

LEITFADEN FÜR DIE ERSTELLUNG VON LÄRMIMPAKTSTUDIEN FÜR ANLAGEN UND BAUSTELLEN

DEZEMBER 2022

D'ËMWELTVERWALTUNG

Am Déngscht vu Mënsch an Ëmwelt



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Environnement, du Climat
et du Développement durable

Administration de l'environnement

TABELLE 1.1: VERSIONEN DES LEITFADENS

Version	Kurzbeschreibung	Bearbeiter	Publikationsstatus
1.0	Leitfaden vom 12.07.2018	TÜV Rheinland Energy GmbH	Nicht veröffentlicht
1.1	Leitfaden vom 16.10.2018	TÜV Rheinland Energy GmbH	Am 29.10.2018 veröffentlicht auf www.emwelt.lu
1.2	Leitfaden vom 01.04.2020	Betavi/Schroeder Associés	Nicht veröffentlicht
1.3	Leitfaden vom 16.03.2022	TÜV Rheinland Energy GmbH	Nicht veröffentlicht
1.4	Leitfaden vom 25.11.2022	Administration de l'environnement	Am 23.12.2022 veröffentlicht auf www.emwelt.lu

VERSION :

1.4

Der vorliegende Leitfaden wird bei Bedarf aktualisiert. Die Tabelle 1.1. fasst die Versionen zusammen. Die aktuellste Version finden Sie auf

<https://environnement.public.lu/fr/emweltprozeduren/Formations/Guide-impact-sonore.html>.

KONTAKT

Administration de l'environnement
Unité Surveillance et Evaluation de l'environnement
Isabelle Naegelen (isabelle.naegelen@aev.etat.lu)
1, avenue du Rock'n'Roll
L - 4361 Esch-sur-Alzette

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung	6
1.1 Hintergrund/Zielsetzung	6
1.2 Gesetzliche Grundlagen	6
1.3 Vorlage des Untersuchungskonzepts	7
2 Mindestanforderungen an den Inhalt von Lärmimpaktstudien	8
2.1 Beschreibung der Aufgabenstellung.....	8
2.2 Beschreibung des <i>Untersuchungsgebiets</i>	9
2.2.1 Beschreibung der örtlichen Situation.....	9
2.2.2 Beschreibung der Immissionsorte anhand der Kriterien der geänderten großherzoglichen Verordnung von 1979.....	10
2.3 Beschreibung der Datenerhebung zur <i>Anlage / Baustelle</i> und deren Umgebung	13
2.3.1 Verwendete Modelldaten	13
2.3.2 Anlagen- oder Baustellenbeschreibung	13
2.3.3 Dokumentation der Messergebnisse	14
2.3.4 Emissionsansätze.....	14
2.4 Schallausbreitungsrechnung.....	15
2.5 Ergebnisdarstellung	15
2.6 Qualität der Ergebnisse.....	16
2.7 Zusammenfassung	16
2.8 Anhang	16
2.9 Weitere Anforderungen an die Berichterstattung	17
2.10 Datenübergabe an die Umweltverwaltung	18
3 Modellierung und Ausbreitungsberechnung	19
3.1 Anforderungen an Art, Herkunft und Stand der Eingangsdaten	19
3.2 Anforderungen an die Ausbreitungsberechnung	19
3.3 Zu verwendende Indikatoren	20

3.4	Anforderungen an die Ausgabe der Ergebnisse	20
4	Geräuschmessungen	22
4.1	Messnormen	22
4.2	Anforderungen an die Messausrüstung	23
4.3	Anforderungen an das Messprotokoll	23
4.4	Emissionsmessungen	24
4.5	Immissionsmessungen	24
Anhang 1 :	Vorschriften, Richtlinien und Unterlagen.....	25
Anhang 2 :	Begriffsbestimmungen	27
Anhang 3 :	Checkliste benötigter Unterlagen.....	31

Hinweise: *Die im Text kursiv dargestellten Begriffe sind Bestandteil der Begriffsbestimmungen im 0.*



Dieses Piktogramm weist im Text auf spezifische Punkte bezüglich „Baulärm“ hin.

1. EINLEITUNG

1.1. HINTERGRUND/ZIELSETZUNG

Der vorliegende Leitfaden richtet sich in erster Linie an Gutachter, die Studien für die Ermittlung des Lärmimpakts durch *Anlagen* und *Baustellen* erstellen, die in den Anwendungsbereich der großherzoglichen Verordnung von 1979 [2] fallen.

Der Leitfaden spiegelt die aktuelle Verwaltungspraxis für die Erstellung von Lärmimpaktstudien oder Schallgutachten wider.

Das Ziel der Einführung des Leitfadens ist es, die Vorgehensweise der verschiedenen Akteure zu harmonisieren und die Qualität der Studien zu gewährleisten.

1.2. GESETZLICHE GRUNDLAGEN

Die Erstellung von Lärmimpaktstudien für *Anlagenlärm* und/oder *Baulärm* wird derzeit durch die folgenden Gesetze und Verordnungen geregelt:

- Loi modifiée du 21 juin 1976 relative à la lutte contre le bruit [1].
 - Règlement grand-ducal modifié du 13 février 1979 concernant le niveau de bruit dans les alentours immédiats des établissements et des chantiers [2].
 - Règlement grand-ducal modifié du 21 décembre 2001 portant application de la directive 2000/14/CE du Parlement Européen et du Conseil du 8 mai 2000 concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destiné à être utilisés à l'extérieur des bâtiments [23].
- Loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés [3].
 - Règlement grand-ducal du 10 mai 2012 relatif à la nomenclature et classification des établissements classés [5].
- Loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement [4].

Die zu berücksichtigenden aktuellen Fassungen, sowie die historische Entwicklung der o.g. Gesetze und Verordnungen sind auf <http://www.legilux.lu/> verfügbar.

Dieser Leitfaden bezieht sich hauptsächlich auf die Erstellung von Lärmimpaktstudien für *genehmigungsbedürftige Anlagen* und *Baustellen* im Rahmen des modifizierten Gesetzes vom 10. Juni 1999 [3]. Diese unterliegen ggf. zusätzlichen Anforderungen (vgl. Art. 9 der geänderten großherzoglichen Verordnung vom 13. Februar 1979 [2]).

Liegen im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) mehrere Alternativen für ein Projekt vor, sollten diese im Rahmen der Lärmimpaktstudie (qualitativ oder quantitativ) bewertet werden.

1.3. VORLAGE DES UNTERSUCHUNGSKONZEPTS

Bei Lärmimpaktstudien, welche von einer zugelassenen Stelle gemäß dem Gesetz vom 21. April 1993 [6] erstellt werden, sind die Elemente gemäß Kapitel 2.1, 2.2,2.3 und 2.4 (wie z.B. zur Ermittlung der *Geräuschorbelastung*, Betrachtung von Teilanlagen, Betrachtung von *Anlagen* in Gewerbe- und Industriezonen mit schalltechnischen Auflagen) sowie die Bewertungsansätze gemäß Kapitel 3.3 vorab mit der Umweltverwaltung in Form eines Untersuchungskonzepts (auch Arbeitsplan genannt) abzustimmen und spätestens einen Monat vor Beginn der Überwachung, der Durchführung einer Umweltempaktstudie oder einer neuen Abnahme eingereicht werden (E-Mail: diversOA@aev.etat.lu).

2. MINDESTANFORDERUNGEN AN DEN INHALT VON LÄRMIMPAKTSTUDIEN

2.1. BESCHREIBUNG DER AUFGABENSTELLUNG

Zunächst ist es notwendig, die Aufgabenstellung der Untersuchung zu umreißen. Unter anderem ist auf folgende Punkte einzugehen:

- Grund und gesetzlicher Rahmen der Lärmimpaktstudie (Genehmigungsantrag, Abnahme einer *genehmigungsbedürftigen Anlage*, UVP usw.).
- Funktion des Gutachters (z.B. als *zugelassene Stelle* gemäß Gesetz vom 21. April 1993 [6]).
- Aktueller Planungsstand, auf den sich die Studie stützt (Angabe der verwendeten Quellen).
- Notwendigkeit der Berücksichtigung der *Geräuschvorbelastung*:
 - für *Anlagenlärm*: siehe nachfolgenden Infokasten;
 - für *Baulärm*: die Notwendigkeit der Betrachtung der *Geräuschvorbelastung* von bestehenden Baustellen ist mit der Umweltverwaltung abzustimmen.
- Gewählte Herangehensweise zur Ermittlung der Geräuschemissionen und -immissionen sowie die Bewertung der Ergebnisse.
- Ggf. vorhandene Auflagen hinsichtlich des Lärmschutzes im *Untersuchungsgebiet* mit Verweis auf rechtskräftige Genehmigungsbescheide gemäß dem modifizierten Gesetz vom 10. Juni 1999 [3].

Hinweis zur Verwendung von Genehmigungsunterlagen (für *Anlagenlärm*)

Es sind drei Fälle zu unterscheiden:

- A) Bei einer Neuanlage oder bei Beantragung der Erhöhung eines bereits per Genehmigungsbescheid festgesetzten Lärmimpakts ist zu überprüfen, ob eine *Geräuschvorbelastung* durch *Anlagenlärm* besteht. Wenn dies der Fall ist, ist vor Beginn der Untersuchung bei der zuständigen Stelle der Umweltverwaltung (E-Mail: infos@aev.etat.lu; Tel: +352 405656-600) abzufragen, ob für die bestehenden Anlagen bereits Auflagen zum Lärmschutz bestehen. Entsprechende Auszüge aus der rechtskräftigen Genehmigung sind in dem Fall anzufordern und in der Lärmimpaktstudie zu zitieren.
- B) Gewerbegebiet mit Lärmkontingentierung:
Die entsprechende Genehmigung des Gewerbegebiets ist vom Betreiber zur Verfügung zu stellen. Nach Prüfung der Rechtskraft (z.B. Gültigkeitsdauer seit Erteilung) kann generell auf eine Bestimmung der *Geräuschvorbelastung* verzichtet werden.
- C) Der zulässige Lärmimpakt einer *Anlage* wurde bereits mittels eines Genehmigungsbescheids festgelegt. Sollte das Projekt den genehmigten Rahmen nicht verändern, kann nach Prüfung der Rechtskraft generell auf eine Bestimmung der *Geräuschvorbelastung* verzichtet werden.

Hinweis zur Verwendung von bestehenden Lärmimpactstudien (für *Anlagenlärm*):

Bestehende Lärmimpactstudien können für die Untersuchung informativ herangezogen werden, sofern diese als aktuell angesehen werden und für die zu erstellende Lärmimpactstudie verwendeten Angaben nicht im Widerspruch zu den gültigen Genehmigungen stehen.

2.2. BESCHREIBUNG DES *UNTERSUCHUNGSGEBIETS*

2.2.1. BESCHREIBUNG DER ÖRTLICHEN SITUATION

Die räumliche Einordnung der *Anlage / Baustelle* innerhalb des *Untersuchungsgebietes* hat über folgende Angaben zu erfolgen:

- Räumliche Abgrenzung der *Anlage / Baustelle*:
 - Benennung der *Anlage / Baustelle* und der Vorgänge, die der *Anlage / Baustelle* in der vorliegenden Lärmimpactstudie zuzurechnen sind,
 - bei Teilanlagen / Teilbaustellen (bzw. einzelnen Baustellenphasen) - Abgrenzung gegenüber der Gesamtanlage / Gesamtbaustelle.

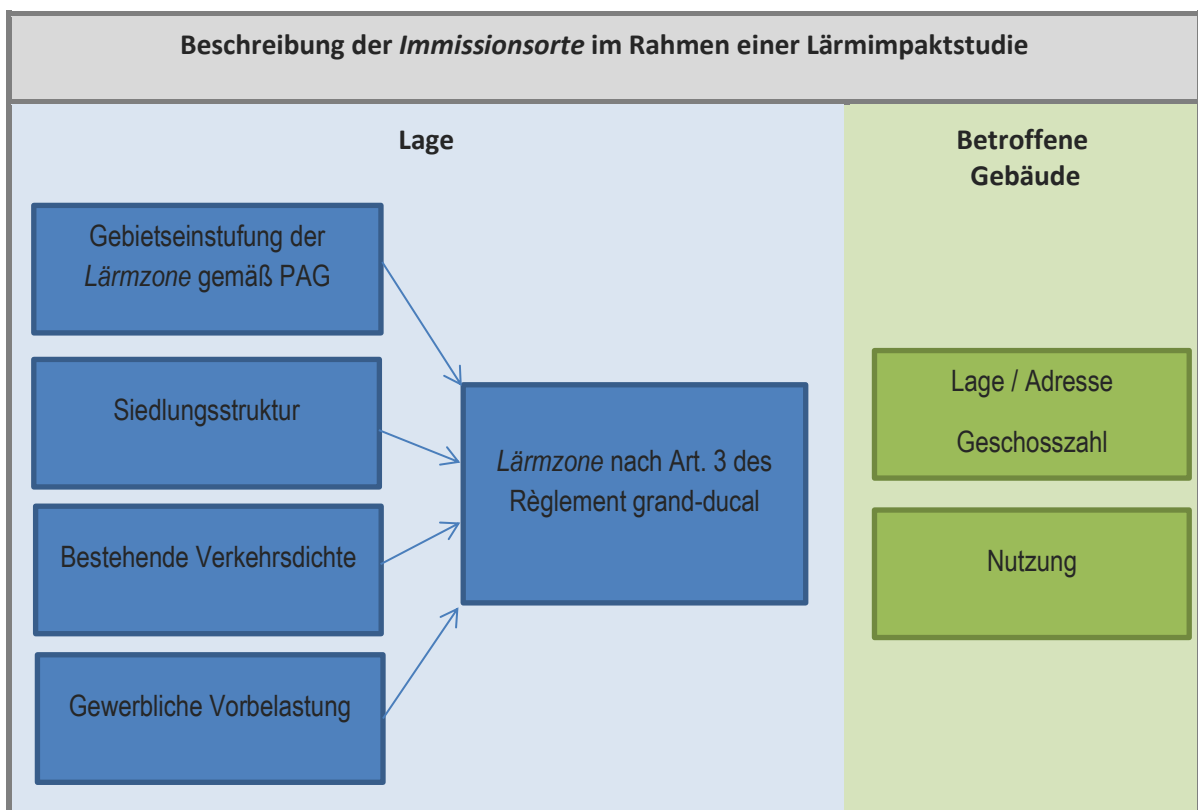
Spezialfall:

Entstehen Fahrzeuggeräusche auf der öffentlichen Straße überwiegend im Zusammenhang mit dem Betrieb der *Anlage / Baustelle* (z.B. nur durch die *Anlage / Baustelle* genutzte öffentliche Zufahrtsstraße außerhalb der eigenen Anlagen- bzw. Baustellengrenze), so sind auch diese Fahrzeuggeräusche auf der öffentlichen Straße der *Anlage / Baustelle* zuzurechnen und zusammen mit den übrigen zu berücksichtigenden Anlagen- / Baustellengeräuschen bei der Ermittlung des Lärmimpakts zu erfassen und zu bewerten. Dieser Sonderfall ist mit der Umweltverwaltung vor Beginn der Untersuchung im Rahmen des Untersuchungskonzepts abzuklären.

- Beschreibung des *Untersuchungsgebietes* (Vorhandensein von *schutzbedürftigen Räumen* bei Wohn- oder Gewerbenutzungen etc.) unter Angabe der Abstände der Gebäude zur zu betrachtenden *Anlage / Baustelle* und der relevanten Schallausbreitungsbedingungen (Topographie, Umgebung, reflektierende und/oder beugende Gebäude, reflektierende Flächen usw.).
- Kartografische Darstellung des *Untersuchungsgebietes* unter Verwendung einer geeigneten Hintergrundkarte (Topografische Karte) in der mindestens die Anlagen- / Baustellengrenze und die *maßgeblichen Immissionsorte* dargestellt sind.

2.2.2. BESCHREIBUNG DER IMMISSIONSORTE ANHAND DER KRITERIEN DER GEÄNDERTEN GROSßHERZOGLICHEN VERORDNUNG VON 1979

Die Einstufung der *Immissionsorte* in *Lärmzonen* entsprechend der Kriterien gemäß Art. 3 der geänderten großherzoglichen Verordnung von 1979 [2] kann nicht allein über die Gebietsausweisung nach „Plan d'Aménagement Général“ (kurz PAG) erfolgen, da die Beschreibung der *Lärmzonen* nach Art. 3 weitere Kriterien einbezieht, die über die Gebietsausweisungen gemäß PAG hinausgehen. Hierzu gehören die Siedlungsstruktur, das Vorhandensein von bestehenden gewerblichen Nutzungen sowie die bestehende Verkehrsdichte. Die Nutzung der Gebäude, die durch die *Immissionsorte* repräsentiert werden, ist ebenfalls zu beschreiben.



Hieraus ergeben sich folgende Anforderungen an die Beschreibung von *maßgeblichen Immissionsorten* im Rahmen einer Lärmimpactstudie:

- Angabe einer eindeutigen Immissionsortsnummer sowie Lage / Adresse, Geschosszahl und Koordinaten (LUREF).

Spezialfall:

Im PAG für Wohnzwecke ausgewiesene unbebaute Flächen mit sensibler Nutzung sind zu beachten (siehe *maßgeblicher Immissionsort*).

Bei der Bewertung von *Baulärm* bleiben in der Regel unbebaute Flächen außer Betracht.

- Gebietsnutzung gemäß rechtskräftigem PAG.
- Textliche Beschreibung der *Immissionsorte*:
 - Siedlungsstruktur:
z.B. einzelnes Gebäude im *Außenbereich*, *geschlossene Wohnsiedlung*, Innenstadt, Gewerbe-/Industriezone.
 - Nutzung:
z.B. reines Wohnen, gewerbliche Nutzung mit oder ohne sensible Nutzungen (wie z.B. Büroräume oder Betriebsleiterwohnungen), temporäre Nutzung (z.B. Ferienhäuser).
 - Einstufung der Verkehrssituation:
Als vorrangige Datenquellen für die Beschreibung der Verkehrslärmvorbelastung (Straße, Schiene, Fluglärm) stehen die Ergebnisse der aktuellsten Stufe der Lärmkartierung nach EU-Umgebungslärmrichtlinie (2002/49/EC)¹ und/oder die Ergebnisse der Verkehrszählungen der Administration des Ponts et Chaussées² zur Verfügung. Sollten detaillierte Verkehrsstudien vorliegen, können diese genutzt werden. Die jeweiligen Referenzen sind anzugeben.

Alle Verkehrswege, die einen relevanten Lärmimpact auf die betrachteten *Immissionsorte* haben, sind zu beschreiben.

Sollten keine detaillierten Verkehrsdaten vorliegen, kann die bestehende Verkehrsdichte auch verbal argumentiert werden (Eindruck gemäß Ortsbesichtigung o.ä.).

Die rechnerische Ermittlung der Verkehrslärmvorbelastung ist im Regelfall im Rahmen der Beschreibung der *Immissionsorte* nicht erforderlich, eine textliche Beschreibung genügt.

Bei einer verbalen Beschreibung des Straßenverkehrs kann hilfsweise gemäß gängiger Praxis folgende Einstufung der DTV (durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke) verwendet werden:

- Schwach DTV < 1.000 Fahrzeugen in 24h,
- Mittel DTV < 8.200 Fahrzeugen in 24h,
- Stark DTV ≥ 8.200 Fahrzeugen in 24h.

Diese Einstufung gilt für übliche Schwerverkehrsanteile (siehe RLS-19, Tabelle 2 [20] bzw. RLS-90, Tabelle 3 [19]).

¹ Nationales Geoportal des Großherzogtums Luxemburg, Thema: Umwelt; <http://map.geoportail.lu> (zuletzt besucht: 20.01.2022).

² Portail des Ponts et Chaussées, Grand-Duché de Luxembourg; <https://travaux.public.lu/fr/infos-traffic.html> (zuletzt besucht: 20.01.2022). Bei nicht Vorhandensein entsprechender Daten auf öffentlichen Portalen können Verkehrszahlen bei den Ponts et Chaussées angefragt werden.

- *Geräuschvorbelastung durch Anlagen- bzw. Baulärm:*
Angabe der Namen von benachbarten Unternehmen, geographische Lage, Tätigkeit, ggf. Hinweis auf rechtskräftige Genehmigungen gemäß dem modifizierten Gesetz vom 10. Juni 1999 [3].

Da *Baustellen* zeitlich befristet sind, ist zu prüfen, ob diese parallel zur untersuchenden *Anlage / Baustelle* vorhanden sind.

Detaillierte Dokumentation je *Immissionsort* (im Anhang der zu erstellenden Lärmimpactstudie):

- Foto-Ansichten der betroffenen Fassaden (Ansicht aus der Luft, die über die Ausrichtung und Richtung der Fassaden informieren),
- Kennzeichnung der *Immissionsorte*, jeweils in einem Kartenausschnitt einer topografischen Karte (oder vergleichbare Hintergrundkarte) und des PAG (insofern vorhanden).

Die oben genannten Daten sind bei einer Ortsbesichtigung zu überprüfen.

- Je nach Aufgabenstellung ist ein Vorschlag zur Einstufung der *Immissionsorte* in die *Lärmzonen* gemäß Art. 3 der geänderten großherzoglichen Verordnung von 1979 [2] zu unterbreiten.

Für *Baustellen* ist je nach *Gesamtbaustellendauer* gemäß Art. 5 der geänderten großherzoglichen Verordnung von 1979 [2] ein erhöhter Immissionsrichtwert zulässig (siehe auch Kapitel 2.3.2).

Hinweise:

Festlegung von *spezifischen Immissionsrichtwerten*:

Art.3 der geänderten großherzoglichen Verordnung von 1979 [2] richtet sich an alle Betreiber von *Anlagen* und *Baustellen*, die in den Geltungsbereich der Verordnung fallen. Somit stellen die in Art. 3 festgelegten Werte keine *Immissionsrichtwerte* dar, die durch eine einzelne *Anlage* bzw. *Baustelle* einzuhalten sind. Der *Immissionsrichtwert*, der von einer einzelnen *Anlage* bzw. *Baustelle* eingehalten werden muss, ist in der Regel niedriger als der *Immissionsrichtwert*, der von allen bestehenden Anlagen und Baustellen eingehalten werden muss. Die Verwendung und Bestimmung von *Immissionsrichtwerten* und *spezifischen Immissionsrichtwerten* sind im Rahmen der Abstimmung mit der Umweltverwaltung zu klären.

Vorgehensweise bei *Anlagen* mit lärmschutztechnischen Auflagen:

Werden bereits genehmigte *Anlagen* untersucht (z.B. im Rahmen einer Betriebserweiterung oder Abnahmemessung), für die der zulässige Lärmimpact (*spezifischer Immissionsrichtwert*) über lärmschutztechnische Auflagen festgelegt wurde, kann auf die detaillierte Beschreibung der Immissionsorte mit Festlegung der Lärmzonen entsprechend Kapitel 2.2.2 verzichtet werden. Dennoch ist die aktuelle Bebauungssituation gemäß PAG und im Rahmen einer Ortsbesichtigung zu überprüfen. Sofern neue Immissionsorte hinzukommen, sind diese entsprechend Kapitel 2.2.2 ergänzend zu beschreiben.



Artikel 5 der Großherzoglichen Verordnung von 1979 [2] lässt für *Baustellen* eine Überschreitung der in den Art. 3 und 4 festgelegten Werte je nach tatsächlicher *Gesamtdauer der Baustelle* zu. Wenn diese Bestimmung auf die zu untersuchende *Baustelle* zu trifft, ist eine Analyse der Geräuschvorbelastung durch bestehende Gewerbebetriebe nicht erforderlich.

2.3. BESCHREIBUNG DER DATENERHEBUNG ZUR ANLAGE / BAUSTELLE UND DEREN UMGEBUNG

2.3.1. VERWENDETE MODELLDATEN

Bei der Berichterstattung sind die für die schalltechnische Berechnung verwendeten Modelldaten (z.B. digitales Geländemodell, Gebäudemodell) zu nennen. Diese sind zu Beginn der Untersuchung im Rahmen einer Ortsbesichtigung auf Plausibilität und Aktualität zu überprüfen (vgl. hierzu auch Kapitel 3).



Bei Baulärmprognosen kann die Höhe des Geländes für die verschiedenen Betriebsszenarien variieren. In diesem Fall ist für jedes Betriebsszenario der Worst-Case-Ansatz zu berücksichtigen. Darüber hinaus ist zu beschreiben, welche Geländehöhe bzw. welches Geländemodell (ggf. manuell angepasst) zugrunde gelegt wird.

2.3.2. ANLAGEN- ODER BAUSTELLENBESCHREIBUNG

Bei *Anlagenlärm* gibt die Anlagenbeschreibung zunächst einen allgemeinen Überblick über die am Standort vorhandenen oder geplanten relevanten Schallquellen. Anschließend wird deren Einwirkzeit ausreichend detailliert beschrieben, so dass ein Betriebsszenario für die zu betrachtende *Bezugszeiträume* hergeleitet werden kann (vgl. hierzu auch Kapitel 3). „Seltene Ereignisse“, die nicht in dem vorgenannten Betriebsszenario betrachtet werden, sind ebenfalls zu dokumentieren.

Seltene Ereignis:

Abweichung vom täglichen Betriebsgeschehen, die durch etwaige Besonderheiten beim Betrieb vorhersehbar ist und erhöhte Geräuschemissionen verursacht.



Hinweise für *Baustellen*:

- Die geplante *Gesamtdauer der Baustelle*, aus der sich ggf. erhöhte *Immissionsrichtwerte* gemäß Art. 5 [2] ergeben, ist anzugeben. Alle Bauphasen, auch wenn schalltechnisch nicht relevant, sind dabei zu berücksichtigen. Zusätzlich sind die täglichen Arbeitszeiten auf der Baustelle anzugeben.
- Die Bauphasen sind mit Angabe deren geplanten Dauer und Aktivitäten, vorzugsweise auf der Grundlage eines Baustellenzeitplans zu beschreiben. Es ist anzugeben, welche Phasen gleichzeitig stattfinden, damit die berücksichtigten Betriebsszenarien nachvollziehbar sind. Die Lage der geplanten Tätigkeiten ist in einem (bzw. mehreren) Lageplan / (-plänen) unter Angabe der Arbeitshöhe/-tiefe darzustellen. Vorerwähnte Angaben sind für das (die) zu begutachtenden Bauphasen genau darzustellen.
- Das Worst-Case-Betriebsszenario ist zu kennzeichnen. Ist dieser nicht eindeutig zu identifizieren, sind ggf. weitere Betriebsszenarien zu beschreiben.

- Bei Aushubarbeiten ist die Bodenbeschaffenheit zu beschreiben. Dabei sollen die Bodenklassen gemäß DIN 18300 [18] auf der Grundlage eines Fachgutachtens angegeben werden.

2.3.3. DOKUMENTATION DER MESSERGEBNISSE

Sofern zur Erhebung von Emissionsdaten oder im Rahmen von Betriebsabnahmen Emissionsmessungen durchgeführt werden, ist der Lärmimpactstudie ein entsprechendes Messprotokoll beizufügen. Dieses beinhaltet u.a. Datum, Betriebszustand der Quelle, eingesetzte Messgeräte, Messverfahren und Messergebnisse für die schalltechnisch relevanten Quellen.

Bezüglich der Anforderungen an die Vorgehensweise sowie an die Messausrüstung wird auf Kapitel 4.2 verwiesen.

2.3.4. EMISSIONSANSÄTZE

Bei der Beschreibung der Emissionsansätze sind mindestens folgende Ausführungen zu den wesentlichen Schallquellen zu machen:

- Eindeutige Nummerierung,
- Herkunft und Aktualität der Daten (bspw. Datenbank, Messung, Studien, Erfahrungswerte, Herstellerangaben),
- Einsatzzeiten in der gesamten Betriebszeit, in den zu betrachtenden *Bezugszeiträumen* sowie in der zu berücksichtigenden *Bezugsperiode* (siehe Abschnitt 3.3 und Begriffsbestimmungen),
- Ausgangsschalleistungspegel / resultierende Schalleistungspegel,
- Bei Gebäuden mit schallabstrahlenden Außenbauteilen: Bewertung der Flächenquellen (Fassaden, Dächer, Fenster, Türen usw.) mit Aussagen über Schalldämmung und Aufbau,
- Hinweis auf *Ton-* und *Impulshaltigkeit* der Geräuschemissionen sofern vorhanden,
- Richtwirkung der Schallquellen,
- Verweis auf die Oktavspektren der Schallquellen (im Falle der Nichtverfügbarkeit von Oktavspektren ist die Qualität der Studie zu kommentieren, siehe auch Kapitel 3.1),
- Darstellung der Geräuschquellen auf einem Lageplan mit eindeutiger Kennzeichnung,
- Höhe der Geräuschquellen über Gelände bzw. absolute Höhe.

Stationäre und mobile Geräuschquellen:

In der gängigen Praxis werden sowohl der Lärmimpact durch alle Lärmquellen als auch der Lärmimpact durch die *stationären Quellen* dargestellt und bewertet. *Stationäre und mobile* (wie z.B. Parkplätze und fahrende LKWs) *Geräuschquellen* sind daher auch in der Beschreibung der Emissionsansätze getrennt aufzuführen.

Es ist zu beachten, dass zu den *stationären Schallquellen* sowohl primäre Schallquellen (Außenquellen wie z.B. Kühltürme, Abluft oder Kamine) als auch sekundäre Schallquellen

(schallabstrahlende Außenbauteile von Gebäuden wie z.B. Tore einer Produktionshalle) gehören.



Schalleistungspegel von Baumaschinen:

Im Rahmen von Baulärmprognosen können als Datengrundlage für die Geräuschemissionen der Baumaschinen und Baufahrzeugen die zulässigen Grenzwerte gemäß Richtlinie 2000/14/EG [21] und 2005/88/EG [22] (sogenannte „Outdoor-Richtlinie“, die in Luxemburg durch die geänderte großherzogliche Verordnung vom 21. Dezember 2001 [23] umgesetzt wurde) bzw. Schalleistungspegel aus Studien wie z.B. [24] herangezogen werden. Unabhängig von der Datengrundlage (d.h. bei Verwendung der „Outdoor-Richtlinie“ sowie von Mess- und Erfahrungswerten) ist jedoch zu beachten, dass die Schalleistungspegel der Maschinen teilweise stark vom Arbeitsvorgang und vorliegenden Material (Erde, Fels) abhängen und ggf. den örtlichen Gegebenheiten / geplanten Tätigkeiten anzupassen sind (genauere Angaben hierzu sind beispielsweise in [21], Anhang III, Teil A (allgemein) und Teil B (maschinenspezifisch) zu finden). Falls spezifische Maßnahmen umgesetzt werden müssen um eine Begrenzung des Lärmimpakts zu erreichen, sind die Emissionsdaten der betroffenen Baumaschinen genau anzugeben.

2.4. SCHALLAUSBREITUNGSRECHNUNG

Generell ist bei der Schallausbreitungsrechnung für die Prognose des Lärmimpakts durch *Anlagenlärm* bzw. *Baulärm* an *Immissionsorten* die ISO 9613-2 [7] anzuwenden.

Bei der Dämpfung aufgrund des Bodeneffektes A_{gr} soll das allgemeine Verfahren nach Nr. 7.3.1 der ISO 9613-2 [7] mit frequenzabhängiger Berechnung des Bodeneffektes zugrunde gelegt werden.

Spezifische Lärmquellen :

Es gibt Ausnahmen für spezifische Lärmquellen (u.a. Windenergieanlagen, Schießlärm, Kontingentierung, Verkehr auf öffentlichen Straßen - z.B. für großflächigen Lärmkartierung), die im Untersuchungskonzept beschrieben werden müssen.

Bei der Berichterstattung sind folgende Angaben zu machen:

- eingesetzte Schallausbreitungssoftware (Version),
- angewendete Berechnungsnorm (ISO 9613-2 [7]),
- berücksichtigte Berechnungsparameter (z.B. Bodeneffekt, Reflexionsordnung).

Bezüglich der Anforderungen an die Eingangsdaten und die Berechnungsparameter wird auf Kapitel 3 verwiesen.

2.5. ERGEBNISDARSTELLUNG

- Durchführung von Einzelpunktberechnungen an den *maßgeblichen Immissionsorten* für die einzelnen *Bezugszeiträume* unter Angabe des maßgeblichen Geschosses (Immissionsortshöhe).

Insbesondere bei Baulärmprognosen ist zu beachten, dass das maßgebliche Geschoss je nach Betriebsszenario variieren kann.

- Erstellung einer zusammenfassenden Tabelle, in der die Teil-Immissionspegel für die *stationären Quellen* sowie die Gesamtpegel je *Immissionsort* und *Bezugszeitraum* dargestellt werden.
- Endresultate (gerechnete und gemessene Pegelwerte) sind in vollen dB(A) anzugeben. Die übliche Rundung ist anzuwenden. Angelehnt an Nr. 4.5.1 der DIN 1333, Ausgabe Februar 1992 wird eine positive Zahl wie folgt gerundet: „Zu ihr wird der halbe Stellenwert der Rundestelle addiert, und im Ergebnis werden die Ziffern hinter der Rundestelle weggelassen.“
- Ggf. Vergleich der Ergebnisse mit den Bewertungskriterien gemäß Abstimmung mit der Umweltverwaltung (siehe „Hinweis zur Verwendung von Genehmigungsunterlagen“ in Kapitel 2.1).
- Falls erforderlich, Beschreibung möglicher Schallminderungsmaßnahmen und Anforderungen, die zu einer Einhaltung von entsprechenden *Immissionsrichtwerten* führen.
- Erstellung einer zusammenfassenden Tabelle für die Situation mit Schallminderungsmaßnahmen (siehe oben).
- Die Erstellung von Lärmkarten kann z.T. als ergänzendes Instrument sinnvoll sein. Dies ist im Einzelfall in Rücksprache mit der Umweltverwaltung im Rahmen des Untersuchungskonzeptes zu entscheiden.

Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die Darstellung von Schallimmissionen bei *Anlagenlärm* oder *Baulärm* in Lärmkarten nicht identisch ist mit den Ergebnissen einer Einzelpunktberechnung, da Reflexionen an Hauswänden in Rasterlärmkarten üblicherweise unterschiedlich berücksichtigt werden. Aus diesem Grund können Lärmkarten nicht ohne weiteres zur Überprüfung der Einhaltung von *Immissionsrichtwerten* bei einzelnen Objekten herangezogen werden (vgl. hierzu auch Nr. 1 der DIN 18005 Teil 2 [16]).

2.6. QUALITÄT DER ERGEBNISSE

Die Qualität der Ergebnisse ist maßgeblich bestimmt durch die Genauigkeit der Eingangsdaten (Emissionsdaten, Angaben zum Betriebsablauf, Art der Modellierung, Bodenfaktoren, frequenzabhängige Berechnung der Bodeneffekte, usw.) und ist mit einer Genauigkeit zu bestimmen, die mindestens einer Unsicherheit von ± 2 dB(A) für den Emissionspegel der Quelle entspricht.

Eine rechnerische Ermittlung der Unsicherheiten ist in der Regel nicht erforderlich, sofern nachgewiesen wird, dass die Ergebnisse zuverlässig sind (s. Kapitel 4). Es ist zu begründen, inwiefern die in der Untersuchung verwendeten Ansätze zu einem maximal zu erwartenden Geräuschniveau führen.

2.7. ZUSAMMENFASSUNG

Zusammenfassende Darstellung der Aufgabenstellung, sowie Benennung der Hauptergebnisse der Untersuchung.

2.8. ANHANG

Im Anhang sind folgende Inhalte beizufügen:

- Literaturverzeichnis mit den verwendeten Vorschriften, Richtlinien und Unterlagen.

- Genehmigung des Untersuchungskonzeptes durch die Umweltverwaltung, wenn die Studie von einer *zugelassenen Stelle* durchgeführt wurde [6].
- Schallquellenplan.
- Messprotokoll (falls erforderlich).
- Detaillierte Emissionstabellen der im Modellansatz enthaltenen Quellen mit ihren wichtigsten Parametern (bspw. Quellentyp, Länge oder Fläche, Koordinaten, Schalleistungspegel / Innenpegel / Schalldämmmaße, Oktav- oder Terzspektrn).
- Darstellung der *Immissionsorte* auf einem (oder mehreren) Planausschnitten inklusive Fotodokumentation (s. Kapitel 2.2.2).
- Detaillierte Tabelle mit den Ergebnissen der Ausbreitungsberechnung für die *maßgeblichen Immissionsorte*, in der die Teil-Immissionspegel der einzelnen Schallquellen inkl. der jeweiligen Korrekturen (Zeit- und Richtungskorrekturen) und Ausbreitungsdämpfungen nach [7] je *Immissionsort* angegeben sind.

Detaillierte Emissions- und Ausbreitungstabellen sollen eine Überprüfung der Plausibilität von Emissionsansätzen und Ausbreitungsbedingungen ermöglichen.

2.9. WEITERE ANFORDERUNGEN AN DIE BERICHTERSTATTUNG

Bei der Berichterstattung sind folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Angabe einer eindeutigen Referenz (Berichtsnummer, Aktenzeichen o.ä.), sowie Datum und Unterschrift der verantwortlichen Person.
- Vorhandensein eines Inhaltsverzeichnisses.
- Anforderungen an die Tabellen:
 - Verwendung einer fortlaufenden Nummerierung,
 - Einheitliche Beschriftung,
 - Tabellenverzeichnis.
- Anforderungen an Abbildungen:
 - Verwendung einer fortlaufenden Nummerierung,
 - Einheitliche Beschriftung,
 - Kennzeichnung von *Immissionsorten*, Anlagengeländen, Quellen etc.,
 - Verwendung einer Hintergrundkarte und eines Maßstabs / Nordpfeils, um eine Orientierung in der Umgebung zu ermöglichen,
 - Abbildungsverzeichnis.

Insbesondere in Hinblick auf die ergänzende Übergabe der Lärmimpactstudien als PDF ist auf eine hinreichende Qualität und Lesbarkeit der Abbildungen zu achten.

2.10. DATENÜBERGABE AN DIE UMWELTVERWALTUNG

Die Übermittlung der Daten an die Umweltverwaltung hat entsprechend den Zulassungsbedingungen gemäß Gesetz vom 21. April 1993 [6] zu erfolgen (E-Mail: etudesOA@aev.etat.lu).

3. MODELLIERUNG UND AUSBREITUNGSBERECHNUNG

In den meisten Fällen ist für die Ermittlung von Geräuschimmissionen einer *Anlage* oder *Baustelle* eine Ausbreitungsberechnung einer Immissionsmessung vorzuziehen oder sogar die einzig mögliche Methode um die Immissionspegel einer *Anlage* an den *maßgeblichen Immissionsorten* zu ermitteln (z.B. hohes Fremdgeräuschniveau, Prognose, alternative Szenarien, Messort unzugänglich).

3.1. ANFORDERUNGEN AN ART, HERKUNFT UND STAND DER EINGANGSDATEN

Generell sollten nur auf Plausibilität und Aktualität geprüfte Eingangsdaten verwendet werden (z.B. durch einen Ortstermin). Dies gilt u.a. für:

- Hintergrundkarten und Luftbilder,
- *3D-Gebäudemodell* (mind. Detaillierungsstufe LoD1),
- Topographische Daten (Höhenlinien oder –punkte) zur Berechnung des digitalen Geländemodells,
- Bodenbeschaffenheit (für *Baulärm*: Aushubarbeiten),
- Emissionsdaten.

Emissionsdaten können aus Studien, Erfahrungswerten, eigenen Messungen oder Herstellerangaben stammen (vgl. hierzu auch Kapitel 2.3.4). Im letzteren Fall empfiehlt es sich bzgl. der Unsicherheiten mit Anforderungswerten zu arbeiten (z.B. L_{WAd} = Einzahlgewichteter Geräuschemissionswert nach EN ISO 4871 [14], der bereits alle Unsicherheiten enthält und somit die obere Grenze darstellt).

3.2. ANFORDERUNGEN AN DIE AUSBREITUNGSBERECHNUNG

Besonderheiten in der Anwendung der ISO 9613-2 [7] im Großherzogtum Luxemburg zur Ermittlung der an den *Immissionsorten* verursachten Geräuschimmissionen:

- Zwei *Bezugszeiträume*: Tag (7 bis 22 Uhr) und Nacht (22 bis 7 Uhr),
- L_{AT} (DW), der A-bewertete Dauerschalldruckpegel bei Mitwind ist gemäß Gleichung 5 der ISO 9613-2 [7] zu verwenden. Eine meteorologische Korrektur C_{met} wird somit nicht berücksichtigt ($C_0 = 0$ dB),
- Die Berechnung der Schallpegel ist für alle Stockwerke und eine Anzahl von Punkten durchzuführen, die mit Sicherheit die Bestimmung des maßgeblichen Stockwerks oder Punktes ermöglicht (im Nachhinein/nach Berechnung) oder bei unbebauten Grundstücken in Übereinstimmung mit dem PAG (Plan d'aménagement général), PAP (Plan d'Aménagement Particulier) oder der kommunalen Bauordnung für den maßgeblichen Punkt des Baugrundstücks. Wenn keine Informationen vorliegen, wird eine Höhe von 4 m in Anlehnung an DIN 45645-1 [11] festgelegt.
- Die Umgebungsparameter sollen folgendermaßen festgelegt werden:

- Luftfeuchtigkeit :70%
- Temperatur: 10°C
- Luftdruck: 1013.3 mbar.
- Für atypische Lärmquellen (aufgrund der Quellhöhe oder der Richtcharakteristik) sind spezifische Regelungen zu beachten (z.B. Schießlärm, Windenergieanlagen, siehe auch Kapitel 4.1).

Für die schalltechnischen Berechnungen sind vorzugsweise validierte spektrale Daten zu verwenden. Daraus ergeben sich z.B. folgende Vorteile:

- Berücksichtigung *tieffrequenter Geräusche am Immissionsort*,
- Ermittlung von spektral angepassten Schallminderungsmaßnahmen wie Schalldämpfer oder Kapselungen,
- Höhere Genauigkeit bei der Ausbreitungsberechnung nach ISO 9613-2 [7] (Dämpfung durch atmosphärische Absorption und Bodeneffekt).

3.3. ZU VERWENDEDE INDIKATOREN

Als gängige Praxis werden die Geräuschimmissionspegel $L_{AT}(DW)$ (A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel) für die *Bezugsperioden*:

lauteste Stunde tags zwischen 7 und 22 Uhr und

lauteste Stunde nachts zwischen 22 und 7 Uhr

ermittelt.

In besonderen Fällen können in Absprache mit der Umweltverwaltung ergänzend auch zusätzliche Indikatoren festgelegt werden.



Für *Baulärm* sind zusätzlich zur *Bezugsperiode* „lauteste Stunde tags“ auch die Geräuschimmissionspegel L_{Aeq} für den gesamten Bezugszeitraum tags (7 bis 22 Uhr, d.h. eine *Bezugsperiode* von 15 Stunden) zu ermitteln und darzustellen.

Bei Arbeiten nach 19 Uhr ist zusätzlich die „lauteste Stunde zwischen 19 und 22 Uhr“ zu betrachten. In diesem Fall müssen die Geräuschimmissionspegel L_{Aeq} für diese *Bezugsperiode* auch ermittelt und dargestellt werden.

Innerhalb von *geschlossenen Wohnsiedlungen* ist es grundsätzlich verboten, nachts auf Baustellen zu arbeiten. Es ist jedoch möglich, vor Beginn der Arbeiten eine Ausnahmege-
nehmigung zu beantragen (E-Mail: bruit@aev.etat.lu).

3.4. ANFORDERUNGEN AN DIE AUSGABE DER ERGEBNISSE

Zur Bewertung der Ergebnisse der Einzelpunktberechnung werden folgende Angaben benötigt:

- Angabe des jeweils maßgeblichen Geschosses der jeweiligen *Immissionsorte*,

- Zusammenfassende Tabelle, in der die Teil-Immissionspegel für *stationäre* und *mobile Schallquellen* und die Gesamtpegel je *Immissionsort* für die jeweils maßgebliche Geschosshöhe in der jeweiligen *Bezugsperiode* dargestellt werden,
- Gegenüberstellung der Ergebnisse mit den Bewertungskriterien gemäß Abstimmung mit der Umweltverwaltung (z.B. vorgeschlagene Immissionsrichtwerte),
- Ggf. ergänzende Erstellung von Lärmkarten (vgl. Kapitel 2.5).



Spezialfall bei Baumaschinen, die über eine Flächenquelle definiert wurden:

In der gängigen Praxis werden Baumaschinen über Flächenschallquellen entsprechend der Ausdehnung deren Einsatzfläche modelliert. Die A-bewerteten Mittelungspegel stellen daher die mittleren Geräuschpegel bei einer gleichmäßigen Nutzung aller berücksichtigten Baumaschinen über die gesamte Fläche dar.

Wenn das Verhältnis zwischen der Entfernung der Flächenquelle zum Immissionsort und der Ausdehnung der Flächenquellen gering ist, können die Geräuschpegel je nach der punktuellen Position der Baumaschinen und Prozesse auf dieser Flächenquelle höher oder niedriger sein als bei dem vereinfachten Ansatz der gleichmäßigen Verteilung der Schallleistung über die gesamte Flächenquelle. In diesem Fall ist auch die maximale Abweichung zwischen dem mittleren Geräuschpegel über die gesamte Flächenquelle und dem bei ungünstigster Maschinenkonstellation anzugeben.

4. GERÄUSCHMESSUNGEN

Bei Geräuschmessungen kann grundsätzlich zwischen Geräuschemissions- (quellenseitig) und Geräuschimmissionsmessungen unterschieden werden.

Geräuschemissionsmessungen können in folgenden Fällen erforderlich werden (vgl. hierzu Kapitel 4.4):

- Datenerhebung zur Ermittlung von Schallleistungspegeln und spektralen Eigenschaften von Geräuschquellen als Eingangsdaten für Geräuschimmissionsprognosen,
- Abnahmemessungen von Geräuschquellen zur Überprüfung von Auflagen aus Betriebsgenehmigungen.

Geräuschimmissionsmessungen können in folgenden Fällen erforderlich werden (vgl. hierzu Kapitel 4.5):

- Immissionsseitige Abnahmemessungen zur Überprüfung von Auflagen aus Betriebsgenehmigungen,
- Anwohnerbeschwerden,
- Ermittlung bzw. Überprüfung der *Geräuschvorbelastung* (s. Kapitel 2.1),
- Referenzpunktmessung zur Kontrolle von Prognoseergebnissen.

4.1. MESSNORMEN

Nachfolgend werden die am häufigsten verwendeten Normen für die Durchführung von emissionsseitigen und immissionsseitigen Geräuschmessungen aufgeführt. Die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Vergleichbare Normen der Nachbarländer können gegebenenfalls nach Absprache mit der Umweltverwaltung ebenfalls herangezogen werden.

- Emissionsmessung zur Bestimmung von Schallleistungspegeln:
 - EN ISO 3740, Akustik - Bestimmung des Schallleistungspegels von Geräuschquellen — Leitlinien zur Anwendung der Grundnormen, Ausgabe 01.11.2000.
 - EN ISO 3744, Akustik - Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über ein über einer reflektierenden Ebene, Ausgabe 01.10.2010.
 - EN ISO 3746, Akustik - Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 3 über einer reflektierenden Ebene, Ausgabe 01.03.2011.
 - EN ISO 3747, Akustik - Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Verfahren der Genauigkeitsklassen 2 und 3 zur Verwendung in situ in einer halligen Umgebung, Ausgabe 01.12.2010.
 - ILNAS-EN ISO 9614-1, Akustik - Bestimmung der Schallleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen - Teil 1: Messungen an diskreten Punkten (ISO 9614-1:1993), Ausgabe 01.08.2009.

ILNAS-EN ISO 9614-2: Akustik - Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen - Teil 2: Messung mit kontinuierlicher Abtastung (ISO 9614-2:1996), Ausgabe 01.08.1996.

EN ISO 9614-3, Akustik - Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen - Teil 3: Scanning-Verfahren der Genauigkeitsklasse 1, Ausgabe 01.08.2009.

EN ISO 15186-2: Akustik - Bestimmung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen aus Schallintensitätsmessungen - Teil 2: Messungen am Bau, Ausgabe 01.06.2003.

VDI 3745 Blatt 1 „Beurteilung von Schießgeräuschimmissionen, Ausgabe 01.05.1993 (in Luxemburg finden die Kapitel 1 bis 4 Anwendung).

EN 61400-11 (VDE 0127-11): Windenergieanlagen – Teil 11: Schallmessverfahren.

- Immissionsmessung:

ISO 1996-1:2016 Akustik - Beschreibung, Messung und Beurteilung von Umgebungslärm - Teil 1: Grundlegende Kenngrößen und Beurteilungsverfahren

ISO 1996-2:2017 Akustik - Beschreibung, Beurteilung und Messung von Umweltlärm - Teil 2: Bestimmung des Umgebungslärmpegels

DIN 45680 „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft“, Ausgabe 01.03.1997.

DIN 45680 Beiblatt 1 „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft - Hinweise zur Beurteilung bei gewerblichen Anlagen, 01.03.1997.

4.2. ANFORDERUNGEN AN DIE MESSAUSRÜSTUNG

Es sind Schallpegelmessgeräte der Genauigkeitsklasse 1 nach EN 61672-1 [13] zu verwenden.

Die im Anhang der Großherzoglichen Verordnung von 1979 [2] enthaltenen Anforderungen an die Schallpegelmessgeräte (IEC N° 123 / IEC N° 179 - später IEC 651 und IEC 804) sind nicht mehr gültig. Aktuell gilt die EN 61672-1 [13].

Im Messprotokoll sind Aussagen zu Typ, Genauigkeitsklasse und Kalibrierung der Geräte zu machen. Vor und nach jeder Messung sind die Schallpegelmessgeräte mit dem zugehörigen Kalibrator zu kalibrieren.

4.3. ANFORDERUNGEN AN DAS MESSPROTOKOLL

Das Messprotokoll sollte folgende Informationen enthalten:

- Allgemeines:
 - Messobjekt: Bezeichnung der *Anlage* / kurze Beschreibung der betrachteten Schallquellen,
 - Lage der gemessenen Schallquellen auf einem Lageplan,
 - Datum und Uhrzeit der Messungen,
 - Bearbeiter: Name und Funktion (*Zugelassene Stelle* oder sonstige Fachstelle),

- Meteorologische Bedingungen während der Messung (Windrichtung und -geschwindigkeit, Niederschlag, Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit),
 - Eingesetzte Messgeräte, mit Angabe des Typs des Windschirms,
 - Verwendete Mess- und Auswerteverfahren,
 - Betriebszustände der Schallquellen, die während der Messungen berücksichtigt wurden,
 - Fremdgeräuschsituation während der Messungen, ggf. Schallpegelkorrekturen,
 - Ggf. Fotos der Schallquellen.
- Messergebnisse und Auswertung:
 - Die Messungen sind frequenzabhängig durchzuführen und zu dokumentieren.
 - Dauer der Messungen sind anzugeben.
 - Zu dokumentierende Messwerte:
 - L_{Aeq}: A-bewerteter Mittelungspegel,
 - L_{AFmax}: A-bewerteter Maximalwert des Schalldruckpegels.
 - Nach Bedarf können zusätzlich folgende Messwerte dokumentiert werden:
 - L_{AFTeq}: A-bewerteter Taktmaximal-Mittelungspegel (Taktzeit = 5s),
 - L_{AF90}: A-bewerteter 90%-Pegel des Schalldruckpegels;
 - L_{AF95}: A-bewerteter 95%-Pegel des Schalldruckpegels;
 - L_{AF99}: A-bewerteter 99%-Pegel des Schalldruckpegels.
 - Die Ermittlung der Schalleistungspegel aus den Messergebnissen ist nachvollziehbar zu dokumentieren (Messabstand, durchgeführte Korrekturen etc.).
 - Ggf. vorhandene *Tonhaltigkeiten*, *Impulshaltigkeiten* oder *tieffrequente Geräusche* sind zu dokumentieren.

4.4. EMISSIONSMESSUNGEN

Bei der Durchführung von Emissionsmessungen sollte mindestens die Genauigkeitsklasse 2 gemäß EN ISO 3744 [10] / EN ISO 3747 [11] angestrebt werden.

4.5. IMMISSIONSMESSUNGEN

Bei der Durchführung von Immissionsmessungen gelten folgende Anforderungen (in Absprache mit der Umweltverwaltung) (vgl. hierzu auch DIN 45645 Teil 1 [15]):

- Wahl eines geeigneten Messortes³,
- Durchführung einer *Fremdgeräuschkorrektur*, sofern erforderlich,
- Berücksichtigung des korrekten Betriebszustands, ggf. Simulation von Vorgängen,

³ Für Schallimmissionsmessungen, die nicht im Rahmen des modifizierten Gesetzes vom 10 Juni 1999 [3] erstellt werden, ist abweichend von diesem Leitfaden der Anhang der geänderten großherzoglichen Verordnung von 1979 [2] maßgeblich.

- Ausreichende Messdauer zur Ermittlung von repräsentativen Ergebnissen (insbesondere bei schwankenden, ton- oder impulshaltigen Geräuschen),
- Durchführung der Immissionsmessung nur bei geeigneten Wetterbedingungen (schallausbreitungsgünstige Wetterlagen wie z.B. Mitwind).
Bei ungeeigneten Wetterbedingungen, wie stärkerem Regen, Schneefall, hohen Windgeschwindigkeiten, gefrorenem oder schneebedecktem Boden, sollten keine Immissionsmessungen erfolgen.

ANHANG 1

: **Vorschriften, Richtlinien und Unterlagen**

- [1] Loi modifiée du 21 juin 1976 relative à la lutte contre le bruit.
- [2] Règlement grand-ducal modifié du 13 février 1979 concernant le niveau de bruit dans les alentours immédiats des établissements et des chantiers.
- [3] Loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés.
- [4] Loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement.
- [5] Règlement grand-ducal modifié du 10 mai 2012 portant nouvelle nomenclature et classification des établissements classés.
- [6] Loi du 21 avril 1993 relative à l'agrément de personnes physiques ou morales privées ou publiques, autres que l'Etat pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement.
- [7] ISO 9613-2 „Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Ausgabe 01.12.1996.
- [8] DIN 45680 „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft“, Ausgabe 01.03.1997.
- [9] EN ISO 3740, Akustik - Bestimmung des Schalleistungspegels von Geräuschquellen — Leitlinien zur Anwendung der Grundnormen, Ausgabe 01.11.2000.
- [10] EN ISO 3744, Akustik - Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über ein über einer reflektierenden Ebene, Ausgabe 01.10.2010.
- [11] EN ISO 3746, Akustik - Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 3 über einer reflektierenden Ebene, Ausgabe 01.03.2011

- [12] EN ISO 3747, Akustik - Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Verfahren der Genauigkeitsklassen 2 und 3 zur Verwendung in situ in einer halligen Umgebung/, Ausgabe 01.12.2010.
- [13] EN 61672-1: Elektroakustik - Schallpegelmesser - Teil 1: Anforderungen, Ausgabe 01.12.2013.
- [14] EN ISO 4871 „Akustik – Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten (ISO 4871:1996)“, Ausgabe August 2009.
- [15] DIN 45645 „Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen“, Teil 1: „Geräuschemissionen in der Nachbarschaft“, Ausgabe 01.07.1996.
- [16] DIN 18005 „Schallschutz im Städtebau“, Teil 1: „Grundlagen und Hinweise für die Planung“, Ausgabe Juli 2002.
- [17] DIN 18005 „Schallschutz im Städtebau“, Teil 2: „Lärmkarten – Kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen“, Ausgabe 01.09. 1991.
- [18] DIN 18300 „VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV – Erdarbeiten).
- [19] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, RLS-90 Ausgabe 1990. Der Bundesminister für Verkehr, Abt. Straßenbau.
- [20] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, RLS 19 Ausgabe 2019. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV 052).
- [21] Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen.
- [22] Richtlinie 2005/88/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2005 zur Änderung der Richtlinie 2000/14/EG über die Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen.
- [23] Règlement grand-ducal modifié du 21 décembre 2001 portant application de la directive 2000/14/CE du Parlement Européen et du Conseil du 8 mai 2000 concernant le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux émissions sonores dans l’environnement des matériels destiné à être utilisés à l’extérieur des bâtiments.
- [24] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden 2004.
- [25] DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen“, Ausgabe Januar 2018.

ANHANG 2

: **Begriffsbestimmungen**

3D-Gebäudemodell	<p>Bei 3D-Gebäudemodellen differenziert man zwischen den Detailstufen LoD1 und LoD2 (Level of Detail):</p> <p>LoD1: Modellierung des Gebäudes als Klötzchenmodell. Die Gebäudegrundfläche aus dem Liegenschaftskataster wird um die Gebäudehöhe ergänzt.</p> <p>LoD2: Modellierung des Gebäudes als Strukturmodell. Die Gebäude enthalten zusätzlich eine standardisierte Dachform, wie z. B. Sattel- oder Walmdach.</p>
Anlage	<p>Im Sinne des Artikels 2 der Großherzoglichen Verordnung von 1979 handelt es sich um sämtliche privaten oder öffentlichen Unternehmen aus den Bereichen Industrie, Handwerk, Handel, Landwirtschaft und Weinbau. Eine Anlage kann eine <i>genehmungsbedürftige Anlage</i> sein.</p>
Anlagenlärm	<p>Geräuschimmissionen, welche einer <i>Anlage</i> zuzuordnen sind.</p>
Außenbereich	<p>Außerhalb von „<i>geschlossenen Wohnsiedlungen</i>“ befindliche, meist dörflich / ländlich geprägte Streubebauung.</p> <p>(< 5 Häuser in einem Umkreis von 100 m – vgl. demgegenüber: „<i>geschlossene Wohnsiedlung</i>“).</p>
Baulärm	<p>Geräuschimmissionen, welche einer <i>Baustelle</i> zuzuordnen sind.</p>
Baustelle	<p>Im Sinne des Artikels 2 der geänderten großherzoglichen Verordnung von 1979 handelt es sich um private oder öffentliche Baustellen im Hoch- und Tiefbau inklusive Reparatur- und Aushubarbeiten sowie Lagerung. Eine Baustelle kann auch eine <i>genehmungsbedürftige Anlage</i> sein.</p>
Bezugsperiode	<p>In Anlehnung an den Anhang der geänderten großherzoglichen Verordnung von 1979 ist die <i>Bezugsperiode</i> abhängig von der Umgebung, der Lärmart und der Lärmcharakteristik festzulegen. Die <i>Bezugsperiode</i> soll bei einem schwankenden Schalldruckpegel die Bildung eines repräsentativen Wertes ermöglichen. Hiernach kann die <i>Bezugsperiode</i> zwischen 30 Minuten und dem gesamten <i>Bezugszeitraum</i> liegen. Dies gilt in der gängigen Praxis sowohl für Messungen als auch für Prognosen.</p> <p>In der gängigen Praxis werden als <i>Bezugsperioden</i> die lauteste Stunde tags und die lauteste Stunde nachts angesetzt. Die Verwendung anderer <i>Bezugsperioden</i> ist vorab mit der Umweltverwaltung abzuklären.</p>

Bezugszeitraum	Die Bezugszeiträume sind: - tags zwischen 7 und 22 Uhr, - nachts zwischen 22 und 7 Uhr.
Fremdgeräusch	Fremdgeräusche sind alle Geräusche, die nicht von der zu beurteilenden <i>Anlage</i> oder <i>Baustelle</i> ausgehen.
Genehmigungsbedürftige Anlage	Klassifizierte Einrichtung (einschließlich <i>Baustelle</i>) gemäß dem geänderten Gesetz vom 10. Juni 1999.
Geräuschvorbelastung	Bestehende Geräuschbelastung an einem <i>Immissionsort</i> durch <i>Anlagen-</i> (= gewerbliche <i>Geräuschvorbelastung</i>) bzw. <i>Baulärm ohne die zu bewertende Anlage bzw. Baustelle</i> .
Gesamtbaustellendauer	Geplante Dauer für die Durchführung von allen Bauphasen, auch wenn schalltechnisch nicht relevant (Abriss, Aushub, Aufschüttung und Bau).
Gesamtbelastung (hier: <i>Anlagenlärm</i>)	Geräuschbelastung an einem <i>Immissionsort</i> als Summe der Geräuschimmissionen aller vorhandenen und ggf. geplanten <i>Anlagen</i> .
Gesamtbelastung (hier: <i>Baulärm</i>)	Geräuschbelastung an einem <i>Immissionsort</i> als Summe der Geräuschimmissionen aller vorhandenen und ggf. geplanten <i>Baustellen</i> , solange sich diese ggf. zeitlich überlappen können.
Geschlossene Wohnsiedlung (Agglomération)	<p>Nach Artikel 2 der geänderten großherzoglichen Verordnung von 1979 handelt es sich um eine Ansammlung von mind. 5 Wohnhäusern in einem Umkreis von 100 m (dabei liegt das Zentrum des Kreises nicht zwingend auf einem der Wohngebäude), die dauerhaft oder für mindestens 3 Monate im Jahr der menschlichen Bewohnung dienen.</p> <p>Ein Grundstück, das derzeit nicht bebaut ist, aber gemäß PAG eine Baugenehmigung erhalten kann, wird wie die oben erwähnten Wohngebäude behandelt.</p>
Immissionsort	s. <i>maßgeblicher Immissionsort</i> .
Immissionsrichtwert bzw. Spezifischer Immissionsrichtwert	<p>Gesamtimmissionspegel (von der zu betrachtenden <i>Anlage</i> und den bestehenden <i>Anlagen</i>; oder von der zu betrachtenden <i>Baustelle</i> und den bestehenden <i>Baustellen</i>) unter Berücksichtigung der Einteilung der Siedlung in Zonen gemäß Artikel 3 der geänderten großherzoglichen Verordnung von 1979 einzuhalten ist.</p> <p>Für eine einzelne <i>Anlage</i> oder <i>Baustelle</i> gilt oft ein <i>spezifischer Immissionsrichtwert</i>, der ggf. unter Berücksichtigung der <i>Geräuschvorbelastung</i> in Absprache mit der Umweltverwaltung für die schalltechnische Untersuchung festgelegt und herangezogen wird.</p>

Impulshaltigkeit	<p>Gemäß Anhang der geänderten großherzoglichen Verordnung von 1979 sind Geräusche impulshaltig, sofern sie den Grundsollpegel der Messung am Immissionsort wiederholt um 10 dB überschreiten. In diesem Fall muss der messtechnisch erfasste Wert um 5 dB angehoben werden.</p> <p>Der A-bewertete Taktmaximal-Mittelungspegel (Taktzeit = 5s) L_{AFTeq} kann hilfsweise zur Feststellung des Auftretens von Impulshaltigkeiten während einer Immissionsmessung herangezogen werden. Ergänzungen zur Bewertung von Impulshaltigkeit gemäß Règlement grand-ducal 1979 sind in Bearbeitung und werden in einer separaten Anweisung von der Umweltverwaltung veröffentlicht.</p>
Lärmzonen	<p>Nach den Kriterien des Artikels 3 der geänderten großherzoglichen Verordnung von 1979 eingestufte Gebiete, für die <i>Immissionsrichtwerte</i> für den <i>Anlagen-</i> und/oder <i>Baulärm</i> gelten.</p>
Maßgeblicher Immissionsort	<p>Nach den Artikeln 2 und 3 der geänderten großherzoglichen Verordnung von 1979 ist die nächstgelegene bebaute Fläche (bei <i>Anlagen</i> und <i>Baustellen</i>) oder potentiell zu bebauende Fläche (bei <i>Anlagen</i>) in der sich Menschen, entweder ständig oder in regelmäßigen oder kurzen Abständen, aufhalten als maßgeblich zu betrachten.</p> <p>In der gängigen Genehmigungspraxis werden die am stärksten belasteten sensiblen Nutzungen als <i>maßgebliche Immissionsorte</i> betrachtet. Diese müssen nicht zwangsläufig die nächstgelegenen Nutzungen darstellen, es kann sich auch um weiter weg gelegene Nutzungen handeln, die stärker belastet bzw. je nach Lärmzone ggf. strenger zu bewerten sind. Der maßgebliche Immissionsort liegt:</p> <ul style="list-style-type: none">• 0,5 m außerhalb vor der Mitte des geöffneten Fensters des vom Geräusch am stärksten betroffenen <i>schutzbedürftigen Raumes</i> (z.B. gemäß DIN 4109 [25]).• Bei <i>Anlagenlärm</i> sind ggf. auch die im PAG für Wohnzwecke ausgewiesene unbebaute Flächen zu beachten. Dabei ist der <i>Immissionsort</i> entweder an den Rand der Baugrenzen oder bei nicht Vorhandensein von Baugrenzen 3 Meter von der Grundstücksgrenze und möglichst nah an der betrachteten Anlage zu positionieren. Die Höhe ist, sofern nicht anders im „Plan d'Aménagement Particulier“ (kurz PAP) festgelegt auf 4 Meter gemäß DIN 45645-1 [15] zu legen.• Hinweis für <i>Baustellen</i>: die Höhe des <i>maßgeblichen Immissionsorts</i> kann aufgrund von unterschiedlichen Quellenhöhen und -lagen je nach Baustellenphase bzw. Betriebsszenario variieren.• Bei mit der zu beurteilenden <i>Anlage</i> baulich verbundenen <i>schutzbedürftigen Räumen</i>, bei Körperschallübertragung sowie bei der Einwirkung <i>tieffrequenter Geräusche</i> in dem am stärksten betroffenen <i>schutzbedürftigen Raum</i>.

Bei Messungen können bei Bedarf Ersatzmesspunkte auf dem Ausbreitungsweg in ausreichendem Abstand zur Fassade gewählt werden.

Mobile Quellen	Dazu gehören mobile Quellen im Freien (z.B. Lkw-Fahrten und –Verladungen, Materialumschlag (außerhalb einer Halle, innerhalb wäre die Quellen der Halle als stationäre Quelle zuzuordnen), Bodenbearbeitungsgeräte (Walzenverdichtung), usw.).
Schutzbedürftige Räume	Räume eines Gebäudes, in denen Menschen sich aufhalten und gemäß DIN 4109 [25] einen Anspruch auf Schutz vor Lärm haben (z.B. Wohnküche, Wohnzimmer, Schlafzimmer, dennoch nicht reine Küche oder Badezimmer).
Stationäre Quellen	Dazu gehören Außenquellen (z.B. Lüftungs- oder Kälteanlagen) sowie die Schallabstrahlung über die Außenbauteile von Gebäuden (z.B. Fassaden, Dächer). Bei <i>Baustellen</i> werden auch quasi-stationäre Quellen, d.h. mit eingeschränkter Beweglichkeit während des Baustellenzeitraums (z.B. Kompressoren, Stromgeneratoren, Brecher, usw.) als <i>stationäre Quellen</i> kategorisiert.
Tieffrequente Geräusche	Geräusche mit vorherrschenden Energieanteilen im Frequenzbereich < 90 Hz.
Tonhaltigkeit	Hervortretende Einzeltöne im Spektrum eines Geräuschs, die auch subjektiv wahrnehmbar sind (nach Norm DIN 45681).
Untersuchungsgebiet	Der Untersuchungsgebiet umfasst die zu betrachtende <i>Anlage</i> bzw. <i>Baustelle</i> , die hierfür <i>maßgeblichen Immissionsorte</i> sowie andere gewerbliche <i>Anlagen</i> und/oder <i>Baustellen</i> oder Verkehrsdichte, die ebenfalls relevant auf diese <i>maßgeblichen Immissionsorte</i> einwirken.
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung (auf Französisch „Evaluation des incidences sur l’environnement“, kurz EIE) gemäß [4].
Zugelassene Stelle (frz. „organisme agréé“)	Stelle, die gemäß Gesetz vom 21.April 1993 [6] für die Durchführung von Studien und Untersuchungen im Bereich des Umweltschutzes zugelassen ist (hier: Zulassung nach Kompetenzpunkten B1 und E2).
Zusatzbelastung	Zu der bestehenden Belastung (= <i>Geräuschvorbelastung</i>) hinzukommende spezifische Geräuschbelastung durch die zu betrachtende <i>Anlage</i> oder <i>Baustelle</i> am <i>Immissionsort</i> .

ANHANG 3

: *Checkliste benötigter Unterlagen*

- **Betriebsgenehmigung sowie ggf. vorhandene gültige Lärmimpactstudien** (vgl. hierzu Kapitel 2.1 und 2.2.2).
Zuständige Stelle der Umweltverwaltung: E-Mail: infos@aev.etat.lu; Tel: +352 405656-600.
- **Hintergrundkarten** (Topografische Karte, Luftbild, Liegenschaftskarte - vgl. hierzu Kapitel 2.2.1, 2.2.2 und 3.1).
Nationales Geoportal des Großherzogtums Luxemburg, Thema: Allgemein, Katasterverwaltung; <http://map.geoportail.lu> (zuletzt besucht: 20.01.2022).
- **PAG oder PAP** in der aktuellsten rechtskräftigen Fassung sofern vorhanden (vgl. hierzu Kapitel 2.2.1 und 2.2.2).
Nationales Geoportal des Großherzogtums Luxemburg, Thema: PAG; <http://map.geoportail.lu> (zuletzt besucht: 20.01.2022) bzw. zuständige Gemeindeverwaltung.
- **Verkehrsdaten** (vgl. hierzu Kapitel 2.2.2).
Nationales Geoportal des Großherzogtums Luxemburg, Thema: Umwelt, Lärmbelastung; <http://map.geoportail.lu> (zuletzt besucht: 20.01.2022).
Portail des Ponts et Chaussées, Grand-Duché de Luxembourg; <https://travaux.public.lu/fr/infos-traffic.html> (zuletzt besucht: 20.01.2022).
- **Gebäudedaten** (vgl. hierzu Kapitel 2.3.1 und 3.1).
Nationales Geoportal des Großherzogtums Luxemburg, Thema: Allgemein, Infrastruktur und Kommunikation; <http://map.geoportail.lu> bzw. <https://data.public.lu/fr/datasets/batiments-3d-lod-1-level-of-detail-1-1/> (zuletzt besucht 20.01.2022).
- **Höhendaten** (vgl. hierzu Kapitel 2.3.1 und 3.1).
Nationales Geoportal des Großherzogtums Luxemburg, Thema: Allgemein, Oberflächendarstellung/Katasterverwaltung; <http://map.geoportail.lu> bzw. <https://lidar.geoportail.lu/> oder <https://data.public.lu/fr/datasets/lidar-2019-modele-numerique-de-la-surface-mns/> (zuletzt besucht: 20.01.2022).
- **Betriebsbeschreibung** (vgl. hierzu Kapitel 2.3.2 und 3.1) inkl. Lageplan des Vorhabens.