

Standardkonforme Geodatenverarbeitung und Dienstorchestrierung am Beispiel der Solarpotenzialanalyse mittels OGC Web Processing Service (WPS)

Sandra LANIG, Alexander ZIPF

Universität Heidelberg, Geographisches Institut, Lehrstuhl für Geoinformatik
{lanig,zipf}@uni-heidelberg.de

Zusammenfassung

Der OGC *Web Processing Service* (WPS 1.0.0) Standard ermöglicht echte, standardisierte und damit interoperable Web-gestützte GIS Analysefunktionalitäten im Rahmen einer *Geodateninfrastruktur* (GDI). Die WPS Spezifikation ist jedoch sehr generisch und offen gehalten für jegliche Arten von Verarbeitungsfunktionalitäten mit bzw. ohne Raumbezug in unterschiedlicher Granularität der Prozesse. Damit ist sowohl eine voll-automatische interoperable Geoprozessierung als auch eine Orchestrierung von Diensten in einer Prozesskette oder die Semantik-orientierte Suche nahezu unmöglich. Um diesen Missstand zu begegnen definiert der WPS Standard so genannte *WPS Profile*. Dieser Beitrag präsentiert ein Konzept für eine *standardkonforme Web-gestützte Solarpotenzialanalyse* zur Ermittlung optimaler Standorte für Solaranlagen und den daraus resultierenden Größen wie Stromertrag, installierte Fotovoltaikleistung, CO₂-Emission-Einsparungen, Investitionsvolumen, Amortisationszeiten in Form eines Ertragsrechners mittels OGC WPS 1.0.0 Schnittstelle. Erste Erfahrungen und Ergebnisse bei der Umsetzung eines Domänen-spezifischen *WPS Application Profile* im Bereiche der Solarpotenzialanalyse werden vorgestellt.

1 Einleitung

Die drastischen Veränderungen durch den Klimawandel, aber auch ökonomische Belange, wie z.B. der Anstieg der Marktpreise für Öl und Gas zur Energieversorgung zwingen uns zum Handeln und zu einem nachhaltigen Umgang mit Energieträgern. Die Solarenergie bietet hierfür ein enormes Potenzial. Die Sonne stellt ihre Sonnenenergie kostenfrei zur Verfügung. Die Geoinformatik kann dabei innovative Impulse für den Solarmarkt setzen.

Bisherige Solarpotenzialanalysen basieren auf Desktop GIS-Systemen. Visualisiert werden die Ergebnisse aus der Solarpotenzialanalyse oftmals in Form eines WebGIS im Internet (LANIG 2009). Um jedoch den Zugriff auf verteilte Daten in einem Netzwerk zu ermöglichen ist der Einsatz von *Service-orientierten Architekturen* (SOA) innerhalb einer *Geodateninfrastruktur* (GDI) nötig. Das *Open Geospatial Consortium* (OGC) entwickelt Standards und Schnittstellen für den Internet-basierten Austausch jeglicher Art von Geo-Daten und Geo-Funktionalitäten. Im Mittelpunkt steht die Interoperabilität der jeweiligen Komponenten in Form von Geo-Web-Diensten. Bisher beschränkten sich die Spezifikationsbe-

mühungen des OGC hauptsächlich auf Dienste für die Visualisierung (*Web Map Service*, WMS), den Zugriff auf Vektor- (*Web Feature Service*, WFS) und Rasterdaten (*Web Coverage Service*, WCS) und die Suche nach Geodaten (*Catalog Service for the Web*, CSW). Eine Standardisierung der Schnittstelle für eine echte Verarbeitung und Analyse von räumlichen Daten erfolgte mit dem im Juni 2007 verabschiedeten OGC *Web Processing Service* (WPS, Version 1.0.0) (SCHUT 2007).

Dieser Beitrag präsentiert ein Konzept für die *Web-gestützte Solarpotenzialanalyse* zur Ermittlung optimaler Standorte für Solaranlagen und die daraus resultierende Größen wie Stromertrag, installierte Fotovoltaikleistung, CO₂-Emission-Einsparungen, Investitionsvolumen, Amortisationszeiten in Form eines Ertragsrechners auf der Basis einer standardisierten Schnittstelle des *OGC Web Processing Service* (WPS 1.0.0). Im zweiten Kapitel werden bisherige Arbeiten im Bereich der Solarpotenzialanalyse und der OGC WPS vorgestellt. Kapitel drei stellt die Architektur und Integration des entwickelten *WPS SolarApplication Profile* vor. Zusammenfassend erfolgt abschließend eine Betrachtung im Gesamtkontext aktueller WPS Entwicklungen als auch ein Überblick über aktuelle Forschungsaufgaben.

2 State of the Art

2.1 Solarpotenzialanalysen

Um eine Solaranlage wirtschaftlich betreiben zu können, muss bei der Standortplanung das solare Ertragspotenzial ermittelt werden. Dieses hängt von bestimmten Rahmenparametern ab, welche als Grundlage für die Solarpotenzialanalyse dienen. Hierzu zählen die Neigung, die Ausrichtung, die Globalstrahlung, die Verschattung und eine Mindestflächengrößen für die Solaranlagen. Als Grundlage für die Oberflächenanalyse dient ein Digitales Oberflächenmodell (DOM) als auch Polygonumringe beispielsweise von Gebäuden oder von Freiflächen die als Auswahlpolygone fungieren. Auf Basis des DOM wird die Solareinstrahlung eines Standortes mittels Ausrichtung und Neigung als auch der lokalen Globaleinstrahlung ermittelt. Zudem erfolgt eine Verschattungsanalyse, welche die Verschattung im Nahbereich durch die umgebende Vegetation oder benachbarte Gebäude und im Fernbereich (z.B. durch Berge) untersucht. Ist der Solareinstrahlungswert für eine Fläche in kWh pro m² und Jahr ermittelt, können einzelne Flächen zu einer Eignungsklasse von hervorragend bis bedingt geeignet reklassifiziert werden. Abgeleitete Größen können auf Basis des Einstrahlungswertes ermittelt werden. Hierzu zählen der Stromertrag (kWp), die CO₂-Einsparung, das Investitionsvolumen und Ertragswerte wie z.B. die Amortisationszeiten in Abhängigkeit des Modultyps und des lokalen Marktpreises für Solaranlagen mittels eines Ertragsrechners. Aktuell bestehen zahlreiche verschiedene Ansätze basierend auf Desktop-Lösungen (LANIG ET AL. 2009).

Bestehende Konzepte basieren meist auf klassische Desktop-GIS Anwendungen. Die Ergebnisse aus der Solarpotenzialanalyse werden in Form eines WebGIS zur Verfügung gestellt. Mittels Web-Dienste ist es jedoch möglich, eine ad-hoc Solarpotenzialanalyse durchzuführen. Damit sind nicht mehr nur statische WebGIS Systeme mit festen Solarpotenzialergebnissen, sondern flexible Komponenten mit austauschbarer Datenquellen, Visualisierungskomponenten und insbesondere standardisierten Verarbeitungsfunktionalitäten für die

Solarpotenzialanalyse, die in jedes System integriert werden kann. Damit ist eine optimierte Bereitstellung von Verarbeitungsfunktionalitäten möglich. Im Folgenden wird eine kurze Einführung in die standardkonforme Geodatenverarbeitung mittels *OGC Web Processing Service* (WPS) gegeben. Dieser dient als Herzstück für die Implementierung sämtlicher Analysefunktionalitäten für die Solarpotenzialermittlung und der daraus abgeleiteten Größen.

2.1 Geodatenprozessierung

Im Rahmen eines Interoperability Experiments wurde eine erste Version des *OGC Web Processing Service* 2004 durch eine Arbeitsgruppe als *Web Processing Service Implementation Specification* definiert. Erst im Juni 2007 erfolgte die Verabschiedung der finalen Version des WPS Standards 1.0.0. Aktuell existieren verschiedene WPS Implementierungen (FITZKE 2004). Seit 2009 wird der aktuelle Standard durch die *OGC Standard Working Group WPS 2.0.0* (SWG WPS 2.0.0) überarbeitet. Ziel dieser Arbeitsgruppe ist es unter anderem das Prozessierungsmanagement zu verbessern, als auch die asynchrone Verarbeitung zu ermöglichen. Bisher gingen hierfür mehr als 10 *Change Requests* (CR) ein.

Ziel des Geoprocessing-Dienstes ist es, den gesamten Umfang an Analysefunktionalitäten eines vollwertigen GIS als echte, standardisierte und damit interoperable Web-gestützte GIS Prozessierungsfunktionalität im Rahmen einer GDI als Web-Dienst zur Verfügung zu stellen. Die Spezifikation definiert einen WPS als "a standardized interface that facilitates the publishing of geospatial processes, and the discovery of and binding to those processes by clients. ..." (SCHUT 2007).

Die WPS Spezifikation definiert drei verpflichtende Operationen:

- *getCapabilities* liefert eine kurze Beschreibung der Prozesse (KVP-Encodierung)
- *describeProcess* liefert eine detaillierte Beschreibung (Ein- und Ausgabeparameter, inklusive der benötigten Formate) der Prozesse (KVP-Encodierung, optional XML)
- *execute* führt den angebotenen Prozess aus (POST Request)

Mit dem WPS 1.0.0 Standard werden neue Features wie z.B. SOAP (*Simple Object Access Protocol*) und WSDL (*Web Service Description Language*) erläutert, aber noch nicht genauer spezifiziert. Die in einer WPS Implementierung angebotenen Berechnungen "...can be extremely simple or highly complex, with any number of data inputs and outputs...". Es werden keine Aussagen hinsichtlich Granularität oder die Art der Analysefunktionalitäten, d.h. beispielsweise Analysefunktionalitäten mit oder ohne Raumbezug, getroffen. Der bisherige WPS 1.0.0 Standard ist sehr generisch und erlaubt damit die Definition jeglicher Verarbeitungsfunktionalitäten in unterschiedlicher Granularität. Dies ermöglicht zwar eine auf die spezifische Domäne angepasste und maßgeschneiderte Implementierung der Prozess- und Analysefunktionalitäten, jedoch kann damit die Interoperabilität und damit eine standardisierte Semantik-orientierte Dienstesuche und Orchestrierung nicht gewährleistet werden. Um diesen Missstand zu begegnen definiert der WPS Standard so genannt *WPS Profile*. Hierfür muss jeder Prozess in einem eigenen Dokument spezifiziert werden, welches man dann als *Application Profile* bezeichnet.

Im nächsten Kapitel wird ein Domänen-spezifisches *WPS Application Profile* für die Ermittlung des Solarenergiepotenzials vorgestellt. Für die verteilte Geoprozessierung drängen

sich Fragen auf, inwiefern Prozesse als Basis- oder Komplexe-Prozesse definiert werden können (Granularität) aber auch wie eine sinnvolle Strukturierung der Analyseprozesse aussehen könnte (Taxonomie) und wie diese Dienste miteinander interagieren (*Web Service Orchestration*, WSO).

4 Interoperable Solarpotenzialanalyse

4.1 Solar – Geoprozessierung

Für die Solarpotenzialanalyse wurde ein *WPS Application Profile* implementiert. Die Orchestrierung der Dienste übernimmt ein „Haupt-“ WPS, der ‘*Solarpotenzial WPS*‘ und als Herzstück der Gesamtarchitektur fungiert. Der Datenaustausch erfolgt mittels GML. Für die Grundanalyse wurden ein *Basis WPS* mit Basis-Prozessen, wie z.B. die Neigungs- und Expositionsberechnung, implementiert. Diese werden vom zentralen *Solarpotenzial WPS* genutzt, um die Solareinstrahlung auf einer Oberfläche zu ermitteln (Abb. 1).

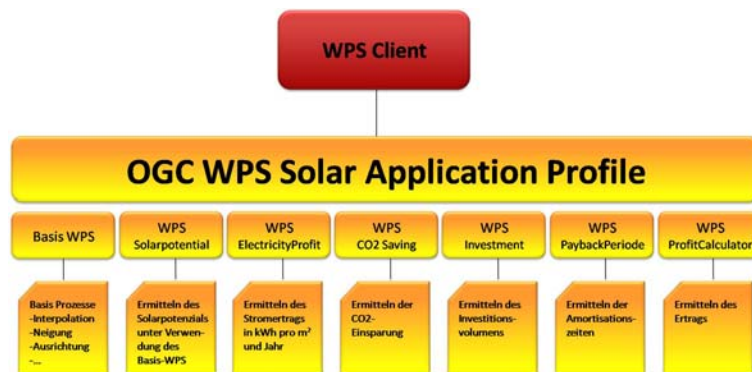


Abb. 1: Übersicht WPS Solar Application Profile

Auf Grundlage des Solareinstrahlungswertes einer Fläche können abgeleitete Größen wie der Stromertrag und die installierte Leistung (*WPS ElectricityProfit*), die CO₂-Einsparung (*WPS CO2Saving*), das Investitionsvolumen (*WPS Investment*) und Ertragswerte, wie z.B. Amortisationszeiten (*WPS PaybackPeriod*) in Abhängigkeit des Modultyps und des lokalen Marktpreises für Solaranlagen mittels eines Ertragsrechners (*WPS ProfitCalculator*) ermittelt werden.

Für die Solareinstrahlungsermittlung nutzt der *WPS Solar* atomare Prozesse aus dem *Basis WPS* und *spezialisierte Solar WPS Profil Prozesse*. Im ersten Schritt übergibt der Client dem Haupt-WPS den Bereich in dem das Solarpotenzial ermittelt (Polygon-Shape) und die für das Digitale Oberflächenmodell nötige Punktwolke als ASCII-Datei. Die 3D Punktwolke wird zu einem DOM interpoliert (*WPS DOM*). Danach erfolgt die Berechnung der Neigung (*WPS Slope*) und Ausrichtung (*WPS Aspect*) und darauf aufbauend die Kalkulation der Solareinstrahlung auf Basis des lokal vorherrschenden Globalstrahlungswertes. Das Einstrahlungsraster wird mit den Auswahlpolygonen verschnitten und über die 3D Flächen der Stromertrag in kWh pro m² und Jahr für einem durchschnittlicher Modulwirkungsgrad

von 15% und eine *Performance Ratio* (PR) von 75% ermittelt (*WPS Solarpotential*). Der *WPS Solar* sendet dem Client die Ergebnisse als XML-response Dokument zurück (Abb. 2). Aufbauend auf dieser Größe können die installierte Fotovoltaikleistung in kWp (*WPS ElectricityProfit*), die CO₂-Emission-Einsparung mit dem CO₂-Äquivalent von 624g pro erzeugter kWh (Bundesweiter Durchschnittswert von 2007, *WPS CO₂Saving*), das Investitionsvolumen (*WPS Investment*) als auch die Amortisationszeit- (*WPS PaybackPeriod*) und der Ertrag (*WPS ProfitCalculator*), der sich nach den aktuellen Marktpreisen ermittelt werden.

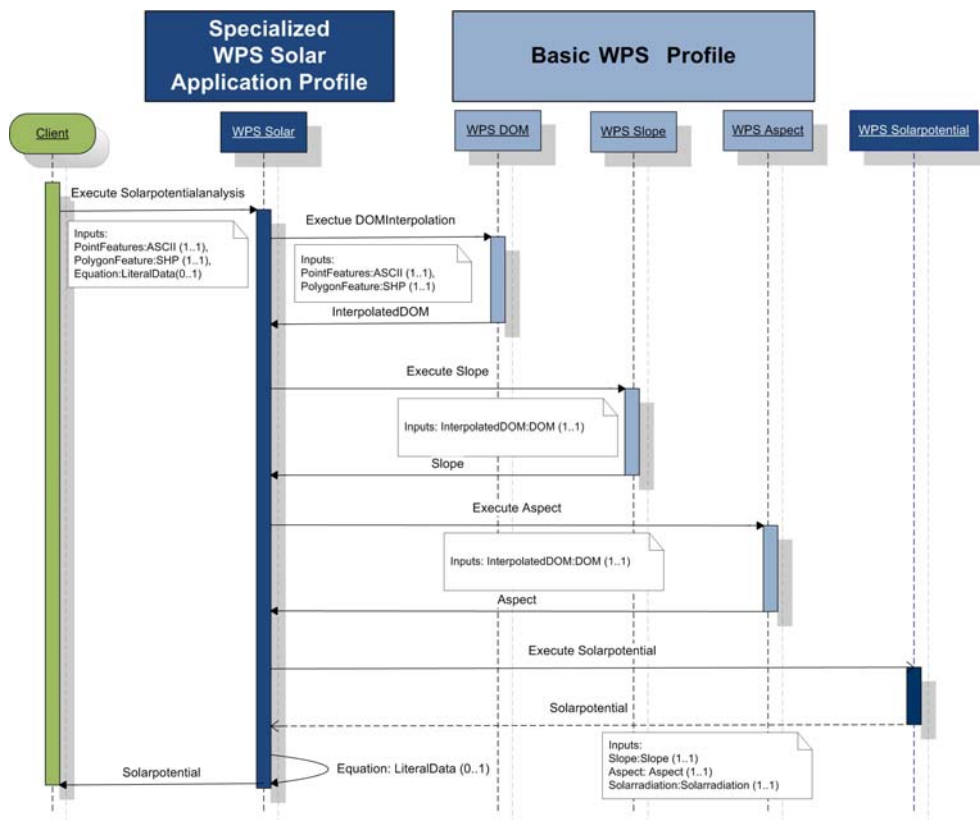


Abb. 2: Sequenzdiagramm - WPS Solarpotenzial

4.2 Orchestration

In der WPS 1.0.0 Spezifikation ist eine Implementierung des WPS mittels SOAP und WSDL verankert. Jedoch existieren aktuell keine WPS Prozess-Implementierungen mit einer WSDL Beschreibung für den WPS. Für die Orchestrierung von Web-Diensten wird die BPEL-Orchestrierungs-Engine (*Business Process Execution Language – OE*) verwendet. Diese verwendet WSDL (*Web Service Description Language*) für die Beschreibung der Web-Dienste Schnittstelle. Damit ist eine Orchestrierung der Dienste mittels BPEL – OE nur über eine WSDL Dokument für jeden WPS Prozess möglich. Dies ist jedoch aktuell nicht der Fall. Aufgrund dessen wird ein anderer Ansatz für die Verkettung der WPS Pro-

zesse propagiert. Die Grundidee basiert auf der Entwicklung eines XML Schemas, welches eine Dienstekette definiert. Der WPS übernimmt die Orchestrierung der verschiedenen Dienste. Die WPS Implementierung basiert auf dem *deegree* Framework, ein OpenSource Java Framework zur Realisierung von GDI (FITZKE 2004).

5 Diskussion und Ausblick

Geodateninfrastrukturen nutzen bisher verteilte Ressourcen für die Akquirierung von Daten in unterschiedlichen Datenmodellen (Vektor, Raster) oder zur Visualisierung (KIEHLE 2007). In den letzten Jahren ist die Migration der Datenanalyse von einem klassischen Desktop-GIS zu einer verteilten Geoprozessierung mittels standardisierten OGC Web Processing Service im Rahmen einer GDI zu verzeichnen. Mit *WPS Profilen* ist eine Interoperabilisierung und damit eine standardisierte Semantik-orientierte Dienstesuche und Orchestrierung möglich. Dieser Beitrag präsentiert eine erste Definition eines Domänenspezifischen Application Profils für eine aktuelle Anwendungsdomäne im Geoinformatikbereich, dem Solarenergiemarkt. Erste Schritte und Erfahrungen bei der WPS Profilentwicklung im Bereich der Solarpotenzialanalyse wurden präsentiert. Mittels der Geoinformatik und der ihr zur Verfügung stehenden Methoden können Solarpotenzialanalysen und alle damit verbundenen Ertragsermittlungen gezielt durchgeführt werden. Vorteil der Webgestützten Solarpotenzialanalyse ist die Komposition von locker-gekoppelten, Dienstorientierten Module. Dies ermöglicht die Entkopplung der Visualisierungskomponente vom Datenzugriff/-verwaltung und der Analyse und ermöglicht damit eine flexible und dynamische Verkettung von Diensten. Infolge der durch die standardisierten Schnittstellen gegebenen Interoperabilität einzelnen Infrastrukturkomponenten ist die Entwicklung leicht und flexibel auf andere Systeme übertragbar und die Solarpotenzialanalyse damit über flexible Komponenten mit standardisierten Verarbeitungsfunktionalitäten, die in jedes System integriert werden kann, verfügbar.

Literatur

- FITZKE, J., GREVE, K., MÜLLER, M. & POTH M. (2004), Building SDIs with Free Software - the deegree Project; In: Proceedings of GSDI- 7, Bangalore, India.
- FOERSTER, T. (2006), An open software framework for Web Service-based geo-processes, Free and Open Source Software for Geoinformatics.
- KIEHLE, C., GREVE, K., HEIER, C. (2007), Requirements for Next Generation Spatial Data Infrastructures-Standardized Web Based Geoprocessing and Web Service Orchestration. Transactions in GIS 11(6):819-834, doi:10.1111/j.1467-9671.2007.01076x.
- LANIG, S., LUDWIG, D., KLÄRLE, M. (2009), Modelling Clouding for the Automated Solar Potential Analysis on Urban Roof Areas based on LiDAR. EnviroInfo 2009. 23rd International Conference on Informatics for Environmental Protection. Berlin. Germany.
- SCHUT, P. (2007), OpenGIS® Web Processing Service: Open Geospatial Consortium, Wayland, MA, USA.