Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur
Zentrum für Integrale Gebäudetechnik
FH Zentralschweiz

Monitoring Suurstoffi-Areal Risch/Rotkreuz – Dynamik und Optimierung einer thermischen Vernetzung (Anergienetz)

Nadège Vetterli
Hochschule Luzern – Technik & Architektur
Zentrum für Integrale Gebäudetechnik

Ausgangslage

Die Zug Estates AG realisiert nördlich des Bahnhofs Rotkreuz eine Überbauung mit bis zu 2‘500 Arbeitsplätzen und Wohnraum für bis zu 1‘500 Bewohnern. Die Erstellung erfolgt in drei Etappen.

Abb. 1: Wohnbau Baufeld 2 (Quelle www.suurstoffi.ch)

Die Suurstoffi zeichnet sich durch eine konsequente Ausrichtung auf ökologische, soziale und wirtschaftliche Nachhaltigkeit aus: Büros, Wohnungen, Gewerbe, Schulen und öffentliche Zonen sorgen für eine gesellschaftliche Durchmischung, der Langsamverkehr wird bevorzugt, in dem der individuelle Autoverkehr auf dem Areal unterbunden wurde und die umweltgerechte Bauweise reduziert den Ressourcenverbrauch bei der Erstellung und für den Betrieb des Areals.

Mit dem Ziel des CO_2-freien Betriebes wurde für die Wärme- und Kälteversorgung (Wohnen, Büro und Gewerbe) eine thermische Arealvernetzung («Anergienetz») mit Erdwärmesondenfeldern errichtet. Der benötigte Strom wird mittels Photovoltaik auf dem Areal selbst erzeugt und in Form von Labelstrom zugekauft.

Abb. 2: West-Areal (Quelle www.suurstoffi.ch)

Thermische Vernetzung

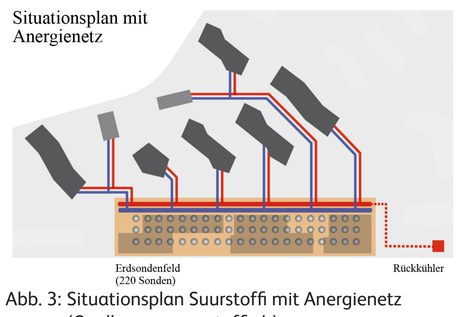

Abb. 3: Situationsplan Suurstoffi mit Anergienetz (Quelle www.suurstoffi.ch)

Die thermische Vernetzung der Suurstoffi in Risch/Rotkreuz umfasst ein Erdwärmesondenfeld mit 220 Erdwärmesonden à 150 m, welches im Endausbau (Ost- und Westareal) nochmals deutlich erweitert wird.
Damit werden die Wohn- und Bürogebäude auf dem Baufeld 2 und 5, sowie das Gemeinschaftshaus thermisch vernetzt und können somit Wärme untereinander und/oder mit dem Erdwärmespeicher austauschen. Insgesamt werden rund 50`000 m² Energiebezugsfläche (EBF) versorgt, im Endausbau werden es insgesamt 165`000 m² sein.
Die Wärmepumpen der Gebäude beziehen ihre Quellenergie zur Erzeugung der Raumwärme und des Warmwassers aus dem Netz. Über die freie Kühlung (Freecooling) werden die Bürobauten, Serverräume und aber auch Wohnräume mit raumnahen Temperaturen direkt gekühlt. Die Abwärme aus diesen Prozessen regeneriert die Erdwärmesondenfelder oder dient zur Heizung anderer Gebäude.

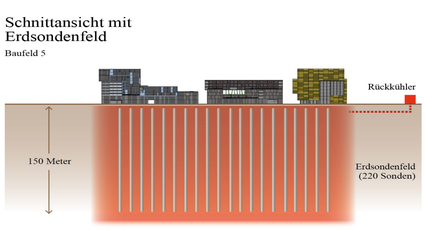

Abb. 4: Schnittansicht mit Erdsondenfeld im Baufeld 5 (Quelle www.suurstoffi.ch)

Ziel des Monitorings

Der komplette Wärme- bzw. Kältefluss, die Systemtemperaturen und der detaillierte Stromverbrauch werden mit fast 400 Datenpunkten kontinuierlich gemessen und ausgewertet.
Aus den Messungen und den Nutzerbefragungen können verschiedene Erkenntnisse zur betrieblichen und technischen Effizienz, zum Nutzerverhalten, zur Funktionalität der Gebäudetechnik und zum Komfort gewonnen werden.
Die abschliessende Auswertung erfolgt nach drei Aspekten:

1. Ein Vergleich der aufgenommenen Wärmeströme und der elektrischen Energieaufnahme der Wärmepumpen liefert Erkenntnisse über die Effizienz der Wärmeversorgung.
2. Der Vergleich der einzelnen Gebäude untereinander lässt technische Fehler und das unterschiedliche Nutzerverhalten erkennen.
3. Die Überwachung der Temperaturen im thermischen Netz erlaubt Aussagen über dessen korrekte Dimensionierung und liefert die Grundlagen für Optimierungsmassnahmen.

Ergebnisse

Im Baufeld 2 (seit Juni 2012 im Betrieb) konnte für die Nutzung Wohnen der Heizwärmeverbrauch während zwei Winterperioden gemessen werden. Die Messungen wurden mit den Heizgradtagen korrigiert und mit den ursprünglichen Berechnungen verglichen. Dazu wurden für ein typisches Wohnhaus thermische Simulationen mit dem Programm IDA ICE durchgeführt, um den Mehrverbrauch gegenüber der Berechnung gem. SIA 380/1 abbilden zu können (siehe Abb. 5).

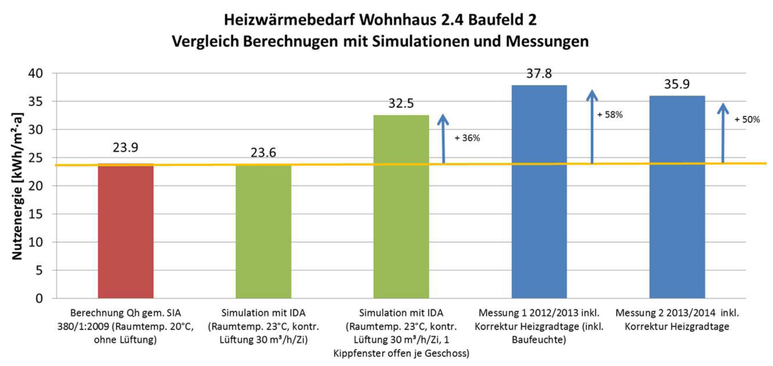

Abb. 5: Spezifischer Heizwärmebedarf des Hauses 2.4 während der 1. und 2. Winterperiode (rot), verglichen mit simulierten Varianten (grün) und dem berechnenten Wert Qh gem. SIA 380/1:2009 (blau).

Simulationen lassen vermuten, dass der Mehrverbrauch gegenüber den Berechnungen primär auf höheren Raumtemperaturen und auf einen höheren, thermisch wirksamen Luftwechsel zurückzuführen ist. Der erhöhte thermische Luftwechsel resultiert einerseits durch schlecht einregulierte Lüftungsanlagen und andererseits durch das Nutzerverhalten, in dem Kippfenster z.B. im Badbereich offen gelassen werden.

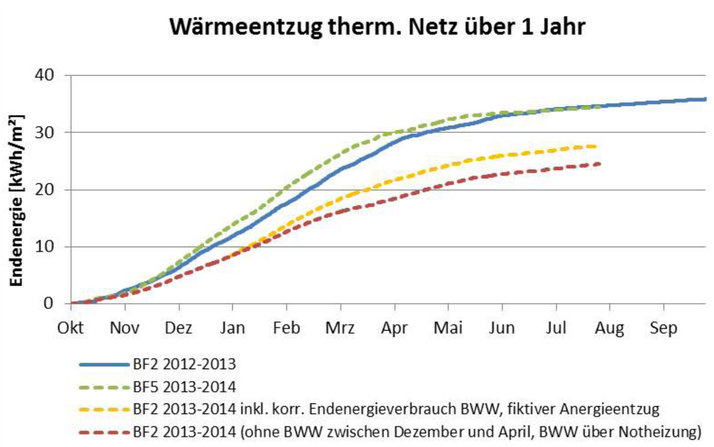

Abb. 6: Wärmeentzug aus dem Anergienetz für das Baufeld 2 und 5. Der Entzug des Baufeldes 2 liegt im zweiten Betriebsjahr tiefer als im Vorjahr (gelb, korrigierte Werte unter Berücksichtigung der Elektroheizung für die Brauchwarmwasseraufbereitung im Baufeld 2, welche aufgrund den zu tiefen Temperaturen im Erdwärmesondenfeld vom Dezember 2013 bis März 2014 im Betrieb war).

Der Entzug des Baufeldes 2 liegt im zweiten Betriebsjahr tiefer als im ersten Betriebsjahr. Begründet wird dies durch den Rückgang der Baufeuchte und die Betriebsoptimierung aufgrund erster Erkenntnisse aus dem Monitoring während des ersten Betriebsjahrs.
Im Baufeld 2 und 5 werden sowohl auf der Seite des Anergienetzes (Verdampfer der Wärmepumpe), wie auch auf der Gebäudeseite (Kondensator der Wärmepumpe für Raumwärme und Warmwasser) im 15 Minutentakt Messwerte aufgenommen. Aus den Messungen resultiert eine Jahresarbeitszahl von 3.5, wobei auch die Förderpumpen der thermischen Vernetzung enthalten sind (ohne Förderpumpen resultiert eine JAZ von 3.9).

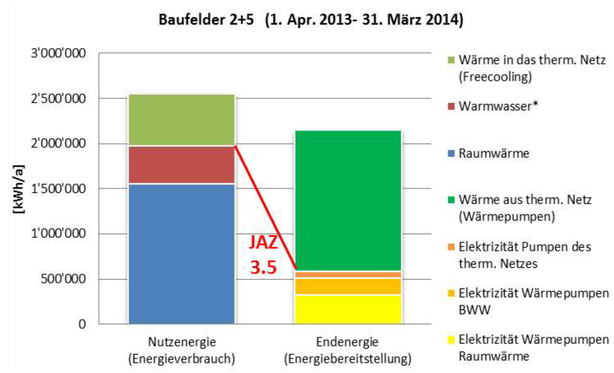

Abb. 7: Nutzenergie der Gebäude (Raumwärme, Warmwasser und Klimakälte über Freecooling (grün)), sowie die Wärmebereitstellung durch die Wärmepumpe (Endenergie mit Anteil Strom und Umweltwärme (grün)). Es ergibt sich für das 1. Betriebsjahr der Baufelder 2 und 5 eine Jahresarbeitszahl von 3.5 inkl. Förderpumpen des Anergienetzes. (* Ohne Stromverbrauch Notheizung BWW (Dezember - März: 113‘000 kWh) wegen zu tiefen Temperaturen im Erdwärmespeicher).

Für das Areal Suurstoffi in Risch/Rotkreuz wurde für die Betriebsphase der Anteil nicht erneuerbarer Primärenergie und der äquivalenten Treibhausgasemissionen bilanziert. Der Teil Erstellung und Mobilität wurde in der Planung berücksichtigt, ist jedoch nicht im Umfang des Betriebsmonitorings enthalten.

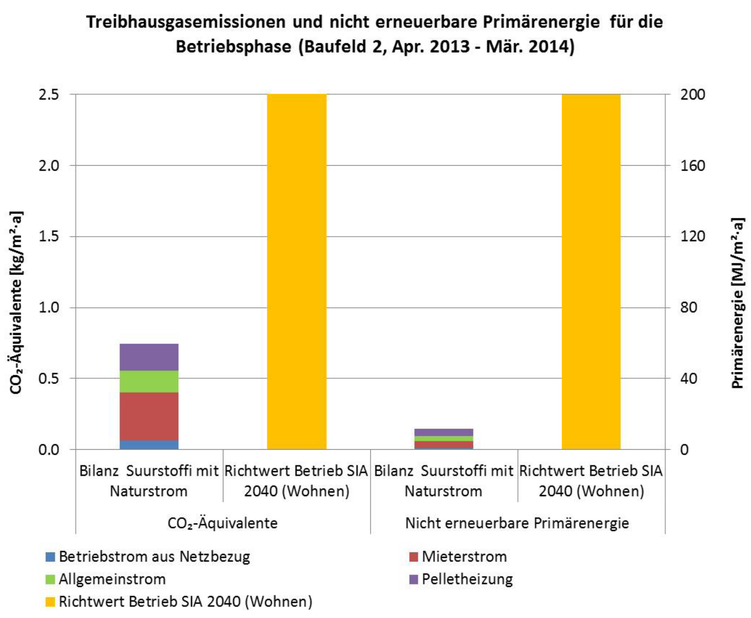

Abb. 8: Primärenergiebedarf nicht erneuerbar und Treibhausgase des Areals Suurstoffi in Risch/Rotkreuz gemäss SIA 2040 Effizienzpfad Energie bilanziert. In beiden Dimensionen unterschreitet das Areal die Anforderungen an die Betriebsphase deutlich. Die Pelletheizung wurde temporär aufgrund fehlender Abwärme während dem Winter (ab Mitte Dezember 2013) eingesetzt.

Es fällt auf, dass sowohl in Bezug auf die nicht erneuerbare Primärenergie, wie auch betreffend der Treibhausgase das Areal Suurstoffi die Richtwerte für die Betriebsphase gemäss SIA 2040 Effizienzpfad Energie deutlich unterschreitet.
Die Gründe hierzu liegen einerseits in der effizienten Wärmebereitstellung über Wärmepumpen, thermische Vernetzung und Erdwärmesonden, anderseits durch die Deckung des Strombedarfs mit eigener PV-Anlage und Labelstrom aus 95 % Wasserkraft und 5 % PV. Die arealeigene Photovoltaikanlage konnte im ersten Betriebsjahr rund 70 % des Betriebsstromverbrauchs für das Baufeld 2 abdecken.

Kontakt: Nadège Vetterli
T: +41 (0)41 349 39 13
nadege.vetterli@hslu.ch

Auftraggeber: Zug Estates AG