



## **Photovoltaik**

Auf dem Schuldach der Heinrich-von-Kleist-Schule soll eine Solaranlage mit einer Fläche von  $12 \times 12 \text{ m}^2$  errichtet werden.

Die Anlage soll noch im Jahr 2009 in Betrieb gehen, um die entsprechende Förderung nach dem EEG zu erhalten.

Baulich geeignet erscheinen zwei Bereiche (s. Material M2).

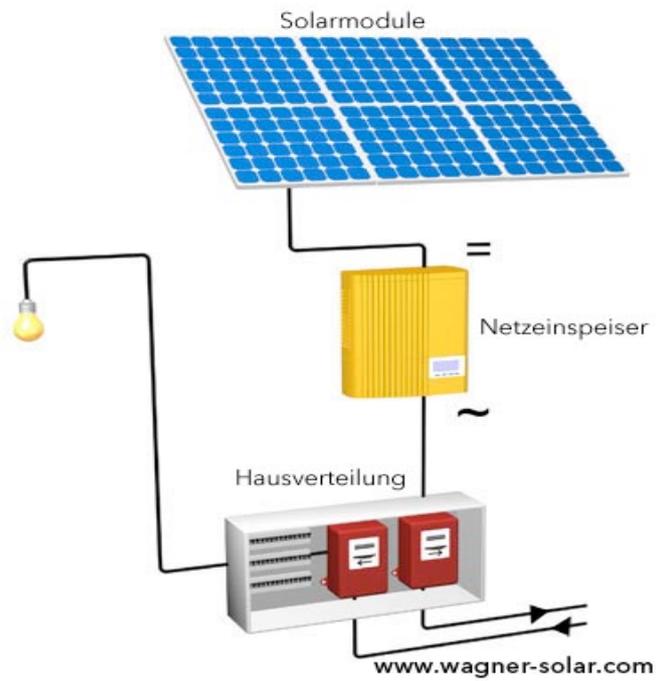
Installiert werden sollen Module der RWE Solutions, das Moduldatenblatt liegt bei (s. Material M3)

Die Eingangsspannung des Wechselrichters muss zwischen 100 und 140 V liegen

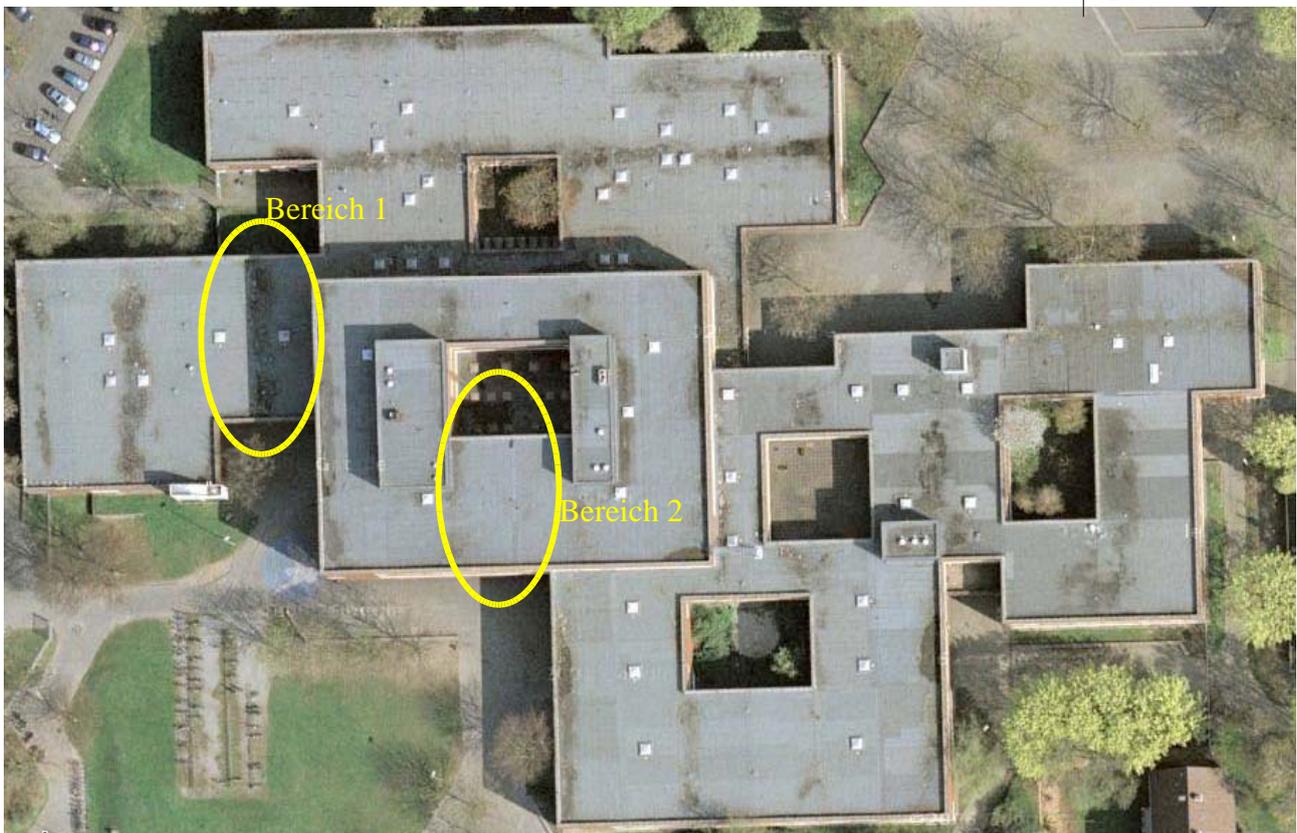
### **Aufgabenstellung:**

1. Erläutern Sie anhand Material M1 den prinzipiellen Aufbau netzgekoppelter Photovoltaikanlagen.
2. Wählen Sie einen Bereich zur Montage der PV-Module aus und geben Sie die Montagerichtung und Aufstellwinkel der aktiven Oberfläche an. Begründen Sie Ihre Entscheidungen. (Material M2)
3. Erläutern Sie die wesentlichen Kenndaten der PV-Module anhand des beiliegenden Datenblattes (Material M3)
4. Berechnen Sie die Anzahl der montierbaren PV-Module und geben Sie an, wie diese geschaltet werden müssen, um den geforderten Spannungsbereich für den Wechselrichter zu erreichen. Erläutern Sie dabei die Reihen- und Parallelschaltung von Zellen.
5. Berechnen Sie die Maximalleistung (kWp) der Anlage und geben Sie die Einspeisevergütung in ct/kWh an.  
Aktuelle Werte für die Einspeisevergütung finden Sie in Material M4

Material 1: Aufbau einer netzgekoppelten PV-Anlage



Material M2: Schulzentrum Gerthe, Draufsicht, Quelle Google Earth



**Material M3: Datenblatt des Solarmoduls (RWE Solutions, Datenblatt ASE-300-DG-FT/MC)**



**Elektrische Moduldaten**

Die elektrischen Daten gelten bei Standard-Test-Bedingungen (STC):  
Einstrahlung in Modulebene 1.000 W/m<sup>2</sup> mit Spektrum AM 1.5 bei einer Zelltemperatur von 25° C.

Leistung (max.)	P <sub>mpp</sub>	330 Wp
Spannung im Punkt max. Leistung	U <sub>mpp</sub>	54,7 V
Strom im Punkt max. Leistung	I <sub>mpp</sub>	6,04 A
Leerlaufspannung	U <sub>oc</sub>	66,2 V
Kurzschluss-Strom	I <sub>sc</sub>	6,60 A

Die Nennleistung unterliegt einer Fertigungstoleranz von ± 5 %, alle übrigen Einzelwertangaben ± 10 %.  
**NOCT-Wert** (800 W/m<sup>2</sup>, 20° C, 1m/sec.): 45° C.



**Abmessungen und Gewichte**

Fläche	2,42 m <sup>2</sup>
Abmessungen (Toleranzen ± 4 mm)	1.892 x 1.283 mm <sup>2</sup>
Dicke mit Rahmen (± 2 mm)	50,8 mm
Gewicht	ca. 50 kg



**Kenndaten**

Solarzellen pro Modul	216
Typ Solarzellen	Multikristalline, vollquadratische Solarzellen (10 x 10 cm <sup>2</sup> )
Anschlüsse	MC <sup>2</sup> -Steckverbindung mit Kabel (4 mm <sup>2</sup> Suhner RADOX 125 A, Länge je Pol: 160 cm)



**Temperaturkoeffizienten der Zellen**

Leistung	T <sub>K</sub> (P <sub>n</sub> )	- 0,47 % / °C
Leerlaufspannung	T <sub>K</sub> (U <sub>oc</sub> )	- 0,38 % / °C
Kurzschluss-Strom	T <sub>K</sub> (I <sub>sc</sub> )	+ 0,10 % / °C



**Grenzwerte**

Max. zulässige System-Spannung	1000 V <sub>DC</sub>
zulässige Modultemperatur	-40 ... +90 °C
Sturmfestigkeit	Windgeschwindigkeit 130 km/h $\triangleq$ 800 Pa und Sicherheitsfaktor 3

Technische Änderungen sind vorbehalten.

**Material M4: Einspeisevergütung**

Jahr der Inbetriebnahme	Mindest-Solarstromvergütung in Ct/kWh				Freiflächenanlagen	Zuschlag in Ct/kWh für Fassadenanlagen	EEG vom
	Anlage auf/an Gebäuden o. Lärmschutzwänden						
	< 30 kW	30 kW - 100 kW	100 kW - 1MW	> 1MW			
2009	43,01	40,91	39,58	33,00	31,94	entfällt	01.01.2009
2010	39,57	37,64	35,62	29,70	28,75	entfällt	01.01.2009

Alle Angaben ohne Gewähr.  
Fotovoltaikshop.de: Einspeisevergütung für Photovoltaik (in Deutschland).



## Erwartungshorizont:

### Teilaufgabe 1:

PV-Modul, Wechselrichter, Einspeisezähler, Bezugszähler

### Teilaufgabe 2:

Wg. der teilweisen Abschattung in Bereich 1 kommt nur Bereich 2 in Betracht.

Modulausrichtung nach Süden wegen Sonnenlauf

Aufstellwinkel  $30 - 45^\circ$ , weil hier von den unterschiedlichen Verläufen der Sonnenbahn relativ unabhängige gleichbleibende Leistungen erzeugt werden.

### Teilaufgabe 3:

$P_{MPP}$ : Maximum Power Point – Leistung erreicht bei unterschiedlichen Belastungen ein Maximum

$U_{MPP}$ : auch  $U_{nenn}$ , Spannung im MPP

$I_{MPP}$ : auch  $I_{nenn}$ , Strom im MPP

Leerlaufspannung: Spannung ohne Last → maximale Spannung

Kurzschlussstrom: Strom im Kurzschluss → maximaler Strom

### Teilaufgabe 4:

Es lassen sich  $12\text{m} / 1,9\text{m} = 6,3$  Module längs aufstellen, also 6 Module

Es lassen sich  $12\text{m} / 1,3\text{m} = 9,2$  Module quer aufstellen, also 9 Module

Insgesamt lassen sich also  $6 \times 9$  Module = 54 Module installieren.

Bei einer Nennspannung von  $U_{MPP} = 54,7\text{ V}$  müssen jeweils 2 Module in Reihe geschaltet werden, um mit  $109,4\text{ V}$  im geforderten Spannungsbereich zu liegen. Diese 27 Modulpaare müssen dann parallelgeschaltet werden.

Reihenschaltung: Addition der Einzelspannungen,  $I$  bleibt konstant

Parallelschaltungen: Addition der Einzelströme,  $U$  bleibt konst

### Teilaufgabe 5:

Nennleistung:  $U = 54 \times P_{MPP}(\text{Modul}) = 54 \times 330\text{ Wp} = 17820\text{ Wp} = 17,82\text{ kWp}$

Anlagengröße  $< 30\text{ kWp}$ , also  $43,01\text{ ct/kWh}$  Vergütung



## **2. Prüfungsteil**

SiemensLogo

Aufbaubeschreibung

Beschalten mit Tastern

Ausgangsbeschaltung mit Lampe

Erläuterung der SiemensLogoSoft

Programmierung einer UND-Verknüpfung