



Heat pumps in the energy retrofit of buildings

Large commercial & community applications

“Hotel & school at Saint Moritz lake”

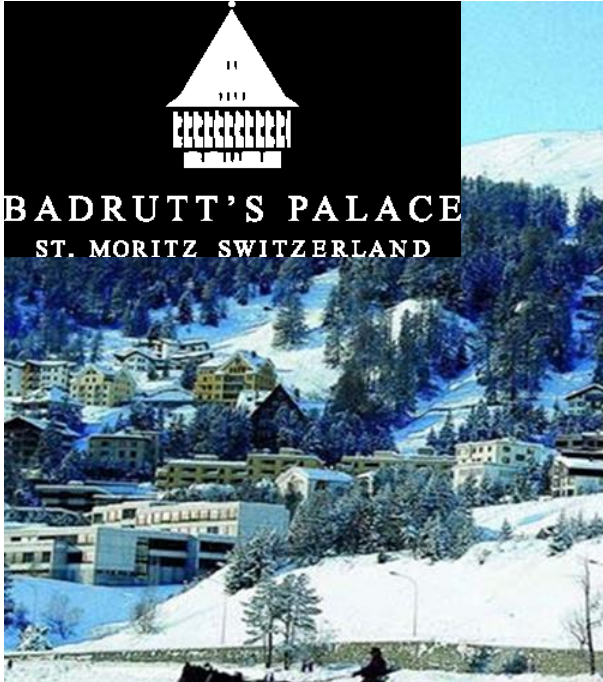
Eric DELFORGE

Chair | industrial and commercial heat pumps WG



BADRUTT'S PALACE

ST. MORITZ SWITZERLAND





Large commercial & community applications

**Extraordinary field example with
Exceptional Challenges in many respects**

**Historical building = problematic refurbishment
L**



Large commercial & community applications

**Extraordinary field example with
Exceptional Challenges in many respects**

**Historical building = problematic refurbishment
Large industrial equipment features**



Large commercial & community applications

**Extraordinary field example with
Exceptional Challenges in many respects**

**Historical building = problematic refurbishment
Large industrial equipment features
Natural refrigerants in rural area**



Large commercial & community applications

**Extraordinary field example with
Exceptional Challenges in many respects**

Historical building = problematic refurbishment
Large industrial equipment features
Natural refrigerants in rural area
Alternative financing model



Large commercial & community applications

**Extraordinary field example with
Exceptional Challenges in many respects**

Historical building = problematic refurbishment

Large industrial equipment features

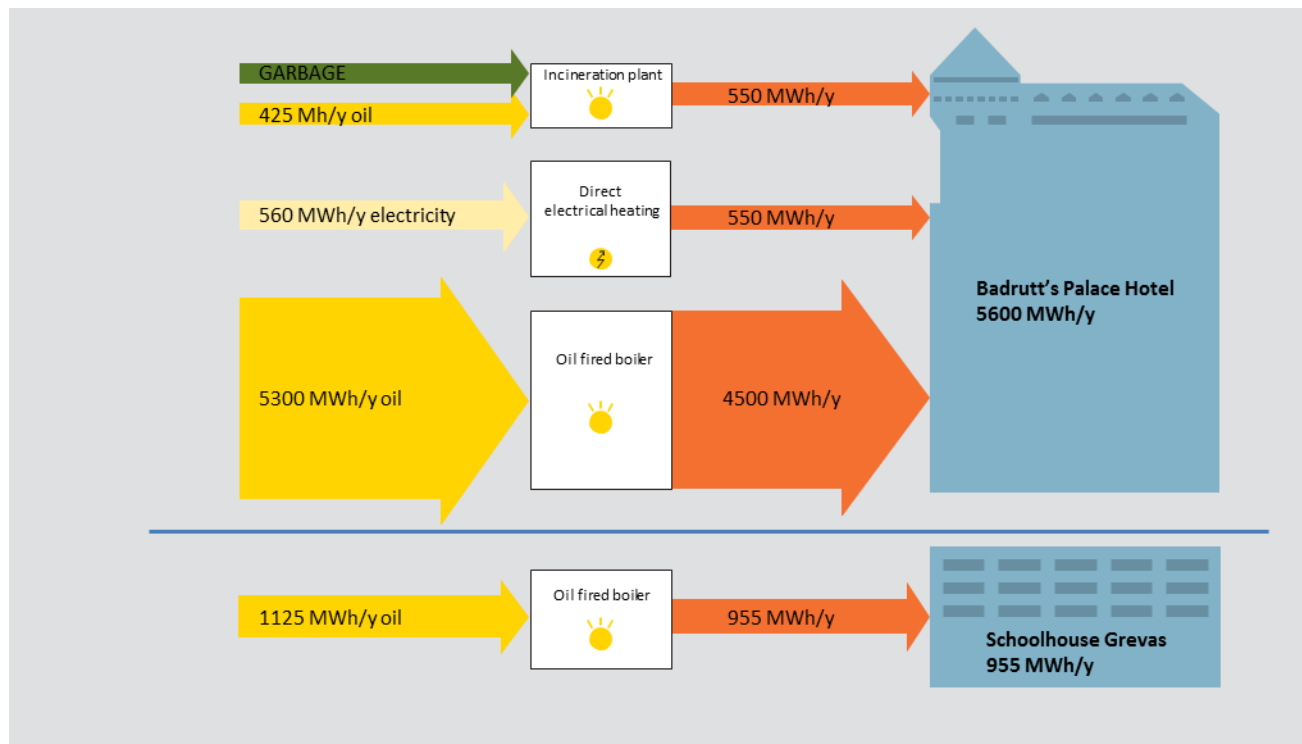
Natural refrigerants in rural area

Alternative financing model

Primary energy factor

Heating and hot water demand

Hotel & local primary school

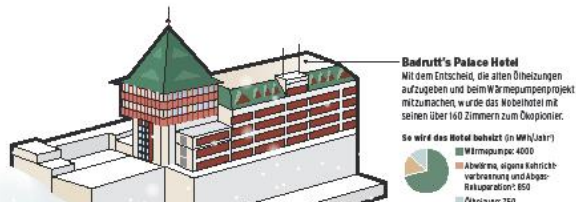


System principle

Beobachtet Natur
1 | 2009

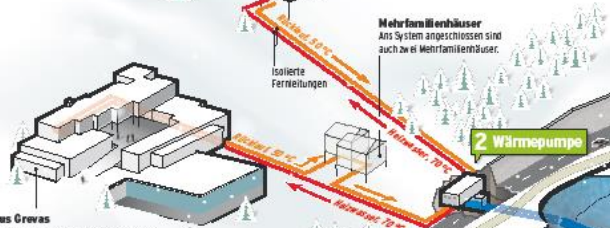


Gepplant und gebaut wurde die Anlage vom Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWS). Störungen können per Computervon Zürich aus behoben werden.



Badrutt's Palace Hotel
Mit dem Entscheid, die alten Ölheizungen aufzugeben und beim Wärmepumpenprojekt mitzumachen, wurde das Hotel mit seinen über 160 Zimmern zum Ökopionier.

So wird das Hotel beheizt (in MWh/Jahr):
 ■ Wärmepumpe: 4000
 ■ Abwärme, eigene Kälte- und Abgas-Recuperation: 850
 ■ Ölheizung: 750



Mehrfamilienhäuser
Ans System angeschlossen sind auch zwei Mehrfamilienhäuser.

Schulhaus Grevas
Das Schulhaus wurde 2007 an die Wärmepumpe angeschlossen. 36 Klassenzimmer, eine Doppelturnhalle, eine Aula und weitere Räume werden beheizt.

So wird die Schule beheizt (in MWh/Jahr):
 ■ Wärmepumpe: 700
 ■ Ölheizung: 255

1 Wasserfassung
Von hier aus fließt das Seewasser direkt zur Wärmepumpe. Die Wasserfassung steht auf dem Seeboden, wo das Wasser im Winter konstant vier Grad warm ist. In Spitzenzeiten fließen bis zu 4000 Liter pro Minute durch die Leitung. Das entspricht der Wassermenge eines kleinen Bachs.

2 Wärmepumpe
Das unterirdische Bauwerk, in dem die Wärmepumpe steht, hat die Größe einer 3½-Zimmer-Wohnung. Die Pumpe entzieht dem Wasser Wärme. Im Winter etwa drei Grad, im Sommer mehr. Im Wärmepumpenkreislauf befindet sich das natürliche Kältemittel Ammoniak, das bereits bei tiefen Temperaturen verdampft.



3 Verdampfen: Das flüssige Ammoniak wird durch die Wärme des Seewassers verdampft.
4 Verflüssigen: Der Dampf wird durch den Kompressor verflüssigt. Er kühlt sich dadurch auf rund 90 Grad Celsius.
5 Verflüssigen: Das Heizwasser entzieht dem Dampf Energie. Er wird wieder flüssig.
6 Entspannen: Der Ursprungsdruck wird wieder hergestellt. Der Kreislauf beginnt erneut.

3 Wasserrückgabe
Das Rücklaufwasser wird zwei Meter über dem Grund in den See eingeleitet, damit der Schlick nicht aufgewirbelt wird. In dieser Tiefe beträgt die Wassertemperatur im Winter konstant vier Grad Celsius. Das kühle Wasser steigt zunächst nach oben, weil es weniger dicht ist, als das

Heat source

4°C

Wassertemperatur unter dem Eis:
 0,1°C
 2,7°C
 4,8°C

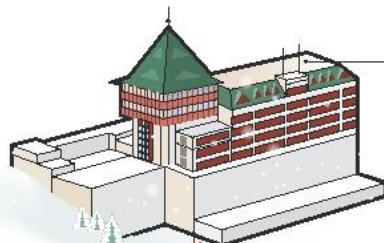
3 Wasserrückgabe

System principle

Bioökologie Natur
1 | 2009



Gepplant und gebaut wurde die Anlage vom Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWS). Störungen können per Computervon Zürich aus behoben werden.



Badrutts Palace Hotel
Mit dem Entscheid, die alten Ölheizungen aufzugeben und beim Wärmepumpenprojekt mitzumachen, wurde das Hotel mit seinen über 100 Zimmern zum Ökopionier.

So wird das Hotel beheizt (in MWh/Jahr):
 ■ Wärmepumpe: 4000
 ■ Abwärme, eigene Kälte-
 verflüssigung und Abgas-
 Rekuperation: 850
 ■ Ölheizung: 750



Schulhaus Grevas
Das Schulhaus wurde 2007 an die Wärmepumpe angeschlossen. 36 Klassenzimmer, eine Doppelturnhalle, eine Aula und weitere Räume werden beheizt.

So wird die Schule beheizt (in MWh/Jahr):
 ■ Wärmepumpe: 700
 ■ Ölheizung: 255

1 Wasserfassung
Von hier aus fließt das Seewasser direkt zur Wärmepumpe. Die Wasserfassung steht auf dem Seeboden, wo das Wasser im Winter konstant vier Grad wärmer ist. In Spitzenzeiten fließen bis zu 4000 Liter pro Minute durch die Leitung. Das entspricht der Wassermenge eines kleinen Bachs.

2 Wärmepumpe
Das unterirdische Bauwerk, in dem die Wärmepumpe steht, hat die Größe einer 3½-Zimmer-Wohnung. Die Pumpe entzieht dem Wasser Wärme. Im Winter etwa drei Grad, im Sommer mehr. Im Wärmepumpenkreislauf befindet sich das natürliche Kältemittel Ammoniak, das bereits bei tiefen Temperaturen verdampft.



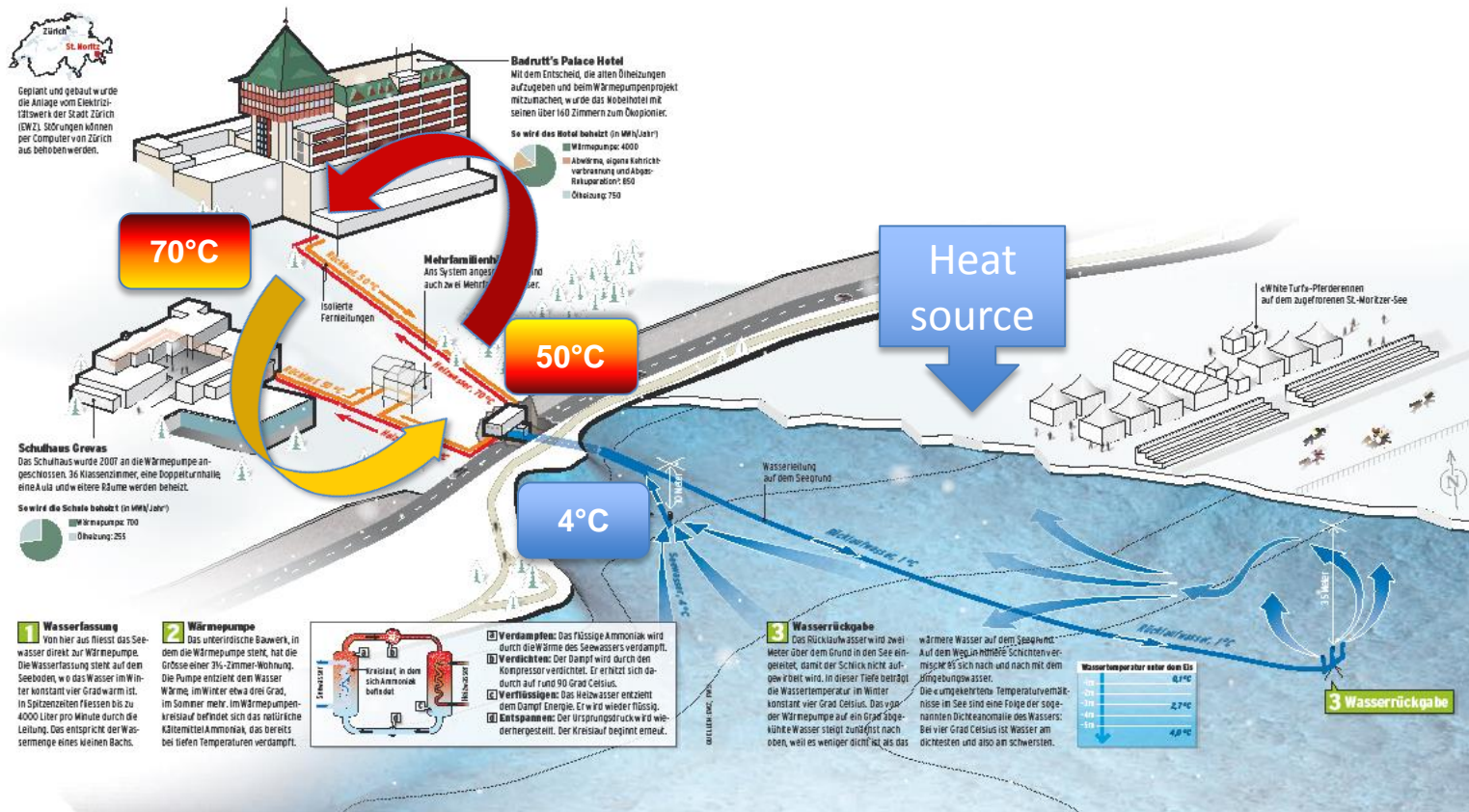
3 Verdampfen: Das flüssige Ammoniak wird durch die Wärme des Seewassers verdampft.
4 Verflüssigen: Der Dampf wird durch den Kompressor verdichtet. Er erhitzt sich dadurch auf rund 90 Grad Celsius.
5 Verflüssigen: Das Heizwasser entzieht dem Dampf Energie. Er wird wieder flüssig.
6 Entspannen: Der Ursprungsdruck wird wieder hergestellt. Der Kreislauf beginnt erneut.

3 Wasserrückgabe
Das Rücklaufwasser wird zwei Meter über dem Grund in den See eingeleitet, damit der Schlamm nicht aufgewirbelt wird. In dieser Tiefe beträgt die Wassertemperatur im Winter konstant vier Grad Celsius. Das kühle Wasser steigt zunächst nach oben, weil es weniger dicht ist, als das wärmere Wasser auf dem Seegrund. Auf dem Weg in mittlere Schichten vermische es sich nach und nach mit dem Umgebungswasser. Die «komplexe» Temperaturverhältnisse im See sind eine Folge der sogenannten Dichteanomalie des Wassers: Bei vier Grad Celsius ist Wasser am dichtesten und also am schwersten.



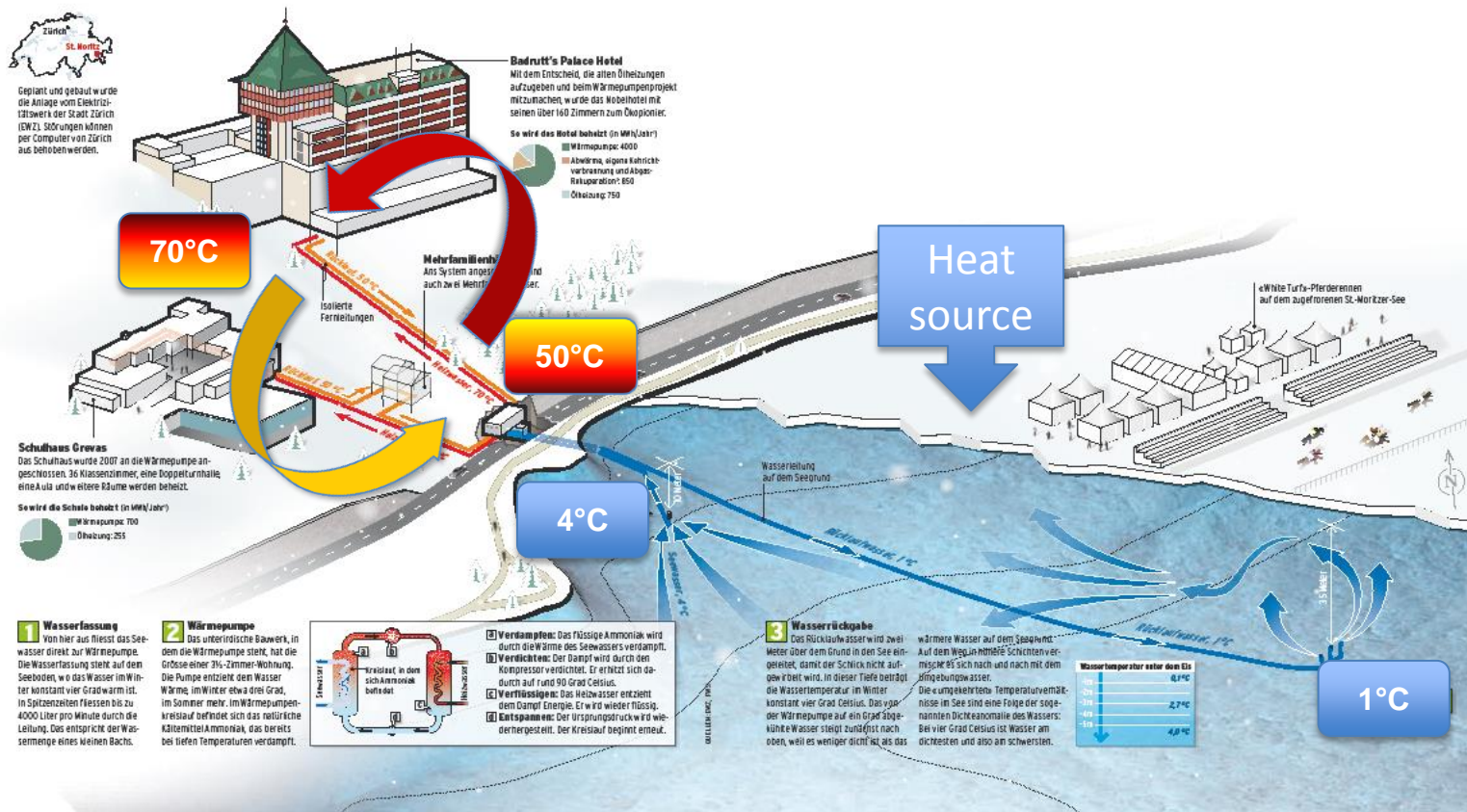
System principle

Beobachtet Natur
1 | 2009



System principle

Beckenhof Natur
1 | 2009



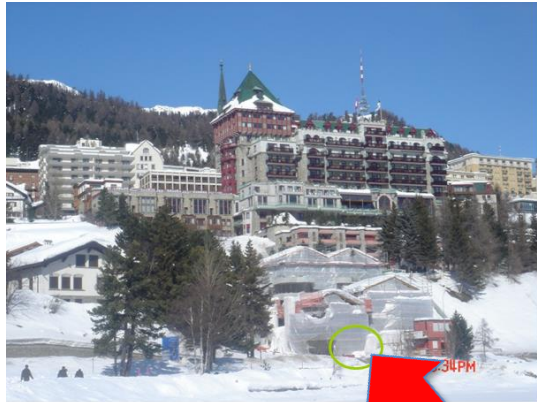
Industrial ammonia 2 stage heat pump system



Lake water shell & tube heat exchangers



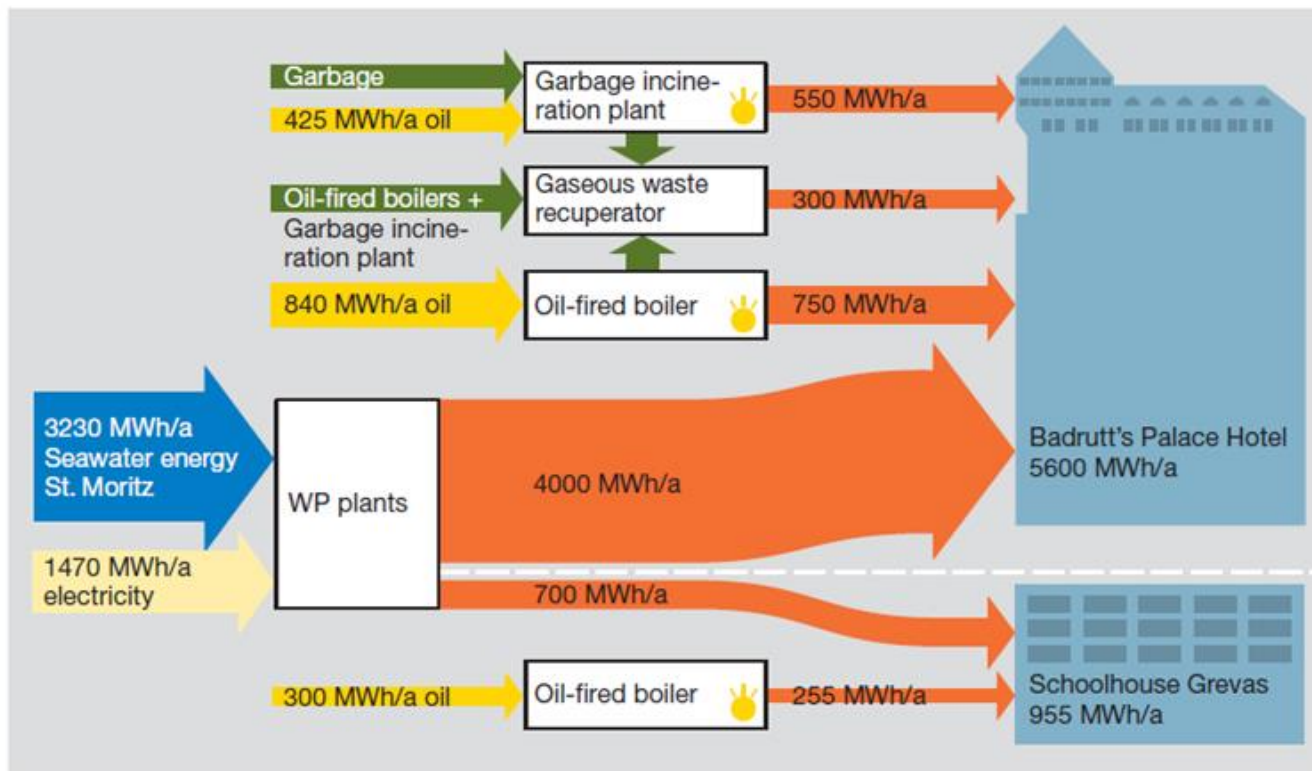
Machine room location



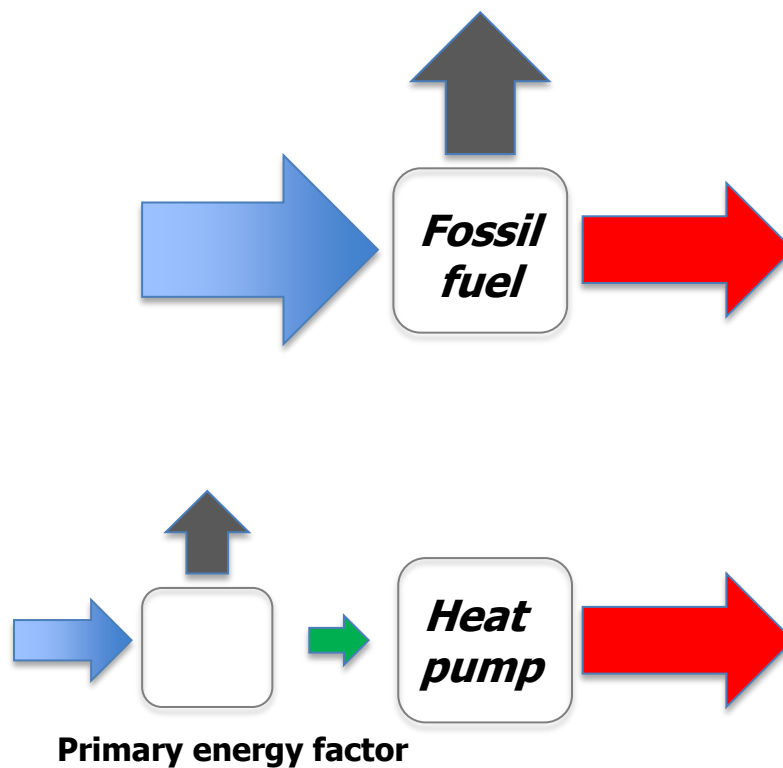
Machine room controlled environment



Energy flow diagram

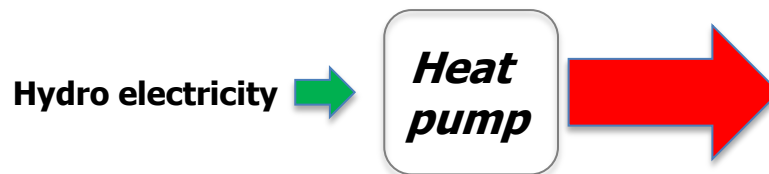
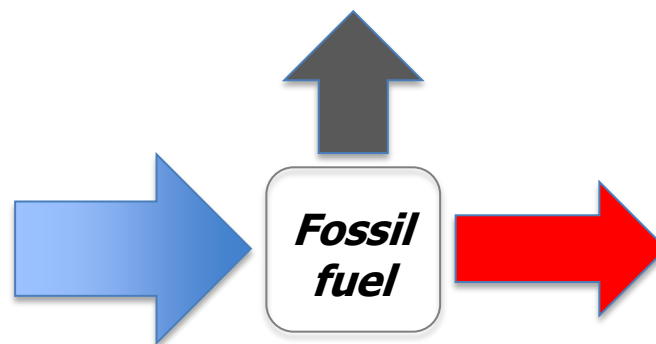


Heat pump as hydro electricity bonus multiplier



SUSTAINABLE ENERGY
WEEK 15-19 JUNE 2015

Heat pump as hydro electricity bonus multiplier



SUSTAINABLE ENERGY
WEEK 15-19 JUNE 2015

Merits of heat pump system vs. fossil fuel combustion heating.

Environment

- **Renewable thermal source : lake water**



Merits of heat pump system vs. fossil fuel combustion heating.

Environment

- **Renewable thermal source : lake water**
- **Saves 400.000 liter of fossil fuel per year**



Merits of heat pump system vs. fossil fuel combustion heating.

Environment

- Renewable thermal source : lake water
- Saves 400.000 liter of fossil fuel per year
- CO2 reduction 1200T/y



Merits of heat pump system vs. fossil fuel combustion heating.

Environment

- **Renewable thermal source : lake water**
- **Saves 400.000 liter of fossil fuel per year**
- **CO2 reduction 1200T/y**
- **Natural refrigerant Ammonia : GWP & ODP = 0**



Merits of heat pump system vs. fossil fuel combustion heating.

Environment

- **Renewable thermal source : lake water**
- **Saves 400.000 liter of fossil fuel per year**
- **CO2 reduction 1200T/y**
- **Natural refrigerant Ammonia : GWP & ODP = 0**
- **Recovery lake natural temperature level**

Merits of heat pump system vs. fossil fuel combustion heating.

Environment

- Renewable thermal source : lake water
- Saves 400.000 liter of fossil fuel per year
- CO2 reduction 1200T/y
- Natural refrigerant Ammonia : GWP & ODP = 0
- Recovery lake natural temperature level

Financial :

- Yearly saving : 232.000CHF on energy bill

Merits of heat pump system vs. fossil fuel combustion heating.

Environment

- Renewable thermal source : lake water
- Saves 400.000 liter of fossil fuel per year
- CO2 reduction 1200T/y
- Natural refrigerant Ammonia : GWP & ODP = 0
- Recovery lake natural temperature level

Financial :

- Yearly saving : 232.000CHF on energy bill
- ROI : < 2 years

Merits of heat pump system vs. fossil fuel combustion heating.

Environment

- Renewable thermal source : lake water
- Saves 400.000 liter of fossil fuel per year
- CO2 reduction 1200T/y
- Natural refrigerant Ammonia : GWP & ODP = 0
- Recovery lake natural temperature level

Financial :

- Yearly saving : 232.000CHF on energy bill
- ROI : < 2 years
- Investment : life cycle : +25 years

Merits of heat pump system vs. fossil fuel combustion heating.

Challenges overcome:

- *Refurbishment example* > *non conventional approach*
- *Large industrial equipment*
- *Natural refrigerants in rural area*
- *Alternative financing model*
- *Extreme low primary energy factor*



Merits of heat pump system vs. fossil fuel combustion heating.

Challenges overcome:

- *Refurbishment example* > *non conventional approach*
- *Large industrial equipment* > *larger applications spectrum*
- *Natural refrigerants in rural area*
- *Alternative financing model*
- *Extreme low primary energy factor*



Merits of heat pump system vs. fossil fuel combustion heating.

Challenges overcome:

- *Refurbishment example* > *non conventional approach*
- *Large industrial equipment* > *larger applications spectrum*
- *Natural refrigerants in rural area* > *possible*
- *Alternative financing model*
- *Extreme low primary energy factor*



Merits of heat pump system vs. fossil fuel combustion heating.

Challenges overcome:

- *Refurbishment example* > *non conventional approach*
- *Large industrial equipment* > *larger applications spectrum*
- *Natural refrigerants in rural area* > *possible*
- *Alternative financing model* > *ownership & exploitation to utility sector*
- *Extreme low primary energy factor*



Merits of heat pump system vs. fossil fuel combustion heating.

Challenges overcome:

- *Refurbishment example* > *non conventional approach*
- *Large industrial equipment* > *larger applications spectrum*
- *Natural refrigerants in rural area* > *possible*
- *Alternative financing model* > *ownership & exploitation to utility sector*
- *Extreme low primary energy factor* > *fossil fuel phase out*



Heat pumps in the energy retrofit of buildings

Thank you

Eric DELFORGE

Chair | industrial and commercial heat pumps WG

