

Lösungen zu Kapitel 10:

Hinweis: Bei den folgenden Aufgaben geht es lediglich um Abschätzungen. Es gibt verschiedene Wege zur Lösung, daher sind die vorgestellten Lösungswege nur als Beispiel zu sehen. Die alternativen Lösungen sollten aber ähnliche Ergebnisse liefern.

Aufgabe 10.1: Potentialschätzung bei Schrägdächern

Das Saarland hat eine Fläche von 2570 km².

- a) Welches theoretische Potential hat diese Fläche?

$$\text{Aus Abbildung 2.7: } H' \approx 1075 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

Theoretisches Potential:

$$W_{\text{Theoretisch}} = A \cdot H' = 2750 \text{ km}^2 \cdot 1075 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} = 2,956 \cdot 10^{12} \frac{\text{kWh}}{\text{a}} \approx \underline{3 \cdot 10^{12} \text{ kWh/a}}$$

- b) Dachflächen: $A_{\text{Schräg}} \approx 0,3 \% \cdot 2750 \text{ km}^2 = \underline{7,71 \text{ km}^2}$

Optische Energie auf schräge Fläche (incl. Neigungsverluste von 15 %, siehe Tabelle 10.1):

$$W_{\text{Optisch_Schräg}} \approx 1.200 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \cdot 0,85 \cdot \frac{H'}{H} \cdot A_{\text{Schräg}} \approx 1.200 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \cdot 0,85 \cdot \frac{1075}{1000} \cdot 7,71 \text{ km}^2 \approx \underline{8,45 \text{ TWh/a}}$$

- c) Leistung: $P_{\text{STC}} = A_{\text{Schräg}} \cdot E_{\text{STC}} \cdot \eta_{\text{Modul}} = 7,71 \text{ km}^2 \cdot 1000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 0,2 = \underline{1,54 \text{ GWp}}$

$$\text{Elektrische Energie: } W_{\text{Elektrisch_Schräg}} = W_{\text{Optisch_Schräg}} \cdot \eta_{\text{System}} = 8,45 \cdot 10^9 \frac{\text{kWh}}{\text{a}} \cdot 0,18 = \underline{1,52 \text{ TWh/a}}$$

Aufgabe 10.2: Potentialschätzung bei Freiflächen

Angenommen, Sie haben einen Hektar Freifläche im Saarland zur Verfügung.

- a) Tiefster mittäglicher Sonnenwinkel nach Gleichung (2.6): $\gamma_{S_Max} = 66,6^\circ - \varphi = 66,6^\circ - 49^\circ = \underline{17,6^\circ}$
Flächennutzungsgrad mit Gleichung (9.4) und (9.5):

$$f_{Nutz} = \frac{b}{d_{Min}} = \frac{\sin(\gamma_S)}{\sin(\gamma_S + \beta)} = \frac{\sin(17,6^\circ)}{\sin(17,6^\circ + 20^\circ)} = 49,6\% \approx \underline{50\%}$$

- b) Modulfläche: $A_{Modul} = f_{Nutz} \cdot A_{Freifläche} = 0,5 \cdot 10.000 \text{ m}^2 = \underline{5.000 \text{ m}^2}$

$$\text{PV-Leistung: } P_{STC} = A_{Modul} \cdot E_{STC} \cdot \eta_{Modul} = 5.000 \text{ m}^2 \cdot 1000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 0,2 = \underline{1 \text{ MWp}}$$

$$\text{Elektrische Energie nach Gleichung (10.4): } W_{Elektrisch_PV} = A_{Modul} \cdot f_{Nutz} \cdot \eta_{Modul} \cdot E_{STC} \cdot \frac{H'}{H} \cdot Y_F$$

$$\Rightarrow W_{Elektrisch_PV} = 10.000 \text{ m}^2 \cdot 0,5 \cdot 0,2 \cdot 1000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot \frac{1075}{1000} \cdot 900 \frac{\text{kWh}}{\text{kWp} \cdot \text{a}} = \underline{967.500 \text{ kWh/a}}$$

Alternativer Rechnungsweg:

$$\text{Elektrische Energie: } W_{Elektrisch} = W_{Optisch} \cdot \eta_{System}$$

$$\Rightarrow W_{Elektrisch} = 1200 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \cdot \frac{H'}{H} \cdot A_{Modul} \cdot \eta_{System} \approx 1200 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \cdot \frac{1075}{1000} \cdot 5000 \text{ m}^2 \cdot 0,18 \approx \underline{1,2 \text{ Mio. kWh/a}}$$

- c) Nach Abschnitt 10.1.4 erbringt Energiemais eine elektrische Energie von ca. 17.000 kWh/a.
Somit erbringt die Photovoltaik auf der gleichen Fläche etwa das 57- bis 70-Fache an elektrischer Energie!