



Photovoltaikanlagen – Feinplanung für die Stadt Ibbenbüren -Eigenstromverbrauchskalkulation-

IP SYSCON GmbH, Dorothea Ludwig

GeoForum MV 07./08. April 2014

Hintergrund

Photovoltaikanlagen-Feinplanung, Eigenstromverbrauchskalkulation

- **Ziele:**
 - Installation von PV-Anlagen auf öffentlichen Gebäuden der Stadt Ibbenbüren
 - genaue Wirtschaftlichkeitsanalyse der PV-Anlagen im Vorfeld
- **Vorgehen:**
 - exakte Analyse der solaren Einstrahlung in einer 15-Minuten-Auflösung über den Tag und für das gesamte Jahr
 - genaue Kalkulation der Stromproduktion über den Tag und für das gesamte Jahr
 - Berechnung des Eigenstromverbrauchs pro Tag und Jahr durch Gegenüberstellung der Stromproduktion mit Verbrauchsdaten
 - PV-Anlagen Feinplanung und Kalkulation der Kosten
 - Wirtschaftlichkeitsberechnung



Untersuchungsgebiete

Plangebiet



Johannes-Kepler-Gymnasium

- Flachdach
- Ost-/West-Aufständerung
- 15° Neigung
- 144 kWp Leistung
- 940,9 m² Anlagengröße





Verfahren

Methodik

Abfolge

Schritt 1

- Aufbau der Gebäudesituation und des Umfeldes über Laserscandaten & Baupläne

Schritt 2

- Voranalyse Einstrahlung und Abschattungsberechnung
- Feinanalyse Einstrahlung in Minutenauflösung

Schritt 3

- Aufsummierung Einstrahlung zu 15 Minuten-Wert
- Berechnung Stromertrag in 15 Minutenauflösung

Schritt 4

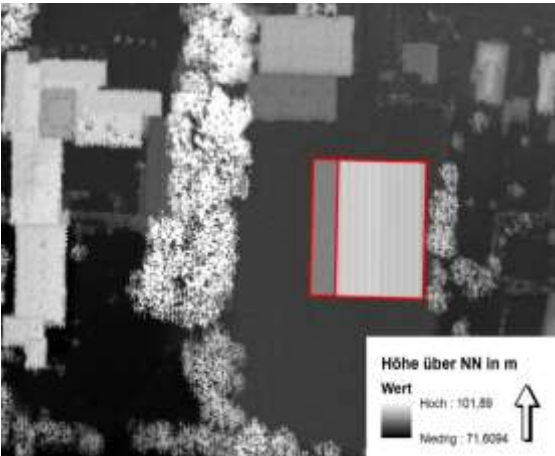
- Gegenüberstellung PV-Strom mit Lastgang (Stromverbrauch)
- Berechnung Deckungsanteil in 15 Minutenauflösung

Datengrundlage

Datenaufbereitung



- Laserscannerdaten für DOM Bestand
- Baupläne
 - Geplanter Gebäudegrundriss/-höhe etc.



- 3D- Modellierung des Neubaus
- Integration des Neubaus in digitales Oberflächenmodell
- Simulation PV-Anlage (Aufständigung/Ausrichtung/Neigung)
- Simulation Baumwachstum (7 m bei Kepler-Halle)

Voranalyse Einstrahlung und Abschattung

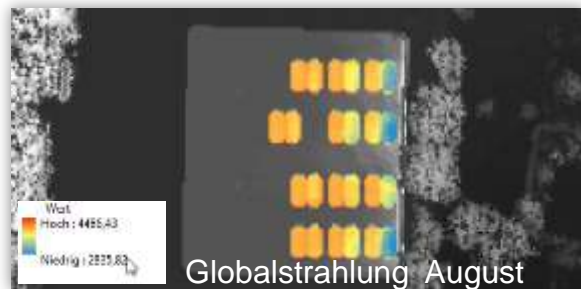
Berechnung der solaren Einstrahlung pro Monat



- Berechnung der solar nutzbaren Strahlung pro Monat
- Ableitung der Verschattung durch Bäume im Osten des Daches



- Berücksichtigung des Baumwachstums

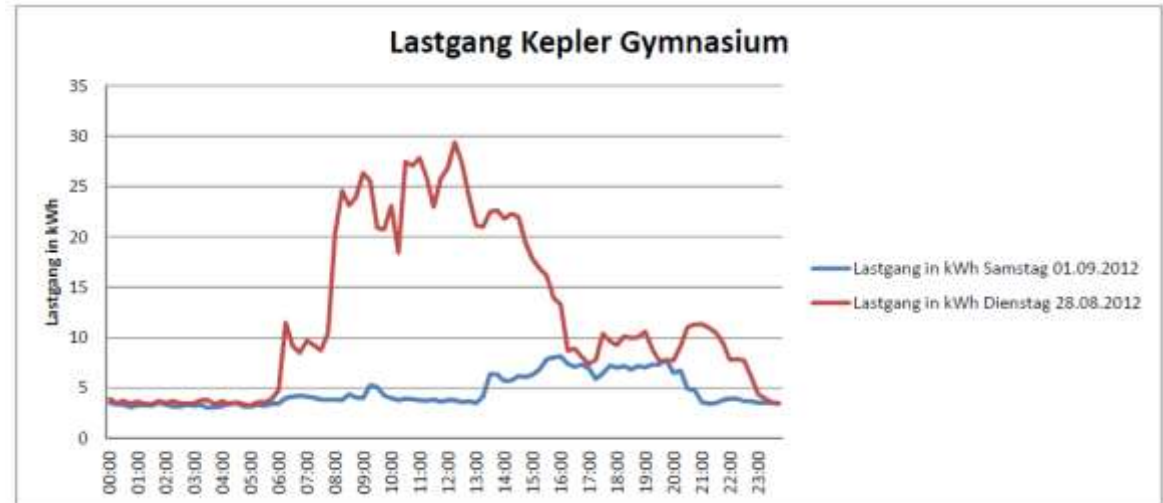


- Ermittlung der unverschatteten Dachteilfläche

Grundlagendaten

Lastgang (Stromverbrauch)

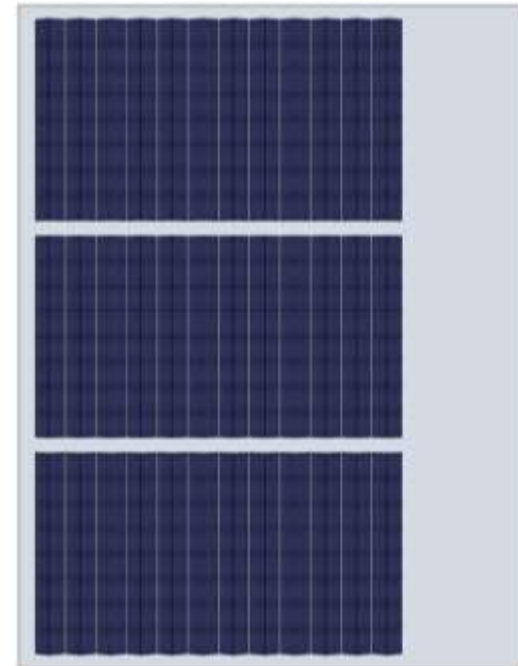
- Winterverbrauch:
198.260,2 kWh
- Sommerverbrauch:
147.335,0 kWh:
- Tagesverbrauch WT:
995,55 kWh
- Nachtverbrauch WT:
142,7 kWh



Johannes-Kepler-Gymnasium

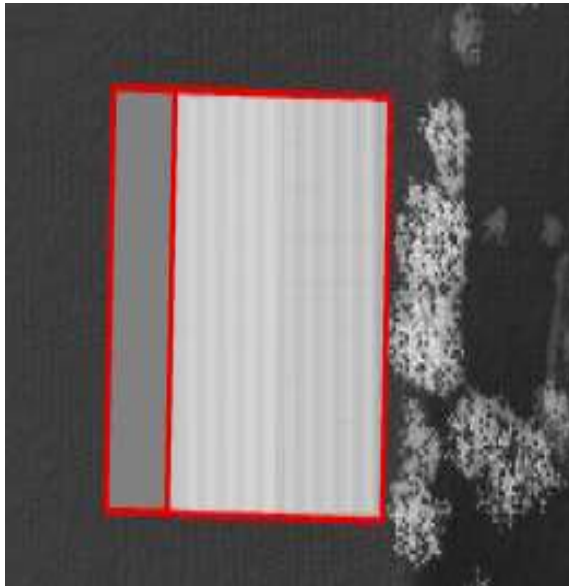
Belegung

Parameter der Anlage	
Ausrichtung	Ost-West
Leistung (kWp)	144
Anlagengröße (m ²)	940,9



Feinanalyse Einstrahlung

Berechnung der solaren Einstrahlung in Minutenauflösung



Wartzeit	Bank 1	Bank 2	Bank 3	Bank 4	Bank	Wart	Wart	Wart	Wart	Wart	Wart
01:30:00	0	0	0	0	0	1.0720	202801	01.04.2013	01:30		
01:45:00	0	0	0	0	0	1.403	202801	01.04.2013	01:45		
02:00:00	0	0	0	0	0	1.8195	202801	01.04.2013	02:00		
02:15:00	0	0	0	0	0	1.8425	202802	01.04.2013	02:15		
02:30:00	0	0	0	0	0	1.88	202802	01.04.2013	02:30		
02:45:00	0	0	0	0	0	1.7016	202804	01.04.2013	02:45		
03:00:00	0	0	0	0	0	1.8475	202803	01.04.2013	03:00		
03:15:00	0	0	0	0	0	1.83	202801	01.04.2013	03:15		
03:30:00	0	0	0	0	0	1.7155	202801	01.04.2013	03:30		
03:45:00	0	0	0	0	0	1.5775	202801	01.04.2013	03:45		
04:00:00	0	0	0	0	0	1.5395	202801	01.04.2013	04:00		
04:15:00	0	0	0	0	0	1.5125	202701	01.04.2013	04:15		
04:30:00	0	0	0	0	0	1.79	202701	01.04.2013	04:30		
04:45:00	0	0	0	0	0	1.5275	202701	01.04.2013	04:45		
05:00:00	0	0	0	0	0	1.6625	202701	01.04.2013	05:00		
05:15:00	0	0	0	0	0	2.1395	202704	01.04.2013	05:15		
05:30:00	0	0	0	0	0	2.3425	202701	01.04.2013	05:30		
06:00:00	0.009775	0.0050	0.008125	0.00425	2.0475	202701	01.04.2013	06:00			
06:15:00	0.012525	0.00825	0.0081	0.009775	2.2575	202701	01.04.2013	06:15			
06:30:00	0.019775	0.01125	0.0134	0.009975	2.3375	202701	01.04.2013	06:30			
06:45:00	0.028025	0.0140	0.0140	0.0105	2.2125	202801	01.04.2013	06:45			

- Berechnung der Globalstrahlung Strahlung pro Minuten für 365 Tage
- Aufsummieren auf 15 Minutenwert (30.660 Einstrahlungssituationen)

- Berechnung des potenziellen Stromertrags pro 15 Minuten für jeden String

- Aufsummieren der 15 Minuten Stromerträge pro Anlage

Lastgang und Einstrahlungsberechnung

15 Minutenauflösung

uhrzeit	kwh_1	kwh_2	kwh_3	kwh_4	last	id	datum	tag
01:45:00	0	0	0	0	1,63	20360	01.08.2013	Do
02:00:00	0	0	0	0	1,5725	20361	01.08.2013	Do
02:15:00	0	0	0	0	1,5525	20362	01.08.2013	Do
02:30:00	0	0	0	0	1,68	20363	01.08.2013	Do
02:45:00	0	0	0	0	1,7075	20364	01.08.2013	Do
03:00:00	0	0	0	0	1,5675	20365	01.08.2013	Do
03:15:00	0	0	0	0	1,63	20366	01.08.2013	Do
03:30:00	0	0	0	0	1,7725	20367	01.08.2013	Do
03:45:00	0	0	0	0	1,5775	20368	01.08.2013	Do
04:00:00	0	0	0	0	1,5375	20369	01.08.2013	Do
04:15:00	0	0	0	0	1,5125	20370	01.08.2013	Do
04:30:00	0	0	0	0	1,79	20371	01.08.2013	Do
04:45:00	0	0	0	0	1,5275	20372	01.08.2013	Do
05:00:00	0	0	0	0	1,8625	20373	01.08.2013	Do
05:15:00	0	0	0	0	2,1375	20374	01.08.2013	Do
05:30:00	0	0	0	0	2,3525	20375	01.08.2013	Do
06:00:00	0,006775	0,0051	0,005125	0,004425	2,0475	20377	01.08.2013	Do
06:15:00	0,012525	0,00825	0,0083	0,007175	2,2575	20378	01.08.2013	Do
06:30:00	0,0197125	0,011375	0,0114	0,009875	2,3375	20379	01.08.2013	Do
06:45:00	0,028025	0,0144	0,01445	0,0125	2,2125	20380	01.08.2013	Do
07:00:00	0,0357125	0,017325	0,0174	0,01505	2,1625	20381	01.08.2013	Do
07:15:00	0,043775	0,02015	0,02025	0,0175	2,1075	20382	01.08.2013	Do
07:30:00	0,0519	0,02285	0,02295	0,01985	2,12	20383	01.08.2013	Do
07:45:00	0,0599125	0,0255	0,026175	0,022075	2,2975	20384	01.08.2013	Do
08:00:00	0,0674125	0,02975	0,03385	0,024175	2,18	20385	01.08.2013	Do
08:15:00	0,0746125	0,035525	0,040625	0,0276	2,15	20386	01.08.2013	Do
08:30:00	0,0815	0,0413	0,046475	0,03375	2,615	20387	01.08.2013	Do
08:45:00	0,0880125	0,048125	0,0532	0,03955	3,0175	20388	01.08.2013	Do
09:00:00	0,0941125	0,05485	0,0606	0,04715	2,425	20389	01.08.2013	Do
09:15:00	0,0997875	0,06155	0,068125	0,053575	2,4075	20390	01.08.2013	Do
09:30:00	0,105	0,068325	0,07465	0,06015	2,305	20391	01.08.2013	Do
09:45:00	0,109725	0,0747	0,081	0,06665	2,86	20392	01.08.2013	Do
10:00:00	0,1139625	0,080925	0,087175	0,07385	2,7575	20393	01.08.2013	Do
10:15:00	0,1177125	0,086975	0,0931	0,082	2,58	20394	01.08.2013	Do
10:30:00	0,12095	0,0928	0,09875	0,088725	2,4375	20395	01.08.2013	Do



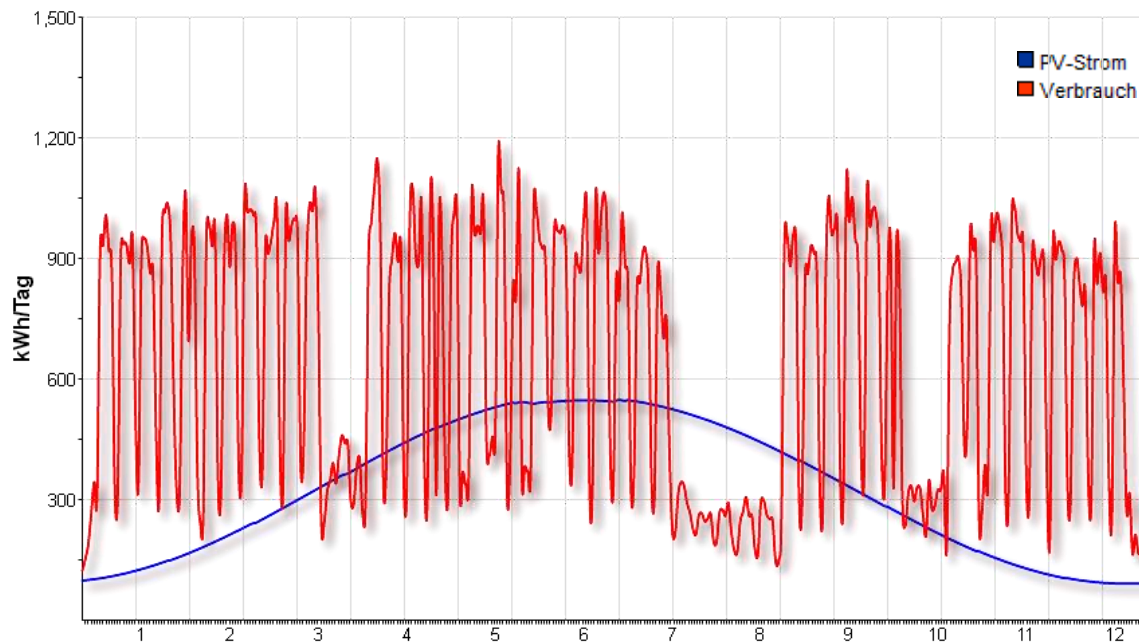
**Ergebnisse –
Johannes-Kepler-Gymnasium**

Ergebnisse

Jahresbilanz

- Insbesondere Einspeisung von erzeugtem PV-Strom im Juli und August (Sommerferien)

Jahresverlauf der Stromproduktion und des Verbrauches

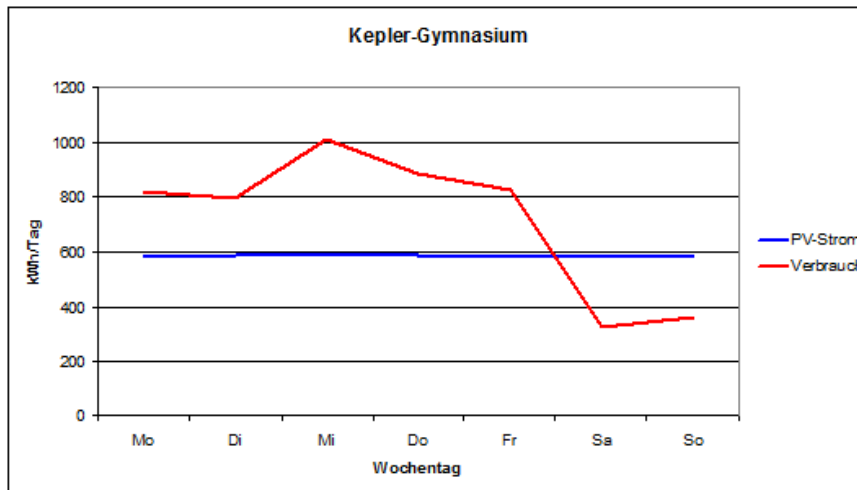


Ergebnisse

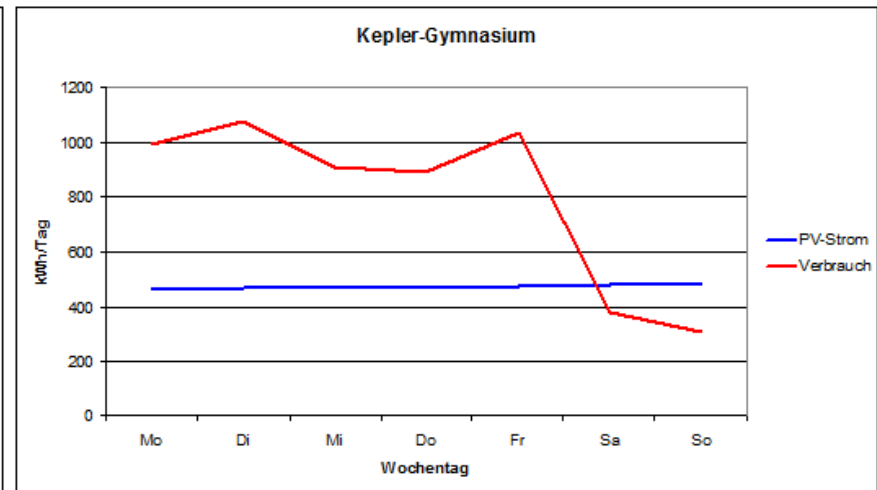
Wochenbilanz

- Wochenverlauf visualisiert über die Tagessumme der Stromproduktion und des Verbrauches

Zeitraum 02.07.-08.07.



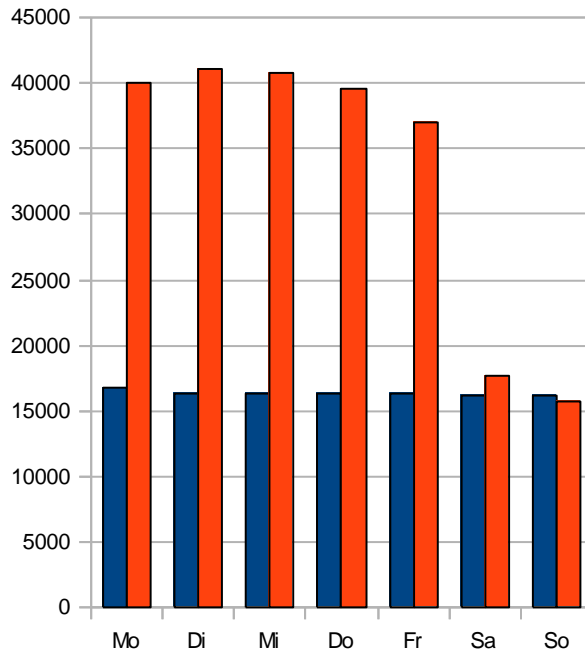
Zeitraum 22.04.-28.04.



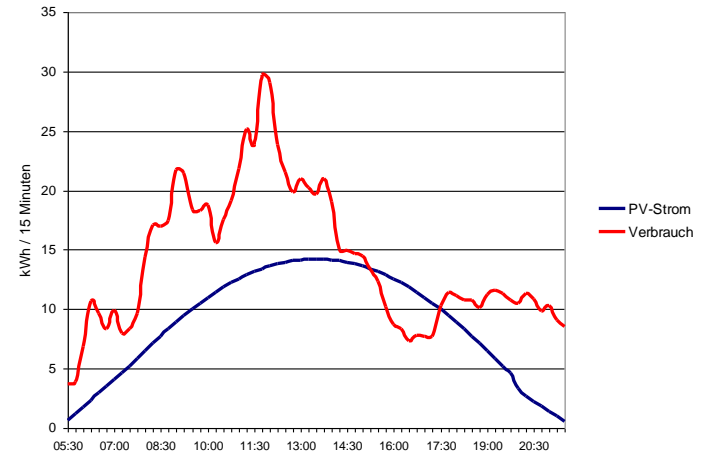
Ergebnisse

Tagesbilanz

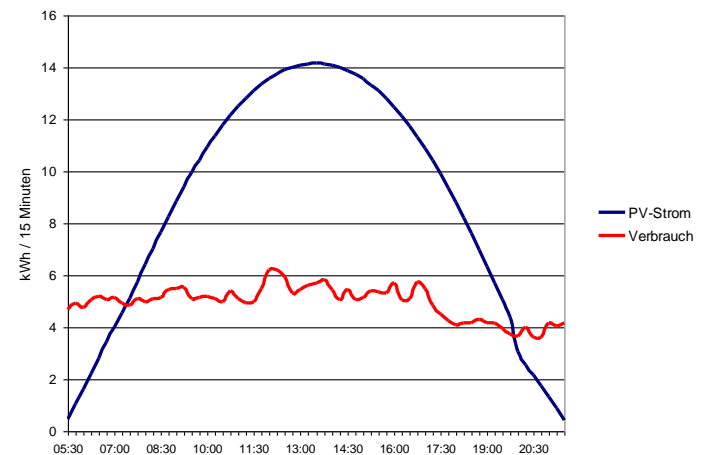
- An Wochentagen deutlich mehr Stromverbrauch als über die Anlage produziert wird
- Am Wochenende mehr Stromproduktion als Verbrauch



Mittwoch, 10. Juli (Schulzeit)



Sonntag, 14. Juli (Schulzeit)



Wirtschaftlichkeitsberechnung

Wirtschaftlichkeitsbericht

Investition in €	Nettoinvest	Bruttoinvest
Pos. 2-8 Photovoltaik-Anlage	187.900 €	222.368 €
Pos. 7 Dachstuhl (MÜ)	20.900 €	24.514 €
Pos. 8 Gerüst	3.800 €	3.800 €
Pos. 9 Fundst.	0 €	0 €
Pos. 10 Aufständerung	0 €	0 €
Pos. 11 Überdachung	3.000 €	3.000 €
Pos. 12 Kabel	0 €	0 €
ZUV: Raumausmüßiger	400 €	394 €
sonstiges	0 €	0 €
Jahre Garantie für Volldeckung	5	
Gesamtinvestition € / MÜP	216.400 €	257.586 €

Finanzierung			
Eigenfinanzierung			
Eigenkapital (%)	0 %	0 €	3,00%
Landesbankausf. AFP			0 €
Fremdfinanzierung	4,80%	216.400 €	2,75 %
MFR Standard ZT	4,80 %	216.400 €	3,10 %
			4,00 %
Gesamt in €		216.400 €	

Dachüberfläche	
Jahresleistung kWh (kWp x kWh/Wp)	144.240 kWh x 798 =
erforderliche Dachfläche ca.	1328 qm
ZUV-Einsparung kWh	114.550
Einsparungsgeld € kWh	0,310 €
Einsparungswert im ersten vollen Jahr ohne Ertragsminderung	35.510 €
Erlös €	18.019

Allgemeine Betriebskosten	
Wartung €	5,00 % 848
Versicherung €	800
Gewönl. Gewerbesteuer, 0,5% Beitrag €	800
Gesamt wirtsch. Betriebskosten €	1.748

Kalkulatorische Reparaturumlage	
NJ ab 10 bis zum 15. Jahre (prozent)	0 % der ANOZ

Jahre im Investitionsplan	
1. voller Monat der Ertragsminderung	2014, April
Anzahl vollen Jahre	20 Jahre

Einsparungswert	
jährl. prozentuale Ertragsminderung	-0,50%
elgtes Betriebskosten	3,00%

Vergütung	
Einsparungswert nach 100% in Abhängigkeit von der Anlagengröße und dem Lauf der Investitionsperiode	11,39 €/kWhp
Dashtage	

Eigenstromnach	
kalkulatorischer jährlicher Eigenstromnach	2174,1 kWh
kWh über Mindestverbrauch	7880,1 kWh
Eigenstromnach in %	16,80%
Eigene Stromkosten	10,78 Cent/kWh
Minimales Strome	8,8 Cent/kWh

Investition, Rentabilität und Finanzierung einer Photovoltaikanlage - Dach- oder Fassadenanlage Anlagenstandort: Ibbenbüren Berechnung: Jahres- und Kapitaldienstplan

Wirtschaftsplanungsperiode	ab Jahr 2014	Jahre																				
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	
Ertragsplan																						
Einsparung kWh	11.136	11.136	11.136	11.136	11.136	11.136	11.136	11.136	11.136	11.136	11.136	11.136	11.136	11.136	11.136	11.136	11.136	11.136	11.136	11.136	11.136	11.136
Einsparungswert 0,31 € kWh	3.452	3.452	3.452	3.452	3.452	3.452	3.452	3.452	3.452	3.452	3.452	3.452	3.452	3.452	3.452	3.452	3.452	3.452	3.452	3.452	3.452	3.452
Einsparungswert 100% in Abhängigkeit von der Anlagengröße und dem Lauf der Investitionsperiode	3.763	3.763	3.763	3.763	3.763	3.763	3.763	3.763	3.763	3.763	3.763	3.763	3.763	3.763	3.763	3.763	3.763	3.763	3.763	3.763	3.763	3.763
Summe Ertragsplan	7.215	7.215	7.215	7.215	7.215	7.215	7.215	7.215	7.215	7.215	7.215	7.215	7.215	7.215	7.215	7.215	7.215	7.215	7.215	7.215	7.215	7.215
Investitionsplan																						
Investition	216.400																					
Finanzierung																						
Eigenkapital	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fremdfinanzierung	216.400																					
Summe Investitionsplan	216.400																					
Finanzierungsplan																						
Zinsen																						
Restschuld																						
Summe Finanzierungsplan																						
Ergebnisplan																						
Ergebnis																						



Ergebnisse

Ergebnisse

- Eigenstromverbrauchsanteil 79,8%
- Mehr Stromproduktion als Verbrauch: 23.097,1 kWh/a
- Unterdeckung (während der Zeit der Stromproduktion): 140.713,0 kWh/a
- Interner Zinsfuß der Investition: 7,91%
- Kumulierter steuerlicher Gewinn (2014-2034): 182.486 €
- Liquidität ist immer positiv

Parameter der Anlage	
Leistung (kWp)	144
Spezifischer Stromertrag (kWh/kWp)	794
Anlagengröße (m ²)	940,9
Stromertrag und Eigenverbrauch	
Gesamtlast während Zeit der Stromproduktion	231.987,1 kWh/a
Tatsächlich produzierte Strommenge	114.371,2 kWh/a
Tatsächlicher Eigenverbrauch	91.274,1 kWh/a
Tatsächlicher Eigenverbrauch (%)	79,8%
Überschuss (für den Verkauf)	23.097,1 kWh/a
Unterdeckung (Ankauf notwendig während der Stromproduktion)	140.713,0 kWh/a
Investition	
Gesamtinvestition (Netto) (€)	216.459
Investition/kWp (Netto) (€)	1.503



Eigenstromverbrauchsrechner

Eigenstromverbrauchsrechner

Verwaltungsgebäude

Herzlich willkommen auf der Solardach-Website der Überlandwerk Rhön GmbH

IP SYSCON publicSOLAR
Solarpotenzialkatalog Rhön

Potenzial anzeigen

Photovoltaik
Eignung Photovoltaik: sehr gut
Modultyp: 60p, 427
Gesamtpotenzial (kWh/Jahr): 57915
CO₂-Einsparung (kg/Jahr): 24788
kWp-Leistung: 53,99

Legende

- sehr gut geeignet
- gut geeignet
- bestimm. geeignet
- bestehende PV-Anlage

publicSOLAR

Eigenstromverbrauchsrechner

Mit dem Eigenstromverbrauchsrechner können Sie ermitteln, wie viel Strom Ihrer PV-Anlage Sie direkt nutzen können.

Sie geben Sie an, ob es sich bei dem Gebäude um ein privates oder öffentliches Objekt handelt:

Privatrechtliches Gebäude
 Öffentliches Gebäude

Sie geben Sie den Gesamtstromverbrauch des öffentlichen Gebäudes an:

20000 kWh

Erreichte und Verbrauchtyp (beispielsweise für einen Monat):

Wählen Sie bitte ein Verbrauchertyp aus:

- Verwaltungsbauwerk
- Durchlaufend energiesparendes Gebäude (z.B. Schwimmbad)
- Einrichtung mit hohem Energieverbrauch in den Abendstunden (z.B. Kulturzentrum)
- Schullehrmittel

Ergebnis:

Ausrichtung: 100 ° (Süden)
 Neigung: 35 °
 Geeignete Modulfläche: 427 m²
 Potenzieller Stromertrag bei: 427 m²: 57915 kWh/Jahr
 Ihr Stromverbrauch (Jahr): 20000 kWh/Jahr
 Verbrauchertyp: Verwaltung
 Nutzbare PV-Strom (Eigenverbrauch): 20000 kWh/Jahr
 Proz. Anteil des von Ihnen genutzter Stromes an Ihrem Jahresstromverbrauch: 100 %
 Proz. Anteil Eigenstromverbrauch im Jahr: 44,37500 %

Die Eigenstromverbrauchsrechner wurde in der Wirtschaftlichkeitsrechner übertragen.

An dieser Stelle können Sie die Größe der Anlage verändern:



Fazit und Ausblick

Fazit

- Photovoltaikanlagen-Installationen auf öffentlichen Gebäuden für Städte und Kommunen heute interessant für die Eigenstromversorgung
- Detaillierte Vorabplanung und Kalkulation gewährleistet optimale Anpassung der Anlage an die Bedürfnisse und damit gute Wirtschaftlichkeit
- Städte und Kommunen wollen auch selbst aktiv werden und Ihre geeigneten Dächer belegen
- Web gestützter Eigenstromverbrauchsrechner für öffentliche Gebäude in Solarkatastern ermöglicht Vorabberechnung.
- Einspielen eigener Verbrauchsdaten in Eigenstromverbrauchsrechner

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt

IP SYSCON GmbH
Dorothea Ludwig

Möserstraße 1
49074 Osnabrück

Telefon: +49 (541) / 200 788 - 10
Fax: +49 (541) / 200 788 - 30

www.ipsyscon.de
www.publicsolar.de

