

Ingenieurbüro Eva Jenennchen

JERA

Jenennchen - Energie : Regenerative / Alternative

Ertragsgutachten

PV-Kraftwerk Ringfurth

Dachanlage

Auftraggeber:

MABI GmbH

Jörg Fahrenhorst

Eilveser Hauptstraße 56

31535 Neustadt

Ilmenau, 20.04.18

Version Nr.: 1.0

Gutachtennummer: EG-K097-18007-V10

Auftragnehmer:

Ingenieurbüro JERA

Pfaffenholz 11

98693 Ilmenau

E. Jenennchen
Dipl.-Ing. Eva Jenennchen
(Bearbeiter)

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|--|-------|
| Inhaltsverzeichnis | 2 |
| 1. Zusammenfassung der Ergebnisse | 3 |
| 2. Beauftragung..... | 4 |
| 3. Technische Auslegung der Photovoltaikanlage | 5 |
| 3.1. Anlagentechnik | 5 |
| 3.2. Beschreibung und Bewertung der Anlage..... | 6 |
| 3.3. Plausibilitätskontrolle der Verschaltung..... | 7 |
| 3.4. Aufstellung PV-Generator | 7 |
| 4. Rahmenbedingungen zur Ertragssimulation | 11 |
| 4.1. Simulationsprogramm..... | 11 |
| 4.2. Randbedingungen / Parameter für die Berechnung | 11 |
| 4.3. Wetterdaten am Standort..... | 16 |
| 5. Simulationsergebnisse | 19 |
| 5.1. Referenzrechnung mit PVSyst 5.74 | 19 |
| 5.2. Vergleichsrechnung mit greenius 3.6..... | 20 |
| 5.3. Bewertung der Ergebnisse/ Unsicherheitsanalyse | 21 |
| 5.4. Langzeitverhalten | 23 |
| 6. Gewährleistung | 23 |
| 7. Abkürzungsverzeichnis..... | 24 |
| 7.1. Begrifflichkeiten | 24 |
| 7.2. Einheiten | 24 |
| 8. Tabellenverzeichnis..... | 26 |
| 9. Abbildungsverzeichnis | 26 |
| 10. Anhang: Simulationsprotokolle, Berechnungsgrundlagen | 26 |

1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Der folgende Überblick stellt die Ergebnisse der Ertragssimulation für die PV-Anlage dar.

Installierte PV-Nennleistung: **499,50 kWp**
(Nach Datenblattangabe)

Jährlich eingespeiste Energie: **445,2 MWh**
(auf Mittelspannungsebene)

Spezifischer Jahresertrag: **891 $\frac{kWh}{kWp \cdot a}$**
(Jährlich eingespeiste Energie / PV-Nennleistung)

Performance Ratio: **85,8 %**

| Ertragssimulation | | | | | | | | | |
|---|-------------------|------------------|---|--|--------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|-------------|
| PV-Anlage Ringfurth Dachanlage | $\alpha / ^\circ$ | $\beta / ^\circ$ | * $E_{G,hor} /$ kWh/m ² a | ** $E_{G,gen} /$ kWh/m ² a | $F_A /$ % | $P_{inst} /$ kWp | $E_{out} /$ MWh/a | $E_{spez} /$ kWh/kWp* a | PR / % |
| 1 | -135 | 15 | 1.038 | 928 | -10,6 | 77,49 | 61,25 | 790 | 85,2 |
| 2 | 45 | 15 | 1.038 | 1.118 | 7,7 | 55,35 | 53,24 | 962 | 86,0 |
| 3 | 45 | 13 | 1.038 | 1.110 | 6,9 | 121,77 | 116,66 | 958 | 86,3 |
| 4 | -135 | 16 | 1.038 | 920 | -11,4 | 54,27 | 42,51 | 783 | 85,1 |
| 5 | 45 | 16 | 1.038 | 1.121 | 8,0 | 61,56 | 59,33 | 964 | 86,0 |
| 6 | -135 | 15 | 1.038 | 928 | -10,6 | 32,13 | 25,40 | 790 | 85,2 |
| 7 | 45 | 15 | 1.038 | 1.118 | 7,7 | 32,13 | 30,95 | 963 | 86,2 |
| 8 | 45 | 15 | 1.038 | 1.118 | 7,7 | 27,00 | 25,94 | 961 | 85,9 |
| 9 | -135 | 15 | 1.038 | 928 | -10,6 | 37,80 | 29,91 | 791 | 85,3 |
| Gesamt | | | 1.038 | 1.039 | 0,1 | 499,50 | 445,20 | 891 | 85,8 |
| Anlage: Anlagentyp: Dachanlage dachparallel verwendetes Verschattungsmodell: Sicherheitsabschlag 0,8 % nach Simulation PVSOL Simulation * verwendete Strahlungsdaten: Durchschnitt aller recherchierten Daten ** Einstrahlungsmodell: nach Perez | | | | | | | | | |

Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse

| | |
|-------------|---|
| α | Abweichung von Süd – negatives Vorzeichen: Ostabweichung |
| β | Modulneigungswinkel |
| $E_{G,hor}$ | Globalstrahlung, horizontal |
| $E_{G,gen}$ | Globalstrahlung auf die geneigte Ebene |
| F_A | Einstrahlungsgewinn $E_{G,gen}$ zu $E_{G,hor}$ |
| P_{inst} | installierte Leistung unter STC-Bedingungen nach Datenblatt |
| E_{out} | Jahresertrag PV-Anlage auf Mittelspannungsebene |
| PR | Performance Ratio |
| E_{spez} | spezifischer Jahresertrag PV-Anlage |

2. Beauftragung

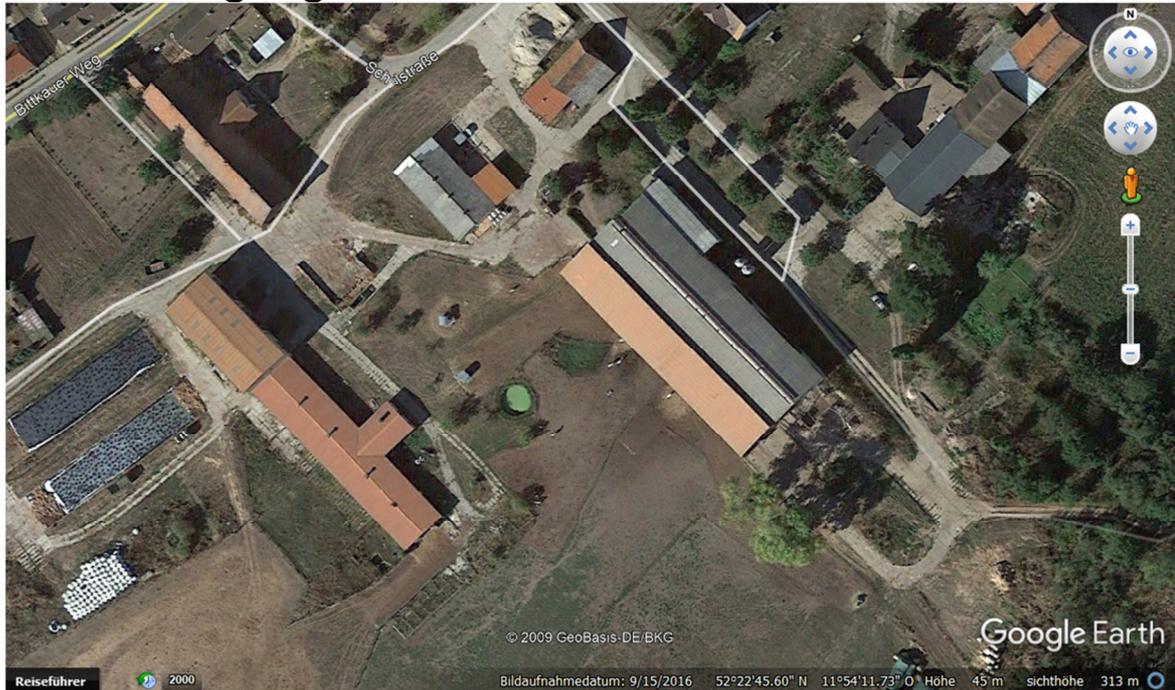


Abbildung 1: Satellitenbild des Anlagenstandortes mit eingebetteter Modulbelegung

Quelle: vom Kunden

| | | |
|-----------------|--|-------------------------------|
| Auftragsdatum: | 11.04.2018 | |
| Auftraggeber: | MABI GmbH | |
| Anlagengröße: | 499,50 kWp | |
| Anlagentyp: | Dachanlage | |
| Standort: | Ringfurth ((52°23' nördliche Breite; 11°54' östliche Länge; 45 ü. NN.) | |
| Wechselrichter: | <u>Hersteller:</u> | Huawei |
| | <u>Wechselrichtertyp:</u> | SUN2000 20 / 28 / 33 / 36 KTL |
| Module 1: | <u>Hersteller</u> | JA Solar, |
| | <u>Modultyp</u> | JAP6(K)-60/270/4BB 270 Wp |

Tabelle 2: Beauftragung

Dieses Gutachten umfasst 23 Seiten und 58 Seiten Anhang, unvollständige oder im Zusammenhang sinnesentstellende Veröffentlichungen oder Weitergabe der Ergebnisse darf nicht erfolgen.

3. Technische Auslegung der Photovoltaikanlage

3.1. Anlagentechnik

| | |
|--|---|
| Modulhersteller: | JA SOLAR |
| Modultyp: | JAP6(K)-60/270/4BB |
| Zellentechnologie: | <i>Polykristallines Silizium</i> |
| Nennleistung Modul: | 270 Wp |
| Nennleistung PV-Anlage: | <u>Gesamt: 499,50 kWp</u> |
| Stückzahl Module | 1.850 |
| Zertifizierungen: | IEC 61215, IEC 61730, TÜV Schutzklasse II |
| Leistungsgarantie: | Linear 80 % auf 25 Jahre Mindestleistung |
| Produktgarantie: | 12 Jahre |
| Leistungstoleranz: <i>Laut Datenblatt</i> | + 5 Wp (rein positiv) |
| Modulmaße (L x B x H) | 1650 x 991 x 35 mm |

Tabelle 3: Zusammenfassung Anlagentechnik Modul

| | |
|----------------------------|-------------------------------|
| Hersteller: | Huawei |
| Wechselrichter: | SUN2000 20 / 28 / 33 / 36 KTL |
| AC-Nenn-Leistung: | 20,0 / 27,5 / 30,0 / 36,0 |
| Europäischer Wirkungsgrad: | 98,3 / 98,4 / 98,4 / 98,6 % |
| Anzahl: | 4 / 2 / 6 / 3 |

Tabelle 4: Zusammenfassung Anlagentechnik Wechselrichter

3.2. Beschreibung und Bewertung der Anlage

Photovoltaikmodul

Die gewählten Solarmodule enthalten je 60 polykristalline Solarzellen. Der *Aufbau der Module* entspricht dem bewährten Standard eines in Aluminium gerahmten Laminats aus hochtransparentem Solar-Sicherheitsglas, EVA-Folie mit eingebettetem Zellverbund und rückseitiger Tedlarfolie.

Für die untersuchte PV-Anlage kommen Module der *Leistungsklasse* 270 Wp mit den Bezeichnungen JAP6(K)-60/270/4BB zum Einsatz.

Für die mögliche **Abweichung der Modul-Nennleistung** wird vom Hersteller eine rein positive Toleranzspanne von bis zu 5 Wp angegeben. *Der Hersteller gibt auf die Module* eine lineare **Leistungsgarantie von 80% auf 25 Jahre**. Für Material- und Verarbeitungsfehler besteht eine stark erweiterte **Produktgarantie** von 12 Jahren.

Die Module besitzen folgende **Zertifizierungen**: IEC 61215, IEC 61730, TÜV Schutzklasse II für Systemspannungen bis 1.000 V.

Für das Gutachten wird davon ausgegangen, dass die Module eine Lebensdauer von mindestens 20 Jahren erreichen.

Wechselrichter

Die eingesetzten Wechselrichter Huawei Sun2000 weisen einen hohen Wirkungsgrad auf und befinden sich technologisch auf dem aktuellen Stand.

Die Geräte erzeugen ausgangsseitig 230 / 400 V auf drei Phasen. Der Wechselrichter lässt sich unproblematisch mit vielfältigen Möglichkeiten zur Datenaufzeichnung und Fernüberwachung z.B. über das Internet ausstatten, so dass eventuelle Störungen kurzfristig erkannt werden können.

Transformator, Energiemessung

Der erzeugte Solarstrom des PV-Kraftwerks wird über einen Transformator auf die Mittelspannungsebene von 20 kV gebracht.

3.3. Plausibilitätskontrolle der Verschaltung

Bei der Beschaltung ist am Anlagenstandort nur selten mit überlastungsbedingten Abregelungen der Wechselrichter zu rechnen. Daraus folgende Minderungen des Jahresertrags wurden simuliert und sind mit ca. 0,1% im Simulationsergebnis enthalten.

Die Spannungen der Modulstrings bei Betriebstemperatur liegen innerhalb der MPP-Spannungsbereiche der Wechselrichter.

Die maximale Leerlaufspannung der Strings bei -10°C liegt innerhalb der maximal zulässigen Eingangsspannungen der Wechselrichter.

Die Plausibilität wurde mit Hilfe der Software PVSyst überprüft.

3.4. Aufstellung PV-Generator

3.4.1 Allgemeine Vorbemerkung zu Verschattungseinflüssen

Durch ein Hindernis können generell zwei Abschattungsarten verursacht werden. Die Abschattung des direkt eingestrahlten Sonnenlichtes, welche klar abgegrenzte Schattenfiguren verursacht, ist gemeinhin bekannt. Weiterhin wird durch das Hindernis aber auch immer ein Teil des sichtbaren Himmelsraumes verdeckt. Dies ist gleichbedeutend mit einer teilweisen Abschattung der für die Stromproduktion einer PV-Anlage ebenfalls wirksamen diffusen Himmelsstrahlung. Während die Abschattung des direkten Sonnenlichts nur bei Sonnenschein auftritt und das Ausmaß des Schattenwurfs vom Sonnenstand abhängt, ist die diffuse Abschattung ganzjährig wirksam.

3.4.2 Situation am Anlagenstandort



Abbildung 2: Modulbelegungsplan

In den vom Kunden zur Verfügung gestellten PVSOL Berichten ist die Verschattung des PVGenerators berücksichtigt. Die Verschattungssimulation berechnet 0,8 % Verluste durch Verschattungen. Nach Beurteilung des Gutachters entspricht dieser Verlustansatz den Erwartungen.

3.4.3 Verschattungsanalyse

Die PV-Anlage Ringfurth wird in dem gleichnamigen Ortsteil der Stadt Tangerhütte im Landkreis Stendal, Sachsen-Anhalt errichtet. Die Gegebenheiten vor Ort wurden durch den Gutachter anhand der eingereichten Unterlagen untersucht.

Die PVA befindet sich auf Dächern eines Landwirtschaftsbetriebes.

Der Verlustansatz durch Verschattungen beträgt 0,8%. Dieser wurde mit der Software PVSOL berechnet.

Es wird davon ausgegangen, dass während der gesamten Anlagenlaufzeit keine Nahverschattungen des PV-Generators durch die Errichtung baulicher Objekte, Wachstum von Bäumen oder Sträuchern o.ä. entstehen.

Dachanlage

EG-K097-18007-V10

Die Horizontlinie am Anlagenstandort ist flach, so dass hierdurch keine ertragsmindernden Einstrahlungsverluste auftreten.

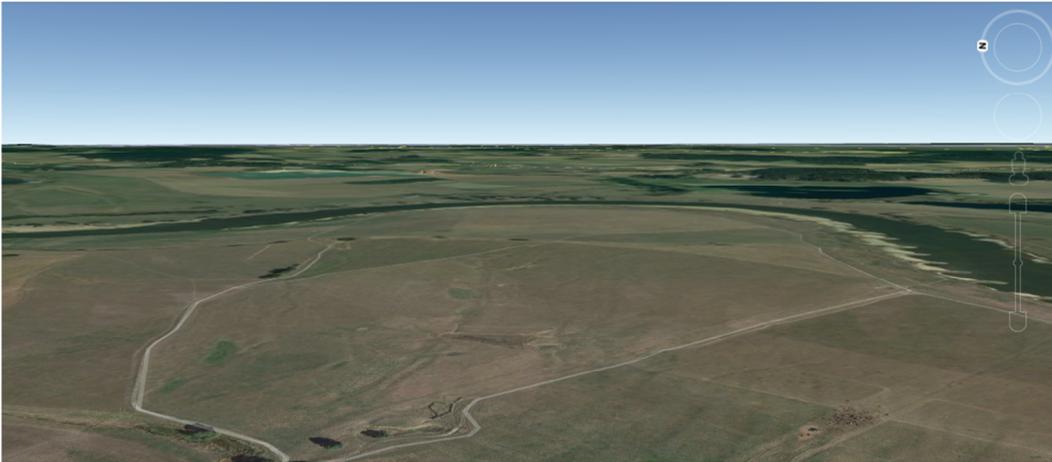


Abbildung 3: Horizontlinie Richtung Ost; Quelle: Google Earth

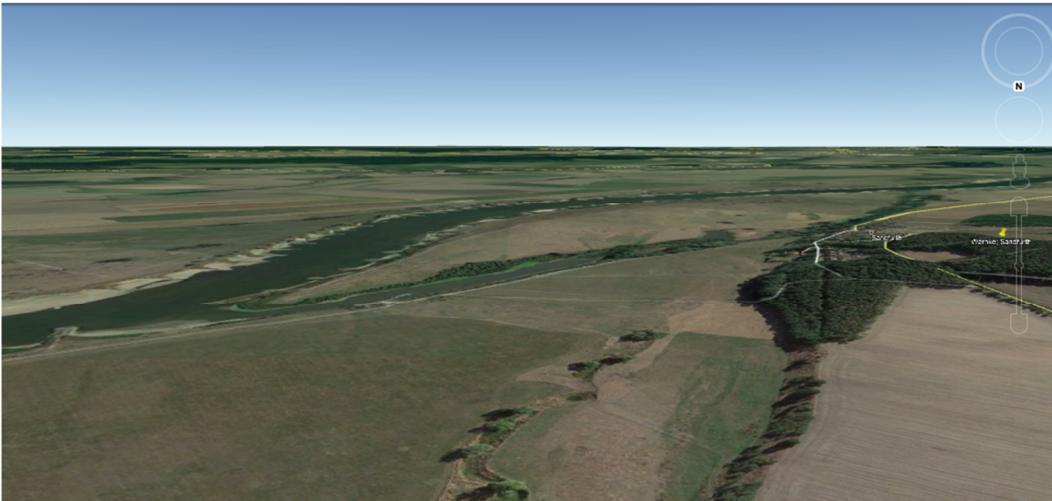


Abbildung 4: Horizontlinie Richtung Süd; Quelle: Google Earth

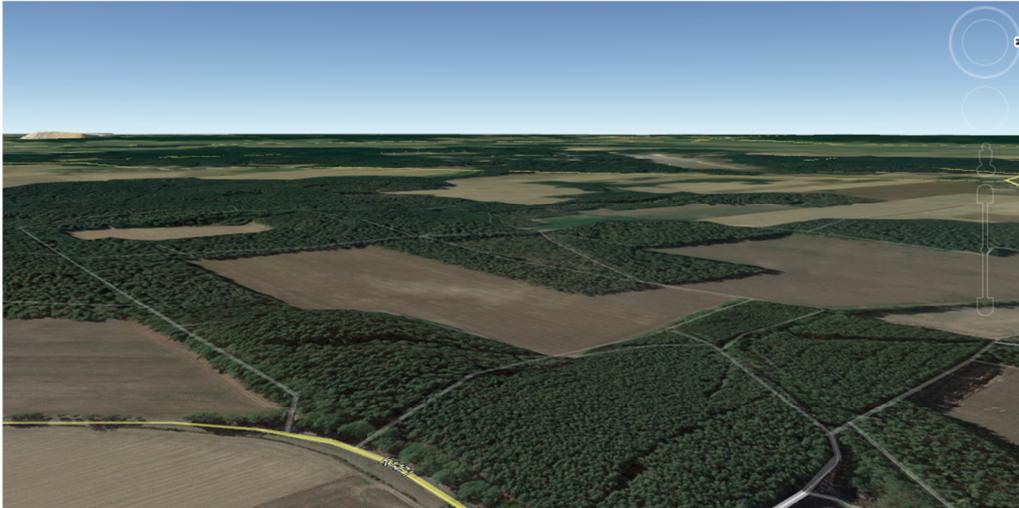


Abbildung 5: Horizontlinie Richtung West; Quelle: Google Earth

4. Rahmenbedingungen zur Ertragssimulation

4.1. Simulationsprogramm

Die Ertragssimulation wurde mit dem anerkannten Computerprogramm PVSyst 5.74 zur Ertragsberechnung von Photovoltaikanlagen durchgeführt, welches an der Universität in Genf entwickelt wurde. Eine Kontrollrechnung erfolgte mit dem an der Fachhochschule für Wirtschaft und Technik Berlin entwickelten Simulationsprogramm greenius 3.6. Weiterhin wurden die im Anhang angegebenen technischen Daten der Wechselrichter sowie die Generatöraufstellung gemäß den vom Anlagenplaner übersendeten Unterlagen berücksichtigt.

4.2. Randbedingungen / Parameter für die Berechnung

| Parameter | Ansatz in % |
|---|-------------|
| Mismatchverluste: | -1,0% |
| Leistungsabweichung der Module : | +1,0% |
| Spannungsabfälle in der DC-Verkabelung: | -1,0 % |
| Verschmutzung | -1,5 % |
| Horizont und Nahverschattung: | - 0,8 % |
| AC-Kabel- und Trafoverluste: | -1,0 % |
| Albedo: | 20 % |

Tabelle 5: Parameter für die Ertragsberechnung

Die in PVSyst manuell einstellbaren Parameter zur Spezifizierung der Ertragsverluste/-gewinne wurden für die Simulationsrechnung nach Tabelle 5 festgelegt. Über die hier angegebenen Werte hinaus werden von dem Programm zahlreiche weitere Betriebsverluste berechnet, die im Ergebnisprotokoll als Ganzjahres-Verlustdiagramm aufgeführt sind (siehe Anhang).

- **Mismatchingverluste:**

Korrekturfaktor:**-1,0%**

Da Modulstrings in der Regel in Reihe verschaltet werden, addieren sich die Spannungen. Der Strom im String richtet sich entsprechend nach dem Modul mit dem geringsten Strom, wenn man zunächst davon ausgeht, dass keine Bypassdiode verbaut ist. Die tatsächlich erreichte Generatorleistung ist somit geringer als die Summe der Nennleistungen der Module, die sich ergebende Differenz wird als **Missmatchverlust** bezeichnet.

Die Höhe des Missmatchverlustes ist bei Reihenschaltung maßgeblich von den Modulströmen, bei Parallelschaltung von den Modulspannungen abhängig. Es ist daher sinnvoll, Module nach ihrem Strom im MPP zu sortieren, bevor sie zu Strings verschaltet werden. Bei der Parallelschaltung von Strings sollten wiederum möglichst Strings mit gleicher Stringspannung zusammengeschaltet werden. Geht man davon aus, dass reale Modulparameter je nach Hersteller um etwa 10 Prozent von den Datenblattangaben abweichen, würde der Missmatchverlust im schlimmsten Falle ebenfalls 10 Prozent betragen. In der Regel betragen die Verluste zwischen 1 % und 3 %. Der Verlust wurde mit einem niedrigen Ansatz festgelegt, da die Module nach Strömen vorsortiert vom Hersteller geliefert werden.

- **Leistungsabweichung der Module von den Herstellerangaben:**

Korrekturfaktor:**+1,0%**

Bei der Herstellung der Module kommt es produktionsbedingt zu unterschiedlichen Leistungen bei Modulen des gleichen Typs. Nach Fertigstellung der Module werden diese vermessen (Flashlisten). An Hand der Vermessung werden die Module nach ihren Leistungen sortiert und in die entsprechenden Leistungsklassen eingestuft. Einige Hersteller sortieren ihre Module ab Mindestleistung. Die auf der PV-Anlage verwendeten Module weisen nach Datenblattangaben eine rein positive Leistungstoleranz von 0 bis +5Wp auf. Der Erwartungswert der Abweichung liegt nach realistischer Einschätzung des Gutachters also bei +1,0 %. Somit ist der Verlustansatz bei -1,0 %.

- **Spannungsabfälle in der Verkabelung**

Korrekturfaktor:

-1,0 %

$$P_{Verl} = \Delta U_{Leiter} \cdot I = R_{Leiter} \cdot I^2 = \frac{\rho \cdot l \cdot I^2}{A_{Cu}}$$

Des Weiteren sind die ohmschen Verluste zu berücksichtigen. Der spezifische elektrische Widerstand eines Kupferleiters beträgt $0,0172 \Omega mm^2/m$ bei $20^\circ C$ Umgebungstemperatur. Da der Widerstand mit steigender Temperatur zunimmt und die Betriebstemperatur bei Photovoltaikanlagen zum Teil über $70^\circ C$ erreichen kann, ergibt sich unter Annahme einer durchschnittlichen Leitertemperatur von $50^\circ C$ über den Temperaturbeiwert ein spezifischer Widerstand von $0,0193 \Omega mm^2/m$. Die Höhe des ohmschen Verlustes ist laut obiger Formel außerdem vom Strom abhängig. Eine schaltungsbezogene Berechnung des Verlustes erfolgt nach Angabe von Kabellänge, Querschnitt und Widerstand. Für die untersuchte PV-Anlage wurde ein für dieses Verschaltungskonzept üblicher Verlustansatz gewählt.

- **Verschmutzung:**

Korrekturfaktor:

-1,5 %

Schmutzablagerungen, zum Beispiel durch Staub, Ruß und Pollen beeinträchtigen die Leistung des Generators. Der Umfang der Generatorverschmutzung wird dabei von mehreren Faktoren bestimmt. Neben klimatischen Einflüssen, wie der Niederschlagsintensität und Häufigkeit, spielt die Luftverschmutzung und Staubbelastung in der unmittelbaren Anlagenumgebung - zum Beispiel durch Industrieanlagen oder Viehzucht - eine entscheidende Rolle. Die Oberflächenbeschaffenheit des Modulglases ist ein weiterer Einflussfaktor für die Bestimmung der Verschmutzungsverluste. In der maßgeblichen Fachliteratur (z.B. Volker Quaschnig, *Regenerative Energiesysteme*, 5. Auflage, München, Carl Hanser Verlag, 2007) wird von Verlusten in Höhe von 2 bis 10 Prozent im deutschen Raum bei 30° Aufständigung ausgegangen, während führende Anlagenerrichter wie die SolarWorld AG bereits ab 15° Modulneigung von einer ausreichenden Selbstreinigung sprechen. Quaschnig geht weiterhin von einem starken Anstieg der Verluste bei Verringerung der Modulneigung aus. Eigene Untersuchungen über einen Zeitraum von zwei Monaten am Standort Ilmenau haben gezeigt (Juli, August, September 2009), dass die Verschmutzungsverluste bei einem um 4° geneigten Modul

durchschnittlich 1,2 Prozent und bei einem um 31° aufgeständerten Modul 0,43 Prozent betragen. Auch wenn diese Messungen auf Grund von Toleranzen der Messgeräte und der kurzen Beobachtungsperiode unsicher sind, zeigen sie dennoch, dass Quaschnings Annahmen sehr restriktiv sind. Eine allgemeingültige und stichhaltige Aussage über das Ausmaß der Verschmutzungseffekte lässt sich auf Grund der vielen Einflussfaktoren bislang nicht treffen. Aufgrund der Einschätzungen bezüglich der Rahmenbedingungen des Anlagenstandortes wurde der Verschmutzungsverlust vom Gutachter mit oben angegebenem Wert festgelegt.

- **Verschattung:**

Korrekturfaktor:

- 0,8 %

Weitere Verluste und Ertragseinbußen entstehen durch die bereits erwähnte Abschattung der Solarstrahlung. Daher muss die Verschattungssituation am Anlagenstandort bei der Konzeption von Photovoltaikanlagen berücksichtigt werden. Es wird allgemein zwischen direkter und diffuser Abschattung unterschieden. Direkte Abschattung beschreibt die Abschattung des direkten Sonnenlichtes durch Gebäude, Bäume und andere Objekte in der unmittelbaren Nähe der Anlage, wobei eine gewisse Lichtdurchlässigkeit bei Bäumen und Sträuchern berücksichtigt wird. Bei der diffusen Abschattung wird davon ausgegangen, dass ein bestimmter Teil der Hemisphäre auf Grund des Abschattungsobjektes keinen Beitrag mehr zur diffusen Strahlung liefern kann. Unabhängig von der Verschattungssituation im unmittelbaren Umfeld, ist bei Anlagen, die aus mehreren aufgeständerten Modulreihen bestehen, zusätzlich darauf zu achten, dass die Verluste durch Reihenverschattung möglichst gering bleiben. Die Abschattungsverluste nehmen dabei mit der Erhöhung des Reihenabstandes ab, während gleichzeitig die Flächenausnutzung sinkt. In der Praxis muss daher ein sinnvolles wirtschaftliches Gleichgewicht beider Faktoren gefunden werden, dieses ist nicht zuletzt von den Strahlungsverhältnissen am jeweiligen Anlagenstandort abhängig. Der oben angenommene Verlustfaktor ist das Resultat aus der Abschätzung des Gutachters auf Grund von Erfahrungswerten und der vom Kunden übermittelten Verlustberechnung mittels der Software PVSOL.

- **AC-Kabel- und Trafoverluste:**

Korrekturfaktor:**-1,0 %**

Die Energieeinspeisung der Gesamtanlage erfolgt in das Mittelspannungsnetz des Energieversorgers. Die notwendige Umspannung führt zu weiteren Ertragsverlusten, die auf die Eisen- und Kupferverluste der Mittelspannungstransformatoren zurückzuführen sind. Das Simulationsprogramm gibt die Möglichkeit diese AC-seitigen Verluste einzubeziehen. Für die Trafoverluste wurde der von PVSyst empfohlene Standardverlustansatz gewählt. Für die untersuchte PV-Anlage wurde ein für das Verschaltungskonzept üblicher AC-Kabelverlustansatz von 0,5 % (unter STC) gewählt. Der oben angegebene Wert ist das Ergebnis der in PVSyst vorgenommenen Simulation.

- **Albedo**

20 %

Ein weiterer Einflussfaktor der Einstrahlung ist das Reflexionsvermögen der Umgebung, auch Albedo genannt. Bestimmte Untergründe, wie beispielsweise Schnee oder nasser Beton, reflektieren Strahlen besser als trockener Asphalt oder Sandflächen. Diese reflektierten Strahlungsanteile erhöhen die Gesamteinstrahlung auf den Generator. Im Jahresdurchschnitt wird für eine „Standardumgebung“ in der Regel eine Albedo von 20 % angenommen. Der Strahlungsgewinn des Albedowertes ist sehr stark abhängig von der Generatorneigung und dem Standort. Bei einer Neigung von 45° ist beispielsweise am Standort Schmölln unter Berücksichtigung der Albedo mit 20 % mit einem Ertragszuwachs von ca. 2 % zu rechnen.

4.3. Wetterdaten am Standort

Für die Einbeziehung der Wetterdaten am Anlagenstandort Ringfurth (Koordinaten: *52°23' nördliche Breite; 11°54' östliche Länge; 45 ü. NN.*) wurden die Einstrahlungswerte des Standortes Birkholz (Entfernung kleiner als 6 km) aus mehreren Quellen recherchiert und miteinander verglichen:

| Quelle der Strahlungsdaten | Globalstrahlung in kWh/m ² *a |
|----------------------------------|--|
| DWD | 1.024 |
| Meteonorm | 1.004 |
| Satellight | 1.034 |
| PVGIS | 1.091 |
| Arithmetischer Mittelwert | 1.038 |

Tabelle 6: Zusammenfassung Strahlungsdaten

Deutscher Wetterdienst

Der vom DWD bezogene Strahlungsdatensatz für den Standort Birkholz beinhaltet die Monatsmittelwerte für die Globalstrahlung auf die horizontale Fläche der dreißigjährigen Messperiode 1981-2010. Die Werte wurden durch Interpolation von Daten umliegender DWD-Bodenmessstationen sowie Satellitenmessdaten ermittelt.

Die anhand dieser Datenquelle ermittelte Jahressumme für die Globalstrahlung auf die horizontale Fläche beträgt **1.024 kWh/m²a**.

METEONORM 6.0

METEONORM 6.0 ist ein Datenbank- und Simulationsprogramm des schweizerischen Meteotest-Instituts. In der Software sind Messdaten aus einem Netz von weltweit 7.400 Wetterstationen hinterlegt, zusätzlich stehen Satellitenmessdaten zur Verfügung. Für die Stationen in der Region des untersuchten Anlagenstandorts beträgt die Messperiode für die Strahlungsdaten 20 Jahre, Zeitraum 1981-2000. Neben den Solarstrahlungsdaten umfasst die Datenbank auch Werte zu Außentemperatur, Luftdruck, Windrichtung und -geschwindigkeit. Durch Interpolationsverfahren können aus diesen Messwerten Wetterdatensätze für jeden beliebigen weiteren Standort erzeugt werden.

METEONORM 6.0 bietet eine Importmöglichkeit für Wetterdaten anderer Quellen sowie verschiedene Berechnungsalgorithmen zur Weiterverarbeitung der Daten an. So können mit diesem Programm die Stundenwertdateien zur Ertragssimulation mit dem Programm PVSyst generiert oder reflektierte Strahlungsanteile zur Berechnung von Albedo-Werten ermittelt werden.

Der anhand dieser Datenquelle ermittelte Jahreswert für die Globalstrahlung auf die horizontale Fläche beträgt **1.004** $\frac{kWh}{m^2 \cdot a}$.

Satel-Light

Die Europäische Strahlungsdatenbank Satel-Light umfasst Messdaten des Wettersatelliten METEOSAT des Zeitraumes 1996-2000. Die Daten liegen in einer zeitlichen Auflösung von 30 Minuten vor, daraus abgeleitet sind bspw. Monatsmittelwerte abrufbar. Die räumliche Auflösung liegt bei 5 km für die Ost-West-Ausdehnung. Für die Nord-Süd-Ausdehnung ergibt sich technisch bedingt eine variable Rasterlänge zwischen 6 km bei 34° nördlicher Breite und 16 km bei 64° nördlicher Breite.

Die Übereinstimmung der Daten im Vergleich mit Bodenmessungen ist insgesamt recht hoch, wobei sich bei direkter Einstrahlung eine höhere Genauigkeit als bei bewölktem Himmel ergibt. Vorteilhaft ist die im Vergleich zu anderen Datenquellen höhere Aktualität der Daten, dem steht allerdings nachteilig die relativ kurze Messperiode von nur fünf Jahren gegenüber.

Der anhand dieser Datenquelle ermittelte Jahreswert für die Globalstrahlung auf die horizontale Fläche beträgt **1.034 kWh/m²a**.

PVGIS

PVGIS ist ein von der Europäischen Union gefördertes interaktives Photovoltaik-Informationssystem im Internet, welches u.a. eine europäische Solarstrahlungsdatenbank beinhaltet. Die Datenbasis bilden Messwerte von Bodenstationen der Periode 1998-2010, regional erweitert durch Satellitendaten. Durch leistungsfähige Interpolationsverfahren werden daraus unter Berücksichtigung der geographischen Geländestruktur Globalstrahlungsdaten in einem Raster von 1x1 km ermittelt und zur Verfügung gestellt. Der anhand dieser Datenquelle ermittelte Jahreswert für die Globalstrahlung auf die horizontale Fläche beträgt **1.091** $\frac{kWh}{m^2 \cdot a}$.

Für die Ertragssimulation wurde der Mittelwert aller recherchierten Strahlungsquellen vom Standort Birkholz als Referenz verwendet.

Die Globalstrahlungssumme in Modulebene kann von PVSyst mit verschiedenen Strahlungsmodellen berechnet werden. Für die hier durchgeführten Simulationsrechnungen wurde das **anisotrope Modell nach Perez und Ineichen** ausgewählt, welches bei der Berechnung des diffusen Strahlungsanteils die Aufhellung des Himmels in der Nähe des Horizontes und in der Nähe der Sonne (circumsolar) berücksichtigt. Es ergibt sich hier für den verwendeten Strahlungsdatensatz die **durchschnittliche Jahressumme** von $1.039 \frac{kWh}{m^2 \cdot a}$, was einem Einstrahlungsgewinn von **+0,1 %** gegenüber dem Wert für die horizontale Fläche entspricht (vgl. Tabelle 1)

5. Simulationsergebnisse

5.1. Referenzrechnung mit PVSyst 5.74

| | |
|--|---|
| Installierte PV-Nennleistung: (Nach Datenblattangabe) | 499,50 kWp |
| Jährlich eingespeiste Energie: (auf Mittelspannungsebene) | 445,2 MWh |
| Spezifischer Jahresertrag: (Jährlich eingespeiste Energie / PV-Nennleistung) | 891 $\frac{kWh}{kWp*a}$ |
| Performance Ratio: | 85,8 % |

Die Performance Ratio gibt das Verhältnis des ideal möglichen Energieertrags bei STC, bedingt durch Anlagenstandort, Modulwirkungsgrad und Neigungswinkel, zum tatsächlich erzielten mittelspannungsseitigen Energieertrag an. Die Performance Ratio gibt somit eine Aussage zu allen Energieverlusten innerhalb der PV-Anlage, die nicht durch den STC-Wirkungsgrad der Module bestimmt werden.

5.2. Vergleichsrechnung mit greenius 3.6

Die durchgeführte Vergleichsrechnung erfolgte mit dem Simulationsprogramm greenius 3.6. Die Rahmenbedingungen (Verlustansätze) sind identisch.

| Ertragssimulation - greenius 3.0 | | | | | |
|---|-------------------|------------------|--------------------------------|---------------------------------|---|
| PV-Anlage Ringfurth Dachanlage | $\alpha / ^\circ$ | $\beta / ^\circ$ | $P_{\text{inst}} / \text{kWp}$ | $E_{\text{out}} / \text{MWh/a}$ | $E_{\text{spez}} / \text{kWh/kWp}^* \text{a}$ |
| 1+6+9 | -135 | 15 | 147,42 | 120,53 | 818 |
| 2+7+8 | 45 | 15 | 114,48 | 112,89 | 986 |
| 3 | 45 | 13 | 121,77 | 119,26 | 979 |
| 4 | -135 | 16 | 54,27 | 43,96 | 810 |
| 5 | 45 | 16 | 61,56 | 60,88 | 989 |
| Gesamt | | | 499,50 | 457,52 | 916 |
| Anlage: <u>Anlagentyp:</u> Dachanlage dachparallel <u>verwendetes Verschattungsmodell:</u> Sicherheitsabschlag 0,8 % Simulation * <u>verwendete Strahlungsdaten:</u> Durchschnitt aller recherchierten Daten ** <u>Einstrahlungsmodell:</u> nach Klucher | | | | | |

Spezifischer Jahresertrag:

$$916 \frac{\text{kWh}}{\text{kWp}^* \text{a}}$$

(Jährlich eingespeiste Energie mittelspannungsseitig/ PV-Nennleistung)

Abweichung zur Referenzrechnung:

+2,8 %

Unter Berücksichtigung der bestehenden Unsicherheitsfaktoren bei der Ertragssimulation (siehe nächster Abschnitt) stimmt das Ergebnis der Vergleichsrechnung mit den oben aufgeführten Simulationsergebnissen überein.

5.3. Bewertung der Ergebnisse/ Unsicherheitsanalyse

Die für die Simulation angenommenen Randbedingungen und die Berechnungsmodelle selbst sind mit Unsicherheiten behaftet, die nach den Regeln der Fehlerrechnung zu einer Gesamtunsicherheit des Simulationsergebnisses führen.

Für die durchgeführte Ertragsrechnung wurden im Einzelnen folgende Unsicherheitsfaktoren angenommen:

- *Globalstrahlungswert auf horizontale Fläche:* $\pm 4,5 \%$
- *Umrechnung in die Modulebene:* $\pm 3,5 \%$
- *Simulationsmodell PV-Modul:* $\pm 1,5\%$
- *Simulationsmodell Wechselrichter:* $\pm 1,5 \%$
- *Reflexionsverluste:* $\pm 1,0 \%$
- *Verschmutzung:* $\pm 0,5 \%$
- *Horizont- und Nahverschattung:* $\pm 1,0 \%$
- *Mismatching:* $\pm 1,0 \%$
- *Kabel- u. Trafoverluste:* $\pm 1,5 \%$

Daraus ergibt sich eine Gesamtunsicherheit des Simulationsergebnisses in Höhe von $\pm 6,5 \%$ (einfache Standardabweichung), bzw. folgende Bandbreite für den Jahresertrag mittelspannungsseitig: $833 \dots 891 \dots 949 \frac{kWh}{kWp \cdot a}$. Bei Annahme einer Gauß'schen Normalverteilung beträgt die Unterschreitungswahrscheinlichkeit für die untere Grenze dieser Spanne 15,9 %.

Davon unabhängig können sich für das Einzeljahr entsprechend der auftretenden Witterungsverhältnisse Abweichungen vom dargestellten Ergebnis ergeben. Ausgehend von einem langjährigen Mittelwert sind Einstrahlungsabweichungen im Einzeljahr von $\pm 10 \%$ für Standorte in Deutschland absolut normal.

Für das Gutachten wird von einer ständigen Verfügbarkeit der eingesetzten Komponenten ausgegangen. Eventuelle Ertragsausfälle, bspw. durch defekte Module oder Wechselrichter wurden nicht einkalkuliert. Im Rahmen der bestehenden Möglichkeiten wird dem Anlagenbetreiber empfohlen, dieses Risiko durch den Einsatz einer messtechnischen Anlagenüberwachung, Garantievereinbarungen mit den Herstellern und

Dachanlage

EG-K097-18007-V10

Abschluss einer geeigneten Versicherung zu minimieren. Beim Aufbau der Anlage ist auf eine sorgfältige Ausführung zu achten. Es wird empfohlen die Anlage jährlich zu reinigen.

5.4. Langzeitverhalten

Die oben angegebenen Simulationsergebnisse gelten für das erste Betriebsjahr der Anlage. Zur Beurteilung des Langzeitverhaltens kann eine jährliche Minderung der PV-Modulleistung im Anlagenbetrieb in Höhe von 0,25...0,4 % pro Jahr als realistischer Wert angesetzt werden.

6. Gewährleistung

Dieses Gutachten wurde nach bestem Wissen und Gewissen unter Verwendung der zugearbeiteten technischen Unterlagen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Der geplante Anlagenaufbau wurde vom Gutachter einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. Die für die Ertragsrechnungen verwendeten Hilfsmittel befinden sich auf dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik. Dennoch können Irrtümer oder Abweichungen nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Hierfür wird von uns ausdrücklich keine Haftung übernommen. Gewährleistungen jeder Art sind ausgeschlossen.

An dieser Stelle wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass in dem vorliegenden Gutachten die Statik in keiner Weise betrachtet wurde. Eine Prüfung ist gegebenenfalls von einem Statikprüfer durchzuführen.

Dieses Gutachten umfasst 23 Seiten und 58 Seiten Anhang, unvollständige oder im Zusammenhang sinnesentstellende Veröffentlichungen oder Weitergabe der Ergebnisse darf nicht erfolgen.

7. Abkürzungsverzeichnis

7.1. Begrifflichkeiten

| | |
|-----------------|---|
| AC | <i>alternating current</i> (Bezeichnung für Wechselstrom) |
| DC | <i>direct current</i> (Bezeichnung für Gleichstrom) |
| EVA | Ethylenvinylacetat (Schutzfolie der Solarmodule) |
| IEC | <i>International Electrotechnical Commission</i> (Normungsorganisation für Normen im Bereich der Elektrotechnik, Sitz in Genf) |
| METEOSAT | <i>meteorological satellite</i> (geostationäre Wettersatelliten) |
| MPP | <i>maximum power point</i> (größtmögliche Leistung einer Solarzelle im Strom-Spannungsdiagramm) |
| STC | <i>Standard Test Conditions</i> (geltende Standardtestbedingungen für Solar-module) STC = f (Einstrahlung 1000 W/m ² ; Zelltemperatur: 25°C; Air Mass (AM)=1,5) |
| AM | Air Mass (Abhängigkeit des Solarstrahlungsspektrums von der Weglänge des Lichtes) |

7.2. Einheiten

| | |
|---------------------------|--|
| V | Spannung in Volt ; 1.000 V = 1 kV |
| Wp | maximale Leistung eines Solarmoduls in Watt peak 1.000 Wp = 1 kWp |
| $\frac{kWh}{m^2 \cdot a}$ | Sonneneinstrahlung (Globalstrahlungswert) jährliche Kilowattstunde pro Quadratmeter |
| $\frac{kWh}{kWp \cdot a}$ | spezifischer Ertrag jährliche Kilowattstunden pro Kilowattpeak |
| $\frac{MWh}{a}$ | jährlich eingespeiste Energie (1.000.000 Wh/a = 1 MWh/a) |
| $\frac{\Omega mm^2}{m}$ | spezifischer elektrischer Widerstand eines Leiters Ohm mal Quadratmillimeter pro Meter |
| m ü. NN. | Meter über Normalnull (Bezugsfläche für Höhen über dem Meeresspiegel) |

8. Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse..... | 3 |
| Tabelle 2: Beauftragung | 4 |
| Tabelle 3: Zusammenfassung Anlagentechnik Modul | 5 |
| Tabelle 4: Zusammenfassung Anlagentechnik Wechselrichter | 5 |
| Tabelle 5: Parameter für die Ertragsberechnung | 11 |
| Tabelle 6: Zusammenfassung Strahlungsdaten | 16 |

9. Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Satellitenbild des Anlagenstandortes mit eingebetteter Modulbelegung..... | 4 |
| Abbildung 2: Modulbelegungsplan | 8 |
| Abbildung 3: Horizontlinie Richtung Ost; Quelle: Google Earth | 9 |
| Abbildung 4: Horizontlinie Richtung Süd; Quelle: Google Earth..... | 9 |
| Abbildung 5: Horizontlinie Richtung West; Quelle: Google Earth..... | 10 |

10. Anhang: Simulationsprotokolle, Berechnungsgrundlagen

Anhang A2: Technische Datenblätter

Datenblatt 1. PV-Modul

Datenblatt 2. Wechselrichter

Anhang A3: Simulationsprotokolle - PVSyst 5.74 und Greenius 3.6 -

Anhang A4: Strahlungsdaten Birkholz und Wetterdatenquelle

| | |
|--|--|
| Datenquelle 1. Deutscher Wetterdienst; Messperiode 1981 – 2010 | |
| Datenquelle 2. Meteornorm 6.1; Messperiode 1981 – 2000 | |
| Datenquelle 3. Satel-light; Messperiode 1996 – 2000 | |
| Datenquelle 4. PVGIS; Messperiode 1998 – 2010 | |

String-Wechselrichter (8-23KTL)



SUN2000-8/12/17/20/23KTL



Intelligent

- Bis zu 3 MPP Tracker für Anpassung an unterschiedliche Modultypen oder -anzahl mit unterschiedlichen Ausrichtungen
- Anschluss bis zu 6 Strings mit intelligenter Überwachung und Fehlerdiagnose
- RS485 and USB Anschlüsse für Überwachung und Datenübertragung
- Graphisches LCD und Fernüberwachung

Effizient

- Photonentestergebnis für SUN2000-20KTL: A+/A+ bei mittlerer und hoher Einstrahlung
- Maximaler Wirkungsgrad 98,6 %
- Europäischer Wirkungsgrad 98,3 %

Sicher

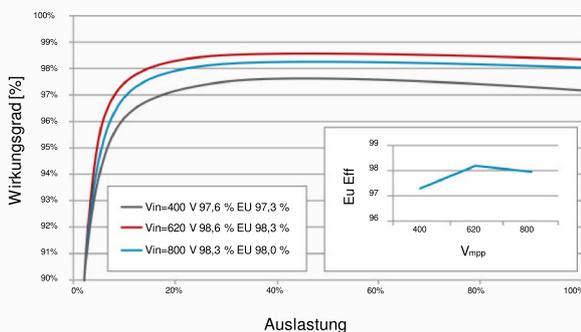
- Integrierter Überspannungsschutz Typ II für DC und AC
- Geräuschpegel ≤ 29 dB, EMV Klasse B
- Fehlerstromüberwachung

Zuverlässig

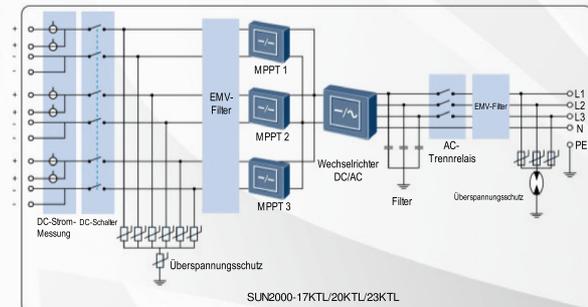
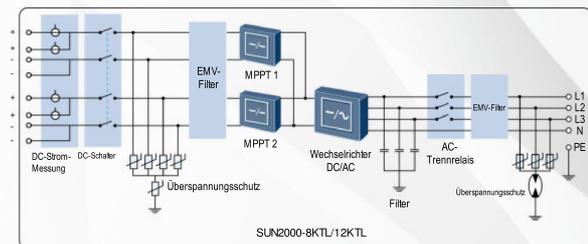
- Sorgfältig ausgewählte Komponenten - Gewährleistung bis zu 25 Jahre
- Natürliche Konvektionskühlung ohne externe Lüfter
- Schutzart IP65 für Außenaufstellung



Wirkungsgrade



Übersicht



String-Wechselrichter (8-23KTL)



| Technische Daten | SUN2000-8KTL | SUN2000-12KTL | SUN2000-17KTL | SUN2000-20KTL | SUN2000-23KTL |
|--|--|--|--|--|--|
| Wirkungsgrad | | | | | |
| Max. Wirkungsgrad | 98.5% | 98.5% | 98.6% | 98.6% | 98.6% |
| Europäischer Wirkungsgrad | 98.0% | 98.0% | 98.3% | 98.3% | 98.3% |
| Eingang | | | | | |
| Max. Gleichstromeingang | 9,100 W | 13,700 W | 19,200 W | 22,500 W | 23,600 W |
| Max. Eingangsspannung | 1000 V |
| Max. Eingangsstrom pro MPPT | 18 A |
| Max. Kurzschlussstrom pro MPPT | 25 A |
| Betriebsspannungsbereich | 200 V - 950 V |
| MPP Spannungsbereich bei Vollast | 320 ~ 800 V | 380 ~ 800 V | 400 ~ 800 V | 480 ~ 800 V | 480 ~ 800 V |
| Nenneingangsspannung | 620 V |
| Max. Anzahl Eingänge | 4 | 4 | 6 | 6 | 6 |
| Anzahl MPP-Tracker | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| Ausgang | | | | | |
| AC-Nennleistung | 8,000 W | 12,000 W | 17,000 W | 20,000 W | 23,000 W |
| AC-Ausgangsleistung | 8,800 VA | 13,200 VA | 18,700 VA | 22,000 VA | 23,000 VA |
| Nennausgangsspannung | 3 × 230 V/400 V+N+PE 3 × 220 V/380 V+N+PE | 3 × 230 V/400 V+N+PE 3 × 220 V/380 V+N+PE | 3 × 230 V/400 V+N+PE 3 × 220 V/380 V+N+PE | 3 × 230 V/400 V+N+PE 3 × 220 V/380 V+N+PE | 3 × 230 V/400 V+N+PE 3 × 220 V/380 V+N+PE |
| AC-Nennfrequenz | 50/60 Hz |
| Max. Ausgangsstrom | 12.8 A | 19.2 A | 27.2 A | 32 A | 33.5 A |
| Einstellbarer Leistungsfaktor | 0,8 voreilend ... 0,8 nacheilend |
| Max. Klirrfaktor | <3% | <3% | <3% | <3% | <3% |
| Schutz | | | | | |
| Integrierte Freischaltstelle | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja |
| Inselnetzüberwachung | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja |
| AC-Überstromschutz | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja |
| DC-Verpolungsschutz | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja |
| PV-String Fehlerdiagnose | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja |
| DC-Überspannungsableiter | Type II |
| AC-Überspannungsableiter | Type II |
| Isolationsüberwachung | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja |
| Fehlerstromerkennung | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja |
| Display und Kommunikation | | | | | |
| Display | Grafik-LCD | Grafik-LCD | Grafik-LCD | Grafik-LCD | Grafik-LCD |
| RS 485 | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja |
| USB | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja |
| Allgemeine Daten | | | | | |
| Abmessungen (BxHxT) | 520 x 610 x 255 mm (20,5 x 24,0 x 10,0 in.) | 520 x 610 x 255 mm (20,5 x 24,0 x 10,0 in.) | 520 x 610 x 255 mm (20,5 x 24,0 x 10,0 in.) | 520 x 610 x 255 mm (20,5 x 24,0 x 10,0 in.) | 520 x 610 x 255 mm (20,5 x 24,0 x 10,0 in.) |
| Gewicht | 40 kg | 40 kg | 48 kg | 48 kg | 48 kg |
| Betriebstemperaturbereich | -25 bis +60 °C (-13 bis +140 °F) |
| Kühlung | Natürliche Konvektion |
| Maximale Aufstellhöhe | 3000 m |
| Relative Luftfeuchte (nicht kondensierend) | 0~100% | 0~100% | 0~100% | 0~100% | 0~100% |
| DC-Steckverbinder | Amphenol H4 |
| AC-Steckverbinder | Amphenol C16/3 |
| Schutzart (nach IEC 60529) | IP 65 |
| Eigenverbrauch, nachts | < 1 W | < 1 W | < 1 W | < 1 W | < 1 W |
| Topologie | Transformatorlos | Transformatorlos | Transformatorlos | Transformatorlos | Transformatorlos |
| Typischer Geräuschpegel | ≤ 29 dB |
| Garantie | 5 Jahre Wahlweise 10/15/20/25 Jahre |

Immer verfügbar für höchste Erträge

info.energyeu@huawei.com
Tel.: 49 911 255 22 3053

String Inverter (SUN2000-33KTL-A)



Smart

- 4 MPPTs for versatile adaptations to different layouts
- 8 strings intelligent monitoring and fast trouble-shooting
- Power Line Communication (PLC) supported
- Smart String I-V Diagnosis supported

Efficient

- Max. efficiency 98.6%, European efficiency 98.4%

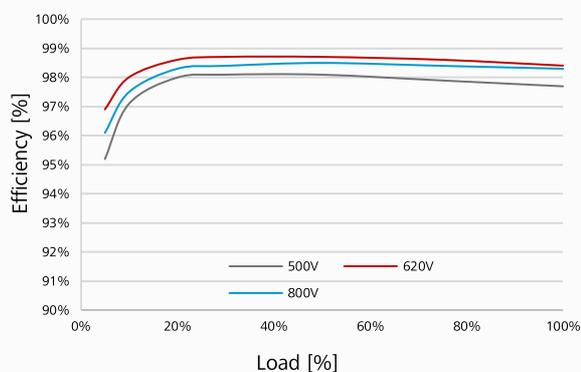
Safe

- DC disconnect integrated, safe and convenient for maintenance
- Type II surge arresters for both DC and AC
- Ground fault protection
- Residual Current Detection (RCD) protection

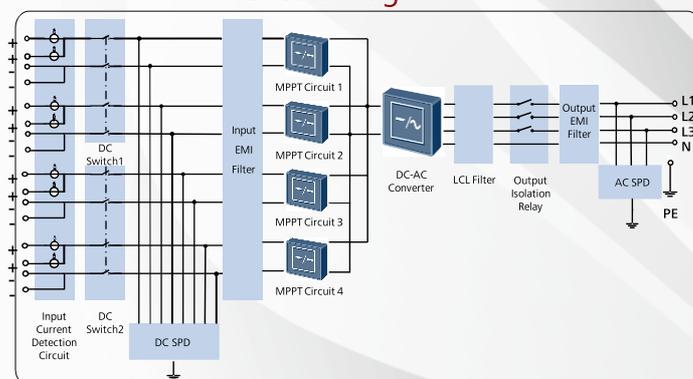
Reliable

- No need for external fans with natural cooling technology
- Protection rating of IP65

Efficiency Curve



Circuit Diagram



SUN2000-33KTL-A

Always Available for Highest Yields



20170314

www.huawei.com/solar

String Inverter (SUN2000-33KTL-A)



| Technical Specifications | SUN2000-33KTL-A |
|--|--|
| Efficiency | |
| Max. Efficiency | 98.6% |
| European Efficiency | 98.4% |
| Input | |
| Max. DC Usable Power | 30,600 W |
| Max. Input Voltage | 1100V |
| Max. Current per MPPT | 22A |
| Max. Short Circuit Current per MPPT | 30A |
| Min. Operating Voltage / Start Input Voltage | 200 V / 250 V |
| Full Power MPPT Voltage Range | 480 V ~ 800 V |
| MPPT Operating Voltage Range | 200 V ~ 1000 V |
| Rated Input Voltage | 620 V |
| Max. Number of Inputs | 8 |
| Number of MPP Trackers | 4 |
| Output | |
| Rated AC Active Power | 30,000 W |
| Max. AC Apparent Power | 33,000 VA |
| Max. AC Active Power (cosφ=1) | 30,000W |
| Rated Output Voltage | 230V / 400V, default 3W+N+PE; |
| Rated AC Grid Frequency | 50 Hz / 60 Hz |
| Max. Output Current(@380V/400V/480V) | 48 A |
| Adjustable Power Factor | 0.8 LG ... 0.8 LD |
| Max. Total Harmonic Distortion | < 3% |
| Protection | |
| Input-side Disconnection Device | Yes |
| Anti-Islanding Protection | Yes |
| DC Reverse-Polarity Protection | Yes |
| PV-array String Fault Monitoring | Yes |
| DC Surge Arrester | Type II |
| AC Surge Arrester | Type II |
| Insulation Monitoring | Yes |
| Residual Current Detection | Yes |
| Communication | |
| Display | LED Indicators |
| USB / Bluetooth +APP | Yes |
| RS485 | Yes |
| PLC | Yes |
| General | |
| Dimensions (W×H×D) | 930 × 550 × 260 mm (36.6 × 21.7 × 10.2 inches) |
| Weight | 60 kg (132 lb.) |
| Operation Temperature Range | -25 °C ~ 60 °C (-13°F ~ 140°F) |
| Cooling | Natural Convection |
| Operating Altitude | 4,000 m (13,123 ft.) |
| Relative Humidity | 0 ~ 100% |
| DC Connector | Amphenol Helios H4 |
| AC Connector | Waterproof PG Terminal + OT Connector |
| Protection Rating | IP65 |
| Internal Consumption at Night | < 1.5W |
| Topology | Transformerless |
| Standards Compliance | |
| Safety | EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2 |

Always Available for Highest Yields



20170314

www.huawei.com/solar

Stringwechselrichter (SUN2000-36KTL)



Intelligent

- 4 MPPTs zur flexiblen Anpassung an verschiedene Layouts
- Intelligente Überwachung und schnelle Fehlersuche für 8 Strings
- Power Line Communication (PLC) wird unterstützt

Effizient

- Max. Wirkungsgrad 98,8 %, europäischer Wirkungsgrad 98,6 %

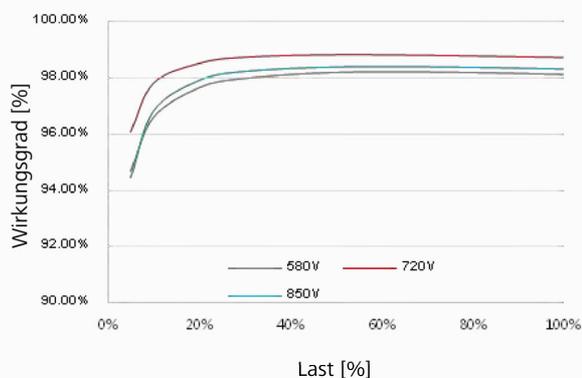
Sicher

- Integrierter DC-Trennschalter, sicher und praktisch für die Wartung
- Überspannungsableiter Typ II für DC und AC
- Erdschlussschutz
- FI-Schutzschalter

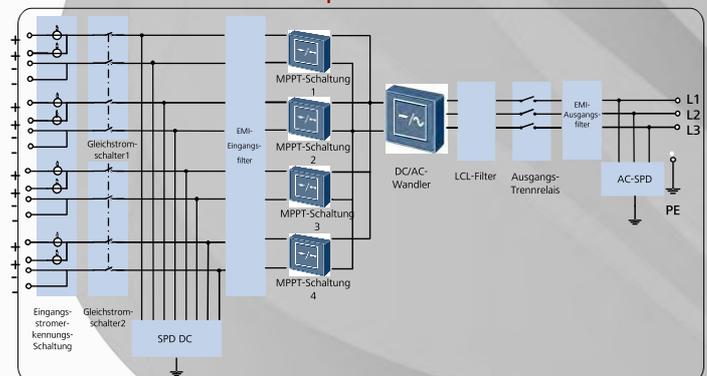
Zuverlässig

- Kühlung durch natürliche Konvektion macht externe Lüfter überflüssig
- Schutzart IP65

Wirkungsgradkurve



Schaltplan



SUN2000-36KTL

Immer verfügbar für höchste Erträge



www.huawei.com/solar

Stringwechselrichter (SUN2000-36KTL)



| Technische Daten | SUN2000-36KTL |
|--|--|
| | Wirkungsgrad |
| Max. Wirkungsgrad | 98.8% |
| Europäischer Wirkungsgrad | 98.6% |
| | Eingang |
| Max. nutzbare DC-Leistung | 40.800 W |
| Max. Eingangsspannung | 1.100 V |
| Max. Strom pro MPPT | 22 A |
| Max. Kurzschlussstrom pro MPPT | 30 A |
| Min. Betriebsspannung / Start-Eingangsspannung | 200 V / 250 V |
| MPPT-Spannungsbereich bei Volllast | 480 V bis 850 V bei 380 V AC/400 V AC 580 V bis 850 V bei 480 V AC |
| MPPT-Betriebsspannungsbereich | 200 V bis 1.000 V |
| Eingangs-Nennspannung | 620 V bei 380 V AC/400 V AC 720 V bei 480 V AC |
| Max. Anzahl Eingänge | 8 |
| Anzahl MPP-Tracker | 4 |
| | Ausgang |
| AC-Nennwirkleistung | 36.000 W |
| Max. AC-Scheinleistung | 40.000 VA |
| Max. AC-Wirkleistung (cosφ=1) | Standard 40.000 W; 36.000 W optional in Einstellungen |
| Ausgangs-Nennspannung | 220 V/380 V, 230 V/400 V, Standard 3 W+N+PE; 3 W+PE optional in Einstellungen 277 V/480 V, 3 W+PE |
| AC-Nenn-Netzfrequenz | 50 Hz/60 Hz |
| Max. Ausgangsstrom (bei 380 V/400 V/480 V) | 60,8 A/57,8 A/48,2 A |
| Einstellbarer Leistungsfaktor | 0,8 naheilend... 0,8 voreilend |
| Max. harmonische Gesamtverzerrung | < 3% |
| | Schutz |
| Trennvorrichtung, eingangsseitig | Ja |
| Schutz vor Inselbildung | Ja |
| DC-Verpolungsschutz | Ja |
| Überwachung auf Stringfehler an der Photovoltaikanlage | Ja |
| DC-Überspannungsableiter | Typ II |
| AC-Überspannungsableiter | Typ II |
| Isolationsüberwachung | Ja |
| Fehlerstromerkennung | Ja |
| | Kommunikation |
| Display | LED-Anzeigen |
| USB/Bluetooth +App | Ja |
| RS485 | Ja |
| PLC | Ja |
| Fast Ethernet | Optional |
| | Allgemeines |
| Abmessungen (B×H×T) | 930 × 550 × 260 mm (36,6 x 21,7 x 10,2 Zoll) |
| Gewicht | 55 kg (121 lb.) |
| Betriebstemperaturbereich | -25 °C bis 60 °C (-13 °F bis 140 °F) |
| Kühlung | Natürliche Konvektion |
| Betriebshöhe | 0 Bis 4.000 m (13.123 ft) |
| Relative Luftfeuchtigkeit | 0 ~ 100% |
| DC-Steckverbinder | Amphenol H4 |
| AC-Steckverbinder | Wasserdichte PG-Verschraubung + OT-Steckverbinder |
| Schutzart | IP65 |
| Eigenverbrauch bei Nacht | < 1 W |
| Topologie | Transformatorlos |
| | Normenkonformität |
| Sicherheit/EMC | EN/IEC 61000-1, EN/IEC 61000-2, EN/IEC 61000-3, EN/IEC 61000-4, EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2 |
| Netzcode | IEC 61727, IEC62116, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW 2008, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, EN-50438 Türkei |

Immer verfügbar für höchste Erträge



www.huawei.com/solar

JAP6(K)

-60/255-275/4BB
F 35-35

MULTIKRISTALLINES SILIZIUMMODUL



JA Solar Holdings Co., Ltd.

JA Solar ist ein weltweit führender Hersteller von Photovoltaikprodukten, die Sonnenlicht in elektrische Energie umwandeln. Systeme mit Modulen von JA Solar können somit umweltschonenden Strom für Privathaushalte, Gewerbebetriebe und Energieversorgungsunternehmen aus Erneuerbaren Energien erzeugen. Das Unternehmen wurde am 18. Mai 2005 gegründet und ist seit Februar 2007 an der NASDAQ notiert. JA Solar ist einer der weltweit größten Hersteller von Solarzellen und -Modulen. Sein Angebot an Standard- und hocheffizienten Produkten gehört zu den leistungsfähigsten und kostengünstigsten in der Branche.

Adr.: Building No.8, Nuode Center, Automobile Museum East Road, Fengtai District, Beijing

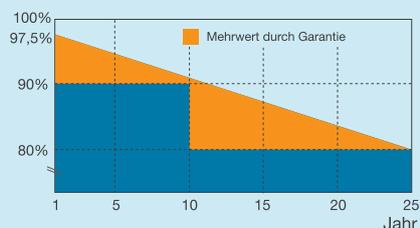
Tel.: +86 (10) 63611888

Fax: +86 (10) 63611999

E-Mail: sales@jasolar.com market@jasolar.com

Bessere Garantie

- 12-jährige Produktgarantie
- 25-jährige lineare Ausgangsleistungsgarantie



Hauptmerkmale



Höherer Wirkungsgrad und verbesserte elektrische Eigenschaften durch Zellen von JA Solar mit 4-Busbar Design



Hohe Ausgangsleistung, 16,51 % höchster Umwandlungswirkungsgrad



Für DC IEC 1000V Anwendungen konzipiert



Eine entspiegelte, schmutzabweisende Oberfläche verringert den Leistungsverlust durch Schmutz und Staub



Ausgezeichnete Leistung in Umgebung mit wenig Lichteinstrahlung



Ausgezeichnete mechanische Belastbarkeit: Zertifiziert für hohe Wind- (2400Pa) und Schneelasten (5400Pa)



Hohe Salz- und Ammoniakbeständigkeit, durch TÜV NORD bescheinigt

Zuverlässige Qualität

- Positive Leistungstoleranz: 0~+5W
- Eine 100%ige doppelte EL-Kontrolle stellt sicher, dass die Module frei von Fehlern sind
- Nach Strom klassifizierte Module zur Erhöhung der Anlagenleistung
- Resistent gegen potenzialinduzierte Degradation (PID)

Umfassende Zertifizierungen

- IEC 61215, IEC 61730, UL1703, CEC registriert, MCS und CE
- ISO 9001: 2008: Qualitätsmanagementsysteme
- ISO 14001: 2004: Umweltmanagementsysteme
- BS OHSAS 18001: 2007: Arbeitsschutzmanagementsysteme
- Wir sind das erste Solarunternehmen Chinas, das die CO2-Evaluierung von Intertek erfolgreich absolviert hat und dessen Produkte mit dem Umweltprüfzeichen ausgezeichnet wurden.

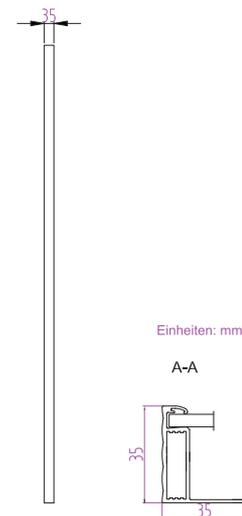
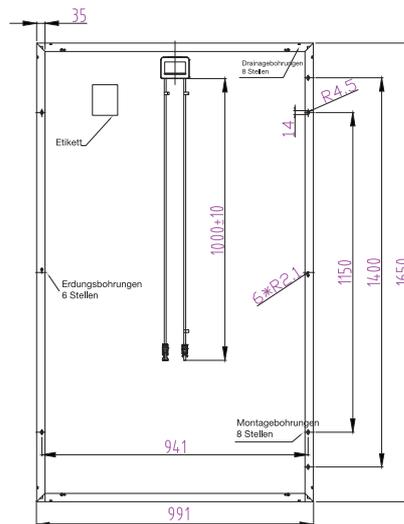
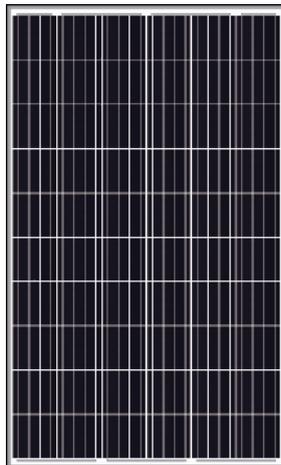


Spezifikationen vorbehaltlich technischer Änderungen und Tests.
JA Solar behält sich das Recht der endgültigen Auslegung vor.

JAP6(K)-60/255-275/4BB

Technische Zeichnungen

F 35-35



Einheiten: mm

A-A

MECHANISCHE PARAMETER

| | |
|---|--------------------|
| Zelle (mm) | Poly 156,75x156,75 |
| Gewicht (kg) | 18 (ca.) |
| Abmessungen (LxBxH) (mm) | 1650x991x35 |
| Kabelquerschnitt Größe (mm ²) | 4 |
| Anzahl der Zellen und Anschlüsse | 60 (6x10) |
| Anschlussdose | IP67, 3 Dioden |
| Steckverbinder | MC4-kompatibel |
| Verpackungsangaben | 30 pro Palette |

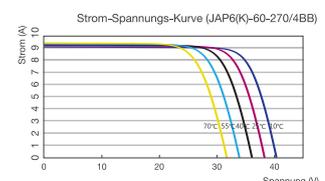
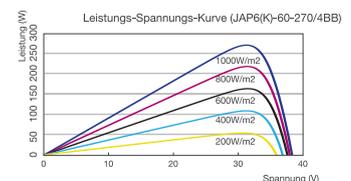
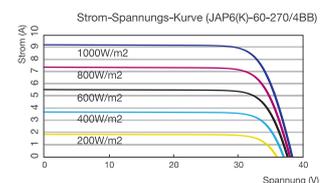
BETRIEBSBEDINGUNGEN

| | |
|---|---------------------------------|
| Max. Systemspannung | DC 1000V (IEC) |
| Betriebstemperatur | -40°C ~ +85°C |
| Rückstrombelastbarkeit | 15A |
| Max. statische Belastung, Vorderseite (z. B. durch Schnee und Wind) | 5400Pa (4,7 kg/m ²) |
| Max. statische Belastung, Rückseite (z. B. durch Schnee) | 2400Pa (2,1 kg/m ²) |
| NOCT | 45±2°C |
| Anwendungsklasse | Klasse A |

ELEKTRISCHE PARAMETER

| TYP | JAP6(K)-60-255/4BB | JAP6(K)-60-260/4BB | JAP6(K)-60-265/4BB | JAP6(K)-60-270/4BB | JAP6(K)-60-275/4BB |
|------------------------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Max. Nennleistung bei STC (W) | 255 | 260 | 265 | 270 | 275 |
| Leerlaufspannung (Uoc/V) | 37,51 | 37,74 | 37,95 | 38,17 | 38,38 |
| Spannung bei Nennleistung (Umpp/V) | 30,49 | 30,71 | 30,92 | 31,13 | 31,34 |
| Kurzschlussstrom (Isc/A) | 8,93 | 9,04 | 9,11 | 9,18 | 9,29 |
| Strom bei Maximalleistung (Imp/A) | 8,36 | 8,47 | 8,57 | 8,67 | 8,77 |
| Modulwirkungsgrad [%] | 15,59 | 15,90 | 16,21 | 16,51 | 16,82 |
| Leistungstoleranz (W) | -0 ~ +5W | | | | |
| Temperaturkoeffizient Isc (αIsc) | +0,058%/°C | | | | |
| Temperaturkoeffizient Uoc (βUoc) | -0,330%/°C | | | | |
| Temperaturkoeffizient Pmax (γPmp) | -0,410%/°C | | | | |
| STC | Einstrahlung 1000W/m ² , Zelltemperatur 25°C, Luftmasse 1,5 | | | | |

I-V-KURVE



NOCT

| TYP | JAP6(K)-60-255/4BB | JAP6(K)-60-260/4BB | JAP6(K)-60-265/4BB | JAP6(K)-60-270/4BB | JAP6(K)-60-275/4BB |
|--------------------------------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Max. Nennleistung (Pmax) [W] | 185,13 | 188,76 | 192,39 | 196,02 | 199,65 |
| Leerlaufspannung (Uoc) [V] | 34,44 | 34,60 | 34,84 | 35,15 | 35,46 |
| Spannung bei Nennleistung (Umpp) [V] | 27,85 | 28,07 | 28,29 | 28,49 | 28,68 |
| Kurzschlussstrom (Isc) [A] | 7,06 | 7,10 | 7,13 | 7,17 | 7,23 |
| Strom bei Maximalleistung (Imp) [A] | 6,65 | 6,72 | 6,80 | 6,88 | 6,96 |
| Bedingungen | Bei normaler Betriebszelltemperatur, Einstrahlung von 800 W/m ² , Spektrum AM 1,5, Umgebungstemperatur 20°C, Windgeschwindigkeit 1 m/s | | | | |

Die tatsächlichen elektrischen Werte können innerhalb der Messtoleranz von den o.a. Angaben abweichen.

String-Wechselrichter (28 kW)



SUN2000-28KTL



Intelligent

- Bis zu 3 MPP Tracker für Anpassung an unterschiedliche Modultypen oder -anzahl mit unterschiedlichen Ausrichtungen
- Anschluss bis zu 6 Strings mit intelligenter Überwachung und Fehlerdiagnose
- RS485 and USB Anschlüsse für Überwachung und Datenübertragung
- Graphisches LCD und Fernüberwachung

Effizient

- Max. Wirkungsgrad 98,7 %, europäischer Wirkungsgrad 98,4 %
- 30 % niedrigere AC-Kabelverlust aufgrund höherer Ausgangsspannung von 480 V
- Bis zu 20% Einsparung der AC-Verkabelungskosten, da N-Leiter benötigt wird.

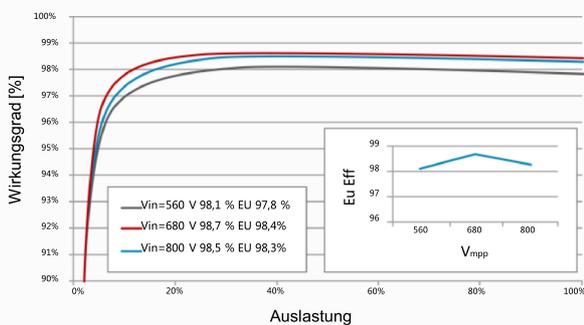
Sicher

- Integrierter Überspannungsschutz Typ II für DC und AC
- Lärm ≤ 29 dB, EMV Klasse B
- Fehlerstromüberwachung

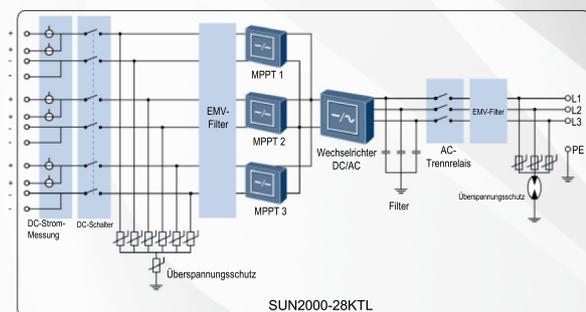
Zuverlässig

- Sorgfältig ausgewählte Komponenten - Gewährleistung bis zu 25 Jahre
- Natürliche Konvektionskühlung ohne externe Lüfter
- Schutzart IP65 für Außenaufstellung

Wirkungsgrade



Übersicht



String-Wechselrichter (28 kW)



| Technische Daten | SUN2000-28KTL |
|--|---|
| | Wirkungsgrad |
| Max. Wirkungsgrad | 98.7% |
| Europäischer Wirkungsgrad | 98.4% |
| | Eingang |
| Max. Gleichstromeingang | 28,200 W |
| Max. Eingangsspannung | 1000 V |
| Max. Eingangsstrom pro MPPT | 18 A |
| Min. Betriebsspannung | 200 V |
| MPP-Betriebsspannungsbereich | 480 V - 800 V |
| Nenneingangsspannung | 680 V |
| Max. Anzahl Eingänge | 6 |
| Anzahl MPP-Tracker | 3 |
| | Ausgang |
| AC-Ausgangsleistung | 27,500 VA |
| Nennausgangsspannung | 3×277 V/480 V+PE |
| AC-Betriebsfrequenz | 50 Hz/60 Hz |
| Max. Ausgangsstrom | 33.5 A |
| Einstellbarer Leistungsfaktor | 0,8 voreilend ... 0,8 nacheilend |
| Max. Klirrfaktor | < 3% |
| | Schutz |
| Integrierte Freischaltstelle | Ja |
| Inselnetzüberwachung | Ja |
| AC-Überstromschutz | Ja |
| DC-Verpolungsschutz | Ja |
| PV-String-Fehlerdiagnose | Ja |
| DC-Überspannungsableiter | Type II |
| AC-Überspannungsableiter | Type II |
| Isolationsüberwachung | Ja |
| Fehlerstromerkennung | Ja |
| | Display und Kommunikation |
| Display | Grafik-LCD |
| RS 485 | Ja |
| USB | Ja |
| | Allgemeine Daten |
| Abmessungen (BxHxT) | 520 x 610 x 255 mm (20,5 x 24,0 x 10,0 in.) |
| Gewicht | 48 kg |
| Betriebstemperaturbereich | -25 bis +60 °C (-13 bis +140 °F) |
| Kühlung | Natürliche Konvektion |
| Maximale Aufstellhöhe | 3000 m |
| Relative Luftfeuchte (nicht kondensierend) | 0~100% |
| DC-Steckverbinder | Amphenol H4 |
| AC-Steckverbinder | Amphenol C16/3 |
| Schutzart (nach IEC 60529) | IP 65 |
| Eigenverbrauch, nachts | < 1 W |
| Topologie | Transformatorlos |
| Typischer Geräuschpegel | ≤ 29 dB |
| Garantie | 5 Jahre, Wahlweise 10/15/20/25 Jahre |

Netz gekoppeltes System: Simulationsparameter

Projekt : Ringfurth

Geografische Station **Birkholz** **Land** **Deutschland**

| | | | |
|--------------------|--------------------|------------|---------------|
| Lage | Breitengrad 52.4°N | Längengrad | 11.8°E |
| Zeit definiert als | Ortszeit | geo. Höhe | 38 m |
| | Albedo 0.20 | | |
| | | | Zeitzone UT+1 |

Wetterdaten : Birkholz, Meteororm SYN File

Simulationsvariante : Dach 1

Simulationsdatum 13/04/18 13h35

Simulationsparameter

Kollektorflächenausrichtung Neigung 15° Azimut -135°

Horizont Freier Horizont

Nahverschattungen Keine Verschattungen

PV-Felder Eigenschaften (5 definierte Feldtypen)

PV-Modul Si-poly Modell **JAP6-60-270-4BB**
Hersteller JA Solar

| | | | | | |
|----------------|---------------------------------|--------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Feld#1: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 18 Module | Parallel | 8 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 144 | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 38.9 kWp | Bei Betriebsbed. | 34.7 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 500 V | I mpp | 69 A |

| | | | | | |
|----------------|---------------------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|
| Feld#2: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 23 Module | Parallel | 2 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 46 | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 12.42 kWp | Bei Betriebsbed. | 11.08 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 639 V | I mpp | 17 A |

| | | | | | |
|----------------|---------------------------------|--------------------|------------------|------------------|-----------------|
| Feld#3: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 19 Module | Parallel | 2 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 38 | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 10.26 kWp | Bei Betriebsbed. | 9.15 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 528 V | I mpp | 17 A |

| | | | | | |
|----------------|---------------------------------|--------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Feld#4: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 18 Module | Parallel | 2 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 36 | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 9.72 kWp | Bei Betriebsbed. | 8.67 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 500 V | I mpp | 17 A |

| | | | | | |
|----------------|---------------------------------|--------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Feld#5: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 23 Module | Parallel | 1 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 23 | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 6.21 kWp | Bei Betriebsbed. | 5.54 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 639 V | I mpp | 8.7 A |

| | | | | | |
|--------------|--------------------------|--------------------|---------------|----------------|------------|
| Total | PV-Felder Gesamtleistung | Nennleistung (STC) | 77 kWp | Total | 287 Module |
| | | Moduloberfläche | 469 m² | Zelloberfläche | 423 m² |

Wechselrichter Modell **sun2000-33kti**
Hersteller huawei
Betriebsspannung 200-800 V Nennleistung 30.0 kW AC

Netz gekoppeltes System: Simulationsparameter (weiter)

| | | | | |
|----------------|---------------------------|-----|----------------|-----------|
| Feld#1: | Anzahl der Wechselrichter | 1 | Gesamtleistung | 30 kW AC |
| Feld#2: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 7.5 kW AC |
| Feld#3: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 7.5 kW AC |
| Feld#4: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 7.5 kW AC |
| Feld#5: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 7.5 kW AC |
| Total | Anzahl der Wechselrichter | 2 | Gesamtleistung | 60 kW AC |

PV-Feld Verlustgrößen

| | | | | |
|--|------------|-------------------------|---------------|------------------------------|
| Thermischer Verlustfaktor | Uc (konst) | 20.0 W/m ² K | Uv (Wind) | 1.5 W/m ² K / m/s |
| => Effektive Funktionstemperatur (G=800 W/m ² , TUmgebung=20°C, Windgesch.=1m/s.) | | NOCT | 53 °C | |
| Kabelverluste | Feld#1 | 82 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#2 | 414 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#3 | 342 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#4 | 324 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#5 | 827 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Global | | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| Schmutz auf Kollektoren | | | Verlustanteil | 1.5 % |
| Leistungstolleranzabzug | | | Verlustanteil | -1.0 % |
| Mismatch-Verluste Module | | | Verlustanteil | 1.0 % am MPP |
| Einfallswinkeleffekt (ASHRAE) | IAM = | 1 - bo (1/cos i - 1) | bo Parameter | 0.05 |

Verlustfaktoren des Systems

| | | | | |
|--|----------------------------------|--|---------------|---------------|
| AC Kabelverlust zwischen Wechselrichter und Trafostrom | Wandlungs- Drähte | 400 Vac tri 17 m 3x35.0 mm ² | Verlustanteil | 0.5 % bei STC |
| Externer Transformator | Verlust Eisen (Night disconnect) | 76 W | Verlustanteil | 0.1 % bei STC |
| | Widerstands-/Induktions-Verluste | 21.0 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |

Benutzeranforderungen : Unbegrenzte Last (Netz)

Netz gekoppeltes System: Hauptergebnisse

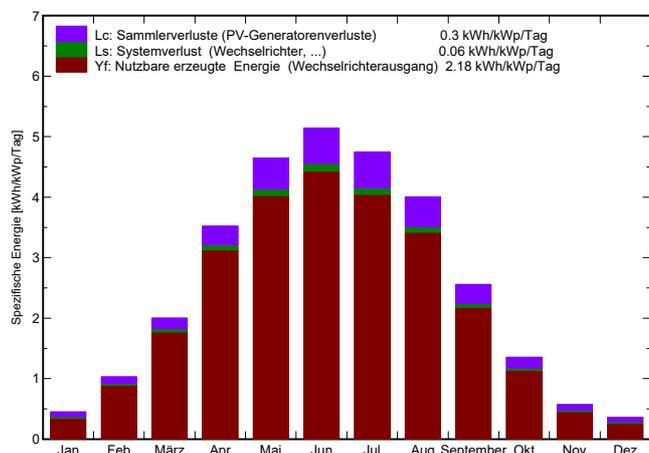
Projekt : Ringfurth

Simulationsvariante : Dach 1

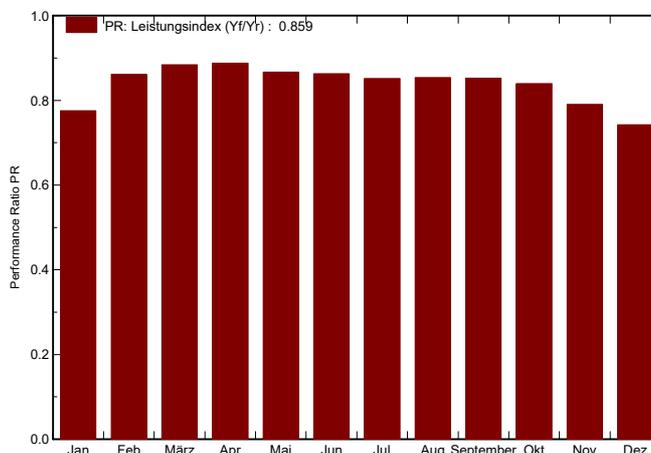
| | | | | |
|-----------------------------|--|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Hauptsystemparameter | | Systemtyp | Netz gekoppelt | |
| PV-Feld-Ausrichtung | | Neigung | 15° | Azimut -135° |
| PV-Module | | Modell | JAP6-60-270-4BB | Pnenn 270 Wp |
| PV-Feld | | Anzahl der Module | 287 | Pnenn Total 77.5 kWp |
| Wechselrichter | | Modell | sun2000-33ktl | Pnenn 30.0 kW ac |
| Wechselrichter | | Anzahl der Einheiten | 2.0 | Pnenn Total 60.0 kW ac |
| Benutzeranforderungen | | Unbegrenzte Last (Netz) | | |

| | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|
| Hauptsimulationsergebnisse | Systemproduktion | Erzeugte Energie | 61.7 MWh/Jahr | Produzierbar | 797 kWh/kWp/Jahr |
| | | Performance Ratio PR | 85.9 % | | |

Spezifischer Ertrag (pro installiertem kWp): Nennleistung 77.5 kWp



Performance Ratio PR



Dach 1

Bilanzen und Hauptergebnisse

| | GlobHor kWh/m ² | T Amb °C | GlobInc kWh/m ² | GlobEff kWh/m ² | EArray MWh | E_Grid MWh | EffArrR % | EffSysR % |
|------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Januar | 20.1 | 0.65 | 14.0 | 12.5 | 0.89 | 0.84 | 13.58 | 12.80 |
| Februar | 36.3 | 1.29 | 28.9 | 26.6 | 2.00 | 1.93 | 14.73 | 14.22 |
| März | 75.1 | 4.09 | 62.2 | 58.1 | 4.38 | 4.26 | 15.02 | 14.60 |
| April | 118.1 | 8.81 | 105.7 | 100.4 | 7.47 | 7.27 | 15.05 | 14.66 |
| Mai | 154.6 | 13.79 | 144.1 | 137.6 | 9.93 | 9.68 | 14.69 | 14.31 |
| Juni | 161.2 | 16.04 | 154.3 | 147.9 | 10.59 | 10.32 | 14.63 | 14.25 |
| Juli | 154.6 | 18.44 | 147.2 | 141.0 | 9.98 | 9.72 | 14.44 | 14.06 |
| August | 134.6 | 18.08 | 124.2 | 118.3 | 8.43 | 8.21 | 14.47 | 14.10 |
| September | 90.7 | 14.46 | 76.8 | 72.0 | 5.21 | 5.07 | 14.47 | 14.08 |
| Oktober | 54.3 | 9.53 | 42.0 | 38.5 | 2.82 | 2.73 | 14.33 | 13.87 |
| November | 23.7 | 4.44 | 17.2 | 15.4 | 1.11 | 1.06 | 13.76 | 13.06 |
| Dezember | 16.2 | 1.31 | 11.3 | 9.9 | 0.69 | 0.65 | 13.11 | 12.26 |
| Jahr | 1039.4 | 9.29 | 927.9 | 878.3 | 63.52 | 61.74 | 14.59 | 14.18 |

| | | | |
|-------------------|--|---------|--------------------------------------|
| Legenden: GlobHor | Horizontale Globalstrahlung | EArray | Effektive Energie am PV-Feld-Ausgang |
| T Amb | Umgebungstemperatur | E_Grid | Ins Netz eingespeiste Energie |
| GlobInc | Globaleinstrahlung auf Kollektorfläche | EffArrR | Wirkungr. Eaus PV-Gen./ Brutto-FI. |
| GlobEff | Effektive Globalstr. (IAM u. Verschattungen) | EffSysR | Wirkungr. Eaus System./ Brutto-FI. |

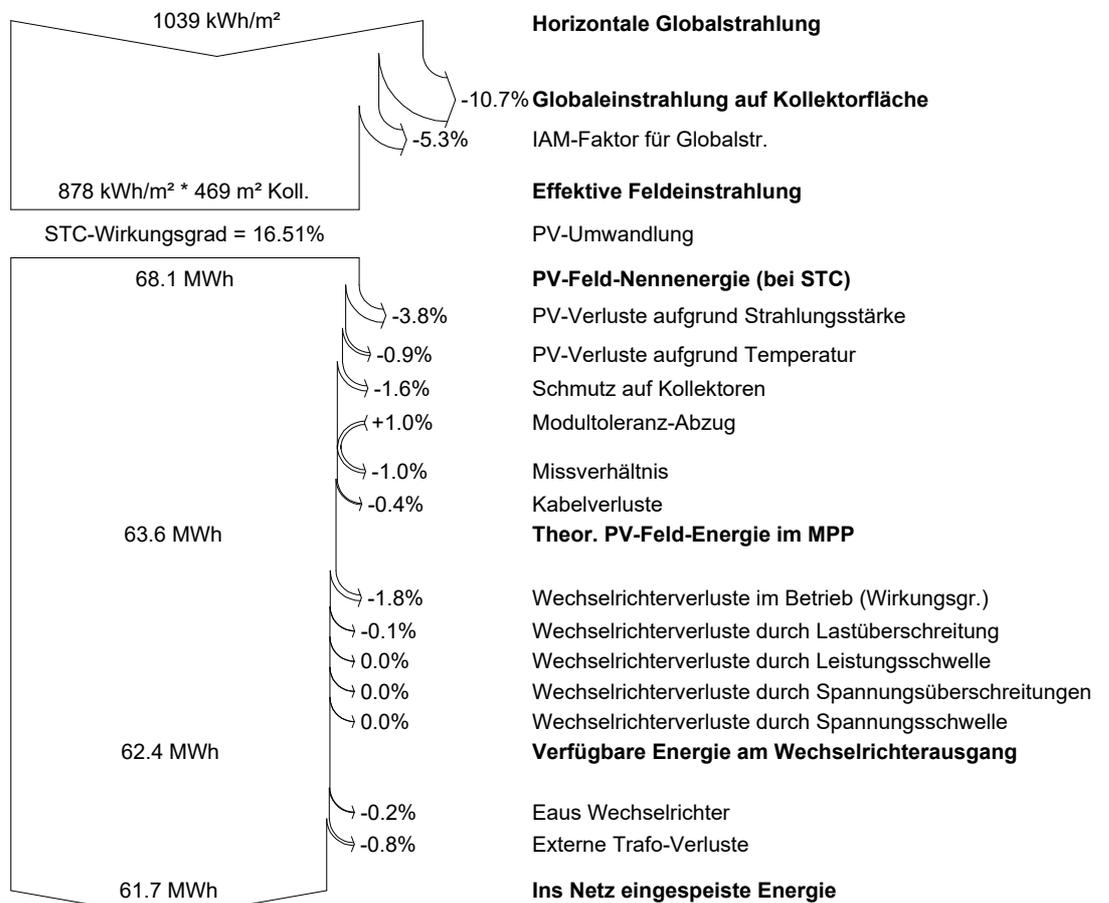
Netz gekoppeltes System: Verlust-Diagramm

Projekt : Ringfurth

Simulationsvariante : Dach 1

| | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Hauptsystemparameter | Systemtyp | Netz gekoppelt | |
| PV-Feld-Ausrichtung | Neigung | 15° | Azimut -135° |
| PV-Module | Modell | JAP6-60-270-4BB | Pnenn 270 Wp |
| PV-Feld | Anzahl der Module | 287 | Pnenn Total 77.5 kWp |
| Wechselrichter | Modell | sun2000-33ktl | Pnenn 30.0 kW ac |
| Wechselrichter | Anzahl der Einheiten | 2.0 | Pnenn Total 60.0 kW ac |
| Benutzeranforderungen | Unbegrenzte Last (Netz) | | |

Ganzjahres-Verlustdiagramm



Netz gekoppeltes System: Simulationsparameter

| | | | | |
|-----------------------------|------------------------------|---------------|--------------------|--------|
| Projekt : | Ringfurth | | | |
| Geografische Station | Birkholz | Land | Deutschland | |
| Lage | Breitengrad | 52.4°N | Längengrad | 11.8°E |
| Zeit definiert als | Ortszeit | Zeitzone UT+1 | geo. Höhe | 38 m |
| | Albedo | 0.20 | | |
| Wetterdaten : | Birkholz, Meteororm SYN File | | | |

| | | | |
|------------------------------|------------------|----------------|--|
| Simulationsvariante : | Dach 2 | | |
| | Simulationsdatum | 13/04/18 13h52 | |

| | | | | |
|---|---------------------------------|--------------------|------------------------|----------|
| Simulationsparameter | | | | |
| Kollektorflächenausrichtung | Neigung | 15° | Azimut 45° | |
| Horizont | Freier Horizont | | | |
| Nahverschattungen | Keine Verschattungen | | | |
| PV-Felder Eigenschaften (6 definierte Feldtypen) | | | | |
| PV-Modul | Si-poly | Modell | JAP6-60-270-4BB | |
| | | Hersteller | JA Solar | |
| Feld#1: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 17 Module | |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 34 | |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 9.18 kWp | |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 473 V | |
| | | Parallel | 2 Stränge | |
| | | Nennleistung | 270 Wp | |
| | | Bei Betriebsbed. | 8.19 kWp (50°C) | |
| | | I mpp | 17 A | |
| Feld#2: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 16 Module | |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 32 | |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 8.64 kWp | |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 445 V | |
| | | Parallel | 2 Stränge | |
| | | Nennleistung | 270 Wp | |
| | | Bei Betriebsbed. | 7.71 kWp (50°C) | |
| | | I mpp | 17 A | |
| Feld#3: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 15 Module | |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 30 | |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 8.10 kWp | |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 417 V | |
| | | Parallel | 2 Stränge | |
| | | Nennleistung | 270 Wp | |
| | | Bei Betriebsbed. | 7.23 kWp (50°C) | |
| | | I mpp | 17 A | |
| Feld#4: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 22 Module | |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 22 | |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 5.94 kWp | |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 612 V | |
| | | Parallel | 1 Stränge | |
| | | Nennleistung | 270 Wp | |
| | | Bei Betriebsbed. | 5.30 kWp (50°C) | |
| | | I mpp | 8.7 A | |
| Feld#5: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 22 Module | |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 66 | |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 17.82 kWp | |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 612 V | |
| | | Parallel | 3 Stränge | |
| | | Nennleistung | 270 Wp | |
| | | Bei Betriebsbed. | 15.90 kWp (50°C) | |
| | | I mpp | 26 A | |
| Feld#6: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 21 Module | |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 21 | |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 5.67 kWp | |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 584 V | |
| | | Parallel | 1 Stränge | |
| | | Nennleistung | 270 Wp | |
| | | Bei Betriebsbed. | 5.06 kWp (50°C) | |
| | | I mpp | 8.7 A | |
| Total | PV-Felder Gesamtleistung | Nennleistung (STC) | 55 kWp | |
| | | Moduloberfläche | 335 m² | |
| | | Total | 205 Module | |
| | | Zelloberfläche | 302 m² | |
| Feld#1 : Wechselrichter | | Modell | sun2000-33kti | |
| | | Hersteller | huawei | |
| Kriterien | Betriebsspannung | 200-800 V | Nennleistung | 30 kW AC |
| Wechselrichter | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 Einheiten | Gesamtleistung | 10 kW AC |

Netz gekoppeltes System: Simulationsparameter (weiter)

Feld#2 : Wechselrichter

| | | | | |
|----------------|---------------------------|----------------------|----------------|----------|
| | Modell | sun2000-33kti | | |
| | Hersteller | huawei | | |
| Kriterien | Betriebsspannung | 200-800 V | Nennleistung | 30 kW AC |
| Wechselrichter | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 Einheiten | Gesamtleistung | 8 kW AC |

Feld#3 : Wechselrichter

| | | | | |
|----------------|---------------------------|----------------------|----------------|----------|
| | Modell | sun2000-33kti | | |
| | Hersteller | huawei | | |
| Kriterien | Betriebsspannung | 200-800 V | Nennleistung | 30 kW AC |
| Wechselrichter | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 Einheiten | Gesamtleistung | 8 kW AC |

Feld#4 : Wechselrichter

| | | | | |
|----------------|---------------------------|----------------------|----------------|----------|
| | Modell | sun2000-33kti | | |
| | Hersteller | huawei | | |
| Kriterien | Betriebsspannung | 200-800 V | Nennleistung | 30 kW AC |
| Wechselrichter | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 Einheiten | Gesamtleistung | 8 kW AC |

Feld#5 : Wechselrichter

| | | | | |
|----------------|---------------------------|-----------------------|----------------|----------|
| | Modell | SUN2000-20k TL | | |
| | Hersteller | Huawei Technologies | | |
| Kriterien | Betriebsspannung | 480-800 V | Nennleistung | 20 kW AC |
| Wechselrichter | Anzahl der Wechselrichter | 0.7 Einheiten | Gesamtleistung | 13 kW AC |

Feld#6 : Wechselrichter

| | | | | |
|----------------|---------------------------|-----------------------|----------------|----------|
| | Modell | SUN2000-20k TL | | |
| | Hersteller | Huawei Technologies | | |
| Kriterien | Betriebsspannung | 480-800 V | Nennleistung | 20 kW AC |
| Wechselrichter | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 Einheiten | Gesamtleistung | 7 kW AC |

PV-Feld Verlustgrößen

| | | | | |
|---|------------|----------------------|---------------|-----------------|
| Thermischer Verlustfaktor | Uc (konst) | 20.0 W/m²K | Uv (Wind) | 1.5 W/m²K / m/s |
| => Effektive Funktionstemperatur (G=800 W/m², TUmgebung=20°C, Windgesch.=1m/s.) | | | NOCT | 53 °C |
| Kabelverluste | Feld#1 | 307 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#2 | 289 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#3 | 271 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#4 | 795 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#5 | 264 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#6 | 763 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Global | | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| Schmutz auf Kollektoren | | | Verlustanteil | 1.5 % |
| Leistungstolleranzabzug | | | Verlustanteil | -1.0 % |
| Mismatch-Verluste Module | | | Verlustanteil | 1.0 % am MPP |
| Einfallswinkeleffekt (ASHRAE) | IAM = | 1 - bo (1/cos i - 1) | bo Parameter | 0.05 |

Verlustfaktoren des Systems

| | | | | |
|---|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| AC Kabelverlust zwischen Wechselrichter und Transformator | Wandlungsleistung | 400 Vac tri | | |
| | Drähte | 23 m 3x35 mm² | Verlustanteil | 0.5 % bei STC |
| Externer Transformator | Verlust Eisen (Night disconnect) | 54 W | Verlustanteil | 0.1 % bei STC |
| | Widerstands-/Induktions-Verluste | 29.4 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |

Benutzeranforderungen : Unbegrenzte Last (Netz)

Netz gekoppeltes System: Hauptergebnisse

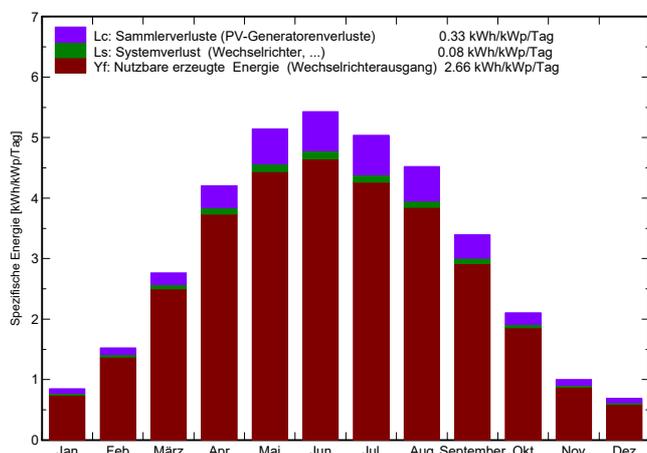
Projekt : Ringfurth

Simulationsvariante : Dach 2

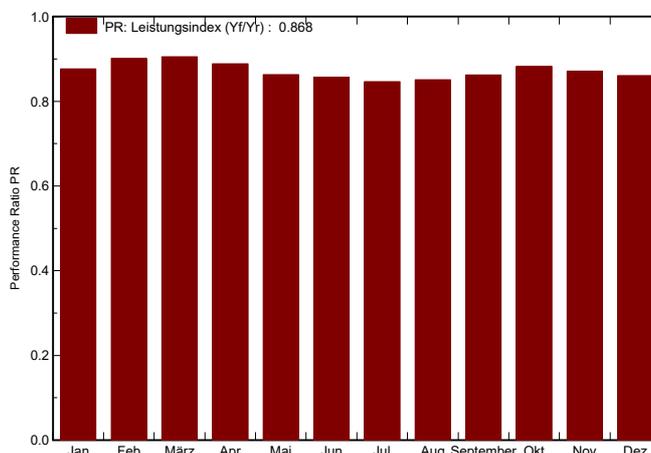
| | | | | | |
|-----------------------------|--|-------------------------|-----------------------|-------------|-------------------|
| Hauptsystemparameter | | Systemtyp | Netz gekoppelt | | |
| PV-Feld-Ausrichtung | | Neigung | 15° | Azimut | 45° |
| PV-Module | | Modell | JAP6-60-270-4BB | Pnenn | 270 Wp |
| PV-Feld | | Anzahl der Module | 205 | Pnenn Total | 55.4 kWp |
| Wechselrichter | | Modell | sun2000-33ktl | Pnenn | 30.0 kW ac |
| Wechselrichter | | Modell | SUN2000-20k TL | Pnenn | 20.00 kW ac |
| Wechselrichter | | Anzahl der Einheiten | 2.1 | Pnenn Total | 52.5 kW ac |
| Benutzeranforderungen | | Unbegrenzte Last (Netz) | | | |

| | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------|------------------|
| Hauptsimulationsergebnisse | | | | |
| Systemproduktion | Erzeugte Energie | 53.7 MWh/Jahr | Produzierbar | 970 kWh/kWp/Jahr |
| | Performance Ratio PR | 86.8 % | | |

Spezifischer Ertrag (pro installiertem kWp): Nennleistung 55.4 kWp



Performance Ratio PR



Dach 2

Bilanzen und Hauptergebnisse

| | GlobHor | T Amb | GlobInc | GlobEff | EArray | E_Grid | EffArrR | EffSysR |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| | kWh/m ² | °C | kWh/m ² | kWh/m ² | MWh | MWh | % | % |
| Januar | 20.1 | 0.65 | 26.4 | 24.8 | 1.331 | 1.280 | 15.05 | 14.47 |
| Februar | 36.3 | 1.29 | 42.6 | 40.5 | 2.196 | 2.127 | 15.36 | 14.88 |
| März | 75.1 | 4.09 | 85.7 | 82.0 | 4.412 | 4.291 | 15.37 | 14.94 |
| April | 118.1 | 8.81 | 126.1 | 121.4 | 6.374 | 6.204 | 15.08 | 14.68 |
| Mai | 154.6 | 13.79 | 159.5 | 153.5 | 7.828 | 7.617 | 14.64 | 14.25 |
| Juni | 161.2 | 16.04 | 162.9 | 157.0 | 7.939 | 7.723 | 14.54 | 14.15 |
| Juli | 154.6 | 18.44 | 156.1 | 150.2 | 7.521 | 7.315 | 14.37 | 13.98 |
| August | 134.6 | 18.08 | 140.2 | 134.9 | 6.785 | 6.603 | 14.44 | 14.05 |
| September | 90.7 | 14.46 | 101.7 | 97.5 | 4.992 | 4.857 | 14.64 | 14.24 |
| Oktober | 54.3 | 9.53 | 65.3 | 62.2 | 3.284 | 3.190 | 15.01 | 14.58 |
| November | 23.7 | 4.44 | 30.1 | 28.3 | 1.508 | 1.451 | 14.95 | 14.39 |
| Dezember | 16.2 | 1.31 | 21.3 | 19.9 | 1.059 | 1.015 | 14.84 | 14.21 |
| Jahr | 1039.4 | 9.29 | 1117.8 | 1072.2 | 55.230 | 53.672 | 14.74 | 14.32 |

| | | | |
|-------------------|--|---------|--------------------------------------|
| Legenden: GlobHor | Horizontale Globalstrahlung | EArray | Effektive Energie am PV-Feld-Ausgang |
| T Amb | Umgebungstemperatur | E_Grid | Ins Netz eingespeiste Energie |
| GlobInc | Globaleinstrahlung auf Kollektorfläche | EffArrR | Wirkungr. Eaus PV-Gen./ Brutto-FI. |
| GlobEff | Effektive Globalstr. (IAM u. Verschattungen) | EffSysR | Wirkungr. Eaus System./ Brutto-FI. |

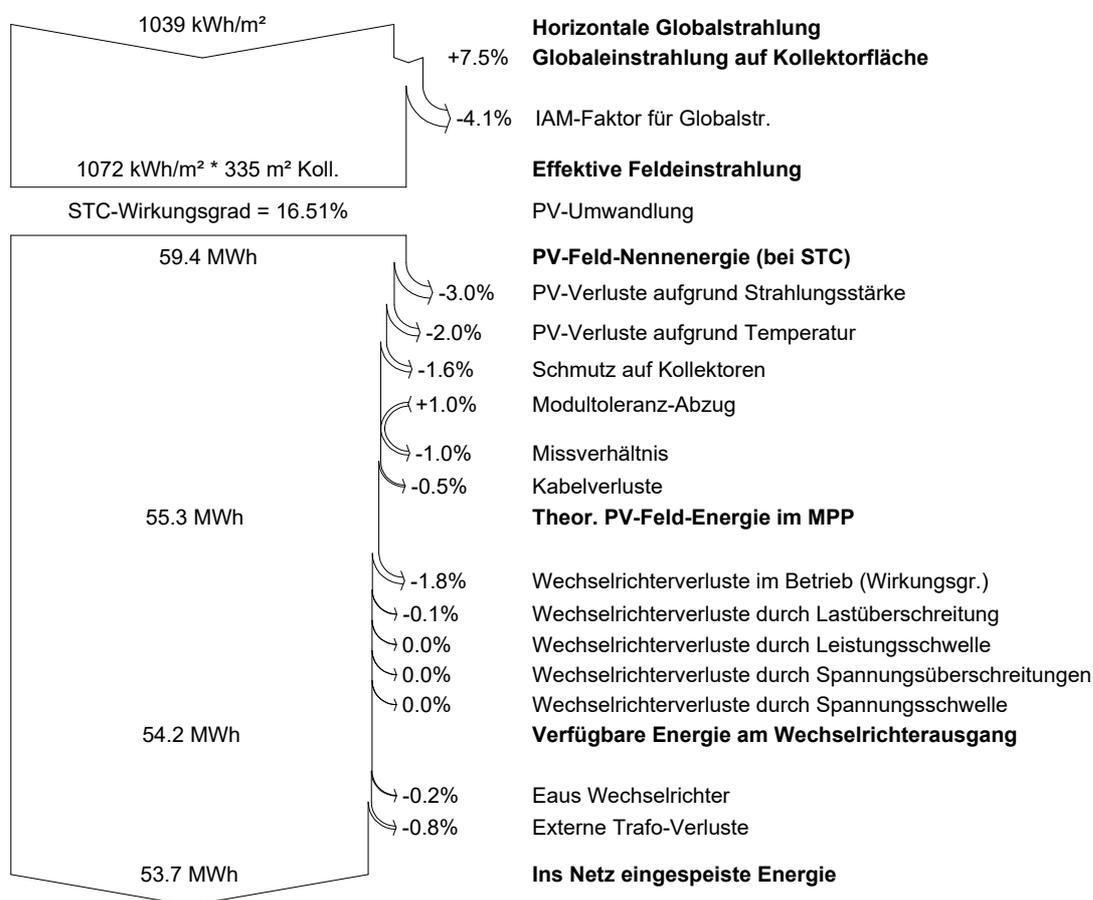
Netz gekoppeltes System: Verlust-Diagramm

Projekt : Ringfurth

Simulationsvariante : Dach 2

| | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Hauptsystemparameter | Systemtyp | Netz gekoppelt | |
| PV-Feld-Ausrichtung | Neigung | 15° | Azimut 45° |
| PV-Module | Modell | JAP6-60-270-4BB | Pnenn 270 Wp |
| PV-Feld | Anzahl der Module | 205 | Pnenn Total 55.4 kWp |
| Wechselrichter | Modell | sun2000-33ktl | Pnenn 30.0 kW ac |
| Wechselrichter | Modell | SUN2000-20k TL | Pnenn 20.00 kW ac |
| Wechselrichter | Anzahl der Einheiten | 2.1 | Pnenn Total 52.5 kW ac |
| Benutzeranforderungen | Unbegrenzte Last (Netz) | | |

Ganzjahres-Verlustdiagramm



Netz gekoppeltes System: Simulationsparameter

Projekt : Ringfurth

Geografische Station **Birkholz** **Land** **Deutschland**

| | | | | |
|--------------------|-------------|---------------|------------|--------|
| Lage | Breitengrad | 52.4°N | Längengrad | 11.8°E |
| Zeit definiert als | Ortszeit | Zeitzone UT+1 | geo. Höhe | 38 m |
| | Albedo | 0.20 | | |

Wetterdaten : Birkholz, Meteororm SYN File

Simulationsvariante : Dach 3

Simulationsdatum 16/04/18 09h44

Simulationsparameter

Kollektorflächenausrichtung Neigung 13° Azimut 45°

Horizont Freier Horizont

Nahverschattungen Keine Verschattungen

PV-Felder Eigenschaften (8 definierte Feldtypen)

PV-Modul Si-poly Modell **JAP6-60-270-4BB**
Hersteller JA Solar

| | | | | | | |
|----------------|---------------------------------|--------------------|------------------|--|------------------|------------------|
| Feld#1: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 23 Module | | Parallel | 4 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 92 | | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 24.84 kWp | | Bei Betriebsbed. | 22.23 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 641 V | | I mpp | 35 A |

| | | | | | | |
|----------------|---------------------------------|--------------------|------------------|--|------------------|------------------|
| Feld#2: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 21 Module | | Parallel | 4 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 84 | | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 22.68 kWp | | Bei Betriebsbed. | 20.29 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 586 V | | I mpp | 35 A |

| | | | | | | |
|----------------|---------------------------------|--------------------|------------------|--|------------------|------------------|
| Feld#3: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 20 Module | | Parallel | 4 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 80 | | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 21.60 kWp | | Bei Betriebsbed. | 19.33 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 558 V | | I mpp | 35 A |

| | | | | | | |
|----------------|---------------------------------|--------------------|------------------|--|------------------|------------------|
| Feld#4: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 22 Module | | Parallel | 2 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 44 | | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 11.88 kWp | | Bei Betriebsbed. | 10.63 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 614 V | | I mpp | 17 A |

| | | | | | | |
|----------------|---------------------------------|--------------------|------------------|--|------------------|------------------|
| Feld#5: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 23 Module | | Parallel | 2 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 46 | | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 12.42 kWp | | Bei Betriebsbed. | 11.11 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 641 V | | I mpp | 17 A |

| | | | | | | |
|----------------|---------------------------------|--------------------|------------------|--|------------------|------------------|
| Feld#6: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 21 Module | | Parallel | 2 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 42 | | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 11.34 kWp | | Bei Betriebsbed. | 10.15 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 586 V | | I mpp | 17 A |

| | | | | | | |
|----------------|---------------------------------|--------------------|------------------|--|------------------|-----------------|
| Feld#7: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 20 Module | | Parallel | 2 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 40 | | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 10.80 kWp | | Bei Betriebsbed. | 9.66 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 558 V | | I mpp | 17 A |

| | | | | | | |
|----------------|---------------------------------|--------------------|-----------------|--|------------------|-----------------|
| Feld#8: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 23 Module | | Parallel | 1 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 23 | | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 6.21 kWp | | Bei Betriebsbed. | 5.56 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 641 V | | I mpp | 8.7 A |

Netz gekoppeltes System: Simulationsparameter (weiter)

| | | | | | | |
|--------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|--|----------------|--------------------|
| Total | PV-Felder Gesamtleistung | Nennleistung (STC) | 122 kWp | | Total | 451 Module |
| | | Moduloberfläche | 737 m² | | Zelloberfläche | 665 m ² |

| | | | | | | |
|-----------------------|------------------|----------------------|--|--------------|------------|--|
| Wechselrichter | Modell | sun2000-36kti | | | | |
| | Hersteller | huawei | | | | |
| | Betriebsspannung | 200-1000 V | | Nennleistung | 36.0 kW AC | |

| | | | | |
|----------------|---------------------------|-----|----------------|------------|
| Feld#1: | Anzahl der Wechselrichter | 0.5 | Gesamtleistung | 18.0 kW AC |
| Feld#2: | Anzahl der Wechselrichter | 0.8 | Gesamtleistung | 27 kW AC |
| Feld#3: | Anzahl der Wechselrichter | 0.5 | Gesamtleistung | 18.0 kW AC |
| Feld#4: | Anzahl der Wechselrichter | 0.5 | Gesamtleistung | 18.0 kW AC |
| Feld#5: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 9.0 kW AC |
| Feld#6: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 9.0 kW AC |
| Feld#7: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 9.0 kW AC |
| Feld#8: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 9.0 kW AC |
| Total | Anzahl der Wechselrichter | 3 | Gesamtleistung | 117 kW AC |

PV-Feld Verlustgrößen

| | | | | |
|--|------------|-------------------------|-----------|------------------------------|
| Thermischer Verlustfaktor | Uc (konst) | 20.0 W/m ² K | Uv (Wind) | 1.5 W/m ² K / m/s |
| => Effektive Funktionstemperatur (G=800 W/m ² , TUmgebung=20°C, Windgesch.=1m/s.) | | NOCT 53 °C | | |

| | | | | |
|---------------|--------|----------|---------------|---------------|
| Kabelverluste | Feld#1 | 206 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#2 | 188 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#3 | 179 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#4 | 394 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#5 | 416 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#6 | 379 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#7 | 361 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#8 | 831 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Global | | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |

| | | |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------|
| Schmutz auf Kollektoren | Verlustanteil | 1.5 % |
| Leistungstolleranzabzug | Verlustanteil | -1.0 % |
| Mismatch-Verluste Module | Verlustanteil | 1.0 % am MPP |
| Einfallswinkeleffekt (ASHRAE) | IAM = 1 - bo (1/cos i - 1) | bo Parameter 0.05 |

Verlustfaktoren des Systems

| | | | | |
|---|----------------------------------|-----------------------------|---------------|---------------|
| AC Kabelverlust zwischen Wechselrichter und Transformator | Nennspannung | 400 Vac tri | Verlustanteil | 0.5 % bei STC |
| | Drähte | 11 m 3x35.0 mm ² | Verlustanteil | 0.1 % bei STC |
| Externer Transformator | Verlust Eisen (Night disconnect) | 120 W | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Widerstands-/Induktions-Verluste | 13.3 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |

Benutzeranforderungen : Unbegrenzte Last (Netz)

Netz gekoppeltes System: Hauptergebnisse

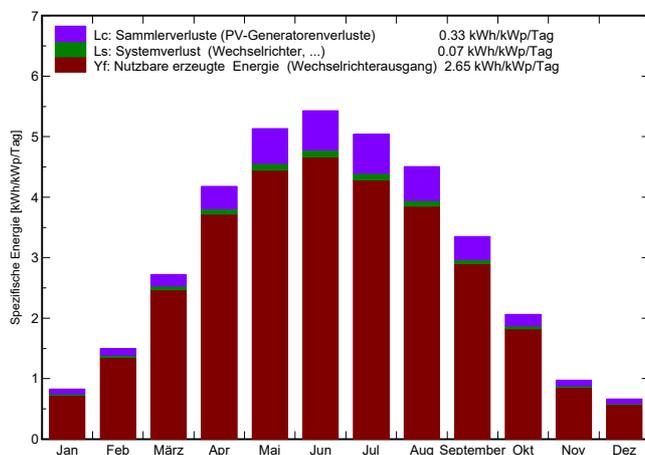
Projekt : Ringfurth

Simulationsvariante : Dach 3

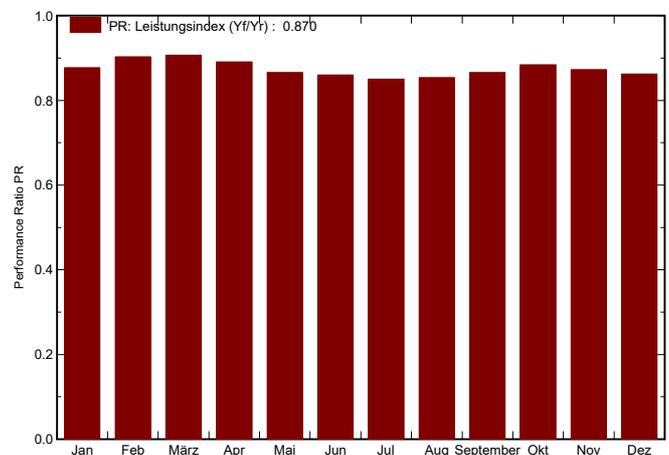
| | | | | | |
|-----------------------------|--|-------------------------|-----------------------|-------------|------------------|
| Hauptsystemparameter | | Systemtyp | Netz gekoppelt | | |
| PV-Feld-Ausrichtung | | Neigung | 13° | Azimut | 45° |
| PV-Module | | Modell | JAP6-60-270-4BB | Pnenn | 270 Wp |
| PV-Feld | | Anzahl der Module | 451 | Pnenn Total | 122 kWp |
| Wechselrichter | | Modell | sun2000-36ktl | Pnenn | 36.0 kW ac |
| Wechselrichter | | Anzahl der Einheiten | 3.3 | Pnenn Total | 117 kW ac |
| Benutzeranforderungen | | Unbegrenzte Last (Netz) | | | |

| | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------|------------------|
| Hauptsimulationsergebnisse | | | | |
| Systemproduktion | Erzeugte Energie | 117.6 MWh/Jahr | Produzierbar | 966 kWh/kWp/Jahr |
| | Performance Ratio PR | 87.0 % | | |

Spezifischer Ertrag (pro installiertem kWp): Nennleistung 122 kWp



Performance Ratio PR



Dach 3

Bilanzen und Hauptergebnisse

| | GlobHor kWh/m ² | T Amb °C | GlobInc kWh/m ² | GlobEff kWh/m ² | EArray MWh | E_Grid MWh | EffArrR % | EffSysR % |
|------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Januar | 20.1 | 0.65 | 25.6 | 24.0 | 2.83 | 2.74 | 14.97 | 14.49 |
| Februar | 36.3 | 1.29 | 41.9 | 39.7 | 4.73 | 4.61 | 15.32 | 14.91 |
| März | 75.1 | 4.09 | 84.5 | 80.7 | 9.56 | 9.33 | 15.35 | 14.98 |
| April | 118.1 | 8.81 | 125.3 | 120.5 | 13.93 | 13.60 | 15.08 | 14.71 |
| Mai | 154.6 | 13.79 | 159.2 | 153.3 | 17.21 | 16.79 | 14.66 | 14.31 |
| Juni | 161.2 | 16.04 | 162.9 | 157.0 | 17.49 | 17.06 | 14.56 | 14.21 |
| Juli | 154.6 | 18.44 | 156.3 | 150.4 | 16.58 | 16.18 | 14.39 | 14.04 |
| August | 134.6 | 18.08 | 139.7 | 134.3 | 14.89 | 14.53 | 14.45 | 14.10 |
| September | 90.7 | 14.46 | 100.5 | 96.3 | 10.86 | 10.60 | 14.65 | 14.30 |
| Oktober | 54.3 | 9.53 | 64.0 | 60.8 | 7.07 | 6.89 | 14.98 | 14.60 |
| November | 23.7 | 4.44 | 29.3 | 27.5 | 3.22 | 3.11 | 14.89 | 14.41 |
| Dezember | 16.2 | 1.31 | 20.7 | 19.3 | 2.25 | 2.17 | 14.75 | 14.23 |
| Jahr | 1039.4 | 9.29 | 1109.7 | 1064.0 | 120.62 | 117.60 | 14.74 | 14.37 |

| | | | |
|-------------------|--|---------|--------------------------------------|
| Legenden: GlobHor | Horizontale Globalstrahlung | EArray | Effektive Energie am PV-Feld-Ausgang |
| T Amb | Umgebungstemperatur | E_Grid | Ins Netz eingespeiste Energie |
| GlobInc | Globaleinstrahlung auf Kollektorfläche | EffArrR | Wirkungr. Eaus PV-Gen./ Brutto-Fl. |
| GlobEff | Effektive Globalstr. (IAM u. Verschattungen) | EffSysR | Wirkungr. Eaus System./ Brutto-Fl. |

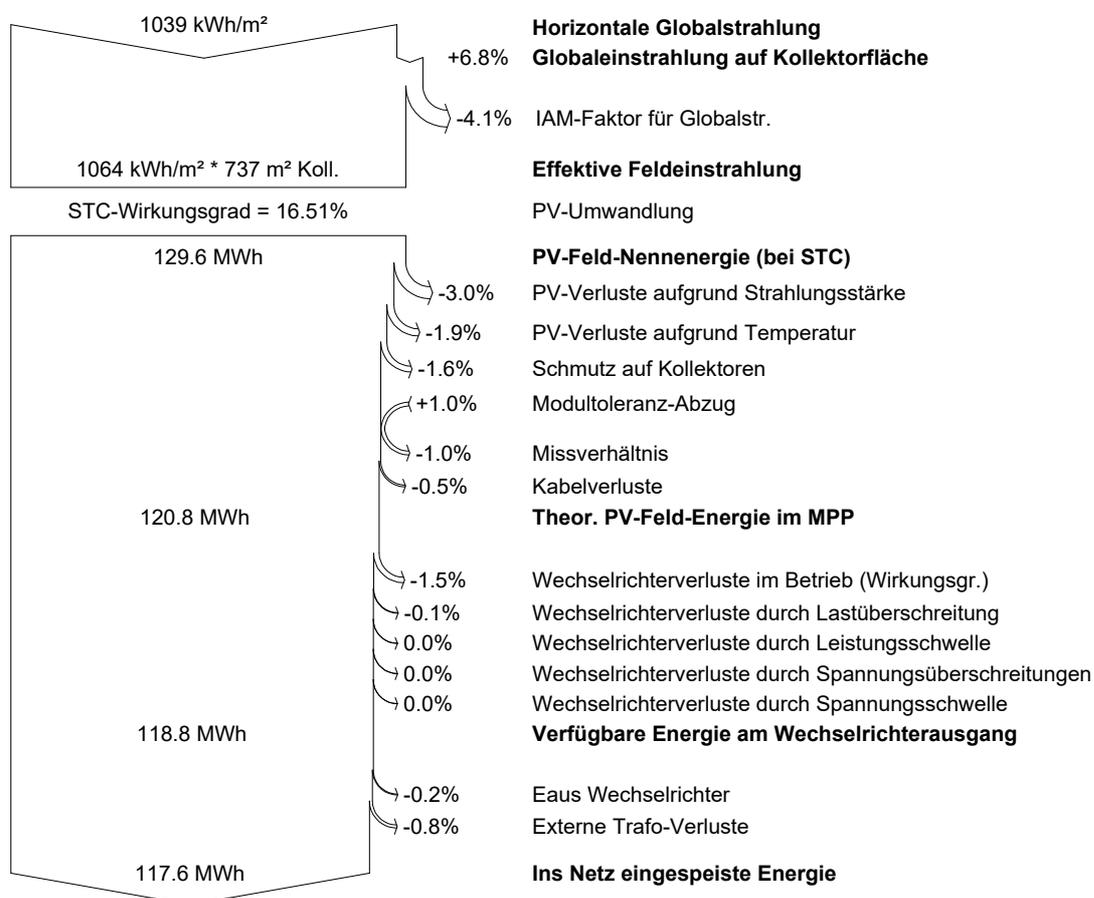
Netz gekoppeltes System: Verlust-Diagramm

Projekt : Ringfurth

Simulationsvariante : Dach 3

| | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Hauptsystemparameter | Systemtyp | Netz gekoppelt | |
| PV-Feld-Ausrichtung | Neigung | 13° | Azimut 45° |
| PV-Module | Modell | JAP6-60-270-4BB | Pnenn 270 Wp |
| PV-Feld | Anzahl der Module | 451 | Pnenn Total 122 kWp |
| Wechselrichter | Modell | sun2000-36kti | Pnenn 36.0 kW ac |
| Wechselrichter | Anzahl der Einheiten | 3.3 | Pnenn Total 117 kW ac |
| Benutzeranforderungen | Unbegrenzte Last (Netz) | | |

Ganzjahres-Verlustdiagramm



Netz gekoppeltes System: Simulationsparameter

Projekt : Ringfurth

Geografische Station **Birkholz** **Land** **Deutschland**

| | | | |
|--------------------|--------------------|------------|--------|
| Lage | Breitengrad 52.4°N | Längengrad | 11.8°E |
| Zeit definiert als | Ortszeit | geo. Höhe | 38 m |
| | Albedo 0.20 | | |
| | Zeitzone UT+1 | | |

Wetterdaten : Birkholz, Meteororm SYN File

Simulationsvariante : Dach 4

Simulationsdatum 16/04/18 09h48

Simulationsparameter

Kollektorflächenausrichtung Neigung 16° Azimut -135°

Horizont Freier Horizont

Nahverschattungen Keine Verschattungen

PV-Felder Eigenschaften (3 definierte Feldtypen)

PV-Modul Si-poly Modell **JAP6-60-270-4BB**
Hersteller JA Solar

| | | | | | |
|----------------|---------------------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|
| Feld#1: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 20 Module | Parallel | 4 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 80 | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 21.60 kWp | Bei Betriebsbed. | 19.33 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 558 V | I mpp | 35 A |

| | | | | | |
|----------------|---------------------------------|--------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Feld#2: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 21 Module | Parallel | 1 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 21 | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 5.67 kWp | Bei Betriebsbed. | 5.07 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 586 V | I mpp | 8.7 A |

| | | | | | |
|----------------|---------------------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|
| Feld#3: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 20 Module | Parallel | 5 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 100 | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 27.00 kWp | Bei Betriebsbed. | 24.16 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 558 V | I mpp | 43 A |

| | | | | | |
|--------------|--------------------------|--------------------|---------------|----------------|------------|
| Total | PV-Felder Gesamtleistung | Nennleistung (STC) | 54 kWp | Total | 201 Module |
| | | Moduloberfläche | 329 m² | Zelloberfläche | 296 m² |

Wechselrichter Modell **SUN2000-20k TL**
Hersteller Huawei Technologies
Betriebsspannung 480-800 V Nennleistung 20.0 kW AC

| | | | | |
|----------------|---------------------------|-----|----------------|------------|
| Feld#1: | Anzahl der Wechselrichter | 0.7 | Gesamtleistung | 13.3 kW AC |
| Feld#2: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 6.7 kW AC |
| Feld#3: | Anzahl der Wechselrichter | 1 | Gesamtleistung | 20 kW AC |
| Total | Anzahl der Wechselrichter | 2 | Gesamtleistung | 40 kW AC |

PV-Feld Verlustgrößen

Thermischer Verlustfaktor Uc (konst) 20.0 W/m²K Uv (Wind) 1.5 W/m²K / m/s
=> Effektive Funktionstemperatur (G=800 W/m², TUmgebung=20°C, Windgesch.=1m/s.) NOCT 53 °C

| | | | | |
|---------------|--------|----------|---------------|---------------|
| Kabelverluste | Feld#1 | 180 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#2 | 761 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#3 | 145 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Global | | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |

Schmutz auf Kollektoren Verlustanteil 1.5 %

Netz gekoppeltes System: Simulationsparameter (weiter)

| | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------|
| Leistungstolleranzabzug | | Verlustanteil | -1.0 % |
| Mismatch-Verluste Module | | Verlustanteil | 1.0 % am MPP |
| Einfallswinkeleffekt (ASHRAE) | IAM = $1 - b_o (1/\cos i - 1)$ | b_o Parameter | 0.05 |

Verlustfaktoren des Systems

| | | | |
|--|---------------------------|---------------|---------------|
| AC Kabelverlust zwischen Wechselrichter und Trafostation | 400 Vac tri | | |
| Drähte | 24 m 3x35 mm ² | Verlustanteil | 0.5 % bei STC |
| Externer Transformator Verlust Eisen (Night disconnect) | 53 W | Verlustanteil | 0.1 % bei STC |
| Widerstands-/Induktions-Verluste | 30.0 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |

Benutzeranforderungen : Unbegrenzte Last (Netz)

Netz gekoppeltes System: Hauptergebnisse

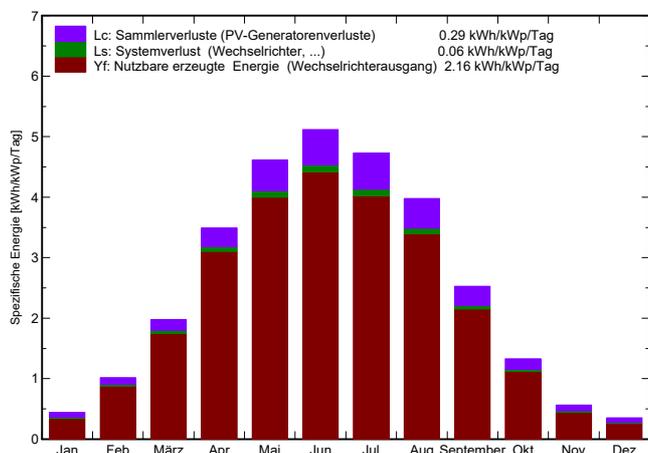
Projekt : Ringfurth

Simulationsvariante : Dach 4

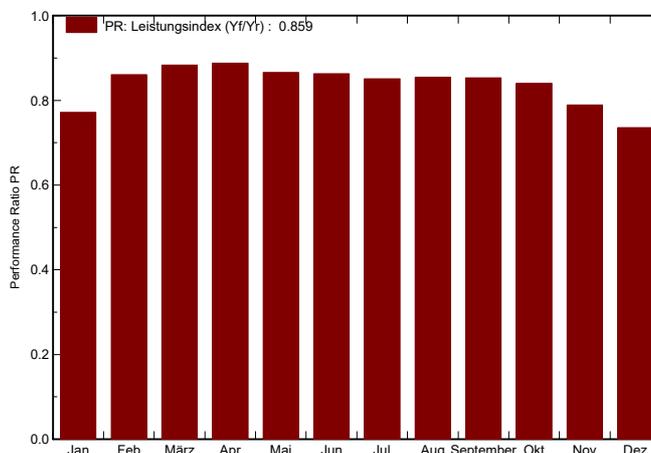
| | | | | | |
|-----------------------------|--|-------------------------|-----------------------|-------------|-------------------|
| Hauptsystemparameter | | Systemtyp | Netz gekoppelt | | |
| PV-Feld-Ausrichtung | | Neigung | 16° | Azimet | -135° |
| PV-Module | | Modell | JAP6-60-270-4BB | Pnenn | 270 Wp |
| PV-Feld | | Anzahl der Module | 201 | Pnenn Total | 54.3 kWp |
| Wechselrichter | | Modell | SUN2000-20k TL | Pnenn | 20.00 kW ac |
| Wechselrichter | | Anzahl der Einheiten | 2.0 | Pnenn Total | 40.0 kW ac |
| Benutzeranforderungen | | Unbegrenzte Last (Netz) | | | |

| | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------|------------------|
| Hauptsimulationsergebnisse | Systemproduktion | Erzeugte Energie | 42.85 MWh/Jahr | Produzierbar | 790 kWh/kWp/Jahr |
| | | Performance Ratio PR | 85.9 % | | |

Spezifischer Ertrag (pro installiertem kWp): Nennleistung 54.3 kWp



Performance Ratio PR



Dach 4

Bilanzen und Hauptergebnisse

| | GlobHor kWh/m ² | T Amb °C | GlobInc kWh/m ² | GlobEff kWh/m ² | EArray MWh | E_Grid MWh | EffArrR % | EffSysR % |
|------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Januar | 20.1 | 0.65 | 13.8 | 12.2 | 0.613 | 0.577 | 13.55 | 12.75 |
| Februar | 36.3 | 1.29 | 28.5 | 26.2 | 1.378 | 1.331 | 14.71 | 14.21 |
| März | 75.1 | 4.09 | 61.3 | 57.2 | 3.023 | 2.940 | 14.99 | 14.58 |
| April | 118.1 | 8.81 | 104.7 | 99.5 | 5.180 | 5.049 | 15.05 | 14.66 |
| Mai | 154.6 | 13.79 | 143.2 | 136.7 | 6.909 | 6.730 | 14.69 | 14.30 |
| Juni | 161.2 | 16.04 | 153.6 | 147.2 | 7.386 | 7.192 | 14.63 | 14.25 |
| Juli | 154.6 | 18.44 | 146.5 | 140.3 | 6.948 | 6.765 | 14.43 | 14.05 |
| August | 134.6 | 18.08 | 123.3 | 117.5 | 5.868 | 5.717 | 14.48 | 14.11 |
| September | 90.7 | 14.46 | 75.8 | 71.1 | 3.603 | 3.508 | 14.47 | 14.08 |
| Oktober | 54.3 | 9.53 | 41.2 | 37.9 | 1.943 | 1.881 | 14.34 | 13.88 |
| November | 23.7 | 4.44 | 16.9 | 15.2 | 0.764 | 0.724 | 13.75 | 13.04 |
| Dezember | 16.2 | 1.31 | 11.0 | 9.7 | 0.473 | 0.441 | 13.03 | 12.15 |
| Jahr | 1039.4 | 9.29 | 919.8 | 870.8 | 44.087 | 42.854 | 14.58 | 14.18 |

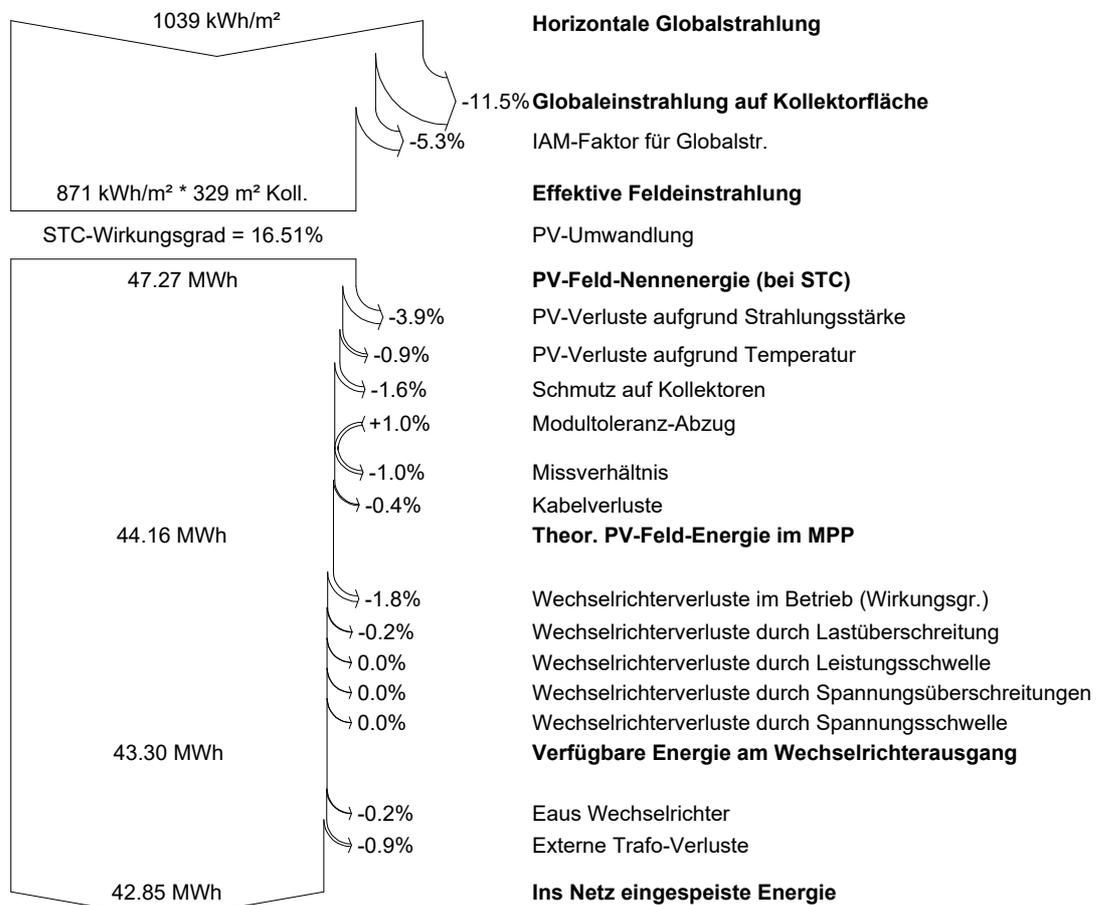
| | | | |
|-------------------|--|---------|--------------------------------------|
| Legenden: GlobHor | Horizontale Globalstrahlung | EArray | Effektive Energie am PV-Feld-Ausgang |
| T Amb | Umgebungstemperatur | E_Grid | Ins Netz eingespeiste Energie |
| GlobInc | Globaleinstrahlung auf Kollektorfläche | EffArrR | Wirkungr. Eaus PV-Gen./ Brutto-Fl. |
| GlobEff | Effektive Globalstr. (IAM u. Verschattungen) | EffSysR | Wirkungr. Eaus System./ Brutto-Fl. |

Netz gekoppeltes System: Verlust-Diagramm

Projekt : Ringfurth
Simulationsvariante : Dach 4

| | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Hauptsystemparameter | Systemtyp | Netz gekoppelt | |
| PV-Feld-Ausrichtung | Neigung | 16° | Azimut -135° |
| PV-Module | Modell | JAP6-60-270-4BB | Pnenn 270 Wp |
| PV-Feld | Anzahl der Module | 201 | Pnenn Total 54.3 kWp |
| Wechselrichter | Modell | SUN2000-20k TL | Pnenn 20.00 kW ac |
| Wechselrichter | Anzahl der Einheiten | 2.0 | Pnenn Total 40.0 kW ac |
| Benutzeranforderungen | Unbegrenzte Last (Netz) | | |

Ganzjahres-Verlustdiagramm



Netz gekoppeltes System: Simulationsparameter

| | | | | |
|-----------------------------|------------------------------|---------------|--------------------|--------|
| Projekt : | Ringfurth | | | |
| Geografische Station | Birkholz | Land | Deutschland | |
| Lage | Breitengrad | 52.4°N | Längengrad | 11.8°E |
| Zeit definiert als | Ortszeit | Zeitzone UT+1 | geo. Höhe | 38 m |
| | Albedo | 0.20 | | |
| Wetterdaten : | Birkholz, Meteororm SYN File | | | |

| | | | |
|------------------------------|------------------|----------------|--|
| Simulationsvariante : | Dach 5 | | |
| | Simulationsdatum | 16/04/18 09h53 | |

| | | | | |
|------------------------------------|----------------------|-----|--------|-----|
| Simulationsparameter | | | | |
| Kollektorflächenausrichtung | Neigung | 16° | Azimut | 45° |
| Horizont | Freier Horizont | | | |
| Nahverschattungen | Keine Verschattungen | | | |

| | | | | | |
|---|---------------------------------|--------------------|------------------------|------------------|------------------|
| PV-Felder Eigenschaften (4 definierte Feldtypen) | | | | | |
| PV-Modul | Si-poly | Modell | JAP6-60-270-4BB | | |
| | | Hersteller | JA Solar | | |
| Feld#1: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 23 Module | Parallel | 4 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 92 | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 24.84 kWp | Bei Betriebsbed. | 22.23 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 641 V | I mpp | 35 A |
| Feld#2: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 22 Module | Parallel | 1 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 22 | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 5.94 kWp | Bei Betriebsbed. | 5.31 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 614 V | I mpp | 8.7 A |
| Feld#3: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 23 Module | Parallel | 4 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 92 | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 24.84 kWp | Bei Betriebsbed. | 22.23 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 641 V | I mpp | 35 A |
| Feld#4: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 22 Module | Parallel | 1 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 22 | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 5.94 kWp | Bei Betriebsbed. | 5.31 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 614 V | I mpp | 8.7 A |
| Total | PV-Felder Gesamtleistung | Nennleistung (STC) | 62 kWp | Total | 228 Module |
| | | Moduloberfläche | 373 m² | Zelloberfläche | 336 m² |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|------------------|-----------------------|--------------|------------|
| Wechselrichter | | | | | |
| | | Modell | SUN2000-28k TL | | |
| | | Hersteller | Huawei Technologies | | |
| | | Betriebsspannung | 480-800 V | Nennleistung | 27.5 kW AC |
| Feld#1: | Anzahl der Wechselrichter | 0.7 | Gesamtleistung | 18.3 kW AC | |
| Feld#2: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 9.2 kW AC | |
| Feld#3: | Anzahl der Wechselrichter | 0.7 | Gesamtleistung | 18.3 kW AC | |
| Feld#4: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 9.2 kW AC | |
| Total | Anzahl der Wechselrichter | 2 | Gesamtleistung | 55 kW AC | |

Netz gekoppeltes System: Simulationsparameter (weiter)

PV-Feld Verlustgrößen

| | | | | |
|--|------------|-------------------------|---------------|------------------------------|
| Thermischer Verlustfaktor => Effektive Funktionstemperatur (G=800 W/m ² , T _{Umg.} =20°C, Windgesch.=1m/s.) | Uc (konst) | 20.0 W/m ² K | Uv (Wind) | 1.5 W/m ² K / m/s |
| | | | NOCT | 53 °C |
| Kabelverluste | Feld#1 | 208 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#2 | 795 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#3 | 208 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#4 | 799 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Global | | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| Schmutz auf Kollektoren | | | Verlustanteil | 1.5 % |
| Leistungstolleranzabzug | | | Verlustanteil | -1.0 % |
| Mismatch-Verluste Module | | | Verlustanteil | 1.0 % am MPP |
| Einfallswinkeleffekt (ASHRAE) | IAM = | 1 - bo (1/cos i - 1) | bo Parameter | 0.05 |

Verlustfaktoren des Systems

| | | | | |
|--|----------------------------------|---------------------------|---------------|---------------|
| AC Kabelverlust zwischen Wechselrichter und Trafostation | Wandlertrafo | 480 Vac tri | | |
| | Drähte | 30 m 3x35 mm ² | Verlustanteil | 0.5 % bei STC |
| Externer Transformator | Verlust Eisen (Night disconnect) | 60 W | Verlustanteil | 0.1 % bei STC |
| | Widerstands-/Induktions-Verluste | 38.1 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |

Benutzeranforderungen : Unbegrenzte Last (Netz)

Netz gekoppeltes System: Hauptergebnisse

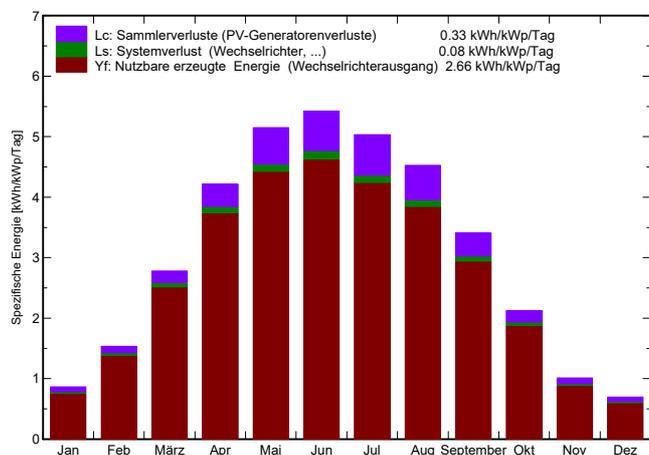
Projekt : Ringfurth

Simulationsvariante : Dach 5

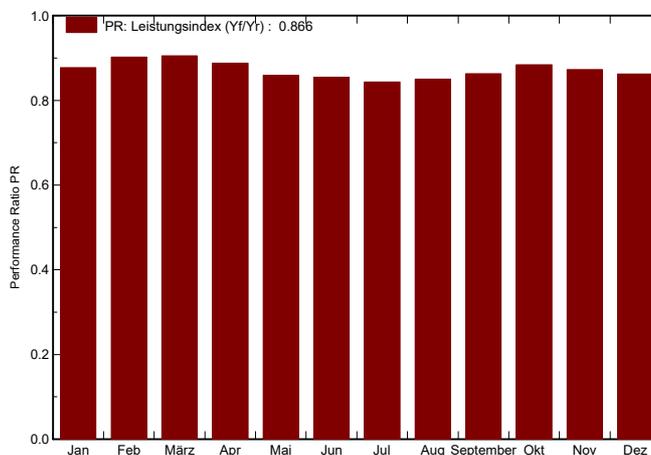
| | | | | | |
|-----------------------------|--|-------------------------|-----------------------|-------------|-------------------|
| Hauptsystemparameter | | Systemtyp | Netz gekoppelt | | |
| PV-Feld-Ausrichtung | | Neigung | 16° | Azimut | 45° |
| PV-Module | | Modell | JAP6-60-270-4BB | Pnenn | 270 Wp |
| PV-Feld | | Anzahl der Module | 228 | Pnenn Total | 61.6 kWp |
| Wechselrichter | | Modell | SUN2000-28k TL | Pnenn | 27.50 kW ac |
| Wechselrichter | | Anzahl der Einheiten | 2.0 | Pnenn Total | 55.0 kW ac |
| Benutzeranforderungen | | Unbegrenzte Last (Netz) | | | |

| | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------|------------------|
| Hauptsimulationsergebnisse | | | | |
| Systemproduktion | Erzeugte Energie | 59.8 MWh/Jahr | Produzierbar | 972 kWh/kWp/Jahr |
| | Performance Ratio PR | 86.6 % | | |

Spezifischer Ertrag (pro installiertem kWp): Nennleistung 61.6 kWp



Performance Ratio PR



Dach 5

Bilanzen und Hauptergebnisse

| | GlobHor kWh/m ² | T Amb °C | GlobInc kWh/m ² | GlobEff kWh/m ² | EArray MWh | E_Grid MWh | EffArrR % | EffSysR % |
|------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Januar | 20.1 | 0.65 | 26.8 | 25.2 | 1.504 | 1.446 | 15.07 | 14.49 |
| Februar | 36.3 | 1.29 | 43.0 | 40.8 | 2.463 | 2.388 | 15.36 | 14.90 |
| März | 75.1 | 4.09 | 86.2 | 82.6 | 4.941 | 4.807 | 15.37 | 14.95 |
| April | 118.1 | 8.81 | 126.4 | 121.8 | 7.104 | 6.912 | 15.07 | 14.66 |
| Mai | 154.6 | 13.79 | 159.6 | 153.7 | 8.682 | 8.444 | 14.59 | 14.19 |
| Juni | 161.2 | 16.04 | 162.8 | 156.9 | 8.813 | 8.566 | 14.52 | 14.12 |
| Juli | 154.6 | 18.44 | 156.0 | 150.2 | 8.331 | 8.098 | 14.32 | 13.92 |
| August | 134.6 | 18.08 | 140.3 | 135.1 | 7.551 | 7.343 | 14.43 | 14.04 |
| September | 90.7 | 14.46 | 102.3 | 98.2 | 5.589 | 5.436 | 14.65 | 14.25 |
| Oktober | 54.3 | 9.53 | 65.9 | 62.8 | 3.691 | 3.586 | 15.03 | 14.60 |
| November | 23.7 | 4.44 | 30.5 | 28.7 | 1.699 | 1.637 | 14.96 | 14.41 |
| Dezember | 16.2 | 1.31 | 21.6 | 20.3 | 1.196 | 1.146 | 14.86 | 14.24 |
| Jahr | 1039.4 | 9.29 | 1121.4 | 1076.4 | 61.564 | 59.811 | 14.73 | 14.31 |

| | | | |
|-------------------|--|---------|--------------------------------------|
| Legenden: GlobHor | Horizontale Globalstrahlung | EArray | Effektive Energie am PV-Feld-Ausgang |
| T Amb | Umgebungstemperatur | E_Grid | Ins Netz eingespeiste Energie |
| GlobInc | Globaleinstrahlung auf Kollektorfläche | EffArrR | Wirkungr. Eaus PV-Gen./ Brutto-FI. |
| GlobEff | Effektive Globalstr. (IAM u. Verschattungen) | EffSysR | Wirkungr. Eaus System./ Brutto-FI. |

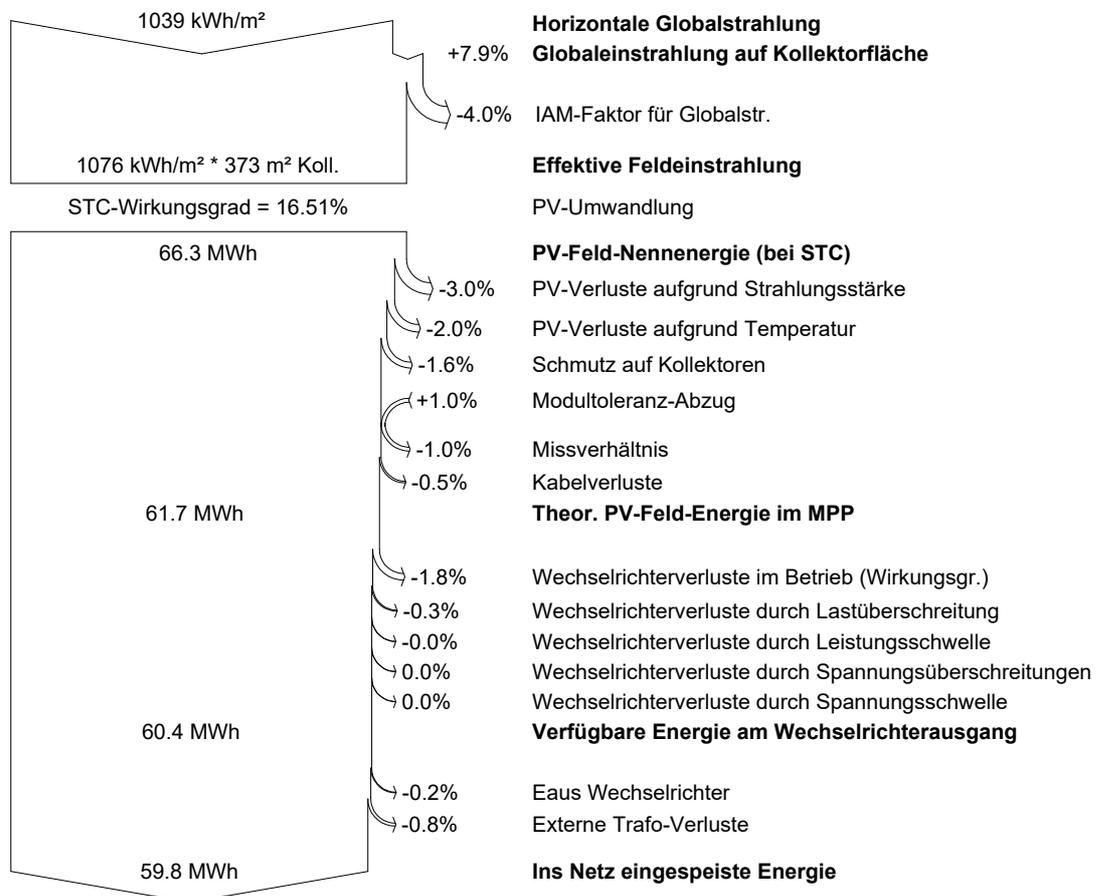
Netz gekoppeltes System: Verlust-Diagramm

Projekt : Ringfurth

Simulationsvariante : Dach 5

| | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Hauptsystemparameter | Systemtyp | Netz gekoppelt | |
| PV-Feld-Ausrichtung | Neigung | 16° | Azimut 45° |
| PV-Module | Modell | JAP6-60-270-4BB | Pnenn 270 Wp |
| PV-Feld | Anzahl der Module | 228 | Pnenn Total 61.6 kWp |
| Wechselrichter | Modell | SUN2000-28k TL | Pnenn 27.50 kW ac |
| Wechselrichter | Anzahl der Einheiten | 2.0 | Pnenn Total 55.0 kW ac |
| Benutzeranforderungen | Unbegrenzte Last (Netz) | | |

Ganzjahres-Verlustdiagramm



Netz gekoppeltes System: Simulationsparameter

Projekt : Ringfurth

Geografische Station **Birkholz** **Land** **Deutschland**

Lage Breitengrad 52.4°N Längengrad 11.8°E
 Zeit definiert als Ortszeit Zeitzone UT+1 geo. Höhe 38 m
 Albedo 0.20

Wetterdaten : Birkholz, Meteororm SYN File

Simulationsvariante : **Dach 6**

Simulationsdatum 16/04/18 09h57

Simulationsparameter

Kollektorflächenausrichtung Neigung 15° Azimut -135°

Horizont Freier Horizont

Nahverschattungen Keine Verschattungen

PV-Felder Eigenschaften (4 definierte Feldtypen)

| | | | | |
|-----------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| PV-Modul | Si-poly | Modell | JAP6-60-270-4BB | |
| | | Hersteller | JA Solar | |
| Feld#1: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 17 Module | Parallel 2 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 34 | Nennleistung 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 9.18 kWp | Bei Betriebsbed. 8.21 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 474 V | I mpp 17 A |
| Feld#2: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 16 Module | Parallel 2 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 32 | Nennleistung 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 8.64 kWp | Bei Betriebsbed. 7.73 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 446 V | I mpp 17 A |
| Feld#3: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 15 Module | Parallel 2 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 30 | Nennleistung 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 8.10 kWp | Bei Betriebsbed. 7.25 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 418 V | I mpp 17 A |
| Feld#4: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 23 Module | Parallel 1 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 23 | Nennleistung 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 6.21 kWp | Bei Betriebsbed. 5.56 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 641 V | I mpp 8.7 A |
| Total | PV-Felder Gesamtleistung | Nennleistung (STC) | 32 kWp | Total 119 Module |
| | | Moduloberfläche | 195 m² | Zelloberfläche 175 m ² |

Wechselrichter

| | | | | |
|----------------|---------------------------|------------------|----------------------|-------------------------|
| | | Modell | sun2000-33kti | |
| | | Hersteller | huawei | |
| | | Betriebsspannung | 200-800 V | Nennleistung 30.0 kW AC |
| Feld#1: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 7.5 kW AC |
| Feld#2: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 7.5 kW AC |
| Feld#3: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 7.5 kW AC |
| Feld#4: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 7.5 kW AC |
| Total | Anzahl der Wechselrichter | 1 | Gesamtleistung | 30 kW AC |

Netz gekoppeltes System: Simulationsparameter (weiter)

PV-Feld Verlustgrößen

| | | | | |
|--|------------|-------------------------|---------------|------------------------------|
| Thermischer Verlustfaktor => Effektive Funktionstemperatur (G=800 W/m ² , T _{Umg.} =20°C, Windgesch.=1m/s.) | Uc (konst) | 20.0 W/m ² K | Uv (Wind) | 1.5 W/m ² K / m/s |
| | | | NOCT | 53 °C |
| Kabelverluste | Feld#1 | 308 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#2 | 288 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#3 | 271 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#4 | 835 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Global | | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| Schmutz auf Kollektoren | | | Verlustanteil | 1.5 % |
| Leistungstolleranzabzug | | | Verlustanteil | -1.0 % |
| Mismatch-Verluste Module | | | Verlustanteil | 1.0 % am MPP |
| Einfallswinkeleffekt (ASHRAE) | IAM = | 1 - bo (1/cos i - 1) | bo Parameter | 0.05 |

Verlustfaktoren des Systems

| | | | | |
|--|----------------------------------|---------------------------|---------------|---------------|
| AC Kabelverlust zwischen Wechselrichter und Trafostation | Wandlertrafo | 400 Vac tri | | |
| | Drähte | 40 m 3x35 mm ² | Verlustanteil | 0.5 % bei STC |
| Externer Transformator | Verlust Eisen (Night disconnect) | 32 W | Verlustanteil | 0.1 % bei STC |
| | Widerstands-/Induktions-Verluste | 50.6 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |

Benutzeranforderungen : Unbegrenzte Last (Netz)

Netz gekoppeltes System: Hauptergebnisse

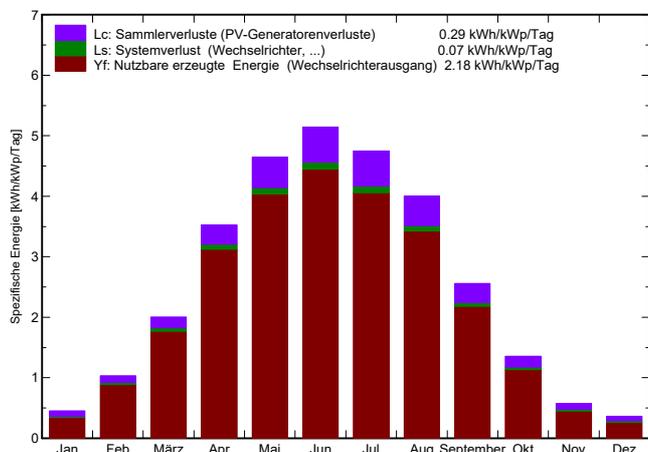
Projekt : Ringfurth

Simulationsvariante : Dach 6

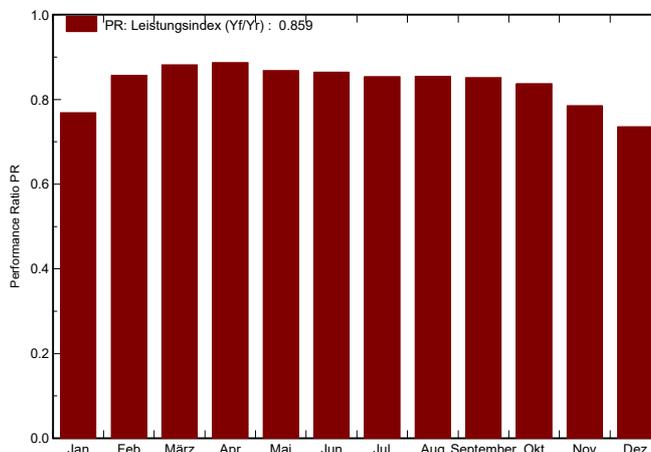
| | | | | | |
|-----------------------------|--|-------------------------|-----------------------|-------------|-----------------|
| Hauptsystemparameter | | Systemtyp | Netz gekoppelt | | |
| PV-Feld-Ausrichtung | | Neigung | 15° | Azimet | -135° |
| PV-Module | | Modell | JAP6-60-270-4BB | Pnenn | 270 Wp |
| PV-Feld | | Anzahl der Module | 119 | Pnenn Total | 32.1 kWp |
| Wechselrichter | | Modell | sun2000-33ktl | Pnenn | 30.0 kW ac |
| Benutzeranforderungen | | Unbegrenzte Last (Netz) | | | |

| | |
|-----------------------------------|---|
| Hauptsimulationsergebnisse | |
| Systemproduktion | Erzeugte Energie 25.60 MWh/Jahr Produzierbar 797 kWh/kWp/Jahr Performance Ratio PR 85.9 % |

Spezifischer Ertrag (pro installiertem kWp): Nennleistung 32.1 kWp



Performance Ratio PR



Dach 6

Bilanzen und Hauptergebnisse

| | GlobHor | T Amb | GlobInc | GlobEff | EArray | E_Grid | EffArrR | EffSysR |
|------------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|--------|--------|---------|---------|
| | kWh/m ² | °C | kWh/m ² | kWh/m ² | MWh | MWh | % | % |
| Januar | 20.1 | 0.65 | 14.0 | 12.5 | 0.370 | 0.347 | 13.56 | 12.70 |
| Februar | 36.3 | 1.29 | 28.9 | 26.6 | 0.829 | 0.797 | 14.71 | 14.16 |
| März | 75.1 | 4.09 | 62.2 | 58.1 | 1.816 | 1.763 | 15.00 | 14.56 |
| April | 118.1 | 8.81 | 105.7 | 100.4 | 3.095 | 3.013 | 15.04 | 14.65 |
| Mai | 154.6 | 13.79 | 144.1 | 137.6 | 4.127 | 4.019 | 14.72 | 14.33 |
| Juni | 161.2 | 16.04 | 154.3 | 147.9 | 4.401 | 4.286 | 14.66 | 14.27 |
| Juli | 154.6 | 18.44 | 147.2 | 141.0 | 4.151 | 4.041 | 14.49 | 14.10 |
| August | 134.6 | 18.08 | 124.2 | 118.3 | 3.501 | 3.409 | 14.49 | 14.11 |
| September | 90.7 | 14.46 | 76.8 | 72.0 | 2.161 | 2.100 | 14.47 | 14.06 |
| Oktober | 54.3 | 9.53 | 42.0 | 38.5 | 1.170 | 1.129 | 14.32 | 13.82 |
| November | 23.7 | 4.44 | 17.2 | 15.4 | 0.460 | 0.434 | 13.75 | 12.97 |
| Dezember | 16.2 | 1.31 | 11.3 | 9.9 | 0.287 | 0.266 | 13.09 | 12.14 |
| Jahr | 1039.4 | 9.29 | 927.9 | 878.3 | 26.369 | 25.603 | 14.60 | 14.18 |

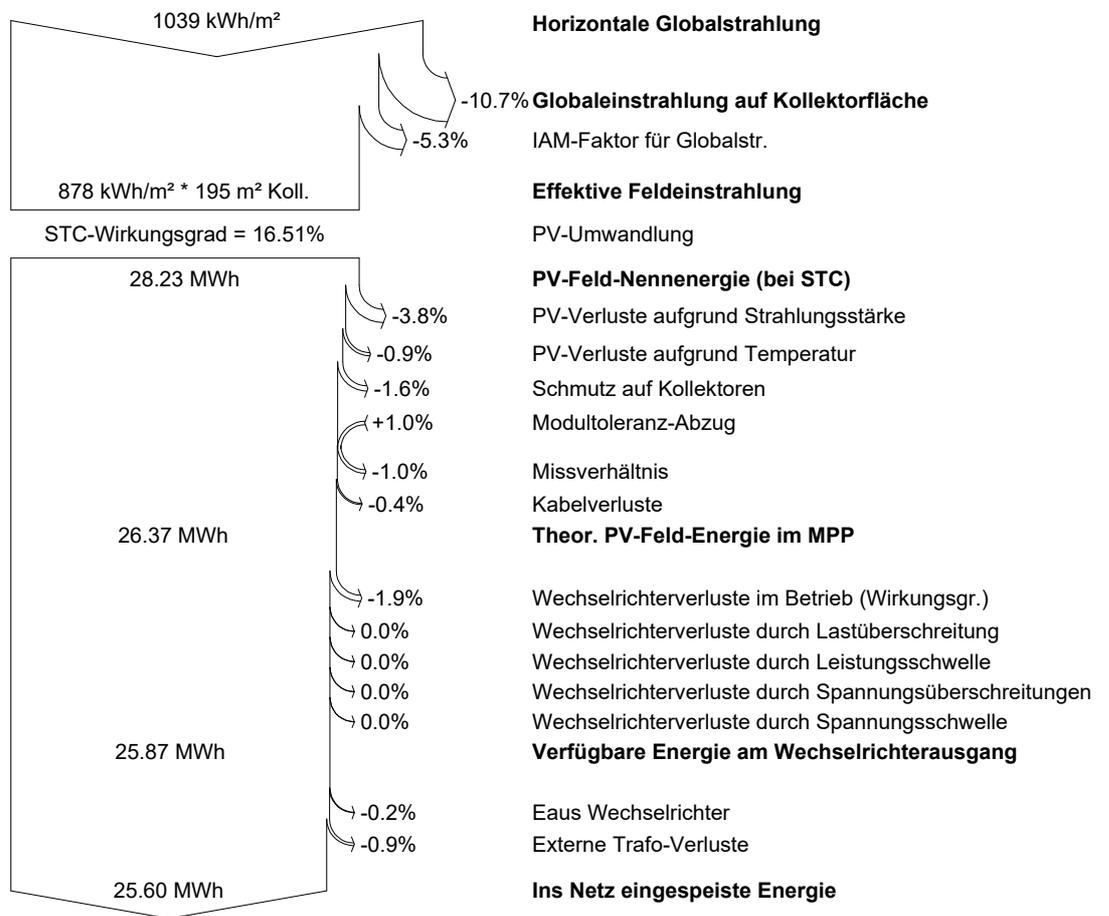
| | | |
|-----------|---|---|
| Legenden: | GlobHor Horizontale Globalstrahlung | EArray Effektive Energie am PV-Feld-Ausgang |
| | T Amb Umgebungstemperatur | E_Grid Ins Netz eingespeiste Energie |
| | GlobInc Globaleinstrahlung auf Kollektorfläche | EffArrR Wirkungsgr. Eaus PV-Gen./ Brutto-FI. |
| | GlobEff Effektive Globalstr. (IAM u. Verschattungen) | EffSysR Wirkungsgr. Eaus System./ Brutto-FI. |

Netz gekoppeltes System: Verlust-Diagramm

Projekt : Ringfurth
Simulationsvariante : Dach 6

| | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Hauptsystemparameter | Systemtyp | Netz gekoppelt | |
| PV-Feld-Ausrichtung | Neigung | 15° | Azimut -135° |
| PV-Module | Modell | JAP6-60-270-4BB | Pnenn 270 Wp |
| PV-Feld | Anzahl der Module | 119 | Pnenn Total 32.1 kWp |
| Wechselrichter | Modell | sun2000-33ktl | Pnenn 30.0 kW ac |
| Benutzeranforderungen | Unbegrenzte Last (Netz) | | |

Ganzjahres-Verlustdiagramm



Netz gekoppeltes System: Simulationsparameter

| | | | | |
|-----------------------------|------------------------------|---------------|--------------------|--------|
| Projekt : | Ringfurth | | | |
| Geografische Station | Birkholz | Land | Deutschland | |
| Lage | Breitengrad | 52.4°N | Längengrad | 11.8°E |
| Zeit definiert als | Ortszeit | Zeitzone UT+1 | geo. Höhe | 38 m |
| | Albedo | 0.20 | | |
| Wetterdaten : | Birkholz, Meteororm SYN File | | | |

| | | | |
|------------------------------|------------------|----------------|--|
| Simulationsvariante : | Dach 7 | | |
| | Simulationsdatum | 16/04/18 09h59 | |

| | | | | |
|------------------------------------|----------------------|-----|--------|-----|
| Simulationsparameter | | | | |
| Kollektorflächenausrichtung | Neigung | 15° | Azimut | 45° |
| Horizont | Freier Horizont | | | |
| Nahverschattungen | Keine Verschattungen | | | |

PV-Felder Eigenschaften (4 definierte Feldtypen)

| | | | | | |
|-----------------|---------------------------------|--------------------|------------------------|------------------|-----------------|
| PV-Modul | Si-poly | Modell | JAP6-60-270-4BB | | |
| | | Hersteller | JA Solar | | |
| Feld#1: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 17 Module | Parallel | 2 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 34 | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 9.18 kWp | Bei Betriebsbed. | 8.21 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 474 V | I mpp | 17 A |
| Feld#2: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 16 Module | Parallel | 2 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 32 | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 8.64 kWp | Bei Betriebsbed. | 7.73 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 446 V | I mpp | 17 A |
| Feld#3: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 15 Module | Parallel | 2 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 30 | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 8.10 kWp | Bei Betriebsbed. | 7.25 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 418 V | I mpp | 17 A |
| Feld#4: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 23 Module | Parallel | 1 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 23 | Nennleistung | 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 6.21 kWp | Bei Betriebsbed. | 5.56 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 641 V | I mpp | 8.7 A |
| Total | PV-Felder Gesamtleistung | Nennleistung (STC) | 32 kWp | Total | 119 Module |
| | | Moduloberfläche | 195 m² | Zelloberfläche | 175 m² |

| | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|------------------|----------------------|--------------|------------|
| Wechselrichter | | Modell | sun2000-33kti | | |
| | | Hersteller | huawei | | |
| | | Betriebsspannung | 200-800 V | Nennleistung | 30.0 kW AC |
| Feld#1: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 7.5 kW AC | |
| Feld#2: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 7.5 kW AC | |
| Feld#3: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 7.5 kW AC | |
| Feld#4: | Anzahl der Wechselrichter | 0.3 | Gesamtleistung | 7.5 kW AC | |
| Total | Anzahl der Wechselrichter | 1 | Gesamtleistung | 30 kW AC | |

Netz gekoppeltes System: Simulationsparameter (weiter)

PV-Feld Verlustgrößen

| | | | | |
|--|------------|-------------------------|---------------|------------------------------|
| Thermischer Verlustfaktor => Effektive Funktionstemperatur (G=800 W/m ² , T _{Umg.} =20°C, Windgesch.=1m/s.) | Uc (konst) | 20.0 W/m ² K | Uv (Wind) | 1.5 W/m ² K / m/s |
| | | | NOCT | 53 °C |
| Kabelverluste | Feld#1 | 308 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#2 | 288 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#3 | 271 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#4 | 835 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Global | | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| Schmutz auf Kollektoren | | | Verlustanteil | 1.5 % |
| Leistungstolleranzabzug | | | Verlustanteil | -1.0 % |
| Mismatch-Verluste Module | | | Verlustanteil | 1.0 % am MPP |
| Einfallswinkeleffekt (ASHRAE) | IAM = | 1 - bo (1/cos i - 1) | bo Parameter | 0.05 |

Verlustfaktoren des Systems

| | | | | |
|--|----------------------------------|---------------------------|---------------|---------------|
| AC Kabelverlust zwischen Wechselrichter und Trafostation | Wandlertrafo | 400 Vac tri | | |
| | Drähte | 40 m 3x35 mm ² | Verlustanteil | 0.5 % bei STC |
| Externer Transformator | Verlust Eisen (Night disconnect) | 32 W | Verlustanteil | 0.1 % bei STC |
| | Widerstands-/Induktions-Verluste | 50.6 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |

Benutzeranforderungen : Unbegrenzte Last (Netz)

Netz gekoppeltes System: Hauptergebnisse

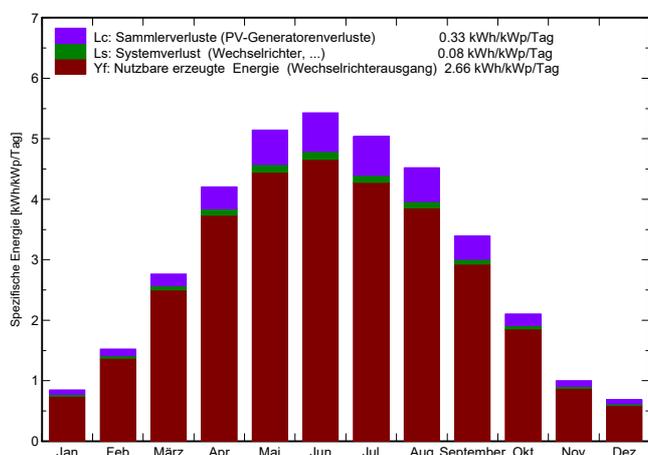
Projekt : Ringfurth

Simulationsvariante : Dach 7

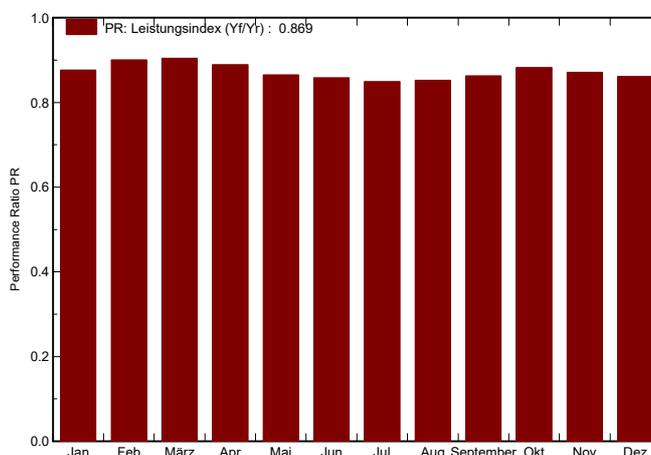
| | | | | | |
|-----------------------------|--|-------------------------|-----------------------|-------------|-----------------|
| Hauptsystemparameter | | Systemtyp | Netz gekoppelt | | |
| PV-Feld-Ausrichtung | | Neigung | 15° | Azimut | 45° |
| PV-Module | | Modell | JAP6-60-270-4BB | Pnenn | 270 Wp |
| PV-Feld | | Anzahl der Module | 119 | Pnenn Total | 32.1 kWp |
| Wechselrichter | | Modell | sun2000-33ktl | Pnenn | 30.0 kW ac |
| Benutzeranforderungen | | Unbegrenzte Last (Netz) | | | |

| | | | | | |
|-----------------------------------|--|-------------------------|-----------------------|--------------|------------------|
| Hauptsimulationsergebnisse | | Erzeugte Energie | 31.20 MWh/Jahr | Produzierbar | 971 kWh/kWp/Jahr |
| Systemproduktion | | Performance Ratio PR | 86.9 % | | |

Spezifischer Ertrag (pro installiertem kWp): Nennleistung 32.1 kWp



Performance Ratio PR



Dach 7

Bilanzen und Hauptergebnisse

| | GlobHor | T Amb | GlobInc | GlobEff | EArray | E_Grid | EffArrR | EffSysR |
|------------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| | kWh/m ² | °C | kWh/m ² | kWh/m ² | MWh | MWh | % | % |
| Januar | 20.1 | 0.65 | 26.4 | 24.8 | 0.772 | 0.743 | 15.03 | 14.48 |
| Februar | 36.3 | 1.29 | 42.6 | 40.5 | 1.273 | 1.234 | 15.35 | 14.88 |
| März | 75.1 | 4.09 | 85.7 | 82.0 | 2.560 | 2.490 | 15.36 | 14.94 |
| April | 118.1 | 8.81 | 126.1 | 121.4 | 3.702 | 3.603 | 15.09 | 14.68 |
| Mai | 154.6 | 13.79 | 159.5 | 153.5 | 4.556 | 4.433 | 14.68 | 14.29 |
| Juni | 161.2 | 16.04 | 162.9 | 157.0 | 4.618 | 4.493 | 14.57 | 14.18 |
| Juli | 154.6 | 18.44 | 156.1 | 150.2 | 4.380 | 4.260 | 14.42 | 14.02 |
| August | 134.6 | 18.08 | 140.2 | 134.9 | 3.947 | 3.841 | 14.47 | 14.08 |
| September | 90.7 | 14.46 | 101.7 | 97.5 | 2.900 | 2.821 | 14.65 | 14.25 |
| Oktober | 54.3 | 9.53 | 65.3 | 62.2 | 1.906 | 1.852 | 15.01 | 14.58 |
| November | 23.7 | 4.44 | 30.1 | 28.3 | 0.874 | 0.842 | 14.94 | 14.39 |
| Dezember | 16.2 | 1.31 | 21.3 | 19.9 | 0.614 | 0.589 | 14.82 | 14.22 |
| Jahr | 1039.4 | 9.29 | 1117.8 | 1072.2 | 32.102 | 31.201 | 14.76 | 14.35 |

| | | | |
|-------------------|--|---------|--------------------------------------|
| Legenden: GlobHor | Horizontale Globalstrahlung | EArray | Effektive Energie am PV-Feld-Ausgang |
| T Amb | Umgebungstemperatur | E_Grid | Ins Netz eingespeiste Energie |
| GlobInc | Globaleinstrahlung auf Kollektorfläche | EffArrR | Wirkungr. Eaus PV-Gen./ Brutto-FI. |
| GlobEff | Effektive Globalstr. (IAM u. Verschattungen) | EffSysR | Wirkungr. Eaus System./ Brutto-FI. |

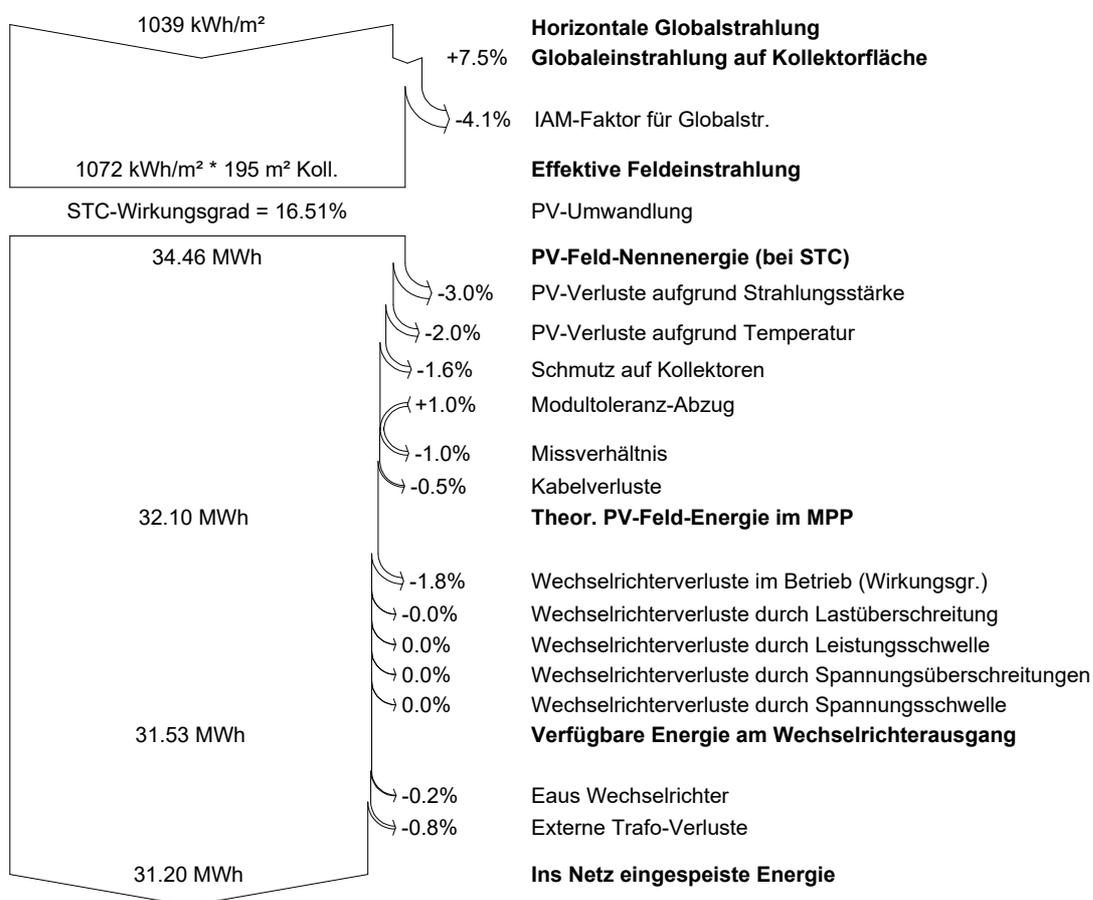
Netz gekoppeltes System: Verlust-Diagramm

Projekt : Ringfurth

Simulationsvariante : Dach 7

| | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Hauptsystemparameter | Systemtyp | Netz gekoppelt | |
| PV-Feld-Ausrichtung | Neigung | 15° | Azimut 45° |
| PV-Module | Modell | JAP6-60-270-4BB | Pnenn 270 Wp |
| PV-Feld | Anzahl der Module | 119 | Pnenn Total 32.1 kWp |
| Wechselrichter | Modell | sun2000-33kti | Pnenn 30.0 kW ac |
| Benutzeranforderungen | Unbegrenzte Last (Netz) | | |

Ganzjahres-Verlustdiagramm



Netz gekoppeltes System: Simulationsparameter

| | | | | |
|-----------------------------|------------------------------|---------------|--------------------|--------|
| Projekt : | Ringfurth | | | |
| Geografische Station | Birkholz | Land | Deutschland | |
| Lage | Breitengrad | 52.4°N | Längengrad | 11.8°E |
| Zeit definiert als | Ortszeit | Zeitzone UT+1 | geo. Höhe | 38 m |
| | Albedo | 0.20 | | |
| Wetterdaten : | Birkholz, Meteororm SYN File | | | |

| | | | |
|------------------------------|------------------|----------------|--|
| Simulationsvariante : | Dach 8 | | |
| | Simulationsdatum | 16/04/18 10h02 | |

| | | | | | |
|---|----------------------------------|----------------------|------------------------|------------------|------------------|
| Simulationsparameter | | | | | |
| Kollektorflächenausrichtung | Neigung | 15° | Azimut | 45° | |
| Horizont | Freier Horizont | | | | |
| Nahverschattungen | Keine Verschattungen | | | | |
| PV-Feld Eigenschaften | | | | | |
| PV-Modul | Si-poly | Modell | JAP6-60-270-4BB | | |
| | | Hersteller | JA Solar | | |
| Anzahl PV-Module | | In Reihe | 20 Module | Parallel | 5 Stränge |
| Gesamtzahl der PV-Module | | Anzahl Module | 100 | Nennleistung | 270 Wp |
| PV-Feld Leistung | | Nennleistung (STC) | 27.00 kWp | Bei Betriebsbed. | 24.16 kWp (50°C) |
| Feld Betriebsbedingungen (50°C) | | U mpp | 558 V | I mpp | 43 A |
| Gesamtoberfläche | | Moduloberfläche | 164 m² | Zelloberfläche | 147 m² |
| Wechselrichter | | | | | |
| | | Modell | SUN2000-20k TL | | |
| | | Hersteller | Huawei Technologies | | |
| Kriterien | | Betriebsspannung | 480-800 V | Nennleistung | 20.0 kW AC |
| PV-Feld Verlustgrößen | | | | | |
| Thermischer Verlustfaktor | Uc (konst) | 20.0 W/m²K | Uv (Wind) | 1.5 W/m²K / m/s | |
| => Effektive Funktionstemperatur (G=800 W/m², TUmgebung=20°C, Windgesch.=1m/s.) | NOCT | | | 53 °C | |
| Kabelverluste | Gesamtfeld-Widerstand | 145 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC | |
| Schmutz auf Kollektoren | | | Verlustanteil | 1.5 % | |
| Leistungstolleranzabzug | | | Verlustanteil | -1.0 % | |
| Mismatch-Verluste Module | | | Verlustanteil | 1.0 % am MPP | |
| Einfallswinkeleffekt (ASHRAE) | IAM = | 1 - bo (1/cos i - 1) | bo Parameter | 0.05 | |
| Verlustfaktoren des Systems | | | | | |
| AC Kabelverlust zwischen Wechselrichter und Trafostation | Wandlungsleistung | 400 Vac tri | | | |
| | Drähte | 48 m 3x35 mm² | Verlustanteil | 0.5 % bei STC | |
| Externer Transformator | Verlust Eisen (Night disconnect) | 27 W | Verlustanteil | 0.1 % bei STC | |
| | Widerstands-/Induktions-Verluste | 60.3 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC | |
| Benutzeranforderungen : | Unbegrenzte Last (Netz) | | | | |

Netz gekoppeltes System: Hauptergebnisse

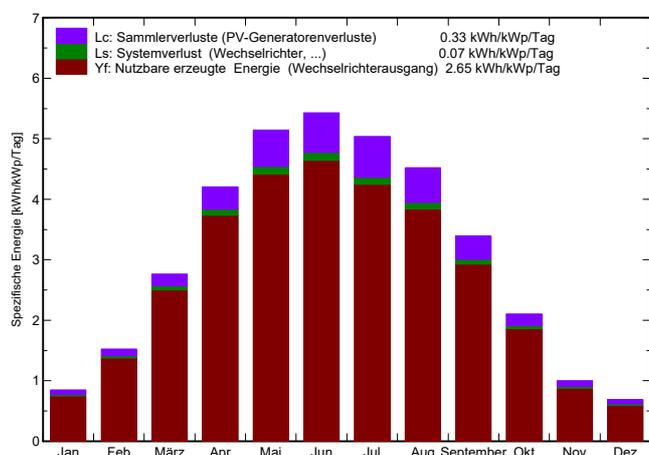
Projekt : Ringfurth

Simulationsvariante : Dach 8

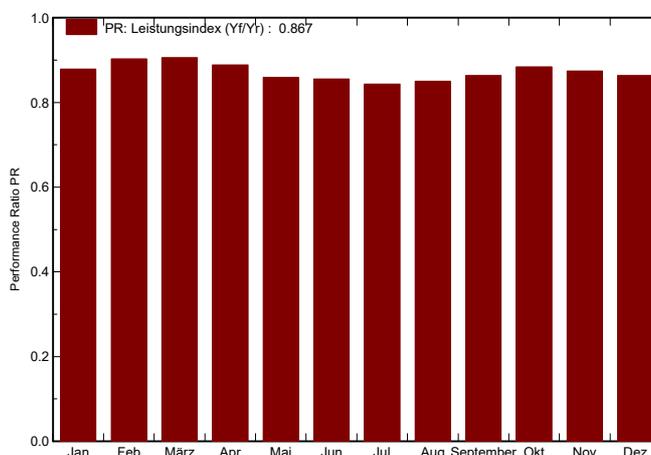
| | | | | | |
|-----------------------------|--|-------------------------|-----------------------|-------------|------------------|
| Hauptsystemparameter | | Systemtyp | Netz gekoppelt | | |
| PV-Feld-Ausrichtung | | Neigung | 15° | Azimet | 45° |
| PV-Module | | Modell | JAP6-60-270-4BB | Pnenn | 270 Wp |
| PV-Feld | | Anzahl der Module | 100 | Pnenn Total | 27.00 kWp |
| Wechselrichter | | Modell | SUN2000-20k TL | Pnenn | 20.00 kW ac |
| Benutzeranforderungen | | Unbegrenzte Last (Netz) | | | |

| | | | | | |
|-----------------------------------|--|-------------------------|-----------------------|--------------|------------------|
| Hauptsimulationsergebnisse | | Erzeugte Energie | 26.15 MWh/Jahr | Produzierbar | 969 kWh/kWp/Jahr |
| Systemproduktion | | Performance Ratio PR | 86.7 % | | |

Spezifischer Ertrag (pro installiertem kWp): Nennleistung 27.00 kWp



Performance Ratio PR



Dach 8

Bilanzen und Hauptergebnisse

| | GlobHor | T Amb | GlobInc | GlobEff | EArray | E_Grid | EffArrR | EffSysR |
|------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| | kWh/m ² | °C | kWh/m ² | kWh/m ² | MWh | MWh | % | % |
| Januar | 20.1 | 0.65 | 26.4 | 24.8 | 0.649 | 0.626 | 15.03 | 14.51 |
| Februar | 36.3 | 1.29 | 42.6 | 40.5 | 1.070 | 1.040 | 15.35 | 14.91 |
| März | 75.1 | 4.09 | 85.7 | 82.0 | 2.151 | 2.095 | 15.36 | 14.96 |
| April | 118.1 | 8.81 | 126.1 | 121.4 | 3.106 | 3.025 | 15.07 | 14.67 |
| Mai | 154.6 | 13.79 | 159.5 | 153.5 | 3.802 | 3.700 | 14.58 | 14.19 |
| Juni | 161.2 | 16.04 | 162.9 | 157.0 | 3.866 | 3.760 | 14.52 | 14.12 |
| Juli | 154.6 | 18.44 | 156.1 | 150.2 | 3.654 | 3.555 | 14.31 | 13.92 |
| August | 134.6 | 18.08 | 140.2 | 134.9 | 3.305 | 3.216 | 14.42 | 14.03 |
| September | 90.7 | 14.46 | 101.7 | 97.5 | 2.437 | 2.372 | 14.65 | 14.26 |
| Oktober | 54.3 | 9.53 | 65.3 | 62.2 | 1.601 | 1.558 | 15.01 | 14.60 |
| November | 23.7 | 4.44 | 30.1 | 28.3 | 0.735 | 0.710 | 14.94 | 14.43 |
| Dezember | 16.2 | 1.31 | 21.3 | 19.9 | 0.516 | 0.497 | 14.82 | 14.26 |
| Jahr | 1039.4 | 9.29 | 1117.8 | 1072.2 | 26.893 | 26.154 | 14.71 | 14.31 |

| | | | |
|-------------------|--|---------|--------------------------------------|
| Legenden: GlobHor | Horizontale Globalstrahlung | EArray | Effektive Energie am PV-Feld-Ausgang |
| T Amb | Umgebungstemperatur | E_Grid | Ins Netz eingespeiste Energie |
| GlobInc | Globaleinstrahlung auf Kollektorfläche | EffArrR | Wirkungr. Eaus PV-Gen./ Brutto-FI. |
| GlobEff | Effektive Globalstr. (IAM u. Verschattungen) | EffSysR | Wirkungr. Eaus System./ Brutto-FI. |

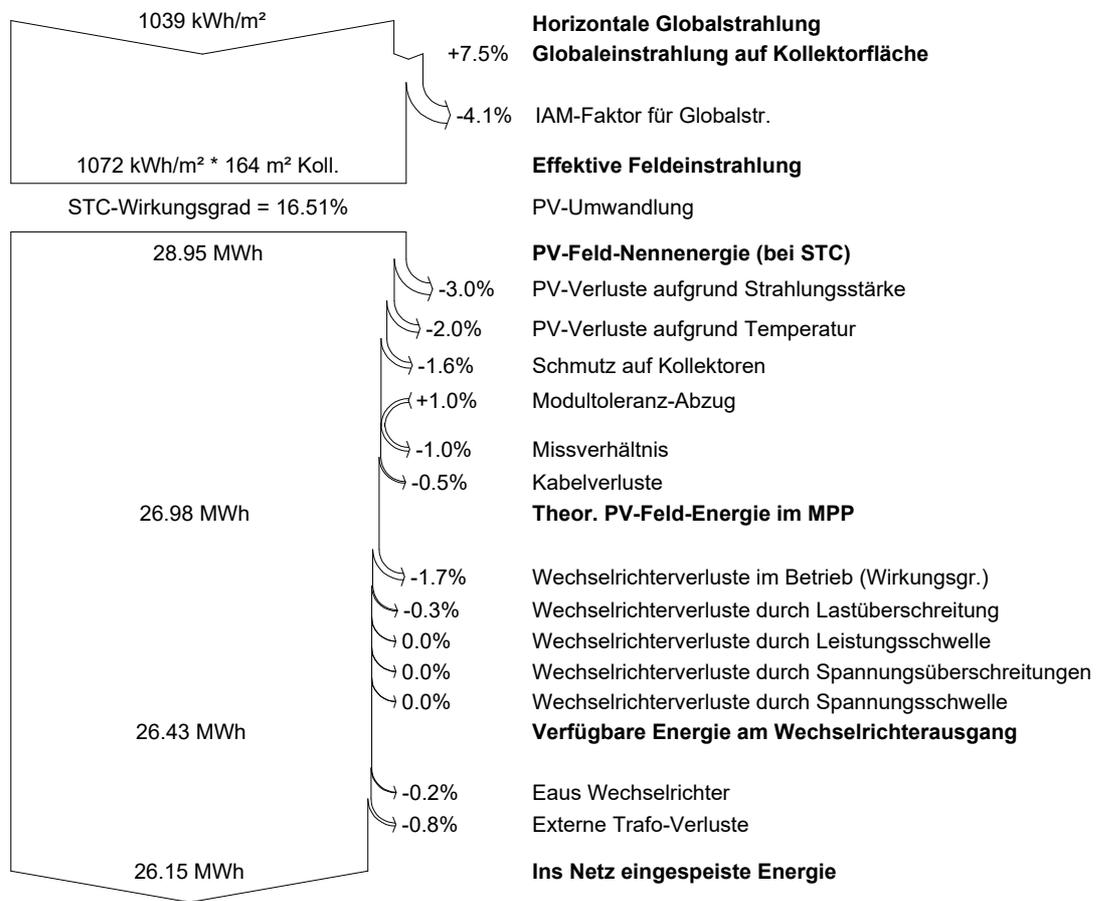
Netz gekoppeltes System: Verlust-Diagramm

Projekt : Ringfurth

Simulationsvariante : Dach 8

| | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Hauptsystemparameter | Systemtyp | Netz gekoppelt | |
| PV-Feld-Ausrichtung | Neigung | 15° | Azimut 45° |
| PV-Module | Modell | JAP6-60-270-4BB | Pnenn 270 Wp |
| PV-Feld | Anzahl der Module | 100 | Pnenn Total 27.00 kWp |
| Wechselrichter | Modell | SUN2000-20k TL | Pnenn 20.00 kW ac |
| Benutzeranforderungen | Unbegrenzte Last (Netz) | | |

Ganzjahres-Verlustdiagramm



Netz gekoppeltes System: Simulationsparameter

| | | | |
|-----------------------------|------------------------------|-------------|--------------------|
| Projekt : | Ringfurth | | |
| Geografische Station | Birkholz | Land | Deutschland |
| Lage | Breitengrad 52.4°N | Längengrad | 11.8°E |
| Zeit definiert als | Ortszeit Albedo 0.20 | geo. Höhe | 38 m |
| Wetterdaten : | Birkholz, Meteororm SYN File | | |

| | | | |
|------------------------------|------------------|----------------|--|
| Simulationsvariante : | Dach 9 | | |
| | Simulationsdatum | 16/04/18 10h09 | |

| | | | | |
|---|--|----------------------|------------------------|-----------------------------------|
| Simulationsparameter | | | | |
| Kollektorflächenausrichtung | Neigung | 15° | Azimut | -135° |
| Horizont | Freier Horizont | | | |
| Nahverschattungen | Keine Verschattungen | | | |
| PV-Felder Eigenschaften (2 definierte Feldtypen) | | | | |
| PV-Modul | Si-poly | Modell | JAP6-60-270-4BB | |
| | | Hersteller | JA Solar | |
| Feld#1: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 17 Module | Parallel 4 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 68 | Nennleistung 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 18.36 kWp | Bei Betriebsbed. 16.43 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 474 V | I mpp 35 A |
| Feld#2: | Anzahl PV-Module | In Reihe | 18 Module | Parallel 4 Stränge |
| | Gesamtzahl der PV-Module | Anzahl Module | 72 | Nennleistung 270 Wp |
| | PV-Feld Leistung | Nennleistung (STC) | 19.44 kWp | Bei Betriebsbed. 17.39 kWp (50°C) |
| | Feld Betriebsbedingungen (50°C) | U mpp | 502 V | I mpp 35 A |
| Total | PV-Felder Gesamtleistung | Nennleistung (STC) | 38 kWp | Total 140 Module |
| | | Moduloberfläche | 229 m² | Zelloberfläche 206 m² |
| Wechselrichter | | | | |
| | | Modell | sun2000-33kti | |
| | | Hersteller | huawei | |
| | | Betriebsspannung | 200-800 V | Nennleistung 30.0 kW AC |
| Feld#1: | Anzahl der Wechselrichter | 0.5 | Gesamtleistung | 15.0 kW AC |
| Feld#2: | Anzahl der Wechselrichter | 0.5 | Gesamtleistung | 15.0 kW AC |
| Total | Anzahl der Wechselrichter | 1 | Gesamtleistung | 30 kW AC |
| PV-Feld Verlustgrößen | | | | |
| Thermischer Verlustfaktor | Uc (konst) | 20.0 W/m²K | Uv (Wind) | 1.5 W/m²K / m/s |
| | => Effektive Funktionstemperatur (G=800 W/m², TUmgebung=20°C, Windgesch.=1m/s.) NOCT 53 °C | | | |
| Kabelverluste | Feld#1 | 153 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Feld#2 | 163 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| | Global | | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |
| Schmutz auf Kollektoren | | | Verlustanteil | 1.5 % |
| Leistungstolleranzabzug | | | Verlustanteil | -1.0 % |
| Mismatch-Verluste Module | | | Verlustanteil | 1.0 % am MPP |
| Einfallswinkeleffekt (ASHRAE) | IAM = | 1 - bo (1/cos i - 1) | bo Parameter | 0.05 |
| Verlustfaktoren des Systems | | | | |
| AC Kabelverlust zwischen Wechselrichter und Transformator | Wandlungsleistung | 400 Vac tri | | |
| | Drähte | 34 m 3x35.0 mm² | Verlustanteil | 0.5 % bei STC |
| Externer Transformator Verlust Eisen (Night disconnect) | | 37 W | Verlustanteil | 0.1 % bei STC |
| Widerstands-/Induktions-Verluste | | 43.0 mOhm | Verlustanteil | 1.0 % bei STC |

Netz gekoppeltes System: Simulationsparameter (weiter)

Benutzeranforderungen : Unbegrenzte Last (Netz)

Netz gekoppeltes System: Hauptergebnisse

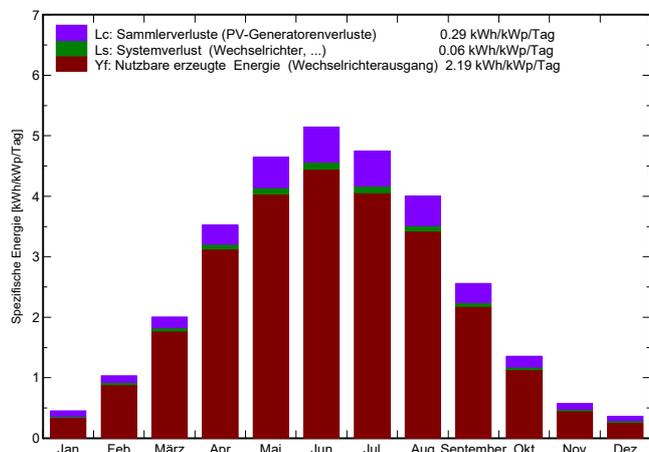
Projekt : Ringfurth

Simulationsvariante : Dach 9

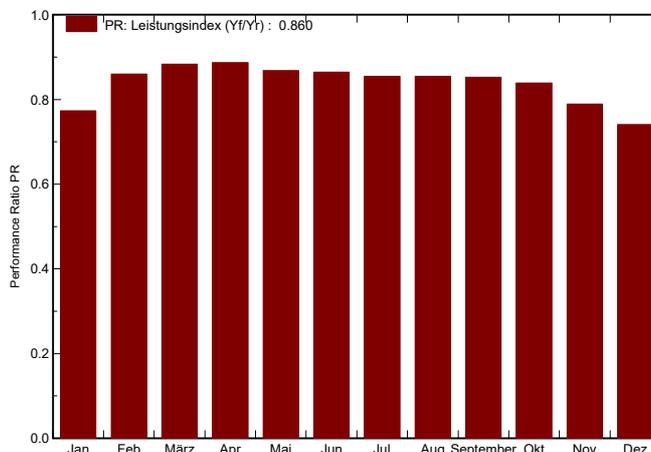
| | | | | | |
|-----------------------------|--|-------------------------|-----------------------|-------------|-----------------|
| Hauptsystemparameter | | Systemtyp | Netz gekoppelt | | |
| PV-Feld-Ausrichtung | | Neigung | 15° | Azimet | -135° |
| PV-Module | | Modell | JAP6-60-270-4BB | Pnenn | 270 Wp |
| PV-Feld | | Anzahl der Module | 140 | Pnenn Total | 37.8 kWp |
| Wechselrichter | | Modell | sun2000-33ktl | Pnenn | 30.0 kW ac |
| Benutzeranforderungen | | Unbegrenzte Last (Netz) | | | |

| | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------|------------------|
| Hauptsimulationsergebnisse | | | | |
| Systemproduktion | Erzeugte Energie | 30.15 MWh/Jahr | Produzierbar | 798 kWh/kWp/Jahr |
| | Performance Ratio PR | 86.0 % | | |

Spezifischer Ertrag (pro installiertem kWp): Nennleistung 37.8 kWp



Performance Ratio PR



Dach 9

Bilanzen und Hauptergebnisse

| | GlobHor | T Amb | GlobInc | GlobEff | EArray | E_Grid | EffArrR | EffSysR |
|------------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| | kWh/m ² | °C | kWh/m ² | kWh/m ² | MWh | MWh | % | % |
| Januar | 20.1 | 0.65 | 14.0 | 12.5 | 0.435 | 0.410 | 13.56 | 12.77 |
| Februar | 36.3 | 1.29 | 28.9 | 26.6 | 0.975 | 0.941 | 14.71 | 14.20 |
| März | 75.1 | 4.09 | 62.2 | 58.1 | 2.137 | 2.077 | 15.00 | 14.58 |
| April | 118.1 | 8.81 | 105.7 | 100.4 | 3.641 | 3.547 | 15.04 | 14.66 |
| Mai | 154.6 | 13.79 | 144.1 | 137.6 | 4.856 | 4.730 | 14.72 | 14.34 |
| Juni | 161.2 | 16.04 | 154.3 | 147.9 | 5.178 | 5.044 | 14.66 | 14.28 |
| Juli | 154.6 | 18.44 | 147.2 | 141.0 | 4.884 | 4.756 | 14.49 | 14.11 |
| August | 134.6 | 18.08 | 124.2 | 118.3 | 4.119 | 4.013 | 14.49 | 14.12 |
| September | 90.7 | 14.46 | 76.8 | 72.0 | 2.542 | 2.474 | 14.47 | 14.08 |
| Oktober | 54.3 | 9.53 | 42.0 | 38.5 | 1.376 | 1.332 | 14.32 | 13.86 |
| November | 23.7 | 4.44 | 17.2 | 15.4 | 0.542 | 0.514 | 13.75 | 13.04 |
| Dezember | 16.2 | 1.31 | 11.3 | 9.9 | 0.338 | 0.315 | 13.09 | 12.23 |
| Jahr | 1039.4 | 9.29 | 927.9 | 878.3 | 31.022 | 30.152 | 14.60 | 14.19 |

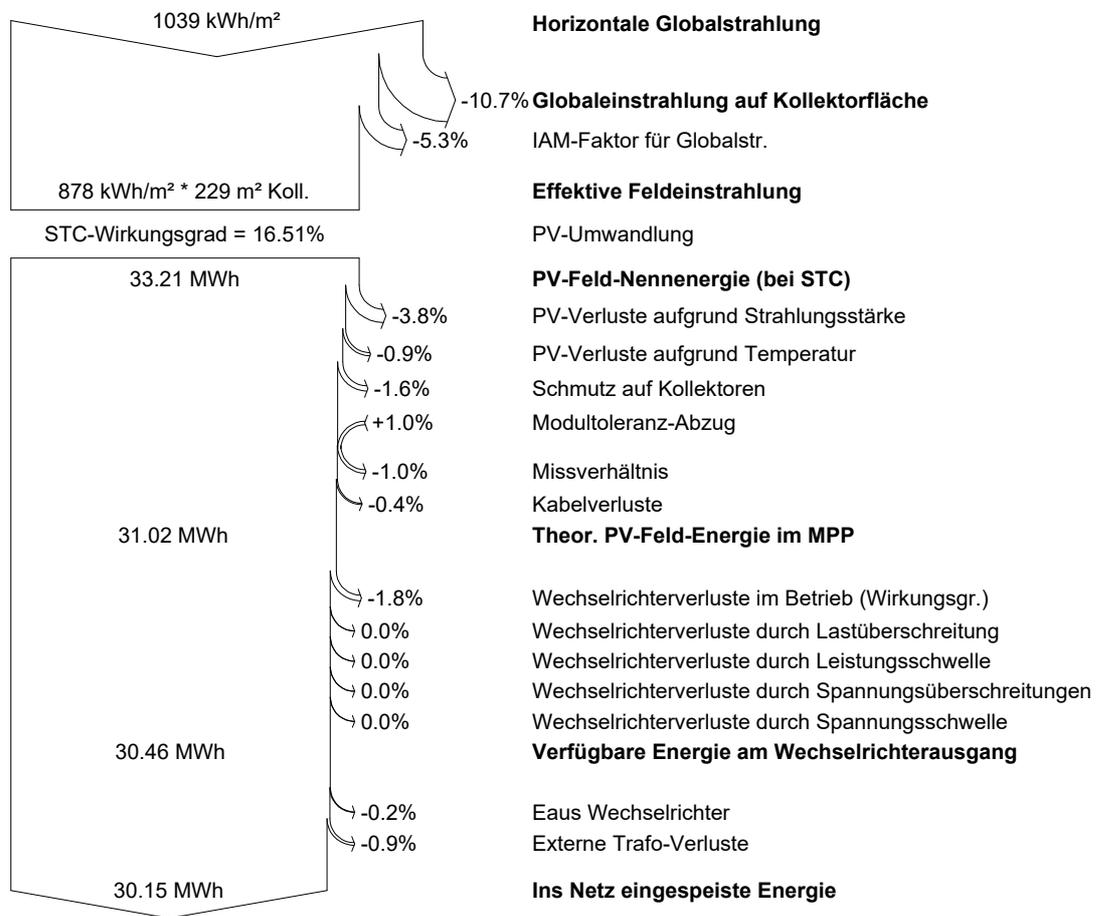
| | | | | |
|-----------|---------|--|---------|--------------------------------------|
| Legenden: | GlobHor | Horizontale Globalstrahlung | EArray | Effektive Energie am PV-Feld-Ausgang |
| | T Amb | Umgebungstemperatur | E_Grid | Ins Netz eingespeiste Energie |
| | GlobInc | Globaleinstrahlung auf Kollektorfläche | EffArrR | Wirkungsgr. Eaus PV-Gen./ Brutto-FI. |
| | GlobEff | Effektive Globalstr. (IAM u. Verschattungen) | EffSysR | Wirkungsgr. Eaus System./ Brutto-FI. |

Netz gekoppeltes System: Verlust-Diagramm

Projekt : Ringfurth
Simulationsvariante : Dach 9

| | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Hauptsystemparameter | Systemtyp | Netz gekoppelt | |
| PV-Feld-Ausrichtung | Neigung | 15° | Azimut -135° |
| PV-Module | Modell | JAP6-60-270-4BB | Pnenn 270 Wp |
| PV-Feld | Anzahl der Module | 140 | Pnenn Total 37.8 kWp |
| Wechselrichter | Modell | sun2000-33ktl | Pnenn 30.0 kW ac |
| Benutzeranforderungen | Unbegrenzte Last (Netz) | | |

Ganzjahres-Verlustdiagramm



greenius Technologie-Zusammenfassung - Projekt Ringfurth

| | | |
|--|----------------|-------------------------|
| Meteorologische Daten: | | 1+6+9 |
| Globale Horizontalstrahlung (GHI) | 1039,4 | kWh/(m ² ·a) |
| Diffuse Horizontalstrahlung (Diff) | 564,6 | kWh/(m ² ·a) |
| Direkte Horizontalstrahlung (DHI) | 474,8 | kWh/(m ² ·a) |
| Einstrahlung in Modulebene | 958,3 | kWh/(m ² ·a) |
| jahresmittlere Umgebungstemperatur | 9,3 | °C |
| Diffusstrahlungsmodell | Klucher | |
| Standort und Ausrichtung: | | |
| Standort | Default | |
| Breitengrad | 52,414 | °N |
| Längengrad | 11,843 | °O |
| Feste Installation (keine Nachführung) | | |
| Azimutwinkel | -135 | ° |
| Elevationswinkel | 15 | ° |
| Photovoltaik-Systemauslegung: | | |
| Nenn-Gleichspannung | 38,88 | kWp |
| Nenn-Wechselspannung | 38,41344 | kVA |
| Module: | JA-270-JAP6-4B | |
| Zahl der Module | 144 | |
| Wechselrichter: | HUAWEI SUN20 | |
| Zahl der Wechselrichter | 1 | |
| Gesamt-Modulfläche | 235,4616 | m ² |
| Simulationsergebnisse: | | |
| Elektrizitätsabgabe | 31789,4 | kWh/a |
| mittlerer Systemwirkungsgrad | 14,1 | % |
| mittlerer Modulwirkungsgrad | 14,5 | % |
| mittlerer Wechselrichterwirkungsgrad | 98,4 | % |
| jährlicher Leistungsfaktor (PR) | 0,85 | |
| jährlicher spezifischer Ertrag (YF) | 817,6 | kWh/kWp |
| Volllaststunden | 818 | h/a |

greenius Technologie-Zusammenfassung - Projekt Ringfurth

| | | |
|--|----------------|-------------------------|
| Meteorologische Daten: | | 2+7+8 |
| Globale Horizontalstrahlung (GHI) | 1039,4 | kWh/(m ² ·a) |
| Diffuse Horizontalstrahlung (Diff) | 564,6 | kWh/(m ² ·a) |
| Direkte Horizontalstrahlung (DHI) | 474,8 | kWh/(m ² ·a) |
| Einstrahlung in Modulebene | 1148,8 | kWh/(m ² ·a) |
| jahresmittlere Umgebungstemperatur | 9,3 | °C |
| Diffusstrahlungsmodell | Klucher | |
| Standort und Ausrichtung: | | |
| Standort | Default | |
| Breitengrad | 52,414 | °N |
| Längengrad | 11,843 | °O |
| Feste Installation (keine Nachführung) | | |
| Azimutwinkel | 45 | ° |
| Elevationswinkel | 15 | ° |
| Photovoltaik-Systemauslegung: | | |
| Nenn-Gleichspannung | 38,88 | kWp |
| Nenn-Wechselspannung | 38,41344 | kVA |
| Module: | JA-270-JAP6-4B | |
| Zahl der Module | 144 | |
| Wechselrichter: | HUAWEI SUN20 | |
| Zahl der Wechselrichter | 1 | |
| Gesamt-Modulfläche | 235,4616 | m ² |
| Simulationsergebnisse: | | |
| Elektrizitätsabgabe | 38338,2 | kWh/a |
| mittlerer Systemwirkungsgrad | 14,2 | % |
| mittlerer Modulwirkungsgrad | 14,6 | % |
| mittlerer Wechselrichterwirkungsgrad | 98,5 | % |
| jährlicher Leistungsfaktor (PR) | 0,86 | |
| jährlicher spezifischer Ertrag (YF) | 986,1 | kWh/kWp |
| Volllaststunden | 986 | h/a |

greenius Technologie-Zusammenfassung - Projekt Ringfurth

| | | |
|--|----------------|-------------------------|
| Meteorologische Daten: | | 3 |
| Globale Horizontalstrahlung (GHI) | 1039,4 | kWh/(m ² ·a) |
| Diffuse Horizontalstrahlung (Diff) | 564,6 | kWh/(m ² ·a) |
| Direkte Horizontalstrahlung (DHI) | 474,8 | kWh/(m ² ·a) |
| Einstrahlung in Modulebene | 1140,5 | kWh/(m ² ·a) |
| jahresmittlere Umgebungstemperatur | 9,3 | °C |
| Diffusstrahlungsmodell | klucher | |
| Standort und Ausrichtung: | | |
| Standort | Default | |
| Breitengrad | 52,414 | °N |
| Längengrad | 11,843 | °O |
| Feste Installation (keine Nachführung) | | |
| Azimutwinkel | 45 | ° |
| Elevationswinkel | 13 | ° |
| Photovoltaik-Systemauslegung: | | |
| Nenn-Gleichspannung | 38,88 | kWp |
| Nenn-Wechselspannung | 38,41344 | kVA |
| Module: | JA-270-JAP6-4B | |
| Zahl der Module | 144 | |
| Wechselrichter: | HUAWEI SUN20 | |
| Zahl der Wechselrichter | 1 | |
| Gesamt-Modulfläche | 235,4616 | m ² |
| Simulationsergebnisse: | | |
| Elektrizitätsabgabe | 38079,5 | kWh/a |
| mittlerer Systemwirkungsgrad | 14,2 | % |
| mittlerer Modulwirkungsgrad | 14,6 | % |
| mittlerer Wechselrichterwirkungsgrad | 98,5 | % |
| jährlicher Leistungsfaktor (PR) | 0,86 | |
| jährlicher spezifischer Ertrag (YF) | 979,4 | kWh/kWp |
| Volllaststunden | 979 | h/a |

greenius Technologie-Zusammenfassung - Projekt Ringfurth

| | | |
|--|----------------|-------------------------|
| Meteorologische Daten: | | 4 |
| Globale Horizontalstrahlung (GHI) | 1039,4 | kWh/(m ² ·a) |
| Diffuse Horizontalstrahlung (Diff) | 564,6 | kWh/(m ² ·a) |
| Direkte Horizontalstrahlung (DHI) | 474,8 | kWh/(m ² ·a) |
| Einstrahlung in Modulebene | 950,5 | kWh/(m ² ·a) |
| jahresmittlere Umgebungstemperatur | 9,3 | °C |
| Diffusstrahlungsmodell | Klucher | |
| Standort und Ausrichtung: | | |
| Standort | Default | |
| Breitengrad | 52,414 | °N |
| Längengrad | 11,843 | °O |
| Feste Installation (keine Nachführung) | | |
| Azimutwinkel | -135 | ° |
| Elevationswinkel | 16 | ° |
| Photovoltaik-Systemauslegung: | | |
| Nenn-Gleichspannung | 38,88 | kWp |
| Nenn-Wechselspannung | 38,41344 | kVA |
| Module: | JA-270-JAP6-4B | |
| Zahl der Module | 144 | |
| Wechselrichter: | HUAWEI SUN20 | |
| Zahl der Wechselrichter | 1 | |
| Gesamt-Modulfläche | 235,4616 | m ² |
| Simulationsergebnisse: | | |
| Elektrizitätsabgabe | 31491,1 | kWh/a |
| mittlerer Systemwirkungsgrad | 14,1 | % |
| mittlerer Modulwirkungsgrad | 14,5 | % |
| mittlerer Wechselrichterwirkungsgrad | 98,4 | % |
| jährlicher Leistungsfaktor (PR) | 0,85 | |
| jährlicher spezifischer Ertrag (YF) | 810 | kWh/kWp |
| Volllaststunden | 810 | h/a |

greenius Technologie-Zusammenfassung - Projekt Ringfurth

| | | |
|--|----------------|-------------------------|
| Meteorologische Daten: | | 5 |
| Globale Horizontalstrahlung (GHI) | 1039,4 | kWh/(m ² ·a) |
| Diffuse Horizontalstrahlung (Diff) | 564,6 | kWh/(m ² ·a) |
| Direkte Horizontalstrahlung (DHI) | 474,8 | kWh/(m ² ·a) |
| Einstrahlung in Modulebene | 1152,7 | kWh/(m ² ·a) |
| jahresmittlere Umgebungstemperatur | 9,3 | °C |
| Diffusstrahlungsmodell | Klucher | |
| Standort und Ausrichtung: | | |
| Standort | Default | |
| Breitengrad | 52,414 | °N |
| Längengrad | 11,843 | °O |
| Feste Installation (keine Nachführung) | | |
| Azimutwinkel | 45 | ° |
| Elevationswinkel | 16 | ° |
| Photovoltaik-Systemauslegung: | | |
| Nenn-Gleichspannung | 38,88 | kWp |
| Nenn-Wechselspannung | 38,41344 | kVA |
| Module: | JA-270-JAP6-4B | |
| Zahl der Module | 144 | |
| Wechselrichter: | HUAWEI SUN20 | |
| Zahl der Wechselrichter | 1 | |
| Gesamt-Modulfläche | 235,4616 | m ² |
| Simulationsergebnisse: | | |
| Elektrizitätsabgabe | 38458,6 | kWh/a |
| mittlerer Systemwirkungsgrad | 14,2 | % |
| mittlerer Modulwirkungsgrad | 14,6 | % |
| mittlerer Wechselrichterwirkungsgrad | 98,5 | % |
| jährlicher Leistungsfaktor (PR) | 0,86 | |
| jährlicher spezifischer Ertrag (YF) | 989,2 | kWh/kWp |
| Volllaststunden | 989 | h/a |

Mittlere monatl. Tagessummen der Globalstrahlung
auf eine horizontale Ebene bezogen - vorläufige Werte

Standort : (geogr. Breite 52,414 / geogr. Länge 11,843)

© Deutscher Wetterdienst, 2018
Auswertung erstellt am 12.4.2018

| | | 1981-2010 | | PVGIS | | Satellite 1996 - 2000 | | Durchschnitt |
|-------------|------|---|-------------|-------|-------------|--|--|--------------|
| | | Mittlere monatliche Tagessumme in Wh/m ² | | | | durchschn. Tageswert in Wh/m ² | durchschn. Monatswert in kWh/m ² | |
| Jahr | | | | | | | | |
| Januar | 647 | 20 | 19 | 615 | 19 | 741 | 23 | 20 |
| Februar | 1285 | 36 | 35 | 1280 | 36 | 1.313 | 37 | 36 |
| März | 2279 | 71 | 72 | 2700 | 84 | 2.320 | 72 | 75 |
| April | 3834 | 115 | 110 | 4310 | 129 | 3.876 | 116 | 118 |
| Mai | 4946 | 153 | 151 | 5200 | 161 | 5.001 | 155 | 155 |
| Juni | 5241 | 157 | 158 | 5700 | 171 | 5.297 | 159 | 161 |
| Juli | 5082 | 158 | 154 | 5270 | 163 | 4.698 | 146 | 155 |
| August | 4323 | 134 | 133 | 4380 | 136 | 4.415 | 137 | 135 |
| September | 2976 | 89 | 88 | 3170 | 95 | 3.076 | 92 | 91 |
| Oktober | 1724 | 53 | 52 | 1850 | 57 | 1.695 | 53 | 54 |
| November | 759 | 23 | 22 | 790 | 24 | 900 | 27 | 24 |
| Dezember | 472 | 15 | 14 | 493 | 15 | 589 | 18 | 16 |
| Jahr | | 1024 | 1008 | | 1091 | 2.827 | 1.034 | 1039 |

WESTE-SOLAR

Mittlere monatl. Tagessummen der Globalstrahlung
auf eine horizontale Ebene bezogen - vorläufige Werte

Ausgewählte Standortkoordinaten

Standort : (geogr. Breite 52,414 / geogr. Länge 11,843)

Auswertung erstellt am 12.4.2018

Kontakt

www.dwd.de/WESTE

© Deutscher Wetterdienst, 2018

Deutscher Wetterdienst

Klima- und Umweltberatung

Mittlere monatl. Tagessummen der Globalstrahlung auf eine horizontale Ebene bezogen - vorläufige Werte

Standort : (geogr. Breite 52,414 / geogr. Länge 11,843)

© Deutscher Wetterdienst, 2018

Auswertung erstellt am 12.4.2018

| | 1981-2010 |
|-------------|---|
| | Mittlere monatliche Tagessumme in Wh/m ² |
| Januar | 647 |
| Februar | 1285 |
| März | 2279 |
| April | 3834 |
| Mai | 4946 |
| Juni | 5241 |
| Juli | 5082 |
| August | 4323 |
| September | 2976 |
| Oktober | 1724 |
| November | 759 |
| Dezember | 472 |
| | Jahressumme in kWh/m ² |
| Jahr | 1024 |

Standortname = Birkholz

Geogr. Breite [°] = 52,414, Geogr. Länge [°] = 11,843, Höhe [m] = 38, Klimaregion = III, 3

Strahlungsmodell = Standard (Stunde); Temperaturmodell = Standard (Stunde)

Modell für geneigte Flächen = Perez

Temperatur: Neue Periode = 1996-2005

Strahlung: Neue Periode = 1981-2000

RR: Nur 3 Station(en) für Interpolation

SD: Nur 4 Station(en) für Interpolation

RD: Nur 4 Station(en) für Interpolation

Nächste 3 Stationen: Gh: Potsdam (83 km), Braunschweig (96 km), Halle / Saale, Ger (100 km)

Nächste 3 Stationen: Ta: Wiesenberg (AUT) (54 km), CELLE (GER-ARMY) (126 km), HOLZDORF (117 km)

| Monat | H_Gh | H_Dh | H_Bn | Ta |
|-------|----------|----------|----------|------|
| | [kWh/m2] | [kWh/m2] | [kWh/m2] | [C] |
| Jan | 19 | 12 | 33 | 0,6 |
| Feb | 35 | 21 | 45 | 1,4 |
| Mar | 72 | 46 | 59 | 4,0 |
| Apr | 110 | 55 | 102 | 8,9 |
| Mai | 151 | 81 | 117 | 13,6 |
| Jun | 158 | 87 | 117 | 16,3 |
| Jul | 154 | 82 | 118 | 18,3 |
| Aug | 133 | 70 | 111 | 18,1 |
| Sep | 88 | 53 | 75 | 14,5 |
| Okt | 52 | 33 | 51 | 9,5 |
| Nov | 22 | 15 | 29 | 4,6 |
| Dez | 14 | 10 | 18 | 1,2 |
| Jahr | 1004 | 566 | 874 | 9,2 |

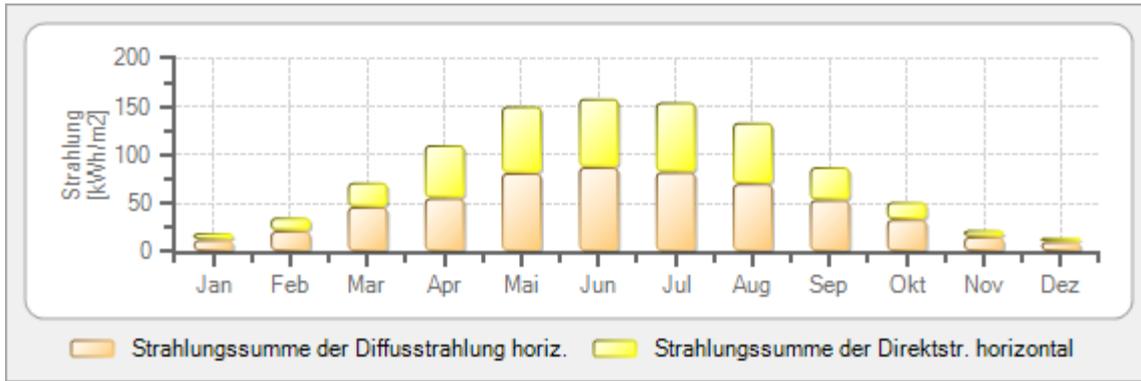
Legende:

H_Gh: Strahlungss. der Globalstrahlung horiz.

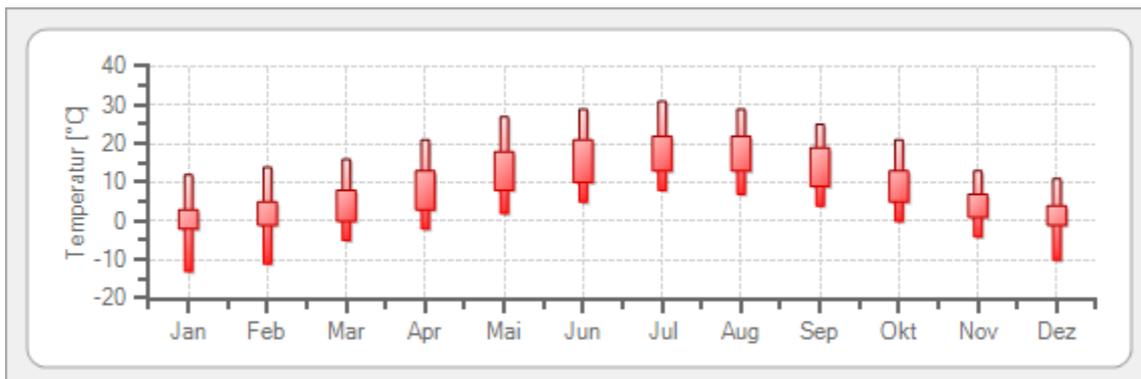
H_Dh: Strahlungssumme der Diffusstrahlung horiz.

H_Bn: Strahlungssumme der Direktnormalstrahlung

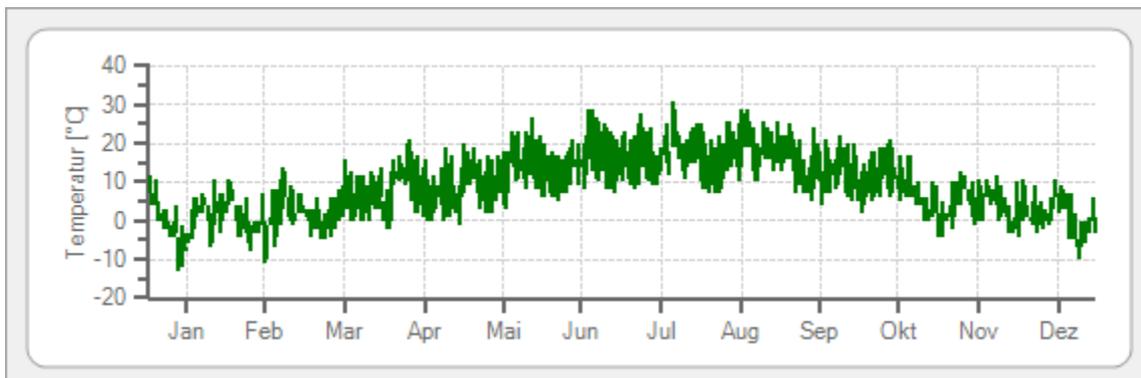
Ta: Lufttemperatur



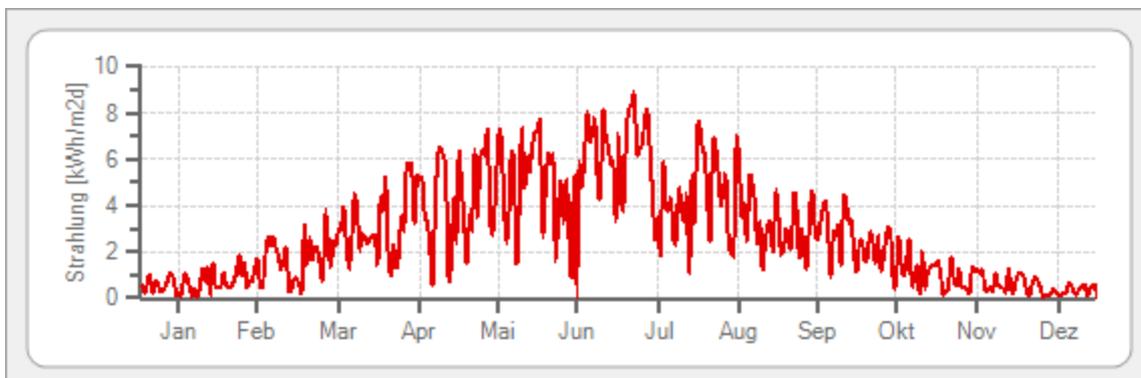
C:\Program Files (x86)\Common Files\mn61\output\Fig_ghdh1.png



C:\Program Files (x86)\Common Files\mn61\output\fig_tamima1.png



C:\Program Files (x86)\Common Files\mn61\output\fig_tadaily1.png



C:\Program Files (x86)\Common Files\mn61\output\fig_ghdaily1.png

S@tel-Light Your Site Outdoor Information

Created: 04/11/2018 19:56 - Copyright Satel-Light

The information presented in this document is based on Meteosat Satellite images obtained every half hour - See our [advanced guide](#) for more information.
Report problems to the [Satel-Light WebMaster](#).

S@tel-Light**Lat :** 52°24'50"N **Lon :** 11°50'34"E **Alt :** 37 m **ClockTime :** GMT+1 (Summer: GMT+2)**From :** Sunrise **To :** Sunset **Using :** Clock Time **Years :** 1996 to 2000 Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec All Months

Warning !, this section of the server is still in development !
During that time, it produces a file containing half hour values of all the parameters you requested.

[Download your parameter information file \(755 k\)](#)

This file has been compressed using the ZIP format. To uncompress it, use [WinZip](#) (Windows), [PKZIP](#) (Windows, Unix) or [ZipIt](#) (MacOS).

S@tel-Light Lat : 52°24'50"N **Lon :** 11°50'34"E **Alt :** 37 m**From :** Sunrise **To :** Sunset **Using :** Clock Time **Years :** 1996 to 2000**Information :** Percentage of Known, Derived, Missing and Night data (%)

| | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Total |
|----------------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Known | 78 | 84 | 87 | 82 | 78 | 76 | 78 | 82 | 86 | 84 | 79 | 75 | 81 |
| Derived | 22 | 16 | 13 | 18 | 22 | 24 | 22 | 18 | 14 | 15 | 21 | 25 | 19 |
| Missing | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Night | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

S@tel-Light Lat : 52°24'50"N **Lon :** 11°50'34"E **Alt :** 37 m**From :** Sunrise **To :** Sunset **Using :** Clock Time **Years :** 1996 to 2000**Parameter :** Global Horizontal Irradiance**Information :** Monthly Mean of daily sums (Wh/m2)

| | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Total |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Mean | 741 | 1313 | 2320 | 3876 | 5001 | 5297 | 4698 | 4415 | 3076 | 1695 | 900 | 589 | 2834 |

Incident global irradiation for the chosen location

Location: 52°24'50" North, 11°50'34" East, Elevation: 39 m a.s.l.,

Optimal inclination angle is: 37 degrees

Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.0 %

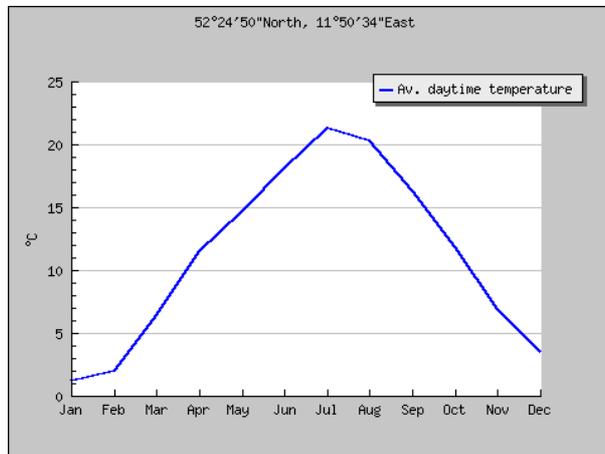
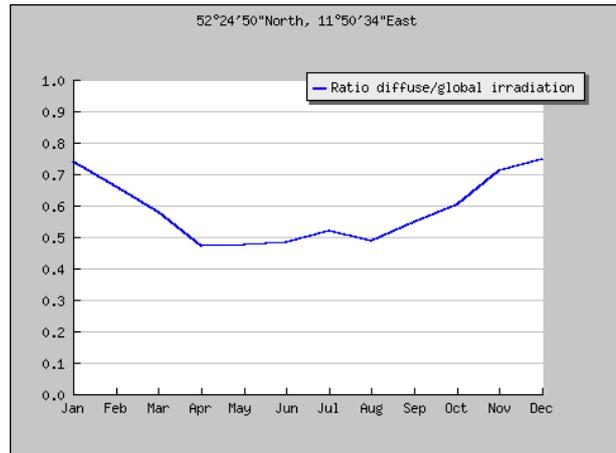
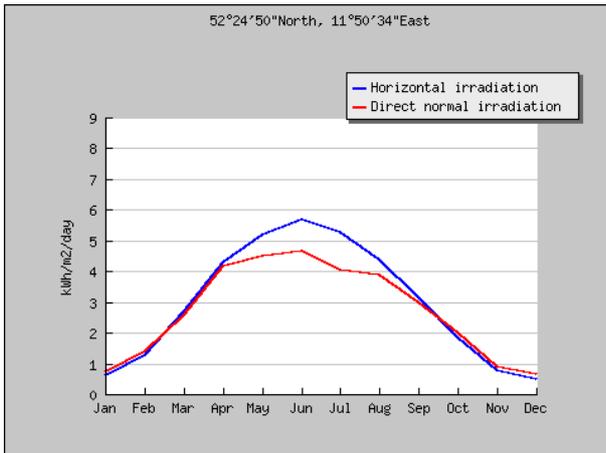
| Month | Hh | DNI | D/G | TD |
|-------|------|------|------|------|
| Jan | 615 | 731 | 0.74 | 1.2 |
| Feb | 1280 | 1380 | 0.66 | 2.0 |
| Mar | 2700 | 2580 | 0.58 | 6.4 |
| Apr | 4310 | 4190 | 0.47 | 11.5 |
| May | 5200 | 4480 | 0.47 | 14.7 |
| Jun | 5700 | 4680 | 0.48 | 18.1 |
| Jul | 5270 | 4060 | 0.52 | 21.3 |
| Aug | 4380 | 3880 | 0.49 | 20.3 |
| Sep | 3170 | 2970 | 0.55 | 16.3 |
| Oct | 1850 | 2000 | 0.61 | 11.8 |
| Nov | 790 | 914 | 0.71 | 6.9 |
| Dec | 493 | 639 | 0.75 | 3.5 |
| Year | 2990 | 2710 | 0.53 | 11.2 |

Hh: Irradiation on horizontal plane (Wh/m²/day)

DNI: Direct normal irradiation (Wh/m²/day)

D/G: Ratio of diffuse to global irradiation (-)

TD: Average daytime temperature (°C)



PVGIS (c) European Communities, 2001-2012

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

Disclaimer:

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. However the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

This information is:

- of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity;
- not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date;
- not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.