

## G U T A C H T E N



### BLENDGUTACHTEN

Auftrag Nr. 3181164  
Projekt Nr. 2018-2418

#### KUNDE:

Grüne Energien Solar GmbH  
Ignaz-Stroof-Straße 8 OT Bitterfeld  
06749 Bitterfeld-Wolfen

#### BAUMAßNAHME:

PV-Anlage Förderstedt

#### GEGENSTAND:

Reflexions-/Lichtgutachten

#### DATUM:

Deggendorf, den 12.10.2018

Dieser Bericht umfasst 24 Seiten und 4 Anlagen.  
Die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere  
Zustimmung nicht zulässig.

 **Dr.-Ing. Bernd Köck**  
von der IHK Niederbayern  
öffentlich bestellter und  
vereidigter Sachverständiger für  
Historische Bauten,  
Nachweisberechtigt für  
Standsicherheit (Art. 62, BayBO)  
Fachkundige Person für wieder-  
kehrende Bauwerksprüfungen  
nach Verfahrensordnung BaylKa

**WASSER | UMWELT**  
 **Dipl.-Geol. Dr. Roland Kunz**  
von der IHK Niederbayern  
öffentlich bestellter und  
vereidigter Sachverständiger  
für Hydrogeologie

**GEOTECHNIK**  
 **Dipl.-Ing. Rolf d'Angelo**  
von der IHK Niederbayern  
öffentlich bestellter und  
vereidigter Sachverständiger  
für Erdbau im Straßenbau

**MONITORING**  
**Dipl.-Ing. (FH) Florian Metje**  
Baudiagnostik und  
Bauüberwachung

**BAUGRUND**  
 **Dipl.-Ing. (FH) Markus Piendl**  
von der IHK Niederbayern  
öffentlich bestellter und  
vereidigter Sachverständiger  
für Baugrunderkundung und  
Gründung von Hochbauten

**LABOR**  
**M. Eng. Stephan Ziermann**  
Leiter Erd- und Grundbaulabor,  
Leiter der nach § 29b BImSchG  
vom Bayerischen Landesamt  
für Umwelt anerkannten Mess-  
stelle für Geräusche

**TIEFBAUPLANUNG**  
**Dr.-Ing. Tobias Kubetzek**  
Priv. SV Spezialtiefbauplanung

**FELS**  
**Geol. Dr. Matthias Zeithöfler**  
Priv. SV Felssicherung  
vom Bayr. LFU zert.  
Radonfachperson

**PARTNER**  
 **Dipl.-Geol. Eduard Eigenschek**  
von der IHK Niederbayern  
öffentlich bestellter und  
vereidigter Sachverständiger  
für ingenieurgeologische  
Bodenuntersuchungen

**Prof. Dr.-Ing. Stefan M. Holzer**  
ETH Zürich  
Departement Architektur  
Institut für Denkmalpflege  
und Bauforschung

**Inhaltsverzeichnis:**

<b>0</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>VORGANG UND AUFTRAG .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>UNTERLAGEN/GRUNDLAGEN.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>METHODIK DER ANGEWANDTEN BERECHNUNG.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>STANDORTSPEZIFISCHE BERECHNUNGEN .....</b>	<b>12</b>
	4.1 Emissionsort .....	12
	4.2 Immissionsbereiche .....	13
	4.3 Berechnungsansätze .....	14
<b>5</b>	<b>BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN .....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>ERGEBNISSE UND BEURTEILUNG .....</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>SCHLUSSBEMERKUNGEN/ABWÄGUNGEN .....</b>	<b>23</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>24</b>

**Anlagen:**

- Anlage 1: Lageplan
- Anlage 2: Berechnungsergebnisse
- Anlage 3: Pläne
- Anlage 4: Wetterdaten

**Tabellen:**

- Tabelle 1: Auszug Berechnungstabelle für Sonnenstrahlen 11

**Abbildungen:**

- Abbildung 1: Eingabemaske zur Berechnung von Sonnenlichtreflexionen 5
- Abbildung 2: Winkelangaben der Ausrichtung 6
- Abbildung 3: Koordinatensystem des Horizonts (Quelle: Wikipedia) 9
- Abbildung 4: Höhenwinkel (Quelle: Wikipedia) 10
- Abbildung 5: Vereinfachte graphische Darstellung der Berechnungsergebnisse von reflektierter Sonnenstrahlung (Abbildung betrifft nicht das Untersuchungsgebiet) 12

## **0 ZUSAMMENFASSUNG**

Mit den im vorliegenden Gutachten durchgeführten Berechnungen für die PV-Anlage Förderstedt, 39443 Straßfurt wurden die durch die geplante PV-Anlage Förderstedt potentiell verursachten Lichtreflexionen für alle Jahreszeiten und Tageszeiten mittels Spezialsoftware ermittelt und eingestuft. Die gutachterliche Bewertung bzw. Abwägung erfolgte ohne rechtliche Wertung.

Gemäß gutachterlicher Abwägung ist die geplante PV-Anlage Förderstedt, unter Umsetzung des genannten Aspektes, als genehmigungsfähig einzustufen.

## **1 VORGANG UND AUFTRAG**

Die Grüne Energien Solar GmbH beauftragte die IFB Eigenschenk GmbH mit der Erstellung eines Reflexionsgutachtens.

Aufgrund von nicht auszuschließenden störenden Lichtreflexionen natürlicher Art sollen die Lichtreflexionen der geplanten PV-Anlage Förderstedt, 39443 Straßfurt untersucht werden.

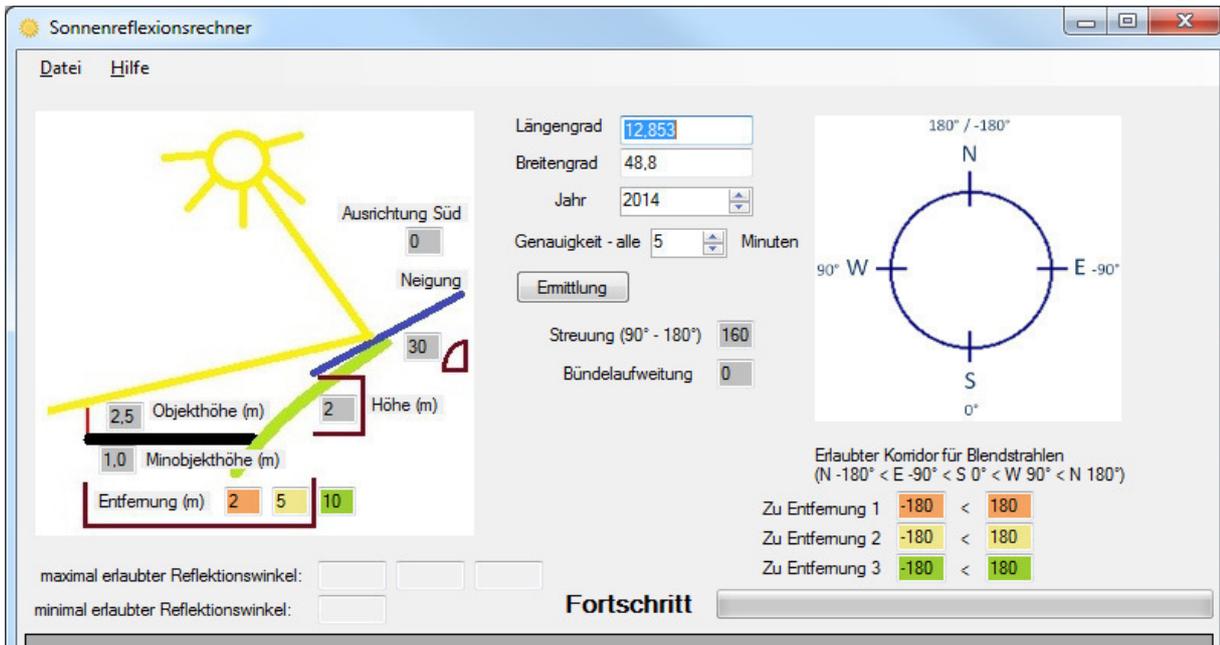
## **2 UNTERLAGEN/GRUNDLAGEN**

Die Grüne Energien Solar GmbH stellt folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Ansicht Modultischplan
- Bebauungsplan Entwurf vom Juli 2018
- Modulbelegungsplan/Entwurf vom 21.03.2018 als DWG-Datei

### 3 METHODIK DER ANGEWANDTEN BERECHNUNG

Zur Berechnung von durch Photovoltaikanlagen verursachten Lichtreflexionen wurde durch IFB Eigenschenk GmbH ein eigenes Softwareprogramm „Sunflex“ entwickelt.



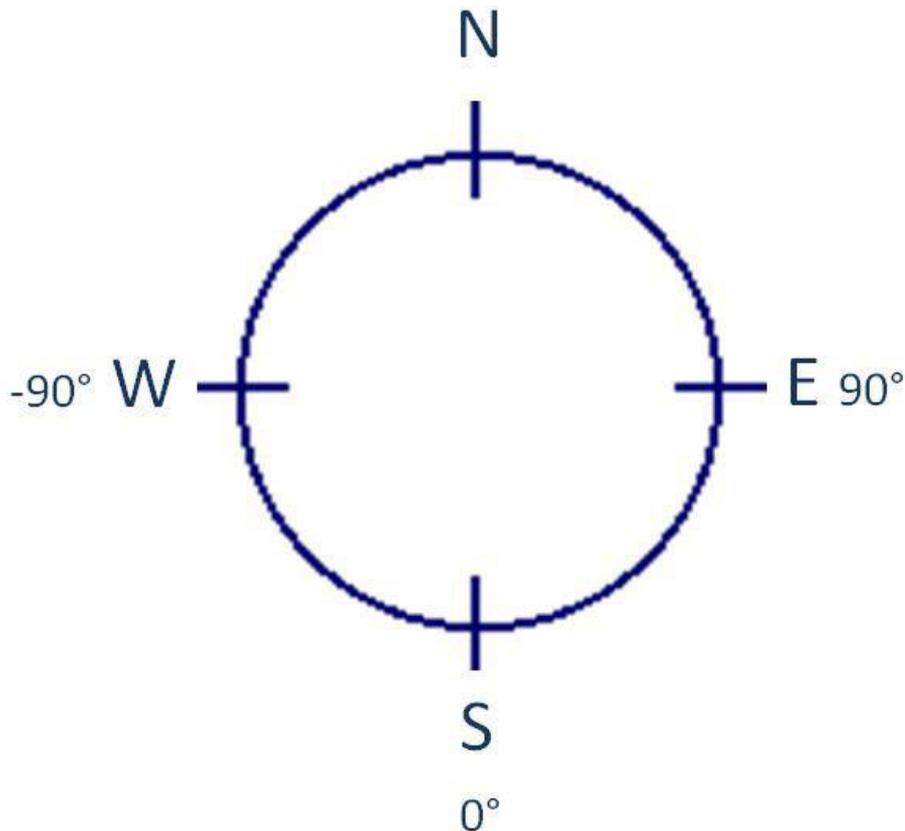
**Abbildung 1: Eingabemaske zur Berechnung von Sonnenlichtreflexionen**

Aufgabe und Fragestellung der Softwareentwicklung war die Erfassung aller möglichen Reflexionen durch natürliche Lichteinstrahlung und hier insbesondere durch Sonneneinstrahlung. Darüber hinaus können Fremdeinwirkungen, wie Verkehr, berücksichtigt und bewertet werden.

Durch die Eingabe der geographischen **Länge** und **Breite** wird ein Punkt des Standortes der Solaranlage festgelegt.

Eine Reflexionsberechnung erfolgt hierbei stets für ein ganzes **Jahr**, welches auch festgelegt wird.

Die **Ausrichtung Süd** gibt die Auslenkung der Solarplatte an. Als Ausgangspunkt der Berechnungen wird eine nach Süden ausgerichtete Solarplatte verwendet. Somit geben negative Winkel die Auslenkung zwischen Süden und Westen an und die positiven Winkel die Auslenkung zwischen Süden und Osten. Eine nach Westen ausgerichtete Solarplatte hätte somit eine Auslenkung von  $-90^\circ$ . Bei einer nach Osten ausgerichteten Solarplatte beträgt die Auslenkung  $90^\circ$ .



**Abbildung 2: Winkelangaben der Ausrichtung**

Die **Neigung** wird durch den Höhenwinkel festgelegt. Hier wird der Winkel zwischen Solarplatte und der Horizontalebene angegeben.

Die **Höhe (m)** gibt die senkrechte Strecke zwischen der Solarplatte und der Geländeoberkante an.

Die **Objekthöhe (m)** gibt die maximale Höhe an, auf welcher bei dem Immissionspunkt eine Blendung auftritt.

Die **Minobjekthöhe (m)** gibt die minimale Höhe an, auf welcher bei dem Immissionspunkt eine Blendung auftritt.

Die **Entfernung (m)** gibt die Strecke zwischen dem definierten Punkt der Solarplatte und dem Objekt (Gebäude) an. In dem Programm gibt es die Möglichkeit der Eingabe von drei Entfernungen, welche in einem Programmablauf durchgerechnet werden.

Mit der **Bündelaufweitung** wird die Aufweitung des reflektierten Sonnenstrahls berücksichtigt, z. B. bei der Angabe von 1 wird bei dem reflektierten Sonnenstrahl die Aufweitung um  $1^\circ$  als Aufschlag bzw. Differenz berücksichtigt.

Mit der **Streuung ( $90^\circ - 180^\circ$ )** wird der Bereich der Sonnenstrahlen definiert. Eingaben größer  $90^\circ$  beinhalten Sonnenstrahlen hinter der Solarplatte.

Mit **Erlaubter Korridor für Blendstrahlen** wird durch die Angabe von zwei Ausrichtungen der Bereich des Immissionsorts festgelegt.

Die Software wurde in der objektorientierten Programmiersprache C# implementiert, welche auf der vom Microsoft entwickelten .NET-Plattform und der Common Language Runtime basiert. Alle nachfolgenden Berechnungen wurden mit eigenen Methoden und Funktionen realisiert. Der Vorteil dieser Implementierung liegt in erster Linie in der Kompaktheit des Quelltextes. Dadurch resultiert eine leichtere Instandhaltung und Erweiterbarkeit. Die IFB Eigenschenk GmbH ist daher stets in der Lage, neue Programmroutinen und Berechnungs-Methoden zu implementieren.

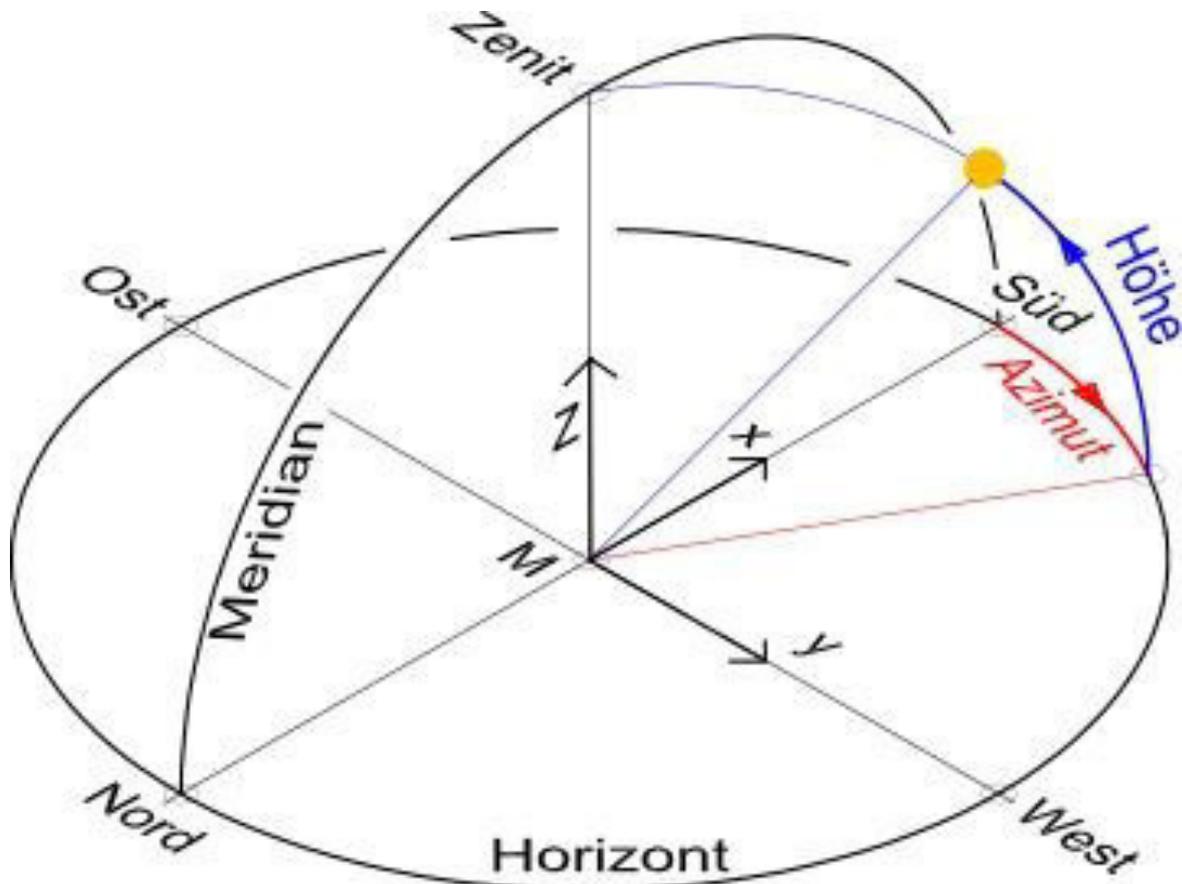
Aufgrund der großen Distanz zwischen Erde und Sonne dient ein, von der Sonne gerichteter, Lichtstrahl als Berechnungsgrundlage. Die Arithmetik der Software überprüft, ob bei der Reflexion an der Photovoltaikanlage eine Blendwirkung an einem Wohngebäude auftritt. Mögliche Blendungen von Autofahrern auf Straßen und Autobahnen, sowie Triebfahrzeugführern auf dem Schienennetz oder Flugzeuge können mit der vorliegenden mathematischen Grundlage ebenso ermittelt werden.

Die Simulationsberechnung dient der Ermittlung der direkten Reflexion eines Lichtstrahls. Das reflektierende Medium wird wie ein Spiegel betrachtet. Einer möglichen Diffusion des Lichtstrahls kann im Zuge der Simulationsberechnung nicht Rechnung getragen werden.

Von einer Abnahme der Intensität des Lichtstrahls, z. B. durch Bewölkung, wird für die Berechnung im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung abgesehen.

Die Berechnung des Sonnenstandes wird nach den Formeln in Anlehnung an die Planetentheorie VSOP87 vorgenommen. Mit diesen Formeln erhält man den Sonnenstand eines beliebigen Lichtpunktes auf einer beliebig langen Zeitachse an einem beliebigen Ort auf der Erde. Für die Berechnung und Beurteilung von Blendungen wird in einem 5-Minuten-Rhythmus der Sonnenstand in einem ganzen Jahr ermittelt. Somit ergeben sich also 105.120 Sonnenstände für ein Jahr.

Der Sonnenstand für einen definierten Zeitpunkt wird durch den Azimut (Himmelsrichtung) und dem Höhenwinkel bestimmt. Positive Winkel geben die Ausrichtung des Azimuts von Süden nach Westen an und negative Winkel geben die Ausrichtung von Süden nach Osten an. Der Höhenwinkel bestimmt das Winkelmaß zwischen dem Horizont und der Sonne.



**Abbildung 3: Koordinatensystem des Horizonts (Quelle: Wikipedia)**

Die Berechnung der eigentlichen Reflexion wird mit Hilfe von Vektoren und Kugelkoordinaten berechnet.

Um die Plattenneigung und Auslenkung der Photovoltaikanlage miteinzubeziehen, wird eine mathematische Ebene in der Berechnung ergänzt, welche durch zwei Richtungsvektoren aus diesen Winkeln aufgespannt wird.

Die Berechnung der Sonnenstandsvektoren erfolgt für das ganze Jahr im 5-Minuten-Rhythmus. Daher wird jeder Wert zeitabhängig ermittelt.

Aus dem Sonnenstand zurzeit  $t$  wird mithilfe der Kugelkoordinaten ein Sonnenstandsvektor ermittelt.

Unter Berücksichtigung der zuvor aufgespannten Ebene wird deren Normalenvektor ermittelt. Der Winkel zwischen den beiden Vektoren wird mit einem Skalarprodukt errechnet. Somit kann der Normalenvektor orthogonal zum Distanzvektor der Moduloberfläche gestellt werden.

Schlussendlich berechnet sich aus dem Distanz-, dem Sonnenstands-, und dem angepassten Normalenvektor, der reflektierte Vektor zurzeit  $t$  als Ergebnis.

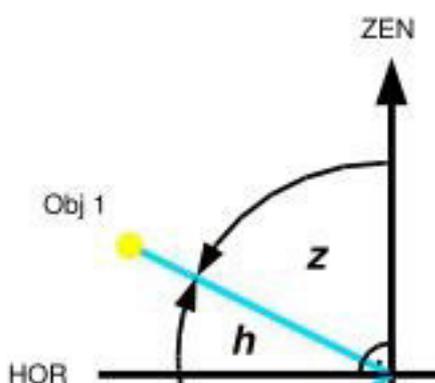
Ausgehend davon und unter Berücksichtigung der Bauhöhe des Immissionsorts werden potentiell blendende Austrittswinkel vorgegeben. Soweit ein Reflexionsstrahl unter diesen definierten Austrittswinkel fällt und zusätzlich die Richtung des Austrittsstrahls innerhalb des festgelegten Korridors für Blendstrahlen liegt, wird er als blendend eingestuft.

Nach Abschluss der Kernrechnung werden die zuvor markierten Daten in eine Tabelle exportiert und zusätzlich eine „kml-Datei“ erstellt.

Die Blendungstabelle enthält Werte zur festen Definition des Reflexionsstrahls: einen Azimut (Himmelsrichtung) und den zugehörigen Höhenwinkel.

Positive Winkel des Azimuts vom Reflexionsstrahl geben die Ausrichtung von Süden nach Westen an und negative Winkel geben die Ausrichtung von Süden nach Osten an. Der Höhenwinkel bestimmt das Winkelmaß zwischen dem Horizont und dem Reflexionsstrahl.

Der Höhenwinkel ist der Winkel zwischen dem Horizont und dem Reflexionsstrahl.



**Abbildung 4:** Höhenwinkel (Quelle: Wikipedia)

**Tabelle 1: Auszug Berechnungstabelle für Sonnenstrahlen**

Datum	Uhrzeit in UTC	Sonnenstrahl Azimut	Sonnenstrahl Höhenwinkel	Reflexionsstrahl Azimut	Reflexionsstrahl Höhenwinkel
05.04.2014	17:50	98,609	1,058	- 80,840	0,378
06.04.2014	17:50	98,891	1,321	- 80,454	0,386
07.04.2014	17:50	99,171	1,584	- 80,070	0,394
08.04.2014	17:50	99,449	1,846	- 79,688	0,402

Bei der „kml-Datei“ handelt es sich um ein spezielles Dateiformat, welches auf XML-Dateien basiert. In der Datei können Punkte, Linien und viele weitere geometrische Formen gespeichert werden.

Bei der exportierten Datei werden die reflektierten Strahlen in Abhängigkeit der Jahreszeit und der geographischen Lage angezeigt. Die Jahreszeiten werden, wie z. B. in der Meteorologie üblich, wie folgt eingeteilt:

Grün – Frühling (März, April, Mai)

Rot – Sommer (Juni, Juli, August)

Gelb – Herbst (September, Oktober, November)

Blau – Winter (Dezember, Januar, Februar)



**Abbildung 5:** Vereinfachte graphische Darstellung der Berechnungsergebnisse von reflektierter Sonnenstrahlung (Abbildung betrifft nicht das Untersuchungsgebiet)

## 4 STANDORTSPEZIFISCHE BERECHNUNGEN

### 4.1 Emissionsort

Die zu untersuchende PV-Anlage Förderstedt wird in einem Bebauungsfeld süd-östlich der Ortschaft Förderstedt, 39443 Straßfurt auf den Flurstücken 8 und 9, Gemarkung Förderstedt installiert. (siehe Anlage 3)

Die geplante PV-Anlage wird auf einer Höhe von etwa 69 bis 77 m ü. NN. errichtet. Diese Höhenangaben basieren auf dem uns zugesandten Modulbelegungsplan und der Internetanwendung „Google Earth“.

Alle Module des gesamten Solarparks werden mit einer Neigung von 20° und in einer Höhe von 0,80 m bis maximal 2,80 m ü. GOK montiert. Die Modultische werden laut Auftraggeber direkt nach Süden ausgerichtet.

## 4.2 Immissionsbereiche

Als Immissionsbereiche werden laut Auftraggeber die im Süden und Süd-Westen vorhandenen Wohngebäude an der Magdeburg-Leipziger-Straße, die im Süden vorhandene Landesstraße L 50 und die im Osten liegenden Gärten festgelegt. Die Landesstraße L 50 erstreckt sich im Immissionsbereich auf Höhen von ca. 73 bis 77 m ü. NN. Diese Höhen wurden aus Google Earth ermittelt.

Untersucht wurden folgende Immissionsobjekte:

- Magdeburg-Leipziger Straße 65
- Magdeburg-Leipziger Straße 66
- Magdeburg-Leipziger Straße 67
- Magdeburg-Leipziger Straße 68
- Magdeburg-Leipziger Straße 69
- Magdeburg-Leipziger Straße 70
- Magdeburg-Leipziger Straße 71
- Magdeburg-Leipziger Straße 72
- Magdeburg-Leipziger Straße 73
- Magdeburg-Leipziger Straße 74
- Magdeburg-Leipziger Straße 75
- Landesstraße L 50
- Im Osten liegende Gärten

Jedes Gebäude und jeder Garten muss für sich als eigenes Immissionsobjekt betrachtet werden. (siehe Anlage 1).

### **4.3 Berechnungsansätze**

Grundsätzlich ändert sich der Sonnenstand jederzeit. Um eine aussagekräftige Bewertung abzugeben, wird das Berechnungsintervall im 5-Minuten-Rhythmus durchgeführt.

Für die Berechnungen werden alle Hindernisse (Zäune, Bepflanzung, Mauern etc.) zwischen der Photovoltaikanlage und dem Immissionsbereich ignoriert, bei der Beurteilung werden die vorherrschenden Ortselemente berücksichtigt.

Blendungen durch direkte Sonnenstrahlen (also keine Reflexionsstrahlen) werden bei der Beurteilung nicht berücksichtigt, da diese bereits zum gegenwärtigen Zustand vorhanden sind.

Für den Berechnungsgang der möglichen Blendungen auf die Gebäude Magdeburg-Leipziger Straße 65 bis 75 wird der Bereich zwischen 1,0 m und 7,0 m (maximale Objekthöhe über GOK  $\approx$  0,0 m rel. Höhe) im Immissionsbereich festgelegt.

Für den Berechnungsgang der möglichen Blendungen auf die Landesstraße L 50 wird der Bereich zwischen 1,0 m und 2,5 m (maximale Objekthöhe über GOK  $\approx$  0,0 m rel. Höhe) für die Fahrer der Kraftfahrzeuge auf der genannten Landesstraße im Immissionsbereich festgelegt.

Für den Berechnungsgang der möglichen Blendungen auf die Gärten wird der Bereich zwischen 0,0 m und 2,0 m (maximale Objekthöhe über GOK  $\approx$  0,0 m rel. Höhe) im Immissionsbereich festgelegt.

## **5 BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN**

In der Fachliteratur sind hinsichtlich der Beurteilung und Blendeinwirkungen noch keine belastungsfähigen Beurteilungskriterien validiert und festgelegt.

Als Grundlage werden von verschiedenen Verwaltungsbehörden Kriterien, wie Entfernung zwischen Photovoltaikanlage und Immissionspunkt sowie die Dauer der Reflexionen und Einwirkungen, genannt.

Für die Beurteilung der Blendungen auf Gebäude und anschließenden Außenflächen gibt es von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) eine Richtlinie „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“, Stand 08.10.2012 [1].

Richtige Beurteilungsvorschriften zu Blendungen von PV-Anlagen sind keine vorhanden, lediglich Empfehlungen und Richtlinien zur Ermittlung, Beurteilung und Minderung der Blendwirkung von PV-Freiflächenanlagen.

Die Auswirkung einer Blendung auf die Nachbarschaft kann wie der periodische Schattenwurf von Windenergieanlagen betrachtet werden [3]. Schwellenwerte für eine entsprechende Einwirkdauer der Blendungen auf Gebäude und anschließende Außenflächen werden entsprechend der WEA-Schattenwurf-Hinweise festgelegt.

Maßgebende Immissionsorte, die als schutzbedürftig gesehen werden, sind:

- Wohnräume
- Schlafräume
- Unterrichtsräume
- Büroräume, etc.
- anschließende Außenflächen, wie z. B. Terrasse und Balkone
- unbebaute Flächen in einer Bezugshöhe von 2 m über Grund (betroffene Flächen, an denen Gebäude mit schutzwürdigen Räumen zugelassen sind)

Kritische Immissionsorte liegen meist (süd)westlich und (süd)östlich einer PV-Anlage und in einem Umkreis von maximal 100 m zur PV-Anlage.

In Anlehnung an die WEA-Schattenwurf-Hinweise entsteht eine erhebliche Belästigung der möglichen Blendung im Sinne von BImSchG erst, wenn eine tägliche Blenddauer von 30 Minuten und eine jährliche Blenddauer von 30 Stunden überschritten wird.

Hinsichtlich der Straßen-, Bahn- und Flugverkehrsflächen bestehen keine Normen, Vorschriften oder Richtlinien. Aus Verkehrssicherheitsgründen muss in der Regel jegliche Beeinträchtigung durch Blendung vermieden werden.

Als Grundlage zur Beurteilung wurde der „Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Freiflächenanlagen“ [4] herangezogen.

Aus dem Leitfaden geht hervor, dass bei einer nach Süden ausgerichteten Photovoltaikanlage, bei tiefstehender Sonne (d. h. abends und morgens) bedingt durch den geringen Einfallswinkel größere Anteile des Sonnenlichtes reflektiert werden. Reflexblendungen können somit im westlichen und östlichen Bereich der PV-Freiflächenanlage auftreten, die allerdings durch die in selber Richtung tiefstehenden Sonne überlagert werden.

Gemäß der LAI-2012 werden nur solche Blendungen als zusätzliche Blendungen gewertet, bei denen der Reflexionsstrahl und die natürliche Sonneneinstrahlung um mehr als  $10^\circ$  voneinander abweichen. Es werden also nur solche Konstellationen berücksichtigt, in denen sich die Blickrichtung zur Sonne und auf das Modul um mehr als  $10^\circ$  unterscheidet.

Eine geringere Abweichung als  $10^\circ$  bedeutet, dass ebenso die direkte Sonneneinstrahlung der zeitgleich tiefstehenden Sonne aus der gleichen Richtung wie der Reflexionsstrahl auftrifft. Diese natürliche Sonneneinstrahlung ist signifikant größer als die Reflexionswirkung der PV-Anlage.

Für eine Bewertung der Blendwirkung auf Verkehrsflächen wird daher der Einfallswinkel des Reflektionsstrahls in Fahrtrichtung, wie auch die Entfernung zum reflektierenden Solarmodul, herangezogen.

Kritisch sind Blendungen, die in einem Winkel von  $\leq 10^\circ$  auf Personen auftreffen. Das bedeutet, dass die Blendungen mit einem kritischen Blendwinkel direkt auf das menschliche Gebrauchsblickfeld für Sehaufgaben auftrifft. Der Fahrer hat dann keine Möglichkeit mehr, diese kritischen Blendungen durch ein leichtes wegschauen auszublenzen.

Bei freiem Sichtfeld auf die reflektierenden Solarmodule werden meist nur solche Blendungen als störend eingeschätzt, die sich in wenigen 100 m Abstand zur Reflektionsfläche befinden. [4]

## 6 ERGEBNISSE UND BEURTEILUNG

Durch die Berechnung der möglichen Blendungen im 5-Minuten-Zyklus und anschließender Interpretation der Ergebnisse können die tatsächlich auf den Immissionsort auftretenden Blendungen bestimmt werden. Es ist anzumerken, dass während der Berechnung dauerhafter Sonnenschein angenommen wird. Eine mögliche Bewölkung wurde somit nicht berücksichtigt.

### Wohngebäude „Magdeburg-Leipziger-Straße 65“

Beim Wohngebäude „Magdeburg-Leipziger-Straße 65“ in 39443 Straßfurt kann es zu Einzelblendungen im Jahresverlauf kommen. Diese treten von Mitte März bis Ende September, morgens auf. Hier ist anzumerken, dass bei einigen Einzelblendungen der Differenzwinkel zwischen Reflexionsstrahl und Sonneneinstrahlung kleiner als  $10^\circ$  ist. Das bedeutet, dass ebenso die direkte Sonneneinstrahlung der zeitgleich tiefstehenden Sonne aus der gleichen Richtung wie der Reflexionsstrahl auf das Gebäude trifft. Diese natürliche Sonneneinstrahlung ist signifikant größer als die Reflexionswirkung der geplanten PV-Anlage. Diese auftretenden Blendungen können somit aus gutachterlicher Sicht vernachlässigt werden. Nach Berücksichtigung des Sonneneinstrahlungswinkels und des Reflexionswinkels, unter der Annahme von durchschnittlich 4,7819 Sonnenstunden an einem 12-Stunden-Tag an der Messstation Bernburg/Saale [5], beträgt die Gesamtblenddauer 4,15 Stunden pro Jahr. Die maximale Blenddauer pro Tag kann 25 Minuten betragen.

### Wohngebäude „Magdeburg-Leipziger-Straße 66“

Beim Wohngebäude „Magdeburg-Leipziger-Straße 66“ in 39443 Straßfurt kann es zu Einzelblendungen im Jahresverlauf kommen. Diese treten von Mitte März bis Ende September, morgens auf. Hier ist anzumerken, dass bei einigen Einzelblendungen der Differenzwinkel zwischen Reflexionsstrahl und Sonneneinstrahlung kleiner als  $10^\circ$  ist. Das bedeutet, dass ebenso die direkte Sonneneinstrahlung der zeitgleich tiefstehenden Sonne aus der gleichen Richtung wie der Reflexionsstrahl auf das Gebäude trifft. Diese natürliche Sonneneinstrahlung ist signifikant größer als die Reflexionswirkung der geplanten PV-Anlage. Diese auftretenden Blendungen können somit aus gutachterlicher Sicht vernachlässigt werden. Nach Berücksichtigung des Sonneneinstrahlungswinkels und des Reflexionswinkels, unter Annahme von durchschnittlich 4,7819 Sonnenstunden an einem 12-Stunden-Tag an der Messstation Bernburg/Saale [5], beträgt die Gesamtblenddauer 11,26 Stunden pro Jahr. Die maximale Blenddauer pro Tag kann 20 Minuten betragen.

#### Wohngebäude „Magdeburg-Leipziger-Straße 67“

Beim Wohngebäude „Magdeburg-Leipziger-Straße 67“ in 39443 Straßfurt kann es zu Einzelblendungen im Jahresverlauf kommen. Diese treten von Mitte März bis Anfang Oktober, morgens auf. Hier ist anzumerken, dass bei einigen Einzelblendungen der Differenzwinkel zwischen Reflexionsstrahl und Sonneneinstrahlung kleiner als  $10^\circ$  ist. Das bedeutet, dass ebenso die direkte Sonneneinstrahlung der zeitgleich tiefstehenden Sonne aus der gleichen Richtung wie der Reflexionsstrahl auf das Gebäude trifft. Diese natürliche Sonneneinstrahlung ist signifikant größer als die Reflexionswirkung der geplanten PV-Anlage.

Diese auftretenden Blendungen können somit aus gutachterlicher Sicht vernachlässigt werden. Nach Berücksichtigung des Sonneneinstrahlwinkels und des Reflexionswinkels, unter der Annahme von durchschnittlich 4,7819 Sonnenstunden an einem 12-Stunden-Tag an der Messstation Bernburg/Saale [5], beträgt die Gesamtblenddauer 6,58 Stunden pro Jahr. Die maximale Blenddauer pro Tag kann 25 Minuten betragen.

#### Wohngebäude „Magdeburg-Leipziger-Straße 68“

Beim Wohngebäude „Magdeburg-Leipziger-Straße 68“ in 39443 Straßfurt kann es zu Einzelblendungen im Jahresverlauf kommen. Diese treten von Ende März bis Mitte September, morgens auf. Hier ist anzumerken, dass bei einigen Einzelblendungen der Differenzwinkel zwischen Reflexionsstrahl und Sonneneinstrahlung kleiner als  $10^\circ$  ist. Das bedeutet, dass ebenso die direkte Sonneneinstrahlung der zeitgleich tiefstehenden Sonne aus der gleichen Richtung wie der Reflexionsstrahl auf das Gebäude trifft. Diese natürliche Sonneneinstrahlung ist signifikant größer als die Reflexionswirkung der geplanten PV-Anlage. Diese auftretenden Blendungen können somit aus gutachterlicher Sicht vernachlässigt werden. Nach Berücksichtigung des Sonneneinstrahlwinkels und des Reflexionswinkels, unter der Annahme von durchschnittlich 4,7819 Sonnenstunden an einem 12-Stunden-Tag an der Messstation Bernburg/Saale [5], beträgt die Gesamtblenddauer 16,11 Stunden pro Jahr. Die maximale Blenddauer pro Tag kann 30 Minuten betragen.

#### Wohngebäude „Magdeburg-Leipziger-Straße 69“

Beim Wohngebäude „Magdeburg-Leipziger-Straße 69“ in 39443 Straßfurt kann es zu Einzelblendungen im Jahresverlauf kommen. Diese treten von Mitte März bis Ende September, morgens auf. Hier ist anzumerken, dass bei einigen Einzelblendungen der Differenzwinkel zwischen Reflexionsstrahl und Sonneneinstrahlung kleiner als  $10^\circ$  ist. Das bedeutet, dass ebenso die direkte Sonneneinstrahlung der zeitgleich tiefstehenden Sonne aus der gleichen Richtung wie der Reflexionsstrahl auf das Gebäude trifft. Diese natürliche Sonneneinstrahlung ist signifikant größer als die Reflexionswirkung der geplanten PV-Anlage. Diese auftretenden Blendungen können somit aus gutachterlicher Sicht vernachlässigt werden. Nach Berücksichtigung des Sonneneinstrahlwinkels und des Reflexionswinkels, unter der Annahme von durchschnittlich 4,7819 Sonnenstunden an einem 12-Stunden-Tag an der Messstation Bernburg/Saale [5], beträgt die Gesamtblenddauer 6,44 Stunden pro Jahr. Die maximale Blenddauer pro Tag kann 25 Minuten betragen.

#### Wohngebäude „Magdeburg-Leipziger-Straße 70“

Beim Wohngebäude „Magdeburg-Leipziger-Straße 70“ in 39443 Straßfurt kann es zu Einzelblendungen im Jahresverlauf kommen. Diese treten von Mitte April bis Anfang September, morgens auf. Hier ist anzumerken, dass bei einigen Einzelblendungen der Differenzwinkel zwischen Reflexionsstrahl und Sonneneinstrahlung kleiner als  $10^\circ$  ist. Das bedeutet, dass ebenso die direkte Sonneneinstrahlung der zeitgleich tiefstehenden Sonne aus der gleichen Richtung wie der Reflexionsstrahl auf das Gebäude trifft. Diese natürliche Sonneneinstrahlung ist signifikant größer als die Reflexionswirkung der geplanten PV-Anlage. Diese auftretenden Blendungen können somit aus gutachterlicher Sicht vernachlässigt werden. Nach Berücksichtigung des Sonneneinstrahlwinkels und des Reflexionswinkels, unter der Annahme von durchschnittlich 4,7819 Sonnenstunden an einem 12-Stunden-Tag an der Messstation Bernburg/Saale [5], beträgt die Gesamtblenddauer 13,02 Stunden pro Jahr. Die maximale Blenddauer pro Tag kann 30 Minuten betragen.

#### Wohngebäude „Magdeburg-Leipziger-Straße 71“

Beim Wohngebäude „Magdeburg-Leipziger-Straße 71“ in 39443 Straßfurt kann es zu Einzelblendungen im Jahresverlauf kommen. Diese treten von Mitte Mai bis Ende Juli, morgens auf. Hier ist anzumerken, dass bei allen Einzelblendungen der Differenzwinkel zwischen Reflexionsstrahl und Sonneneinstrahlung kleiner als  $10^\circ$  ist. Das bedeutet, dass ebenso die direkte Sonneneinstrahlung der zeitgleich tiefstehenden Sonne aus der gleichen Richtung wie der Reflexionsstrahl auf das Gebäude trifft. Diese natürliche Sonneneinstrahlung ist signifikant größer als die Reflexionswirkung der geplanten PV-Anlage. Diese auftretenden Blendungen können somit aus gutachterlicher Sicht vernachlässigt werden.

#### Wohngebäude „Magdeburg-Leipziger-Straße 72 bis 75“

Bei den Wohngebäuden „Magdeburg-Leipziger-Straße 72 bis 75“ kann es aufgrund der örtlichen Gegebenheiten zu keinen Blendungen kommen.

#### Zusammenfassung Gebäude „Magdeburg-Leipziger-Straße 65 bis 71“

Bei allen betrachteten Gebäuden wird die vorgegebene Zeitspanne mit einer täglichen Blenddauer von 30 Minuten pro Tag sowie 30 Stunden pro Jahr eingehalten.

Zusätzlich ist anzumerken, dass die bereits vorhandene Bepflanzung zwischen der geplanten PV-Anlage und den betrachteten Wohngebäuden einen Teil der möglichen Blendungen abschirmt.

Ebenso ist anzumerken, dass bei den Ergebnissen die komplette Gebäudefassade zur Ermittlung der möglichen Blendungen betrachtet wurde.

Sollten dennoch alle möglichen Blendungen von der geplanten PV-Anlage Förderstedt auf die Wohngebäude „Magdeburg-Leipziger-Straße 65 bis 71“ vermieden werden, so muss ein Blendschutzzaun zur Abschirmung der Blendungen errichtet werden (siehe Anlage 1).

#### Blendwirkung auf die Landesstraße L 50 – Fahrtrichtung Förderstedt

Aufgrund der geplanten Anordnung der PV-Module können auf dem untersuchten Immissionsbereich Landesstraße L 50 in Fahrtrichtung Förderstedt keine Blendungen auftreten.

### Blendwirkung auf die Landesstraße L 50 – Fahrtrichtung Neugattersleben

Auf den Immissionsbereich Landesstraße L 50 kommt es laut Berechnungen durch die Spezialsoftware „Sunflex“ zu Einzelblendungen im Jahresverlauf. Diese treten von Ende März bis Ende September in den Morgenstunden auf. Es ist anzumerken, dass bei diesen Blendungen der Autofahrer in Fahrtrichtung Neugattersleben seine Blickrichtung um mindestens  $41^\circ$  von seiner Fahrtblickrichtung abwenden, um geblendet zu werden.

### Zusammenfassung Landesstraße L 50

Kritisch sind Blendungen, die in einem Winkel  $\leq 10^\circ$  auf die Fahrer auftreffen. Das bedeutet, dass die Blendungen mit einem kritischen Blendwinkel direkt auf das menschliche Gebrauchsblickfeld für Sehaufgaben auftrifft. Der Fahrer hat dann keine Möglichkeit mehr, diese kritischen Blendungen durch ein leichtes Wegschauen auszublenden.

Bei den berechneten möglichen Einzelblendungen der geplanten PV-Anlage auf die Landesstraße L 50 muss der Fahrzeugführer seine Blickrichtung um mindestens  $41^\circ$  von der Fahrtblickrichtung zum Solarmodul abweichen, um geblendet zu werden. Die auftretenden Blendungen können somit aus gutachterlicher Sicht vernachlässigt werden.

Sollten dennoch alle möglichen Blendungen von der geplanten PV-Anlage Förderstedt auf die Landesstraße L 50 vermieden werden, so muss ein Blendschutzzaun zur Abschirmung der Blendungen errichtet werden (siehe Anlage 1).

### Gärten

In den im Osten liegenden Gärten kann es zu Einzelblendungen im Jahresverlauf kommen. Diese treten von Anfang März bis Anfang Oktober, am Abend auf. Bei einigen Einzelblendungen ist der Differenzwinkel zwischen Reflexionsstrahl und Sonneneinstrahlung kleiner als  $10^\circ$ . Das bedeutet, dass ebenso die direkte Sonneneinstrahlung der zeitgleich tiefstehenden Sonne aus der gleichen Richtung wie der Reflexionsstrahl auf die Gartenfläche trifft. Diese natürliche Sonneneinstrahlung ist signifikant größer als die Reflexionswirkung der geplanten PV-Anlage. Diese auftretenden Blendungen können somit aus gutachterlicher Sicht vernachlässigt werden. Nach Berücksichtigung des Sonneneinstrahlungswinkels und des Reflexionswinkels, unter der Annahme von durchschnittlich 4,7819 Sonnenstunden an einem 12-Stunden-Tag an der Messstation Bernburg/Saale [5], wird die als zumutbar angesehene Gesamtblenddauer von 30 Stunden pro Jahr überschritten. Die maximale als zumutbare angesehene tägliche Blenddauer von 30 Minuten wird ebenfalls überschritten.

### Zusammenfassung Gärten

Bei den im Osten betrachteten Gartenflächen wird die vorgegebene Zeitspanne mit einer Blenddauer von 30 Minuten pro Tag sowie 30 Stunden pro Jahr überschritten.

Es anzumerken, dass die bereits vorhandene Bepflanzung zwischen der geplanten PV-Anlage und den betrachteten Gärten einen Teil der möglichen Blendungen abschirmt.

Ebenso ist anzumerken, dass bei den Ergebnissen die komplette Gartenfläche zur Ermittlung der möglichen Blendungen betrachtet wurden.

Aus gutachterlicher Sicht ist eine Blendschutzmaßnahme zur Abschirmung der Blendungen erforderlich. Der Blendschutzzaun sollte an der östlichen Seite zwischen der geplanten PV-Anlage und den betrachteten Gärten errichtet werden (siehe Anlage 1). Der Blendschutzzaun muss mindestens mit einer Höhe vom 3,00 m errichtet werden. Die zur Berechnung verwendeten Koten basieren auf der digitalen Datenbank Google Earth. Bei der Errichtung eines Blendschutzzaun müssen diese Koten mit den tatsächlich Vorort vorhandenen Geländehöhen abgeglichen werden. Alternativ zum Blendschutzzaun kann in gleicher Lage und gleicher Mindesthöhe eine blickdichte Bepflanzung erfolgen (siehe Anlage 1).

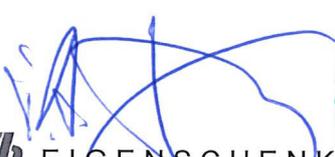
## 7 SCHLUSSBEMERKUNGEN/ABWÄGUNGEN

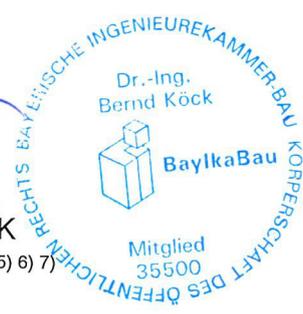
Das vorliegende Gutachten wurde auf Basis der zur Verfügung gestellten Unterlagen und Informationen mit Stand Oktober 2018 erstellt.

Im Zuge von detaillierten softwaretechnischen Berechnungen zur Ermittlung von Lichtreflexionen im Besonderen im Zusammenhang mit dem geplanten Solarpark können laut vorliegender Planung/Unterlagen und aktueller Situation vor Ort Reflexionen im Zusammenhang mit den Immissionsbereichen festgestellt werden.

Die geplante PV-Anlage Förderstedt ist aus gutachterlicher Sicht, unter Umsetzung des genannten Aspektes, als genehmigungsfähig einzustufen.

Die IFB Eigenschenk GmbH ist zu verständigen, sofern sich Abweichungen von der derzeitigen Planung oder örtliche Änderungen ergeben.

  
**ifb EIGENSCHENK**  
Dr.-Ing. Bernd Köck <sup>1) 2) 3) 4) 5) 6) 7)</sup>  
Geschäftsführer (CEO)  
Unternehmensleitung



  
**ifb EIGENSCHENK**  
Katharina Bubenberger M. Sc.  
Sachbearbeiterin

- 1) Von der Industrie- und Handelskammer für Niederbayern in Passau öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Historische Bauten
- 2) Nachweisberechtigter für Standsicherheit nach Art. 62 BayBO
- 3) Bauvorlageberechtigter nach Art. 61 BayBO
- 4) Fachkundige Person für wiederkehrende Bauwerksprüfungen nach Verfahrensordnung BaylKa
- 5) Zertifizierter Tragwerksplaner in der Denkmalpflege, Propstei Johannesburg gGmbH
- 6) Zertifizierter Fachplaner für Bauwerksinstandsetzung nach WTA, EIPOS Dresden
- 7) Lehrbeauftragter und Modulverantwortlicher der Ostbayerischen Technischen Hochschule Regensburg für das Modul Denkmal und Ingenieurtechnik (M2a-12), Masterstudiengang Bauen im Bestand

## **8 LITERATURVERZEICHNIS**

Abbildung 2 bis 4 entnommen aus Wikipedia

- [1] Bayerisches Landesamt für Umwelt „Lichtimmissionen“, 17.10.2012
- [2] Bund/Länder – Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“
- [3] Länderausschuss für Immissionsschutz „Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen“ (WEA-Schattenwurf-Hinweise), Mai 2002
- [4] ARGE Monitoring PV-Anlagen „Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Freiflächenanlagen“, 28.11.2007
- [5] [www.dwd.de/WESTE](http://www.dwd.de/WESTE)