Anlage 7 / 067-2015

Solar Engineering
Decker & Mack GmbH

www.solar-engineering.de

Johannssenstraße 2-3
D 30159 Hannover
Telefon: +49 (0)511 646634-0
FAX: +49 (0)511 646634-9
mail: info@solar-engineering.de

Blendgutachten

Prüfung der Blendeinwirkung der geplanten PV-Anlage „Ehemalige Kaserne“, 06766 Bitterfeld OT Wolfen auf die benachbarte Wohnbebauung

Auftraggeber:

ISM Baugesellschaft mbH
Röhrenstrasse 75
06749 Bitterfeld

SE-Projekt P15 – 1471

Autor:
Dr. Michael Mack

Erstelldatum:
Februar 2015

Zusammenfassung

Die geplante PV-Anlage „Ehemalige Kaserne“ in 06766 Bitterfeld-Wolfen wird hinsichtlich der Blendeinwirkungen auf die benachbarte Wohnbebauung (westliche Seite Clara-Zetkin-Straße) geprüft.
Prüfgrundlage ist die sogenannte LAI-Lichtrichtlinie (*LAI-Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen vom 13.09.2012, dort Anhang 2*). Gemäß dieser Richtlinie sind Blendeinwirkungen auf schutzwürdige Räume auf höchstens 30 min pro Tag und insgesamt nicht mehr als 30 h pro Jahr zu begrenzen. Zur Ermittlung sind die maximal möglichen Immissionszeiträume anzusetzen (kontinuierlicher Sonnenschein von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang für alle Tage des Jahres).

Zunächst werden anhand einer Sonnenstandsberechnung in Minutenauflösung die Richtungen der von den PV-Modulen emittierten Reflexionen ermittelt, und zwar als Azimutwinkel und Höhenwinkel der emittierten Reflexionen.

Aus dem Modulbelegungsplan und der Flurkarte wird eine einheitliche gemeinsame Plangrundlage für Emissions- und Zielorte erstellt. Dieser Plan wird durch Höhenpunkte ergänzt (Vermesserpunkte und Auswertung der topographischen Karten).

Für das Gebiet liegt nach Auskunft der zuständigen Gemeinde kein B-Plan vor, daher ist der Bestand zu bewerten. Auf Einwirkungen zu prüfen sind die Hausnummern 9 bis 49 sowie der nördlich angrenzende Friedhof als unbebautes Grundstück. Anhand der Situation vor Ort werden vereinfacht für alle Gebäude durchlaufend einheitliche Schutzhöhen (Gartennutzung, Erdgeschoss Hochparterre, Dachgeschoss wenn vorhanden) festgelegt und auf das Straßenniveau des jeweiligen Grundstücks bezogen. Die Gebäude werden lagerichtig gemäß Flurkarte bewertet, und zwar sowohl die Westfassade wie die Nordfassade, soweit von Emissionen zu erreichen.

Emissionshöhen der PV-Anlage werden auf die Geländehöhen bezogen, bewertet wird jeweils Unterkante, Mitte und Oberkante der PV-Konstruktion.

Die Analyse der Emissionsrichtungen zeigt: An jedem Tag von Beginn März bis Mitte Oktober werden auf die Gebäude entlang einer nahezu festen Azimutlinie Reflexionen auf die Schutzbereiche emittiert, die einer Einwirkdauer pro Tag von rund 30 Minuten entsprechen. Das entspräche einer Einwirkdauer von rund 100 h pro Jahr und ist nach Richtlinie nicht zulässig.
Ein Blendschutz ist daher zwingend erforderlich.
Ausgehend von dem bestehenden Wall, der von Flurstück 97/51 aus nach Norden bis zum Friedhof verläuft, wird ein Blendschutzkonzept erstellt als begrünter Wall mit dichter Heckenbepflanzung auf der Wallkrone. Der bestehende Wall ist dafür zu erhöhen und südlich des Flurstücks 97 / 50 fortzusetzen bis 97/ 51. Dort verschwenkt der Wall nach Westen, verläuft weiter dicht an der östlichen Zaunlinie zunächst bis zur SO-Ecke des Zauns und folgt dann der Zaunlinie Süd für 150 m bis 200 m, am Ende mit

reduzierte Höhe. Es werden Endhöhen der Oberkante Blendschutz für den gesamten Verlauf angegeben.

Der Blendschutz wird bezogen auf die örtliche Geländehöhe gemeinsam mit den Emitter- und Zielhöhen lagerichtig geprüft (3D - Modell), und zwar für jedes Haus getrennt. Für jedes Haus, bei Bedarf getrennt nach Nordfassade und Westfassade, werden für alle Azimutrichtungen der Emissionen in Gradauflösung diejenigen Höhenwinkel bestimmt, die auf die Schutzbereiche einwirken. Anhand dieser Daten wird mit Hilfe der Sonnenstandberechnung die Einwirkdauer pro Kalendertag und die gesamte Einwirkdauer in einem Jahr bestimmt.

Die Berechnung ergibt:
- Gartenbereiche und Erdgeschoss/ Hochparterre werden komplett geschützt für Haus Nr. 49 bis Haus Nr. 17 und den Friedhof.
- Für Haus Nr. 15/ 13 ist ein Schutz darstellbar, der vergleichsweise aufwändig ist angesichts der sehr großen Entfernung der Emissionsorte (150 m bis 200 m und mehr), der lagebedingt reduzierten Zahl der Einwirktage (nur rund zwei Monate im Jahr) und der geringen Tiefe der Emissionsorte (Emission nur aus einem kleinen Bereich im Südwesten des PV-Feldes). Hier wird angeregt, anhand einer detaillierten Analyse vor Ort zu prüfen, ob und ggf. welcher Blendschutz für erforderlich erachtet wird.
- Für den Schutzbereich Dachgeschoss (Haus Nr. 11 – 27 und 33) bewirkt der Blendschutz eine deutliche Reduktion der Einwirkdauer. Gleichzeitig liegen die Bereiche, aus denen Emissionen einwirken, in deutlich größeren Abständen zum Ziel (50 m bis über 100 m). Die LAI-Richtlinie schließt Konstellationen aus, bei denen sich die Blickrichtung zur Sonne und zum PV-Modul um weniger als 10 Grad unterscheiden (*Anhang 2 Abschnitt 4*). Diese Ausschlussregel führt in der Konfiguration mit Blendschutz zu einer weiteren Begrenzung der Einwirkdauern.
- Die größte Einwirkdauer Dachgeschoss liegt für Haus Nr. 33 vor, alle anderen Gebäude haben geringere Einwirkdauern.
- Die Einwirkdauer für Haus Nr. 33 wird in Minutenauflösung bestimmt. Die längste Einwirkung pro Tag beträgt 12 min, für das gesamte Jahr (Einwirkungen von Anfang April bis Mitte September) ergeben sich rund 28 h.

Damit ist die Konfiguration mit Blendschutz für die zu prüfende Bebauung konform mit den Anforderungen der LAI-Richtlinie.

Bei Errichtung des Blendschutzes sind die Angaben aus den Flurkarten vor Ort zu überprüfen und ggf. die Höhen Straßenniveau oder Zielhöhen der Schutzbereiche separat aufzumessen. Nach Abschluss der Bauarbeiten PV sollten gleichfalls stichprobenartig die Höhen der PV-Module sowie deren Ausrichtung überprüft werden. Die Endhöhe des Blendschutzes ist dann an die Ergebnisse vor Ort anzupassen.

Örtliche Anpassungen der Blendschutzhöhe im Einzelnen sind auch für die Häuser 31 A, 31 und 29 möglich, die keinen Schutzbereich Dachgeschoss haben, jeweils nach Vermessung vor Ort.

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung 5
2 Nachweisverfahren und genutzte Unterlagen 5
3 Sachstand 6
Emissionsorte 6
Angrenzende Wohngebäude 6
4 Zielorte und Lagebezug 8
Zielorte 8
Lagebezug 9
5 Emissionsrichtungen 9
6 Auswirkungen ohne Blendschutz 11
7 Blendschutzmaßnahme 11
8 Bewertung mit Blendschutz 13
Friedhof und Haus Nr. 35 bis 49 13
Haus Nr. 33 bis Nr. 9, Außenflächen und Hochparterre 13
Haus Nr. 33 bis Nr. 9, Dachgeschoss 13
9 Abschließende Bemerkungen 17

1 Aufgabenstellung

Es ist nachzuweisen, dass für die PV-Anlage „Ehemalige Kaserne“ die Immissionsrichtwerte der LAI-Lichtrichtlinie (*LAI-Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen vom 13.09.2012, dort Anhang 2*) für die nächstliegende schutzwürdige Wohnbebauung „Clara-Zetkin-Straße“ eingehalten werden.

2 Nachweisverfahren und genutzte Unterlagen

Maßgebend für die Emissionsorte ist der aktuelle Modulbelegungsplan mit Schnittzeichnungen der Unterkonstruktion, ergänzt durch Höhenangaben aktuell aufgemessener Punkte.
Maßgebend für die Zielorte ist die „Flurkarte Clara-Zetkin-Straße“ (Auszug aus der EOK David VermGeo LSA, erstellt am 18.11.2014, B 21-7015216-2014-7, M1:5000) ergänzt durch den topographischen Plan des Gebiets.
Beide Pläne und die ergänzenden Angaben werden zu einem Gesamtplan zusammengeführt, aus dem die Sichtbeziehungen zwischen Emissions- und Zielorten abgeleitet werden.

Die Emissionsrichtungen (Azimut-und Höhenwinkel) werden als Reflexionen einer punktförmigen Sonne am ideal spiegelnden Frontglas des PV-Moduls berechnet, wie von der LAI-Lichtrichtlinie vorgegeben. Dazu wird das von unserem Büro entwickelte validierte Berechnungsprogramm GLARE-Fact genutzt. Dieses Programm gibt – abhängig von der Orientierung der PV-Module und der geographischen Breite/ Länge des Standorts – für jeden Tag eines Jahres Azimut- und Höhenwinkel der Reflexionsemission zusammen mit der Uhrzeit (als MEZ) an, basierend auf den Sonnenständen eines anerkannten Berechnungsprogramm (NOAA/ ESRL), das in Zeitauflösung bis Sekunden rechnet.

Der Gebäudebestand wird erfasst und die Lage der schutzwürdigen Räume bzw. Außenflächen nach LAI-Lichtrichtlinie (*Anhang 2 Abschnitt 3*) ermittelt. Die Fensterflächen der schutzwürdigen Räume in ihrer Ausrichtung sowie die schutzwürdigen Außenflächen stellen die Zielorte der Immission dar.
Der hier vorliegende Gebäudebestand wird anhand von Video-Aufnahmen und Fotos erfasst. Zusätzlich werden die schutzwürdigen Außenflächen anhand der zeitnächsten Darstellung in Google Earth (*Version 7.1.2. 2041 built 10/7/2013, Bildaufnahmedatum 9/30/2013)* bewertet.

Zunächst werden die Emissionsrichtungen in Bezug auf die Sichtbeziehungen zu den Zielorten analysiert. Es wird festgestellt, welche Emissionsrichtungen zu Blendsituationen führen. Dabei sind die Höhen von Emissions- und Zielorten in Bezug auf einen gemeinsamen Bezugspunkt einzusetzen (3D-Modell), d.h. die Topographie vor Ort ist zu berücksichtigen.
Bestehender blickhemmender Bewuchs zwischen Emissions- und Zielorten darf nur berücksichtigt werden, soweit er im Eigentum des Errichters der PV-Anlage steht. Bewuchs oder Eingrünungen auf Grundstücken Dritter bleiben unberücksichtigt. Blickhemmender Gebäudebestand oder bauliche Anlagen auf diesen Grundstücken

können berücksichtigt werden, soweit eine Veränderung in naher Zukunft nicht zu erwarten ist.
Mit Hilfe der Berechnungsprogramme wird die Dauer der Blendeinwirkung für einen einzelnen schutzwürdigen Raum bzw. Außenfläche festgestellt (pro Kalendertag und als Summe der Einwirkdauern eines Jahres).

In einer ersten Bewertung wird grob geprüft, ob die zu erwartende Blendeinwirkung eine erhebliche Belästigung im Sinne des BImSchG darstellen wird. Die LAI-Lichtrichtlinie geht davon aus, dass dies der Fall ist, wenn die Blendwirkung auf einen Zielort länger andauert als 30 Minuten pro Tag oder die Gesamtdauer der Blendeinwirkung pro Jahr 30 Stunden übersteigt (*Anhang 2 Abschnitt 4*). Dies wird als unzulässige Blendeinwirkung angesehen, die Blendschutzmaßnahmen erfordert.

Dies ist im vorliegenden Fall gegeben.
Es wird eine konkrete Blendschutzmaßnahme beschrieben (Verlängerung bzw. Fortführung sowie Erhöhung eines bestehenden Erdwalls mit blickdichter Bepflanzung auf der Wallkrone).
Die Blendeinwirkungen werden in der Konfiguration mit Blendschutz erneut bewertet. Es zeigt sich, dass ein Gebäude die längste Einwirkdauer hat. Für dieses Gebäude wird der Nachweis geführt, dass die Blendeinwirkung die Grenzwerte der LAI-Richtlinie nicht überschreitet. Damit ist der Nachweis geführt, dass diese Grenzwerte für den gesamten Gebäudebestand eingehalten werden.

3 Sachstand

Emissionsorte

Die geographische Breite/ Länge des Standorts der PV-Anlage ist 51°39‘54‘‘N, 12°14‘53‘‘ O. Die PV-Module werden zweireihig (zwei Module im Hochformat übereinander) montiert. Ausrichtung ist nach Süden, die Neigung gegen die Horizontale beträgt 25 Grad. Die Unterkante des unteren Moduls liegt 0,8 m über der örtlichen Geländeoberkante (GOK), die Oberkante des oberen Moduls 2,22 m über GOK. Die GOK im Feld variiert in den Extremwerten zwischen 84,83 m NHN an der NO-Ecke und 88,79 m NHN nahe der SW-Ecke; im größten Teil der Fläche liegt die GOK zwischen 86,5 m NHN und 87,5 m NHN.
Die Belegung der Fläche ergibt sich aus dem Modulbelegungsplan.
Abweichend von der tatsächlichen Reihenaufstellung wird als zulässige Vereinfachung jeder Punkt innerhalb der Randlinien der PV-Module als Emissionsort angenommen. Lediglich die Randlinien werden aus der tatsächlichen Reihenaufstellung konstruiert.

Angrenzende Wohngebäude

Entlang der östlichen Begrenzung der PV-Anlage liegen die Wohngebäude der westlichen Seite der Clara-Zetkin-Straße (Nr. 1 bis Nr. 49, Zählrichtung nach Norden). Der Winkel zwischen Straßenverlauf und Nord-Süd-achse beträgt rund 9 Grad: Im Einwirkbereich der Reflexionen liegen die Nr. 9 bis Nr. 49. Nördlich von Nr. 49 liegt ein Friedhof.
Nach Auskunft der zuständigen Gemeindeverwaltung besteht für diesen Bereich kein B-Plan. Daher ist der Bestand zu bewerten.

Da mithin Bestimmungen zur Gebäude- bzw. Geschosshöhe nicht vorliegen, wird im folgenden eine einheitliche (reichlich bemessene) Geschosshöhe mit Bezug auf das Straßenniveau angesetzt. Der Verlauf des Straßenniveaus wird der topographischen Karte entnommen.
Die Gebäude weisen für Nr. 17 bis Nr. 49 eine nahezu gleichförmige Orientierung auf. Im Folgenden wird für diese Gebäude als zulässige Näherung von einer einheitlichen Ausrichtung der Nordfassade und Westfassade angenommen. Diese Fassaden sind von der Blendeinwirkung betroffen. Die Aufpunkte für die Prüfung der Blendeinwirkung werden jeweils lagerichtig nach Flurkarte eingesetzt.

Die Gärten auf der Westseite der Häuser weisen Nutzungen bis in große Tiefen auf, so dass nicht nur an die Häuser angrenzenden Terrassen, sondern praktisch die gesamte Gertenfläche als schutzwürdige Außenflächen anzusetzen sind.

Die Gebäude im Einzelnen:

Nr. 49 bis Nr. 35:
Jeweils Doppelhäuser, eingeschossig als Hochparterre mit Flachdächern Schutzwürdige Nordfassaden für Nr. 49, 45, 41 und 37. Keine Dachgeschosse.

Nr. 33
Einzelhaus, eingeschossig als Hochparterre mit Dachfenstern auf der Westseite, schutzwürdige Nordfassade. Die DG-Fenster befinden sich im östlich gelegenen Hauptgebäude.

Nr. 31A
Einzelhaus, eingeschossig als Hochparterre, kein Dachgeschoss.

Nr. 31
Einzelhaus, eingeschossig als Hochparterre, keine Fenster Dachgeschoss.

Nr. 29
Einzelhaus, eingeschossig als Hochparterre, keine Fenster Dachgeschoss

Nr. 27
Einzelhaus, eingeschossig als Hochparterre, Fenster im Dachgeschoss auf Westseite und Nordseite.

Nr. 25
Einzelhaus, eingeschossig als Hochparterre, Fenster im Dachgeschoss auf Westseite und Nordseite.

Nr. 23 / 21 bis Nr. 19/ 17
Doppelhaus, eingeschossig als Hochparterre mit Fenstern im Dachgeschoss. Zu betrachten Fenster auf der Westseite und für Nr. 23 und Nr. 19 zusätzlich auf der Nordseite.

Nr. 15/ 13
Doppelhaus, eingeschossig als Hochparterre mit Fenstern im Dachgeschoss. Fenster auf der Westweite und für Nr. 15 zusätzlich auf der Nordseite. Abweichend von Nr. 17 bis Nr. 49 ist die Gebäudeachse gegen den Uhrzeigersinn gedreht und nahezu Ost-West ausgerichtet.

Nr. 11/ 9
Doppelhaus, eingeschossig als Hochparterre mit Fenstern im Dachgeschoss. Fenster auf der Westweite und zusätzlich für Nr. 11 auf der Nordseite. Abweichend von Nr. 17 bis Nr. 49 ist die Gebäudeachse gegenüber Nr. 15/ 13 weiter gegen den Uhrzeigersinn gedreht.

Das Straßenniveau wird aus der topographischen Karte wie folgt abgelesen:

Haus- Nr.	Höhe Strasse
	m NHN
49	86
47	86
45	86
43	86
41	86,25
39	86,25
37	86,5
35	86,5
33	86,7
31A	86,8
31	86,9
29	87
27	87,2
25	87,4
23	87,6
21	87,6
19	87,8
17	87,8
15	88
13	88
11	88,5
9	88,5

Tabelle 1: Für die Berechnung angesetztes Straßenniveau. Das Bild rechts zeigt die Westseite der Bebauung, im Vordergrund Haus Nr. 27 und Nr. 25 (rechts).

4 Zielorte und Lagebezug

Zielorte

Vereinfacht wird für alle Gebäude der Schutzbereich wie folgt festgelegt:

- Oberkante Fenster im Hochparterre bis zu 3,5 m über Straßenniveau
- Oberkante Fenster im Dachgeschoss bis zu 7 m über Straßenniveau

Es werden keine schutzwürdigen Räume im Einzelnen identifiziert. Der gesamte Fassadenbereich gilt bis zu den vorgenannten Höhen als schutzwürdig.
Einwirkungen auf die Nord- und Westfassade werden nicht getrennt gezählt, da die jeweiligen Fenster auf denselben Raum führen können.

Die Blendeinwirkung wird jeweils für eine einzelne Haus-Nr. betrachtet.

Lagebezug

Das gemeinsame Koordinatensystem für Emissions- und Zielorte wird wie folgt festgelegt:
Der Nullpunkt ist der Schnittpunkt von zwei Bezugsgeraden definiert:
- einer Geraden durch die äußersten östlichen Eckpunkte der Modulbelegung (Winkel mit Nordrichtung 19,54 Grad nach Westen)
- einer Geraden entsprechend der Verlängerung der Ostgrenze des Flurstücks 13/50 (Winkel mit der Nordrichtung 9,4 Grad nach Osten)

Die Koordinaten werden mit Bezug auf eine Nord-Süd-Achse sowie eine Ost-West-Achse durch den Nullpunkt angegeben.

5 Emissionsrichtungen

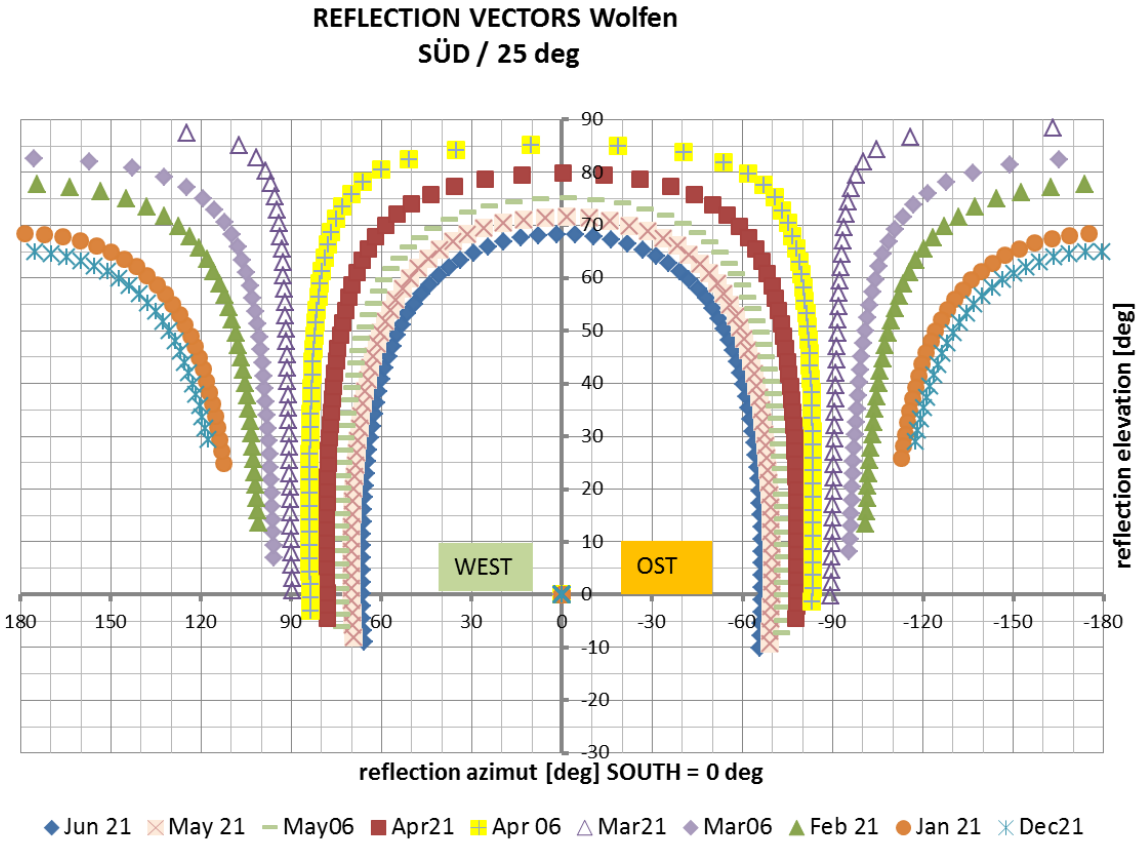


Abbildung 1: Emissionsrichtungen. x-Achse Azimutwinkel, y-Achse Höhenwinkel. Azimut Süd = 0 Grad.

Abbildung 1 zeigt die berechneten Emissionsrichtungen (Azimut- und Höhenwinkel) für ausgewählte Kalendertage. Die Azimutwinkel (x-Achse) werden mit Bezug auf Süd = 0 Grad angegeben, positive Wert für Emissionen nach Westen, negative Werte für Emissionen nach Osten.

Maßgebend für die Einwirkung auf die Wohngebäude sind die Reflexionen nach Osten. Für die Höhenwinkel ist hier ein Bereich bis zu 10 Grad relevant (Abbildung 2).

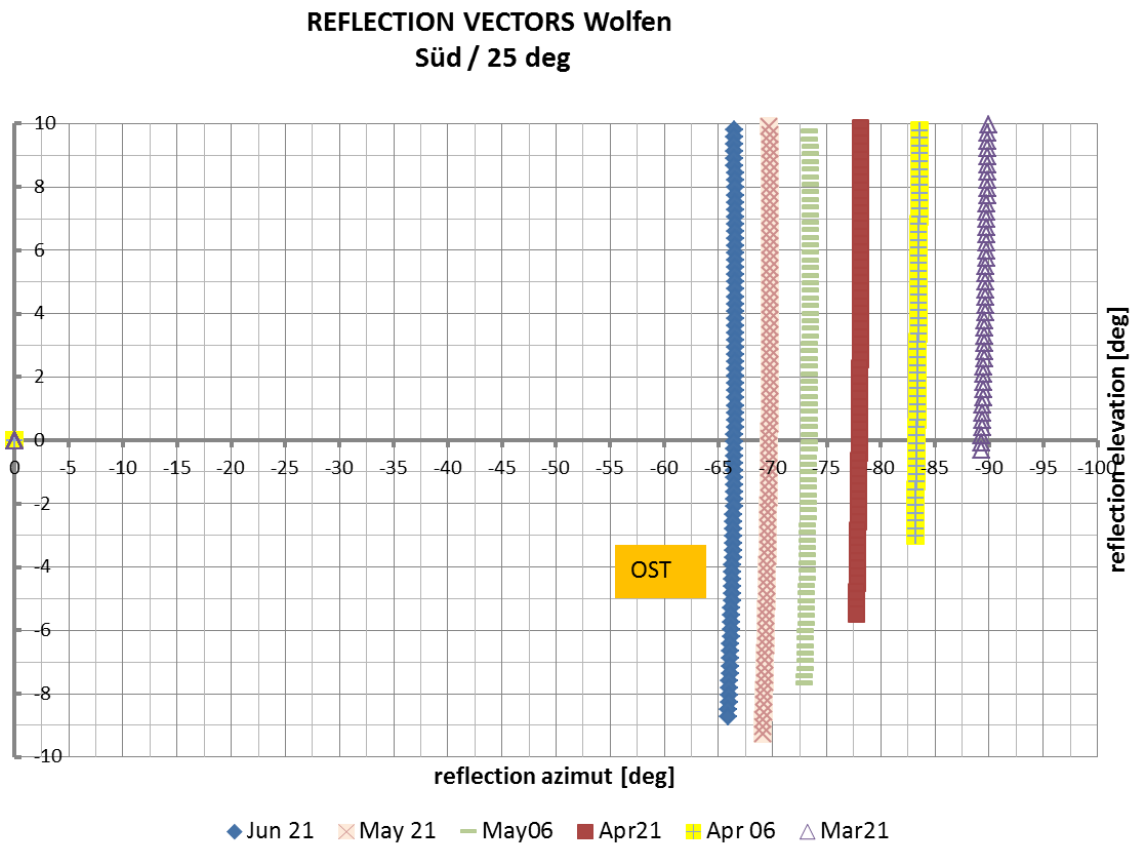


Abbildung 2:

Wie Abb. 1, Reflexionen nach Osten bis zu Höhenwinkeln von 10 Grad. Jeder Punkt stellt die Emission in einer Minute dar. Der Uhrzeitverlauf ist von oben nach unten, d.h. größere Höhenwinkel werden zuerst, kleinere später erreicht.

Die relevanten Emissionsrichtungen nach Osten liegen im Azimutbereich von -66,5 Grad bis knapp über – 90 Grad.

Diese Emissionsrichtungen werden am späten Nachmittag bzw. frühen Abend erreicht, wenn die Sonne im Westen steht. Ein Höhenwinkel 10 Grad wird am 21.Juni gegen 17:30 Uhr erreicht, der Endpunkt (Emissionen nach unten) liegt gegen 19:00 Uhr. Für den 21. März sind die entsprechenden Werte 17:40 Uhr und 18:20 Uhr.

Zu bewerten sind Emissionen ab der maximalen Azimutrichtung (rund -66,5 Grad), die aus nördlicher Richtung die Fassaden treffen, bis zu Emissionen knapp aus südlicher Richtung (Azimutwinkel jenseits – 90 Grad, also der Ost-West-Linie). Die Nordfassaden

werden aufgrund des Lagebezugs nur bis zu einem Azimutwinkel von – 80,6 Grad erreicht (Nr. 17 bis Nr. 49). Für die abweichende Fassadenorientierung der Nr. 9 bis Nr. 15 liegen nur Emissionsorte vor, welche die Nordfassade bis zu einem Azimutwinkel größer – 78 Grad (Nr. 15) bzw. größer – 68 Grad (Nr.11) erreichen (Südrand der PV-Anlage liegt nördlich dieser Häuser).

6 Auswirkungen ohne Blendschutz

Für jeden Tag verlaufen die Kurven nahezu senkrecht, d.h. Emissionen mit unterschiedlichem Höhenwinkel verharren nahezu konstant auf demselben Azimutwinkel. Das führt ohne Blendschutz in der vorliegenden Situation aufgrund der großen Ausdehnung der PV-Anlage zu langen Einwirkdauern. Besteht entlang einer Azimutlinie ein Sichtbezug, dann wird zunächst die Reflexion mit dem größten Höhenwinkel gesehen (hier in der Größenordnung 6 Grad für die Fenster Dachgeschoss). Danach wandert der Reflex vom Betrachter weg – fortlaufend werden entlang derselben Linie Reflexionen unter allen Höhenwinkeln bis zu Werten unter 1 Grad gesehen.
Überschlägig bewertet bleibt zwar die Einwirkdauer an einem Tag für Zielorte der Dachgeschossebene knapp unter 30 Minuten, die gesamte Einwirkdauer eines Jahres liegt aber in der Größenordnung von über 50 Stunden. Auch für Zielorte Hochparterre/ Garten wird der Jahresgrenzwert deutlich überschritten.
Eine Konfiguration ohne Blendschutz entspricht daher nicht den Vorgaben der LAI-Richtlinie, ein Blendschutz ist erforderlich.

7 Blendschutzmaßnahme

Für die Neubewertung mit Blendschutz wird folgende Konfiguration angesetzt:
- Bestand ist ein Erdwall, der von der Westgrenze des Friedhofs (einmal unterbrochen) bis zu Flurstück 97/ 51 in etwa parallel zur Straße verläuft mit Endhöhen von 86,5 m NHN bis zu maximal 89,75 m NHN (vor Flurstück 97 / 48).
- Dieser Wall ist im Bereich des Friedhofs durchlaufend auszugestalten, in anderen Bereichen zu erhöhen und jeweils auf der Krone mit einer blickdichten Heckenbepflanzung zu versehen, sowie nach Süden bis auf das Flurstück 97/ 50 zu verlängern.
- Auf dem Flurstück 97/ 50 verschwenkt der Wall nach Westen auf das Grundstück der PV-Anlage.
- Als Linie des Blendschutzes wird der Verlauf der Zaunlinie der PV-Anlage nach Süden ab der Grenze zu Flurstück 97/ 50 angesetzt. Wird der Blendschutz auf einem Wall bzw. einer Böschung innerhalb der Zaunlinie hergestellt, ist dieselbe Endhöhe wie für die Zaunlinie vorgegeben einzuhalten.
- Wall und Bepflanzung werden bis zur Südostecke des Zauns fortgesetzt und verlaufen danach auf der südlichen Zaunlinie nach Westen.

Im einzelnen:
- Nordende des Blendschutzes bei Vermesserpunkten 84,73 / 86,46 / 84,68 m NHN auf dem nördlichen Wallstück.
- Ab Nordende Blendschutz bis zu den Vermesserpunkten 85,42/ 87,31/ 85,52 m NHN ist eine blickdichte Bepflanzung von 1,2 m Höhe ausreichend für Blendschutz

unbebautes Gelände Friedhof (nach LAI-Lichtrichtlinie 2 m über GOK der Grundstücksgrenze)
- Ab dem Südende dieser Bepflanzung mit 1,2 m bis zur Nordgrenze des Flurstücks 97/48 reicht eine blickdichte Bepflanzung mit 1,8 m Höhe auf dem bestehend Wall aus. Die damit erreichten Endhöhen über Niveau Straße, die für die Berechnung verwendet werden, sind in Tabelle 2 angegeben.
- Ab diesem Punkt ist der bestehende Wall auf die Endhöhen aus Tabelle 2 zu erhöhen und mit blickdichter Hecke von 2 m Höhe zu bepflanzen.

			Erhöhung	**Höhe BS**
	Höhe BS	Haus- Nr.	auf min.	**über Strasse**
Haus- Nr.	über Strasse		m NHN	m
	m	33	90,2	5,5
49	4,0	31A	90,3	5,5
47	4,3	31	90,4	5,5
45	4,6	29	90,5	5,5
43	4,7	27	90,7	5,5
41	4,6	25	90,9	5,5
39	4,8			
37	4,7	23	91,1	5,5
35	4,3	21	91,1	5,5
		19	89,3	3,5
		17	89,3	3,5
		15	89,5	3,5
		13	89,5	3,5

Tabelle 2: Daten Blendschutz

Ab Haus Nr. 21 und Teilweise noch für Haus Nr. 23 wird der Blendschutz von der südlichen Zaunlinie übernommen.
Anhand der Emissionsrichtungen lassen sich die Bereiche entlang dieser Linie angeben, die für die jeweilige Hausnummer den Blendschutz übernehmen, gemessen ab der SO-Ecke des Zauns (Tabelle 3).

Rechenwerte		
Länge entlang Zaun nach Westen ab SO Ecke		
Haus-Nr.	max	min
23	51	0
21	97	7
19	130	39
17	134	51
15	*162*	*92*
13	*165*	*99*

Tabelle 3: Wirkbereiche Blendschutz südliche Zaunlinie

Für Haus Nr. 13 bis 15 liegen die Emissionsorte mehr als 200 m entfernt. Daher ist in das Ermessen der Genehmigungsbehörde zu stellen, ob wegen der Entfernung von mehr als 100 m von einer Blendschutzmaßnahme abgesehen werden kann. Die LAI-Lichtrichtlinie sieht diese Ermessensregel vor.

Wird so verfahren, sind folgende Blendschutzhöhen auf der südlichen Zaunlinie herzustellen:
- ab SO-Ecke Zaun bis 100 m nach Westen entlang Zaunlinie Endhöhe 91,1 m NHN
- ab SO-Ecke Zaun von 100 m bis 134 m entlang Zaunlinie nach Westen Endhöhe 89,5 m NHN

Soll auch für Haus Nr. 13 bis 15 Blendschutz hergestellt werden, ist die letztgenannte Endhöhe von 134 m bis 165 m (ab SO Ecke Zaun nach Westen entlang der Zaunlinie) fortzusetzen.

8 Bewertung mit Blendschutz

Eine ausführliche Berechnung für alle Hausnummern ergibt folgende Ergebnisse.

Friedhof und Haus Nr. 35 bis 49

Der Blendschutz stellt einen vollständigen Schutz der Außenflächen und aller Fensteröffnungen im Hochparterre her, da die Oberkante des Blendschutzes höher liegt als die Oberkante der Zielorte und der höchste Emissionsort (OK PV-Module) nirgends über der Ok Blendschutz liegen wird.

Haus Nr. 33 bis Nr. 9, Außenflächen und Hochparterre

Der Blendschutz stellt einen vollständigen Schutz der Außenflächen und aller Fensteröffnungen im Hochparterre her, da die Oberkante des Blendschutzes höher liegt als die Oberkante der Zielorte und der höchste Emissionsort (OK PV-Module) nirgends über der Ok Blendschutz liegen wird.

Haus Nr. 33 bis Nr. 9, Dachgeschoss

Der Blendschutz verlegt die Emissionsorte, ab denen Reflexionen gesehen werde können, in deutlich größere Entfernungen. Für diese Entfernungen wird der Zielort dann nur noch unter einem kleinen Höhenwinkel gesehen, d.h. es ist nur noch die Einwirkung ab diesem (kleinen) Höhenwinkel bis zu Höhenwinkeln nahe Null Grad zu berücksichtigen.
Je kleiner dieser Höhenwinkel, desto kürzer ist die Einwirkdauer.
Die größten Höhenwinkel insgesamt werden für Haus Nr. 33 errechnet. Die Höhenwinkel für die anderen Häuser sind durchgehend niedriger (Abbildung 3). Ausnahme ist Haus Nr. 19. Hier liegen aber die Höhenwinkel im weiteren Verlauf deutlich niedriger.
Abbildung 3 zeigt, dass vor allem für Haus Nr. 9 und Nr. 11 nur ein eingeschränkter Azimutbereich einwirken kann, ebenso für Haus Nr. 13 bis Nr. 19. Dies liegt daran, dass diese Gebäude südlich des Südrands der PV-Anlage liegen – für die fehlenden Azimutbereiche liegen keine Emissionsorte vor.
Aufgrund des sehr kleinen einwirkenden Azimutbereichs für Haus Nr. 9 und Nr. 11 kann dort auf einen Blendschutz vollkommen verzichtet werden – die Jahressumme der Einwirkdauern liegt deutlich unter dem Grenzwert.

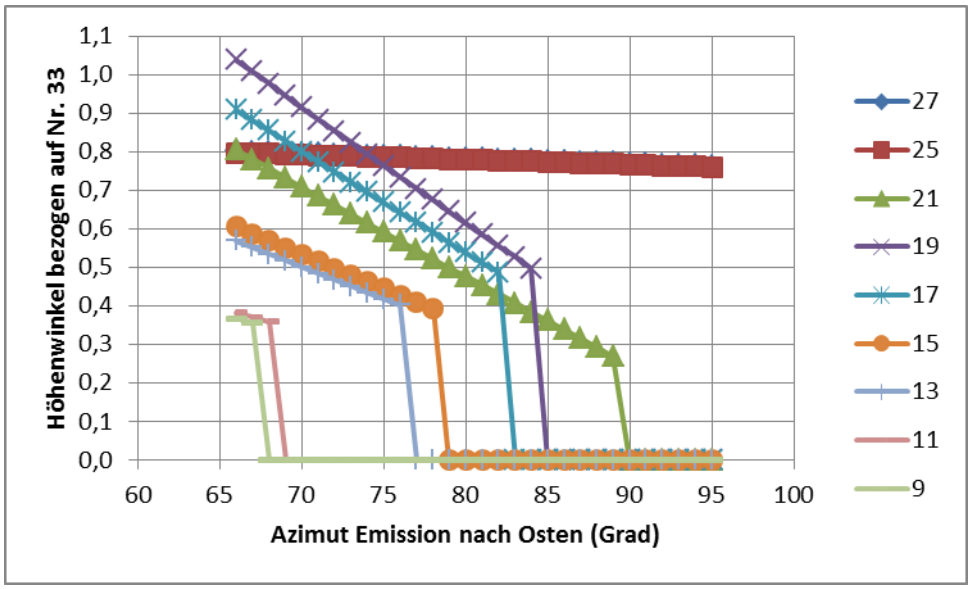


Abbildung 3: Vergleich der als Blendung einwirkenden Höhenwinkel bezogen auf die Höhenwinkel von Haus Nr. 33 als Funktion des Azimuts der Emission nach Osten. Angegeben sind die Hausnummern. Die Kurven für Haus Nr. 27 und Haus Nr. 25 sind nahezu deckungsgleich, in der Darstellung ist nur Haus Nr. 27 sichtbar.

Aufgrund dieser Ergebnisse reicht es aus, den Nachweis der Einwirkdauer für die Zielorte Dachgeschoss Haus 33 zu führen.

Dieser Nachweis ist in Tabelle 4 und Tabelle 5 dargestellt.
Berechnet wird das erste Halbjahr, es sind die Spiegeltage für das zweite Halbjahr angegeben[1]. Die Zeitangaben sind in MEZ, für die Sommermonate ist entsprechend auf die Sommerzeit umzurechnen.
Bis 18.04. sind die Einwirkdauern dadurch verkürzt, dass der Blick auf die Refelxion sehr nahe liegt dem Blick zur teifstehenden Sonne („10 Grad-Regel“ der LAI-Lichtrichtlinie).

Festzuhalten ist:
- Einwirkungen bestehen von Anfang April bis erste Hälfte September an insgesamt 155 Tagen
- die Einwirkdauer an einem Tag liegt mit maximal 12 min unter dem Grenzwert von 30 min
- die gesamte Einwirkdauer liegt mit etwas mehr als 28 h unter dem Grenzwert von 30 h
- <u>Der Blendschutz muss seine Schutzwirkung bereits Ende März / Anfang April haben, d.h. die Bepflanzung muss bereits zu dieser Zeit blickdicht sein, also Laub oder Nadeln tragen. Die Pflanzsorte ist entsprechen auszuwählen.</u>

[1] Angaben für 2015. Für andere Jahre sind aufgrund der wechselnden Daten von Winter- und Sommersonnenwende Verschiebungen um bis zu einen Tag möglich, gleichfalls ergeben sich Verschiebungen der Uhrzeiten.

		Tage	155	d im Jahr			
		max. pro Tag	12	min			
		Summe Jahr	1688	min			
			28	h 8 min			
Kalendertag	Kalendertag	Azimut	Höhenwinkel	Beginn (MEZ)	Dauer	Interpolation	10 deg
1. Halbjahr	2. Halbjahr	deg	deg	Einwirkung	min	min	Regel
01.04.2015	10.09.2015						
02.04.2015	09.09.2015						
03.04.2015	08.09.2015						
04.04.2015	07.09.2015				0	0	
05.04.2015	06.09.2015	-83,83	2,68	5.4.15 18:04	1	1	
06.04.2015	05.09.2015	-83,45	2,61	6.4.15 18:04	2	2	
07.04.2015	04.09.2015	-83,07	2,55	7.4.15 18:04	2	2	
08.04.2015	03.09.2015	-82,71	2,73	8.4.15 18:03	4	4	
09.04.2015	02.09.2015	-82,34	2,67	6.4.15 18:03	5	5	
10.04.2015	01.09.2015	-81,97	2,61	10.4.15 18:03	5	5	
11.04.2015	31.08.2015	-81,60	2,55	11.4.15 18:03	6	6	
12.04.2015	30.08.2015	-81,23	2,50	12.4.15 18:03	6	6	
13.04.2015	29.08.2015	-80,88	2,69	13.4.15 18:02	8	8	
14.04.2015	28.08.2015	-80,52	2,63	14.4.15 18:02	8	8	
15.04.2015	27.08.2015	-80,16	2,58	15.4.15 18:02	9	9	
16.04.2015	26.08.2015	-79,80	2,53	16.4.15 18:02	9	9	
17.04.2015	25.08.2015	-79,46	2,72	17.4.15 18:01	10	10	
18.04.2015	24.08.2015	-79,11	2,67	18.4.15 18:01	11	11	
19.04.2015	23.08.2015					11	
20.04.2015	22.08.2015					11	
21.04.2015	21.08.2015	-78,08	2,53	21.4.15 18:01	11	11	

Tabelle 4: Einwirkdaten und Einwirkdauern Haus Nr. 33 Teil 1

Damit ist der Nachweis geführt, dass mit dem beschriebenen Blendschutz die Grenzwerte der LAI-Richtlinie für alle Gebäude eingehalten werden.

Kalendertag	Kalendertag	Azimut	Höhenwinkel	Beginn (MEZ)	Dauer	Interpolation	10 deg
1. Halbjahr	2. Halbjahr	deg	deg	Einwirkung	min	min	Regel
22.04.2015	20.08.2015					12	
23.04.2015	19.08.2015					12	
24.04.2015	18.08.2015	-77,08	2,65	24.4.15 18:00	-6967,22664	12	
25.04.2015	17.08.2015					12	
26.04.2015	16.08.2015					12	
27.04.2015	15.08.2015					12	
28.04.2015	14.08.2015					12	
29.04.2015	13.08.2015					12	
30.04.2015	12.08.2015					12	
01.05.2015	11.08.2015					12	
02.05.2015	10.08.2015					12	
03.05.2015	09.08.2015					12	
04.05.2015	08.08.2015					12	
05.05.2015	07.08.2015					12	
06.05.2015	06.08.2015	-0,13	-0,89	27.1.00 16:29	-6893,93087	12	
07.05.2015	05.08.2015					12	
08.05.2015	04.08.2015					12	
09.05.2015	03.08.2015					12	
10.05.2015	02.08.2015					12	
11.05.2015	01.08.2015					12	
12.05.2015	31.07.2015					12	
13.05.2015	30.07.2015					12	
14.05.2015	29.07.2015					12	
15.05.2015	28.07.2015					12	
16.05.2015	27.07.2015					12	
17.05.2015	26.07.2015					12	
18.05.2015	25.07.2015					12	
19.05.2015	24.07.2015					12	
20.05.2015	23.07.2015					12	
21.05.2015	22.07.2015	-0,13	-0,86	30.1.00 13:59	-6794,76914	12	
22.05.2015	21.07.2015					12	
23.05.2015	20.07.2015					12	
24.05.2015	19.07.2015					12	
25.05.2015	18.07.2015					12	
26.05.2015	17.07.2015					12	
27.05.2015	16.07.2015					12	
28.05.2015	15.07.2015					12	
29.05.2015	14.07.2015					12	
30.05.2015	13.07.2015					12	
31.05.2015	12.07.2015					12	
01.06.2015	11.07.2015					12	
02.06.2015	10.07.2015					12	
03.06.2015	09.07.2015					12	
04.06.2015	08.07.2015					12	
05.06.2015	07.07.2015					12	
06.06.2015	06.07.2015	-67,34	2,44	6.6.15 18:02	-6709,51192	12	
07.06.2015	05.07.2015					12	
08.06.2015	04.07.2015					12	
09.06.2015	03.07.2015					12	
10.06.2015	02.07.2015					12	
11.06.2015	01.07.2015					12	
12.06.2015	30.06.2015					12	
13.06.2015	29.06.2015					12	
14.06.2015	28.06.2015					12	
15.06.2015	27.06.2015					12	
16.06.2015	26.06.2015					12	
17.06.2015	25.06.2015					12	
18.06.2015	24.06.2015					12	
19.06.2015	23.06.2015					12	
20.06.2015	22.06.2015					12	
21.06.2015		-0,13	-0,84	1.2.00 17:28	-6682,16734	12	

Tabelle 5: Einwirkdaten und Einwirkdauern Haus Nr. 33 Teil 2

9 Abschließende Bemerkungen

Für Haus Nr. 15/ 13 ist wie beschrieben ein Schutz darstellbar, der vergleichsweise aufwändig ist angesichts der sehr großen Entfernung der Emissionsorte (150 m bis 200 m und mehr), der lagebedingt reduzierten Zahl der Einwirktage (nur rund zwei Monate im Jahr) und der geringen Tiefe der Emissionsorte (Emission nur aus einem kleinen Bereich im Südwesten des PV-Feldes). Hier wird angeregt, anhand einer detaillierten Analyse vor Ort zu prüfen, ob und ggf. welcher Blendschutz für erforderlich erachtet wird.

Bei Errichtung des Blendschutzes sind die Angaben aus den Flurkarten vor Ort zu überprüfen und ggf. die Höhen Straßenniveau oder Zielhöhen der Schutzbereiche separat aufzumessen. Nach Abschluss der Bauarbeiten PV sollten gleichfalls stichprobenartig die Höhen der PV-Module sowie deren Ausrichtung überprüft werden. Die Endhöhe des Blendschutzes ist dann an die Ergebnisse vor Ort anzupassen.

Örtliche Anpassungen der Blendschutzhöhe im Einzelnen sind auch für die Häuser 31 A, 31 und 29 möglich, die keinen Schutzbereich Dachgeschoss haben, jeweils nach Vermessung vor Ort.

Zwei Pläne im Anhang:
- gemeinsame Plangrundlage aus Modulbelegungsplan und Flurkarte
- Höhenangaben als separater Plan

Hannover, den 22.02.2015

Dr. Michael Mack

Solar Engineering
Decker & Mack GmbH

www.solar-engineering.de

Johannssenstraße 2-3
D 30159 Hannover
Telefon: +49 (0)511 646634-0
FAX: +49 (0)511 646634-9
mail: info@solar-engineering.de

Blendgutachten - Ergänzung

Prüfung der Blendeinwirkung der geplanten PV-Anlage „Ehemalige Kaserne“, 06766 Bitterfeld OT Wolfen auf die Bebauung Lützowweg

Auftraggeber:

ISM Baugesellschaft mbH
Röhrenstrasse 75
06749 Bitterfeld

SE-Projekt P15 – 1471 - Ergänzung

Autor:
Dr. Michael Mack

Erstelldatum:
09. März 2015

Zusammenfassung

Ergänzend zum Blendgutachten vom Februar 2015 wird die Blendeinwirkung der geplanten PV-Anlage „Ehemalige Kaserne“ in 06766 Bitterfeld-Wolfen auf die Bebauung südlich der Anlage (Lützowweg) geprüft.
Prüfgrundlage ist die sogenannte LAI-Lichtrichtlinie (*LAI-Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen vom 13.09.2012, dort Anhang 2*). Gemäß dieser Richtlinie sind Blendeinwirkungen auf schutzwürdige Räume auf höchstens 30 min pro Tag und insgesamt nicht mehr als 30 h pro Jahr zu begrenzen. Zur Ermittlung sind die maximal möglichen Immissionszeiträume anzusetzen (kontinuierlicher Sonnenschein von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang für alle Tage des Jahres).

Zunächst werden anhand einer Sonnenstandsberechnung in Minutenauflösung die Richtungen der von den PV-Modulen emittierten Reflexionen ermittelt, und zwar als Azimutwinkel und Höhenwinkel der emittierten Reflexionen.

Aus dem Modulbelegungsplan und der Flurkarte wird eine einheitliche gemeinsame Plangrundlage für Emissions- und Zielorte erstellt. Dieser Plan wird durch Höhenpunkte ergänzt (Vermesserpunkte und Auswertung der topographischen Karten).
Als Modulbelegungsplan wird eine aktuelle Version (P15-1471-SI06 vom 04.03.2015) herangezogen. Die Veränderung gegenüber dem Modulbelegungsplan des ursprünglichen Blendgutachtens für die Clara-Zetkin-Straße besteht in einer Verschiebung der fünf südlichsten Modulreihen nach Westen, um Platz für den geforderten Blendschutzwall zu machen.

Für das Gebiet liegt nach Auskunft der zuständigen Gemeinde kein B-Plan vor, daher ist der Bestand zu bewerten. Auf Einwirkungen zu prüfen sind die Gebäude auf der südlichen Straßenseite sowie ein einzelnes Gebäude nördlich des Lützowwegs.

Die Analyse der Emissionsrichtungen zeigt:

- Die Gebäude auf der südlichen Straßenseite werden von den Reflexionen der PV-Module nicht erreicht. Sie liegen hinsichtlich der PV-Module in einem Azimutbereich, in dem die Emissionen sehr große Höhenwinkel aufweisen, d.h. weit über die Bebauung hinweggehen.
- Auf das einzelne Gebäude auf der Nordseite wirken in geringem Maß Reflexionen aus dem nordöstlich davon gelegenen Bereich der PV-Anlage ein, und zwar auf die nördliche Hälfte des Gebäudes. Selbst ohne Einrechnung der Wirkung des Blendschutzwalls ergeben sich Einwirkdauern deutlich unterhalb der nach der LAI-Lichtrichtlinie zulässigen Werte.

Damit ist die (geringe) Einwirkung auf die zu prüfende Bebauung Lützowweg konform mit den Anforderungen der LAI-Lichtrichtlinie.
Geländehöhen und Oberkante des schutzwürdigen Fassadenbereichs des Gebäudes mit Einwirkungen sollten vor Ort nochmals kontrolliert werden. Die für die vorliegende Berechnung gewählten Ansätze wurden allerdings sehr konservativ gewählt, so dass Veränderungen der Ergebnisse nicht erwartet werden.

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung 4
2 Nachweisverfahren und genutzte Unterlagen 4
3 Sachstand 4
Emissionsorte 4
Bebauung Lützowweg 4
4 Zielorte und Lagebezug 5
Zielorte 5
Lagebezug 5
5 Emissionsrichtungen 5
Gebäude Südseite Lützowweg 6
Gebäude N auf der Nordseite Lützowweg 6
6 Abschließende Bemerkungen 9

1 Aufgabenstellung

Ergänzend zum Blendgutachten für die Wohnbebauung Clara-Zetkin-Straße vom Februar 2015 ist nachzuweisen, dass für die PV-Anlage „Ehemalige Kaserne“ die Immissionsrichtwerte der LAI-Lichtrichtlinie (*LAI-Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen vom 13.09.2012, dort Anhang 2*) auch für die südlich der Anlage gelegenen Gebäude im Bereich des Lützowwegs eingehalten werden.

2 Nachweisverfahren und genutzte Unterlagen

Das Blendgutachten für die Clara-Zetkin-Straße vom Februar 2015 (im folgenden „Hauptgutachten“) wird als bekannt vorausgesetzt.

Maßgebend für die Emissionsorte ist der aktuelle Modulbelegungsplan mit Schnittzeichnungen der Unterkonstruktion, ergänzt durch Höhenangaben aktuell aufgemessener Punkte.
Im Unterschied zum Hauptgutachten wird hier ein aktualisierter Modulbelegungsplan vom 04.03.2015 (P15-1471-SI06) verwendet, der folgende Veränderung enthält:

- Die fünf südlichsten Reihen sind um 28 m nach Westen verschoben, bei sonst unveränderter Lage und Aufteilung. Dies wird erforderlich, um Platz für den vom Hauptgutachten geforderten Blendschutzwall zu schaffen.

Maßgebend für die Zielorte sind die Angaben der Flrkarten / Katatserpläne für den Bereich Lützowweg, ergänzt durch den topographischen Plan des Gebiets.
Beide Pläne und die ergänzenden Angaben werden mit dem Gesamtplan des Hauptgutachtens zu einem neuen Gesamtplan zusammengeführt bzw. der Gesamtplan des Hauptgutachtesn um den Bereich Lützowweg erweitert. Daraus werden die Sichtbeziehungen zwischen Emissions- und Zielorten abgeleitet.

Der weitere Gang der Prüfungen erfolgt analog der Beschreibung im Hauptgutachten.

3 Sachstand

Emissionsorte

Hinsichtlich der Emissionsorte gilt das Hauptgutachten, mit der jetzt neuen Lage der fünf südlichtsen Modulreihen (Verschiebung um 28 m nach Westen).

Bebauung Lützowweg

Direkt an der südlichen Straßenseite befinden sich sechs unterscheidbare Gebäude (hier von Osten nach Westen nummeriert als Gebäude 1 bis Gebäude 6). Für die weitere Bemessung relevant ist auch die rückwärtige (d.h. südlich gelegene) Bebauung (beginnend im Osten mit Gebäude 1 R) bzw. die teilweise weiter vorspringenden rückwärtigen Gebäudeteile (z.B. bei Gebäude 6).
Nördlich Gebäude 6 auf der nördlichen Straßenseite liegt ein einzelnes Gebäude (im folgenden als Lützowweg Gebäude N bezeichnet).
Die Lage aller Gebäude relativ zur PV-Anlage wird bestimmt.

Nach Auskunft der zuständigen Gemeindeverwaltung besteht für diesen Bereich kein B-Plan. Daher ist der Bestand zu bewerten.

4 Zielorte und Lagebezug

Zielorte

Wie sich im Folgenden zeigen wird, kann die Reflexionseinwirkung für die Gebäude auf der Südseite allein aus dem Lagebezug ausgeschlossen werden. Daher sind Annahmen zur Zielhöhe und zur genauen Lage der Zielbereiche nicht erforderlich.

Für das Gebäude N wird vereinfacht die Oberkante des Schutzbereichs mit bis zu 10 m über örtlicher Geländeoberkante (GOK) angenommen. Für die Sicherheit wird angenommen, dass die GOK des Ziels (Gebäude N) bis zu 1 m über der GOK des Emissionsorts liegen kann. Entscheidend ist die Höhendifferenz – ist der Schutzbereich weniger hoch, kann die Differenz aus GOK Emissionsort und GOK Ziel entsprechend größer sein.

Es werden keine schutzwürdigen Räume im Einzelnen identifiziert. Der gesamte Fassadenbereich gilt bis zu den vorgenannten Höhen als schutzwürdig.

Lagebezug

Das gemeinsame Koordinatensystem für Emissions- und Zielorte entspricht dem des Hauptgutachtens.

5 Emissionsrichtungen

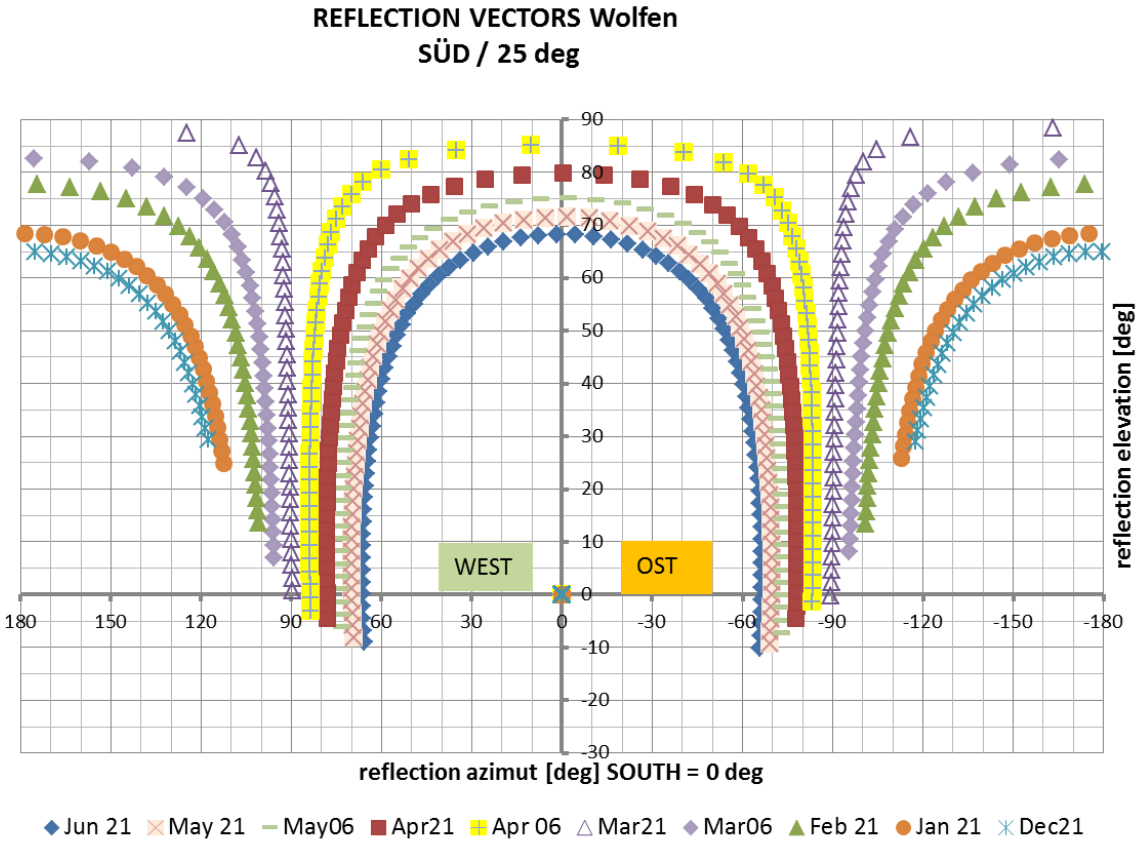


Abbildung 1: Emissionsrichtungen. x-Achse Azimutwinkel, y-Achse Höhenwinkel. Azimut Süd = 0 Grad.

Abbildung 1 zeigt die berechneten Emissionsrichtungen (Azimut- und Höhenwinkel) für ausgewählte Kalendertage. Die Azimutwinkel (x-Achse) werden mit Bezug auf Süd = 0 Grad angegeben, positive Wert für Emissionen nach Westen, negative Werte für Emissionen nach Osten.

Es ist deutlich zu erkennen, dass es für Höhenwinkel kleiner 10 Grad eine nahezu feste Grenze des Azimutwinkels gibt: für alle Azimutwinkel, die (betragsmäßig) kleiner sind als 66, 5 Grad, gibt es keine Reflexionen in den Höhenwinkelbereich kleiner 10 Grad.

Aufgrund des großen Abstands der PV-Anlage zu den Gebäuden Lützowweg sind die typischen Entfernungen zwischen Emissionsort und Ziel für Azimutwinkel nahe diesem Grenzwinkel mindestens 200 m. Ein Höhenwinkel von 10 Grad führt dann auf eine Zielhöhe von mehr als 35 m über dem Emissionsort. Diese Höhen werden von der Bebauung keinesfalls erreicht.

Damit lässt sich festhalten:
Auf Zielorte, die nur mit Azimutwinkeln erreicht werden, die (betragsmäßig) kleiner sind als 66,5 Grad, wirkt keine Reflexion ein. Der Betrachter am Zielort nimmt zwar die diffuse Reflexion wahr (d.h. die emittierende Fläche erscheint bei Sonnenschein deutlich hell), es kommt aber zu keiner Direkt-Blendung.

Gebäude Südseite Lützowweg

Es ist zu prüfen auf Einwirkungen aus den Randbereichen der PV-Anlage, sowohl aus Emissionen Richtung Osten (z. B. auf Gebäude 1) vom Südwestrand der Anlage wie auf Emissionen Richtung Westen (z. B. auf Gebäude 6) vom Südostrand der Anlage.

Es reicht aus, Grenzlagen zu betrachten, wenn sichergestellt ist, dass alle anderen Kombinationen aus Emissions- und Zielorten auf (betragsmäßig) kleinere Winkel als der Grenzwinkel von 66,5 Grad führen.

Die Analyse zeigt:

- Emission Richtung Westen: der größte erreichbare Winkel liegt bei 56 Grad – Reflexionen Richtung Westen erreichen die Gebäude nicht.
- Emission Richtung Osten: der (betragsmäßig) größte Winkel liegt bei – 63 Grad. Reflexionen Richtung Osten erreichen die Gebäude gleichfalls nicht.

Gebäude N auf der Nordseite Lützowweg

Reflexionen Richtung Osten weisen (betragsmäßig) bei weitem zu kleine Azimutwinkel auf und können ausgeschlossen werden.
Reflexionen Richtung Westen aus der Ostseite der fünf südlichsten Reihen können einwirken – und zwar auf die Nordhälfte der Ostfassade des Gebäudes N.
Dabei ist der Lagebezug so, dass tatsächlich nur die drei nördlichsten Reihen dieses Blocks beteiligt sind, und nicht die noch weiter (nordöstlich) davon gelegenen Anlagenteile.
Insofern unterscheidet sich die Einwirkung von der, die bei der Clara-Zetkin-Straße vorliegt: Es ist nicht eine ganze Kette von Emissionsorten wirksam, sondern nur einige wenige Modulbereiche.

Der Lagebezug endet bei einem Azimut Richtung Westen von 70,3 Grad (Nordostecke des Gebäudes N) – d.h. Reflexionen, die einen größeren Azimutwinkel haben, erreichen das Gebäude N nicht mehr, sondern laufen nördlich davon vorbei.

Auf dieser Basis wird die Einwirkdauer nach LAI-Lichtrichtlinie berechnet und mit den Grenzwerten verglichen. Die Entfernung zwischen Emissionsort und Ziel liegt bei rund 230 m. Aus den oben genannten reichlich geschätzten Zielhöhen mit einem Zuschlag für unterschiedliche Geländehöhen lässt sich abschätzen, dass der Höhenwinkel mit Sicherheit unter 2,5 Grad liegt. Diese sichere Abschätzung wird für die Bemessung der Einwirkdauern angesetzt.
Zudem wird angenommen, dass alle Fenster im Einwirkbereich auf ein – und denselben schutzwürdigen Innenraum führen.

Nicht eingerechnet (obwohl im Emissionsweg wirksam) ist der westliche Ausläufer des Blendschutzwalls, dessen genaue Höhe und Ausdehnung vor Ort noch festzusetzen sind.

Mit all diesen Annahmen, welche die Einwirkdauer eher überschätzen, ergibt sich die nachfolgende Obergrenze der Einwirkdauer (siehe Tabelle 1):
- pro Tag nicht mehr als 12 Minuten
- Beginn der Einwirkung ca. 18 Uhr MEZ, d.h. ca. 19 Uhr Sommerzeit (MESZ)
- Einwirkungen nicht länger als vom 19.05. bis einschließlich zum 24.07. eines Jahres (67 Tage); diese Begrenzung ergibt sich aus dem Lagebezug (Azimutwinkel)
- die Obergrenze für die gesamte Einwirkdauer liegt bei knapp 13,5 h pro Jahr.

Damit liegt die Einwirkung sehr deutlich unter den zulässigen Grenzewerten nach LAI-Lichtrichtlinie (30 min pro Tag, 30 h pro Jahr). Die Einwirkung ist als gering zu bezeichnen, zumal der mindernde Einfluss des Blendschutzwalls noch überhaupt nicht berücksichtigt ist.

		Lützowweg, Gebäude N				
		Tage	67	d im Jahr		
		max. pro Tag	12	min		
		Summe Jahr	804	min		
			13	h 24 min		
Kalendertag	Kalendertag	Azimut	Höhenwinkel	Beginn **(MEZ)**	Dauer	Interpolation
1. Halbjahr	2. Halbjahr	deg	deg	Einwirkung	min	min
01.05.2015	11.08.2015					0
02.05.2015	10.08.2015					0
03.05.2015	09.08.2015					0
04.05.2015	08.08.2015					0
05.05.2015	07.08.2015					0
06.05.2015	06.08.2015					0
07.05.2015	05.08.2015					0
08.05.2015	04.08.2015					0
09.05.2015	03.08.2015					0
10.05.2015	02.08.2015					0
11.05.2015	01.08.2015					0
12.05.2015	31.07.2015					0
13.05.2015	30.07.2015					0
14.05.2015	29.07.2015					0
15.05.2015	28.07.2015					0
16.05.2015	27.07.2015					0
17.05.2015	26.07.2015					0
18.05.2015	25.07.2015	-70,42	2,58	18.5.15 17:59	0	0
19.05.2015	24.07.2015	-70,21	2,59	19.5.15 17:59	12	12
20.05.2015	23.07.2015					12
21.05.2015	22.07.2015	-69,79	2,63	21.5.15 17:59	12	12
22.05.2015	21.07.2015					12
23.05.2015	20.07.2015					12
24.05.2015	19.07.2015					12
25.05.2015	18.07.2015					12
26.05.2015	17.07.2015					12
27.05.2015	16.07.2015					12
28.05.2015	15.07.2015					12
29.05.2015	14.07.2015					12
30.05.2015	13.07.2015					12
31.05.2015	12.07.2015					12
01.06.2015	11.07.2015					12
02.06.2015	10.07.2015					12
03.06.2015	09.07.2015					12
04.06.2015	08.07.2015					12
05.06.2015	07.07.2015					12
06.06.2015	06.07.2015	-67,35	2,67	6.6.15 18:01	12	12
07.06.2015	05.07.2015					12
08.06.2015	04.07.2015					12
09.06.2015	03.07.2015					12
10.06.2015	02.07.2015					12
11.06.2015	01.07.2015					12
12.06.2015	30.06.2015					12
13.06.2015	29.06.2015					12
14.06.2015	28.06.2015					12
15.06.2015	27.06.2015					12
16.06.2015	26.06.2015					12
17.06.2015	25.06.2015					12
18.06.2015	24.06.2015					12
19.06.2015	23.06.2015					12
20.06.2015	22.06.2015					12
21.06.2015		-66,58	2,48	21.6.15 18:05	12	12

Tabelle 1: Obergrenze Einwirkdauer für Gebäude Lützowweg N

6 Abschließende Bemerkungen

Für das Gebäude N sollten Angaben aus den Flurkarten, zu Gelände- und Zielhöhen vor Ort überprüft werden. Aufgrund der Abschätzung nach oben, die reichlich Spielraum für Anpassungen lässt, werden Veränderungen der Ergebnisse aber nicht erwartet.

Ein Plan im Anhang:
- gemeinsame Plangrundlage aus Modulbelegungsplan und Flurkarte (P15-1471 SI06 vom 04.03.2015).

Hannover, den 09.03.2015

Dr. Michael Mack

Blendgutachten_Wolfen_P15-1471_Ergänzung_Lützowweg

Solar Engineering
Decker & Mack GmbH

www.solar-engineering.de

Johannssenstraße 2-3
D 30159 Hannover
Telefon: +49 (0)511 646634-0
FAX: +49 (0)511 646634-9
mail: info@solar-engineering.de

Blendgutachten

Prüfung der Blendeinwirkung aus PV-Modulen auf die benachbarte Bebauung für 2. Entwurf des Bebauungsplans 03-2014wo „Photovoltaik Ehemalige Kaserne“, 06766 Bitterfeld OT Wolfen

Auftraggeber:

ISM Baugesellschaft mbH
Röhrenstrasse 75
06749 Bitterfeld

SE-Projekt P15 – 1471

Autor:
Dr. Michael Mack

Erstelldatum:
18.03.2015

Zusammenfassung

Im 2. Entwurf des Bebauungsplans 03-2014wo „Photovoltaik Ehemalige Kaserne“ OT Wolfen werden zwei Sondergebiete (SO1 und SO2) mit der Zweckbestimmung Photovoltaik (PV) ausgewiesen. Die Flächen befinden sich in 06766 Bitterfeld OT Wolfen.

Aufgabe des vorliegenden Gutachtens ist es, mögliche Blendeinwirkungen aus PV-Anlagen auf diesen Flächen auf die benachbarte Bebauung zu bewerten. Gleichzeitig ist nachzuweisen, dass solche Einwirkungen die Immissionsrichtwerte der LAI-Lichtrichtlinie (*LAI-Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen vom 13.09.2012, dort Anhang 2*) für die benachbarten schutzwürdigen Bebauungen einhalten, wenn der Entwurf des Bebauungsplans umgesetzt wird.

Zunächst werden anhand einer standortspezifischen Sonnenstandsberechnung in Minutenauflösung die Richtungen der von den PV-Modulen emittierten Reflexionen (Emissionsrichtungen) ermittelt, und zwar als Azimutwinkel und Höhenwinkel der emittierten Reflexionen für die anzusetzende Ausrichtung und Neigung der PÜV-Module. Die Berechnung erfolgt anhand der Berechnungsvorgaben der LAI-Lichtrichtlinie.

Wie in dieser Richtlinie gefordert, wird eine einheitliche gemeinsame Plangrundlage für Emissions- und Zielorte erstellt. Dieser Plan wird durch Höhenpunkte ergänzt (Vermesserpunkte, Auswertung der topographischen Karten und öffentlicher digitaler Daten wie Google Earth, jeweils in kritischer vergleichender Synopse).
Emissionshöhen der PV-Anlage werden auf diese Geländehöhen bezogen, bewertet wird jeweils Unterkante, Mitte und Oberkante der PV-Konstruktion.

Für die zu bewertenden Gebäude liegt nach Auskunft der zuständigen Gemeinde kein B-Plan vor, daher ist der Bestand zu bewerten.

Für SO2 werden die Emissionen anhand der konkretisierten Planunterlage bewertet.

Zur Bewertung wird für die PV-Anlage auf der dort für PV zulässigen Fläche angenommen, dass die PV-Module fest aufgeständert werden, mit einer Ausrichtung und Neigung wie in SO2 sowie vergleichbaren Montagehöhen über Gelände.
Eine Festsetzung zu den genannten Parametern ist für die Aufgabenstellung dieses Gutachtens erforderlich, da die Emissionsrichtungen sehr empfindlich von Ausrichtung und Neigung abhängen und bei einer nicht fest aufgeständerten Anlage völlig anders verlaufen. Eine Schutzwirkung für die angrenzende Bebauung kann nur mit Annahmen zur Modulorientierung bestimmt werden. Da die Modulorientierung in SO2 eine Orientierung darstellt, die nahe dem wirtschaftlichen Optimum liegt, ist diese Festlegung auf Parameter aus SO2 sinnvoll und angemessen.
<u>Es wird angeraten, die in SO1 zulässige Modulorientierung im Bebauungsplan festzusetzen.</u> Für eine solche Festsetzung wird empfohlen, die hier angenommene Festlegung zu übernehmen, da sie eine zukünftige PV-Nutzung nicht beschweren wird.

In beiden Fällen werden für die Berechnung keine spezifischen Emissionsorte aus Reihenaufstellung angesetzt, sondern die gesamte Fläche der PV-Anlage als Emitter angenommen.

Geprüft werden folgende Einwirkungen aus Photovoltaik (PV-) Anlagen auf den jeweils zulässigen Flächen:

a) Einwirkungen aus SO2 auf die Bebauung Westseite Clara-Zetkin-Straße
b) Einwirkungen aus SO2 auf die Bestandsbebauung Lützowweg
c) Einwirkungen aus SO1 auf die Bebauung Westseite Clara-Zetkin-Straße
d) Einwirkungen aus SO1 auf die Bestandsbebauung Lützowweg

Prüfgrundlage ist die sogenannte LAI-Lichtrichtlinie (*LAI-Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen vom 13.09.2012, dort Anhang 2*). Gemäß dieser Richtlinie sind Blendeinwirkungen auf schutzwürdige Räume auf höchstens 30 min pro Tag und insgesamt nicht mehr als 30 h pro Jahr zu begrenzen. Zur Ermittlung sind die maximal möglichen Immissionszeiträume anzusetzen (kontinuierlicher Sonnenschein von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang für alle Tage des Jahres).

Die Ermittlung der schutzwürdigen Fassadenflächen (Zielorte) erfolgt für die Clara-Zetkin-Straße anhand aktueller Vermesserdaten relevanter Leitgebäude, die eine zuverlässige Interpolation für alle Gebäude erlauben.
Für die Bestandgebäude am Lützowweg ist es wegen der geringen Einwirkung ausreichend, für jedes Gebäude die gesamte Gebäudefassade mit einer reichlich bemessenen Gebäudehöhe über Straßenniveau als schutzwürdigen Bereich anzusetzen.

Eine Vorprüfung anhand der standort- und anlagenspezifischen Emissionsrichtungen weist aus:

- Die Gebäude Clara-Zetkin-Straße sind mit einem Blendschutz vor unzulässigen Einwirkdauern vor allem aus SO2 zu schützen. <u>Der erforderliche Blendschutz wird bemessen und angegeben.</u>

- Es gibt keine Einwirkungen auf die Bestandsgebäude auf der südlichen Seite des Lützowwegs aus der PV-Nutzung in SO2. Dies liegt an der relativen Azimutlage dieser Gebäude zu der PV-Anlage: In den hier zu bewertenden Azimut- und Höhenwinkelbereich erfolgen keine Emissionen aus der PV-Anlage.
- Für die Einwirkung aus der PV-Anlage in SO2 auf das einzelne Gebäude nördlich des Lützowwegs ist ein Blendschutz nicht erforderlich. Aufgrund der günstigen relativen Azimutlage sind die Einwirkdauern ausreichend gering.

- Eine Einwirkung aus PV-Nutzung auf der zulässigen Fläche in SO1 (nördlich Flurstück 44) auf die Gebäude Clara-Zetkin-Straße erfolgt aus großer Entfernung und führt – mit dem bemessenen Blendschutz - nur zu geringen zusätzlichen Einwirkdauern auf diese Gebäude.

- Eine Einwirkung aus PV-Nutzung auf der zulässigen Fläche in SO1 auf die Bestandsgebäude Lützowweg ist nur auf drei Gebäude auf der Ostseite möglich. Aufgrund der auch hier günstigen Azimutlage kann zwar nur ein Teil der Emissionsrichtungen einwirken, die einwirkenden Emissionen liegen aber in den Sommermonaten und führen dort ohne Blendschutz zu unzulässigen Einwirkdauern. Es wird ein für diese Einwirkung erforderlicher Blendschutz überschlägig bemessen und angegeben. Die überschlägige Bemessung ist so ausgelegt, dass Unsicherheiten aus der noch nicht konkretisierten Planung damit vorsorglich abgedeckt sind.

Allerdings kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich die planungsrechtliche Situation in der Nachbarschaft und/oder die einschlägigen Regelungen für die Ermittlung, Berechnung und Bewertung von Lichtimmissionen ändert. Deshalb wird empfohlen, eine Veränderung der Wallhöhen für SO1 planungsrechtlich zu ermöglichen und für den konkreten Nachweis des erforderlichen Blendschutzes dort dann ein weiteres Blendgutachten vorzusehen.

Die genaue Berechnung der Einwirkdauern unter Einbeziehung der bemessenen und angegebenen Blendschutzmaßnahmen weist aus:

- Die Einwirkungen aus zulässiger PV-Nutzung in SO2 und SO1 auf die Gebäude Clara-Zetkin-Straße bleiben mit dem bemessenen und angegebenen Blendschutz unterhalb der zulässigen Werte.

- Die Einwirkungen aus SO2 auf das einzelne Gebäude auf der Nordseite des Lützowwegs bleiben sehr deutlich unterhalb der zulässigen Werte. Dieses Ergebnis ergibt sich bereits unabhängig von den Blendschutzmaßnahmen auf SO2.

- Die überschlägige Bemessung des Blendschutzwalls in SO1 stellt sicher, dass die Einwirkungen auf diejenigen Gebäude auf der Südseite des Lützowwegs, auf die überhaupt eingewirkt wird, deutlich unterhalb der zulässigen Werte bleiben.

Damit führt die vorgesehene PV-Nutzung entsprechend dem 2. Entwurf des Bebauungsplans zu keiner Überschreitung der in der LAI-Lichtrichtlinie genannten Grenzwerte, wenn die im vorliegenden Gutachten angegebenen Blendschutzmaßnahmen umgesetzt werden. Dies gilt sowohl für die angrenzenden Gebäude Clara-Zetkin-Straße wie für die Bestandsgebäude Lützowweg südlich SO2.

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung und Bezug zu früheren Gutachten 6
2 Nachweisverfahren und genutzte Unterlagen 6
3 Sachstand 8
Emissionsorte SO2 8
Emissionsorte SO1 9
Angrenzende Wohngebäude Clara-Zetkin-Straße 9
Angrenzende Bestandsgebäude Lützowweg 10
4 Zielorte und Lagebezug 11
Zielorte 11
Lagebezug 12
5 Emissionsrichtungen 13
6 Vorprüfung und Blendschutzbemessung 15
Vorprüfung 15
Bemessung Blendschutz 15
Berechnungsmethode Einwirkdauern auf Zulässigkeit 17
7 Bewertung Einwirkungen 18
Einwirkung aus SO2 auf die Gebäude Clara-Zetkin-Straße Haus Nr. 35 bis 49 18
Einwirkung aus SO1 auf die Gebäude Clara-Zetkin-Straße Haus Nr. 35 bis 49 18
Einwirkung auf die Fläche Friedhof 19
Einwirkung aus SO2 auf die Gebäude Clara-Zetkin-Straße Haus Nr. 9 bis 33 19
Einwirkung aus SO1 auf die Gebäude Clara-Zetkin-Straße bis Haus Nr. 33 19
Einwirkung aus SO2 auf Bestandsgebäude Lützowweg 20
Einwirkung aus SO1 auf Bestandsgebäude Lützowweg 21
8 Abschließende Bemerkungen 22

1 Aufgabenstellung und Bezug zu früheren Gutachten

Im 2. Entwurf des Bebauungsplans 03-2014wo „Photovoltaik Ehemalige Kaserne“ OT Wolfen werden zwei Sondergebiete (SO1 und SO2) mit der Zweckbestimmung Photovoltaik ausgewiesen. Die Flächen befinden sich in 06766 Bitterfeld OT Wolfen.

Aufgabe des vorliegenden Gutachtens ist es, mögliche Blendeinwirkungen aus PV-Anlagen auf diesen Flächen auf die benachbarte Bebauung zu bewerten. Gleichzeitig ist nachzuweisen, dass solche Einwirkungen die Immissionsrichtwerte der LAI-Lichtrichtlinie (*LAI-Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen vom 13.09.2012, dort Anhang 2*) für die benachbarten schutzwürdigen Bebauungen einhalten, wenn der Entwurf des Bebauungsplans umgesetzt wird.

Zur Beurteilung möglicher Blendeinwirkungen aus SO2 auf die Wohnbebauung Clara-Zetkin-Strasse wurde Februar 2015 ein erstes Blendgutachten erstellt (Im folgenden Gutachten_1). Diese Gutachten wurde aufgrund von Hinweisen im Verfahren der frühzeitigen Öffentlichkeitsbeteiligung am 09. März 2015 ergänzt durch eine vertiefte Betrachtung für die Bestandsbebauung am Lützowweg (im folgenden Gutachten_1_Ergänzung).
Das vorliegende Gutachten prüft und bewertet sowohl die Einwirkungen aus SO2 wie aus SO1 auf die benachbarte Bestandsbebauung Clara-Zetkin-Straße und Lützowweg.

Für Einwirkungen aus SO2 wurde die Datengrundlage vertieft und ergänzt. Zum einen wurden die Höhen der Straßenebene vor den Häusern Clara-Zetkin-Straße Hausnummer 23 bis 49 aktuell vermessen. Zum anderen wurde für ausgewählte Gebäude der Clara-Zetkin-Straße die Oberkante der schutzwürdigen Fassadenflächen auf der Westfassade, die SO2 zugewandt ist, neu vermessen. Damit lassen sich die vorzusehenden Blendschutzmaßnahmen genauer bestimmen und die Angaben dazu können so erfolgen, dass eine Überprüfung vor Ort einfach nachzuvollziehen ist. Schließlich werden aktuelle Änderungen der Modulbelegung an der Südgrenze SO2 (die bereits in Gutachten_1_Ergänzung berücksichtigt waren) in die Neubewertung anhand der vertieften Datengrundlage eingearbeitet.

Für SO1 liegen noch keine konkretisierten Bauabsichten vor, d.h. die Art und Ausrichtung der zulässigen Photovoltaik-Anlagen steht noch nicht abschließend fest. Die möglichen Einwirkungen aus SO1 auf Gebäude Clara-Zetkin-Straße und Lützowweg werden daher im vorliegenden Gutachten anhand einer modellhaften Photovoltaik-Nutzung auf der dafür vorgesehenen Fläche in SO1 bewertet. Es wird angenommen, dass die Photovoltaik-Nutzung dort mittels Photovoltaik-Modulen erfolgt, welche dieselbe Ausrichtung und Neigung aufweisen wie die planerisch bereits konkretisierten PV-Module in SO2.

Im folgenden wird für Photovoltaik vereinfacht die Abkürzung PV verwendet.

2 Nachweisverfahren und genutzte Unterlagen

Maßgebend für die Emissionsorte ist für SO2 der aktuelle Modulbelegungsplan mit Schnittzeichnungen der Unterkonstruktion, ergänzt durch Höhenangaben aktuell aufgemessener Punkte.

Für SO1 sind die nördlich des Flurstücks 44 (Flur 9) gelegenen Flächen für die Photovoltaik-Nutzung vorgesehen, d.h. es werden nur Emissionen aus dieser Fläche berücksichtigt. Emissionsorte sind dort fest aufgeständerte PV-Module mit einer Ausrichtung und Neigung entsprechend dem Modulbelegungsplan für SO2 (Ausrichtung nach Süd, Neigung gegen die Horizontale 25 Grad). Höhenangaben zum Gelände dieser Emissionsorte werden Auslesungen aus der Datenbank Google Earth[1] entnommen, die kritisch mit dort angrenzenden Messpunkten auf SO2 aus aktuellen Vermessungen abgeglichen werden.

Maßgebend für die Zielorte) ist die Darstellung der Bestandsgebäude auf den aktuellen Flurkarten Clara-Zetkin-Straße und Lützowweg, ergänzt durch aktuell aufgemessene Geländehöhen und Höhen schutzwürdiger Fassadenbereiche, Angaben aus dem topographischen Plan des Gebiets sowie mit diesen Angaben abgestimmte Auslesungen aus der Datenbank Google Earth[1].

Pläne aller Emissionsorte und Zielorte und die ergänzenden Angaben werden zu einem Gesamtplan zusammengeführt, aus dem die Sichtbeziehungen zwischen Emissions- und Zielorten abgeleitet werden.

Die Emissionsrichtungen (Azimut-und Höhenwinkel) werden als Reflexionen einer punktförmigen Sonne am ideal spiegelnden Frontglas des PV-Moduls berechnet, wie von der LAI-Lichtrichtlinie vorgegeben. Dazu wird das von unserem Büro entwickelte validierte Berechnungsprogramm GLARE-Fact genutzt. Dieses Programm gibt – abhängig von der Orientierung der PV-Module und der geographischen Breite/ Länge des Standorts – für jeden Tag eines Jahres Azimut- und Höhenwinkel der Reflexionsemission zusammen mit der Uhrzeit (als MEZ) an, basierend auf den Sonnenständen eines anerkannten Berechnungsprogramm (NOAA/ ESRL), das in Zeitauflösung bis Sekunden rechnet.

Der Gebäudebestand wird erfasst und die Lage der schutzwürdigen Räume bzw. Außenflächen nach LAI-Lichtrichtlinie (*Anhang 2 Abschnitt 3*) ermittelt. Die Fensterflächen der schutzwürdigen Räume in ihrer Ausrichtung sowie die schutzwürdigen Außenflächen stellen die Zielorte der Immission dar.
Soweit konkrete Vermessungen zu Fensterflächen vorliegen oder zuverlässig aus Angaben zu den Nachbargebäuden interpolierte werden können, werden diese Daten zur Festlegung der schutzwürdigen Fassadenfläche herangezogen. Wenn solche Daten nicht vorliegen, wird die gesamte Fassadenflächen (ggf. auch konservativ geschätzt) als schutzwürdige Fläche angenommen.
Der hier vorliegende Gebäudebestand wird anhand von Video-Aufnahmen und Fotos erfasst. Zusätzlich werden die schutzwürdigen Außenflächen anhand der zeitnächsten Darstellung in Google Earth[1] bewertet.

Zunächst werden die Emissionsrichtungen in Bezug auf die Sichtbeziehungen zu den Zielorten analysiert. Es wird festgestellt, welche Emissionsrichtungen zu Blendsituationen führen. Dabei sind die Höhen von Emissions- und Zielorten in Bezug

[1] Version 7.1.2.2041, build 10/7/2013, Bildaufnahmedatum Gebiet 9/30/2013, abgerufen zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens

auf einen gemeinsamen Bezugspunkt einzusetzen (3D-Modell), d.h. die Topographie vor Ort ist zu berücksichtigen.
Bestehender blickhemmender Bewuchs zwischen Emissions- und Zielorten darf nur berücksichtigt werden, soweit er im Eigentum des Errichters der PV-Anlage steht. Bewuchs oder Eingrünungen auf Grundstücken Dritter bleiben unberücksichtigt. Blickhemmender Gebäudebestand oder bauliche Anlagen auf diesen Grundstücken können berücksichtigt werden, soweit eine Veränderung in naher Zukunft nicht zu erwarten ist.
Mit Hilfe der Berechnungsprogramme wird die Dauer der Blendeinwirkung für einen einzelnen schutzwürdigen Raum bzw. eine schutzwürdige Außenfläche festgestellt (pro Kalendertag und als Summe der Einwirkdauern eines Jahres).

In einer Vorprüfung wird festgestellt, für welche Gebäude aufgrund der Sichtbeziehungen eine Blendeinwirkung ausgeschlossen werden kann. Diese Gebäude werden nicht weiter betrachtet.
In einer ersten Bewertung für die anderen Gebäude wird grob geprüft, ob die zu erwartende Blendeinwirkung eine erhebliche Belästigung im Sinne des BImSchG darstellen wird. Die LAI-Lichtrichtlinie geht davon aus, dass dies der Fall ist, wenn die Blendeinwirkung auf einen Zielort länger andauert als 30 Minuten pro Tag oder die Gesamtdauer der Blendeinwirkung pro Jahr 30 Stunden übersteigt (*Anhang 2 Abschnitt 4*). Dies wird als unzulässige Blendeinwirkung angesehen, die Blendschutzmaßnahmen erfordert.

Wo dies festgestellt wird, wird eine konkrete Blendschutzmaßnahme beschrieben (z. B. Verlängerung und Erhöhung eines bestehenden begrünten Erdwalls mit blickdichter Bepflanzung auf der Wallkrone) und die endgültige Bewertung in der Konfiguration mit Blendschutz vorgenommen.

3 Sachstand

Emissionsorte SO2

Die geographische Breite/ Länge des Standorts der PV-Anlage ist 51°39‘54‘‘N, 12°14‘53‘‘ O. Die PV-Module werden zweireihig (zwei Module im Hochformat übereinander) montiert. Ausrichtung ist nach Süden, die Neigung gegen die Horizontale beträgt 25 Grad. Die Unterkante des unteren Moduls liegt 0,8 m über der örtlichen Geländeoberkante (GOK), die Oberkante des oberen Moduls 2,22 m über GOK. Die GOK im Feld variiert in den Extremwerten zwischen 85,00 m NHN an der NO-Ecke und 88,79 m NHN nahe der SW-Ecke. im größten Teil der Fläche liegt die GOK zwischen 86,5 m NHN und 87,5 m NHN. Die niedrigeren Geländehöhen liegen nördlich einer Ost-West-Linie auf Höhe Flurstück 52 (westlich Clara-Zetkin-Straße 37), südlich dieser Linie liegt die Geländehöhe durchgängig nahe 88 m NHN.
Die Belegung der Fläche ergibt sich aus dem aktuellen Modulbelegungsplan[2]. Abweichend von der tatsächlichen Reihenaufstellung wird als zulässige Vereinfachung

[2] Gegenüber dem Stand von Gutachten_1 wird berücksichtigt, dass die fünf südlichsten Modulreihen um 28 m nach Westen verschoben werden. Dies war bereits in Gutachten_1_Ergänzung berücksichtigt worden.

jeder Punkt innerhalb der Randlinien der PV-Module als Emissionsort angenommen. Lediglich die Randlinien werden aus der tatsächlichen Reihenaufstellung konstruiert.

Emissionsorte SO1

Ausrichtung und Neigung der PV-Module werden identisch mit den Planungen SO2 angenommen, Montagehöhen entsprechend den Festsetzungen des Entwurfs des B-Plans.
Eine Festsetzung zu den genannten Parametern ist für die Aufgabenstellung dieses Gutachtens erforderlich, da die Emissionsrichtungen sehr empfindlich von Ausrichtung und Neigung abhängen und bei einer nicht fest aufgeständerten Anlage völlig anders verlaufen. Eine Schutzwirkung für die angrenzende Bebauung kann nur mit Annahmen zur Modulorientierung bestimmt werden. Da die Modulorientierung in SO2 eine Orientierung darstellt, die nahe dem wirtschaftlichen Optimum liegt, ist diese Festlegung auf Parameter aus SO2 sinnvoll und angemessen.
Es wird angeraten, die in SO1 zulässige Modulorientierung im Bebauungsplan festzusetzen. Für eine solche Festsetzung wird empfohlen, die hier angenommene Festlegung zu übernehmen, da sie eine zukünftige PV-Nutzung nicht beschweren wird.

Die Belegung innerhalb der Baugrenzen auf der dafür vorgesehenen Fläche (nördlich Flurstück 44 Flur 9) wird wie in SO2 als homogen angesetzt.
Bezogen auf den Bereich nördlich Flurstück 44 geben die Datenbanken Google Earth Geländehöhen an, die sich an der gemeinsamen Grenze mit SO2 teilweise nicht, teilweise bis zu 2m unterscheiden. Übereinstimmend ist das Nord-Süd-Gefälle: in der nördlichen Hälfte niedrigere Geländehöhen, Gefälle hin zur Nordgrenze, in der südlichen Hälfte weitgehend einheitliche Höhe, mit einem abgesenkten Ostrand.

Um für die Bemessung der Einwirkungen auf SO1 auf der sicheren Seite zu sein, werden die Höhen angepasst an die Vermesserpunkte SO2 nahe der gemeinsamen Grenze. Dann sind in der südlichen Hälfte der PV-Fläche (nördlich Flurstück 44) rund 88 m NHN anzusetzen, in der SW-Ecke davon 89 m NHN. Im nördlichen Teil erfolgt ein Abfall hin zur Nordgrenze mit Vorzugsrichtung nach Osten bis auf 86 m NHN an der NO-Ecke..

Angrenzende Wohngebäude Clara-Zetkin-Straße

Entlang der östlichen Begrenzung der PV-Anlage liegen die Wohngebäude der westlichen Seite der Clara-Zetkin-Straße (Nr. 1 bis Nr. 49, Zählrichtung nach Norden). Der Winkel zwischen Straßenverlauf und Nord-Süd-Achse beträgt rund 9 Grad: Im Einwirkbereich der Reflexionen liegen die Nr. 9 bis Nr. 49. Nördlich von Nr. 49 liegt ein Friedhof.
Nach Auskunft der zuständigen Gemeindeverwaltung besteht für diesen Bereich kein B-Plan. Daher ist der Bestand zu bewerten.
Die Bewertung der schutzwürdigen Fassadenflächen des Bestands erfolgt anhand von Leitdaten einer aktuellen Vermessung mit zuverlässiger Interpolation[3].

[3] Es wurde das Straßenniveau vor den Gebäuden Haus-Nr. 23 bis 49 aufgemessen. Gleichzeitig wird die Oberkante (OK) des höchstgelegenen Fensters (Glasfläche) auf der SO2 zugewandten Westfassade für Haus-Nr. 35 bis 49 sowie Nr. 25 und Nr. 27 vermessen. Aus diesen Angaben lassen sich die Daten für die anderen Gebäude zuverlässig bestimmen.

Die Gebäude weisen für Nr. 17 bis Nr. 49 eine nahezu gleichförmige Orientierung auf. Im Folgenden wird für diese Gebäude als zulässige Näherung von einer einheitlichen Ausrichtung der Nordfassade und Westfassade angenommen. Diese Fassaden sind von der Blendeinwirkung betroffen. Die Aufpunkte für die Prüfung der Blendeinwirkung werden jeweils lagerichtig nach Flurkarte eingesetzt.

Die Gärten auf der Westseite der Häuser weisen Nutzungen bis in große Tiefen auf, so dass nicht nur an die Häuser angrenzenden Terrassen, sondern praktisch die gesamte Gertenfläche als schutzwürdige Außenflächen anzusetzen sind.

Die Gebäude im Einzelnen:

Nr. 49 bis Nr. 35:
Jeweils Doppelhäuser, eingeschossig als Hochparterre mit Flachdächern Schutzwürdige Nordfassaden für Nr. 49, 45, 41 und 37. Keine Dachgeschosse.
Nr. 33
Einzelhaus, eingeschossig als Hochparterre mit Dachfenstern auf der Westseite, schutzwürdige Nordfassade. Die DG-Fenster befinden sich im östlich gelegenen Hauptgebäude.
Nr. 31A
Einzelhaus, eingeschossig als Hochparterre, kein Dachgeschoss.
Nr. 31
Einzelhaus, eingeschossig als Hochparterre, keine Fenster Dachgeschoss.
Nr. 29
Einzelhaus, eingeschossig als Hochparterre, keine Fenster Dachgeschoss
Nr. 27
Einzelhaus, eingeschossig als Hochparterre, Fenster im Dachgeschoss auf Westseite und Nordseite.
Nr. 25
Einzelhaus, eingeschossig als Hochparterre, Fenster im Dachgeschoss auf Westseite und Nordseite.
Nr. 23 / 21 bis Nr. 19/ 17
Doppelhaus, eingeschossig als Hochparterre mit Fenstern im Dachgeschoss. Zu betrachten Fenster auf der Westseite und für Nr. 23 und Nr. 19 zusätzlich auf der Nordseite.
Nr. 15/ 13
Doppelhaus, eingeschossig als Hochparterre mit Fenstern im Dachgeschoss. Fenster auf der Westweite und für Nr. 15 zusätzlich auf der Nordseite. Abweichend von Nr. 17 bis Nr. 49 ist die Gebäudeachse gegen den Uhrzeigersinn gedreht und nahezu Ost-West ausgerichtet.
Nr. 11/ 9
Doppelhaus, eingeschossig als Hochparterre mit Fenstern im Dachgeschoss. Fenster auf der Westweite und zusätzlich für Nr. 11 auf der Nordseite. Abweichend von Nr. 17 bis Nr. 49 ist die Gebäudeachse gegenüber Nr. 15/ 13 weiter gegen den Uhrzeigersinn gedreht.

Angrenzende Bestandsgebäude Lützowweg

Direkt an der südlichen Straßenseite befinden sich sechs unterscheidbare Gebäude (hier von Osten nach Westen nummeriert als Gebäude 1 bis Gebäude 6). Für die

weitere Bemessung relevant ist auch die rückwärtige (d.h. südlich gelegene) Bebauung (beginnend im Osten mit Gebäude 1 R) bzw. die teilweise weiter vorspringenden rückwärtigen Gebäudeteile (z.B. bei Gebäude 6).
Nördlich Gebäude 6 auf der nördlichen Straßenseite liegt ein einzelnes Gebäude (im folgenden als Lützowweg Gebäude N bezeichnet).
Nach Auskunft der zuständigen Gemeindeverwaltung besteht für diesen Bereich kein B-Plan. Daher ist der Bestand zu bewerten.

4 Zielorte und Lagebezug

Zielorte

Friedhof und Clara-Zetkin-Straße

Die Zielhöhen zusammen mit dem aus den Vermesserpunkten insgesamt abgelesenen bzw. interpolierten Straßenniveau zeigt Tabelle 1.

Haus-Nr.	GOK Straße	OK Ziel EG	OK Ziel DG
Friedhof 3	84,47	86,47	n.a.
Friedhof 2	84,68	86,68	n.a.
Friedhof 1b	85,62	87,62	n.a.
Friedhof 1a	85,52	87,52	n.a.
49	85,7	89	n.a.
47	85,8	89	n.a.
45	86	89,4	n.a.
43	86,2	89,3	n.a.
41	86,3	89,9	n.a.
39	86,4	89,9	n.a.
37	86,5	90,2	n.a.
35	86,7	90,2	n.a.
33	86,9	90	92,9
31A	87	90,1	n.a.
31	87,1	90,3	n.a.
29	87,4	91,5	n.a.
27	87,6	90,6	93,6
25	87,9	90,8	93,7
21/23	88,1	91,1	94,1
19/17	88,3	91,3	94,3
15/13	88,5	91,5	94,5
11/9	89	92	95

Tabelle 1: Straßenniveau und Höhen Schutzbereiche Clara-Zetkin-Straße. „n.a.“ = nicht anzuwenden

Es werden keine schutzwürdigen Räume im Einzelnen identifiziert. Der gesamte Fassadenbereich gilt bis zu den vorgenannten Höhen als schutzwürdig.
Einwirkungen auf die Nord- und Westfassade werden nicht getrennt gezählt, da die jeweiligen Fenster auf denselben Raum führen können.

Die Blendeinwirkung wird jeweils für eine einzelne Haus-Nr. bzw. ein einzelnes Gebäude betrachtet.

Lützowweg
Für die Gebäude auf der Südseite Lützowwweg wird ein Straßenniveau zwischen 88 m NHN und 89 m NHN angesetzt. Aufgrund der Gebäudehöhen, des erhöhten Straßenniveaus dort (89 m NHN) und der komplexen Bauart mit viel transparenter Fläche wird Gebäude 3 als das kritischste angesehen. Daraus wird eine Zielhöhe des Schutzbereichs von 99m NHN (entsprechend 10 m Gebäudehöhe) für alle Berechnungen angesetzt. Aus Gründen der Vereinfachung wird diese Zielhöhe als reine Bemessungszahl für alle Gebäude dort angesetzt, auch wenn einige davon deutlich niedriger sind.

Für das Gebäude N wird vereinfacht die Oberkante des Schutzbereichs mit bis zu 10 m über örtlicher Geländeoberkante (GOK) angenommen[4].

Es werden keine schutzwürdigen Räume im Einzelnen identifiziert. Der gesamte Fassadenbereich gilt bis zu den vorgenannten Höhen als schutzwürdig.

Lagebezug
Das gemeinsame Koordinatensystem für Emissions- und Zielorte wird wie folgt festgelegt:
Der Nullpunkt ist als der Schnittpunkt von zwei Bezugsgeraden definiert:
- einer Geraden durch die äußersten östlichen Eckpunkte der Modulbelegung (Winkel mit Nordrichtung 19,54 Grad nach Westen)
- einer Geraden entsprechend der Verlängerung der Ostgrenze des Flurstücks 13/15 (Winkel mit der Nordrichtung 9,4 Grad nach Osten)

Die Koordinaten werden mit Bezug auf eine Nord-Süd-Achse sowie eine Ost-West-Achse durch den Nullpunkt angegeben.

[4] Für die Sicherheit wird angenommen, dass die GOK des Ziels (Gebäude N) bis zu 1 m über der GOK des Emissionsorts liegen kann. Entscheidend ist die Höhendifferenz – ist der Schutzbereich weniger hoch, kann die Differenz aus GOK Emissionsort und GOK Ziel entsprechend größer sein.

5 Emissionsrichtungen

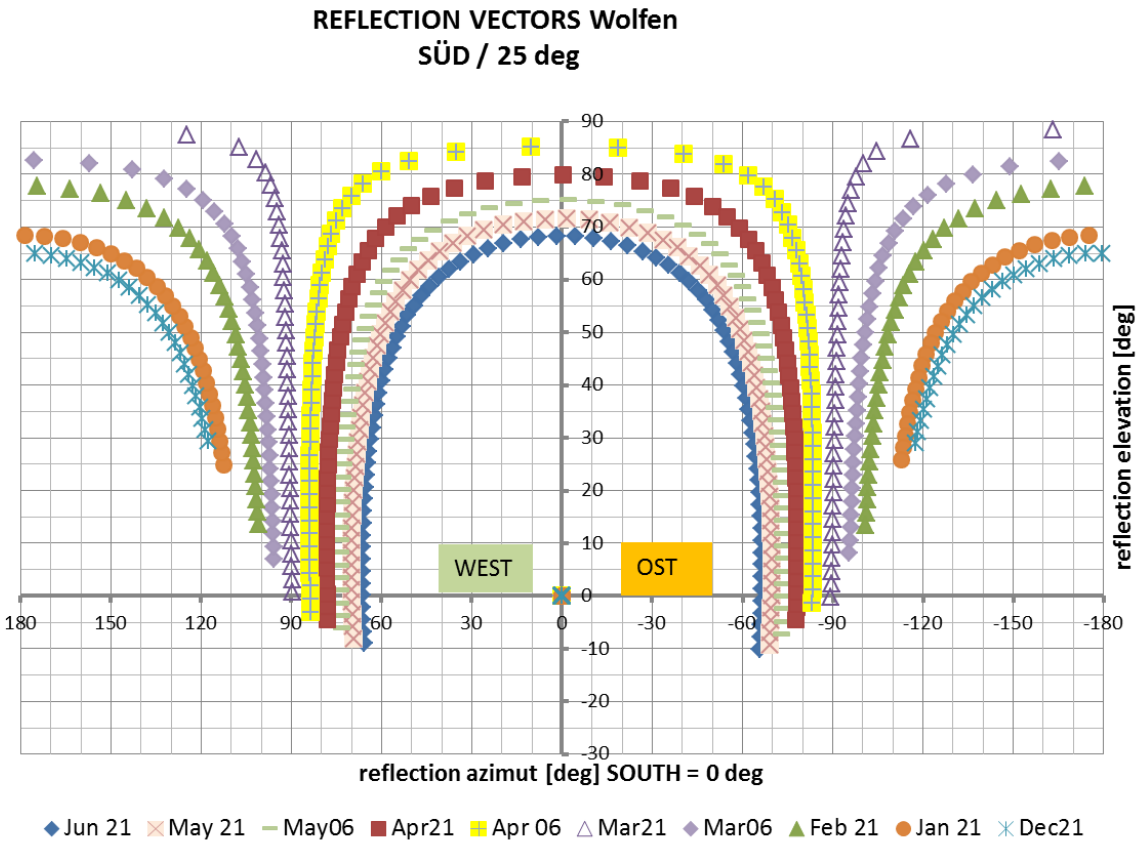


Abbildung 1: Emissionsrichtungen. x-Achse Azimutwinkel, y-Achse Höhenwinkel. Azimut Süd = 0 Grad.

Abbildung 1 zeigt die berechneten Emissionsrichtungen (Azimut- und Höhenwinkel) für ausgewählte Kalendertage. Die Azimutwinkel (x-Achse) werden mit Bezug auf Süd = 0 Grad angegeben, positive Wert für Emissionen nach Westen, negative Werte für Emissionen nach Osten.
Für die Höhenwinkel ist hier ein Bereich bis zu 10 Grad relevant (siehe Abbildung 2).

Maßgebend für die Einwirkung auf die Wohngebäude Clara-Zetkin-Straße aus SO1 und SO2 sind die Reflexionen nach Osten.

Die relevanten Emissionsrichtungen nach Osten liegen im Azimutbereich von -66,5 Grad bis knapp über – 90 Grad (siehe Abbildung 2).

Diese Emissionsrichtungen werden am späten Nachmittag bzw. frühen Abend erreicht, wenn die Sonne im Westen steht. Ein Höhenwinkel 10 Grad wird am 21.Juni gegen 17:30 Uhr MEZ erreicht, der Endpunkt (Emissionen nach unten) liegt gegen 19:00 Uhr MEZ. Für den 21. März sind die entsprechenden Werte 17:40 Uhr und 18:20 Uhr MEZ.

Für die Betrachtung Lützowweg sind auch Emissionen nach Westen zu berücksichtigen. Im relevanten Bereich liegen hier die Uhrzeiten zwischen 6:00 Uhr MEZ und 6:20 Uhr MEZ.

Zu bewerten sind Emissionen ab der maximalen Azimutrichtung (rund -66,5 Grad), die aus nördlicher Richtung die Fassaden treffen, bis zu Emissionen knapp aus südlicher Richtung (Azimutwinkel jenseits – 90 Grad, also der Ost-West-Linie). Die Nordfassaden werden aufgrund des Lagebezugs nur bis zu einem Azimutwinkel von – 80,6 Grad erreicht (Nr. 17 bis Nr. 49). Für die abweichende Fassadenorientierung der Nr. 9 bis Nr. 15 liegen nur Emissionsorte vor, welche die Nordfassade bis zu einem Azimutwinkel größer – 78 Grad (Nr. 15) bzw. größer – 68 Grad (Nr.11) erreichen (Südrand der PV-Anlage liegt nördlich dieser Häuser).

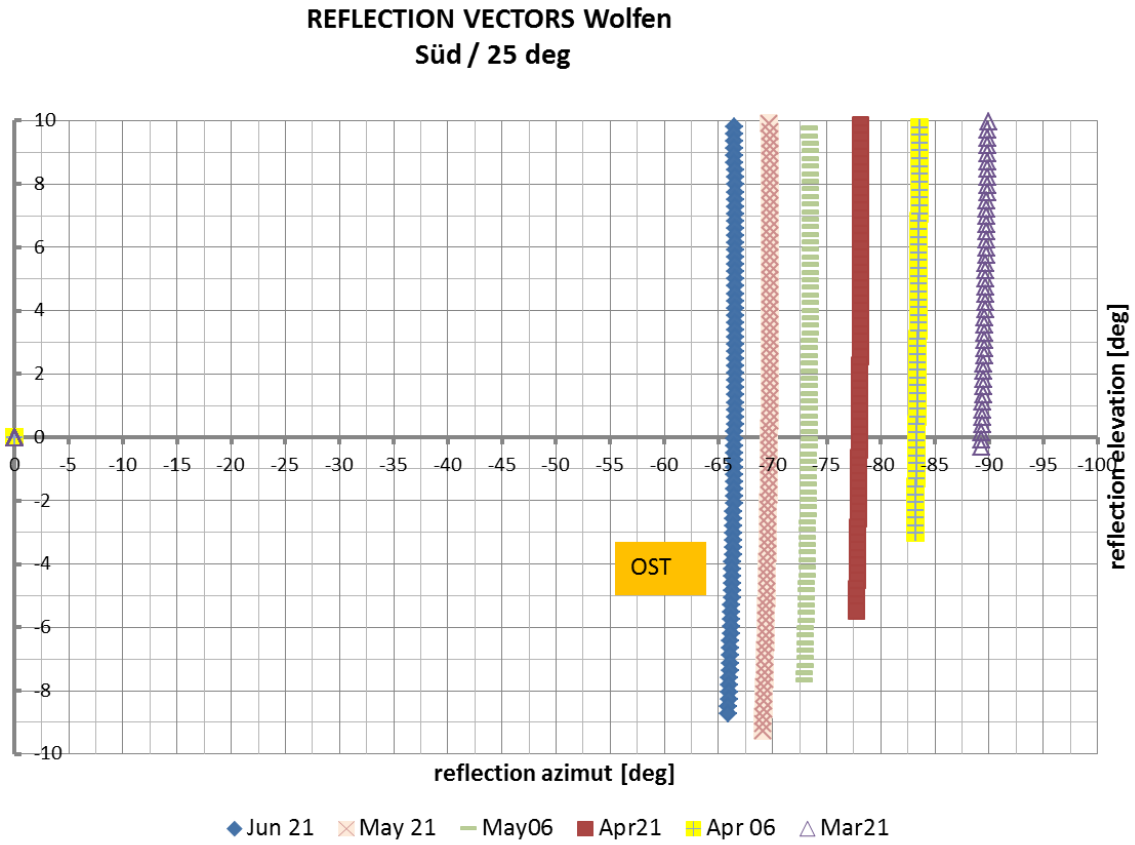


Abbildung 2:

Wie Abb. 1, Reflexionen nach Osten bis zu Höhenwinkeln von 10 Grad. Jeder Punkt stellt die Emission in einer Minute dar. Der Uhrzeitverlauf ist von oben nach unten, d.h. größere Höhenwinkel werden zuerst, kleinere später erreicht.

Reflexionen nach Osten sind auch maßgebend für die Einwirkung aus SO1 auf die Gebäude Lützowweg.

Für die Einwirkung aus SO2 auf die Gebäude Lützowweg sind zusätzlich Reflexionen nach Westen zu prüfen.
Diese Emissionsrichtungen sind (aufgrund der Orientierung der Module nach Süden) genau spiegelbildlich zu den Emissionen nach Osten, d.h. es gelten dieselen Beziehungen zwischen Azimutwinkel und Höhenwinkel wie für Emissionen nach Osten, wenn der Azimutwinkel mit positivem Vorzeichen angesetzt wird (siehe Abbildung 1).

Insbesondere gilt auch für die Emission nach Westen:

Für Azimutwinkel, die (betragsmäßig) kleiner sind als rund 66,5 Grad, erfolgen keine Emissionen in den hier zu bewertenden Höhenwinkelbereich.

6 Vorprüfung und Blendschutzbemessung

Vorprüfung

Alle Bestandsgebäude am Lützowweg außer Gebäude N liegen so, dass aufgrund der Azimutlage eine Einwirkung aus SO2 ausgeschlossen werden kann.

Für Einwirkungen aus SO1 auf den Lützowweg ergibt die Vorprüfung, dass aufgrund der Azimutlage lediglich für Gebäude 1, 2 und 3 Einwirkungen möglich sind.

Einwirkungen aus SO1 auf die Clara-Zetkin-Straße erfolgen aus großer Entfernung, entsprechend bei sehr niedrigen Höhenwinkeln der Emission und in einem kleinen Bereich von Höhenwinkeln. Damit sind die Einwirkdauern aus diesen Emissionen gering.

Einwirkungen aus SO2 auf die Gebäude Clara-Zetkin-Straße entsprechen ohne Blendschutzmaßnahmen nicht den Grenzwerten der LAI-Lichtrichtlinie (siehe dazu Gutachten_1 Abschnitt 6). Daher wird ein Blendschutz, der gewährleistet, dass die Grenzwert der LAI-Lichtrichtlinie eingehalten werden.

Bemessung Blendschutz

Aus den Berechnungen zur Prüfung der Einwirkungen aus SO1 und SO2 wurde ein Blendschutz bestimmt.

Blendschutz SO1 auf Flurstück 44

Wie dargestellt, erfolgt hier eine überschlägige reichliche Bemessung anhand pessimistischer Annahmen. Es ist eine Wallhöhe 91 m NHN über die gesamte Breite herzustellen, mit Möglichkeit zur Bepflanzung bis zu 2 m Höhe.

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich die planungsrechtliche Situation in der Nachbarschaft und/oder die einschlägigen Regelungen für die Ermittlung, Berechnung und Bewertung von Lichtimmissionen ändert. Deshalb wird empfohlen, eine Veränderung der Wallhöhen für SO1 planungsrechtlich zu ermöglichen und für den konkreten Nachweis des erforderlichen Blendschutzes dort dann ein weiteres Blendgutachten vorzusehen.

Blendschutz am Ost- und Südrand SO2

Die Bemessung ist in Tabelle 2 angegeben. Der Wall sollte begrünt ausgebildet werden.
Der Blendschutzwall beginnt im Norden auf Höhe des NW-Ecks des Flurstücks 13/8.
Die Angaben zu den Prüfpunkten am Friedhof beziehen sich auf Vermesserpunkte aus dem Vermesserplan.
Sind mehrere angrenzende Flurstücke angegeben, ist eine Bemessung von Mitte bis Mitte gemeint. Entscheidend ist die angegebene Blendschutzhöhe.
Die noch bestehende Lücke im Wallverlauf ist so zu schließen, dass ein gerader Verlauf zwischen den eingemessenen Höhen des Bestands südlich und nördlich der jetzt noch bestehenden Lücke erzielt wird.
Im weiteren Verlauf ist der Wall auf die geforderte Höhe zu bringen.

Wie in Tabelle 2 angegeben, ist ab Flurstück 97/ 46 (Haus Nr. 33) beginnend mit dessen Nordgrenze blickdichte Bepflanzung in der angegebenen Höhe vorzusehen.
Auf dem Flurstück 97/50 verschwenkt der Wall nach Westen auf das Grundstück der PV-Anlage.
Als Linie des Blendschutzes wird der Verlauf der Zaunlinie der PV-Anlage nach Süden ab der Grenze zu Flurstück 97/ 50 angesetzt. Wird der Blendschutz auf einem Wall bzw. einer Böschung innerhalb der Zaunlinie hergestellt, ist dieselbe Endhöhe wie für die Zaunlinie vorgegeben einzuhalten.

Wall und Bepflanzung werden bis zur Südostecke des Zauns fortgesetzt und verlaufen danach auf der südlichen Zaunlinie nach Westen.

Wall längs Gärten C-Z-Str		**Endhöhe**	**Höhe Blendschutz**
	angrenzende	**Wall**	**inkl. Bepflanzung**
Haus-Nr.	*Flurstücke*	m NHN	m NHN
Friedhof 3	*westl 13/8*	**86,58**	keine Bepflanzung
Friedhof 2	*westl 13/8*	**86,45**	keine Bepflanzung
Friedhof 1b	*westl 13/8*	**87,23**	keine Bepflanzung
Friedhof 1a	*westl 13/8*	**87,31**	keine Bepflanzung
49	*13/10*	**88,22**	keine Bepflanzung
47	*13/11*	**88,50**	keine Bepflanzung
45	*13/12*	**88,81**	keine Bepflanzung
43	*13/13*	**89,01**	keine Bepflanzung
41	*13/14*	**89,11**	keine Bepflanzung
39	*13/15*	**89,20**	keine Bepflanzung
37	*52*	**89,36**	keine Bepflanzung
35	*57*	**89,40**	keine Bepflanzung
33	*97/46*	**89,48**	**91,48**
31A	*97/47*	**89,65**	**91,65**
31	*97/48*	**89,75**	**91,75**
29	*97/51*	**89,85**	**91,85**
27	*97/51; 97/52*	**90,00**	**92,00**
25	*97/52; 97/53*	**90,30**	**92,30**
23	*97/53;110*	**90,70**	**92,70**
Wall entlang Zaunlinie Süd			
Entfernung längs Zaun			
nach Westen ab SO Ecke Zaun		*Endhöhe*	Höhe Blendschutz
in Meter		*Wall*	inkl. Bepflanzung
von	*bis*	*m NHN*	m NHN
0	*50*	*90,70*	*92,70*
50	*100*	*90,30*	*92,30*
100	*135*	*89,50*	*90,50*
135	165	*	*88,50*

Tabelle 2: Bemessung Blendschutz aus Wallhöhen und Bepflanzung. (*) zeigt ein Auslaufen der Blendschutzhöhe auf GOK an, siehe Text.

Anhand der Emissionsrichtungen lassen sich die Bereiche entlang der Zaunlinie Süd angeben, die für die jeweilige Hausnummer den Blendschutz übernehmen, gemessen ab der SO-Ecke des Zauns (Tabelle 3).

Rechenwerte		
Länge entlang Zaun nach Westen ab SO Ecke		
Haus-Nr.	max	min
23	51	0
21	97	7
19	130	39
17	134	51
15	*162*	*92*
13	*165*	*99*

Tabelle 3: Wirkbereiche Blendschutz südliche Zaunlinie

Für Haus Nr. 15/ 13 ist aus den Berechnungen maximal eine niedrige Wallhöhe erforderlich. Der Blendschutz (Wall inkl. Bepflanzung) kann im Bereich von 135 m bis 165 m daher auf Geländehöhe auslaufen.

Für Haus Nr. 9/ 11 ergibt sich aus den Berechnungen keine Notwendigkeit für einen zusätzlichen Blendschutz, dies war bereits in Gutachten_1 im Detail dargestellt.

Der Blendschutz muss seine Schutzwirkung bereits Ende März / Anfang April haben, d.h. dort, wo Bepflanzung vorgesehen ist, muss diese bereits zu dieser Zeit blickdicht sein, also Laub oder Nadeln tragen. Die Pflanzsorte ist entsprechen auszuwählen.

Die nachstehende Bewertung der Einwirkungen aus SO1 und SO2 auf die benachbarte Bebauung erfolgt unter Einrechnung dieses Blendschutzes.

Für jedes Gebäude werden – für alle Emissionsrichtungen – die Höhenwinkel zu den schutzwürdigen Zielflächen berechnet.

Berechnungsmethode Einwirkdauern auf Zulässigkeit

Bei der vorliegenden PV-Nutzung haben wir für alle Einwirkungen folgende Situation: Für jeden Tag verlaufen die Kurven der Emissionsrichtungen nahezu senkrecht, d.h. Emissionen mit unterschiedlichem Höhenwinkel verharren nahezu konstant auf demselben Azimutwinkel.

Für Emissionen nach Osten am Abend (relevant für Clara-Zetkin-Straße) gilt:
Wenn entlang einem Sichtbezug von einer schutzwürdigen Fläche aus eine Reflexion zu einem bestimmten Zeitpunkt gesehen wird, wandert diese Reflexion für den Betrachter in den folgenden Minuten von ihm weg über die gesamte PV-Anlage. Das entspricht dem Wechsel von größeren zu kleineren Höhenwinkeln. Die Reflexion endet dort, wo die PV-Anlage endet, d.h. die Einwirkdauer endet beim kleinsten Höhenwinkel.

Für Emissionen nach Westen am frühen Morgen (relevant für das Gebäude N im Lützowweg) gilt dasselbe, nur mit umgekehrter Zeitfolge: die Reflexion kommt aus

großer Entfernung auf den Betrachter zu, und endet beim größten Höhenwinkel für diesen Sichtbezug.
Es gibt also eine eindeutige lineare Korrelation zwischen dem Höhenwinkelbereich, der durchlaufen wird, und der Einwirkdauer.

Daher ist es ausreichend, die minutengenaue Bewertung der Einwirkdauer für dasjenige Gebäude vorzunehmen, das den größten durchlaufenen Höhenwinkelbereich aufweist. Ist die Einwirkdauer dort im zulässigen Bereich, gilt dies auch für alle anderen Gebäude mit gleichem oder geringerem Höhenwinkelbereich[5].

Bei der Bewertung nach der LAI-Lichtrichtlinie wird im übrigen Gebrauch gemacht von der sogenannten 10 Grad-Regel. Wenn der Winkel zwischen der Blickrichtung zur Sonne und dem Blick in die emittierte Reflexion (also auf das reflektierende PV-Modul) weniger als 10 Grad beträgt, wird die Lichtimmission nicht der Emissionsdauer zugerechnet (*Anhang 2 Abschnitt 4*). In diesem Fall dominiert der Blicke in die Sonne die Blendung. Da die Einwirkungen entweder am Abend (Emission nach Osten) oder am frühen Morgen (Emission nach Westen) erfolgen, liegen die Emissionsrichtungen für März/ April zu großen Teilen im 10-Grad-Winkelabstand zur Sonne. In diesen Fällen ist eine Blendwirkung durch die Sonne ohnehin gegeben, daher können die entsprechenden Minuten bei der Zählung der Einwirkdauer unberücksichtigt bleiben.

7 Bewertung Einwirkungen

Alle Einwirkungen werden mit dem bemessenen und angegebenen Blendschutz bestimmt.

Einwirkung aus SO2 auf die Gebäude Clara-Zetkin-Straße Haus Nr. 35 bis 49

Die geforderten Wallhöhen sind im wesentlichen Bestand und bieten bereits ohne Bepflanzung ausreichend Schutz. Diese Feststellung kann anhand der aktuellen Vermesserdaten zuverlässig getroffen werden. Aufgrund der relativen Höhenlage kommt es aus der Oberkante der PV-Anlage teilweise zu Reflexionen nach unten. Dies ist bei der Berechnung der Einwirkdauer berücksichtigt.
Bei Haus-Nr. 35 wird der größte Höhenwinkelbereich durchlaufen, mithin ist dort die Einwirkdauer am längsten. Es ist daher ausreichend, die Einwirkaduer für jeden Tag des Jahres für dieses Gebäude zu berechnen. Alle anderen Gebäude haben geringere Einwirkdauern.
Bei der Prüfung der Einwirkdauer auf Zulässigkeit wird beachtet, dass entlang derselben Emissionsrichtung noch ein Zusatzbeitrag aus SO1 entstehen kann.

Einwirkung aus SO1 auf die Gebäude Clara-Zetkin-Straße Haus Nr. 35 bis 49

So lange auf SO1 keine PV-Nutzung installiert ist, endet die sichtbare Reflexion am Rand der Anlage in SO2, bei einem niedrigen Höhenwinkel entsprechen der großen Entfernung zum Ziel (Größenordnung 400 m). Wenn auf SO1 PV-Nutzung installiert ist, kann die Reflexion dort weiterlaufen – durchläuft aber einen sehr kleinen Höhenwinkelbereich, wiederum bis zum Ende der PV-Anlage auf SO1 entlang der Emissionsrichtung.
Aus dem durchlaufenen Höhenwinkelbereich lässt sich abschätzen, dass die zusätzliche Einwirkdauer aus den – sehr weit entfernten – Emissionen SO1 mit bis zu

[5] Details dieser Methode sind in Gutachten_1 dargestellt worden.

einer Minute pro Tag reichlich bewertet ist – dies im übrigen auch nur für Tage, in den der durchlaufene Höhenwinkelbereich nicht in die 10-Grad-Regel fällt.

Detail-Nachweis LAI für Haus Nr. 35

Tabelle 4 zeigt das Ergebnis der Jahresberechnung für das „Leitgebäude“ Clara-Zetkin-Straße Nr. 35, und zwar mit der Komplettprüfung für Einwirkung aus SO2 und SO1. Der nach der LAI-Lichtrichtlinie zulässige Wert von 30 min pro Tag wird deutlich unterschritten. Der zulässige Wert von 30 h pro Jahr wird ebenfalls nicht erreicht.

Clara-Zetkin-Str.	35	Tage	147	d im Jahr
	aus SO2	max. pro Tag	12	min
		Summe Jahr	1549	min im Jahr
			25 h	49 min
	aus SO1	bis zu	120	min im Jahr
	GESAMT	bis zu	1669	min im Jahr
			27 h	49 min

Tabelle 4: Ergebnisse LAI-Jahresberechnung für das angegebene Gebäude (Einwirkungen aus SO1 und SO2)

Einwirkung auf die Fläche Friedhof

Die Friedhofsfläche wird in der vorliegenden Bewertung einer Gartenfläche gleichgestellt und entsprechend geprüft. Für die Einwirkungen aus SO1 und SO2 gilt dasselbe wie oben. Die berechneten Höhenwinkel führen auf eine Einwirkdauer, die kleiner ist als für Haus Nr. 35 und entsprechend zulässig.

Einwirkung aus SO2 auf die Gebäude Clara-Zetkin-Straße Haus Nr. 9 bis 33

In diesem Bereich ist der Abstand zwischen PV-Anlage und schutzwürdigem Gebäude am geringsten, gleichzeitig erfolgt die Emission von einem leicht erhöhten Gelände. Zusätzlich liegen schutzwürdige Flächen im Dachgeschoss vor.
Dies ist der Grund für die deutliche größere Höhe des erforderlichen Blendschutzes.
Mit diesem Blendschutz zeigt Haus Nr. 33 den größten Höhenwinkelbereich, gefolgt von Nr. 23.

Der Blendschutz für Haus Nr. 23 wird teilweise vom Wall entlang der Südlinie Zaun übernommen, teilweise vom Wall auf Flurstück 97/ 50 bzw. dessen Fortsetzung bis zur Zaunecke. Die Bemessung dort gewährleistet, dass der relevante Höhenwinkelbereich unterhalb der Werte für Haus Nr. 33 bleibt.

Einwirkung aus SO1 auf die Gebäude Clara-Zetkin-Straße bis Haus Nr. 33

Es gilt dasselbe wie oben ausgeführt. Vom Sichtbezug her ist eine Einwirkung auf die Gebäude südlich Haus Nr.9 möglich, wenn auch nur aus großer Entfernung. Dies wird durch den Blendschutz auf Flurstück 44 zuverlässig verhindert, so dass für diese Gebäude keine gesonderte Berechnung anzustellen sind.
Das Berechnungsergebnis für Haus Nr.33 als „Leitgebäude“ für diesen Bereich einschließlich möglichen Beiträgen aus SO1 zeigt Tabelle 5.

Detail-Nachweis LAI für Haus Nr. 33

Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse der detaillierten Minutenberechnung gemäß LAI-Lichtrichtlinie für Clara-Zetkin-Straße Nr. 33, und zwar mit der Komplettprüfung für

Einwirkung aus SO2 und SO1. Der nach der LAI-Lichtrichtlinie zulässige Wert von 30 min pro Tag wird deutlich unterschritten. Der zulässige Wert von 30 h pro Jahr wird ebenfalls nicht erreicht.

Clara-Zetkin-Str.	33	Tage	155	d im Jahr
	aus SO2	max. pro Tag	12	min
		Summe Jahr	1612	min im Jahr
			26 h	52 min
	aus SO1	bis zu	127	min im Jahr
	GESAMT	bis zu	1739	min im Jahr
		bis zu	28 h	59 min

Tabelle 5: Ergebnisse LAI-Jahresberechnung für das angegebene Gebäude (Einwirkungen aus SO1 und SO2)

Einwirkung aus SO2 auf Bestandsgebäude Lützowweg

Gebäude Südseite Lützowweg

Wie oben dargestellt, gilt:
Auf Zielorte, die nur mit Azimutwinkeln erreicht werden, die (betragsmäßig) kleiner sind als 66,5 Grad, wirkt keine Reflexion ein. Der Betrachter am Zielort nimmt zwar die diffuse Reflexion wahr (d.h. die emittierende Fläche erscheint bei Sonnenschein deutlich hell), es kommt aber zu keiner Direkt-Blendung.
Es ist zu prüfen auf Einwirkungen aus den Randbereichen der PV-Anlage, sowohl aus Emissionen Richtung Osten (z. B. auf Gebäude 1) vom Südwestrand der Anlage wie auf Emissionen Richtung Westen (z. B. auf Gebäude 6) vom Südostrand der Anlage.

Es reicht aus, Grenzlagen zu betrachten, wenn sichergestellt ist, dass alle anderen Kombinationen aus Emissions- und Zielorten auf (betragsmäßig) kleinere Winkel als der Grenzwinkel von 66,5 Grad führen.

Die Analyse zeigt:
- Emission Richtung Westen: der größte erreichbare Winkel liegt bei 56 Grad – Reflexionen Richtung Westen erreichen die Gebäude nicht.
- Emission Richtung Osten: der (betragsmäßig) größte Winkel liegt bei – 63 Grad. Reflexionen Richtung Osten erreichen die Gebäude gleichfalls nicht.

Gebäude N auf der Nordseite Lützowweg

Reflexionen Richtung Osten weisen (betragsmäßig) bei weitem zu kleine Azimutwinkel auf und können ausgeschlossen werden.
Reflexionen Richtung Westen aus der Ostseite der fünf südlichsten Reihen können einwirken – und zwar auf die Nordhälfte der Ostfassade des Gebäudes N.
Dabei ist der Lagebezug so, dass tatsächlich nur die drei nördlichsten Reihen dieses Blocks beteiligt sind, und nicht die noch weiter (nordöstlich) davon gelegenen Anlagenteile.
Insofern unterscheidet sich die Einwirkung von der, die bei der Clara-Zetkin-Straße vorliegt: Es ist nicht eine ganze Kette von Emissionsorten wirksam, sondern nur einige wenige Modulbereiche.

Der Lagebezug endet bei einem Azimut Richtung Westen von 70,3 Grad (Nordostecke des Gebäudes N) – d.h. Reflexionen, die einen größeren Azimutwinkel haben, erreichen das Gebäude N nicht mehr, sondern laufen nördlich davon vorbei.

Auf dieser Basis wird die Einwirkdauer nach LAI-Lichtrichtlinie berechnet und mit den Grenzwerten verglichen. Die Entfernung zwischen Emissionsort und Ziel liegt bei rund 230 m. Aus den oben genannten reichlich geschätzten Zielhöhen mit einem Zuschlag für unterschiedliche Geländehöhen lässt sich abschätzen, dass der Höhenwinkel mit Sicherheit unter 2,5 Grad liegt. Diese sichere Abschätzung wird für die Bemessung der Einwirkdauern angesetzt.
Zudem wird angenommen, dass alle Fenster im Einwirkbereich auf ein – und denselben schutzwürdigen Innenraum führen.

Nicht eingerechnet (obwohl im Emissionsweg teilweise wirksam) ist der westliche Ausläufer des Blendschutzwalls SO2 entlang der südlichen Zaunlinie.

Mit all diesen Annahmen, welche die Einwirkdauer eher überschätzen, ergibt sich die nachfolgende Obergrenze der Einwirkdauer (siehe Tabelle 1):
- pro Tag nicht mehr als 12 Minuten
- Beginn der Einwirkung ca. 18 Uhr MEZ, d.h. ca. 19 Uhr Sommerzeit (MESZ)
- Einwirkungen nicht länger als vom 19.05. bis einschließlich zum 24.07. eines Jahres (67 Tage); diese Begrenzung ergibt sich aus dem Lagebezug (Azimutwinkel)
- die Obergrenze für die gesamte Einwirkdauer liegt bei knapp 13,5 h pro Jahr.

Damit liegt die Einwirkung sehr deutlich unter den zulässigen Grenzwerten nach LAI-Lichtrichtlinie (30 min pro Tag, 30 h pro Jahr). Die Einwirkung ist als gering zu bezeichnen, zumal der mindernde Einfluss des Blendschutzwalls noch überhaupt nicht berücksichtigt ist.

Detail-Nachweis LAI für Lützowweg Gebäude N
Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse des Detailnachweises nach LAI-Lichtrichtlinie für das Gebäude N. Die ausführliche Berechnung ist in Gutachten_1_Ergänzung dargestellt.
Der nach der LAI-Lichtrichtlinie zulässige Wert von 30 min pro Tag wird deutlich unterschritten. Der zulässige Wert von 30 h pro Jahr wird ebenfalls deutlich unterschritten. Wie dargestellt, handelt es sich um die Abschätzung einer Obergrenze der Einwirkdauer.

Lützowweg, Gebäude N		
Tage	67	d im Jahr
max. pro Tag	12	min
Summe Jahr	804	min im Jahr
	13	h 24 min

Tabelle 6: Obergrenze Einwirkdauer für Gebäude Lützowweg N

Einwirkung aus SO1 auf Bestandsgebäude Lützowweg

Aufgrund der Azimutlage sind Einwirkungen lediglich auf Gebäude 1, 2 und 3 möglich. Auf Gebäude 1 R wird nur dann eingewirkt, wenn dort größere Zielhöhen als für Gebäude 1 vorliegen.

Das Gebäude N kann von Emissionen aus SO1 nicht erreicht werden, die maximal mögliche Emissionslinie verläuft an der NO-Ecke dieses Gebäudes vorbei.
Die Möglichkeit zur Einwirkung ist aufgrund der relativen Azimutlage (Gebäude zu PV-Anlage) auf einen Teilbereich der möglichen Azimutwinkel beschränkt (Azimutbereich nach Osten von -66,5 Grad bis rund -72 Grad) und damit auf den Zeitraum Anfang Mai bis Mitte August.
Aufgabe des Blendschutzwalls auf Flurstück 44 ist es, die genannten Einwirkungen vollständig zu unterbinden oder zumindest sehr deutlich unterhalb der Grenzwerte der LAI-Lichtrichtlinie zu halten. Die Bemessung erfolgt überschlägig und so reichlich dimensioniert, dass dies gewährleistet ist.

8 Abschließende Bemerkungen

Die genaue Berechnung der Einwirkdauern unter Einbeziehung der bemessenen und angegebenen Blendschutzmaßnahmen weist aus:

- Die Einwirkungen aus zulässiger PV-Nutzung in SO2 und SO1 auf die Gebäude Clara-Zetkin-Straße bleiben mit dem bemessenen und angegebenen Blendschutz unterhalb der zulässigen Werte.

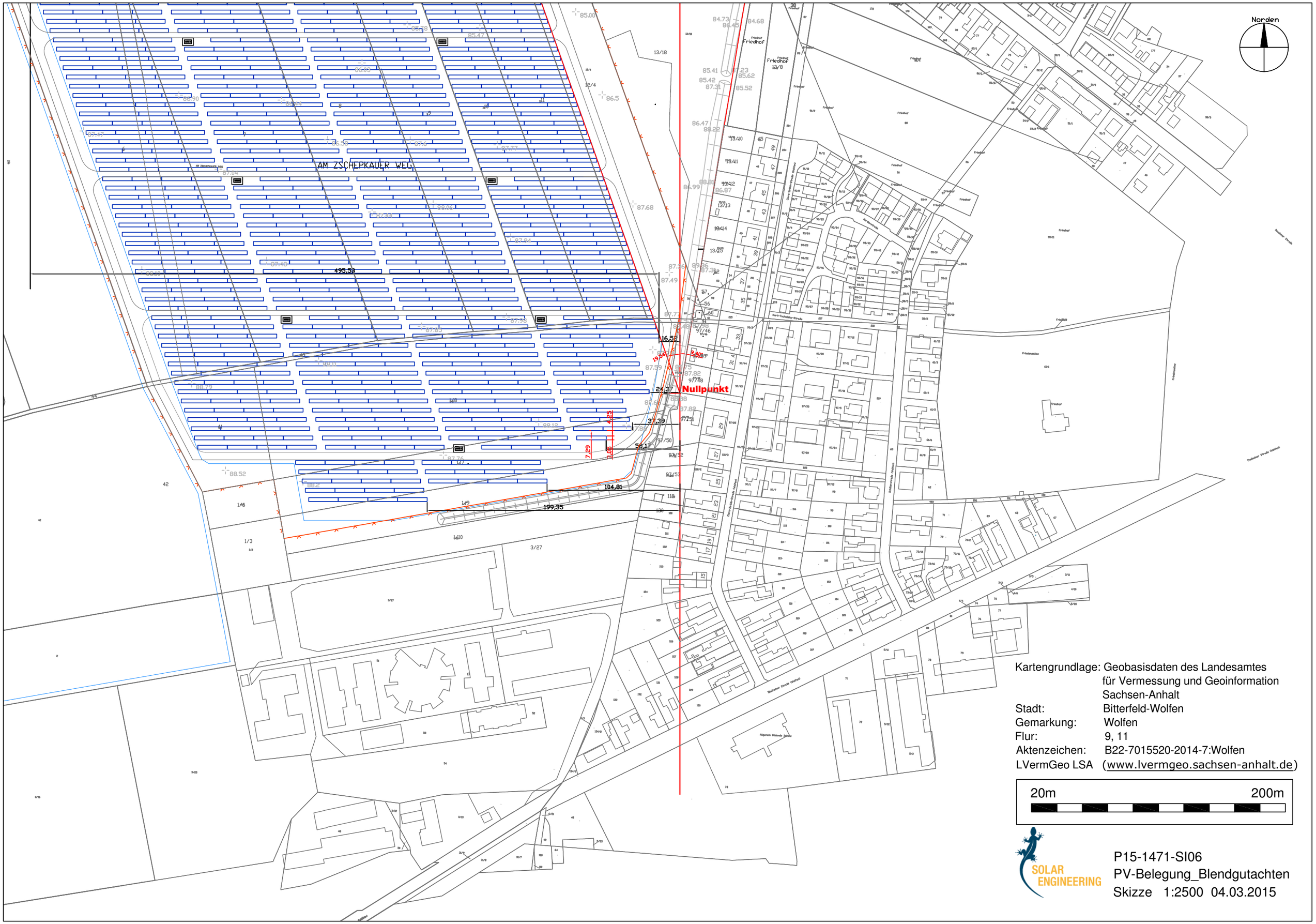
- Die Einwirkungen aus SO2 auf das einzelne Gebäude auf der Nordseite des Lützowwegs bleiben sehr deutlich unterhalb der zulässigen Werte. Dieses Ergebnis ergibt sich bereits unabhängig von den Blendschutzmaßnahmen auf SO2.

- Die überschlägige Bemessung des Blendschutzwalls in SO1 stellt sicher, dass die Einwirkungen auf diejenigen Gebäude auf der Südseite des Lützowwegs, auf die überhaupt eingewirkt wird, deutlich unterhalb der zulässigen Werte bleiben.

Damit führt die vorgesehene PV-Nutzung entsprechend dem 2. Entwurf des Bebauungsplans zu keiner Überschreitung der in der LAI-Lichtrichtlinie genannten Grenzwerte, wenn die im vorliegenden Gutachten angegebenen Blendschutzmaßnahmen umgesetzt werden. Dies gilt sowohl für die angrenzenden Gebäude Clara-Zetkin-Straße wie für die Bestandsgebäude Lützowweg südlich SO2.

Aufgestellt Hannover, den 18.03.2015

Dr. Michael Mack



Kartengrundlage: Geobasisdaten des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt

Stadt: Bitterfeld-Wolfen

Gemarkung: Wolfen

Flur: 9, 11

Aktenzeichen: B22-7015520-2014-7:Wolfen

LVermGeo LSA (www.lvermgeo.sachsen-anhalt.de)

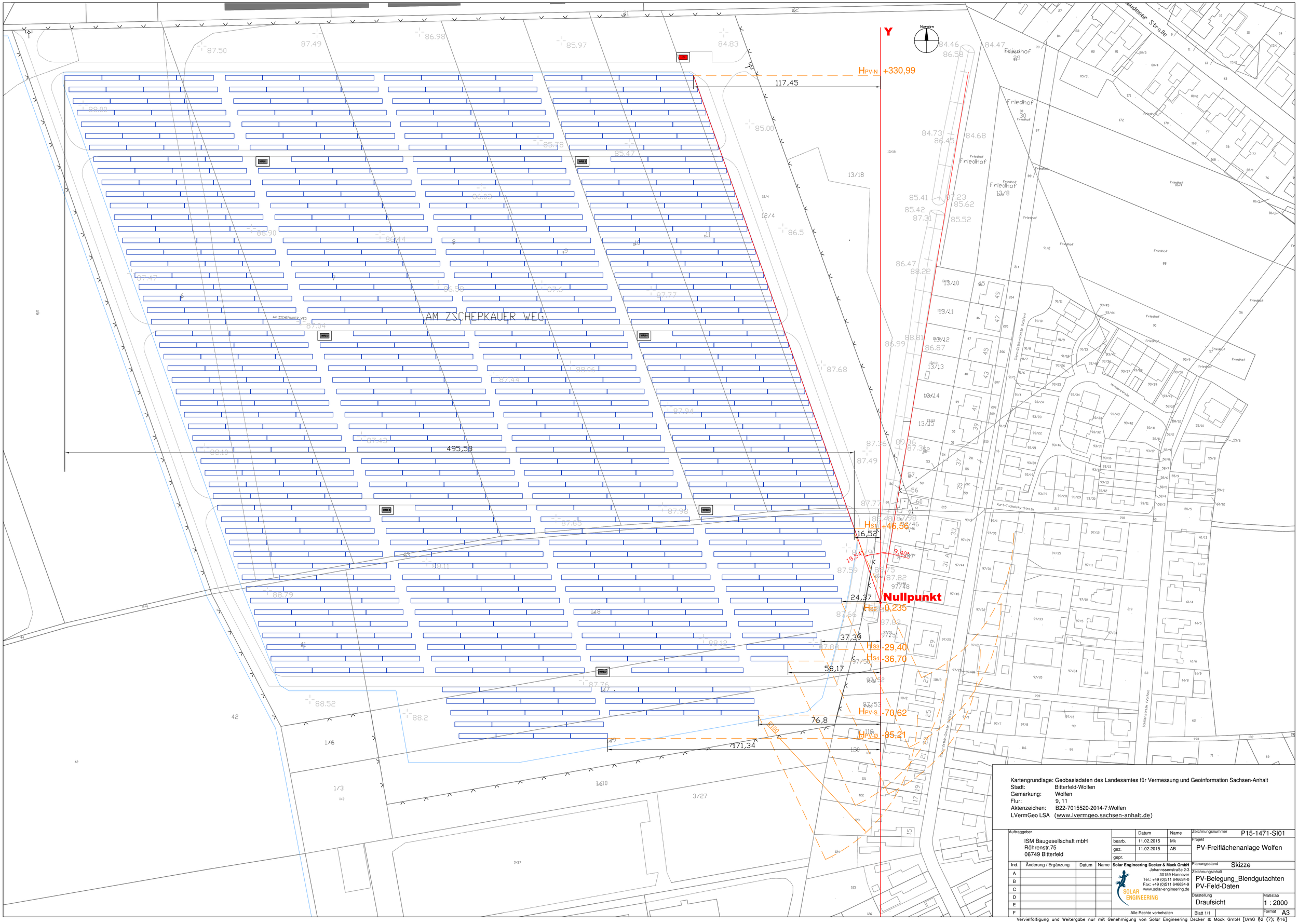
20m 200m

SOLAR ENGINEERING

P15-1471-SI06

PV-Belegung_Blendgutachten

Skizze 1:2500 04.03.2015



Kartengrundlage: Geobasisdaten des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt
Stadt: Bitterfeld-Wolfen
Gemarkung: Wolfen
Flur: 9, 11
Aktenzeichen: B22-7015520-2014-7:Wolfen
LVermGeo LSA (www.lvermgeo.sachsen-anhalt.de)

Auftraggeber		Datum	Name	Zeichnungsnummer	P15-1471-Sl01
ISM Baugesellschaft mbH Röhrenstr.75 06749 Bitterfeld	bearb.	11.02.2015	Mk	Projekt	PV-Freiflächenanlage Wolfen
	gez.	11.02.2015	AB		
	gepr.				

Ind.	Änderung / Ergänzung	Datum	Name
A			
B			
C			
D			
E			
F			

Solar Engineering Decker & Mack GmbH
Johannsenstraße 2-3
30159 Hannover
Tel.: +49 (0)511 646634-0
Fax: +49 (0)511 646634-9
www.solar-engineering.de

Alle Rechte vorbehalten

Planungsstand: Skizze
Zeichnungsinhalt: PV-Belegung_Blendgutachten
PV-Feld-Daten
Darstellung: Draufsicht
Maßstab: 1 : 2000
Blatt 1/1
Format: A3

Vervielfältigung und Weitergabe nur mit Genehmigung von Solar Engineering Decker & Mack GmbH [UrhG §2 (7); §16]