



**BAUPLANUNG & BAUPHYSIK**

Erhardstraße 1 - 3 • 04229 Leipzig

Fon 0341 - 96 13 356 E-Mail [info@akib-leipzig.de](mailto:info@akib-leipzig.de)

Fax 0341 - 96 13 163 Website [www.akib-leipzig.de](http://www.akib-leipzig.de)

## Schallimmissionsprognose

### Errichtung einer PV-Anlage an der Bundesautobahn 7

**24647 Wasbek**

*- Gutachten -*

**Objekt:** Photovoltaikanlage an der Bundesautobahn 7  
**24647 Wasbek**

**Auftraggeber:** Enerparc AG  
Zirkusweg 2 / Astra Tower  
**20359 Hamburg**

**Auftrags-Nr.:** 201035-SIP

**Bearbeiter:** Vinzenz Steiniger B. Eng., Technischer Mitarbeiter Akustik

**Datum:** 01.03.2021



## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Situation und Aufgabenbeschreibung .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Verwendete Regelwerke und Richtlinien .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Ausgangsdaten .....</b>	<b>4</b>
3.1. Grundlagen .....	4
3.2. Örtliche Situation .....	4
<b>4. Prognosemodell RLS-90 .....</b>	<b>5</b>
4.1. Reflexion an senkrechten Wänden .....	5
4.2. Bodenreflexion nach RLS-90 .....	6
4.3. Konsequenzen aus dem Modell RLS-90 .....	6
<b>5. Schallausbreitung analog DIN ISO 9613-2 .....</b>	<b>7</b>
5.1. Prognose der Reflexion beliebig geneigter Reflektorflächen .....	7
<b>6. Bewertung der Ergebnisse .....</b>	<b>12</b>
<b>7. Zusammenfassung .....</b>	<b>13</b>

Das Dokument umfasst 13 Seiten ohne Anlagen. Es wurde in 2 Ausfertigungen erstellt.  
Eine Ausfertigung verbleibt beim Gutachter. Das Gutachten ist urheberrechtlich geschützt.



## **1. Situation und Aufgabenbeschreibung**

Zur „Errichtung einer PV-Anlage an der Bundesautobahn 7“ in Wasbek ist ein Prognosegutachten zu erstellen.

In der öffentlichen Diskussion werden gelegentlich Bedenken geäußert, dass sich der Lärmeintrag aus der Bundesautobahn durch Schallreflexion erhöht. Die Immissionsprognose dient dem Nachweis, dass die Lärmemissionen des Straßenverkehrs nicht durch Reflexionseffekte erhöht werden.

Zu beurteilen ist der Einfluss der möglichen Reflexionen des Schalls im Bereich des geplanten Aufstellgebiets der Photovoltaikanlage.



## **2. Verwendete Regelwerke und Richtlinien**

### *Regelwerke:*

- [1] DIN 18005 (Fassung 1987/2002) : *Schallschutz im Städtebau*
- [2] VDI 2714 (Fassung 1988) : *Schallausbreitung im Freien*
- [3] VDI 2720 (Fassung 1991) : *Schallschutz durch Abschirmung im Freien*
- [4] DIN ISO 9613-2 (Fassung 1999): *Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien*

### *Literatur:*

- [5] Reflexionen in der DIN ISO 9613-2 - Wann ist ein Objekt „senkrecht“; Karl-Wilhelm Hirsch, Frank Hammelmann, DAGA 2014 Oldenburg

### *Planungsunterlagen:*

- [6] Planungsunterlagen klm Architekten Leipzig GmbH - Lageplan, E-Mail vom 20.10.20
- [7] Datenblätter „Modul-Tisch“ Longi LR4-60HIH, Enerparc AG, Stand: 18.08.20



### **3. Ausgangsdaten**

#### **3.1. Grundlagen**

Die baulichen Ausgangsdaten, die den schallschutztechnischen Berechnungen und Einschätzungen zugrunde liegen, wurden folgenden Unterlagen entnommen:

- Lageplan [6]
- Modulbeschreibung [7]

#### **3.2. Örtliche Situation**

Der mittlere Standort des Objektes wird durch folgende Koordinaten beschrieben:

**Tabelle 1: Anlagenstandort**

	<b>Koordinaten (ETRS89/UTM Zone 32N)</b>		
	Rechtswert	Hochwert	Höhe ü. NN
Mittelpunkt Gelände	560.347 m	5.993.744 m	ca. 22 m

Das Baufeld liegt nördlich der Ortslage Wasbek und verläuft westlich entlang der Bundesautobahn 7, oberhalb der Abfahrt Neumünster-Mitte. Der relevante Autobahnverkehr verläuft parallel in unmittelbarer Nähe zur Baufläche in Richtung Norden und Süden. Die geplanten Photovoltaik-Paneele werden mit Ausrichtung nach Süden unter einem Neigungswinkel von 20° aufgestellt.

Aufgrund der einheitlichen Ausrichtung und Positionierung westlich der Autobahn sind Schallreflexionen der Verkehrsgeräusche an den Photovoltaik-Paneele in Richtung der östlich angrenzenden Wohnbebauung nicht möglich. Eine Beurteilung der Reflexionswirkung wird daher ausschließlich für die maßgebliche Bebauung westlich der Autobahn durchgeführt.

Entsprechende schutzbedürftige Wohnbebauung befindet sich in einem Abstand von mindestens 400 m um die geplante Aufstellfläche der PV-Anlage. Relevante Immissionsorte im Wirkungsbereich der durch die Solarpaneele erzeugten Schallreflexionen sind mindestens 1500 m vom jeweilig maßgeblichen Autobahnabschnitt entfernt.



#### **4. Prognosemodell RLS-90**

Sämtliche Aussagen zur Schallimmissionsprognose müssen auf ein Rechenmodell reduziert werden. Grundlage der Schallausbreitungsrechnung für Lärmemissionen des Straßenverkehrs ist die Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90). Das Rechenverfahren lehnt sich an das allgemeine geometrische Schallausbreitungsmodell der DIN ISO 9613-2 an.

Die Ausbreitungsumgebung wird zur Modellbildung in horizontal projizierte Umriss und zugehörige Höheninformationen abstrahiert. Schallreflexionen werden auf zwei grundlegende Arten berücksichtigt.

Reflexionen an senkrechten Flächen werden durch Spiegelschallquellen modelliert. Der zusätzliche Schalleintrag dieser virtuellen Quellen am Immissionsort entspricht dem Schalleintrag des an der erzeugenden Fläche reflektierten Schalls.

Reflexionen an horizontalen Flächen werden über den Bodeneinfluss modelliert. Je nach Beschaffenheit der Oberfläche wird hier ein zusätzlicher Dämpfungsterm ermittelt.

##### **4.1. Reflexion an senkrechten Wänden**

Das Ausbreitungsmodell der DIN ISO 9613-2 und daraus folgend der RLS-90 setzt implizit die Reflexion an senkrechten Flächenelementen voraus. Ob eine Fläche einen Reflexionsbeitrag leistet, hängt dabei wesentlich von der Frage ab, ob sie als senkrecht im Sinne der Norm zu verstehen ist. Ist eine Fläche nicht senkrecht, leistet sie für die Berechnung keinen Beitrag.

Reflektorflächen mit einem Neigungswinkel von weniger als  $45^\circ$  zur Horizontalen reflektieren den eintreffenden Schall nicht in andere Richtungen, sondern transportieren ihn lediglich in dieselbe Richtung weiter. Sie wirken nicht wie senkrechte Reflektorflächen.

Da die Solarpaneele gegenüber dem Boden einen Winkel von  $20^\circ$  aufweisen, ist sicher auszuschließen, dass die Paneele als senkrecht gelten.



#### 4.2. Bodenreflexion nach RLS-90

Für Reflexionen am Boden ist nach RLS-90 für alle Frequenzbänder gleichermaßen anhand der Gleichung

$$D_{BM} = \left[ \left( \frac{h_m}{s} \right) * \left( 34 + \frac{300}{2} \right) - 4,8 \right] dB < 0dB$$

zu ermitteln.

Der Einfluss der Bodenbeschaffenheit im Bereich der Reflexionszone wird dabei nicht berücksichtigt. Im Rahmen des Rechenmodells der RLS-90 spielt es daher keine Rolle, ob der Bereich zwischen Straße und Immissionsort ein schallweiches Feld, oder eine schallharte Betonoberfläche ist.

#### 4.3. Konsequenzen aus dem Modell RLS-90

Da die Solarpaneele keine senkrechten Reflektoren darstellen, ist für die rechnerische Prognose kein Einfluss der Photovoltaikanlage darstellbar. Hier könnte die Beurteilung beendet werden.

In der Praxis stellt die PV-Anlage weder eine horizontale (analog einer Betonoberfläche), noch senkrechte (analog Fassade oder Schallschirm) Reflektorfläche dar. Aufgrund der Abmessungen und Oberflächeneigenschaften sind die Paneele jedoch geeignet, Schall zu reflektieren. Die Frage ist dabei, wohin und in welchem Maße.



## **5. Schallausbreitung analog DIN ISO 9613-2**

Bereits die Frage, ob eine Fläche im Sinn der DIN ISO 9613-2 als senkrecht zu betrachten ist, ist nicht in jedem Fall direkt zu beantworten.

Bei der Ausbreitung des Schalls in kleinen Dimensionen kann regelmäßig davon ausgegangen werden, dass sich die Schallwellen geradlinig vom Sender zum Empfänger ausbreiten.

Für Umgebungslärm trifft diese Annahme nicht mehr zu. Aufgrund der inhomogenen Schichtung der Atmosphäre durch Windgeschwindigkeits- oder Temperaturgradienten können Schallwellen, die die horizontale verlassen haben, im ungünstigsten Fall wieder zum Boden zurückgebeugt werden.

Die DIN ISO 9613-2 berücksichtigt für die Prognose den ungünstigsten Fall der Mitwindbedingung. In der senkrechten Ausbreitungsebene beschreibt der Schallweg dann keine Gerade, sondern einen zum Boden gekrümmten Bogen mit einem Radius von 5 km. (vgl. DIN ISO 9613-2 Anhang A)

### **5.1. Prognose der Reflexion beliebig geneigter Reflektorflächen**

Die Prognose der potenziellen Reflexion an der Photovoltaikanlage erfolgt nach dem Spiegelquellenprinzip. Dabei wird die Schallquelle als Punktquelle vereinfacht oder abschnittsweise in äquivalente Punktquellen zerlegt.

Die Quellenpunkte werden an der Flächenebene gespiegelt. Durch eine Reflexion erreichbar sind dann alle Punkte, die von einem Schallausbreitungspfad erreicht werden, der von der Spiegelquelle ausgehend durch den Umriss der Reflektorfläche geht.

Der Schallausbreitungspfad muss vorliegend durch den 5 km Kreis dargestellt werden, da anderenfalls sämtlicher Schall nach oben und damit weg von der Ebene möglicher Immissionsorte reflektiert wird.





### 5.1.1. Berücksichtigung relevanter Teilabschnitte

Für die Immission ausgedehnter, linienförmiger Schallquellen sind vorrangig die zum Immissionsort nächstliegenden Abschnitte maßgeblich. Weiter entfernte Abschnitte tragen zu immer geringeren Anteilen zum Gesamtpegel bei.

In der Schall 03 aus dem Jahr 1990 wurde ein vereinfachtes Verfahren vorgeschlagen, bei dem nur der senkrechte Abstand zum Fahrstreifen pegelbestimmend ist. Das Verfahren geht davon aus, dass Streckenabschnitte, die einen gewissen Abstand zum Immissionsort bei sonst gleichen Ausbreitungsbedingungen überschreiten, nicht mehr maßgeblich zur Gesamtmission beitragen. Da Berechnungen nach dem Stand der Technik nicht mehr tabellarisch und von Hand durchgeführt werden, wird das Verfahren des langen, geraden Abschnitts im aktuellen Regelwerk der Schall 03 (2012) nicht mehr beschrieben. Die zu Grunde liegenden Überlegungen behalten jedoch weiter Gültigkeit.

Das Toleranzfeld des langen, geraden Abschnitts ist so gewählt, dass Teilabschnitte bei sonst gleicher Ausbreitungsbedingung dann nicht mehr berücksichtigt werden, wenn ihr Beitrag bei ungünstigstem Streckenverlauf innerhalb des Toleranzfeldes mehr als 15 dB unter dem größten Teilbeitrag liegt.

Diese Randbedingung für das Toleranzfeld entspricht in etwa der Definition des Einwirkungsbereiches einer Anlage nach TA Lärm. Dort ist die Referenz jedoch nicht der maximale Teilbeitrag, sondern die maximal zulässige Immission.

Grundsätzlich erhöht jeder Summand eine Summe. Teilabschnitte, deren Beitrag mehr als 15 dB unter der Summe aller anderen Beiträge liegen, erhöhen daher auch rechnerisch immer den Gesamtpegel. Diese Erhöhung liegt jedoch im einstelligen Nachkommabereich und ist als nicht maßgeblich zu bewerten.

### 5.1.2. Einstrahlungsbereich von Reflexionen

Aufgrund der geometrischen Relation der Straße, der PV-Module sowie der möglichen Immissionsorte kann unter der Annahme geradliniger Schallausbreitung die Betrachtung auf einen streifenden Schalleinfall auf die Module vereinfacht werden.

Streifender Schalleinfall ist dabei so zu verstehen, dass der Einfallswinkel so flach ist, dass der reflektierte Schall nicht merklich aus der Horizontalen herausreflektiert wird. Auch die Vertikale Ablenkung muss dabei so klein bleiben, dass ein ungehinderter Weg zwischen den Paneelen verbleibt.



Die modellierte Höhenrelation zwischen Straßenlärmquelle und Baufeld entspricht in etwa der örtlichen Geländegeometrie.

### 5.1.3. Quantitative Untersuchung des Reflexionsbeitrages.

Um die Frage zu klären, ob die vorhandenen Reflexionen einen maßgeblichen Beitrag leisten, wird die Differenz zwischen der Summe der Beiträge aller Teilstrecken und dem über die Solaranlage reflektierten Schallanteil für ausgewählte Immissionsorte ermittelt.

Dazu wird die gegebene Baufläche in einem von West nach Ost verlaufenden Linienraster geteilt. Mit einem Achsabstand von 8,9 m werden Paneelreihen mit 6,6 m Breite und einer mittleren Höhe von 1,8 m in einem Neigungswinkel von 20° angeordnet. Es werden die Paneelreihen ermittelt, die aufgrund der gekrümmten Schallstrahlen bei Inversionswetterlage einen Reflexionsbeitrag liefern können. Der Beitrag ist die Summe des Schalleintrags aus den durch Reflexion erreichbaren Straßenabschnitten.

**Abbildung 1: Lageplan der PV-Anlage**





Für die digitalisierten Solarpaneele wird untersucht, welche Teilstücke der vorbeifahrenden Autobahn potenziell bei schallharter Reflexion an den Flächen einen Beitrag leisten können. Der durch Reflexionen aus der Photovoltaik-Anlage erreichbare Bereich ist nachfolgend grafisch dargestellt.

**Abbildung 2: Einstrahlungsbereich BAB 7, PV-Paneele 20°Neigung**





Nachfolgend ist die Differenz der ermittelten Teilbeiträge aus Reflexionen zur Summe aller Teilbeiträge aus der Direkteinstrahlung ohne Reflexionen zusammengefasst.

**Tabelle 2: Unterschreitung des Direktanteils**

<b>Bezeichnung</b>	<b>Differenz zum Direktanteil</b>
Immissionsort 1	kein relevanter Reflexionsbeitrag
Immissionsort 2	
Immissionsort 3	
Immissionsort 4	
Immissionsort 5	
Immissionsort 6	
Immissionsort 7	> 50 dB
Immissionsort 8	> 41 dB
Immissionsort 9	> 39 dB
Immissionsort 10	> 38 dB
Immissionsort 11	> 35 dB
Immissionsort 12	> 38 dB
Immissionsort 13	kein relevanter Reflexionsbeitrag
Immissionsort 14	
Immissionsort 15	
Immissionsort 16	



## **6. Bewertung der Ergebnisse**

Eine Schallreflexion über die Paneele der geplanten Anlage ist nicht grundsätzlich auszuschließen. Aufgrund der Neigung der Paneele um 20 Grad ergibt sich gegenüber ebenen, horizontalen Reflektorflächen ein günstigeres Reflexionsverhalten für die unmittelbare Umgebung.

Im Fall einer Wetterinversion oder für Windrichtungen aus dem östlichen Bereich können weitere entfernte Orte durch Reflexion einen bisher nicht vorhandenen Schalleintrag erfahren. Aufgrund der großen Abstandverhältnisse ( $> 2$  km) sind diese Einträge nicht als maßgeblich zu beurteilen.

Die quantitative Untersuchung zeigt, dass die Reflexionsanteile mehr als 30 dB unter den auf direktem Weg eingestrahlichten Schallanteilen liegen. Die Reflexionen sind daher nicht maßgeblich.



## **7. Zusammenfassung**

*Der Sachverständige kommt zusammenfassend zu dem folgenden Ergebnis:*

Die Schallausbreitungsrechnung zeigt, dass die akustischen Auswirkungen des Bauvorhabens „Errichtung einer PV-Anlage an der Bundesautobahn 7“ nahe Wasbek nicht maßgeblich sind. Es ist mit keiner Erhöhung der Verkehrsräuschemissionen durch Reflexionen zu rechnen.

Der Sachverständige erklärt, das Gutachten unparteiisch nach bestem Wissen und Gewissen erstellt zu haben.

Leipzig, 01.03.2021

Dipl. Ing. Holger Kunstmann  
-Geschäftsführer-

*AKIB sachverständigen- und  
ingenieurgesellschaft mbH  
Erhardstraße 1  
04229 Leipzig*

Vinzenz Steiniger B. Eng.  
-Bearbeiter-