



# Windenergieprojekt Haldenstein

Schallgutachten

## Impressum

Auftraggeber  
Kontaktperson  
Adresse

Calandawind AG  
Jürg Michel  
Feldstrasse 17  
7023 Haldenstein

Datum  
Aktuelle Version  
Ältere Versionen  
Projektnummer  
Datei

15.09.2022  
Schlussbericht  
Bericht vom 18.11.2021  
21\_0170  
Schallgutachten\_Haldenstein\_v3.docx

Erstellt durch  
Genehmigt durch

Dominik Eggli  
15.09.2022 | Sara Koller

Gewährleistung

Meteotest gewährleistet ihren Kunden eine sorgfältige und fachgerechte Auftragsbearbeitung. Jegliche Haftung, insbesondere auch für Folgeschäden, wird im Rahmen des gesetzlich Zulässigen wegbedungen.

## Zusammenfassung

Die Calandawind AG plant bei Haldenstein den Bau einer zweiten Windenergieanlage (WEA) Oldis II rund 750 m südlich der bestehenden Anlage Oldis I. Im vorliegenden Gutachten werden die gesamten **Schallimmissionen der beiden Windenergieanlagen** auf die **Umgebung im Allgemeinen** und detaillierter auf die benachbarten **bewohnten Gebäude** untersucht.

Die prognostizierten Ergebnisse basieren auf Berechnungen nach den **nationalen Richtlinien** sowie der **Norm DIN ISO 9613-2** und den vom Auftraggeber bzw. den Anlageherstellern zur Verfügung gestellten **Standort- und Anlagedaten**. Die Berechnungen wurden für eine WEA des Typs Vestas V112-3.3 MW 50/60 Hz mit **Nabenhöhe von 119 m** und einem **Rotordurchmesser von 112 m** (bestehende Anlage OLDIS I) und eine WEA des Typs Vestas V136-4.0/4.2 MW 50/60 Hz mit **Nabenhöhe von 132 m** und einem **Rotordurchmesser von 136 m** (neue Anlage OLDIS II) durchgeführt.

Insgesamt wurden **13 Gebäude** als betroffene **Immissionspunkte** definiert.

Die Ergebnisse für die beiden Anlagen in Haldenstein zeigen Folgendes: Sowohl **tagsüber** werden die **Planungswerte von 60 dB(A) resp. 55 dB(A)** als auch **nachts von 55 dB(A) resp. 45 dB(A)** an **sämtlichen Immissionspunkten ohne Schallreduktionsmassnahmen unterschritten**.

Die folgende Tabelle zeigt die berechneten Immissions-Beurteilungspegel *Lr(Immission)* an den definierten Immissionspunkten.

Tabelle: Berechnete **Immissions-Beurteilungspegel** an den Immissionspunkten in der Umgebung der beiden WEA bei Haldenstein.

Nr	Planungswert Tag [dB(A)]	Lr (Immission) in dB(A) für den Tag	Planungswert Nacht [dB(A)]	Lr (Immission) in dB(A) für die Nacht
A	60	49.6	50	46.8
B	60	47.3	50	44.7
C	60	45.1	50	42.8
D	60	48.8	50	46.6
E	60	48.5	50	46.4
F	60	43.6	50	41.5
G	60	41.1	50	39.0
H	60	38.9	50	36.7
I	55	37.3	45	35.1
J	55	35.9	45	33.8
K	55	37.5	45	34.9
L	60	39.7	50	37.1
M	55	36.8	45	34.2

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Anlagenstandorte</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Rechtliche Grundlagen</b> .....	<b>8</b>
	3.1 Quellen .....	8
	3.2 Beurteilungspegel .....	8
	3.3 Pegelkorrekturen.....	9
	3.4 Dauer der Lärmphasen (Betriebsdauer) .....	9
	3.5 Belastungsgrenzwerte.....	9
	3.6 Immissionspunkte .....	10
<b>4</b>	<b>Methodik zur schalltechnischen Beurteilung</b> .....	<b>11</b>
	4.1 Standortspezifische Emissionsbeurteilungspegel .....	11
	4.2 Schallimmissionsberechnungen .....	11
	4.3 Hindernisse .....	12
	4.4 Prognoseunsicherheit.....	12
<b>5</b>	<b>Immissionspunkte</b> .....	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>15</b>
	6.1 Flächenhafte Ausbreitung der Schallimmissionen .....	15
	6.2 Immissions-Beurteilungspegel pro Immissionspunkt .....	15
<b>7</b>	<b>Schlussfolgerungen</b> .....	<b>16</b>
	7.1 Beurteilung.....	16
	7.2 Einordnung.....	16
	7.3 Reduktion der Störwirkung gemäss BAFU-Empfehlung .....	16
	7.4 Infraschall.....	17
	<b>Anhang A: Schallimmissionskarten</b> .....	<b>18</b>
	<b>Anhang B: Schalleistungskurven</b> .....	<b>20</b>

# 1 Einleitung

Bei Haldenstein im Kanton Graubünden plant die Calandawind AG den Bau einer zweiten Windenergieanlage (WEA) rund 750 m südlich der bereits bestehenden WEA. Meteotest wurde beauftragt, die durch die beiden WEA gemeinsam verursachten Schallimmissionen zu berechnen und zu beurteilen.

In Kapitel 2 werden die **WEA-Standorte** aufgezeigt und die **Dimensionen der Windturbinentypen** vorgestellt, mit welchen die Berechnungen gemacht wurden. Anschliessend wird auf die **rechtlichen Grundlagen** eingegangen (Kapitel 3). Kapitel 4 beschreibt die **Methodik zur schalltechnischen Beurteilung** und deren Unsicherheiten.

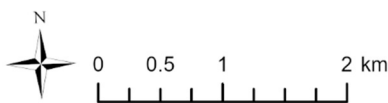
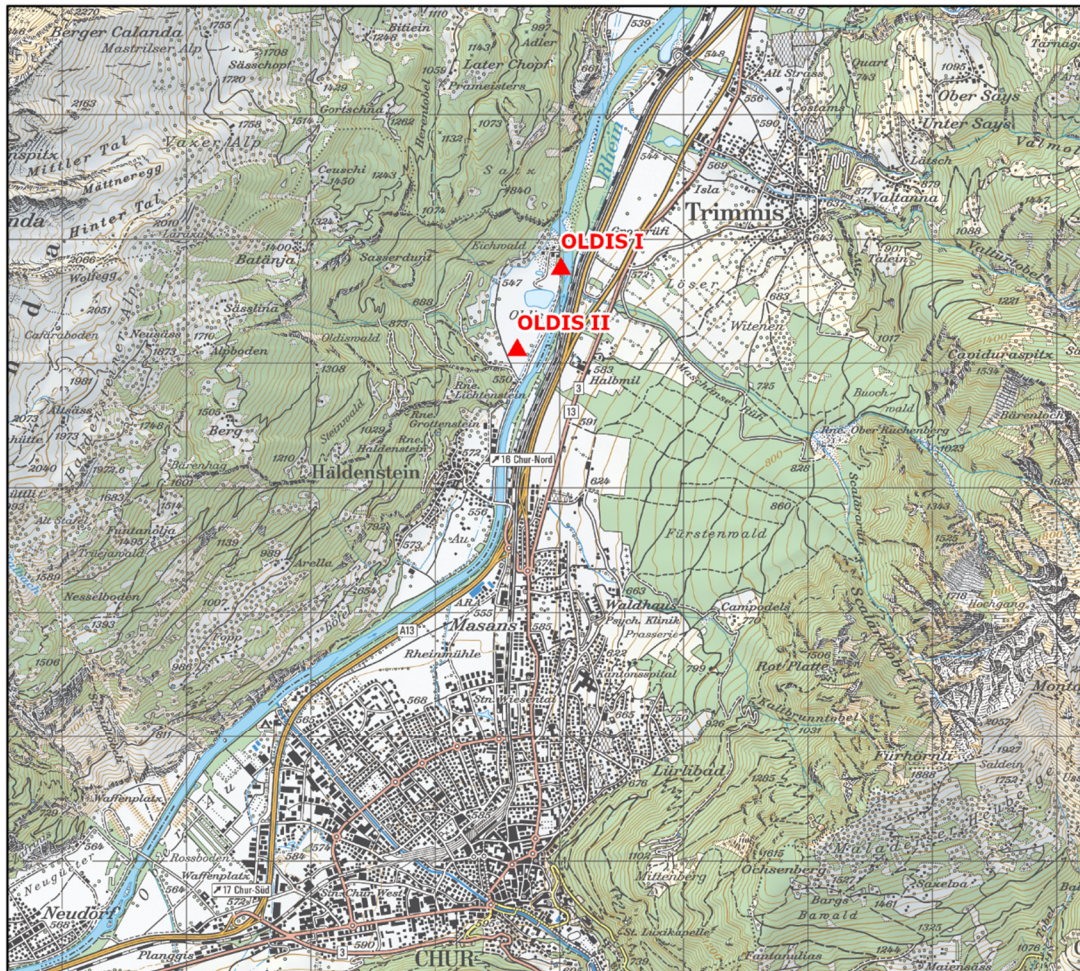
Kapitel 5 beinhaltet eine Übersicht zu den **untersuchten Immissionspunkten**.

Die Resultate befinden sich in Kapitel 6. Das Gutachten wird mit einer Beurteilung abgeschlossen (Kapitel 7).

Die **Schallimmissionskarten** befinden sich in Anhang A. In Anhang B sind die **Herstellerangaben zu den Emissionswerten der WEA ersichtlich** (Schalleistungskurven).

## 2 Anlagenstandorte

Die bestehende WEA sowie der Standort der neu geplanten WEA befinden sich im Rheintal rund 4 km nördlich der Stadt Chur und rund 2 km südwestlich der Ortschaft Trimmis. Die Abbildung 1 zeigt die Lage der beiden WEA. In Tabelle 1 werden die Koordinaten der WEA-Standorte angegeben.



▲ Windenergieanlagen

Hintergrundkarte:  
Bundesamt für Landestopografie  
Swisstopo



Abbildung 1: Standorte der WEA bei Haldenstein.

Tabelle 1: Standortkoordinaten und Höhen der bestehenden und der neu geplanten WEA bei Haldenstein (Landeskoordinaten CH1903+ LV95).

<b>WEA</b>	<b>X [m]</b>	<b>Y [m]</b>	<b>Höhe über Meer [m]</b>
Oldis I (bestehend)	2'760'010	1'195'797	546
Oldis II (neu geplant)	2'759'658	1'195'145	548

Die Berechnungen wurden für die bestehende Anlage des Typs Vestas V112 mit einer Nabenhöhe von 119 m und einem Rotordurchmesser von 112 m und für die neu geplante Anlage des Typs Vestas V136 mit einer Nabenhöhe von 132 m und einem Rotordurchmesser von 136 m durchgeführt. Die Schalleistungskurven der verwendeten Betriebsmodi sind im Anhang B zu finden.

## 3 Rechtliche Grundlagen

### 3.1 Quellen

Zur Beurteilung der von den beiden WEA ausgehenden Schallemissionen wurden folgende offiziellen Richtlinien und Quellen berücksichtigt:

- **Lärmschutz-Verordnung** vom 15. Dezember 1986 (LSV; SR 814.41, Stand am 1. Juli 2021).
- Infoblatt zu **Lärm von Windkraftanlagen, BAFU**, 5. Mai 2011.
- **EMPA-Bericht**: Lärmermittlung und Massnahmen zur Emissionsbegrenzung bei Windkraftanlagen (Untersuchungsbericht Nr. 452'460), EMPA im Auftrag des BAFU, 22. Januar 2010.
- **beco** Berner Wirtschaft, Richtlinie: **Lärmschutz bei Windkraftanlagen WKA**, Beurteilung nach Lärmschutzverordnung (LSV) vom Juli 2012.

### 3.2 Beurteilungspegel

Der Beurteilungspegel wurde nach LSV berechnet (LSV Anhang 6, Art. 3.1):

$$Lr = 10 \cdot \log \sum_i 10^{0,1 Lr,i}$$

Der Teilbeurteilungspegel  $Lr,i$  wird für die durchschnittliche tägliche Dauer der Lärmphase  $i$  wie folgt berechnet:

$$Lr,i = Leq,i + K1,i + K2,i + K3,i + 10 \cdot \log(ti / to)$$

Dabei bedeuten:

- $Leq,i$  = A-bewerteter Mittelungspegel während der Lärmphase  $i$
- $K1,i - K3,i$  = Pegelkorrekturen für die Lärmphase  $i$
- $ti$  = durchschnittliche tägliche Dauer der Lärmphase  $i$  in Minuten
- $to = 720$  Minuten

Es muss jeweils ein Beurteilungspegel für den Tag und einer für die Nacht berechnet werden (LSV Anhang 6, Art. 31). Die Perioden sind folgendermassen definiert (lokale Zeit):

- Tag: 07 bis 19 Uhr
- Nacht: 19 bis 07 Uhr

### 3.3 Pegelkorrekturen

Für die Pegelkorrekturen wurden gemäss beco folgende Werte eingesetzt:

- $K1$  (Art der Lärmquelle) = 5 dB(A)
- $K2$  (Hörbarkeit des Tongehalts) = 0 dB(A)
- $K3$  (Hörbarkeit des Impulsgehalts) = 4 dB(A)

Bei ausgewiesener Abschirmung kann  $K3$  reduziert oder gar weggelassen werden. Eine Abschirmung kann gegeben sein, wenn massive Hindernisse wie Gebäude oder Wälder die Sichtlinie zwischen WEA und Immissionspunkt unterbrechen oder wenn sämtliche lärmempfindlichen Räume von den WEA abgewandt sind (beco 2012).

### 3.4 Dauer der Lärmphasen (Betriebsdauer)

Es wird davon ausgegangen, dass die WEA dauernd im Betrieb sind:  $t_i/t_o = 1$ .

### 3.5 Belastungsgrenzwerte

In Anhang 6 der LSV werden die Belastungsgrenzwerte für Industrie- und Gewerbelärm aufgeführt. Eine Zusammenfassung davon ist in Tabelle 2 ersichtlich. In Art. 7 LSV wird vorgeschrieben, dass die Lärmemissionen einer Neuanlage so weit begrenzt werden müssen, "dass die von der Anlage allein erzeugten Lärmimmissionen die Planungswerte nicht überschreiten".

Tabelle 2: Belastungsgrenzwerte für Industrie- und Gewerbelärm in der Schweiz nach LSV.

Empfindlichkeitsstufe (ES) <sup>1</sup>	Planungswert [dB(A)]		Immissionsgrenzwert [dB(A)]		Alarmwert [dB(A)]	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
I	50	40	55	45	65	60
II	55	45	60	50	70	65
III	60	50	65	55	70	65
IV	65	55	70	60	75	70

<sup>1</sup> Empfindlichkeitsstufen (Art. 43 LSV):

I: Erholungszonen

II: Wohnzonen

III: Wohn- und Gewerbebezonen (Mischzonen) sowie Landwirtschaftszonen

IV: Industriezonen

Die Vollzugsbehörde kann gemäss Art. 7 Abs. 2 LSV Erleichterungen beim Planungswert gewähren, wenn kumulativ ein überwiegendes öffentliches Interesse über dem Interesse der Bevölkerung am Schutz vor Lärm besteht und die technisch machbaren Massnahmen zu einer unverhältnismässigen Belastung der Anlage führen würden. Die Immissionsgrenzwerte dürfen jedoch in keinem Fall überschritten werden.

### **3.6 Immissionspunkte**

Lärmempfindliche Räume sind gemäss LSV Art.2 Abs.6 "a) *Räume in Wohnungen, ausgenommen Küchen ohne Wohnanteil, Sanitärräume und Abstellräume* und b) *Räume in Betrieben, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten, ausgenommen Räume für die Nutztierhaltung und Räume mit erheblichem Betriebslärm*".

Gemäss der beco Richtlinie müssen Immissionspunkte berücksichtigt werden sofern sie:

- ES II: Immissionspunkte innerhalb eines Radius von 450 m (ab Lärmquelle) liegen)
- ES III: Immissionspunkte innerhalb eines Radius von 300 m (ab Lärmquelle) liegen

## 4 Methodik zur schalltechnischen Beurteilung

### 4.1 Standortspezifische Emissionsbeurteilungspegel

Für die Berechnungen wurde, gemäss Kapitel 3.2, für jeden WEA-Standort, gemäss LSV Anhang 6, Art. 3.1, jeweils ein Emissionsbeurteilungspegel für den Tag und für die Nacht berechnet. Tabelle 3 zeigt die verwendeten Werte.

Bei beiden Anlagen wurden für die Berechnungen die nicht schallreduzierten Betriebsmodi 0 verwendet.

Tabelle 3: Standortspezifische Schalleistungspegel ( $L_r(Emission)$ ) für den Tag und für die Nacht.

Standort	Tag [dB(A)]	Nacht [dB(A)]
Oldis I (bestehend)	113.2	111.1
Oldis II (neu geplant)	107.8	104.8

### 4.2 Schallimmissionsberechnungen

Die Schallimmissionen wurden mit der Software WindPRO V.3.4<sup>2</sup> und dem Modul DECIBEL berechnet. Diese Software gilt als Industriestandard für Windenergie-Projekte.

Dabei wurde das internationale Berechnungsmodell ISO 9613-2<sup>3</sup> angewendet. Der Immissions-Beurteilungspegel  $L_r(Immission)$  am Immissionsort wurde folgendermassen berechnet:

$$L_r(Immission) = L_r(Emission) + R_{gr} + \delta R + Dc - (A_{div} + A_{atm}) - C_{met}$$

- $L_r(Emission)$  – standortspezifischer Emissions-Beurteilungspegel der WEA, berechnet gemäss Abschnitt 4.1.
- $R_{gr}$  – Der Bodeneffekt wurde mit dem sogenannten alternativen Verfahren berechnet. Diese Methode benutzt die Orografie zur Berechnung des mittleren Schallweges und ist wegen des komplexen Geländes empfehlenswert. Zusätzlich wurde von einer durch die Bodenreflexion verursachten Pegelerhöhung von 1 dB(A) ausgegangen, wie in den EMPA-Empfehlungen vorgeschlagen. Die Berechnung des Bodeneffekts wurde nicht ausgeschaltet, um dem komplexen Gelände Rechnung zu tragen.
- $Dc$  – Richtwirkungskorrektur

---

<sup>2</sup> [www.emd.dk/WindPRO/](http://www.emd.dk/WindPRO/)

<sup>3</sup> ISO 9613-2: Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien.

- $A_{div}$  – Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung.
- $A_{atm}$  – Dämpfung aufgrund von Luftabsorption. Die Luftdämpfung ist von der Temperatur und der Luftfeuchte abhängig. Gemäss dem EMPA-Bericht kann mit den globalen Mittelwerten 8°C Temperatur und 76% relativer Feuchte gerechnet werden. Dies führt zu einer Luftdämpfung von 1.8 dB/km.
- $C_{met}$  – Meteorologischer Koeffizient. Zusätzliche Dämpfung aufgrund von speziellen meteorologischen Bedingungen. Ein solcher wird im vorliegenden Gutachten nicht berücksichtigt:  $C_{met} = 0$ .

Die Dämpfung aufgrund von Abschirmung wurde nicht berücksichtigt. Die Aufpunkthöhe wurde auf 4 m über Grund festgesetzt.

### 4.3 Hindernisse

Sowohl Waldgebiete wie auch Gebäude können eine abschirmende oder reflektierende Wirkung auf die Schallausbreitung der Anlagen haben. Dies wurde jedoch, gemäss den Empfehlungen der EMPA (Abschnitt 3.1), in diesem Gutachten nicht berücksichtigt.

### 4.4 Prognoseunsicherheit

Gemäss der EMPA-Empfehlung kann mit den hier verwendeten Methoden und Annahmen die Unsicherheit der Ausbreitungsrechnung auf -6/+3 dB(A) abgeschätzt werden, *"d.h. der wahre Immissionspegel liegt mit 67% Wahrscheinlichkeit innerhalb des Bandes -6 und +3 dB(A) um den berechneten Wert."*

## 5 Immissionspunkte

Es wurden ausgewählte **Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen** (Abschnitt 3.6) berücksichtigt, welche durch die beiden WEA bei Haldenstein erhöhte Immissionen erfahren könnten. Es wurden 13 Immissionspunkte identifiziert. Alle diese Immissionspunkte können der **Lärmempfindlichkeitsstufe III** (Wohn- und Gewerbebezonen sowie Landwirtschaftszone (Mischzonen)) resp. **Lärmempfindlichkeitsstufe II** (Wohnzonen) zugeordnet werden (Abschnitt 3.5). Für jedes betroffene Gebäude verwendet WindPRO automatisch den Teil, welcher am nächsten zu einer WEA steht.

Abbildung 2 zeigt die berücksichtigten Immissionspunkte und Tabelle 4 enthält die entsprechenden Koordinaten.

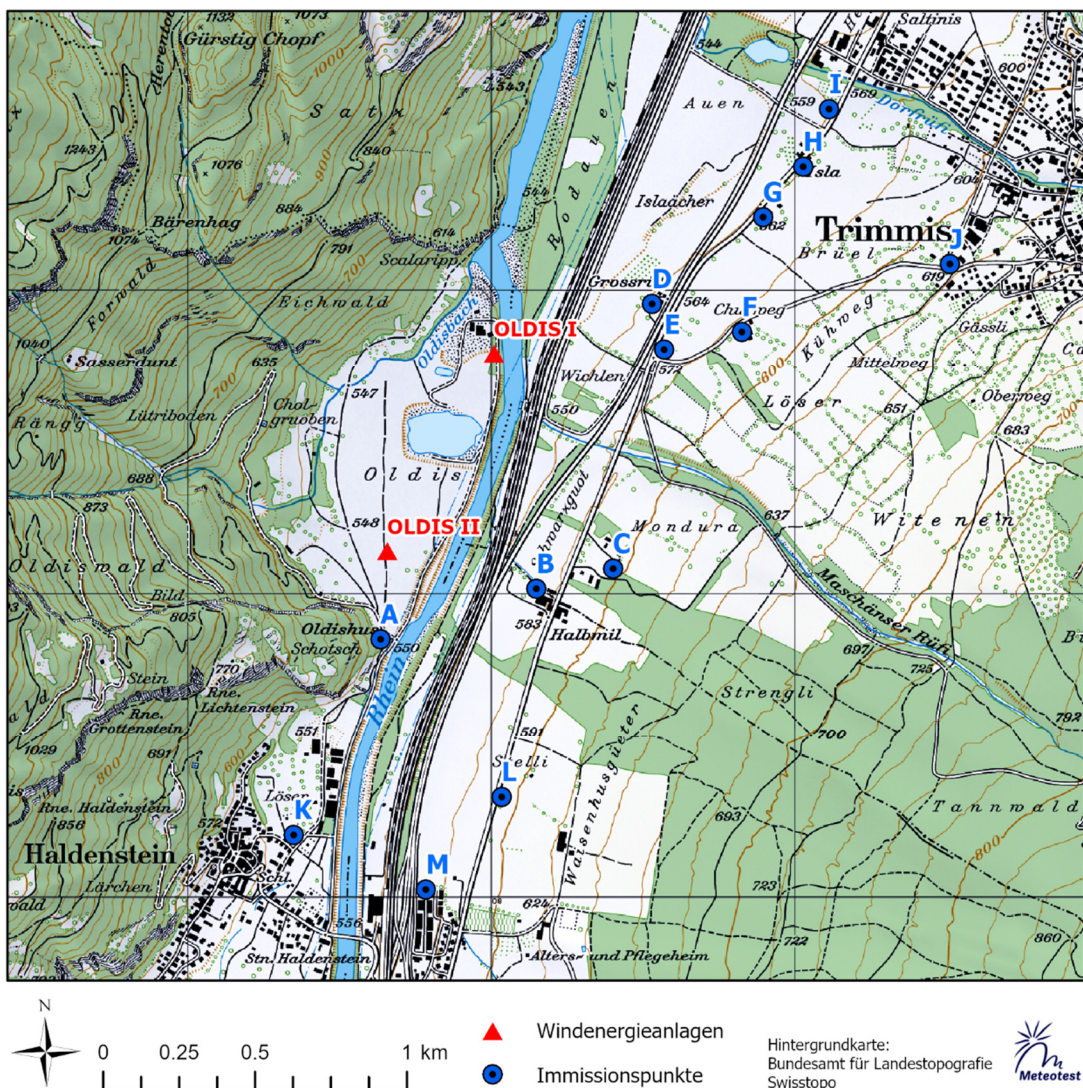


Abbildung 2: Gebäude, welche als Immissionspunkte identifiziert worden sind. Die WEA-Standorte sind mit roten Dreiecken bezeichnet.

Tabelle 4: Standortkoordinaten der ausgewählten Immissionspunkte (Landeskoordinaten CH1903+ LV95).

Nr.	X [m]	Y [m]	Empfindlichkeitsstufe (ES)
A	2'759'636	1'194'851	ESIII
B	2'760'149	1'195'017	ESIII
C	2'760'402	1'195'083	ESIII
D	2'760'530	1'195'956	ESIII
E	2'760'570	1'195'806	ESIII
F	2'760'826	1'195'864	ESIII
G	2'760'896	1'196'241	ESIII
H	2'761'028	1'196'407	ESIII
I	2'761'113	1'196'596	ESII
J	2'761'511	1'196'087	ESII
K	2'759'350	1'194'205	ESII
L	2'760'035	1'194'330	ESIII
M	2'759'785	1'194'026	ESII

## 6 Ergebnisse

### 6.1 Flächenhafte Ausbreitung der Schallimmissionen

Die Karten der berechneten Schallimmissionen für die Situation am Tag (Abbildung 3) und in der Nacht (Abbildung 4) sind in Anhang A ersichtlich.

### 6.2 Immissions-Beurteilungspegel pro Immissionspunkt

Tabelle 5 zeigt die berechneten Immissions-Beurteilungspegel an den 13 Immissionspunkten. Die Planungswerte der Lärm-Empfindlichkeitsstufen sind in der Tabelle ebenfalls angegeben.

Tabelle 5: Planungswerte und Berechnete Immissions-Beurteilungspegel an den Immissionspunkten für den Tag und die Nacht.

Nr	Planungswert Tag [dB(A)]	Lr (Immission) in dB(A) für den Tag	Planungswert Nacht [dB(A)]	Lr (Immission) in dB(A) für die Nacht
A	60	49.6	50	46.8
B	60	47.3	50	44.7
C	60	45.1	50	42.8
D	60	48.8	50	46.6
E	60	48.5	50	46.4
F	60	43.6	50	41.5
G	60	41.1	50	39.0
H	60	38.9	50	36.7
I	55	37.3	45	35.1
J	55	35.9	45	33.8
K	55	37.5	45	34.9
L	60	39.7	50	37.1
M	55	36.8	45	34.2

## 7 Schlussfolgerungen

### 7.1 Beurteilung

**Tagsüber** wird der Planungswert (60 dB(A) resp. 55 dB(A)) an sämtlichen Immissionspunkten um mehr als 10 dB(A) unterschritten. Es kommt selbst unter der zusätzlichen Berücksichtigung der Berechnungsunsicherheit von -6/+3 dB(A) zu keiner Grenzwertüberschreitung.

In der **Nacht** wird der Planungswert (50 dB(A) resp. 45 dB(A)) an sämtlichen Immissionspunkten eingehalten. Es kommt selbst unter der zusätzlichen Berücksichtigung der Berechnungsunsicherheit von -6/+3 dB(A) zu keiner Grenzwertüberschreitung.

### 7.2 Einordnung

Neben der Tatsache, dass es zu keinen Überschreitungen der Planungswerte kommt, muss angemerkt werden, dass der Standort der neuen Anlage in einem schon durch andere Lärmquellen belasteten Raum liegt und nicht etwa in einer ruhigen Zone. Ungefähr 400 m westlich des geplanten Standorts verlaufen sowohl die Nationalstrasse N13, mit einem durchschnittlichen täglichen Verkehr von rund 40'000 Fahrzeugen, als auch die Eisenbahnstrecke. Die Karten der Lärmbelastung des Bundesamtes für Umwelt<sup>4</sup> zeigen die Auswirkungen der Nationalstrasse und der Eisenbahnstrecke im Untersuchungsgebiet.

### 7.3 Reduktion der Störwirkung gemäss BAFU-Empfehlung

Obwohl im vorliegenden Gutachten die Planungswerte sowohl tagsüber wie auch in der Nacht an allen Immissionspunkten eingehalten werden, gibt es einige Möglichkeiten die Schallwirkungen der Windenergieanlagen weiter zu reduzieren. Diese Möglichkeiten werden hier als zusätzliche Information aufgeführt. Das BAFU empfiehlt die folgenden Massnahmen zur Reduktion der Störwirkung von Windenergieanlagen:

- **Einsatz lärmarmen Technologien / Betriebsmodus:** Bei den meisten Windenergieanlagen besteht die Möglichkeit, die Turbine zu bestimmten Zeiten in einem schallreduzierten Modus zu betreiben. Dies geht jedoch mit einem Ertragsverlust einher.
- **Anforderungen an die Wartung:** Mechanische Beanspruchungen z.B. durch Hagel- oder Blitzschlag sowie Verschmutzung der Rotorblätter können zu Verschlechterung der akustischen Bedingungen führen. Eine periodische Emissionsmessung hilft, den Zeitpunkt einer akustisch motivierten Wartung rechtzeitig zu erkennen.

---

<sup>4</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/laerm/zustand/karten.html>

- **Sichtbarkeit:** Ist der Rotor einer WEA nicht sichtbar, fühlen sich Anwohner gemäss Studien von Pedersen (2008, 2009<sup>5</sup>) weniger gestört als solche mit Sicht auf den Rotor.

## 7.4 Infraschall

Im Zusammenhang mit Fragen zu Lärm von Windenergieanlagen kommt teilweise auch die Frage nach Infraschall auf. Diverse wissenschaftliche Studien zeigen, dass der Infraschall in der Umgebung von Windenergieanlagen unterhalb der Wahrnehmungsgrenze des Menschen liegt, und folglich auch keine gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen hat. In einer Publikation des Bayrischen Landesamtes für Umwelt<sup>6</sup> wird ausführlich auf den Einfluss von Infraschall auf den Menschen eingegangen. Anhand von Messungen konnte gezeigt werden, dass die Gesamtgeräusche einer Windenergieanlage unterhalb der Hörschwelle nach DIN 45680 und der Wahrnehmungsschwelle nach Entwurf DIN 45680 liegen. In der erwähnten Studie werden weitere Messungen aufgeführt, die zu denselben Resultaten gekommen sind.

Ein wissenschaftlicher Zusammenhang zwischen Infraschall aus Windenergieanlagen und gesundheitlichen Belastungen ist nach derzeitigem Wissensstand nicht herzustellen.

---

<sup>5</sup> E. Pedersen, J. Bouma, R. Bakker, F. van den Berg (2008): Response to wind turbine noise in the Netherlands, Acoustics 08 Paris (2008). E. Pedersen, F. van den Berg, R. Bakker, J. Bouma (2009): Response to noise from modern wind farms in The Netherlands, Journal of the Acoustical Society of America, vol. 126, 634-643 (2009).

<sup>6</sup> [https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw\\_117\\_windkraftanlagen\\_infraschall\\_gesundheit.pdf](https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_117_windkraftanlagen_infraschall_gesundheit.pdf)

# Anhang A: Schallimmissionskarten

Anhang A enthält die Karten mit den berechneten Schallimmissionen (Immissions-Beurteilungspegel  $L_r$  (Immission)) sowohl tagsüber wie auch nachts.

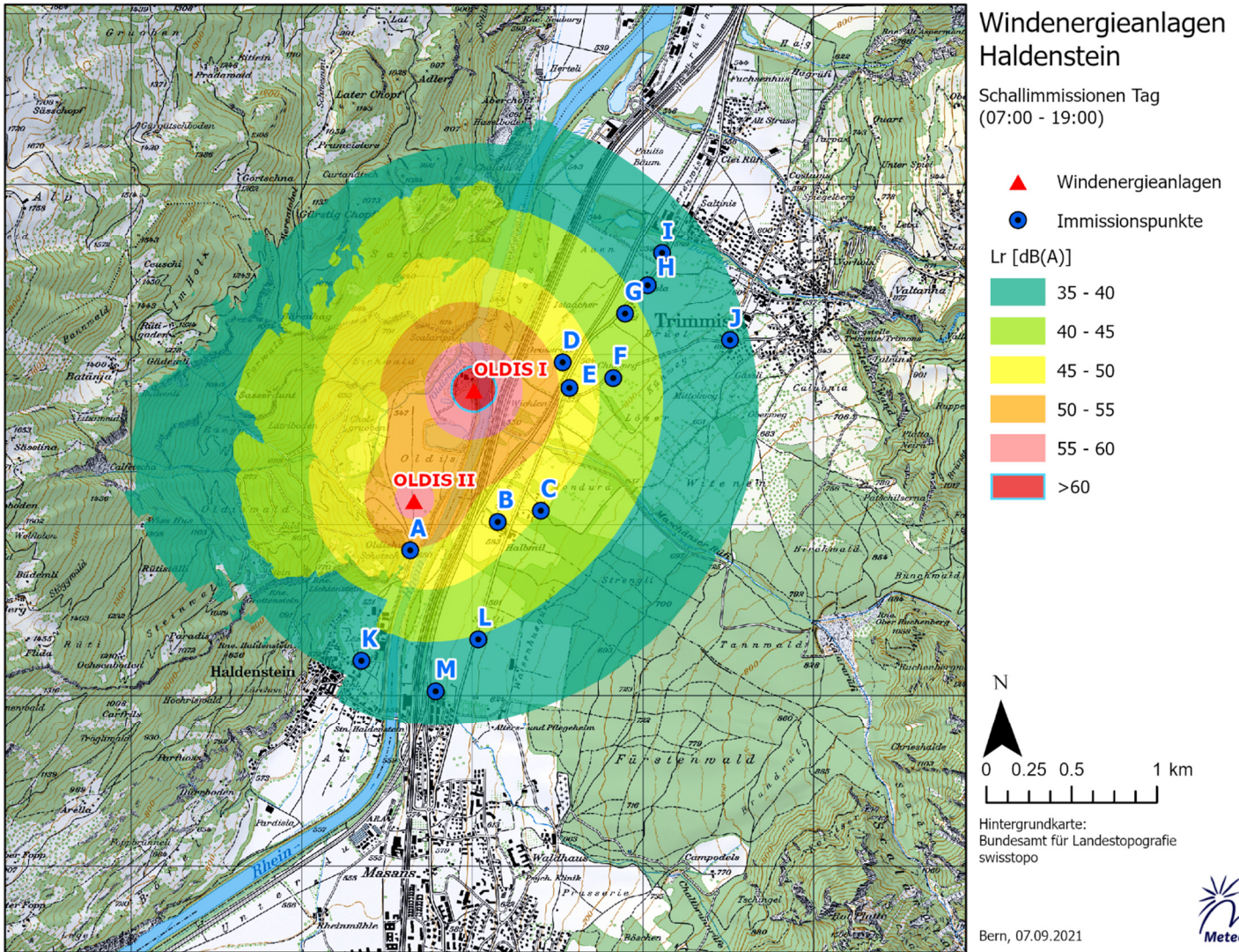
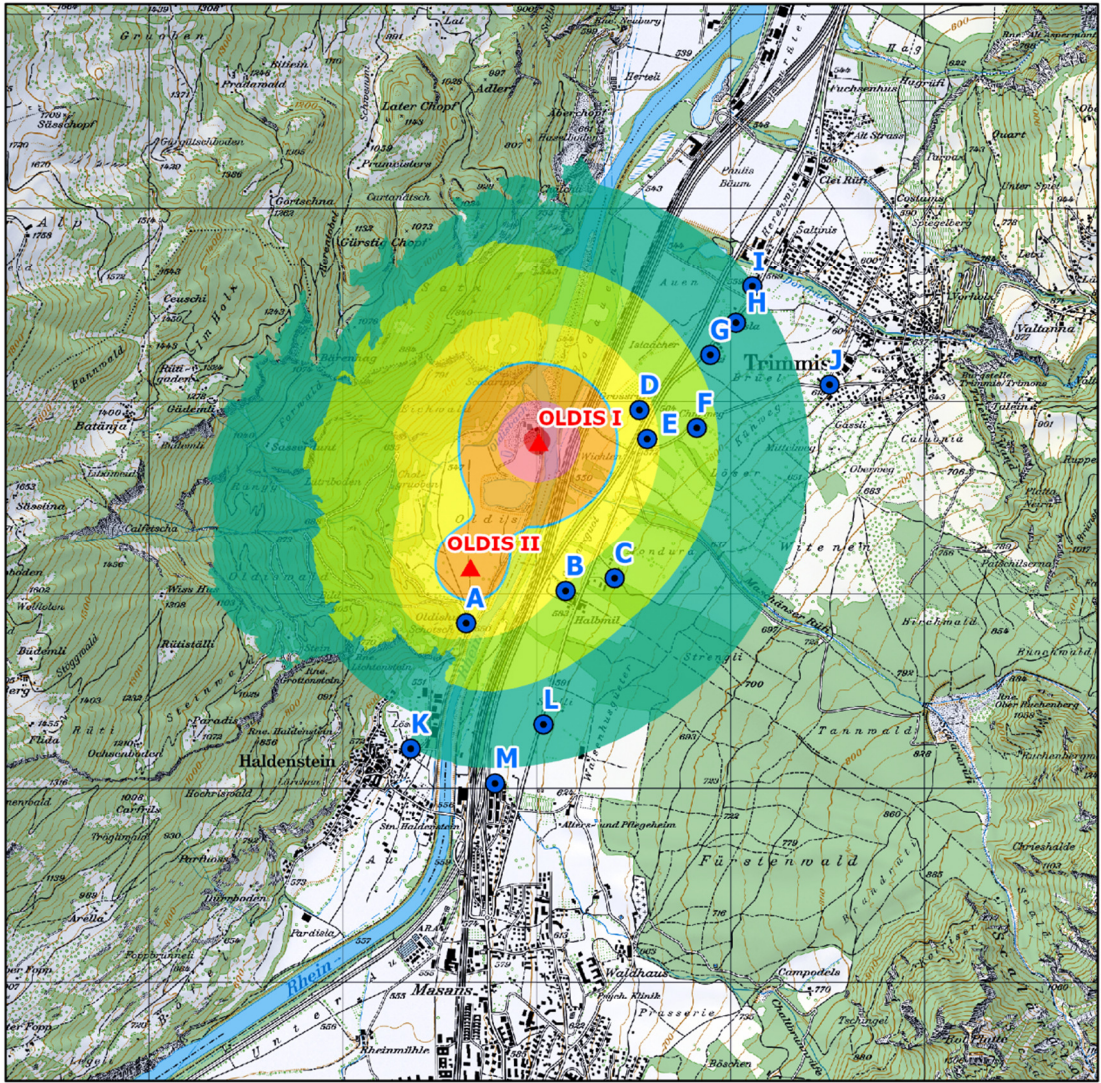


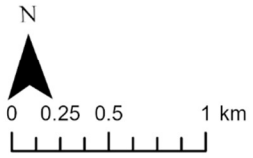
Abbildung 3: Berechnete Immissions-Beurteilungspegel für die beiden WEA tagsüber.



### Windenergieanlagen Haldenstein

Schallimmissionen Nacht (19:00 - 07:00)

- ▲ Windenergieanlagen
  - Immissionspunkte
- Lr [dB(A)]
- 35 - 40
  - 40 - 45
  - 45 - 50
  - 50 - 55
  - 55 - 60
  - >60



Hintergrundkarte: Bundesamt für Landestopografie swisstopo

Bern, 07.09.2021



Abbildung 4: Berechnete Immissions-Beurteilungspegel für die beiden WEA nachts.

## Anhang B: Schalleistungskurven

Tabelle 6: Verwendete Schalleistungskurven der Vestas V112 mit 119 m Nabenhöhe und 112 m Rotordurchmesser (bestehende Anlage Oldis I) und der Vestas V136 mit 132 m Nabenhöhe und 136 m Rotordurchmesser (geplante Anlage Oldis II).

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel Vestas V112 auf Nabenhöhe Modus 0 [dBA]	Schalleistungspegel Vestas V136 auf Nabenhöhe Modus 0 [dBA]
0-1	0.0	0.0
1-2	0.0	0.0
2-3	0.0	0.0
3-4	90.0	90.9
4-5	96.5	91.1
5-6	102.0	92.9
6-7	105.6	96.0
7-8	106.5	99.6
8-9	106.5	102.8
9-10	106.5	103.9
10-11	106.5	103.9
11-12	106.5	103.9
12-13	106.5	103.9
13-14	106.5	103.9
14-15	106.5	103.9
15-16	106.5	103.9
16-17	106.5	103.9
17-18	106.5	103.9
18-19	106.5	103.9
19-20	106.5	103.9
20-21	106.5	103.9
21-22	106.5	103.9
22-23	106.5	103.9