

Schlussbericht PV P+D, DIS 33046 / 73003, August 2001

PV Dächer Altstadt Unterseen

Photovoltaik Dachintegration in geschützter Altstadtumgebung

ausgearbeitet durch:
Fritz Bigler
Industrielle Betriebe Interlaken
Fabrikstrasse 8, 3800 Interlaken



PV Dächer Altstadt Unterseen

Photovoltaik Dachintegration in geschützter Altstadtumgebung

Inhaltsverzeichnis

- 1 Zusammenfassung
- 2 Abstract in Englisch
- 3 Ausgangslage / Ziele
- 4 Anlagebeschrieb
- 5 Hauptergebnisse
- 6 Schlussfolgerungen
- 7 Publikationen
- 8 Anhang

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

1. Zusammenfassung

Nach anfänglich grossem Widerstand aus Kreisen des Denkmalschutzes konnte in einem historisch schützenswerten Altstadtteil von Unterseen eine PV-Anlage eingebaut werden. Sie dient nicht nur der Stromproduktion sondern sie wird auch benutzt zum Abschatten der Dachgärten und dient als gestalterisches Element.

2. Abstract

Unterseen, a part of the city of Interlaken, located on the river Aare between the two lakes of Thun and Brienz, has a historical centre, which is marked by an old town house and other historical monuments. The integration of photovoltaic modules into the roof of a newly designed building in an old town, taking historical aspects into account, represented a special challenge in terms of a combination of modern technology and a traditional townscape. A clever module design and lot of convincing was necessary in order to have the photovoltaic project approved by the local townscape authority, the cantonal as well as the national preservation of historical monuments.

The installed power is 6 kWp and the energy production so far meets the expected output. The results of the monitoring campaign, which runs until summer 2001, will be available as a final report towards the end of year 2001.



Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung
2. Abstract in Englisch
3. Ausgangslage / Ziele
4. Anlagebeschrieb
5. Hauptergebnisse
6. Schlussfolgerungen
7. Publikationen
8. Anhang

3. Ausgangslage / Ziele

Die oberste Stadt am Lauf der Aare deren Altstadt ein Schutzobjekt von nationaler Bedeutung ist, hat einen historischen Kern, der geprägt wird durch das Stadthaus mit dem Stadthausplatz und den Abschlüssen Nord- und Ost mit sehr schönen historischen Bauten. Der Ostabschluss wird auf Grund von teilweise belegten historischen Daten saniert und Teile neu aufgebaut. Die Bauherrschaft hat mit Unterstützung des Stararchitekten Campi die Verbindung von moderner Technik mit historischen Bauten sichtbar gemacht. Mit viel Ueberzeugungsarbeit konnte die Ortsbildschutzkommission der Altstadt, die kantonale- und schweizerische Denkmalpflege zum Einbau einer PV-Anlage auf den Dächern bewegt werden. Das Projektziel konnte erreicht werden. Es wird aufgezeigt, dass moderne, alternative Technik in historisch schützenswerten Bauten und Stadtteilen anlässlich Erneuerungen integriert werden können.



4. Anlagebeschrieb

Auf dem Dach des Domes, welches als Nebeneffekt als Schattenspender des Dachgartens dient, werden PV-Panels mit einer Leistung von 6,1 kWp eingebaut. Die Forderung an eine Lichtdurchlässigkeit wurde hoch gestellt, musste einerseits eine bestimmte Lichtmenge durchdringen und durfte auf der anderen Seite keine Musterung der Schatten sichtbar werden. Die Abmessungen der Dächer sind verschieden. Trotz der unterschiedlichen Dachbreiten kann für die 4 Dächer mit nur 2 Paneltypen mit 42 bzw. 49 Zellen gearbeitet werden. Elektrisch werden die Dächer symmetrisch in je zwei Stränge aufgeteilt. Die sich ergebenden Zellenzahlen passen perfekt auf den Fronius-Wechselrichter „MIDI Plus“ – ein Gerät, welches sich in vielen Einsatzfällen bestens bewährt hat. Zwischen Panelfeld und Wechselrichter kommt je ein Feldverteiler Typ FVK1, für 2 Stränge (mit Strangtrennern, Sicherungen, Leistungsschalter mit 4 Funkenstrecken sowie Überspannungsableiter) zu liegen.

Die Wechselrichter konnten dicht unter dem Dach an der Dachgartenbrüstung platziert werden. Dadurch konnte mit sehr kurzen Gleichstromleitungen gearbeitet werden. Die Wechselstromspeisung erfolgt in die Hauptverteilung des Gebäudekomplexes.



5. Hauptergebnisse

Produktion im vergangenen Betriebsjahr 2000-2001

| | | | | | |
|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| Juni | 714kWh | Juli | 718kWh | Aug. | 679kWh |
| Sept. | 464kWh | Okt. | 443kWh | Nov. | 208kWh |
| Dez. | 147kWh | Jan. | 268kWh | Febr. | 407kWh |
| März | 520kWh | April | 595kWh | Mai | 681kWh |

Total 12 Monate = 5'844 kWh.

Alle Anlagenteile sind während der ersten Betriebsjahre ohne Störung gelaufen. Die Produktionswerte entsprechen den Erwartungen. Technisch ist diese Anlage ein Erfolg. Die Lichtdurchlässigkeit der Panels findet grosse Beachtung, denn der Schattenwurf ist konstant und bildet keine Musterung. Als Ueberdachung und Schattenspender von Teilen der Dachgarten ist die Anwendung wegen den hohen Temperaturen, die im Sommer darunter herrschen nicht ideal.



6. Schlussfolgerungen

Mit Befriedigung kann festgestellt werden, dass in historischen Bauten auch bereits die vorhandene saubere Umweltenergie genutzt wurde und dies auch mit modernster Technologie weiter angewendet werden kann. Diese PV-Anlage zeigte auch neue Wege, die in der Denkmalpflege gegangen werden könnte, auf.



7. Publikationen

Die Anlage ist im Jahresbericht der Beauftragten 2000 vom Bundesamt für Energie BFE enthalten. Ein Artikel in der Fachzeitschrift 6/2001 Haus Tech gibt einen tieferen Einblick in die Planungs- und Realisierungsphase.

In der örtlichen Presse hat die Integration einer PV-Anlage in einem historisch wertvollem Bau, grosse Beachtung gefunden.

Anhang

Artikel 'PV Integration findet Applaus der Denkmalpflege'
aus HAUS TECH 6/2001

Bildquelle: NET Nowak Energie und Technologie AG

Interlaken, 31. August 2001

F.Bigler

PV-Integration findet Applaus der Denkmalpflege

FUNDAMENTE AUS DEM MITTELALTER KONTRASTIEREN BEI DER ÜBERBAUUNG IN UNTERSEEN MIT MODERNER SOLARARCHITEKTUR

Nach dem Entwurf von Mario Campi entsteht in Unterseen bei Interlaken derzeit eine Wohn- und Gewerbeüberbauung. Aufgebaut auf uralten Fundamenten, interpretierte der Tessiner Architekt die historische Struktur der Häuserzeile neu. Die radikalste Idee kam jedoch vom Denkmalpfleger: er schlug vor, Solarzellen in die Vordächer zu integrieren, stellte aber gleichzeitig so hohe Anforderungen, dass sein Vorhaben beinahe gescheitert wäre.

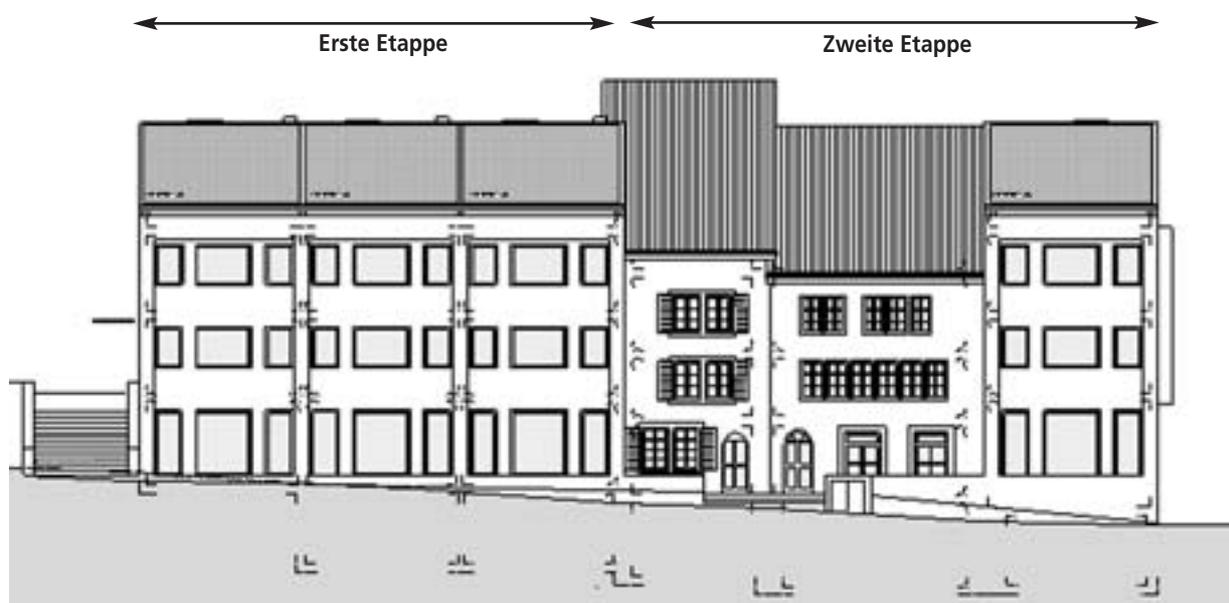
Von Margrit de Lainsecq

IN UNTERSEEN bei Interlaken entsteht derzeit ein spannender Bau mit einer ebenso spannenden, weit zurückreichenden Vorgeschichte. «Das Städtchen wurde im Jahre 1279 gegründet – dabei handelt sich wahrscheinlich um die höchst gelegene Stadtgründung im 13. Jahrhundert», sagt Regula Glatz vom archäologischen Dienst des Kantons Bern. Aus jener Zeit stammt auch die teilweise noch erhaltene Stadtmauer, die jetzt in die Überbauung an der Kirchgasse einbezogen wird. Hier, am östlichen Rand des «Stettlis», klappte nach dem Abriss einiger baufälliger Wohnhäuser seit Jahren eine durch Fassadenattrappen nur notdürftig verdeckte Lücke.

Campi gewinnt Ideenwettbewerb

Die Gemeinde Unterseen initiiert deshalb Mitte der 80er Jahre einen Ideenwettbewerb und lädt dazu zehn Architekturbüros ein. Den ersten Preis gewinnt das Tessiner Büro Campi und Pessina mit seinem Projekt «Elementar». Mario Campi, Professor für Architektur an der ETH Zürich, entwirft auf dem historisch vorgegebenen Grundriss eine Häuserzeile, die gegen die schroff aufsteigenden Hügel hin die alten Reste der Stadtmauer einschliesst. Zwischen der ergänzten Mauer und der Ostfassade der Häuser plant er die Erschliessungszone für die Wohnungen ein; vorgesehen sind Trep-

pen und ein Liftturm. Durch die dem öffentlichen Platz zugewandten Fassaden der sechs aneinander gereihten Häuser stellt Campi die ursprüngliche Platzumgrenzung wieder her, interpretiert historische Elemente aber neu. Fotografien aus der Jahrhundertwende zeigen, dass Berner Oberländer Stadthäuser früher über ausladende Vordächer verfügten. Gegen den Platz hin waren sie durch freistehende Holzbalken abgestützt. So entstanden vor den Handwerkerbetrieben und Läden im Erdgeschoss vielseitig nutzbare Laubengänge. Mario Campi entwirft Vordächer, die sich auf schlanke Betonpfeiler stützen. So entsteht zwischen den Privathäusern



Südansicht der Wohn- und Gewerbeüberbauung Kirchgasse in Unterseen: bei den beiden mittleren Häusern bleiben die alten Fassaden erhalten.



Die Überbauung Kirchgasse bildet den östlichen Abschluss des «Stettlis»; die von Mario Campi entworfenen Häuser stehen auf mittelalterlichen Fundamenten.

(Fotos: HMS Architekten)



Charakteristisch für Campis Architektur: strahlend weisse Fassaden und fassadenbündige Fensterrahmen aus Aluminium.

Projekt Unterseen

Die Beteiligten

Architektur, gestalterische Leitung:
Mario Campi, Franco Pessina
6900 Lugano

Ausführungsplanung
und Realisierung:
HMS Architekten
3800 Unterseen

Planung PV-Anlage:
Fabrisolar
8700 Küssnacht

Fabrikation PV-Module:
Creaglas
D – Thüringen

und dem öffentlichen Platz wieder ein halbprivater Übergangsraum. Ausserdem machen die Vordächer den Flachdachbau vom Platz her gesehen optisch zum Giebelbau, passend zu den übrigen Altstadt Häusern.

Moderne neben historischen Fassaden

Fünfzehn Jahre nach Mario Campi und Franco Pessinas Wettbewerbs-eingabe wird die Überbauung Kirchgasse mit kleinen Veränderungen realisiert. Als Bauherrschaft treten, gemeinsam mit zwei weiteren Investoren, die Architekten Hofer, Meyer, Sennhauser (HMS) in Un-

terseen auf, die auch für die Ausführungsplanung und die Realisierung der Überbauung zuständig sind. Die erste Etappe mit drei Häusern – insgesamt umfasst das Projekt sechs Riemenparzellen – konnte im Frühling 2000 bereits bezogen werden. Die beiden anschliessenden Häuser werden derzeit umfassend saniert.

Anders als beim bereits fertiggestellten Teil und beim noch hinzukommenden nördlichsten Haus ist bei diesen Mittelhäusern ein Teil der alten Bausubstanz noch in gutem Zustand. Die Denkmalpflege verlangte deshalb den Erhalt der Fundamente und der dem Platz zugewandten Fassaden. «Die Bruchsteinmauern stammen zum Teil aus dem Mittelalter», sagt Regula Glatz, die bei der archäologischen Untersuchung dabei war. Man hat bei dieser Untersuchung herausgefunden, dass die langgezogenen Riemenparzellen mit Hinterhaus, Innenhof und Vorderhaus das Resultat einer jahrhundertealten Baugeschichte ist.

«Während die Hinterhäuser zeitgleich mit der Stadtmauer entstanden, handelt es sich bei den Vorderhäusern vermutlich um gewerbliche Holzbauten, die im ausgehenden Mittelalter «versteinerten», das heisst sukzessive durch Steinbauten ersetzt wurden», erklärt Regula Glatz. Mario Campi hat diese Struktur beibehalten. Bei den beiden Mittelhäusern verspricht der Innenhof besonders eindrucksvoll zu werden. Stefan



Die in die Vordächer integrierten Module mit Antireflex-Glas und anthrazitfarbenen Solarzellen fanden Anklang bei der Denkmalpflege.

Künzle von den HMS Architekten zeigt auf die imposanten Mauerreste: «Sie bleiben stehen und werden gegen oben hin mit Glas ergänzt.» So wandeln sich die Innenhöfe – im Mittelalter wohl eine ziemlich düstere Angelegenheit – zu hellen, zeitgemässen Lichthöfen.

Solarzellen in Anthrazit ...

Ebenfalls im besten Sinne zeitgemäss sind die von Mario Campi neu interpretierten Vordächer. Bei der Diskussion, ob diese mit Ziegeln oder mit Blech zu decken seien, bringt Denkmalpfleger Heinz Zwahlen einen dritten Vorschlag ein: «Weshalb wählen wir nicht Solarzellen?» Nach ersten Studien und Besichtigungen sieht es dann allerdings so aus, als ob sich der Plan doch nicht verwirklichen liesse. Zu auffällig seien die blauglitzernden Zellen, zu gross die Gefahr unerwünschter Spiegelungen. Die Denkmalpflege sorgt sich um das Ortsbild von nationaler Bedeutung. «Zum Glück erhielt ich genau in diesem kritischen Moment das Muster eines neuen PV-Moduls zugeschickt», erinnert sich Willi Maag, der beigezogene Spezialist von Fabrisolar.

Das Demo-Modul kommt von Astro Power in Delaware, USA, und verfügt über eine raffinierte Glasabdeckung: Auf der Unterseite mit ei-

ner Art «Orangenhaut» versehen, verhindert dieses Glas unerwünschte Spiegelungseffekte weit gehend. Das Demo-Modell überzeugt die Denkmalpflege, nur die blaue Farbe der Zellen wird weiterhin als untolerierbar für das Altstadtbild beurteilt. Aber auch dieses Problem lässt sich lösen. «Wir haben bei Astro Power Solarzellen ohne die übliche Titanoxidbeschichtung bestellt», sagt Willi Maag. Ohne diese Schicht bringen die Zellen zwar 15% weniger Ertrag, weisen mit einem zurückhaltenden Anthrazit aber genau die von der Denkmalpflege gewünschte, unauffällige Farbe auf.

... umweltschonend hergestellt aus billigem Silizium

Auch der Herstellungsprozess ist bei den für Unterseen gewählten Solarzellen innovativ. In der Regel werden Solarzellen heute aus Abfällen der Halbleiterindustrie produziert. Verwendet wird also hochwertiges und teures Silizium, das von der Halbleiterindustrie aber nicht weiterverwendet werden kann und deshalb billig auf den Markt kommt. Davon profitiert die Solarbranche, so lange sie in einem Nischenmarkt tätig ist. Boomt die Solarenergie dagegen – und wer wünschte sich das angesichts der drohenden Umwelt- und Klimaprobleme nicht – wird das Angebot knapp und die Preise für diese Siliziumabfälle steigen, was die Solarzellen teurer statt billiger macht.

Die für Unterseen gewählten Zellen von Astro Power dagegen sind ohne den Umweg über die Halbleiterindustrie direkt aus billigem Silizium gegossen. «Diese multikristallinen Apex-Zellen haben zwar einen etwas tieferen Wirkungsgrad als die heute üblichen mono- und polykristallinen Zellen, dafür benötigen sie bei der Herstellung rund zehnmal weniger graue Energie», informiert Maag. Als weiteren Vorteil erwähnt er die von den Architekten geschätzte, sehr regelmässige und feinkristalline Oberflächenstruktur der Apex-Zellen.

Pilotprojekt von Energie-Schweiz

Die Zellen aus den USA sind einlaminiert in Glasmodule mit einer

Stärke von nur 7,4 mm. Abstände zwischen den Zellen bewirken, dass Tageslicht durch die Module fällt, aus denen die Vordächer ausschliesslich bestehen. Weil man gleichzeitig verhindern wollte, dass bei Sonnenschein Karomuster über die Fassaden tanzen, ist zwischen den Zellen und der unteren Glasschicht eine leicht weiss pigmentierte Tedlarfolie einlaminiert.

Das Bundesamt für Energie hat die Photovoltaikintegration in die Vordächer der Altstadt Häuser in Unterseen als Pilot- und Demonstrationsprojekt anerkannt und finanziell unterstützt. Obwohl die Ästhetik und die stimmige architektonische Integration die Wahl der Solarzellen bestimmte, interessiert auch die Stromproduktion: sie wird in einem Messprojekt detailliert erhoben. ■

Schweizer Entwicklung

Hängt und heizt mit Öl

multi Oil

Hängt wie ein Bild an der Wand
Nutzt die moderne Brennwerttechnik
Braucht keinen teuren Schornstein




Mit dieser Ölheizung sind Sie schon heute in der Zukunft! Klimaschutz 2005!

Info-Paket über
multi Oil AG
010 Blue Fun Wärmetechnik AG
Postfach
CH-7303 Mauthausen

Tel.: +41 (0)81 300 04 37 E-mail: info@multioil.ch
Fax: +41 (0)81 300 04 38 www.multioil.com
D-Hotline: 180 500 36 88