



Photovoltaik Orientierung



Inhaltsangabe

- Problemstellung
- Annahme
- Himmelskoordinaten
- Horizontale und vertikale Ausrichtung der PV-Module
- Optimale Ausrichtung
- Nachgeführte Anlage
- MatLab

Problemstellung

- Berechnung der Sonnenposition(Deklination, Stundenwinkel, Höhenwinkel, Azimut)
- Analyse von Anlagenkonfiguration: horizontal, vertikal, optimal, nachgeführt
- Vergleich der Energieerträge für verschiedenen Zeiträume
- Innsbruck 47.26 Breite und 11.39 Länge

Annahmen für die Berechnung

- Ebene Oberfläche (ohne topografische Hindernisse wie Berge oder Täler)
- Wolkenfreier Himmel/ keine atmosphärischen Einflüsse
- Photovoltaik- Modul ohne Verschmutzung und Verluste
- Photovoltaik- Modul mit Wirkungsgrad: $\eta=1$
- Gleichmäßige Sonneneinstrahlung ohne Abschattungen

Himmelskoordinaten

- **Deklination**
- **Stundenwinkel**
- **Höhenwinkel**
- **Azimut**

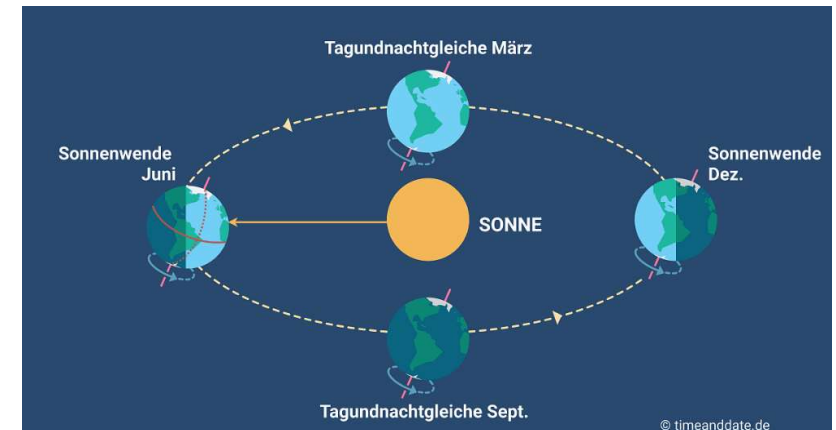


Abbildung 1: Neigung der Erde zur Sonne

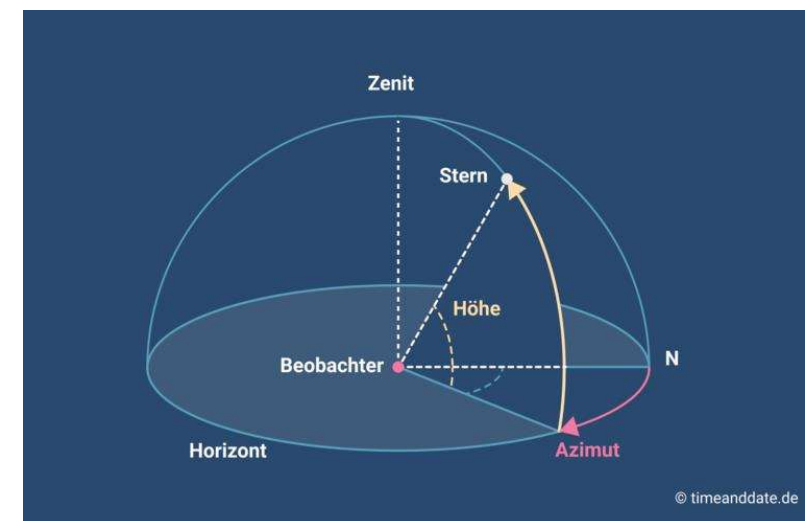


Abbildung 2: Winkel

Deklination δ

= Die Deklination ist der Winkel zwischen den Himmelsäquator und der Position der Sonne.

Deklination variiert zwischen:

- **21. Juni:** $\delta = +23,45^\circ$ (längster Tag)
- **21. Dezember:** $\delta = -23,45^\circ$ (kürzester Tag)
- **21. März** $\delta = 0^\circ$
- **23. September** $\delta = 0^\circ$

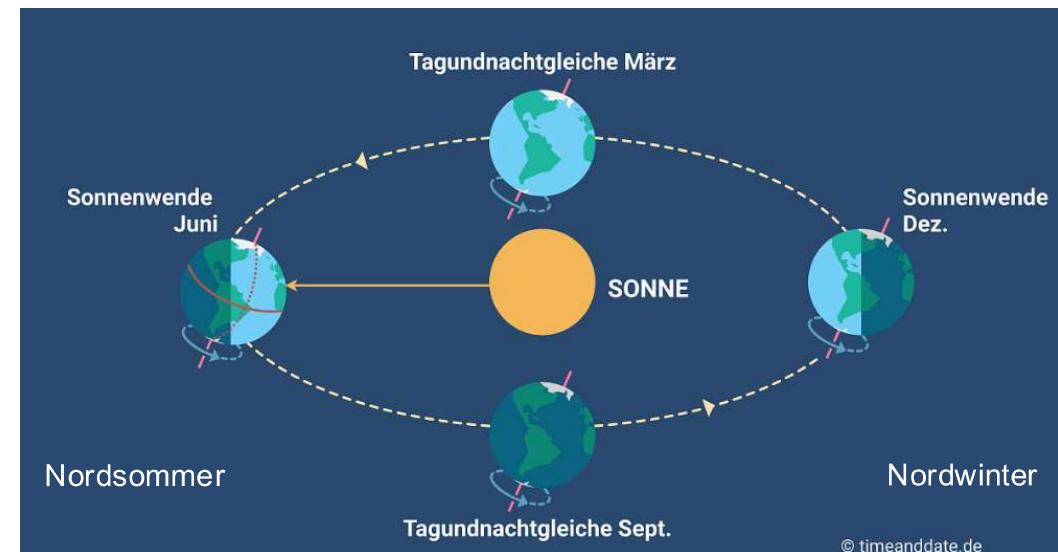


Abbildung 1: Neigung der Erde zur Sonne

Berechnung der Deklination

$$\delta = 23.45 \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{365} \cdot (doy + 284)\right)$$

Achsneigung zur Bahnebene

Doy: 1 - 365
+284 Verschiebungsfaktor

Winkel der Sonnenposition:
0,986° pro Tag oder 0,0172 Rad

Stundenwinkel, Höhenwinkel, Azimut

Stundenwinkel

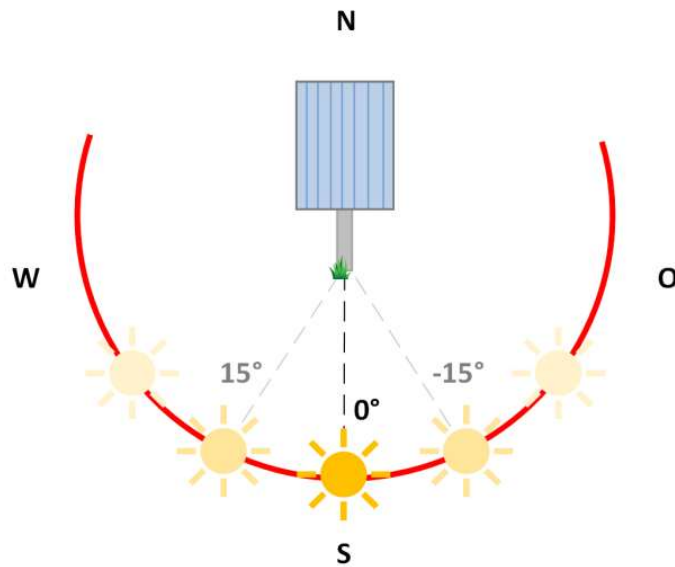


Abbildung 3: Stundenwinkel

Höhenwinkel, Azimut

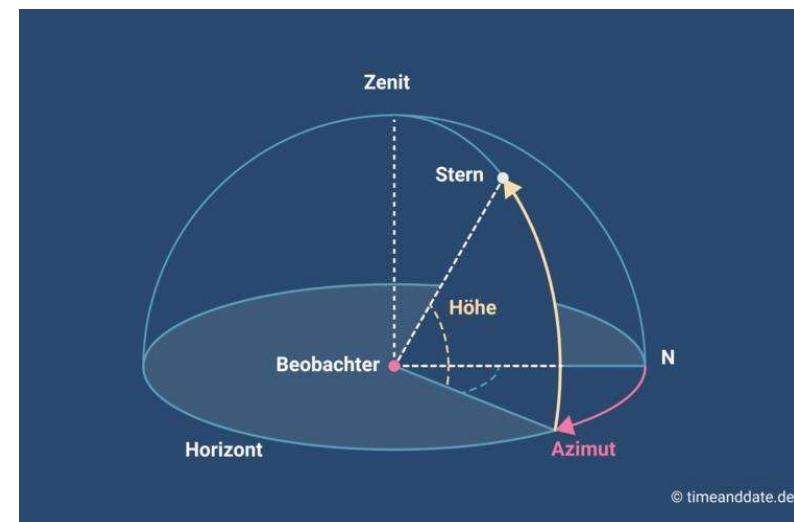


Abbildung 2: Winkel

Stundenwinkel - Höhenwinkel - Azimut

Stundenwinkel

$$H = 15 \cdot (t - 12)$$

t = Uhrzeit

1 Stunde = 15°

Höhenwinkel

$$\sin \alpha = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos H$$

φ... 47.26 Breitengrad

Azimut

$$\cos \alpha_z = \frac{\sin \delta - \sin \alpha \cdot \sin \varphi}{\cos \alpha \cdot \cos \varphi}$$

Horizontale und vertikale Ausrichtung

- **Vertikale Ausrichtung**

besser für Winter

- **Horizontale Ausrichtung**

besser für Sommer

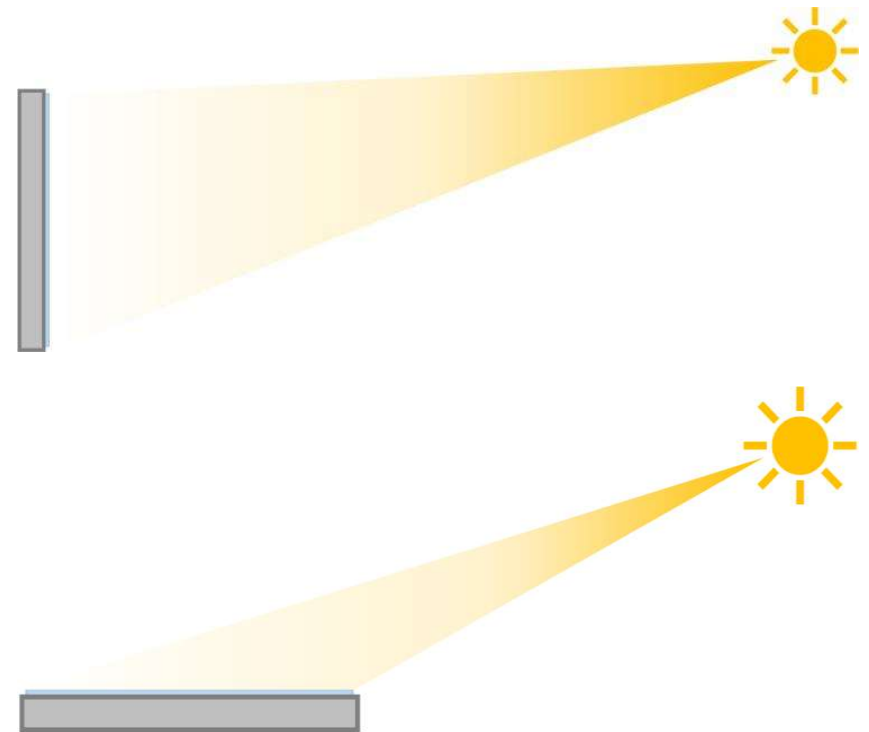
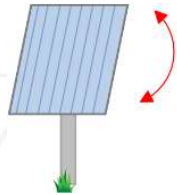


Abbildung 4: Ausrichtung zur Sonne

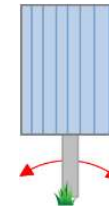
Effizienz von PV-Anlagen: Vertikal oder Horizontal?

| Datum | Vertikale Ausrichtung [Wh] | Horizontale Ausrichtung [Wh] |
|---------------|----------------------------|------------------------------|
| 21. März | 1122.1 | 1036.9 |
| 21. Juni | 465.5 | 1759.5 |
| 21. September | 1363.3 | 671.73 |
| 21. Dezember | 1359.3 | 356.85 |
| Σ übers Jahr | 373 398.80 | 382 407.46 |

Optimale Orientierung



Optimale Neigungswinkel: 62.39°



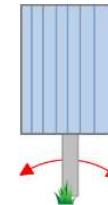
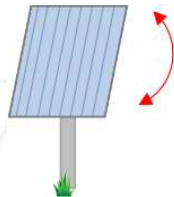
Optimale Ausrichtung: 33.73°

Energie mit Optimaler Ausrichtung:

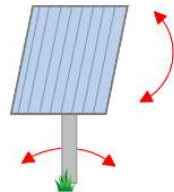
419 686.12 Wh

Nachgeführte Anlage

1- Achsig



2- Achsig



| Vertikale Ausrichtung | Horizontale Ausrichtung | Optimale Winkel | Nachgeführte Anlage (2- Achsig) |
|-----------------------|-------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 373 398.80 Wh | 382 407.46 Wh | 419 686.12 Wh | 881 340.00 Wh |

Code review
mit Kevin ☺

MatLab

Nun sehen wir uns den Code in MatLab an.

Danke für ihre Aufmerksamkeit



PS: Energie wird umgewandelt
nicht produziert.

Interesse?



[https://github.com/V4Cmeister/
MCI_PV_Orientation.git](https://github.com/V4Cmeister/MCI_PV_Orientation.git)

Literaturverzeichnis

- Abbildung 1: Neigung der Erde zur Sonne (Quelle: timeanddate.de, [Link-Abb1](#))
- Abbildung 2: Winkel (Quelle: timeanddate.de, [Link-Abb2](#))
- Abbildung 3: Stundenwinkel (Quelle: eigene Darstellung)
- Abbildung 4: Ausrichtung zur Sonne (Quelle: eigene Darstellung)