

Dr. Hans Meseberg  
LSC Lichttechnik und Straßenausstattung Consult  
Fährstr. 10  
D-13503 Berlin  
Tel.: 030/82707832  
Mobil: 0177/3733744  
Email: hmeseberg@t-online.de

Berlin, den 30. 8. 2024

**G u t a c h t e n G68/2024**  
**zur Frage der eventuellen Blend- und Störwirkung**  
**zum Bebauungsplan Nr. 23 „Baugebiet an den Mühlen“ der Stadt Schönewalde**  
(Dieses Gutachten besteht aus 7 Seiten  
und einem Anhang mit weiteren 7 Seiten)

**1 Auftraggeber**

Den Auftrag zur Erarbeitung des Gutachtens erteilte das Ingenieurbüro Diecke, Stadtplanung, Am Schwarzgraben 13 in 04924 Bad Liebenwerda.

Auftragsdatum: 11. 12. 2023

**2 Auftragsache**

Die Stadt Schönewalde plant mit einem Bebauungsplan Nr. 23 eine PV-Anlage und ein Gewerbegebiet. Der Bebauungsplan wurde von der oberen Verwaltungsbehörde, LK EE, nicht genehmigt. Es wurde ein Gutachten gefordert, ob die PV-Anlage Beschäftigte im angrenzenden Gewerbegebiet blenden könnte. Vorliegendes Gutachten dient der Untersuchung der Frage, ob und mit welcher Häufigkeit solche Situationen auftreten können und falls ja, welche Abhilfemöglichkeiten bestehen. Die Stör- und Blendwirkung wird anhand der „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) vom 13. 9. 2012, Anhang 2, (im Folgenden „LAI-Hinweise“ genannt).

**3 Definitionen**

Im Folgenden wird der Richtung Nord der horizontale Winkel  $\alpha = 0^\circ$  zugeordnet; der Winkel steigt mit dem Uhrzeigersinn (Ost:  $\alpha = 90^\circ$ ; Süd:  $\alpha = 180^\circ$  usw.).

Es werden folgende Winkel verwendet:

Sonnenhöhenwinkel (vertikaler Sonnenwinkel)	$\gamma$
Azimut (horizontaler Sonnenwinkel)	$\alpha$
Orientierung der Modulreihen gegen Ost oder West	$\nu$
Neigung der PV-Module gegen Süd	$\varepsilon$
vertikaler Winkel des von den Solarmodulen reflektierten Lichts	$\delta$
horizontaler Blickwinkel Mitte Fensterfläche - PV-Anlage	$\tau$
Differenz $\alpha - \tau$ (horizontaler Blickrichtung Anwohner - PV-Anlage)	$\psi$
vertikaler Blickwinkel Anwohner - PV-Anlage	$\lambda$

#### **4 Informationen zur Photovoltaik-Anlage**

Die topografischen Daten und die Beschreibung der Anlage beruhen auf folgenden Informationen, die von Ingenieurbüro Diecke zur Verfügung gestellt wurden:

- Bebauungsplan, Fassung Juni 2023
- Begründung zum Bebauungsplan
- Umweltbericht
- Stellungnahme des Landkreises Elbe-Elster zum Bebauungsplan vom 31.08. 2023
- Lageplan
- Modultischquerschnitte
- Modulbelegungsplan
- Bauantrag Andy Reichel mit 22 Anlagen

Weitere Informationen wurden von Frau Gabriele Diecke und Frau Julia Horbert vom Ingenieurbüro Diecke übermittelt.

Die Geländehöhen, Entfernungen sowie die horizontalen Winkel wurden mit google earth ermittelt. Der monatliche Sonnenstand für Schönewalde (Sonnenhöhe und -azimut) wurde mit der Website [www.stadtklima-stuttgart.de](http://www.stadtklima-stuttgart.de) bestimmt. Die Berechnung der Winkel des reflektierten Sonnenlichts erfolgte mit eigenen Excel-Programmen.

#### **5 Beschreibung der PV-Anlage und topografische Daten**

Es ist geplant, die PV-Anlage als Dachanlage und Freiflächen-Anlage zu errichten. Die Dachanlage ist bereits auf drei früher als Schweinställe genutzten Gebäuden installiert worden, s. die Flächen D1 bis D3 in Bild 1 und Bild 2 im Anhang. Nördlich der Stallgebäude befindet sich die Freiflächenanlage F1; aus Bild 2 ist erkennbar, dass die Modultische bereits installiert wurden, die Module jedoch nur auf den nördlichsten 4 der 7 geplanten Modultischreihen. Zwischen den Ställen sind die Freiflächenanlagen F2 und 3 geplant, hier sind bisher nur die Modultische installiert worden.

Alle Modultischreihen sind gegenüber der Ost-West-Richtung um  $7,8^\circ$  im Uhrzeigersinn gedreht. Die Neigung  $\varepsilon$  der Module gegen Süd beträgt bei F1  $25^\circ$ , die Höhen der Modulober- und -unterkante MOK und MUK betragen 2,12 m bzw. 0,70 m. Bei F2 und F3 ist eine Modulneigung von  $16^\circ$  geplant, MOK und MUK liegen auf 3,67 m bzw. 2 m. Aus den im Lageplan verzeichneten First- und Traufhöhen wurde die Dachneigung der Ställe zu ca.  $14,8^\circ$  berechnet, das ist auch die Modulneigung auf D1 bis D3. MOK und MUK befinden sich 5,7 m bzw. 2 m über Grund.

#### **6 Immissionsorte im Neubaugebiet**

Unmittelbar östlich der Ställe ist ein Gewerbegebiet geplant. Die westlichen Fassaden der zu errichtenden Gebäude und Anlagen = potentiellen Immissionsorte sind 6 m von den Ostfassaden der Ställe entfernt. Mit dem Ingenieurbüro Diecke wurde vereinbart, vier Immissionsorte in die Untersuchungen einzubeziehen, s. die Markierungen 1 bis 4 in Bild 2. Bei den beiden nördlichen Immissionsorten sind zweistöckige Gewerbegebäude möglich, die Fenstermitte im Obergeschoss wird auf 5,50 m geschätzt. Bei den beiden westlichen Immissionsorten sind zwei- und dreistöckige

Gebäude möglich, die Fenstermitte im 2. Obergeschoss wird auf 8,50 m geschätzt. Mit diesen Fensterhöhen wurden die nachfolgenden Berechnungen durchgeführt. Die Geländeoberkanten der Gewerbegebäude und der ehemaligen Ställe liegen etwa auf gleicher Höhe.

## **7 Blend- und Störwirkung von sich in Gebäuden aufhaltenden Personen**

Lichtimmissionen gehören nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) formal zu den schädlichen Umwelteinwirkungen, wenn sie nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder für die Anwohner herbeizuführen. Weitere Ausführungen hierzu macht das BImSchG jedoch nicht. Die von PV-Freiflächenanlagen verursachte Blend- und Störwirkung von Personen, die sich in Wohn- oder Gewerbegebäuden aufhalten, wird im Allgemeinen nach den „Hinweisen zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) vom 13. 9. 2012, Anhang 2, vorgenommen (im Folgenden „LAI-Hinweise“ genannt). Die Blend- und Störwirkung = Lichtimmission ist durch die Zeit definiert, in der Sonnenlicht von der PV-Anlage auf die Fensterflächen der betroffenen Gebäude (Immissionsorte) auftrifft. Diese Zeit, damit ist die astronomisch maximal mögliche Zeit von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang gemeint, darf täglich 30 min und im Kalenderjahr 30 Stunden nicht überschreiten („30 Minuten-/30 Stunden-Regel“).

Die LAI-Hinweise gelten für „schutzwürdige Räume“. Dazu gehören

- 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.

Lt. Abschnitt 7e. der LAI-Hinweise sind die Sonne als punktförmig und die Solarmodule als ideal verspiegelt zu betrachten, so dass die Berechnungen gemäß dem Reflexionsgesetz Einfallswinkel = Ausfallswinkel durchgeführt werden können. Tatsächlich wird das Sonnenlicht von den üblicherweise verwendeten Solarmodulen aber auch teilweise gestreut reflektiert. Das führt dazu, dass das Sonnenlicht z.T. spiegelnd (Kernreflex) und z.T. gestreut (Streureflex) reflektiert wird. Der Streureflex kann je nach Entfernung Beobachter - PV-Anlage und Grad der Streuwirkung bis zu 40 min vor dem Kernreflex auftreten und erst bis zu 40 min nach dem Kernreflex verschwinden. Die Intensität des Streureflexes ist aber immer deutlich geringer als die Intensität des Kernreflexes und erzeugt daher keine nennenswerte Störwirkung. Alle durchzuführenden Berechnungen beziehen sich daher nur auf den Kernreflex, die zusätzliche Reflexionszeit durch den Streureflex wird nach den LAI-Hinweisen nicht berücksichtigt.

In den LAI-Hinweisen wird ausgeführt: „*Wirkungsuntersuchungen oder Beurteilungsvorschriften zu diesen Immissionen sind bisher nicht vorhanden.*“ Mangels solcher Untersuchungen wurde der Inhalt der Regelungen der LAI-Hinweise daher weitge-

hend den „Hinweisen zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen“ (WEA-Schattenwurf-Hinweise) des LAI entlehnt. Diese Übertragung ist sehr angreifbar, da die durch den Schattenwurf von Windkraftanlagen erzeugte Störfunktion viel gravierender ist als die Störfunktion, die von PV-Anlagen erzeugt wird. Offensichtlich im Bewusstsein dieses Mangels wird in den LAI-Hinweisen weiter ausgeführt: *„Der genannte Wertungsmaßstab kann allenfalls ein erster Anhaltspunkt für die Beurteilung von Blendungen sein. Im Einzelfall muss dann aber begründet werden, warum eine Übertragbarkeit gegeben, bzw. aufgrund welcher Überlegungen eine ggf. abweichende Bewertung erfolgt ist.“*

Diese Einschränkung der Bewertungsmöglichkeit der Lichtimmissionen durch die LAI-Hinweise führt dazu, dass die LAI-Hinweise nur eine Empfehlung darstellen und deshalb nur in wenigen Bundesländern verbindlich zur Bewertung von Lichtimmissionen vorgeschrieben sind. Sie stellen aber den Stand der Technik dar und können durchaus sinnvoll angewendet werden.

## **8 Zeitliche Wahrscheinlichkeit der Sonnenlichtreflexion in Richtung der zu untersuchenden Gebäude**

### **8.1 Berechnungsmethode**

Um die evtl. von der PV-Anlage ausgehende Störfunktion für Anwohner/Beschäftigte in Gewerbegebäuden zu bewerten, ist es zunächst notwendig, die zeitliche Wahrscheinlichkeit dafür zu ermitteln, dass von der PV-Anlage reflektiertes Licht in die Fensterflächen bzw. die dahinterliegenden Räume der blendgefährdeten Gebäude gelangt. Diese Wahrscheinlichkeit kann mithilfe eines sogenannten Sonnenstandsdiagramms ermittelt werden. Die Bilder 3 bis 7 zeigen das Sonnenstandsdiagramm für Schönewalde in Form eines Polardiagramms. Die roten Linien zeigen den Sonnenstand (Sonnenhöhe  $\gamma$  und Azimut  $\alpha$ ) für den 15. Tag jedes Monats in Abhängigkeit von der Uhrzeit an. Die Darstellung erfolgt für die Mitteleuropäische Zeit (MEZ) ohne Berücksichtigung der Mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ). Die Uhrzeit ist durch blaue und grüne Punkte gekennzeichnet.

Zuerst werden mittels der geometrischen und topografischen Daten die Sonnenhöhe  $\gamma$  und das Sonnenazimut  $\alpha$ , bei denen sich die Sonne befinden müsste, damit reflektiertes Sonnenlicht in die Fensterflächen von Gebäuden der Immissionsorte gelangen könnte, berechnet. Die Ergebnisse der Berechnungen werden in das Sonnenstandsdiagramm für Schönewalde eingetragen. Da die Berechnungen für die gesamte Fläche oder eine Teilfläche der PV-Anlage durchgeführt werden, stellen die ermittelten  $\alpha/\gamma$ -Werte Flächen in Form geschlossener Polygonzüge dar, die im Folgenden als  $\gamma$ -Flächen bezeichnet werden. Hat eine  $\gamma$ -Fläche Schnittpunkte mit den roten Sonnenstandslinien, fällt Sonnenlicht in die Fensterflächen; die dazugehörigen Jahres- und Tageszeiten können aus dem Polardiagramm abgelesen werden. Bei fehlenden Schnittpunkten ist keine Sonnenlichtreflexion in diese Fensterflächen möglich. Bei vorhandenen Schnittpunkten der  $\gamma$ -Fläche mit den Sonnenstandslinien müssen aus den Schnittflächen die Zeiten berechnet werden, zu denen Sonnenlicht von der PV-Anlage in die Fensterflächen betroffener Gebäude am Immissionsort reflektiert wird.

## **8.2 Ergebnisse**

Da die Reflexionszeiten mit der Fensterhöhe steigen, werden die Berechnungen für die Fenstermitte des jeweils höchsten Geschosses durchgeführt. Die Berechnungen erfolgen für Fenster, die nach Westen zeigen.

### **8.2.1 Immissionsort 1**

In Bild 3 sind die  $\gamma$ -Flächen für diesen Immissionsort eingezeichnet. Da F1 nördlich des Immissionsortes liegt, kann kein Sonnenlicht von F1 zu nach Westen zeigenden Fenster reflektiert werden. Deshalb wurden die Berechnungen in diesem Fall ausnahmsweise für ein nach Norden zeigendes Fenster durchgeführt. Die blau gezeichnete  $\gamma$ -Fläche für F1 liegt oberhalb der Sonnenstandslinien und hat keine Schnittpunkte mit diesen, Sonnenlichtreflexion von zu Immissionsort 1 ist gemäß der Ausführungen in Abschnitt 8.1 nicht möglich.

Diese Tatsache ergibt sich daraus, dass auf der nördlichen Erdhalbkugel die Sonne nicht aus nördlichen Richtungen scheint und das Sonnenlicht daher nicht in südliche Richtungen reflektiert werden kann, d.h. nicht ins Auge eines Beobachters gelangen kann, der in Richtung Nord zur PV-Anlage blickt.

Da die Immissionsorte 2 bis 4 südlicher von Immissionsort 1 liegen, kann auch zu diesen Immissionsorten kein Sonnenlicht von F1 reflektiert werden. Deshalb können bei den Immissionsorten 2 bis 4 Reflexions-Berechnungen unterbleiben.

Von einem Fenster bei Immissionsort 1 bestehen keine Sichtbeziehungen zu D1 Nordfläche, da der Dachfirst höher liegt als die Fenstermitte. Zu F2 und zu den Dachflächen D1 Südfläche und D2 Nordfläche bestehen jedoch Sichtbeziehungen. Die grün, braun und schwarz gezeichneten  $\gamma$ -Flächen haben Schnittpunkte mit den Sonnenstandslinien, von F2 und von D2 Nord kann Sonnenlicht im März und September zum Immissionsort reflektiert werden und von D1 Süd von April bis September. Die aus den  $\gamma$ -Flächen berechneten Reflexionszeiten werden für alle Immissionsorte in Abschnitt 8.2.6, Tabelle 1 zusammengefasst.

Die Immissionsorte 1 bis 4 erfassen hinsichtlich der zwischen den Ställen befindlichen PV-fläche F2 und F3 nicht den „worst case“ der Reflexionszeiten. Die höchsten Reflexionszeiten sind zu erwarten, wenn der Immissionsort genau gegenüber F2 oder F3 liegt, s. die beiden Markierungen W in Bild 2. Die Reflexionszeiten für diese Markierungen sind ebenfalls Tabelle 1 eingetragen.

### **8.2.2 Immissionsort 2**

Für diesen Immissionsort muss nur die Berechnung für D2 Süd geführt werden, da D1 nördlich der Anlage liegt und F3 wegen der worst case-Betrachtung nicht untersucht zu werden braucht. Die für D2 Süd berechnete  $\gamma$ -Fläche ist in Bild 4 wiedergegeben. Sie hat Schnittpunkte mit den Sonnenstandslinien, Sonnenlicht wird von Mitte Februar bis Mitte Dezember zum Immissionsort reflektiert.

### 8.2.3 Immissionsort 3

Die Berechnungen werden für D3 Nord und D3 Süd durchgeführt. Die für diese Dachflächen berechneten  $\gamma$ -Flächen enthält Bild 5. Sie haben Schnittpunkte mit den Sonnenstandslinien, von D3 Nord wird Sonnenlicht etwa von Mai bis August zum Immissionsort reflektiert. Von D3 Süd erfolgt die Sonnenlichtflexion von Mitte September bis Ende März.

### 8.2.4 Immissionsort 4

Die Berechnungen werden für D3 Nord und D3 Süd durchgeführt. Die für diese Dachflächen berechneten  $\gamma$ -Flächen enthält Bild 6. Die  $\gamma$ -Fläche für D3 Nord liegt außerhalb des Polardiagramms und hat keine Schnittpunkte mit den Sonnenstandslinien, von dieser Dachfläche wird kein Sonnenlicht zum Immissionsort reflektiert. Die für D3 Süd berechnete  $\gamma$ -Fläche hat Schnittpunkte mit den Sonnenstandslinien, Sonnenlicht wird etwa von Mai bis August zum Immissionsort reflektiert.

### 8.2.5 Immissionsorte W

Wie bereits ausgeführt, liegen diese beiden Immissionsorte mittig gegenüber von F2 bzw. F3. Die berechneten  $\gamma$ -Flächen zeigt Bild 7. Sie haben Schnittpunkte mit den Sonnenstandslinien, Sonnenlicht wird von April bis Mitte September zu den Immissionsorten reflektiert.

### 8.2.6 Reflexionszeiten

Aus den in den Bildern 3 bis 7 wiedergegebenen  $\gamma$ -Flächen wurden die Reflexionszeiten zu den einzelnen Immissionsorten berechnet und in Tabelle 1 zusammengestellt.

Immissionsort		Maximale tägliche Reflexionszeit	Astronomisch mögliche jährliche Reflexionszeit im Kalenderjahr
1	zu F2	41 min	16 h
	zu D1 Süd	82 min	139 h
	zu D2 Nord	200 min	162 h
2	zu D2 Süd	81 min	318 h
3	zu D3 Nord	163 min	342 h
	zu D3 Süd	11 min	16 h
4	zu D3 Süd	45 min	70 h
W Nord	zu F2	101 min	225 h
W Süd	zu F3	125 min	232 h

Tabelle 1: Reflexionszeiten für die untersuchten Immissionsorte

Ergebnis: Die nördlich des Gewerbegebietes liegende PV-Fläche F1 erzeugt keine Blendung. Von den westlich des Gewerbegebietes liegenden Dach-PV-Flächen D1 - D3 und PV-Freiflächen F2 - F3 werden zur einem oder mehreren Immissionsorten so viel Sonnenlicht reflektiert, dass die max. tägliche und jährliche Reflexionszeit

gemäß LAI-Hinweisen von 30 Minuten am Tag bzw. 30 Std. im Jahr erheblich überschritten werden.

## **9 Zusammenfassung**

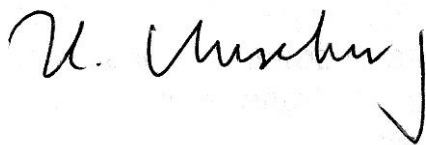
Im Gutachten wurde berechnet, ob von den geplanten PV-Freiflächenanlagen und der bereits genehmigt errichteten und betriebenen Dach-PV-Freiflächenanlage innerhalb des Bebauungsplans Nr. 23 „Baugebiet an den Mühlen“ der Stadt Schönewalde, Sonnenlicht in Richtung potentieller Fensterflächen des angrenzenden Gewerbegebietes reflektiert werden kann (s. Bild 1).

Die Berechnungen ergeben, dass von der PV-Freiflächenanlage T1 nördlich des Gewerbegebietes eine solche Sonnenlichtreflexion nicht erzeugt werden kann. Von den PV-Freiflächen T2 und T3 sowie von den Dach-PV-Flächen D1 - D3 westlich des Gewerbegebietes werden die nach den LAI-Hinweisen zulässigen Reflexionszeiten - 30 Minuten täglich bzw. 30 Std. jährlich - weit überschritten.

Um die Zeiten unter die 30 Minuten-/30 Stunden-Grenze drücken zu können, müssten die Module der PV-Freiflächen T2 und T3 nach Westen geneigt mit einem Neigungswinkel von mindestens 30 Grad angeordnet und die östlichen Dachränder D1 - D3 in Höhe der Traufen mit einer mindestens 1,0 m hohen blickdichten, starren Blende versehen werden. Alternativ wäre bei T2 und T3 ein mindestens 5,0 m hoher blickdichter Zaun mit max. 30 % Lichtdurchlässigkeit hin zum Gewerbegebiet zu errichten. Diese Vorschläge dürften aber aus konstruktiven Gründen nicht realisierbar sein.

In Absprache mit dem Ingenieurbüro Diecke wird deshalb vorgeschlagen im Bebauungsplan festzusetzen, dass Räume und Einrichtungen, die dem Aufenthalt von Personen dienen, wie z. B. Büro-, Arbeits-, Schulungs- und Praxisräume, mit ihren Fenster- und Türöffnungen nur nach Norden, Osten und Süden auszurichten.

Unter Berücksichtigung dieser Festsetzung werden LAI-Hinweise von den geplanten PV-Freiflächenanlagen und den bestehenden Dach-PV-Anlagen eingehalten.



---

Dieses Gutachten wurde nach bestem Wissen und Gewissen angefertigt.

## Anhang

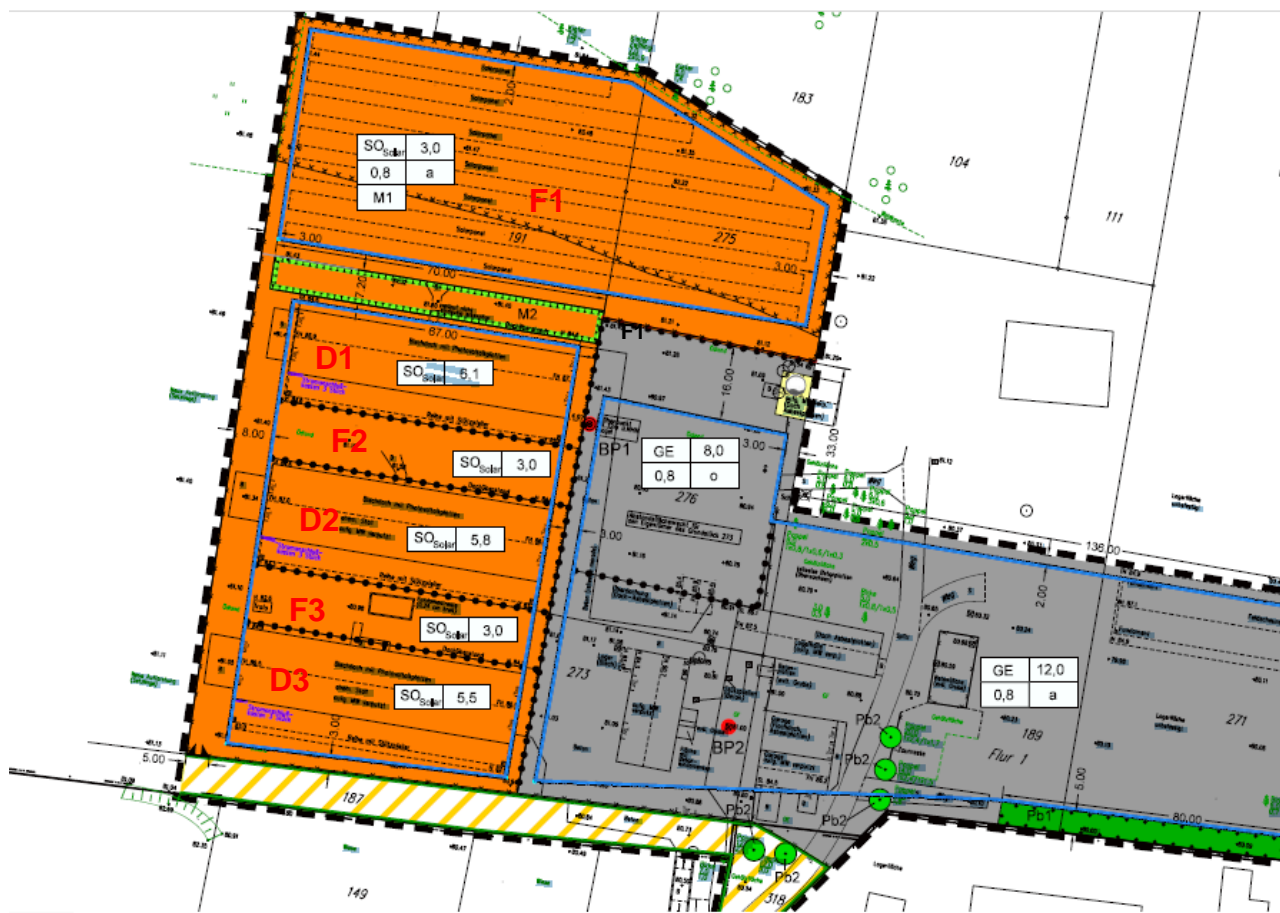


Bild 1: Die PV-Anlage Schönewalde und das Neubaugebiet





*Bild 2: Die geplante PV-Anlage Schönewalde mit den untersuchten Immissionsorten 1 bis 4 und W*

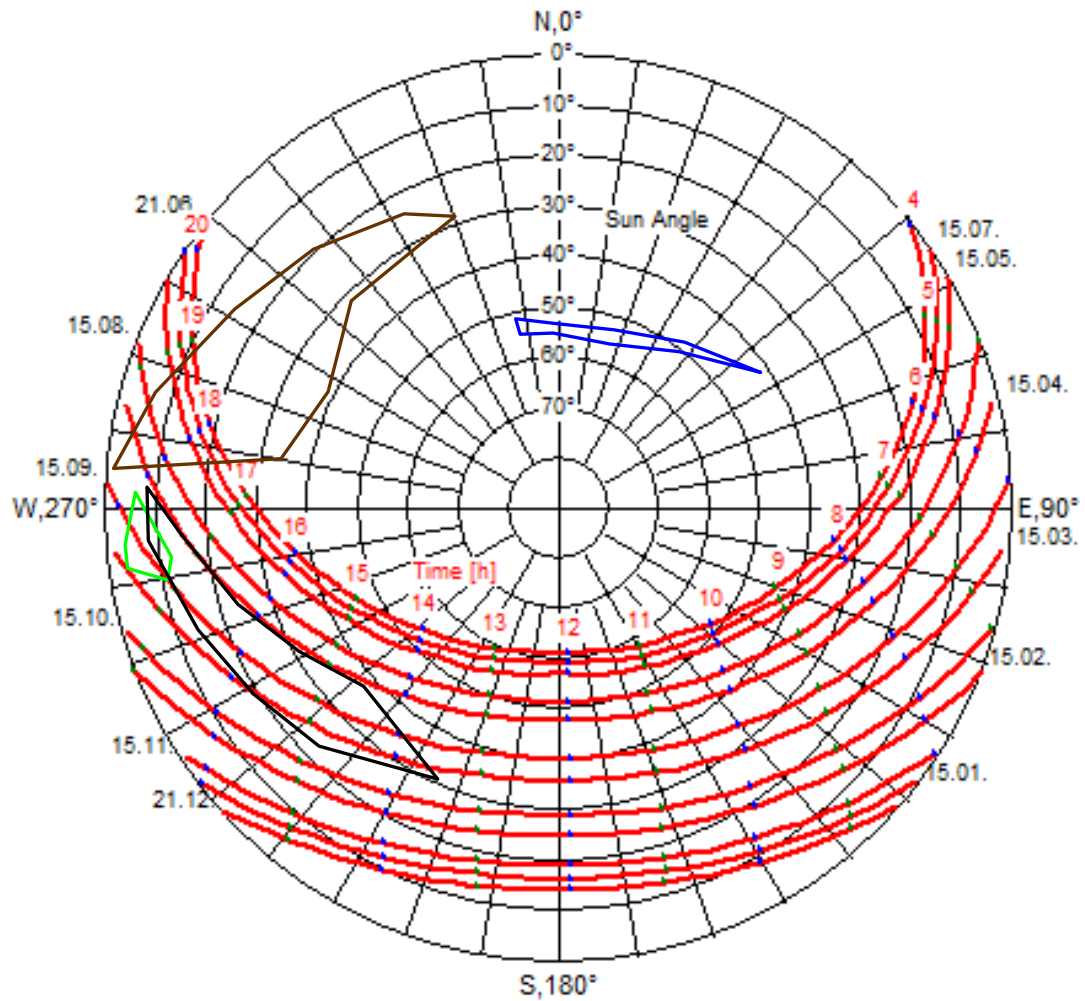


Bild 3: Monatlicher Sonnenstand (Sonnenhöhe und -richtung) für Schönewalde mit  $\gamma$ -Flächen für Immissionsort 1

- : für PV-Fläche F1
- : für PV-Fläche F2
- : für PV-Fläche D1 Süd
- : für PV-Fläche D2 Nord

Quelle des Sonnenstandsdiagramms: [www.stadtklima-stuttgart.de](http://www.stadtklima-stuttgart.de);  
Copyright: © Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe 2007

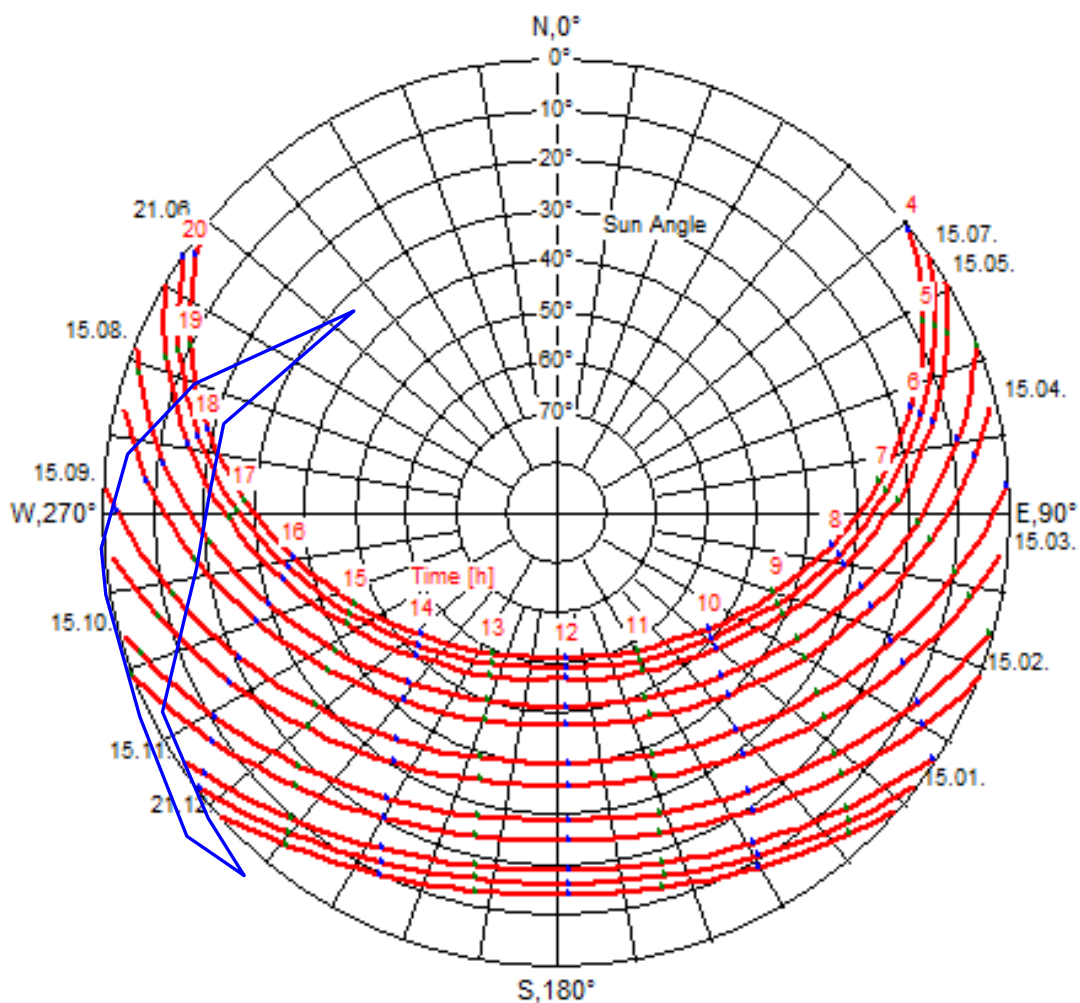


Bild 4 Monatlicher Sonnenstand (Sonnenhöhe und -richtung) für Schönewalde mit  $\gamma$ -Flächen für Immissionsort 2

— : für PV-Fläche D2 Süd

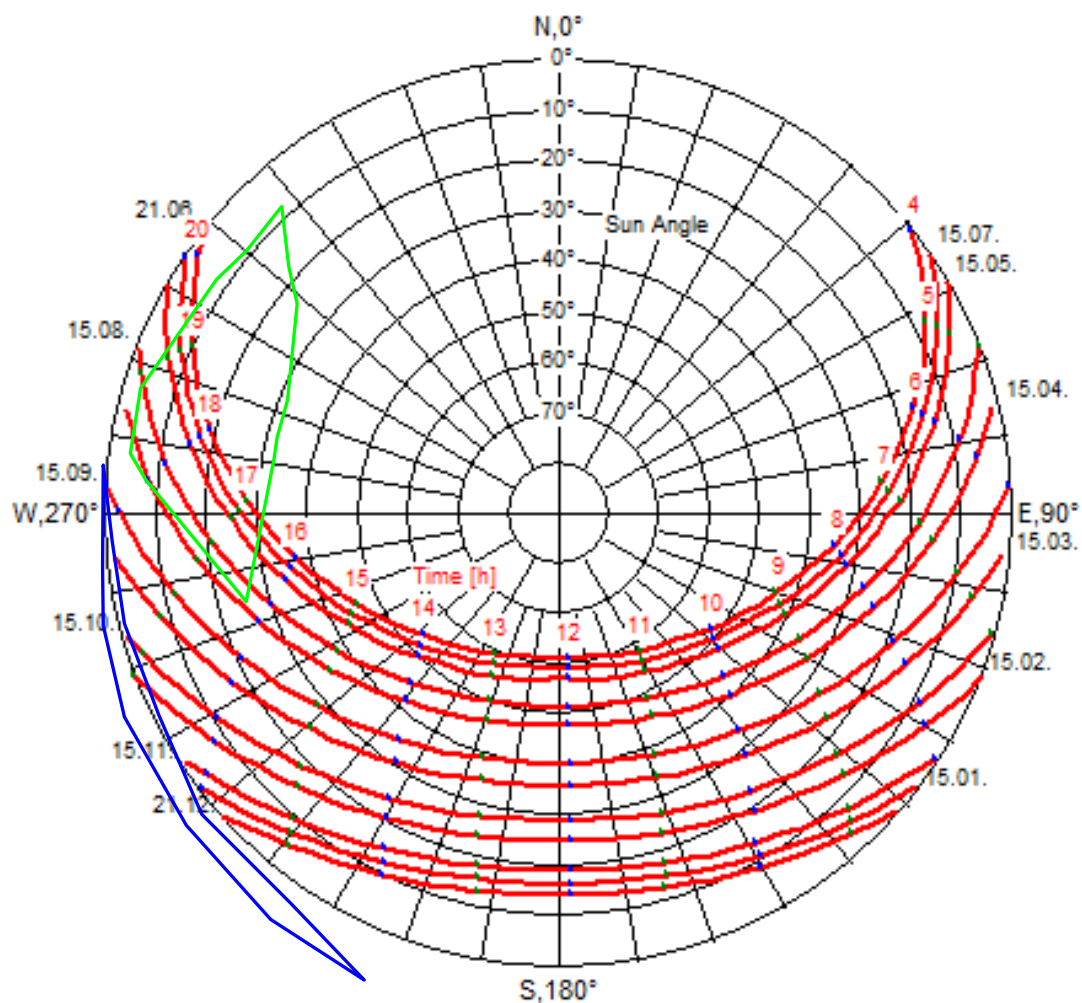


Bild 5: Monatlicher Sonnenstand (Sonnenhöhe und -richtung) für Schönewalde mit  $\gamma$ -Flächen für Immissionsort 3

- : für PV-Fläche D3 Nord
- : für PV-Fläche D3 Süd

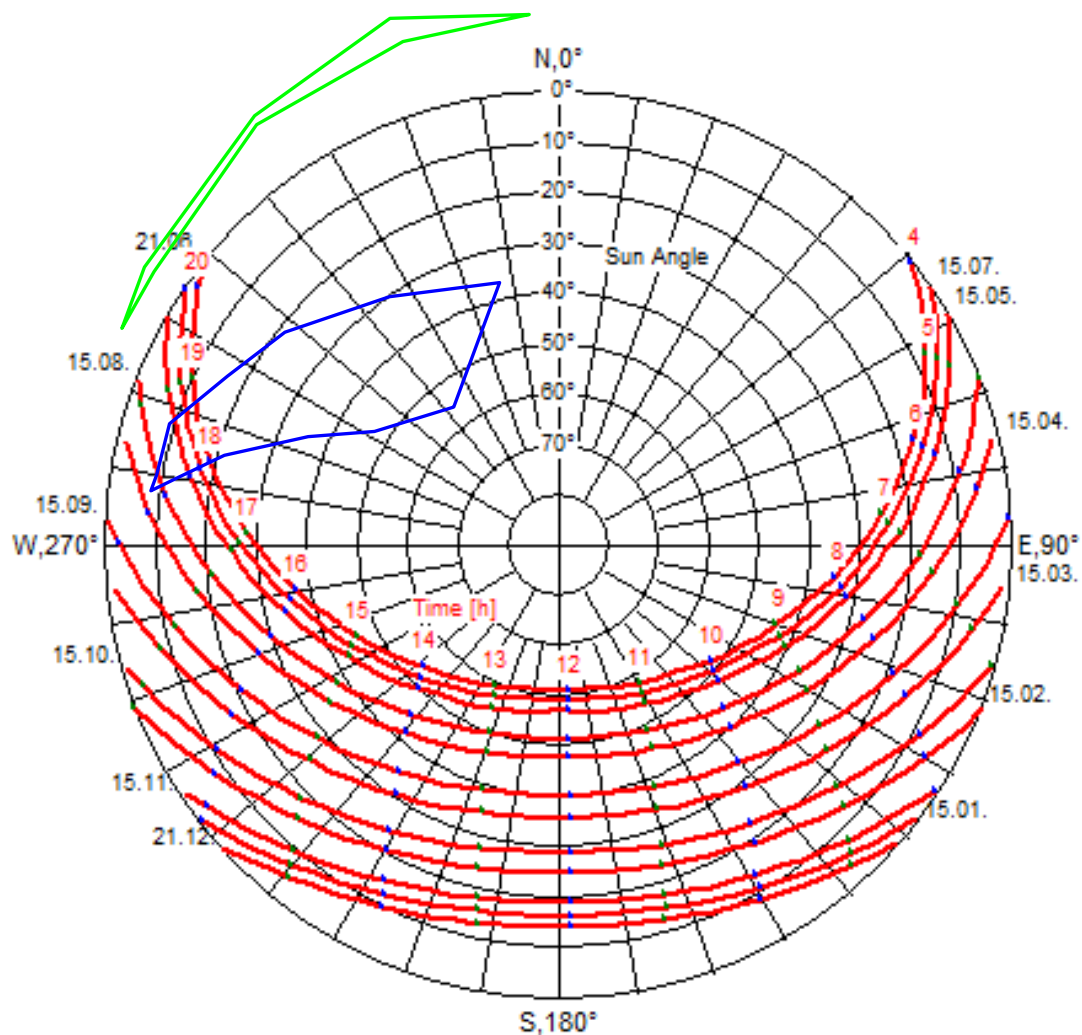


Bild 6: Monatlicher Sonnenstand (Sonnenhöhe und -richtung) für Schönewalde mit  $\gamma$ -Flächen für Immissionsort 4

- : für PV-Fläche D3 Nord
- : für PV-Fläche D3 Süd



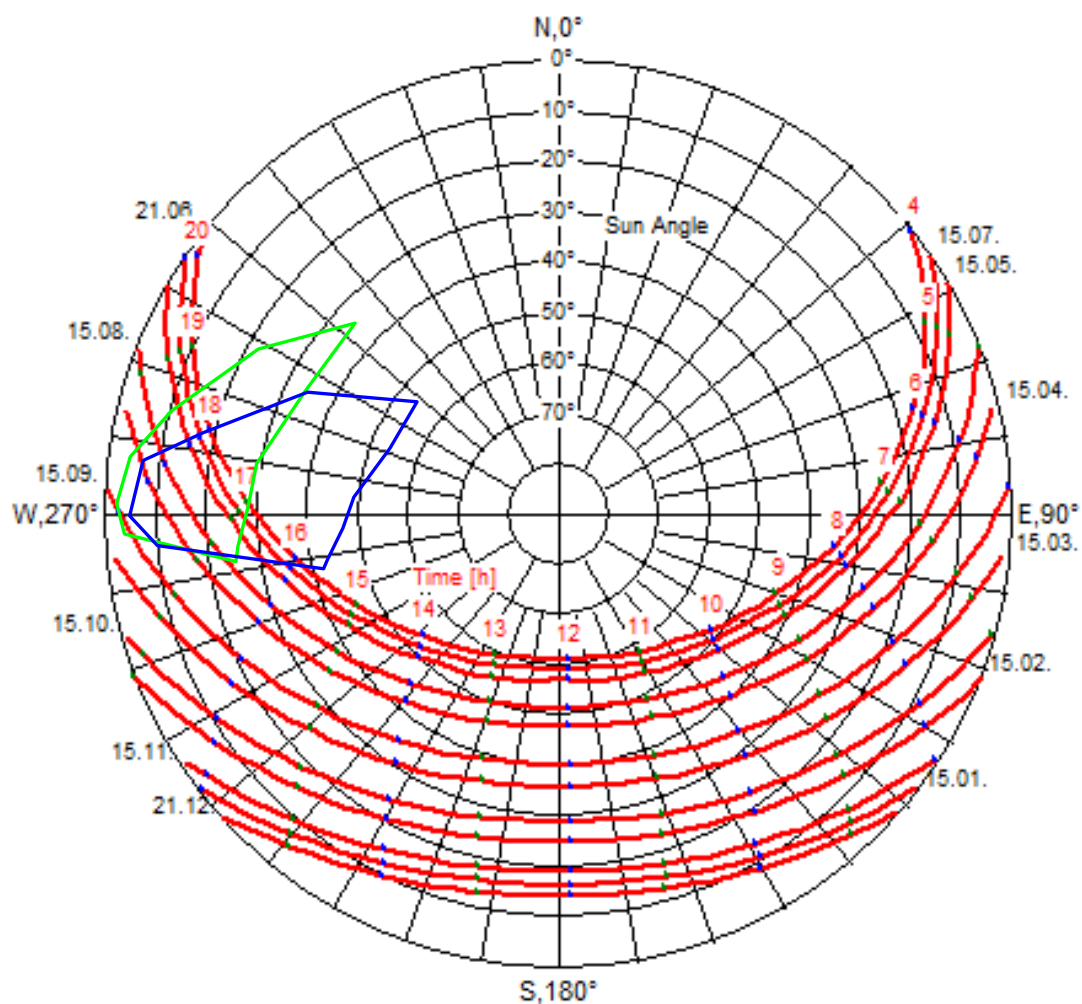


Bild 7: Monatlicher Sonnenstand (Sonnenhöhe und -richtung) für Schönewalde mit  $\gamma$ -Flächen für Immissionsorte W

- : Immissionsort W gegenüber PV-Fläche F2
- : Immissionsort W gegenüber PV-Fläche F3