



Forstamt HD-Süd

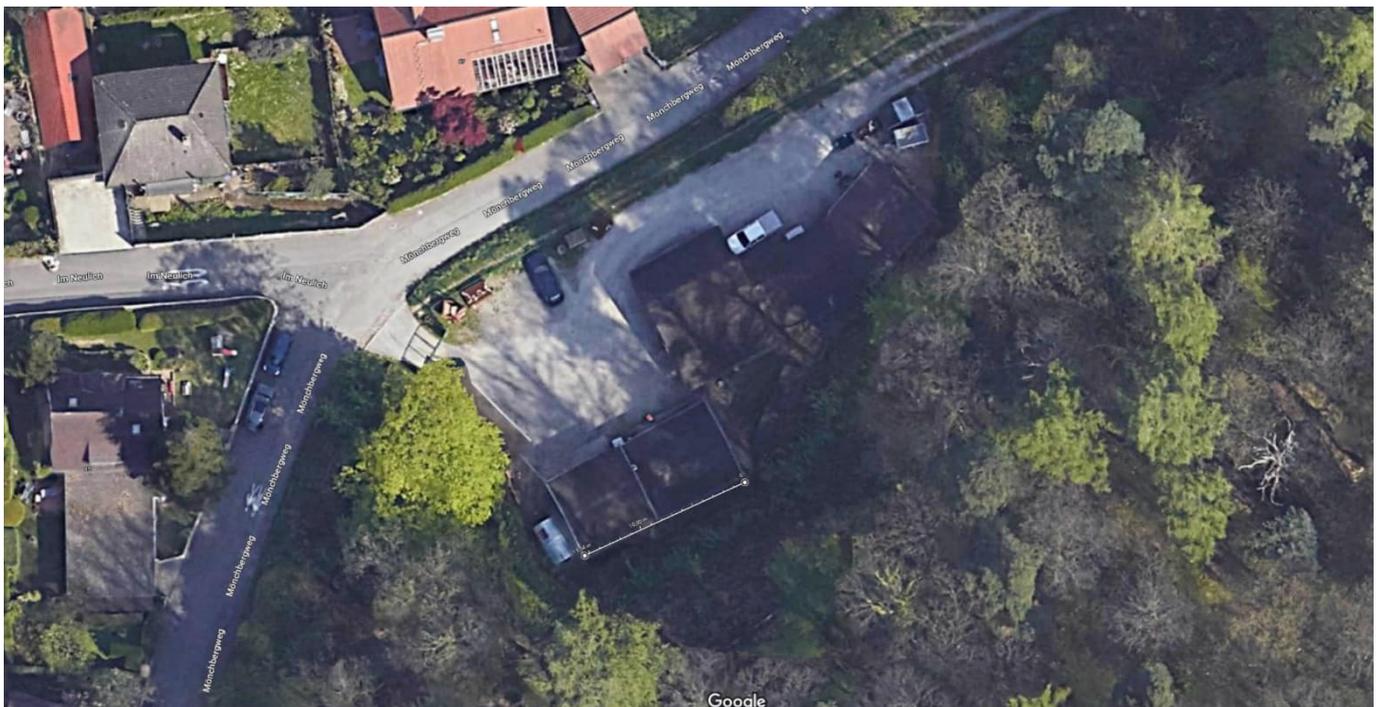
Forstamt Heidelberg – Betriebshof Nord

Projekt-Nr. 2023001-2

Datum 07.09.2023

PV-Planer

Projektbezeichnung	Forstamt HD-Nord Mönchbergweg 69121 Heidelberg
Planer	RheinNeckar Consult Volker Stork Im Breiten Wingert 11a 69221 Dossenheim
Bauherr	Stadt Heidelberg Landschafts- und Forstamt Thorsten Stephan Weberstraße 7 69120 Heidelberg



Programm: PV-Planer 5.4.1.8 Hottgenroth Software AG dynamische, herstellerunabhängige PV Simulation

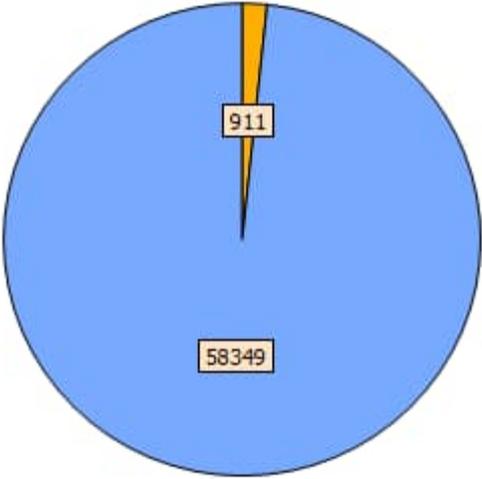
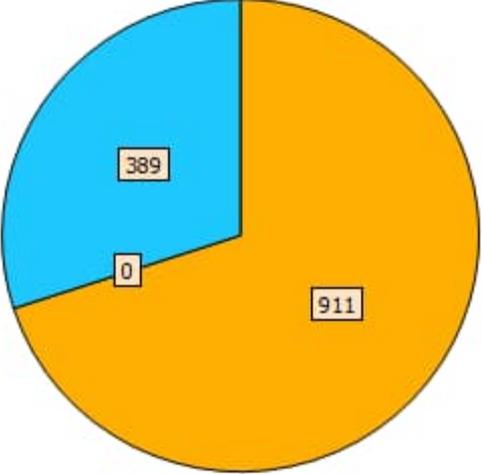


Forstamt Heidelberg – Betriebshof Nord

Inhaltsverzeichnis

- Ergebnis-Übersicht
- Projektdaten
- Standort
- Verschattung
- Modulfelder
- PV-Modul / Inverter
- Ertrag
- Wirtschaftlichkeit
- Zusammenfassung

Ergebnis-Übersicht

Verbrauch des PV-Stroms	Strombedarfsdeckung
 <p data-bbox="261 1003 738 1088"> ■ Eigenverbrauch direkt ■ Batterieladung ■ Netzeinspeisung </p>	 <p data-bbox="890 1059 1437 1088"> ■ PV direkt ■ Batterieentlad. ■ Netzbezug </p>
<p>Der produzierte PV-Strom (59261 kWh/a) wird zu 2% selbst verbraucht.</p>	<p>Der Strombedarf (1300 kWh/a) wird zu 70% von der PV-Anlage gedeckt.</p>

Projektdaten

Projektadresse	
Name	Betriebshof Nord
Straße Hausnummer	Mönchbergweg
Land PLZ Ort	69121 Heidelberg

Planer	
Name	Herr Volker Stork
Firma	RheinNeckar Consult
Straße Hausnummer	Im Breiten Wingert 11a
Land PLZ Ort	69221 Dossenheim
Telefon	+49 6221 392922-1

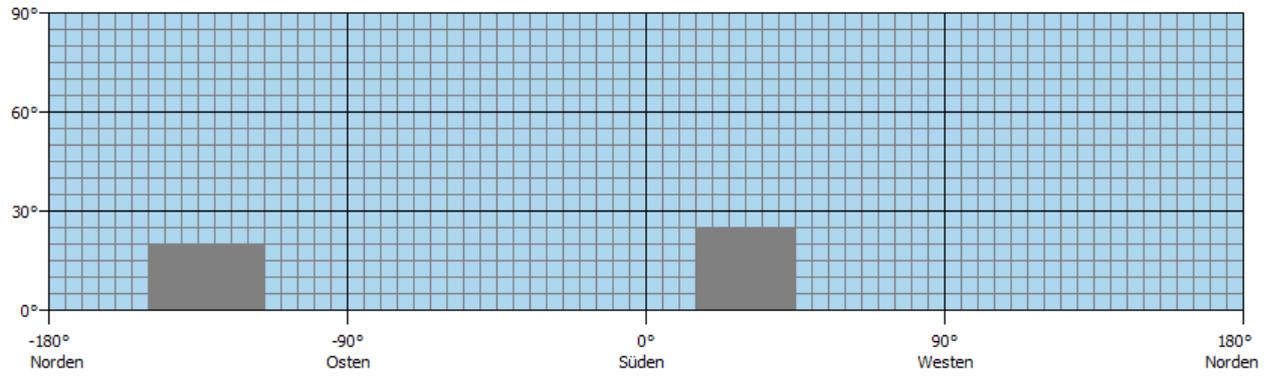
Bauherr	
Name	Herr Thorsten Stephan
Firma	Landschafts- und Forstamt
Straße Hausnummer	Weberstraße 7
Land PLZ Ort	69120 Heidelberg

Standort

69121 Heidelberg	
Region	Europa
Land	Deutschland
Bundesland	Baden-Württemberg
Breitengrad	49,43 °
Längengrad	8,68 °
Höhe über NN	229 m

Verschattung

Horizont



Modulfelder

Feld 3	
Feldausrichtung	151 ° (Südsüdost)
Feldneigung	20,00 °
Anzahl der Module	70
PV Modul	IBC Solar AG, IBC-MonoSol 420 MS10-HC-N Black
Nachführung	fixiert
Hinterlüftung	gut
Windeinfall	30 %
Verluste	
Verschattung / Verschmutzung	0 %
Schädigung	0 %
Kabelverluste auf der DC-Seite	
einfache Kabellänge	10,0 m
Leiterquerschnitt	2,50 mm ²
Leitermaterial	Kupfer
Kabel-Widerstand	0,07 ?
Verlustleistung	23,07 W
rel. Verlustleistung bzgl. DC Nennleistung	0,08 %



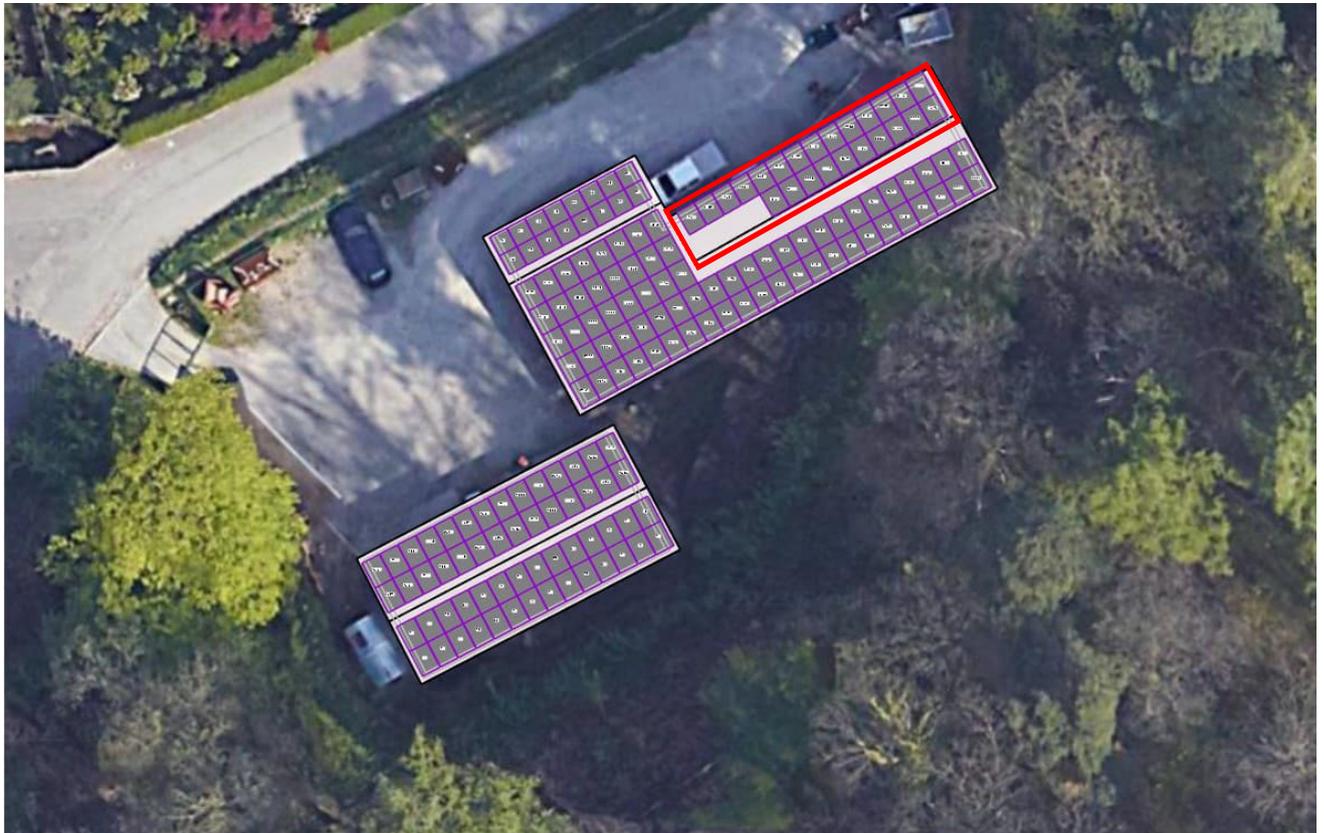
Feld 1	
Feldausrichtung	152 ° (Südsüdost)
Feldneigung	20,00 °
Anzahl der Module	28
PV Modul	IBC Solar AG, IBC-MonoSol 420 MS10-HC-N Black
Nachführung	fixiert
Hinterlüftung	gut
Windeinfall	30 %
Verluste	
Verschattung / Verschmutzung	0 %
Schädigung	0 %
Kabelverluste auf der DC-Seite	
einfache Kabellänge	10,0 m
Leiterquerschnitt	2,50 mm ²
Leitermaterial	Kupfer
Kabel-Widerstand	0,07 ?
Verlustleistung	23,07 W
rel. Verlustleistung bzgl. DC Nennleistung	0,20 %



Feld 4	
Feldausrichtung	332 ° (Nordnordwest)
Feldneigung	45,00 °
Anzahl der Module	16
PV Modul	IBC Solar AG, IBC-MonoSol 420 MS10-HC-N Black
Nachführung	fixiert
Hinterlüftung	gut
Windeinfall	30 %
Verluste	
Verschattung / Verschmutzung	0 %
Schädigung	0 %
Kabelverluste auf der DC-Seite	
einfache Kabellänge	10,0 m
Leiterquerschnitt	2,50 mm ²
Leitermaterial	Kupfer
Kabel-Widerstand	0,07 ?
Verlustleistung	23,07 W
rel. Verlustleistung bzgl. DC Nennleistung	0,34 %



Feld 5	
Feldausrichtung	330 ° (Nordnordwest)
Feldneigung	30,00 °
Anzahl der Module	24
PV Modul	IBC Solar AG, IBC-MonoSol 420 MS10-HC-N Black
Nachführung	fixiert
Hinterlüftung	gut
Windeinfall	30 %
Verluste	
Verschattung / Verschmutzung	0 %
Schädigung	0 %
Kabelverluste auf der DC-Seite	
einfache Kabellänge	10,0 m
Leiterquerschnitt	2,50 mm ²
Leitermaterial	Kupfer
Kabel-Widerstand	0,07 ?
Verlustleistung	23,07 W
rel. Verlustleistung bzgl. DC Nennleistung	0,23 %



Feld 2	
Feldausrichtung	332 ° (Nordnordwest)
Feldneigung	20,00 °
Anzahl der Module	28
PV Modul	IBC Solar AG, IBC-MonoSol 420 MS10-HC-N Black
Nachführung	fixiert
Hinterlüftung	gut
Windeinfall	30 %
Verluste	
Verschattung / Verschmutzung	0 %
Schädigung	0 %
Kabelverluste auf der DC-Seite	
einfache Kabellänge	10,0 m
Leiterquerschnitt	2,50 mm ²
Leitermaterial	Kupfer
Kabel-Widerstand	0,07 ?
Verlustleistung	23,07 W
rel. Verlustleistung bzgl. DC Nennleistung	0,20 %



PV Modul / Inverter

Gewähltes PV Modul	
Hersteller	IBC Solar AG
Bezeichnung	IBC-MonoSol 420 MS10-HC-N Black
Zelltyp	Monocrystalline
Nennleistung (STC)	420 W
Wirkungsgrad (STC)	21,51 %
MPP-Spannung (STC)	32,04 V
MPP-Strom (STC)	13,11 A
Leerlaufspannung (STC)	38,15 V
Kurzschlussstrom (STC)	13,8 A
Max. Systemspannung	1000 V
Länge	1,722 m
Breite	1,134 m
Fläche	1,953 m ²
Spannung bei 500 W/m ²	-
Strom bei 500 W/m ²	-
Spannung bei 100 W/m ²	-
Strom bei 100 W/m ²	-
Temperaturkoeffizient der Leistung	-0,3 %/K
Temperaturkoeff. der Spannung	-0,3 %/K
Temperaturkoeff. des Stroms	0,046 %/K

Inverter:	
Hersteller	Canadian Solar Inc.
Bezeichnung	CSI-30K-T400GL02-E
Nennleistung AC	30 kW
Spannung AC von	-987654322 V
Spannung AC bis	400 V
Max. PV-Leistung	39 kW
MPP-Bereich von	200 V
MPP-Bereich bis	1000 V
Max. Spannung DC	1100 V
Max. Strom DC	78 A
Anz. MPP-Regler	3
Anz. Phasen	3
Montageort	ohne Typenbeschreibung
Transformator	ohne
Wirkungsgrad bei 10% Nennleist.	92 %
Wirkungsgrad bei 50% Nennleist.	96 %
Wirkungsgrad bei 100% Nennleist.	95 %

Inverter:	
Hersteller	Canadian Solar Inc.
Bezeichnung	CSI-30K-T400GL02-E
Nennleistung AC	30 kW
Spannung AC von	-987654322 V
Spannung AC bis	400 V
Max. PV-Leistung	39 kW
MPP-Bereich von	200 V
MPP-Bereich bis	1000 V
Max. Spannung DC	1100 V
Max. Strom DC	78 A
Anz. MPP-Regler	3
Anz. Phasen	3
Montageort	ohne Typenbeschreibung
Transformator	ohne
Wirkungsgrad bei 10% Nennleist.	92 %
Wirkungsgrad bei 50% Nennleist.	96 %
Wirkungsgrad bei 100% Nennleist.	95 %

Inverter:	
Hersteller	Canadian Solar Inc.
Bezeichnung	CSI-30K-T400GL02-E
Nennleistung AC	30 kW
Spannung AC von	-987654322 V
Spannung AC bis	400 V
Max. PV-Leistung	39 kW
MPP-Bereich von	200 V
MPP-Bereich bis	1000 V
Max. Spannung DC	1100 V
Max. Strom DC	78 A
Anz. MPP-Regler	3
Anz. Phasen	3
Montageort	ohne Typenbeschreibung
Transformator	ohne
Wirkungsgrad bei 10% Nennleist.	92 %
Wirkungsgrad bei 50% Nennleist.	96 %
Wirkungsgrad bei 100% Nennleist.	95 %

Inverter:	
Hersteller	Canadian Solar Inc.
Bezeichnung	CSI-30K-T400GL02-E
Nennleistung AC	30 kW
Spannung AC von	-987654322 V
Spannung AC bis	400 V
Max. PV-Leistung	39 kW
MPP-Bereich von	200 V
MPP-Bereich bis	1000 V
Max. Spannung DC	1100 V
Max. Strom DC	78 A
Anz. MPP-Regler	3
Anz. Phasen	3
Montageort	ohne Typenbeschreibung
Transformator	ohne
Wirkungsgrad bei 10% Nennleist.	92 %
Wirkungsgrad bei 50% Nennleist.	96 %
Wirkungsgrad bei 100% Nennleist.	95 %

Ertrag

Installierte PV-Fläche	324 m ²
Installierte PV-Leistung	69,7 kWp
Spezifischer Ertrag (Anlage)	850,0 kWh/kWp/a
Performance Ratio (Anlage)	80,4 %
Eigenverbrauchsanteil	1,5 %
Selbstversorgungsanteil	70,1 %

Klimadaten

Bezeichnung	Ertrag/a	Einheit	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Globalstrahlung (Anlage)	1090,8	kWh/m ²	22,1	38,4	79,8	130,7	155,2	169,1	160,7	140,1	100,4	55,2	23,3	15,9
Diffusstrahlung (Anlage)	593,5	kWh/m ²	15,1	27,9	45,5	65,0	79,2	80,1	87,6	72,9	57,8	33,5	16,9	11,8
Direktstrahlung (Anlage)	497,3	kWh/m ²	7,0	10,4	34,3	65,8	75,9	88,9	73,1	67,2	42,5	21,7	6,4	4,1

Stromerzeugung Feld 3

Bezeichnung	Ertrag/a	Einheit	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Einstrahlung Feld 3	163027	kWh	4142	6460	12564	19483	21523	23461	22329	20327	15871	9646	4167	3055
DC Ertrag Feld 3	31287	kWh	801	1256	2457	3799	4144	4471	4235	3854	3044	1855	791	581
AC Ertrag Feld 3	29577	kWh	731	1171	2321	3614	3935	4250	4022	3661	2889	1742	720	521
AC Ertrag PV-Anlage	59261	kWh	1226	2125	4403	7208	8443	9104	8620	7496	5486	3050	1235	866

Stromerzeugung Feld 1

Bezeichnung	Ertrag/a	Einheit	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Einstrahlung Feld 1	65271	kWh	1661	2588	5036	7801	8613	9384	8933	8137	6356	3866	1671	1224
DC Ertrag Feld 1	12511	kWh	321	503	984	1519	1656	1786	1692	1541	1217	743	317	233
AC Ertrag Feld 1	11600	kWh	279	451	908	1424	1553	1678	1586	1442	1133	676	274	196
AC Ertrag PV-Anlage	59261	kWh	1226	2125	4403	7208	8443	9104	8620	7496	5486	3050	1235	866

Stromerzeugung Feld 4

Bezeichnung	Ertrag/a	Einheit	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Einstrahlung Feld 4	20847	kWh	380	687	1307	2280	3337	3576	3454	2653	1638	828	412	295
DC Ertrag Feld 4	3867	kWh	68	127	244	429	628	667	641	489	300	149	73	52
AC Ertrag Feld 4	3533	kWh	55	110	220	397	583	620	595	452	274	130	59	40
AC Ertrag PV-Anlage	59261	kWh	1226	2125	4403	7208	8443	9104	8620	7496	5486	3050	1235	866

Stromerzeugung Feld 5

Bezeichnung	Ertrag/a	Einheit	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Einstrahlung Feld 5	38210	kWh	592	1151	2487	4426	6059	6545	6266	5013	3097	1447	664	462
DC Ertrag Feld 5	7168	kWh	107	214	471	845	1152	1232	1174	934	576	263	118	82

AC Ertrag Feld 5	6202	kWh	68	161	394	745	1032	1109	1051	827	490	201	77	48
AC Ertrag PV-Anlage	59261	kWh	1226	2125	4403	7208	8443	9104	8620	7496	5486	3050	1235	866

Stromerzeugung Feld 2

Bezeichnung	Ertrag/a	Einheit	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Einstrahlung Feld 2	49767	kWh	748	1529	3372	5913	7692	8355	7963	6562	4226	2006	846	554
DC Ertrag Feld 2	9390	kWh	136	287	644	1136	1468	1580	1498	1230	792	369	152	98
AC Ertrag Feld 2	8349	kWh	93	231	561	1028	1340	1447	1366	1114	700	301	106	61
AC Ertrag PV-Anlage	59261	kWh	1226	2125	4403	7208	8443	9104	8620	7496	5486	3050	1235	866

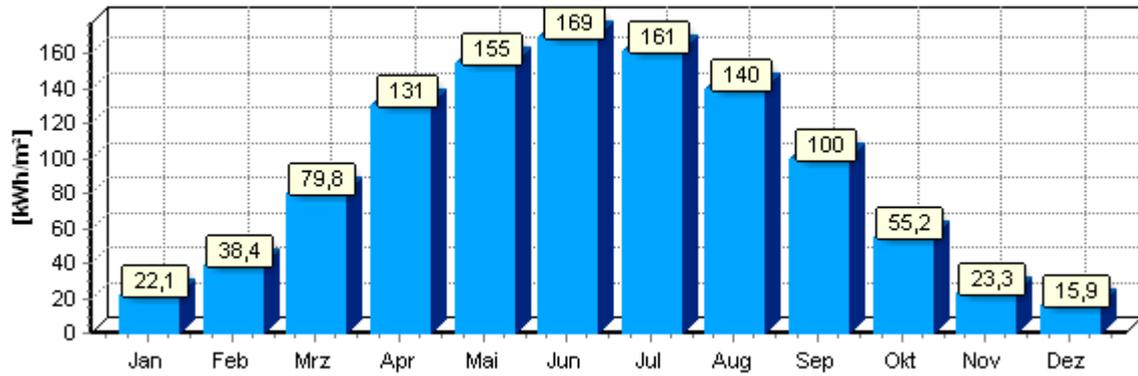
Stromverteilung

Bezeichnung	Ertrag/a	Einheit	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Lastprofil	1300	kWh	115	100	110	105	115	105	110	115	100	115	110	105
Netzbezug	389	kWh	55	38	31	23	20	16	17	23	25	38	49	54
Batterieentlad.	0	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lastdeckung	911	kWh	59	61	79	82	95	88	92	92	75	77	61	51
Einspeisung	58349	kWh	1167	2063	4324	7126	8349	9016	8527	7404	5411	2973	1174	815
Batterieladung	0	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

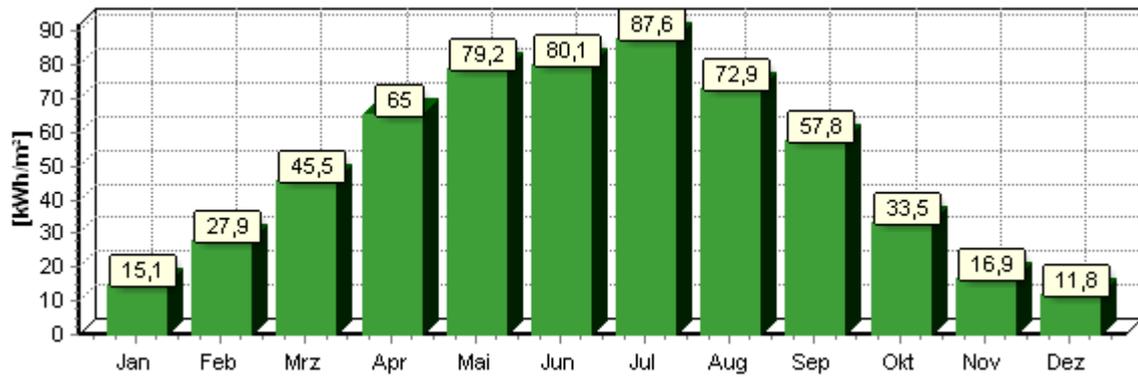
Spezifische Werte

Bezeichnung	Ertrag/a	Einheit	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Eigenverbrauch	1,5	%	4,8	2,9	1,8	1,1	1,1	1,0	1,1	1,2	1,4	2,5	4,9	5,9
Selbstversorg.	70,1	%	51,7	61,5	71,8	78,4	82,5	84,3	84,3	80,3	75,1	67,1	55,2	48,6

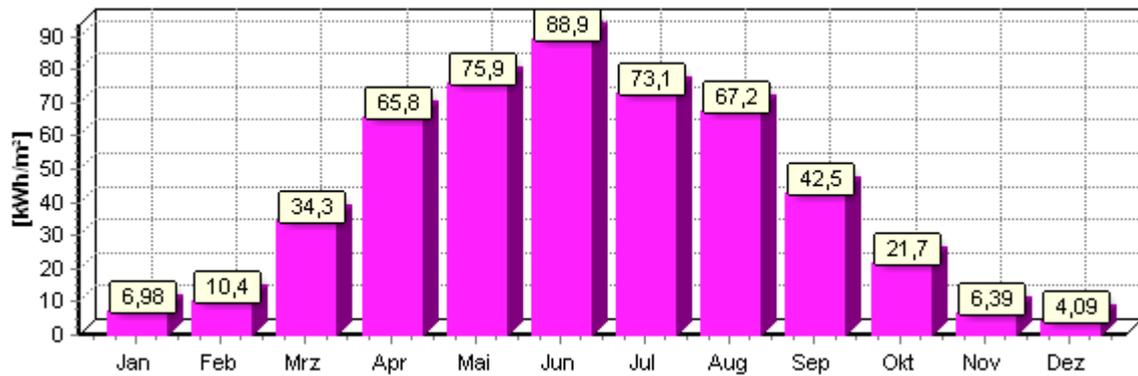
Globalstrahlung (Anlage)



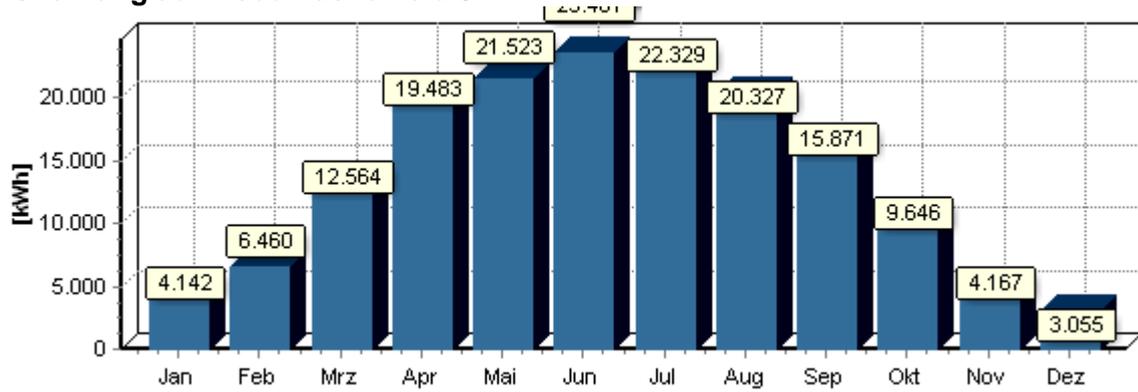
Diffusstrahlung (Anlage)



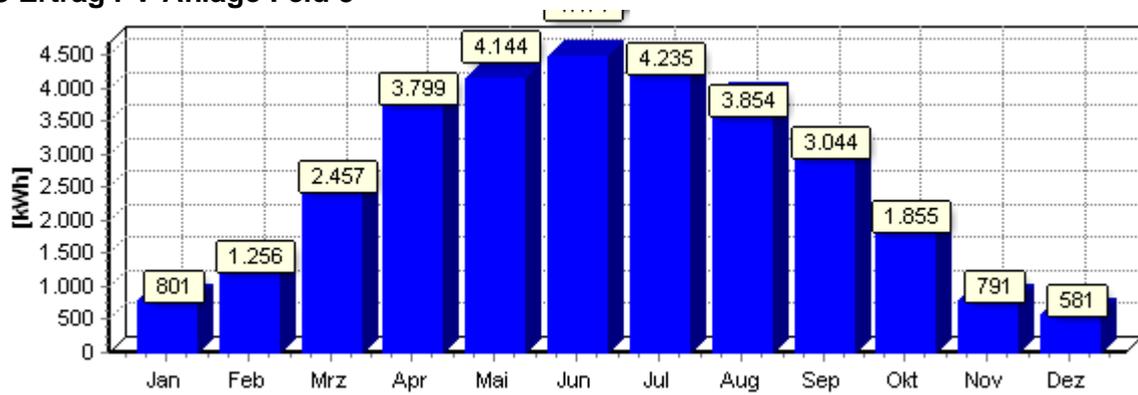
Direktstrahlung (Anlage)



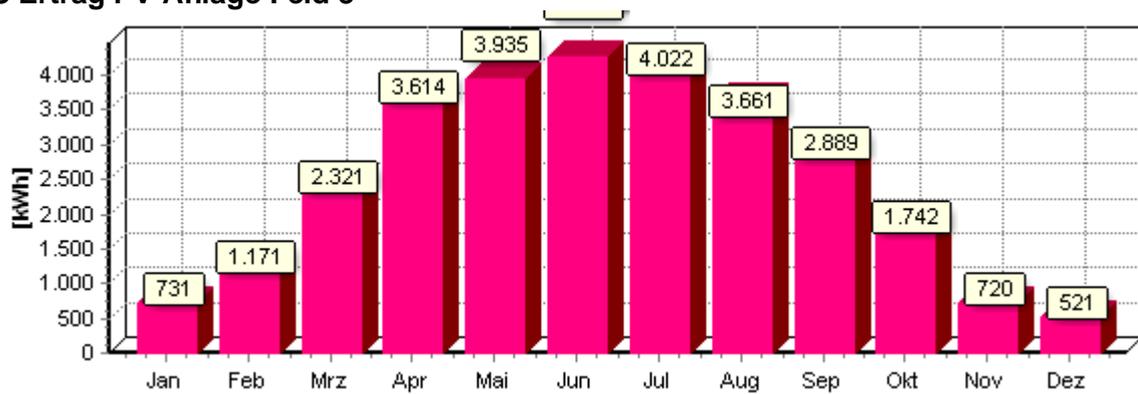
Einstrahlung auf Modulfläche Feld 3



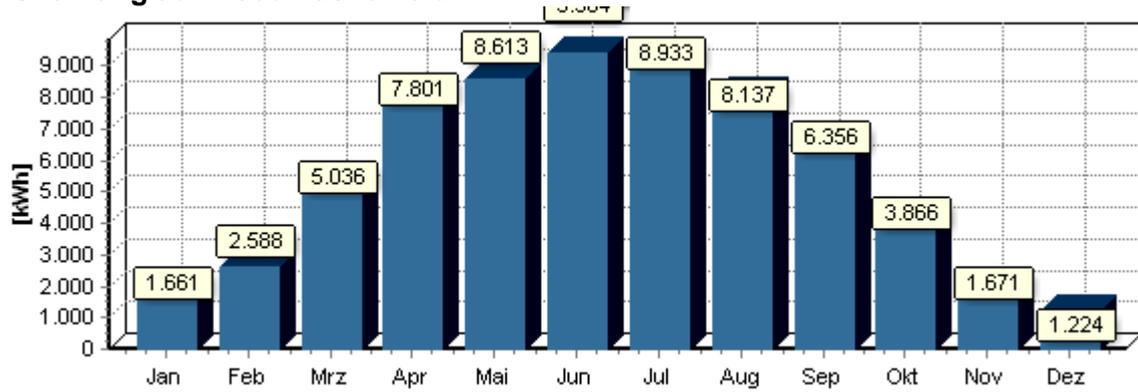
DC Ertrag PV-Anlage Feld 3



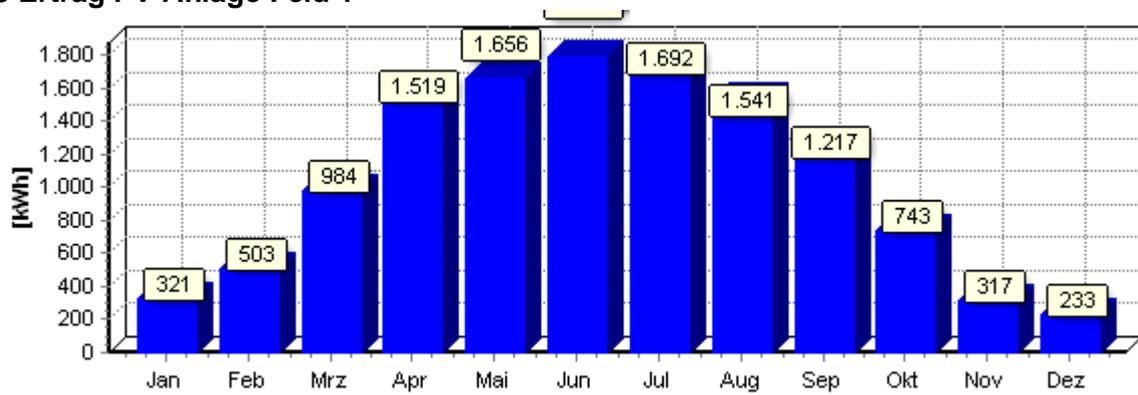
AC Ertrag PV-Anlage Feld 3



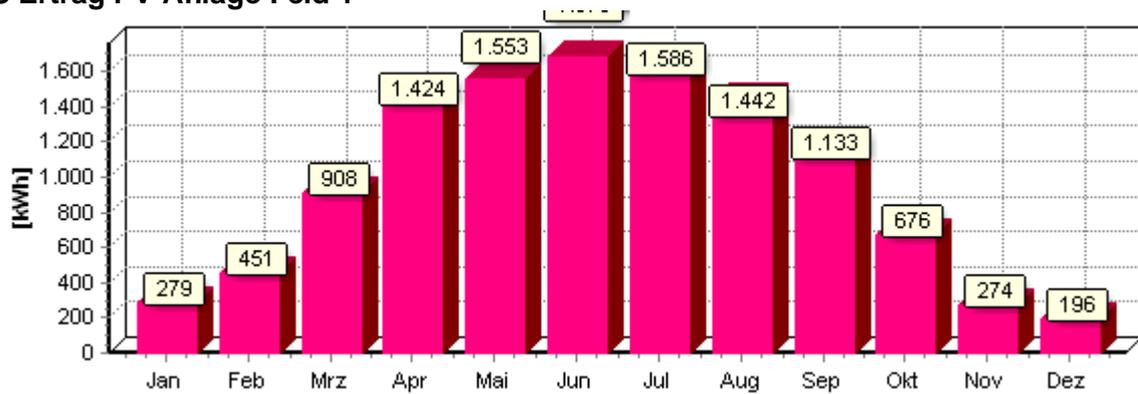
Einstrahlung auf Modulfläche Feld 1



DC Ertrag PV-Anlage Feld 1



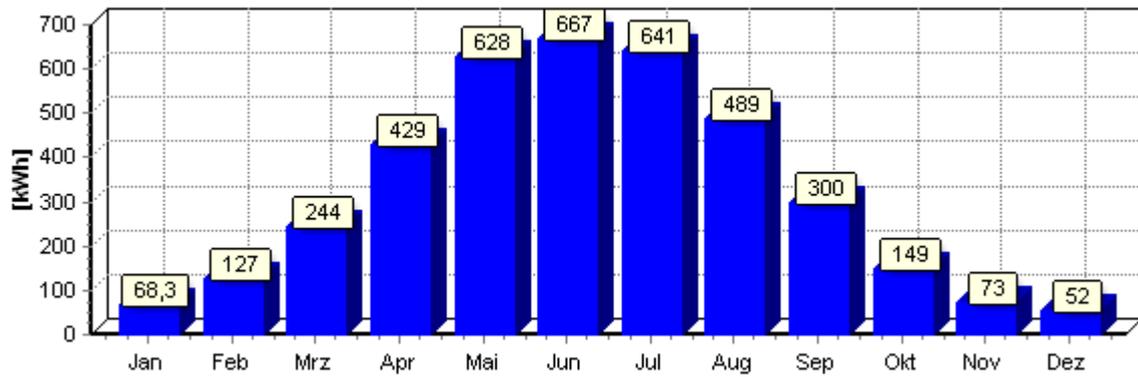
AC Ertrag PV-Anlage Feld 1



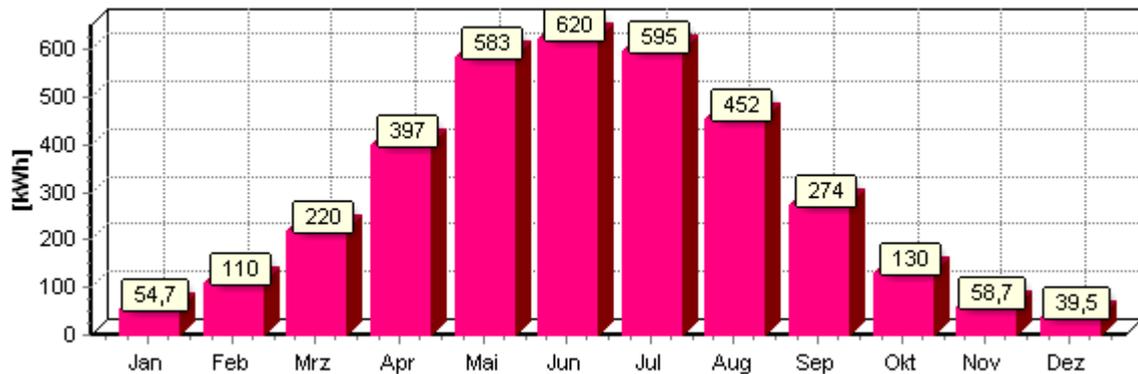
Einstrahlung auf Modulfläche Feld 4



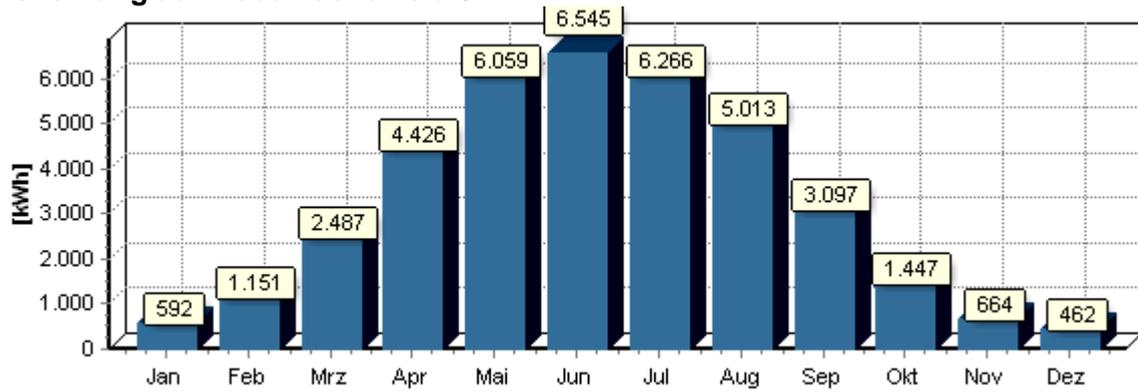
DC Ertrag PV-Anlage Feld 4



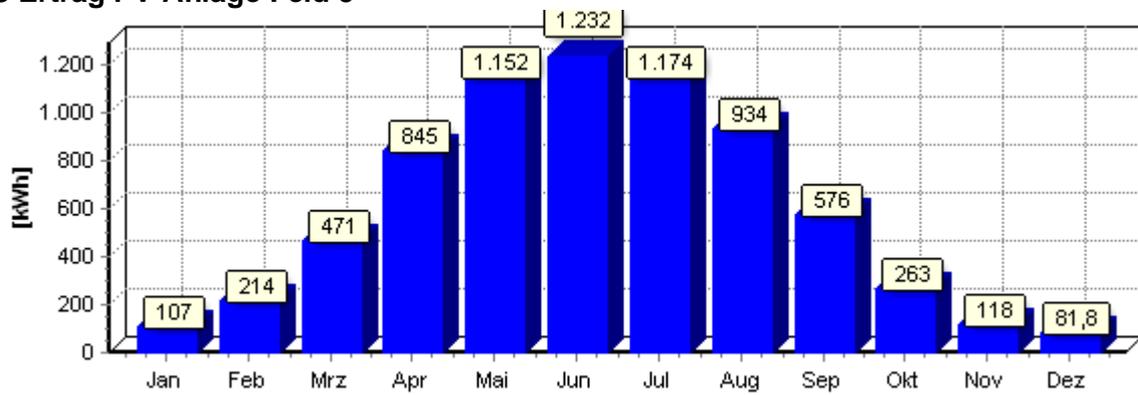
AC Ertrag PV-Anlage Feld 4



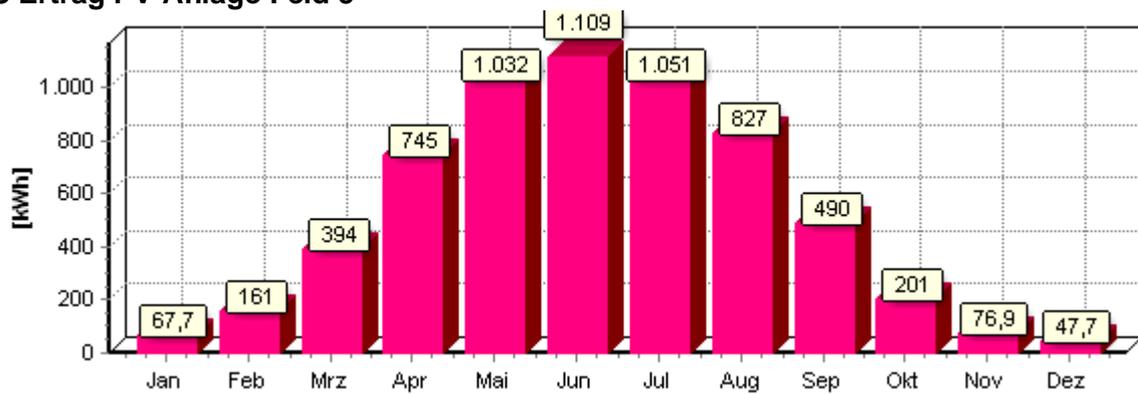
Einstrahlung auf Modulfläche Feld 5



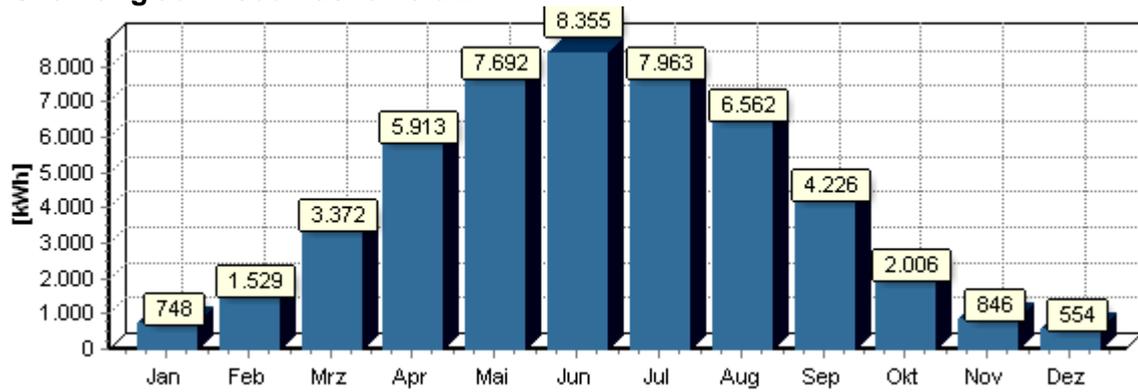
DC Ertrag PV-Anlage Feld 5



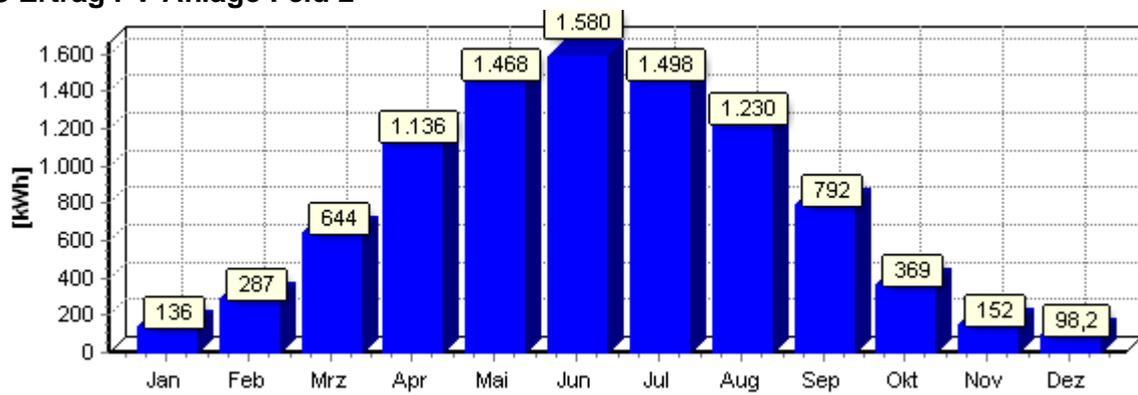
AC Ertrag PV-Anlage Feld 5



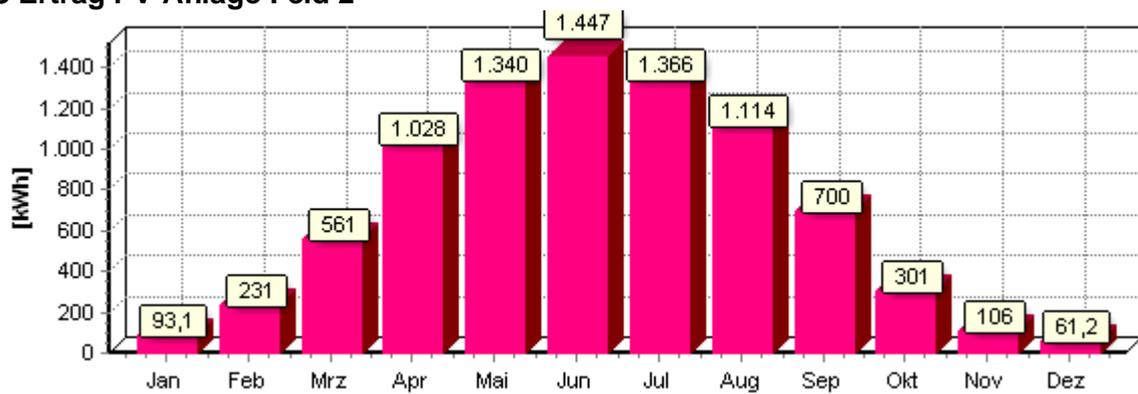
Einstrahlung auf Modulfläche Feld 2



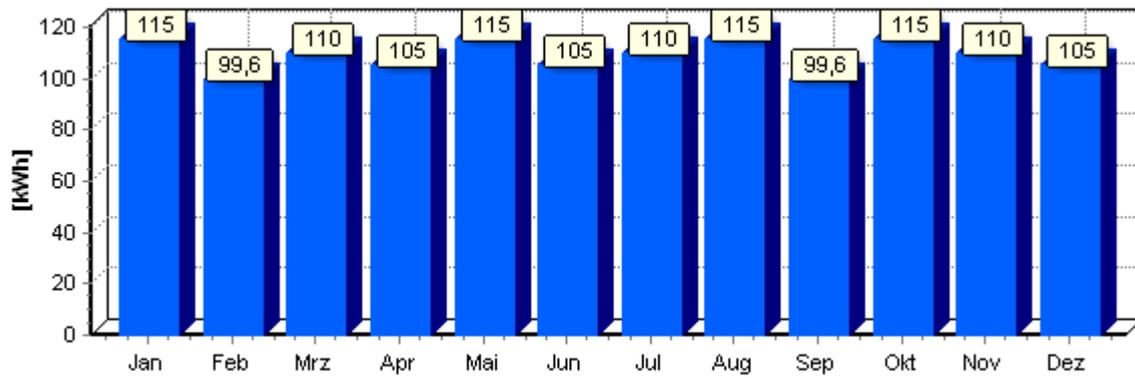
DC Ertrag PV-Anlage Feld 2



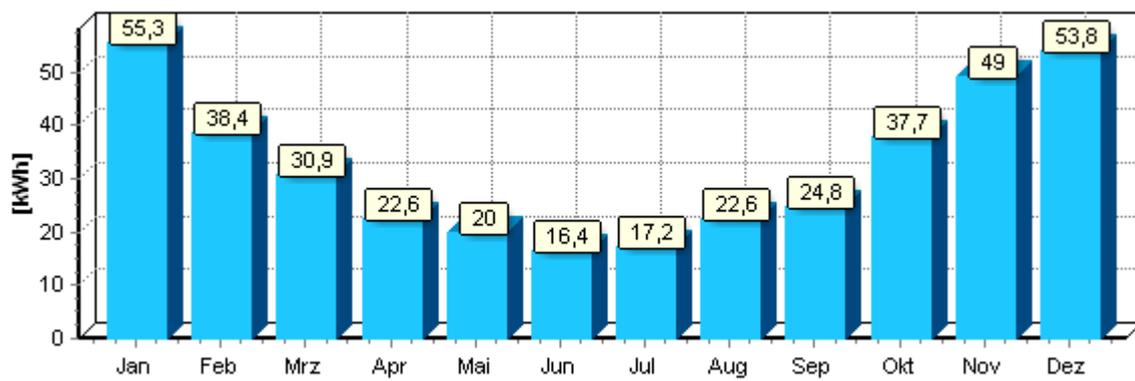
AC Ertrag PV-Anlage Feld 2



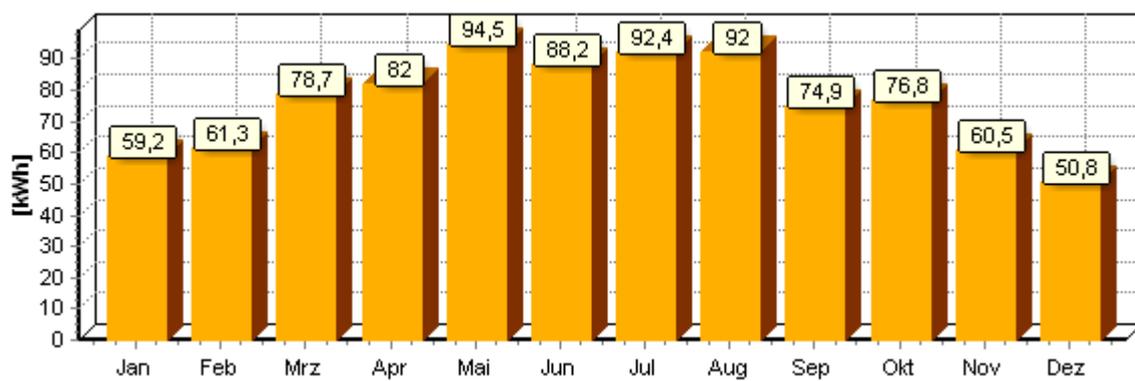
Lastprofil



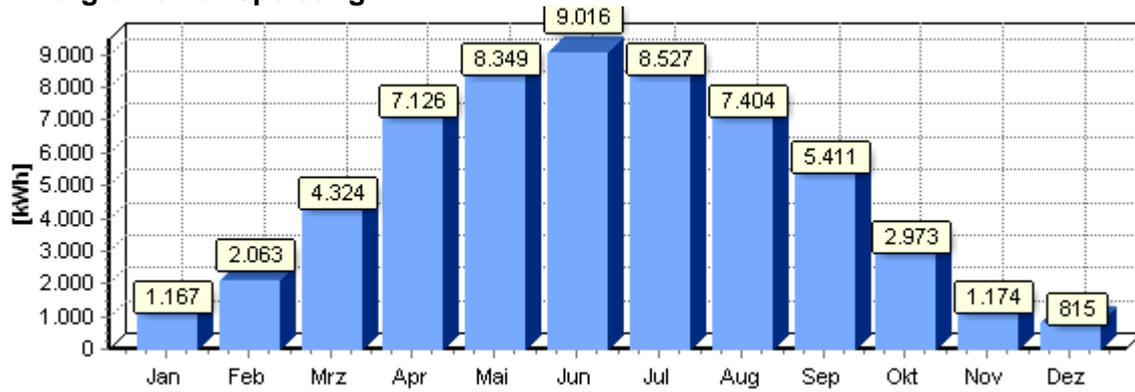
Netzbezug Lastdeckung



PV Energie Lastdeckung

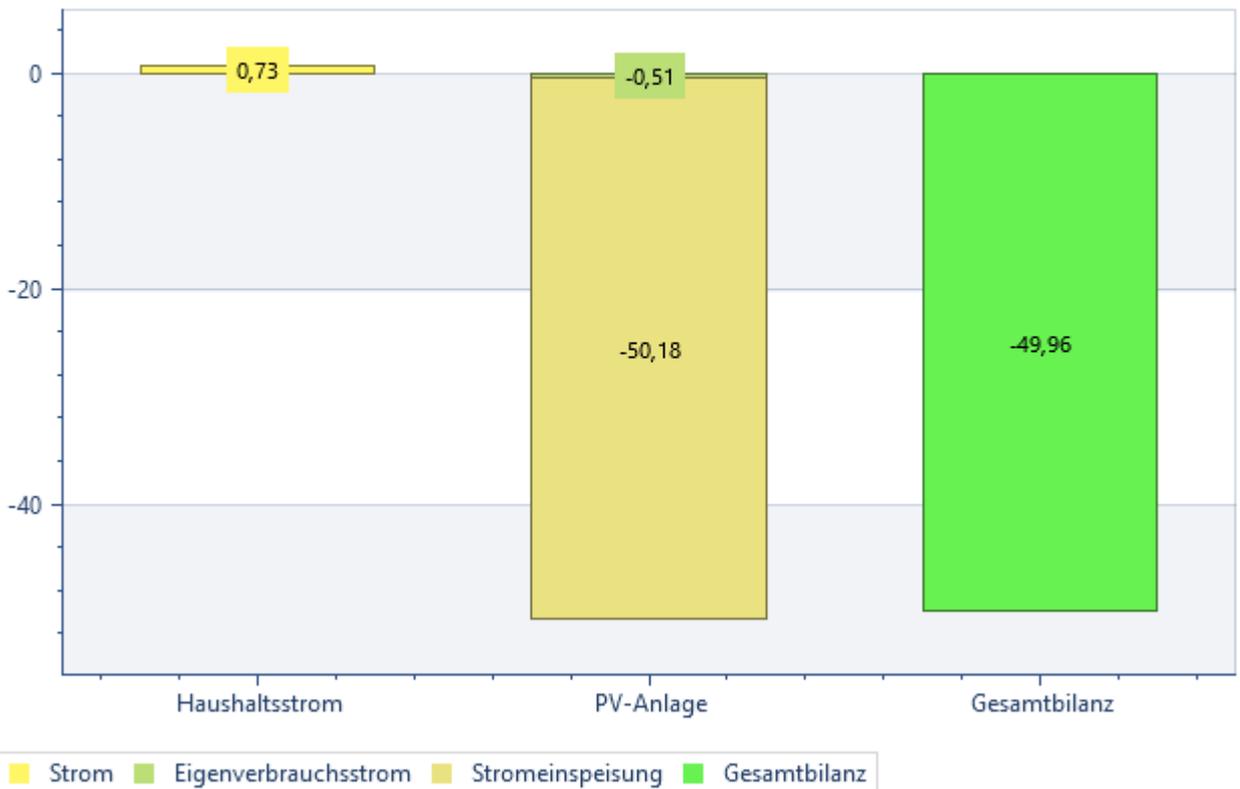


PV Energie Netzeinspeisung



Emissionen der Anlage im Betrieb (in Tonnen CO2 pro Jahr)

Emissionen von weniger als 0,01t werden nicht angezeigt.



Wirtschaftlichkeit

Installation einer PV-Anlage

Zusammenfassung

Betrachtungszeitraum	20 Jahre
Kalkulationszinssatz	6,00 % p.a.
Investitionssumme	45.815 €
Jährliche Überschüsse (Einsparungen)	2.855 €
Jährliche Kapitalkosten	3.994 €
Jährlicher Netto-Überschuss	-1.139 €
Rendite	2,13 % p.a.
Amortisationszeit	-

Jährliche Überschüsse (Einsparungen)

Nach Durchführung des Investitionsprojekts steigen Ihre laufenden Kosten um 610 €/Jahr. Ihre laufenden Einnahmen steigen um 4.143 €/Jahr. Zusammengenommen ergibt sich ein Überschuss in Höhe von 3.533 €/Jahr.

Ausgaben	PV-Anlage	ohne PV-Anlage	Einsparung
Verbräuche / Energie	0 €	283 €	283 €
Betrieb / Wartung	893 €	0 €	-893 €
Einnahmen	PV-Anlage	ohne PV-Anlage	Mehreinnahmen
Vergütungen	4.143 €	0 €	4.143 €
Gesamt			3.533 €

Aufgrund von Preisänderungen verändert sich der jährliche Überschuss im Zeitablauf und sinkt bis zum Ende des Betrachtungszeitraums auf 2.681 €/Jahr. Wird der laufende Überschuss gleichmäßig auf den Betrachtungszeitraum verteilt, ergibt sich ein annuitätischer laufender Überschuss in Höhe von 2.855 €/Jahr.

Kapitaleinsatz

Zur Durchführung des Investitionsprojektes sind Ausgaben von insgesamt 54.520 € erforderlich. Wird die Investitionssumme von 45.815 € unter Berücksichtigung des Kalkulationszinssatzes gleichmäßig auf den Betrachtungszeitraum verteilt, ergeben sich jährliche Kapitalkosten von 3.994 €.

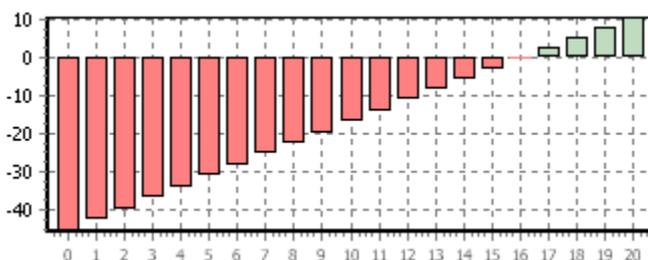
Jährlicher Netto-Überschuss (annuitätischer Gewinn)

Nach Verminderung der jährlichen Überschüsse um die Kapitalkosten, verbleibt ein Netto-Überschuss (annuitätischer Gewinn) von -1.139 €.

Rendite

Die Rendite nach der internen Zinsfuß-Methode beträgt 2,13 % p.a.

Amortisation



Keine Amortisation innerhalb des Betrachtungszeitraums!

Anhang: Kosten und Preise**anfallende Ausgaben**

Investitionen	Menge	Einheit	Einzelpreis	Gesamtpreis
Module IBC-MonoSol 420 MS10-HC-N Black (jedes 20. Betriebsjahr) (ab Inbetriebnahme)	166	Stück	220,00 €	36.520,00 €
Inverter CSI-30K-T400GL02-E (jedes 20. Betriebsjahr) (ab Inbetriebnahme)	4	Stück	4.500,00 €	18.000,00 €

Betrieb / Wartung	Menge	Einheit	Einzelpreis	Gesamtpreis
Betrieb/Wartung - Photovoltaik Anlage (jährlich) (ab dem 1. Betriebsjahr)	1	Stück	892,50 €	892,50 €

Vergütungen	Menge	Einheit	Einzelpreis	Gesamtpreis
Netzeinspeisung (jährlich) (ab dem 1. Betriebsjahr)	58349	kWh	0,0710 €	4.142,78 €

wegfallende Ausgaben

Verbräuche / Energie	Menge	Einheit	Einzelpreis	Gesamtpreis
Eigenverbrauch (jährlich) (ab dem 1. Betriebsjahr)	911	kWh	0,3100 €	282,53 €

Anhang: Finanzplan

Jahr	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Periode	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Jährlicher Überschuss	2681	2699	2716	2733	2749	2765	2781	2796	2811	2826	2840	2854	2868	2882	2895
Investitionen															
Finanzergebnis	2681	2699	2716	2733	2749	2765	2781	2796	2811	2826	2840	2854	2868	2882	2895
Konto:															
Verzinsung Vorjahressaldo	-2524	-2534	-2544	-2555	-2566	-2577	-2588	-2600	-2612	-2624	-2636	-2649	-2661	-2674	-2686
Saldo nach Zinsen	-41905	-42062	-42227	-42399	-42577	-42760	-42948	-43140	-43336	-43535	-43737	-43941	-44147	-44354	-44562

Jahr	Inbetriebnahme	1	2	3	4	5
Periode	0	1	2	3	4	5
Jährlicher Überschuss		2957	2945	2933	2921	2908
Investitionen	-45815					
Finanzergebnis	-45815	2957	2945	2933	2921	2908
Konto:						
Verzinsung Vorjahressaldo	0	-2749	-2736	-2724	-2711	-2699
Saldo nach Zinsen	-45815	-45607	-45398	-45189	-44980	-44771



Forstamt Heidelberg – Betriebshof Nord

Zusammenfassung

- installierte Leistung	69,7 kWp
- erzeugte Energie	59261 kWh/a
- Eigenverbrauch	911 kWh/a (entspricht ca. 2%)
- belegte Dachfläche	324 m ²
- gedeckter Strombedarf	911 kWh/a (entspricht ca. 70%)

Die erzeugte Energie wird nur zu einem geringen Teil in dem Obejekt selbst verbraucht und zu einem sehr großen Anteil in das öffentliche Netz eingespeist.

Wegen der hohen Investitionskosten und der geringen Einspeisevergütung ergibt sich für den Betrachtungszeitraum keine Amortisation. Eine längeren Betrachtung als 20 Jahre ist hier nicht sinnvoll, da davon auszugehen ist, dass nach 20 Jahren die Anlage erneuert werden muss.

Bei einem Bedarf von ca. 1300 kWh/a sollte eine installierte PV-Leistung von ca. 5 kWp als wirtschaftliche Lösung ausreichen.

Wir empfehlen das Dach des Hauptgebäudes mit 12 Modulen a derzeit 420Wp (je 6 Module auf den beiden Dachflächen) zu belegen. Hierdurch wird eine Leistung von 5,04 kWp installiert.