



# DPV - DESIGN PERFORMANCE VIEWER 2.0

## EVOLUTION UND WEITERENTWICKLUNG

Jahresbericht 2009

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Autor und Koautoren              | Frank Theßeling, Arno Schlüter                                 |
| beauftragte Institution          | ETH – Zürich, Professur für Gebäudetechnik                     |
| Adresse                          | Wolfgang-Pauli-Strasse 15                                      |
| Telefon, E-mail, Internetadresse | +41446333618, thesseling@hbt.arch.ethz.ch, www.gt.arch.ethz.ch |
| BFE Projekt-/Vertrag-Nummer      | 102781 / 153584  |
| BFE-Projektleiter                | Dr. Charles Filleux, Basler & Hoffmann                         |
| Dauer des Projekts (von – bis)   | 01.11.2008   |
| Datum                            | 30.03.2010   |

### ZUSAMMENFASSUNG

In der Startphase des Projektes wurde festgestellt, dass mit der vorhandenen Programmstruktur eine einfache Erweiterung um die im Ziel festgelegten Module nicht möglich war. Notwendig wurde damit eine Neuprogrammierung des Programmkerns. Diese Neuprogrammierung begann Anfang des Jahres und nach erfolgreicher Neustrukturierung hat sich in ersten Tests gezeigt, dass dieser Kern geeignet ist die verschiedenen Module miteinander zu verbinden. (siehe Fig. 1) Damit wurde auch die Zuverlässigkeit, die Sicherheit in den Berechnungsergebnissen und ein flexibles Bearbeiten der Projektziele möglich. Darüber hinaus ermöglicht der neue Programmkern eine Überprüfung der Berechnungsergebnisse in einfacher Art und Weise.

Unterschiedlichstes wurde in den verschiedenen Modulen erreicht. Im Modul physikalische Berechnung wurde ein Setup erarbeitet mit dem über wenig Eingabeparameter, physikalische Berechnungen der Gebäudeperformance vorgenommen werden können. Auch wurde die Exergieberechnung an die Bedürfnisse der Architekten angepasst.

Nach einer Datensammlungsphase konnte das Kostenmodul soweit entwickelt werden, dass die für die Kostenberechnung notwendigen Datenbanken mit den dazugehörigen Formeln als Exceltabelle zur Verfügung stehen. Eine Anbindung an den DPV wird damit in den ersten Wochen 2010 möglich.

Im Visualisierungsmodul wurden verschiedene Darstellungsformen mit Studenten getestet. Erkannt wurde, dass es notwendig ist nicht nur die tatsächliche Performance abzubilden, sondern führt eine visuelle Potentialabschätzung auch zu nachhaltigeren Entwürfen.

In der Entwicklung des neuen Programmkerns wurde darauf geachtet, dass die Struktur eine einfaches Einlesen eines IFC-Files ermöglicht. In diesem Modul wird noch die meiste Projektarbeit zu leisten sein damit zum Ende des Projektes das Programm als eigenständige Version fertig gestellt werden kann.

## Projektziele

Im heutigen Planungsablauf werden 80 % der folgenreichsten Entscheidungen in den ersten 20 % des Planungsprozesses getroffen. Eine nachhaltige Planung muss also schon sehr früh die energetischen Effekte des Entwurfs berücksichtigen, damit der Planer das energetische Gebäudekonzept verbessern kann. Dies gilt sowohl für Neubauten als auch für die Renovierung des Bestandes. Des Weiteren beeinflusst die technische Infrastruktur im wesentlichen die ökologischen und ökonomischen Auswirkungen eines Gebäudes.

Das bestehende, prototypisch entwickelte Softwaretool ermöglicht derzeit eine grobe Analyse von Energieflüssen, Exergieflüssen, Systementscheidungen und der Kosten in einem sehr begrenzten Umfang. Die Weiterentwicklung konzentriert sich daher auf die wesentlichen Module des Tools damit die Analyse erweitert, verfeinert und eine allgemeine Anwendbarkeit möglich wird.

Das Ziel ist die Entwicklung eines Softwarewerkzeuges, welches in breitem Rahmen verschiedene Performanceanalysen in der ersten Entwurfsphase zur Verfügung stellt. Es soll nicht nur für den Fachmann sondern insbesondere auch für den Architekten und Planer verfügbar sein. Nicht nur spezifische Bauaufgaben dürfen Berücksichtigung finden sondern eine allgemeine Anwendbarkeit muss möglich sein. Ein wichtiges Ziel und damit ein zentraler Forschungsgegenstand ist daher die Anpassung und Integration eines dynamischen und schnellen Berechnungsmodells. Das gilt sowohl für die physikalischen als auch für die kostenspezifischen Berechnungen. Die bisherige Anbindung an eine bestimmte Software für die Erstellung des Gebäudeinformationsmodells engt die Möglichkeit breiter Anwendbarkeit ein. Die Entwicklung einer Schnittstelle zu anderen BIM-Editoren ist daher ein zweites, wesentliches Ziel des Projektes. Weiterhin müssen die für den Entwurf wesentlichen Parameter genauer qualifiziert und quantifiziert werden, so dass sie dem Planer im intuitiven Entwurfsprozess gerecht werden und dennoch eine genügende Präzision der Berechnungen ermöglichen. Die komplexen physikalischen Zusammenhänge des Gebäudes im Betrieb erfordern detaillierte, dynamische Simulationen damit die Auswirkungen einer Planung besser und präziser abgeschätzt werden kann.

Nachdem im Jahr 2008 die Organisationsstruktur aufgebaut wurde, war das Ziel für 2009, dass die Grundlagen und Strukturen für die einzelnen Arbeitspakete zunächst ohne Anbindung an den DPV erarbeitet werden können. In einem zweiten Schritt sollten dann die Ergebnisse am Ende des Jahres im Hauptprogramm bzw. im Programmkern zusammengeführt werden. (siehe Fig. 1)

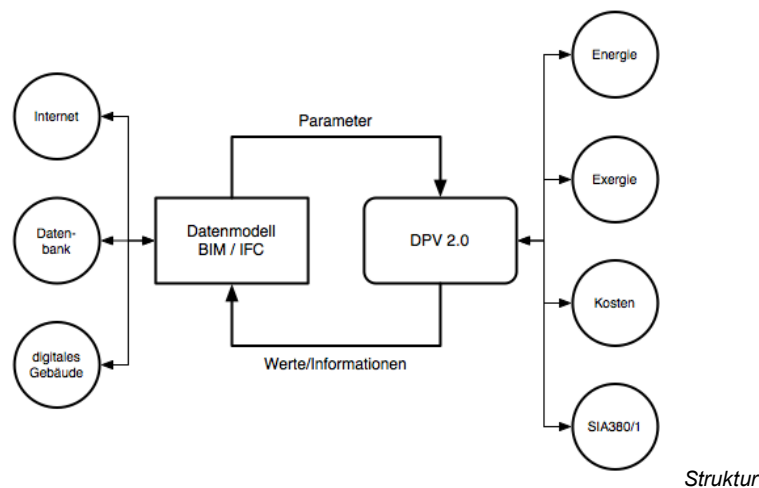


Fig. 1: DPV-

Struktur

## Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

### 1. Arbeitspaket „physikalische Berechnung / Berechnungsmodell“

Parallel mit der Neuprogrammierung wurde in diesem Arbeitspaket mit der Definition des physikalischen Berechnungsmoduls begonnen. In 4 Sitzungen wurde mit der EMPA, Herrn Stephan Carl und Herrn Thomas Frank, das Setup für die Implementierung von Helios XP erarbeitet. Ziel war und ist es durch möglichst wenig Eingabeparameter auf Seiten des Nutzers ein belastbares Berechnungsergebnis mit Helios XP zu bekommen. Es lässt sich festhalten, dass das Setup und der Berechnungskern in einer ersten Stufe erarbeitet und programmiert ist, jedoch muss dieses Setup noch als Modul an den DPV angebunden werden.

Da die Implementierung von Helios XP als physikalische Berechnungsgrundlage sehr viel Entwicklungsaufwand bedeutete und der neue Programmkern jedoch zu testen war, wurde in einem ersten Schritt das Modul SIA 380/1 angebunden. Mit der Berechnung nach SIA 380/1 konnten sowohl die neuen Programmstrukturen als auch die Berechnungsergebnisse überprüft werden. Darüber hinaus dienen diese Berechnungsergebnisse als Grundlage für die Exergieberechnungen. Auch diese Exergieberechnungen wurden überarbeitet. Die vorhandenen Exergieformeln bezogen sich nicht auf konkrete architektonische Fragestellungen sondern berechneten das Gebäude eher in seinem gesamt-exergetischen Zusammenhang. Die jetzt neu entwickelten Formeln ermöglichen das Berechnen von exergetischen Verlusten welche für den Planer relevant sind, z. B. Auslegung der Fussbodenheizung bezogen auf die Vorlauftemperatur in Kombination mit einem optimierten Wärmepumpen-COP. Darüber hinaus kann mit dieser neuen Version der Jahresheizwärmebedarf von allen zwölf SIA 380/1 - Gebäudekategorien berechnet werden.

## 2. Entwicklung als „unabhängiges Programm“

Am Beginn des Jahres hat sich gezeigt, dass die vorhandene Programmstruktur sehr mit einer Proprietären Software -Autodesk REVIT- verwoben ist. Damit der DPV 2.0 als unabhängiges Programm funktionstüchtig ist wurde die Modularität des neuen Programmcodes daraufhin aufgebaut.

Im neuen Programmkern wird nun unabhängig von der Eingabenseite ein Gebäudemodell als Kanten/Knotenmodell (1) aufgebaut. Mit diesem „internen“ Gebäudemodell wird man auf der Eingabenseite unabhängig von einem bestimmten Editor, da sich dieses Kanten/Knotenmodell im wesentlichen an die Struktur der IFC Industrie Foundation Classes anlehnt und dies wiederum ist ein generischer Standard für Gebäudeinformationsmodelle. Zum Projektabschluss ist damit eine eigenständige Version möglich. (2)

## 3. Entwicklung von Visualisierungen komplexer Datensätze

Die vielen Abhängigkeiten von Konstruktion, Energie, Exergie und Systemen darzustellen ist wesentlich für das Verständnis des Entwurfs.(3) Daher wurde in Seminaren und Workshops an der ETH mit Studenten verschiedene Darstellungsformen untersucht. Dabei hat sich gezeigt, dass eine grafische Visualisierung der Energieflüsse in einem Sankeydiagramm deutlich zum Verständnis der physikalischen Vorgänge beiträgt. In einer Spinnengrafik wurden die Leistungen verschiedener Bauteile aufgetragen. Hier kann verglichen werden welche Auswirkungen verschiedene Konstruktionen auf den Gesamtenergiebedarf des Gebäudes haben. Dennoch lässt sich festhalten, dass diese Art der Visualisierung, die Zustandsvisualisierung, noch ein hohes Mass an Interpretationsvermögen verlangt. Eine Visualisierung welche die Potentiale einzelner Gebäudekomponenten aufzeigt würde in einem hohem Mass eine einfachere Optimierung der Gebäudeperformance im Entwurf ermöglichen. Hierzu wurden erste Konzepte erstellt. (siehe Fig. 2)

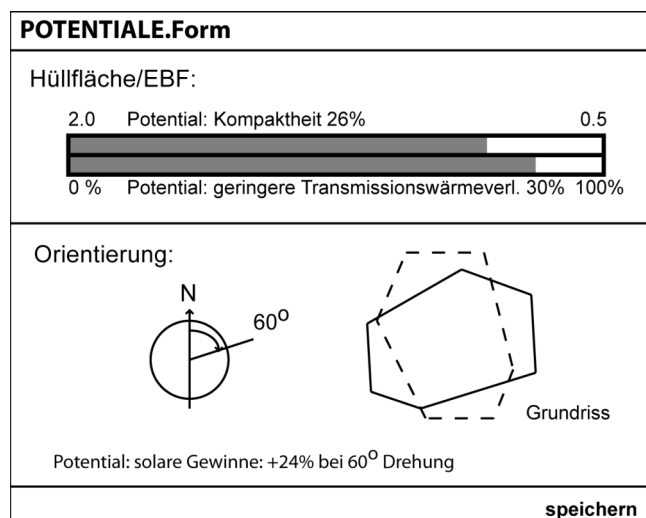


Fig. 2: Potentiale:Form

## 4. Entwicklung einer adaptiven Gesamtkostenberechnung

Die Entwicklung einer adaptiven Gesamtkostenberechnung ist abgeschlossen. Drei Kostenplaner wurden interviewt und die von den Kostenplanern angegebenen Preise sind in einer Exceltabelle zusammengefasst und werden dort verwaltet. Neben den tatsächlichen Bauteilkosten wurden auch

adaptive Berechnungsgrundsätze erörtert und entwickeln. Bei der Entwicklung des adaptiven Gesamtkostenmodells hat sich gezeigt, dass die Kombination von konkreten Bauteilkosten mit approximierten Kosten aufgrund von z.B. bebauter Fläche, Geschossfläche eine valide Berechnung ermöglicht. Eine Implementierung dieses Kostenmodells in den DPV als Modul wird zu Beginn des Jahres 2010 vorgenommen.

## Nationale Zusammenarbeit

SIA: Mitwirkung in der Initiative Energie Effizienz (IEE) – Der DPV wird als beispielhafter methodischer Ansatz ab Januar 2010 im SIA-Kurs „Planer für nachhaltige Gebäudesanierung“ vorgestellt. Eine informative Zusammenarbeit und ein intensiver Erfahrungsaustausch mit Planern aus der Praxis hat in 2009 stattgefunden.

EMPA: Implementation / Erforschung physikalischer Berechnungsverfahren. Vereinfachung im Eingabefile von Helios XP für eine möglichst einfache Berechnung. Eine konstruktive Zusammenarbeit führte zu einer maßgeblichen Vereinfachung des Datenfiles für Helios XP. Damit kann schon in einer frühen Entwurfsphase eine valide, physikalische Berechnung durchgeführt werden.

Kostenplaner: Hr. Rosen, Hr. Pfaffen Fa. Allreal, Zürich, Hr. Ferrero Fa. Halter Bauunternehmung, Zürich. Mit diesen Kostenplanern wurden in mehreren Interviews Daten und Formeln für das adaptive Kostenmodul generiert und entwickelt.

## Bewertung 2009 und Ausblick 2010

### Misserfolge:

Durch die Überprüfung des Programmcodes am Anfang des Jahres wurde deutlich, dass eine schnelle Umstrukturierung und Modularisierung des Tools wie im Antrag beschrieben nicht erreicht werden konnte. Infolgedessen wurde entschieden das der Softwarekern zu überarbeiten oder ggf. neu zu entwickeln war. Diese Überarbeitung hat sehr viel Zeit in Anspruch genommen, so dass erst jetzt zum Jahresende die Möglichkeit besteht die Module an den DPV anzubinden.

### Erfolge

Herausstellen lässt sich zum einen, dass durch die Neustrukturierung des Programmkerns eine sehr flexible Softwarestruktur entstanden ist, welche zukünftig verschiedenste Module einfach implementieren kann und zum anderen ist damit auch die Zukunftsfähigkeit des Programms gegeben.

Darüber hinaus hat sich im ständigen Bemühen um eine einfache Visualisierung der Gebäudeperformance die Idee entwickelt eben nicht nur den aktuellen virtuellen Gebäudezustand abzubilden, sondern dass es eben auch von grossem Vorteil ist, dass die Potentiale einer Massnahme aufgezeigt und visualisiert werden können. Eine Potentialabschätzung hilft dem Entwerfer / Planer seine Entscheidung zielgerichteter auf die Gebäudeperformance hin zu treffen.

### Ausblick

Bis zum Projektende im April 2010 wird die softwareseitige Implementierung der Module abgeschlossen sein. Aller Voraussicht nach kann das Projekt wie im Antrag formuliert abgeschlossen werden. Das Erarbeiten von neuen Potentialabschätzungsvisualisierungen wird über das Projektende weiter verfolgt werden, denn dies ist ein sehr spannender und neuer Ansatz, da bisher noch kein Tool am Markt diese Möglichkeit bietet. Der Mehrwert für den Planer / Architekten hin zu einer nachhaltigen Architektur ist enorm, da er zielgerichteter und schneller Entwurfsentscheidungen treffen kann.

Die Verwendung von Helios XP ist noch dem „Alltagstest“ zu unterziehen. Verschiedene haustechnische Gesamtkonzepte müssen zu diesem Zweck noch erarbeitet und implementiert werden.

Darüber hinaus ist der ETH-SpinOff die keoto AG gegründet worden und kann in Absprache mit der ETH-Transferstelle, die Weiterverwendung des Tools, wie im Antrag gewünscht, übernehmen.

## Referenzen

- [1] Diestel, Reinhard: **Graphentheorie 3. Auflage**, Springer-Verlag, Heidelberg September 2006
- [2] **Industrie Foundation Classes IFC**, Industriellianz für Interoperabilität e.V.  
<[http://www.buildingsmart.de/1/1\\_00\\_03.htm](http://www.buildingsmart.de/1/1_00_03.htm)> am12.12.2009
- [3] Schlueter, A., Theßeling, F.: Building Information Model Based Energy/Exergy Performance Assessment in Early Design Stages, Automation in Construction, 2009.