

ZÜRICHSEE SOLAR STROM

SOLARPARK SCHULHAUS OBERER HITZBERG UND ALLMENDLI

74.37 KWP PV ANLAGE OBERER HITZBERG

Am 11. Dezember 2009 sind die 3 Photovoltaik (PV) Anlagen auf dem Schulhaus Oberer Hitzberg, Pavillon Allmendli und Sporthalle Allmendli nach 11-wöchiger Bauzeit in Betrieb genommen worden. Die Anlagen bestehen aus insgesamt 1'041 Modulen mit einer Nennleistung von 192.585 kWp (STC DC). Damit werden pro Jahr voraussichtlich ca. 174'000 kWh umweltfreundlicher Solarstrom produziert und an 3 Einspeisepunkten ins lokale Energienetz der Werke am Zürichsee eingespeist. Die voraussichtlich produzierte Jahresenergie entspricht in der Jahresbilanz ca. 90% des Energiebedarfs der Schulhäuser Oberer Hitzberg, Pavillon Allmendli, Sporthalle Allmendli und Sportplatz Allmendli oder 35–40 durchschnittlichen 3-Personen-Haushalten.

Die Zürichsee Solarstrom AG (ZSSAG) als Eigentümerin der Anlagen hat die Anlagen finanziert und ist für den störungsfreien Betrieb in den nächsten mindestens 25 Jahren voraussichtlicher Lebensdauer der Anlagen verantwortlich. Eingesetzt wurden für alle Anlagen Solarmodule vom Typ Kyocera KD185GH-2PU mit einer Nennleistung von 185 Wp STC und Wechselrichter der Schweizer Firma Sputnik Engineering AG. Die Module des japanischen Herstellers werden in Europa gefertigt.



32.375 kWp-PV-Anlage Oberer Hitzberg 1

Die PV Anlage Oberer Hitzberg (OH) besteht aus 3 Teilanlagen:
Auf der Turnhalle Oberer Hitzberg die 31.08 kWp Anlage Hitzberg 3,
auf dem Schulhaus Oberer Hitzberg die Anlagen Hitzberg 1 mit einer Nennleistung von 32.375 kWp und Hitzberg 2 mit 10.915 kWp.
Alle 3 Anlagen speisen den produzierten Solarstrom auf einen gemeinsamen Einspeisepunkt im Schulhaus Oberen Hitzberg ein.
Auf dem Schulhaus Oberer Hitzberg ist zudem eine solarthermische Anlage installiert für die Warmwasser Aufbereitung.



31.08 kWp-PV-Anlage Oberer Hitzberg 3

TECHNISCHE DATEN PV ANLAGEN OH 1-3:

- Total 532.5m² belegte Dachfläche
- Parallel zum Ziegel Schrägdach montiert, Neigung 17°, Ausrichtung S bis SSO
- 402 aktive Module und 3 Blindmodule
- 74.37 kWp (OH 1 32.375kWp, OH 2 10.915kWp, OH 3 31.08kWp)
- 2x Sputnik SolarMax 35S, 2x SolarMax 4200S, 1x SolarMax 2000S
- erwartete Jahresproduktion: ca. 70'000kWh/a
- Total 19 Strings

67.155 KWP PV ANLAGE SPORTHALLE ALLMENDLI



8.88 kWp PV Anlage Fassade Sporthalle Allmendli



TECHNISCHE DATEN PV ANLAGE SPORTHALLE ALLMENDLI:

- Total 264.92m² belegte Dachfläche & 152.33m² an der Fassade
- Parallel zum Eternit Schrägdach montiert, Neigung 11°, Ausrichtung WSW & Fassadenmontage, 60° Neigung, SSO Ausrichtung
- 463 aktive Module und 1 Blindmodul
- 67.155 kWp (Sporthalle 58.275kWp, Fassade 8.88kWp)
- 1x Sputnik SolarMax 355, 1x SolarMax 205, 3x SolarMax 3000S
- erwartete Jahresproduktion: ca. 57'500kWh/a
- Total 16 Strings

58.275 kWp-PV-Anlage
Schrägdach Sporthalle Allmendli

Die PV Anlage Sporthalle Allmendli besteht aus der 58.275kWp Anlage auf dem Schrägdach der Sporthalle und der 8.88kWp Anlage an der Südfassade der Sporthalle. Beide Anlagen speisen den Strom direkt in die Trafostation bei der Zivilschutzanlage ein.

51.06 KWP PV ANLAGE PAVILLON ALLMENDLI



TECHNISCHE DATEN PAVILLON ALLMENDLI:

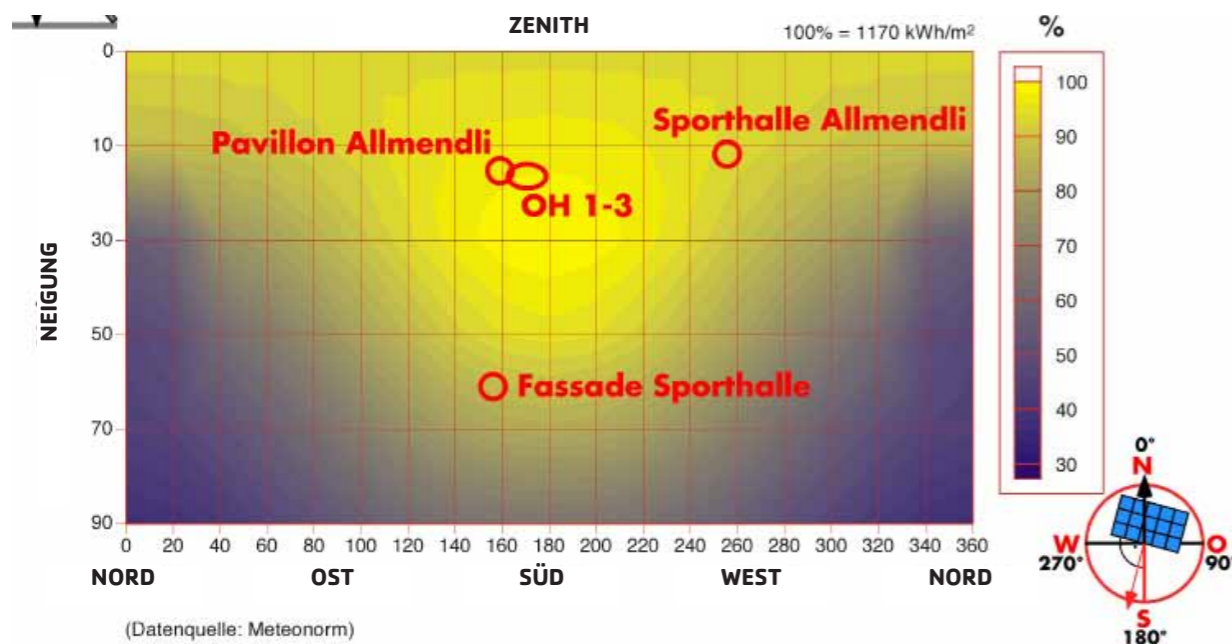
- Total 243.73m² belegte Dachfläche
- Flachdachmontage, Neigung 15°, Ausrichtung SSO
- 276 aktive Module und 1 Blindmodul
- 51.06 kWp
- 1x Sputnik SolarMax 355, 1x SolarMax 205
- erwartete Jahresproduktion: ca. 46'500kWh/a
- Total 12 Strings
- Einspeisepunkt: Einspeisung direkt zur Trafostation Sporthalle Allmendli

SOLARSTRAHLUNGSANGEBOT IN ERLENBACH

Der elektrische Ertrag einer PV Anlage hängt direkt proportional von der vorhandenen Solarstrahlung an einem bestimmten Standort ab. Es wird bei der Solarstrahlung unterschieden zwischen direkter Strahlung und Diffusstrahlung. Die Summe von Direkt- und Diffusstrahlung wird als Globalstrahlung bezeichnet. Eine PV Zelle kann sowohl direktes Sonnenlicht als auch

Diffuslicht in elektrischen Gleichstrom und Gleichspannung umwandeln. Dies geschieht mit einem Wirkungsgrad von über 16% in der Solarzellen. Für die Bestimmung der vorhandenen Solarstrahlung spielen die Ausrichtung nach Süden, die Neigung und die Verschattung der PV Module eine zentrale Rolle.

JAHRES-STRAHLUNGSANGEBOT IM RAUM ZÜRICH



(Datenquelle: Meteonorm)

In der Grafik 1 sind die simulierten Globalstrahlungssummen pro Jahr für den Raum Zürich dargestellt im Bezug auf das maximale Solarstrahlungsangebot bei idealer Südausrichtung und Neigung. Dabei wird auf der x-Achse die Abweichung von der idealen Südausrichtung eingetragen, während auf der y-Achse die Neigung ab der Horizontalen aufgetragen ist.

Dabei ist ersichtlich, dass das Solarstrahlungsmaximum für den Raum Zürich bei einer Ausrichtung nach Süden und einer Neigung von ca. 30° liegt und etwas mehr als 1'100 kWh/m²a beträgt. Mit roten Kreisen eingezeichnet sind die einzelnen PV Anlagen des Solarparks Erlenbach. Es wird ersichtlich, dass die Anlagen Oberer Hitzberg 1-3 und die Anlage auf dem Pavillon Allmendli trotz nicht idealer Neigung (ca. 15° anstatt 30°) und leichter Abweichung nach Osten beinahe im Solarstrahlungsmaximum liegen. Die Anlage auf dem Schrägdach der Sporthalle Allmendli ist zwar beinahe nach Westen ausgerichtet, durch die flache Neigung aber trotzdem noch im Bereich von 90% + vom Solarstrahlungsmaximum. Die Fassadenanlage an der Sporthalle Allmendli ist trotz nahezu idealer Ausrichtung nach Süden bei einer Neigung von 60° bei ca. 85% des Solarstrahlungsmaximums. Alle PV Anlagen bringen damit gute Voraussetzungen für einen hohen Jahresertrag mit.

Ein weiterer wichtiger Faktor für den Ertrag ist die Verschattung durch den Horizont sowie durch lokale Hindernisse, wie zum Beispiel umliegende Bäume, Lüftungskamine auf dem Dach oder Antennen. Durch Analyse des Horizonts kann der Einfluss auf das Solarstrahlungsangebot relativ präzise abgeschätzt werden. Der Verlust durch Verschattungen beträgt je nach Jahreszeit und Sonnenverlauf zwischen 5...15%.

ETWAS THEORIE UND ELEKTRISCHE KENNZAHLEN

Ein einzelnes PV Modul besteht bei einer Abmessung von 1338x990 mm und einem Gewicht von 16kg aus 48 polykristallinen Solarzellen mit einem Wirkungsgrad von über 16%, welche innerhalb des Moduls elektrisch in Serie geschaltet sind. Das Modul ist auf der Vorderseite mit einer Glasscheibe abgedeckt, auf der Rückseite befindet sich eine Folie, dazwischen sind die Solarzellen eingebettet. Unter Testbedingungen erreicht ein solches Modul durchschnittlich eine Spannung von 23.6V Gleichspannung und 7.84A Gleichstrom und erreicht damit einen Modulwirkungsgrad von 14%.

Um den von den Solarzellen erzeugten Gleichstrom in Wechselstrom zu wandeln sind sogenannte Wechselrichter notwendig. Wechselrichter sind für verschiedenste Anlagengrößen auf dem Markt erhältlich. Um einen idealen Betriebspunkt zu erhalten, arbeiten die grösseren Wechselrichter mit einer Gleichspannung auf der Eingangsseite von einigen hundert Volt bis zu tausend Volt. Diese Spannung wird erreicht, indem mehrere Module elektrisch in Serie zu einem sogenannten String verschaltet werden. Der Strom eines solchen Strings bleibt beim Strom im Arbeitspunkt eines Moduls wegen der Serieschaltung, also ca. 7.8A, während die Spannung in einem String mit 25 Modulen wie zum Beispiel auf der Anlage Oberer Hitzberg 1 590V DC erreicht.

Die Anlage Oberer Hitzberg 1 besteht aus mehreren Strings, genau genommen 7 Strings. Diese werden im Fall Oberer Hitzberg 1 auf einen Wechselrichter geführt und dazu elektrisch parallel geschaltet. Damit erreicht

man einen rechnerischen Eingangsstrom von insgesamt knapp 55A DC. Eine Verschattung eines einzelnen Moduls führt zu einem geringeren Ausgangsstrom. Dies ist insofern kritisch, als dass sich der niedrigere Strom auf den gesamten String auswirkt und damit zu einer deutlichen Ertragseinbusse führt. Eine Verschattung ist aus diesem Grund zu vermeiden. Bis zu einem gewissen Grad kann die Auswirkung von Verschattungen auch durch geschicktes Verschalten der Module in Strings verringert werden.

Die Wechselrichter sind aber nicht nur für die Umwandlung vom Gleichstrom zum netzkonformen 50Hz Wechselstrom zuständig, sondern auch für die «Steuerung» der Module. Durch Variation des Stroms können die Module im jeweils idealen Arbeitspunkt betrieben werden. Dieser Vorgang wird ebenfalls vom Wechselrichter gesteuert. Auch verschiedene Sicherheitsfunktionen wie Netzsynchrisation und Trennung vom Netz bei Netzausfall sind im Wechselrichter integriert. Die Wechselrichter stellen sozusagen das Gehirn einer PV Anlage dar, während die Module das Herz der Anlage sind.

Es gibt zusätzliche leistungsmindernde Faktoren wie zum Beispiel Temperatureffekte. Werden die Solarzellen durch die Einstrahlung der Sonne erhitzt, so reduziert sich die Spannung mit steigender Temperatur. Aus diesem Grund ist eine Hinterlüftung der Module wichtig, wie sie zum Beispiel auf den Schrägdächern durch dachparallele Montage erreicht werden kann.

BETEILIGTE UNTERNEHMEN

- Bauherrschaft: Zürichsee Solarstrom AG, Erlenbach
- Eigentümer und Betreiber: Zürichsee Solarstrom AG
- Fachingenieur und Planung: TNC Consulting AG, Erlenbach ZH

GLOSSAR

AC	Alternating Current. Wechselstrom. In der Schweiz mit einer Frequenz von 50 Hz auf 3 Phasen.
AM	Air Mass. Beschreibt die Atmosphäre, welche das auf der Erdoberfläche eintreffende Sonnenlicht (Spektrum) beeinflusst.
CO ₂	Kohlendioxid. Ein Treibhausgas. Wird verantwortlich gemacht für die Erwärmung der Erdoberfläche und damit des Klimas.
DC	Direct Current. Gleichstrom
Einspeisepunkt	Verbindung zum öffentlichen Stromnetz. Hier wird die vom Wechselrichter gewandelte AC Leistung abgegeben und der Zähler installiert.
EEA Gesuch	Anschlussgesuch für Energieerzeugungsanlagen (EEA) im Parallelbetrieb mit Stromversorgungsnetz an lokales EVU
EVU	Energie Versorgungs Unternehmen. Betreibt das lokale Elektrizitätsnetz und ist für die Versorgung ihrer Kunden mit Energie zuständig
Feld	Elektrische Verschaltung mehrerer Gruppen. Die Verschaltung der Gruppen erfolgt überlicherweise in Parallelschaltung.
Gruppe/String	Elektrische Verschaltung mehrerer PV Module in Serie.
Graue Energie	Energiemenge, welche für die Herstellung, den Transport und die Entsorgung benötigt wird. Ein PV Modul in der Schweiz hat diese Energie nach 2–3 Jahren bei guter Ausrichtung der Anlage zurück geliefert (Energierücklaufzeit).
Hz	Hertz. Frequenzeinheit. Stellt eine Anzahl pro Zeiteinheit (Sekunde) dar.
Inverter	Wechselrichter
kWh	Energieeinheit, sprich KiloWattStunden = 1'000 Watt Stunden. Entspricht der elektrischen Energie, welche eine 100W Glühbirne in 10 Stunden Betrieb verbraucht.
kWp	Leistungseinheit, sprich KiloWattPeak = 1'000 Watt Peak. Bezeichnet die Leistung einer Solarzelle oder eines Solarmoduls bei standardisierten Test Bedingungen STC. Entspricht nicht zwingend der maximal möglichen Leistung einer Solarzelle/eines Solarmoduls, erlaubt aber den Vergleich von Modulen.
Lokaler Horizont	Horizont, welcher durch die vorhandenen topographischen Elemente (Berge, Seen, etc.) entsteht.
MeteoNorm	Simulations Software für die Ermittlung der durchschnittlichen Solarstrahlung an einem bestimmten Standort mit einem vorgegebenen Horizont. Basiert auf langjährigen Messreihen von Meteostationen.
Module	Solarmodule. Bestehen aus einer Anzahl untereinander elektrisch in Serie geschalteter Solarzellen. Mechanischer Schutz der Solarzellen durch eine Glasabdeckung und einen Rahmen. Das Solarmodul verfügt über einen Anschluss für die Abführung des Gleichstroms und Dioden für den Schutz der Solarzellen.