

WATTWERK® – das erste Plusenergie-Gewerbehaus im Passivhausstandard

Franco Fregnan, Energie- und Bauplanung, Basel, franco@fregnan.ch
Peter von Böckh, Fachhochschule beider Basel, Muttenz, p.vonboeckh@fhbb.ch
Heinrich Holinger, Holinger Solar AG, Bubendorf, heinrich@holinger-solar.ch
Marcel Corpataux, Elektra Baselland, Liestal, marcel.corpataux@ebl.bl.ch

Zusammenfassung

Die Schweiz ist um eine Sehenswürdigkeit reicher. In Bubendorf/BL entstand Anfang 2004 das WATTWERK, ein Plusenergie-Gewerbehaus im Passivhausstandard. Damit ist ein sehr energieeffizientes Gebäude gemeint, das insgesamt mehr Energie produziert, als die Benutzer für Heizung, Warmwasser, Licht, Kraft, PC sowie Elektromobile verbrauchen. Möglich ist dies durch eine Ausführung in Minergie-P-Technik, bei der die Komfortenergie mit hohem Wirkungsgrad bereitgestellt und extrem wirkungsvoll genutzt wird. Mit je einer Fotovoltaikanlage in der Fassade und auf dem Dach gelingt es übers Jahr mehr Strom zu erzeugen, als das Gebäude verbraucht.

Im Rahmen eines Messprojektes (2004-2006) werden die vorausgesagten Verbrauchswerte überprüft, das Zusammenspiel der Haustechnik optimiert sowie der in der Schweiz erstmalige Einsatz einer neuen Wärmepumpentechnik ausgemessen und kommentiert.

1. Ausgangslage



Abbildung 1: Westansicht WATTWERK mit integrierter 12 kWp- Fotovoltaik-Anlage in Südwestfassade

In Bubendorf/BL entstand Anfang 2004 das WATTWERK, ein Plusenergie-Gewerbehau im Passivhausstandard. Damit ist ein sehr effizientes Gebäude gemeint, das insgesamt mehr Energie produziert, als die Benutzer für Heizung, Warmwasser, Licht, Kraft, PC sowie Elektromobile verbrauchen. Möglich ist dies durch eine Ausführung in Minergie-P-Technik, bei der die Komfortenergie mit hohem Wirkungsgrad bereitgestellt und extrem wirkungsvoll genutzt wird. Mit je einer Fotovoltaikanlage in der Fassade und auf dem Dach gelingt es übers Jahr mehr Strom zu erzeugen, als das Gebäude verbraucht.

Der Heizwärmeverbrauch dieses Passivhauses (ohne Kamin gebaut) beträgt weniger als 10 kWh/m². Der Heizenergieverbrauch kommt, gerechnet mit einer Wärmepumpe, einer neuartigen CO₂-Erdsonde (erstmalige Anwendung in der Schweiz) und mit einer Jahresarbeitszahl von ca. 5, nur gerade noch auf 2 kWh pro m² zu stehen. Das Passivhaus wird auch "1-Liter-Haus" genannt. Das WATTWERK unterbietet bei einem Heizenergieverbrauch von 2 kWh/m² diesen Wert und kann deshalb als "2-Deziliter-Haus" bezeichnet werden.

Im Rahmen eines Messprojektes (2004-2006) werden die vorausgesagten Verbrauchswerte überprüft, das Zusammenspiel der Haustechnik optimiert sowie der in der Schweiz erstmalige Einsatz einer neuen Wärmepumpentechnik ausgemessen und kommentiert.

Energieverbrauch	Energieproduktion
(Heizungs- und Lüftungsverluste, Warmwasser, Licht, PC und Kraft)	(Fotovoltaikanlagen Fassade 12 kWp; Dach 10 kWp)
12'000 kWh	18'000 kWh

Tabelle 1: Input/Output-Vergleich auf Stufe Endenergie

Mit einer Fotovoltaikanlage in der Fassade und einer auf dem Dach wird übers Jahr mehr Strom erzeugt, als das Gebäude verbraucht.

	Rechenwerte nach Minergie-P	Grenzwerte nach Minergie-P
Spezifischer Wärmeleistungsbedarf	9.2 W/m ²	10
Heizwärmebedarf	6.1 kWh/m ²	11
Gewichtete Energiekennzahl Wärme	18.7 / -43.5 kWh/m ²	25
Luftdichtigkeit Gebäudehülle	0.13 n ⁻¹	0.6
Effizienzklasse Haushaltgeräte	A	A
Effizienzklasse Kühlgeräte	A+	A+

Tabelle 2: Kennwerte WATTWERK

Das WATTWERK wurde nach dem schweizerischen Richtlinien „Minergie-P“ konzipiert und entspricht dem Passivhausstandard. Die Energiekennzahl Wärme beträgt unter Berücksichtigung der Stromproduktion der Fotovoltaik-Anlagen **-43.5 kWh/m²**.

2. Gebäudehülle

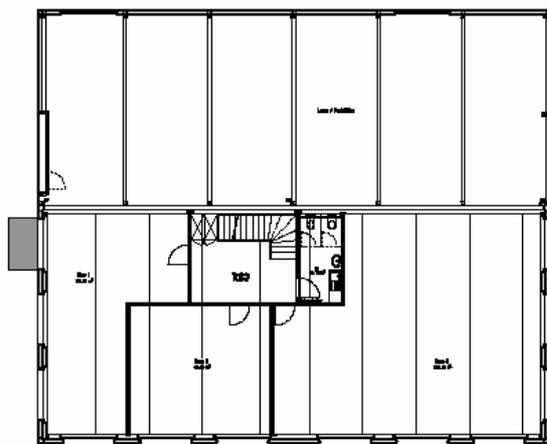


Abbildung 2: Grundrissplan Obergeschoss

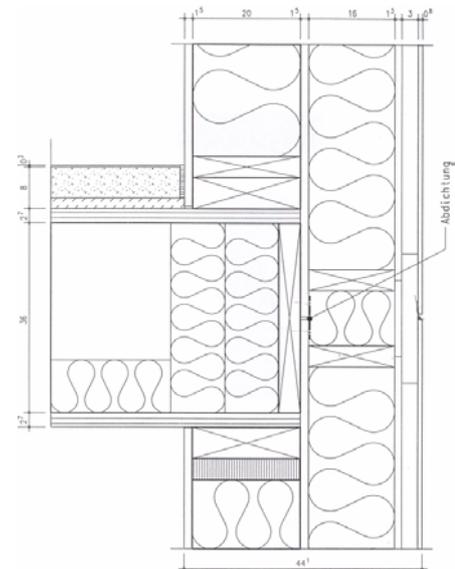


Abbildung 3: Detailplan Fassade mit Anschluss Zwischendecke

Das WATTWERK wurde dank viel planerischem Einsatz (high brain) zu einem niedrig technisierten Gebäude (low tech) optimiert. Im nordöstlichen Teil befindet sich ein unbeheiztes Lager (24 x 9.2 x 6.4 m) und im Südwestteil der Gewerbebau mit Büros, Showroom, Werkstatt/Labor und Sanitär-räumen (24 x 11.3 x 6.4 m).

Trotz der anspruchsvollen Gebäudehülle, der wegweisenden Haustechnik und der überwiegend aus ökologisch günstigem Holz gefertigten Bauweise kommt das WATTWERK nicht teurer zu stehen als vergleichbare Gewerbebauten. Dieses gute Ergebnis wurde aus folgenden Gründen erreicht:

- Engagiertes Bauträger-, Planer- und Handwerkerteam
- Kompakter Baukörper
- Vorgefertigte Holzelementenbauweise
- Optimierter Bau- und Ausbaustandard

Ein wichtiger Anstoss für die Realisierung des WATTWERKS war die Förderpraxis für Passivhäuser in der Nordwestschweiz. Passivhäuser werden in den Kantonen Basel-Stadt und Basellandschaft mit 50 Franken (31 Euro) pro Quadratmeter unterstützt.

Dank einer von der Firma ERNE in Laufenburg (www.erne.net) konstruktiv intelligenten und bauphysikalisch durchdachten Fassade konnte auf eine innenliegende Dampfsperre verzichtet und als Dämmmaterial Mineralwolle (20 und 16 cm) verwendet werden. Ermöglicht wurden diese Vereinfachungen dank des Einsatzes einer 15 mm starken OSB-Spanplatte in der Wandmitte, welche den Dampfstrom abbremst und dosiert in den kälteren, äusseren Wandbereich weiterleitet. Sämtliche Elementstösse an Ecken, Sockel, Dach und Wand wurden nach dem Zusammenbau an den vorgesehenen Stellen abgeklebt und anschliessend mit fehlendem Dämmmaterial ergänzt sowie mit Fassadenteilen versehen.



Abbildungen 4 und 5: Messanordnung Blower Door und Rauchrohrtest

Vor Beginn der Abklebe- und Dichtungsarbeiten wurde das engagierte Montageteam der Firma ERNE instruiert und über das Anliegen einer dichten Gebäudehülle informiert. Das Team leistete ganze Arbeit und dichtete alle Anschläge, Elementstösse und Durchdringungen sorgfältig ab. Der Luftdichtigkeitstest sorgte dennoch für eine Überraschung: Sowohl bei Über- wie auch bei Unterdruck wurde ein sehr niedriger nL50-Wert von 0.13 gemessen. Mit dem Rauchrohr konnten keine Leckagen entdeckt werden. Erst nach dem Abnehmen des Klebebandes über dem Schlüsseloch der Eingangstüre stellte sich ein Luftstrom ein und liess die Anwesenden spüren, was eine Druckdifferenz von 50 Pascal alles in Bewegung setzen kann.

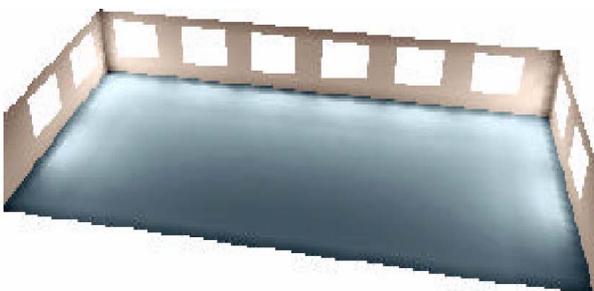


Abbildung 6: Helligkeitsverteilung



Abbildungen 7: Einflügelfenster mit neuartiger Hebevorrichtung

Der klassische Entwurfskonflikt „Glasanteil Fassade“ stellte sich auch für das Wattwerk. Von Seiten der Architektur nimmt der Glasanteil in der Fassade stetig zu. Durch die Komfortbrille betrachtet, benötigt das Gebäude einen sommertauglichen Glasanteil und eine angemessene, funktionie-

rende Beschattung, damit der sommerliche Wärmeschutz gewährleistet werden kann. Die Gebäudenutzenden wünschen sich eine gute Tageslichtsituation und eine taugliche Aussenlichtregulierung. Beim Wattwerk konnte mit Hilfe eines einfachen Tageslichtprogrammes der Einfluss der Fenstergrösse auf die Tageslichtverteilung berechnet und die Ergebnisse mit weiteren Zielen und Wünschen verglichen werden. Der gewählte Glasanteil der Fassade beträgt 20 Prozent. Der Tageslichteinfall ist ausreichend, die Lichtverteilung angenehm und die Tageslichtregulierung geschieht komfortabel mit Rafflamellenstoren.

Dank guter Kompaktheit, ausgezeichneter Dämmwerte in der Fassaden-, Boden- und Wandkonstruktion sowie eines wärmebrückenarmen Fensteranschlagdetails konnten die geforderten Passivhauswerte mit einem einflügeligen Holz/Metall-Fenster erreicht werden. Der U-Wert des Fensters beträgt 1.042 W/(m²K). Die einflügeligen Fenster wird unten in der Flügelmitte geöffnet. Zwei Gaszylinder stossen den Flügel in die Kippposition.

3. Haustechnik

In der Schweiz werden in Grundwasserschutzgebieten keine Sole-Tiefensonden bewilligt. Für das Wattwerk, das in einem solchen Grundwasserschutzgebiet steht, gelang es, eine Bewilligung für den Einbau einer Wärmepumpe mit CO₂-Erdsonde zu erhalten. Eine Premiere für die Schweiz. Die Anlage besteht aus einer schwerkraftzirkulierenden CO₂-Tiefenonde der Firma M-TEC Mittermayr (www.m-tec.at). Im Vergleich zu Soleanlagen benötigt diese Anlage keine zusätzliche Pumpenergie. Das ungiftige Wärmeträgermedium CO₂ gibt die Wärme über einen speziellen Wärmetauscher an eine effiziente Wärmepumpe der Firma HELIOTHERM (www.heliotherm.at) ab.

Über die Wärmeerzeugung, bestehend aus Wärmepumpe und Tiefenonde, wurden mit dem Energiedienstleister Elektra Baselland (www.ebl.ch) ein Contractingvertrag vereinbart.

Neben einer leistungsfähigen Lüftungsanlage der Firma Confosystems des Typs KWL 700 und einem Lüfterregister sind noch folgende technische Besonderheiten erwähnenswert:

Fernbediente Storensteuerung	Die Gebäudehülle weist sehr wenig Durchdringungen auf. Zum Beispiel, werden alle Elektrokabel der elektrisch angetriebenen Rafflamellenstoren auf der Gebäudeaussenseite geführt. Bewegt werden die Storen von den jeweiligen Räumen aus mit einer Fernbedienung.
Beleuchtungskonzept Arbeitsplatz	An jedem Arbeitsplatz steht eine spezielle „Sensodym“-Leuchte der Firma Regent (www.regent.ch). Diese ist mit einem Präsenzsensoren ausgerüstet und dosiert die Lichtleistung in Abhängigkeit der verfügbaren Tageslichtmenge.
Warmwasserbereitung	In der Dusche und an zwei weiteren Zapfstellen wird das Warmwasser ohne Bereitschafts- und Verteilverlust mit Elektro-Kleindurchlauferhitzer der Firma Stiebel Eltron bereit (www.stiebel-eltron.de). Diese Geräte beschränken den verfügbaren Warmwasserstrom ohne den Komfort einzuschränken und unterstützen die Nutzenden im sorgsamem Umgang mit dieser kostbaren Ressource.

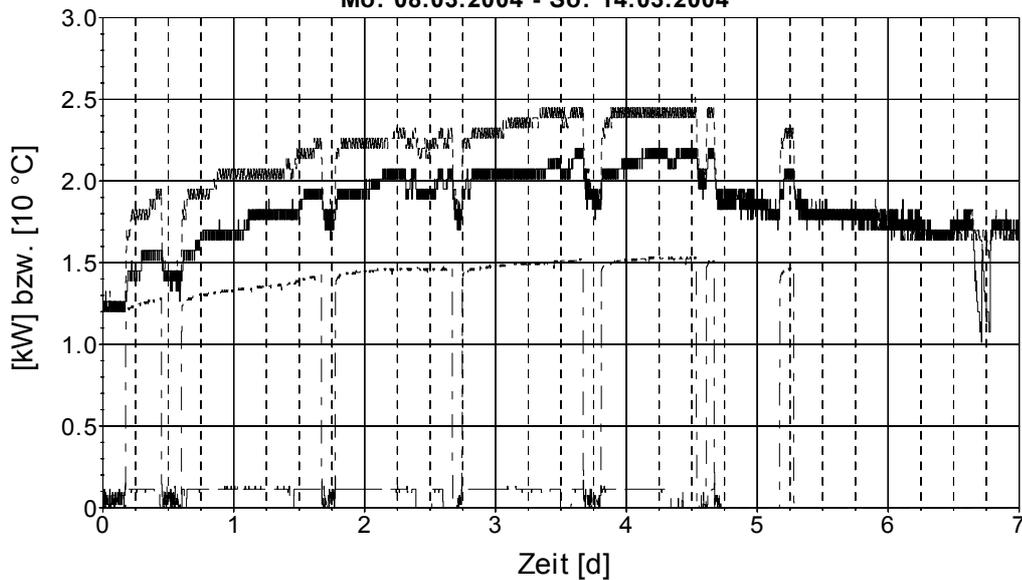
4. Resultate

Der Einsatz einer Wärmepumpe mit Tiefenonde und dem Wärmemedium CO₂ stellt für die Schweiz eine Neuigkeit dar. Mit dieser Technik könnten Tiefensonden-Wärmepumpen vermehrt, wie auch im vorliegenden Fall, in Grundwasserschutzgebieten zum Einsatz gelangen. Zudem soll gezeigt werden, dass die besondere Charakteristik des Wärmemediums für Gebäude im Passivhausstandard geeignet ist.

Der Gebäudebezug fand am 1. April 04 statt. Die Heizsaison zählte jahreszeitenbedingt nur wenige Tage. Die Zeit reichte aus, um die Wärmepumpe in Betrieb zu nehmen, erste Betriebsdaten zu erheben und das Gebäude auf zu heizen.

Leistungs u. Temperatur-Verlauf

Mo. 08.03.2004 - So. 14.03.2004

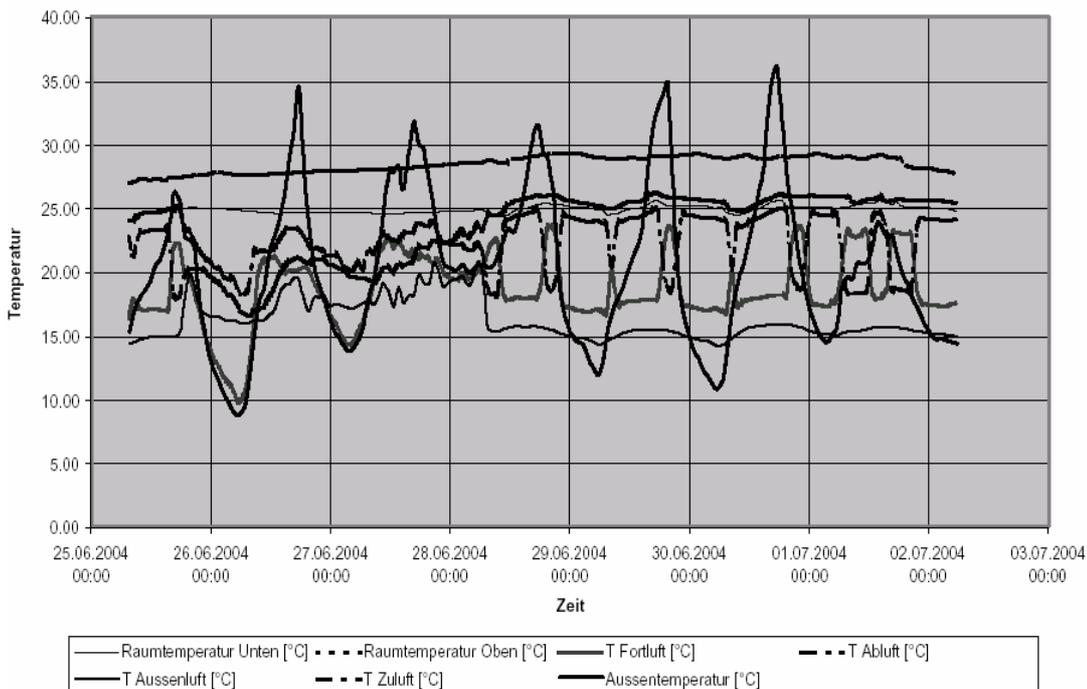


— Leistung Wärmepumpe el. (kW) - - - Leistung Hilfsbetriebe (kW)
 ····· Temperatur Vorlauf (10 °C) - · - · Temperatur Rücklauf (10 °C)

Grafik 1: Leistungsverlauf Wärmepumpe sowie Temperatur Bodenheizung

Die Bodenheizung wird mit einer konstanten Temperaturdifferenz von ca. 5°C betrieben und heizt das Gebäude langsam auf 20°C bei einer maximalen Vorlauftemperatur von 25°C. Auch ein Leichtbaugebäude wie das Wattwerk verfügt über beträchtliche Massen und die Aufheizphase dauert rund eine Woche. Die Wärmepumpe läuft mit einer Leistungsaufnahme von maximal 1.5 kW und heizt eine Fläche von 600 Quadratmetern.

25.6.-2.7.



Grafik 2: Temperaturmessung

Die Tage zwischen 25.6. und 1.7. verzeichnen drei Aussentemperaturspitzen im Bereich 35°C auf. Am 28.6. (Montag) wird die Lüftungsanlage am Morgen gegen acht Uhr in Betrieb genommen. Die Innenraumtemperaturen betragen im EG 25°C und im OG 28-29°C. Die Temperatur im Erdregister beträgt Montag bis Donnerstag konstante 15-16°C, was auf eine gute Erdankoppelung schliessen lässt. Wegen eines Regelfehlers wird die Bypassklappe nur stundenweise geöffnet. Aus diesem Grunde beträgt die Zulufttemperatur überwiegend 24-25°C, die Fortlufttemperatur bewegt sich zwischen 17 und 18 °C.

5. Ausblick

Weitere Betriebserfahrungen, Verbrauchs- und Produktionsdaten sowie Benutzererfahrungen werden ab September 04 erhoben. Aus den bereits vorliegenden Messwerte und Erkenntnissen kann geschlossen werden, dass das WATTWERK die vorausberechneten Verbrauchswerte erreichen wird.

Das WATTWERK zeigt, dass es heute möglich ist, ohne Experimente und Zauberei nachhaltige Gebäude zu bauen, die mehr Energie produzieren als sie verbrauchen. Die laufende Kostenauswertung wird zudem zeigen, ob, abgesehen von den PV-Anlagen, Mehrkosten gegenüber vergleichbaren Bauten zu verzeichnen sind.

6. Links Projektpartner

www.wattwerk.ch

www.holinger-solar.ch

www.erne.ch

www.ebl.ch

www.heliotherm.at

www.confosystems.ch

www.fregnan.ch

www.m-tec.at