

greenius – Eine neuartige Simulationsumgebung für Regenerative Independent Power Projects

Volker Quaschnig · Rainer Kistner · Winfried Ortmanns · Michael Geyer

Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt e.V. · Plataforma Solar de Almería
Apartado 39 · E-04200 Tabernas (Almería) · Spanien
Tel.: ++34 950 387906 · Fax: ++34 950 365313 · VOLKER.QUASCHNING@PSA.ES

Einleitung

Für die Simulation von kleinen und mittleren Photovoltaikanlagen gibt es bereits zahlreiche Simulationswerkzeuge. Diese sind jedoch vor allem auf den deutschen Elektrizitätsmarkt abgestimmt. Während derzeit Photovoltaikanlagen meist noch von einzelnen Personen oder Firmen errichtet werden, werden in Zukunft „Independent Power Projects“ durch unabhängige Geldgeber oder Finanzierungsgesellschaften stark an Bedeutung gewinnen. Mit steigender Projektgröße werden auch mehr Finanzmittel benötigt, die meist nicht mehr von Einzelpersonen aufgebracht werden können. Diese Art der Projektfinanzierung ist heute bereits bei der Errichtung großer Windparks üblich, da für deren Errichtung mehrstellige Millionenbeträge notwendig sind. Für die Projektplanung derartiger internationaler Independent Power Projects benötigt man Simulationswerkzeuge, die einerseits in der Lage sind, Berechnungen an beliebigen Standorten der Erde durchzuführen, andererseits müssen neben dem elektrischen Ertrag auch detaillierte Finanzierungsanalysen durchgeführt werden. Außerdem ist es wünschenswert, verschiedene regenerative Anlagentypen vergleichen zu können, um für den jeweiligen Standort – unter Berücksichtigung lokaler ökonomischer Gegebenheiten – die wirtschaftlichste Variante ermitteln zu können. Das Programm **greenius** ist ein neuartiges Werkzeug, das diesen Anforderungen gerecht wird.

Modellierung von grünen Kraftwerksprojekten

Bei der Entwicklung von **greenius** wurde ein hoher Wert auf eine benutzerfreundliche Oberfläche und einfache Bedienbarkeit bei größtmöglicher Flexibilität gelegt. Einzelne Projekte, von denen sich mehrere parallel bearbeiten lassen, sind in einer Baumstruktur aufgebaut.

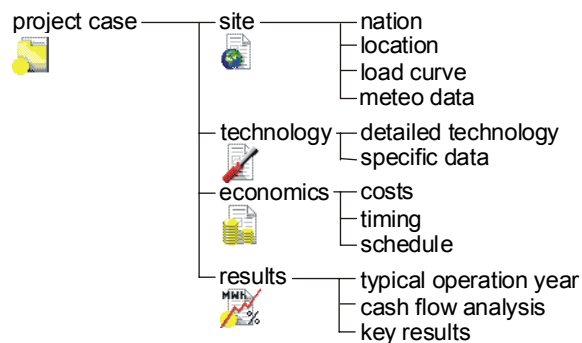


Bild 1: **greenius** Baumstruktur

Ein Projekt setzt sich dabei aus folgenden Gruppen zusammen:

- Standortdaten (Nation, Standort, Lastgang, meteorologische Daten)
- Technologiedaten (bei Photovoltaik: Module, Wechselrichter, Systemdaten)
- Ökonomiedaten (Kosten, Finanzierung, Laufzeit)
- Ergebnisse

Die Gruppendaten werden jeweils auf einem Übersichtsfenster zusammenfassend dargestellt (Bild 2). Von hier aus können einzelne Elemente der Gruppe geladen oder editiert werden. Für Meteodaten stehen Einlesefilter für ASCII- und für TMY2-Daten zur Verfügung.

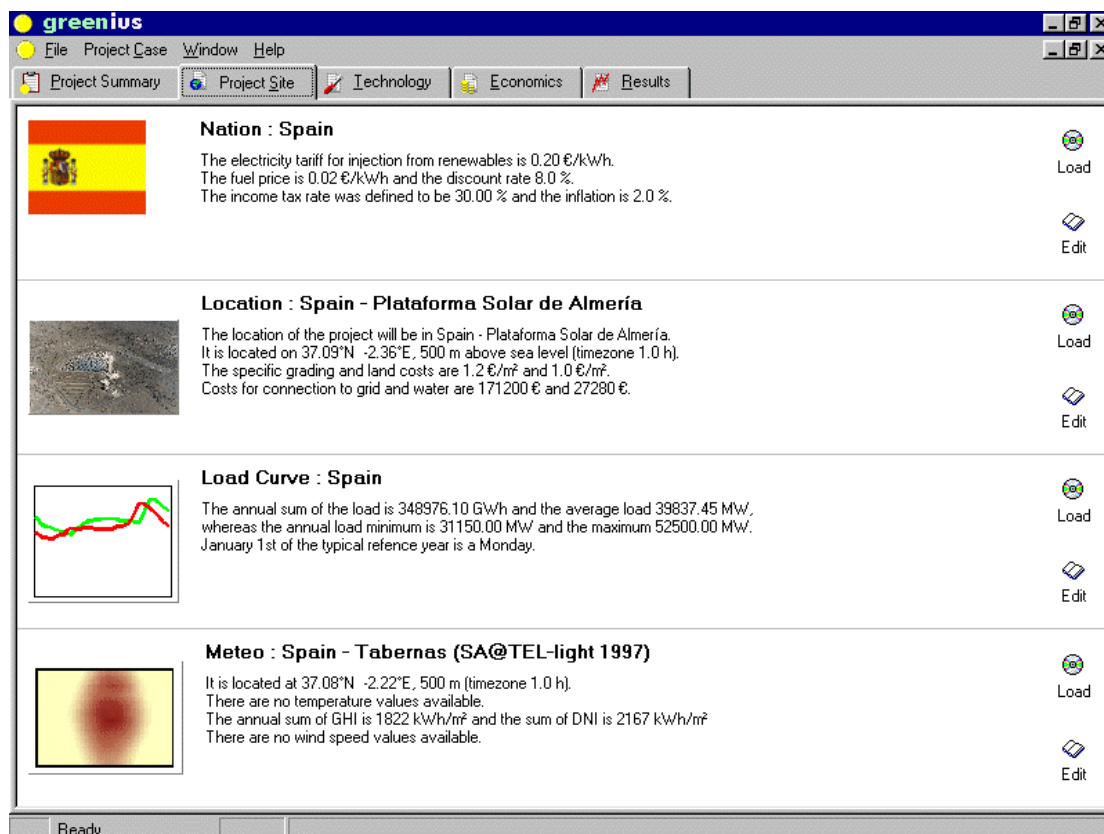


Bild 2: Standort-Übersicht bei **greenius**

Neben Photovoltaikanlagen lassen sich mit **greenius** auch andere regenerative Systeme berechnen. Derzeit stehen folgende Technologien zur Auswahl:

- netzgekoppelte Photovoltaikanlagen
- netzgekoppelte Windkraftanlagen und -parks
- solarthermische Parabolrinnen-Kraftwerke
- solarthermische Dish/Stirling-Systeme

Andere Technologien sind in Vorbereitung. Die Verwaltung der Daten bei den Technologien ist analog zu den in Bild 2 dargestellten Standortdaten.

Die Technologiegruppe Photovoltaikanlagen besteht zum Beispiel aus den Elementen Photovoltaikmodule (Bild 3), Wechselrichter (Bild 4) und Photovoltaiksystem (Bild 5). Alle Elemente können editiert, oder aus einer umfangreichen, mitgelieferten Datenbank geladen werden. Bei der Eingabe werden die Parameter auf Plausibilität geprüft und sofort grafisch dargestellt. Hierdurch werden Eingabefehler weitgehend vermieden.

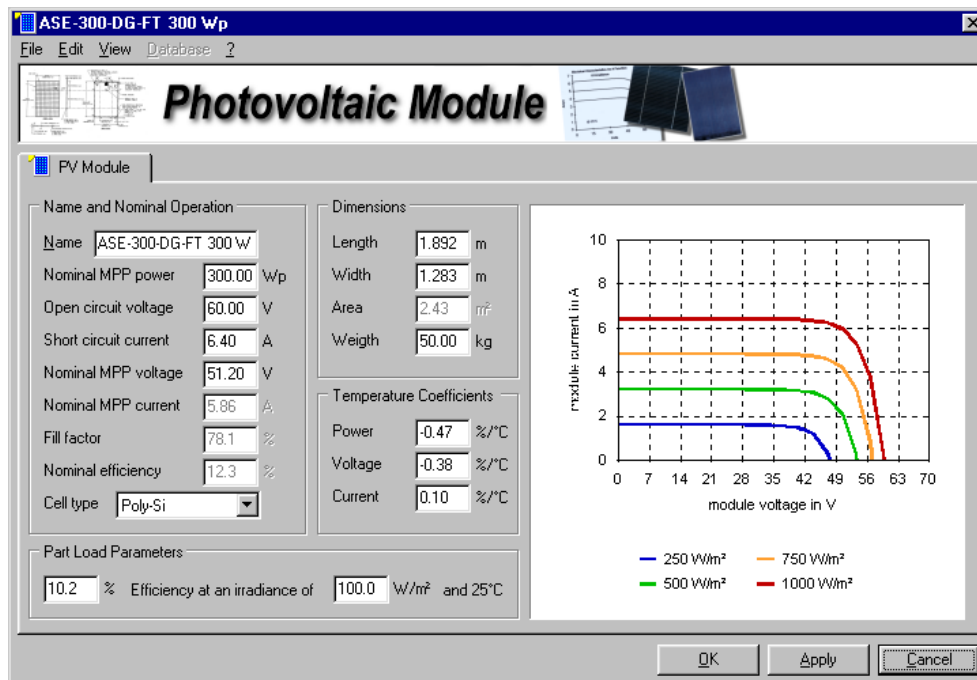


Bild 3: **greenius**-Eingabemaske für PV-Module mit U-I-Kennlinendarstellung

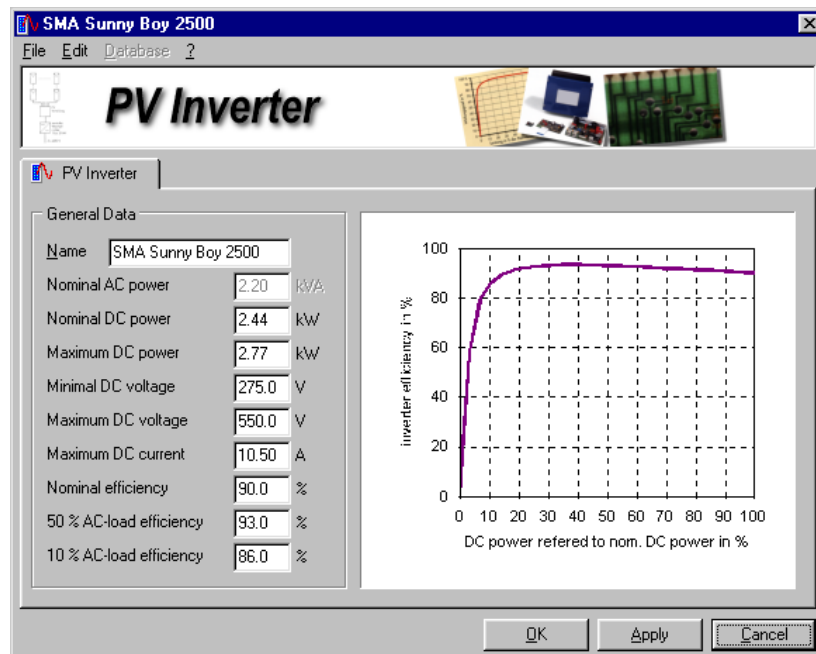


Bild 4: **greenius**-Eingabemaske für Wechselrichter mit Wirkungsgradkennlinien

Bild 5 zeigt die Eingabemaske für PV Systeme. Hier wird die Ausrichtung des Systems sowie die Zahl Module und der Wechselrichter definiert. Optimierungsfunktionen erlauben eine schnelle Systemauslegung. Eine Online-Plausibilitätsprüfung vereinfacht die Auslegung und vermeidet Dimensionierungsfehler.

Bild 5: **greenius**-Eingabemaske für PV-Systeme mit Dimensionierungsunterstützung

Neben technologischen Daten lassen sich auch betriebswirtschaftliche Daten definieren, die aus den Elementen Kosten, Finanzierungsdaten und Laufzeit bestehen. Neben Installationskosten, Betriebskosten, Infrastrukturkosten, Inflationsrate, Steuersätzen und unterschiedlichen Abschreibungsarten und -zeiträume lassen sich auch Zuschüsse sowie der Kapitaldienst für unterschiedliche Kreditgeber in der Berechnung berücksichtigen. Damit sind Finanzierungsrechnungen für fast alle internationalen Projekte möglich.

Simulation regenerativer Kraftwerke

Alle Parameter bei **greenius** sind mit sinnvollen Default-Werten vorbelegt, sodass sich eine Simulation auch ohne die Eingabe zahlloser Werte gestartet werden kann. Stündliche meteorologische Daten sind für die Simulation essentiell. Neben den mitgelieferten Daten ist auch ein Import von Daten aus dem Programm Meteonorm und von TMY2-Datensätzen problemlos möglich. Eine S@TEL-light-Schnittstelle ist in Vorbereitung. Die Simulation erfolgt in Stundenschritten über ein Jahr und benötigt lediglich wenige Sekunden. Als Ergebnisse werden technische Parameter in stündlicher, täglicher, wöchentlicher und monatlicher Auflösung aufgezeichnet. Die Parameter lassen sich tabellarisch und grafisch ausgeben und in andere Anwendungen exportieren. Weiterhin werden Bewertungsparameter wie Performance Ratio und spezifischer Ertrag berechnet.

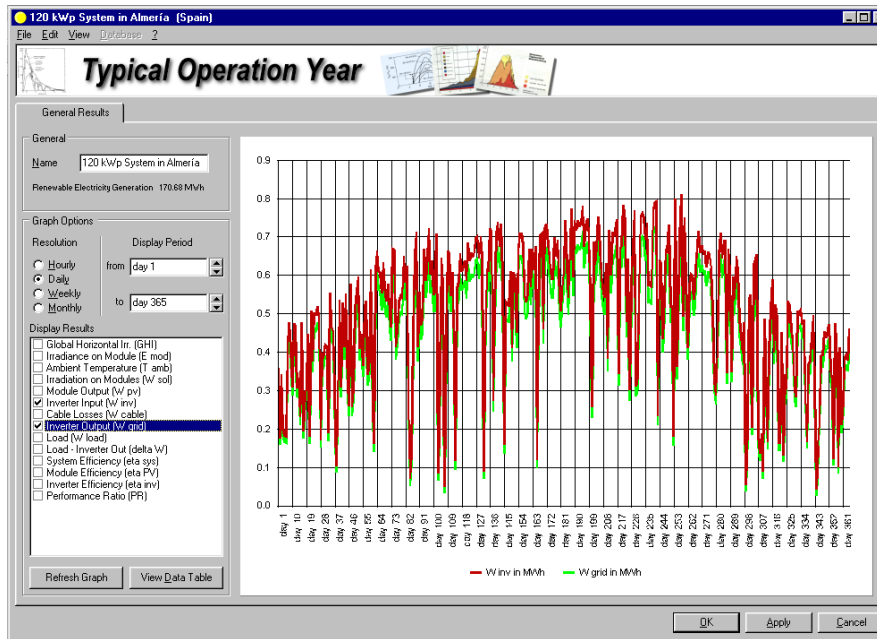


Bild 6: **greenius**-Ergebnisse: Tägliche Leistungsabgabe eines Photovoltaikkraftwerks

	unit	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Total Revenues	€	0	0	353,045	356,575	360,141	363,743	367,380
Total Running Costs	€	0	0	36,010	36,629	37,260	37,901	38,554
Net Operating CF	€	0	0	317,035	319,946	322,881	325,841	328,826
Capital Costs	€	2,169,048	1,783,237	0	0	0	0	0
Pre-Finance CF	€	-2,169,048	-1,783,237	317,035	319,946	322,881	325,841	328,826
Grant Funding	€	612,000	612,000	0	0	0	0	0
Equity Funding	€	658,138	341,726	0	0	0	0	0
Debt Drawing	€	1,215,323	829,511	0	0	0	0	0
Debt Service	€	0	0	-287,186	-277,703	-268,221	-258,739	-249,256
Post Finance CF	€	316,413	0	29,849	42,243	54,660	67,103	79,570
Dividends Paid	€	316,413	0	29,849	42,243	54,660	67,103	79,570
Discounted CF	€	292,975	0	23,695	31,050	37,201	42,286	46,428
Disc. Equity Inj.	€	658,138	341,726	0	0	0	0	0
Net Present Value	€	811,433						
Equity/Dividends	€	-341,726	-341,726	29,849	42,243	54,660	67,103	79,570
IRR on equity		16.21						

Bild 7: **greenius**-Ergebnisse: Cashflow-Analysen

Zu den technischen Berechnungen werden umfangreiche Cashflow-Analysen durchgeführt und tabellarisch dargestellt. Finanztechnischen Schlüsselparameter wie Stromgestehungskosten, interner Zinsfuß, CO₂-Vermeidungskosten und entstehende Zusatzkosten liefern weitere wichtige Aussagen. Somit bietet **greenius** auch für größere regenerative Kraftwerksprojekte eine einzigartige Planungshilfe.

Anfragen richten Sie bitte an o.g. Kontaktadresse.

greenius – A New Simulation Environment for Renewable Independent Power Projects

Volker Quaschnig · Rainer Kistner · Winfried Ortmanns · Michael Geyer

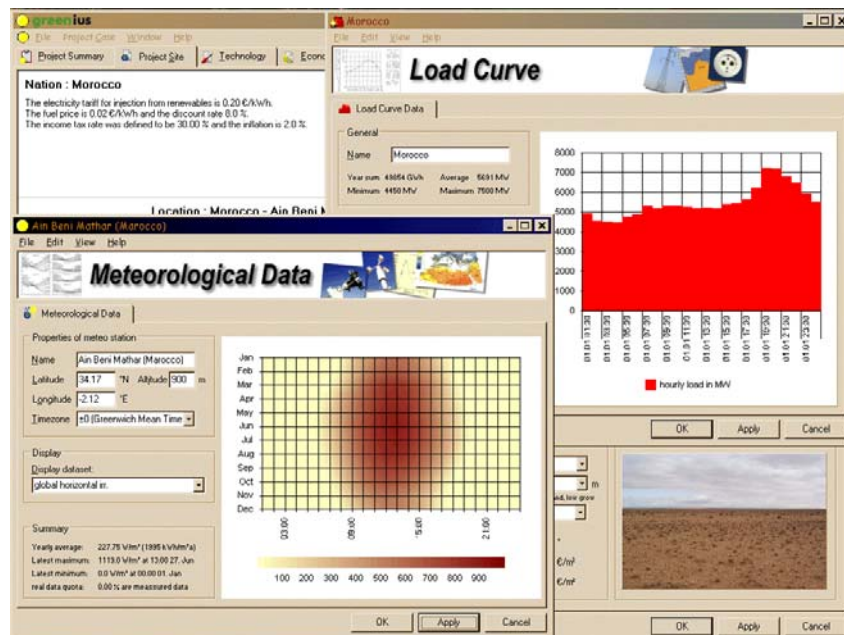
Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt e.V. · Plataforma Solar de Almería
Apartado 39 · E-04200 Tabernas (Almería) · Spanien
Tel.: ++34 950 387906 · Fax: ++34 950 365313 · VOLKER.QUASCHNING@PSA.ES

Abstract

Using modern simulation tools when planning renewable independent power projects minimizes the risks of these projects. Furthermore, simulation tools can also help to find the best site for a special technology or the best technology for a special site. However, a user-friendly powerful simulation tool that provides detailed technical as well as economical analysis of multiple technology types such as photovoltaics, wind energy and solar thermal power plants did not exist until now.

The new simulation environment **greenius** offers all these possibilities. The main emphasis when developing this software was put on the user-friendly interface and the calculation performance. The user can start with only two mouse clicks the simulation, just by selecting the corresponding technology and a meteo data file. All further parameters are pre-defined with realistic values, but can be also customized.

All simulations run in hourly time steps. Precise but fast algorithms are implemented. Besides the technical calculations detailed cash-flow sheets are calculated. Economic key parameters such as levelized electricity costs, internal rate of return, CO₂-avoidance costs and incremental costs deliver important information. Especially for large renewable power plants **greenius** offers unique planning support.



greenius screen shot of the site definition of the power project