

Zeitschrift: Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement =
Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire =
Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

Band: 110 (2012)

Heft: 5

Artikel: Solarkataster : systematische Suche nach den besten Dächern für
Photovoltaikanlagen

Autor: Klauser, D. / Egret, C.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-238270>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.11.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Solarkataster: systematische Suche nach den besten Dächern für Photovoltaikanlagen

Der Bundesrat hat im Mai 2011 den Atomausstieg beschlossen. Die in diesem Zusammenhang vom Bundesamt für Energie erarbeiteten Energieszenarien 2050 gehen von einem massiven Ausbau der erneuerbaren Energien aus. Insbesondere die Nutzung der Sonnenenergie auf Hausdächern hat ein grosses Potenzial. Elektrizitätswerke, die ihr Produktionsportfolio gezielt mit Photovoltaik-Anlagen erweitern wollen, sehen sich mit der Aufgabe konfrontiert, effizient die am besten geeigneten Standorte ausfindig zu machen. Für diesen Zweck stellt ein Solarkataster eine wertvolle Planungsgrundlage dar. Es erlaubt zudem eine zuverlässige Potentialschätzung für ein bestimmtes Gebiet. Die Firma Meteotest hat im Auftrag von Romande Energie ein Solarkataster für alle Gebäude mit mehr als 1000 m² Grundfläche im Netzgebiet dieses Energieversorgers (Waadt, Unterwallis) erstellt.

D. Klauser, Ch. Egret

In den letzten Monaten haben diverse grössere Städte (Basel und St. Gallen) ein Solarkataster erstellt. Für Städte und Gemeinden steht die Sensibilisierung der Hauseigentümer durch eine öffentliche Internetanwendung im Vordergrund. Sie erhoffen sich, durch ein Solarkataster Hausbesitzer vermehrt dazu animieren zu können, eine Solaranlage zu realisieren. In St. Gallen und Basel wurden die Solarkataster auch mit Informationen zum Denkmalschutz verknüpft, um die Bevölkerung transparent über potenzielle Einschränkungen für den Bau von Solaranlagen zu informieren. Weiter bietet ein Solarkataster auch eine exzellente Grundlage für die Erarbeitung einer Energiestrategie oder eines Energierichtplanes. Romande Energie ist bereits stark im Ausbau der Produktion aus neuen erneuerbaren Energien engagiert, so unter anderem mit der Anlage auf den Dächern der EPFL in Lausanne, einer der grössten PV-Anlagen in der Schweiz. In den nächsten 10 Jahren will Romande Energie rund 500 grosse PV-Anlagen mit einer Gesamtproduktion von 30 Millionen Kilowattstunden realisieren. Um die geeignetsten Dächer zu identifizieren, hat sich Romande

Energie entschieden, ein Solarkataster für alle Gebäude mit mehr als 1000 m² Grundfläche in ihrem Netzgebiet erstellen zu lassen. Das Projekt hat insbesondere durch seine Grösse (ein Gebiet von rund 3000 km²) Pioniercharakter für die Schweiz. Gegenwärtig sind bei Meteotest Solarkataster für diverse weitere Städte und Gemeinden in Arbeit.

Methodik

Die Berechnung eines Solarkatasters lässt sich grob in drei Schritte unterteilen: Zu-

erst müssen die GIS-Grundlagendaten zu einem gerasterten Oberflächenmodell (DOM) aufbereitet und daraus für jeden Rasterpunkt die Ausrichtung und Neigung berechnet werden, wofür ArcGIS [1] verwendet wird. In einem zweiten Schritt wird mit meteonorm-Wetterdaten in IDL [1] für jeden Rasterpunkt die jährliche Globalstrahlung berechnet. Schliesslich werden wiederum in ArcGIS die als Raster vorliegenden Ergebnisse der Strahlungsbeziehung zu Angaben pro Gebäude und Dachfläche aggregiert und kartografisch dargestellt.

Grundlagendaten

Während bei den ersten Solarkatastern in den 90er Jahren die Informationen über die Dachflächen mittels photogrammetrischer Auswertung von Luftbildern gewonnen wurden [2], ergab sich vor einigen Jahren mit dem Airborne Laserscanning eine neue Möglichkeit zur Datenerfassung für Solarkataster [3]. Eine weitere mögliche Datengrundlage ist ein bereits bestehendes 3D-Stadtmodell. Für die weitere Bearbeitung müssen die Grundlagendaten als 2.5-dimensionales Höhenraster aufbereitet werden. Die Auflösung des Höhenmodells richtet sich dabei nach der Genauigkeit der Grundlagendaten. Im vorliegenden Projekt wurde das digitale Oberflächenmodell DOM-AV des Bundesamtes für Landestö-

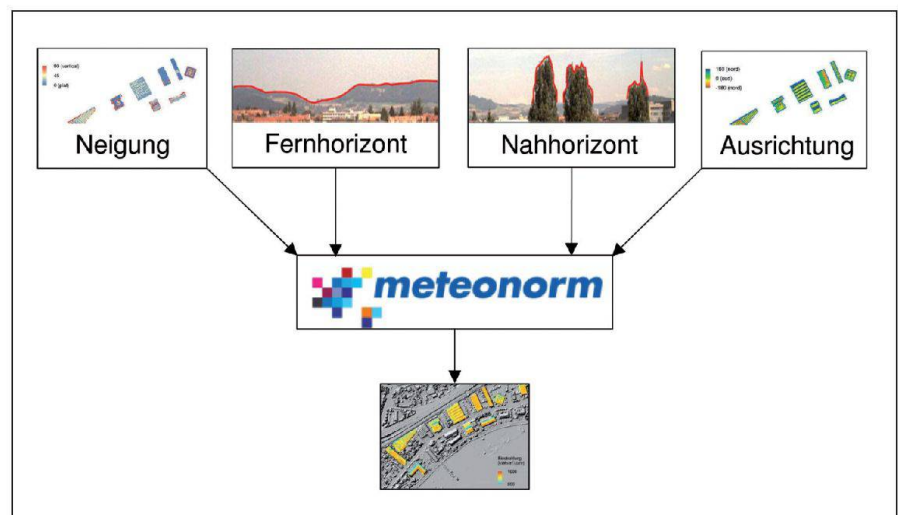


Abb. 1: Berechnungsmethodik für ein Solarkataster.

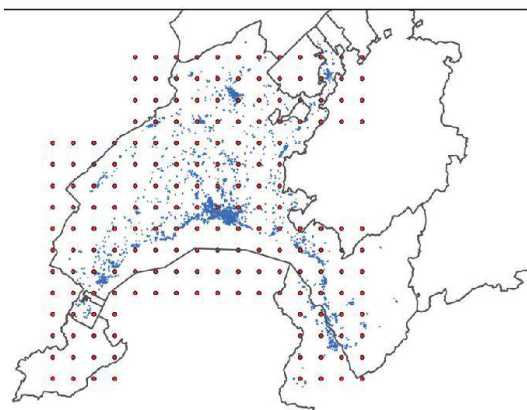


Abb. 2: Wetterdaten-Gitterpunkte (rote Punkte) und untersuchte Gebäude (blau).

pografie verwendet. Der Vorteil des DOM-AV liegt in der unmittelbaren und Schweiz-weiten Verfügbarkeit. Der Nachteil liegt einerseits bei der eher geringen Messpunktdichte von knapp 1 Punkt/m² und andererseits bei den nicht ganz aktuellen Daten (das DOM-AV wurde in den Jahren 2000–2007 erstellt). Die zu untersuchenden Gebäude im Kanton Waadt wurden mit Hilfe der Gebäudegrundrisse aus dem digitalen Oberflächenmodell ausgeschnitten, um die Rechenzeit zu reduzieren. Anschliessend wurden mit Hilfe des Oberflächenmodells die Ausrichtung, die Neigung und der Horizont für jede Rasterzelle innerhalb der Gebäude hergeleitet. Der Horizont setzt sich zusammen aus einem Nahhorizont (benachbarte Gebäude, Bäume, etc.), der aus dem digitalen Oberflächenmodell berechnet wurde, und aus einem Fernhorizont (Hügel, Berge), der aus einem 100m-Terrainmodell abgeleitet wurde.

Strahlungsberechnung

Für die Strahlungsberechnung wurde im Untersuchungsgebiet mit der Software *meteorm* für Wetterdaten-Gitterpunkte in einem Abstand von 5 km die Globalstrahlung auf eine horizontale Fläche sowie die Sonnenposition für jede Stunde eines typischen Jahres berechnet (vgl. Abb. 2). Die Daten basieren auf Messwerten der Jahre 1986–2005 und auf Satellitenbildern.

Aus diesen Wetterdaten wurde anschliessend für jeden Rasterpunkt innerhalb der zu untersuchenden Gebäude die direkte und die diffuse Strahlung ermittelt unter Berücksichtigung von Ausrichtung, Neigung und Horizont. Für die direkte Strahlung wurde für jede Stunde berechnet, ob die Sonnenposition über dem Horizont liegt oder nicht. Falls die Sonne über dem Horizont liegt, wurde die direkte Strahlung in der entsprechenden Stunde berücksichtigt. Für die diffuse Strahlung war das Vorgehen komplexer. Hier wurde zuerst für jede Stunde im Jahr die Einstrahlungsverteilung der diffusen Strahlung über die Himmelshemisphäre gemäss dem Perez-Modell [4] berechnet (Auflösung 1 Grad; vgl. Abb. 3, links). Danach wurde ermittelt, welche Teile der Himmelshemisphäre über dem Horizont liegen und welche darunter (Abb. 3, Mitte). Anschliessend wurde nur der Anteil der diffusen Strahlung, der über dem Horizont liegt, für die Berechnung berücksichtigt (Abb. 3, rechts). Das Ergebnis der Strahlungsberechnung ist in Abb. 4 dargestellt.

Dachflächenerkennung

Da für die ausgewählten Gebäude kein 3D-Modell vorlag, musste die Geometrie der einzelnen Dachflächen aus dem Oberflächenmodell abgeleitet werden. Aufgrund der relativ geringen Punktdichte des DOM-AV gestaltete sich die Erkennung der Dachflächen im vorliegenden Projekt als schwierig. Um die Komplexität

zu vereinfachen, wurde die Dachflächen-erkennung für jedes Gebäude separat durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde mit Hilfe des Gebäudegrundrisses ein Oberflächenmodell für jedes Gebäude extrahiert. Die anschliessende Erkennung der einzelnen Dachflächen erfolgte mit einem ähnlichen Algorithmus wie in [3]: Ausgehend von einer Initialebene (seed area) wird die Zugehörigkeit der benachbarten Punkte im Höhenraster zu dieser Ebene überprüft; durch ein schrittweises Flächenwachstum (region grow) ergeben sich so die Dachflächen. Das Ergebnis (vgl. Abb. 5) hängt stark von der Qualität der DOM-Daten und der Komplexität der Dachformen ab. Während einfache Dachformen in der Regel sehr gut erkannt werden, kann das Ergebnis bei komplexen Dachstrukturen oder Dächern mit vielen Dachaufbauten nicht ganz der Realität entsprechen. Insbesondere kleine Dachaufbauten sind aufgrund der Auflösung der DOM-Daten von rund 1 Punkt/m² nicht erfassbar.

Ergebnisse

Im vorliegenden Projekt wurden im ganzen Kanton Waadt rund 3500 Gebäude mit einer Gesamtfläche von gut 8 km² analysiert. Die gesamte jährliche Einstrahlung auf diese Gebäude beträgt rund 7.6 Terawattstunden. Neben der Einstrahlung wurden für jede Dachfläche diverse weitere Parameter wie Ausrichtung, Neigung oder die Eignung für Photovoltaikanlagen ermittelt. Unter Berücksichti-

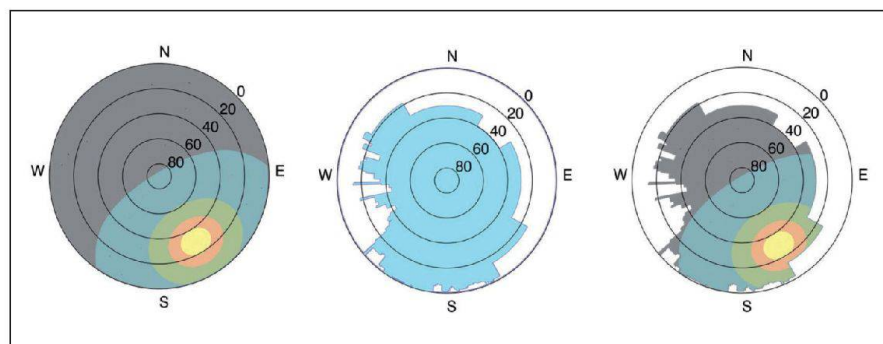


Abb. 3: Vorgehen bei der Verschattungsanalyse für die diffuse Strahlung: Strahlungsverteilung (links), Horizont (Mitte) und sichtbarer Teil der Strahlungsverteilung (rechts).

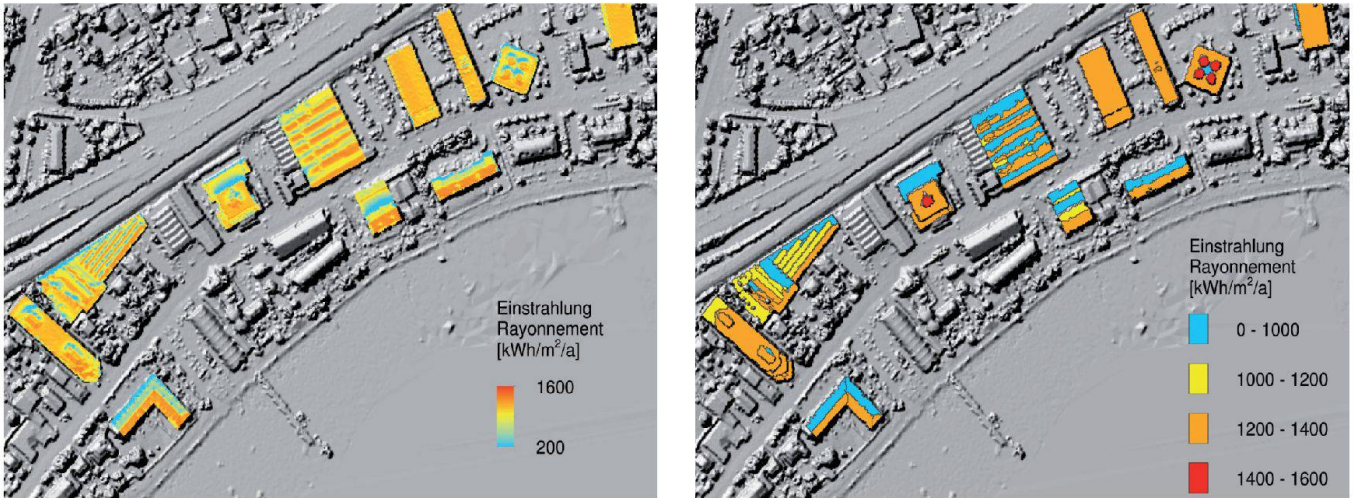


Abb. 4 und 5: Jährliche Globalstrahlung in kWh/m²/Jahr für einen Ausschnitt in Morges (links). Erkannte Dachflächen und ihre mittlere jährliche Globalstrahlung in kWh/m²/Jahr für einen Ausschnitt in Morges. Für Flachdächer wurde bei der Strahlungsberechnung von einer aufgeständerten und nach Süden ausgerichteten Solaranlage mit einer Neigung von 30 Grad ausgegangen.

gung eines mittleren Wirkungsgrades für Photovoltaikanlagen wurde auch der zu erwartende Energieertrag abgeleitet. Diese Ergebnisse können einerseits, wie im Fall von Romande Energie, dazu verwendet werden, die besten Standorte für Photovoltaikanlagen in einem grösseren Gebiet zu ermitteln. Mit Hilfe der berechneten Daten lassen sich die Gebäude nach diversen Kriterien wie Einstrahlung, Grösse oder Dachform ordnen und damit die geeignetsten Gebäude für eine einge-

hendere Evaluation herausfiltern. Die vorhandenen Daten können aber auch über eine Webapplikation der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden, wie dies in Basel und St. Gallen bereits der Fall ist. Die Bevölkerung kann sich dadurch sehr einfach über das Potential der Sonnenenergie auf ihren Dächern informieren. Es bietet sich auch an, das Solarkataster als KML-Datei zu exportieren und damit z.B. in Google Earth zugänglich zu machen (Abb. 6).

Links/Literatur:

- [1] www.esri.com, www.meteonorm.com, www.exelisvis.com
- [2] Identification of roof areas suited for solar energy conversion systems, H. Wittmann et al., Renewable Energy, Vol. 11, no. 1, pp. 25–36, 1997.
- [3] Airborne laserscanning data for determination of suitable areas for photovoltaics, T. Voegtli et al., ISPRS WG III/3, III/4, V/3 Workshop «Laser scanning 2005», Enschede, the Netherlands, September 12–14, 2005.
- [4] All-weather model for sky luminance distribution – preliminary configuration and validation, R. Perez et al., Solar Energy, Vol. 50, No. 3, pp. 235–245, 1993.



Abb. 6: Beispiel eines Solarkatasters für das Gebiet Muesmatt in Bern.

Daniel Klauser
 Meteotest
 Fabrikstrasse 14
 3012 Bern
 daniel.klauser@meteotest.ch

Christoph Egret
 Romande Energie SA
 Rue de Lausanne 53
 1110 Morges
 Christophe.Egret@romande-energie.ch