|
| Abbildung 3.10 | Funktionsschnitt Hauptkorridor Erdgeschoss (Quelle: selbst erstellt mit dem Zeichnungsprogramm Trimble Nova 16.0) | 43 |
| Abbildung 3.11 | Funktionsschnitt Büroräumlichkeiten im Obergeschoss (Quelle: selbst erstellt mit dem Zeichnungsprogramm Trimble Nova 16.0) | 44 |
| Abbildung 3.12 | Funktionsschnitt Wohnungen im Obergeschoss (Quelle: selbst erstellt mit dem Zeichnungsprogramm Trimble Nova 16.0) | 45 |
| Abbildung 4.1 | Fassadenbereich Erdgeschoss Attranyon (Quelle: Ausschnitt aus Plangrundlagen) | 48 |
| Abbildung 4.2 | Decke gegen Aussenluft Erdgeschoss Attranyon (Quelle: Ausschnitt aus Plangrundlagen) | 48 |
| Abbildung 4.3 | Vorschlag der Einteilung Fenster zu Fassade (Blau = Fenster, Rot = Fassade) (Quelle: Ausschnitt aus Plangrundlagen) | 49 |
| Abbildung 4.4 | Dynacon Eclipse von IMI Heimeier Fussboden-Heizkreisverteiler (Quelle: Internet / www.imi-heimeier.com) | 51 |
| Abbildung 4.5 | Heizkörper (Quelle: Internet / www.Zehnder.com) | 57 |
| Abbildung 4.6 | ZIP Deckenstrahlplatte (Quelle: Internet / www.Zehnder.com) | 57 |
| Abbildung 4.7 | Luftheizapparat (Quelle: Internet / www.Buderus.com) | 58 |
| Abbildung 4.8 | Dynacon Eclips FBH (Quelle: Internet / www.imi-heimeier.com) | 58 |
| Abbildung 4.9 | Wärmepumpenkreislauf (Quelle: Internett, www.erdsondenoptimierung.ch/index.php?id=268892) | 68 |
| Abbildung 4.10 | Datenblatt Exergiemaschine (Quelle: Internett / www.bmspower.com/dokumentationen/?item=efec61f4406e3f3c5dfc6dcb8c2a9176&scroll=1) | 74 |

| | | |
|----------------|--|-----|
| Abbildung 4.11 | 1. Untergeschoss mit Heizungsspeicher und Exergiemaschine (Quelle: Erarbeitete Plangrundlagen / Siehe Anhang 1.2: Pläne (UG, EG, DG)) | 75 |
| Abbildung 5.1 | Beispielbild einer Kälteanlage (Quelle: Internet / google; Suchbegriff Kälteanlagen) | 79 |
| Abbildung 5.2 | Lastdiagramm Tag/Nacht- und Sommer/Winter-Betrieb Tagesbedarf (Quelle: selbst erstellt) | 84 |
| Abbildung 5.3 | Lastdiagramm Tag/Nacht- und Sommer/Winter-Betrieb Jahresbedarf (Quelle: selbst erstellt) | 85 |
| Abbildung 5.4 | Übersicht Kühlstellen / Restaurant (Quelle: Erhalten durch Bauherrschaft) | 86 |
| Abbildung 5.5 | Übersicht Kühlstellen / Restaurant (Quelle: Erhalten durch Bauherrschaft) | 87 |
| Abbildung 5.6 | Übersicht Kühlstellen / Restaurant (Quelle: Erhalten durch Bauherrschaft) | 87 |
| Abbildung 5.7 | Auswahl der Kältemittel für verschiedene Anwendungen (Quelle: Anlagen mit Kältemittel, vom Konzept bis zur Inverkehrsetzung) | 88 |
| Abbildung 5.8 | Prinzipschema CO ₂ -Boosteranlage (Quelle: Internet; https://www.researchgate.net/figure/CO2-transcritical-booster-system-schematic-and-CO2-transcritical-booster-P-h-diagram_fig4_315608462) | 89 |
| Abbildung 5.9 | Prozessschema CO ₂ -Boosteranlage (Quelle: Bitzer-Software; BITZER Software v6.15.1 rev2476) | 94 |
| Abbildung 5.10 | Koordination gewerbliche Kältezentrale (Quelle: Siehe ANHANG 1.2 PLÄNE (UG, EG, DG) | 100 |
| Abbildung 5.11 | Matrix Energie Auf- und Abgabe (Quelle: Siehe ANHANG 1.4 : DOKUMENTATION COACHING 1) | 101 |

| | | |
|----------------|---|-----|
| Abbildung 5.12 | Lastdiagramm Kälte, Tag und Nacht | 104 |
| Abbildung 5.13 | Lastdiagramm Kälte, Tag und Nacht | 104 |
| Abbildung 5.14 | Auswahl der Kältemittel für verschiedene Anwendungen (Quelle: Anlagen mit Kältemittel, vom Konzept bis zur Inverkehrsetzung) | 106 |
| Abbildung 5.15 | Produktdokumentation_Kaltwassersätze_TT_RAS_F_2018 | 107 |
| Abbildung 5.16 | Nutzung Free-Cooling über das Jahr hinweg (Quelle: eigene Darstellung) | 108 |
| Abbildung 5.17 | Matrix Energie Auf- und Abgabe (Quelle: Siehe Anhang 1.4 Dokumentation Coaching 1) | 112 |
| Abbildung 7.1 | Darstellung Hausanschlussleitung mit allen Komponenten (Quelle: Internet, www.wikipedia.com) | 122 |
| Abbildung 7.2 | Darstellung Hausanschlussleitung intern mit Verteilbatterie (Quelle: Internet, www.wikipedia.com SVGW W3) | 122 |
| Abbildung 7.3 | Auszug Trinkwasserqualität Nyon (Quelle: Internet, www.trinkwasserqualitaet.ch) | 125 |
| Abbildung 7.4 | Bild Enthärtungsanlage (Quelle: interdisziplinäres Gesamtanlagenschema) | 126 |
| Abbildung 7.5 | Bild Energiespeicher mit integriertem Brauchwasserspeicher (Quelle: Internet, www.jenni.ch) | 129 |
| Abbildung 7.6 | Bild, Funktion Joulia Dusche (Quelle: Internet, www.franke.com) | 130 |
| Abbildung 7.7 | Schnitt eines Wärmepumpenboilers (Quelle: Internet, www.mueba-energietechnik.ch) | 131 |
| Abbildung 7.8 | Schema Sprinklerveteilung (Quelle: Schulstoff Gibb Präsentation 8 Sprinkleranlagen) | 132 |

| | | |
|----------------|--|-----|
| Abbildung 7.9 | Funktionsschema einer Sprinkleranlage (Quelle: Schulstoff Gibb Präsentation 8 Sprinkleranlagen) | 132 |
| Abbildung 7.10 | Bild, Flusschema Schmutz und Regenwasser (Quelle: Internet, www.wikipedia.com) | 133 |
| Abbildung 7.11 | Funktionsschema Hebeanlage (Quelle: Internet, www.wikipedia.com) | 134 |
| Abbildung 7.12 | Schnitt Dachentwässerung (Quelle: Internet, www.wikipedia.com) | 135 |
| Abbildung 7.13 | Bild Ausspäher (Quelle: Internet, www.wikipedia.com) | 135 |
| Abbildung 7.14 | Wasserkreislauf (Quelle: Internet, www.wikipedia.com) | 136 |
| Abbildung 7.15 | Edelstahlrohre mit Regel und Absperrarmaturen (Quelle: Intenet, www.nussbaum.ch) | 137 |
| Abbildung 7.16 | Rohrmaterial zur Verteilung von Warm und Kaltwasser sowie Zirkulationsleitungen (Quelle: Internet, www.nussbaum.ch) | 138 |
| Abbildung 7.17 | Rohrkombination aus Abwasserrohren (Quelle: Internet, www.geberit.com) | 139 |
| Abbildung 7.18 | Rohre aus Kunststoff Doppelwandig für Grundleitungen (Quelle: Internet, www.wkt-online.de) | 139 |
| Abbildung 7.19 | Fettabscheideanlage aus Kunststoff (Quelle: Intenet, www.eco.at) | 140 |
| Abbildung 7.20 | Fettabscheideanlage aus Edelstahl (Quelle: Internet, www.eco.at) | 140 |
| Abbildung 7.21 | Kunststoffrohr Silent (Schallgedämmt) (Quelle: Internet, www.fischer-ag.ch) | 141 |
| Abbildung 7.22 | Dämmschlauch Luftdicht (Quelle: Internet, www.armacell.com) | 141 |
| Abbildung 7.23 | Sammelschacht (Quelle: Internet, www.creabeton.ch) | 142 |

| | | |
|----------------|---|-----|
| Abbildung 7.24 | Befahrbare Rinne (Quelle: Internet, www.creabeton.ch) | 143 |
| Abbildung 7.25 | Schnitt Hebeanlagen unter der Rückstasuebene (Quelle: Internet, www.baunetzwissen.de) | 143 |
| Abbildung 8.1 | Darstellung einer Heizkurve (Quelle: Eicher + Pauli AG) | 153 |
| Abbildung 8.2 | Darstellung einer Heizkurve (Quelle: Eicher + Pauli AG) | 158 |
| Abbildung 8.3 | Darstellung einer Heizkurve (Quelle: Eicher + Pauli AG) | 164 |
| Abbildung 8.4 | Darstellung einer Kühlkurve (Quelle: Eicher + Pauli AG) | 169 |
| Abbildung 8.5 | Darstellung Stellsignal Ventile Heizen/Kühlen (Quelle: Eicher + Pauli AG) | 171 |
| Abbildung 8.6 | Darstellung einer Kühlkurve (Quelle: Eicher + Pauli AG) | 175 |
| Abbildung 8.7 | Darstellung Stellsignal Ventile Heizen/Kühlen (Quelle: Eicher + Pauli AG) | 177 |
| Abbildung 8.8 | Darstellung einer Kühlkurve (Quelle: Eicher + Pauli AG) | 181 |
| Abbildung 8.9 | Darstellung Stellsignal Ventile Heizen/Kühlen (Quelle: Eicher + Pauli AG) | 183 |
| Abbildung 8.10 | Schematische Darstellung einer Kühlstellen-Regelung (Quelle: www.danfoss.com) | 186 |
| Abbildung 8.11 | Warmwassermesser (Quelle: Internet, www.neovac.ch) | 190 |
| Abbildung 8.12 | Wassermesser Aufputz und Industrie (Quelle: Internet, www.kamstrup.com) | 190 |
| Abbildung 8.13 | Brauchwasserpumpe (Quelle: Internet, www.biral.ch) | 191 |

| | | |
|----------------|--|-----|
| Abbildung 8.14 | Überwachung des Sicherheitsventils (Quelle: Internet, www.nussbaum.ch) | 191 |
| Abbildung 8.15 | Temperatur Messfühler (Quelle: Internet, www.schuetz-steuerung.ch) | 191 |
| Abbildung 8.16 | Funktionsschema Hebeanlage (Quelle: Internet, www.pumpenlechner.ch) | 192 |
| Abbildung 8.17 | Elektroschema Hebeanlage (Quelle: Internet, www.pumpenlechner.ch) | 192 |
| Abbildung 8.18 | Hierarchie BUS System (Quelle: Internet, www.siemens.com) | 193 |
| Abbildung 8.19 | Beispiel Schaltbild eines Gebäudeleitsystems (Quelle: Internet, www.asprotec.ch) | 194 |
| Abbildung 9.1 | Funktionsschema Feka Anlage (Quelle: Schulstoff Gibb, Broschüre FEKA) | 195 |
| Abbildung 9.2 | Funktionsschema Joulia Duschrinne (Quelle: Schulstoff Gibb, Broschüre FEKA) | 196 |
| Abbildung 9.3 | Ökonomisches Denken / Schaubild (Quelle: Internet; google; Suchbegriff Erneuerbare Energie) | 197 |
| Abbildung 9.4 | Funktion Photovoltaik - Anlage (Quelle: Internet; www.heizsparer.de) | 198 |
| Abbildung 9.5 | Hybridsonnenkollektoren auf einem Schrägdach (Quelle: Internet / www.badenova.de) | 199 |
| Abbildung 9.5 | Einbindung der Druckplatten in Einkaufszentren / Schaubild (Quelle: Internet / google; Suchbegriff Pavegen) | 200 |
| Abbildung 9.6 | Druckplatte (Quelle: Internet / google; Suchbegriff Pavegen) | 201 |
| Abbildung 9.7 | Energiespeicher mit Exergiemaschine (Quelle: Ausschnitt aus dem interdisziplinären Prinzipschema) | 202 |

- Abbildung 9.8 Temperaturschichtung im Energiespeicher vor dem Einsatz einer
Exergiemaschine (Quelle: Internett / Bildschirmaufnahme,
<https://www.youtube.com/watch?v=P26xTbM7Sy4>)
203
- Abbildung 9.9 Temperaturschichtung im Energiespeicher nach dem Einsatz einer
Exergiemaschine (Quelle: Internett / Bildschirmaufnahme,
<https://www.youtube.com/watch?v=P26xTbM7Sy4>)
204
- Abbildung 10.1 Beispielbild 3D-Koordination HLSK
(Quelle: Internet / <https://www.oekoplan-ag.ch/home/>)
206

Tabellenverzeichnis

| | | |
|--------------|--|----|
| Tabelle 2.1 | MINERGIE Kennzahl Berechnung (Quelle: Produktreglement zu den Gebäudestandards MINERGIE, MINERGIE-P, MINERGIE-A / Version 2020.1) | 7 |
| Tabelle 2.2 | Entscheidungskriterien Bauherrschaft (Quelle: Excel / selbst erstellt) | 10 |
| Tabelle 2.3 | Gewichtung Nutzwertanalyse Bauherrschaft (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com) | 11 |
| Tabelle 2.4 | Entscheidungskriterien Betreiber (Quelle: Excel / selbst erstellt) | 12 |
| Tabelle 2.5 | Gewichtung Nutzwertanalyse Betreiber (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com) | 13 |
| Tabelle 2.6 | Entscheidungskriterien Nutzer (Quelle: Excel / selbst erstellt) | 14 |
| Tabelle 2.7 | Gewichtung Nutzwertanalyse Nutzer (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com) | 15 |
| Tabelle 2.8 | Auswertung Nutzwertanalyse Bauherr (Quelle: Excel / selbst erstellt) | 16 |
| Tabelle 2.9 | Auswertung Nutzwertanalyse Betreiber (Quelle: Excel / selbst erstellt) | 17 |
| Tabelle 2.10 | Auswertung Nutzwertanalyse Nutzer (Quelle: Excel / selbst erstellt) | 17 |
| Tabelle 2.11 | Gesamtrangliste Nutzwertanalyse (Quelle: Excel / selbst erstellt) | 17 |
| Tabelle 3.1 | Leistungs- und Energie Berechnung nach SIA 2024 (Quelle: eigenes Excel mit Stammdaten aus SIA 2024) | 20 |
| Tabelle 3.2 | Effektive Leistungs- und Energiedaten (Quelle: eigenes Excel mit Wetterdaten von history+ von Meteoblue.ch und Vorgaben der Kühlstellenliste) | 21 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Tabelle 3.3 | Energiebedarf Attranyon (Quelle: eigenes Berechnungsexcel / Anhang 4.1 Berechnung Leistungs- und Energiedaten) | 31 |
| Tabelle 3.4 | Energiebilanz Wärmeenergie Attranyon (Quelle: eigenes Berechnungsexcel / Anhang 4.1 Berechnung Leistungs- und Energiedaten) | 32 |
| Tabelle 3.5 | Energiebilanz elektrische Energie Attranyon (Quelle: eigenes Berechnungsexcel / Anhang 4.1 Berechnung Leistungs- und Energiedaten) | 33 |
| Tabelle 3.6 | TEWI - Berechnung (Quelle: eigenes Berechnungstool / Anhang 1.7 Berechnung TEWI) | 37 |
| Tabelle 3.7 | Kostenschätzung der Gewerke HLKSE (Quelle: selber erarbeitet) | 39 |
| Tabelle 4.1 | Vor - und Nachteile Wärmeabgabesysteme (Quelle: Word / selbst erstellt) | 58 |
| Tabelle 4.2 | Entscheidungskriterien Bauherrschaft (Quelle: Excel / selbst erstellt) | 60 |
| Tabelle 4.3 | Gewichtung Nutzwertanalyse Bauherrschaft (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com) | 60 |
| Tabelle 4.4 | Auswertung und Benotung Nutzwertanalyse Bauherrschaft (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com) | 61 |
| Tabelle 4.5 | Entscheidungskriterien Betreiber (Quelle: Excel / selbst erstellt) | 62 |
| Tabelle 4.6 | Gewichtung Nutzwertanalyse Betreiber (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com) | 62 |
| Tabelle 4.7 | Auswertung und Benotung Nutzwertanalyse Betreiber (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com) | 63 |
| Tabelle 4.8 | Entscheidungskriterien Nutzer (Quelle: Excel / selbst erstellt) | 64 |
| Tabelle 4.9 | Gewichtung Nutzwertanalyse Nutzer (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com) | 64 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| Tabelle 4.10 | Auswertung und Benotung Nutzwertanalyse Nutzer (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com) | 65 |
| Tabelle 4.11 | Auswertung und Benotung Nutzwertanalyse Gesamtrangliste (Quelle: Excel / Nutzwertanalyse / Internet www.meinevorlage.com) | 67 |
| Tabelle 4.12 | Vor- und Nachteile einer Seewasser- Wärmepumpe (Quelle: selber erarbeitet) | 69 |
| Tabelle 4.13 | Vor- und Nachteile einer Erdwärmesonden- Wärmepumpe (Quelle: selber erarbeitet) | 70 |
| Tabelle 4.14 | Vor- und Nachteile einer Wärmepumpe mit Eisspeicher (Quelle: selber erarbeitet) | 71 |
| Tabelle 4.15 | Vor- und Nachteile einer Exergiemaschine (Quelle: selber erarbeitet) | 72 |
| Tabelle 4.16 | MINERGIE Kennzahl Berechnung (Quelle: Reglement zur Nutzung der Qualitätsmarke MINERGIE / Version 2020.1) | 77 |
| Tabelle 5.1 | Bedürfnisse nach SIA 2024 (Quelle: eigene Darstellung / SIA 2024) | 103 |
| Tabelle 7.1 | Ausschnitt Untergeschoss (Quelle: Excel Umrechner LU) | 117 |
| Tabelle 7.2 | Ausschnitt Erdgeschoss (Quelle: Excel Umrechner LU) | 117 |
| Tabelle 7.3 | Ausschnitt 1. Obergeschoss (Quelle: Excel Umrechner LU) | 117 |
| Tabelle 7.4 | Ausschnitt 2. Obergeschoss (Quelle: Excel Umrechner LU) | 117 |
| Tabelle 7.5 | Ausschnitt 3. Obergeschoss (Quelle: Excel Umrechner LU) | 118 |
| Tabelle 7.6 | Ausschnitt 4. Obergeschoss (Quelle: Excel Umrechner LU) | 118 |
| Tabelle 7.7 | Ausschnitt Atikkageschoss (Quelle: Excel Umrechner LU) | 118 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| Tabelle 7.8 | Tabelle Wasserbedarf (Quelle: Excel LU Zusammenstellung) | 119 |
| Tabelle 7.9 | Kostenaufstellung Wasser und Schmutzwasser (Quelle: eigenes Excel) | 120 |
| Tabelle 7.10 | Tabelle Spitzendurchfluss (Quelle: Excel LU Zusammenstellung) | 120 |
| Tabelle 7.11 | Druckdispositiv (Quelle: Excel, www.nussbaum.ch) | 121 |
| Tabelle 7.12 | Dimensionierung Hausanschlussleitung (Quelle: Excel Druckverlust) | 122 |
| Tabelle 7.13 | Auslegung des Brauchwasserspeichers (Quelle: Excel Speicherauslegung) | 127 |
| Tabelle 7.14 | Ausschnitt DU Tabelle (Quelle: Excel Zusammenstellung DU) | 134 |
| Tabelle 7.15 | Ausschnitt Regenwasseranfall (Quelle: Excel Zusammenstellung DU) | 135 |
| Tabelle 8.1 | Anlagenidentifizierung der Heizungsanlage (Quelle: selber erstellt) | 144 |
| Tabelle 8.2 | Auflistung der Softwareschalter der Heizungsanlage (Quelle: selber erstellt) | 147 |
| Tabelle 8.3 | Auflistung der Sollwerte der Wärmeabgabe (Quelle: selber erstellt) | 149 |
| Tabelle 8.4 | Auflistung der Schnittstellen der Wärmeabgabe (Quelle: selber erstellt) | 149 |
| Tabelle 8.5 | Zeitschaltprogramm Gruppe DSP Büro (Quelle: selber erstellt) | 151 |
| Tabelle 8.6 | Einflussgrößen zur Beeinflussung der Heizkurve (Quelle: selber erstellt) | 151 |
| Tabelle 8.7 | Einflussgrößen zur Beeinflussung der Temperatursollwerten (Quelle: selber erstellt) | 151 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| Tabelle 8.8 | Softwareschalter zur HG DSP Büro (Quelle: selber erstellt) | 152 |
| Tabelle 8.9 | Sollwerte zur HG DSP Büro (Quelle: selber erstellt) | 154 |
| Tabelle 8.10 | Zeitschaltprogramm Gruppe DSP Erdgeschoss (Quelle: selber erstellt) | 156 |
| Tabelle 8.11 | Einflussgrößen zur Beeinflussung der Heizkurve (Quelle: selber erstellt) | 156 |
| Tabelle 8.12 | Einflussgrößen zur Beeinflussung der Temperatursollwerten (Quelle: selber erstellt) | 156 |
| Tabelle 8.13 | Softwareschalter zur HG DSP Erdgeschoss (Quelle: selber erstellt) | 157 |
| Tabelle 8.14 | Sollwerte zur HG DSP Erdgeschoss (Quelle: selber erstellt) | 159 |
| Tabelle 8.15 | Zeitschaltprogramm Gruppe FBH (Quelle: selber erstellt) | 162 |
| Tabelle 8.16 | Einflussgrößen zur Beeinflussung der Heizkurve (Quelle: selber erstellt) | 162 |
| Tabelle 8.17 | Einflussgrößen zur Beeinflussung der Temperatursollwerten (Quelle: selber erstellt) | 162 |
| Tabelle 8.18 | Softwareschalter zur HG FBH (Quelle: selber erstellt) | 163 |
| Tabelle 8.19 | Sollwerte zur HG FBH (Quelle: selber erstellt) | 165 |
| Tabelle 8.20 | Zeitschaltprogramm Kältegruppe DSP Büro (Quelle: selber erstellt) | 167 |

| | | |
|--------------|--|---------------------------|
| Tabelle 8.21 | Einflussgrößen zur Beeinflussung der Kühlkurve (Quelle: selber erstellt) | |
| | 167 | |
| Tabelle 8.22 | Einflussgrößen zur Beeinflussung der Temperatursollwerten (Quelle: selber erstellt) | |
| | 167 | |
| Tabelle 8.23 | Softwareschalter zur KG DSP Büro | (Quelle: selber erstellt) |
| | 168 | |
| Tabelle 8.24 | Sollwerte zur KG DSP Büro | (Quelle: selber erstellt) |
| | 170 | |
| Tabelle 8.25 | Sollwerte zur KG DSP Büro | (Quelle: selber erstellt) |
| | 171 | |
| Tabelle 8.26 | Zeitschaltprogramm Kältegruppe DSP Erdgeschoss (Quelle: selber erstellt) | |
| | 173 | |
| Tabelle 8.27 | Einflussgrößen zur Beeinflussung der Kühlkurve (Quelle: selber erstellt) | |
| | 173 | |
| Tabelle 8.28 | Einflussgrößen zur Beeinflussung der Temperatursollwerten (Quelle: selber erstellt) | |
| | 173 | |
| Tabelle 8.29 | Softwareschalter zur KG DSP Erdgeschoss (Quelle: selber erstellt) | |
| | 174 | |
| 2 | 176 | |
| Tabelle 8.30 | Sollwerte zur KG DSP Erdgeschoss | (Quelle: selber erstellt) |
| | 176 | |
| Tabelle 8.31 | Sollwerte zur KG DSP Büro | (Quelle: selber erstellt) |
| | 177 | |
| Tabelle 8.32 | Zeitschaltprogramm Kältegruppe FBH | (Quelle: selber erstellt) |
| | 179 | |
| Tabelle 8.32 | Einflussgrößen zur Beeinflussung der Kühlkurve (Quelle: selber erstellt) | |
| | 179 | |
| Tabelle 8.33 | Einflussgrößen zur Beeinflussung der Temperatursollwerten (Quelle: selber erstellt) | |
| | 179 | |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|--------------|-----------------------------|---------------------------|
| Tabelle 8.34 | Softwareschalter zur KG FBH | (Quelle: selber erstellt) |
| | 180 | |
| Tabelle 8.35 | Sollwerte zur KG FBH | (Quelle: selber erstellt) |
| | 182 | |
| Tabelle 8.36 | Sollwerte zur KG DSP Büro | (Quelle: selber erstellt) |
| | 183 | |

Literaturverzeichnis

Bundesamt für Umwelt BAFU (2020): Vollzugshilfe des BAFU zu den Regelungen über Kälteanlagen, Klimaanlage und Wärmepumpen mit synthetischen Kältemitteln. Stand 2020

Rohrer, König, Tillenkamp ZHAW: Free Cooling in der Klimakälte (2018); 2018 www.effizientekaelte.ch (Studie im Auftrag des BFE)

EN387

Schweizerische Normen-Vereinigung (SNV), Bürglistrasse 29, CH-8400 Winterthur
SN EN 378-1:2017 de

Kommission SIA 2024

| | |
|------------|---|
| Präsident | Martin Menard, dipl. Masch.-Ing. ETH, Zürich |
| Mitglieder | Kurt Hildebrand, Prof., dipl. HLK-Ing., Islisberg Antje Horvath, Dipl.-Ing. Architekt TH, lic. rer. reg., Zürich Martin Jakob, Dr., dipl. Phys.-Ing. ETH, Zürich Martin Lenzlinger, Dr. phil., Physiker SIA, Winterthur Sven Moosberger, Dr., dipl. Physiker, Knonau Francine Wegmüller, Dr es sc., Echallens Volker Wouters, dipl. El. Ing., Basel |
| Verfasser | Christian Schneider, dipl. Natw. ETH / NDS Energie, Zürich |

Genehmigung und Gültigkeit

Die Zentralkommission für Normen des SIA hat das vorliegende Merkblatt SIA 2024 am 31. Oktober 2014 genehmigt.

Es ist gültig ab 1. Oktober 2015.

Es ersetzt ab 1.10.2015 das Merkblatt SIA 2024 Standard-Nutzungsbedingungen für die Energie- und Gebäudetechnik, Ausgabe 2006, sowie den Anhang Ader Norm SIA 382/1, Ausgabe 2006.

Anhang Allgemein

- Anhang 1.1 : Aufgabenstellung
 Projektarbeit Gebäudetechnikkonzept Geschäftshaus
 Attranyon in Nyon
- Anhang 1.2: Pläne (UG, EG, DG)
- Anhang 1.3: Prinzipschema HLSK
- Anhang 1.4 : Dokumentation Coaching 1
- Anhang 1.5 : Dokumentation Coaching 2
- Anhang 1.6 : Kühlstellenliste Bauherrschaft
- Anhang 1.7: Berechnung TEWI
- Anhang 1.8: Cockpit Stromkennzeichnung Schweiz von Pronovo AG

Anhang Heizung

Anhang 4.1 : Berechnung Leistungs- und Energiedaten

Anhang Kälte

Anhang 5.1 : Berechnung CO₂-Booster

Anhang Lüftung

Es gibt keine Anhänge für den Fachbereich Klima.

Anhang Sanitär

Es gibt keine Anhänge für den Fachbereich Sanitär.