



GUTACHTERLICHE STELLUNGNAHME ZUR BLENDWIRKUNG

Bearbeiter: Dipl. Ing. D. Wehnert

Funktion: Gutachter

Vertraulichkeit: - Nur für Kunden –
(Weitergabe an Dritte nur mit Zustimmung des Verfassers!)

Version: 1.0

Status : Vorgelegt

Freigabe:

Dipl. Ing. Danny Wehnert, Sachverständiger für Photovoltaik

Leipzig, 15.05.24

Änderungsverzeichnis:

VERSION	INHALT DER BEARBEITUNG	BEARBEITET DURCH
1.0	Erstellung	Dipl. Ing. D. Wehnert



Inhaltsverzeichnis

Objekt: PVA Linthe	3
1. Ortsbeschreibung.....	3
2. Systembeschreibung.....	4
3. Maßgebliche Immissionsorte und -situationen	5
4. Betrachtung der Blendwirkung auf die Autobahn	7
Anhang.....	14
A Moduldatenblatt	14
B Sonnenverlauf (Linthe).....	16



Objekt: PVA Linthe

Auf einer Freifläche südlich der Gemeinde Linthe ist die Errichtung einer Photovoltaikanlage (PV-Anlage) geplant. Aufgrund der räumlichen Nähe der geplanten PV-Anlage zur Autobahn, ist die Notwendigkeit zur Erstellung eines Blendgutachtens entstanden. Das Blendgutachten hat zur Aufgabe, die auf die Autobahn zu erwartenden Lichtemissionen ausgehend von der geplanten PV-Anlage Linthe zu untersuchen und zu bewerten.

1. Ortsbeschreibung

Die zu begutachtende geplante PV-Freiflächenanlage befindet sich auf einer ca. 113 ha großen Fläche südlich der Gemeinde Linthe (Landkreis Potsdam-Mittelmark), in der Gemarkung Linthe, Flur 006. Am östlichen Rand wird die Fläche durch die Bundesautobahn A9 begrenzt. Im Nordwesten in ca. 500 m Entfernung befindet sich Kiesgrube Linthe sowie daran anschließend die Landstraße L85. Im Westen ist das Gebiet durch landwirtschaftliche Flächen und daran anschließende Waldstücke begrenzt. Im Norden ist die Fläche durch einen Wald begrenzt. Im Südwesten befindet sich angrenzend an die Fläche ein Wald, im Südosten befinden sich landwirtschaftliche Flächen. Die Projektfläche befindet sich in einer Höhe von 63 bis 67 m über Normalnull.



Abbildung 1: Übersicht des geplanten Standortes für PVA Linthe (Quelle: Google Earth)

2. Systembeschreibung

Die PV-Module werden auf sogenannten Modultischen gemäß Abbildung 2 montiert, welche in regelmäßigen Abständen über die Fläche errichtet werden. Dabei werden zwei verschiedene Aufständigungsarten unterschieden: Ost-West-ausgerichtete Modultische (OW-System) mit einem Neigungswinkel von 10° (Abb. 2a) und südausgerichtete Modultische mit einem Neigungswinkel von 15° (Abb. 2b). Die PV-Module befinden sich gemäß Abbildung 2 in einer Höhe zwischen 0,7 und 2,56 m für die Süd-Ausrichtung sowie 0,7 m bis 1,95 m über dem Boden. für das OW-System über dem Boden.

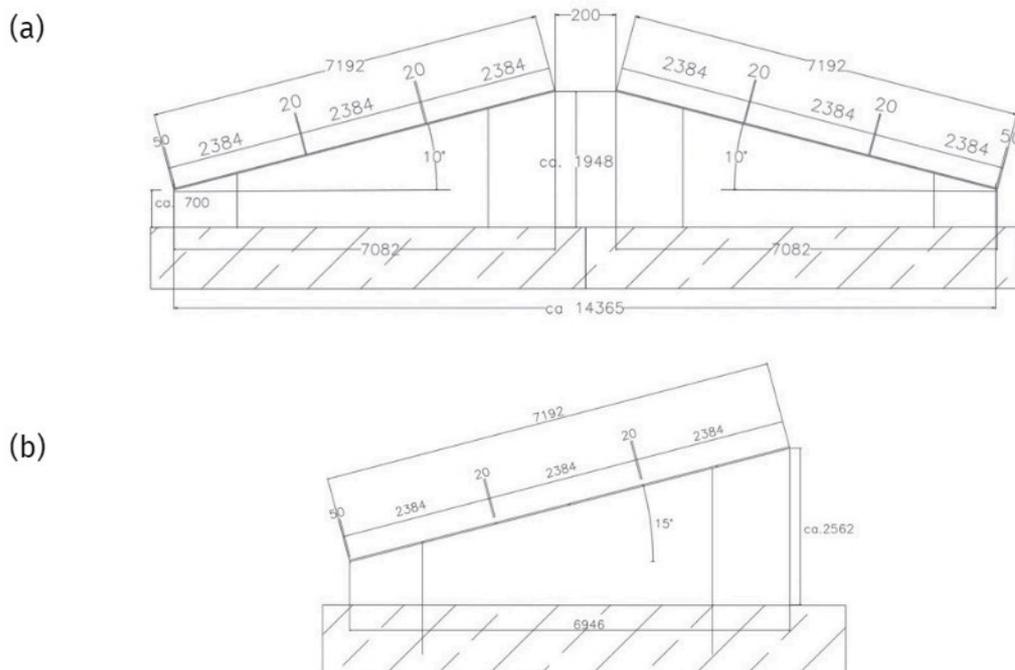


Abbildung 2: Skizze der Modultische im Schnitt (a) OW-System (b) Süd-Ausrichtung. Die Abmessungen sind in Millimetern angegeben.

Beim Bau des Solarparks werden voraussichtlich monokristalline Photovoltaikmodule des Herstellers Trina Solar verwendet. Das Ziel von PV-Modulen ist es, den größtmöglichen Anteil der solaren Strahlung zu nutzen, was dadurch unterstützt wird, dass die Solargläser eine niedrige Reflexionsrate und hohe Transmissionen aufweisen. Typischerweise liegt die Transmissionsrate der Photovoltaikmodule zwischen 90 und 96%, was eine Reflexionsrate zwischen 4 und 10% zur Folge hätte¹. Die voraussichtlich zum Einsatz kommenden Module sind

¹ F. Ruesch et al., «Methode zur Quantifizierung der Blendung durch Solaranlagen – Vergleich mit anderen Materialien der Gebäudehülle», SPF, 26. OTTI Symposium Thermische Solarenergie, 2016.



zusätzlich mit einer Antireflexionssicht ausgestattet. Aus gutachterlicher Sicht können in der Ausführung grundsätzlich auch PV-Module anderer Hersteller zum Einsatz kommen, welche die gleichen Eigenschaften wie die hier beschriebenen aufweisen.

3. Maßgebliche Immissionsorte und -situationen

Zunächst ist zu klären, welche Orte als schutzwürdig zu betrachten sind. Dazu wurde die „Leitlinie des Ministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen (Licht-Leitlinie) aus Brandenburg vom 16. April 2014“ herangezogen. Laut dieser Richtlinie werden schutzwürdige Räume wie folgt definiert:

- Wohnräume
- Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen
- Büroräume, Praxisräume, Arbeitsräume, schulungsräume und ähnliche Arbeitsräume
- Anschließende Außenflächen (z.B. Terrassen und Balkone) zwischen 6:00 und 22:00

Des Weiteren werden unbebaute Flächen, welche sich in einer Bezugshöhe von 2 Meter über dem Boden an den am stärksten betroffenen Rändern der Flächen, auf denen nach Bau- oder Planungsrecht Gebäude mit schutzwürdigen Räumen zugelassen sind, ebenfalls als maßgeblichen Immissionsorte betrachtet.

Blendwirkungen finden gar nicht oder nur kurzzeitig statt, wenn sich der Ort weiter als 100 Meter von der Photovoltaikanlage entfernt befindet, sodass diese ohne große Prüfung im Vorfeld ausgeklammert werden können.

Für Immissionsorte, welche nördlich der PV-Fläche gelegen sind, besteht keine Blendgefahr. Eine genauere Betrachtung wäre in dem Fall nur dann notwendig, wenn der Immissionsort besonders Hoch oder die Photovoltaikmodule besonders flach angeordnet sind, was hier nicht der Fall ist. Ebenfalls von der Betrachtung ausgeschlossen sind Immissionsorte, welche südlich des Solarparks gelegen sind. Diese müssten nur dann betrachtet werden, wenn es sich um Fassaden-Photovoltaik-Module handeln würde. Immissionsbedrohte Orte befinden sich also vorwiegend westlich oder östlich der Photovoltaikanlage und in einem Umkreis von 100 Meter.

Abbildung 3 zeigt die geplante PV-Fläche und Umgebung. Als blendungsgefährdete Orte gemäß der Licht-Leitlinie lässt sich nur die Autobahn A9 mit Mindestabstand von 40 m bestimmen.

Anerkannte Maßnahmen zur Verminderung und Vermeidung von Blendwirkung



Laut der Leitlinie des Ministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg sind zulässige Maßnahmen für die Verminderung oder Vermeidung von Blendwirkungen:

- Eine Unterbindung der Sicht auf das Photovoltaikmodul in Form von einem Zaun, Wällen, blickdichtem Bewuchs, oder ähnliches, in Höhe der Moduloberkante
- Eine Optimierung der Modulaufstellung bzw. -neigung oder -ausrichtung
- Ein Einsatz von reflexionsarmen Modulen

4. Betrachtung der Blendwirkung auf die Autobahn

Die geplante PV-Anlage besteht aus insgesamt 10 Teilflächen, die mit A bis J benannt sind. Die Teilflächen D, E, F, G, H, I und J werden nicht weiter untersucht, da aufgrund der Entfernung zum gefährdeten Standort der Bundesautobahn A9 keine Beeinträchtigung durch potenzielle Reflexionen zu erwarten sind. Dementsprechend erfolgt die weitere Betrachtung und Bestimmung möglicher sichtbarer Reflexionen ausschließlich von Teilflächen A, B und C. Dabei soll auch geklärt werden, inwieweit diese Reflexionen von Fahrzeugführern wahrgenommen werden können.



Abbildung 3: Modulbelegungsplan des geplanten PV-Vorhabens



Die Autobahn liegt westlich der Modulreihen. Östlich der Autobahn sind die Tische mit einem Azimut von $145^\circ/325^\circ$ ausgerichtet. Im Folgenden sind nach Abbildung 4 zwei Konstellationen zu betrachten:

1. Sonne steht hinter der ersten Reihe ($235^\circ - 55^\circ$)
2. Sonne steht vor der ersten Reihe ($55^\circ - 235^\circ$)

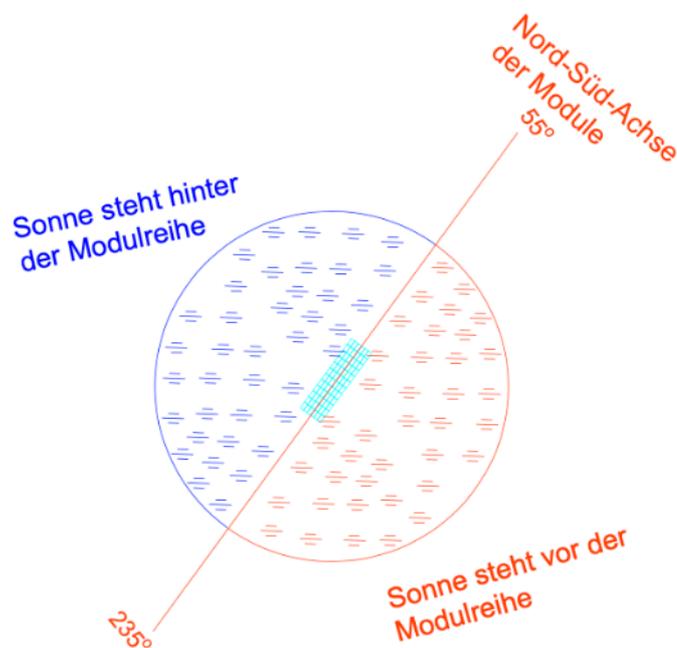


Abbildung 4: mögliche 2 Konstellationen für Blendung durch Reflexion

1. Sonne steht hinter der ersten Reihe ($235^\circ - 55^\circ$)

Beim Ost-West System werden die westlich ausgerichteten Module am Nachmittag beleuchtet, während die östlich ausgerichteten Module im Schatten bleiben. Mit einer Tischneigung von 10° kann eine Reflexion auf der Modulvorderseite in Richtung Autobahn nur stattfinden, wenn die Sonne über 80° steht. Ein solcher Sonnenstand ist am zu untersuchenden Standort jedoch astronomisch ausgeschlossen. Der höchste Sonnenstand am 21.06. im Azimut $235^\circ - 55^\circ$ beträgt maximal **ca. $61,3^\circ$** . Dementsprechend wird entlang der Autobahn keine Blendung auf der westlichen Seite der Module entstehen. Blendeffekte können infolgedessen bei dieser Konstellation ausgeschlossen werden.

2. Sonne steht vor der ersten Reihe (55° -235°)

Bei dieser Konstellation (55°-235°) kann es grundsätzlich zu einer Blendwirkung durch Reflexion in Richtung Autobahn kommen. Da es zu einer relevanten Blendwirkung innerhalb des 100-Meter-Abstandes zwischen Autobahn und Module kommt, ist zu untersuchen, in welcher Höhe der austretende Reflexionsstrahl die Autobahn passiert und ob in dieser Höhe ein menschliches Auge geblendet werden kann. Es ist dabei ausreichend, die ungünstigste Konstellation zu untersuchen. Diese lässt sich wie folgt beschreiben: niedrigster Punkt des Modulfeldes in Relation zur Fahrbahnoberfläche in Entfernung von 100 Meter zur Fahrbahn. Betrachtet man den Geländeverlauf befindet sich dieser Punkt am südlichen Ende des Modulfeldes im Bereich C, wie in Abbildung 5 zu sehen ist.

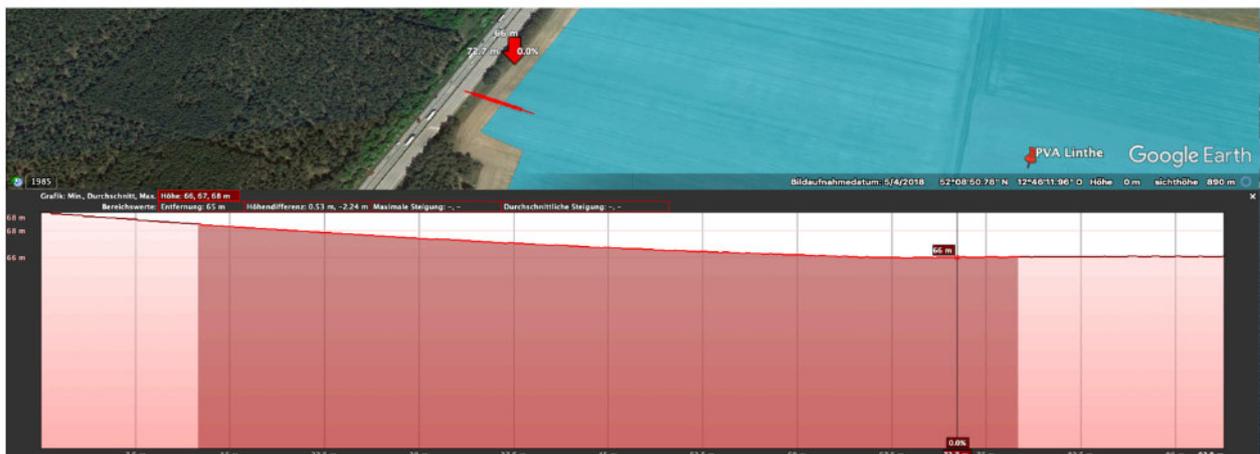


Abbildung 5: Geländeverlauf im Bereich C, wo der niedrigste Punkt sich befindet (Quelle: Google Earth)

Bei der Planung der PV-Anlage wird die Neigung der ersten Reihe so konfiguriert, dass sie einen Winkel von über 10° aufweist. Ein steilerer Neigungswinkel der ersten Reihe der PV-Anlage führt zu einer höheren Position der Module über dem Boden, wie in Abbildung 6 ersichtlich ist. Dies geschieht mit dem Ziel, mögliche Blendeffekte für Autofahrer oder LKW-Fahrer auf der Autobahn zu vermeiden.

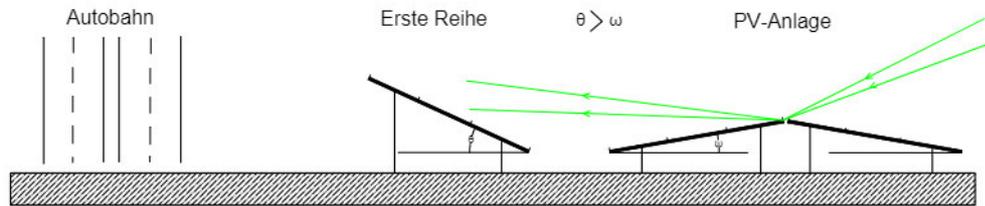


Abbildung 6: Skizze für die Bauart der PV-Anlage in Linthe

Bei der Bestimmung des Neigungswinkels für die erste Reihe wird die Position des höchsten Punktes auf der Autobahn berücksichtigt, nämlich dem Fahrzeugführer eines Lastkraftwagens. Durch eine präzise Berechnung des Neigungswinkels basierend auf dieser Höhe und Abstand zur Anlage können alle Blendeffekte vermieden werden.

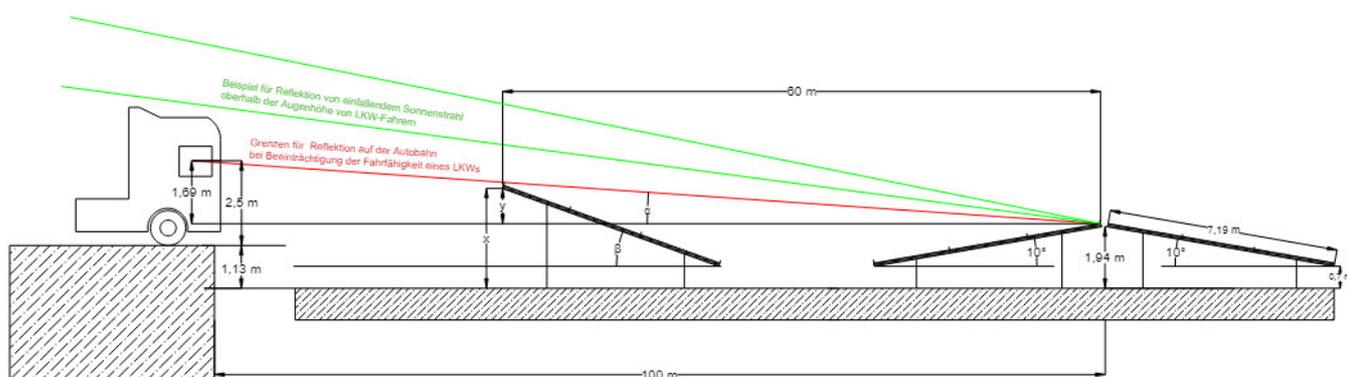


Abbildung 7: Prinzipskizze 2D – Auftretende Reflexion bei Sonnenstand vor der ersten Modulreihe

- Höhe Fahrbahn: ca. 67,3 m
- Höhe Erdboden Modulfeld: ca. 66,17 m
- Höhe Modulunterkante über Erdboden: 0,70 m
- Kürzeste Entfernung Modul-Fahrbahn: 40 m
- Die maximale Augenhöhe eines LKW-Fahrers: 2,5 m

Nachdem die grundlegenden Maße nun erfasst wurden, ist es an der Zeit, die nächsten Schritte zur Bestimmung der Tischhöhe einzuleiten. Dabei wird sich auf die Berechnung der zwei

entscheidenden Winkel α und β fokussiert, die maßgeblich für die endgültige Höhe der Tische x wichtig sind.

Berechnung des Winkels α :

Die Bestimmung des Winkels α ist wichtig im Hinblick auf die reflektierten Strahlungen der Module.

α wird als der kleinste Austrittswinkel definiert, der von der Oberkante eines Moduls in einer Entfernung von 100 Metern zum LKW-Fahrer reflektiert, wie in Abbildung 7 zu sehen ist. Die genaue Berechnung dieses Winkels ermöglicht es, die kritische Austrittswinkel zu erhalten, was wiederum zu Bestimmung der richtigen Positionierung und Neigungswinkel der ersten Reihe führen kann. Dieser Winkel wird wie folgt berechnet:

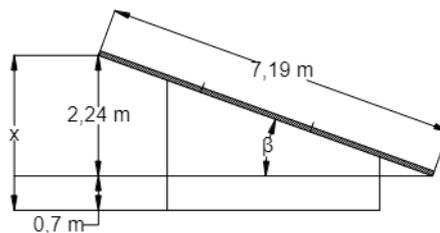
$$\tan \alpha = \frac{1,69 \text{ m}}{100 \text{ m}} \Rightarrow \alpha = 0,96^\circ$$

Daraus lässt sich der mindeste Abstand y für die Vermeidung der Blendung berechnen:

$$\tan 0,96^\circ = \frac{y}{60 \text{ m}} \Rightarrow y = 1,005 \text{ m}$$

Dies entspricht einer Höhe von ca. 2,945 m von Oberkante über dem Erdboden:

$$x = 1,005 \text{ m} + 1,94 \text{ m} = 2,945 \text{ m}$$



Dadurch wird der Winkel β berechnet:

$$\sin \beta = \frac{2,24 \text{ m}}{7,19 \text{ m}} \Rightarrow \beta = 18,15^\circ$$

Also bei einer Tischneigung von mehr als $18,15^\circ$ der ersten Reihe sind alle Blendungen von der PV-Anlage auf die Autobahn auszuschließen.

Die geplante Bebauung entlang der Autobahn A9 folgt dem Belegungsplan (vgl. Abbildung 3) und berücksichtigt die berechneten Parameter. Die Abbildung 8 zeigt den vorgesehenen Neigungswinkel der ersten Reihe der PV-Anlage Linthe. Mit einem Winkel von 20° für die erste Reihe überschreitet die Höhe (3,16 m) die erforderliche Mindesthöhe zur Blendungsvermeidung. Diese Einhaltung gewährleistet eine Vermeidung von Blendeffekten und beeinträchtigt daher nicht die Verkehrsteilnehmer.

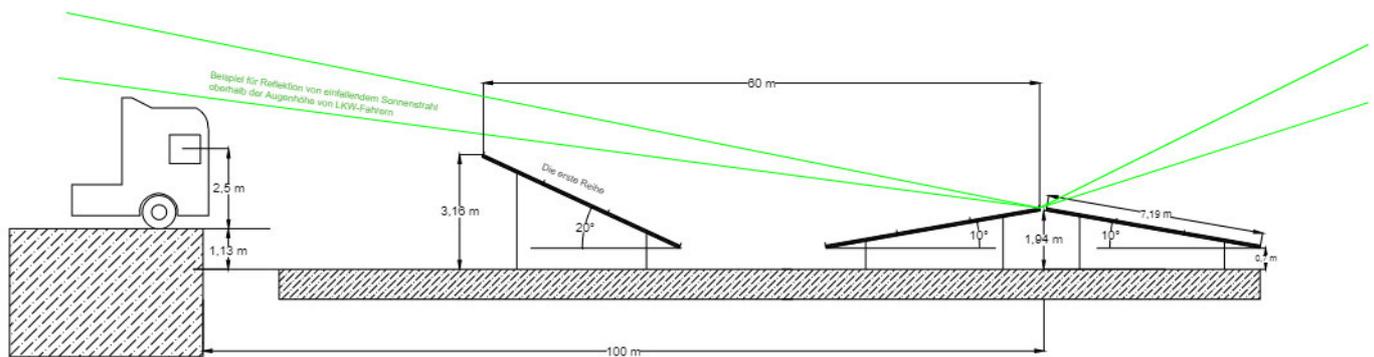


Abbildung 8: Prinzipische 2D – Auftretende Reflexion bei Sonnenstand vor der ersten Modulreihe

Fazit:

Im Rahmen dieser Analyse wurden Gefahren durch Blendeffekte herausgearbeitet und festgehalten, welche Objekte vor Blendeffekten durch die PV-Anlage im Umfeld geschützt sein müssen. Bei den schutzbedürftigen Objekten handelt es sich um die Bundesautobahn A9, welche in westlicher Richtung an die PV-Anlage angrenzt. Es konnte gezeigt werden, dass die Auswirkungen der Reflexion auf die Autobahn, durch eine Vergrößerung des Neigungswinkels der ersten, an die Autobahn angrenzende, Modulreihe nachweislich eliminiert werden. Somit werden auch ohne weitere Sichtschutzmaßnahmen keine Blendwirkungen im Sinne der „Licht-Leitlinie“ auftreten.

Eine Bebauung der Freifläche neben der Autobahn kann entsprechend der in Abbildung 3 gezeigten Belegung unter den vorangehend beschriebenen Anlagenparametern aus gutachtlicher Sicht im Hinblick auf die Vermeidung von Blendeffekten freigegeben werden.

Haftungsausschluss:

Die hier dargestellten Untersuchungen, Sachverhalte und Einschätzungen wurden nach bestem Wissen und Gewissen und anhand von vorgelegten Informationen, eigenen Untersuchungen und weiterführenden Recherchen angefertigt. Eine Haftung für etwaige



**LEIPZIGER
ENERGIE**

Schäden, die aus diesen Ausführungen bzw. weiteren Maßnahmen erfolgen, kann dennoch nicht übernommen werden.

Leipzig, den 15.05.24

Dipl. Ing. Danny Wehnert



Anhang

A Moduldatenblatt

Preliminary

Mono Multi Solutions



BIFACIAL DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE

PRODUCT: TSM-DEG19RC.20
PRODUCT RANGE: 550-575W

575W

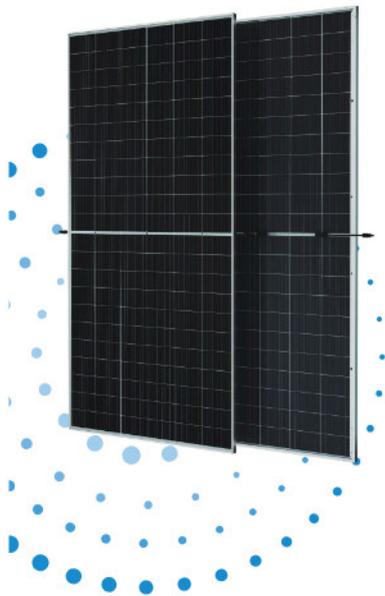
MAXIMUM POWER OUTPUT

0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

21.3%

MAXIMUM EFFICIENCY



High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation;
- Designed for compatibility with existing mainstream system components
- Higher return on Investment



High power up to 575W

- Up to 21.3% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



High reliability

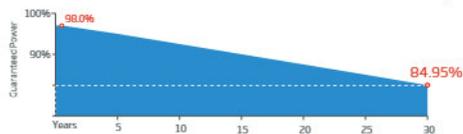
- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



High energy yield

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature
- Up to 25% additional power gain from back side depending on albedo

Trina Solar's Vertex Bifacial Dual Glass Performance Warranty



Comprehensive Products and System Certificates



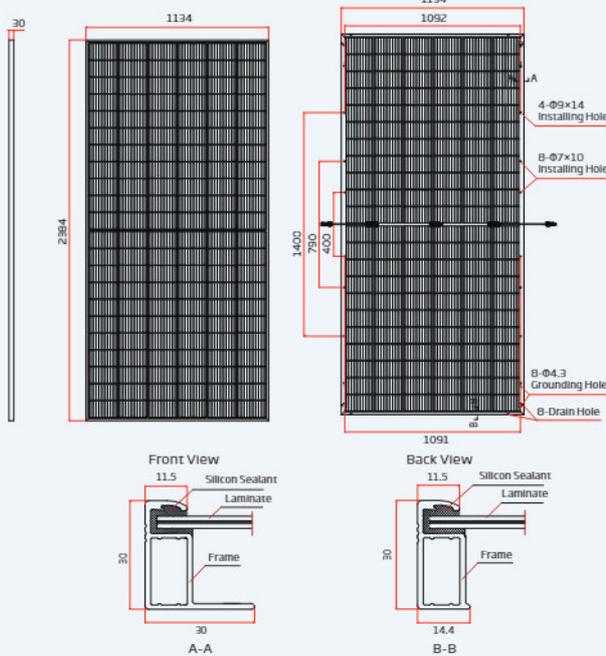
IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716/UL161730
 ISO 9001: Quality Management System
 ISO 14001: Environmental Management System
 ISO 14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
 ISO 45001: Occupational Health and Safety Management System



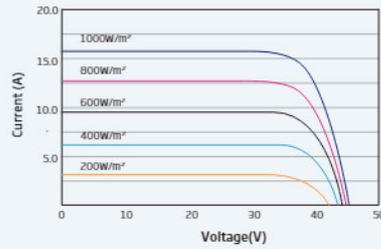


Vertex BIFACIAL DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE

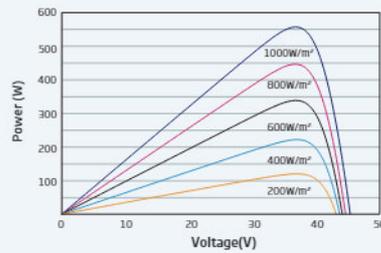
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



I-V CURVES OF PV MODULE(560 W)



P-V CURVES OF PV MODULE(560 W)



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts- P_{MPP} (Wp)*	550	555	560	565	570	575
Power Tolerance- P_{MPP} (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	37.2	37.4	37.7	37.9	38.2	38.4
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	14.78	14.82	14.86	14.90	14.94	14.97
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	44.8	45.0	45.2	45.5	45.7	46.0
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	15.76	15.80	15.86	15.90	15.93	15.97
Module Efficiency η_m (%)	20.3	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. *Measuring tolerance: ±3%

Electrical characteristics with different power bin (reference to 10% Irradiance ratio)

Total Equivalent power - P_{MPP} (Wp)	589	594	599	605	610	615
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	37.2	37.4	37.7	37.9	38.2	38.4
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	15.82	15.86	15.90	15.94	15.98	16.02
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	44.8	45.0	45.2	45.5	45.7	46.0
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	16.86	16.91	16.96	17.01	17.05	17.09
Irradiance ratio (rear/front)	10%					

Power Bifactorial: 20±5%

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power- P_{MPP} (Wp)	415	419	424	427	431	435
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	34.5	34.7	34.9	35.1	35.4	35.6
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	12.03	12.07	12.13	12.15	12.19	12.21
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	42.2	42.4	42.6	42.9	43.0	43.3
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	12.70	12.73	12.78	12.81	12.83	12.87

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384×1134×30 mm (93.86×44.65×1.18 inches)
Weight	33.4 kg (73.63 lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High Transmittance, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA/POE
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)
Frame	30mm(1.18 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 6B rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: 350/280 mm(13.78/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EVO2 / TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT(Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P_{MPP}	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of V_{OC}	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of I_{SC}	0.04%/°C

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
	1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	35A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
30 year Power Warranty
2% first year degradation
0.45% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 36 pieces
Modules per 40' container: 720 pieces



B Sonnenverlauf (Linthe)

14.02.24, 10:49

www.sonnenverlauf.de [Druckversion] ©Torsten Hoffmann

Tagesdaten für: Linthe, Brandenburg
lat: 52.15464°, lon: 12.78612°, am 21.Jun.2024

Uhrzeit	Azimet	Altitude	Schattenlänge (Objekthöhe: 1m)
04:45	47.59°	-0.48°	n/a
05:00	50.56°	0.99°	57.84m
05:15	53.49°	2.65°	21.57m
05:30	56.37°	4.46°	12.82m
05:45	59.22°	6.36°	8.97m
06:00	62.04°	8.34°	6.82m
06:15	64.83°	10.38°	5.46m
06:30	67.61°	12.47°	4.52m
06:45	70.37°	14.60°	3.84m
07:00	73.13°	16.78°	3.32m
07:15	75.89°	18.99°	2.91m
07:30	78.67°	21.23°	2.57m
07:45	81.47°	23.49°	2.30m
08:00	84.30°	25.77°	2.07m
08:15	87.17°	28.06°	1.88m
08:30	90.10°	30.35°	1.71m
08:45	93.10°	32.65°	1.56m
09:00	96.19°	34.94°	1.43m
09:15	99.38°	37.22°	1.32m
09:30	102.69°	39.47°	1.21m
09:45	106.14°	41.70°	1.12m
10:00	109.76°	43.89°	1.04m
10:15	113.56°	46.02°	0.96m
10:30	117.59°	48.10°	0.90m
10:45	121.87°	50.10°	0.84m
11:00	126.43°	52.00°	0.78m
11:15	131.30°	53.79°	0.73m
11:30	136.50°	55.45°	0.69m
11:45	142.07°	56.95°	0.65m
12:00	148.00°	58.26°	0.62m
12:15	154.29°	59.37°	0.59m
12:30	160.91°	60.25°	0.57m
12:45	167.79°	60.87°	0.56m
13:00	174.86°	61.22°	0.55m
13:15	182.01°	61.28°	0.55m
13:30	189.13°	61.06°	0.55m
13:45	196.11°	60.56°	0.56m
14:00	202.86°	59.79°	0.58m
14:15	209.29°	58.78°	0.61m
14:30	215.38°	57.55°	0.64m
14:45	221.11°	56.12°	0.67m
15:00	226.47°	54.53°	0.71m
15:15	231.48°	52.80°	0.76m
15:30	236.17°	50.94°	0.81m
15:45	240.57°	48.98°	0.87m
16:00	244.70°	46.94°	0.93m
16:15	248.60°	44.83°	1.01m



16:30	252.30°	42.66°	1.09m
16:45	255.82°	40.45°	1.17m
17:00	259.19°	38.21°	1.27m
17:15	262.43°	35.94°	1.38m
17:30	265.56°	33.65°	1.50m
17:45	268.59°	31.36°	1.64m
18:00	271.55°	29.06°	1.80m
18:15	274.45°	26.77°	1.98m
18:30	277.30°	24.48°	2.20m
18:45	280.11°	22.21°	2.45m
19:00	282.89°	19.96°	2.75m
19:15	285.66°	17.74°	3.13m
19:30	288.42°	15.55°	3.59m
19:45	291.18°	13.39°	4.20m
20:00	293.95°	11.28°	5.01m
20:15	296.74°	9.22°	6.16m
20:30	299.54°	7.21°	7.90m
20:45	302.38°	5.28°	10.82m
21:00	305.25°	3.43°	16.69m
21:15	308.15°	1.69°	33.81m
21:30	311.10°	0.14°	411.51m
21:45	314.10°	-1.36°	n/a