

New4Old

Neue Energie für alte Häuser

A. Knotzer

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

23/2011

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

www.NachhaltigWirtschaften.at

New4Old

Neue Energie für alte Häuser -
Förderung der Integration von Maßnahmen zur
Energieeffizienz und zum Einsatz erneuerbarer
Energiequellen in historischen Gebäuden

DI Armin Knotzer

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien
Abt. Nachhaltige Gebäude

Gleisdorf, November 2010

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines beauftragten Projekts aus der Programmlinie *Haus der Zukunft Plus* im Rahmen des Impulsprogramms *Nachhaltig Wirtschaften*, welches 1999 als mehrjähriges Forschungs- und Technologieprogramm vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie gestartet wurde.

Die Programmlinie *Haus der Zukunft* intendiert, konkrete Wege für innovatives Bauen zu entwickeln und einzuleiten. Aufbauend auf der solaren Niedrigenergiebauweise und dem Passivhaus-Konzept soll eine bessere Energieeffizienz, ein verstärkter Einsatz erneuerbarer Energieträger, nachwachsender und ökologischer Rohstoffe, sowie eine stärkere Berücksichtigung von Nutzungsaspekten und Nutzerakzeptanz bei vergleichbaren Kosten zu konventionellen Bauweisen erreicht werden. Damit werden für die Planung und Realisierung von Wohn- und Bürogebäuden richtungsweisende Schritte hinsichtlich ökoeffizientem Bauen und einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich demonstriert.

Die Qualität der erarbeiteten Ergebnisse liegt dank des überdurchschnittlichen Engagements und der übergreifenden Kooperationen der Auftragnehmer, des aktiven Einsatzes des begleitenden Schirmmagnetings durch die Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik und der guten Kooperation mit der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft bei der Projektabwicklung über unseren Erwartungen und führt bereits jetzt zu konkreten Umsetzungsstrategien von modellhaften Pilotprojekten.

Das Impulsprogramm *Nachhaltig Wirtschaften* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in dieser Schriftenreihe publiziert, aber auch elektronisch über das Internet unter der Webadresse <http://www.HAUSderZukunft.at> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie



Synopsis:

Das Projekt „New4Old – Neue Energie für alte Häuser“ fördert den Einsatz erneuerbarer Energieträger und die effiziente Energienutzung in historischen Gebäuden. Es soll die Basis für die Schaffung eines Netzwerkes aus „Häusern der erneuerbaren Energie“ in allen EU-Mitgliedsstaaten bilden.

The project “New4Old - New energy for old buildings - Promoting the integration of RES & RUE measures in historic buildings” aims to promote the integration of renewable energy and energy efficiency technologies into historic buildings, and to create a European-wide network of Renewable Energy Houses in the different Member States of the European Union.

Inhaltsverzeichnis

1 Kurzfassung	8
2 Abstract	9
3 Einleitung	10
4 Ausgangsbasis und Hintergrund	12
4.1 Motivation	12
4.2 REH Brüssel als Vorbildgebäude	12
4.3 Vorarbeiten zum Thema	13
4.4 Entwicklung eines REH Netzwerks.....	14
4.5 Verwendete Methoden	14
4.6 Vorgangsweise und verwendete Daten	15
5 Ergebnisse	17
5.1 Energiekonzeption historischer Gebäude.....	17
5.2 Technischer Leitfaden („technical guidelines for building designers“).....	19
5.3 Beispiel REH Brüssel	20
5.3.1 Gebäudekonzept	21
5.3.2 Energiekonzept	25
5.3.3 Resümee	32
5.4 Beispiel Franziskanerkloster Graz.....	33
5.4.1 Vision	35
5.4.2 Energiesituation des Klosters	35
5.4.3 Masterplan zur Sanierung.....	36
5.4.4 Energiekonzept	37
5.4.5 Stand der Arbeiten und Ausblick	40
6 Beitrag zu den Zielen des IEE-Programms der EU	42
7 Schlussfolgerungen	43
7.1 Erfolge und Erkenntnisse	43
7.2 Weitere Aktivitäten.....	44
8 Ausblick und Empfehlungen	46
9 Literaturverzeichnis	48
10 Anhang	50
Anhang A – Energielabel des REH Brüssel	50
Anhang B – Energiekonzept des REH Graz.....	51

1 Kurzfassung

Die Reduktion des Energie- und des fossilen Brennstoffverbrauchs im europäischen Gebäudebestand, welcher mehr als 40% des Energieverbrauches in der Europäischen Union ausmacht, stellt ein Kernthema der Nachhaltigen Energiepolitik in der EU dar. Das Projekt New4Old warb vor allem für den Einsatz erneuerbarer Energien und der effizienten Energienutzung in historischen Gebäuden. Es konzentrierte sich dabei auf die Sanierung alter und erhaltenswerter Gebäude, die „Leuchtturmcharakter“ haben würden.

Das Projekt New4Old trug zur Stärkung und Festigung des Stellenwertes der erneuerbaren Energieträger und der effizienten Energienutzung in Europa bei. Es initiierte die Gründung eines Netzwerks der „Häuser der erneuerbaren Energie“ (REH = Renewable Energy Houses) beigetragen. Die darin entwickelten Pilotprojekte sind zentrale Schauplätze für Diskussionen über die Nachhaltige Energiepolitik in den verschiedenen EU-Mitgliedsstaaten. Sie unterstützen die Verbreitung des Einsatzes erneuerbarer Energietechnologien und der effizienten Energienutzung.

Im Projekt wurden technische Planungsgrundlagen in Form eines Leitfadens für ArchitektInnen, PlanerInnen und ProjektentwicklerInnen erstellt und Weiterbildungsveranstaltungen im Bereich der Integration erneuerbarer Energiequellen und effizienter Energienutzung in historischen Gebäuden durchgeführt.

Der Erfolg des „Hauses der erneuerbaren Energie“ (REH) in Brüssel war die Basis für die Entwicklung weiterer öffentlich zugänglicher Vorzeigebjekte, die die Verbreitung der Technologien für den Einsatz von erneuerbaren Energien und die effiziente Energienutzung in den betreffenden Ländern vorantreiben sollten. Die „Häuser der erneuerbaren Energie“ reduzierten ihren Energieverbrauch auf ein mögliches Minimum. Sie setzten neueste Technologien der Energieversorgung und der Haustechnik ein. Sie sind Brennpunkte von Kommunikations- und Marketingaktivitäten zu dem Thema.

Die Suche nach geeigneten historischen „Häusern der erneuerbaren Energie“ war die größte Herausforderung im Projekt. Die zu Beginn geplanten REH in Belgien, Frankreich und Italien konnten aus politischen Gründen nicht umgesetzt werden. Die großen Anstrengungen, passende Gebäude in Deutschland oder Irland zu finden, waren ebenfalls nicht von Erfolg gekrönt.

Das REH in Graz, das Franziskanerkloster, konnte in der letzten Phase des Projektes eingebracht, analysiert und vorgestellt werden. So wurde der interessierten Öffentlichkeit ein interessantes historisches Gebäudeensemble auf dem Weg zum „Nullemissionshaus“ näher gebracht.

2 Abstract

The reduction of the energy demand and particularly of the use of fossil fuels in Europe's buildings, which account for more than 40 % of the final energy consumption of the European Union, represents a key area of attention for EU sustainable energy policy. The New4Old project promotes the integration of RES (Renewable Energy Sources) and RUE (Rational Use of Energy) into historic buildings. It is focused on the retrofit and contributes to the protection of historic buildings, which all have light-house character.

The project New4Old led to reinforcement of Renewable Energy Sources and Rational Use of Energy in Europe. It initiated the creation of a network of Renewable Energy Houses (REH). These light-house buildings are central points for the sustainable energy policy discussion in the different EU Member States. They support the EU in the commercialisation of RES & RUE technologies.

During the project technical guidelines for architects, planners and developers have been compiled. Training activities in the field of building integration of renewable energy and energy efficiency into historic buildings have been carried out.

The success of the REH in Brussels laid the ground for the creation of publicly accessible buildings, which are old and worth being preserved. They serve as bases for further stimulation of the market replication and for dissemination of RES & RUE technologies in the respective countries. All REH of the network should reduce their final energy consumption down to a minimum. They featured the latest energy supply and building service technologies available. They are focal points for the communication and marketing activities in several countries.

Locating of convenient REH was the biggest challenge of the project. The originally planned REH in Belgium, France and Italy could not be realised due to political reasons. The big efforts to find appropriate buildings in Germany and Ireland also failed.

The REH in Graz, the Franciscan monastery, could be introduced and analysed during the last part of the project. It was presented to the interested public as a historic "institution" on its way to the "zero emission" target and established as a very singular showcase for the use of intelligent energy sources and technologies.

3 Einleitung

Auch wenn nur etwa 2% der gesamten Gebäudesubstanz in Österreich als denkmalgeschützt gelten [1], so stehen historische Gebäude doch sehr oft im Mittelpunkt öffentlichen Interesses. Durch ihre Einzel- oder Lage in innerstädtischen Bereichen haben sie Signalwirkung. In Zukunft wird die Sanierung und Revitalisierung von innerstädtischen Immobilien einen wichtigen Teil der Bautätigkeit einnehmen - das urbane Wohnen wird gerade wiederentdeckt.

Der Vorteil neben einer bereits bestehenden Infrastruktur liegt in der Nutzung bzw. Wiederherstellung von bestehenden (historischen) Gebäudequalitäten. Altes mit Neuem zu kombinieren bietet eine Fülle von reizvollen architektonischen Aufgaben [2].

Historische Gebäude stellen aber eine besondere Herausforderung dar, wenn es darum geht, Energieeffizienzmaßnahmen für die Sanierung zu definieren bzw. umzusetzen. Zum Zeitpunkt der Vorbereitung des Projektes New4Old war die Sanierung historischer Gebäude ein Randthema, dem keine Beachtung geschenkt wurde. Inzwischen ist es gelungen, Vorzeigekonzepte und -projekte umzusetzen, und Denkmalschutz und zukunftsweisende Energieanforderungen zu verbinden.

Ausgehend vom Renewable Energy House (REH), dem Sitz von E.R.E.C. (European Renewable Energy Council) - Dachverband der europäischen Organisationen im Bereich Erneuerbare Energien, entwickelte sich die Idee, weitere historische Gebäude in ganz Europa zu einem Netzwerk der „Häuser der erneuerbaren Energien“ zu verbinden. Entsprechende Vorbereitungsarbeiten fanden auch Unterstützung des Prinzen Laurent von Belgien, der dazu einen Fonds gründen sollte.

Die ProjektpartnerInnen-Organisationen im Projekt New4Old waren neben der AEE INTEC:

- European Renewable Energy Council (EREC), BE/Brüssel - Koordination
- Global Renewable Energy & Conservation Trust (GRECT), BE/International
- 3E, BE/International
- Institut für Thermodynamik & Wärmetechnik (USTUTT-ITW), Universität Stuttgart, DE
- National University of Ireland (NUID), Dublin/IRL
- National and Kapodistrian University of Athens (NKUA), GR

Ziel von New4Old war es, am Ende des Projektes der Öffentlichkeit anhand mehrerer thermisch-energetisch sanierter historischer Gebäude mit Leuchtturm-Charakter die Nutzung erneuerbaren Energieträger näher gebracht und damit den Markt europaweit angekurbelt zu haben. Zur leichteren Konzeption von Sanierungen im historischen Gebäudebestand sollten technische Richtlinien den PlanerInnen und DesignerInnen Maßnahmen und Möglichkeiten anbieten.

Der nun folgende Bericht ist folgendermaßen gegliedert:

- Ausgangsbasis und Hintergrund
- Ergebnisse
- Beitrag zu den Zielen von IEE
- Schlussfolgerungen
- Ausblick und Empfehlungen
- Literaturangaben

4 Ausgangsbasis und Hintergrund

4.1 Motivation

In den Jahren 2005/2006 waren ExpertInnen in Österreich damit beschäftigt, die erste Version der EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) aus 2002 in nationales Recht zu verwandeln. In dieser EPBD gab es für größere zu sanierende Gebäude keine Vorgaben für zu erreichende Energiekennwerte und ähnliches. Forschungsprojekte befassten sich europaweit sehr wohl mit diesen Gebäuden, aber wenige mit der Sanierung historischer bzw. denkmalgeschützter Gebäude, die in den Bereichen Energieverbrauch und Behaglichkeit deutliche Defizite aufwiesen. Das war eine Motivation für das Projekt New4Old.

Die Dachorganisationen im Bereich Erneuerbare Energie waren in Europa lange Zeit nicht gemeinschaftlich organisiert und über Brüssel verstreut. Um das zu ändern wurde am 13. April 2000 EREC, der European Renewable Energy Council, als Dachverband von inzwischen 11 dieser Organisationen gegründet und ein gemeinsames Büro bezogen, das bald zu klein war. Auf Initiative von EREC hat Prinz Laurent von Belgien ein Gebäude in der Rue d'Arlon 63-65 – das Renewable Energy House (REH) in Brüssel – über eine Stiftung (GRECT) erworben, 2005 hochwertig sanieren lassen und dann EREC und den anderen Dachverbänden zur Verfügung gestellt. Im Jahr 2007 um ein Nachbargebäude (Rue d'Arlon 67) erweitert und umgebaut, gilt das REH Brüssel als Vorzeigebau für hochwertig thermisch-energetisch sanierte historische Gebäude. Diese Vorbildwirkung sollte auf andere europäische Länder ausstrahlen.

4.2 REH Brüssel als Vorbildgebäude

Das Renewable Energy House (REH) in Brüssel beherbergt wie erwähnt nahezu alle europäischen Dachverbände im Bereich Erneuerbare Energien. Es befindet sich in der Rue d'Arlon 63-67, 1040 Brussels, und ist ein 140 Jahre altes Gebäude mit denkmalgeschützten Teilen wie die Frontfassade. Auf etwa 2.800 m² Nutzfläche arbeiten derzeit 80 bis 100 Personen [3].

Ein umfassendes Energiekonzept wurde in Kooperation von EREC und seinen Mitgliedsorganisationen, dem Architekturbüro Atelier d'Art Urbain, dem Energieberatungsbüro 3E und einem technischen BeraterInnenstab entwickelt. Es sollte um etwa 50% größere Energieeinsparungen realisieren als eine „normale“ Referenzsanierung und die Anwendung erneuerbarer Energien garantieren.

Die Energieeffizienzmaßnahmen umfassten:

- Dämmung der Fassaden und des Daches
- Wärme- und Sonnenschutzverglasungen
- Hocheffizientes Beleuchtungssystem
- Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung

Der Einsatz erneuerbarer Energieträger umfasste:

- Pelletsheizung
- Solare Heizung und Absorptions-Kühlung
- Wärmepumpenheizung und –Kühlungssystem
- Strom aus Photovoltaik

Im REH Brüssel ist ein Regelungssystem in Verwendung, das die personelle Belegung und die wichtigsten Parameter in jedem Raum einzeln abbildet. Die Funktionseinstellungen des Heizungs- und Lüftungssystems werden zu jeder Zeit darauf abgestimmt.

Das Engagement aller an der Umsetzung Beteiligten fand, wie auch die Vision, Wirtschaft, Ökologie und soziale Gerechtigkeit in Einklang zu bringen, seinen Ausdruck im REH. Es sollte für alle an der nachhaltigen Energienutzung Interessierten offenstehen.

Zusammenfassend wurden folgende Ziele für die Sanierung des REH in Brüssel definiert:

- Herzeigbares Hauptquartier für den Bereich „Erneuerbare Energie“ in Europa
- Vorzeigeprojekt im Bereich Erneuerbare Energien und Energieeffizienz in einem denkmalgeschützten Gebäude
- 100% Einsatz erneuerbarer Energieträger für Heizung, Kühlung und Elektrizität
- Zentraler Treffpunkt für alle Belange Erneuerbarer Energien in der europäischen Hauptstadt, nahe den europäischen Institutionen wie Europäische Kommission, Parlament und Rat
- Zusammenschau der Möglichkeiten für AkteurInnen nachhaltiger Energiesysteme
- Informationstafeln und -anzeigen bei allen erneuerbaren Energietechnologien
- Umfassende Informations- und Kommunikationsaktivitäten rund um das Gebäude zur Verbreitung erneuerbarer Energietechnologien

4.3 Vorarbeiten zum Thema

International hatte das Thema Energieeffizienz und erneuerbare Energienutzung in historischen Gebäuden vor allem in den englischsprachigen Ländern wie Großbritannien an Wichtigkeit gewonnen. English Heritage hat 2007 Folgendes zu dem Thema geschrieben: “English Heritage seeks to ensure that any works to a historic building do not unnecessarily disturb or destroy historic fabric. In decisions on how best to incorporate a renewable technology, the principles of minimum intervention and reversibility should be adopted whenever and wherever possible.” [4]

In Deutschland liegt der Fokus der Diskussion seit dem Jahr 2000, in dem das Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (abgekürzt EEG) geschaffen und seither eine Steigerung des EE-Stromanteils von 4% an der Gesamtstromproduktion auf derzeit 15% (Stand 2009) erzielt wurde, vor allem in der Nutzung der Photovoltaik auf den üblicherweise großen Dächern von historischen Gebäuden.

In Österreich war das Thema Sanierung historischer Gebäude lange Zeit ein Randthema. Von Seiten der Anwendung von Bauteilheizungen bei Sanierungen von historischen Gebäuden wurden viele Referenzobjekte realisiert (u.a. vom TB Käferhaus GmbH). Erst seit kurzem wird das Thema auch von der Bauforschung aufgegriffen z.B. bei der Sanierung von Gründerzeithäusern [5] [6].

4.4 Entwicklung eines REH Netzwerks

Die Idee hinter New4Old war die Initiierung¹ eines Netzwerks der „Häuser der Erneuerbaren Energie“ (Renewable Energy Houses, kurz REH), das ausgehend vom oben erwähnten REH in Brüssel andere in ganz Europa einbinden und motivieren sollte, Vorbildwirkung für weitere Sanierungen historischer Gebäude auszustrahlen.

Dazu wurde GRECT (Global Renewable Energy & Conservation Trust) gegründet, eine belgische Privatstiftung, deren Ziel es ist einen Beitrag zum Erhalt des historischen Gebäudebestandes in Europa sowie zur Integration aller erneuerbarer Energien in denkmalgeschützte Objekte zu leisten. Präsident und Gründer dieser Non-Profit Organisation war Prinz Laurent von Belgien.

Eine Kooperation zwischen GRECT und einer/m öffentlichen oder privaten EigentümerIn eines historischen Gebäudes sieht vertraglich vor, dass GRECT

- das Gebäude von der/ vom jeweiligen EigentümerIn erwirbt, dieses saniert und mit Technologien auf Basis von erneuerbaren Energien ausstattet,
- das Gebäude für einen Zeitraum zwischen 27 und 99 Jahren an die/den ehemalige/n EigentümerIn unter der Bedingung vermietet wird, dass ein Teil des Gebäudes der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird,
- das Gebäude nach Ablauf des Mietvertrages keiner/m anderen als der/dem ehemaligen EigentümerIn vermietet oder verkauft wird.

Dieses Konzept stellte sich im Laufe des Projektes als nicht erfolgreich bzw. schwer in der Umsetzbarkeit dar.

4.5 Verwendete Methoden

Die ursprünglich als Aufgabe für GRECT geplante Identifikation der „Häuser der erneuerbaren Energie“ wurde nach dessen Scheitern auf die ProjektpartnerInnen aufgeteilt .

¹ Initiation means:

Paving the project's implementation as far as it can be ensured by the end of the project duration:

- Building identified
- Financial partners identified (Landlord)
- Energy concept designed
- Renovation team set-up
- Project submitted to Planning and Conservation local authorities
- Permit received
- Starting of the works

Diese nutzen ihre Netzwerke und führten gezielt Veranstaltungen und Workshops als Einladung an die Zielgruppe durch. Das hat dazu geführt, dass beispielsweise in Deutschland (durch USTUTT-ITW) und Österreich (durch AEE INTEC) Objekte gefunden werden konnten, die das REH Netzwerk mitbegründen sollten.

Der technische Leitfaden für ArchitektInnen, PlanerInnen und ProjektentwicklerInnen („technical guidelines for building designers“) wurde in Kooperationsarbeit der ProjektpartnerInnen unter Koordination des belgischen Energieberatungs-Büros 3E ausgearbeitet. Recherchen und eigene Mess- und Forschungsergebnisse der Institute sind in die Erstellung des Leitfadens zum Thema Integration von effizienter Energietechnik und erneuerbarer Energie in historische Gebäude eingeflossen.

Energiekonzepte wurden auf Basis der Daten der potenziellen REH von 3E, den ProjektpartnerInnen und in Kooperation mit den EigentümerInnen und Technischen Büros erstellt. Sie dienten der Beurteilung der ausgewählten Gebäude in Hinblick auf die Anforderungen im Projekt: z.B. 30-50%ige Reduktion des Energieverbrauchs im Vergleich zu anderen Baujahr-ähnlichen Gebäuden, bevor möglichst zu 100% erneuerbare Energieträger und -technologien eingesetzt werden.

Die Ergebnisse aus den Energiekonzepten, der Untersuchung der historischen Gebäude und der eingesetzten Technologien wurden in fachlichen Workshops diskutiert und ergänzt. Transparente Monitoring-Systeme sollten den Lerneffekt aus den eingesetzten Technologien erhöhen.

4.6 Vorgangsweise und verwendete Daten

Das Arbeitspaket 2 „Creation of a European Renewable Energy House Network“ (geleitet von GRECT, Belgien) widmete sich der Initiierung des Netzwerks der „Häuser der Erneuerbaren Energie“, einschließlich den Veranstaltungen zu deren Findung, damit zumindest 5 historische Gebäude zur weiteren Untersuchung bereitstünden. Die Hauptaufgaben waren die Sammlung und Aufbereitung der Daten der Gebäude und die Erstellung der Energie- und Sanierungskonzepte, beides gemeinsam mit Technischen Büros und ArchitektInnen, sowie Präsentationen und Öffentlichkeitsarbeit zu den Aktivitäten in den Gebäuden.

Aktivitäten im Arbeitspaket 3 „Marketing and communication campaign on building integration of RES&RUE measures“ (geleitet von EREC, Belgien) waren an die interessierte Öffentlichkeit adressiert. Diese wurde durch Broschüren (eine „Lessons learned“ und über REH), Projekt-homepage (www.new4old.eu), Intranet und Displays für Monitoringergebnisse, Tage der offenen Tür und „study tours“ in den REH, Pressekonferenzen und einem Film informiert.

Der Technische Planungsleitfaden für die Sanierung von REH wurde in Arbeitspaket 4 „Development of technical guidelines for integration of RES&RUE in historic buildings“

(geleitet von 3E, Belgien), parallel zu Arbeitspaket 2 als Print- und CD-Rom-Ausgabe für die Zielgruppe PlanerInnen und EntwicklerInnen erstellt.

In Arbeitspaket 5 „Thematic workshops & Final Conference“ (geleitet von EREC, Belgien) wurden 5 verschiedene thematische Workshops in Athen, Weiz, Freiburg, Dublin und Brüssel und eine ebenfalls thematisch konzipierte Abschlusskonferenz in Brüssel abgehalten. Dort wurden Technologien, Ergebnisse und Konzepte diskutiert und damit wieder an die Zielgruppe gebracht.

Arbeitspaket 1 und 6 dienten ausschließlich der Koordination des Projekts und der Kommunikation gegenüber der EACI, beides von EREC verantwortet.

5 Ergebnisse

Neben den Bemühungen und der Schwierigkeit historische Gebäude für umfassende Sanierungen in New4Old zu gewinnen, wurde der Konzeption dieser Gebäude, der Erarbeitung eines technischen Leitfadens für die Möglichkeiten der Einführung von RES und RUE und der Umsetzung von verschiedenen Maßnahmen in historischen Gebäuden breiter Raum gegeben. Ein kurzer Überblick über die Sanierungskonzeption, den Leitfaden sowie Konzepte und Maßnahmen sollen im Folgenden gegeben werden.

5.1 Energiekonzeption historischer Gebäude

Im Unterschied zur Reproduzierbarkeit von Sanierungs-Lösungen und -Konzepten für den Bauboom-Gebäudebestand der 1950er bis 1980er Jahre des letzten Jahrhunderts bedarf es bei historischen Gebäuden einer sehr sensiblen Bestandsaufnahme und eines Pools aus Lösungsansätzen, aus dem ausgewählt werden kann.

Die Herausforderung liegt im Herstellen höchsten Komforts und höchster Energieeinsparmaßnahmen bei gleichzeitigem Erhalten des Charakters des Gebäudes. Vielfach ist der Anlass für die Sanierung solcher Gebäude der mangelnde Komfort oder die Zerstörung der Gebäudesubstanz durch Feuchtigkeit im Mauerwerk und ähnliches. Die Vermeidung hohen Energieeinsatzes ist oft nur ein Nebeneffekt, der aber an Wichtigkeit gewinnt. In Abbildung 1 wurde versucht, die Zusammenhänge aufzuzeigen.

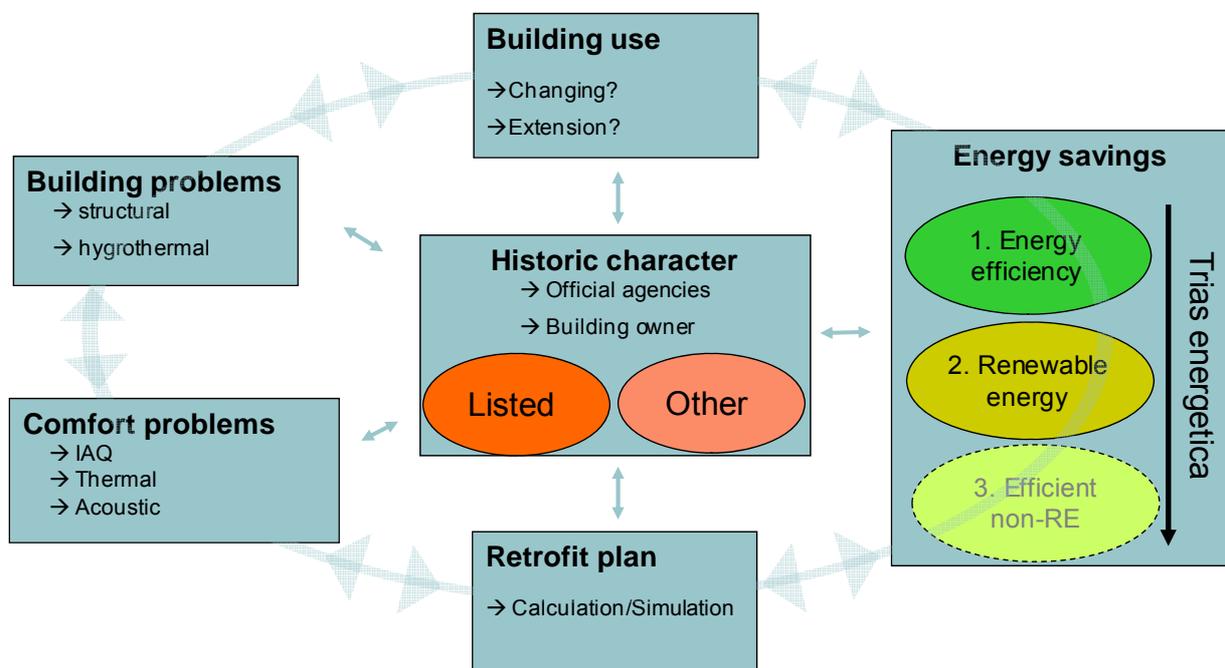


Abbildung 1 Hauptaspekte bei der Konzeption einer Sanierung historischer Gebäude (Quelle: 3E)

Ein interessanter Aspekt bei der Energiekonzeption historischer Gebäude ist der, dass die gängigen Energieausweisprogramme nicht imstande sind, brauchbare Ergebnisse für solche Gebäude zu liefern [7]. Zur Abschätzung des energetischen Verhaltens historischer

Gebäude empfiehlt es sich jedenfalls dynamische Simulationen zu erstellen (siehe Abbildung 2).

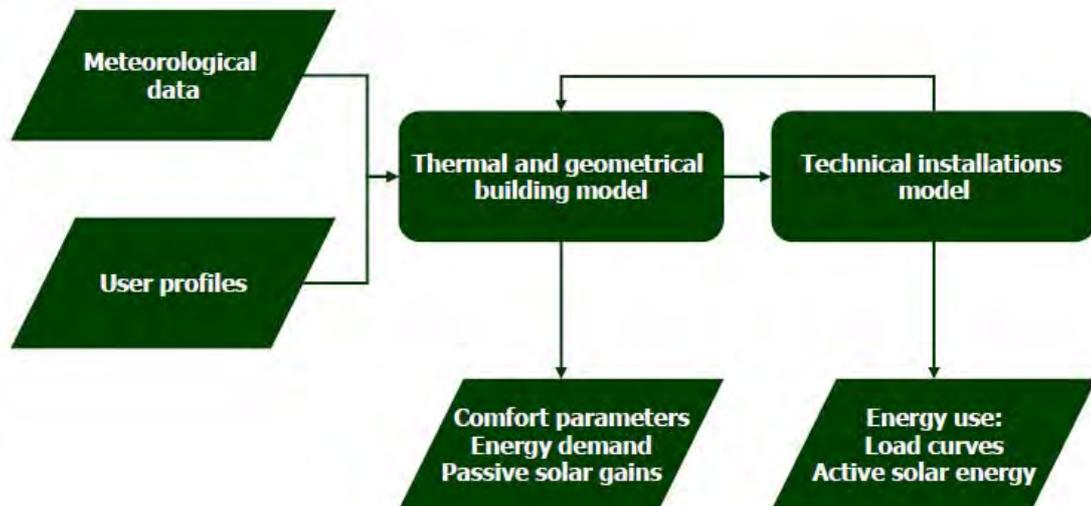


Abbildung 2 Modell der dynamischen Gebäudesimulation (Quelle: 3E)

Energetische Aspekte wie die Nutzung von Tageslicht (vgl. Abbildung 3) und der Einbau einer Niedertemperaturheizung bzw. Bauteilheizung zur Trockenlegung des Mauerwerks und Erhöhung der U-Werte sind ganz wesentliche Bestandteile der Konzepte von historischen Gebäuden. Sie steigern die Behaglichkeit und Nutzbarkeit des Gebäudes enorm und tragen dadurch zur weiteren Wertsteigerung des Objektes bei.



Abbildung 3 Tageslichtnutzung (Quelle: Pohl W., Bartenbach LichtLabor 2007 [8])

Maßnahmen zur Senkung des Heizenergiebedarfs wie Innendämmung sind bei denkmalgeschützten Gebäuden energetisch sinnvoll. Wenn dadurch aber die für den Sommerkomfort notwendige Speichermasse weggedämmt wird, kann sich dieser Vorteil bei der Heizung in einen Nachteil für das Kühlhalten des Gebäudes verkehren. Besonders dann, wenn sich die Art der Nutzung des Gebäudes nach der Sanierung in Richtung Büronutzung verändert (vgl. Abb. 1 – „Building use“).

5.2 Technischer Leitfaden („technical guidelines for building designers“)

Das Wissen um den Einsatz von erneuerbaren Energieträgern und die Energieeffizienz in historischen Gebäuden den ArchitektInnen und PlanerInnen näher zu bringen war ein wichtiges Ziel von New4Old. Ein Schritt in diese Richtung war die Erstellung eines Technischen Leitfadens. Er sollte aufzeigen, was in den drei Bereichen „Gebäudehülle“, „Gebäudeausstattung“ und „Gebäudebetrieb“ im Rahmen einer Sanierung historischer Gebäude technisch möglich ist.

Er ist folgendermaßen aufgebaut:

Teil 1: Gebäudehülle („outside of the building“)

	Aufgaben der Gebäudehülle
Durch	dringungen
Außend	ämmung
	Fenster
	Integration von Solarkollektoren
	Integration von Photovoltaik-elementen
	Integration von Windturbinen

Teil 2: Gebäudeausstattung („inside of the building“)

Innenraum	klima und NutzerInnenkomfort
Thermi	sche Masse
	Innendämmung
Innenversch	ttung
	Erneuerbare Wärme und Kälte
	Technikräume
Integration	von Lüftungssystemen
Integration	Integration von Wärme- und Kälteabgabesystemen
Integration	von Beleuchtung

Teil 3: Gebäudebetrieb („regulation and control“)

Gebä	udemanagementsysteme
NutzerInn	enverhalten
Monitori	ng und Analyse

Teil 1 - Gebäudehülle:

Äußere Anpassungen wie Außendämmung, Solarkollektoren an Fassade oder Dach, neue Formen von Fenstern oder Nachrüstung der Fenster (eine Übersicht von Fenstern im Bestand gibt Tabelle 1) verändern das Antlitz des Gebäudes. Im ersten Teil des Leitfadens werden mögliche Vor- und Nachteile in diesem Zusammenhang erörtert, mit dem Ziel, die Teile des Gebäudes thermisch zu verbessern, welche nicht denkmalgeschützt sind und daher verändert werden können. Andere Aspekte des „Gebäudeäußeren“ wie Bohrlöcher für die Wärmepumpen, Ansaugung für die Komfortlüftung oder Einbringung von Holzbrennstoff (z.B. Pellets) werden hier ebenso diskutiert.

Tabelle 1 Entwicklung der Fenster in historischen Gebäuden (Quelle: Ortler et al. [9])

Windows with metal frames U-value: 3,5 – 5,0 W/m ² K						1920 - today
Coupled windows (Verbundfenster) U-value: 2,3 – 2,9 W/m ² K						1910 - 1980
Box-type windows (Kastenfenster) U-value: 2,2 – 2,5 W/m ² K						1850 - 1940

Single glazed windows with additional window in the façade level U-value: ~ 3,0 W/m²K			1820 - 1900			
Single window with single glazing U-value: ~ 4,6 W/m²K		- 1850				

Teil 2 - Gebäudeausstattung:

In historischen Gebäuden sind viele der Maßnahmen zur Reduktion des Energiebedarfs in der Gebäudehülle nicht erlaubt oder passend. Maßnahmen im Inneren des Gebäudes wie Innendämmung, Komfortlüftung, Erhaltung möglichst großer Speichermassen und die Definition der Wärmeerzeugungs- und Wärmeverteilungsstrategie sind hier notwendig.

Teil 3 - Gebäudebetrieb:

Neben physikalischen Veränderungen im Gebäude und seiner Hülle können weitere Parameter und Maßnahmen den Komfort und den Energieverbrauch nach einer Sanierung beeinflussen. Natürlich gehören hier das NutzerInnenverhalten und die Funktionalität der Haustechniksysteme dazu. Die Gebäudetechnik beinhaltet ein Monitoring zur Leistungsbeurteilung der technischen Systeme und zur Bewertung der dadurch erzielten Behaglichkeit.

Der Technische Leitfaden ist nur in englischer Sprache erhältlich und findet sich auf www.new4old.eu bzw. kann bei AEE INTEC oder EREC bestellt werden.

5.3 Beispiel REH Brüssel

Das erste "Haus der erneuerbaren Energie" war das "Renewable Energy House (REH)" Brüssel. Es ist der zentrale Ort für alle Belange der erneuerbaren Energieträger in Brüssel, sehr nahe an den Europäischen Institutionen. Es bietet EntscheidungsträgerInnen und der interessierten Öffentlichkeit ein ganzheitliches Paket an Informationen über die erneuerbaren Energiesysteme. MitarbeiterInnen aus 25 verschiedenen Ländern arbeiten dort.

Das REH Brüssel vereint alle wichtigen europäischen Verbände im Bereich der erneuerbaren Energieträger unter einem Dach. Der Bereich der erneuerbaren Energien ist einer der am stärksten wachsenden ökonomischen Sektoren mit einem jährlichen Umsatz von etwa 40 Milliarden EURO und mehr als 450.000 Beschäftigten. Der Sektor repräsentiert etwa 10% des Europäischen Energiebedarfs.

Das Haus selbst ist das perfekte Vorzeigegebäude für die Integration von innovativen erneuerbaren Energie- und Effizienztechnologien. Das 140 Jahre alte Gebäude wurde in einer Phase I 2005 bis 2006 saniert (Hausnummer 63-65). Dann vergrößert und im Jahr 2007 weiter saniert als Phase II (Hausnummer 67). Das wichtigste Ziel war die 100%ige Versorgung des Gebäudes mit erneuerbaren Energieträgern, was auch gelungen ist.

5.3.1 Gebäudekonzept

Das REH Brüssel ist ein etwa 140 Jahre alter, verschieden strukturierter und unterkellertes Vollziegelbau (siehe Abbildung 4).

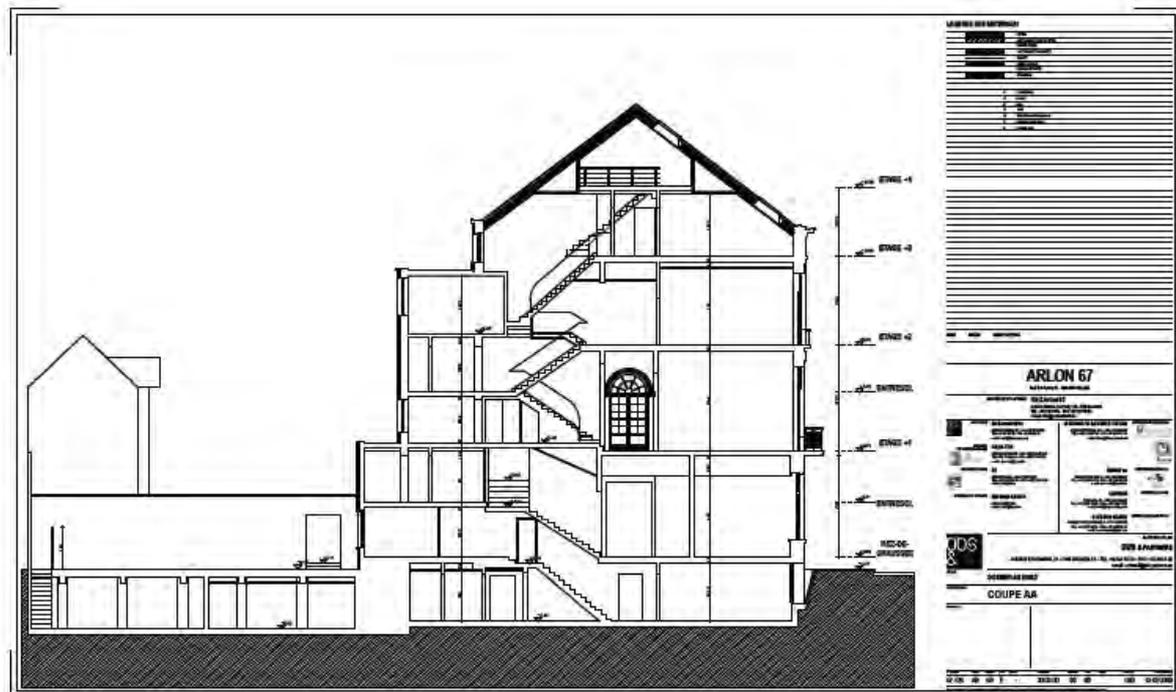


Abbildung 4 Schnitt durch das REH Brüssel – er zeigt die relativ komplexe Gebäudestruktur, rechts ist das Hauptgebäude, links sind die Hofgebäude zu sehen (Quelle: DDS & Partners)

Das eigentliche Hauptgebäude (1040 Brussels, Rue d’Arlon, Hausnummern 63-65) war von nur einer Person bzw. Familie bewohnt, bevor es 2005 umgebaut wurde. Es gab eine Gewerbenutzung im Erdgeschoß. Die Hausnummer 67 ist dann 2007 dazugekommen, um den erweiterten Platzbedarf im REH Brüssel gerecht zu werden.

Die folgenden Abbildungen 5 bis 10 zeigen das Gebäude vor der Sanierung.



Abbildung 5 Straßenseitige Ansicht vor der Sanierung des REH Brüssel (Quelle: EREC)



Abbildung 6 Hofseitige Fassade im REH Brüssel vor der Sanierung (Quelle: EREC)



Abbildung 7 Hofseitige Ansicht des REH Brüssel vor der Sanierung (Quelle: EREC)



Abbildung 8 Hofseitiges Gebäude des REH Brüssel vor der Sanierung (Quelle: EREC)



Abbildung 9 Alter Parkettboden und



Abbildung 10 Kamin im REH Brüssel (Quelle: EREC)

Mit der Sanierung wurde versucht, den gesamten Charakter des Gebäudes innen wie außen zu erhalten und das Gebäude trotzdem energetisch aufzuwerten. Auch die alten Decken und Böden wurden in Detailarbeit restauriert und an neue Gegebenheiten angepasst (siehe Abbildungen 11 bis 13).



Abbildung 11 Die alte Deckenstruktur wurde erhalten... (Quelle: EREC)



Abbildung 12 ...und Lüftungsauslässe integriert,



Abbildung 13 sowie Heizkörper wieder verwendet (Quelle: EREC)

Das Ergebnis der Sanierungskonzeption war ein zwar thermisch nicht sehr ambitioniertes, aber charakterlich und energietechnisch hochwertigst saniertes Gebäude, das den NutzerInnen hohe Behaglichkeit im Vergleich zu ähnlichen Gebäuden bot. Das Gebäude stellt sich BesucherInnen nach der Sanierung ohne große Änderungen der äußerlichen Hülle dar (vgl. Abbildung 14).



Abbildung 14 Rue d'Arlon 63 – 67, das Renewable Energy House in Brüssel nach der Sanierung (Quelle: EREC)

Der neue Grundriss des REH Brüssel nach der ersten Phase der Sanierung findet sich in Abbildung 15.



Abbildung 15 REH Brüssel, Hausnummern 63-65 – Grundriss des Erdgeschosses inkl. Verbindungsgang und Hofgebäude nach der Sanierung (Quelle: EREC)

5.3.2 Energiekonzept

Das Konzept verfolgte das Ziel, den jährlichen Energiebedarf für die Heizung, Lüftung und Kühlung im Vergleich zu einer vergleichbaren Standardsanierung zu halbieren (siehe „EREC

efficiency“ in Abb. 16). Den Rest des Energiebedarfs sollten zu annähernd 100% erneuerbare Energieträger decken (siehe „EREC REH“ in Abbildung 16).

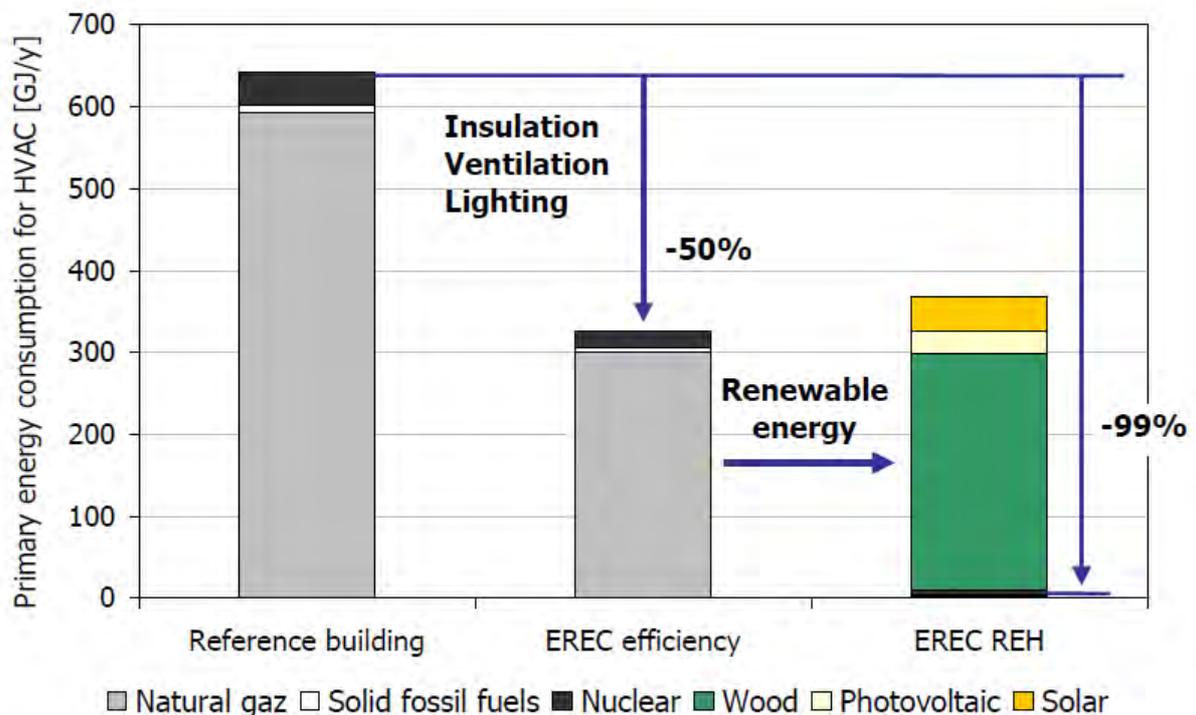


Abbildung 16 Die Darstellung des Energiekonzepts des REH Brüssel (Quelle: 3E)

Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz

Hier finden sich die Maßnahmen, die trotz Denkmalschutz umgesetzt wurden:

- Dämmung der Außenwand zum Hof mit 7 cm EPS
- Ersatz der alten Fenster in der Fassade zum Hof durch neue mit einem Gesamt-U-Wert von 1.5 W/m²K
- Tausch der inneren Verglasung der alten Kastenfenster an der Frontfassade gegen Wärmeschutzverglasung; dadurch Dreifachverglasung mit U=1.3 W/m²K
- Dämmung des Dachbereichs mit 15 cm Mineralwolle
- Mechanische Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung (85% Wärmebereitstellungsgrad) und integriertem Regelungssystem nach Belegung und CO₂-Sensoren.
- Sonnenschutzfenster als Dachfenster mit g=0,35
- Hocheffiziente T5 Fluoreszenzlampen mit elektronischen Vorschaltgeräten und hocheffizienten Reflektoren.

Alle Maßnahmen zusammen führten zu Energieeinsparungen von mehr als 50% im Vergleich zum Originalzustand. Das Energielabel des REH Brüssel nach der Sanierung findet sich im Anhang A.

100% Erneuerbare Energie für Heizung und Kühlung

Am einfachsten zu erklären ist die Erzeugung, Umwandlung, Speicherung und Nutzung der Wärmeenergie im REH Brüssel anhand dem unten stehenden Diagramm (Abbildung 17).

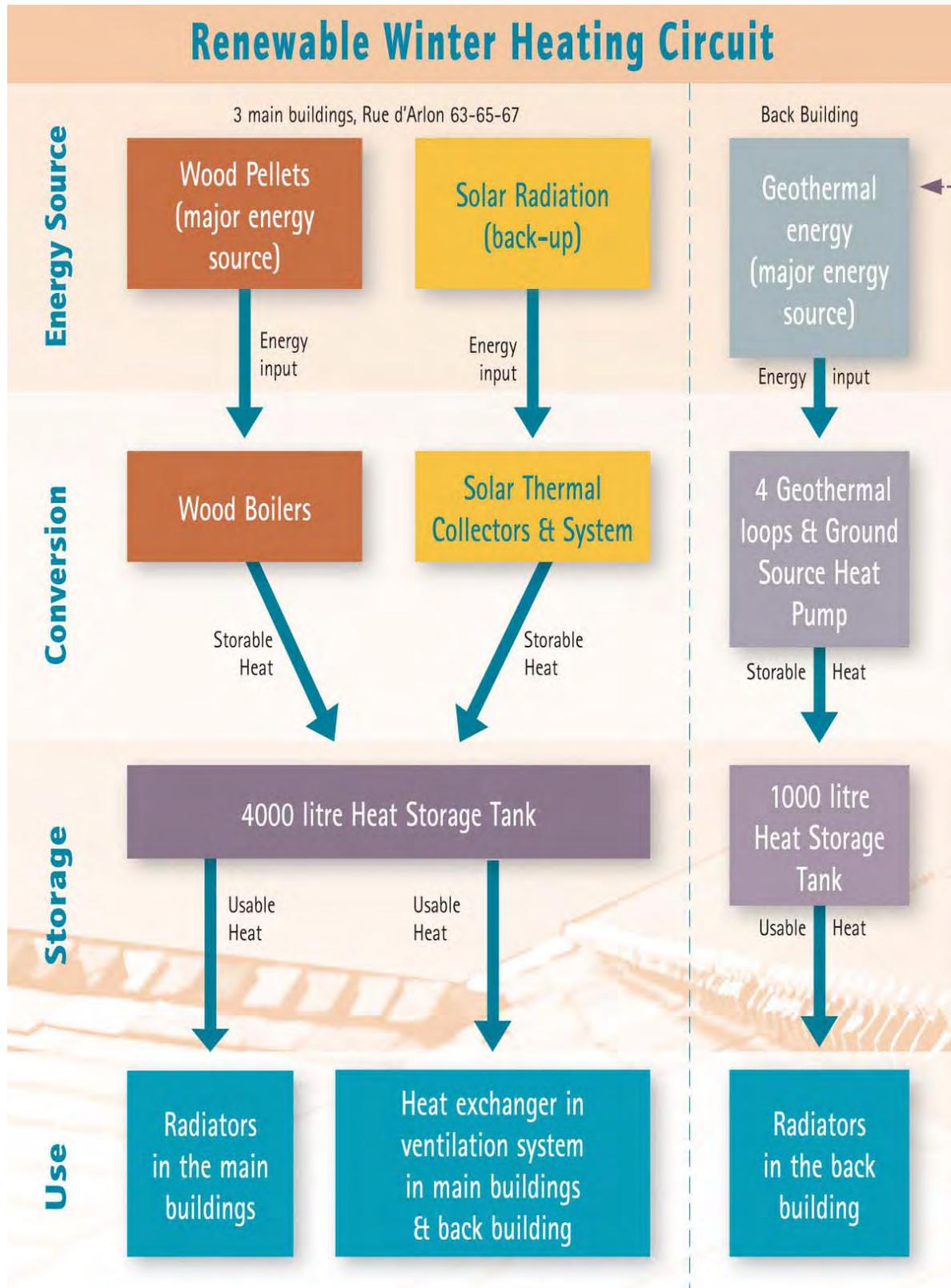


Abbildung 17 System der Wärmeversorgung im REH Brüssel (Quelle: EREC)

Die Kombination von Biomasse (Holzpellets), Solarthermie und Geothermie für das Heizungs-, Kühlungs- und Lüftungssystem führt zu einem sehr hohen Komfort im ganzen Gebäude. Im Winter werden Raumtemperaturen von 21°C, im Sommer 24-25°C erreicht.



Abbildung 18 Der Pelletskessel des REH Brüssel in Betrieb (Quelle: EREC)

Im Winter wird vor allem mit den Biomassekesseln das Hauptgebäude und mit der Wärmepumpe das Hofgebäude geheizt. Vier Tiefenbohrungen (Erdsonden) im Haupthof versorgen die Wärmepumpe mit Erdwärme (siehe auch Abbildung 19).



Abbildung 19 Anbringen der Bohrlöcher für die Wärmepumpenanlage im Hof des REH Brüssel (Quelle: EREC)

Das Herzstück des Kühlsystems ist die thermisch betriebene Kältemaschine, die Kaltwasser erzeugt und in gedämmten Rohren zu den AbnehmerInnen transportiert. Folgende Übersicht zeigt das System der Kühlung wie es im REH Brüssel für die warme Jahreszeit angewandt wird (Abbildung 20).

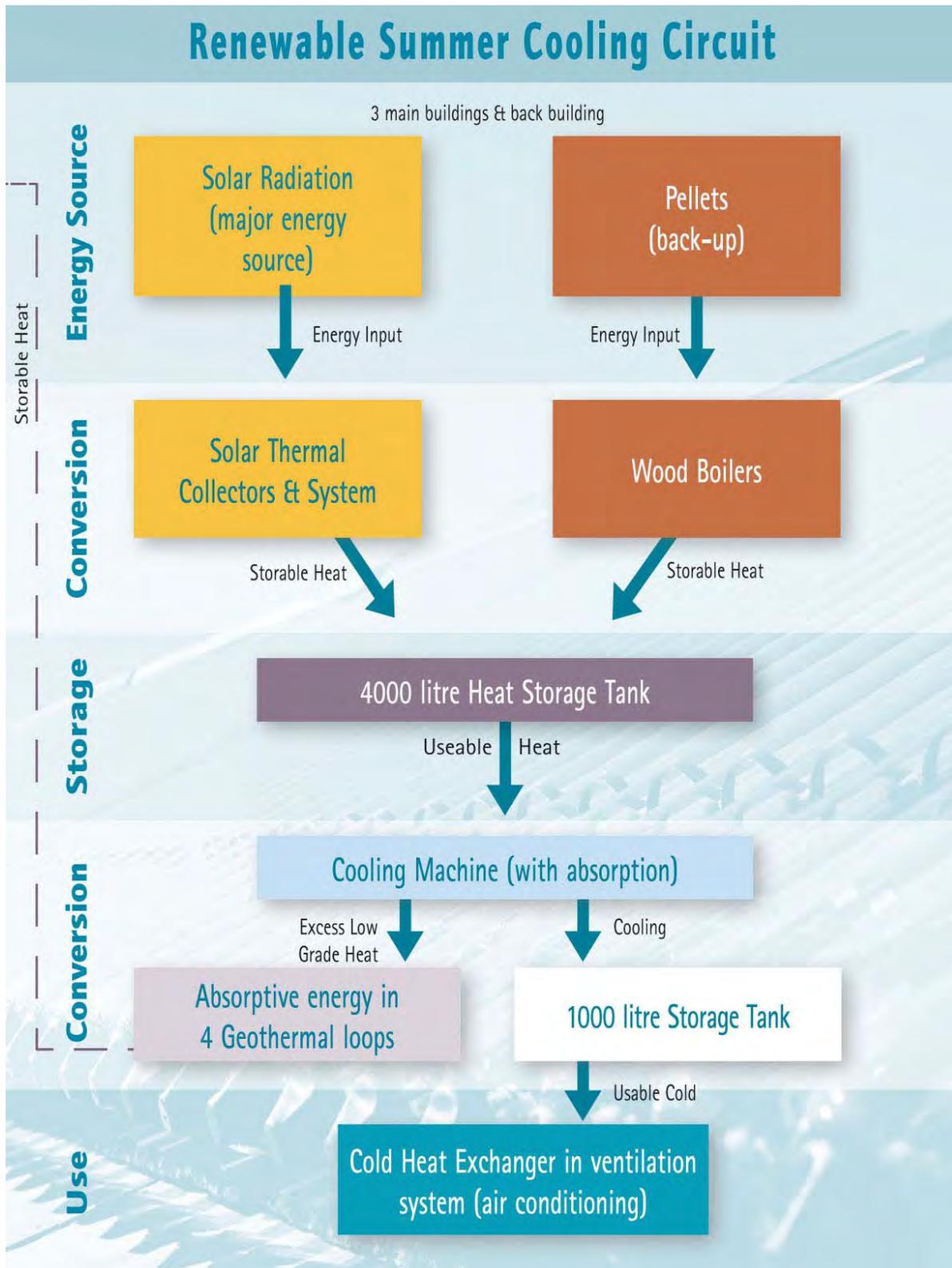


Abbildung 20 System der Kühlung im REH Brüssel (Quelle: EREC)

Normale Kühlsysteme verbrauchen sehr viel Strom gerade zu Hochtarifzeiten. Das hier verwendete System nutzt Nieder-Temperaturen um die 85°C und etwas Strom für die Regelung und Pumpen. Das Kühlsystem verwendet die Energie der Solarkollektoren und an bewölkten Tagen die Wärme aus dem Biomassekessel.

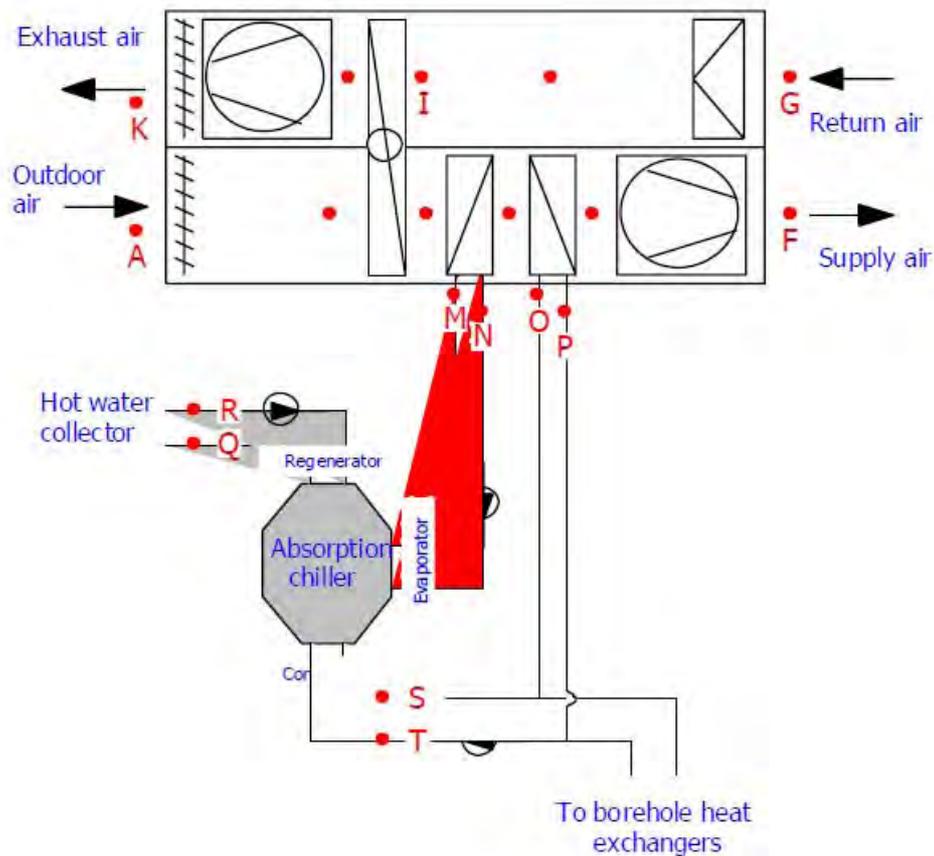


Abbildung 21 Schema des Lüftungs- und Kühlungssystems im REH (Quelle: 3E)

Da hohe Solarstrahlung genau an Tagen mit erhöhter Kühllast auftritt, kann die thermische Solaranlage einen Großteil der Wärme für den Kühlprozess bereitstellen. Solarthermie ist hier sehr gut für das Kühlen geeignet (siehe Montage in Abbildung 22).



Abbildung 22 Montage der Solarkollektoren am REH Brüssel (Quelle: EREC)

In den meisten Kühlsystemen wird die abgeführte Wärme über einen Kühlturm in die Umwelt entlassen. Im REH Brüssel wird sie während der Sommermonate über die Erdsonden der

Wärmepumpe dem Untergrund zugeführt. Eine „Überhitzung“ der Bohrlöcher wird durch die Nutzung der Erdwärme für die Wärmepumpe im Winter vermieden.

Messungen

Das Monitoring und Regelungssystem des REH Brüssel wird laufend angepasst und erweitert. Die Messergebnisse werden aufgezeichnet und BesucherInnen im Intranet und auf Displays bei den Geräten präsentiert.



Abbildung 23 Kernstück der Heizungs-, Lüftungs- und Kühlungsanlage im Keller des REH Brüssel (Quelle: EREC)

100% Grüner Strom

Das Gebäude ist für die Erzeugung von eigenem Strom mit verschiedenen PV Technologien (Dünnschicht, Semi-transparente PV Module,...) ausgestattet (siehe Abbildungen 24 und 25).



Abbildung 24 Verschiedene PV-Module auf dem Dach des Verbindungsganges zum Hofgebäude des REH Brüssel (Quelle: EREC)



Abbildung 25 PV am Dach des hofseitigen Gebäudes des REH in Brüssel (Quelle: 3E)

Zusätzlich erwirbt das REH Brüssel Strom eines Anbieters von „grünem Strom“, damit es auf die annähernd² 100%ige Versorgung mit Strom aus erneuerbaren Energieträgern kommt. Dieser Strom wird aus Wind, Biomasse, KWK und Kleinwasserkraft erzeugt.

5.3.3 Resümee

Das REH Brüssel dient seit Fertigstellung der Phase I der thermisch-energetischen Sanierung als erfolgreiches Vorzeigeprojekt und Anschauungsbeispiel, das pro Jahr mehrere Tausend Personen aus der ganzen Welt besuchen. Auf Anfrage kann das REH jederzeit besichtigt werden – Information dazu findet sich auf www.erec.org/reh.

Die bisherigen Messergebnisse des Monitorings zeigen, dass die geplanten Einsparungen im Energieeinsatz nicht ganz erreicht werden konnten. Der tatsächliche Energieverbrauch für Heizung und Kühlung (Abbildung 26 - „REH measured“) lag bisher um etwa ein Sechstel höher als geplant (Abbildung 26 - „REH design“). Verbesserungen im Betrieb werden daher weiterhin vorgenommen.

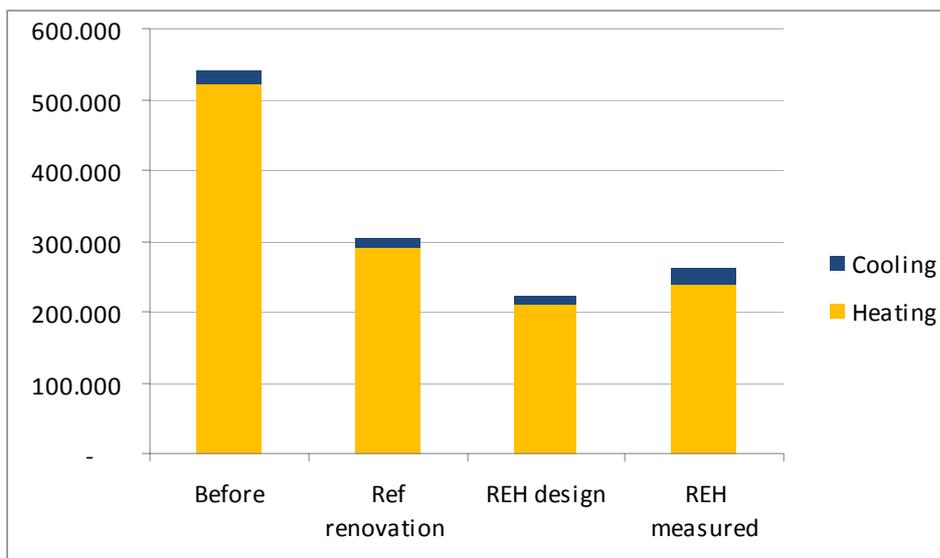


Abbildung 26 Vergleich der geplanten und gemessenen Energieverbräuche im REH Brüssel (Quelle: EREC)

² „annähernd“ deshalb, weil bei der KWK auch ein fossiler Anteil mit dabei sein kann.

5.4 Beispiel Franziskanerkloster Graz

Das Franziskanerkloster steht im Inneren Bezirk der Stadt Graz, in direkter Nähe der Mur (siehe Abbildung 27).



Abbildung 27 Luftbilder - Bildflug 2007 (Quelle: Stadtvermessungsamt Graz)

Die Geschichte des sogenannten „Murklosters“ beginnt im Jahre 1239, wo zum ersten Mal zwei Mönche der „Minder Brüder“ in Graz urkundlich genannt wurden. Im Jahre 1515 übernahmen dann die Franziskaner das Kloster von den Minoriten.



Abbildung 28 Franziskanerkirche Graz (Quelle: AEE INTEC)

Der Orden der Franziskaner versteht sich als Bettelorden, was sich in bevölkerungsnaher Vermittlung des Glaubens, karitativer Arbeit, vorgelebter Genügsamkeit und Predigt in jeweiliger Mundart, nicht Latein, manifestiert. Deshalb siedelte der Orden auch immer schon innerhalb, nicht außerhalb der Städte (Stadtmauern), also „nahe“ beim Volk, aber in ärmeren Randbereichen wie Aufläufen von Flüssen - wie eben auch in Graz. Zurzeit leben 15 Brüder im Kloster.



Abbildung 29 Ostansicht des Franziskanerklosters in Graz (Quelle: Franziskaner Graz)

Die klösterlichen Gebäude (Abbildungen 28 und 29) beherbergen noch Teile der mittelalterlichen Stadtmauer (Abbildung 30). Mittelalterliche Fresken sind an Teilen der Innenwände zu finden. Wandgraffiti aus dem 17. Jahrhundert wurde zutage gefördert und restauriert. Mit dementsprechendem Respekt und Behutsamkeit, aber auch Entschlossenheit geht das Kloster nun die anstehende thermische und energetische Sanierung eines Großteils seiner Gebäude an.



Abbildung 30 Innenansicht des renovierten, zum Wehrturm führenden Wehrgangs mit seinen für die Grazer Altstadt einzigartigen Schießschartenöffnungen (Quelle: Franziskaner Graz)

5.4.1 Vision

Den Franziskanern in Graz ist es ein großes Anliegen, zumindest mit einer glatten Null beim Einsatz fossiler Energieträger und beim Ausstoß von Treibhausgasen durch die Energieversorgung zu bilanzieren. Das heißt, die Energieversorgung so zu konzipieren, dass das Kloster auf den Zukauf fossiler Energieträger verzichten und diese durch die Investition in und die Produktion von ökologischer Energie ersetzen kann. Der Nachhaltigkeitsgedanke fokussiert hier auf der „Bewahrung der Schöpfung“ und schließt alle umweltrelevanten Maßnahmen ein.

Die Vision eines herzeigbaren „Nullemissionsklosters“ zieht sich wie ein roter Faden durch die Konzeption und die Maßnahmen in der Sanierung und Restauration der Gebäudeteile des Franziskanerklosters in Graz.

5.4.2 Energiesituation des Klosters

Derzeit wird das Kloster mit Fernwärme zum Heizen der Räume, mit Erdgas zum Warmwasser bereiten und Kochen und mit Strom für sonstige Energieanwendungen wie Beleuchtung, aber auch zur Beheizung von Kirche und Kapellen, versorgt. Abbildung 31 zeigt den Energieverbrauch der letzten Jahre [10]. Die 58.000 kWh Erdgas werden je zur Hälfte für das Kochen und die Warmwasserbereitstellung aufgewendet.

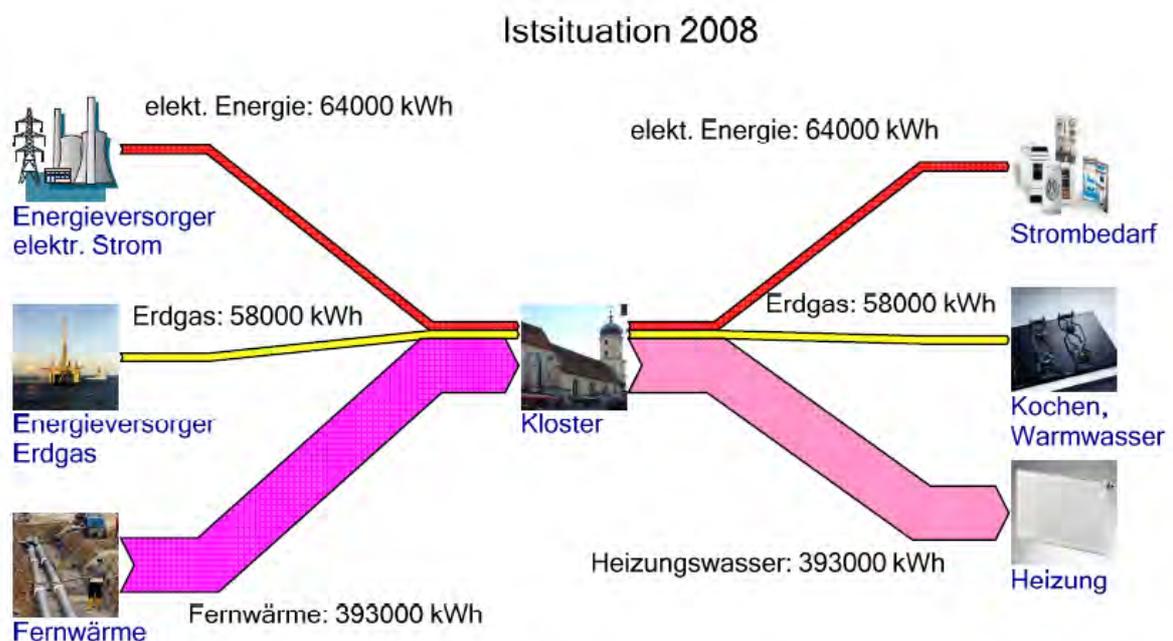


Abbildung 31 Durchschnittlicher Energieverbrauch nach Energieträgern und Anwendungen des Franziskanerklosters Graz (Quelle: Franziskaner und Güssing Energy Technologies GmbH, 2008)

Für die Einreichung zur Sanierungsförderung des Landes Steiermark wurde ein stark vereinfachter Gebäude-Energieausweis zur ersten groben Abschätzung der Kennzahlen erstellt, der zu den Ergebnissen in Tabelle 2 führte.

Tabelle 2 Kenngrößen, berechnete Energiekennzahlen und Heizlasten (bei HGT=3.588 Kd und Normaußentemperatur= -10,5°C) vor und nach der Sanierung (Quelle: TB Köstenbauer&Sixl GmbH, 2009)

	<i>Vor der Sanierung</i>	<i>Nach der Sanierung</i>
Bruttogeschoßfläche	3.590 m ²	3.585 m ²
A/V-Verhältnis	0,53 /m	0,36 /m
Energiekennzahl	198 kWh/m ² a	85,38 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	711.307 kWh	329.774 kWh
Heizlast	256,4 kW	142,4 kW

5.4.3 Masterplan zur Sanierung

Die Brüder des Franziskanerklosters haben mit dem Architekten DI Michael Lingenhölle 2001 bis 2007 einen Masterplan für die Sanierung unter dem Titel „**Ort der Begegnung**“ erarbeitet. Darin wurde erörtert und zu Papier gebracht, was den Wert des Klosters in nächster Zukunft ausmachen soll und was es zu leisten im Stande sein will. Die Bereiche und Gebäudeteile des Klosters wurden 11 Themenschwerpunkten der klösterlichen Arbeit zugeteilt, die in Abbildung 32 mit möglichen Sanierungsmaßnahmen aufgelistet sind.

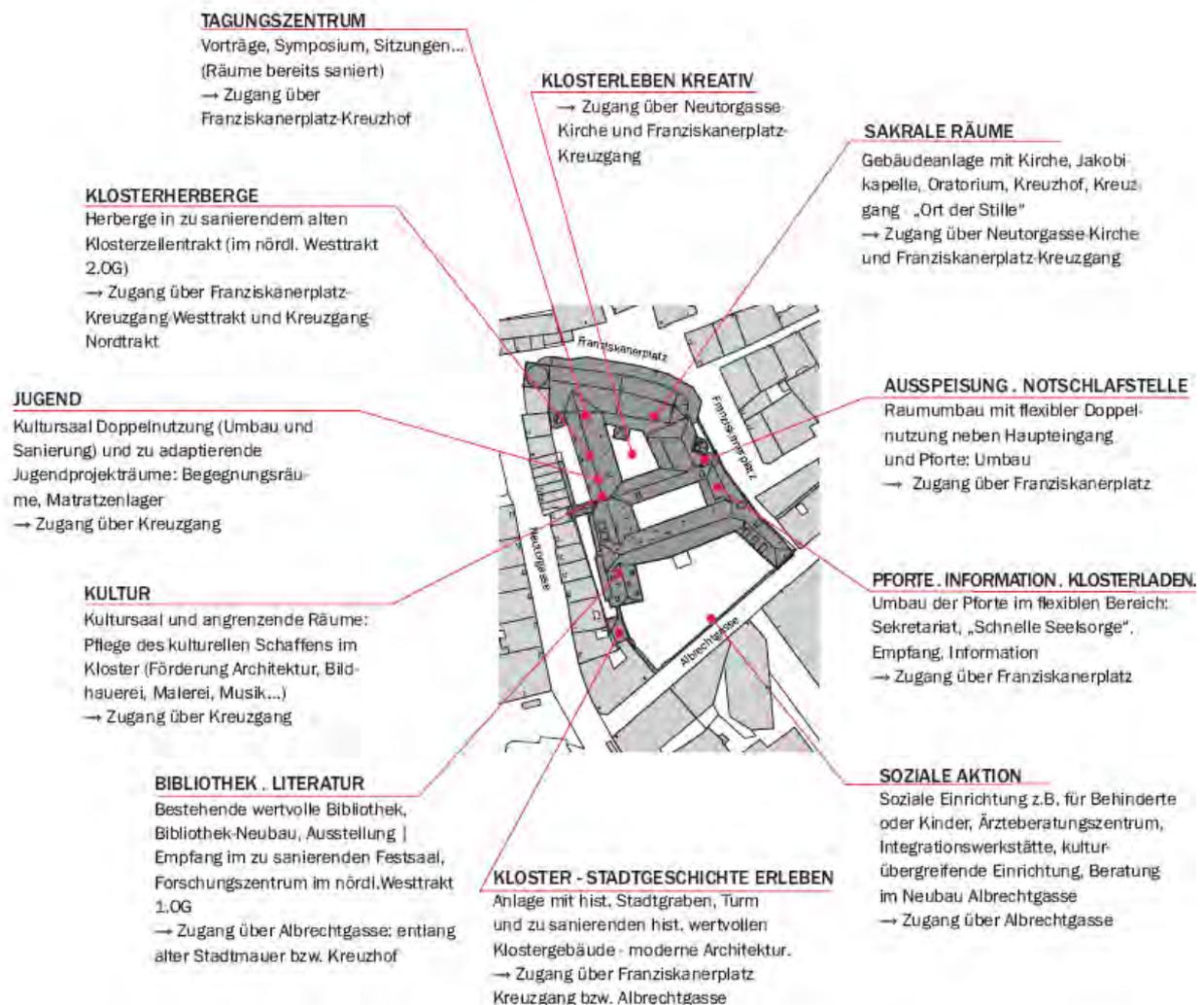


Abbildung 32 Masterplan „Ort der Begegnung“ (Quelle: Arch. DI Lingenhölle und Franziskaner Graz)

5.4.4 Energiekonzept

Das Konzept baut auf „4 Schritte“, die im Folgenden beschreiben werden. [11]

1. Schritt: „Energie effizient nutzen“

Die obersten Decken, Dachschrägen, Gaupen, Böden und Außenwände werden wo das möglich ist mit ökologischen Dämmstoffen gedämmt (z.B. Perlite, Glasschaumscotter für die Böden – siehe Abbildung 33). Das Schaffen von unbeheizten Pufferräumen ist ein wesentlicher Aspekt für die thermische Verbesserung des denkmalgeschützten Bereichs, wie auch die Überdachung des Binnenhofs mit einer neuartigen „thermischen Membran“ und vorgesetzte Glasfassaden ausprobiert werden könnten. Nicht beheizte Räume wie Gänge stellen ebenso Pufferbereiche dar.



Abbildung 33 Einbringen von Schaumglasschotter in den Gängen des Klosters (Quelle: AEE INTEC)

Die Kastenfenster sollen bestehen bleiben, aber innen mit dicht abschließender Wärmeschutzverglasung und außen witterungsfest erneuert werden. Bei der Erneuerung des Kalkputzes, der Kalkfarben, der Holz- und Steinböden wird auf helle, „wärmende“ Farbtöne geachtet (siehe Abbildung 34).



Abbildung 34 Zugang zur Orgel – Beispiel für den bewussten Einsatz „wärmender“ Farben in den Gängen und Räumen des Klosters (Quelle: Franziskaner Graz)

Der 1. Schritt des Konzepts soll 20 bis 30% Energieverbrauchsreduktion bringen.

2. Schritt: „Solarthermie und Bauteilheizung“

Die Dachfläche und die obere Fassade des Südtraktes des Klosters werden mit speziell beschichteten thermischen Solarkollektoren versehen - geplant sind 197 m² (siehe Abbildung 35), und wenn möglich etwa 150 m² zusätzlich auf dem Dach des Mitteltraktes. Damit sollen zukünftig etwa 50% des Warmwasserverbrauchs und bis zu 40% des Heizenergiebedarfs gedeckt werden.



SÜDANSICHT SÜDTRAKT 1:200

Abbildung 35 Geplante Solaranlage auf dem Südtrakt des Klosters (Quelle: Arch. DI Hansjörg Luser)

Die im Sommer überzählige Solarenergie wird mit einer Art Bauteilheizung (siehe Abbildung 36) zur Trockenlegung der Mauern vor allem in den Untergeschoßen verwendet und könnte über ein kleines Versorgungsnetz den eingemieteten Geschäftslokalen und dem benachbarten Hotel zur Verfügung gestellt werden. Die Verteilung der Wärme erfolgt über eine Niedertemperaturheizung – kombinierte Fußboden-/Bauteil-/Wandheizung und zusätzlich Heizkörper – die gesamte Wärmeabgabe soll mit max. 40°C Vorlauftemperatur auskommen.

Die Schritte 1. und 2. des Konzeptes lassen den ursprünglichen Energieverbrauch auf 50% sinken.



Abbildung 36 Bauteilheizung - Rohrführung in den Klosterräumen (Quelle AEE INTEC)

3. Schritt: „Effizient Heizen und Wärmepumpe intelligent nutzen“

Die noch aufzubringende Heizenergie soll aus einer hocheffizienten Wärmepumpe (Jahresarbeitszahl > 5) kommen. Sie wird unterdimensioniert, wird aus eigenem Brunnenwasser gespeist und nutzt über einen Wärmetauscher die Solaranlage als Energiequelle, wenn diese Temperaturen zwischen 12°C und 40°C liefert. Bei über 40°C aus der Solaranlage wird die Wärme direkt genutzt oder in einen der drei Pufferspeicher (Schichtspeicher) eingelagert, unter 12°C wird Brunnenwasser als Energiequelle für die Wärmepumpen genutzt.



Abbildung 37 Hinterhofbereich, in dem der Brunnen für die Wärmepumpe liegt (Quelle: AEE INTEC)

Die Heizzentrale und die Pufferspeicher werden bewusst an einem zentralen Ort im Kloster untergebracht. Von dort werden Warmwasser über eine Zirkulationsleitung und Heizenergie über Zweirohrsystem mit Verteilern pro Regelzone in den Gebäuden bereitgestellt. Als Backup wird weiterhin die Fernwärme genutzt. Die Abwärme vom Kühlhaus soll in Zukunft ebenfalls eingebunden werden.

Durch diesen 3. Schritt im Konzept soll der verbliebene Energiebedarf auf 8% (elektrische Energie) gesunken sein.

4. Schritt: „Den Restenergieverbrauch ökologisch aufbringen“

Der verbliebene Strombedarf für die Wärmepumpe und Hilfsenergien soll aus Photovoltaik-Anlagen (ev. auch außerhalb des Klosters bzw. der Stadt) oder von Ökostromzukaufen bzw. Windenergiebeteiligungen kommen.

Null-Emissions-Gebäude

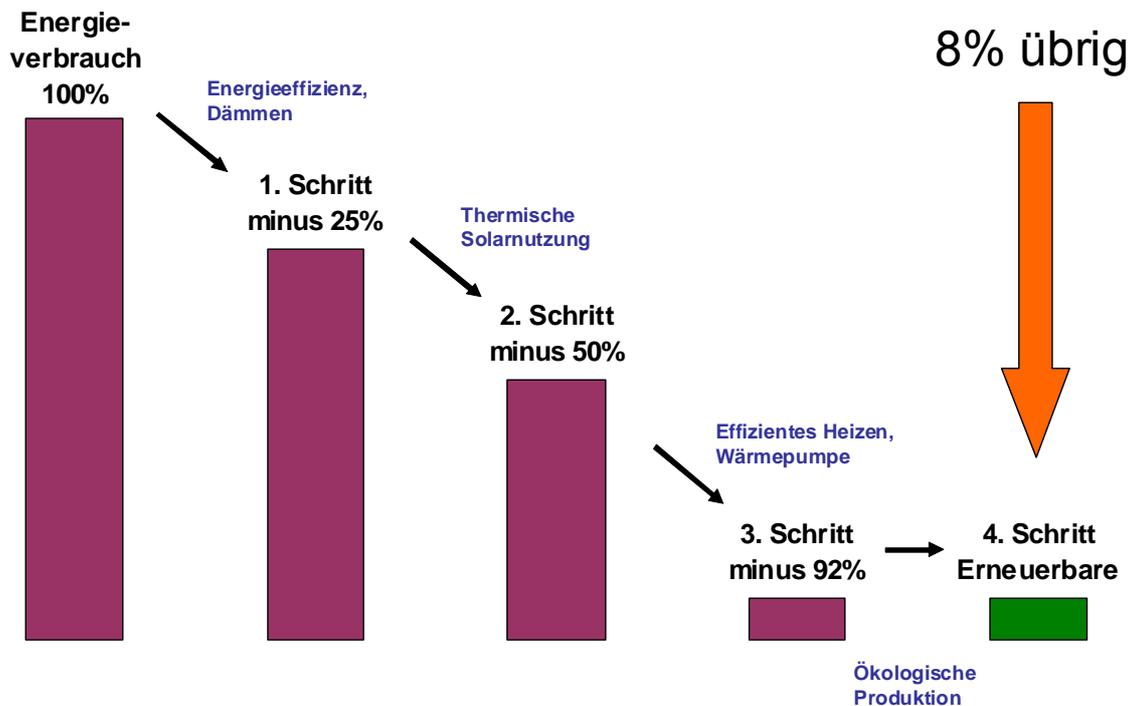


Abbildung 38 Energiekonzept der "4 Schritte" (Quelle: Franziskaner Graz und AEE INTEC)

Der 4. Schritt schafft die 100%ige Deckung mit erneuerbaren Energieträgern, nachdem der ursprüngliche Bedarf auf ein Minimum gesenkt wurde. Technische Details zum Energiekonzept finden sich im Anhang B.

5.4.5 Stand der Arbeiten und Ausblick

Die aktuellen Sanierungsarbeiten haben im Februar 2009 begonnen. Die Sanierung des Franziskanerklosters in Graz soll im Sommer 2011 abgeschlossen sein. Seit etwa 2 Monaten ist das neue Heizsystem, vorerst noch über die Fernwärme Graz gespeist, in Betrieb und wird laufend angepasst und einreguliert.

Die Arbeiten im Bereich des Dachgeschoßes sind gerade in der Fertigstellungsphase. Die Arbeiten in den Fußboden- und Fassadenbereichen werden über den Winter fortgeführt bzw. in Teilen des Gebäudes abgeschlossen.

Die Solaranlage aus Schritt 2. „Solarthermie und Bauteilheizung“ des Energiekonzepts wird dann auf dem Dach und der Fassade des Südtraktes des Klosters errichtet, wenn die

Altstadt-Sachverständigenkommission Graz zugestimmt hat. Die Franziskaner hoffen dabei auf eine Entscheidung noch vor Ende des Jahres 2010.

Die Abbildung 39 zeigt wo und die Abbildung 40 wie die geplante thermisch Solaranlage in die klösterlichen Gebäude des Südtraktes integriert werden soll.



Abbildung 39 Südtrakt des Klosters, an dem die thermische Solaranlage angebracht wird (Quelle: AEE INTEC)

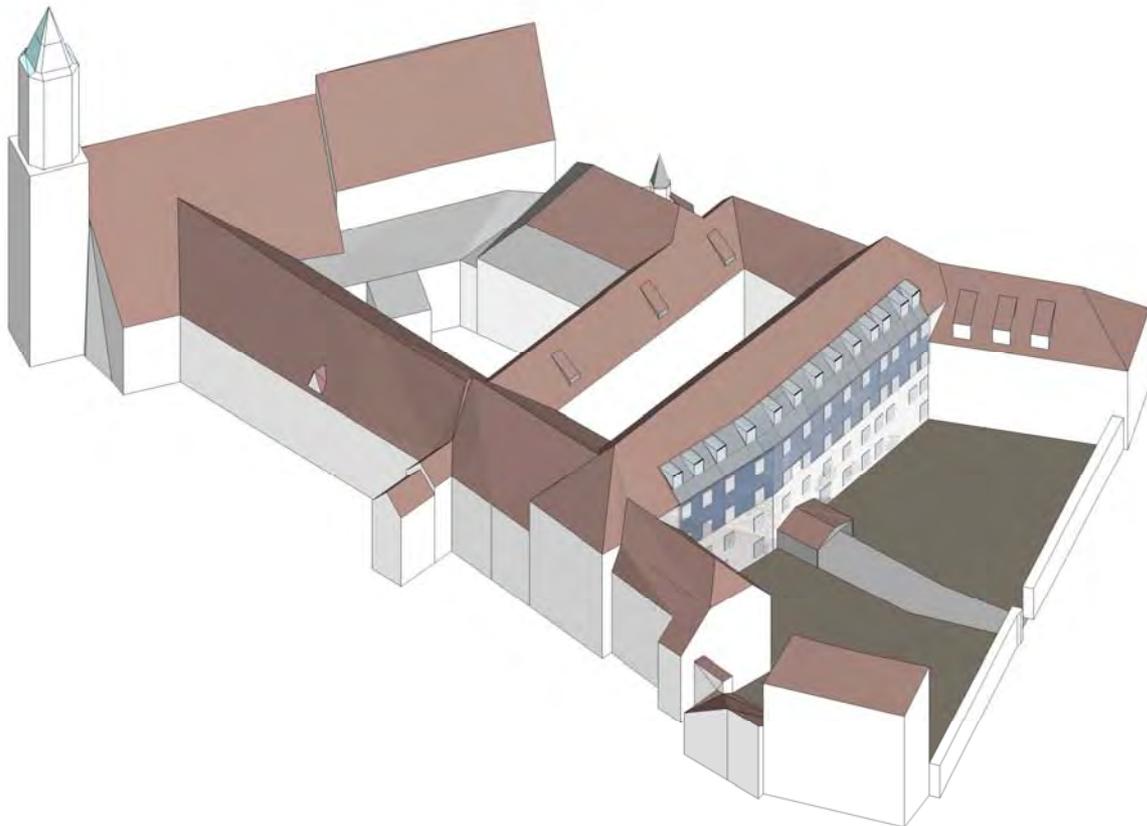


Abbildung 40 Gebäudeensemble des Franziskanerklosters mit integrierten thermischen Solarkollektoren am Südtrakt des Klosters (Quelle: Arch. DI Hansjörg Luser)

6 Beitrag zu den Zielen des IEE-Programms der EU

Das Programm „Intelligente Energie – Europa“ [IEE] möchte Europa wettbewerbsfähiger machen, Innovationen fördern und helfen, seine ehrgeizigen Klimaschutzziele zu erreichen.

Bis zum Jahr 2020 hat sich die EU zu Folgendem verpflichtet:

- > Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 20%
- > Verbesserung der Energieeffizienz um 20%
- > Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien auf 20%

Das Programm IEE fördert Maßnahmen, die zu einer besseren Energieeffizienz und verstärkten Nutzung neuer und erneuerbarer Energien und damit zur Erreichung der Ziele der EU beitragen sollen.

Der Gebäudebereich trägt zu etwa 40% zum Energieverbrauch der EU bei, 99% der Gebäude sind Bestand, den wir umfassend sanieren müssen. Das Projekt New4Old versuchte das Thema Sanierungen voranzubringen, indem es historische Gebäude als Vorzeigeprojekte für diesen Zweck einspannte. Es wollte zeigen, dass sogar denkmalgeschützte Gebäude durch Maßnahmen der Energieeinsparung und des Einsatzes erneuerbarer Energieträger sehr hohe energetische Standards erreichen können.

New4Old hat bewirkt, dass sich auch Universitäten und Forschungseinrichtungen diesem Thema in Europa verstärkt annehmen, und so den Wissenstransfer innerhalb der Europäischen Union verstärkt. Es hat zum besseren Verständnis der thermisch-energetischen Erfordernisse im denkmalgeschützten Gebäudebereich beigetragen und wesentliche AkteurInnen in diesem Bereich vernetzt.

Die „Häuser der erneuerbaren Energie“ haben national wie international in verschiedenen Workshops Aufsehen und Interesse geweckt und Diskussionen über den Standard von Sanierungen und der Energieversorgung in solchen Gebäuden angestoßen.



Abbildung 41 Podiumsdiskussion beim Strategieforum zum Thema „Das Gebäude als Energieproduzent“ im Franziskanerkloster Graz (Quelle: AEE INTEC)

7 Schlussfolgerungen

New4Old war eines der ersten Projekte, das sich mit der Energieeffizienz historischer Gebäude auf europäischer Ebene auseinandergesetzt hat. Das Risiko solcher Pionierprojekte ist ein Scheitern von Teilbereichen, in denen es zu wenige Erfahrungen gibt. New4Old hat beides, Scheitern aber auch Erfolge erlebt. Im Folgenden finden sich einige Hinweise dazu.

7.1 Erfolge und Erkenntnisse

Nach einem viel versprechenden Start des Projekts im Jahr 2007 kam der Teil des Projektes, wo es um die Akquirierung von Gebäuden für das REH Netzwerk ging sehr schwer in Gang. Die unklare Position von GRECT (Global Renewable Energy & Conservation Trust) bzw. seinem Präsidenten, dem Prinzen Laurent von Belgien, trug dazu bei, dass die Stiftung keine Häuser außer dem REH Brüssel akquirieren konnte.

Am 9. Februar 2009 kamen beispielsweise GemeindevertreterInnen aus Bad Wimpfen in Deutschland extra nach Brüssel um Gebäude („Wormser Hof“ und „Alte Kelter“) in das REH-Netzwerk von New4Old einzubringen, doch die Präsentation und Diskussion mit GRECT auch unter der Teilnahme des Prinzen verlief ergebnislos.

Noch viel mehr als bei anderen bestehenden Gebäuden hängen thermisch-energetische Maßnahmen in historischen Gebäuden stark von den EigentümerInnen und dessen Interessen an energieeffizienten und damit umweltrelevanten Maßnahmen ab. Die Versuche in Belgien (Gent, Auderghem), Deutschland (Bad Wimpfen, Stuttgart, Gerlingen, Mössingen, Bronnbach), Frankreich (Versailles), Italien (Rossignano Marittimo) und anderen Ländern Häuser der erneuerbaren Energie zu etablieren, verliefen in der gewählten Form, nämlich öffentliche EigentümerInnen wie Städte anzusprechen, allesamt im Sand. Das heißt Legislaturperioden von PolitikerInnen sind zu kurz um hier konsequent Sanierungsmaßnahmen für Spezialgebäude durchzusetzen.

Erfolge stellten sich lediglich im REH Brüssel selbst und im REH Franziskanerkloster Graz ein, wo die Öffentlichkeit und ExpertInnen gleichermaßen von den Konzepten begeistert waren. Die Strategie in beiden Häusern, Konzepte in Richtung Energieautarkie oder zumindest Nullenergieemissionsbilanz zu entwickeln und diese mit der Öffentlichkeit zu diskutieren bzw. derselben zu präsentieren, ging nachhaltig auf.

Interessant dabei war auch zu erfahren, dass es mit der derzeitigen gesetzlichen Lage im Denkmalschutz und Baurecht nicht möglich ist, eine 100%ige Deckung des Energiebedarfs vor allem aus erneuerbarer Stromerzeugung auf den Gebäuden selbst zu schaffen. Die Flächen und Grundstücke sind zwar vorhanden, aber sehr eingeschränkt in der Nutzung. So sind beispielsweise Biomasse-Blockheizkraftwerke in Stadtzentren nicht durchsetzbar. Das heißt aber auch, dass die Energieversorgungsnetze in Zukunft für die Erreichung von Nullenergie- oder Emissionsgebäuden essenziell sein werden.

7.2 Weitere Aktivitäten

Auch nach Ende des Projektes New4Old gibt es viele weitere Aktivitäten rund um das REH Franziskanerkloster Graz. Folgende Dinge wurden seither bereits durchgeführt oder werden noch weiterverfolgt:

- Installation und Auswertung des Monitoring-Systems vor allem für die Heizung im Kloster
- Förderberatung für die thermische Solaranlage durch AEE INTEC im Rahmen der Förderung für Großanlagen des kli:en Fonds 2010
- Präsentation der Sanierung des Franziskanerklosters im Rahmen einer öffentlichen Vortragsveranstaltung zum Projektstart des FP7 Projektes 3ENCULT (siehe unten)
- Führung für ProjektleiterInnen durch das Kloster im Rahmen der internationalen Konferenz EUROSUN 2010 in Graz
- Führung und Präsentation der Klostersanierung für „Klimabündnis Österreich“ am 02.12.2010 usw.

Die Erkenntnisse und Erfahrungen aus dem Projekt New4Old, auch aus der Begleitung und Entwicklung des Energiekonzeptes des REH Franziskanerkloster Graz (siehe Anhang B), fließen direkt in weitere Projekte der AEE INTEC ein wie in das Projekt NZEB („joint project“ des SHC- und ECBCS-Programms der IEA), wo das Thema Null- oder Plusenergiebilanzierung bearbeitet wird. In die Weiterentwicklung von energieeffizienten Maßnahmen und Komponenten im Gebäudebereich fließen Erkenntnisse aus dem Einsatz von Technologien im REH Brüssel und Graz ein.

Folgende internationale Kooperationen, Veranstaltungen und Projekte wurden durch New4Old angestoßen bzw. der Austausch zwischen den Projekten gefördert:

- Tagung „Verbesserung der Energiebilanz historischer und/oder denkmalgeschützter Gebäude“ (Internationales Städteforum Graz) am 18. und 19. Juni 2010 in Graz. [12]
- Projekt „Energieeffiziente denkmalgerechte Sanierung europäischen Kulturerbes“ oder Energy efficiency for EU Cultural Heritage" (3ENCULT):
Am 1. Oktober 2010 startete das Forschungsprojekt 3ENCULT im Rahmen des 7. Forschungsrahmenprogramms der Europäischen Union, koordiniert von der Europäischen Akademie Bozen (EURAC). Insgesamt 23 Partner aus verschiedenen europäischen Ländern entwickeln Lösungen, wie die Energieeffizienz in historischen Gebäuden in Städten gesteigert werden kann. Das interdisziplinäre Team betrachtet hierbei nicht nur die klimatechnischen Aspekte und den Wohn- bzw. Nutzungskomfort, sondern vor allem auch die des Denkmalschutzes. Neben den Partnern für die Forschung und Entwicklung sind auch GebäudeeigentümerInnen und die lokalen Denkmalschutzämter einbezogen. [13]

- "Haus der Zukunft PLUS"-Leitprojekt: „Gründerzeit mit Zukunft (GdZ)“ - Innovative Modernisierung von Gründerzeitgebäuden, Projektlaufzeit Oktober 2009 bis September 2014
- „Haus der Zukunft“-Projekt „KlimaNeuGründer - Klimaneutrale Gründerzeithäuser - Wege - Potenziale und Umsetzungsmöglichkeiten“ koordiniert von Allplan GmbH
- Haus der Zukunft-Leitprojekt „denkMALaktiv“ des Umweltamtes der Stadt Graz in Kooperation mit dem IWT der TU Graz, Start im Jahr 2010

Die beiden realisierten Häuser der erneuerbaren Energie, REH Brüssel und REH Graz, werden noch viele weitere Jahre als Vorzeigebispiele für thermisch-energetische Maßnahmen für solche Gebäude dienen. Mit den Ergebnissen des Monitorings in beiden Häusern werden sie die ersten Gebäude ihrer Kategorie sein, wo alle Bereiche der Gebäude- und Haustechnik gut untersucht wurden bzw. Daten zur weiteren Untersuchung zur Verfügung stehen werden (siehe auch Abbildung 42).

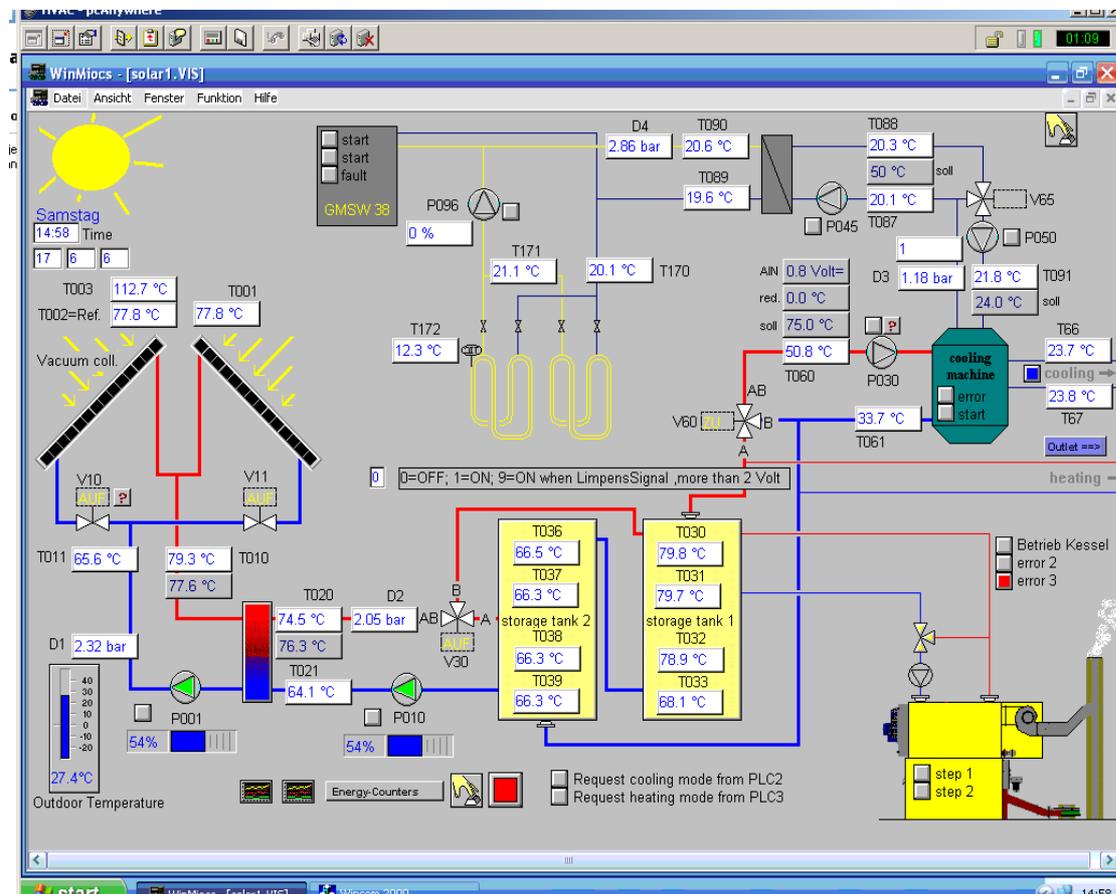


Abbildung 42 Ausschnitt aus der Regelungssoftware mit abrufbaren Daten des REH Brüssel (Quelle: S.O.L.I.D. Gesellschaft für Solarinstallation & Design mbH)

8 Ausblick und Empfehlungen

Der Bauforschungsbereich Sanierung historischer Gebäude bedarf einer weiteren Belebung, da im Projekt New4Old zumindest vier wenig untersuchte bzw. schwierige Bereiche zutage getreten sind:

1. Die Finanzierung von Sanierungsprojekten im Gebäudebereich gestaltet sich auch in konventionellen Gebäuden oft schwierig. Wenn es um historische Gebäude geht treten diese Finanzierungsschwierigkeiten verstärkt auf, gerade weil es sich oft um Objekte im öffentlichen Besitz handelt. Bund, Städte oder Gemeinden haben in Zeiten der Budgetnot gerade für die Modernisierung denkmalgeschützter Gebäude wenig übrig. Hier müssen Lösungen ökonomischer Natur gefunden werden, die im Sinne der Erhaltung und einer nachhaltigen Nutzung von solchen Gebäuden greifen.

2. Erhaltenswerte Gebäude müssen im Sinne des Klimaschutzes und der Energieeinsparungen ebenfalls ihren Beitrag zur Ressourcenschonung leisten. Wie die Lösungsansätze im REH Brüssel und REH Graz gezeigt haben, sind unterschiedlichste Einzelkomponenten der Energieversorgung wie auch der Heizungs- und Kühlungstechnologie angewandt worden. Die Wirkung der verschiedenen Einzelkomponenten in unterschiedlichen Kombinationen vor allem für „schwierige“ Gebäude wie sehr alte und denkmalgeschützte ist noch viel zu wenig untersucht. Ein Beispiel ist die Wärmeabgabe in solchen Gebäuden: Welchen Nutzen bringt eine Bauteilheizung oder die Wiederverwendung alter schwerer Heizkörper im Gesamtsystem „Gebäudeheizung“?

3. Die genaue Untersuchung des thermischen Verhaltens alter Gebäude wird selten durchgeführt, weil sehr aufwändig. Durch Simulationen der thermischen Zustände einzelner Gebäudebereiche oder des gesamten Gebäudes würde das Verhalten dieser Gebäude im Bezug auf Wärmespeicherung, Feuchteregulierung oder Kühlung besser verstanden werden. Eventuell ergeben sich daraus auch Vorgaben für eine wünschenswerte vereinfachte Berechnung des Energieausweises für solche Gebäude, die mit den herkömmlichen, vereinfachten Berechnungsmodellen nicht erfassbar sind.

4. EnergieexpertInnen sind sich inzwischen einig, dass auch historische oder denkmalgeschützte Gebäude einer thermisch-energetischen Modernisierung zugeführt werden müssen, wollen wir ambitionierte Ziele im Gebäudebereich erreichen. Die Diskussion mit dem Denkmalschutz muss dabei aber intensiviert werden. Viele DenkmalschützerInnen wollen die Gebäude so erhalten wie sie sind und zwar wörtlich genommen. Soll jedoch das 21. Jahrhundert in den Gebäudealtbestand einziehen, auch was die Gebäudetechnologie betrifft, dann müssen dem Denkmalschutz Fakten und Argumente zugänglich gemacht werden, wie das behutsam möglich ist. Übertrieben gesagt: Es hat keinen Sinn Gebäude vollständig so zu erhalten wie sie sind, wenn es durch Umweltfolgeschäden aus ihrem Betrieb niemanden mehr geben wird, der sie bewohnen und bewundern kann.

Daraus ergibt sich als ein wichtiges Ziel, dass die Anwendung von geeigneter Gebäudetechnologie auch in der Sanierung historischer Gebäude in den Bauordnungen oder Baugesetzen der Länder (oder in Zukunft hoffentlich des Bundes) gesetzlich festgeschrieben wird. Bis dorthin wird es wichtig sein, auch wegen der Öffentlichkeitswirksamkeit, einzelne Vorzeigesanierungen in diesem Bereich zu realisieren.

Damit weitere Umsetzungen folgen bedarf es vorerst der Bereitschaft seitens der öffentlichen Stellen, Geld in die Hand zu nehmen, wenn es sich nicht um verwertbare Immobilien handelt (siehe Punkt 1. vorher).

Die derzeitige Entwicklung auf dem internationalen Markt für erneuerbare Energietechnologien gibt dem Umstieg auf erneuerbare Energieträger im Zuge von Sanierungen wie es die REH vormachen wichtige Rückendeckung. Im neuen Statusbericht der Erneuerbaren 2010 ist nachzulesen, dass der Sektor durch die steigende geografische Vielfalt weniger verwundbar ist. Der Markt der erneuerbaren Energien macht sich gerade von Entwicklungen der politischen Einflussnahme oder Marktverwerfungen in einzelnen Staaten unabhängig, was insgesamt ein nachhaltiges Wachstum und die Kontinuität der Branche sichern hilft. [14]

9 Literaturverzeichnis

- [1] Bundesdenkmalamt Österreich: „Häufige Fragen“ http://www.bda.at/faq/0/1118/13#id_13, aufgerufen am 23.02.2010, 16.15 Uhr
- [2] Koch D.: Kurzzusammenfassung seines Vortrags „Energieeffiziente Sanierung am Beispiel Zanklhof Graz“, ökosan'09 Symposium. Weiz 2009
- [3] EREC (ed.): The Renewable Energy House. Europe's headquarters for renewable energy. published in Brussels, June 2008
- [4] English Heritage (ed.): Energy conservation in traditional buildings. London, June 2007
- [5] Reisinger K., Allplan, und Zivilingeniurbüro Prause: KlimaNeuGründer - Klimaneutrale Gründerzeithäuser - Wege - Potenziale und Umsetzungsmöglichkeiten, laufendes HdZ-Projekt
- [6] Hüttler W., e7: Gründerzeit mit Zukunft – Gesamtheitliche Modernisierung von Gründerzeitgebäuden. Projektfolder des laufenden HdZ PLUS Leitprojektes. Wien 2010
- [7] Kippes W.: Protokoll der Konferenz „Thermische Sanierung von Baudenkmalern“ vom 7.7.2009 in Wien
- [8] Pohl W.: „Tageslichtnutzung in der Sanierung“, presentation within the International Conference on high-quality rehabilitation of large volume buildings in Weiz (ökosan'07), <http://www.aee-intec.at/0uploads/dateien532.pdf>, accessed 25th March 2008
- [9] Ortler A. et al. „Energetische Sanierung in Schutzzonen“, Project Report within the Building of Tomorrow Program. Innsbruck/Austria, March 2005
- [10] GET – Güssing Energy Technologies GmbH (Hrsg.): Energetisches Konzept Franziskanerkloster Graz. Güssing 2008
- [11] Maier M.: Interview mit Bruder Mag. Matthias Maier (Guardian des Franziskanerklosters) am 21.01.2010 in Graz
- [12] Internationales Städteforum Graz (Hrsg.): Energieeffizienz und Denkmalpflege. ISG Magazin – Forum der historischen Städte und Gemeinden, 1/2010 Graz
- [13] Pfluger R.: Einladung zur Pressekonferenz am 11.10.2010 um 12:00 im Stadtssenatssitzungszimmer (Rathaus Innsbruck) zum Thema "DENKMALPFLEGE und THERMISCHE GEBÄUDESANIERUNG".

http://www.uibk.ac.at/fakultaeten/bauingenieurwissenschaften/downloads_folder/3encult-einladung.pdf, abgerufen am 29.11.2010 um 13.00 Uhr

[14] REN21 Sekretariat: Renewables 2010 Global Status Report, Paris 2010. Copyright © 2010 Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

10 Anhang

Anhang A – Energielabel des REH Brüssel

Energieausweis für Nicht-Wohngebäude

gemäß ÖNORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG

GEBÄUDE			
Gebäudeart	Bürogebäude	Erbaut	2009
Gebäudezone	Gebäudezone	Katastralgemeinde	Innere Stadt
Straße	Rue d'Arton	KG-Nummer	1004
PLZ/Ort	1040 Brussels	Einlagezahl	
EigentümerIn		Grundstücksnummer	

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF BEI 3400 HEIZGRADTAGEN (REFERENZKLIMA)

A ++	
A +	
A	
B	
C	57,19 kWh/m²a
D	
E	
F	
G	

ERSTELLT			
ErstellerIn		Organisation	AEE INTEC
ErstellerIn-Nr.		Ausstellungsdatum	31.08.2010
GWR-Zahl		Gültigkeitsdatum	31.08.2010
Geschäftszahl		Unterschrift	

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Institutes für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG).

Abbildung 43 Energieausweis des REH Brüssel zur ersten Schätzung des Energiebedarfs und als Vergleich zu den Energieausweiswerten des REH Graz (Quelle: AEE INTEC)

Anhang B – Energiekonzept des REH Graz

Konzeptentwicklung: Roland Knüppel – TB Köstenbauer&Sixl
Ergänzungen: Armin Knotzer – AEE INTEC

Ausgangssituation und Vorgaben

Das Franziskanerkloster in Graz umfasst mehrere Gebäude, die teilweise bis zu 750 Jahre alt sind. In einem 6-jährigen Prozess wurde ein Masterplan für die Sanierung der Gebäude mit einem Architekten erarbeitet.

Die Vision „Nullemissions-Kloster“ entsprechend dem Motto der „Bewahrung der Schöpfung“ und dem Willen des Guardians der Franziskaner in Graz soll dabei verwirklicht werden. Ein Nullemissionsgebäude bilanziert übers Jahr gesehen CO₂-neutral, das heißt, es organisiert seine Energieversorgung so, dass diese keinerlei treibhausrelevante Emissionen erzeugt. Damit leistet es einen wesentlichen Beitrag zur Senkung der Feinstaub- und CO₂-Belastung.

Eine optimale Synergie von zukunftsweisender Technik, der denkmalgeschützten Substanz und dem NutzerInnenverhalten sollen den Erhalt des Gebäudes für die nächsten Generationen garantieren.

Konzeptbeschreibung

Der Schwerpunkt des gesamten Heizsystems liegt in der Nutzung von thermischer Sonnenenergie durch großflächige Kollektoren auf den ungenutzten Dachflächen. Die Schwierigkeiten bezüglich der Montage auf einem oder mehreren der schwer einsehbaren Süddächer der Klostergebäude sollen durch architektonisch ansprechende Integration überwunden werden.

Die Altstadt von Graz, in der das Kloster steht, ist UNESCO Welterbe und dementsprechend geschützt. Dieser Schutz soll aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass ohne neue nachhaltige Technologien vor allem in der Energieaufbringung der Schutz von Welterbe sinnlos, weil ohne zukünftige „Erben“ ist.

Die Sonnenenergie wird einerseits für den Komfort („Wir holen die Sonne ins Kloster“), also zur abgestimmten Temperierung der Räume, Trockenlegung der feuchten Mauern und somit Erhalt der Gebäudesubstanz und andererseits zur Grundwasservorwärmung der Wärmepumpe, d.h. zur Wirkungsgradsteigerung derselben, genutzt.

Der Restenergieverbrauch wird vorrangig von einer Wasser-Wasser Wärmepumpe und nur als Backup-System vom vorhandenen Fernwärmenetz abgedeckt. Alle Energieträger werden Pufferspeicher -

voraussichtlich 3 große Schichtspeicher - speisen, wodurch die optimale Niedertemperaturnutzung der einzelnen Energiequellen gewährleistet ist.

Das gesamte Regel-, Verteil- und Hydraulikkonzept ist so ausgelegt, dass eine maximale Nutzung der Sonnenenergie möglich ist:

- Eingebaut wird eine Bauteilheizung mit Augenmerk auf Solar- und Wärmepumpenheizung und den damit verbundenen niedrigen Systemtemperaturen von 45°C.
- Geregelt wird nicht eine konventionell „witterungsgeführte“ Netztemperatur, sondern eine optimal dem Bedarf angepasste Systemtemperatur, um den Einsatz der Solaranlage und der Wärmepumpe optimal nutzen zu können.
- Die Gebäuderegulierung überwacht die Temperatur jedes Raumes bzw. von Zonen und regelt permanent die Systemtemperatur nach unten. Dadurch können NutzerInnenverhalten und äußere wie innere Wärmequellen (solare Einträge, Wärmeeinträge von Veranstaltungen) optimal genutzt und die Effizienz des Heizsystems gesteigert werden.
- Um den Energieeinsatz weiter optimieren zu können, werden alle Räume in qualitative Gruppen mit unterschiedlichen Soll-Abweichungen eingeteilt.
- Die dicken, massiven Mauern werden als Spitzenlastpuffer und saisonale Speicher verwendet, indem die Überschusswärme aus den Kollektoren in die Mauern geleitet wird.
- Das für die Wärmepumpe genutzte Grundwasser wird mit Sonnenenergie soweit vorgewärmt, dass der Wirkungsgrad derselben um bis zu 40% gesteigert werden kann.

Die Betriebskosten sollen durch diese Maßnahmen auf ein Mindestmaß gesenkt werden, damit das Kloster auch im 21. Jahrhundert weiter bestehen kann.

Solaranlage

Auf dem Süddach des Südtraktes ist eine thermische Solaranlage mit 197 m² Flachkollektoren geplant. Durch die geeignete Wahl der Kollektortechnik können diese in hohem Maß in die bestehende Dachlandschaft integriert werden. Mittels aufwendigem mikroprismatischem Walzverfahren kann die Oberfläche soweit mattiert werden, dass es zu keinem Durchscheinen des blauen Absorberbleches kommt. Es wird erreicht, dass aufgrund der ungerichteten Reflexionen durch die „Rauheit“ die Oberfläche, je nach Sonnenstand, grau wirkt. Die Kollektoren werden so auf hohem energetischem und architektonischem Niveau in die denkmalgeschützte Dachlandschaft integriert.

Auf dem Dach des Mitteltraktes werden im unverschatteten Giebelbereich weitere 150 m² errichtet. Da das Dach des Mitteltraktes durch die

umliegenden Dachflächen soweit verschattet ist das keine Einsicht gegeben ist, wurde hier von einer besonderen Gestaltung und Technik abgesehen, da diese mit nicht unwesentlichen Kostenerhöhungen aber auch mit Ertragseinbußen verbunden ist.

Die vorläufige Berechnung ergibt für den Südtrakt einen Ertrag von rund 590 kWh/m² Kollektor und Jahr. Für den teilweise verschatteten Mitteltrakt ergibt die Simulation ca. 510 kWh/m² mittleren Jahresertrag wodurch auch die Errichtung der untersten der geplanten drei Kollektorreihen sinnvoll ist. Der verhältnismäßig hohe Gesamtertrag resultiert aus der Kombination Solaranlage-Wärmepumpe, der Niedertemperaturlösung, den Anforderungen die Gebäudemauern trocken zu halten und den hohen Speichermassen des Gebäudes.

Die Simulation hat weiters gezeigt, dass bei dieser Flächen- und Winkelkonfiguration der Kollektoren auch in den Wintermonaten bis zu 90% der Leistung der Sommermonate von ca. 640 W/m² erzielt werden kann.

Weiters ist geplant durch geeignete Zusammenstellung der unterschiedlichen Kollektorgößen die vorhandenen First- und Flächenverläufe zu erhalten. Passstücke können einzeln als 3D Stücke angefertigt und eingepasst werden.

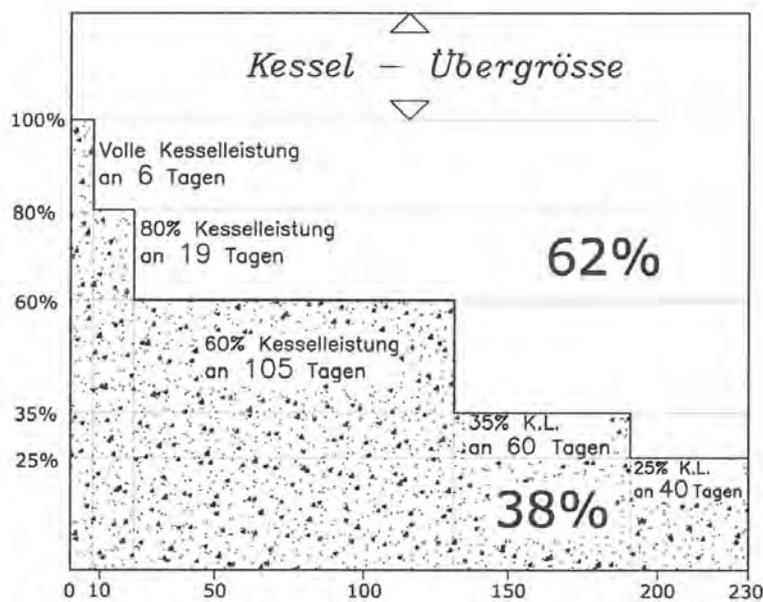
Die Gesamtfläche beläuft sich somit auf 347 m², wobei die Kollektoren des Süd- und des Mitteltraktes die gleiche Ausrichtung haben.

Die Solarenergie wird je nach Bedarf bis zu einer Strahlungsmenge von ca. 200 kWh/m² der Grundwasservorwärmung zugeführt, darüber auf einem Niveau von ca. 60°C in die Pufferspeicher geleitet und direkt zur Beheizung des Gebäudes und zur Speicherung verwendet.

Die Grundwassererwärmung kann im Winter auf bis zu 15°C erfolgen. Bei maximaler Sonneneinstrahlung können 20°C erreicht werden. Die Rücklauftemperatur des Heizsystems wurde mit 20°C so tief gewählt, dass auch im Winter geringe Wärmeverluste garantiert sind.

Wärmepumpe

Die Leistung der Wärmepumpe wurde mit 198 kW der benötigten 372 kW so gewählt, dass damit ca. 89% der Heiztage abgedeckt werden können, wodurch hohe Grundlasten und niedrige Austrittstemperaturen gewährleistet werden können (vergleiche Abbildung 44).



Belastungsverteilung im Heizjahr, bezogen auf 230 Tage Betriebszeit

Abbildung 44 Gängige (Über-)Dimensionierung von Kesseln im Vergleich zu tatsächlich benötigter Leistung während eines durchschnittlichen Heizjahres in Österreich (Quelle: binder GmbH)

Wärmepumpe Normalbetrieb

Geplant ist eine Wasser-Wasser Wärmepumpe mit einem hermetischen digitalen Scroll Verdichter mit stufenloser Leistungsanpassung von 5-100%. Die Exergie wird dem Grundwasser entzogen und mit hohem Wirkungsgrad COP ~ 5,4 auf die benötigte Systemtemperatur gehoben. Die Solaranlage wird verwendet, um das Grundwasser bei genügend Solarstrahlung vorzuwärmen.

Damit wird erreicht, dass sich der Wirkungsgrad der Wärmepumpe weiter verbessert, oder bei Bedarf die Austrittstemperatur bei gleichem Wirkungsgrad gehoben werden kann.

Als Kältemittel wird R 407c eingesetzt.

Technische Daten Normalbetrieb:

Heizleistung	174 kW
Heizwassereintritt	+ 30 °C
Heizwasseraustritt	+ 40 °C
Wassermenge	4,15 l/s
Kälteleistung	142,2kW
COP	5,47
Brunnenwassereintritt	+ 5 °C
Brunnenwasseraustritt	+ 8 °C
Wassermenge	11,3 l/s

Kältemittelmenge 34 kg

Wärmepumpe Solarboost

Zur Energieoptimierung ist weiters geplant die Wärmepumpe mit der Solaranlage zu verschalten.

Bei Verwendung einer konventionellen Solaranlage kann diese erst dann Energie abgeben, wenn die Strahlungsleistung der Wintersonne und der Umgebung (Globalstrahlung) die Kollektortemperatur über die Heiznetzrücklauf­temperatur, normal ca. 40°C, im Fall des Klosters niedriger bis etwa 20°C, erwärmt hat. Erst dann ist ein Energietransport vom Kollektor in das Heiznetz möglich.

Durch den Einsatz einer Grundwasser-Wärmepumpe kann Solarenergie wesentlich früher genutzt werden da mit den Kollektoren das Grundwasser vorgewärmt werden kann.

Die Grundwassertemperatur liegt in den Wintermonaten zwischen 8 und 10°C. Wenn die Kollektortemperatur über der Grundwassertemperatur liegt, wird ein Teil über einen Solarwärmetauscher geleitet und je nach Strahlungsintensität auf bis zu 25°C vorgewärmt.

Am Mischpunkt vor dem Eintritt in die Wärmepumpe kann mit der geplanten Solaranlage die Grundwassertemperatur um bis zu 7,5°K angehoben werden.

Dadurch kann zum einen der Deckungsgrad der Solaranlage um bis zu 25% gesteigert werden und zum anderen der Wirkungsgrad der Wärmepumpe (COP) bzw. die Austrittstemperatur angehoben werden.

Technische Daten Solar-Boostbetrieb:

Heizleistung	198 kW
Heizwassereintritt	+ 40 °C
Heizwasseraustritt	+ 50 °C
Wassermenge	4,7 l/s
Kälteleistung	160 kW
Brunnenwassereintritt	+23,4°C
Brunnenwasseraustritt	+20 °C
Wassermenge	11,3 l/s
Kältemittelmenge	34 kg

Simulationen zum Wärmebedarf

Das belgische Beratungsunternehmen 3E hat einen kleinen Bereich des Klosters (eine Zelle und angrenzenden Gang) genauer mit TRNSYS simuliert, um herauszufinden, was einerseits der „solar boost“-Betrieb und andererseits das Vorstellen einer Glasfassade vor die Südwand

gemeinsam mit der großen Speichermasse der Außenwände an Energieeinsparungen bringt.

Eindeutiges Ergebnis ist, dass die „Einlagerung“ überschüssiger Solarenergie in die Wände zum Aufheizen der Räume auf mind. 23°C („solar boost“), Energieeinsparungen von bis zu 10% bringt, vor allem im Frühling. Wenn eine Glasfassade als Pufferzone vor die Südwand gestellt wird, beträgt die Einsparung sogar 12% des Heizenergiebedarfs des simulierten Gebäudeabschnitts.

Regelung und Gebäudemanagement

Zonenregelung

In allen wesentlichen Räumen und Zonen sind Raumbediengeräte vorgesehen, mit denen zyklisch die aktuelle Ist-Temperatur ermittelt wird. Über Motorventile wird die Energieeinbringung in die Räume geregelt. Dazu wird jeder Raum extra über einen Verteiler angeschlossen.

Die Regelung ist so konfiguriert, dass die Rücklauftemperatur durch Reduktion der Energiemenge permanent gesenkt wird. Dadurch wird Folgendes erreicht:

- Die gesamte Systemtemperatur ist exakt dem tatsächlichen Bedarf angepasst.
- NutzerInnenverhalten und äußere wie innere Wärmequellen (solare Einträge, Wärmeeinträge von Veranstaltungen, etc.) können optimal erkannt werden.
- Die Effizienz des Heizsystems wird gesteigert.

Energiequellenoptimierung

Die Gebäudeleittechnik optimiert konstant den Energieverbrauch. Ziel ist es, möglichst lange mit der "günstigen" Energiequelle Solar und Wärmepumpe die Pufferspeicher zu laden. Erst in Extremsituationen bei einem Spitzenbedarf soll die Fernwärme genutzt werden.

Die Umsetzung erfolgt durch:

- Globalstrahlungsfühler am Dach
- Auswerten der Kollektorwirkungsfunktion
- Berechnen des momentanen und durchschnittlichen Solarertrages
- Bei Abweichungen wird eine Zentrale Stelle informiert
- Vorhersage der möglichen Solarenergie in den kommenden 5 bis 15 Stunden
- Informationsverarbeitung aus der Wettervorhersage
- Verbrauchsentwicklung, Temperatur-Verlauf im Pufferspeicher bzw. Energieverbrauch Ist/ Trend der VerbraucherInnen am Hauptverteiler

- Berechnung der energetisch günstigsten Nachheizquelle

Trockenlegung, Nutzung der Speichermassen

Die überschüssige Energie aus der thermischen Solaranlage und der Wärmepumpe wird zur Bauteilheizung bzw. Bauteiltrocknung verwendet. Dazu wird die Temperatur der zu trocknenden Wände mit einem eigenen Sensor erfasst und zur Regelung herangezogen.

Wettervorhersage

Die Gebäudeleittechnik wird mit einem Wetterserver verbunden und holt sich dort die Wettervorhersage für die nächsten 24 Stunden. Der Wetterserver hat dazu Daten für die Globalstrahlung vorrätig. Zusätzlich wird in der Regelung die Verbrauchsentwicklung des Gebäudes gespeichert (alle Temperaturtrends an allen Abgängen und am Puffer). Daraus wird zyklisch berechnet, wann die Energie im Pufferspeicher zur Neige geht. Diese Information zusammen mit der Wettervorhersage bildet die Basis für die Auswahl, mit welcher Energiequelle der Pufferspeicher geladen wird.

Pufferladungssteuerung

Da die 3 Pufferspeicher zu je etwa 7.000 Liter das Herzstück der Anlage bilden, ist deren Management enorm wichtig.

Pro Pufferabgang wird ein Wärmemengenzähler montiert. Diese Wärmemengenzähler liefern die aktuelle Leistungsaufnahme auf der Sekundärseite (Heizungsvorlauf). Primärseitig wird ebenfalls mit Wärmemengenzählern gemessen, von welcher Energiequelle welche Leistungen bzw. Energieströme verfügbar sind.

Die Pufferspeicher sind als Schichtspeicher ausgelegt. Somit können die verschiedenen Quellen mit verschiedenen Temperaturen die entsprechenden Schichten laden. Die Wärmepumpe ohne Vorlaufanhebung durch Solar speist mit 40°C ein, die Niedrigtemperatur-Solaranlage mit 50-60°C, die Wärmepumpe mit Vorlaufanhebung durch die Solaranlage mit 50°C, die Hochtemperatursolaranlage mit 60-80°C und die Fernwärme mit 70°C.

Sekundärseitig wird für die Heizung in einem Temperaturbereich von 40-60°C Wasser entnommen.

Durch die Optimierung der Vorlauftemperatur gelingt es nun, auch die kostengünstige Solarenergie sehr häufig direkt zur Bauteilerwärmung zu benutzen. Reicht diese Energieform nicht aus, wird die Wärmepumpe zusätzlich aktiviert. Reichen beide Quellen nicht, so wird auch die Fernwärme benutzt.

Verteilung

Heizung

Prinzipiell gibt es aus den Pufferspeichern heraus zwei Leitungen zu den Verteilern: eine Nieder- und eine Hochtemperaturleitung.

In den Untergeschoßen mit erdberührten, feucht-kühlen Bauteilen sind dann zwei Heizkreise für die Bauteilheizung ab Verteiler im Einsatz, einer im Bereich 85 cm über dem Boden und ein zweiter knapp unter der Bodenoberkante, beide in die Vollziegel bzw. Vollziegel-Stein-Mischmauerwerk eingeputzt. Das dient dazu, den Erdgeschoßbereich effektiver mit Wärme versorgen, trocken legen und Solarenergie „einlagern“ zu können.

In den oberen Geschoßen geht ein Heizkreis ab Verteiler in die Bauteilheizung und einer in die Heizkörper je Raum.



Abbildung 45 Für die Rohrführung der Bauteilheizung vorbereitete Außenwände im Gangbereich des Klosters (Quelle: AEE INTEC)

Warmwasser

2 Zirkulationsleitungen ausgehend von den Pufferspeichern versorgen die gesamten Gebäude mit Warmwasser auf einem Temperaturniveau von etwa 60°C. Die Zirkulationsleitung geht erst in Betrieb, wenn der Auftrag von einer Person im Haus dezentral gegeben wird (z.B. vor dem Duschen).

Grundwasser

Das Grundwasser wird aus einem Bohrbrunnen zur Heizzentrale geleitet. Folgende Mengen und Temperaturniveaus sind erforderlich:

Wärmepumpenversorgung

Heizen (inkl. Warmwasser)

	Nominal	Max. Solarstrahlung
Entnahmemenge:	11,3l/s	11,3l/s
Entnahmetemperatur:	8°C	8°C
Rückspeisetemperatur	11,5°C	15,5°C

Brauchwassernutzung

Weiters ist geplant das Grundwasser zur Brauchwassernutzung in den WCs zu nutzen.

Wasserverbrauch Brunnenwasser

20 Personen WC/Pis	4 l/Tag Person	80 l/Tag
Summe		80 l/Tag

Durchflussbemessung Brunnenwasser

5 Urinale	0,30 l/s	1,5 l/s
33 WC	0,13 l/s	4,29 l/s
Summendurchfluss		5,79 l/s
Spitzendurchfluss Bürogebäude bewertet nach DIN1988		1,76 l/s

Monitoring

In allen relevanten Bereichen sind Energieverbrauchs- bzw. Wärmemengenzähler vorgesehen, deren Werte aufgezeichnet und via GSM an einen Server übermittelt werden. Auch die Daten der Solaranlage und der Wärmepumpe werden aufgezeichnet und im Internet bei der Firma RESI Informatik & Automation GmbH unter www.resi.cc mit Passwort abrufbar sein.

Im Folgenden findet sich die Liste der Daten die dann abgerufen werden können.

Umwelt:

Außentemperatur
Globalstrahlung

Gebäude:

Gesamtenergiemenge Niedertemperatur am Verteiler und Temperaturprofil
Gesamtenergiemenge Hochtemperatur am Verteiler und Temperaturprofil
Bauteilheizungstemperatur Kloster Nord
Bauteilheizungstemperatur Kloster Süd
Energiemenge und Temperaturprofil der „Gebäudespeicherung“

Solaranlage:

Energiemenge und Temperaturprofil Pufferladung
Energiemenge und Temperaturprofil Brunnenwasservorwärmung
Auswertung Ertrag gesamt
Auswertung Ertrag Puffer
Auswertung Ertrag Grundwasservorwärmung

Wärmepumpe:

Energiemenge und Temperaturprofil Brunnenwasser
Energiemenge und Temperaturprofil Pufferladung (COP optimiert, bzw. temperaturoptimiert aus Solar)
Energiemenge Strom
Auswertung COP Verlauf

Puffermanagement:

Schichttemperaturen Puffer ca. 10Stk

Fernwärme:

Energiemenge und Temperaturprofil Nachspeisung Fernwärme

Allgemeines

Kontrollierte Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung wird es in einzelnen Abschnitten des Klosters nach Bedarf z.B. in Veranstaltungsräumen geben.

Intelligente und einfache Lösungen werden auch beim effizienten Stromeinsatz gesucht, z.B. soll der neue Kühlraum im Winter natürlich (also von außen) gekühlt und im Sommer kühl gehalten werden (z.B. mit Einlagern von Eis etc.).