

EINSTEIN Advanced Training Course – Trainingskurs für Fortgeschrittene

Module AT-06: Building-Plus Beispiel

Hand-out für TeilnehmerInnen

Autor:

Hans Schweiger (energyXperts.NET)

Last update: 10.10.2011

energyXperts.NET, Barcelona, Spain / Berlin, Germany



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-Noncommercial-Share Alike 3.0 Unported License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

You are free:

to Share — to copy, distribute and transmit the work

to Remix — to adapt the work

Under the following conditions:

Attribution. You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor (but not in any way that suggests that they endorse you or your use of the work).

Noncommercial. You may not use this work for commercial purposes.

Share Alike. If you alter, transform, or build upon this work, you may distribute the resulting work only under the same or similar license to this one.

Inhaltsverzeichnis

1	Beschreibung des Beispiels	2
1.1	Gebäude.....	2
1.2	Prozesse.....	3
1.3	Wärme- und Kälteversorgungssystem	4
1.3.1	Wärmeversorgung	4
1.3.2	Kälteversorgung.....	4
1.4	Endenergie und Tarife	4
1.5	Ort und Wetterdaten	4
2	Aufgaben.....	4
2.1	Dateneingabe	4
2.1.1	Option 1: Geben Sie das Beispiel von Beginn an ein	4
2.1.2	Option 2: Vervollständigen Sie das Beispiel.....	4
2.2	Prozess- und Gebäudeoptimierung.....	5
2.3	Wärmerückgewinnung	5
2.3.1	Definieren Sie ein eigenes Konzept	5
2.3.2	Manueller Entwurf des Wärmetauschernetzwerkes	5
2.3.3	Automatischer Entwurf des Wärmetauschernetzwerkes	5
2.4	Systementwurf	5

1 Beschreibung des Beispiels

1.1 Gebäude

Das vorliegende Beispielprojekt ist ein Krankenhaus mit 500 Betten.

Das Gebäude besteht aus vier Bereichen: Nord-Flügel, Süd-Flügel, Zentralbereich und Dienstleistungen. Tabelle 1 fasst die wichtigsten Daten der verschiedenen Zonen zusammen.

Das Gebäude wird von einer Fußbodenheizung in den neueren Bereichen des Gebäudes (Südflügel und Zentralbereich) und von einem Radiatorsystem im älteren Nordflügel beheizt. Der Dienstleistungsbereich wird nicht beheizt.

Die Klimatisierung erfolgt durch einen Kaltwasserkreislauf 7 / 12 °C Vor- und Rücklauftemperatur.

Im gesamten Gebäude (ausgenommen Dienstleistung) sind Belüftungsanlagen zur kontrollierten Be- und Entlüftung installiert. Die Belüftungsanlagen im Nordflügel und im Zentralbereich verfügen über Wärmerückgewinnung mit einer durchschnittlichen Temperaturdifferenz von 3 K zwischen Ab- und Zuluft. Im Südflügel ist keine Wärmerückgewinnung installiert.

Die Süd- und Nordflügel sind Gebäude mit 4 Stockwerken, der Zentralbereich und der Dienstleistungsbereich haben zwei Stockwerke.

Tabelle 1. Zusammenfassung der wichtigsten Gebäudeparameter.

Parameter	Unit	TOTAL	North wing	South wing	Central area	Services
<i>Building size</i>						
Heated / cooled area	m ²	35.000	10.000	15.000	5.000	5.000
<i>Heating</i>						
Yearly heat consumption	MWh	3.500	1.700	1.200	600	0
Indoor temperature	°C		20	20	20	20
Heating system			radiator heating	floor heating	floor heating	-
Average inlet temperature heating system	°C		65	35	35	-
Heating period			1.10 – 30.4	1.11 – 31.3	1.11 – 31.3	-
<i>Cooling</i>						
Yearly heat consumption	MWh	3.850	700	2.100	750	300
Indoor temperature	°C		22	22	22	25
Cooling system			fan coils	fan coils	fan coils	fan coils
Average inlet temperature heating system	°C		7	7	7	7
Cooling period			1.6 – 15.9	15.4 – 15.10	1.5 – 1.10	1.6 – 15.9
<i>Air handling unit</i>						
Type of air handling unit			controlled ventilation inlet and outlet	controlled ventilation inlet and outlet	controlled ventilation inlet and outlet	no air handling unit
Air flow rate during operation	m ³ /h		30.000	45.000	30.000	-
Heat recovery (DeltaT _{inlet-outlet})	K		3	no heat recovery	3	-
<i>Hot water demand</i>						
Daily hot water consumption	l/day	70.000	20.000	30.000	20.000	-
Hot water temperature	°C		50	50	50	-

1.2 Prozesse

Das Krankenhaus betreibt eine eigene Wäscherei, in der täglich 5 Tonnen Wäsche gewaschen werden.

Die wichtigsten Wärmeverbraucher in der Wäscherei sind:

- Waschmaschinen
- Trockner
- Kalander (Mangel-Bügelmaschine)

a) Waschmaschine

Die Waschmaschinen benötigen ein Volumen von 680 Liter Wasser bei einer Temperatur von 70°C pro Waschzyklus. 16 Zyklen mit einer Dauer von 0,5 Stunden werden durchgeführt. Die durchschnittliche Abwassertemperatur am Ende jedes warmen Zyklus beträgt 55°C. Die thermischen Verluste der Waschmaschine während des Betriebs zur Wärmeerhaltung betragen 10,3 kW.

b) Trockner

Die Trockner werden bei einer Lufteingangstemperatur von 120°C betrieben. Die Lufterneuerungsrate beträgt 5.000 kg/h, ein Volumenstrom von 12.200 kg/h wird rezykliert. Die Ausgangstemperatur der feuchten Temperatur beträgt 110 °C.

c) Kalander-Mangel

Die Kalander werden mit Dampf auf 200 °C erhitzt. (Zur Vereinfachung soll der Mangelenergieverbrauch als Erhaltungswärme bei 200°C modelliert werden).

1.3 Wärme- und Kälteversorgungssystem

1.3.1 Wärmeversorgung

Raumwärme und Warmwasser wird über einen Heißwasserkessel mit einer Leistung von 2.000 kW und einem Wirkungsgrad von 0,9 bereitgestellt. Die Temperatur des Heißwassers beträgt 70°C und wird anschließend für die Anwendung im Fußbodenheizungssystem für die neueren Bereiche gemischt und erreicht dann eine Temperatur von 35°C.

Die Prozesswärme für die Wäscherei erzeugt ein Dampfkessel, der 10 bar Dampf mit einem durchschnittlichen Wirkungsgrad von 0,85 bereitstellt.

1.3.2 Kälteversorgung

Kälte wird derzeit durch eine luftgekühlte Kältekompressionsanlage von 2 MW Kälteleistung bereitgestellt: die Kaltwassertemperatur beträgt 7°C, der EER (Energy Efficiency Ratio): 3.0 bei einer Umgebungstemperatur von 27°C.

1.4 Endenergie und Tarife

Das Krankenhaus verbraucht Erdgas im Dampf- und Heißwasserkessel (30 EUR/MWh und Strom für die Kompressionskälteanlage (Tarif: 85 €/MWh).

Der jährliche Energieverbrauch ist 6.625 MWh (Erdgas) und 4.312 MWh (Strom sowohl zur thermischen als auch nicht thermischen Anwendung).

1.5 Ort und Wetterdaten

Das Krankenhaus steht in Barcelona, Spanien, geographische Breite 41,4° Nord, bei einer Durchschnittsumgebungstemperatur von 18 °C und einer jährlichen Solarstrahlung von 1470 kWh/m² (horizontal).

2 Aufgaben

2.1 Dateneingabe

Bauen Sie ein vollständiges Modell/Projekt, starten Sie den Konsistenzcheck und die Datenschätzung, vergewissern Sie sich, dass keine Konflikte bestehen. Sobald alles ok ist, generieren Sie eine Alternative "PSsim" für die Simulation des Ist-Zustandes (Present State).

Vergleichen Sie die Ergebnisse des Ist-Zustandes und die Alternativen PSsim.

2.1.1 Option 1: Geben Sie das Beispiel von Beginn an ein

Basierend auf der Beschreibung oben, geben Sie das Beispiel als neues Projekt ein.

2.1.2 Option 2: Vervollständigen Sie das Beispiel

Laden Sie das Projekt *AT06_BuildingPlus_TRAINEE_START.xml*

Sie finden ein Projekt mit Angaben zu den allgemeinen Daten, zur Energieversorgung und Verteilung, zu den Prozessen und einem Gebäude (Zentralbereich).

Vervollständigen Sie das Beispiel durch Hinzufügen der fehlenden Gebäude (Nord- und Südflügel, den Dienstleistungsbereich) und verknüpfen Sie die entsprechenden Wärmeverbraucher.

2.2 Prozess- und Gebäudeoptimierung

Zur Vereinfachung geht dieses Beispiel davon aus, dass beide Gebäude und Prozesse bereits optimiert sind, so dass keine weiteres Energieoptimierungspotenzial berücksichtigt werden muss.

2.3 Wärmerückgewinnung

2.3.1 Definieren Sie ein eigenes Konzept

Vor dem Start des Entwurfs eines Wärmetauschernetzwerkes mit EINSTEIN nehmen Sie ein Papier und entwerfen Sie händisch ein mögliches Wärmetauschernetzwerk.

Verwenden Sie die EINSTEIN Datenanalyse (Wärme- und Kältebedarf nach Prozessen und Temperaturen, hot and cold composite curves, etc.) für diesen Zweck, aber nutzen Sie noch nicht das automatische Wärmetauschernetzwerk-Entwurfswerkzeug (Auto-Design).

2.3.2 Manueller Entwurf des Wärmetauschernetzwerkes

- a) Definieren Sie eine Alternative "*HR manual*" und geben Sie die Daten für Ihr vorgeschlagenes Wärmetauschernetzwerk in EINSTEIN ein, mit einigen ersten Abschätzungen für jede Wärmetauscher Größe und analysieren Sie die erreichten Energieeinsparungen.
- b) Optimieren Sie die Größe einiger der Wärmetauscher und die entsprechenden Speichervolumina.
- c) Starten Sie die Systemsimulation und vergleichen Sie die Energieeinsparungen im Vergleich zum Ist-Zustand (Present State).

2.3.3 Automatischer Entwurf des Wärmetauschernetzwerkes

- a) Definieren Sie die Alternative "*HR auto*" und verwenden Sie das automatische Design (automatischen Entwurf) von EINSTEIN für das Wärmetauschernetzwerk. Denken Sie über notwendige Konfigurationen von minimalen Temperaturdifferenzen vor dem Start des Entwurfsassistenten nach.
- b) Optimieren Sie manuell das Netzwerk, das vom Design-Assistenten vorgeschlagen wird:
 - Löschen und ändern Sie die Wärmetauscher, wo Sie es für notwendig halten
 - fügen Sie Wärmetauscher hinzu, wo einer fehlt
- c) Starten Sie die Systemsimulation und vergleichen Sie die Energieeinsparungen im Vergleich zum Ist-Zustand (Present State) und im Vergleich zur manuell entworfenen Alternative "*HR manual*".

Notieren und diskutieren Sie mögliche Vor- und Nachteile eines manuellen bzw. automatischen Entwurfs.

2.4 Systementwurf

Um eine vergleichbare Ausgangsbasis für alle Kursteilnehmer zu haben, so dass Sie Ihre Ergebnisse mit jenen der Nachbarn vergleichen können, öffnen Sie bitte das Projekt: "*AT06_BuildingPlus_TRAINEE_HR.xml*". Generieren Sie unterschiedliche Alternativen im importierten Projekt, um die Wärme- und Kälteversorgungssysteme zu optimieren.

Berücksichtigen Sie zumindest einige der folgenden Möglichkeiten:

- a) Ersatz für den Warmwasserkessel durch einen Brennwertkessel

- b) Solarthermie für Heizung und Warmwasser
- c) Solare Heizung und Kühlung
- d) Trigeneration (KWK + thermische Kälteanlage, optional mit oder ohne Solarwärme)
- e) Wärmepumpe für Wärmebedarf bei niedrigen Temperaturen