Industriebetriebe stellen höhere Anforderungen an die Nachhaltigkeit

Minergie Standard für Produktionsbetrieb - Heizen und Kühlen mit natürlichen Kältemitteln (Ammoniak NH_3 und Kohlendioxid CO_2)

Neubau Fleischtrocknerei Grischuna, Landquart
Beat Schmutz, André Meyer

Bild 1: Kälte-/ Wärmespeicher der Fleischtrocknerei Grischuna Landquart

Der Fleischtrocknerei Churwalden AG ist eine nachhaltige und umweltfreundliche Produktion sehr wichtig. Neben Fleischwaren, welche nach Bio-Qualität hergestellt sind, ist die Ökoeffizienz der Anlagen und Liegenschaften eine konsequente Weiterführung dieses Gedankens. Der neue Produktions- und Verwaltungsbau erfüllt für alle Bereiche den Minergie Standard.
Geheizt und gekühlt wird mit Wärmepumpen und Kältemaschinen, welche mit natürlichen Kältemitteln, Ammoniak (NH_3) und Kohlendioxid (CO_2) betrieben werden. Die Abwärme der Kältemaschinen wird mit einem ausgeklügelten Brunnensystem der Produktion zurückgeführt. Reicht die Abwärme der Kältemaschinen für den Wärmebedarf nicht aus, sorgt die mit Grundwasser (Erdwärme) betriebene Wärmepumpe für die nötige Leistung. Im Sommer wird ein Teil des anfallenden Kältebedarfs direkt aus dem Grundasserbecken bezogen "Freecooling".

Ausgangslage / Ziele

Produktionsbedingt werden in Lebensmittelproduktionsbetrieben hohe Anforderungen an die Bautechnik und Energietechnik gestellt. Ein grosser Bereich der Produktionsräume wird ganzjährig gekühlt, und täglich mit warmem Wasser gereinigt und desinfiziert. Die Räume müssen aus bakteriologischen Überlegungen am nächsten Morgen wieder trocken sein. Die Produktionsprozesse sind vielfach „energieintensiv". Die Kälte-/ Wärmeenergieproduktion soll nachhaltig und ökologisch sein und eine zukunftsgerichtete Investition darstellen.

Aus diesen Überlegungen ergeben sich die Grundsätze wie folgt:

- Minimalisierung des Wärme – und Kältebedarfs (Bauhülle, Fensterflächen)
- Beschaffung der Betriebseinrichtungen unter Mitberücksichtigung des Energieverbrauchs
- Anfallende Abwärme und Kälteenergie konsequent sinnvoll verwenden
- Alle Lüftungsanlagen bedarfsgesteuert mit hochwertigen WRG- Systemen
- Rest – Energie sinnvoll erzeugen (tiefer Primärenergieanteil, z.B. Nutzung Grundwasser)
- Überwachungssysteme zu Kontrollzwecken einsetzen
- Ein umweltverträgliches Kältemittel verwenden

Entsprechende Kontrollinstrumente (Bsp. Mengezähler, Temperaturüberwachung der Kühlräume, etc.) werden installiert und im MSRL- Aufgeschaltet.

Anforderungen Heizung und Kälte

Die beiden Neubauten (Produktionsgebäude und Verwaltungsgebäude) benötigen thermische Energie auf verschieden Temperatur Niveaus. Die Wärmeenergie wird einerseits im Produktionsprozess benötigt, andererseits wird sie im Bereich der Klimatisierung (Entfeuchtung) und zu Heizzwecken eingesetzt. Im Bereich der Produktion und Klimatisierung muss die Energie jederzeit 100% verfügbar sein, Lieferunterbrüche würden zu Produktionsausfällen führen, solche Unterbrüche sind zu vermeiden.

Wärmeenergie ca. 950 kW:

- Temperaturniveau ,''mittel'' **> + 60°C** (Prozessenergie z.B. Klimaräume, Brauchwarmwasser, Gebindewaschmaschine, etc.)
- Temperaturniveau ''tief'' **> + 40°C**" (Wärmeenergie zu Heizzwecken und Entfeuchtung, Brauchwarmwasservorwärmung, etc.)

Kälteenergie ca. 1200 kW:

- Temperaturniveau **±°C**" Wasser/Glykolgemisch (gekühlte Arbeitsräume)
- Temperaturniveau **- 8°C** Wasser/Glykolgemisch (Kühlräume, Reifeanlagen)
- Temperaturniveau **-25°C** (Tiefkühlräume)

Umgesetztes Energiekonzept

Kernpunkt der Wärme -und Kälteerzeugung bildet die energetische Nutzung des Grundwasserstromes der Alpenrheinebene. Über Fassungen und Grundwasserpumpen wird Wasser aus dem Grundwasserstrom entnommen und thermisch verändert wieder in diesen zurückgeführt. Die so gewonnene Energie (Je nach Anforderung Kälte oder Wärmeenergie) wird über Kältemaschinen und Wärmepumpen auf die gewünschten Temperaturen geschoben und für verschiedenste Zwecke genutzt.

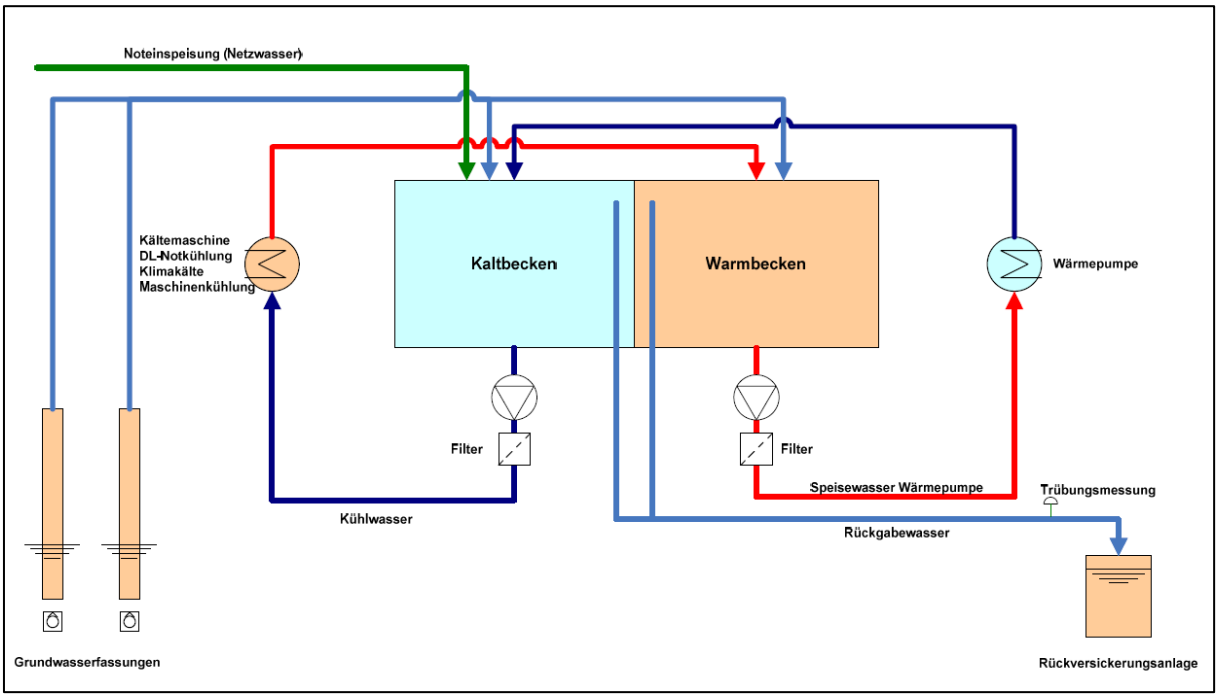

Bild 2: Konzept Grundwassernutzung (Quelle K&H)

Konzept der Wärmeproduktion (Wärmepumpen)

Die Wärme wird mit einer 2-stufigen Ammoniak-Wärmepumpe mit Grundwasser (12°C / 8°C) für Wassererwärmung Heizwasser und BWW erzeugt. Jede Stufe hat zwei Kolbenverdichter (York/Sabroe). Die Verdichter für Wärmwasser können 6-Stufig geregelt werden und die Verdichter für Heizwasser 4-Stufig. Als Verdampfer und Verflüssiger wurden Kassetten geschweisste Plattenwärmetauscher (Alfa Laval) eingesetzt. Die Ammoniakfüllmenge der Wärmepumpe beträgt ca. 300 kg.

Wärmepumpe 1. Stufe WW (+28/+38°C)	650 kW
Wärmepumpe 2. Stufe BWW (+53/+63°C)	300 kW

Im Temperaturniveau ''mittel'' > + 60°C befindet sich die Auslegetemperatur der Produktionsanlagen, die Temperatur wird für Reifeprozesse und im Bereich der Schwitzanlagen benötigt. Ebenfalls an diesem Verteilsystem angeschlossen sind die Gebindewaschanlagen und die Brauchwarmwassererzeugung.
Direkt in dieses System eingespiesen wird die anfallende Abwärme der Druckluft –und Vakuumerzeugung (Motorenabwärme und Kompressionswärme)
Die notwendige Restenergie wird über eine Ammoniakwärmepumpe erzeugt, als Wärmequelle dient die hochwertige Energie aus dem Grundwasserbecken (Becken „warm")

Im Temperaturniveau ''tief'' > + 40°C befinden sich die Wärmeverteilung zur Raumheizung und Entfeuchtung sowie die Abtauung. Ebenfalls wird die erste Phase der Brauchwarmwassererzeugung ab diesem Temperaturniveau entnommen.
Auch hier wird die notwendige Restenergie über eine Ammoniakwärmepumpe erzeugt, als Wärmequelle dient ebenfalls die hochwertige Energie aus dem Grundwasserbecken (Becken „warm")

Bild 3: Ammoniak Wärmepumpen

Anfallende Abwärme wird konsequent genutzt.
Nach Möglichkeit erfolgt diese Nutzung direkt, d.h. die Abwärme wird direkt ins Wärmeverteilsystem gespiesen und wieder verteilt. Diese Möglichkeit wird vor allem im Bereich der Motorenkühlung eingesetzt. (Drucklufterzeugung, Zentralvakuumanlage, etc.)

Abwärme auf tieferem Niveau wird ins Grundwasserbecken „warm" abgegeben. Dies betrifft vor allem die Kondensationsabwärme der Kälteerzeugung und die Werkzeugkühlung der Verpackungsmaschinen (Kühlwasserkreislauf)

Konzept Kälteproduktion

Die Kälteerzeugung erfolgt mit zwei Ammoniak-Kältemaschinen.
Die Rückkühlung der Kältemaschinen erfolgt mit Grundwasser, dieses wird in ein Warmbecken geleitet und die Abwärme aus dem Becken wird mit einer Wärmepumpe bei Bedarf auf ein höheres Temperaturniveau angehoben (Bild 4).

Kältemaschine Netz -8°C	450 kW
Kältemaschine Netz 0°C	650 kW

Für die Kälteenergie im Temperaturniveau 0°C und -8°C wird je eine Kältemaschine mit Ammoniak NH3 als Kältemittel und zwei Industrie-Kolbenverdichtern eingesetzt. Das Kältemittel Ammoniak ist auf die Zentrale beschränkt. Der Energietransport erfolgt mit einem Wasser/Glykolgemisch zu den Kühlstellen.
Zur optimalen Leistungsanpassung ist ein Verdichter mit Frequenzregelung ausgerüstet
Die Rückkühlenergie wird aus dem Grundwasserbecken (Becken „kalt") entnommen.

Durch den Austausch des Wassers (von der Wärmepumpe zur Kältemaschine und umgekehrt) werden maximale Arbeitszahlen erreicht, die Antriebsmotoren und Kältemittelkreisläufe können optimiert klein gehalten werden. Zur Betriebsoptimierung wurden für die beiden Kälteträger-Netze Pufferspeicher mit einem Volumen von je 30'000 Liter installiert.

Bild 4: Ammoniak Kältemaschinen

Die Tiefkühlräume werden mit Kohlendioxid CO_2, einem ebenfalls natürlichen Kältemittel betrieben. Das Kältemittel wird direkt mit elektronischen Expansionsventilen Typ Siemens MVL661/PolyCool in den Raumkühlern verdampft und durch die Kolbenverdichter komprimiert und anschliessend in einem Kaskadenkondensator subkritisch verflüssigt. Die Abwärme der Anlagen wird somit an das Glykolnetz -8°C abgegeben, wo die Wärme indirekt wieder genutzt werden kann.

Im Sommerfall wird anfallende Kälteenergie aus dem Bereich der Prozesswärmeerzeugung aus dem „Kaltbecken" bezogen und wie folgt direkt verwendet: (Freecooling)

- Vorkühlung Aussenluft Lüftungsanlagen
- Kühlung Zuluft Lüftungsanlagen allgemein
- Verwaltungsgebäude (Kühldecken und Lüftungsanlage)
- Kühlung Serverräume

Fehlende Energie wird aus dem Grundwasser nachgeschoben. Die Kühlleistung ist begrenzt, für den Bereich der Klimakälte wird ausser der Pumpen-Förderenergie keine Primärenergie eingesetzt.

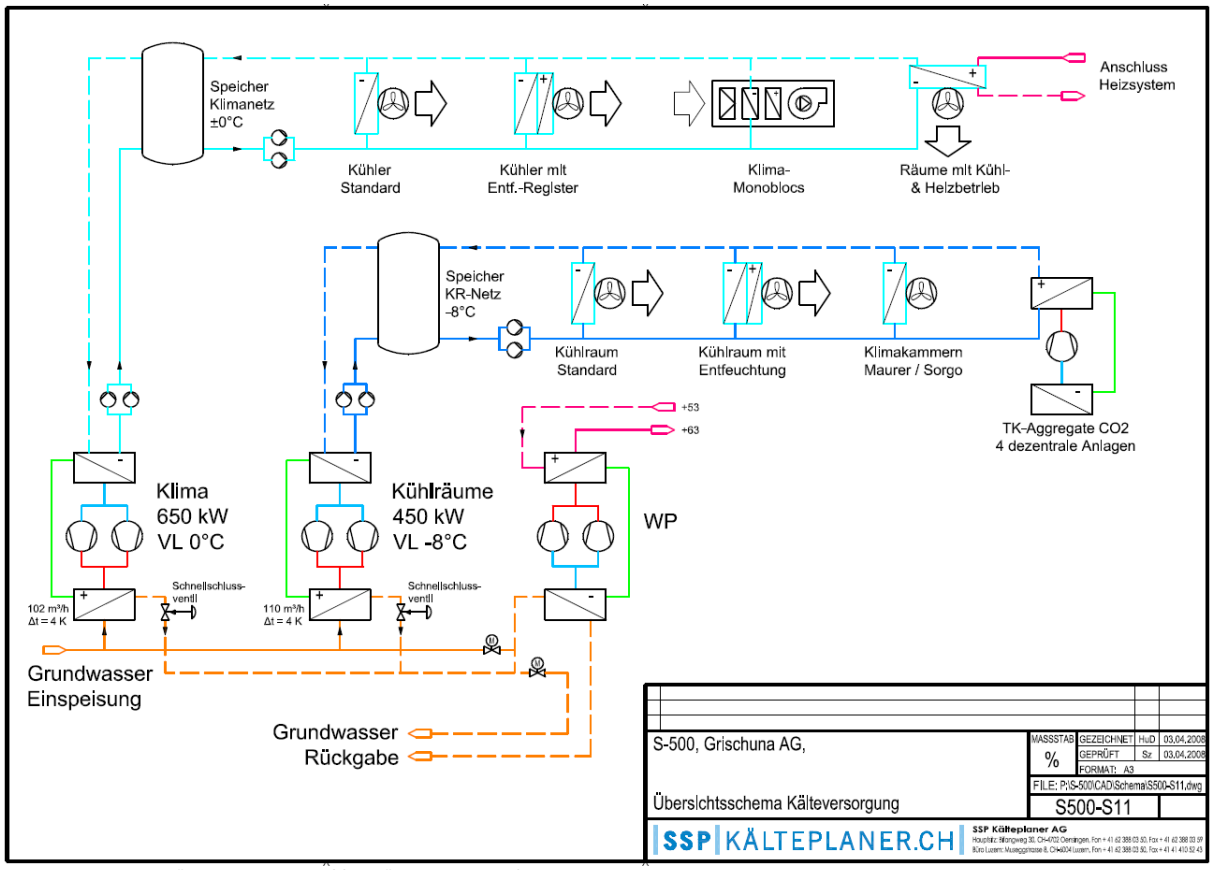

Bild 5: Konzept Kälteverteilung (SSP Kälteplaner AG)

Fernüberwachung

Ein wichtiger Bestandsteil der der Anlage ist die Fernüberwachung. D.h. die Überwachung der Steuer-, Regel- und Optimierungseinrichtungen.

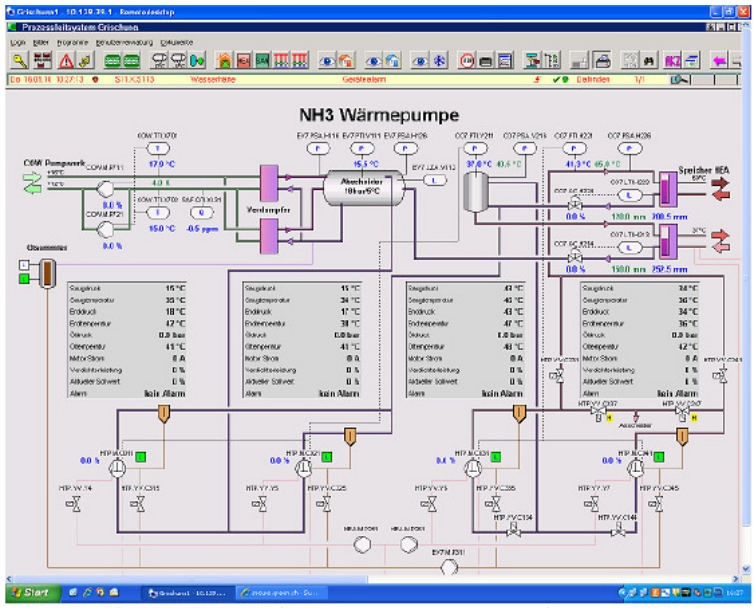

Bild 6: Fernüberwachung (Chestonag Automation AG)

Ziel ist es Funktionsabläufe gewerkeübergreifend selbstständig (automatisch), nach vorgegebenen Einstellwerten (Parametern) durchzuführen oder deren Bedienung bzw. Überwachung zu vereinfachen. Alle Sensoren, Aktoren, Bedienelemente, Verbraucher und andere technische Einheiten im Gebäude sind miteinander vernetzt. Sämtliche Ist-/Sollwerte und Alarme können über eine gesicherte VPN Verbindung via Internet eingesehen werden. Die Übersichtliche Visualisierung hilft sich schnell ein Bild der Anlagen zu verschaffen und ermöglicht die systematische Bedienung und führt letztlich auch zu erhöhter Betriebsicherheit.

Eckdaten:

Kälteleistung ±0°C Netz	650	kW	Kältemittel NH_3 ca. 90 kg
Kälteleistung -8°C Netz	450	kW	Kältemittel NH_3 ca. 80 kg
Kälteleistung TK Räume	60	kW	Kältemittel CO_2 ca. 80 kg
Heizleistung WP gesamt	950	kW	Kältemittel NH_3 ca. 300 kg
Kältespeicher -8°C	30'000	Liter	
Kältespeicher ±0°C	30'000	Liter	
Verdichter NH3	York/Sabroe		
Plattenwärmetauscher	Alfa Laval		
Verdichter CO_2	Bitzer		
Expansionsventile CO_2	Siemens		

Key Words*:*

Minergie
Wärmepumpen
Grundwasser (Erdwärme)
Natürliche Kältemittel (CO_2, NH_3)
Erneuerbare Energie
Abwärmenutzung
Freecooling
Betriebssicherheit

Beteiligte Unternehmen:

Bauherr	Grischuna Fleischtrocknerei AG	Churwalden / Landquart
Architekt Gesamtleitung	zsb Architekten	Oensingen
Kälteplanung	SSP Kälteplaner AG	Oensingen
HLKS-Planung	Kalt & Halbeisen AG	Kleindöttingen
Elektroplanung	Marquart AG	Buchs
Kälteinstallateur	Kälte3000	Landquart
Kältemaschinen, Wärmepumpe, Leitsystem	Johnson Controls	Bassersdorf