

Bereitstellung gütebewerteter Datenbasen und Modelle zur Einstrahlungsklimatologie im Rahmen des Europäischen Projekts MESoR

Carsten Hoyer-Klick¹, Hans Georg Beyer², Elke Lorenz³, Detlev Heinemann³,
Lourdes Ramírez⁴, Jesús Polo⁴, Lucien Wald⁵, Thomas Huld⁶, Marcel Suri⁶

¹Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,

Institut für Technische Thermodynamik, Pfaffenwaldring 38, 70569 Stuttgart
Tel.:0711 6862728, Fax.:0711 6862783, E-mail: carsten.hoyer-klick@dlr.de

²Hochschule Magdeburg-Stendal, 39114 Magdeburg

Tel.:03918864499, Fax.: 03918864126, E-mail:hans-georg.beyer@hs-magdeburg.de

³Fachbereich Physik, Universität Oldenburg, 26111 Oldenburg

⁴Solar Radiation Group. CIEMAT (Spanien)

⁵École des Mines de Paris, Center for Energy and Processes (Frankreich)

⁶European Commission, Joint Research Center,
Institute for Environment and Sustainability, Ispra (Italien)

Einleitung

Um den wachsenden Bedarf an qualitativ hochwertiger Information zur Einstrahlungsklimatologie für die Projektentwicklung von Solarenergiesystemen abzudecken, wird im Rahmen des Europäischen Projekts 'Management and Exploitation of Solar Resource Knowledge' MESoR an der Qualifizierung von Datenquellen und Modellen zur Bereitstellung von standortspezifischen Einstrahlungsdatensätzen gearbeitet. Dabei sollen die aus boden- oder satellitengestützten Messungen abgeleitete Datenbanken (z.B. Europäischer Strahlungsatlas ESRA [1], Satel-light [2], Meteonorm [3], PVGIS [4], SOLEMI [5], Helioclim [6], Heliosat-3 [7]) und die darauf aufbauenden Modelle zur Ableitung systemspezifischer (Orientierung, Neigung) Einstrahlungswerte hinsichtlich der Wiedergabe der wesentlichen Eigenschaften (langjährige Strahlungssummen, Variabilität, Verteilungsfunktionen) der Einstrahlungsreihen bewertet so für ihre Anwendbarkeit zur Prognose des Verhaltens von Solarenergiesystemen qualifiziert werden. Die Zugänglichkeit der von verschiedenen Anbietern bereitgehaltenen Daten und Programmwerkzeugen soll über einen 'Broker'-Service gegeben werden.

Das Konzept des MESoR Services

Im Rahmen von MESoR soll keine neue meteorologische Datenbank erstellt werden. Es ist beabsichtigt, bestehende oder neue erstellte Informationsbasen über einen einheitlichen Server, der eine reine Vermittlungs- (Broker-) Funktion ausübt zugänglich zu machen.

Informationsanbieter sollen auf dem Server die Beschreibung ihres Angebots als Metadaten hinterlegen. Diese Metadaten enthalten u. A. die Art und Herkunft und Güte der angebotenen Daten, deren geografischen und zeitlichen Bezug, Zeitauflösung und Zugänglichkeit.

Potentielle Nutzer (Planungsbüros, Investoren, Banken, etc.) sollen über ein GIS- (Geografisches Informationssystem)-Portal das für den gewählten Ort vorhandene Informationsangebot abfragen (siehe Abb. 1). Mit Hilfe von auf dem Server bereitgestellten Empfehlungen für die Auswertung der durch unterschiedliche Datenbasen gegebenen Einstrahlungsinformation für Planung, Auslegung, Entwicklung und Betrieb von Solarenergiesystemen, kann anhand der Metadaten das geeignete Angebot ausgewählt werden.



The screenshot displays a web-based GIS interface. On the left, there is a vertical toolbar with navigation and zoom controls. The main area shows a map of Europe with a red location pin placed in southern France. To the right of the map, there are input fields for 'cursor position' (58.45, 46.87), 'latitude, longitude' (42.81, 6.86), 'from date' (1985-12-12), and 'to date' (1985-12-24). Below the map, a table titled 'Web Service Description' provides details for a specific service.

Web Service Description	Web Service Results	CI
name: Joint Exploitation of NASA-SSE and HelioClim-1 Databases of Daily Solar Irradiation producer: Ecole des Mines de Paris - Armines producerurl: http://www.helioclim.net url: http://www.helioclim.net/com/nasa_helioclim_daily.php show: Select the first date (after 1 July 1983 included) show: Select the last date (before 30 June 1993 included) show: Select on the map the geographical site of interest bbox: -90,-180,90,180		

Abb. 1: Screenshot des MESoR Portals. Das Beispiel zeigt den zur Zeit implementierten Link zu dem von der Ecole des Mines angebotenen Helioclim-Service für einen Standort in Südfrankreich.

Bewertung von Datenbasen

Zur Bewertung der Angebote, die über die reine Zusammenstellung von Messwerten hinausgehen, d.h. insbesondere aller Datenbasen, die flächendeckende Information auf Basis von Interpolationsverfahren oder Satellitendatenauswertung liefern, ist deren Güte wesentlich.

Als Grundlage der Bewertung dient primär der Vergleich dieser Modelldaten mit Messdaten qualitativ hochwertiger meteorologischer Stationen. Den Kern dieser Datenbasis stellen Datensätze, die im Rahmen der Messnetze BSRN [8] und IDMP (International Daylight Measurement Program) [9] aufgenommen wurden. Ergänzend werden – in Abhängigkeit von der Stationsdichte - weitere Datensätze meteorologischer Dienste hinzugezogen. Die Güte dieser Datensätze wird mit standardisierten Verfahren zu überprüft und gekennzeichnet. Die im Rahmen von MESoR eingesetzten Verfahren sind mit der IEA Task 36 [10] abgestimmt, um die Homogenität der Datensätze auch über den europäischen Rahmen hinaus sicherzustellen.

Für die Bewertung der Übereinstimmung von Modell- und Messdaten werden unterschiedliche - zum Teil neu entwickelte - Gütemasse eingesetzt. Für die Auswahl einer Datenbasis für eine bestimmte Anwendung werden jeweils unterschiedliche Gewichtungen dieser Gütemasse vorgeschlagen werden.

Gütemasse

Eine grundlegende Bewertung der Übereinstimmung vom Model- und Messdaten erfolgt durch deren mittlere Abweichung (der Bias)

$$MA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_e(i) - x_m(i)) = \overline{x_e(i)} - \overline{x_m(i)}$$

n : Anzahl der Datenpaare

$x_e(i)$ = Modellwerte

$x_m(i)$ = Messwerte

Eine detailliertere Bewertung, die sich bei zeitsynchronen Modell- und Messwerten anwenden lässt, ist durch die Wurzel der mittleren quadratischen Abweichung gegeben (Root Mean Square Abweichung).

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_e(i) - x_m(i))^2}$$

n : Anzahl der Datenpaare

$x_e(i)$ = Modellwerte

$x_m(i)$ = Messwerte

Mit dem Maß RMS wird die exakte Identität modellierter und gemessener Datenreihen getestet. Es ist das wesentliche Maß zur Überprüfung von Vorhersagemodellen (siehe z.B. [11]), die zur antizipierenden Steuerung von Systemen genutzt werden. Für die Anwendung der Strahlungsinformation zur Systemauslegung und zur Abschätzung des Systemverhaltens (Langfristerträge) ist demgegenüber lediglich die statistische Identität der modellierten und gemessenen Reihen zu fordern. Zur Prüfung dieser Identität kann die Ähnlichkeit der Verteilungsfunktionen der Datensätze analysiert werden. Abb.2 zeigt den Vergleich der kumulierten Verteilungsfunktionen für gemessene und satellitengestützte Tagesmittelwerte der Einstrahlung für 10-jährige Zeihen eines Standortes.

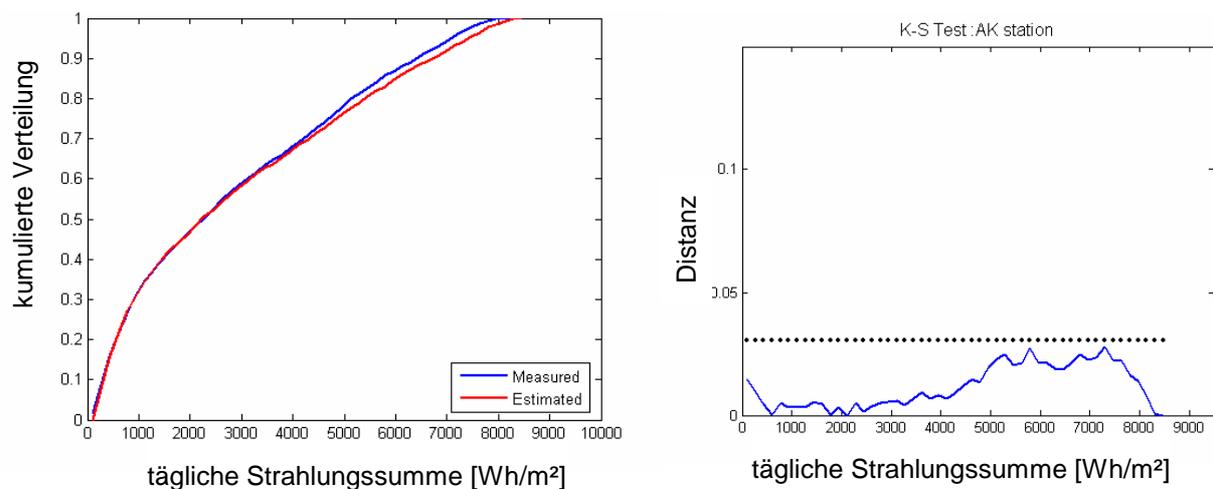


Abb.2a,b: Test der Güte von Modellierten Daten über den Vergleich der Verteilung der Daten. Abb. 2a (links) zeigt die Kurven der kumulierten Verteilungsfunktion modellierter (satellitengestützter) und gemessener Tagessummen der Einstrahlung. Die Distanz zwischen diesen Kurven ist in Abb.2b (Rechts) dargestellt. Die Linie zeigt den kritischen Wert dieser Distanz in einem Kolmogorov-Smirnov Test. Da Dieser Wert hier nicht überschritten wird, können die Modellwerte als den Messwerten statistisch ähnlich gelten.

Ein qualitativer Test für statistische Ununterscheidbarkeit der beiden Datensätze ist durch den Komogorov-Smirnov Test [12] gegeben, der überprüft, ob der Abstand der Verteilungskurven einen bestimmten Grenzwert nicht überschreitet (siehe Abb. 2a). Dem Ansatz diese Test folgend, kann ein quantitatives Maß für die Übereinstimmung definiert werden.

Auf diesem Ansatz aufbauend, lassen sich weitere Maße definieren, die – in Kombination mit den Fehlergrößen MA und RMS – eine umfassende Bewertung der Datengüte erlauben. Eine exemplarische Anwendung derartiger Maße ist in [13] und [14] gegeben. Die Gewichtung der Maße mit Bezug auf die Güte der, auf der Basis der mit den Modelldaten ermittelten Betriebsparameter unterschiedlicher Solarenergiesysteme wird im Rahmen von MESoR ermittelt.

Ausblick

Das Projekt MESoR (Abschluss Mitte 2009) wird einen qualitativ neuen Zugang zu Einstrahlungsdaten ermöglichen. Es wird über seinen Server den Zugang zu dezentral verteilten, bewerteten Informationen bieten. Dies wird durch umfassende Anleitung zur anwendungsspezifischen Auswahl der Information sowie deren qualitativer und quantitativer Bewertung ergänzt werden. Ein Prototyp dieses Servers ist über: <http://project.mesor.org> zugänglich. Ein weiterer Aspekt ist die Erstellung einer Roadmap für die zukünftige Forschung und Entwicklung für die Bereitstellung von Einstrahlungsdaten, z.B. in Langzeitdatenbanken oder Vorhersagen.

Weitere Information zum Projekt MESoR bietet www.msor.org .

Danksagung

Diese Arbeit wurde durch die Europäische Kommission durch Unterstützung des Projektes MESoR (TREN/07/FP6EN/S07.69067/038655) gefördert.

Literatur

- [1] K. Scharmer, J.Greif (eds.), J.K. Page, R. Dogniaux, G. Czeplak, U. Terzenbach, I. Bernhardt, L. Wald, S. Antoine, O. Bauer, L. Beaudoin, H.G. Beyer, E. Francois, M. Lefevre, N. Poloubinski, Ch. Rigollier, H. Lund, J. Möller-Jensen, A. Joukoff, J. Temples, E.P. Borisenko, A. Tsvetkov, R. Aguiar, M.J. Carvalho, M. Collares Pereira, P. Littlefair, M. Albuissou, B. Bourges, L. Kadi, The European Solar Radiation Atlas, Vol.1-2+CD, Les Presses de l'Ecole des Mines, Paris (2000)
- [2] Foyntonont,F., D. Dumortier, D. Heinemann, A.Hammer, J.Olseth, A.Skartveit, P.Ineichen, C.Reise, J.Page, L.Roche, H.G.Beyer, L.Wald,A.Santos, SATELLIGHT:

a european programme dedicated to serving daylight data computed from METEOSAT images, Proc. LUX-EUROPA'97, Amsterdam (1997)

[3] Metonorm, www.meteonorm.de

[4] M.Suri ,T.A.Huld, E.D.Dunlop, PV-GIS: a web based solar radiation database for the calculation of PV potential in Europe, *International Journal of Sustainable Energy* 24, 55-67.(2005).

[5] R. Meyer, C. Hoyer, E. Diedrich, C. Schillings, M. Schroedter, R. Büll, F. Trieb: Solar Energy Mining: High-Resolution Meteosat-based Service for Solar Radiation Products for Europe, Africa and Asia. In: Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. – DGS Munich PSE GmbH – Forschung Entwicklung Marketing, Freiburg [Hrsg.]: EuroSun, 14. Intern. Sonnenforum, S. 857 - 863, EuroSun, 14. Intern. Sonnenforum, Freiburg im Breisgau, 20-23 June 2004

[6] S. Cros, M. Albuissou , M. Lefèvre, C. Rigollier, L.: HelioClim: a long-term database on solar radiation for Europe and Africa. In: Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. – DGS Munich PSE GmbH – Forschung Entwicklung Marketing, Freiburg [Hrsg.]: EuroSun, 14. Intern. Sonnenforum, S. 857 - 863, EuroSun, 14. Intern. Sonnenforum, Freiburg im Breisgau, 20-23 June 2004

[7] J. Betcke, R. Kuhlemann, A. Hammer, A. Drews, E. Lorenz, M. Girodo, D. Heinemann, L. Wald, S. Cros, M. Schroedter-Homscheidt, T. Holzer-Popp, G. Gsell, T. Erbertseder, M. Kosmale, B. Hildenbrand, K.-F. Dagestad, J. Olseth, P. Ineichen, C. Reise, D. Dumortier, F.v. Roy, A. Ortegon Gallego, H.G. Beyer, F. Trieb, C. Schillings, S. Kronshage, H. Mannstein, L. Bugliaro, W. Krebs: Energy Specific Solar Radiation from Meteosat Second Generation (MSG): The Heliosat-3 Project. Final Report. 2006.

[8] BSRN, Baseline Solar Radiation Network, World Meteorological Organisation, <http://bsrn.ethz.ch/>

[9] IDMP-International Daylight measurement Programme; IEA Task 17E “Broad-Band visible radiation data acquisition and analysis”, Report IEA-SHCP-17E-1 (1994)

[10] D. Renné, R. Meyer, H.G. Beyer, R.Perez, L.Wald, P. Stackhouse, Solar resource knowledge management: a new task of the international energy agency, Proc. of the ASME solar energy division, International solar energy conference SEC, Denver(CO), USA, 8.-13.7 (2006)

[11] E.Lorenz, D.Heinemann, H.G.Beyer, M.Schneider Weiterentwicklung von Verfahren zur Solarleistungsvorhersage – Prognose von Verbundleistungen und deren Vertrauensbereiche, dieses Symposium

[12] Massey, F.J.Jr., The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit, *Journal of the American Statistical Association* 46, 68-78 (1951)

[13] J.Remund, Genauigkeit der Meteonorm Version 6.0, dieses Symposium

[14] B.Espinar, L.Ramírez, A.Drews, H.G.Beyer, L.F.Zarzalejo, J.Polo, L.Martín, Analysis of different error parameters applied to solar radiation data from satellite and German radiometric stations, eingereicht bei *Solar Energy*, 2007