

IBN Ingenieurbüro Nippe GmbH

Mozartstr. 16
12247 Berlin
Deutschland

Projekttitle: PV-Anlage Jugendhaus Carat

12.10.2023

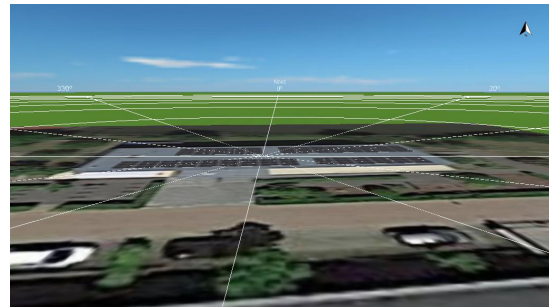
Dokumentation

Kundendaten

Unternehmen	SB Gemeinde Kleinmachnow
Kundennummer	
Ansprechpartner/in	Herr Koch
Adresse	Adolf-Grimme-Ring 10 14532 Kleinmachnow
Telefon	(033203) 877-2182
Telefax	
E-Mail	M.Koch@kleinmachnow.de

Projektdaten

Projekttitle	PV-Anlage Jugendhaus Carat
Angebotsnr.	
Bearbeiter/in	Hr.Nippe
Adresse	Adolf-Grimme-Ring 1 14532 Kleinmachnow



Projektbeschreibung:

PV-Anlage Jugendhaus Carat
mit Batteriespeicher

Projektübersicht

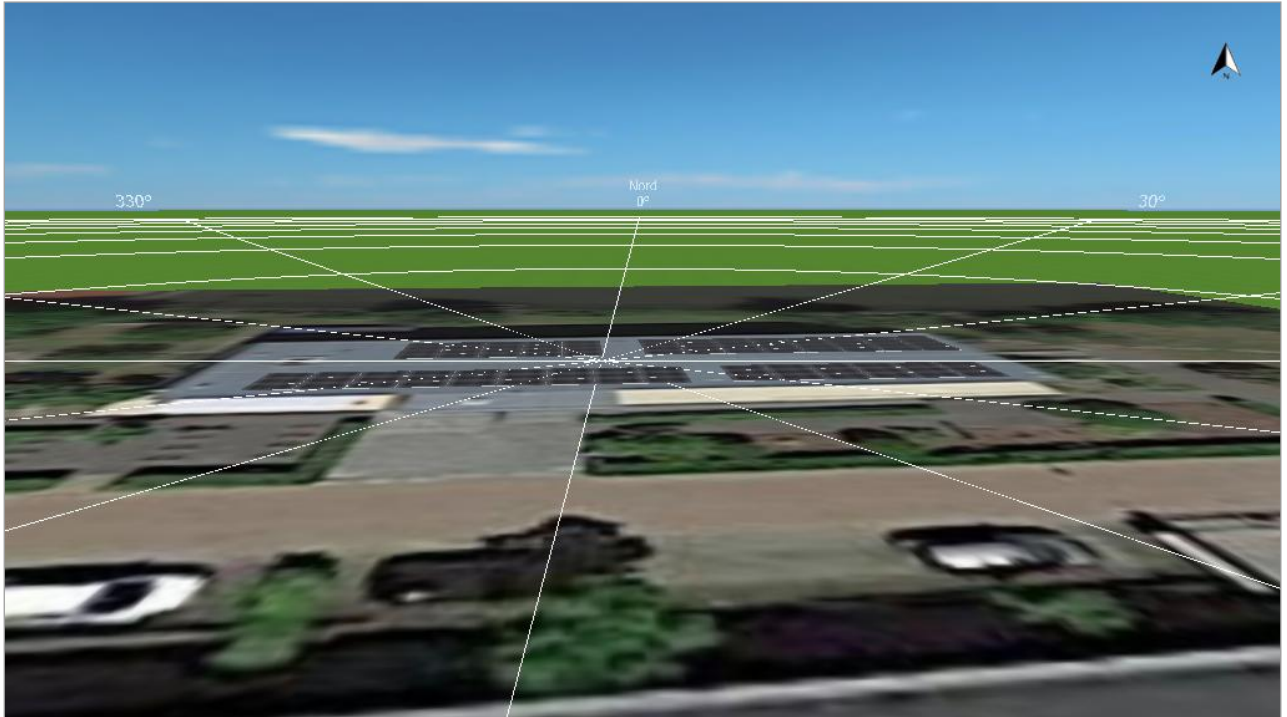


Abbildung: Übersichtsbild, 3D-Planung

PV-Anlage

3D, Netzgekoppelte PV-Anlage mit elektrischen Verbrauchern und Batteriesystemen

Klimadaten	Berlin, DEU (1995 - 2012)
Quelle der Werte	DWD TMY3 (Valentin Software)
PV-Generatorleistung	38,32 kWp
PV-Generatorfläche	178,4 m ²
Anzahl PV-Module	97
Anzahl Wechselrichter	1
Anzahl Batteriesysteme	1

PV-Anlage Jugendhaus Carat

Bearbeiter/in: Hr.Nippe

Kunde: SB Gemeinde Kleinmachnow, Herr Koch

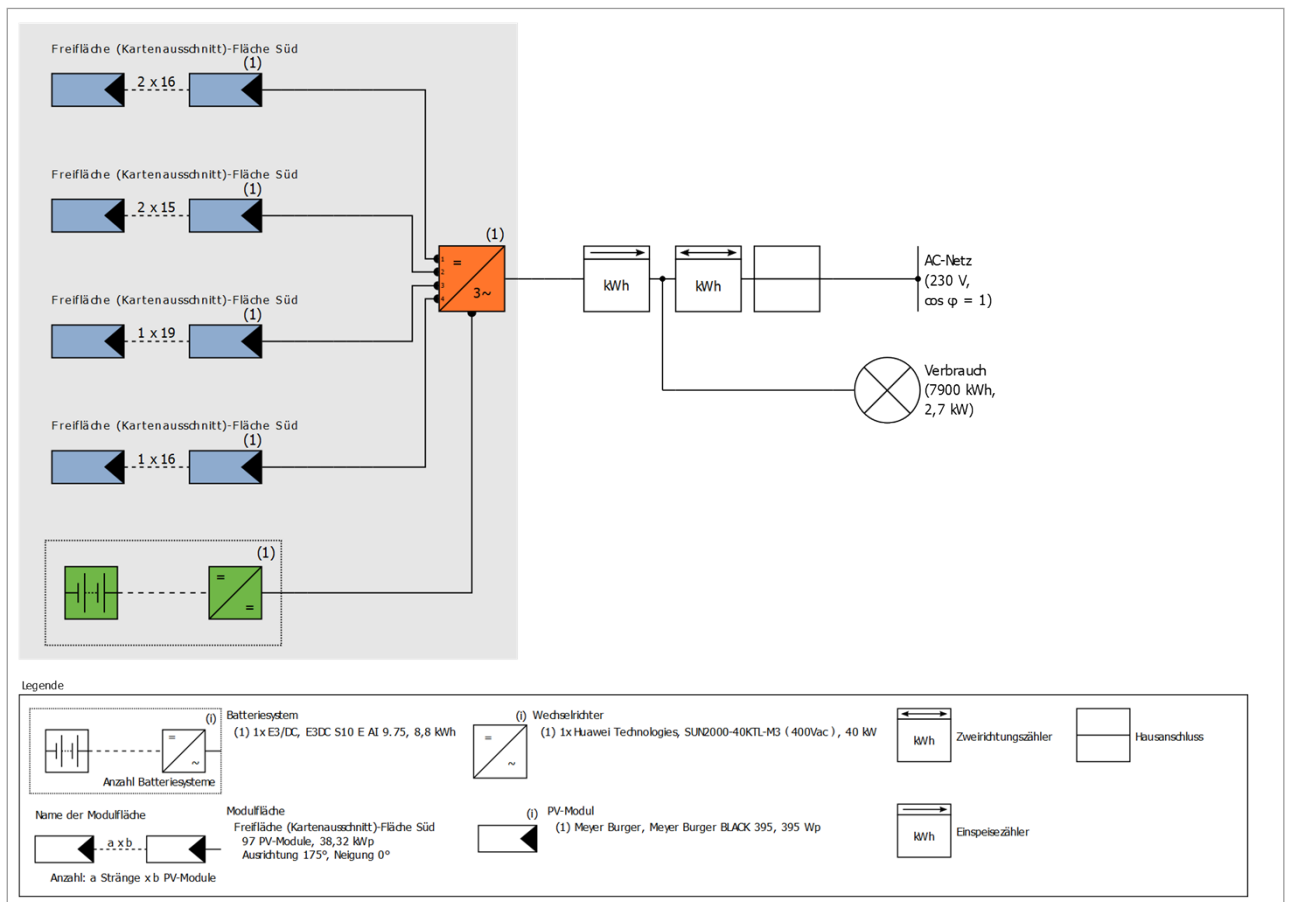


Abbildung: Schaltschema

Ertragsprognose

Ertragsprognose

PV-Generatorleistung	38,32 kWp
Spez. Jahresertrag	934,54 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	89,75 %
Ertragsminderung durch Abschattung	0,0 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz) mit Batterie	35.249 kWh/Jahr
Direkter Eigenverbrauch	4.839 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	30.410 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	13,7 %
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	16.290 kg/Jahr
Autarkiegrad	61,2 %

Wirtschaftlichkeit

Ihr Gewinn

Gesamte Investitionskosten	68.967,00 €
Gesamtkapitalrendite	1,07 %
Amortisationsdauer	Mehr als 20 Jahre
Stromgestehungskosten	0,1038 €/kWh
Bilanzierung / Einspeisekonzept	Überschusseinspeisung

Die Ergebnisse sind durch eine mathematische Modellrechnung der Firma Valentin Software GmbH (PV*SOL Algorithmen) ermittelt worden. Die tatsächlichen Erträge der Solarstromanlage können aufgrund von Schwankungen des Wetters, der Wirkungsgrade von Modulen und Wechselrichtern sowie anderer Faktoren abweichen.

Aufbau der Anlage

Überblick

Anlagendaten

Anlagenart	3D, Netzgekoppelte PV-Anlage mit elektrischen Verbrauchern und Batteriesystemen
Inbetriebnahme	16.02.2024

Klimadaten

Standort	Berlin, DEU (1995 - 2012)
Quelle der Werte	DWD TMY3 (Valentin Software)
Auflösung der Daten	1 h
Verwendete Simulationsmodelle:	
- Diffusstrahlung auf die Horizontale	Hofmann
- Einstrahlung auf die geneigte Fläche	Hay & Davies

Verbrauch

Gesamtverbrauch	7900 kWh
Mehrzweckhalle 2300 m ²	7900 kWh
Spitzenlast	2,7 kW

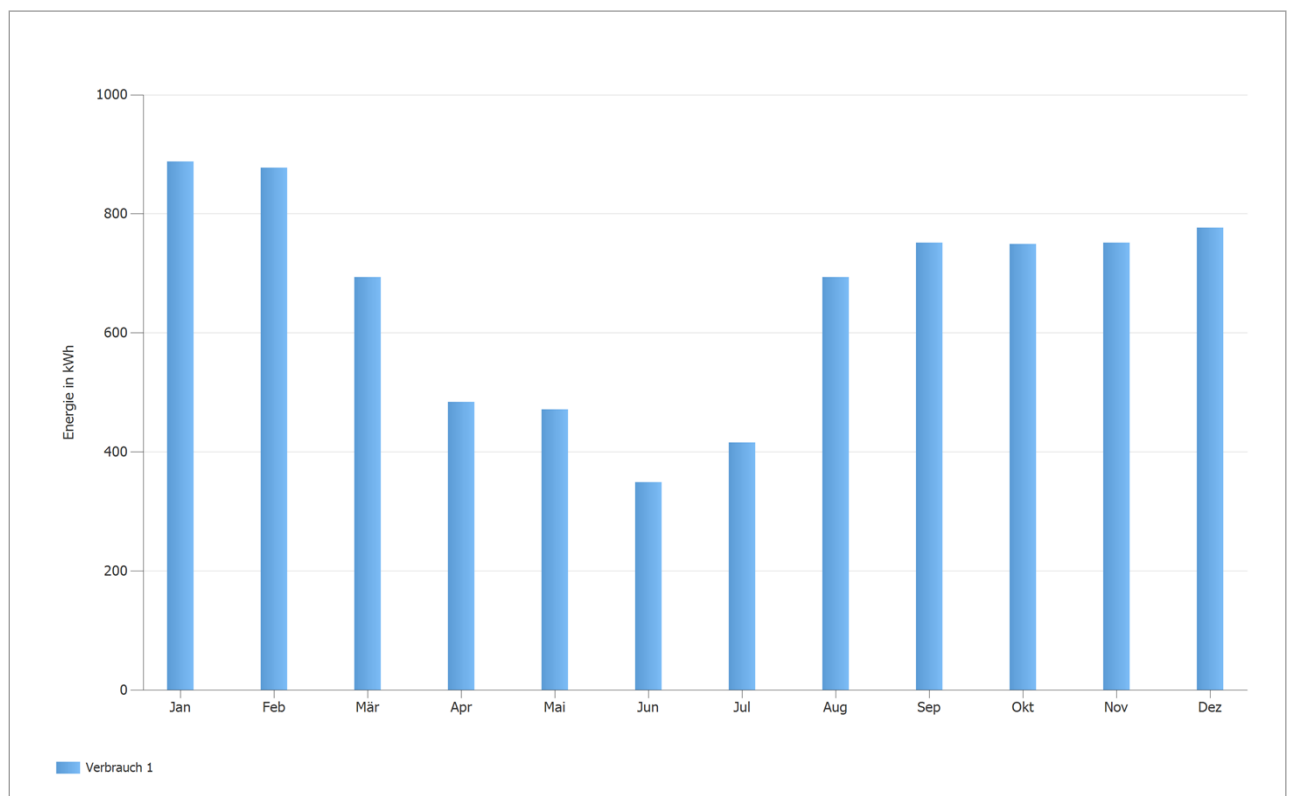


Abbildung: Verbrauch

Modulflächen

1. Modulfläche - Freifläche (Kartenausschnitt)-Fläche Süd

PV-Generator, 1. Modulfläche - Freifläche (Kartenausschnitt)-Fläche Süd

Name	Freifläche (Kartenausschnitt)-Fläche Süd
PV-Module	97 x Meyer Burger BLACK 395 (v1)
Hersteller	Meyer Burger
Neigung	0 °
Ausrichtung	Süden 175 °
Einbausituation	Dachparallel - gut hinterlüftet
PV-Generatorfläche	178,4 m ²

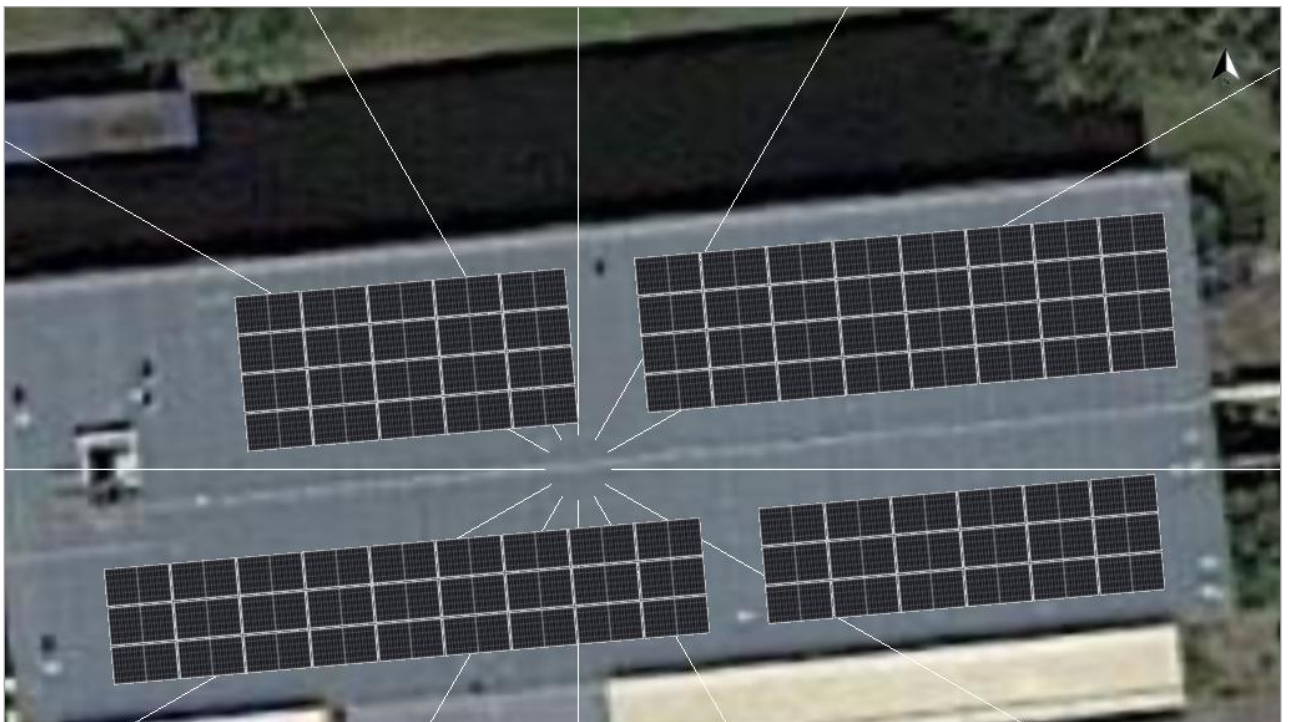


Abbildung: 1. Modulfläche - Freifläche (Kartenausschnitt)-Fläche Süd

PV-Anlage Jugendhaus Carat

Bearbeiter/in: Hr.Nippe

Kunde: SB Gemeinde Kleinmachnow, Herr Koch

Moduldegradation, 1. Modulfläche - Freifläche (Kartenausschnitt)-Fläche Süd

Kennlinienverlauf

Linear

Verbleibende Leistung nach 20 Jahren

100 %

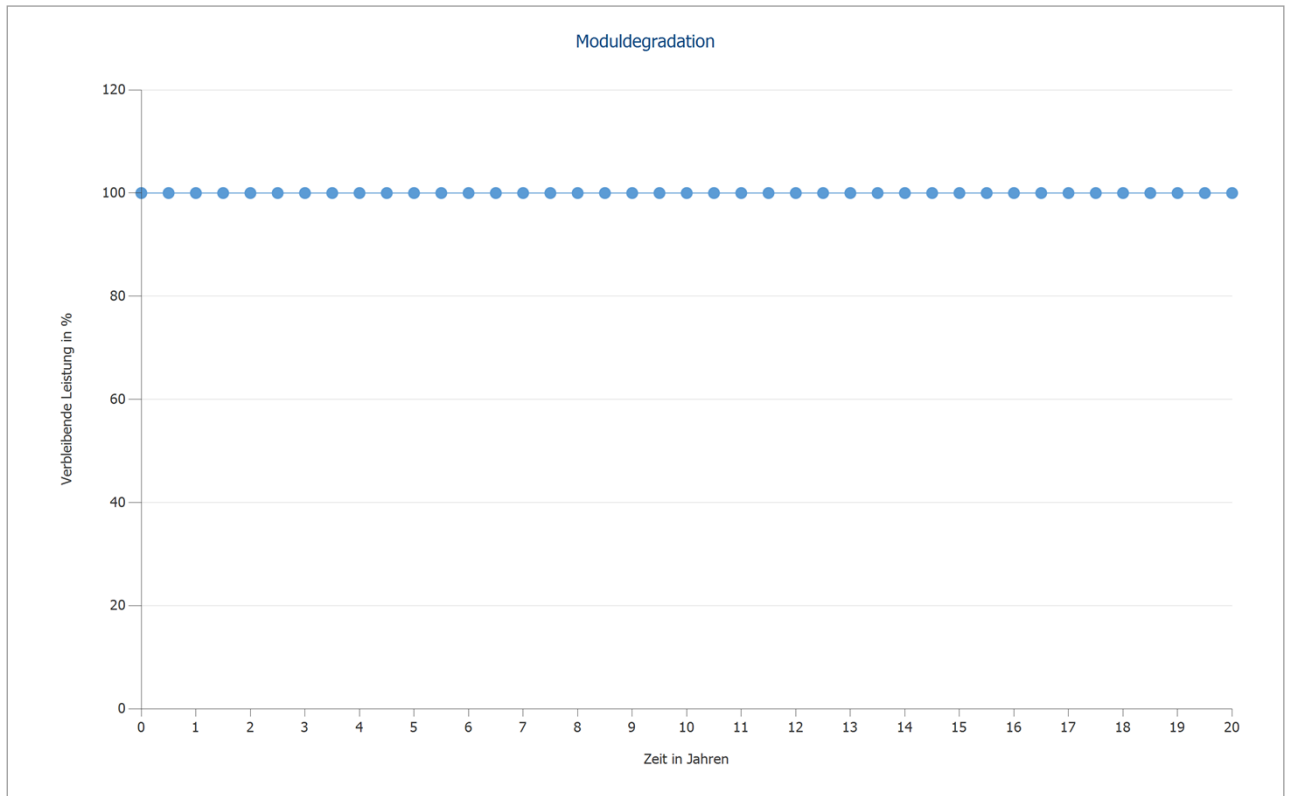


Abbildung: Moduldegradation, 1. Modulfläche - Freifläche (Kartenausschnitt)-Fläche Süd

Horizontlinie, 3D-Planung

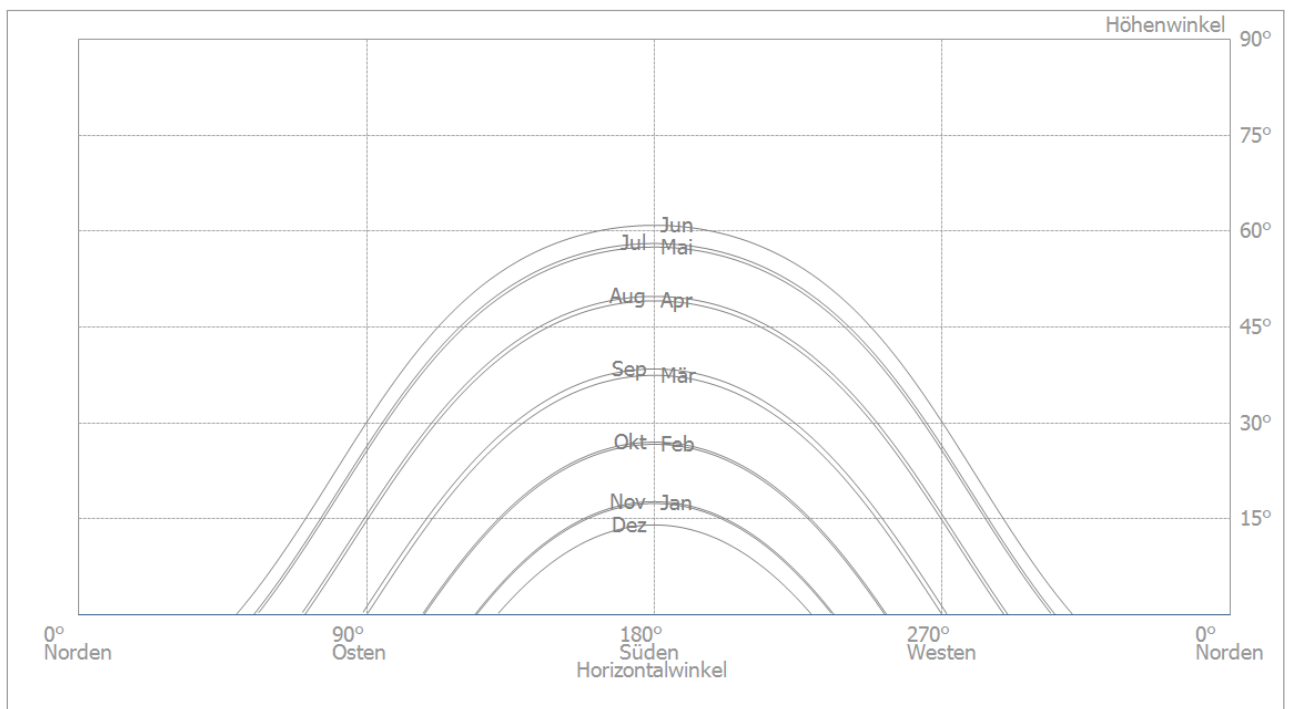


Abbildung: Horizont (3D-Planung)

Wechselrichterverschaltung

Verschaltung 1

Modulfläche	Freifläche (Kartenausschnitt)-Fläche Süd
Wechselrichter 1	
Modell	SUN2000-40KTL-M3 (400Vac) (v3)
Hersteller	Huawei Technologies
Anzahl	1
Dimensionierungsfaktor	95,8 %
Verschaltung	MPP 1: 2 x 16
	MPP 2: 2 x 15
	MPP 3: 1 x 19
	MPP 4: 1 x 16

AC-Netz

AC-Netz

Anzahl Phasen	3
Netzspannung zwischen Phase und Nullleiter	230 V
Verschiebungsfaktor (cos phi)	+/- 1

Batteriesysteme

Batteriesystem

Modell	E3DC S10 E AI 9.75 (v4)
Hersteller	E3/DC
Anzahl	1
Batteriewechselrichter	
Art der Kopplung	DC Zwischenkreis-Kopplung
Nennleistung	4,5 kW
Batterie	
Hersteller	E3/DC
Modell	E3DC DCB-ZA (v2)
Anzahl	3
Batterieenergie	8,8 kWh
Batterietyp	Lithium-Eisen-Phosphat

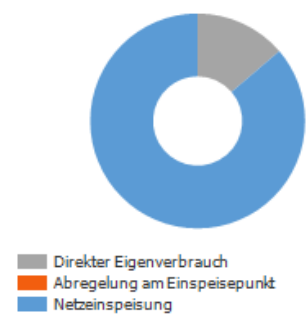
Simulationsergebnisse

Ergebnisse Gesamtanlage

PV-Anlage

PV-Generatorleistung	38,32 kWp
Spez. Jahresertrag	934,54 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	89,75 %
Ertragsminderung durch Abschattung	0,0 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz) mit Batterie	35.249 kWh/Jahr
Direkter Eigenverbrauch	4.839 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	30.410 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	13,7 %
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	16.290 kg/Jahr

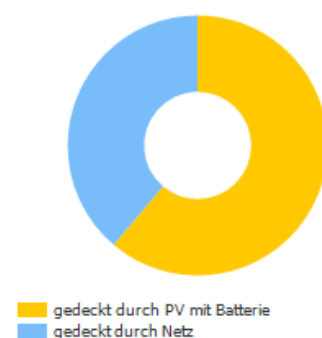
PV-Generatorenergie (AC-Netz) mit Batterie



Verbraucher

Verbraucher	7.900 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	11 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	7.911 kWh/Jahr
gedeckt durch PV mit Batterie	4.839 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	3.072 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	61,2 %

Gesamtverbrauch



Batteriesystem

Ladung am Anfang	9 kWh
Batterieladung (PV-Anlage)	2.798 kWh/Jahr
Batterieenergie zur Verbrauchsdeckung	2.229 kWh/Jahr
Verluste durch Laden/Entladen	337 kWh/Jahr
Verluste in Batterie	240 kWh/Jahr
Zyklenbelastung	6,0 %
Lebensdauer	17 Jahre

Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	7.911 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	3.072 kWh/Jahr
Autarkiegrad	61,2 %

Energiefluss-Grafik

Projekt: PV-Anlage Jugendhaus Carat

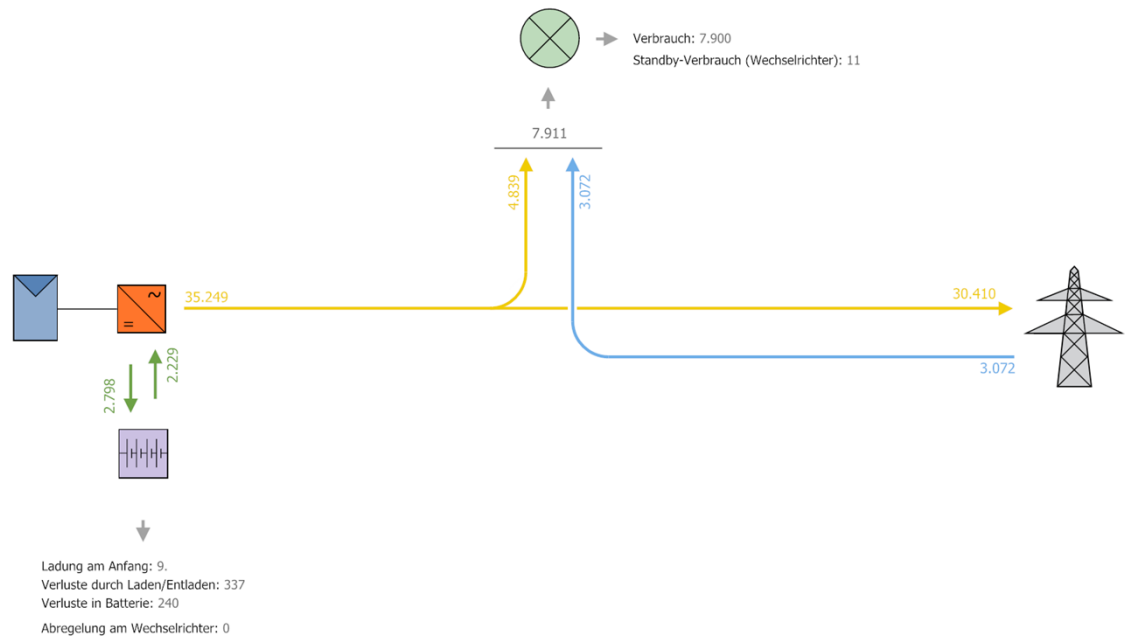


Abbildung: Energiefluss

PV-Anlage Jugendhaus Carat

Bearbeiter/in: Hr.Nippe

Kunde: SB Gemeinde Kleinmachnow, Herr Koch

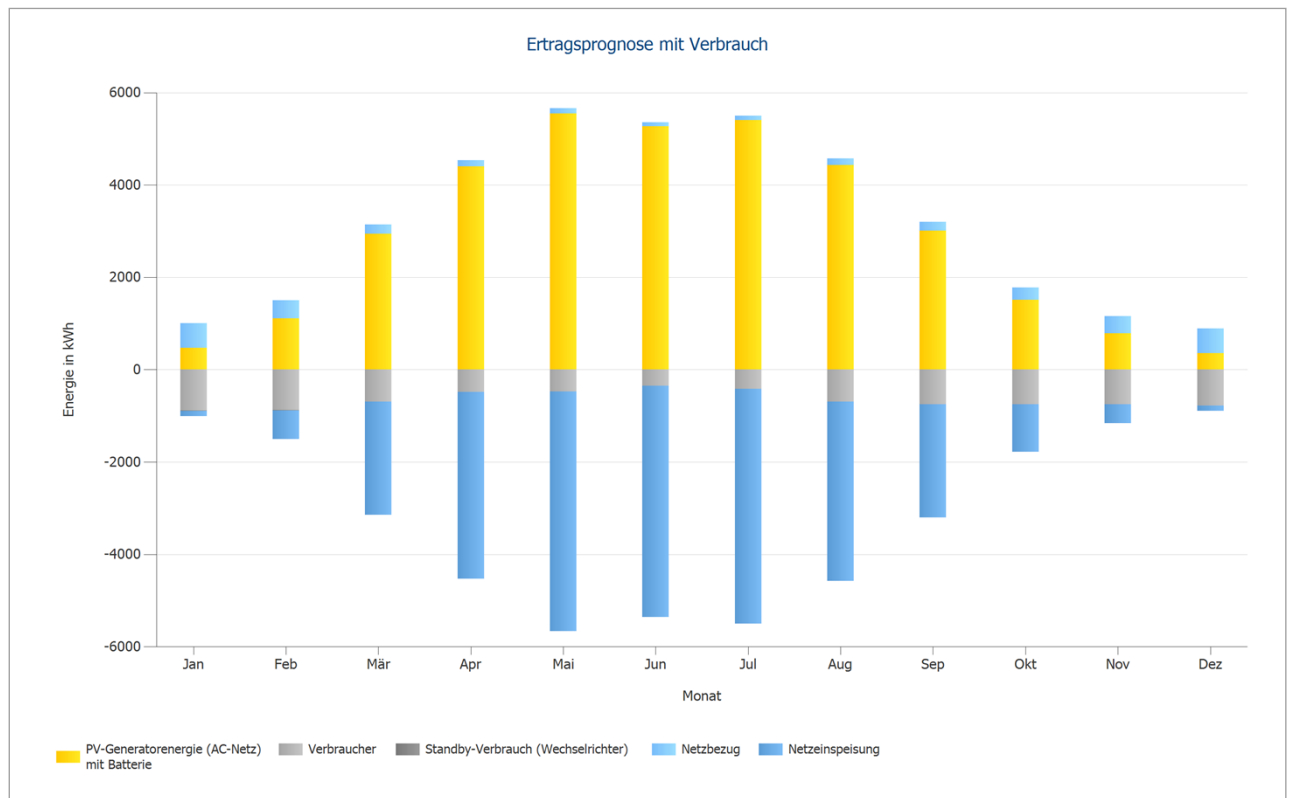


Abbildung: Ertragsprognose mit Verbrauch

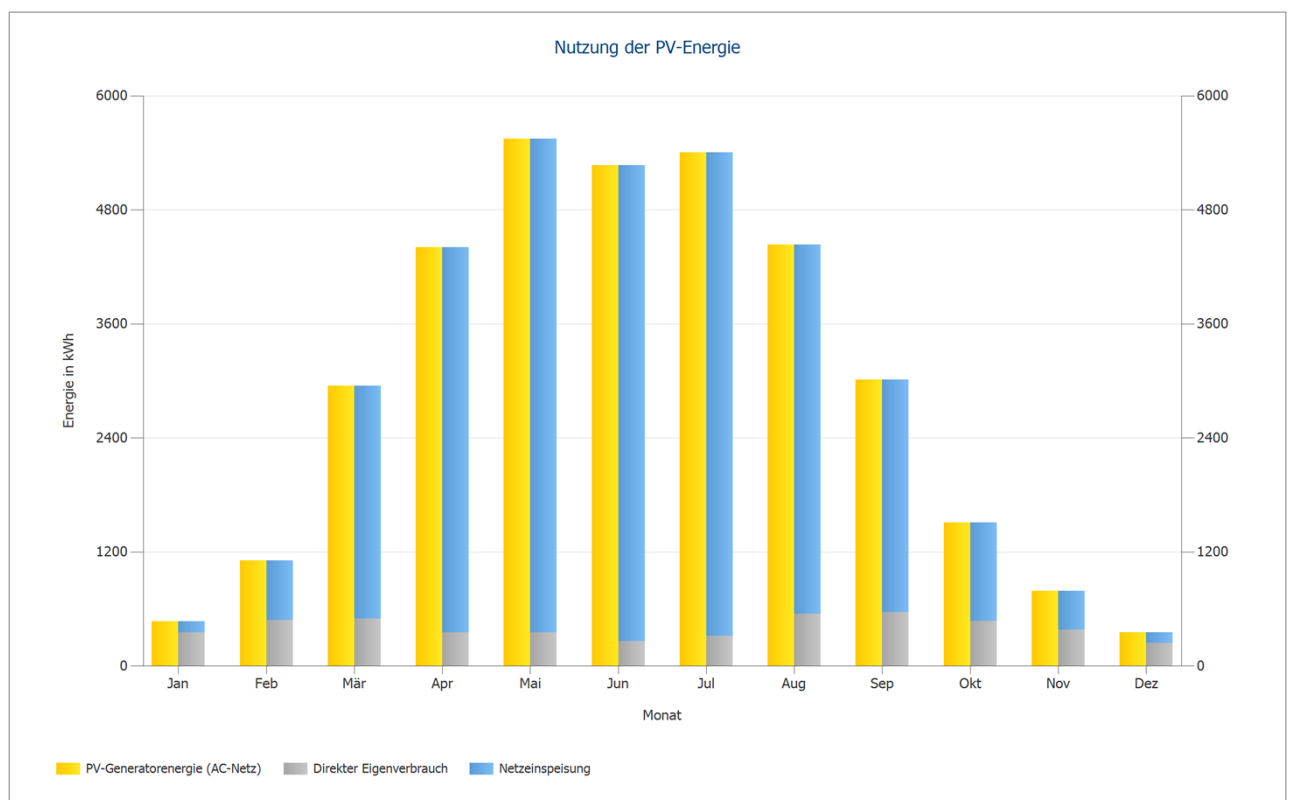


Abbildung: Nutzung der PV-Energie

PV-Anlage Jugendhaus Carat

Bearbeiter/in: Hr.Nippe

Kunde: SB Gemeinde Kleinmachnow, Herr Koch

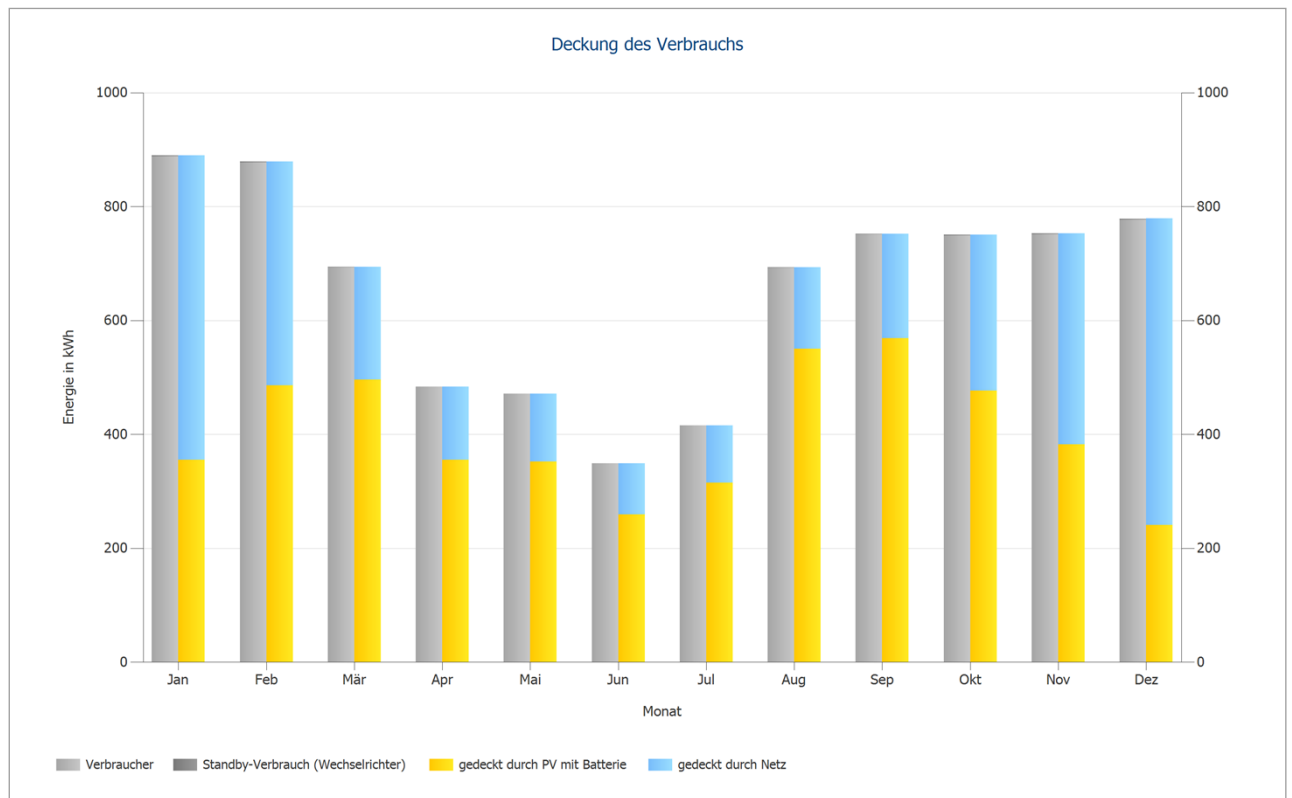


Abbildung: Deckung des Verbrauchs

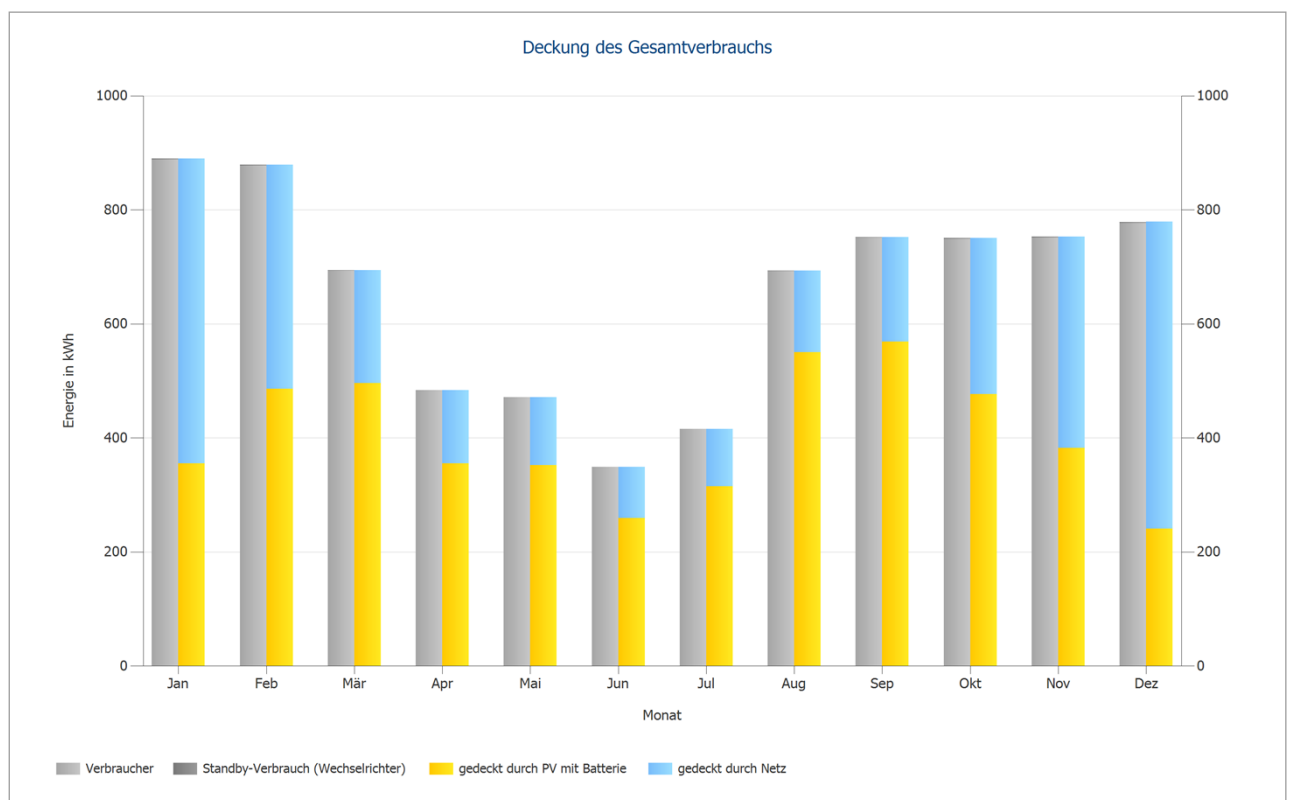


Abbildung: Deckung des Gesamtverbrauchs

Ergebnisse pro Modulfläche

Freifläche (Kartenausschnitt)-Fläche Süd

PV-Generatorleistung	38,32 kWp
PV-Generatorfläche	178,43 m ²
Globalstrahlung auf Modul	1040,39 kWh/m ²
Globalstrahlung auf Modul ohne Reflexion	1040,39 kWh/m ²
Anlagennutzungsgrad (PR)	88,35 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	35249,02 kWh/Jahr
Spez. Jahresertrag	919,98 kWh/kWp

Energieertrag für EnEV

Energieertrag nach DIN 15316-4-6

Januar	539,5 kWh
Februar	739,3 kWh
März	1804,5 kWh
April	3402,6 kWh
Mai	4111,4 kWh
Juni	4338,8 kWh
Juli	3906,7 kWh
August	3348,6 kWh
September	2286,4 kWh
Oktober	1432,5 kWh
November	558,1 kWh
Dezember	316,3 kWh
Jahreswert	26.784,8 kWh

Randbedingungen:

Klimadaten nach DIN V 18599-10

FREIFLÄCHE (KARTENAUSSCHNITT)-FLÄCHE SÜD

Systemleistungsfaktor: 0.77

Peakleistungskoeffizient: 0.182

Ausrichtung: Süd

Neigung: 0°

Energiebilanz PV-Anlage

Energiebilanz PV-Anlage

Globalstrahlung horizontal	1.050,90 kWh/m²	
Abweichung vom Standardspektrum	-10,51 kWh/m²	-1,00 %
Bodenreflexion (Albedo)	0,00 kWh/m²	0,00 %
Ausrichtung und Neigung der Modulebene	0,00 kWh/m²	0,00 %
Modulunabhängige Abschattung	0,00 kWh/m²	0,00 %
Reflexion an Moduloberfläche	0,00 kWh/m²	0,00 %
Globalstrahlung auf Modul	1.040,39 kWh/m²	
	1.040,39 kWh/m²	
	x 178,426 m²	
	= 185.633,53 kWh	
PV Globalstrahlung	185.633,53 kWh	
Verschmutzung	0,00 kWh	0,00 %
STC Konversion (Modul-Nennwirkungsgrad 21,49 %)	-145.737,95 kWh	-78,51 %
PV Nennenergie	39.895,58 kWh	
Modulspezifische Teilabschattung	0,00 kWh	0,00 %
Schwachlichtverhalten	-909,79 kWh	-2,28 %
Abweichung von der Nenn-Modultemperatur	-378,84 kWh	-0,97 %
Dioden	0,00 kWh	0,00 %
Mismatch (Herstellerangaben)	-772,14 kWh	-2,00 %
Mismatch (Verschaltung/Abschattung)	0,00 kWh	0,00 %
PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung	37.834,81 kWh	
Unterschreitung der DC-Startleistung	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Strom	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Leistung	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. AC-Leistung/cos phi	0,00 kWh	0,00 %
MPP Anpassung	-5,33 kWh	-0,01 %
PV-Energie (DC)	37.829,48 kWh	
Energie am WR-Eingang	37.829,48 kWh	
DC-Speicher Laden	-2.798,21 kWh	-
DC-Speicher Entladen	2.229,31 kWh	-
Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung	-86,76 kWh	-0,23 %
DC/AC-Wandlung	-1.924,81 kWh	-5,18 %
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	-10,98 kWh	-0,03 %
Kabelverluste Gesamt	0,00 kWh	0,00 %
PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch	35.238,03 kWh	
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	35.249,02 kWh	

Wirtschaftlichkeitsanalyse

Überblick

Anlagendaten

Netzeinspeisung im ersten Jahr (inkl. Moduldegradation)	30.410 kWh/Jahr
PV-Generatorleistung	38,3 kWp
Inbetriebnahme der Anlage	16.02.2024
Betrachtungszeitraum	20 Jahre
Kapitalzins	1 %

Wirtschaftliche Kenngrößen

Gesamtkapitalrendite	1,07 %
Kumulierter Cashflow	1.243,98 €
Amortisationsdauer	Mehr als 20 Jahre
Stromgestehungskosten	0,1038 €/kWh

Zahlungsübersicht

spezifische Investitionskosten	1.800,00 €/kWp
Investitionskosten	68.967,00 €
Einmalzahlungen	0,00 €
Förderungen	0,00 €
Jährliche Kosten	0,00 €/Jahr
Sonstige Erlöse oder Einsparungen	0,00 €/Jahr

Vergütung und Ersparnisse

Gesamtvergütung im ersten Jahr	2.246,44 €/Jahr
Ersparnisse im ersten Jahr	1.206,93 €/Jahr

EEG 2023 (Teileinspeisung) - Gebäudeanlagen

Gültigkeit	19.07.2023 - 31.12.2043
Spezifische Einspeisevergütung	0,0739 €/kWh
Einspeisevergütung	2246,4393 €/Jahr

Berlin Natur Privatstrom (Kopie) (Vattenfall)

Arbeitspreis	0,25 €/kWh
Preisänderungsfaktor Arbeitspreis	2 %/Jahr

PV-Anlage Jugendhaus Carat

Bearbeiter/in: Hr.Nippe

Kunde: SB Gemeinde Kleinmachnow, Herr Koch

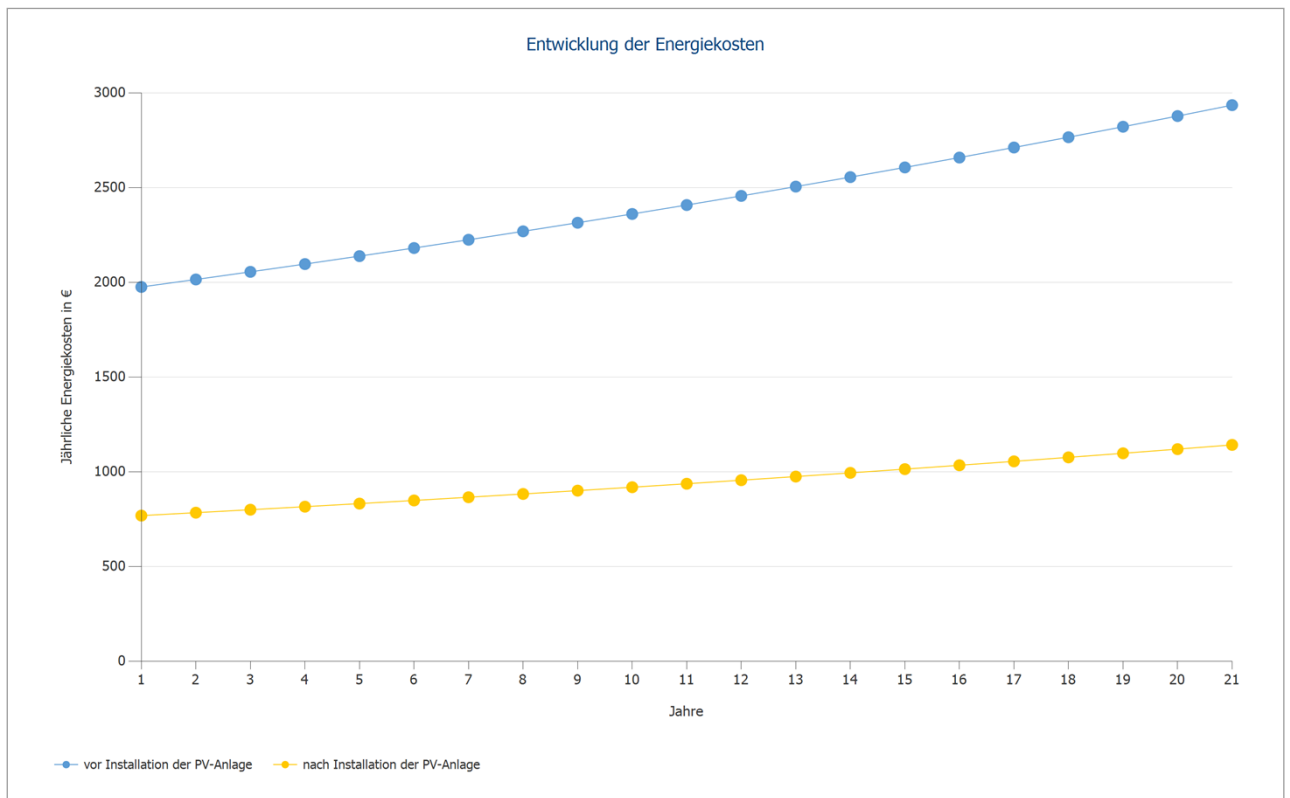


Abbildung: Entwicklung der Energiekosten

Cashflow

Cashflow

	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
Investitionen	-68.967,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	2.200,63 €	2.202,18 €	2.180,37 €	2.158,78 €	2.137,41 €
Einsparungen Strombezug	1.149,78 €	1.206,81 €	1.218,76 €	1.230,82 €	1.243,01 €
Jährlicher Cashflow	-65.616,59 €	3.408,98 €	3.399,13 €	3.389,61 €	3.380,42 €
Kumulierter Cashflow	-65.616,59 €	-62.207,61 €	-58.808,48 €	-55.418,87 €	-52.038,45 €

Cashflow

	Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10
Investitionen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	2.116,25 €	2.095,29 €	2.074,55 €	2.054,01 €	2.033,67 €
Einsparungen Strombezug	1.255,32 €	1.267,75 €	1.280,30 €	1.292,97 €	1.305,78 €
Jährlicher Cashflow	3.371,56 €	3.363,04 €	3.354,85 €	3.346,98 €	3.339,45 €
Kumulierter Cashflow	-48.666,89 €	-45.303,85 €	-41.949,00 €	-38.602,02 €	-35.262,57 €

Cashflow

	Jahr 11	Jahr 12	Jahr 13	Jahr 14	Jahr 15
Investitionen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	2.013,54 €	1.993,60 €	1.973,86 €	1.954,32 €	1.934,97 €
Einsparungen Strombezug	1.318,70 €	1.331,76 €	1.344,95 €	1.358,26 €	1.371,71 €
Jährlicher Cashflow	3.332,24 €	3.325,36 €	3.318,81 €	3.312,58 €	3.306,68 €
Kumulierter Cashflow	-31.930,33 €	-28.604,97 €	-25.286,16 €	-21.973,58 €	-18.666,90 €

Cashflow

	Jahr 16	Jahr 17	Jahr 18	Jahr 19	Jahr 20
Investitionen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	1.915,81 €	1.896,84 €	1.878,06 €	1.859,47 €	1.841,73 €
Einsparungen Strombezug	1.385,29 €	1.399,01 €	1.412,86 €	1.426,85 €	1.440,98 €
Jährlicher Cashflow	3.301,10 €	3.295,85 €	3.290,92 €	3.286,32 €	3.282,70 €
Kumulierter Cashflow	-15.365,79 €	-12.069,94 €	-8.779,02 €	-5.492,71 €	-2.210,00 €

Cashflow

	Jahr 21
Investitionen	0,00 €
Einspeisevergütung	1.998,74 €
Einsparungen Strombezug	1.455,24 €
Jährlicher Cashflow	3.453,99 €
Kumulierter Cashflow	1.243,98 €

Degradation- und Preissteigerungsraten werden monatlich über den gesamten Betrachtungszeitraum angewendet. Dies erfolgt bereits im ersten Jahr.

PV-Anlage Jugendhaus Carat

Bearbeiter/in: Hr.Nippe

Kunde: SB Gemeinde Kleinmachnow, Herr Koch

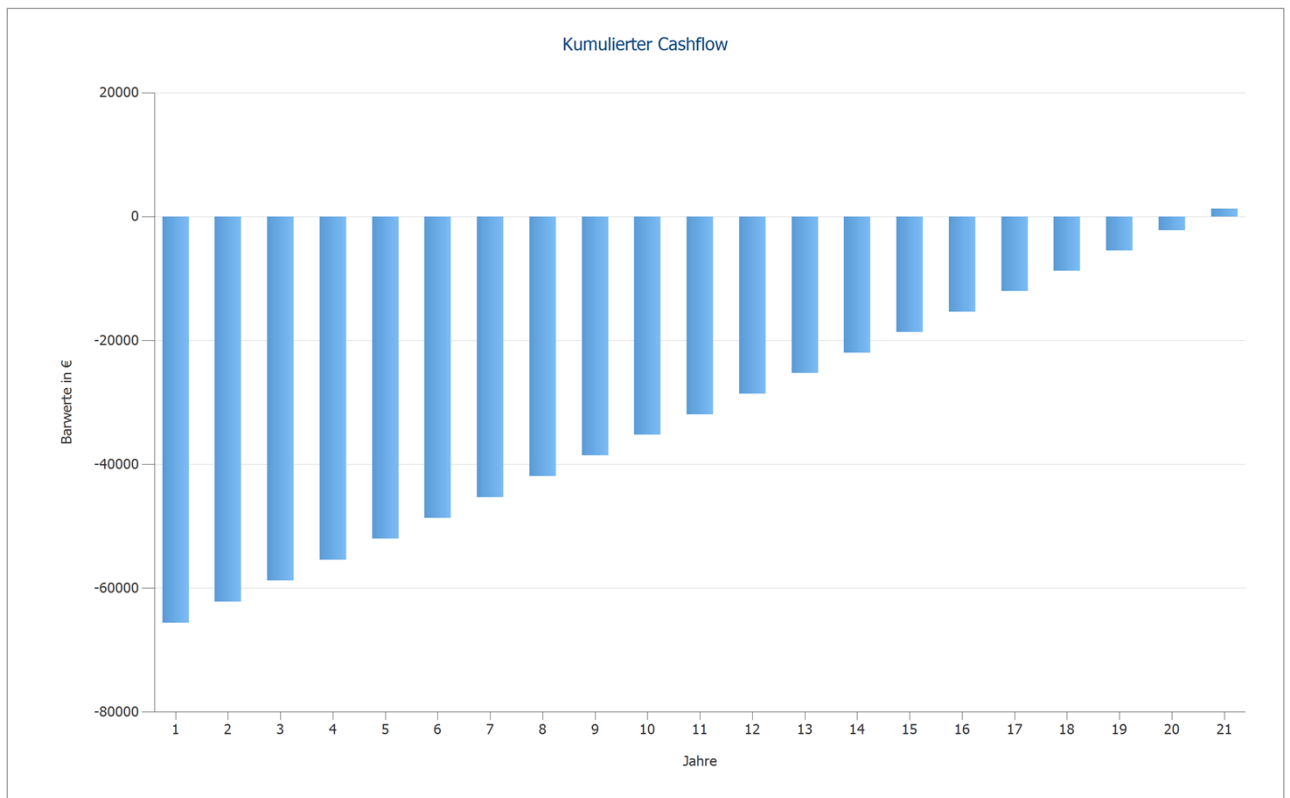


Abbildung: Kumulierter Cashflow

Datenblätter

Datenblatt PV-Modul

PV-Modul: Meyer Burger BLACK 395 (v1)

Hersteller	Meyer Burger
Lieferbar	Ja

Elektrische Daten

Zelltyp	HIT
Halbzellen-Modul	Ja
Anzahl Zellen	120
Anzahl Bypassdioden	3
Verlustspannung pro Bypassdiode	0,6 V
Integrierter Leistungsoptimierer	Nein
Nur Trafo-Wechselrichter geeignet	Nein

U/I Kennwerte bei STC

Spannung im MPP	39,18 V
Strom im MPP	10,09 A
Leerlaufspannung	44,7 V
Kurzschlussstrom	10,64 A
Erhöhung Leerlaufspannung vor Stabilisierung	0 %
Nennleistung	395 W
Füllfaktor	83,12 %
Wirkungsgrad	21,49 %

U/I Teillastkennwerte

Quelle der Werte	Hersteller/Eigene
Einstrahlung	200 W/m ²
Spannung im MPP bei Teillast	36,6 V
Strom im MPP bei Teillast	2,09 A
Leerlaufspannung bei Teillast	42,09 V
Kurzschlussstrom bei Teillast	2,18 A

Weitere Parameter

Temperaturkoeffizient Uoc	-104,6 mV/K
Temperaturkoeffizient Isc	3,5 mA/K
Temperaturkoeffizient Pmpp	-0,26 %/K
Winkelkorrekturfaktor (IAM)	100 %
Maximale Systemspannung	1000 V

Mechanische Daten

Breite	1041 mm
Höhe	1767 mm
Tiefe	35 mm
Rahmenbreite	12 mm
Gewicht	19,7 kg

Datenblatt Wechselrichter

Wechselrichter: SUN2000-40KTL-M3 (400Vac) (v3)

Hersteller	Huawei Technologies
Lieferbar	Ja

Elektrische Daten - DC

DC-Nennleistung	44,72 kW
Max. DC-Leistung	73,2 kW
DC-Nennspannung	600 V
Max. Eingangsspannung	1100 V
Max. Eingangsstrom	104 A
Max. Kurzschlussstrom	104 A
Anzahl DC-Eingänge	8

Elektrische Daten - AC

AC-Nennleistung	40 kW
Max. AC-Leistung	44 kVA
AC-Nennspannung	230 V
Anzahl Phasen	3
Mit Trafo	Nein

Elektrische Daten - Sonstige

Änderung des Wirkungsgrades bei Abweichung der Eingangsspannung von der Nennspannung	0,28 %/100V
Min. Einspeiseleistung	0 W
Standby-Verbrauch	5,5 W
Nachtverbrauch	5,5 W

MPP-Tracker

Leistungsbereich < 20% der Nennleistung	99,97 %
Leistungsbereich > 20% der Nennleistung	99,99 %
Anzahl MPP-Tracker	4

MPP-Tracker 1-4

Max. Eingangsstrom	26 A
Max. Kurzschlussstrom	26 A
Max. Eingangsleistung	18,3 kW
Min. MPP-Spannung	200 V
Max. MPP-Spannung	1000 V

Datenblatt Batteriesystem

Batteriesystem: E3DC S10 E AI 9.75 (v4)

Hersteller	E3/DC
Lieferbar	Ja
Batteriewechselrichter	
Nennleistung	4,5 kW
Maximale Ladeleistung	4,5 kW
Maximale Entladeleistung	4,5 kW
Art der Kopplung	DC Zwischenkreis-Kopplung
Batterie	
Hersteller Batterie	E3/DC
Modell	E3DC DCB-ZA (v2)
Anzahl	3 (1x3)
Batteriesystemspannung DC	51,2 V
Nutzbare Batterieenergie	8,8 kWh
Kapazität bei t=10h	192 Ah

Datenblatt Batterie

Batterie: E3DC DCB-ZA (v2)

Hersteller	E3/DC
Lieferbar	Ja
Elektrische Daten	
Batterietyp	Lithium-Eisen-Phosphat
Zellspannung	3,2 V
Anzahl Zellen in Reihe	16
Nennspannung	51,2 V
Anzahl Batteriestränge	1
Innenwiderstand	24 mΩ
Selbstentladung	0,1 %/Monat
Haltbarkeit in Lade-Entlade-Zyklen (DoD = 40 %)	15000
Mechanische Daten	
Länge	420 mm
Breite	445 mm
Höhe	131 mm
Gewicht	35 kg

Pläne und Stückliste

Schaltplan

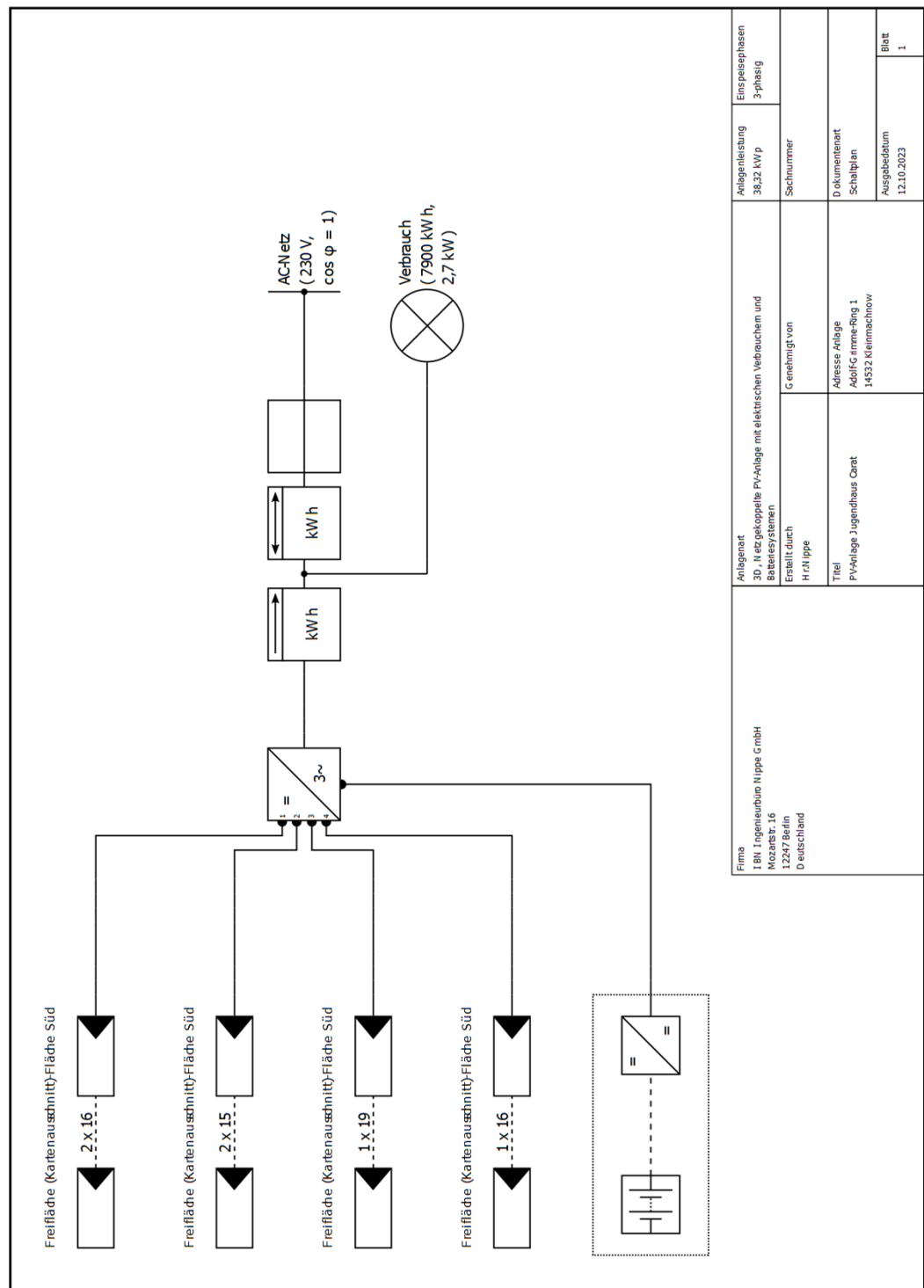


Abbildung: Schaltplan

Übersichtsplan

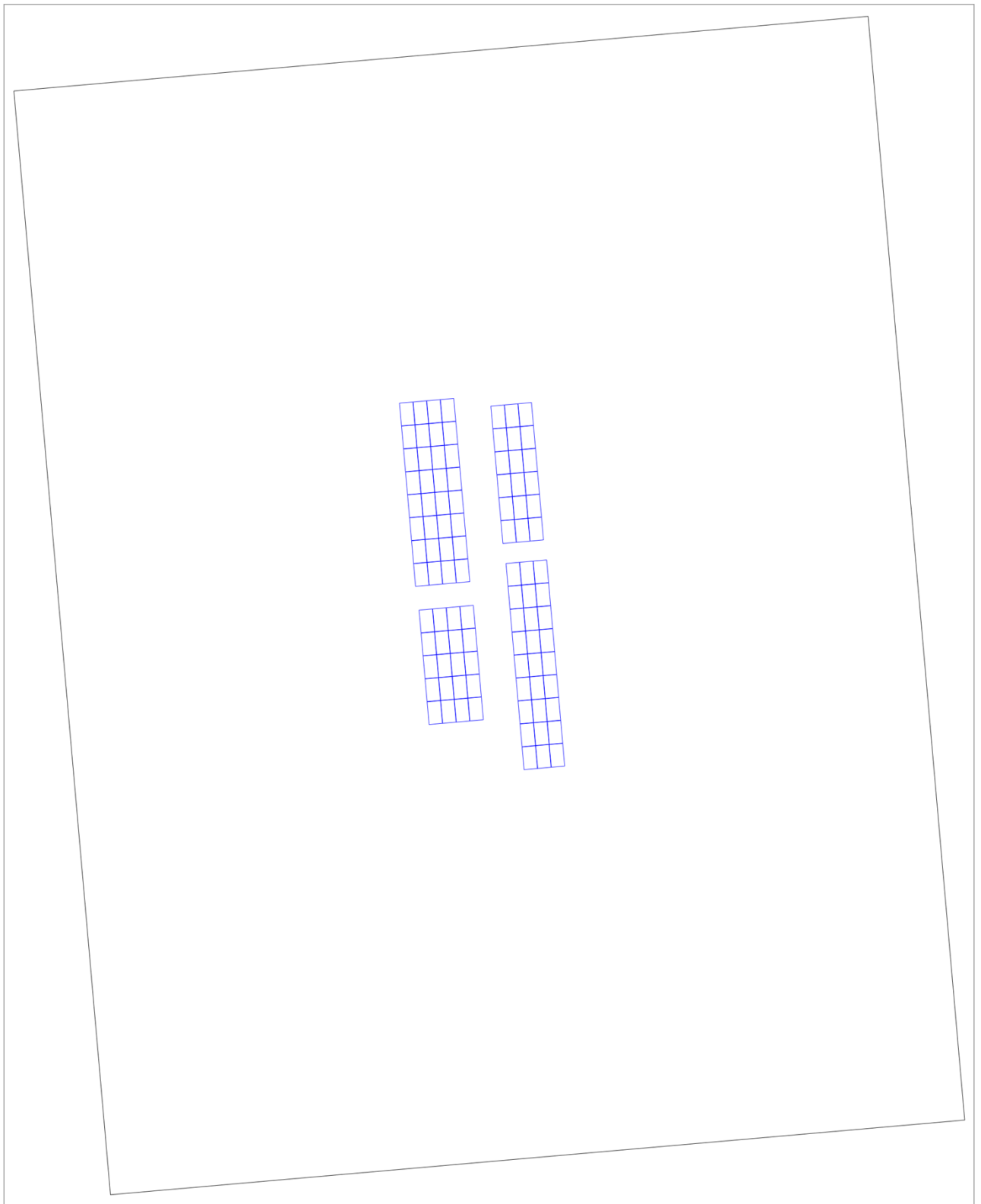


Abbildung: Übersichtsplan

Bemaßungsplan

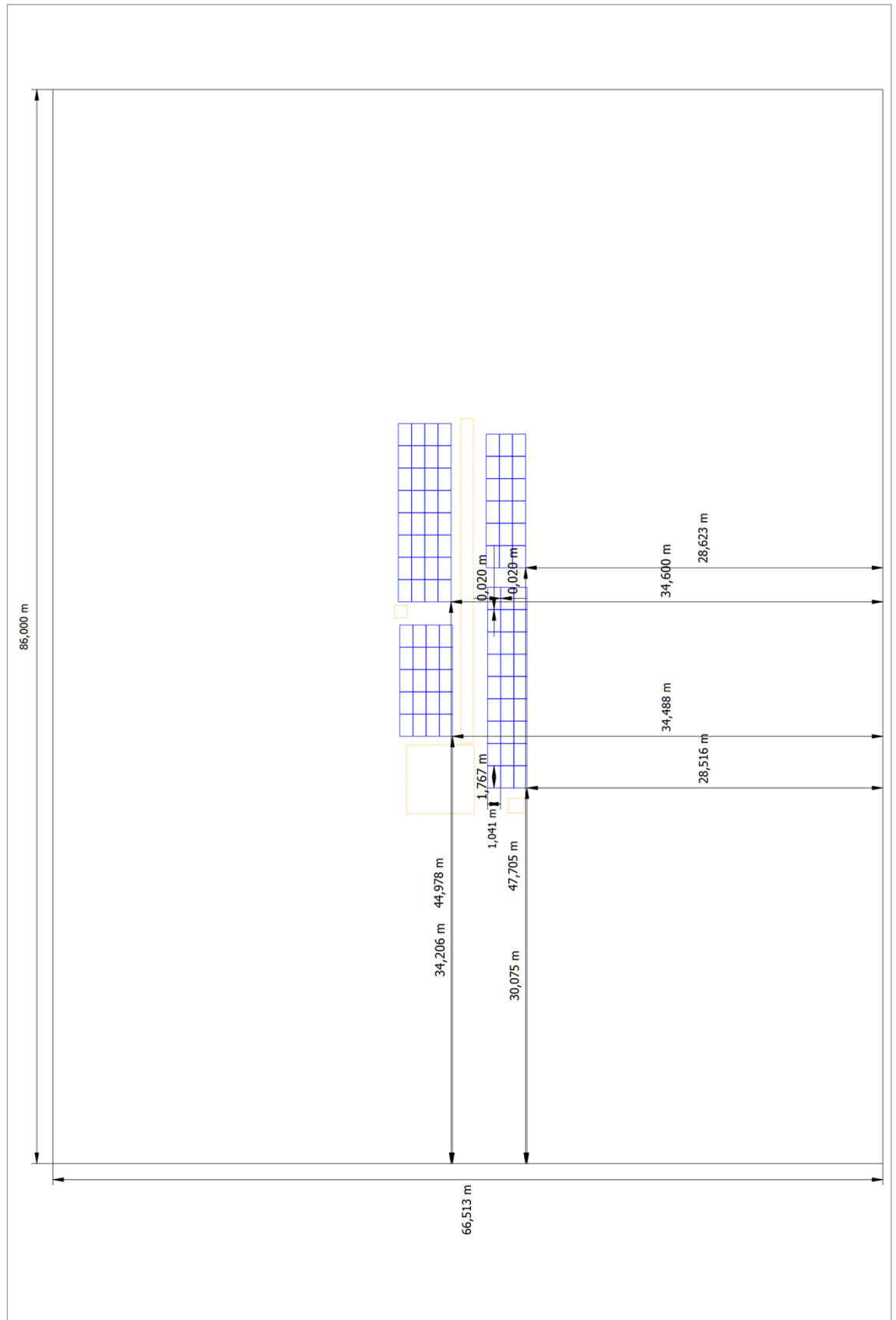


Abbildung: Freifläche (Kartenausschnitt) - Fläche Süd

Strangplan

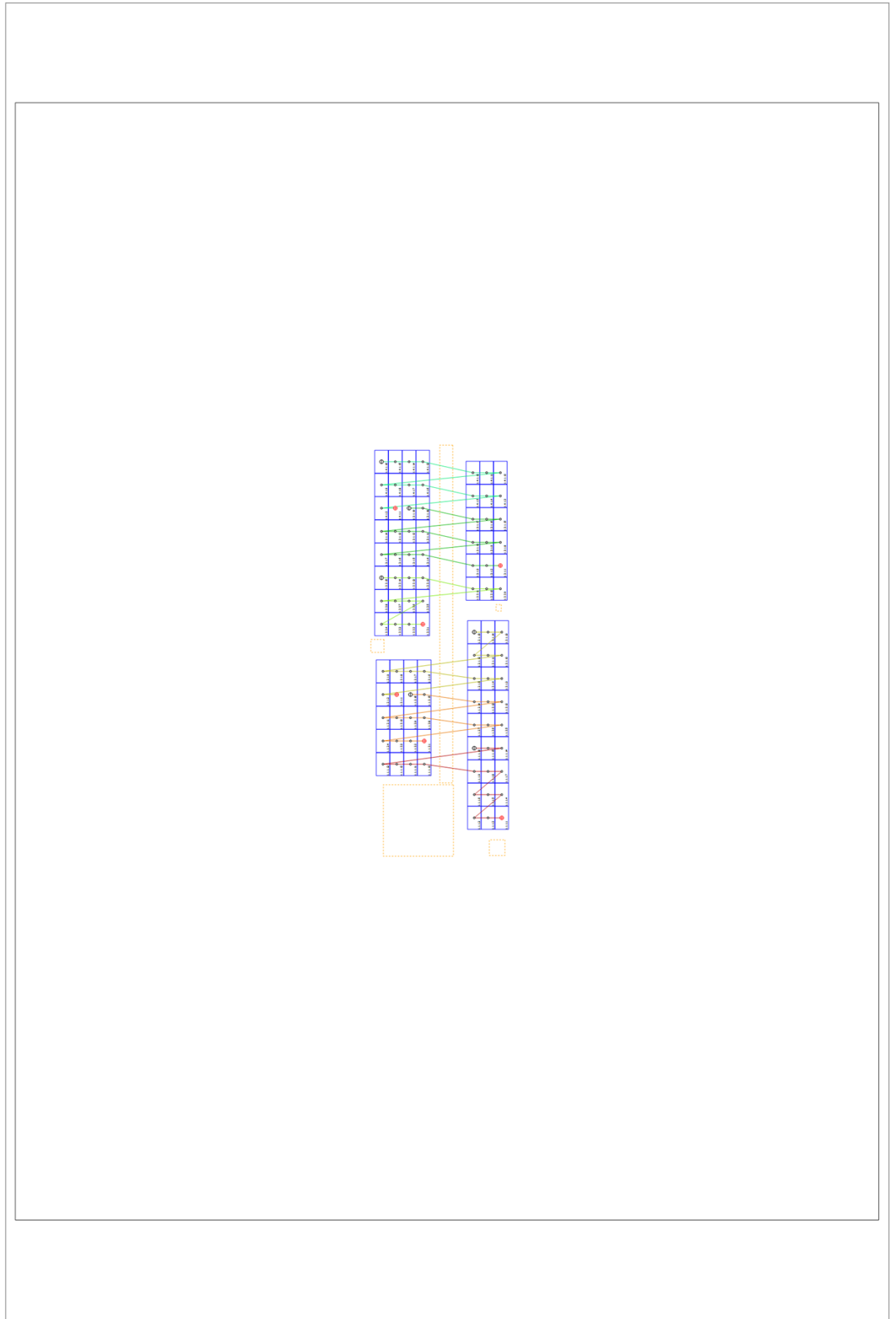


Abbildung: Freifläche (Kartenausschnitt) - Fläche Süd

PV-Anlage Jugendhaus Carat

Bearbeiter/in: Hr.Nippe

Kunde: SB Gemeinde Kleinmachnow, Herr Koch

Stückliste

Stückliste

#	Typ	Artikelnummer	Hersteller	Name	Menge	Einheit
1	PV-Modul		Meyer Burger	Meyer Burger BLACK 395	97	Stück
2	Wechselrichter		Huawei Technologies	SUN2000-40KTL-M3 (400Vac)	1	Stück
3	Batteriesystem		E3/DC	E3DC S10 E AI 9.75	1	Stück
4	Komponenten			Einspeisezähler	1	Stück
5	Komponenten			Zweirichtungszähler	1	Stück
6	Komponenten			Hausanschluss	1	Stück