



# METHODIK ZUR INTEGRATION VON SOLAREN STRATEGIEN IN DER ARCHITEKTUR

## Jahresbericht 2010

Autor und Koautoren	Doris Ehrbar, Sven Moosberger
beauftragte Institution	Hochschule Luzern, Technik & Architektur, CCTP und ZIG
Adresse	Technikumstrasse 21, 6048 Horw
Telefon, E-mail, Internetadresse	041 349 34 62, doris.ehrbar@hslu.ch, www.hslu.ch 041 349 32 77, sven.moosberger@hslu.ch, www.hslu.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	103216 / 154241
BFE-Projektleiter	Charles Filleux
Dauer des Projekts (von – bis)	15. Juli 2009 – 31. März 2011
Datum	15.12.2010

### ZUSAMMENFASSUNG

"Solare Bauten" sind in ihrer organisatorischen, strukturellen und formalen Sprache als Ausdruck eines Energiekonzeptes zu verstehen. Diese Klimarhetorik führt in ihrer konsequenten Anwendung zu neuen Typologien von klimagerechten Bauten und erfordert neue integrative und ganzheitliche Entwurfsstrategien. Je früher solare Strategien in den Entwurf einfließen, desto höher ist das Potential und desto kostengünstiger deren Umsetzung (Papamichael, 2000). Dieses Projekt untersucht anhand von zwei Fallstudien das Potential von aktiv- und passiv-solaren Strategien für die Sanierung von Siedlungen und den Ersatzneubau im urbanen Kontext. Die erarbeiteten Strategien werden anhand von verschiedenen heute bereits verfügbaren Simulationstools beurteilt. Parallel dazu werden die gängigen Prozesse im frühen Entwurfsstadium und die zur Verfügung stehenden Hilfsmittel analysiert und beurteilt.

Die wichtigsten Resultate innerhalb des laufend Jahres waren:

1. Erarbeitung, Auswahl und Simulation von solaren Strategien für die beiden Fallstudien unter Berücksichtigung der architektonischen Integration, Konformität mit anderen Nachhaltigkeitsstrategien, den Gegebenheiten vor Ort und dem Baugesetz.
2. Übersicht, Analyse und mögliche Anpassungen der gängigen Prozesse vom Entwurf bis zur Umsetzung eines Gebäudes.
3. Bewertung der Simulationstools (Lesosai, Design Performance Viewer (DPV), EDG II, bSol, IDA-ICE und Polysun) unter Berücksichtigung von Potential und Strategien zur Weiterentwicklung.
4. Erarbeitung eines Anforderungskatalogs für vereinheitlichte Datenbanken, sowie Ausarbeitung von Strategien für deren Weiterentwicklung und der Sicherung der Finanzierung für Weiterentwicklung und Unterhalt.
5. Durchführung eines Workshops mit Forschungs- und Wirtschaftspartnern des Projekts.

## Projektziele

Gegenseitiges Verständnis, hohe Planungseffizienz sowie ganzheitliche, integrale Entwurfsstrategien sind wesentliche Voraussetzungen für die erfolgreiche Realisierung solarer Bauten. Dieses Forschungsprojekt bietet eine Plattform zur interdisziplinären Betrachtungsweise und zum Austausch unter den am solaren Bauen Beteiligten. Im Fokus dieser Zusammenarbeit stehen die Planenden, sowie grundlegende Prozesse und Hilfsmittel zur Umsetzung von solaren Strategien in der Architektur. Planende sollen durch den Einsatz von einfachen Tools im frühen Entwurfsstadium rasche Rückmeldungen über ihre Strategien im Bezug auf Energieeffizienz, Tageslichtnutzung und Betriebskosten, ein besseres Verständnis vom Einfluss ihres Designs auf die technische Funktionalität ihres Gebäudes und ein Instrument zur Zielvereinbarung mit den Bauherren erhalten.

Durch die Auseinandersetzung mit dem Potential von aktiv- und passiv-solaren Strategien, der Beurteilung ihrer Wirksamkeit und der Untersuchung der dahinterliegenden Prozesse und Hilfsmittel werden wichtige Erkenntnisse zur besseren Umsetzung von solaren Strategien in der Architektur erwartet.

Ziel des laufenden Jahres war die Bearbeitung und der Abschluss von Workpackage 2, 3, 4 und 5 mit folgenden Inhalten:

- Erarbeitung, Auswahl und Simulation von solaren Strategien für die Sanierung der Siedlung Elfenau unter Einbezug der Forschungsresultate des CC Material, Struktur und Energie, sowie Ausarbeitung von Projektvarianten für das Bürogebäude in Zürich. Überprüfung der Sanierungs- und Neubaustategien im Bezug auf architektonische Integration, Konformität mit anderen Nachhaltigkeitsstrategien, den Gegebenheiten vor Ort und dem Baugesetz. Auswertung und Vergleich der Resultate der Sanierungs- und Neubaustategien, sowie Verfeinerung und Simulation der Strategien.
- Übersicht über gängige Prozesse vom Entwurf bis zur Umsetzung eines Gebäudes. Analyse der bei der Simulation der Siedlung Elfenau durchgeführten Prozesse / Prozessschritte. Vorschläge für die Anpassung von Prozessen und Prozessschritten in allen Phasen, vom Entwurf bis zur Umsetzung eines Gebäudes.
- Bewertung der Simulationstools (Lesosai, Design Performance Viewer (DPV), EDG II, bSol, IDA-ICE und Polysun) unter Berücksichtigung des Potentials zur Weiterentwicklung. Ausarbeitung von Strategien für die Weiterentwicklung von ausgewählten Tools.
- Erarbeitung eines Anforderungskatalogs für vereinheitlichte Datenbanken und die Weiterentwicklung der Simulationstools hinsichtlich der Bedürfnisse von Architekten im frühen Entwurfsstadium. Strategien für die Weiterentwicklung und Überarbeitung von vorhandenen Datenbanken, sowie den automatisierten Zugriff verschiedener Tools auf vereinheitlichte Datenbanken. Sicherung der Finanzierung von Weiterentwicklung und Unterhalt der Datenbanken.

## Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

### Solare Strategien

#### Siedlung Elfenau Luzern

Für die Siedlung Elfenau in Luzern wurde ein Raster mit einer breiten Palette an Sanierungsstrategien ausgearbeitet. Die verschiedenen räumlichen, passiv-solaren und aktiv-solaren Strategien wurden anhand von vier verschiedenen Gebäudestandards (Bestand, SIA 380/1 Sanierung, SIA 380/1 Neubau und Ersatzneubau nach Minergie-P<sup>1</sup>) untersucht. Die Sanierungsstrategien wurden gemäss den Gegebenheiten vor Ort und dem Baugesetz entwickelt und im Bezug auf die architektonische Integration überprüft und aufgrund von ersten Simulationsresultaten weiter verfeinert.

Die Untersuchung eines Mehrfamilienhauses der Siedlung Elfenau hat gezeigt, dass bei der Sanierung von Wohngebäuden die Gebäudehüllzahl, der Dämmstandard der Gebäudehülle, die Form und Grösse der Öffnungen, sowie die Art und Steuerung der Beschattung ein grosses Potential für Heizenergie Einsparungen bieten. Hinzu kommt das Potential für die Nutzung von aktiv- und passiv-solaren Strategien, wie auch das Verhalten der Nutzenden. Überrascht hat, dass die Orientierung des Gebäudes<sup>2</sup> gemäss Simulationsresultaten kein relevantes Potential für energetische Einsparungen

<sup>1</sup> Die zusätzliche Untersuchung des Ersatzneubaus wurde im Rahmen der Master Thesis von Andreas Held durchgeführt.

<sup>2</sup> Mit dieser für die Sanierung nicht möglichen Strategie sollte untersucht werden, ob die bestehenden Gebäude mit anderer Orientierung weniger Heizenergie benötigen würden oder ob passiv-solare Gebäude / Siedlungen zwingend nach Süden orientiert sein müssten.

bietet und dass sich die Vergrösserung der Fenster negativ auswirkt. Diese Tendenzen wurden auch in den Forschungsresultaten des CC Material, Struktur und Energie [1] und Hastings [2] beschrieben. Generell wurde festgestellt, dass bei steigendem Dämmstandard der Einfluss der oben genannten Faktoren auf das Spektrum für Energiegewinne / -verlust sinkt. Gleichzeitig wird das Risiko, dass die Gebäude während den Sommermonaten überhitzen, grösser. D.h. je nach angestrebtem Dämmstandard sind verschiedene Sanierungsstrategien zu wählen.

Bei der Sanierung sind Strategiekonflikte unumgänglich: Grosse Fensterflächen, Vordächer oder vorspringende Balkone sind wichtige Elemente im Bezug auf Nutzung und Verschattung, gleichzeitig verringern sie aber eine optimale, aktiv-solare Nutzung der Fassade. Auch passiv-solare Strategien können nur dann erfolgreich umgesetzt werden, wenn die Nutzenden dies zulassen / unterstützen. D.h. passiv-solare Gewinne durch die Fenster sind nur dann realisierbar, wenn die Storen während den einträchtigen Sonnenstunden nicht geschlossen sind.

Simulationen in der frühen Planungsphase dienen der Optimierung des Gebäudes im Bezug auf den Energiehaushalt und unterstützen die Planenden bei der Auswahl von effektiven Strategien.

#### Mühlebachstrasse Zürich

Beim Wohn- und Geschäftshaus an der Mühlebachstrasse in Zürich konzentrierte sich die Simulation auf verschiedene spezifische Fragen, die während der Ausführungsplanung zu beantworten sind.

Eine der Fragestellungen untersuchte, ob und wie stark sich die Räume im Hochsommer überhitzen, wenn das Gebäude über keine aktive Kühlung verfügt. Untersucht wurde der Einfluss des Bodenbelags (Teppich vs. Parkett vs. Naturstein), des Deckenaufbaus (reine Holzbalkendecke, vs. Holz-Beton-Verbund vs. reine Betondecke), sowie mögliche passive Kühlmaßnahmen (Erdregister, Abluftbefeuertung, maschinelle Nachtlüftung) und der Einfluss von defekten Regelungen oder „ungeschicktem“ Benutzerverhalten.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine Überhitzung von gut gedämmten Holzbauten grundsätzlich vermeidbar ist. Die dafür verwendeten passiven Kühlungsstrategien müssen aber korrekt dimensioniert und auf das Gebäude, sowie aufeinander (im Fall einer Kombination mehrerer Strategien) abgestimmt sein. Für das Wohn- und Geschäftshaus an der Mühlebachstrasse zeigte sich beispielsweise, dass eine Abluftbefeuertung nur dann einen Nutzen bringt, wenn keine Vorkühlung der Zuluft über das Erdreich stattfindet. Eine maschinelle Nachtlüftung bringt demgegenüber auch mit Erdregister weiteren Zusatznutzen.

Simulationen in dieser Planungsphase dienen der Planungssicherheit und unterstützen die Beteiligten bei der Entscheidung zwischen möglichen Optionen. Die Resultate können aber auch stark von in früheren Planungsphasen gefällten Entscheiden abhängig sein. Deshalb werden diese Untersuchungen mit Vorteil so früh wie möglich gemacht.

#### Fazit

Für die verschiedenen Planungsstände müssen ganz andere Fragestellungen beantwortet werden. D.h. auch die verwendeten Tools müssen andere Fragestellungen und Arbeitsweisen zulassen. Da die Fragen und Antworten aus den verschiedenen Planungsphasen stark voneinander abhängen können, ist es von Vorteil, im Planungsprozess auch iterativ vor- und zurückschreiten zu können. Dabei muss der Detaillierungsgrad der Berechnungen dem Kenntnisstand der Randbedingungen angepasst werden können. Gleichzeitig muss das verwendete Berechnungsmodell (z.B. statisch oder dynamisch) der Fragestellung genügen. Denn, bereits in der frühesten Planungsphase kann es notwendig sein, dynamische Effekte mit dynamischen Berechnungsmethoden zu untersuchen. Beispielsweise hat die Materialwahl eine Auswirkung auf die thermische Trägheit von Bauteilen, der Bauteilaufbau hat Einfluss auf die Aktivierbarkeit der Massen, und die Systemwahl entscheidet darüber wie gut eine solche Aktivierbarkeit auch genutzt werden kann.

### Prozesse und Hilfsmittel

#### Prozesse

Die steigenden Anforderungen an die Planung von nachhaltigen Gebäuden verlangen nach veränderten Planungsprozessen. Dabei nimmt das frühe Entwurfsstadium einen besonders wichtigen Stellenwert ein: In dieser Phase werden Entscheide gefällt, die die Nachhaltigkeit eines Gebäudes wesentlich beeinflussen. Für den Prozess heißt dies, dass eine frühere und engere Zusammenarbeit mit Spezialisten stattfinden muss (integrierter Planungsprozess) und/oder Architekten die Möglichkeit erhalten

sollen, erste grobe energetische Abschätzungen ihrer Gebäude bereits in der frühen Planungsphase zu machen. Wichtigkeit haben dabei ein vereinfachter Datenaustausch (z.B. durch BIM) und die Verfügbarkeit von einfach anwendbaren Simulationsprogrammen zur groben energetischen Optimierung eines Projekts.

Als Grundlage für die Untersuchung der Prozesse wurde der Entwurfsprozess gemäss SIA Planungsphasen unterteilt und mit Arbeitsweise und Outputs versehen. Dieses Raster wurde mit den Resultaten der Simulation der Siedlung Elfenau verglichen. Dabei wurde festgestellt, dass die für den Energiehaushalt eines Gebäudes massgeblichen Faktoren (Gebäudehüllzahl, Dämmstandard, Ausrichtung, Art und Grösse der Öffnungen, Flächen für aktiv-solare Energiegewinne) in einem Stadium entschieden werden, wenn lediglich grobe Skizzen des Gebäudes bestehen. D.h. die Kenndaten dieses Gebäudes müssten für erste energetische Abschätzungen zusammengestellt und bei jeder Projektänderung neu berechnet werden. Werden die ersten Skizzen auf einem CAAD mit intelligentem Gebäudemodell (BIM) gezeichnet, wird die hinterlegte Datenbank automatisch angepasst. Dies ermöglicht es Planern und Architekten, energetische Vordimensionierungen von verschiedenen Entwurfslösungen rasch und einfach zu erstellen und zu vergleichen. Diese Gebäudespezifikationen können später verfeinert, wie auch den Fachplanern für eine vertiefte Bearbeitung weitergegeben werden.

Aufgrund der Möglichkeit, die räumlichen Daten des Projekts mit spezifischen Daten (z.B. Materialkennwerte, CO<sub>2</sub>, Kosten) zu hinterlegen und abzufragen, wird sich das BIM im Arbeitsumfeld der Planer und Architekten stark verbreiten. Dies wird die Planungsabläufe und damit auch die Energie- und Wirtschaftlichkeitsaspekte sowie die Qualitätssicherung entscheidend beeinflussen.

#### Hilfsmittel

Die Simulation der Fallstudie Elfenau hat gezeigt, dass im frühen Entwurfsstadium vor allem die Optimierung der Grobstruktur (z.B. Gebäudehüllzahl, Dämmstandard, Ausrichtung, Art und Grösse der Öffnungen, Flächen für aktiv-solare Energiegewinne) wichtig ist. Programme, die in die Arbeitsumgebung des Architekten eingebunden sind und mit dem BIM arbeiten (wie z.B. der DPV), können in der frühen Planungsphase durch das Zugreifen auf die hinterlegte Datenbank (Geometrische Daten, Materialkennwerte, Kosten, etc.) wichtige Synergien nutzen. Mit fortschreitendem Planungsstand ändern sich die Fragestellungen, was den Einsatz von unterschiedlichen Simulationsprogrammen, wie auch den Einsatz von Fachplanern sinnvoll macht.

Im Forschungsprojekt wurden die sechs teilweise in der Schweiz entwickelten Simulationsprogramme (DPV, EDGII, Lesosai, bSol, Polysun und IDA-ICE) auf drei für den Einsatz im Architekturbüro relevante Aspekte untersucht. Diese sind:

1. Eignung für die einzelnen Planungsphasen (SIA Planungsphasen)
2. Performance / Simulation des Programms (definierte Parameter Liste)
3. Art des Programms und der Dateneingabe

Der Datenimport, die Art der Fragestellungen, wie auch die Möglichkeit, rasch und einfach verschiedene Entwürfe miteinander vergleichen zu können, haben sich als wichtige Faktoren für die Eignung eines Simulationstools als Entwurfswerkzeug für das frühe Entwurfsstadium herausgestellt. Bei Programmen, die direkt oder als Plug-in mit der CAAD-Umgebung verlinkt sind, wie z.B. beim Design Perfomance Viewer (DPV), können die Planenden das Verhalten des geplanten Gebäudes direkt über die vertraute Arbeitsumgebung überprüfen und verschiedene Ansätze ohne grossen Aufwand miteinander vergleichen.

#### Datenbanken

In der Schweiz existieren zahlreiche Datenbanken<sup>3</sup>, die sich für die Implementierung in Simulations-tools eignen könnten. Momentan werden all diese Daten unterschiedlich verwaltet und auch mehr oder weniger schwer zugänglich gemacht. Dementsprechend schwierig gestaltet sich die Einbettung und die stetige Aktualisierung dieser Daten für den Gebrauch innerhalb der verschiedenen Tools. Ein automatisierter Zugriff auf aktuelle und neutrale Daten könnte dies entscheidend erleichtern. Nach unserer Einschätzung müsste dies eine neutrale Stelle (z.B. BFE, SIA, energie-cluster, ...) in Angriff nehmen. Die Initiierung der Nutzbarmachung würde sich im Rahmen dieses Projekts zu aufwändig gestalten.

<sup>3</sup> Bauteilkatalog ([www.bauteilkatalog.ch](http://www.bauteilkatalog.ch)) und SIA Baustoffkennwerte (<http://www.sia.ch/d/download.cfm>) für Baumaterialien, GLAD für Gläser, öffentliche Testresultate zertifizierter Prüfstellen für Komponenten wie das Wärmepumpen-Testzentrum in Buchs ([www.wpz.ch](http://www.wpz.ch)), Prüfstelle für Solarkollektoren und Solarsysteme in Rapperswil ([www.solarenergy.ch](http://www.solarenergy.ch)), das Testzentrum für PV-Module in Lugano (<http://www.isaac.supsi.ch/>) oder die Prüfstelle Gebäudetechnik in Luzern ([www.hslu.ch/zig](http://www.hslu.ch/zig)).

## **Nationale Zusammenarbeit**

Das Projekt wird national erarbeitet. Es entsteht unter der Schirmherrschaft des nationalen Kompetenznetzwerk brenet sowie in Zusammenarbeit mit verschiedenen Forschungs- und Wirtschaftspartnern. Der Kontakt mit den Forschungs- und Wirtschaftspartnern erfolgt auf bilateralen Besprechungen, wie auch anhand von Workshops zu bestimmten Themen des Forschungsprojekts. Im 2010 hat der 3. Workshop zum Thema 'Stand der Arbeiten / weiteres Vorgehen' stattgefunden. Das Netzwerk mit den Wirtschaftspartnern zeigt sich auch im Bezug auf andere Projekte als sehr wertvoll.

## **Internationale Zusammenarbeit**

Durch die Teilnahme am IEA SHC Task 41 "Solar Energy and Architecture" (Projektnummer 103423, Vertragsnummer 154519) fließen die Ergebnisse dieses Projekts in das internationale Projekt ein. Gleichzeitig profitiert dieses Projekt von den Erfahrungen der internationalen Experten in ihren eigenen Ländern und Projekten.

Am IEA SHC Task 41 in Graz Ende September 2010 wurden erste Resultate dieses Projektes präsentiert. Mit Vertretern aus Dänemark und Österreich haben vertiefte Gespräche im Bezug auf das Projekt stattgefunden.

## **Bewertung 2009 und Ausblick 2010**

### **Bewertung 2010**

Die ersten Resultate dieses Projekts wurden mit einer Präsentation [3] und einem Poster [4] am Status-Seminar 2010 in Zürich vorgestellt. Im Weiteren konnten sie in einem Artikel des Tec21 Sonderhefts über Velux [5] publiziert werden. Parallel dazu wurde eine Masterarbeit im Bereich ClimaDesign abgeschlossen [6].

Aufgrund des grossen Aufwands für die Simulationen mit dem IDA-ICE wurde im 2010 wurde mehr Zeit für die Bewertung der beiden Fallstudien aufgewendet als geplant. Dennoch ist diese Datenbasis essentiell für Aussagen im Bezug auf das Verhalten der Gebäude wie auch für die Bewertung der Resultate der anderen Simulationsprogramme.

Im laufenden Jahr wurden die Ziele nicht in vollem Umfang erreicht. Dies betrifft vor allem die Simulation der Sanierungsstrategien der Siedlung Elfenau mit den im Projekt untersuchten Simulationsprogrammen, die Überprüfung der Konformität der solaren Strategien mit anderen Nachhaltigkeitsstrategie, die Auswertung und der Vergleich der Resultate der Sanierungs- und Neubaustategien. Im Weiteren konnte im Bereich der Datenbanken keine abschliessenden Strategien für die Weiterentwicklung und Überarbeitung von vorhandenen Datenbanken erarbeitet werden. Für die Diskussion von realisierbaren Strategien für den automatisierten Zugriff verschiedener Tools auf vereinheitlichte Datenbanken ist ein möglichst breiter Teilnehmerkreis aus den Bereichen Softwareentwicklung und Prüfstellen zusammensetzen. Die Sicherung der Finanzierung von Weiterentwicklung und Unterhalt der Datenbanken kann erst danach in Angriff genommen werden.

Personelle Veränderungen des Teams (Weggang von Andreas Held Ende Juni 2010, Arbeitsunterbruch von Marcel Hohl von November 2010 bis Februar 2011, sowie Pensenreduktion von Sven Moosberger ab März 2010 und Weggang per Ende 2010) haben die kontinuierliche Arbeit im Projekt stark erschwert und zu Verzügen des Projekts geführt. Dieser Hintergrund wird sich auch im kommenden Jahr im Projektfortschritt widerspiegeln.

### **Ausblick 2010**

Es ist geplant, im kommenden Jahr das Team geeignet zu verstärken und das Projekt wie geplant durchführen zu können und erfolgreich zum Abschluss zu bringen. Aufgrund der erzielten Resultate scheint es sinnvoll, dieses Projekt im Bereich der Prozesse zu vertiefen und im Gegenzug dazu weniger auf den Bereich der Datenbanken einzugehen.

Aus heutiger Sicht ist aufgrund der personellen Veränderungen der Abschluss des Projekts per Ende März nicht gewährleistet. Realistisch erscheint ein Abschluss per Ende Mai oder anfangs Juni 2011.

## Referenzen

- [1] Ch. Hönger, et. al.: ***Das Klima als Entwurfsfaktor***, Laboratorium 1. Luzern: Quart Verlag, 2009.
- [2] Y. Kaiser, und S. R. Hastings: ***Niedrigenergie-Solarhäuser***. Basel; Boston; Berlin: Birkhäuser Verlag, 1998.
- [3] D. Ehrbar, et. al.: ***Strategien für den Ausbau von Gebäuden zu dezentralen Kraftwerken***. 16. Status-Seminar 2010, ETH Zürich, brenet, 2010.
- [4] M. Hohl, et. al.: ***Bewertung von Energie-Simulationstools für das frühe Entwurfsstadium***. 16. Status-Seminar 2010, ETH Zürich, brenet, 2010.
- [5] D. Ehrbar, et. al.: ***Solarenergie Nutzen***. TEC21 Nr. 40 / 2010, SIA, 2010.
- [6] A. Held: ***Strategien im 'solaren Wohnungsbau'***. Master Thesis im Bereich ClimaDesing, Technische Universität München, Fakultät Architektur, Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik, Prof. Dr.-Ing. Gerhard Hausladen, 2010.

## Anhang

Keinen