



WOHNBAUSANIERUNG AUF TIEFSTEM ENERGIEVERBRAUCH

IEA-SHC 37: ADVANCED HOUSING RENO- VATION BY SOLAR & CONSERVATION

Jahresbericht 2008

Redaktor/ teils Autor	Robert Hastings
beauftragte Institution	AEU Architektur, Energie & Umwelt GmbH
Adresse	Erikastrasse 18, CH-8304 Wallisellen
Telefon, E-Mail, Internetadresse	+41 44 883 1717, robert.hastings@aeu.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	101968 / 152968
BFE-Projektleiter	Charles Filleux
Dauer des Projekts (von – bis)	1. Mai 2006 – 31. Dez. 2009
Datum	21. November 2008

ZUSAMMENFASSUNG

Dieses IEA-Programm hat vier Ziele: (A) Strategien entwickeln, um Bauherren von zukunftsorientierten Energiesparmassnahmen zu überzeugen; (B) Beispielprojekte als Nachweis für die Machbarkeit dokumentieren; (C) bewährte Detaillösungen ausarbeiten; (D) Leitpfade für ganzheitliche (ökologische, ökonomische und gesellschaftliche) Sanierungskonzepte erstellen. Ein Team schweizerischer Firmen und Institutionen arbeitet im Rahmen der Bereiche B und C. Die Schweiz soll aber auch von den Ergebnissen der anderen Bereiche profitieren.

Die AEU GmbH leitet den Bereich B mit Experten aus neun Ländern. Die Zahl der dokumentierten exemplarischen Projekte ist von 12 auf 20 gestiegen. Die AEU betreut die Task Webseite für diesen Bereich, auf der die Broschüren zum Download zur Verfügung gestellt werden. Ergebnisse wurden als ein "Keynote" Vortrag am EUROSUN Kongress präsentiert.

Die AMENA AG erarbeitet Detaillösungen im Fassadenbereich (inkl. Fenster und Beschattung), Türschwellen, Sockel/UG sowie Dachrandübergang mit Inputs von Wissensträgern aus Industrie und Forschung. Die Arbeit in CH, DE und DK wurde an einem Workshop am Fraunhofer ISE in Freiburg koordiniert.

Das CUEPE fokussiert auf die Herausforderung, bei der Sanierung historischer Gebäude den Charakter des Objekts möglichst zu erhalten. Typologien von Objekten wurden in Kollaboration mit dem Genfer "Commission des Monuments et sites" entwickelt und erste Daten über Sanierungsprojekte zusammengestellt.

Das Architekturbüro Dransfeld plant die etappierte energetische Sanierung eines Mehrfamilienhauses in Kreuzlingen als Musterprojekt. Der Gebäudebestand wurde aufgenommen und Lösungsansätze mit Energieersparnissen von bis zu 80% sind nun in Bearbeitung.

Das Architekturbüro Kämpfen analysiert das solare Potenzial bei der Sanierung von drei kleinen Mehrfamilienhäusern aus den 30er-, 50er- und 60er-Jahren. Die Planung des ersten Projekts ist nun abgeschlossen.

Die Lucido Solar AG analysiert die bauphysikalischen, energetischen und architektonischen Potenziale von Solarfassaden für die Wohnbauerneuerung mit tiefstem Energieverbrauch. Ein 1. Entwurf des Berichts ist in Bearbeitung.

Projektziele

Bedeutung des Projekts

Immer wieder sieht man in der eigenen Nachbarschaft Wohnbauten, die nur kosmetisch saniert werden. Die Bauherrschaften setzen Ihre Erwartungen hinsichtlich Senkung des Energiebedarfs und Gewinnung von Solarenergie zu tief. Planer und Unternehmer bieten nur die altbewährten Lösungen an, ehrgeizige Energieziele sind zu riskant. Allerdings gibt es in der Schweiz und in Europa doch erfolgreiche Sanierungsprojekte mit Energieersparnissen bis zu 80%. Aus der Erfahrung solcher Projekte kann viel gelernt und Hemmnisse von Bauherrschaften abgebaut werden. Dieses BFE-Projekt, bestehend aus sechs einzelnen Projekten, soll gute Beispiele systematisch dokumentieren und bewährte Detaillösungen für die Ausführung neuer Sanierungen bereitstellen. Die Arbeit soll zum Programm IEA-SHC 37 beitragen und auch davon profitieren.

Ziele und spezifische Aufgaben für das Jahr 2008 der Projektpartner:

AEU GmbH: "IEA-SHC Task 37: Advanced Housing Renovation"

- (1.1) Internationale Leitung des Bereichs B: "*Advanced Projects Analyses*":
Zwei Sitzungen vorbereiten und leiten, Projektdokumentation der Partnerländer begutachten und Anregungen geben, die Webseite des Bereiches managen.
- (1.2) Kommunikation der Ergebnisse an die Öffentlichkeit:
An einem europäischen Kongress die vorhandenen Ergebnisse vorstellen.
- (1.3) Fünf schweizerische Projekte starten:
Bei der Aufgabendefinition mitwirken, Anregungen für die Berichtentwürfe bieten und einen gemeinsamen Jahresbericht verfassen.
- (1.4) Dokumentation von exemplarischen schweizerischen Wohnbausanierungen:
Zwei exemplarische schweizerische Objekte erfassen.

AMENA AG + Architekturbüro Kämpfen: "200plus – Gute Detaillösungen im Fassadenbereich"

- (2.1) Detaillösungen im Fassadenbereich (inkl. Fenster und Beschattung), Türschwellen, Sockel/UG und Dachrandübergang mit Inputs von Expertisen aus der Industrie erarbeiten. Zwischenergebnisse mit den anderen IEA-Partnern austauschen. Einen Teilentwurf bis Ende 2008 verfassen.

CUEPE: "Renovation of Historical and Protected Buildings"

- (3.1) Erarbeitung von Typologien historischer Gebäude.
- (3.2) Zusammenstellung einer Datenbank über exemplarische Sanierungen historischer Gebäude. Struktur für eine Datenbank erstellen und Dokumentationen von sechs beispielhaften Sanierungsprojekten sammeln.

Architekturbüro Dransfeld: "Langfristiger energetischer Sanierungsplan für bestehende Mehrfamilienhäuser"

- (4.1) Planung und Ausführung einer etappierten energetischen Sanierung eines Mehrfamilienhauses in Kreuzlingen als Musterprojekt.

Architekturbüro Kämpfen: "Solar Potential of our Built Neighbourhoods"

- (5.1) Analyse des solaren Potenzials bei der Sanierung von drei kleinen Mehrfamilienhäusern aus den 30er-, 50er- und 60er-Jahren.

Lucido Solar AG: "Solarfassade für Wohnbauerneuerung mit tiefstem Energieverbrauch"

- (6.1) Die Wirkung einer Solarfassade feststellen und mit anderen erprobten solaraktiven Konzepten sowie herkömmlichen Dämmsystemen für Wohnbausanierungen vergleichen.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Die Arbeiten und Resultate der einzelnen Projektpartner im Bezug auf diese Ziele werden auf den nachfolgenden Seiten zusammengefasst. Die Projekte wurden aus verschiedenen Gründen etwas später gestartet als ursprünglich in den Verträgen vorgesehen. Trotzdem liegen erste Teilentwürfe bei allen Projekten vor und ein termingerechter Abschluss vor Ende 2009 ist vorgesehen.

"IEA-SHC Task 37: Advanced Housing Renovation"
(BFE-Projekt Nr.: 101968 / Vertrag Nr.: 152968)

International

Die AEU GmbH leitet den Bereich B: "Analyse und Dokumentation von exemplarischen Wohnbausanierungen". Im 2008 fanden zwei Expertensitzungen in Haarlem, NL (16.-18. Apr.) und Trondheim, NO (22.-24. Sep.) statt. Bis Ende des Jahres werden 20 Internet-Broschüren [1] Wohnbausanierungen aus acht Ländern mit bis zu 90% Senkung des Energieverbrauchs vorstellen! Gleichzeitig sind die Häuser an die heutigen Erwartungen für Wohnkomfort angepasst. Interessant dabei ist einerseits die Vielfalt von Gebäudetypen, Konstruktionen und Lösungswegen. Andererseits ist es spannend zu sehen, wie Planer auf besondere Einschränkungen eingegangen sind. Gebäude unter Denkmalschutz oder Sanierungen, die im bewohnten Zustand ausgeführt wurden, stellen grosse Herausforderungen dar. Um eine Übersicht aller Projekte zu erleichtern, wurde eine detaillierte Excel-Tabelle erstellt (Ziel 1.1).

Die AEU betreut den entsprechenden Teil der passwortgeschützten Webseite. Dort stehen die Broschüren allen am Programm beteiligten Experten zur Verfügung. Die AEU gibt den Autoren Anregungen zu inhaltlichen Verbesserungsmöglichkeiten. Anschliessend wird jede einzelne Broschüre vom "Operating Agent" an das SHC Exekutive-Komitee übermittelt. Nach Genehmigung wird sie auf die öffentlich zugängliche IEA-SHC Webseite geladen [1]. Momentan gibt es dort zwölf Broschüren, drei davon aus der Schweiz. Bis Jahresende sollen die restlichen acht Broschüren an die ExCo abgegeben werden.

Eine erfreuliche weitere Aufgabe ist die auswärtige Kommunikation der Ergebnisse (Ziel 1.2). Beispiele der Öffentlichkeitsarbeit im Jahr 2008 sind:

- Ein "Keynote" Vortrag am *EUROSUN Kongress* in Lissabon, 10. Okt. 2008 [2].
- Ein eingeladener Vortrag an einer skandinavischen Veranstaltung in Trondheim NO: *The Climate Challenge Calls for Dramatic Energy Measures in Existing Housing*, 25. Sep. 2008.
- Tagungsbeirat und Teilnahme am: *2. Anwenderforum energetische Sanierung von Gebäuden*, Kloster Banz, DE, 14.-15. Feb. 2008.
- Tagungsbeirat und Teilnahme am: *18. Symposium thermische Solarenergie*, Kloster Banz, DE, 23.-25. Apr. 2008.
- Tagungsbeirat und Teilnahme an der: *12. Passivhaustagung*, Nürnberg, DE, 11.-13. Apr. 2008.
- Ein Fachartikel (zutreffend für sowohl Sanierungen als auch Neubau): "*Fenster in Niedrig-Energiebauten, Glasklares Potenzial*" wurde in drei schweizerischen Fachzeitschriften auf Deutsch und Französisch sowie im Schweizer Energiefachbuch 2008 veröffentlicht [3].

Ein wertvolles internationales Ergebnis von der Arbeit der IEA-Partner steht zur Verfügung: drei Filme zum Thema Wohnbausanierungen in Norwegen, Schweden und Deutschland [4].

National

Fünf nationale Projekte mit BFE-Unterstützung wurden begonnen. Sie sollen vom IEA-Programm profitieren und dazu beitragen (Bereiche B und C). Die Vorschritte und erste Ergebnisse sind hier anschliessend separat aufgeführt. Bei allen Projekten liegen Teile der Berichte vor (Ziel 1.3).

Zwei neue Broschüren für die IEA-SHC Webseite wurden erstellt (Ziel 1.4): das Zweifamilienhaus in Schürmatt (Fig. 1a) [5] sowie das Einfamilienhaus Zeyer in Ostermundigen (Fig. 1b) [6].



Fig. 1a: Sanierung eines Zweifamilienhauses in Stansstad, CH (Quelle: Architekt BARBOS, CH-6370 Stans)



Fig. 1b: Sanierung und Anbau des EFH Zeyer in Ostermundigen, CH (Quelle: Christian Zeyer)

"200plus - gute Detaillösungen im Fassadenbereich"
(BFE-Projekt Nr.: 101968 / Vertrag Nr.: 153311)

Bei jeder Fassadendämmung im Sanierungsbereich mit Dämmstärken von 20 cm oder mehr stellen sich immer die gleichen "Anschlussprobleme". Damit nicht jedes Mal "das Rad neu erfunden werden muss", sollen in diesem Bereich gute "Standard-Detaillösungen" mit bewährten, marktgängigen Produkten untersucht und dokumentiert werden.

Im Jahr 2008 wurden die Grundlagen erarbeitet sowie die Kontakte zu wichtigen Lösungsanbietern und Wissensträgern aus Industrie und Forschung geknüpft. Mögliche Lösungen für konkrete Problemstellen wurden aufgezeigt. Der Projektleiter hat an der Task 37 Expertensitzung in Harlem (April 08) und am darauf folgenden "spezifischen" Workshop am ISE in Freiburg (Mai 08) teilgenommen. Das brachte eine gute Auslegeordnung über den Stand des Wissens für das Projekt 200plus.

Ein Beispiel einer Detailfrage (Ziel 2.1) die auch international breit diskutiert wird, ist die Problematik des Untergeschosses (UG): "Sockeldämmung". Das gibt es zwangsläufig bei jeder Sanierung, da der Wärmedämmperimeter dort gar nicht ganz geschlossen werden kann. Deswegen bilden die Mauern immer eine Wärmebrücke. Die Frage ist: mit welchen möglichst wirtschaftlichen Massnahmen können diese Wärmebrücken auf ein erträgliches Mass reduziert und dadurch ein möglichst hoher "Mehrwert" (Energieeinsparungen, aber auch Mauerwerksschutz, Komfort, usw.) erreicht werden? Konkret: Ist es nicht besser oder zumindest gleichwertig, den Sockel bis zum Fundament zu dämmen, statt der UG-Decke? Drei Varianten sind in den untenstehenden Abbildungen (Fig. 2a – 2c) aufgezeigt.

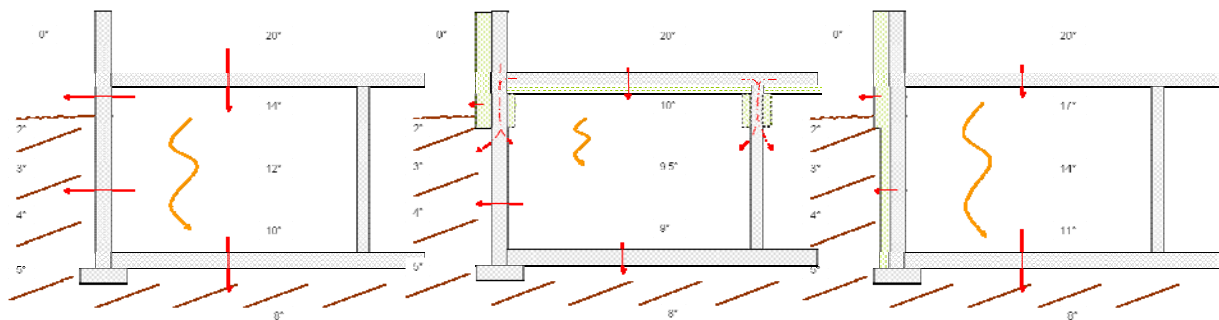


Fig. 2a: Ausgangslage komplett ungedämmt

Fig. 2b: Übliche Passivhaus- bzw. Minergie-P®-Sanierung

Fig. 2c: Sockeldämmung bis zu den Fundamentstreifen

Für alle Varianten wird die Temperatur des Erdgeschosses mit 20°C, Aussenluft 0°C und dasselbe Erdreichtemperaturprofil angenommen. Bei der Ausgangslage (Fig. 2a) ist das UG aus Beton vollständig ungedämmt und die Wärmeverluste zählen als 100%. Bei Fig. 2b bestehen 20 cm Fassadendämmung, im Sockelbereich 30 cm tief ins Erdreich und 10 cm Deckendämmung sowie eine kurze Flankendämmung. Bei Fig. 2c bestehen im Erdreich ab einer Tiefe von 30 cm zusätzlich 10 cm Sockeldämmung bis zu den Fundamentstreifen. Die Senkung des Wärmeverlustes bzw. die Komfortsteigerung im Keller sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Wirkung Kellerdämmung auf die Wärmeverluste und Komfort im Keller

	Basis 2a	Variante 2b	Variante 2c
Wärmeverlust (%):			
EG→unbeheiztes UG	100	40	40 ²
Sockel→Aussenluft	100	20	30
UG-Aussenwand→Erdreich	100	80 ¹	30
Strahlungsaustausch (%):			
UG-Decke→UG-Boden	100	20	150
Temperaturschichtung:	4K	1K	6K
Mitteltemperatur	12°C	9.5°C	14°C

¹ wegen reduzierter UG Temperatur

² dank höheren UG Temperaturen infolge ausgeprägterer Schichtung

"Renovation of Historical and Protected Buildings"
(BFE-Projekt Nr.: 101968 / Vertrag Nr.: 153313)

Eine signifikante Anzahl Gebäude in der Schweiz steht unter Heimatschutz, in Genf sogar etwa 30%. Bei der Sanierung solcher Objekte bestehen oft Konflikte zwischen den Behörden, Architekten und Umwelt- und Energieämtern. Die Folge ist oft ein unbefriedigender Kompromiss mit nur geringer Senkung des Energiebedarfs. Dieses Projekt will zur Steigerung der Erfolgsrate beitragen. In einem erste Schritt wurden in Zusammenarbeit mit der Genfer "Commission des Monuments et Sites" folgende Typologien definiert (Ziel 3.1):

Gebiet:

- Altstadt
- Repräsentative Dörfer
- Exemplarische historische Quartiere des 17. Jahrhunderts, z.B. Carouge
- Quartiere des 19. Jahrhunderts nach dem Abbau von Festungen

Kommune:

- Nachbarschaften der 1930er Jahre
z.B. Montchoisy
- Nachbarschaften der 1960er Jahre
z.B. Lignon, Cayla (Fig 3.)

Einzelbauten:

- Villa oder Wohnblöcke mit besonderer historischer Bedeutung



Fig. 3: Wohnblock Cayla (Quelle: CUEPE)

Beispiele aus diesen drei Typologien sind in zwei Unterteilungen gegliedert:

- 1: In einem Register eingetragene Objekte unter strengstem Schutz
- 2: Registrierte, geschützte Objekte mit einer tieferen Priorität

Geeignete Objekte wurden systematisch gesucht und ausgewählt. Nun sind die Einträge in einer Datenbank mit dieser Struktur im Gang (Ziel 3.2). Sechs Objekte sind in Bearbeitung:

- Rousseau: Gebäude in der Altstadt aus dem 19. Jahrhundert. Dem Problem der Verfaulung von Balkonen durch Kondensat wegen Innendämmung wird besondere Beachtung geschenkt (inkl. Messungen).
- Landecy: Sanierung eines historischen Bauernhofs aus dem 19. Jahrhundert und Umbau in 12 Wohnungen.
- Cayla (1961): Bewertung der Wirkungen von Aussen- bzw. Innendämmung auf das Erscheinungsbild der Objekte.
- Wohnbausiedlung Carl-Vogt: Sanierungsstrategien für Wohnblöcke typisch für Bauten aus den 1960er-Jahren, z.B. der Bautyp Honegger mit 175 Wohneinheiten.
- Vidolet: Wohnblock aus den 1963er-Jahren an der 13-15 rue du Vidolet
- Lignon: 2000 vorgefertigte Wohneinheiten (1961-67), mit Fernwärme versorgt.

"Langfristiger energetischer Sanierungsplan für bestehende Mehrfamilienhäuser"
(BFE-Projekt Nr.: 101969 / Vertrag Nr.: 153315)

Das Potenzial von Passivhaus-Sanierungen ist riesig, jedoch stellt die zeitliche Staffelung von Sanierungsmassnahmen eine wesentliche Hürde für Altbauten dar. Eine solche konsequente aber etappierte Sanierung mit hohem Nachahmungswert wird an einem Fallbeispiel entwickelt: Das Mehrfamilienhaus Lohstrasse in Kreuzlingen ist gut 20 Jahre alt und in einem energietechnischen Standard erstellt, der in etwa Bauten aus der Zeit vor 1975 entspricht. Das Haus ist im Besitz einer Eigentümergemeinschaft, die das vorliegende Forschungsprojekt befürwortet und interessiert ist, die gewonnenen Erkenntnisse in die Praxis umzusetzen. Dadurch wird das Projekt laufend auf Praxistauglichkeit geprüft.



Fig. 4.: Mehrfamilienhaus Lohstrasse in Kreuzlingen (Quelle: Dransfeld)

Fig. 4a zeigt einen Überblick über die Siedlung, die repräsentativ für zahlreiche ähnliche mitteleuropäische Wohnprojekte aus dem Zeitraum 1980-90 ist. Gerade dank monolithischer Bauweise (mit Blähtonziegeln) wurde sorglos mit Vor- und Rücksprüngen umgegangen.

Das Projekt befindet sich wie vorgesehen in der Initialphase, die Grundlagenbeschaffung und die Analyse des bestehenden Gebäudes (Ziel 4.1). Die Grundlagen sind in Form vorhandener Ausführungspläne, einer fotografischen Dokumentation sowie aufgezeichneter Energieverbrauchswerte erfasst worden. Fig. 4b zeigt einen typischen Geschossgrundriss und vermittelt einen guten Eindruck der zu lösenden Problemstellen (in Orange hervorgehoben) in Bezug auf die Geometrie der Gebäudehülle. Die Unterlagen erlauben wesentliche Rückschlüsse auf die Bauweise, insbesondere auf die thermischen Eigenschaften der Gebäudehülle. Erschwerend ist, dass seit der Erstellung bereits einzelne bauliche Veränderungen (z.B. Dämmung einer Fassade) erfolgt sind, die nicht umfassend dokumentiert wurden. Gut aus den Plänen ablesbar sind die kritischen Punkte der Gebäudehülle, die erwartungsgemäss nicht in der Fläche, sondern bei Verbindungspunkten verschiedener Bauteile liegen. Auskragungen und Überschneidungen der Gebäudehülle sprechen für Lösungsansätze, die nicht nur die technische Verbesserung der Bauteile, sondern auch architektonische Massnahmen wie das Einglasen von Balkonen oder das Schaffen zusätzlicher Nutzflächen umfassen. Noch ausstehend sind zusammenfassende Aussagen über den baulichen Zustand der einzelnen Teile, die die Grundlage konkreter Etappierungsvorschläge bilden sollen. Verbrauchsmessungen liegen dank seriöser Datenverwaltung der Eigentümergemeinschaft in guter Qualität vor. Mit dem Vorbehalt, dass individuelle Heizgewohnheiten der Bewohner schwer erfassbar sind, kann mit einem Sparpotenzial von 70 – 80 % gerechnet werden. Der heutige Energieverbrauch beträgt etwa 100 bis 150 kWh/m²a [7 und8].

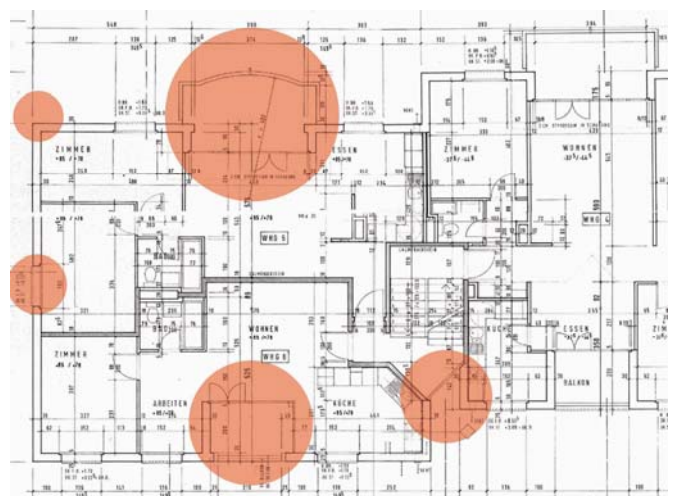


Fig. 4b: Typischer Geschossgrundriss (Quelle: Dransfeld)

"Solar Potential of our Built Neighbourhoods"
(BFE-Projekt Nr.: 101968 / Vertrag Nr.: 153316)

Anhand von drei konkreten Umbauprojekten wird das solare Potenzial im Bereich der Gebäudeerneuerung dargestellt. Es liefern Untersuchungen an drei kleineren Mehrfamilienhäusern, die typisch für ihre Entstehungszeit und ihren Siedlungstyp sind (Ziel 5.1):

- Typ 1: "Downtown": ein sechsgeschossiges Haus aus den 30er-Jahren in innerstädtischer Lage, das auf den Minergie-P®-Standard erneuert wird. Die Planung ist abgeschlossen.
- Typ 2: "Garden City": ein für die 50er-Jahre typischer Bau am grünen Stadtrand, der auch auf Minergie-P® saniert wird. Die Planung ist abgeschlossen.
- Typ 3: "Suburbia": ein schlichtes Mehrfamilienhaus in der Agglomeration aus den 60er-Jahren, das auf Minergie® saniert wird. Die Ausführung soll Ende 2008 abgeschlossen werden.



Fig. 5: Typ 3: Mehrfamilienhaus Volketswil vor der Erneuerung auf Minergie® (Kämpfen)

Die einzelnen Umbauten sind mit starker Gewichtung der energetischen und ökologischen Aspekte erfolgt. Selbstverständlich hat die Nutzung der Sonnenenergie Priorität. In einer ersten Phase wurden die Umbauvorhaben projektiert. Für den Umbau Typ 1 und 2 sind die Ausführungspläne bereits gezeichnet. Beide Projekte haben gemeinsam, dass es sich um Gesamterneuerungen im Minergie-P®-Standard handelt.

Der dritte Umbau Typ 3 „Suburbia“ ist fast fertig gestellt. Es ist alles reibungslos verlaufen. Allerdings waren bei diesem Typ die Ambitionen geringer: Minergie®-Standard mit einer gewöhnlichen Aussenrenovation des bestehenden Volumens ohne Erweiterungen. Das Projekt ist in Tabelle 2 zusammengefasst und in Fig. 5 abgebildet [9, 10, 11, 12].

Tabelle 2: Typ 3 Suburbia Volketswil

Kurzbeschreibung	Mehrfamilienhaus / 5 Wohnungen Baujahr 1938 Erlenweg 6, Volketswil Minergie®-Erneuerung
Bauherrschaften:	S. und B. Gehri (Connell), Chr. und M. Leuenberger
Projektstand:	Baubeginn Juli 2008, Bauzeit 4 Mt. (bewohnt)
Gebäudehülle:	Bestehend: Massives verputztes Mauerwerk, Kunststoffenster, Flachdach gedämmt. Erneuerung: zusätzlich verputzte Aussendämmung (14cm), Dach neu gedämmt (30cm)
Gebäudetechnik:	Bestehend: zentrale Gasheizung (Radiatoren) für Heizung und Warmwasser. Erneuerung: zentrale Gasheizung ergänzt mit Sonnenkollektoren für Warmwasser und Heizungsunterstützung. Zentrale Komfortlüftung auf Dach (Verteilung über Fassade).
Umbaukosten:	ca. CHF 0.5 Mio.

"Solarfassade für Wohnbauerneuerung mit tiefstem Energieverbrauch"
(BFE-Projekt Nr.: 101968 / Vertrag Nr.: 153310)

Das Ziel der Solarfassade ist es, durch die Absorption und Speicherung von Sonnenenergie in der Fassade eine möglichst ausgeglichene Energiebilanz über den Tag-Nachtzyklus zu erreichen. Die tagsüber von der Sonne aufgewärmte Wand wird nachts nur langsam abgekühlt und reduziert somit die Transmissionswärmeverluste. Sogar die Absorption des diffusen Lichtes bewirkt bereits eine signifikante Erhöhung der Wandtemperatur. Dadurch erreicht die Solarfassade über die Heizsaison einen sehr tiefen dynamischen U-Wert (Tabelle 3).

Tabelle 3: U-Werte nach Himmelsrichtung

	Ost	Süd	West	Nord
Verluste (W/m ² K)	0.4	-0.10	0.02	0.11

Ein wesentlicher Vorteil der Solarfassade ist ihre Schlankheit. Um einen U-Wert von 0.1 W/m²K über die Periode November bis Mitte März zu erreichen, ist die nach Süden ausgerichtete Solarfassade nur ein fünftel so dick wie eine opak hochgedämmte Wand.

Kernstück der hier untersuchten Solarpuffer-Fassade ist ein horizontal gegliederter Absorber mit einer Lamellenstruktur aus massivem Holz (Fig. 6a). Aus Kostengründen wird meistens FSC-zertifiziertes Tannenholz gewählt. Lärchenholz wäre aber aufgrund seiner Masse zu bevorzugen. Der Holzabsorber ist 40mm breit, knapp 12 cm hoch und wird aus keilgezinkten, ritt-halbriften Holzbohlen gefertigt. Die einzelnen Absorber-Elemente werden mit Nut und Kamm miteinander verbunden und an die Tragstruktur der Fassade befestigt. Der Absorber bleibt je nach Wunsch naturbelassen, ein Holzschutz ist nicht erforderlich. Das Holz wird nicht grau, weil es durch die Glasfassade geschützt ist. Lasierte und deckend eingefärbte Absorber sind ebenfalls erhältlich.

Das eingesetzte Solarglas ist ein eisenarmes gehärtetes Gussglas, das mit hohem g-Wert möglichst viel Sonnenenergie durchlässt. Die leicht strukturierte Oberfläche reduziert die Reflexion der Sonneneinstrahlung. Die Gläser können einzeln demontiert werden, weshalb qualitativ hochwertige Glashalterungen zum Einsatz kommen. Dadurch sind Unterhalt oder allfällige Reparatur jederzeit möglich.

Um die Wirksamkeit der Solarfassade festzustellen, wurde mit Messdaten ein Rechenprogramm erstellt, mit welchem die effektiven U-werte, je nach Standort und Himmelsrichtung gerechnet werden können. Mittels dynamischer Simulation der Absorberfassade wurde das instationäre Temperaturfeld bei beliebigen Randbedingungen analysiert (Ziel 6.1). Die Temperatur im Luftspalt des Absorbers entspricht der Energiebilanz zwischen dem Luftraum vor und zwischen den Absorber-Lamellen. Die Wärmeübergangskoeffizienten der Oberfläche werden in Abhängigkeit der thermischen Auftriebsgeschwindigkeit sowie der Oberflächen- und Lufttemperaturen bestimmt. Fig. 6b zeigt den Temperaturverlauf über vier Tage. Das Programm wurde von der EMPA geprüft.



Fig. 6a: Lucido-Solarfassade (Fent)

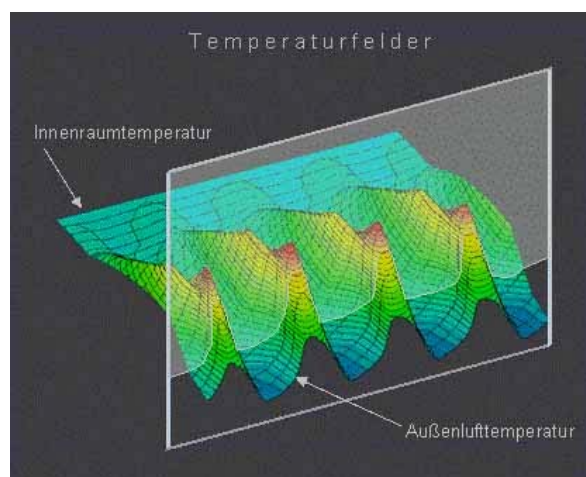


Fig. 6b: Simulierter Temperaturverlauf der Lucidofassade an vier sonnigen Wintertagen.

Nationale Zusammenarbeit

Das Projektteam besteht aus folgenden Firmen und Institutionen:

AEU GmbH

(Architektur, Energie & Umwelt)
Robert Hastings
CH-8304 Wallisellen
Tel. ++41 44 883 1717
robert.hastings@aeu.ch

AMENA AG

(angewandte mess- und energietechnik)
Andreas Gütermann
CH-8400 Winterthur
Tel:++41 52 214 14 41
amena.ag@energienetz.ch

CUEPE

(Centre universitaire des problèmes
de l'énergie)
Willi Weber
CH-1227 Carouge – Genève
Tel. ++ 41 22 379 06 45
willi.weber@cuepe.unige.ch

Architekturbüro Dransfeld

Peter Dransfeld & Christoph Hahn
CH-8272 Ermatingen
Tel. ++ 41 71 664 26 34
dransfeld@dransfeld.ch

Architekturbüro Kämpfen

Beat Kämpfen & Nadja Grischott
CH-8049 Zürich
Tel. ++ 44 44 342 40 20
beat@kaempfen.com

Lucido Solar AG

Giuseppe Fent
CH-9500 Wil
Tel. ++ 41 71 913 30 55
giuseppe.fent@fent-solar.com

Naef Energietechnik

Rene Naef
CH-8032 Zürich
Tel 01 380 36 88
naef@naef-energie.ch

Internationale Zusammenarbeit

Die Projekte sind mit folgendem internationalen Programm verknüpft:

International Energy Agency (IEA)
Solar Heating & Cooling Implementing Agreement
Task 37 "Advanced Housing Renovation with Conservation & Solar"
(Leitung: Fritjof Salvesen, KanEnergi AS, NO-0275 Oslo)



Die Schweiz beteiligt sich in zwei Bereichen:

- Bereich B: "Analyse und Dokumentation von Demonstrationsprojekten"
(Leitung: im Auftrag vom BFE: R. Hastings, AEU GmbH, CH-8304 Wallisellen)
Dieser Bereich ist nachweisbar der produktivste des ganzen Programms, mit Beiträgen aus AT, BE, CA, CH, DK, IT, NL, NO, SE.
- Bereich C: "Analyse und Entwicklung von Konzepten"
(Leitung: Sebastian Herkel, Fraunhofer-ISE, DE-79110 Freiburg)
Die Anzahl Beteiligter ist hier kleiner als beim Bereich B, dafür kommen die Experten aus renommierten Institutionen wie: das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Institut für Bauphysik und Passivhaus (DE); TU-Graz und Arsenal Research (AT), ECN Energy Research Centre (NL); und SINTEFF (NO).

Bewertung 2008 und Ausblick 2009

Bewertung 2008

AEU GmbH: Auf internationaler Ebene lief das Programm planmässig. Die gegen Ende des Jahres gewachsene Anzahl dokumentierter exemplarischer Projekte ist erfreulich. Auf nationaler Ebene wurde die Arbeit bei den meisten schweizerischen Projekten erst im späten Frühling begonnen. Alle Beteiligten sehen allerdings kein Problem, um die Arbeit rechtzeitig abzuschliessen und ihre Resultate den IEA-Partnern planmässig zur Verfügung zu stellen.

AMENA AG: Das Projekt hat gut begonnen. Die Verknüpfungen mit sowohl den Industriepartnern als auch den Experten in Subtask C liefern wertvollen Input für die Arbeit. Die Sondersitzung in Freiburg i.B. für den Bereich C war wertvoll.

CUEPE: Die Vorbereitungsarbeit hat sich sehr bewährt, um nun die sechs ausgewählten Projekte systematisch zu bearbeiten. Die Auswahl von Objekten zeigt die Vielfalt von Herausforderungen bei der Sanierung von historischen Wohnbauten und Quartieren.

Dransfeld: Trotz guter Verfügbarkeit von Plänen und Daten war es schwierig, ein abschliessendes Bild der Überbauung und ihrer 34 Wohnungen zu gewinnen. Die energierelevanten Faktoren sind jedoch ablesbar und dadurch konnte mit der detaillierten Bestandesanalyse und der Erarbeitung von Lösungsansätzen begonnen werden. Wesentliche Faktoren in der Initialphase waren auch der Kontakt zur Eigentümergemeinschaft und die Kommunikation der Ziele und etappierten Sanierungskonzepte.

Kämpfen: Bei den beiden Projekten Typ 1 "Downtown" und Typ 2 "Garden City" gab es Probleme mit der Baubewilligung wegen Nachbareinsprachen und der Denkmalpflege. Es mussten verschiedene Anpassungen am Projekt vorgenommen werden. Die ursprünglich idealen Solarprojekte haben sich so unter dem Druck von Sachzwängen bereits verändert. Auch dies wird im Schlussbericht dokumentiert. Die beiden Baubewilligungen stehen noch aus, sollten aber bis Januar 2009 vorliegen. Bei den Projekten Typ 3: "Suburbia" lief alles bestens und die Sanierung soll bis Ende Jahr abgeschlossen sein.

Lucido Solar AG: Das Rechenprogramm hat sich sehr bewährt, um die Leistung der Solarfassade unter verschiedenen Randbedingungen, wie Himmelsrichtung und Klima sowie auch die Wirksamkeit kleiner Konstruktionsänderungen auf die Energiebilanz abzuschätzen.

Ausblick 2009

AEU GmbH: In Frühling sollen alle vorgesehenen Arbeiten von den Schweizer Partnern an die IEA-Kollegen übermittelt werden, teilweise persönlich an einer Experten-Sitzung. Bis Ende Herbst sollen vollständige Entwürfe aller schweizerischen Projekte vorliegen. Die AEU GmbH wird den Projektleitern Feedback und Anregungen anbieten. Bis Ende des Jahres werden alle Projekte abgeschlossen. Auf internationaler Ebene soll eine Broschüre verfasst werden, mit einer Übersicht aller dokumentierten Wohnbausanierungen, ihren Besonderheiten und den gewonnenen Erkenntnissen. Sie wird auf der IEA-SHC Webseite veröffentlicht. Ergebnisse werden auch an einer internationalen Tagung vorgestellt. Die letzten zwei Expertensitzungen finden in der Woche 18.-22. Mai in Kanada und in der Woche 12.-16. Oktober in Antwerpen BE statt. Eine Abschluss-Präsentation über den Bereich für das Exekutiv-Komitee wird angeboten.

AMENA AG: Der Hauptbericht "200plus - gute Detaillösungen im Fassadenbereich" wird auf Deutsch fertig gestellt und für den Bereich C werden Textblöcke auf Englisch bereitgestellt. Die Anwendbarkeit der Detaillösungen wird probeweise an einem Sanierungsprojekt im Frühjahr 2009 getestet.

CUEPE: Die Erreichbarkeit des Minergie[®]-, sogar Minergie-P[®]-Standards bei Sanierungen anhand der ausgewählten historischen Projekte wird ausgewertet. Die Ergebnisse werden in einem Schlussbericht auf Englisch und Französisch verfasst.

Dransfeld: Ein Bericht über die konsequente, etappierte Sanierung eines Mehrfamilienhauses aus den 1970er-Jahren mit Nachahmungswert soll fertig gestellt werden. Bestandteile des Berichts werden auch der Umgang mit einer Eigentümergemeinschaft und die Praxistauglichkeit von Sanierungskonzepten unter diesen Umständen sein.

Kämpfen: Die beiden Umbauten Typ 1 und 2 werden voraussichtlich von Februar bis August 2009 ausgeführt werden können. Darüber hinaus wird die direkte Umgebung der Projekte analysiert, um herauszufinden, ob die ausgeführten Bauerneuerungen multiplizierbar sind und um abzuleiten, wie hoch das solare Potenzial von verschiedenen Siedlungsstrukturen ist.

Lucido Solar: Ein Schlussbericht soll quantitative Zahlen liefern, wie wirksam eine Solarfassade gegenüber einer herkömmlichen hochwärmedämmten Fassade ist. Die Sensitivität der Energieersparnisse bei verschiedenen Randbedingungen sollen festgestellt und detaillierte Hinweise für die Ausführung erarbeitet werden. Im Bericht werden auch die ökologischen und ökonomischen Konsequenzen angesprochen. Ausgewählte Teile des Berichts werden in englischer Sprache an den Leiter des Bereichs C für den internationalen Schlussbericht bereitgestellt. Der Hauptbericht wird auf Deutsch erscheinen.

Danksagung: Daniela Enz für die sorgfältige sprachliche Korrektur.

Referenzen

- [1] IEA-SHC Task 37 Experten: Broschüren über exemplarische Wohnbausanierungen:
<http://www.iea-shc.org/publications/task.aspx?Task=37>
- [2] Hastings, R.: "**Advanced Solar Housing Renovations**", **EUROSUN 2008**, ISES – Europe, Lisbon PT, 7. – 10. Okt. 2008.
- [3] Hastings, R.: "**Fenster in Niedrig-Energiebauten - Glasklares Potenzial**"
 - Haustech – Magazin für Bauherrn, Planer und Installateure, Apr. 2008.
 - Wohnen – Das Magazin für genossenschaftlichen Wohnungsbau, Schweizerischer Verband für Wohnungswesen, Juni 2008.
 - Habitation, Schweizerischer Verband für Wohnungswesen, März 2008.
 - Schweizer Energiefachbuch: Das Kompendium der Baubranche, KünzlerBachmann Medien AG, 2008.
- [4] Lavenergiboliger: Drei Filme auf Deutsch und Englisch www.lavenergiboliger.tv
 - "**Low-rise flats, Nuremberg**" (17 minutes)
 - "**Housing Cooperatives for Passive Housing**", Sweden (16 minutes)
 - "**Municipal Assistance**", Norway (12 minutes).
- [5] Hastings, R.: "**Zweifamilienhaus in Schürmatt, Stansstad CH**", (Architekt: BARBOS, CH-6370 Stans), Dez. 2008.
- [6] Hastings, R.: "**EFH Zeyer in Ostermundigen CH**", (Architekt: Rolf Wenger, CH-3072 Ostermundigen), Dez. 2008.
- [7] Dransfeld, P.: "**Sanieren mit Holz nach Minergie P: Chancen und Grenzen am Praxisbeispiel**", Vortrag, (Dransfeld Architekten), Fachtagung: Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Holzforschung, 28.Okt. 2008.
- [8] Dransfeld, P.: "**Sanieren auf Passivhaus-Niveau: Chancen und Grenzen am Beispiel eines Bürogebäudes**", Vortrag Florian Brune (Dransfeld Architekten), Status-Seminar, EMPA Zürich, 12.Sep. 2008
- [9] Kämpfen, B.: "**kämpfen für nachhaltige Umbauten**", Referat am Novatlantis Bauforum 2008 vom Sanierungsobjekt zum "**Niedrigenergiehaus: Wunsch oder Realität?**" an der ETH, 2.Juli 2008.
- [10] Kämpfen, B.: "**kämpfen für nachhaltige Umbauten**", Referat am Tag der Technik 2008 an der Empa Akademie, 4.Nov. 2008.
- [11] Kämpfen, B.: "**Sanierungen Richtung Minergie-P**", Referat am Minergie-P Planungsseminar 2008 von Focus Events, Biel 4.Sep.08 und 11.Sep. 2008.
- [12] Kämpfen, B.: Verwendung aller drei Projekte im Unterricht im **Minergie-Modul des EN-Bau** an der FHNW, Muttenz, 26. März 2008.