



ENERGIE-DETAILBILANZ DES EAWAG FORUM CHRIESBACH

Jahresbericht 2008

Autor und Koautoren	Herbert Güttinger, Thomas Frank, Stefan van Velsen
beauftragte Institution	Arbeitsgemeinschaft Eawag, Empa, 3-Plan Haustechnik AG
Adresse	Überlandstrasse
Telefon, E-mail, Internetadresse	044 823 5023, herbert.guettinger@eawag.ch , www.eawag.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	152987
BFE-Projektleiter	Charles Filleux
Dauer des Projekts (von – bis)	1. Okt. 07 - 31. Jan. 09
Datum	14. Nov. 2008

ZUSAMMENFASSUNG

Das Eawag Forum Chriesbach ist ein Vorzeigeobjekt für ein nach Kriterien der nachhaltigen Entwicklung gebautes Forschungs-, Schulungs- und Verwaltungsgebäude. Als öffentliche Institutionen sind die Eawag und die Empa prädestiniert, ihren ca. 200 Doktorierenden, einer Vielzahl von Studierenden, der Wirtschaft, Verwaltung und der Öffentlichkeit ihre Erfahrungen mit dem Gebäude weiter zu geben. Im Projekt Energie-Detailbilanz des Eawag Forum Chriesbach geht es darum, Planung und Realität der Temperaturen und Energieflüsse zu vergleichen und die Rolle der verschiedenen Bau- und Technischelemente zu ermitteln. Mittels eines dynamischen Mehrzonen-Gebäudemodells werden das Verhalten der verschiedenen thermischen Zonen und die Sensitivität auf Änderungen verschiedener Parameter, wie die Belegungsdichte geprüft.

2 Jahre nach Inbetriebnahme des Gebäudes wurde im Juli 2008 die offizielle Phase der Betriebsoptimierung abgeschlossen. Einige Mängel, wie beispielsweise die Beschattung des Atriums konnten in dieser Zeit noch nicht vollständig behoben werden und auch einige Optimierungen sollen noch vorgenommen werden. Dennoch konnte belegt werden, dass das Gebäude die hohen Erwartungen bezüglich Energieverbrauch und Temperaturen weitgehend erfüllt. Strom- und Wärmeverbrauch liegen zwar mit $6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (statt $2.1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) bzw. $17.4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (statt $10.8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) höher als geplant, sind aber immer noch sehr tief. Erste Simulationen haben gezeigt, dass vor allem für die Wärmeerzeugung in den Erdgeschossen und für die Beleuchtung im Atrium noch mehr Energie als geplant benötigt wurde. Hier liegt noch ein Optimierungspotential.

Im Berichtsjahr wurde der Ist-Zustand erhoben, für das TRNSYS definiert und erste Simulationen durchgeführt. Gleichzeitig ist das Gebäude am 15. Schweizerischen Status-Seminar 2008 von Brenet und an der World Sustainable Building Conference 2008 in Melbourne vorgestellt worden. Für den 23. Januar 2009 ist eine Abschlusstagung für das Projekt in Planung an welcher die wichtigsten Erkenntnisse aus dem Projekt interessierten Kreisen präsentiert werden. Die im Projekt vorgesehene Kostenanalyse wurde definiert, die dafür notwendigen zusätzlichen Mittel gesichert und die Studie in Auftrag gegeben. Sie soll es erlauben, die Mehrkosten gegenüber einem konventionellen analogen Gebäude angeben zu können.

Projektziele

Das Forum Chriesbach ist ein Vorzeigebauwerk für ein nach Kriterien der nachhaltigen Entwicklung gebautes Forschungs-, Schulungs- und Verwaltungsgebäude. Es demonstriert eindrücklich wie funktionelle, ästhetische, ökologische und ökonomische Aspekte so integriert werden können, dass ein Ganzes entsteht, das wesentlich mehr als die Summe der Einzelteile ist. Das Gebäude wurde mit zahlreichen Preisen ausgezeichnet und wird seit dem Bezug im Juni 2006 von einem nicht abklingenden Strom von Besuchern (mehrere Tausend pro Jahr) besichtigt. Das gemeinsam von Eawag, Empa und 3-Plan Haustechnik AG durchgeführte Projekt Energie-Detailbilanz dient der Überprüfung, Dokumentation und Publikation der Erfahrungen mit dem Gebäude im Betrieb. Können die Planungswerte erfüllt werden? Welche Bau- und Technischelemente sind wichtig? Wie sensitiv sind sie auf Änderungen von Vorgaben wie Belegungsdichte und Klima? Welche Beiträge leisten sie an die Energieversorgung? Mit dem Simulationswerkzeug TRNSYS werden die Temperaturen, Energieflüsse bei unterschiedlichen Randbedingungen (Planungsphase und Betriebsphase) modelliert und mit den Messungen verglichen. In den Zielen enthalten ist eine Analyse der Kosten des Forum Chriesbach im Vergleich zu einem analogen konventionellen Gebäude. Wichtige Schlussfolgerungen zum ganzen Ablauf des Bauverfahrens von der Bedarfsermittlung über die Erstellung des Pflichtenhefts bis hin zur Bauübernahme und zum Betrieb sollen adressatengerecht aufbereitet und möglichen Nutznießern verfügbar gemacht werden. Damit soll das Bauen nach Kriterien der nachhaltigen Entwicklung gefördert werden.

Die im Projekt erarbeiteten Ergebnisse werden während des Projektes in wissenschaftlichen und Fachzeitschriften publiziert und an Vorträgen präsentiert und am Ende des Projektes in einem Synthesebericht zusammengefasst. Am 23. Januar 2009 werden die wichtigsten Erkenntnisse und Resultate an einer Fachtagung vorgestellt.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Als Basis für die Simulationen und Vergleiche dienen die Erfassung des Gebäudes im TRNSYS zum Zeitpunkt der Planung (Bericht 3-Plan Haustechnik (2008) 'Forum Chriesbach - Eawag. Thermisches Gebäudemodell / Simulation Stand Planung' V 1.3¹). Für die Definition des Ist-Zustandes mussten die im Bericht von M. Bauer (2007)² überprüft und angepasst werden. Der Ist-Zustand ist analog zum Bericht über den Planungszustand dokumentiert (Bericht 3-Plan Haustechnik (2008) 'Forum Chriesbach - Eawag. Thermisches Gebäudemodell / Effektive Nutzung' V 1³). Es hat sich gezeigt, dass insbesondere bei der Belegung, der Nutzung des Personalrestaurants und der Beleuchtung wichtige Unterschiede zwischen Ist und Planung vorliegen. Diese Unterschiede und auch gewisse immer noch nicht behobene Mängel und ausstehende Optimierungen führen dazu, dass das Gebäude (noch) mehr Energie als geplant benötigt (siehe Tabelle 1 und Figur 1). Die Messdaten aus dem MSRL System des Forum Chriesbach konnten nun mindestens für die Zeit seit Inbetriebnahme (Juni 2006) soweit aufbereitet werden, dass sie zum Abgleich des Modells und auch für Vergleiche herangezogen werden können. Probleme boten und bieten immer noch die Menge der Daten und die immer wieder auftretenden Zählerausfälle.

Am 15. Schweizerischen Status-Seminar 2008 'Energie- und Umweltforschung im Bauwesen' hat S. van Velsen in seinem Beitrag erste Resultate und Erfahrungen zum Ist-Zustand vorgetragen und im Konferenzband publiziert⁴.

Für die Kostenanalyse wurde das Gespräch mit dem Generalunternehmer Implenia und der Reuss Engineering AG gesucht und eine Offerte eingeholt. Es zeigte sich, dass eine fundierte Analyse mit den im Projekt vorgesehenen Mitteln nicht realisiert werden konnte. Eine Zusatzfinanzierung konnte nun gefunden werden, so dass die Studie 'Eawag Forum Chriesbach. Einfluss der energetischen Massnahmen auf die Lebenszykluskosten' nun durchgeführt werden kann.

Die Vorbereitungen für die Abschlusstagung des Projektes am 23. Jan. 2009 'Eawag Forum Chriesbach - Vision und Realität' laufen auf Hochtouren. Die Ausschreibungen wurden elektronisch bereits vor einigen Wochen versandt und die gedruckten Broschüren in den vergangenen Tagen.

	Messung	Plan	
Wärme	[kWh/a]	[kWh/a]	
Bezug ab Arealnetz	66'771	29'300	
Rückspeisung Arealheiznetz	2'403	5'700	abgeschätzt anhand Apr. 08 – Juni 08
Solarwärme	26'439	24'150	Messwerte 07, ohne Anlagenausfall März 08
WRG Abwärme gew. Kälte	24'129	7'200	Unsicherheit über Zählung von Rückkühlung
Kälte	[kWh/a]	[kWh/a]	
Klimakälte Server	15'000	9'600	Annahme Jahresverbrauch nach Optimierung
Klimakälte Rest	174	12'000	
Strom	[kWh/a]	[kWh/a]	
Bezug ab Netz Server (16kW)	129'557	219'600	Planwert (25kW)
Netto Bezug ab Netz ohne Server	194'886	121'120	grosse Messunsicherheit
Photovoltaik	70'913	60'350	
Gas	[m3/a]	[m3/a]	
Bezug ab Netz	1'331	1'236	
Trinkwasser	[m3/a]	[m3/a]	
Bezug ab Netz	1'206	811	exkl. Kinderhort
Regenwasser	[m3/a]	[m3/a]	
genutztes Regenwasser	679	467	

Tabelle 1: Vergleich von Mess- und Planwerten der Jahresverbräuche an Energie und Wasser. (Daten aus Schlussbericht der zweijährigen Betriebsoptimierung Forum Chriesbach⁵).

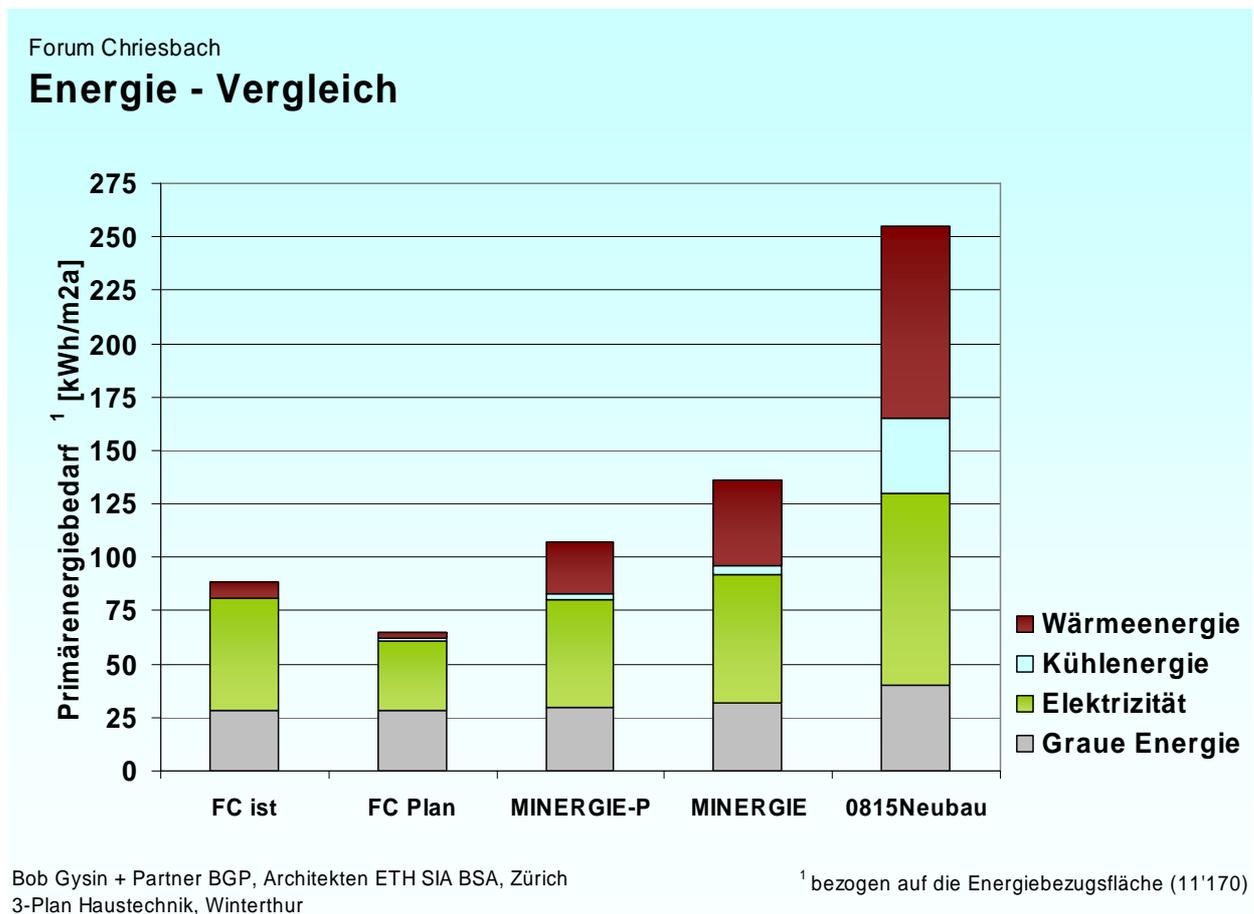


Fig. 1: Vergleich des effektiven Verbrauchs an Primärenergie (FC ist) mit den Planwerten und anderen Standards. Obwohl sowohl der Bedarf an Strom als auch an Wärme gegenüber den Planwerten höher sind, ist der absolute Energiebedarf im Forum Chriesbach immer noch gering. (Grafik aus Schlussbericht der zweijährigen Betriebsoptimierung Forum Chriesbach⁵. Die Umrechnung von Endenergie in Primärenergie erfolgte mit den Faktoren 3 (Elektrizität), 1.3 (Wärme) und 1.1 (Kühlenergie). Da die Eawag Ökostrom mit dem Label 'naturemade star' bezieht, ist der Primärenergieverbrauch effektiv niedriger).

Nationale Zusammenarbeit

Zur Vorbereitung des Beitrages für die World Sustainable Building Conference SB08 in Melbourne wurde zwischen 3-Plan Haustechnik AG, Bob Gysin + Partner BGP Zürich, der Eawag und der Gruppe von Prof. Wallbaum ETHZ eine intensive Zusammenarbeit gepflegt. Dabei sind nicht nur wichtige Parameter des Ist-Zustands in das SBTool eingeflossen sondern auch noch weitere Nachhaltigkeitsindikatoren des Forum Chriesbach. An der SB08 wurde das Forum Chriesbach sowohl von der Gruppe Wallbaum als auch von H. Güttinger⁶ vorgestellt. Die Publikationen sollen ab Mitte November auf der Website der SB08 <http://www.sb08.org/> veröffentlicht werden.

Die Eawag wurde angefragt, sich am Forschungsprojekt human building ® office der Hochschule Luzern - Technik & Architektur zu beteiligen und die Direktion hat beschlossen, sich mit den beiden Gebäuden Forum Chriesbach und Bürogebäude zu beteiligen. Die Mitarbeiterbefragung läuft im Moment und wir erwarten, dass einige Resultate über die Zufriedenheit der Mitarbeitenden bereits vor dem Abschluss des Projektes Energie-Detailbilanz vorliegen.

Internationale Zusammenarbeit

Eine strukturierte internationale Zusammenarbeit ist in diesem Projekt nicht vorgesehen. Ein informeller Austausch erfolgt aber mit den vielen internationalen Besuchergruppen, die das Forum Chriesbach besichtigen, durch die Publikation des Forum Chriesbach in zahlreichen internationalen Fachzeitschriften und Büchern und hat an der SB08 informell stattgefunden.

Bewertung 2008 und Ausblick 2009

Das Projekt läuft bereits seinem Abschluss entgegen. Die Definition des Ist-Zustandes und die Aufbereitung der Messdaten konnten weitgehend abgeschlossen werden. Die Simulationen und Sensitivitätsanalysen werden momentan gerechnet. Der Schlussbericht wurde strukturiert und ist in Bearbeitung. Am 23. Januar 2009 werden an der Schlusstagung die wichtigsten Resultate präsentiert und der Schlussbericht wird parallel dazu fertig gestellt. Da die Finanzierung der Kostenanalyse erst jetzt sichergestellt werden konnte, wird diese Studie erst im Februar abgeschlossen werden können. Für die Tagung sollen die wichtigsten Resultate aber bereit sein und auch im Schlussbericht integriert werden.

Referenzen

- ¹ 3-Plan Haustechnik (14. 05. 2008): **Forum Chriesbach - Eawag. Thermisches Gebäudemodell / Simulation Stand Planung V 1.3.** pp 73 (inkl. Anhang).
- ² Martin Bauer (2007): **Energiebilanz des „Nullenergie“ – Dienstleistungsgebäudes Forum Chriesbach, Eawag Dübendorf.** Praktikumsarbeit. Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (FH). Fachbereich Maschinen- und Energietechnik. Studiengang Energietechnik. Studienrichtung Energie- und Versorgungstechnik. Dübendorf, September 2006 - Februar 2007. pp 50 (inkl. Anhang).
- ³ 3-Plan Haustechnik (11. 2008): **Forum Chriesbach - Eawag. Thermisches Gebäudemodell / Simulation Effektive Nutzung V 1.** pp 87 (inkl. Anhang).
- ⁴ Stefan van Velsen (2008): **Resultate und Erfahrungen der ersten beiden Betriebsjahre des „nachhaltigen“ Neubaus Forum Chriesbach, Eawag / Empa Dübendorf.** brenet 15. Schweizerisches Status-Seminar 2008, pp 117-122.
- ⁵ 3-Plan Haustechnik (9. 7. 2008): **Schlussbericht der zweijährigen Betriebsoptimierung Forum Chriesbach.**
- ⁶ H. Güttinger, Bob Gysin, S. van Velsen (2008): **Eawag Forum Chriesbach - A Step towards the 2000-Watt Society.** World Sustainable Building Conference 2008 Melbourne.

Anhang

Kein Anhang.