



Solardaten im XML-Format

Unterrichtsmaterialien aus dem Projekt

Energiebildung im Informatikunterricht

an der Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg

unter der Leitung von Dr. Ira Diethelm und Stefan Moll



Dieses Unterrichtsmaterial steht – soweit nicht die Rechte anderer betroffen sind – unter der folgenden Creative Commons Lizenz:



(Weiterbearbeitung und Weitergabe unter den Bedingungen: Namensnennung, nicht-kommerziell und Weitergabe unter gleichen Bedingungen. Nähere Informationen sind zu finden unter:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/>)

Oldenburg, 12.09.2011

Allgemeiner Teil

Unterrichtsthema:

XML zur Beschreibung von (Anlagen-) Daten einer Solaranlage

Zielgruppe:

Sek. I / II

Ziele/Kompetenzen (Informatik):

Die SchülerInnen kennen XML als Beschreibungsrahmen für Daten, insbesondere für Daten von Photovoltaik-Anlagen.

Die SchülerInnen können aus einer XML-Struktur relevante Daten extrahieren.

Ziele/Kompetenzen (Energie):

Die SchülerInnen kennen die relevanten Begriffe zum Ertrag von Photovoltaik-Anlagen,

Die SchülerInnen können die Leistungsdaten und Ertragsmöglichkeiten von Photovoltaik-Anlagen sinnvoll einschätzen.

Voraussetzungen (Informatik):

(ggf.) Grundkenntnisse im Bereich XML, Tabellenkalkulation

Voraussetzungen (Energie):

wünschenswert: physikalische Grundbegriffe Spannung, Leistung, Energie.

Begriffe:

Informatik: XML, Element, Attribut, Attributwert, Start-tag, End-tag.

Energiebereich:

 Solarmodul, Wechselrichter, Spannung, Stromstärke, Leistung, elektrische Energie, Max- und Min-Werte, CO₂-Vermeidung

mögliche Anschlussthemen (allgemein):

Unterrichtssequenz: Solardatenbank

Autor(en):

Stefan Moll (moll@informatik.uni-oldenburg.de)



Weitere Angaben

Sachanalyse:

Photovoltaik-Anlagen erzeugen einen Gleichstrom, der für die Einspeisung in unser Wechselstromnetz über einen Wechselrichter in einen netzkonformen Wechselstrom gewandelt wird. Diese Wechselrichter besitzen in der Regel eine Schnittstelle über die Kenndaten des Betriebs der Anlage abgerufen werden können, etwa für Wartungs- oder Dokumentationszwecke. Häufig werden diese Daten aggregiert im 15-Minuten-Rhythmus zur Verfügung gestellt, da eine ständige Dokumentation zu einem Datenüberfluss führen würde. In einigen Fällen werden diese Daten in einem XML-basierten Dateiformat zur Verfügung gestellt. Entsprechende Datensätze stehen als XML-Dateien zur Verfügung (vgl. auch solar.informatik.uni-oldenburg.de). Diese werden über eine internetfähige Schnittstelle „WebBox“ vom Wechselrichter zur Verfügung gestellt und können z. B. auf einem ftp-Server abgelegt werden. Von dort können Sie dann weiterverarbeitet werden, etwa zur Speicherung in einer Datenbank.

Unterrichtsbeispiel / Unterrichtsinhalt:

Die vorhandenen XML-Dateien sollen in ihrer Struktur erkundet werden und es sollen die Daten der elektrischen Leistungsabgabe der Anlage jeweils herausgesucht werden und für weitergehende Analysen und Fragen zusammengestellt werden.

Kurze Unterrichtsbeschreibung:

Zunächst erarbeiten die SchülerInnen den Aufbau der XML-Dateien, die von der Anlage pro Viertelstunde einmal zur Verfügung gestellt werden. Sie sollen dann den Wert für die Leistung der Anlage aus den verschiedenen Dateien für zwei Tage (arbeitsteilig) zusammenstellen und anschließend die Leistungskurve der Anlage für beide Tage erstellen und interpretieren (alternativ können auch bereits zusammengestellte Daten für die Interpretation verwendet werden.). Die Leistung der Anlage zur Mittagszeit soll zum Verbrauchswert eines Föns in Beziehung gesetzt werden. Abschließend beschäftigen sich die SchülerInnen mit der CO₂-Vermeidung durch die Anlage.

Voraussichtlicher Zeitaufwand in Minuten (brutto):

90 – 135 Minuten (je nach Aufgabenvariante)

Werkzeuge / Medien:

Editor mit dem XML-Dateien angesehen werden können
 Tabellenkalkulation
 XML-Dateien (Quelle: <http://solar.informatik.uni-oldenburg.de:8080/dokumente/XML2Tage.zip>)
 ggf. Datei solardaten.xls

Vorteile des Beispiels:

Authentische Daten im XML-Format

Nachteile des Beispiels:

Es ist eine ganze Reihe von XML-Dateien zu durchforsten, bis man einen Überblick über einen längeren Zeitraum von etwa zwei Tagen erhält. Durch eine Arbeitsteilung kann dies abgefedert werden.

mögliche Anschluss Themen (beispielbezogen):

Solardatenbank

ggf. übergeordnete Erkenntnisse:



Unterrichtsverlauf

Hinweise zum Vorgehen:

Die SchülerInnen können sich weitgehend anhand der Materialien und Aufgaben die Inhalte und relevanten Aspekte selbstständig erarbeiten. Sicherungs- und Austauschphasen im Klassenverband sind sinnvoll.

Bei der Aufgabe 2 (Variante 1) ist nach der arbeitsteiligen Erfassung ein Austausch der Daten notwendig.

Anmerkungen:



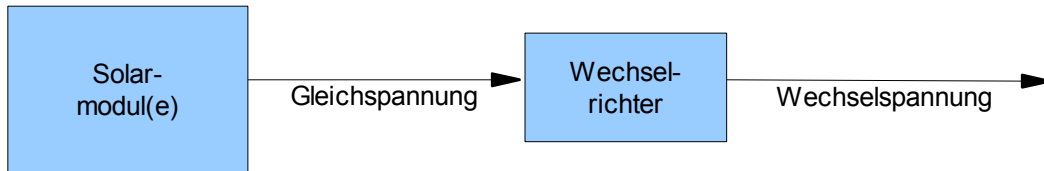
Materialienverzeichnis

| | |
|---|---|
| Hinweise zu den (physikalischen) Grundlagen der Photovoltaik | 1 |
| Grundsätzlicher Aufbau..... | 1 |
| Informationen zu den relevanten Größen in der Elektrizitätslehre..... | 1 |
| Auszug aus der Dokumentation zur WebBox des Wechselrichters der Photovoltaik-Anlage (Firma SMA)..... | 2 |
| Ergänzende Informationen zum Aufbau einer XML-Daten-Datei..... | 3 |
| Arbeitsblatt Solardaten im XML-Format..... | 4 |
| Aufgabe 1..... | 4 |
| Aufgabe 2..... | 5 |
| Aufgabe 3..... | 5 |
| Aufgabe 2, Variante 2..... | 6 |
| Aufgabe 4..... | 6 |



Hinweise zu den (physikalischen) Grundlagen der Photovoltaik

Grundsätzlicher Aufbau



Die Photovoltaik-Anlage erzeugt eine Gleichspannung. Diese ist unter anderem abhängig von der Intensität der Lichteinstrahlung. Der Wechselrichter transformiert die Gleichspannung in eine stromnetzkonforme Wechselspannung mit einem Effektivwert von ca. 230 Volt.

Informationen zu den relevanten Größen in der Elektrizitätslehre

| Größe | Abk. | Einheit | Beschreibung |
|---------------------|------|-------------------------------------|---|
| Stromstärke | I | Ampere (A) | Stromstärke ist ein Maß dafür, wie viele Elektronen sich pro Zeiteinheit durch einen Leiterquerschnitt bewegen. |
| Spannung | U | Volt (V) | Getrennte Ladungen haben das Bestreben, einen Gleichgewichtszustand herzustellen. Dieses Bestreben bezeichnen wir als Spannung. Die Spannung gibt also an, wie stark Elektronen als Ladungsträger im Stromkreis angetrieben werden. |
| elektrische Energie | E | Joule (J) oder Kilowattstunde (kWh) | Mit dem elektrischen Strom wird elektrische Energie von der Spannungsquelle zu den elektrischen Geräten transportiert. Wenn elektrische Geräte arbeiten, dann wandeln sie elektrische Energie in andere Energieformen um. |
| Leistung | P | Watt (W) | Leistung bezeichnet die pro Zeit an einem elektrischen Verbraucher umgesetzte Energie. |



Auszug aus der Dokumentation¹ zur WebBox des Wechselrichters der Photovoltaik-Anlage (Firma SMA)

15.5 Aufbau einer XML-Daten-Datei

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<WebBox>
  <Info>
    <Created>2010-02-10T01:37:04</Created>
    <Culture>de</Culture>
  </Info>
  <MeanPublic>
    <Key>WR38-006:2000333615:lpv</Key>
    <First>10.360</First>
    <Last>20.225</Last>
    <Min>10.360</Min>
    <Max>20.225</Max>
    <Mean>14.425071</Mean>
    <Base>14</Base>
    <Period>900</Period>
    <TimeStamp>2010-06-23T16:30:38</TimeStamp>
  </MeanPublic>
  <MeanPublic>
    (...)
  </MeanPublic>
</WebBox>
```

Beschreibung der XML-Tags

| Einstellung | Bedeutung |
|-------------|---|
| Info | Information |
| Created | Erzeugungsdatum |
| Culture | Sprache |
| MeanPublic | Daten der Mittelwerte |
| Key | Name des Elements, bestehend aus Kanalliste, Seriennummer des Geräts und dem Kanal . Einzelne Werte werden durch einen Doppelpunkt getrennt. Beispiel: WR38-006:2000333615:lpv |
| First | Der erste Wert vor der Abfrage |
| Last | Letzer Wert der Abfrage |
| Min | Kleinster Wert des Messintervalls |
| Max | Größter Wert des Messintervalls |
| Mean | Durchschnittswert des Messintervalls |
| Base | Anzahl der Messwerte im Intervall |
| Period | Länge des Messintervalls in Sekunden |
| TimeStamp | Zeitstempel, zu dem der Mittelwert errechnet wurde |

1 Quelle: <http://files.sma.de/dl/2585/SWebBox-BDE111033.pdf>, S. 88f in Auszügen, leicht überarbeitet

Ergänzende Informationen zum Aufbau einer XML-Daten-Datei

| „Kanal“ (Kennwert) | Abkürzung |
|-------------------------------------|-----------|
| Energie in kWh | ETotal |
| Ausgangsleistung in W | Pac |
| Stromstärke der Ausgangsseite in mA | Iac |
| Spannung der Ausgangsseite in V | Uac |

Weitere Kenndaten (in diesen Aufgaben nicht relevant, nur der Vollständigkeit halber aufgeführt)

| „Kanal“ (Kennwert) | Abkürzung |
|---|-----------|
| Energie Gleichstrom in kWh | ETotalDC |
| Eingangsleistung am Wechselrichter/ Leistung des Solarmoduls/ der Module in W | PPV |
| Eingangsspannung am Wechselrichter in V | UpVst |
| Widerstand in kOhm | Riso |
| Frequenz in Hz | Fac |
| Anzahl Netzeinspeisung | NetzEin |
| Betriebsdauer WebBox in h | hOn |
| Betriebsdauer Solaranlage in h | hTotal |
| Widerstand der Wechselstromseite in Ohm | Zac |

Arbeitsblatt Solardaten im XML-Format

Das XML-Format wird nicht nur zur Beschreibung von Text- oder Bildformaten verwendet, sondern auch in der Industrie zum Beispiel zur standardisierten Übertragung von Kenndaten von technischen Anlagen.

Die übertragenen Kenndaten dienen dann der Information des Betreibers, helfen bei der Bearbeitung von Störungen oder werden an andere Systeme weitergeleitet, die diese Daten verarbeiten.

In unserem Beispiel geht es um eine Photovoltaik-Anlage (PV-Anlage), die auf einem Schuldach elektrischen Strom erzeugt. Damit man eine PV-Anlage an das Stromnetz anschließen kann, benötigt man einen Wechselrichter². In unserem Fall stammt dieser von der Firma SMA. Die Kenndaten des Wechselrichters werden vom System in Form von XML-Daten-Dateien über eine „WebBox“ nach außen geleitet.

Für zwei Tage im Sommer des Jahres 2010 liegen die XML-Dateien, die die Anlage geliefert hat, vor³. Diese sollen untersucht und ausgewertet werden.

Aufgabe 1

Ziele: Orientierung in den XML-Dateien erhalten, die Struktur der Dateien verstehen, einzelne Kennwerte identifizieren können.

Benötigte Ressourcen: Ordner `SolaranlagenDaten` mit den XML-Dateien.

Sieh dir eine der XML-Dateien an.

Frage: Nach welchem Muster sind die XML-Dateien wohl benannt?

Viele Kennwerte sind stets Momentanwerte. Damit aber nicht ständig eine Übermittlung stattfindet, werden die Daten über einen gewissen Zeitrahmen hinweg gesammelt und als Mittelwerte weitergeleitet.

Erschließen Sie sich mit Hilfe des Informationsblattes zum Aufbau einer XML-Daten-Datei die Struktur einer solchen Datei. Machen Sie sich Notizen. Verwenden Sie dabei bekannte Notationen (textuelle oder grafische).

Frage: Wie groß ist der Zeitrahmen, der den Daten einer Datei zu Grunde liegt.

Finden Sie die Angaben, zu welchem „Kanal“ jeweils die Werte sind?

Frage: Wie groß waren Minimum, Maximum und Mittelwert der Ausgangsleistung?

Hinweis: Zum besseren Verständnis bzw. zur Erinnerung der physikalischen Begriffe können Sie das Blatt „Hinweise zu den (physikalischen) Grundlagen...“ heranziehen.

² Nähere Erläuterungen finden Sie in den Hinweisen zu den (physikalischen) Grundlagen

³ Unter <http://solar.informatik.uni-oldenburg.de:8080/dokumente/XML2Tage.zip> können die XML-Dateien herunter geladen werden.

Aufgabe 2

Ziel: Werte über den Tagesverlauf beobachten und auswerten können

Benötigte Ressourcen: Ordner SolaranlagenDaten mit den XML-Dateien.

a)

Starten Sie eine Tabellenkalkulation (OpenOffice Calc oder Microsoft Excel) und legen ein Dokument mit der folgenden Struktur an:

| | A | B | C | D |
|---|----------|----------|------------|-----------|
| 1 | Datum | Uhrzeit | Pac (Mean) | Pac (Max) |
| 2 | 06.06.10 | 14:00:36 | 237,32 | 427 |
| 3 | 06.06.10 | 14:15:36 | 123,29 | 296 |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |

Achten Sie beim Übertragen auf

- die Aufteilung von Datum und Uhrzeit
- das Ersetzen des Dezimalpunktes in der XML-Datei durch ein Komma in der Tabellenkalkulation, da die Zahlen ansonsten nicht richtig interpretiert werden.

Beschränken Sie sich beim Erfassen auf den von der Lehrkraft genannten Bereich (bitte nach der Nennung ankreuzen):

- ◇ 06.06. bis 8:45 Uhr
- ◇ 06.06. 9:00 bis 11:15 Uhr
- ◇ 06.06. 11:30 bis 13:45 Uhr
- ◇ 06.06. 14:00 bis 16:15 Uhr
- ◇ 06.06. 16:30 bis 18:45
- ◇ 06.06. ab 19:00 Uhr
- ◇ 17.06. bis 07:45 Uhr
- ◇ 17.06. 8:00 bis 10:15 Uhr
- ◇ 17.06. 10:30 bis 12:45 Uhr
- ◇ 17.06. 13:00 bis 15:15 Uhr
- ◇ 17.06. 15:30 bis 17:30 Uhr
- ◇ 17.06. 17:45 bis 19:45 Uhr
- ◇ 17.06. ab 20:00 Uhr

Speichern Sie die Datei im xls-Format (OpenOffice: Speichern Unter...) an einer zentral erreichbaren, im Unterricht vereinbarten Stelle. Verwenden Sie beim Speichern die Uhrzeiten im Dateinamen, z.B. 0606_1400Bis1615.xls (Doppelpunkte können nicht im Namen verwendet werden).

b)

Kopieren Sie auch andere dort vorzufindende Dateien auf Ihren Rechner und fügen die darin enthaltenen Daten in ihre Tabelle ein. Erstellen Sie – wenn möglich – ein Liniendiagramm.

Vergleichen Sie die herausgesuchten Daten der beiden Tage. Stellen Sie Vermutungen auf über mögliche Ursachen der Unterschiede. (Schriftliche Notizen!)

Aufgabe 3

Ziel: Kennwerte der Anlage in Beziehung setzen können zum „Stromverbrauch“ des täglichen Lebens.

Benötigte Ressourcen: Ordner SolaranlagenDaten mit den XML-Dateien.

Wie viele Föhne mit 1200 Watt Leistung können betrieben werden durch den Strom, die die Anlage am 17.06. mittags in dem Zeitfenster vor 13:00 Uhr geliefert hat?

Wie sieht dies an dem anderen Tag um die selbe Zeit aus?

Aufgabe 2, Variante 2

Ziel: *Mean- und Max-Werte der erbrachten Leistung verstehen und in Beziehung setzen.*

Ursachen für Schwankungen zuordnen können. Größenordnungen der Schwankungen kennen.

Benötigte Ressource: Datei Solardaten.xls mit den erfassten Daten über den gesamten Zeitraum.

a)

Betrachten Sie für die beiden Tage die Unterschiede zwischen den Mean- und den Maxwerten für die erbrachte Leistung (Pac) der Anlage. Wie kommen diese zustande? Welche Bedingung muss gelten, damit diese beiden Werte annähernd gleich sind?

b)

Auf der zweiten Tabelle sind die Werte der beiden Tage gegenüber gestellt. Die dritte Tabelle enthält ein entsprechendes Liniendiagramm.

Vergleichen Sie die Daten der beiden Tage. Stellen Sie Vermutungen auf über mögliche Ursachen der Unterschiede. (Schriftliche Notizen!)

Aufgabe 4

Ziele: Angaben zur CO₂-Vermeidung verstehen, berechnen können und verschiedene Berechnungen in Beziehung setzen können.

Zu den Daten einer solchen Solaranlage wird auch häufig eine CO₂-Vermeidung angegeben. Diese lässt sich aber nicht direkt an der Anlage messen, sondern wird errechnet. Die Anlage selber stößt während des Betriebs kein CO₂ aus. Für die Berechnung der Vermeidung wird ein Vergleichswert herangezogen.

Dieser bezieht sich auf den CO₂-Ausstoß, der bei

konventioneller Stromproduktion für die Erzeugung der gleichen Energiemenge angefallen wäre.

Aus der erbrachten Energiemenge der Anlage wird dann durch die Multiplikation mit einem festen Faktor die CO₂-Vermeidung berechnet. Als Faktor findet man verschiedene Vorschläge z. B. 0,7

oder 0,5. Das bedeutet zum Beispiel, dass bei der Produktion von 1 kWh Strom 0,7 kg CO₂

gespart würden. In der Schule ist auch zu der untersuchten Solaranlage ein Display aufgehängt,

das die CO₂-Vermeidung anzeigt. Diesem liegt der Faktor 0,65 zu Grunde.



a)

Lesen Sie zunächst aus den XML-Daten die bisher von der Anlage insgesamt erbrachte Energiemenge in kWh am 17.06. abends ab. Bestimmen Sie daraus für diesen Zeitpunkt die bisherige CO₂-Vermeidung der Anlage. Verwenden Sie dazu verschiedene Faktoren.

b)

Woran könnte es liegen, dass unterschiedliche Faktoren verwendet werden?

c) (optional)

Wie hoch ist die CO₂-Vermeidung jeweils an den beiden Tagen selber?

Wie hoch ist die CO₂-Vermeidung im Zeitraum von dem ersten bis zum zweiten angegebenen Tag?

d) (optional)

Recherchieren Sie über die Umrechnungsfaktoren. Welche sind üblich, welche Ursachen sind für die unterschiedlichen Faktoren zu sehen?