

# Prefabricated Systems for Low Energy Renovation of Residential Buildings

IEA: ECBCS-ANNEX 50

K. Höfler

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**25/2012**

## **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

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter  
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

# Prefabricated Systems for Low Energy Renovation of Residential Buildings

IEA: ECBCS-ANNEX 50

DI Dr. Karl Höfler, DI Ernst Blümel, DI Sonja Geier,  
DI Rene Hummer, DI David Venus  
AEE – Institut für Nachhaltige Technologien

DI Johann Aschauer, DI Volker Taschil  
gap solution GmbH

Ing. Alfred Willensdorfer  
GIWOG

Gleisdorf, September 2011

**Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie**

**IEA** FORSCHUNGS  
KOOPERATION

Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie



## Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Programm FORSCHUNGSKOOPERATION INTERNATIONALE ENERGIEAGENTUR. Es wurde vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie initiiert, um Österreichische Forschungsbeiträge zu den Projekten der Internationalen Energieagentur (IEA) zu finanzieren.

Seit dem Beitritt Österreichs zur IEA im Jahre 1975 beteiligt sich Österreich aktiv mit Forschungsbeiträgen zu verschiedenen Themen in den Bereichen erneuerbare Energieträger, Endverbrauchstechnologien und fossile Energieträger. Für die Österreichische Energieforschung ergeben sich durch die Beteiligung an den Forschungsaktivitäten der IEA viele Vorteile: Viele Entwicklungen können durch internationale Kooperationen effizienter bearbeitet werden, neue Arbeitsbereiche können mit internationaler Unterstützung aufgebaut sowie internationale Entwicklungen rascher und besser wahrgenommen werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements der beteiligten Forschungseinrichtungen ist Österreich erfolgreich in der IEA verankert. Durch viele IEA Projekte entstanden bereits wertvolle Inputs für europäische und nationale Energieinnovationen und auch in der Marktumsetzung konnten bereits richtungsweisende Ergebnisse erzielt werden.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist es, die Projektergebnisse einer interessierten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen, was durch die Publikationsreihe und die entsprechende Homepage [www.nachhaltigwirtschaften.at](http://www.nachhaltigwirtschaften.at) gewährleistet wird.

Dipl. Ing. Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie



# Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung .....	5
1.1	Ausgangssituation / Motivation .....	5
1.2	Inhalte und Zielsetzungen .....	5
1.3	Methodische Vorgangsweise .....	5
1.4	Ergebnisse .....	6
2	Abstract.....	7
2.1	Starting point / motivation.....	7
2.2	Objectives and contents.....	7
2.3	Methods of treatment .....	7
2.4	Results .....	8
3	Einleitung .....	9
3.1	Allgemeine Einführung in die Thematik .....	9
3.2	Ausgangssituation/Motivation des Projektes .....	9
3.3	Beschreibung des Standes der Technik in dem Forschungsgebiet .....	9
3.4	Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema .....	10
3.5	Kurzbeschreibung des Aufbaus (Kapitel) des Endberichts.....	10
4	Hintergrundinformation zum Projekthalt .....	11
4.1	Arbeitsprogramm und Struktur Annex 50.....	11
4.2	Österreichische Kooperationen.....	13
4.3	Zielsetzung des Projektes .....	13
4.4	Beschreibung der verwendeten Methodik, Daten und Vorgangsweise .....	14
5	Ergebnisse des Projektes .....	17
5.1	Ablaufschema .....	17
5.2	Gebäudetypologie (Arbeitspaket AP1).....	17
5.3	Konzeptentwicklung (Arbeitspakete AP2 – AP4).....	22
5.4	Modul- und Technologieentwicklung (Arbeitspaket AP2-AP4) .....	26
5.5	Demonstration, Monitoring und Verbreitungsaktivitäten (AP5).....	30
5.6	Nationale Beiträge zu den Subtasks (AP).....	62
6	Detailangaben in Bezug auf die Forschungsk Kooperation Internationale Energieagentur (IEA) ...	65
6.1	Österreichische Zielgruppen im Projekt .....	65
6.2	Einbindung relevanter Stakeholder .....	65
6.3	Relevanz und des Nutzen der Projektergebnisse.....	65
7	Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen .....	67
7.1	Was sind die in dem Projekt gewonnenen Erkenntnisse für das Projektteam? .....	67
7.2	Wie arbeitet das Projektteam mit den erarbeiteten Ergebnissen weiter? .....	67
7.3	Für welche anderen Zielgruppen sind die Projektergebnisse relevant und interessant und wer kann damit wie weiterarbeiten? .....	67
8	Ausblick und Empfehlungen .....	68
8.1	Ausblick.....	68

8.2	Weiterführende (inter-)nationale Forschungsprojekte und IEA-Kooperationsprojekte .....	69
9	Verzeichnisse.....	70
9.1	Link zu Taskwebsite.....	70
9.2	Auflistung von Publikationen des Task .....	70
9.3	Abbildungsverzeichnis .....	71
9.4	Tabellenverzeichnis .....	72
10	Anhang.....	72

# 1 Kurzfassung

## 1.1 Ausgangssituation / Motivation

Energieeinsparungen sind nur im Gebäudebestand möglich. So tragen in den meisten Industrieländern die Wohnungsneubauten nur etwa 10 – 20% zum Gesamtenergieaufkommen bei, 80% werden hingegen vom Gebäudebestand verursacht. Aus diesem Umstand heraus nimmt der Bereich „nachhaltige Sanierung von Wohnbauten“ auch in vielen EU Ländern einen hohen Stellenwert ein (Österreich: z.B. Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften des BMVIT bzw. Klimaschutzinitiative klima:aktiv des Lebensministerium) und spielt eine wichtige Rolle in IEA F&E Programmen mit Gebäudebezug. Erfahrungen aus nationalen und internationalen Forschungsarbeiten im Bereich „Neubau“ zeigen, dass ganzheitliche Betrachtungsweisen unter Berücksichtigung von innovativen Gebäudetechnologien zielführend sind und Primärenergiereduktionen im Vergleich zum aktuellen Baustandard um den Faktor 5 - 10 zulassen. Entscheidend bei der energetischen Gebäudesanierung ist, dass zukünftig im Zuge von Standardsanierungen hochwertige energetische Maßnahmen umgesetzt und erneuerbare Energieträger in die Energieversorgung integriert werden. Als wesentlicher technischer Erfolgsfaktor erscheint hierbei die Übertragung von bewährten Technologien aus dem Neubau von Passiv- und Niedrigenergiehäusern in Verbindung mit der notwendigen Anpassung an die Erfordernisse des Gebäudebestandes.

## 1.2 Inhalte und Zielsetzungen

Annex-Ziel ist es, völlig neue Wege im Sanierungsprozess zu beschreiten und ganzheitliche Konzepte für den typischen Geschoßwohnbau zu entwickeln, die Sanierungen von großvolumigen Bauten auf höchstem energetischen Niveau (Passiv- und Niedrigstenergiehausstandards) bei gleichzeitig hoher Nutzerakzeptanz in der Umsetzungsphase („Bewohnte Baustelle“) als auch danach (Komfort, Behaglichkeit, Leistbarkeit) zulassen.

Maßgebende Entwicklungskomponenten sind dabei ganzheitliche Dach- bzw. Fassadenlösungen, die sich durch einen hohen Vorfertigungsgrad, eine gute Integrationsmöglichkeit von Energiefassaden bzw. -dächer und eine Komplett-Integration der Energievertei- und Abgabesysteme auszeichnen (plug-in-and-play Konzepte).

## 1.3 Methodische Vorgangweise

Zur Erreichung dieser Ziele wurden vom Antragsteller - in Kooperation mit dem Operating Agent (Mark Zimmermann, EMPA Dübendorf, Schweiz) und Fachleuten aus den Implementing Agreements ECBCS, SHC, PV und HPP - fünf Arbeitspakete definiert. Schwerpunkte darin sind:

- Erarbeitung eines Anforderungsprofils für ganzheitliche, integrale Sanierungskonzepte
- Neuentwicklungen von vorgefertigten Dach- und Fassadenlösungen
- Vollintegration des Energievertei- und Abgabesystems in die vorgefertigten Fassaden- und Dachelemente
- Integration von Solarsystemen in Dach- und Fassadenelemente
- Umsetzung von Prototypen in Demonstrationsobjekten
- Begleitender Know-how Transfer auf nationaler Ebene

Aufgrund der hohen Übereinstimmung der Annex-Inhalte mit den Zielen österreichischer Forschungs- und Verbreitungsstrategien wird durch eine Teilnahme eine enorme Effizienzsteigerung der nationalen Bemühungen erwartet. Zusätzlich bietet diese IEA-Beteiligung eine wesentliche Chance zum Ausbau der österreichischen Spitzenposition im Bereich „nachhaltiges Bauen und Sanieren“.

## **1.4 Ergebnisse**

Anfangs wurde vorrangig an der umfangreichen Katalogisierung der verschiedenen Gebäudetypen und Erarbeitung von Lösungsmöglichkeiten für vorgefertigte Fassaden- und Dachelemente, sowie an der Findung eines Demo-Projektes gearbeitet.

Durch die Konkretisierung des Demoprojektes „Graz-Dieselweg“ durch die Wohnbaugenossenschaft GIWOG konnte seitens der AEE INTEC eine Projektbegleitung von der Planung, Entwicklung bis zur Umsetzung gemacht werden. Dazu wurden Planungstools für die Entwicklung und Planung von großformatigen, vorgefertigten Modulen (z.B. 10-steps) entwickelt.

Eine Moduldokumentation zeigt anschaulich den Werdegang der Entwicklung und dient als Hilfestellung für zukünftige ähnliche Projekte.

Durch die Mitentwicklung an einem EDV-Programm „Retrofit Advisor“ wird den EigentümerInnen, BauherrInnen und EntscheidungsträgerInnen ein Instrument zur Verfügung gestellt, welches in einem frühen Stadium eine wirtschaftliche Betrachtung von hochwertigen Sanierungen erlaubt.

Die Ausarbeitung und Entwicklung ganzheitlicher integraler Sanierungskonzepte für den typischen Geschoßwohnbau in Kooperation mit Industrie, Wohnbauwirtschaft und Endkunden ist mit diesen Planungswerkzeugen und Dokumentationen möglich.

Durch das Monitoring können wichtige Rückschlüsse für zukünftige ähnliche Projekte abgeleitet werden. Durch umfangreiche nationale und internationale Verbreitungsaktivitäten könnte ein wichtiger Expertenaustausch und Knowhow-Transfer erzielt werden.

## **2 Abstract**

### **2.1 Starting point / motivation**

A really conservation of energy is only in existing buildings possible. The fraction of the total energy consumption for new buildings is in most of the industrial countries only about 10-20%. 80% is allotted to the existing buildings. The topic "sustainable retrofit for residential buildings" is for this reason also of high importance in a lot of EU-countries (Austria: for example the "impuls program" Sustainable Economise from BMVIT or the climate protection initiative "klima:aktiv" from the federal ministry for agriculture, forestry, environment and water management) and plays an important role in the R&D programs of IEA with relations to buildings.

Experiences with national and international research work in the "new building sector" show that holistic approaches in combination with innovative construction technology lead to the aimed results and that a primary energy reduction of a factor 5-10, in comparison to existing construction standard, is possible.

For the building retrofit, it is crucial that future standard retrofits are carried out with high energetically measures and that renewable energy sources are integrated in the energy supply. A fundamental technical success factor appears to be the implementation of approved techniques of new constructions of passive and low-energy buildings in combination with necessary adjustments of the actual building requirements.

### **2.2 Objectives and contents**

The goal of the Annex is to break new ground for retrofit processes and to develop holistic concepts for typical multi-family houses. These concepts should allow large-volume-building retrofits of highly energy efficient standards (passive and lowest energy standards) with a simultaneous user acceptance in the implementing phase ("inhabited construction site") and also afterwards (comfort, affordability). Important components to develop are holistic roof and façade solutions, which, through a high level of prefabrication, feature good integration possibilities of energy façades and roofs and also complete integration possibilities for energy distribution systems (plug-and-play concept).

### **2.3 Methods of treatment**

Fife work programs where compiled by the applicant in cooperation with the operating agent (Mark Zimmermann, EMPA Dübendorf, Schweiz) and professionals from the Implementing Agreements (ECBCS, SHC, PV and HPP) to reach these goals. The emphasis are:

- Specification of holistic and integral retrofit concepts
- New development of prefabricated roof and façade solutions
- Complete integration of the energy distribution system with prefabricated components
- Integration of solar thermal systems in roof and façade elements
- Implementation of prototypes in demonstration projects
- Accompanying know-how transfer on national level

An increase in the efficiency of the national effort is anticipated through participation. This since the contents of this annex very well coincides with the goals of the Austrian research and dissemination strategy. Further is this a great chance to enlarge the Austrian leading position in the area of “sustainable building and retrofit”.

## **2.4 Results**

At the beginning the primary work was the extensive cataloguing of the different building types and the development of solution possibilities for prefabricated facade and roof elements. Also the finding of the demonstration project was part of the work.

By the concretisation of the demonstration project „Graz-Dieselweg“, through the housing cooperative GIWOG, it was possible for the AEE INTEC to support the project from the planning through the development to the assembly. Therefore planning tools for the development and planning of large size, prefabricated modules (e.g. 10-steps) were devised.

A module documentation shows vivid the procedure of the development and serves as an assistance for similar projects in the future.

By the co-development of a software called „Retrofit Advisor“, it is possible for owners, clients and policymakers to carry out an economic efficiency analysis in early stage of the high quality retrofit.

The elaboration and development of holistic integral renovation concepts for typical multi-family buildings – in cooperation with industry, building and housing industry and end consumers – are possible with these planning tools and documentations.

The monitoring enables important conclusions for future projects. Also the extensive dissemination (national and international) allows an important intercommunication and knowhow transfer.

## **3 Einleitung**

### **3.1 Allgemeine Einführung in die Thematik**

Die Bedeutung der bestehenden Gebäudesubstanz für eine nachhaltige Entwicklung ist unbestritten. Altbauten weisen gegenüber modernen Neubauten häufig ein großes Defizit bezüglich Komfort und Zweckmäßigkeit auf. Die langfristige Vermietbarkeit ist unsicher, die Verslumung der Altbauquartiere eine Frage der Zeit. „Kosmetik-Renovationen“ lösen das Problem auf die Dauer nicht, und ständige Teilerneuerungen sind kostspielig und ineffizient. Die nachhaltige Bewirtschaftung der Altbauten erfordert eine umfassende Erneuerung, welche den Zielen eines Passivhauses nahe kommt. Eine Ausnahme kann allenfalls bei historischen, schützenswerten Bauten gemacht werden. Für alle anderen Wohnbauten stellt jedoch jede Erneuerung, welche diese Ziele verfehlt, eine verpasste Chance dar.

### **3.2 Ausgangssituation/Motivation des Projektes**

Mit dem IEA-Projekt „Prefabricated systems for low energy renovation of residential buildings“ (IEA ECBCS Annex 50) wollen 10 europäische Länder die Wohnbaurerneuerung nachhaltig in Angriff nehmen. Im Zentrum stehen Mehrfamilienhäuser und Wohnsiedlungen, die einen Erneuerungsbedarf haben. Das Ziel ist eine umfassende Erneuerung der Gebäudehülle und gleichzeitig eine Aufwertung des Gebäudes. Dazu sollen auch mögliche Wertvermehrungen durch An- und Umbauten geprüft werden. Die Arbeiten sollen im bewohnten Zustand (bewohnte Baustelle) weitgehend von außen erfolgen.

### **3.3 Beschreibung des Standes der Technik in dem Forschungsgebiet**

In der derzeit üblichen Sanierungspraxis werden in der Regel nur einzelne Komponenten, wie beispielsweise Fenster, Dach, Fassade oder Heizung für punktuelle Sanierungen betrachtet und saniert. Häufig führen diese Einzelbetrachtungen im Gegensatz zu einer ganzheitlichen Betrachtung zu einem schlechten Kosten/Nutzen Verhältnis ohne eine nachhaltig, langfristig wirkende Energieeinsparung zu erzielen. Zusätzlich kann unsachgemäße Planung bzw. Ausführung noch dazu führen, dass hinlängliche bekannte Probleme wie zum Beispiel Schimmelbildung im Winter oder Überhitzungsproblematik im Sommer nicht beseitigt bzw. sogar neu verursacht werden.

Erfahrungen aus nationalen und internationalen Forschungsarbeiten im Bereich „Neubau“ zeigen jedoch, dass ganzheitliche Betrachtungsweisen unter Berücksichtigung eines integralen Planungsansatzes zielführend sind, und Primärenergiereduktionen im Vergleich zum aktuellen Baustandard um den Faktor 5 - 10 zulassen. Neben dem integralen Ansatz bei der Planung kommt vor allem auch der Qualitätssicherung bei der Ausführung eine wichtige Aufgabe zu. Hoher Vorfertigungsgrad von Systemen und plug-in-and-play Konzepte, bei denen die möglichen Fehlerquellen an der Baustelle auf ein Minimum reduziert werden, sind maßgebende Punkte des Erfolgsrezeptes bei diesen innovativen Neubaukonzepten. Bewiesen werden die Funktion und die Komfortsteigerung dieser Konzepte

eindrucksvoll durch realisierte Beispiele, wie beispielsweise das Passivhaus Bürogebäude der MIVA in Stadl-Paura.

Viele dieser Optimierungsarbeiten und Lösungsansätze für den Neubau (Integration von Solar-systemen, Passivhaus- und Gesamtenergieversorgungskonzepte) wurden leider bis dato noch nicht für den Gebäudebestand adaptiert.

### **3.4 Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema**

Zum Zeitpunkt des Beginns des Projektes „PREFAB SYSTEMS FOR LOW ENERGY / HIGH COMFORT BUILDING RENEWAL – IEA: ECBCS-ANNEX 50“ waren in Österreich keine konkreten Vorarbeiten vorhanden. Lediglich konnte auf die Erfahrungen aus dem, im Rahmen der Programmlinie „Haus der Zukunft“ durchgeführten, Forschungsprojekt „Erstes Mehrfamilien-Passivhaus im Altbau - Passivhausstandard und -komfort in der Altbausanierung am Beispiel eines großvolumigen MFH in Linz“ zurückgegriffen werden.

### **3.5 Kurzbeschreibung des Aufbaus (Kapitel) des Endberichts**

Der publizierbare Ergebnisbericht beinhaltet alle wesentlichen Informationen über die Ziele, die Inhalte, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen dieses, als IEA Forschungskoooperation durchgeführten, Projektes.

Inhalt:

- Publizierbarer Ergebnisbericht 72 Seiten
- Anhang 1: Subtask A: Concept definition and specification
- Anhang 2: Case study building
- Anhang 3: Renovation modules
- Anhang 4: ANNEX 50 Retrofit Advisor – Tools und Simulationsprogramme
- Anhang 5: ANNEX 50 Design Guide – 10\_steps guideline
- Anhang 6: Modul- und Technologieentwicklung – Model format for renovation module – Austria Module Documentation
- Anhang 7: Fallbeispiele Demoprojekt Graz, Dieselweg
- Anhang 8: Präsentation Demoprojekt Graz, Dieselweg
- Anhang 9: Monitoring Ergebnisse
- Anhang 10: Veröffentlichungen des Implementing Agreements

## 4 Hintergrundinformation zum Projektinhalt

### 4.1 Arbeitsprogramm und Struktur Annex 50

Im Folgenden sind die Organisationsstruktur sowie die Arbeitsschwerpunkte des IEA-Annex 50 im Überblick dargestellt.

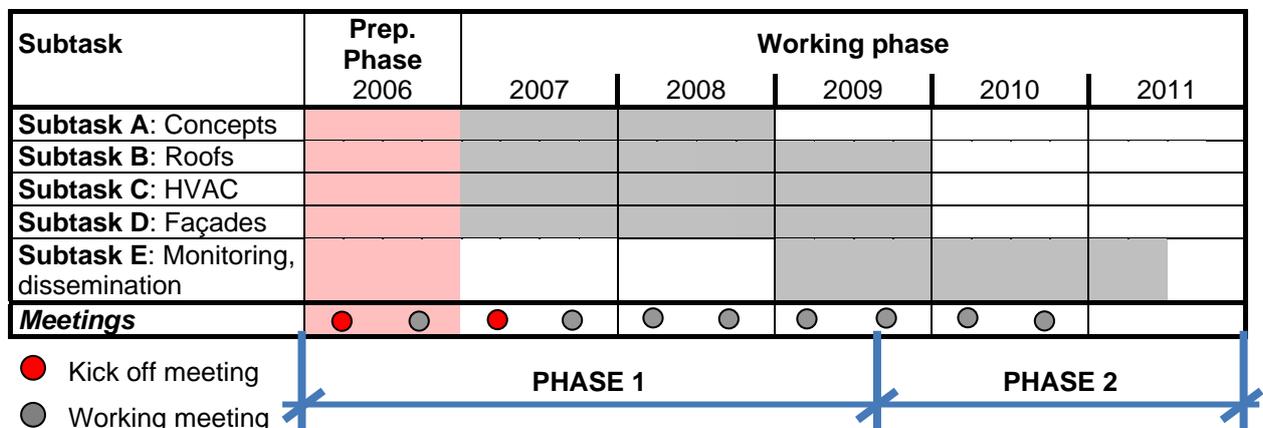
Der IEA-Annex 50 gliedert sich in fünf wesentliche inhaltliche Schwerpunkte. Diese Schwerpunkte werden in weitere Folge als Subtask A – E bzw. als Arbeitspaket (AP) 1 – 5 bezeichnet.

- Subtask A / AP 1: Anforderungsprofil für ganzheitliche Sanierungskonzepte im Geschosswohnbau – Nationale Netzwerk- und Kommunikationsstrategien
- Subtask B / AP 2: Integrale und multifunktionale Dachkonzepte
- Subtask C / AP 3: HKLS- und Solarsysteme
- Subtask D / AP 4: Integrale und multifunktionale Fassadenkonzepte
- Subtask E / AP 5: Demonstration, Monitoring und Verbreitungsaktivitäten

#### Projektleitung:

Operating Agent von Annex 50 ist Dipl. Arch. ETH Mark Zimmermann von Empa Bautechnologien CH.

#### Zeitplan:



#### Beteiligte Länder:

10 Länder kooperieren im Rahmen des Annex 50: Belgien, Deutschland, Frankreich, Niederlande, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz und Tschechien.

Diese Länder werden durch Experten aus universitären oder außeruniversitären Forschungseinrichtungen vertreten.

Nachfolgende Tabelle 1 zeigt eine Auflistung der im Projekt Annex 50 beteiligten Länder und Institutionen.

**Tabelle 1: Beteiligte Länder und Institutionen**

<b>Länder</b>	<b>Institutionen</b>
Österreich	<i>AEE INTEC,</i> Feldgasse 19, 8200 Gleisdorf
Belgien	<i>Laboratory of building physics,</i> KULeuven, Kasteelpark Arenberg 40, 3001 Heverlee
Tschechische Republik	<i>Institute of Building Services,</i> Brno University of Technology, 602 00 Brno, Veverí 331/95
Finnland	<i>University of Tampere,</i> Kalevantie 4, 33100 Tampere, Finland
Frankreich	<i>Lafarge,</i> 61 rue des Belles Feuilles, 75116 Paris  <i>Saint-Gobain Isover,</i> Les Miroirs 92096 La Défense Cedex  <i>EDF R&amp;D,</i> Les Renardières, Avenue des Renardières, Ecuelles, 77 818 – Moret-sur-Loing Cedex
Deutschland	<i>Fraunhofer-Institut für Bauphysik,</i> Gottschalkstrasse 28a, 34127 Kassel
Niederlande	<i>Cauberg-Huygen Raadgevenede Ingenieurs bv,</i> PO Box 480, Maastricht
Portugal	<i>Guedes de Construction ans Technology Group, University of</i> <i>Minho</i>
Schweden	<i>Lund University,</i> PO Box 118, 221 00 Lund, Sweden
Schweiz	<i>Renggli AG,</i> Gleng, 6247 Schoetz  <i>HTA Lucerne,</i> Technikumstrasse, 6048 Horw  <i>Empa,</i> Ueberlandstrasse 129, 8600 Duebendorf

Der österreichische Vertreter im IEA-Annex 50 war AEE INTEC, wobei DI Dr. Karl Höfler, DI Sonja Geier, DI Ernst Blümel und DI Rene Hummer für die Projektstätigkeiten verantwortlich waren. Darüber hinaus finden, da von Seiten der nationalen Industrie großes Interesse an den Annexinhalten bekundet wurde, Kontakte mit nationalen Partnern und Zielgruppen statt. Gespräche wurden in diesem Zusammenhang mit den Unternehmen Schüco bzw. ALU-König, Baunit, STO, Rehau, Lieb Bau Weiz und gap-solution GmbH durchgeführt.

Dazu wurde am 01. Feber 2008 in Graz ein Industrieworkshop durchgeführt, wo Firmeninteressen erläutert und mögliche Industriebeiträge zum Annex 50 diskutiert wurden.

Weitere Firmenkontakte wurden zu HILTI (Brandschutz), KE KELIT u. REHAU Kunststoffrohre (Technische Gebäudeausrüstung) hergestellt. Die Einbindung der Gebäudetechnik-Firmen INSTA-Block, Geberit, Huter, sowie der Solaranlagenhersteller GREENONETEC und Sonnenkraft gab wichtige Inputs für die Entwicklung der Module.

## 4.2 Österreichische Kooperationen

Bei der Entwicklung der Fassadenmodule und bei der Umsetzung des Demoprojektes „Dieselweg“ wirkten vorrangig folgende Partner mit:

- GIWOG - Gemeinnützige Industrie- Wohnungsaktiengesellschaft, 4060 Leonding
- Kulmer Bau GesmbH & CoKG und Kulmer Holz-Leimbau GesmbH, 8212 Pischelsdorf
- gap-solution GmbH, 4060 Leonding

## 4.3 Zielsetzung des Projektes

Aus der Ausgangslage bzw. der Motivation konnten für das vorliegende IEA-Projekt folgende Ziele abgeleitet werden:

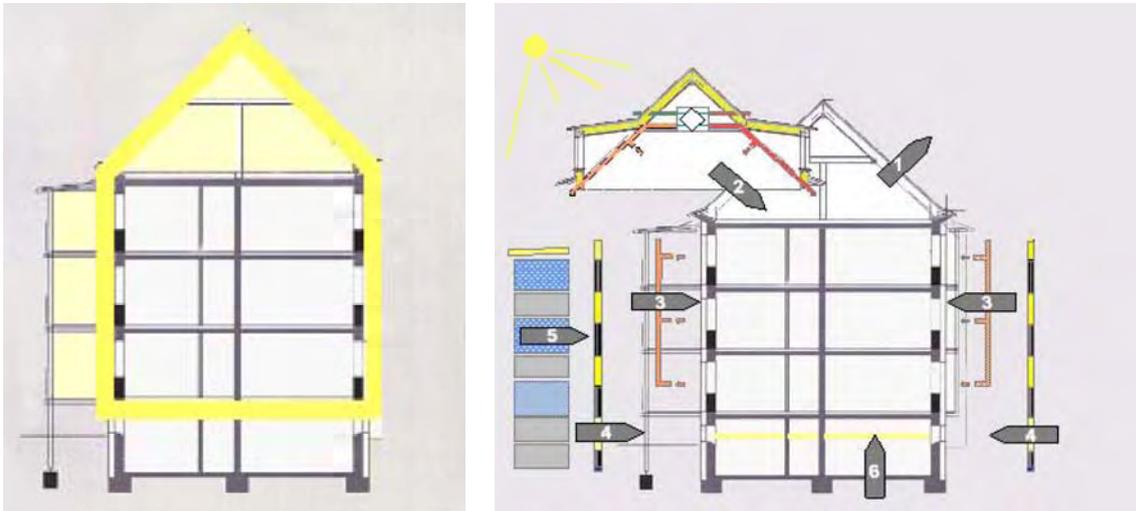
- Formulieren von ganzheitlichen Sanierungsstrategien für eine energieeffiziente Erneuerung der Gebäudehülle mit vorgefertigten Dach- und Fassadenmodulen
- Reduktion des Energieverbrauchs auf ein Niveau von 30-50 kWh/m<sup>2</sup>a für Heizung, Kühlung und Warmwasser
- Intensive Nutzung der Sonnenenergie
- Verbesserung des Komforts und bessere Ausnutzung der Räume
- Guter thermischer Komfort, Lärmschutz, gute Luftqualität, bessere Tageslichtnutzung
- Schnelle, hochwertige Renovationsprozesse zu verlässlichen Kosten

Das Konzept dazu ist einfach und klar: Falls sich das Gebäude eignet, wird über das bestehende Gebäude eine weitgehend vorgefertigte neue Fassade und ein neues Dach gelegt. Diese neue Hülle lässt nicht nur viel Spielraum zur architektonischen Gestaltung, sie bietet auch die Möglichkeit für wertvermehrende An- und Aufbauten. Sie bietet des Weiteren Gewähr, dass das Gebäude den höchsten Ansprüchen an Energieeffizienz und Komfort entspricht. Entsprechend sind Rationalisierung des Bauablaufs, thermische Optimierung, Qualitätssicherung und Kostensicherheit entscheidende Merkmale des Konzepts. Weitere wichtige Bestandteile sind integrierte Komfortlüftung und Solartechnik sowie moderne Regeltechnik, welche das Gesamtsystem bedarfsabhängig regelt.

In Zusammenarbeit mit europäischen Forschungs- und Industriepartnern wurde eine Reihe von aufeinander abgestimmten Sanierungsmodulen für Fassade, Dach und die Gebäudetechnik entwickelt. Je nach Hersteller sind dies großflächige Bauelemente oder fertige Bauteile. Für die Gebäudeerneuerung wurde das Gebäude mit 3D-Laser Scanning von unserem Projektpartner aus der Schweiz dreidimensional vermessen. Diese hochwertigen Datensätze dienen dem Planer und dem Hersteller für die maßgenaue Herstellung der Sanierungselemente.

Bestehende Dächer werden soweit sinnvoll entfernt (Abbildung 1, Punkt 1) und durch optimierte, neue Dachmodule ersetzt (2), welche sowohl eine optimale Raumnutzung gewährleisten wie auch die Integration neuer Gebäudetechnik (Solarnutzung, Komfortlüftung etc) ermöglichen. Auf die bestehende Fassade werden die Leitungen für die Komfortlüftung und allfällige andere neue Installationen montiert (3) und anschließend mit den vorgefertigten Fassadenelementen verkleidet (4).

Sowohl hinterlüftete Fassaden wie verputzte Kompaktfassaden sind möglich. Die neuen Fenster sind soweit möglich bereits in die Fassadenelemente integriert. Balkone können als Wohnraumerweiterung umfunktioniert werden (5). Die Kellerdecke wird schließlich konventionell gedämmt (6).



**Abbildung 1: Renovationskonzept – links: Die Gebäudehülle wird von außen erneuert; rechts: Ersatz altes Dach (1+2), Montage Lüftungsverteilung von außen (3), Montage Fassadenelemente (4+5), Kellerdämmung (6)**

#### 4.4 Beschreibung der verwendeten Methodik, Daten und Vorgangsweise

Nachfolgend werden für die einzelnen definierten Subtasks / Arbeitspakete (AP) die darin festgelegten Schwerpunkte der AEE INTEC sowie die dabei verwendeten Methodiken, Daten und Vorgangsweisen beschrieben:

##### AP 1 Anforderungsprofil für ganzheitliche Sanierungskonzepte im Geschosswohnbau – Nationale Netzwerk- und Kommunikationsstrategien

Im ersten Schritt wurde in Arbeitspaket 1 eine SWOT-Analyse zur aktuellen Sanierungspraxis durchgeführt. Gleichzeitig wurden „do´s“ and „don’ts“ definiert, die in Kooperation mit der Wohnbauwirtschaft bzw. deren Kunden zutreffend sind. Aufbauend auf diese ersten Schritte wurden anschließend ganzheitliche Sanierungskonzepte in Kooperation mit Industrie, Wohnbauwirtschaft und Endkunden erarbeitet und entwickelt.

Die getätigten wissenschaftlichen Arbeiten in AP 1 bildeten die Grundlage für die weiteren Tätigkeiten in den Arbeitspaketen 2 bis 4.

Zusätzliche Tätigkeiten in AP 1:

- Ausweitung des Annex Teams mit inhaltlich und strategisch wichtigen Partnern
- Akquisition und Vorbereitung potenzieller Demonstrationsprojekte
- Festlegung von mindestens einem konkreten Demonstrationsprojekt, das über die gesamte Annex-Laufzeit begleitet, umgesetzt und einem Monitoring unterzogen wird

## AP 2    Integrale und multifunktionale Dachkonzepte

In Arbeitspaket 2 erfolgte die Ausarbeitung eines detaillierten Anforderungsprofils für neue Dachkonzepte, vor allem unter dem Gesichtspunkt möglicher Nachverdichtungen. Im Fokus stand allerdings die Konzeptentwicklung zur Integration sogenannter „Energiedächer“ in den Sanierungsprozess, um Solarsysteme als fixen Bestandteil bei der Dachsanierung zu etablieren. Schlussendlich sollten Leitlinien zur Komplett-Integration der Energieverteilung und -abgabe im Dach entstehen.

Zusätzliche Tätigkeiten in AP 2:

- Anpassung und Optimierung des Planungsprozesses an die neuen Lösungsansätze
- Entwicklungen von Musterabläufen zur Erlangung eines hohen Vorfertigungsgrads des Daches und einer einfachen Vor-Ort Montage
- Ausarbeitung von Ausführungsabläufen mit minimaler Bewohnerbelastung/-belästigung
- Ausarbeitung von Vorgaben zur Qualitätssicherung bzw. -kontrolle

## AP 3    HKLS- und Solarsysteme

Der Fokus der Entwicklung eines ganzheitlichen Sanierungskonzeptes lag in Arbeitspaket 3 auf der Ausarbeitung eines detaillierten Anforderungsprofils für die neuen HKLS-Konzepte, die in weiterer Folge eine Komplettintegration der Energieverteilung und -abgabe sowie des Solarsystems in dem vorgefertigten Dach bzw. in der Fassade ermöglichen sollen.

Zusätzliche Tätigkeiten in AP 3:

- Optimierung der bestehenden Komponenten und Systeme entsprechend den neuen Anforderungen
- Ausarbeitung von Ausführungsabläufen zur Verbindung des Rohrleitungsnetzes zwischen Dach und Fassade
- Vorgaben zur Qualitätssicherung bzw. -kontrolle
- Anpassung der Planungsprozesse an die neuen Konzepte
- Vorgaben zur Produktion und Installation der neuen HKLS-Konzepte

## AP 4    Integrale und multifunktionale Fassadenkonzepte

Den Abschluss der Entwicklungsarbeiten bildeten die Arbeiten in Arbeitspaket 4, in dem die Konzeptentwicklung zur Integration der sogenannten „Energiefassaden“ im Mittelpunkt stand. Durch diese Entwicklungen sollen Solarsysteme als Fixbestandteil bei Fassadensanierungen werden. Schlussendlich sollten Leitlinien zur Komplett-Integration der Energieverteilung und -abgabe in der Fassade entstehen.

Zusätzliche Tätigkeiten in AP 4:

- Ausarbeitung eines detaillierten Anforderungsprofils für die neuen Fassadenkonzepte
- Anpassung und Optimierung des Planungsprozesses an die neuen Lösungsansätze

- Entwicklung von Lösungsansätzen zur Wohnraumerweiterung bzw. Nachverdichtung
- Entwicklungen von Routinen zur Erlangung eines hohen Vorfertigungsgrad des Daches und einer einfachen Vor-Ort Montage
- Ausarbeitung von Ausführungsabläufen mit minimaler Bewohnerbelastung/-belästigung
- Ausarbeitung von Vorgaben zur Qualitätssicherung bzw. -kontrolle

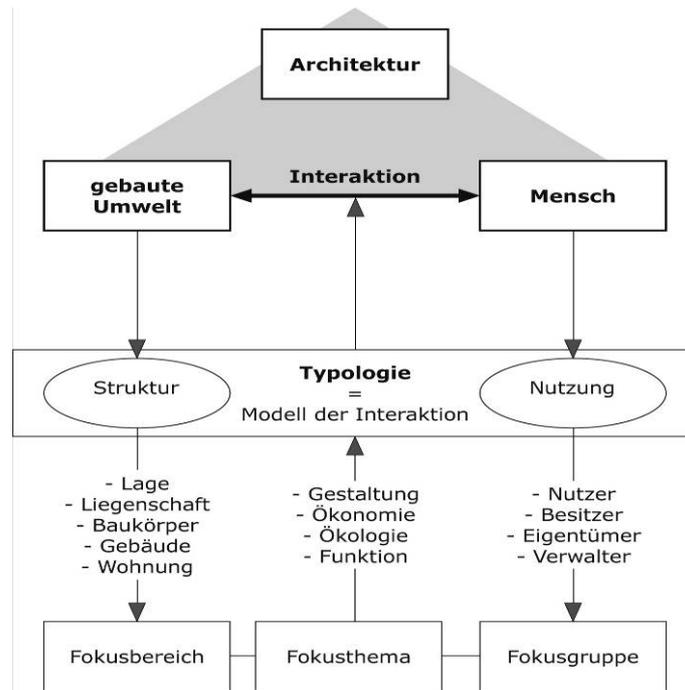
#### AP 5 Demonstration, Monitoring und Verbreitungsaktivitäten

In Arbeitspaket 5 wurden drei Ziele verfolgt. Das in AP 1 festgelegte Demonstrationsprojekt wurde umgesetzt und die in den Arbeitspaketen 2 bis 4 entwickelten Konzepte realisiert. Im zweiten Schritt wurden messtechnische Untersuchungen des realisierten Demoprojektes durchgeführt. Diese umfassten eine Analyse der Parameter der thermischen Behaglichkeit sowie energetische Parameter. Zusätzlich wurden die gewonnenen Ergebnisse und Arbeiten des gesamten Projektes innerhalb der Zielgruppe über verschiedenste Medien verbreitet. So wurden Themenworkshops und Fachtagungen abgehalten sowie Veröffentlichungen in Fachzeitschriften publiziert.

Zusätzliche Tätigkeiten in AP 5:

- Akzeptanzanalyse bei den Bewohnern und den Gebäudeeigentümern
- Kosten/Nutzen Analyse
- Bewertung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen für zukünftige Sanierungsprojekte
- Teilnahme an nationalen und internationalen Veranstaltungen als Vortragende





**Abbildung 3: Typologisches Verfahren für die Analyse von gebauter Umwelt (Quelle: HTA Luzern, CCTP, 2006)**

### Erfassen der gebauten Struktur

Mit Hilfe von Statistiken und Analysen ausgewählter Quartiere werden repräsentative 3 bis 8-geschossige Wohnbauten aus dem Gebäudebestand ermittelt und analysiert. Dabei werden rechtliche, technische und bauliche Normen (Rahmenbedingungen) erfasst und ein Analyseraster zur Bestimmung der gebauten Struktur eingesetzt. Die Ergebnisse werden in einem Merkmalkatalog dokumentiert. Die Renovierungskonzepte werden auf Basis dieser Gebäudetypologie entwickelt und ausgearbeitet. Nachfolgende Abbildung 4 zeigt beispielhaft einen Auszug aus dem typologischen Erfassungsbogen. Die ausgefüllten Bögen für drei Objekte sind Anhang 2 zu entnehmen.

Das Bild zeigt einen Screenshot eines Webformulars für die Erfassung von Gebäudetypologien. Oben links steht 'IEA ECBCS Annex 50 Prefab Retrofit of Buildings'. Rechts daneben ist ein Foto eines Gebäudes zu sehen. Darunter steht 'Case study building - Properties I'. Rechts daneben sind die Daten 'Date: 28.06.2007' und 'Name: Rene Hummer' eingetragen. Ein Foto des Gebäudes ist in einem Feld mit der Beschriftung 'Darselung 3-19' zu sehen. Rechts daneben sind verschiedene Eingabefelder für die Erfassung von Gebäudetypologien zu sehen: 'Registration code' (leeres Feld), 'Country' (Auswahl 'Austria'), 'Period of construction' (Auswahl '1950-1960'), 'Standard' (Auswahl 'social housing'), 'Diffusion of building type' (leeres Feld). Darunter steht ein Hinweis: 'Please note that the basic renovation unit (building or building part) that will be renovated should be described. The repetition of renovation units is acquired under "Building size".' Unter dem Hinweis sind zwei Hauptkategorien: 'Basic renovation unit' und 'Building shape'. In 'Basic renovation unit' sind die Optionen 'Detached', 'Attached' und 'Integrated' zu sehen. In 'Building shape' sind die Optionen 'Rectangular', 'Square' und 'Structured' zu sehen.

**Abbildung 4: Auszug aus dem typologischen Erfassungsbogen (Quelle: AEE INTEC)**

Nachfolgende Abbildung 5 zeigt beispielhaft das Ergebnis der Erfassung der vorhandenen Gebäudestrukturen. Im konkreten Fall stellt der Auszug die vorhandene Typologie der Balkone dar. Darin ersichtlich sind zum einen die Struktur der Balkone und zum anderen auch deren Häufigkeit des Vorkommens. Aufbauend auf diese Erfassung können anschließend Sanierungsstrategien entwickelt werden.

### Beispiel: Auszug Typologie Balkone

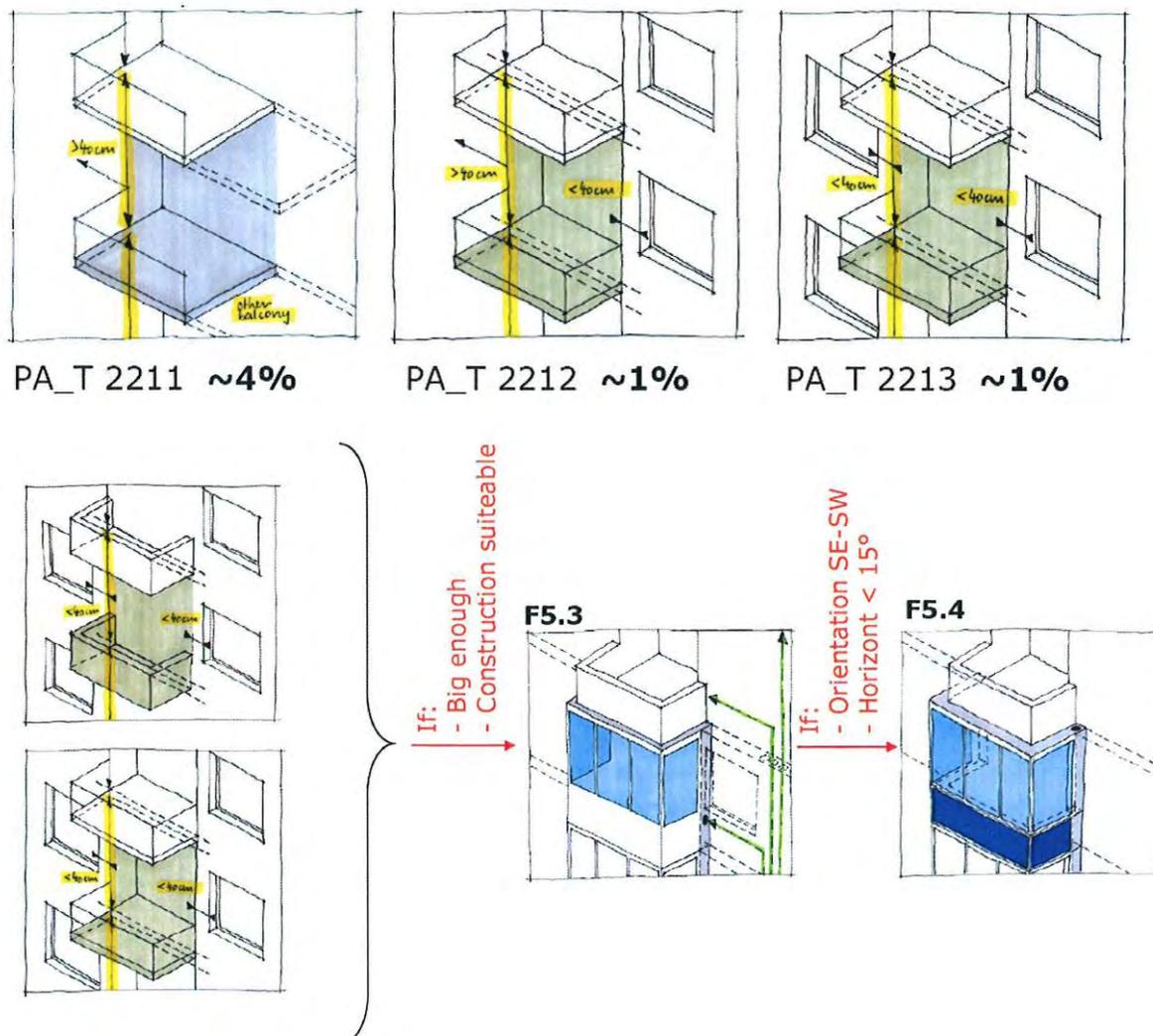


Abbildung 5: Auszug aus Typologie Subtask A  
(Quelle: Hochschule Luzern - Technik & Architektur)

### Erfassen der Bedürfnisse der Interessensgruppen Eigentümer, Mieter, Planer

Um den erwünschten Mehrwert von Sanierungsmassnahmen erreichen zu können, müssen die Bedürfnisse der Betroffenen (Eigentümer, Mieter und Planer) bekannt sein. Liegen Kenntnisse darüber vor, können Anforderungen an die baulichen Massnahmen und an den Planungsprozess abgeleitet werden. Die Akzeptanz der vorgeschlagenen Sanierungsmassnahme ist entscheidend für eine breite - im Projekt angestrebte - Umsetzung der Massnahmen am Markt.

Die unterschiedlichen Bedürfnisse der Betroffenen und das Zusammenspiel ihrer Forderungen werden anhand eines Pilotbeispiels evaluiert. Als österreichischer Beitrag werden für die Ende der 50er Jahre

erstellte Siedlung „Dieselweg“ in Graz verschiedene Nutzungs- und Planungsszenarien unter Beteiligung der Betroffenen erstellt.

### Darstellen des Systemverhaltens "Wohnbauerneuerung"

Die erfassten gebauten Strukturen werden den Bedürfnissen der Interessensgruppen gegenübergestellt. Die Bereiche Gestaltung, Ökonomie, Ökologie und Funktion bilden Focusbereiche und werden vertieft betrachtet. Dabei werden harte (baulich, technisch) wie weiche Daten (Zufriedenheit, Benutzerverhalten) berücksichtigt und mögliche Zielkonflikte aufgezeigt.

### Identifizieren der Gebäudetypen

Aufgrund der oben beschriebenen Vorgehensweise kann eine sanierungsspezifische Gebäudetypologie erstellt werden. In einem Übersichtskatalog werden die Typen nach Struktur und Systemverhalten dokumentiert. Diese Zusammenstellung dient als Basis für die Entwicklung von Sanierungsstrategien mit hohem Umsetzungspotenzial für vorfabrizierte Hüllmodule.

Abbildung 6 zeigt eine Gegenüberstellung zweier Gebäude, nämlich einerseits eines in Graz, Dieselweg und andererseits eines Gebäude in der Schweiz Effenau. Somit können entsprechende gemeinsame Merkmale aufgezeigt und europaweit für entsprechende Gebäudetypen Sanierungsstrategien erarbeitet werden.

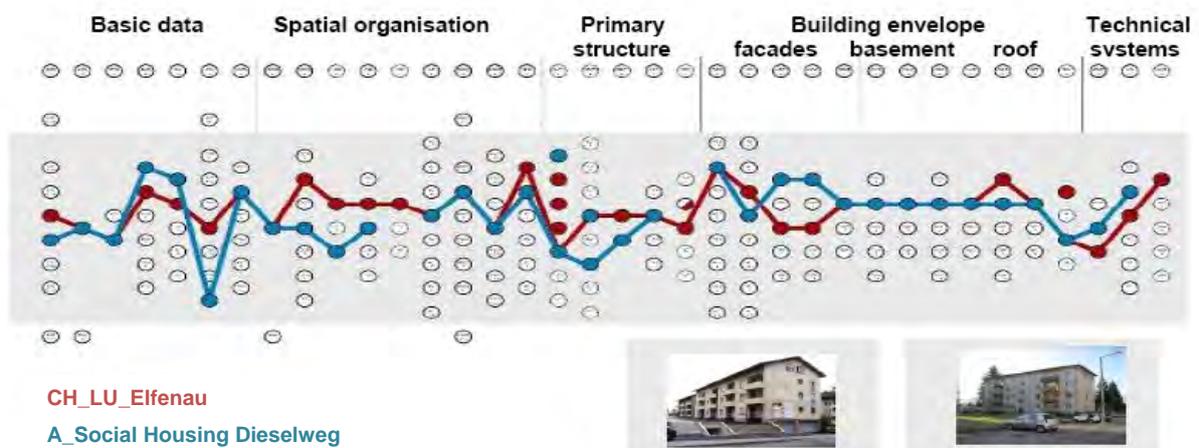
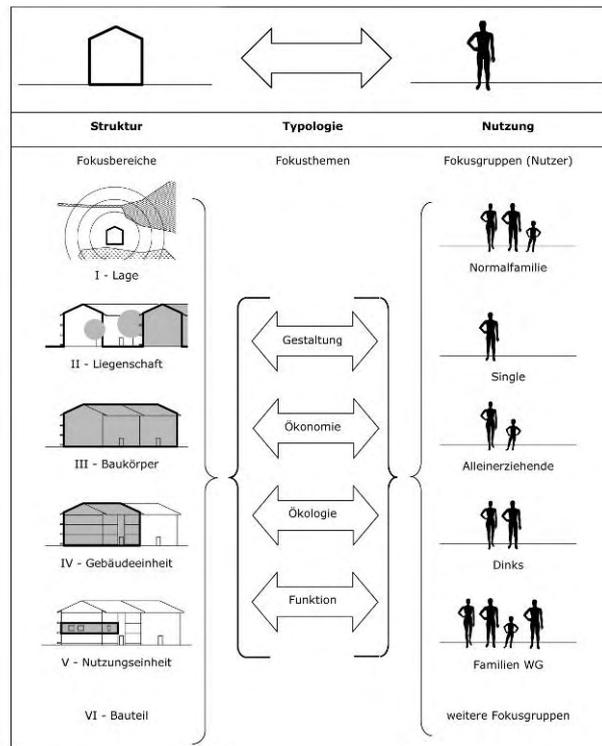


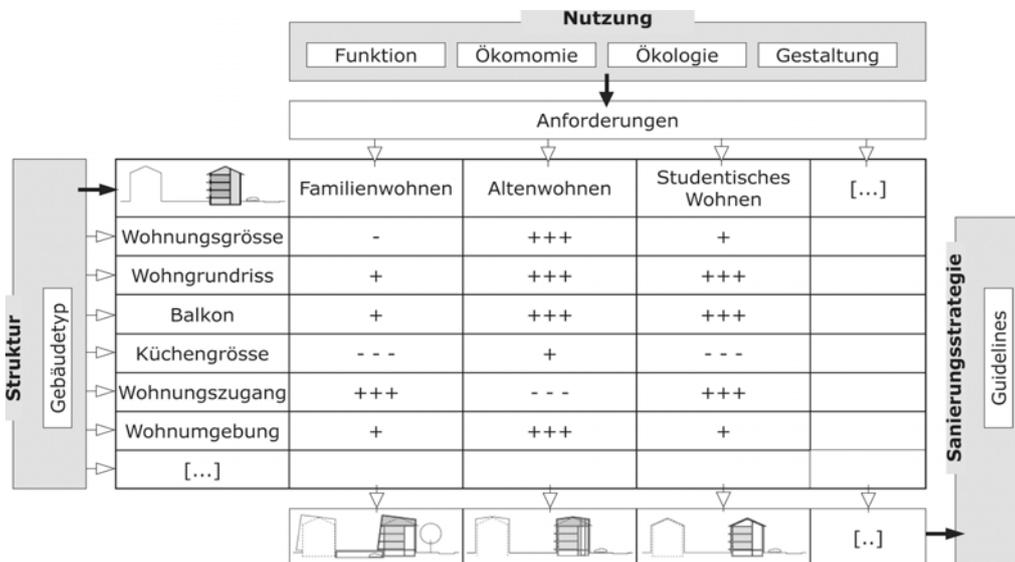
Abbildung 6: Beispiel für einen Merkmalkatalog

### Typenspezifischen Sanierungsstrategien und Potenzialabschätzung

Auf Basis der erstellten Typologie (Abbildung 7) werden nutzungsspezifische und marktbezogene Sanierungsstrategien abgeleitet und das Sanierungspotenzial der Maßnahmen für den jeweiligen Gebäudetyp in unterschiedlichen urbanen Kontexten abgeschätzt (Abbildung 8). Dabei greifen technische und gestalterische Konzeptionen ineinander. Die Potenzialabschätzung erfolgt durch Marktabklärungen und Auswertungen von Statistiken.



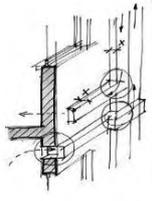
**Abbildung 7: Ermittlung der Typologie durch Betrachtung gebauter Struktur und Nutzung**



**Abbildung 8: Potenzialabschätzung durch Gegenüberstellung von Gebäudestruktur und Nutzung**  
(+++ sehr geeignet, --- sehr ungeeignet)

### Formulieren von Systemanforderungen

Die Anforderungen an die zu entwickelnden vorfabrizierten Sanierungsmodule werden typen- und nutzungsspezifisch in einem Anforderungskatalog formuliert. Neben gestalterischen und technischen Anforderungen beinhaltet der Katalog auch die Spezifikation der Schnittstellen und Aussagen über den notwendigen Planungsprozess. Abbildung 9 zeigt dazu einen Auszug aus dem Anforderungskatalog.

Vorfabrizierte Sanierungsmodule	Beschreibung	Schritt 1 Entwicklung	Schritt 2 Spezifikation A	Schritt 3 Spezifikation B1	Schritt 4 Spezifikation B2	Schritt 5 Dokumentation
<b>X1</b> Vorfabrizierte Leitungskanäle 	Vorfabrizierte VIP gedämmte Leitungskanäle innerhalb der herkömmlichen Dämmschichtstärke Einsatz findet dieses Modul bei der Integration in die anderen Module sowie eigenständig bei herkömmlichen (nicht vorfabrizierten) Aussendämmungen (F1 und F2)	<b>A2</b> A5 <> A2 – Anforderungen an die Kanalquerschnitte – Installation der Leitungen in die Kanäle bzw. – Direkte Verwendung der Kanäle und entsprechend dichte Modulverbindung <b>A5</b> – Leitungsführung Innen (Abluft WC etc.) – Durchdringung der Aussenwand	– Konzeption der Modulverbindung – Konzeption der Befestigung an bestehenden Bauteilen (Fassade) und in neuen Sanierungsmodulen – Dokumentation verschiedener Einsatzvarianten (z.B. Kalt- / Warmwasserleitung durch VIP-Schachtwand getrennt, oder Zuluftkanal und Abluftkanal im gleichen Schacht)	– Deckenkonstruktion Geschossdecke (Leitungsführung innen) – Innenraumhöhe (lichte Raumhöhe) – Lage der Nassräume	– typenspezifische Standardnutzungen zur Abschätzung der erforderlichen Querschnitte der Leitungskanäle	– Zugänglichkeit für Einbau und Wartung der Leitungen – Durchdringung Aussenwand – Leitungsführung auf Aussenwand (Verzweigung, Überschneidung) – Integration in die Sanierungsmodule F1-5 und R1-9 – [...]
<b>X2</b> Vorfabrizierte Rahmenelemente 	Vorfabrizierte Rahmenelemente für vertikale Öffnungen Einsatz zur maximalen Ausnutzung der bestehenden, meist kleinen Wandöffnung	<b>A3</b> A2 <> A3 – Einsatz von Hochleistungs-wärmedämmung bei Sturz-, Brüstungs- und Leibungsdetails	–	– Aussenwandöffnungen (Arten von Fenster und Türen sowie Sturz-, Brüstungs- und Leibungsdetails)	– Einbau in Erweiterte Wandöffnungen (z.B. nach Entfernung dünnwandiger Brüstungen, sog. Radiatorennischen)	– Verfügbare Dimensionen (Fenster und Türgrößen) – Verfügbare Flügel-Arten (Kipp-, Hebe-, Schiebe- Flügel, etc.) – Verfügbare Verschattungssysteme – Integration in die Sanierungsmodule F1-5 und R1-9 – [...]

**Abbildung 9: Auszug aus dem Anforderungskatalog für vorfabrizierte Sanierungsmodule (Quelle: Hochschule Luzern - Technik & Architektur)**

### 5.3 Konzeptentwicklung (Arbeitspakete AP2 – AP4)

#### *Tools und Simulationsprogramme*

Auf Basis der Gebäudetypologie und der baurechtlichen Möglichkeiten werden Konzepte für eine modulare Gebäudeerneuerung entwickelt und die Anforderungen an die Module spezifiziert. Sie stellen sicher, dass die energetischen Ziele erreicht und die länderspezifischen Anforderungen berücksichtigt werden.

Unter der Leitung von Gerhard Zweifel (CH) wurde ein Simulationsworkshop abgehalten, der folgende Zielsetzungen hatte:

In einer Arbeitsgruppe für Simulationsberechnungen wurden verfügbare Tools und Berechnungsprogramme für den Heizwärmebedarf gesammelt und miteinander verglichen.

Die hierfür notwendigen nationalen Input-Daten, welche für die Berechnung von Heiz- und Kühlenergie auf Stundenbasis notwendig sind, wurden von den jeweiligen nationalen Partnern erarbeitet.

Ein Demoprojekt in der Schweiz (Elfenau) wird als beispielhaftes Projekt herangezogen. Anhand dieses Projektes werden momentan die unterschiedlichen europäischen Klimate berechnet und miteinander verglichen. Danach werden evaluierte Sanierungsstrategien simuliert und auf andere Demoprojekte und Optionen übertragen.

Diese Arbeiten dienen der Erstellung für allgemein gültige Richtlinien von unterschiedlichen Gebäudetypen in verschiedenen Klimazonen.

## Retrofit Advisor

Ein Hauptergebnis des Projekts stellt das Software-Programm „Retrofit Advisor“ dar. Speziell im Bereich Gebäudeerneuerung werden Entscheidungen häufig wenig rational und wenig fundiert gefällt. Deshalb wird ein einfaches Computertool, mit dem der Investor mögliche Erneuerungsstrategien – von der einfachen Instandhaltung bis hin zum Abbruch und Ersatzneubau – analysieren kann entwickelt. Für die umfassende Gebäudeerneuerung kann er, ausgehend von seinem Gebäudetyp verschiedene Erneuerungsmöglichkeiten „durchspielen“.



Abbildung 10: Ablaufschema „Retrofit Advisor“

Die erforderlichen Kenndaten für eine nationale Umsetzung wurden von AEE INTEC geliefert und in das EDV-Programm eingearbeitet.

Anhand von zwei Bestandsgebäuden in der Steiermark wurde der „Retrofit Advisor“ umfangreich getestet und ausgewertet (siehe Anhang 4).

Mit dem „Retrofit Advisor“ lassen sich einfache Erneuerungsszenarien für Mehrfamilienhäuser berechnen. Aufgrund weniger Eingaben lassen sich der aktuelle Wert der Liegenschaft, die potentiellen Werte der Gebäudeerneuerungen und die damit verbundenen Kosten abschätzen. Es ist damit ein ideales Werkzeug um Erneuerungsszenarien finanziell zu durchleuchten und objektiv zu beurteilen. Abbildung 11 zeigt schemenhaft den grundsätzlichen Aufbau des „Retrofit Advisors“.

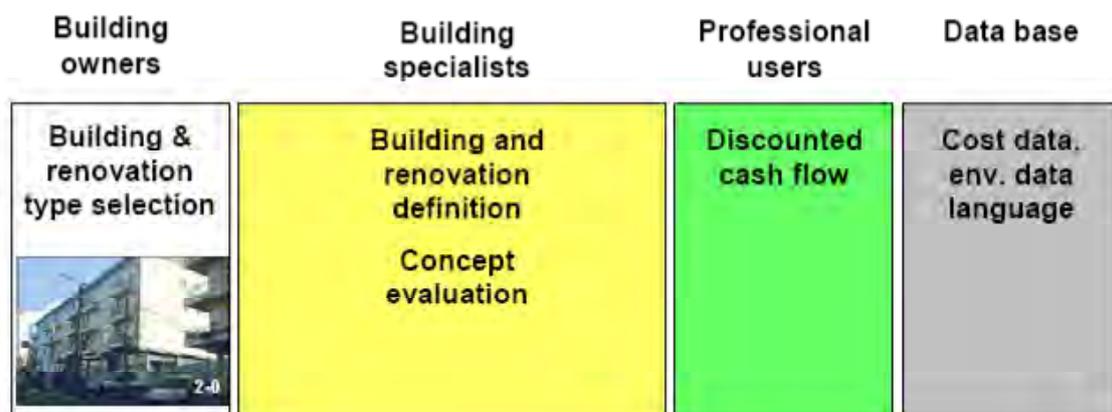


Abbildung 11: Aufbau „Retrofit Advisor“

## Gebäudeschätzung und wirtschaftliche Beurteilung

Mit Hilfe der Datenblätter "Kenndaten", "Finanzen" und "Maßnahmen" lassen sich auf einfache Weise der Liegenschaftswert vor und nach der Erneuerung abschätzen und vergleichen. Dazu sind Eingaben in den gelb markierten Feldern im Programm notwendig. Alle anderen Angaben berechnet die Software selbständig. Veränderte Rahmenbedingungen wie z.B. Hypothekarzinsen sind leicht zu variieren und deren Auswirkungen nachzuvollziehen.

## Umweltaspekte und gesellschaftliche Beurteilung

Mit der wirtschaftlichen Analyse der Erneuerungsvarianten wird gleichzeitig auch deren Einfluss auf die Umwelt ermittelt. Durch die Eingabe von gesellschaftlichen Kriterien auf dem Blatt "Gesellschaft" werden zudem die sozialen Auswirkungen der verschiedenen Erneuerungsszenarien ermittelt. Damit können in der Gesamtauswertung die wirtschaftlichen Kriterien den Anforderungen der Umwelt und der Gesellschaft mit persönlicher Gewichtung gegenübergestellt werden.

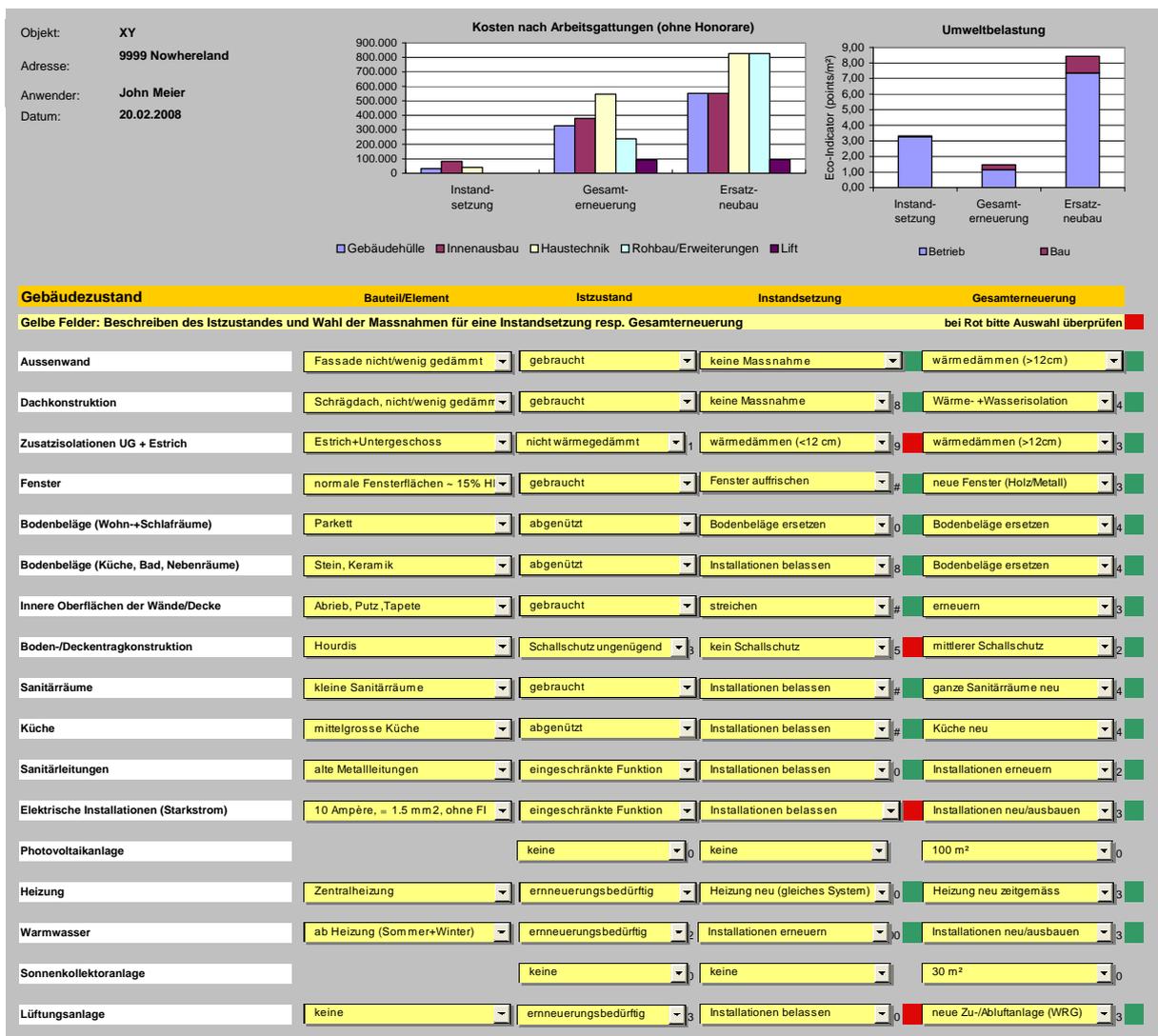


Abbildung 12: Auszug aus dem Retrofit Advisor – Eingabemaske Bauteile (Quelle: Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research Empa)

## RESULTATE: Empfohlene Erneuerungsstrategie

In der Gesamtauswertung (Blatt "Resultate") können die wirtschaftlichen Kriterien den Anforderungen der Umwelt und der Gesellschaft mit persönlicher Gewichtung gegenübergestellt werden. Die empfohlene Erneuerungsstrategie basiert auf den von Ihnen eingegebenen Daten. Das Programm untermauert die Empfehlung mit einer Vielzahl von Kennwerten. Die gemachte Empfehlung soll Sie bei der Entscheidung der Renovationsstrategie unterstützen, das konkrete Vorgehen sollte jedoch immer von einer Fachperson überprüft und verifiziert werden.

Zur besseren Orientierung sind auf jedem Eingabebblatt die wichtigsten Auswertungen aufgeführt. Sie ermöglichen das rasche Beurteilen einer gemachten Eingabe.

Abbildung 13 zeigt dazu beispielhaft das Ergebnisblatt des „Retrofit Advisors“.

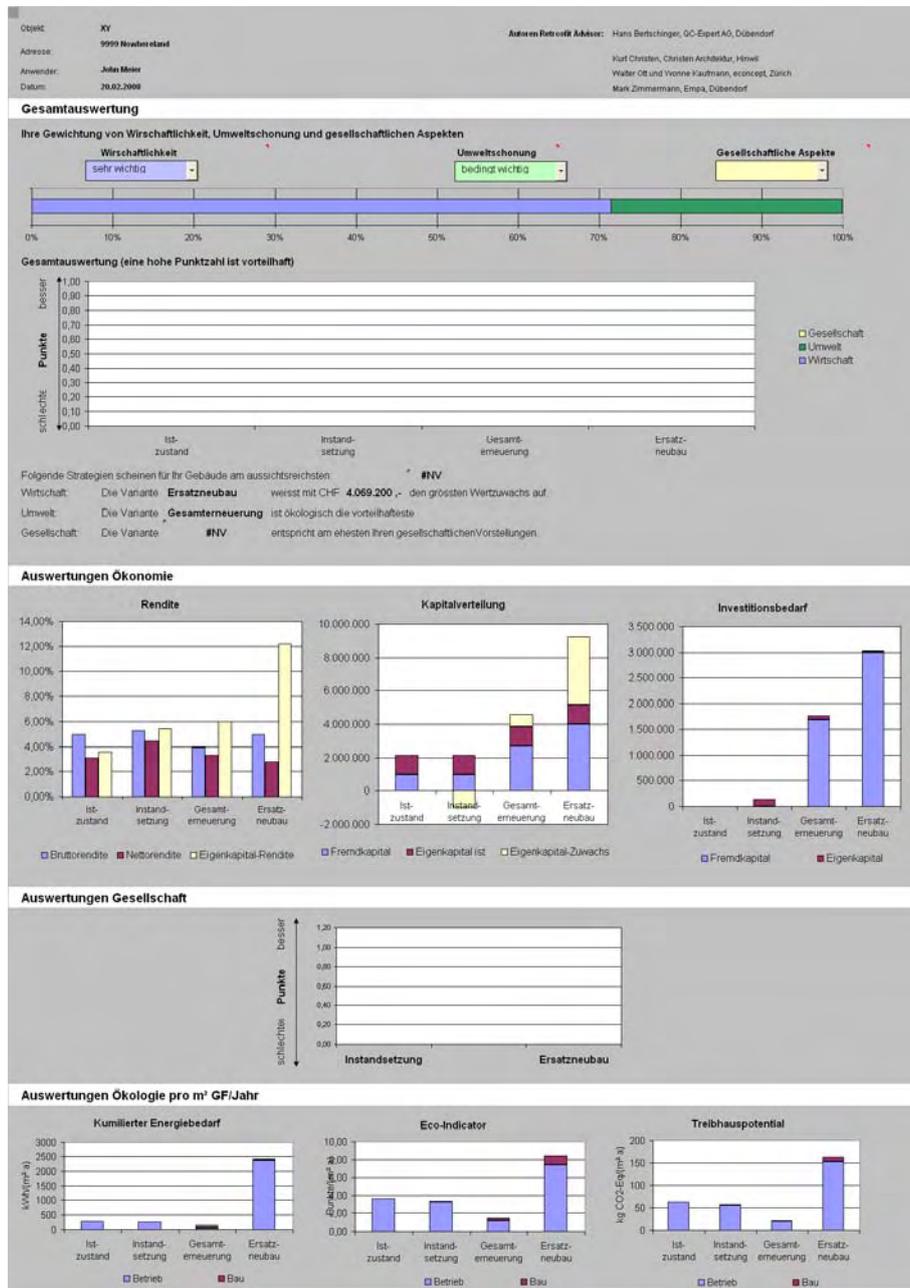


Abbildung 13: Auszug aus dem Retrofit Advisor – „RESULTS“  
(Quelle: Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research Empa)

## 5.4 Modul- und Technologieentwicklung (Arbeitspaket AP2-AP4)

### Renovationsmodul-Entwicklungen

Basierend auf den erarbeiteten Konzepten wurden – in allen beteiligten Ländern – in Zusammenarbeit von Industriepartnern mit den Forschungsinstituten optimierte Lösungen für Fassaden, Dächer mit Solarintegration, Sanierungskomponenten für die Gebäudetechnik (insbesondere für den Einbau der kontrollierten Lüftung) und für die intelligente, installationsarme Regelung entwickelt.

Nachfolgende Abbildung 14 sowie Abbildung 15 und Abbildung 16 zeigen beispielhaft im Projekt entwickelte Fassaden- und Dachmodule.

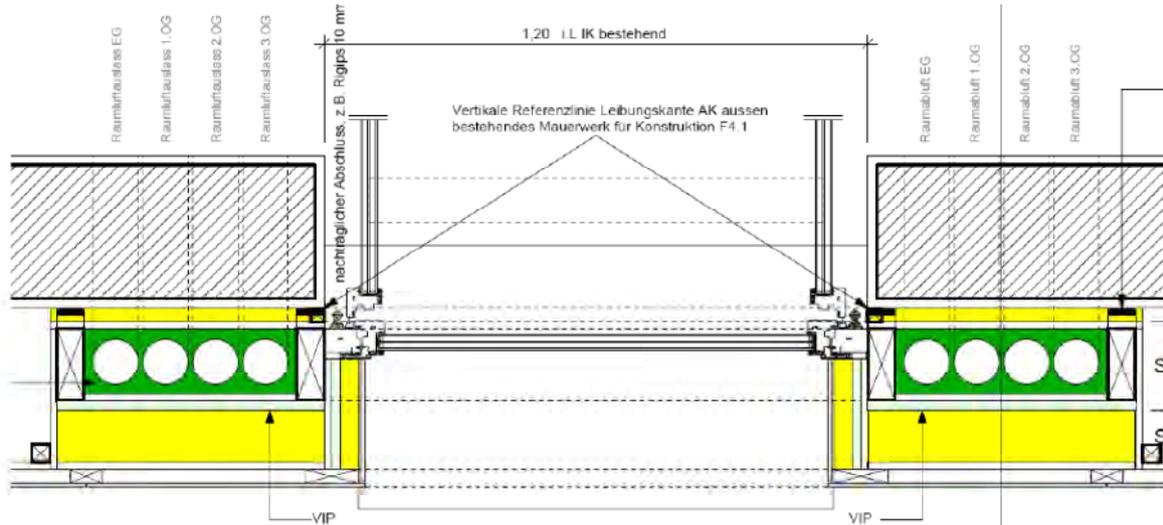


Abbildung 14: Beispiel einer Fassaden-Modulentwicklung  
(Quelle: Hochschule Luzern - Technik & Architektur)

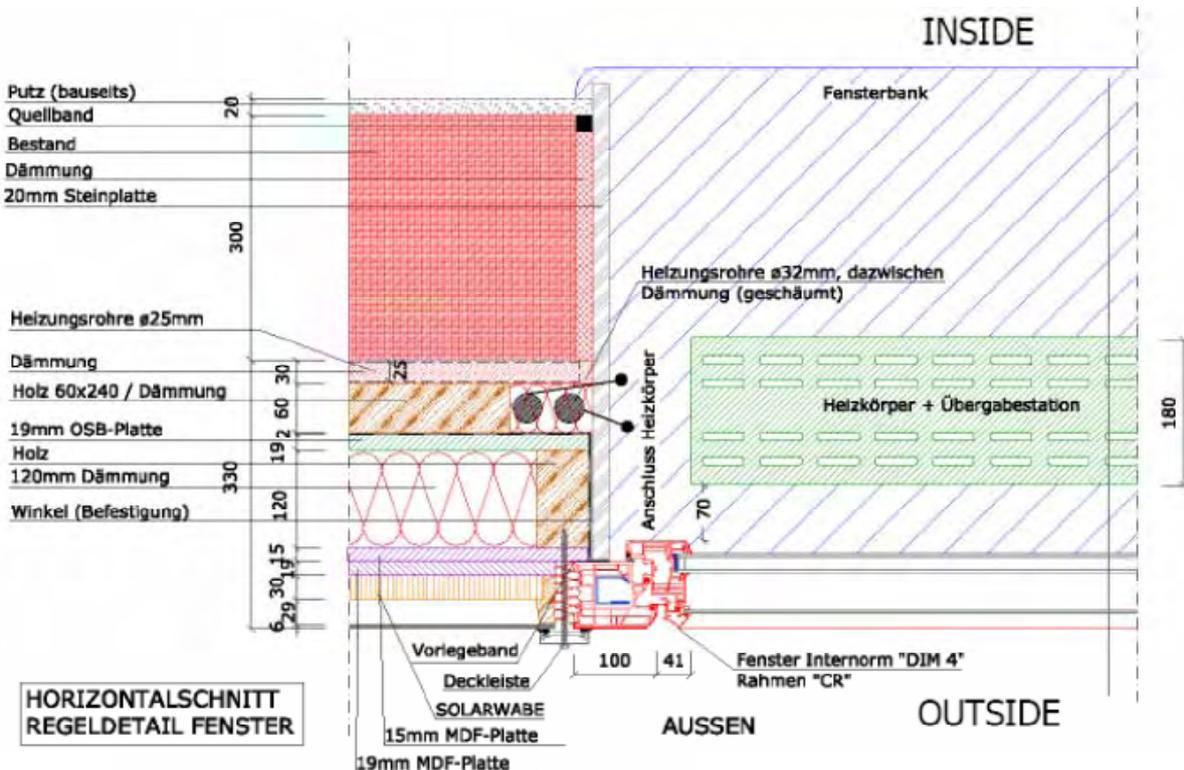


Abbildung 15: Beispiel einer Fassaden-Modulentwicklung in Österreich  
(Quelle: Fa. Gap-solution GmbH)

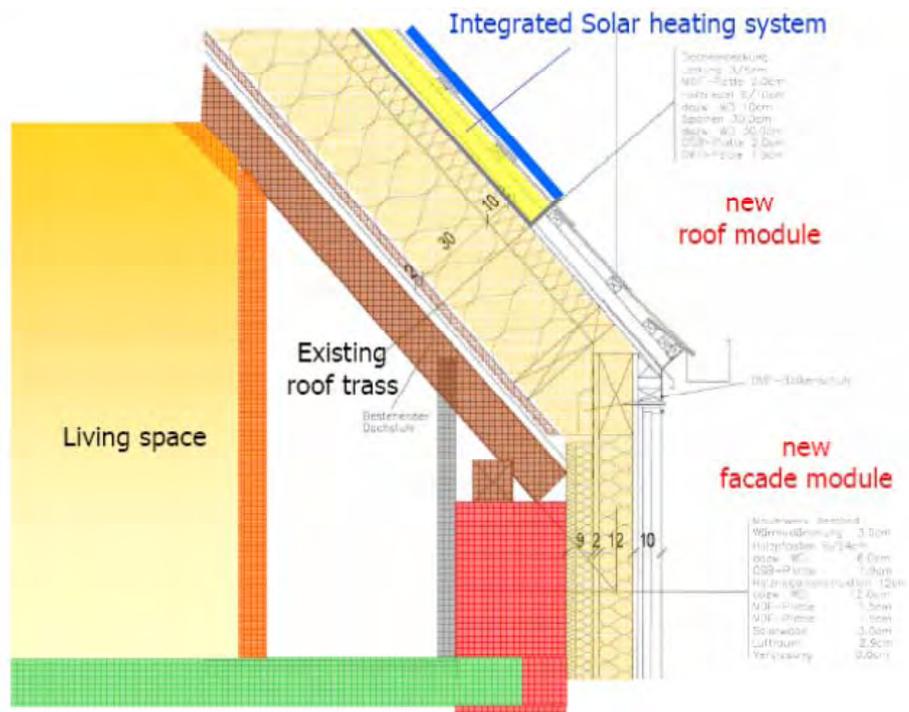


Abbildung 16: Beispiel einer Dach-Modulentwicklung in Österreich (Quelle: Fa. gap-solution GmbH, AEE INTEC)

### Planungsleitfaden für Modulentwicklungen (10-steps)

Seitens der AEE INTEC wurde ein Planungsleitfaden entwickelt, welcher sämtliche Anforderungen und Schritte für eine Modulentwicklung beinhaltet. Dieser entwickelte Planungsleitfaden ist wesentlicher Bestandteil der internationalen Veröffentlichung. Abbildung 17 zeigt einen Auszug aus diesem Planungsleitfaden.



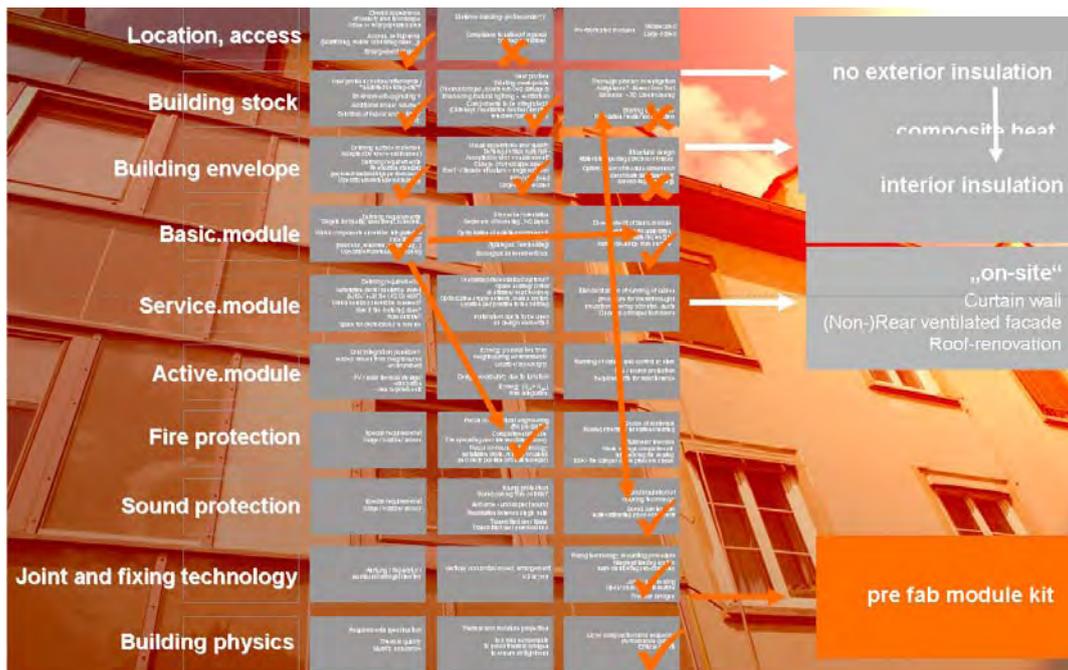


Abbildung 17: Auszug aus dem „10 steps“ – Planungsleitfaden (Quelle: AEE INTEC)

Der gesamte Planungsleitfaden mit den Beschreibungen und Darstellungen ist in Anhang 5 angefügt.

### Renovationsmodul-Dokumentation

Für die Dokumentation des Renovationsmoduls wurde unsererseits ein EXCEL-Sheet mit drei Schwerpunkten entwickelt:

- P Planungs- und Entwicklungskriterien**
- C Ausführungskriterien**
- Q Qualitätskriterien**

Somit ist eine genaue Erfassung und Dokumentation der verschiedenen entwickelten Fassadensysteme möglich. Das gesamte EXCEL-Sheet ist im Anhang 6 dargestellt.

## P Planungs- und Entwicklungskriterien

### Sicherung der Planungskriterien

- Art der Fassade
- Bestandsaufnahme
- Architektonische Aspekte
- Bauphysikalische Aspekte
- Qualität und Art der Oberflächengestaltung
- Aussehen und Format der Module
- Montage- und Fügetechnik
- Leitungsführung

# C

## Ausführungskriterien

### Sicherung der Ausführungskriterien

- Untergrundvorbereitung
- Transport
- Montage

# Q

## Qualitätskriterien

### Sicherung durch Messungen für Qualitätskontrolle

- Dichtheitsmessungen (Thermoaufnahmen, Blower-Door-Test)
- Behaglichkeitsmessungen (Innenoberflächentemperaturen, Luftfeuchte etc.)
- Energieverbrauch
- Wartungsintervalle

Die gesamte Entwicklung und Dokumentation des Renovationsmoduls anhand des Bauvorhabens Graz-Dieselweg wurde in einer Broschüre zusammengefasst und ist im Anhang 6 dargestellt.

## **5.5 Demonstration, Monitoring und Verbreitungsaktivitäten (AP5)**

### **5.5.1 Demonstration und Umsetzung**

In jedem beteiligten Land wurde mindestens ein Demonstrationsprojekt realisiert. Die Auswertung der Demonstrationsprojekte soll neben den energetischen Messungen auch den Bauablauf, die Kosten und die Zufriedenheit der Bewohner/Investoren dokumentieren.

Das Projekt schließt auch sozio-ökonomischen Untersuchungen mit ein. Sie dienen vor allem dazu, die Marktpotentiale zu klären, investitionsbezogene Hindernisse zu identifizieren und Maßnahmen zur beschleunigten Realisierung nachhaltiger Gebäudeerneuerungen zu definieren.

#### **a. 3-D Laser-Vermessung**

Der Einbau von vorgefertigten großformatigen Fassadenelementen ist nur möglich, wenn die dreidimensionale Geometrie der entsprechenden Bestandsfassaden exakt vorliegt.

Die Technologie des 3D-Laserscannings erlaubt die berührungslose, verformungsgerechte räumliche Vermessung von Objekten.

Das Ergebnis ist eine dreidimensionale Punktwolke, die durch Vermaschung in ein 3D-CAD-Modell überführt werden kann.

Die präzise ermittelten Daten der Gebäude liefern 3D-Modelle, die die Planungsgrundlagen für die weitere Vorfertigung und Montage bilden. Wichtig ist, dass der Datenfluss vom Aufmaß über die Planung bis hin zur Fertigung eine durchgehende digitale Prozesskette ergibt. Nur so ist es möglich, wirtschaftlich und effizient eine Vorfabrikation durchzuführen.

Während des Meetings in Porto wurde diese innovative Technologie von Prof. Reinhard Gottwald und Hr. Thomas Knabl vorgestellt. Es wurde entschieden, diese innovative Aufmassmethode als Teil der Prozesskette im Annex50 vorzusehen.

Für die Umsetzung auf nationaler Ebene wurde beim Demonstrationsprojekt Dieselweg in Graz bereits die Vermessung der Fassade mittels 3D-Laserscanning durchgeführt.

Sämtliche Detail- und Werkspläne für die Fabrikation der Fassadenelemente konnten somit optimal auf die natürlichen Gegebenheiten Vorort abgestimmt werden.

#### **b. Darstellung Demoprojekt Graz, Dieselweg:**

##### **b.1 Ausgangssituation**

Die Ausgangsbasis bildete eine soziale Wohnsiedlung in Graz-Liebenau (Dieselweg), welche in den 1950er bis 1970er Jahren errichtet wurde und insgesamt 204 Wohnungen umfasst.

Nachfolgende Abbildung 18 zeigt einen groben Lageplan der Wohnsiedlung. Gleichzeitig ist in dieser Abbildung allerdings auch die Struktur der Siedlung sehr gut zu erkennen. Im Wesentlichen besteht das Demonstrationsprojekt Graz, Dieselweg aus einem langgezogenen Gebäude (graue Hinterlegung), welches die ungeraden Hausnummern 3-19 beinhaltet sowie aus fünf Einzelhäusern (gelb-orange Hinterlegung), welche die Hausnummern 4,6,8, 12 und 14 tragen.



**Abbildung 18: Lageplan der Wohnsiedlung Graz „Dieselweg“ (Quelle: gap-solution GmbH)**

Alle Gebäude waren in energetisch schlechtem Zustand, sodass eine thermische Sanierung notwendig wurde. Die Außenwände, der Fußboden zum Keller sowie die oberste Geschößdecke waren ungedämmt. Die Fenster waren ebenfalls in einem sanierungsbedürftigen Zustand. Die Wärmeversorgung in den Wohnungen bestand aus einem Mix aus Öl- bzw. Festbrennstoffkesseln (Einzelöfen) und Elektroheizungen. Die Brauchwarmwasserbereitung erfolgte mit Strom direkt in den Wohnungen. Eine zentrale Wärmeversorgung war nicht gegeben. Nachfolgende Tabelle 2 zeigt dazu eine Aufteilung der Energieträger vor der Sanierung.

**Tabelle 2: Verwendete Energieträger vor der Sanierung (Quelle: gap-solution GmbH)**

Haus Nr.	Festbrennstoff	Öl	Elektro
3-19	9	33	57
4, 6, 8	12	22	20
12, 14	4	8	27
Gesamt Stk.	25	63	104
In Prozent	13%	33%	54%

Durch die schlechte energetische Qualität der Gebäude waren dementsprechend hohe Energieverbräuche die Folge. Tabelle 3 zeigt die berechneten Energiekennzahlen der Gebäude vor der Sanierung.

**Tabelle 3: Energiekennzahlen vor der Sanierung (Quelle: gap-solution GmbH)**

Haus Nr.	Energiekennzahl
3-19	142 kWh/m²a
4, 6, 8	184 kWh/m²a
12, 14	225 kWh/m²a

Aus den hohen Energieverbräuchen resultierten demzufolge auch hohe Betriebskosten für Heizung und Brauchwarmwasserbereitung. Diesen hohen Betriebskosten standen geringer Komfort und schlechte Behaglichkeit gegenüber. Diese Umstände sollten im Zuge der Sanierung behoben und geändert werden.

## b.2 Planung und Entwicklung

### b.2.1 Energieoptimierung durch die Planung

Seitens des Architekten und Energieplaners wurde ein Wärmedämmkonzept entwickelt, welches eine weitgehende wärmebrückenfreie Konstruktion möglich macht. Dies erfolgt einerseits durch die Einhüllung des gesamten Gebäudes und durch die Schließung der Balkone (Wärmepuffer).



Abbildung 19: Grundriss (links oben), Schnitt (rechts) und NO-Ansicht des Gebäudes Haus Nr. 4 vor der Sanierung (Quelle: Hohensinn Architektur)

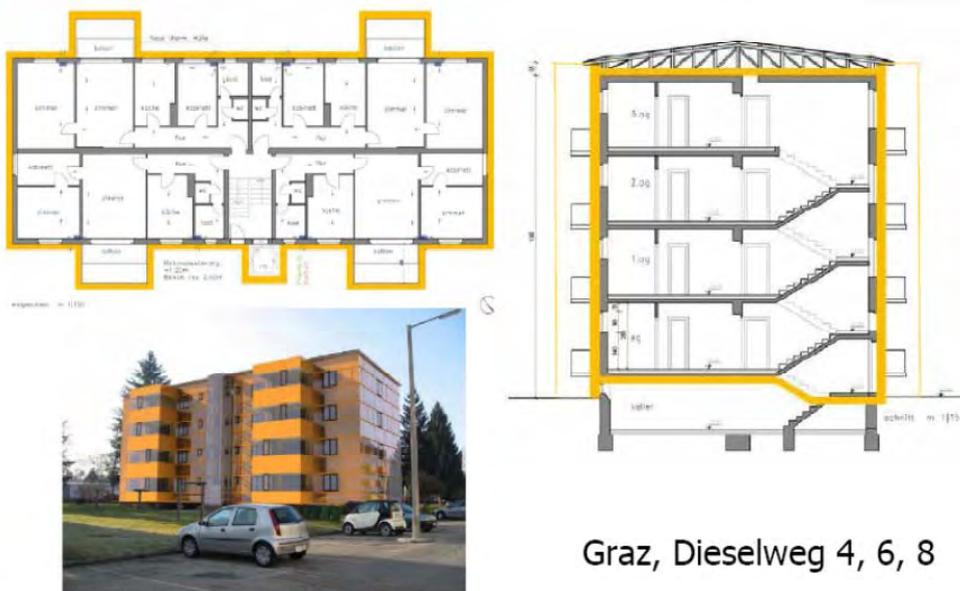


Abbildung 20: Grundriss (links oben), Schnitt (rechts) und NO-Ansicht des Gebäudes Haus Nr. 4 nach der Sanierung (Quelle: Hohensinn Architektur)





### b.3 Vorfertigung in der Werkshalle

In Abstimmung aller Planer und Bauherren wurden die entwickelten Detaillösungen als Prototypen im Werk der Firma Kulmer gebaut und getestet.



Abbildung 25: Vorfertigung (Quelle: gap-solution GmbH und AEE INTEC)

## b.4 Transport und Montage

Mittels Tieflader wurden die großflächigen Fassadenmodule auf die Baustelle geliefert und mittels Mobilkran versetzt.



Transportation on site:

Mounting:

Abbildung 26: Montage Vorort(Quelle: gap-solution GmbH und AEE INTEC)

## Montageablauf einer Fassade:



**Abbildung 27: Montage der Fassadenmodule – Dargestellt im Zeitraffer  
(Quelle: gap-solution GmbH)**

Eine Beschreibung der Renovationskonzepte für die Projekte Graz, Dieselweg 4 und Dieselweg 3-19 sind Anhang 7 beigefügt.

### **5.5.2 Monitoring-Ergebnisse**

Nach Umsetzung des Demonstrationsprojektes „Dieselweg“ in Graz wurden die sanierten Gebäude einem Monitoring bezüglich Energie und Behaglichkeit unterzogen. Durch diese messtechnische Begleituntersuchung sollten Behaglichkeits- und energietechnische Parameter erfasst und aufgezeigt werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sollen anschließend, zusammen mit den Ergebnissen der anderen Arbeitspakete, unter Planern, Architekten, Hausverwaltungen und Wohnbauträgern nach Abschluss des Monitorings verbreitet werden. In den nachfolgenden zwei Kapiteln wird ein Auszug der Ergebnisse im betrachteten Zeitraum dargestellt.

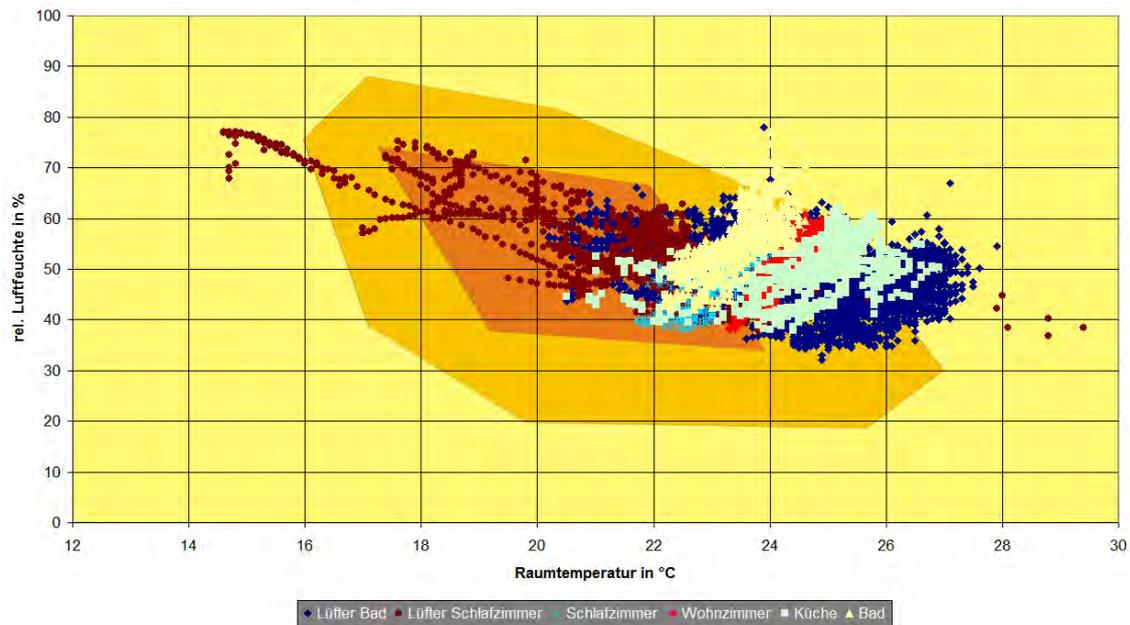
#### **a. Thermische Behaglichkeit**

Die thermische Behaglichkeit ist ein Merkmal menschlichen Wohlbefindens. In nachfolgender Abbildung 28 wurden daher für die Messwohnung 1 im Haus Nr. 4 die gemessenen Behaglichkeitsparameter „Raumtemperatur“ und „relative Luftfeuchte“ gegenüberstellend aufgetragen. Im Detail handelt es sich dabei um die Messwerte im Zeitraum 06.10.2010 bis 10.11.2010.

Nach DIN 1946-2 „Raumluftechnik –Gesundheitliche Anforderungen“ ergibt sich ein Behaglichkeitsbereich, der grundsätzlich eingehalten werden sollte. Dieser behagliche Bereich wird in Abbildung 28 durch die (dunkel-)orange gefärbte Fläche markiert und liegt bei rund 16°C bis 26°C Raumtemperatur und 35% bis 70% relativer Luftfeuchtigkeit.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse in Abbildung 28 zeigt sich, dass in dieser Messwohnung die Ergebnisse großteils im „behaglichen“ bzw. „noch-behaglichen Bereich“ liegen. Hinsichtlich der

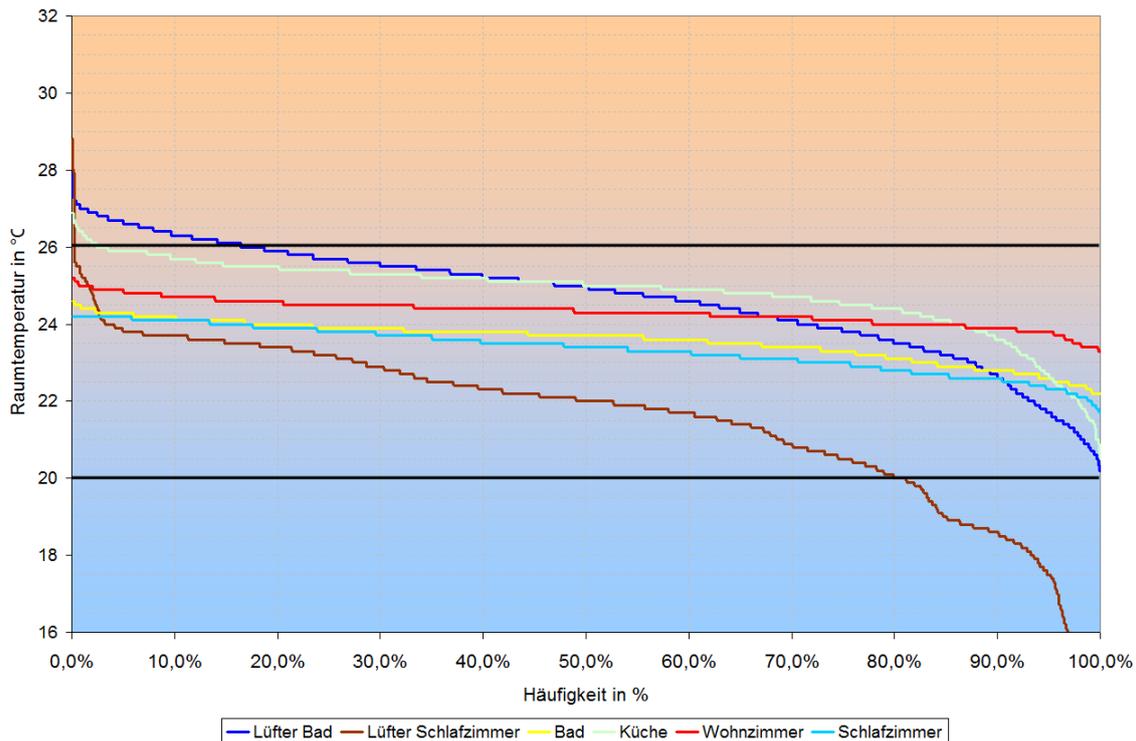
relativen Luftfeuchte befinden sich die Werte im optimalen Bereich. D.h. zwischen 35% und max. 75% rel. Feuchte. Die Raumtemperatur hingegen liegt zum Teil über dem empfohlenen Bereich. Das bedeutet, dass es in gewissen Zeiten in dieser Wohnung zu geringen Überwärmungen gekommen ist. Zusätzlich zeigt das Diagramm, dass für kurze Zeit die Temperatur des Messwertes „Lüfter Schlafzimmer“ unterhalb des empfohlenen Bereiches gelegen ist. (Minimaltemperatur rund 15°C). Dies wird auf zu geringe Nachheizung des Lüftungsgerätes in diesem Zeitraum zurückgeführt, wobei dieses Problem allerdings bereits behoben werden konnte.



**Abbildung 28: Behaglichkeitsdiagramm Messwohnung 1 im Zeitraum 06.10.2010 bis 10.11.2010 (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC)**

Um eine konkrete Aussage über die Häufigkeit der Überwärmung bzw. der Stunden unterhalb der Behaglichkeitsgrenze zu treffen, werden die Raumtemperaturen entsprechend ihrer Häufigkeit des Auftretens geordnet und abgebildet. Nachfolgende Abbildung 29 zeigt dazu die geordneten Raumtemperaturen der Messwohnung 1 (im Haus 4) für den Zeitraum 06. Okt. bis 10. Nov. 2010. Als Behaglichkeitsgrenzen wurden dazu 26°C als obere Grenze und 20°C als untere Grenze definiert. Zwischen diesen beiden Temperaturen sollte sich im Idealfall der Großteil der Raumtemperaturen befinden.

Die Auswertung der Daten in Abbildung 29 zeigt dabei, dass nur bei der Messstelle „Lüfter Bad“ die Behaglichkeitsgrenze von 26°C überschritten wird. Im konkreten kommt es in rund 20% der Stunden im betrachteten Zeitraum zu einer Überwärmung an dieser Stelle. Dieser Zustand wird wiederum auf den Einfluss der Nachheizung im Lüftungsgerät zurückgeführt, da sich diese Messstelle direkt im Lüftungsgerät befindet. Die restlichen Messstellen weisen dagegen keine bzw. nur eine sehr geringe Überschreitung der oberen Behaglichkeitsgrenze auf. Hinsichtlich der Unterschreitung der als behaglich definierten Raumtemperatur von 20°C zeigt sich, dass es nur bei der Messstelle „Lüfter Schlafzimmer“ zu dieser kommt. In 20% der Stunden liegt die Raumtemperatur unter 20°C. Alle anderen Messstellen weisen keine Unterschreitung der Behaglichkeitsgrenze auf.

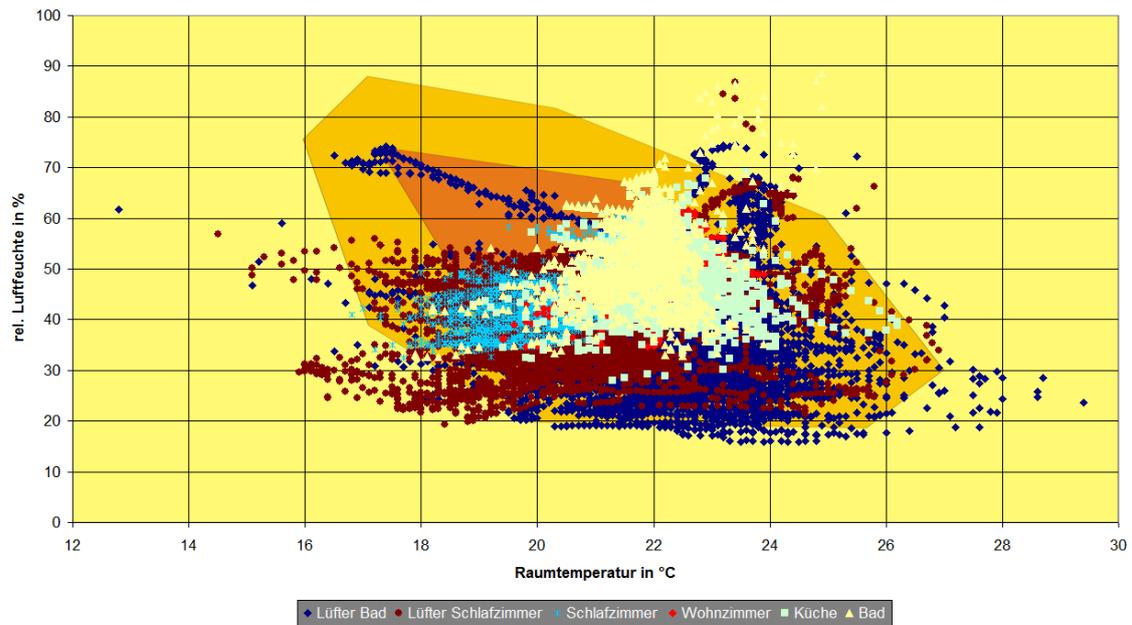


**Abbildung 29: Geordneter Temperaturverlauf Messwohnung 1 im Zeitraum 06.10.2010 bis 10.11.2010 (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC)**

Nachfolgende Abbildung 30 zeigt die Gegenüberstellung der gewonnenen Messergebnisse der relativen Luftfeuchte mit den Werten der Raumtemperatur der Messwohnung 2 in Haus Nr. 4 (ebenfalls für den Zeitraum 06.10. bis 10.11.2010).

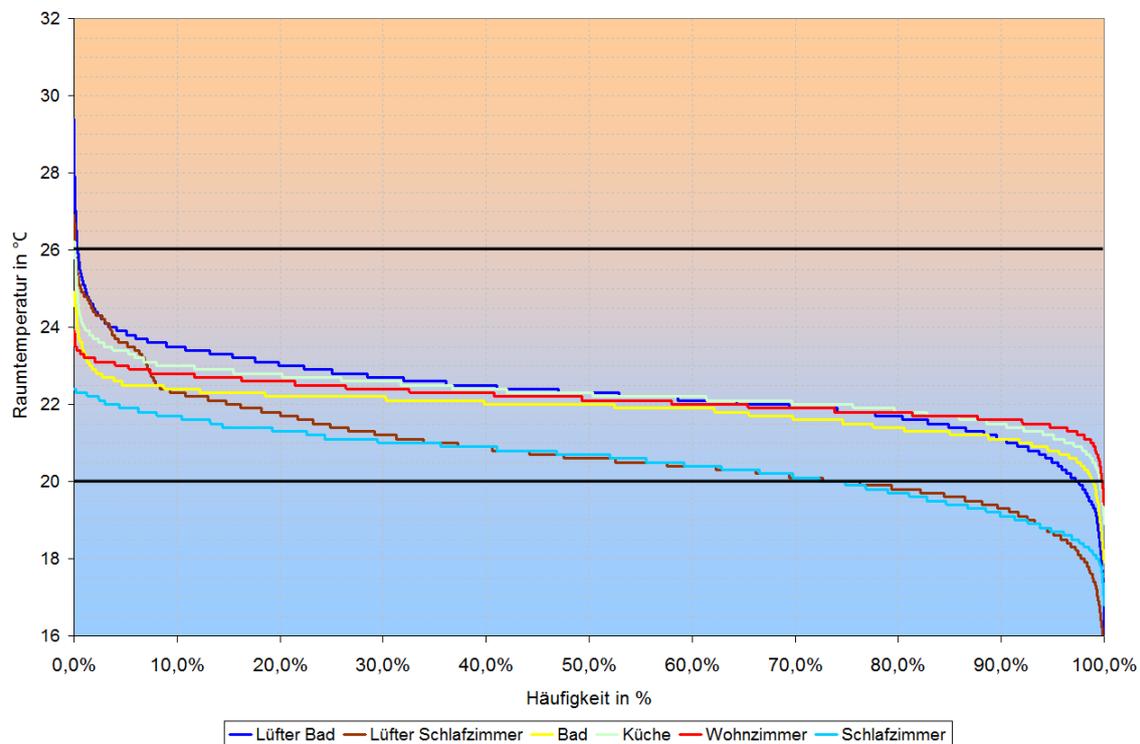
Die Auswertung zeigt dabei, dass das Raumklima wiederum grundsätzlich den gewünschten behaglichen Zustand erreicht. In diesem Fall zeigen sich aber Unterschiede zur Messwohnung 1 in Abbildung 28. Der wesentliche Unterschied liegt in den gemessenen Werten der relativen Luftfeuchtigkeit. Diese liegen in Messwohnung 2 deutlich niedriger als in der vorherigen Auswertung. So sind relative Luftfeuchtigkeiten von 20% bis 40% häufig zu finden. Bei genauerer Betrachtung erkennt man allerdings, dass diese niedrigen Luftfeuchtigkeiten direkt bei der jeweiligen Zuluft gemessen werden und diese Werte sehr von der Außenluft beeinflusst sind. Dadurch können Luftfeuchtigkeiten von unter 30% rel. Feuchte erklärt werden. Betrachtet man in weiterer Folge die rel. Feuchtigkeitswerte, die im gesamten Raum selbst gemessen werden, so zeigt sich, dass diese doch höher und somit im behaglichen Bereich liegen.

Die weitere Analyse der gewonnenen Messergebnisse zeigt, dass eine Überwärmung der Räumlichkeiten in der Messwohnung 2 so gut wie nicht vorhanden ist. Die Messwerte liegen unter 26°C und somit im gewünschten Bereich. Höhere Temperaturen werden nur an der Messstelle „Lüfter Bad“ erreicht. Dies wird dabei auf den Einfluss der Nachheizung zurückgeführt. Ebenso können die Temperaturen unter 18°C durch die Nachheizung im Lüftungsgerät erklärt werden. Wie bei Messwohnung 1 scheint die Nachheizung nicht aktiv gewesen zu sein, was auf eine Fehlfunktion deuten lässt.



**Abbildung 30: Behaglichkeitsdiagramm Messwohnung 2 im Zeitraum 06.10.2010 bis 10.11.2010 (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC)**

Wie für Messwohnung 1 wurden auch für die Messwohnungen 2 (im Haus 4) ein Profil der geordneten Raumtemperaturen erstellt. Ebenso handelt es sich dabei um jene Messdaten, die gleichen Zeitraum erfasst und auch in obiger Abbildung 30 herangezogen wurden. Dieser geordnete Temperaturverlauf der Messwohnung 2 ist in nachfolgender Abbildung 31 ersichtlich.

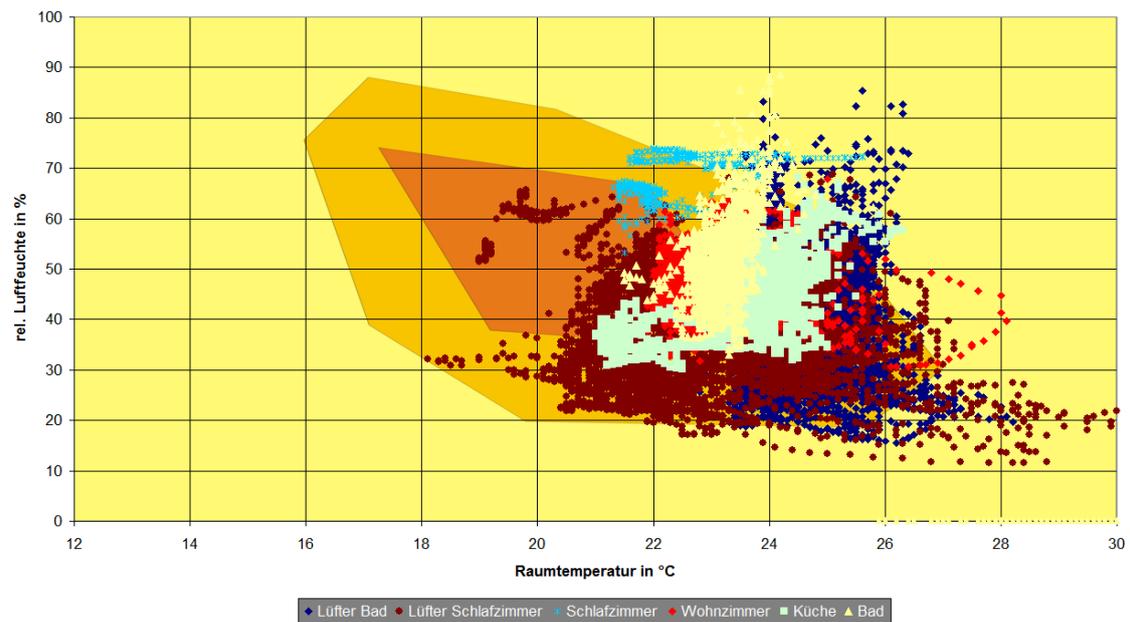


**Abbildung 31: Geordneter Temperaturverlauf Messwohnung 2 im Zeitraum 06.10.2010 bis 10.11.2010 (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC)**

Die Auswertung der gewonnenen Messergebnisse in Abbildung 31 zeigt, dass es zu keiner bzw. nur zu einer sehr geringen Überschreitung der oberen Behaglichkeitsgrenze von 26°C kommt und daher eine Überhitzung in Messwohnung 2 kein Problem darstellt.

Andererseits kommt es jedoch in zwei Fällen zu einer Unterschreitung der behaglichen Raumtemperatur von 20°C. An zwei Messstellen, „Lüfter Schlafzimmer“ und „Schlafzimmer“ sind in jeweils 20% der betrachteten Stunden, Raumtemperaturen unterhalb der Behaglichkeitsgrenze vorherrschend. Diese Unterschreitung deutet auf eine zu geringe Nachheizung des Lüftungsgerätes hin.

Nachfolgende Abbildung 32 zeigt wie die Abbildungen zuvor die Auswertung hinsichtlich der beiden Behaglichkeitsparameter „relative Luftfeuchtigkeit“ und „Raumtemperatur“. Dazu wurden für die Messwohnung 3 wiederum die gewonnenen Messergebnisse des Zeitraums 06.10.2010 bis 10.11.2010 dargestellt.



**Abbildung 32: Behaglichkeitsdiagramm Messwohnung 3 im Zeitraum 06.10.2010 bis 10.11.2010 (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC)**

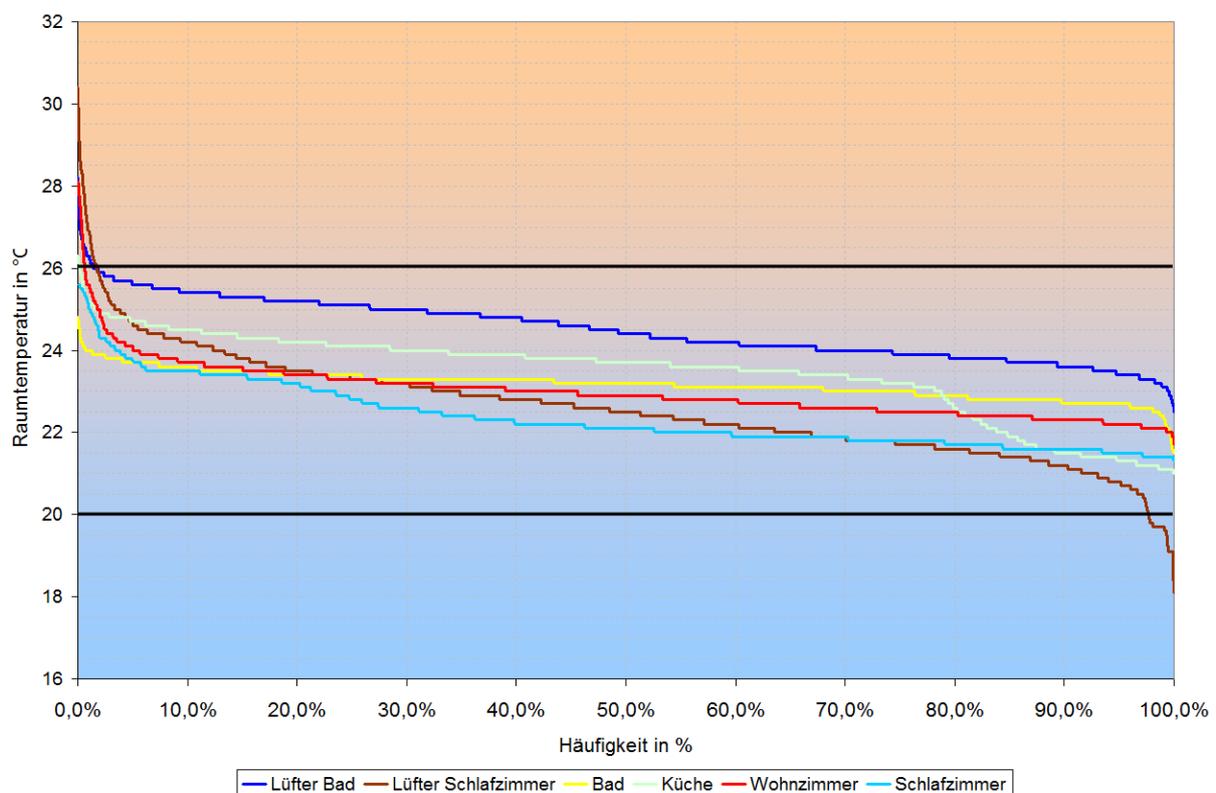
Das Ergebnis der Auswertung der Messergebnisse der Messwohnung 3 zeigt ein durchaus bekanntes Bild. Wiederum liegen die Werte im (noch-)behaglichen Bereich. Zwar sind auch in Messwohnung 3 Unterschreitungen der relativen Luftfeuchtigkeit von 30% vorhanden, diese werden allerdings darauf zurückgeführt, dass diese Werte nur bei den Messstellen „Lüfter Bad“ und „Lüfter Schlafzimmer“ auftreten und diese Messstellen sehr von der Außenluft beeinflusst werden. Wie schon zuvor bei Messwohnung 2 werden die niedrigen Luftfeuchtigkeiten auf den Messort zurückgeführt.

Im Vergleich zu den vorherigen Auswertungen zeigt sich aber eine deutliche Verschiebung in Richtung höherer Temperaturen. So zeigen sich bei den Messstellen „Lüfter Bad“, „Lüfter Schlafzimmer“ und „Küche“ vermehrt Raumtemperaturen über 24°C. Bei den beiden Messstellen, die sich direkt beim Lüftungsgerät befinden, werden diese höheren gemessenen Temperaturen auf den Einfluss der Nachheizung zurückgeführt. Die etwas höheren Raumtemperaturen in der Küche könnten auf verstärkte Wärmelasten wie kochen, backen etc. zurückgeführt werden. Eine genaue Analyse bzw. Begründung dieser erhöhten Temperaturen ist an dieser Stelle allerdings nicht möglich.

Die Auswertung zeigt allerdings auch, dass es in der Messwohnung 3 zu keiner Unterschreitung der, als behaglich definierten, Raumtemperaturen kommt. Die Funktion der Luftnachheizung scheint in diesem Fall einwandfrei in Betrieb zu sein.

Zur genauen Analyse der Über- bzw. Unterschreitung der, als behaglich definierten, Raumtemperaturen wurden diese wiederum geordnet nach Häufigkeit ihres Auftretens sortiert und in Abbildung 33 dargestellt.

Die Auswertung der vorhandenen Messdaten zeigt dabei, dass grundsätzlich die Raumtemperaturen im behaglichen Bereich zwischen 20°C und 26°C liegen. Nur in geringen Stunden wird die Grenztemperatur 20°C von der Messstelle „Lüfter Schlafzimmer“ überschritten. Auf der anderen Seite spiegelt Abbildung 33 nicht ganz die Erkenntnisse der Analyse der Messdaten in Abbildung 32 wider. Zwar sind, vor allem bei Messstelle „Küche“, eine erhöhte Anzahl von Stunden über 24°C bemerkbar (in 30% der Fälle), wird die obere Grenztemperatur allerdings mit 26°C festgelegt, so kommt es zu keiner Überhitzung dieses Raums. Eine geringe Überschreitung der Grenztemperatur wird nur von den Messstellen „Lüfter Bad“, „Lüfter Schlafzimmer und „Wohnzimmer“ erzielt. Dies allerdings auch nur in unter 5% der Stunden im betrachteten Zeitraum.



**Abbildung 33: Geordneter Temperaturverlauf Messwohnung 3 im Zeitraum 06.10.2010 bis 10.11.2010 (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC)**

### **Fazit**

Als zusammenfassendes Ergebnis der Auswertungen in diesem Kapitel kann festgehalten werden, dass die Raumluftzustände in den untersuchten Messwohnungen durchwegs im behaglichen Bereich liegen. In einigen Fällen kommt es in den Messwohnungen zu einer geringen Unterschreitung der behaglichen Raumtemperatur von 20°C. Dies betrifft vor allem jene Messstellen, die sich direkt im Lüftungsgerät befinden. Eine Überhitzung der Räumlichkeiten (bei einer festgelegten Raumgrenztemperatur von 26°C) konnte im betrachteten Zeitraum nicht festgestellt werden und scheint daher im betrachteten Objekt kein Problem darzustellen.

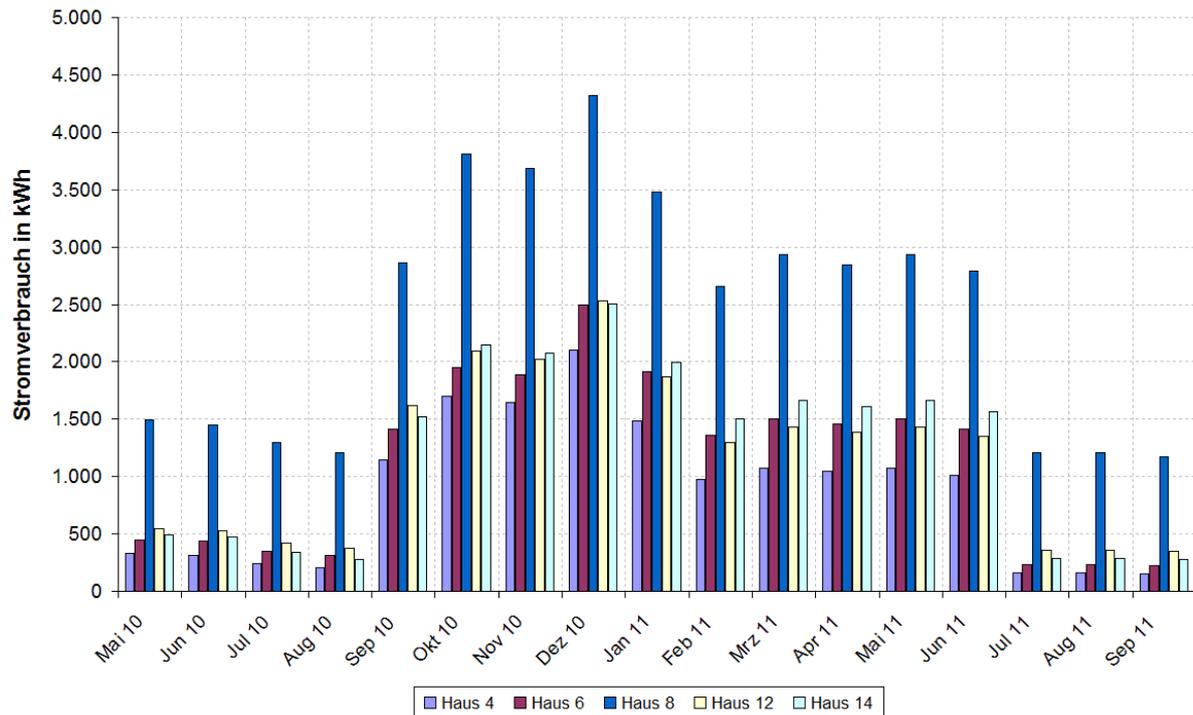
Die thermische Behaglichkeit wird im betrachteten Zeitraum als sehr zufriedenstellend bezeichnet.

## b. Energetische Parameter

### b.1 Anlagenstrom

Neben der Untersuchung der Behaglichkeit im vorherigen Kapitel a) soll an dieser Stelle ein kurzer Auszug der Analyse energetischer Parameter erfolgen.

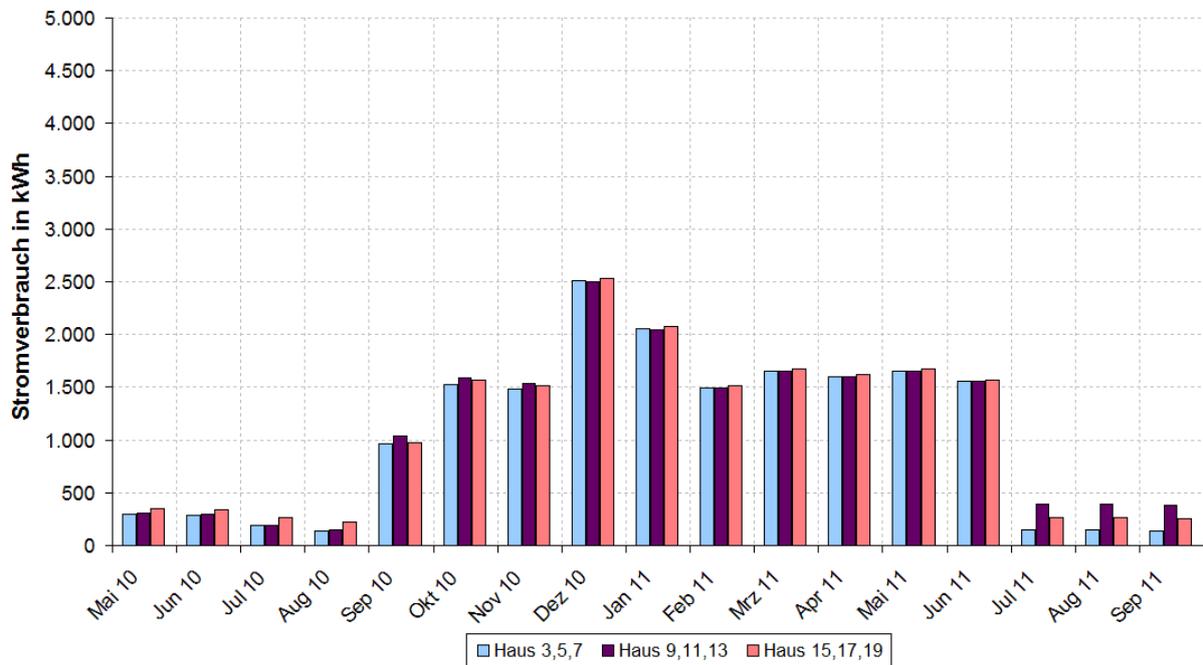
Als erste Auswertung wird in Abbildung 34 der monatliche Anlagenstromverbrauch der fünf einzelnen Gebäude (bezeichnet nach deren Hausnummer mit 4, 6, 8, 12 und 14) für den Zeitraum Mai 2010 bis September 2011 dargestellt.



**Abbildung 34: Anlagenstromverbräuche der Einzelhäuser  
(Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC)**

Die Analyse Messergebnisse in Abbildung 34 zeigt, dass Haus 8 deutlich höhere Stromverbräuche aufweist wie die restlichen Gebäude. Dies kann damit begründet werden, dass im Gebäude „Haus 8“ zum Anlagenstrom auch der Stromverbrauch der Grundwasserwärmepumpe gezählt wird, welche auch die restlichen Einzelhäuser mit Wärme versorgt. Aus diesem Grund liegen die Stromverbrauchswerte der restlichen vier Gebäude deutlich unter dem Stromverbrauch des Hauses 8. Bei der grundsätzlichen Betrachtung der Messergebnisse zeigt sich, dass der Anlagenstromverbrauch in den Sommermonaten (Mai bis August 2010) bei rund 500 kWh/Monat und Gebäude liegt. Ausgenommen davon ist wie schon erwähnt das Haus 8. Hier liegt der Anlagenstromverbrauch bei rund 1.250-1.500 kWh/Monat. Mit Start der Heizsaison 2010 beginnen auch die Stromverbräuche zu steigen, wobei die jeweiligen Maximalwerte im Dezember 2010 erreicht wurden. Diese liegen bei rund 2.500 kWh/Monat und Gebäude (Haus 4, 6, 12 u. 14) bzw. unter Einbeziehung der Grundwasserwärmepumpe (Haus 8) bei rund 4.500 kWh/Monat.

Abbildung 35 zeigt ergänzend dazu die Anlagenstromverbräuche der Hausnummern 3,5,7 / 9,11,13 / 15,17,19. Dabei handelt es sich allerdings um ein langes Gebäude, in dem alle neun Hausnummern beherbergt sind. Die Datenerfassung erfolgte immer gruppiert für drei Hausnummern. Zur besseren Darstellung bzw. um einen Vergleich mit den Einzelhäusern zu ermöglichen, wurden die Anlagenstromverbräuche auf jeweils ein Haus umgerechnet und abgebildet.

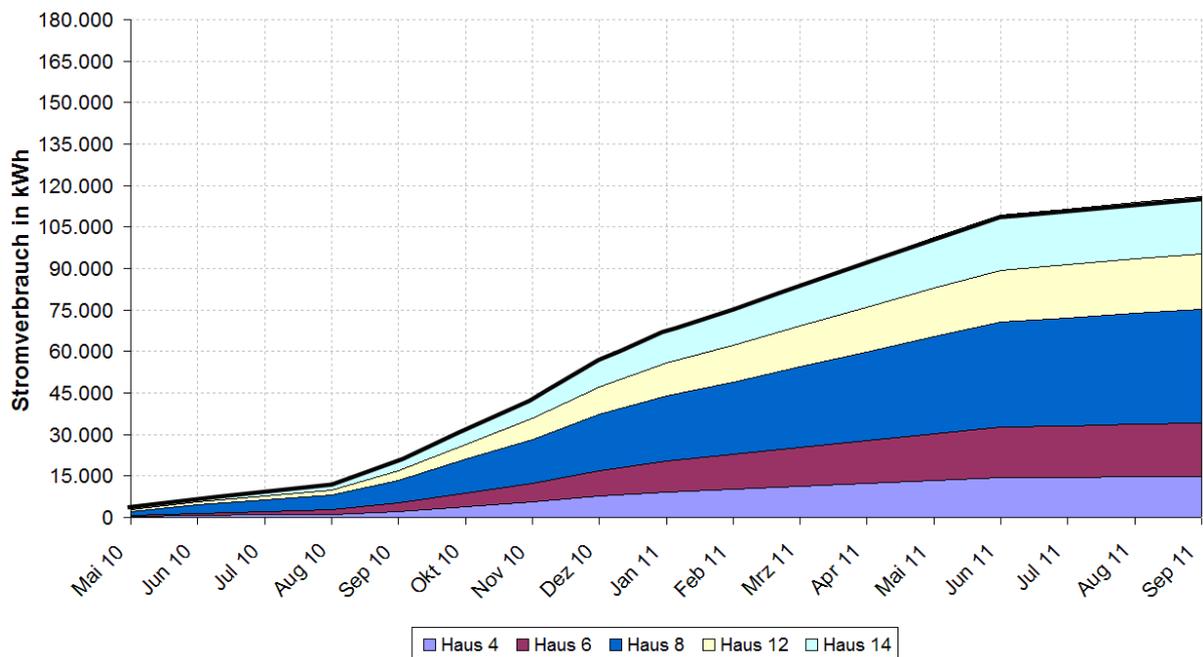


**Abbildung 35: Anlagenstrom lange Reihe pro Hausnummer  
(Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC)**

Die Auswertung der Messergebnisse in Abbildung 35 zeigt ein ähnliches Ergebnis wie die in vorheriger Abbildung dargestellten Einzelhäuser. In den Sommermonaten (Mai 2010 bis August 2010) liegt der Anlagenstromverbrauch mit rund 250 kWh/Monat und Hausnummer sogar unter den Werten der Einzelhäuser (vgl. rund 500 kWh/Monat und Gebäude). Mit Beginn der Heizsaison ist auch ein deutlicher Anstieg der Anlagenstromverbräuche zu verzeichnen. Die Maximalwerte werden auch hier im Dezember 2010 erreicht. Diese liegen bei rund 2.500 kWh/Monat und Hausnummer. Beim monatlichen Vergleich der Einzelhäuser mit den Ergebnissen des langen Gebäudes zeigt sich, dass die Verbräuche, der im langen Gebäude beherbergten Hausnummern, grundsätzlich unter denen der vier einzelnen Häuser liegen (Haus 8 wird durch den Einfluss der Grundwasserwärmepumpe für eine detaillierte/n Betrachtung / Vergleich ausgeschieden).

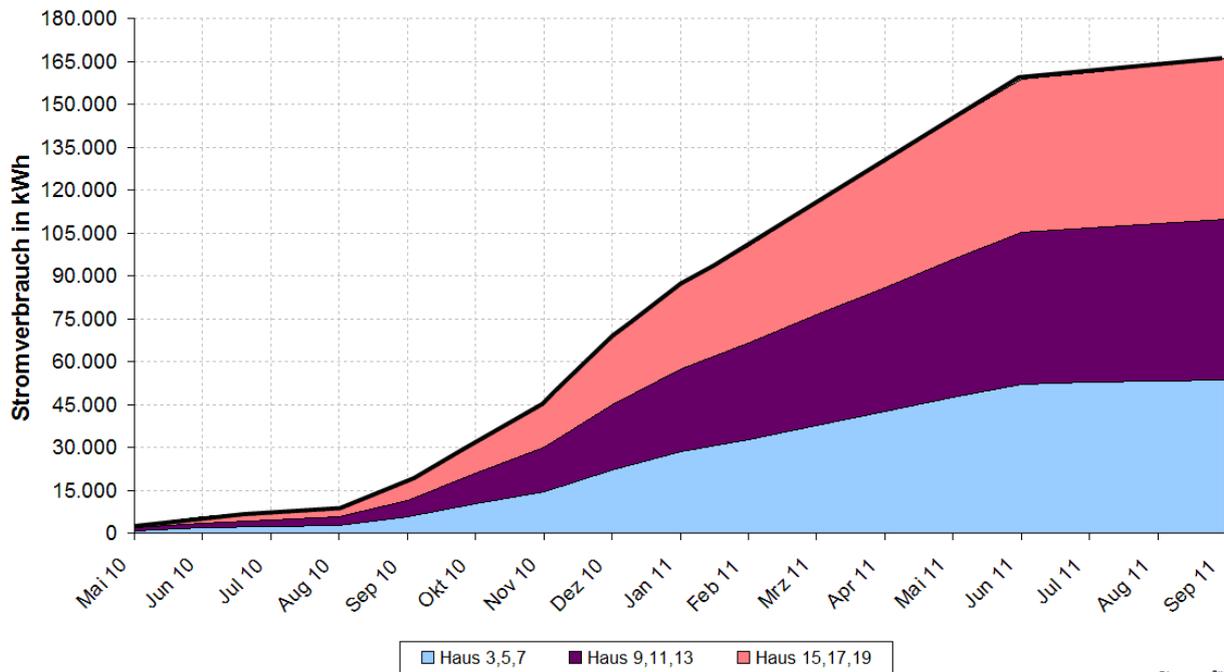
Als Ergänzung zu den in den vorherigen Abbildungen dargestellten Auswertungen werden in den nachfolgenden Abbildungen die Anlagenstromverbräuche der Einzelhäuser (Abbildung 36) und des langen Gebäudes (Abbildung 37) kumuliert dargelegt. Diese Darstellung ermöglicht es nämlich in weiterer Folge eine Aussage über den Gesamtstromverbrauch der kompletten Anlage zu treffen. Der Gesamt-Anlagenstromverbrauch aller dargestellten Häuser wird in beiden Abbildungen über die dicke schwarze Linie charakterisiert. Die darunter liegende Fläche beschreibt wiederum den Anteil der einzelnen Objekte am Gesamtverbrauch.

Die detaillierte Betrachtung der erhobenen Messergebnisse in Abbildung 36 zeigt den bereits bekannten Anstieg des Anlagenstromverbrauchs mit Beginn der Wintersaison (ab September). Bis zu diesem Zeitpunkt ist der Verbrauch eher gering, hauptsächlich von der Grundwasserwärmepumpe beeinflusst. Bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes (September 2011) steigt der Anlagenstromverbrauch auf insgesamt rund 115.000 kWh. Das bedeutet, dass im Durchschnitt zirka 6.800 kWh/Monat gesamt durch die fünf Gebäude verbraucht werden. Den größten Einflussfaktor stellt dabei die Grundwasserwärmepumpe dar.



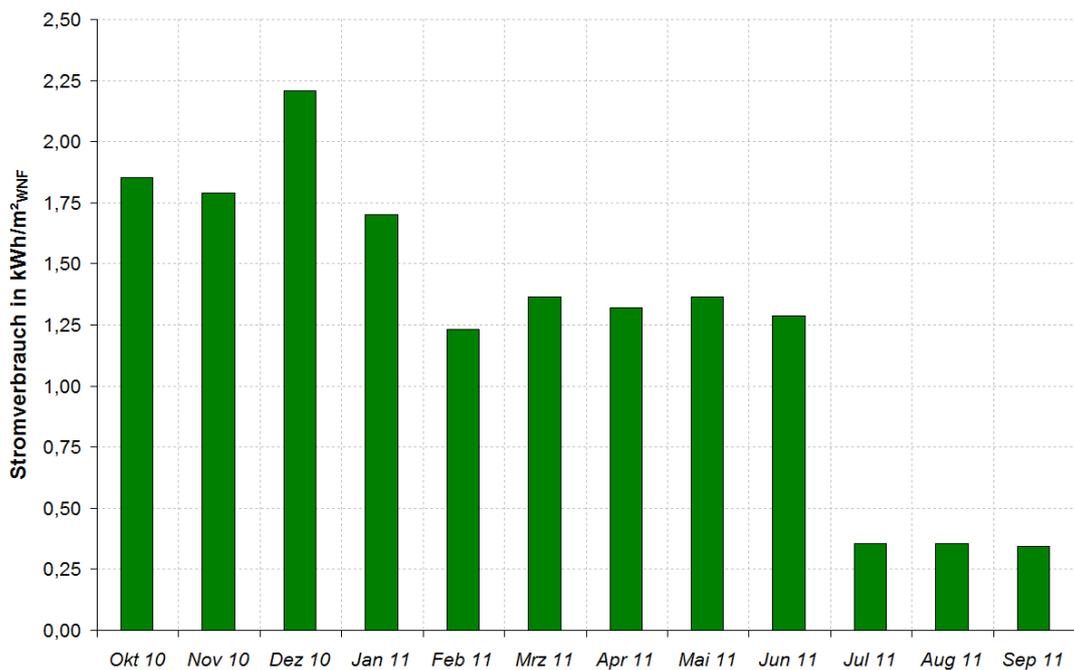
**Abbildung 36: Anlagenstrom Einzelhäuser kumuliert**  
 (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC)

Abbildung 37 zeigt den kumulierten Anlagenstromverbrauch des langen Gebäudes, aufgeteilt in die drei Gruppen. Die dicke schwarze Linie markiert wiederum den Gesamtwert. Auch bei diesem Gebäude zeigt sich ein Anstieg des Anlagenstromverbrauchs ab September 2010. Bis Juni 2011 steigt der Gesamt-Anlagenstromverbrauch auf rund 160.000 kWh, flacht dann bis zum Ende des Betrachtungszeitraums (September 2011) ab und liegt am Ende bei 165.000 kWh. Dies entspricht einem durchschnittlichen Verbrauch von rund 9.700 kWh/Monat. Mit diesem Stromverbrauch liegt dieses Gebäude zirka 50.000 kWh bzw. 2.900 kWh/Monat über dem Anlagenstromverbrauch der Einzelhäuser.



**Abbildung 37: Anlagenstrom lange Reihe kumuliert**  
 (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC)

Betrachtet man den Anlagenstromverbrauch der Einzelhäuser über das Messjahr Oktober 2010 bis einschließlich September 2011 bezogen auf die gesamte Wohnnutzfläche (WNF) der fünf einzelnen Gebäude, so zeigt sich dass die Werte grundsätzlich zwischen  $2,25 \text{ kWh/m}^2_{\text{WNF.Monat}}$  und knapp  $0,40 \text{ kWh/m}^2_{\text{WNF.Monat}}$  liegen. Naturgemäß werden die höheren Stromverbräuche in den Wintermonaten erreicht. Die relative Gleichmäßigkeit der gewonnenen Messergebnisse für den Zeitraum Februar 2011 bis Juni 2011 sowie Juli 2011 bis September 2011 wird auf das größere Intervall der Stromzählerauslesungen zurückgeführt. Dadurch entspricht der Verlauf wohl nicht 100%ig der Realität.



**Abbildung 38: Anlagenstromverbrauch Einzelhäuser gesamt über ein Messjahr**  
 (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC)

## b.2 Wärmetechnische Parameter

### b.2.1 Online Auswertung

Neben der Analyse der Anlagenstromverbräuche können mit Hilfe des RSS Regelcenters der Gemeinnützigen Industrie- Wohnungsaktiengesellschaft (GIWOG) Kenndaten und Ergebnisse online betrachtet und analysiert werden. Der Aufruf der Messdaten, welche in Echtzeit abgebildet werden bzw. für einen bestimmten Auswertungszeitraum abgerufen werden können, erfolgt über die Internetseite des Unternehmens, aufrufbar unter <http://80.120.6.17/WebVisualization>.

Nachfolgend werden nun einige Auszüge aus dieser Online-Messdatenbank präsentiert. Eine gesamte Übersicht der gewonnenen Ergebnisse ist in Anhang 9 ersichtlich.

Nachfolgende Abbildung 39 zeigt zur Information das Schema der haustechnischen Anlage des Einzelhauses Nr. 4. Zusätzlich wurden jene Bereiche farblich gekennzeichnet, die in weiterer Folge genauer betrachtet werden. Die Messdatenanalyse in diesem Kapitel erfolgt ausschließlich für das Haus Nr. 4.

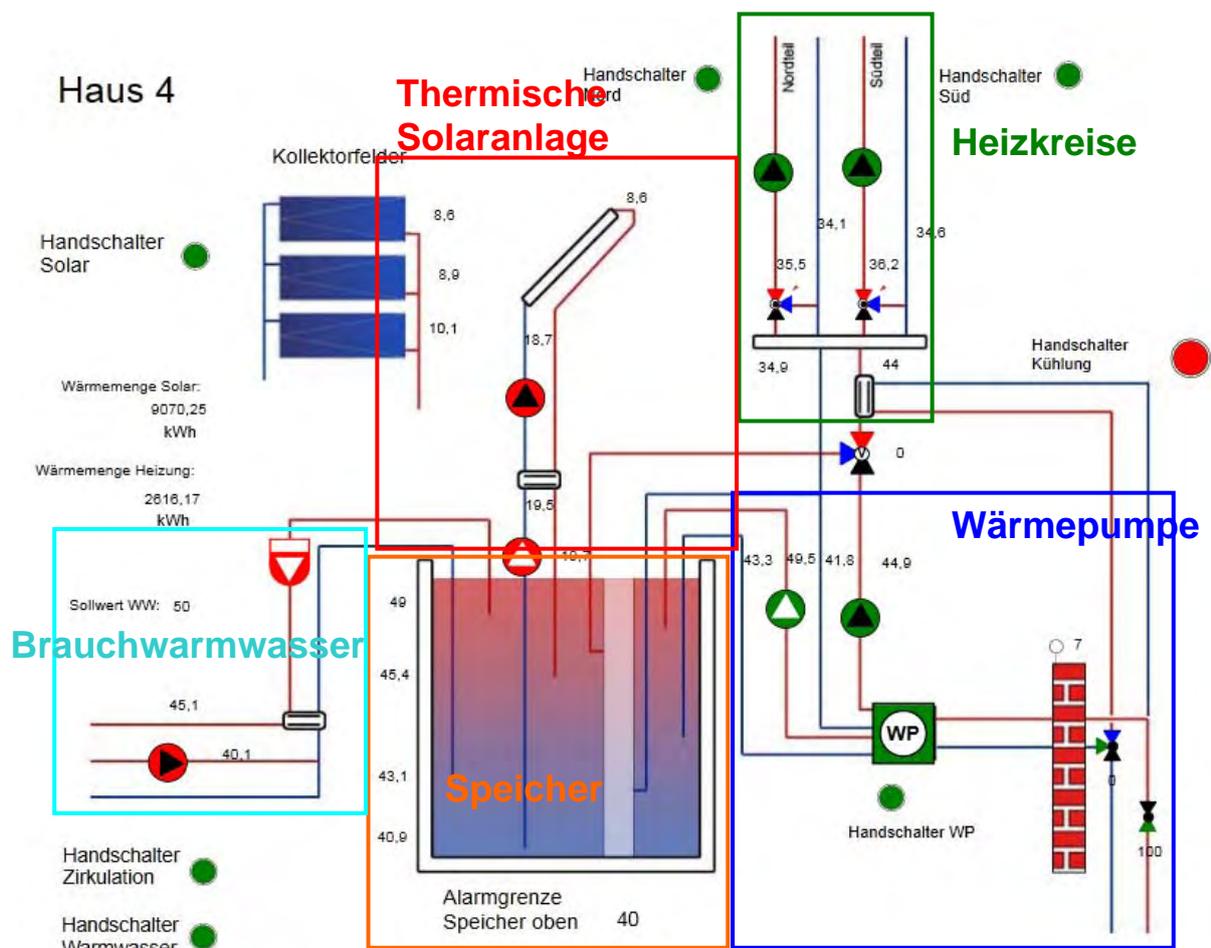


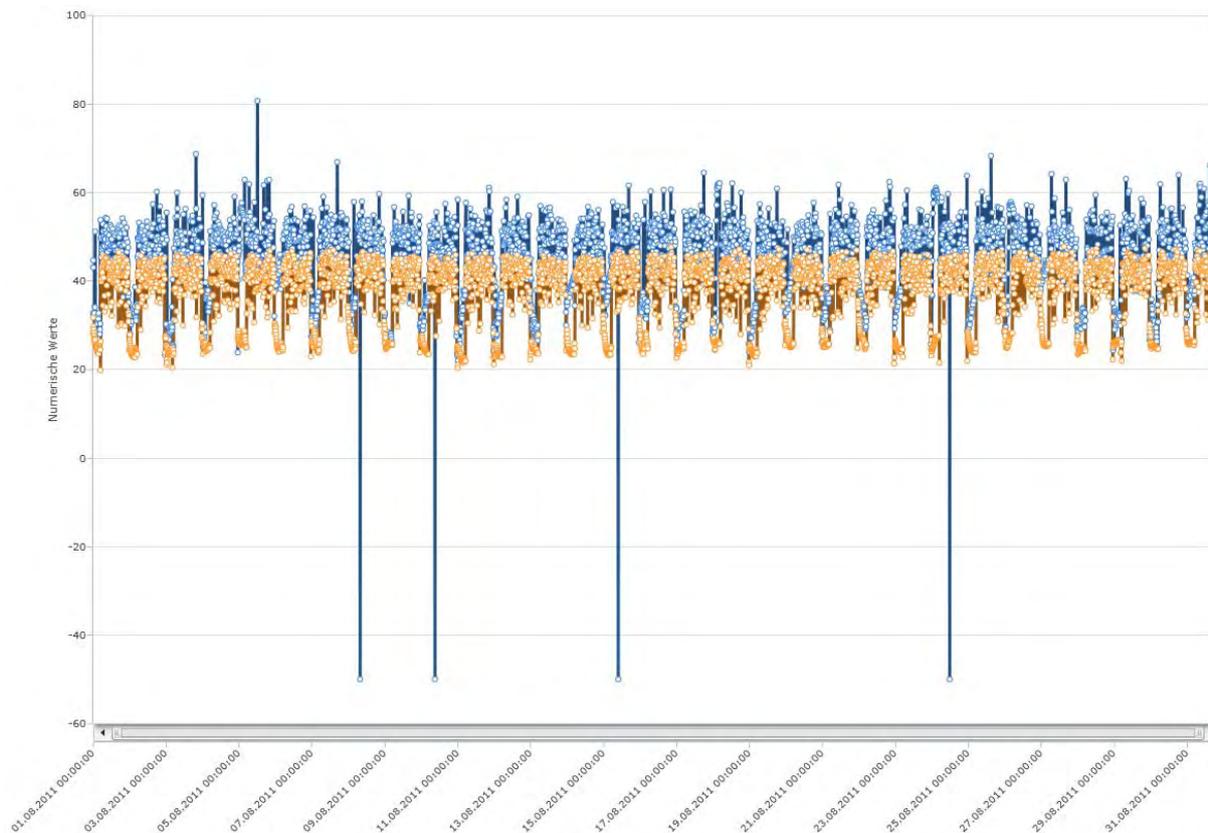
Abbildung 39: Schema der haustechnischen Anlage – Haus 4 (Quelle: GIWOG)

## b.2.2 Temperaturen

### Brauchwarmwasser

Die Analyse der Brauchwarmwassertemperaturen umfasst sowohl die Temperatur des Brauchwarmwassers, als auch die Temperatur der Zirkulationsleitung. Dazu wurde in Abbildung 40 exemplarisch der Verlauf dieser beiden Temperaturen für den Zeitraum 01.08.2011 bis 31.08.2011 dargestellt.

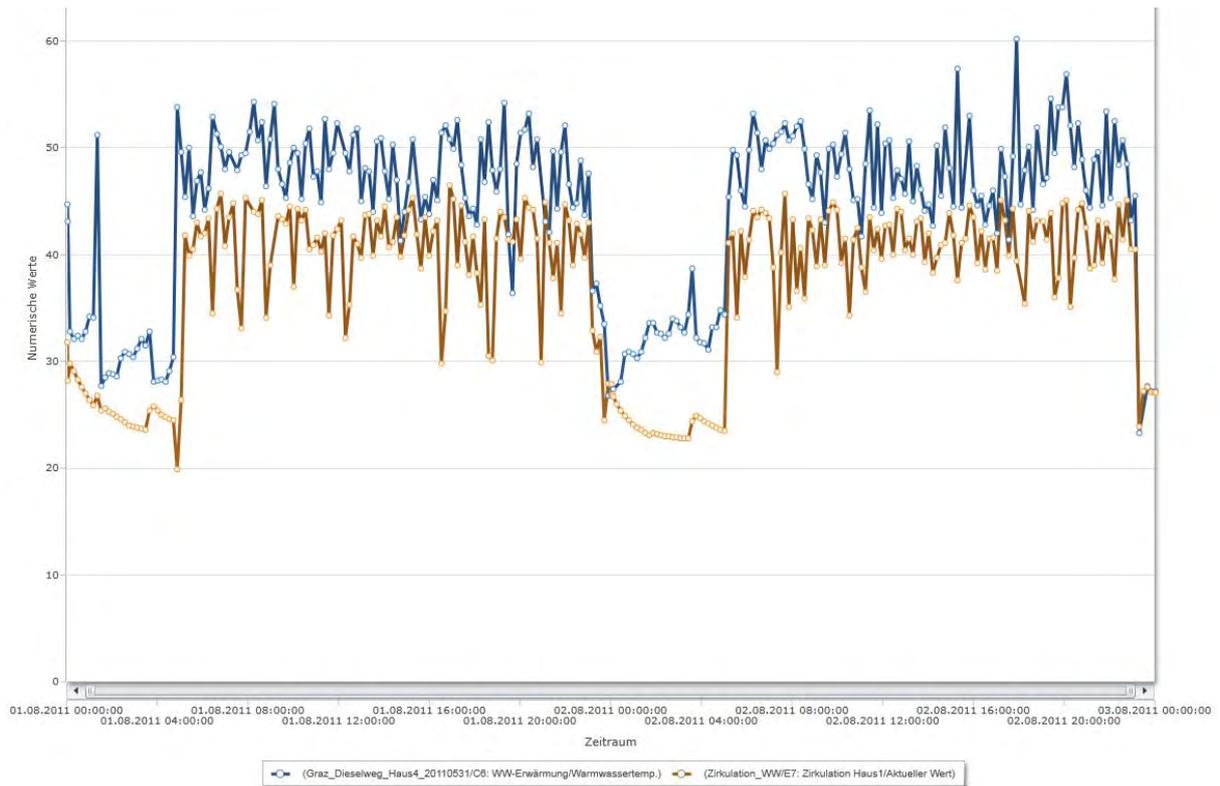
Die Auswertung dieser Daten zeigt, dass die Temperatur der Zirkulationsleitung grundsätzlich auf einem sehr hohen Niveau gehalten wird. Liegen die Warmwassertemperaturen bei rund 50°C, beträgt die Zirkulationstemperatur immerhin auch 40°C. Die vier Werte der Warmwassertemperatur unter 0°C werden auf Messfehler zurückgeführt und soll daher in weiterer Folge keiner Beachtung geschenkt werden.



**Abbildung 40: Brauchwarmwasser - Warmwassertemperaturen (blau) und Zirkulationstemperatur (orange) für den Zeitraum 01.08.2011 bis 31.08.2011 (Quelle: Messdaten GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC)**

Abbildung 41 zeigt zur besseren Übersicht den Temperaturverlauf für den 01.08.2011 und den 02.08.2011 im Detail.

Dabei zeigt sich das bekannte Ergebnis noch deutlicher. Die Zirkulationstemperatur liegt sehr nahe an der Warmwassertemperatur in einem Temperaturbereich von rund 40°C bei einer gleichzeitigen Warmwassertemperatur von 50°C. Dies kann in weiterer Folge hohe Wärmeverluste der Zirkulationsleitung zur Folge haben. Aus diesem Grund besteht hier sicherlich noch Optimierungspotenzial.



**Abbildung 41: Brauchwarmwasser - Warmwassertemperaturen (blau) und Zirkulationstemperatur (orange) für den Zeitraum 01.08.2011 und 02.08.2011 (Quelle: Messdaten GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC)**

Weiter Messdaten zur Brauchwarmwassertemperaturen können Anhang 9 entnommen werden.

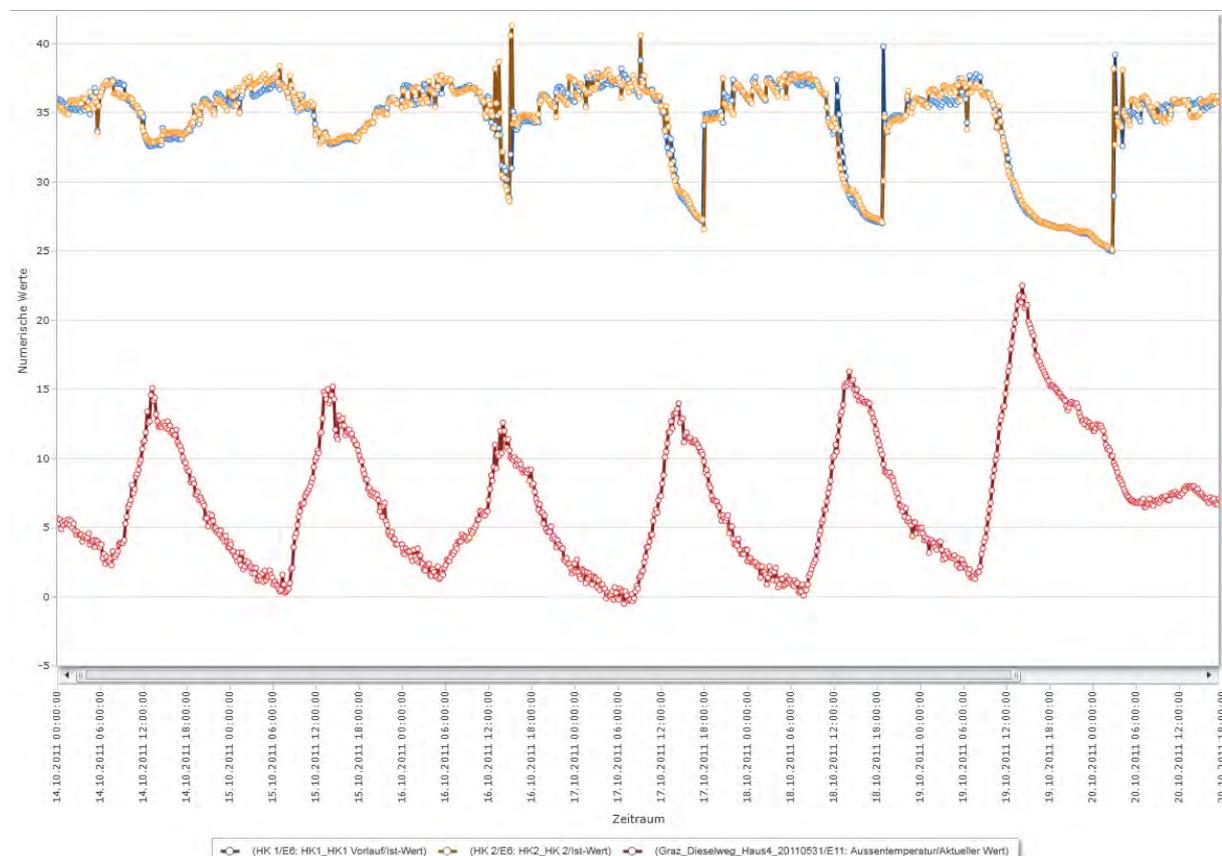
## Heizkreise

Die Darstellung der Temperaturen in den Heizkreisen erfolgt in den nachfolgenden Absätzen. Dabei wird zwischen Heizfunktion und Kühlfunktion unterschieden.

### Heizfunktion

Nachfolgende Abbildung 42 zeigt den Temperaturverlauf des Heizungsvorlaufs (Nord- und Südteil getrennt) sowie der Außentemperatur zum gleichen Zeitpunkt.

Die Auswertung zeigt dabei, dass im Wesentlichen keine Unterschiede in der Heizungsvorlauf-temperatur zwischen Nord- und Südteil vorhanden sind. Beide Temperaturen bewegen sich identisch und sind nur durch minimale Unterschiede gekennzeichnet. Grundsätzlich liegen die Vorlauf-temperaturen der Heizung bei rund 35°C. Die Regelung der Vorlauf-temperatur erfolgt über die jeweilige Außentemperatur. Steigt diese, so wird die Vorlauf-temperatur reduziert. Nimmt die Außentemperatur hingegen ab, wird die Anlage mit einer höheren Vorlauf-temperatur betrieben.



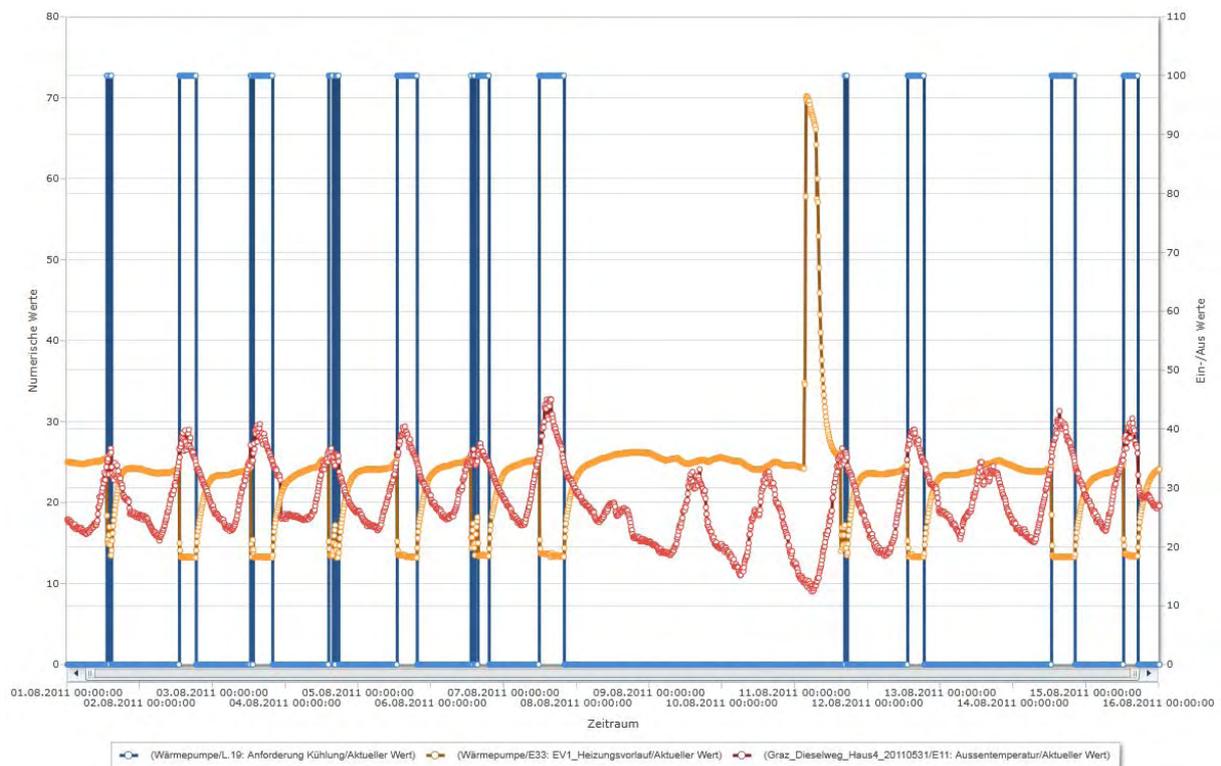
**Abbildung 42: Heizkreise - Außentemperatur (rot), Heizungsvorlauf-temperatur Nordteil (blau) und Südteil (orange) für den Zeitraum 14.10.2011 bis 21.10.2011 (Quelle: Messdaten GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC)**

### Kühlfunktion

Da die Anlage nicht nur im Heizbetrieb gefahren werden kann, sondern auch über eine Kühlfunktion verfügt, wird an dieser Stelle ein kurzer Auszug der dazu relevanten Messergebnisse präsentiert. Wird die Anlage im „Kühlmodus“ betrieben, wird das Grundwasser direkt über den Heizungsvorlauf zur Kühlung des Gebäudes verwendet.

Abbildung 43 zeigt dazu einen Verlauf der Außentemperatur (rot) und der Heizungsvorlauftemperatur (orange) für den Zeitraum 01.08.2011 bis 15.08.2011. Zusätzlich wird der Betriebszustand der Kühlung dargestellt (100 – ein, 0 – aus).

Die Auswertung zeigt dabei, dass die Kühlung ab einer Außentemperatur von 25°C aktiv ist. Sinkt die Außentemperatur wieder unter diesen Wert, wird die Kühlung automatisch deaktiviert. Des Weiteren zeigt sich, dass bei aktiver Kühlung die Heizungsvorlauftemperatur auf Niveau der Grundwassertemperatur sinkt (zirka 12-13°C).

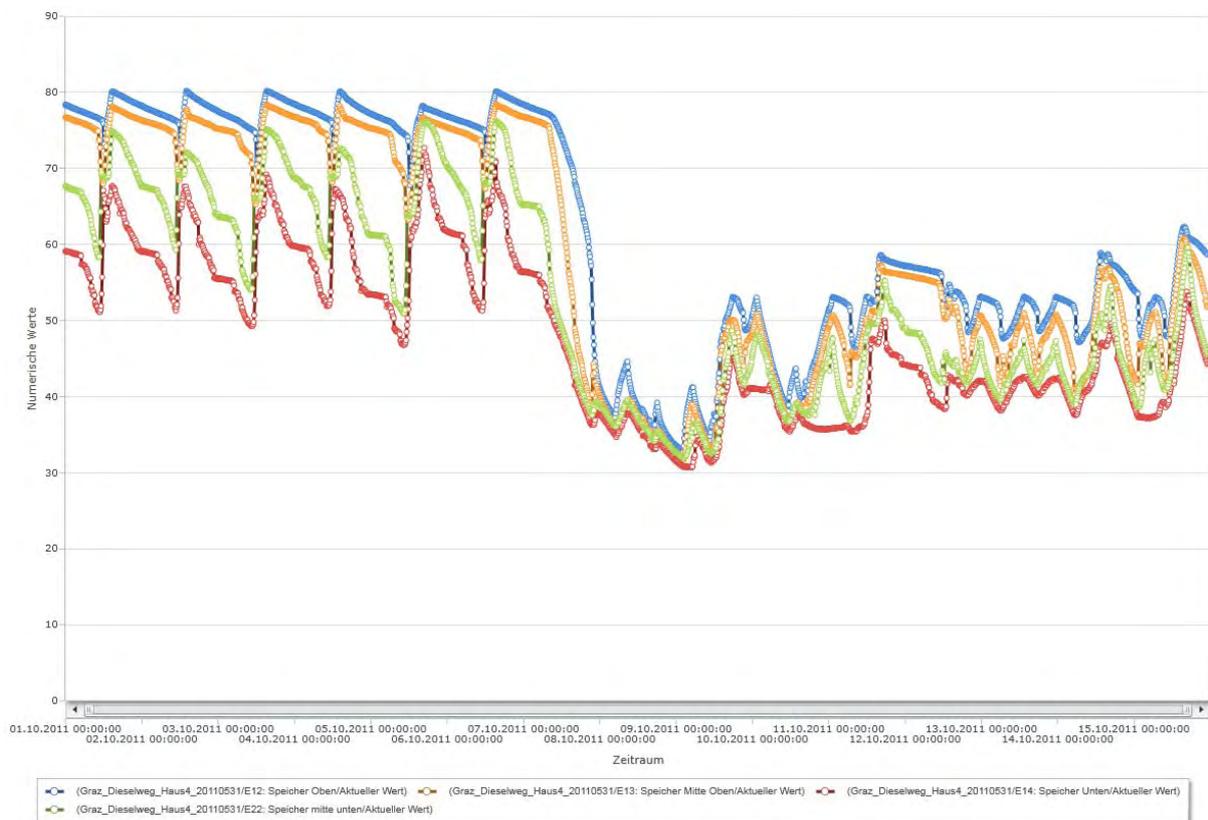


**Abbildung 43: Kühlung – Außentemperatur (rot), Heizungsvorlauftemperatur (orange) und Kühlfunktion ein/aus (blau) für den Zeitraum 01.08.2011 bis 15.08.2011 (Quelle: Messdaten GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC)**

## Speicher

Den Mittelpunkt der haustechnischen Anlage stellt der Pufferspeicher dar. Aus diesem Grund wird an dieser Stelle ein kurzer Auszug der gemessenen Speichertemperaturen dargestellt. Ermittelt werden diese an vier unterschiedlichen Stellen (Höhen) im Speicher. Weitere Analysen zu den Speichertemperaturen sind in Anhang 9 ersichtlich.

Abbildung 44 zeigt die Speichertemperaturen für den Zeitraum 01.10.2011 bis 15.10.2011. Dabei zeigt sich, dass bis zum 08.10.2011 die Temperaturen in den vier Messstellen zwischen 80°C und 50°C pendeln. Dies wird auf den Wärmeintrag der thermischen Solaranlage zurückgeführt. Ab dem 08.10. stellt sich ein deutlich geringeres Temperaturniveau ein. Die Speichertemperaturen liegen dann zwischen 60°C (oben) und minimal 30°C (unten). Dies wird wiederum auf den nun fehlenden Ertrag der thermischen Solaranlage zurückgeführt.



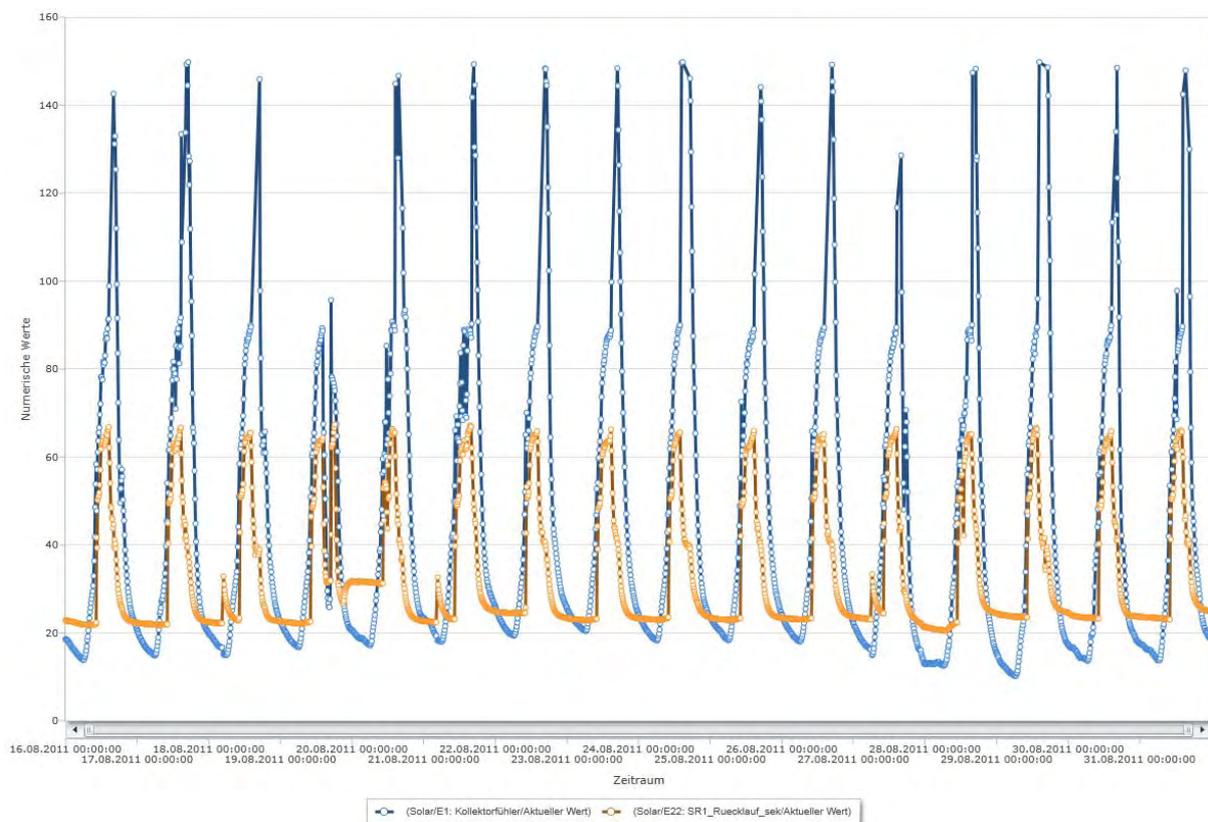
**Abbildung 44: Speichertemperaturen - Messpunkte Oben (blau), Mitte Oben (orange), Mitte Unten (grün) und Unten (rot) für den Zeitraum 01.10.2011 bis 15.10.2011 (Quelle: Messdaten GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC)**

Die Messdaten für andere Zeiträume finden sich, wie schon erwähnt, in Anhang 9.

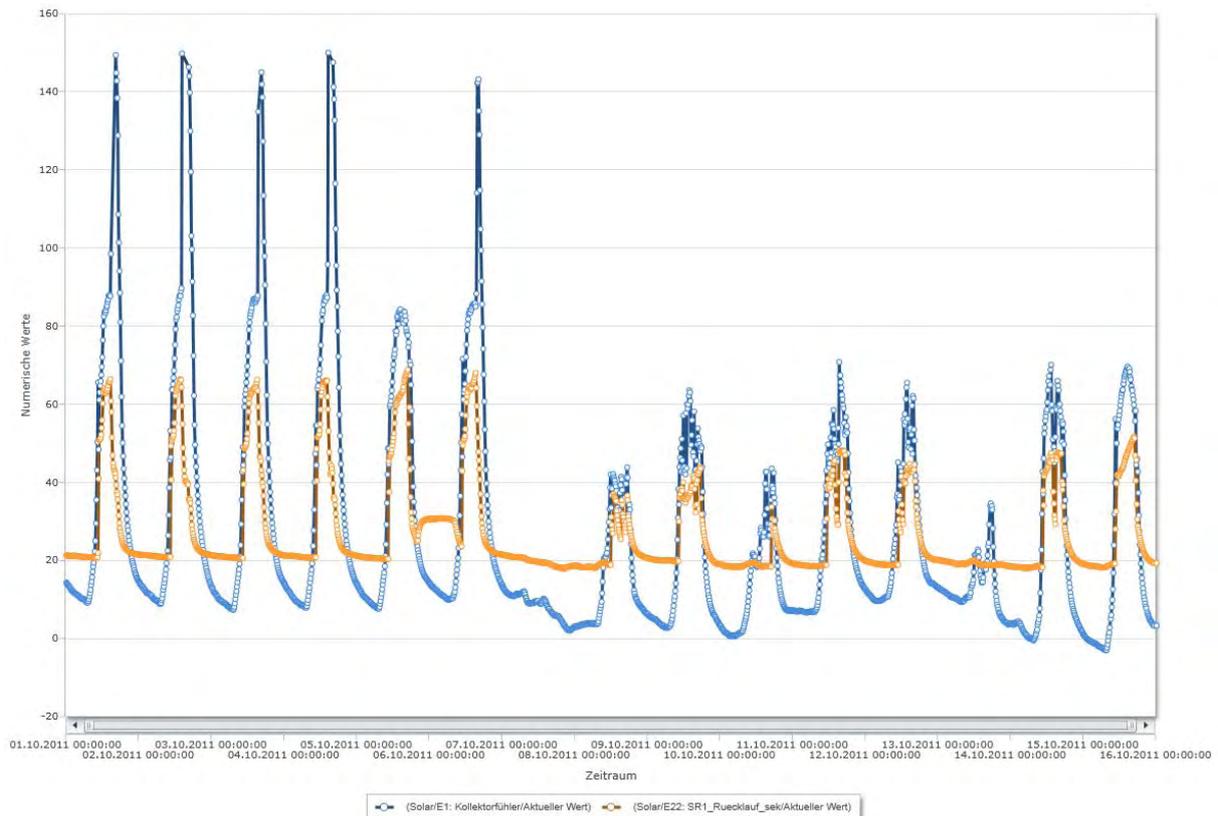
## Solaranlage

Nachfolgende Abbildungen zeigen die Temperaturen im sekundären Kreislauf der Solaranlage (Kollektorkreislauf). Zum einen die Temperatur zum Kollektor (orange) und zum anderen direkt an der obersten Stelle im Kollektor (blau) für den Zeitraum 16.08.2011 bis 31.08.2011 (Abbildung 45) und 01.10.2011 bis 15.10.2011 (Abbildung 46).

Die Analyse der Messdaten zeigt, dass im August an der obersten Stelle des Kollektors Temperaturen von über 140°C erreicht werden. In der ersten Oktoberhälfte werden diese Temperaturen allerdings nur mehr zu Beginn erreicht. Ab dem 06. Oktober haben etwas schlechtere äußere Bedingungen geherrscht, da die maximale Temperatur bei nur mehr 70°C liegt. Diese geringeren Temperaturen an der obersten Stelle des Kollektors erklären somit auch die geringeren Temperaturen im Speicher (Vergleiche dazu Abbildung 44).



**Abbildung 45: Solaranlage – Kollektoreintrittstemperatur (orange) und Kollektoraustrittstemperatur (blau) für den Zeitraum 16.08.2011 bis 31.08.2011 (Quelle: GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC)**

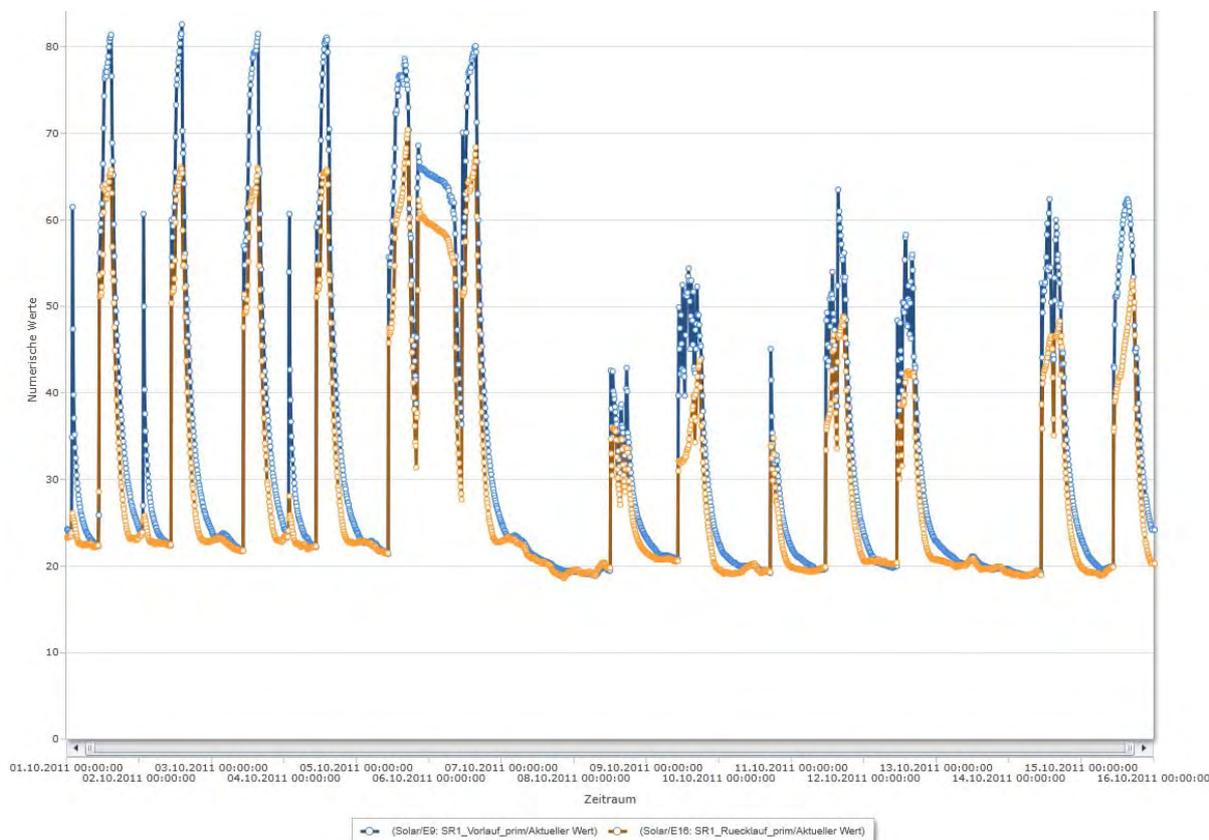
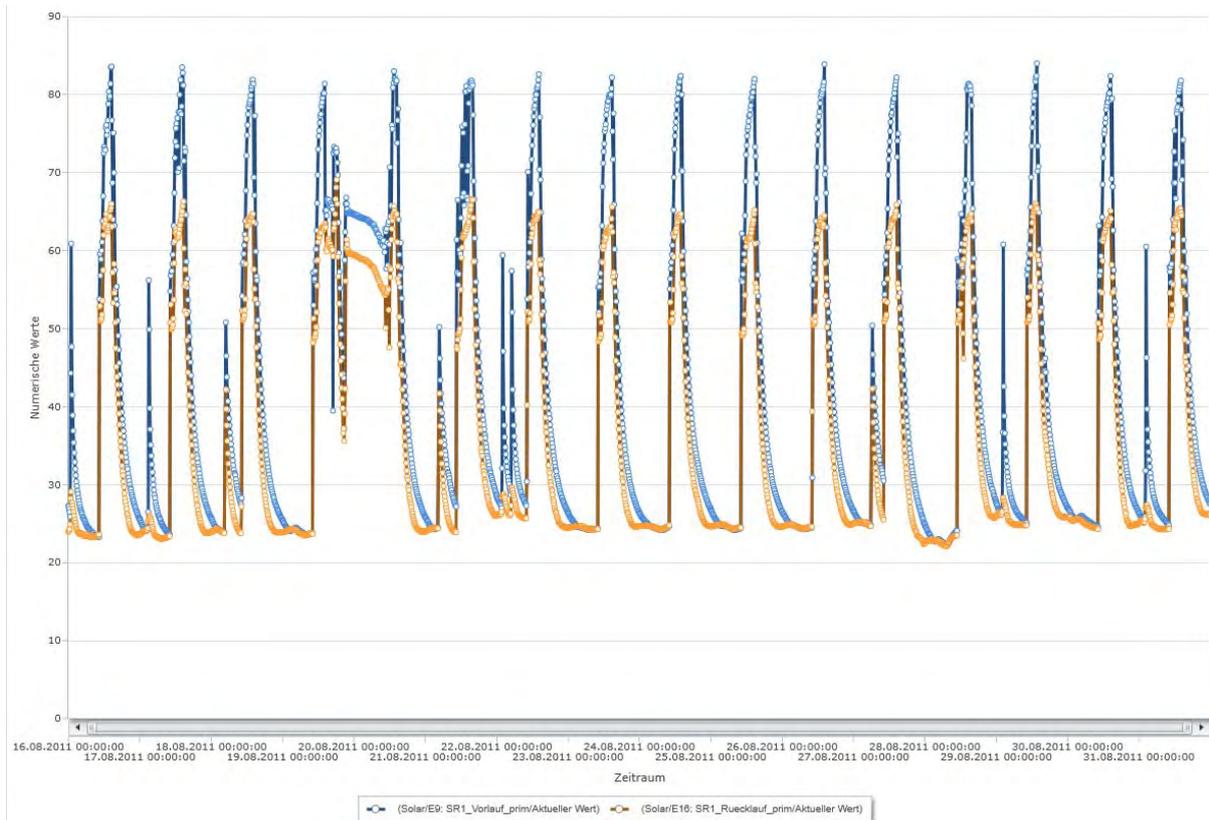


**Abbildung 46: Solaranlage – Kollektoreintrittstemperatur (orange) und Kollektoraustrittstemperatur (blau) für den Zeitraum 01.10.2011 bis 15.10.2011 (Quelle: GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC)**

Wie für den sekundären Kreislauf können auch für den primären Kreislauf (Speicherkreislauf) die Messdaten analysiert werden. Abbildung 47 und Abbildung 48 zeigen diese erhobenen Daten analog zu den vorherigen Darstellungen für den gleichen Zeitraum (16.08.2011 bis 31.08.2011 bzw. 01.10.2011 bis 15.10.2011).

Die Auswertung dieser Daten zeigt, dass im August Temperaturen bis zu 80°C im Primärkreislauf vorherrschend sind. Auf Grund der, für den Betrieb der thermischen Solaranlage, hervorragenden klimatischen Bedingungen kann kontinuierlich Warmwasser mit dieser hohen Temperatur in den Speicher geladen werden.

Dieser Verlauf setzt sich bis zur ersten Hälfte des Monats Oktober fort. Anschließend sinken, entsprechend der geringeren Temperaturen am Kollektoraustritt (siehe Abbildung 46), auch die Temperaturen des Warmwassers primärseitig. Dadurch können nur mehr Temperaturen von maximal rund 60°C erreicht werden, die anschließend den Speicher erwärmen.

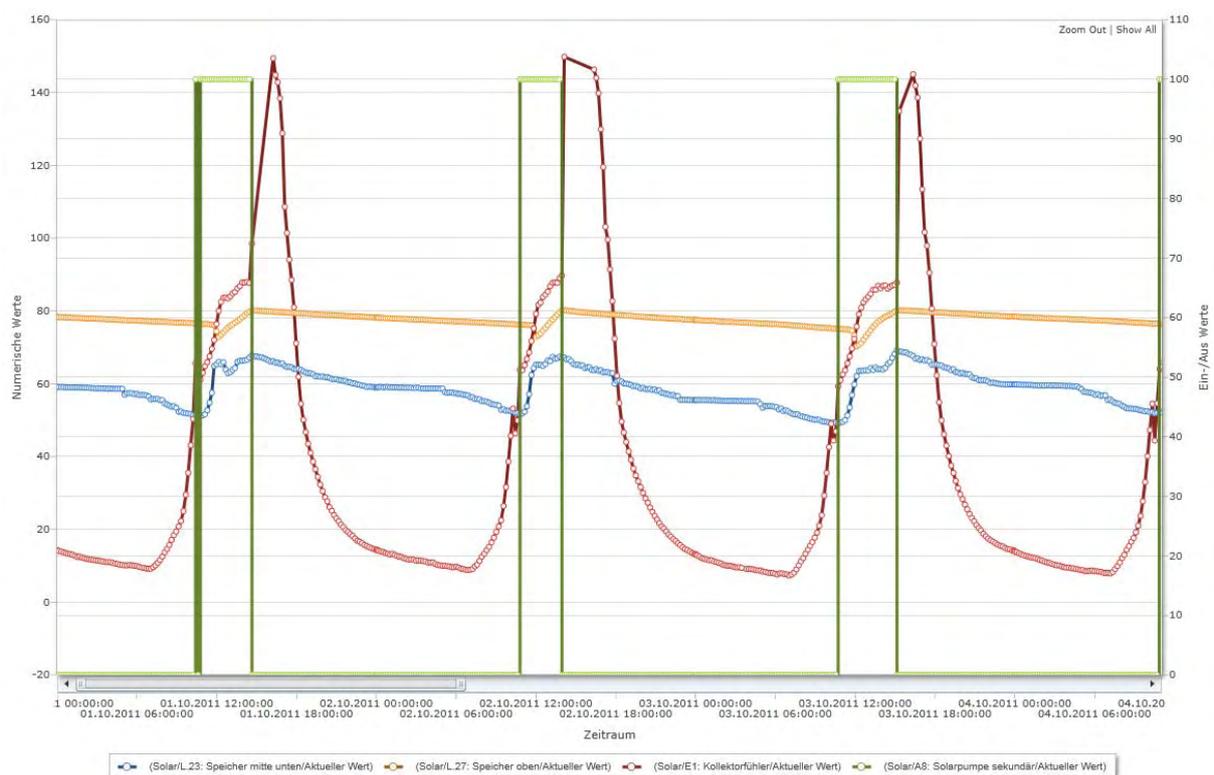


Um die Regelung der thermischen Solaranlage zu verdeutlichen sollen nachfolgende zwei Abbildungen dienen. Abbildung 49 zeigt folgende Messdaten für den Zeitraum 01.10.2011 bis 04.10.2011: Speichertemperaturen Mitte Unten u. Oben, Temperatur am Kollektor und den Betriebszustand der Sekundärpumpe.

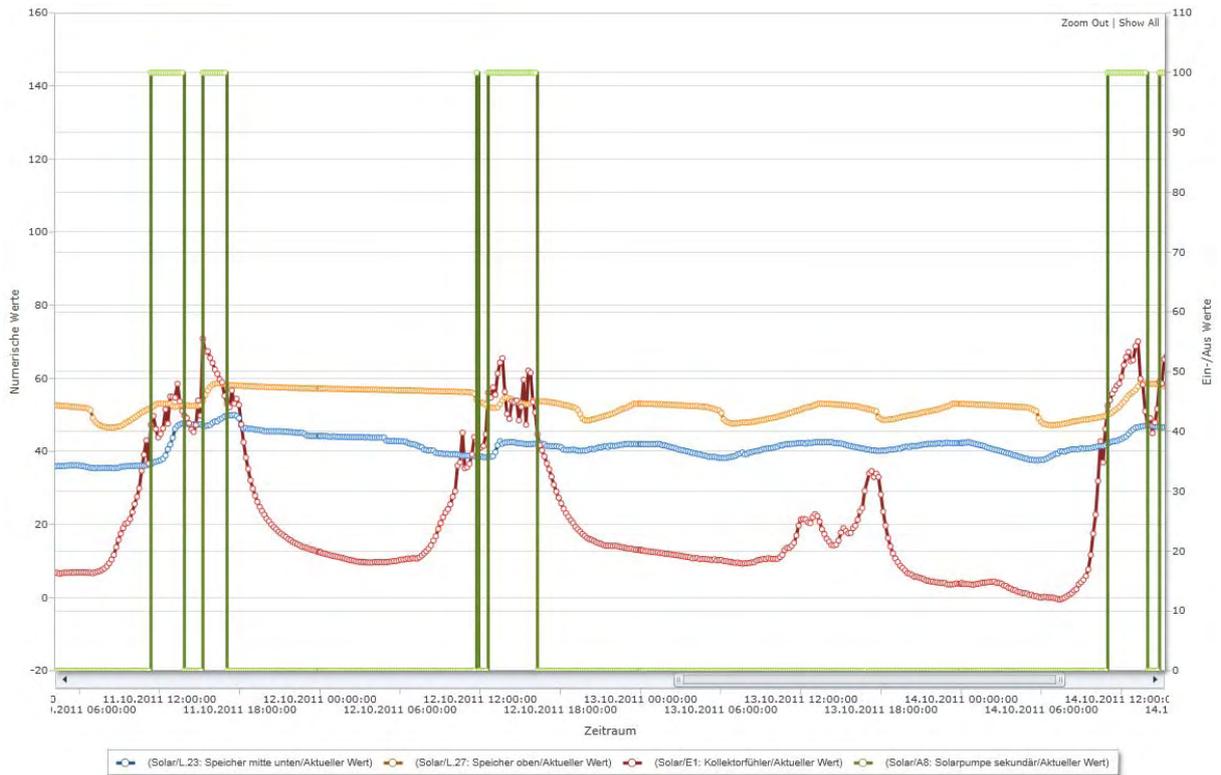
Abbildung 50 zeigt dieselben Messdaten, diesmal allerdings für den Zeitraum 11.10.2011 bis 14.10.2011.

Bei der analytischen Betrachtung der Messergebnisse zeigt sich, dass als Bezugstemperatur für die Inbetriebnahme der solarthermischen Anlage die Speichertemperatur an der Messstelle „Mitte Unten“ dient. Übersteigt die Temperatur am Kollektor diese Temperatur im Speicher, wird die Sekundärpumpe und somit die solarthermische Anlage in Betrieb genommen. Sinkt die Temperatur am Kollektor wieder unter diese Speichertemperatur, so wird die Anlage außer Betrieb genommen. Auf diesem Wege wird verhindert, dass der Speicher mit einem kälteren Medium beladen wird und es so zu einer unerwünschten Auskühlung des Speichers kommt (siehe Abbildung 50).

Die zweite Möglichkeit zur Außerbetriebnahme der solarthermischen Anlage wird in Abbildung 49 dargestellt. Übersteigt die Temperatur am Kollektor nämlich einen bestimmten Wert (rund 100°C) so wird die Sekundärpumpe ausgeschaltet. Dadurch wird verhindert, dass es zu einer Stagnation im Kollektor kommt.



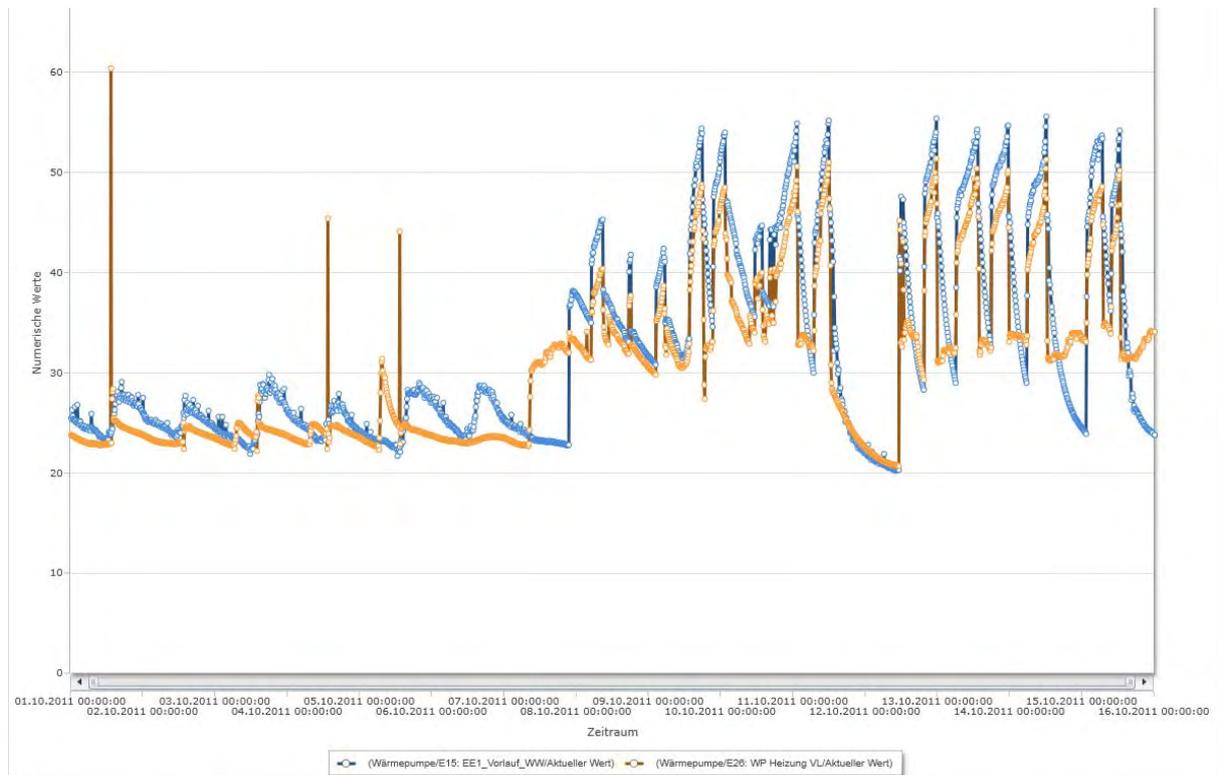
**Abbildung 49: Regelung Solaranlage – Speichertemperatur Mitte Unten (blau) u. Oben (orange), Temperatur am Kollektor (rot) und Sekundärpumpe ein/aus (grün) für den Zeitraum 01.10.2011 bis 04.10.2011 (Quelle: Messdaten GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC)**



**Abbildung 50: Regelung Solaranlage – Speichertemperatur Mitte Unten (blau) u. Oben (orange), Temperatur am Kollektor (rot) und Sekundärpumpe ein/aus (grün) für den Zeitraum 11.10.2011 bis 14.10.2011 (Quelle: Messdaten GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC)**

## Wärmepumpe

Die Wärmepumpe versorgt zum einen den Speicher mit Wärme, zum anderen werden aber auch die beiden Heizkreise mit Wärme versorgt. Daher werden an dieser Stelle auch diese beiden Temperaturen dargestellt und analysiert. Die blaue Kurve in Abbildung 51 beschreibt jenen Temperaturbereich mit dem der Speicher von der Wärmepumpe geladen wird. Die orange Kurve hingegen beschreibt das Temperaturniveau welches die beiden Heizkreise direkt versorgt.



**Abbildung 51: Wärmepumpe – Vorlauftemperatur Speicher (blau) und Vorlauftemperatur Heizung (orange) im Zeitraum 01.10.2011 bis 15.10.2011 (Quelle: Messdaten GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC)**

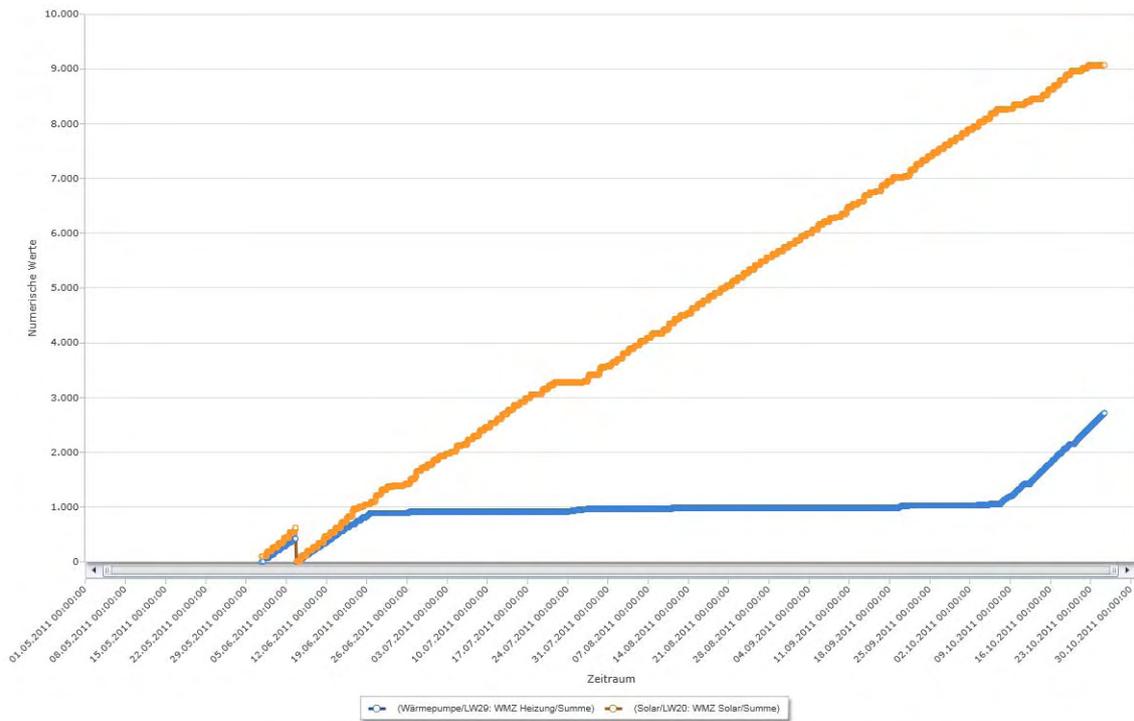
Die Auswertung obiger Abbildung zeigt, dass im betrachteten Zeitraum (01.10.2011 – 15.10.2011) bis zum 08.10.2011 keine Wärmeversorgung über die Wärmepumpe notwendig ist. Bis dahin übernimmt die thermische Solaranlage die alleinige Wärmeversorgung (siehe auch Vergleich mit Abbildungen aus vorherigem Unterkapitel „Solaranlage“).

Ab dem 09. Oktober 2011 wird allerdings Wärme über die Wärmepumpe erzeugt und der haustechnischen Anlage zur Verfügung gestellt (sowohl dem Speicher als auch direkt den beiden Heizkreisen). Bei der genaueren Betrachtung der beiden Temperaturniveaus zeigt sich, dass die Vorlauftemperatur zur Speicherversorgung grundsätzlich immer höher liegt wie die Vorlauftemperatur der beiden Heizkreise. So wird dem Speicher Warmwasser mit einer Temperatur von rund 55°C zugeführt, während dessen die Vorlauftemperatur der Heizung bei rund 50°C liegt.

### b.2.3 Wärmemengen

Nachfolgende Abbildung 52 zeigt den Verlauf der gemessenen Wärmemengen der Solaranlage (orange Linie) sowie der Heizungsanlage (blaue Linie) für den Zeitraum Juni bis November 2011.

Auf Grund einer Umstellung des Messsystems, welche einen Neustart der Messdatenaufzeichnung notwendig machte, sind nur Daten für diesen Zeitraum vorhanden. Eine detaillierte Auskunft über die, von der thermischen Solaranlage erzeugten bzw. für Heizungszwecke verwendeten, Wärmemengen ist daher zu diesem Zeitpunkt nicht möglich.



**Abbildung 52: Wärmemengen – Solaranlage (orange) und Heizung (blau) im Zeitraum Juni 2011 bis November 2011 (Quelle: Messdaten GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC)**

Tabelle 4 zeigt dennoch eine Auflistung der monatlichen thermischen Erträge der Solaranlage. Dabei zeigt sich, dass in den sechs ausgewerteten Monaten ein Ertrag von rund 9.201 kWh generiert werden konnte. Dies entspricht einem durchschnittlichen monatlichen thermischen Ertrag von 1.840 kWh.

**Tabelle 4: Monatlicher thermischer Ertrag der Solaranlage im vorliegenden Zeitraum**

Monat	thermischer Ertrag in kWh
Juni	1.864
Juli	1.777
August	2.161
September	2.022
Oktober	1.377
<b>Summe</b>	<b>9.201</b>
<b>Mittelwert</b>	<b>1.840</b>

Eine Auswertung der bis jetzt angefallenen Wärmemengen zur Heizungsversorgung ist aus derzeitiger Sicht nicht sinnvoll bzw. gar nicht möglich. Aus diesem Grund wird an dieser Stelle auf eine Analyse dieser Messdaten verzichtet.

### **5.5.3 Veröffentlichung und Verbreitung**

Veröffentlichungen zum Projekt wurden bereits auf der Homepage der „AEE INTEC“ und „Haus der Zukunft“ sowie in der Fachzeitschrift „erneuerbare energie“ (7.500 Auflagen) durchgeführt.

Die Einbindung war und ist weiterhin über Know-how Transfer auf diversen Tagungen, Veranstaltungen, Exkursionen und Workshops, sowie der Internetseite der AEE INTEC und Artikeln in Fachzeitschriften vorgesehen. Außerdem wurden und werden weiterhin Projektpartnerschaften mit nationalen Zielgruppenvertreter/-innen gepflegt, die die direkte Anwendung des Know-hows in nationalen Projekten ermöglichen.

Der persönliche Kontakt zur Zielgruppe von Entscheidungsträger/-innen, Wohnbauträger, ArchitektInnen, PlanerInnen und Hausverwaltungen wurde intensiviert und verstärkt gesucht.

#### **a. Veröffentlichung von Artikeln in (inter-)nationalen Fachzeitschriften**

- Artikel in Fachzeitschrift „ee – erneuerbare energie“ (ee 4/07)  
Zimmermann M., Schwehr P. und Fischer R.: „Lösungsansätze für die bewohnte Baustelle – IEA ANNEX 50“
- Artikel in Fachzeitschrift „ee – erneuerbare energie“ (ee 1/09)  
Höfler K.: „Hochwertige thermische Sanierung mit vorgefertigten Fassadenelementen - IEA ECBCS Annex 50
- Artikel in Fachzeitschrift „ee – erneuerbare energie“ (ee 3/11)  
Zimmermann M.: „Neue Technologien für die Wohnbau-Erneuerung“
- Tagesband zum Internationalen Symposium für hochwertige energetische Sanierung von großvolumigen Gebäuden „ökosan´09“  
Zimmermann M.: „RETROFIT ADVISOR - ENTSCHEIDUNGSHILFE FÜR DIE NACHHALTIGE BAUERNEUERUNG“, 2009
- Tagesband zum Internationalen Symposium für hochwertige energetische Sanierung von großvolumigen Gebäuden „ökosan´09“  
Geier S.: „ENTWICKLUNGSSTRATEGIEN IN DER SANIERUNG DER THERMISCHEN GEBÄUDEHÜLLE“, 2009
- Tagungsband zum 4. Internationalen Anwenderforum „Energetische Sanierung von Gebäuden“  
Geier S.: „Entwicklungsstrategien in der Sanierung der thermischen Gebäudehülle“, 2010
- Tagungsband zur „International Conference on Solar Heating, Cooling and Buildings“ – “EUROSUN 2010”  
Geier S.: “Retrofitted Buildings Go Solar Active!”, 2010

## **b. Nationale Veranstaltungen, Vorträge**

- 1. Themenworkshop in Österreich wurde bereits in Graz am 01.02.08 abgehalten: Im Zuge dieses Workshops wurde das Projekt relevanten Unternehmen vorgestellt und anschließend weitere Schritte zur weiteren Zusammenarbeit besprochen. Folgende Firmen waren dabei anwesend:
  - HANS HÖLLWART - Forschungszentrum für integrales Bauwesen AG
  - Baunit Baustoffe GmbH
  - Sto Ges.m.b.H.
  - REHAU Gesellschaft m.b.H
  - Lieb Bau Weiz GmbH
- Höfler K.: „Beispiel einer hochwertigen thermischen Sanierung mit vorgefertigten Fassadenelementen – IEA ECBCS ANNEX 50“, Vortrag in Bad Staffelstein am 27.03.2009
- Höfler K.: „Integrierte hochwertige Sanierung mit vorgefertigten Fassadenelementen“; Vortrag im Zuge der Tagung „Architektonische Integration von thermischen Solaranlagen“ am 24.04.2009 in Graz
- Höfler K.: „Sanierung mit großen vorgefertigten Fassadenelementen Graz, Dieselweg“, Vortrag in Krems am 29.06.2009
- Geier S.: „Entwicklungsstrategien in der Sanierung der thermischen Gebäudehülle“, Vortrag im Zuge des „Internationalen Symposiums für hochwertige energetische Sanierung von großvolumigen Gebäuden – ökosan´09“ am 08.10.2009 in Weiz
- Geier S.: „Dieselweg Demonstration Building in Graz“; Vortrag im Zuge der Konferenz „Substantial energy saving in existing housing NOW“ am 14.10.2009 in Antwerpen
- Geier S.: „Future of solar thermal in buildings“; Vortrag im Zuge des internationalen Kongresses “Solar Summits 2009“ am 15.10.2009 in Freiburg
- Geier S.: „Entwicklungsstrategien in der Sanierung der thermischen Gebäudehülle“; Vortrag im Zuge des 4. Internationalen Anwenderforums „Energetische Sanierung von Gebäuden“ am 18.03.2010 in Neumarkt i.d.OPf
- Geier S.: „Retrofitted Buildings Go Solar Active!“, Vortrag im Zuge der “International Conference on Solar Heating, Cooling and Buildings – EUROSUN 2010” am 30.09.2010 in Graz
- Fachtagung am 19.05.2011 in Graz:
  - „Neue Wege zur Verdoppelung der Sanierungsrate in Österreich“
  - Die Veranstaltung bildete den fachlichen Rahmen zur Verbreitung der Ergebnisse und Erfahrungen laufender bzw. abgeschlossener Forschungsprojekte des „Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme“ (ECBCS) und „Solar Heating and Cooling Programme“ (SHC) der Internationalen Energieagentur (IEA) mit österreichischer Beteiligung. Die Tagung wurde von der IEA-Forschungskooperation des BMVIT gefördert.
  - Geier S.: „Der Weg zur Vorfertigung in der Sanierung“
  - Zimmermann M.: „Vorgefertigte Fassaden- und Dachelemente in der Sanierung“

## 5.6 Nationale Beiträge zu den Subtasks (AP)

Im Folgenden werden jene bisher durchgeführten Beiträge der AEE INTEC zu den Arbeitspaketen (AP) im Annex 50 kurz dargestellt, an welchen verstärkt und vertieft mitgearbeitet wurde.

### Arbeitspaket AP 1:

#### Anforderungsprofil für ganzheitliche Sanierungskonzepte im Geschosswohnbau

Nationale Arbeitsziele:

- **Zusammenfassung der SWOT-Analyse zur aktuellen Sanierungspraxis**  
**Entwicklung RETROFIT ADVISOR** (Entwicklungsstand B-Version, Nationale Adaptionen und Daten wurden erarbeitet um letztendlich ein Werkzeug für Endkunden, Wohnbauträger und Eigentümer zur Analyse des Sanierungspotentials zu erhalten.) Das Sheet wurde an 2 Praxisbeispielen unsererseits getestet.
- **Aufbau eines Netzwerks zur Diskussion und Kommunikation der österreichischen Interessen**  
Wir knüpfen Kontakte zur Industriepartner, Bauwirtschaft und Wohnbauträgern, um Erfahrungen aus dem Projekt zu kommunizieren und Inputs für die Projektarbeit zu bekommen.  
(Workshop 01. Feber 08 in Graz, Treffen mit Fa. Schüco, Treffen mit Fa. Hilti, Treffen Fa. Lüftungsfirma, Kooperation mit IWT (Termine 2x), Kooperation mit Hans Höllwart)
- **Lösungsansätze für eine ganzheitliche Sanierung von typischen Geschoßwohnbauten auf höchstem energetischen Niveau (Passivhaus- / Niedrigstenergiehausstandard) bei gleichzeitig höchster Nutzerakzeptanz während und nach der Umsetzung**  
Konzeptphase für Workflow-Diagramme von optimierten Sanierungsprozessen wurde aufgrund der ersten Erfahrungen aus der Umsetzungsbegleitung des Demoprojektes gemacht.
- **Mindestens ein Demonstrationsprojekt, das von der Planung bis zum Monitoring begleitet wird**  
Demoprojekt in Graz (GIWOG) und in Bad Schallerbach (geplant).  
Planungsbegleitung und Consulting im Bereich der Bauphysik, Haustechnik und Detailausbildung  
Teilnahme an Planungsbesprechungen, Fertigung in der Firma Holzbau Kulmer, Montage Vorort.  
Vorstellung der Monitoringergebnisse in Linz, Markartstraße, wo vergleichbare Rahmenbedingungen (vorgefertigte fassade, Haustechnikkonzept, sozialer Wohnbau etc.) vorherrschen.  
Messungen für Monitoring waren im 1. Winter kaum möglich, da die Bauarbeiten noch nicht abgeschlossen waren.  
Online-Messungen sind bei der GIWOG (Wohnbauträger) vorhanden und können jederzeit ausgelesen werden.

- **Anforderungsprofil für die Detailarbeiten in AP2 – AP4 als Resultat der Umsetzungen am Demoprojekt**

Präsentation der bisherigen Erfahrungswerte beim Annex50-Meeting (Lessonslearn aus Planung, Vorfabrikation und bauseitige Vorbereitungen für die Montage der Fassade.

Daraus abgeleitete „do's“ and „don'ts“ für die Entwicklung der Fassadenmodule.

Entwicklung eines Konzepts zur Auflistung der Anforderungsprofile für vorgefertigte Fassadenelemente – Präsentation beim Annex50-Meeting in Liege inkl. Diskussion.

- **Regelmäßiger internationaler Erfahrungsaustausch innerhalb der Annex-Meetings**

Präsentation beim Meeting von Task 37 (SHC) - mögliche gemeinsame Kooperationen und Verbreitungs- und Netzwerkaktivitäten wurden gemacht.

**Arbeitspaket AP 2, 3 u. 4:**

Integrale und multifunktionale Dachkonzepte, HKLS- und Solarsysteme, multifunktionale Fassadenkonzepte

Die nachfolgende Tabelle zeigt, in welchen Modulen sich die AEE INTEC besonders vertieft hat. Die Beschreibungen der einzelnen erarbeiteten Konzepte sind im Anhang 3 ersichtlich.

		Austria	Czech Republic	France/ Belgium	Netherlands	Portugal	Switzerland
F1 Compact façade insulation			+	+		+	+
F2 Ventilated façade insulation			+	+		+	+
F3 Fibre insulated façade cladding		+					+
F4 Prefabricated façade module		+		+	+	+	+
F5 Room extension					+		
R1 Insulated steep roof elements		+					+
R3 Attic steep roof space module			+	+			+
R8 Attic flat roof module			+			+	
R9 Attic flat roof space module				+		+	
T1 Central air system		+	+	+	+ decentral	+	+
T4 Floor heating						+	
T6 Integrated solar hot water / PV system		+	+	+	+		+
T7 Control system					+	+	+

**Abbildung 53: Mitwirkung AEE-INTEC an den optimierten Lösungen für Fassaden, Dächer mit Solarintegration, Sanierungskomponenten für die Gebäudetechnik**

Nationale Arbeitsziele:

- **Konzepte für die neuen integralen und multifunktionalen Fassaden- und Dachsysteme im Sanierungsprozess (plug-in-and-play-Konzepte)**

Konzepte für neue multifunktionale Fassaden- und Dachsysteme (Konzept aus Holz Demoprojekt unter Beratung AEE entwickelt, Präsentation und Diskussion weiterer Typen (andere Systeme andere Materialien) auf internationaler Ebene im Rahmen des Annex-Meetings, auf nationaler Ebene mit Industriepartnern (gap-solution, Schüco, STO etc.)

Vereinbarungen zu Kooperation und Erfahrungsaustausch mit Schweiz (Demo-Projekt in ähnlicher Entwicklungsphase wie in Österreich)

Kooperation mit der TU-Graz (Institut für Wärmetechnik IWT) und Forschungskompetenzzentrum Hans Höllwart in Stallhofen

- **Leitlinien zur Planung, Ausführung und Qualitätssicherung**

Leitlinien (10-steps) wurden erarbeitet und sind im Anhang 5 beigefügt.

Excel-Sheet mit Anforderungsprofil für Errichter und Planer wurden erarbeitet (siehe Anhang 6)

- **Detailausarbeitung des Fassaden- und Dachkonzepts für das Demonstrationsprojekt**

Vorliegende Detailpläne für vorgefertigte Fassaden- und Dachelemente für das Demoprojekt sind vorhanden und auszugsweise im Bericht dargestellt.

Diskussion mit Architekten, Statiker, Bauphysiker, Bauherr und Bauausführenden unter Beratungsleistung AEE-INTEC bei diversen Projekt- und Baubesprechungen

### **Arbeitspaket AP 5:**

#### **Demonstration, Monitoring und Verbreitungsaktivitäten**

Nationale Arbeitsziele:

- **Demoprojekt**

Akquirierung von zwei möglichen Demoprojekten (Graz, Dieselweg und Bad Schallerbach, OÖ)

Umsetzung der erarbeiteten Konzepte und Detaillösungen beim Demoprojekt in Graz, „Dieselweg“

- **Monitoring**

Zusammenfassung der Monitoring Ergebnisse zum Demonstrationsprojekt (Monitoring Laufzeit: mindestens 1 Jahr) nach Fertigstellung des Demoprojektes

#### **Verbreitungsaktivitäten**

siehe Kapitel 5.5.3

## **6 Detailangaben in Bezug auf die Forschungs Kooperation Internationale Energieagentur (IEA)**

### **6.1 Österreichische Zielgruppen im Projekt**

Die wesentlichen Zielgruppen des vorliegenden Projektes waren Wohnbauträger, Behörden, Architekten, Baumeister, Planer, Hausverwaltungen, etc.

### **6.2 Einbindung relevanter Stakeholder**

All diese Zielgruppen wurden in mehreren Ebenen berücksichtigt:

- Bereits in der Projektantragsphase wurde mit allen wesentlichen Zielgruppen-Vertretern das vorliegende Projekt gesprochen. Diese begrüßten das Projekt und sind an den Ergebnissen sehr interessiert. Des Weiteren wurden konkrete Kooperationsgespräche vereinbart und im Laufe des Projektes abgehalten.
- Die Problemstellungen von Betreibern bzw. Benutzern von Gebäuden (zu hohe Betriebskosten, unbehagliches Raumklima, Hygieneprobleme, Überhitzungsprobleme) wurden bei der Definition der notwendigen Projektarbeiten besonders berücksichtigt.
- In der frühen Projektphase haben Gespräche mit Wohnbauträgern und deren Kunden stattgefunden, um die Vorstellung und Wünsche der schlussendlichen Nutznießer der Projektergebnisse rechtzeitig in den Entwicklungsarbeiten zu berücksichtigen.
- In regelmäßigen Abständen wurden sogenannte Themenworkshops für österreichische Akteure veranstaltet, in welchen die Ergebnisse des Annexes vermittelt werden. Entsprechend der thematischen Ergebnisse dieses Annexes werden die jeweiligen Zielgruppen zu diesen Workshops eingeladen.
- Planungs- und Ausführungsleitlinien wurden den entsprechenden Zielgruppen (Architekten, Planer, Baumeister, etc.) zur Verfügung gestellt.
- Bei der Verbreitung der Ergebnisse aus den Projektarbeiten werden alle wesentlichen nationalen Akteure im Bereich „nachhaltiges Bauen und Sanieren“ eingebunden.

### **6.3 Relevanz und des Nutzen der Projektergebnisse**

Durch die Teilnahme am neuen Annex 50 „Prefabricated Systems for Low Energy / High Comfort Building Renewal“ konnten analog zu anderen internationalen Projekten, in denen Österreich eine Themenführerschaft besitzt, wesentliche Beiträge zur Stärkung der österreichischen Forschungs- und Entwicklungskompetenz im Bereich „Nachhaltige Technologieentwicklung“ geleistet werden:

- Durch die Partizipation im neuen Annex 50 wurde die Vernetzung österreichischer Experten im Bereich „nachhaltiges Bauen und Sanieren“ ausgebaut bzw. vertieft.
- Durch die Zusammenarbeit mit internationalen Experten und der Einbindung in ein bestehendes Netzwerk wurde der Know-how Transfer sowie Erfahrungsaustausch maximiert.
- Im Rahmen des gegenständlichen Annexes wurden völlig neue Wege im Sanierungsprozess für typische Geschößwohnbauten eingeschlagen und so entscheidende Verbesserungen im

Wissen über ganzheitliche Sanierungskonzepte – mit Hinblick auf die österreichischen Forschungsinteressen - erarbeitet.

- Unterstützung bei der Entwicklung von technologischen Neuerungen durch Integration in Demonstrationsvorhaben, Monitoring in der ersten Betriebsphase und daraus resultierender Konzeptoptimierung.
- Aufgrund der hohen Übereinstimmung mit den Zielen österreichischer Forschungsprogrammlinien („Energiesysteme der Zukunft“, „Haus der Zukunft“, Forschungsprogramme der Länder) wurde eine enorme Wirkungsgradsteigerung der nationalen Bemühungen erwartet, was zusätzlich ein entscheidendes Argument für die Partizipation Österreichs in diesem Annex darstellt.
- Stärkung von Technologiebereichen, in denen österreichische Experten internationale Führerschaften besitzen.
- Österreichische Experten haben aufgrund der verbesserten internationalen Vernetzung bei der Akquisition von EU-Projekten in diesem Themenbereich erhöhte Chancen und erzielen somit eine verstärkte Lukrierung von Forschungsmitteln aus Brüssel.

## **7 Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen**

### **7.1 Was sind die in dem Projekt gewonnenen Erkenntnisse für das Projektteam?**

Die Ausarbeitung einer Gebäude-Typologie zeigte eindeutig, dass ein großes Potential für vorgefertigte Fassadenmodule in Österreich vorliegt. Durch die Regelmäßigkeit der Fassaden in diesen Epochen scheint eine großflächige wirtschaftliche Umsetzung möglich.

Es ist durchaus möglich Gebäude der 60er und 70iger Jahre thermisch hochwertig zum Passivhaus zu sanieren. Durch den Einsatz von großflächigen vorgefertigten Fassadenmodulen ist eine thermische Sanierung mit höherer Qualität möglich. Die Schwierigkeiten und Probleme solcher innovativen Fassadensysteme wurden im Demoprojekt „Dieselweg“ sehr klar aufgezeigt und größtenteils gelöst.

Durch die Erarbeitung des Planungsleitfadens (10 steps) steht ein Tool zur Verfügung, welches eine wesentliche Hilfestellung für zukünftige hochwertige Sanierungen bildet.

Das erfolgte Monitoring bestätigt die erforderlichen Anforderungen an die Behaglichkeit.

### **7.2 Wie arbeitet das Projektteam mit den erarbeiteten Ergebnissen weiter?**

Die erarbeiteten Ergebnisse flossen beim Wohnbauträger und Hersteller der Fassaden (Fa. Kulmer und Fa. gap-solution GmbH) in weitere Planungen und Umsetzungen im In- und Ausland ein. Die Erfahrungen beim Demoprojekt waren wesentlich für die Weiterentwicklung des Moduls für weitere Sanierungen verantwortlich.

Seitens der AEE INTEC fließen die Erkenntnisse in ein weiterführendes „HausderZukunftplus“ Projekt ein. Beim Projekt „e80<sup>3</sup> – Sanierung zum Plusenergiegebäude“ wird auf die Ergebnisse des Annex50 mit teilweise gleichen Projektpartnerinnen aufgebaut.

Die Monitoringergebnisse und Befragungen bilden wichtige Hinweise für zukünftige hochwertige Sanierungen.

### **7.3 Für welche anderen Zielgruppen sind die Projektergebnisse relevant und interessant und wer kann damit wie weiterarbeiten?**

Prinzipiell sind die Ergebnisse für sämtliche Wohnbauträger und Wohnbaueigentümer interessant, da eine nachhaltige hochwertige Sanierung in der nächsten Zeit zum Standard werden sollte.

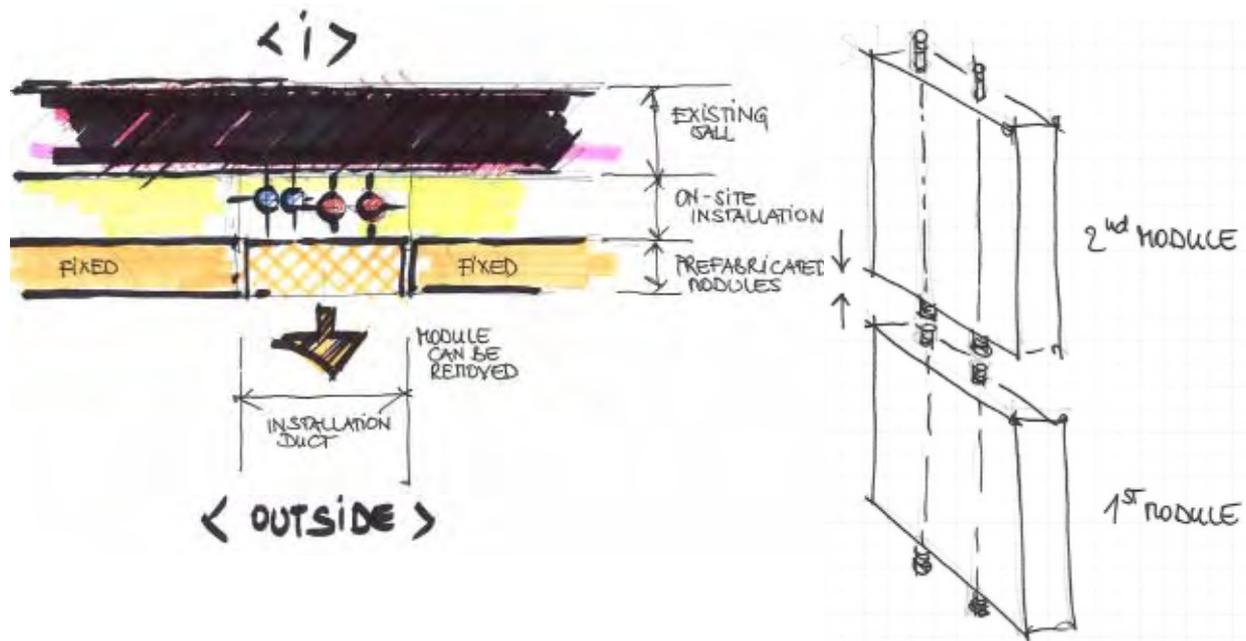
Seitens der Behörden sollen zukünftige Fördermodelle auf nachhaltige und innovative Sanierungskonzepte abgestimmt werden.

Für Architekten und Planer sollten die Ergebnisse großflächig vorgefertigter Fassadenelemente auf für weitere Einsatzgebiete, wie Sanierungen in anderen Epochen oder Neubau adaptiert werden.

## 8 Ausblick und Empfehlungen

### 8.1 Ausblick

In weiteren Forschungsvorhaben soll die Optimierung der Fassaden- und Dachmodule weiter vorangetrieben werden. Dabei soll ein besonderes Augenmerk auf die Installationsmodule, deren Fügungstechnik und nachträgliche Zugänglichkeit gelegt werden. Die Integration von so genannten „Energiefassaden“, wie PV-Module oder thermische Fassadenkollektoren in die vorgefertigten Elemente, sowie eine Optimierung der Wirtschaftlichkeit sind weitere Hauptziele.



**Abbildung 54: Mögliche zukünftige Integration von Installationsmodulen (Quelle: AEE INTEC)**

Ziel der zukünftigen energetischen Gebäudesanierung ist es daher, völlig neue Wege im Sanierungsprozess zu beschreiten und ganzheitliche integrale Konzepte für den Geschosswohnbau in Österreich zu entwickeln, sowie die Sanierungen von großvolumigen Bauten auf höchstem energetischen Niveau bei gleichzeitig hoher Nutzerakzeptanz in der Umsetzungsphase zu ermöglichen.

Somit können einerseits die Energiekosten wesentlich reduziert und andererseits die Behaglichkeit für die Nutzer weiter gesteigert werden.

## 8.2 Weiterführende (inter-)nationale Forschungsprojekte und IEA-Kooperationsprojekte

Aufbauend auf das vorliegende Projekt werden derzeit diverse Forschungsprojekte durchgeführt, die unter anderem das Ziel haben, die gewonnenen Erkenntnisse und das Know-how aus diesem Projekt weiter zu vertiefen und Weiterentwicklungen anstreben.

Diese sind u.a.:

- **e80<sup>3</sup>-Gebäude - "Sanierungskonzepte zum Plus-Energiehaus mit vorgefertigten aktiven Dach- und Fassadenelementen, integrierter Haustechnik und Netzintegration"**

Das Projekt verfolgt das Ziel der hocheffizienten Sanierung von bestehenden Gebäuden und Siedlungen im urbanen Raum. Zentraler Fokus sind Gebäude, die zwischen 1950 und 1980 errichtet wurden.

Dieses Projekt ist ein "Haus der Zukunft Plus"-Leitprojekt und besteht aus fünf Subprojekten (kurz SP):

- SP 1 – Grundlagenarbeiten
- SP 2 – Konzeptentwicklung
- SP 3 – Technologie- und Komponentenentwicklung
- SP 4 – Demoprojekt
- SP 5 – Monitoring Ergebnisse

- **School vent cool**

Das Projekt "School vent cool" entwickelt verschiedene hochwertige Sanierungsstrategien für Schulgebäude. Neue Lösungsansätze für Lüftungssysteme und die natürliche Kühlung werden untersucht, vorgefertigte Außenwand-Sanierungselemente für Schulen entwickelt.

Das Projekt wird gefördert vom BMVIT – Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie und im Rahmen der europäischen Forschungsplattform ERACOBUILD

- **IEA ECBCS ANNEX 56 - Energy & Greenhouse Gas Optimised Building Renovation**

Ausgangspunkt des IEA ECBCS Annex 56 sind die Entwicklung von Standards und Methoden zur Bewertung von Gebäudesanierungen unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Kosteneffizienz, des durch die Sanierung erzielten Mehrwertes und des Gebäudelebenszyklus.

Neben dieser theoretischen – wissenschaftlichen Arbeit soll anhand von Studien und Analysen bereits umgesetzter beispielhafter Sanierungen die Bewertungsmethodik praxisnah evaluiert werden. Diese Erkenntnisse, die Entwicklung bzw. Weiterentwicklung von Tools, das Einbeziehen und Feedback der Zielgruppen, vertiefte Case Studies und zielgruppenorientierte Publikationen sollen kräftige Impulse zur breiteren Umsetzung energie- und emissionsoptimierter Sanierungen am Markt setzen.

## 9 Verzeichnisse

### 9.1 Link zu Taskwebsite

Homepage der Internationalen Energieagentur (Conservation in Buildings and Community Systems Program):

- <http://www.ecbcs.org/annexes/annex50.htm>

Homepage des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie:

- <http://www.nachhaltigwirtschaften.at/iea/results.html/id6190>

### 9.2 Auflistung von Publikationen des Task

- Schwehr, P.; Fischer R.; Geier, S. (2011): „Retrofit Strategies Design Guide; Advanced Retrofit Strategies & 10 Steps to a Prefab Module“  
Download unter: [http://www.empa-ren.ch/A50/Annex\\_50\\_Final\\_Publications\\_for\\_Internet/DesignGuide\\_ECBCS\\_A50.pdf](http://www.empa-ren.ch/A50/Annex_50_Final_Publications_for_Internet/DesignGuide_ECBCS_A50.pdf)
- Kobler, R. L.; Binz, A.; Steinke, G.; Höfler, K.; Geier, S.; Aschauer, J.; Cousin, St.; Delouche, P.; Radelet F.; Ruot, B.; Reynier, L.; Gobin, P.; Duforestel, Th.; Senior, G.; Boulanger, X.; Silva, P.; Almeida, M. (2011): „Retrofit Module Design Guide“  
Download unter: [http://www.empa-ren.ch/A50/Annex\\_50\\_Final\\_Publications\\_for\\_Internet/ModuleDesign\\_ECBCS\\_A50.pdf](http://www.empa-ren.ch/A50/Annex_50_Final_Publications_for_Internet/ModuleDesign_ECBCS_A50.pdf)
- Miloni, R.; Grischott, N.; Zimmermann, M.; Geier, S.; Höfler, K.; Venus, D.; Boonstra, Ch. (2011): „Building Renovation Case Studies“  
Download unter: [http://www.empa-ren.ch/A50/Annex\\_50\\_Final\\_Publications\\_for\\_Internet/CaseStudies\\_ECBCS\\_A50.pdf](http://www.empa-ren.ch/A50/Annex_50_Final_Publications_for_Internet/CaseStudies_ECBCS_A50.pdf)
- Zweifel, G. (2011): „Retrofit Simulation Report“  
Download unter: [http://www.empa-ren.ch/A50/Annex\\_50\\_Final\\_Publications\\_for\\_Internet/SimulationReport\\_ECBCS\\_A50.pdf](http://www.empa-ren.ch/A50/Annex_50_Final_Publications_for_Internet/SimulationReport_ECBCS_A50.pdf)

### 9.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Renovationskonzept – links: Die Gebäudehülle wird von außen erneuert; rechts: Ersatz altes Dach (1+2), Montage Lüftungsverteilung von außen (3), Montage Fassadenelemente (4+5), Kellerdämmung (6).....	14
Abbildung 2: Ablaufschema und Vorgangsweise.....	17
Abbildung 3: Typologisches Verfahren für die Analyse von gebauter Umwelt (Quelle: HTA Luzern, CCTP, 2006) .....	18
Abbildung 4: Auszug aus dem typologischen Erfassungsbogen (Quelle: AEE INTEC).....	18
Abbildung 5: Auszug aus Typologie Subtask A (Quelle: Hochschule Luzern - Technik & Architektur).....	19
Abbildung 6: Beispiel für einen Merkmalkatalog.....	20
Abbildung 7: Ermittlung der Typologie durch Betrachtung gebauter Struktur und Nutzung.....	21
Abbildung 8: Potenzialabschätzung durch Gegenüberstellung von Gebäudestruktur und Nutzung (+++ sehr geeignet, --- sehr ungeeignet) .....	21
Abbildung 9: Auszug aus dem Anforderungskatalog für vorfabrizierte Sanierungsmodule (Quelle: Hochschule Luzern - Technik & Architektur) .....	22
Abbildung 10: Ablaufschema „Retrofit Advisor“ .....	23
Abbildung 11: Aufbau „Retrofit Advisor“ .....	23
Abbildung 12: Auszug aus dem Retrofit Advisor – Eingabemaske Bauteile (Quelle: Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research Empa) .....	24
Abbildung 13: Auszug aus dem Retrofit Advisor – „RESULTS“ (Quelle: Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research Empa).....	25
Abbildung 14: Beispiel einer Fassaden-Modulentwicklung (Quelle: Hochschule Luzern - Technik & Architektur). 26	
Abbildung 15: Beispiel einer Fassaden-Modulentwicklung in Österreich (Quelle: Fa. Gap-solution GmbH) .....	26
Abbildung 16: Beispiel einer Dach-Modulentwicklung in Österreich (Quelle: Fa. gap-solution GmbH, AEE INTEC) .....	27
Abbildung 17: Auszug aus dem „10 steps“ – Planungsleitfaden (Quelle: AEE INTEC).....	28
Abbildung 18: Lageplan der Wohnsiedlung Graz „Dieselweg“ (Quelle: gap-solution GmbH).....	31
Abbildung 19: Grundriss (links oben), Schnitt (rechts) und NO-Ansicht des Gebäudes Haus Nr. 4 vor der Sanierung (Quelle: Hohensinn Architektur) .....	32
Abbildung 20: Grundriss (links oben), Schnitt (rechts) und NO-Ansicht des Gebäudes Haus Nr.4 nach der Sanierung (Quelle: Hohensinn Architektur) .....	32
Abbildung 21: Fensteranschluss mit dezentralem Lüftungselement (Quelle: gap-solution GmbH) .....	33
Abbildung 22: Unterer Fensteranschluss (Quelle: gap-solution GmbH) .....	33
Abbildung 23: Eckdetail (Quelle: gap-solution GmbH).....	34
Abbildung 24: Modulmontage (Quelle: gap-solution GmbH) .....	34
Abbildung 25: Vorfertigung (Quelle: gap-solution GmbH und AEE INTEC).....	35
Abbildung 26: Montage Vorort(Quelle: gap-solution GmbH und AEE INTEC).....	36
Abbildung 27: Montage der Fassadenmodule – Dargestellt im Zeitraffer (Quelle: gap-solution GmbH).....	37
Abbildung 28: Behaglichkeitsdiagramm Messwohnung 1 im Zeitraum 06.10.2010 bis 10.11.2010 (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC) .....	38
Abbildung 29: Geordneter Temperaturverlauf Messwohnung 1 (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC) .....	39
Abbildung 30: Behaglichkeitsdiagramm Messwohnung 2 (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC) .....	40
Abbildung 31: Geordneter Temperaturverlauf Messwohnung 2 (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC) .....	40
Abbildung 32: Behaglichkeitsdiagramm Messwohnung 3 (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC) .....	41
Abbildung 33: Geordneter Temperaturverlauf Messwohnung 3 (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC) .....	42
Abbildung 34: Anlagenstromverbräuche der Einzelhäuser (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC) .....	43
Abbildung 35: Anlagenstrom lange Reihe pro Hausnummer (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC) .....	44
Abbildung 36: Anlagenstrom Einzelhäuser kumuliert (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC) .....	45
Abbildung 37: Anlagenstrom lange Reihe kumuliert (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC) .....	46
Abbildung 38: Anlagenstromverbrauch Einzelhäuser gesamt über ein Messjahr (Quelle: Messwerte gap-solution GmbH; Ausarbeitung AEE INTEC).....	46
Abbildung 39: Schema der haustechnischen Anlage – Haus 4 (Quelle: GIWOG).....	47
Abbildung 40: Brauchwarmwasser - Warmwassertemperaturen (blau) und Zirkulationstemperatur (orange) für den Zeitraum 01.08.2011 bis 31.08.2011 (Quelle: Messdaten GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC) .....	48

Abbildung 41: Brauchwarmwasser - Warmwassertemperaturen (blau) und Zirkulationstemperatur (orange) für den Zeitraum 01.08.2011 und 02.08.2011 (Quelle: Messdaten GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC) .....	49
Abbildung 42: Heizkreise - Außentemperatur (rot), Heizungsvorlauftemperatur Nordteil (blau) und Südteil (orange) für den Zeitraum 14.10.2011 bis 21.10.2011 (Quelle: Messdaten GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC) .....	50
Abbildung 43: Kühlung – Außentemperatur (rot), Heizungsvorlauftemperatur (orange) und Kühlfunktion ein/aus (blau) für den Zeitraum 01.08.2011 bis 15.08.2011 .....	51
Abbildung 44: Speichertemperaturen - Messpunkte Oben (blau), Mitte Oben (orange), Mitte Unten (grün) und Unten (rot) für den Zeitraum 01.10.2011 bis 15.10.2011 (Quelle: Messdaten GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC) .....	52
Abbildung 45: Solaranlage – Kollektoreintrittstemperatur (orange) und Kollektoraustrittstemperatur (blau) für den Zeitraum 16.08.2011 bis 31.08.2011 (Quelle: GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC).....	53
Abbildung 46: Solaranlage – Kollektoreintrittstemperatur (orange) und Kollektoraustrittstemperatur (blau) für den Zeitraum 01.10.2011 bis 15.10.2011 (Quelle: GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC).....	54
Abbildung 47: Solaranlage – Kollektorvorlauftemperatur prim. (orange) und Kollektorrücklauftemperatur prim. (blau) für den Zeitraum 16.08.2011 bis 31.08.2011 (Quelle: GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC).....	55
Abbildung 48: Solaranlage – Kollektorvorlauftemperatur prim. (orange) und Kollektorrücklauftemperatur prim. (blau) für den Zeitraum 01.10.2011 bis 15.10.2011 (Quelle: GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC).....	55
Abbildung 49: Regelung Solaranlage – Speichertemperatur Mitte Unten (blau) u. Oben (orange), Temperatur am Kollektor (rot) und Sekundärpumpe ein/aus (grün) für den Zeitraum 01.10.2011 bis 04.10.2011 (Quelle: Messdaten GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC) .....	56
Abbildung 50: Regelung Solaranlage – Speichertemperatur Mitte Unten (blau) u. Oben (orange), Temperatur am Kollektor (rot) und Sekundärpumpe ein/aus (grün) für den Zeitraum 11.10.2011 bis 14.10.2011 (Quelle: Messdaten GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC) .....	57
Abbildung 51: Wärmepumpe – Vorlauftemperatur Speicher (blau) und Vorlauftemperatur Heizung (orange) im Zeitraum 01.10.2011 bis 15.10.2011 (Quelle: Messdaten GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC) .....	58
Abbildung 52: Wärmemengen – Solaranlage (orange) und Heizung (blau) im Zeitraum Juni 2011 bis November 2011 (Quelle: Messdaten GIWOG; Ausarbeitung AEE INTEC).....	59
Abbildung 53: Mitwirkung AEE-INTEC an den optimierten Lösungen für Fassaden, Dächer mit Solarintegration, Sanierungskomponenten für die Gebäudetechnik.....	63
Abbildung 54: Mögliche zukünftige Integration von Installationsmodulen (Quelle: AEE INTEC) .....	68

## 9.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beteiligte Länder und Institutionen.....	12
Tabelle 2: Verwendete Energieträger vor der Sanierung (Quelle: gap-solution GmbH) .....	31
Tabelle 3: Energiekennzahlen vor der Sanierung (Quelle: gap-solution GmbH) .....	31
Tabelle 4: Monatlicher thermischer Ertrag der Solaranlage im vorliegenden Zeitraum .....	59

## 10 Anhang

Anhang 1	Subtask A: Concept definition and specification
Anhang 2	Case study building
Anhang 3	Renovation modules
Anhang 4	ANNEX 50 Retrofit Advisor – Tools und Simulationsprogramme
Anhang 5	ANNEX 50 Design Guide – 10 steps guideline
Anhang 6	Modul- und Technologieentwicklung – Model format for renovation module – Austria Module Documentation
Anhang 7	Fallbeispiele Demoprojekt Graz, Dieselweg
Anhang 8	Präsentation Demoprojekt Graz, Dieselweg
Anhang 9	Monitoringergebnisse – Auswertung der Messdaten
Anhang 10	Veröffentlichungen des Implementing Agreements