



# Detailnutzungsplan (DNP) Windpark Grimsel

Anhang zum Umweltverträglichkeitsbericht

Exemplar öffentliche Auflage

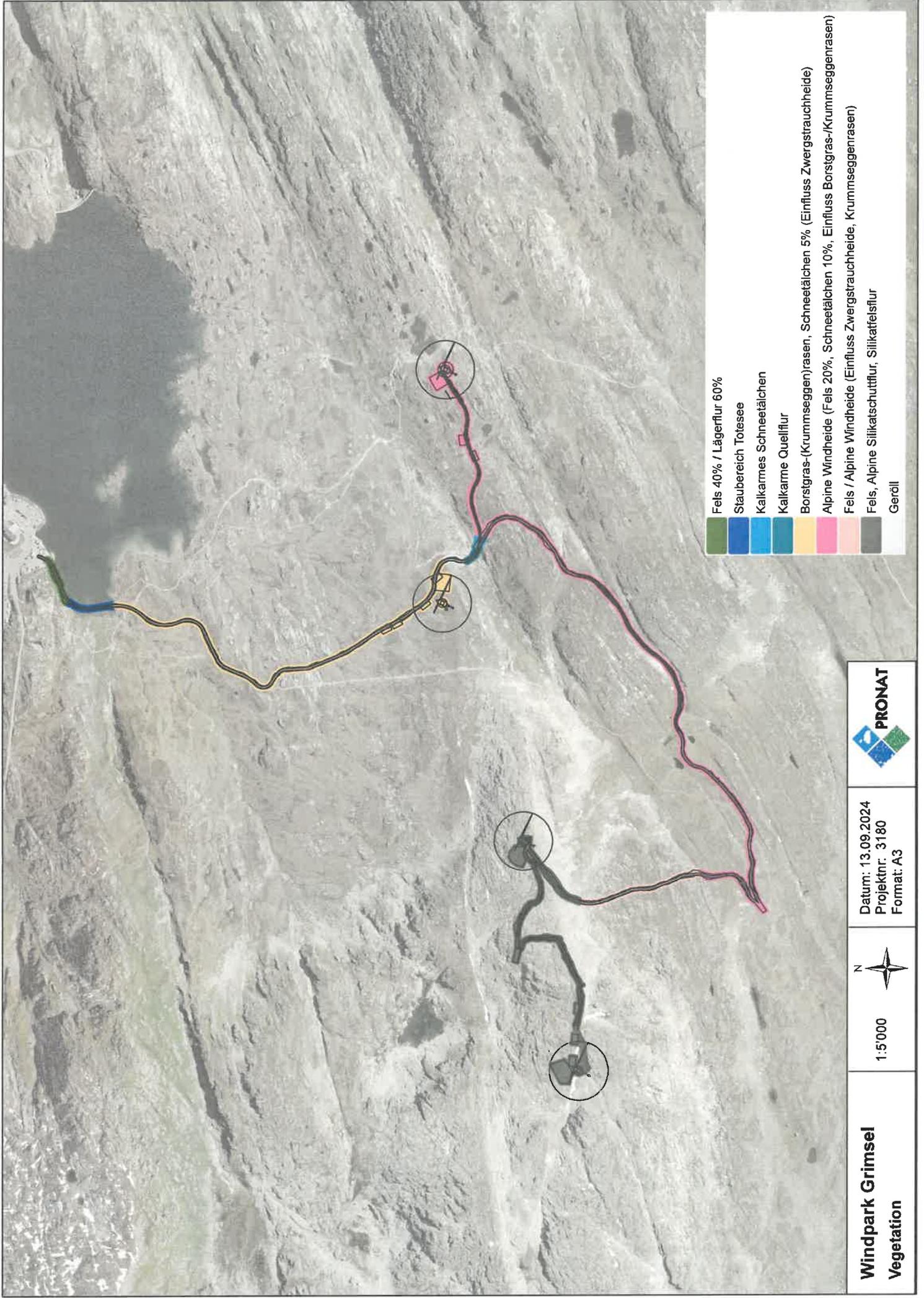
**PRONAT**  
Umweltingenieure AG  
Rhonesandstr. 15  
3900 Brig

29. August 2025

## **9 Anhang**

- Anhang 1. Karte Lebensräume**
- Anhang 2. Artenliste Vegetation**
- Anhang 3. Lebensraumbilanz (Entwurf kant. Richtlinie Anforderung Natur- und Landschaftsschutz an Baugesuchtsunterlagen)**
- Anhang 4. Karte Brutvögel**
- Anhang 5. Bericht nateco, April 2024: Windprojekt Grimselpass  
Fachbericht zur Zugvogelkartierung am Standort Grimselpass**
- Anhang 6. Hydrogeologischer Bericht**
- Anhang 7. Ausnahmegesuch Bewilligung für Anlagen im Gewässerraum, Art. 41c GSchV.**
- Anhang 8. Karten Sichtbarkeitsanalyse**
- Anhang 9. Landschaftsmatrix (Entwurf kant. Richtlinie Anforderung Natur- und Landschaftsschutz an Baugesuchtsunterlagen)**
- Anhang 10. Karte Zonenplan, Schutzgebiete & IVS**
- Anhang 11. Gutachten der ENHK**
  - 11.1: Windpark Grimsel, Gemeinde Obergoms VS Voranfrage**
  - 11.2 Windpark Grimsel, Gemeinde Obergoms – Projektanpassung, Voranfrage**
- Anhang 12. Rapport concernant les objets IVS**
- Anhang 13. Bericht Fledermäuse**
- Anhang 14. Geologischer Bericht**
- Anhang 15. Lärm: Datenblätter für die unterschiedlichen Modelle**
- Anhang 16. Weibull-Parameter für die einzelnen Standorte**
- Anhang 17. Lärm: Detaillierte Emissionsberechnungen**
- Anhang 18. Karten Lärmausbreitung**
- Anhang 19. Kompensationsprojekt Obergoms**

## **Anhang 1      Karte Lebensräume**



- Fels 40% / Lägerflur 60%
- Staubereich Totesee
- Kalkarmes Schneetälchen
- Kalkarme Quellflur
- Borsigras-(Krummseggen)rasen, Schneetälchen 5% (Einfluss Zwergstrauchheide)
- Alpine Windheide (Fels 20%, Schneetälchen 10%, Einfluss Borsigras-/Krummseggenrasen)
- Fels / Alpine Windheide (Einfluss Zwergstrauchheide, Krummseggenrasen)
- Fels, Alpine Silikatschuttflur, Silikatfelsflur
- Geröll



Datum: 13.09.2024  
 Projektnr: 3180  
 Format: A3



1:5'000

**Windpark Grimsel**  
 Vegetation

## **Anhang 2      Artenliste Vegetation**

Artnamen wissenschaftlich	Artnamen deutsch	RL VS	RL CH	NHV	kNHV
Zusätzliche Arten bei Aufnahme 2016					
<i>Achillea millefolium</i> L.	Gewöhnliche Wiesen-Schafgarbe	LC	LC		
<i>Senecio incanus</i> L.	Graues Greiskraut	LC	LC		
<i>Carex paupercula</i> Michx.	Alpen-Schlamm-Seege	NT	NT		
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	Besenheide	LC	LC		
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	Preiselbeere	LC	LC		
<i>Anthyllus vulneraria</i> L.	Echter Wundklee	LC	LC		
<i>Trifolium pratense</i> L.	Rot-Klee	LC	LC		
<i>Trifolium pratense subsp. nivale</i> (W. D. J. Koch) Ces.	Schnee-Rot-Klee	LC	LC		
<i>Juncus alpinarticulatus</i> Chaix	Alpen-Binse	LC	LC		
<i>Luzula sudetica</i> (Willd.) Schult.	Gewöhnliche Sudeten-Hainsimse	LC	LC		
<i>Larix decidua</i> Mill.	Europäische Lärche	LC	LC		
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	Wiesen-Kammgras	LC	LC		
<i>Phleum alpinum</i> L.	Gewöhnliches Alpen-Lieschgras	LC	LC		
<i>Cryptogramma crispum</i> (L.) Hook.	Krauser Röllfarn	LC	LC		
<i>Saxifraga aequilifolia</i> Sjoen.	Säuglers Steinbrech	LC	LC		
Aufnahmen 2013 (Hauptaufnahme)					
<i>Ligusticum mutellina</i> (L.) Crantz	Alpen-Liebstock	LC	LC		
<i>Peucedanum ostruthium</i> (L.) W. D. J. Koch	Meisterwurz	LC	LC		
<i>Achillea erba-rotta subsp. moschata</i> (Wulfen) Vacc.	Moschus-Schafgarbe	LC	LC		
<i>Adenostyles alliariae</i> (Gouan) A. Kern.	Grauer Alpendost	LC	LC		
<i>Antennaria carpatica</i> (Wahlenb.) Bluff & Fingerh.	Karpaten-Katzenpöfchen	LC	LC		
<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertn.	Gemaines Katzenpöfchen	LC	LC		
<i>Arnica montana</i> L.	Arnika	LC	LC		
<i>Cicerbita alpina</i> (L.) Wallr.	Alpen-Milchlattich	LC	LC		
<i>Cirsium spinosissimum</i> (L.) Scop.	Alpen-Kratzdistel	LC	LC		
<i>Crepis aurea</i> (L.) Cass.	Gold-Pippau	LC	LC		
<i>Gnaphalium supinum</i> L.	Niedriges Ruhrkraut	LC	LC		
<i>Gnaphalium norvegicum</i> Gunnerus	Norwegisches Ruhrkraut	LC	LC		
<i>Hieracium alpinum</i> L.	Alpen-Habichtskraut	LC	LC		
<i>Hieracium intybacum</i> All.	Weissliches Habichtskraut	LC	LC		
<i>Hieracium villosum</i> agr.	Gewöhnliches Zottiges Habichtskraut	LC	LC		
<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass.	Grüner Alpenlattich	LC	LC		
<i>Lactodon helveticus</i> Méné	Schweizer Milchkraut	LC	LC		
<i>Leucanthemopsis alpina</i> (L.) Heywood	Alpenmargerite	LC	LC		
<i>Solidago virgaurea subsp. minuta</i> (L.) Arcang.	Alpen-Goldrute	LC	LC		
<i>Taraxacum alpinum</i> agr.	Alpen-Löwenzahn	LC	LC		
<i>Athyrium distentifolium</i> Opiz	Gebirgs-Frauenfarn	LC	LC		
<i>Myrsilla alpestris</i> F. W. Schmidt	Alpen-Varnissmännchen	LC	LC		
<i>Cardamine alpina</i> Willd.	Alpen-Schaumkraut	LC	LC		
<i>Cardamine resedifolia</i> L.	Resedablättriges Schaumkraut	LC	LC		
<i>Campanula scheuchzeri</i> Vill.	Scheuchzers Glockenblume	LC	LC		
<i>Campanula barbata</i> L.	Bärtige Glockenblume	LC	LC		
<i>Campanula rhomboidalis</i> L.	Rautenblättrige Glockenblume	LC	LC		
<i>Campanula rotundifolia</i> L.	Rundblättrige Glockenblume	LC	LC		
<i>Phyteuma hemisphaericum</i> L.	Halbkugelige Rapunzel	LC	LC		
<i>Arenaria biflora</i> L.	Zweiblütiges Sandkraut	LC	LC		
<i>Cerastium cerastoides</i> (L.) Britton	Dreigriffliges Hornkraut	LC	LC		
<i>Petrohrizula saxifraga</i> (L.) Link	Steinbrech-Felsennelke	LC	LC		
<i>Silene acaulis</i> (L.) Jencq.	Kalk-Polstermelke	LC	LC		
<i>Silene dioica</i> (L.) Clairv.	Rote Waldnelke	LC	LC		
<i>Sedum alpestre</i> Vill.	Alpen-Mauerpfeffer	LC	LC		
<i>Sempervivum montanum</i> L.	Berg-Hauswurz	LC	LC		
<i>Juniperus communis subsp. alpina</i> ?elak.	Zwerg-Wacholder	LC	LC		
<i>Carex curvula</i> All.	Krumm-Seege	LC	LC		
<i>Carex foetida</i> All.	Schneetälchen-Seege	LC	LC		
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	Braune Seege	LC	LC		
<i>Carex sempervirens</i> Vill.	Immergrüne Seege	LC	LC		
<i>Carex dioica</i> L.	Zweihäusige Seege	VU	VU		
<i>Carex fernulifera</i> Scop.	Rost-Seege	LC	LC		
<i>Carex parviflora</i> Host	Kleine Trauer-Seege	LC	LC		
<i>Eriophorum scheuchzeri</i> Hoppe	Scheuchzers Wollgras	LC	LC		
<i>Eriophorum amethystinum</i> Honck.	Schmalblättriges Wollgras	LC	LC		
<i>Trichophorum cespitosum</i> (L.) Hartm.	Rasen-Haarbinse	LC	LC		
<i>Trichophorum alpinum</i>	Alpen-Haarbinse	NT	VU		
<i>Empetrum nigrum subsp. hermaphroditum</i> (Hagerup) Böcher	Zwiffrige Krähenbeere	LC	LC		
<i>Loiseleuria procumbens</i> (L.) Desv.	Alpenazalee	LC	LC		
<i>Rhododendron ferrugineum</i> L.	Rostblättrige Alpenrose	LC	LC		
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Heidelbeere	LC	LC		
<i>Lotus alpinus</i> (DC.) Ramond	Alpen-Hornklee	LC	LC		
<i>Trifolium alpinum</i> L.	Alpen-Klee	LC	LC		
<i>Trifolium badium</i> Schreb.	Braun-Klee	LC	LC		
<i>Gentiana beaverica</i> L.	Bayerischer Enzian	LC	LC		
<i>Gentiana lutea</i> L.	Gelber Enzian	LC	LC		
<i>Gentiana purpurea</i> L.	Purpur-Enzian	LC	LC		
<i>Gentiana orbicularis</i> Schur	Rundblättriger Enzian	LC	LC		
<i>Juncus filiformis</i> L.	Faden-Binse	LC	LC		
<i>Juncus jacquinii</i> L.	Jacquins Binse	LC	LC		
<i>Juncus trifidus</i> L.	Dreiblatt-Binse	LC	LC		
<i>Luzula alpinopilosa</i> (Chaix) Breistr.	Braune Hainsimse	LC	LC		
<i>Luzula lutea</i> (All.) DC.	Gelbe Hainsimse	LC	LC		
<i>Pinguicula alpina</i> L.	Alpen-Fettblatt	LC	LC		
<i>Veratrum album subsp. lobelianum</i> (Bernh.) Arcang.	Grünlcher Germer	LC	LC		
<i>Diphasastrum alpinum</i> (L.) Holub	Alpen-Flachbärlapp	LC	LC		
<i>Huperzia selago</i> (L.) Schrank & Mart.	Tannenbärlapp	LC	LC		
<i>Lycopodium annotinum</i> L.	Wald-Bärlapp	LC	LC		
<i>Enallagma palustre</i> L.	Sumpf-Weidenröschen	LC	LC		
<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Spö	Gefleckte Fingerwurz	LC	LC	ja	
<i>Plantago alpina</i> L.	Alpen-Wegerich	LC	LC		
<i>Agrostis rupestris</i> All.	Felsen-Straussgras	LC	LC		
<i>Anthoxanthum alpinum</i> Å. Löve & D. Löve	Alpen-Ruchgras	LC	LC		
<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Dreier	Draht-Schmiele	LC	LC		
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.	Rasen-Schmiele	LC	LC		
<i>Festuca heileni</i> All.	Hallers Schwingel	LC	LC		
<i>Festuca varia</i> agr.	Bunt-Schwingel	LC	LC		
<i>Nardus stricta</i> L.	Borstgras	LC	LC		
<i>Poa alpina</i> L.	Alpen-Rispengras	LC	LC		
<i>Polygonum viviparum</i> L.	Knöllchen-Knöterich	LC	LC		
<i>Rumex alpinus</i> L.	Alpen-Ampfer	LC	LC		
<i>Oreopteris limbosperma</i> (All.) Holub	Bergfarn	LC	LC		
<i>Polystichum lonchitis</i> (L.) Roth	Lanzenfarn	LC	LC		
<i>Primula hirsuta</i> All.	Rote Felsen-Prümel	LC	LC		
<i>Soldanella pusilla</i> Baumg.	Kleines Alpenpöfchen	LC	LC		
<i>Ranunculus acris subsp. friesianus</i> (Jord.) Syme	Eisenhutblättriger Hahnenfuss	LC	LC		
<i>Ranunculus acris subsp. friesianus</i> (Jord.) Syme	Fries' Scharfer Hahnenfuss	LC	LC		

Legende:

RL VS 2019: Rote Liste Kanton Wallis 2019  
 RL CH 2019: Rote Liste Schweiz 2019  
 NHV: Natur- und Heimatschutz Verordnung Schweiz  
 KNHV: Natur- und Heimatschutz Verordnung Kanton Wallis

RE in der Schweiz ausgestorben  
 CR vom Aussterben bedroht, verschollen  
 EN stark gefährdet  
 VU verletzlich  
 NT potenziell gefährdet  
 LC nicht gefährdet  
 DD ungenügende Datenlage  
 NA regional nicht anwendbar  
 NE nicht beurteilbar

+ vorhanden

<i>Ranunculus glacialis</i> L.	Gletscher-Hahnenfuss	LC	LC		
<i>Ranunculus montanus</i> Willd.	Gewöhnlicher Berg-Hahnenfuss	LC	LC		
<i>Ranunculus villarsii</i> DC.	Villars' Berg-Hahnenfuss	LC	LC		
<i>Alchemilla pentaphylla</i> L.	Schneetälchen-Frauenmantel	LC	LC		
<i>Geum montanum</i> L.	Berg-Nelkenwurz	LC	LC		
<i>Potentilla aurea</i> L.	Gold-Fingerkraut	LC	LC		
<i>Salix herbacea</i> L.	Kraut-Weide	LC	LC		
<i>Parnassia palustris</i> L.	Sumpfl-Herzblatt	LC	LC		
<i>Saxifraga bryoides</i> L.	Moosartiger Steinbrech	LC	LC		
<i>Saxifraga stelleris</i> L.	Sternblütiger Steinbrech	LC	LC		
<i>Saxifraga biflora</i> All.	Zweiblütiger Steinbrech	LC	LC		
<i>Saxifraga muscoides</i> All.	Flachblütiger Steinbrech	LC	LC		
<i>Bartsia alpina</i> L.	Alpenhelm	LC	LC		
<i>Euphrasia minima</i> Schlecht.	Zwerg-Augentrost	LC	LC		
<b>Zusätzliche Arten bei Aufnahme 2009</b>					
<i>Aster bellidiastrum</i> (L.) Scop.	Alpenmassliab	LC	LC		
<i>Doronicum clusii</i> (All.) Tausch	Clusius' Gämswurz	LC	LC		
<i>Minuartia sedoides</i> (L.) Hiem	Zwerg-Miere	LC	LC		
<i>Silene exscapa</i> All.	Silikat-Polsternelke	LC	LC		
<i>Carex atrata</i> agg.	Trauer-Senfg	LC	LC		
<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	Scheiden-Wollgras	NT	NT		
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Spreng.	Immergrüne Bärentraube	LC	LC		
<i>Vaccinium uliginosum</i> agg.	Rauschbeere	LC	LC		
<i>Gentiana oincata</i> L.	Gelüpfelter Enzian	LC	LC		
<i>Helictotrichon versicolor</i> (Vill.) Pilg.	Bunter Wiesenhafer	LC	LC		
<i>Androsace obtusifolia</i> All.	Stumpfblättriger Mannsschild	LC	LC	ja	
<i>Primula farinosa</i> L.	Mehl-Prümel	LC	LC		
<i>Soldanella alpina</i> L.	Grosses Alpenjäckchen	LC	LC		
<i>Pyrola minor</i> L.	Kleines Wintergrün	LC	LC		
<i>Alchemilla vulgaris</i> agg.	Gemeiner Frauenmantel	NE	LC		
<i>Salix reticulata</i> L.	Netz-Weide	LC	LC		
<i>Salix retusa</i> L.	Stumpfblättrige Weide	LC	LC		
<i>Viola biflora</i> L.	Galbes Berg-Veilchen	LC	LC		

**Anhang 3      Lebensraumbilanz (Entwurf kant. Richtlinie  
Anforderung Natur- und Landschaftsschutz an  
Baugesuchtsunterlagen)**

**BERECHNUNG ERSATZPFLICHTIGE FLÄCHE**

Nr.	Gesellschaft Lat.	FF	Schutzstatus gem. Artenschutzgesetz	Bemerkung	KFRL-Art (2)				KF Artenspektrum (3)				KF Naturschutzgebiete (4)				Gesamtfaktor (1 x 2 x 3 x 4)		Eingriffsfäche		Zu ersetzende Fläche (Gesamtfaktor x Eingriffsfäche)
					gemäß Schema				überdurchschnittliche Artenvielfalt				kommunales Schutzgebiet / nationale Schutzgebiete				Nr.	m <sup>2</sup>	Nr.	m <sup>2</sup>	
3.3.2.2	Androsace alpina	1.2	JA		1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	0.8	1.0	1.2	1.0	1.0	1.2	1.3	1.4	1.200	2007	2408
5.6.5	Lobelia-Vaccinium	1.2	JA		1						1								1.200	6345	7614
1.3.3	Cardamine-Monitron	1.2	JA		1						1								1.200	269	322
4.4.2	Salicornia herbacea	1.2	JA	Carex dioica VU, Eriophorum vaginatum NT	1						1								1.320	1265	1669
<b>TOTAL</b>																			<b>9'886</b>	<b>12'013</b>	

**BERECHNUNG ERSATZFLÄCHE (REALERSATZ: WIEDERHERSTELLUNG / NEUSCHAFFUNG)**

Nr.	Gesellschaft Lat.	FF (1)	Schutzstatus gem. Artenschutzgesetz	Bemerkung	AUFWERTUNGSPOTENTIAL (2)		ERSTELLUNGS-AUFWAND (3)			KORREKTURFAKTOR: SICHERSTELLUNG UNTERHALT (5)			KORREKTURFAKTOR: RECHTLICHE SICHERUNG (6)			GESAMTFAKTOR		Anrechenbare Ersatzfläche (Gesamtfaktor x Ersatzfläche)	
					groß	mittel	klein	groß	mittel	klein	> 30 Jahre	10-20 Jahre	bis 10 Jahre	Grundbucheintrag / Servitut	Zonen-/Nutzungsplanung	keine	0.8		1.0 <th>4 x 5 x 6</th> <th>Nr.</th> <th>m<sup>2</sup></th>
3.3.2.2	Androsace alpina	1.2	JA		1			1	1	1	0.417	1	1	1	0.267	1	0.267	50	13
5.6.5	Lobelia-Vaccinium	1.2	JA		1			1	1	1	0.417	1	1	1	0.267	1	0.267	2719	725
1.3.3	Cardamine-Monitron	1.2	JA		1			1	1	1	0.417	1	1	1	0.267	1	0.267	116	30
4.4.2	Salicornia herbacea	1.2	JA		1			1	1	1	0.417	1	1	1	0.267	1	0.267	340	90
4.3.7	Cerastium curvula	1.4	NEN		1			1	1	1	0.700	1	1	1	0.448	1	0.448	800	358
4.3.5	Nardium	1.3	NEN		1			1	1	1	0.650	1	1	1	0.416	1	0.416	900	374
<b>TOTAL</b>																	<b>4'925</b>	<b>1'560</b>	

**BERECHNUNG ERSATZFLÄCHE (Pflegeeingriffe)**

Nr.	Gesellschaft Lat.	FF (1)	Schutzstatus gem. Artenschutzgesetz	Bemerkung	AUFWERTUNGSPOTENTIAL (2)		ERSTELLUNGS-AUFWAND (3)			KORREKTURFAKTOR: SICHERSTELLUNG UNTERHALT (5)			KORREKTURFAKTOR: RECHTLICHE SICHERUNG (6)			GESAMTFAKTOR		Anrechenbare Ersatzfläche (Gesamtfaktor x Ersatzfläche)		
					groß	mittel	klein	groß	mittel	klein	> 30 Jahre	10-20 Jahre	bis 10 Jahre	Grundbucheintrag / Servitut	Zonen-/Nutzungsplanung	keine	0.8		1.0 <th>4 x 5 x 6</th> <th>Nr.</th> <th>m<sup>2</sup></th>	4 x 5 x 6
<b>TOTAL</b>																			<b>0</b>	<b>0</b>

ZU ERSETZENDE FLÄCHE: 12'013

ERSATZFLÄCHE BIOTOP-SCHAFFUNG: 1'560

ERSATZFLÄCHE PFLEGEINGRIFFE: 0

BILANZ: -10'423

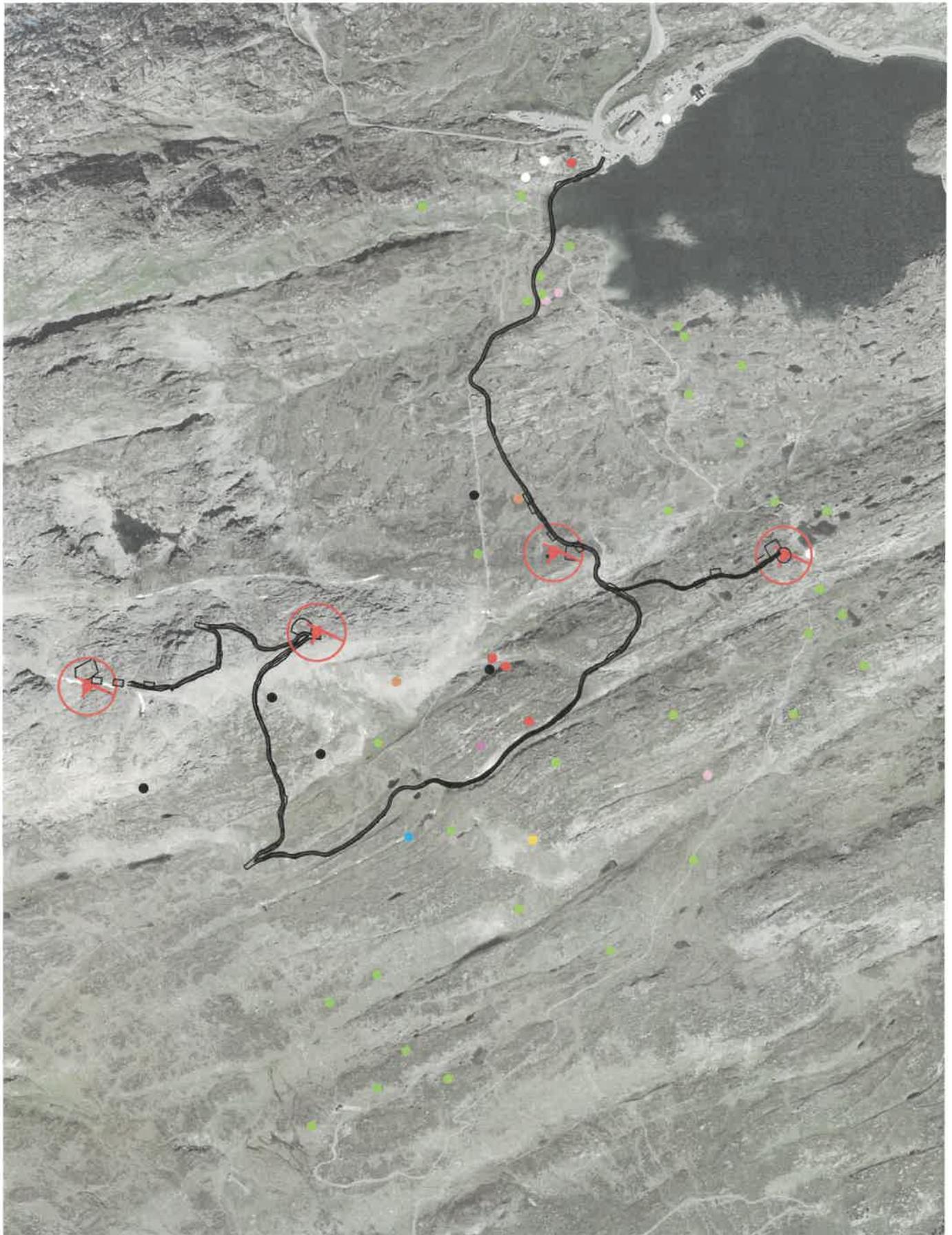
MONETÄRER ERSATZ FEHLENDE ERSATZFLÄCHE

FEHLENDE ERSATZFLÄCHE -10'423

ERSATZBEITRAG PAUSCHAL PRO M2 (CHF) 10

BETRAG FINANZIELLER ERSATZ 104'230

## **Anhang 4      Karte Brutvögel**



**Windpark Grimsel**  
**Resultate Brutvogelkartierungen Pronat 2023**

Datum: 13.09.2024  
 Projekt-Nr.: 3180  
 Anhang 4  
 Format A4



1:8'000



- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| ● Alpenbraunelle  | ● Hausrotschwanz |
| ● Alpendohle      | ● Mauersegler    |
| ● Alpenschneehuhn | ● Ringdrossel    |
| ● Alpengsegler    | ● Schneesperling |
| ● Bergpieper      | ● Steinschmätzer |

**Anhang 5**      **Bericht nateco, April 2024: Windprojekt  
Grimselpass Fachbericht zur Zugvogelkartierung  
am Standort Grimselpass**



## Windprojekt Grimselpass

Fachbericht zur Zugvogelkartierung am Standort Grimselpass

Version 1.0

Im Auftrag von Swisswind

25. April 2024

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	3
1.1	Ausgangslage .....	3
1.2	Projektgebiet und WEA-Standorte .....	3
1.3	Konfliktpotenzial .....	4
1.3.1	Tagziehender Vogelzug (Thermiksegler) .....	7
1.3.2	Nachtziehender Kleinvogelzug .....	7
2	Methode.....	9
2.1	Hintergrund zu den Erhebungen.....	9
2.2	Nachtziehende Kleinvögel .....	10
2.3	Greifvögel und andere tagziehende Zugvögel.....	10
2.4	Zeitpunkte und Anzahl der Beobachtungen .....	10
3	Resultate.....	13
3.1	Nachtziehende Kleinvögel .....	13
3.1.1	Werte des nächtlichen Migrationsstroms .....	13
3.1.2	Ausrichtung des Nachtstroms.....	16
3.1.3	Flughöhen.....	16
3.1.4	Fledermäuse .....	16
3.2	Tagziehende Vögel .....	16
3.2.1	Raubvögel und andere Zugvögel.....	16
3.2.2	Beobachtete Arten .....	19
3.2.3	Analyse der Zugintensität.....	25
3.2.4	Flugrichtungen des Tageszuges.....	26
3.2.5	Höhen des Tagesstroms .....	29
3.2.6	Bedeutung des Totensees für Zugvögel .....	29
3.2.7	Vergleich Grimsel und Furka .....	30
3.3	Beobachtungen von lokalen Greifvögeln und weiteren Brutvögeln .....	31
3.3.1	Überblick.....	31
3.3.2	Raumnutzung der lokalen Vögel.....	33
4	Diskussion .....	38
4.1	Diskussion betreffend Zugvögel.....	38

4.2	Diskussion zu lokale Brutvögel und Greifvögel.....	39
5	Massnahmen .....	45
6	Schlussfolgerung.....	48
7	Literaturverzeichnis .....	49
	Impressum.....	50

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Die nateco AG wurde von Swisswind beauftragt, anhand einer Zugvogelkartierung die Umweltauswirkungen im Rahmen eines Vorprojektes für einen Windpark auf dem Grimselpass zu untersuchen. Das Ziel dieser Untersuchung ist es, die Situation bezüglich thermisch begünstigter Zugvögel sowie nachziehender Kleinvögel zu untersuchen. Für diese Studie wurde der erfahrene Biologe und Ornithologe Lionel Maumary beigezogen, um die Feldarbeit durchzuführenden und eine Einschätzung über die Machbarkeit und die Auswirkungen des Projektes auf die Zugvögel abzugeben (sein ausführlicher Bericht inkl. Datenblätter befindet sich im Anhang). Ergänzend wurden Beobachtungen zu lokalen Vögeln festgehalten und mitgeteilt.

Folgendes sind die wichtigsten Aspekte, die im Rahmen dieser Untersuchung geklärt werden müssen:

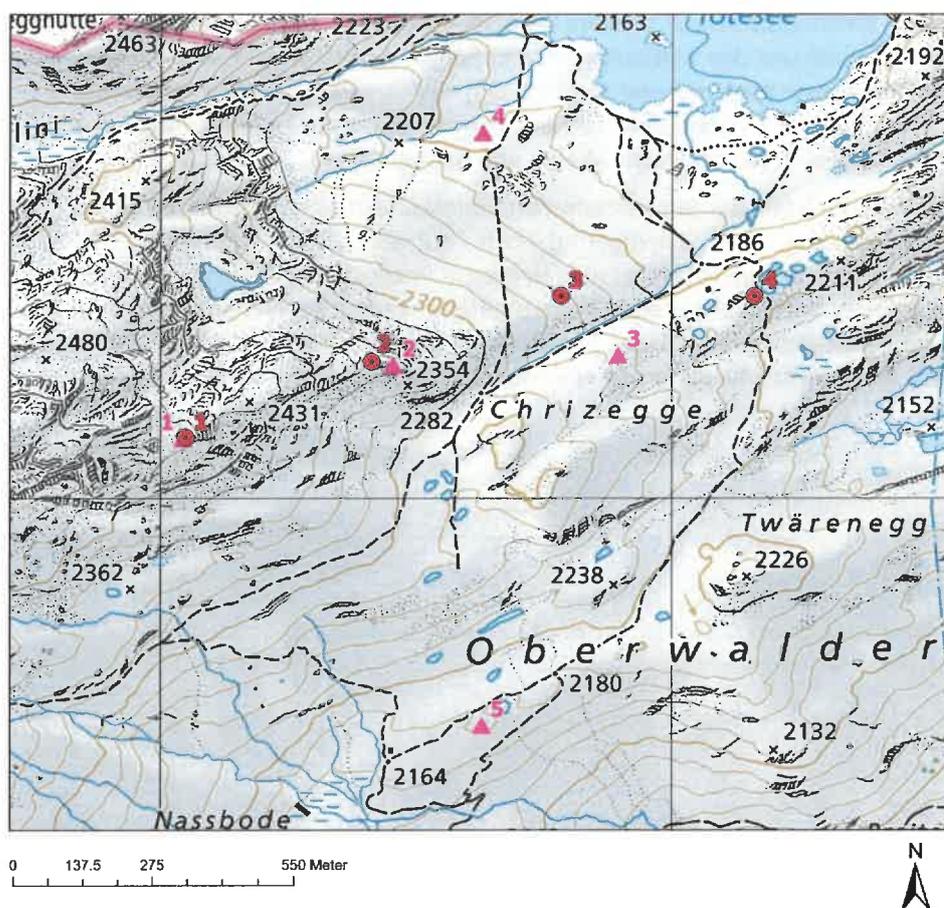
- Bewertung des Standortes im Hinblick auf die tageszeitlichen Aspekte und der Thermiksegler insbesondere im Frühling und Herbst
- Beurteilung der nächtlichen (Herbst-) Zugströme von Kleinvögeln, Bestimmung der wahrscheinlichen Auswirkungen des Projekts auf empfindliche Arten und mögliche Konzentrationen von Zugvögeln in der Nähe des Standortes.
- Beobachtungen zu lokalen Vögeln vorallem hinsichtlich Raumnutzung von lokalen Greifvögeln, die während der Erfassung der Zugvögel ebenfalls am Standort erfasst und dokumentiert werden

Für des Grimsel-Projekt gibt es bezüglich der Festsetzung des Richtplans seit dem 15. Juni 2022 einen Erläuterungsbericht zur Richtplanung für Windenergie (E.6). Bezüglich Vögel beschreiben sie die Vorabklärung der Vogelwarte, die bereits durchgeführte Abklärung durch Pronat sowie aktuelle Informationen, unter anderem die neusten Erkenntnisse zu den nahegelegenen Brutplätzen des Bartgeiers. Diese neusten Informationen werden in diesem Bericht berücksichtigt.

## 1.2 Projektgebiet und WEA-Standorte

Am Standort Grimsel ist ein Windpark geplant (Abbildung 1). Das Projekt liegt auf einer Höhe von 2'100 bis 2'200 m ü. M. Um die Machbarkeit zu prüfen, wurden zu Beginn sieben potenzielle WEA-Standorte ausgeschieden. Im Verlaufe des Projektes wurden diese auf fünf und schliesslich auf vier WEA-Standorte reduziert. Alle vier Standorte befinden sich im Offenland. Der geplante Windpark befindet sich in der Zone «Chrizegge». Dies ist ein Gebiet mit einem hohen Windpotenzial. Es besteht aus leicht hügeligem alpinem Grasland, welches mit Zwergsträuchern und felsigen Aufschlüssen durchsetzt ist.

Mögliche vorgesehene WEA-Typen sind wird entweder E-138 mit einer Gesamthöhe von 199 m und einer Nabhöhe 131 m sein oder V150 mit einer Gesamthöhe von 200 m und einer Nabhöhe von 125 m und eine Rotorblattlänge von 75 m.



- WEA Standorte (Dezember 2023)
- ▲ WEA Standorte (Juli 2023)

Abbildung 1: Übersicht über die geplanten WEA-Standorte. Die rosa Dreiecke markieren die WEA-Standorte zum Stand im Juli 2023, die roten Kreise markieren die WEA-Standorte zum Stand Dezember 2023.

### 1.3 Konfliktpotenzial

Windenergieanlagen stellen für Vögel, insbesondere für Zugvögel und Greifvögel Hindernisse in der Luft dar. Die grossen Thermiksegelnde Vögel wie der Bartgeier haben nur eine begrenzte Manövrierbarkeit und eine lange Reaktionszeit (Werner et al., 2019). Die Anzahl der Vögel, mit den bewegendes kollidieren können, hängt stark vom Standort, von der Anzahl Anlagen, sowie deren Anordnung ab und Faktoren wie Sichtverhältnisse oder Anlageneigenschaften (wie Anlagenebeleuchtung) ab. Daher ist es wichtig, bekannte Zugkorridore wo erhöhte Zugintensität auftritt zu vermeiden. Allerdings wurde durch die

Stude in Le Peuchapatte festgestellt, dass weniger Vögel von Kollisionen betroffen sind als bisher angenommen (Aschwanden and Liechti, 2016). Das Verhältnis zwischen Kollision und Zugintensität ist komplexer als gedacht und hat Zusammenhänge mit weiteren Faktoren wie schlechten Sichtverhältnissen. Weitere Untersuchungen, auch im Ausland, zeigen, dass die Empfänglichkeit und das Kollisionsrisiko mit Schlechtwetterereignissen, schnelle Wetterwechseln, teilweise auch mit der Beleuchtung der Anlagen, zusammenhängen (Schuster et al., 2015). Weiter haben Untersuchungen gezeigt das der Meideverhalten von Zugvögel am Tag besser ist als die Nacht (Weber and Köppel, 2017).

Der Standort befindet sich laut der Schweizerischen Vogelwarte in einem Gebiet mit einem geringen Konfliktpotenzial für Zugvögel (Liechti et al., 2013) (Abbildung 2). Wie im Erläuterungsbericht zum Richtplan für das Projekt festgestellt wird, sind regelmässige, jedoch in geringer Zahl zu erwartende Vogelzüge zu erwarten. Als Nebenbemerkung, da dies nicht der Hauptgegenstand dieses Fachberichts ist, wird das Konfliktpotenzial für Brutvögel durch die Vogelwarte als gross eingeschätzt. Es sind keine Kerngebiete von

Auerhuhn oder Bartgeiern betroffen, und es gibt keine Ausschlusskriterien (gemäß Erläuterungsbericht zum Richtplan vom für das Projekt (Kanton Wallis, 2022)).

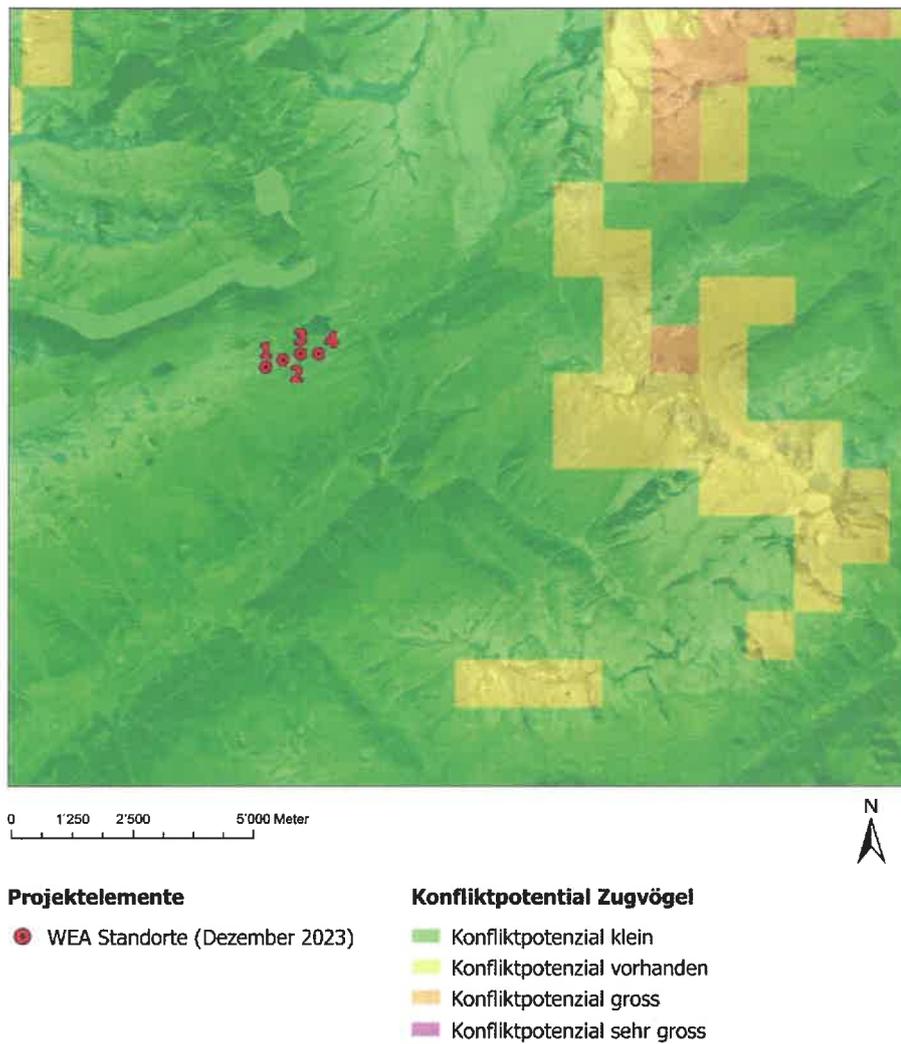


Abbildung 2: Konfliktpotenzialkarte rund um den Grimselpass (Liechti et al., 2013).

Allerdings wird gemäss Empfehlung von (Werner et al., 2019) beschrieben das die Unsicherheiten in den Alpen die diese Modellierung so gross sind das diese Grundlage nicht für diesen Gebiet gilt

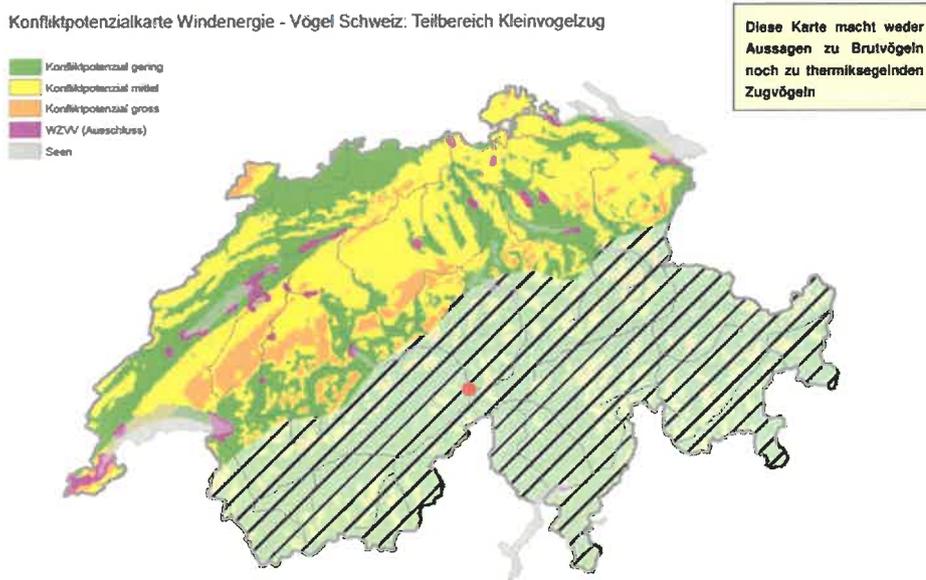


Abb. 1. Konfliktpotenzialkarte Windenergie – Vögel Schweiz Teilbereich Kleinvogelzug als eine von drei Grundlagen zur Beurteilung im UVP. Grün: geringes Konfliktpotenzial, gelb: mittleres Konfliktpotenzial, orange: grosses Konfliktpotenzial. Violett: rechtlich geschützte Vogelschutzgebiete gemäss der Verordnung über die Wasser- und Zugvogelreservate von nationaler und internationaler Bedeutung (WZVV). Im schraffierten Bereich (Alpenraum) weist die Modellierung des Kleinvogelzugs, die im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) erfolgte (Stand 2013), viele Unsicherheiten auf. Deswegen kann das Konfliktpotenzial dort nicht eingeschätzt werden. Zu Brutvögeln und thermiksegelnden Zugvögeln macht diese Karte keine Aussagen.

Schweizerische Vogelwarte Sempach, 2019

Abbildung 3: Konfliktpotenzialkarte, wie im Leitfaden der Vogelwarte dargestellt (ungefährer Standort Grimsele in Rot).

### 1.3.1 Tagziehender Vogelzug (Thermiksegler)

Bisher gibt es keine bereits existierenden, ausreichend genaue Daten über die Migrationsströme in der Region Grimsele, welche die Situation beurteilen lassen. Alle verfügbaren Informationen wurden jedoch gesammelt und fliessen in den Bericht ein. Dies betrifft vor allem die Daten von der Schweizerischen Vogelwarte Sempach. Die Bewertung in diesem Bericht basiert hauptsächlich auf die Beobachtungen, die im Rahmen dieser Studie gemacht wurden. Die Beobachtungen beziehen sich auf den Vogelzug am Tag, insbesondere von Greifvögeln, aber auch alle anderen Vögel, die von den Beobachtungsstandorten aus sichtbar waren. Auf diese Weise kann festgestellt werden, ob sich ein bevorzugter Zugkorridor besteht und inwieweit er die geplanten Windenergieanlagen tangiert.

### 1.3.2 Nachtziehender Kleinvogelzug

Der nächtliche Vogelzug ist unter normalen Bedingungen nicht nachweisbar und kann meist nur mithilfe von Radaren untersucht werden. Es ist jedoch möglich, die nächtliche Migrationsströme in Vollmondnächten und bei klaren Wetterverhältnissen, anhand von Punkten zu ermitteln. Dies ist ein Ansatz, den der Feldornithologe bereits an anderen Standorten angewendet hat und der sich als nützlich und zielführend erwiesen hat.

Dieser Ansatz ist grundsätzlich auch bekannt, um Erkenntnisse über nachts ziehende Vögel zu gewinnen (Liechti et al., 1996). Obwohl die Daten nur bruchstückhaft sind, kann anhand von ihnen die strategische Bedeutung eines Standortes für Zugvögel eingeschätzt und grosse Vogelkonzentrationen erkannt werden. Dazu kann die Einschätzung der erwarteten Grössenordnung von der Zugintensität am Standort eingeschätzt werden. Um die Auswirkungen des Baus des Windparks am Grimselpass auf Vögel abschätzen zu können, wurden 16 Nächte zur Beobachtung des Vogelzuges eingeplant. Der Zeitplan beinhaltet den Frühlings- sowie den Herbstzug. Da in dieser Höhenlage die Landschaft bis Ende Mai mit Schnee bedeckt ist, nimmt der Herbstzug eine grössere Bedeutung ein als der Frühlingszug.

## 2 Methode

### 2.1 Hintergrund zu den Erhebungen

Für die Zugvogelkartierung wurden drei Beobachtungsstandorte genutzt (Abbildung 4). Der Standort 1 wurde von März bis Mai und im November genutzt. Er befindet sich am ehemaligen Fusse des geplanten Windpark Standortes und ist über den gesamten Winter oder bei Schneelage gut zugänglich. Der Beobachtungsstandort 2 und 3 wurden von Juni bis Oktober genutzt.

Die Vögel wurden mit einem Fernglas (10x42) und einem Spektiv (25-60x85) beobachtet. Damit können Vögel je nach Grösse auf eine Entfernung von 1 bis 2 km erfasst werden.

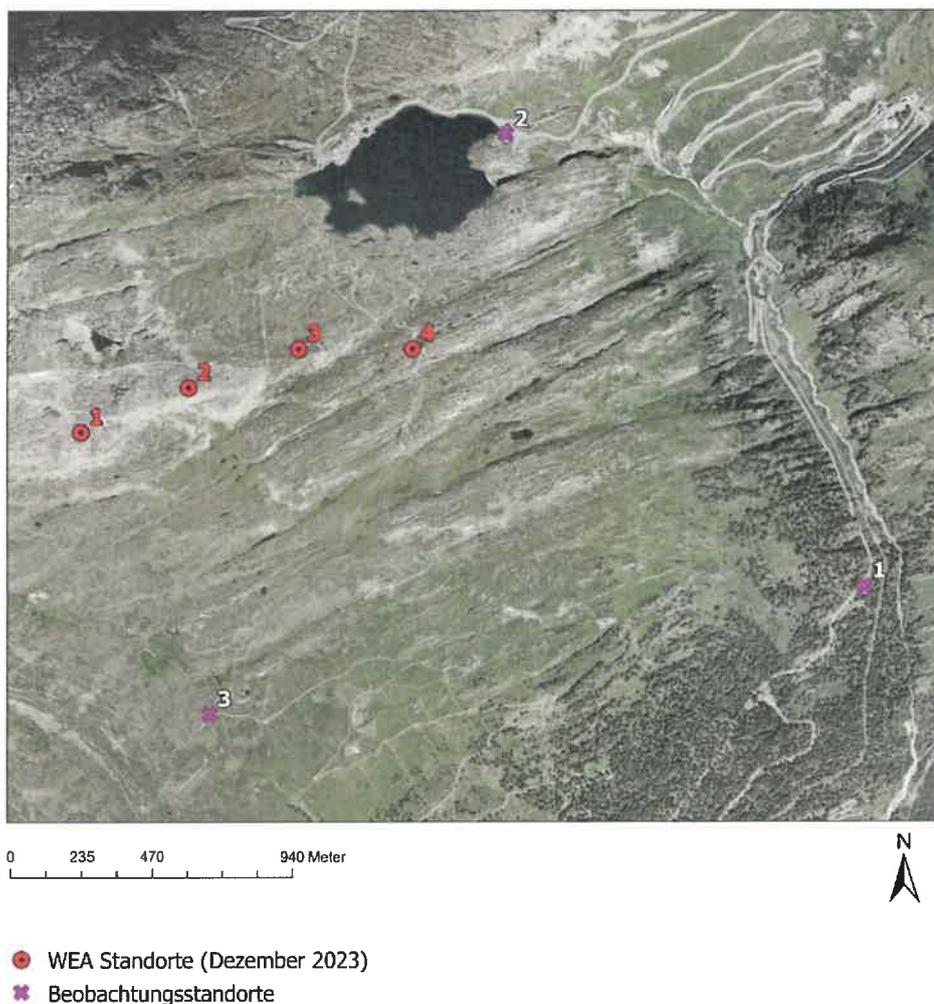


Abbildung 4: Die drei Beobachtungsstandorte für die Beobachtungen des Zuges am Grimsel.

## 2.2 Nachtziehende Kleinvögel

Die Bewertung des nächtlichen Zuges erfolgte durch die Beobachtung mit einem Fernrohr gegen die Mondscheibe während der Vollmondperioden. Diese Beobachtungen können 3 Tage vor und 3 Tage nach dem Vollmond durchgeführt werden, d.h. über einen Zeitraum von 7 Tagen bei jedem Vollmond. Die Grössenordnung des nächtlichen Zugstroms über den Grimsel-Windpark konnte so bei entsprechenden Wetterbedingungen (in Nächten ohne Bewölkung) abgeschätzt werden. Die Höhen wurden geschätzt, indem die Grösse des Vogels und seine Geschwindigkeit beim Überqueren der Mondscheibe beurteilt wurden. Die Schätzung des Zuges erfolgte nach den Empfehlungen der Schweizerischen Vogelwarte und wurde mithilfe ihres Online-Programms berechnet. Der Standardzugstrom (Migration Traffic Rate MTR) ist die Anzahl der Individuen, die in einer Stunde über einen 1 km Transekt in 1000 m Höhe ziehen.

Die Untersuchung der Frühjahrmigration begann mit dem Vollmond von Anfang März und endete mit dem Vollmond von Anfang Juli. Die Untersuchung des Herbstzuges begann mit dem Vollmond von Anfang August und endete mit dem Vollmond von Ende November.

Um ein umfassendes Bild der Zugwege im oberen Rohnetal zu erhalten, womit die Bedeutung des Grimselpasses für Zugvögel besser eingeschätzt werden kann, wurden auch Beobachtungen am Furkapass durchgeführt. Dieser Pass am östlichen Rand des Rhonetals, 6 km östlich des Grimselsees, ist für seine strategische Bedeutung für den Vogelzug bekannt.

## 2.3 Greifvögel und andere tagziehende Zugvögel

Alle Vogelarten, die über oder in der Nähe des Grimselgebietes vorbeifliegen, wurden in Zeitabschnitten erfasst. Gezählt wurde in Verbindung mit der Schätzung der Flughöhe. Ein besonderes Augenmerk wurde auf die ziehenden Greifvögel gelegt. Daraus lässt sich die Anzahl der Vögel pro km und Stunde «MTR» Migration TrafficRate (Anzahl Vögel/Stunde/km) berechnet. Dieses stellt eine Vergleichsgrundlage dar. Es ist anzumerken, dass die für diesen Bericht berechnete Migrationsrate (MTRd) durch Direktbeobachtungen niedriger sein kann, als die durch Radarstudien berechnete Migrationsrate (MTR), da Direktbeobachtungen nicht den gesamten Migrationsstrom erfassen können (Liechti et al., 2013)

Am Grimsel wurden alle Vögel gezählt, die innerhalb eines Transektes von 1 km vom Beobachtungsstandort aus gesichtet wurden. Dies ermöglicht eine direkte Schätzung der MTR, ohne dass die Anzahl der in einem Transekt festgestellten Vögel hochgerechnet und auf eine 1 km breite Front übertragen werden muss.

## 2.4 Zeitpunkte und Anzahl der Beobachtungen

Im Winter (November bis März) sind nur sehr wenige Vögel am Standort Grimselpass zu erwarten. Daher haben die Felderhebungen der Zugvogelkartierungen zwischen Ende März bis Oktober stattgefunden. Für die Untersuchung des Tageszuges der thermikseigende Zugvögel wurde an 18 Tagen Beobachtungen durchgeführt.

Die Beobachtungen für den Tageszug der thermiksegelnde Zugvögel erfolgten jeweils von 07:30 Uhr bis 11:30 Uhr (UTC+1), um sowohl um den die Kleinvögelzug als auch die Greifvogelzug zu dokumentieren. Zu einem früheren Zeitpunkt im Tag gibt es keine thermischen Aufwinde für Greifvögel; später wäre der Grossteil des Zugs der Kleinvögel verpasst worden. Ab dem Mittag befindet sich der Zug der Greifvögel zu hoch oben in der Luft, sodass sie nicht mehr wahrgenommen werden können.

Für die Untersuchung des nächtlichen Vogelzuges sind von März bis Oktober 16 halbe Beobachtungsnächte (8 Tage) durchgeführt worden.

Die Erhebungen wurden tagsüber bei verschiedenen Bewölkungs- und Windverhältnissen, bei Nacht jedoch nur bei offenem Himmel durchgeführt. Die Wetterbedingungen können den Tabelle 1 und Tabelle 2 entnommen werden.

*Tabelle 1: Daten für die Beobachtungen des Tages- und Nachtzuges im Frühling-Sommer 2023 am Grimselpass. Diese Beobachtungen decken den Frühlingszug ab.*

Beobachtungsdaten	Beobachtungsstandort	Zug bei Nacht	Zug bei Tag	Wetterbedingungen
6. März	1	x		Klarer Himmel, ruhig
7. März	1	x	x	Nebel, Regen, Wind aus Westen
23. März	1		x	Verschleierter Himmel, leichter Südost-Wind
28. März	1		x	Schön und sehr kalt nach starken Schneefällen
4. April	1	x		Klarer Himmel, starker Wind aus Norden
5. April	1		x	Schön, sehr kalter Wind aus Norden
8. April	1	x		Bedeckt, Mond nicht sichtbar
9. April	1		x	Schön, Wind aus Norden
27. April	1		x	Schön, kalt, ruhig
2. Mai	1	x		Teilweise klarer Himmel, Mond sichtbar (2 Stunden)
4. Mai	1	x		Klarer Himmel, ruhig
27. Mai	2		x	Schön, ruhig
31. Mai	2	x		Teilweise klarer Himmel, Mond eine Stunde sichtbar
2. Juni	2	x		Bedeckter Himmel, Mond nicht sichtbar

25. Juni	2		x	Starker Wind aus Westen mit Gewittern
4. Juli	3	x		Schön, Wind aus Westen mit Gewittern
5. Juli	3		x	Schön, Wind aus Westen

Tabelle 2: Daten für die Beobachtungen des Tages- und Nachtzuges im Sommer-Herbst 2023 am Grimsepass. Dies Beobachtungen decken den Herbstzug ab.

Beobachtungsdaten	Beobachtungsstandort	Zug bei Nacht	Zug bei Tag	Wetterbedingungen
31. Juli	3+2		x	Schön und warm, ruhig
23. August	3	x		Klarer Himmel, ruhig
24. August	3+2		x	Schön und warm, Wind aus Südosten 20 km/h
3. September	3+2		x	Schön, starker Nord-Wind (30-40 km/h)
4. September	3	x		Klarer Himmel, starker Wind aus Norden
5. September	3+2		x	Schön, starker Nord-Wind (30-40 km/h)
26. September	3	x		Ruhig, leichter Föhn
27. September	3+2		x	Schöner, leichter Föhn
3. Oktober	3+2		x	Schön, Wind aus Süden
4. Oktober	3	x		Klarer Himmel, ruhig
5. Oktober	3+2		x	Verschleierter Himmel, Südwest-Wind
27. Oktober	3	x		Klarer Himmel, ruhig
28. Oktober	3+2		x	Bedeckt, Wind aus Westen
3. November	1	x		Bedeckt, Wind aus Westen
4. November	1		x	Bedeckt, Wind aus Westen
23. November	1	x		Klarer Himmel, ruhig

## 3 Resultate

Die in diesem Bericht vorgestellten Ergebnisse beziehen sich auf den Frühlings- und Herbstzug. Sie ergeben eine hinreichend genaue Einschätzung des Ausmasses der tages- und nachzeitlichen Zugströme über das Projektgebiet des geplanten Windparks.

### 3.1 Nachtziehende Kleinvögel

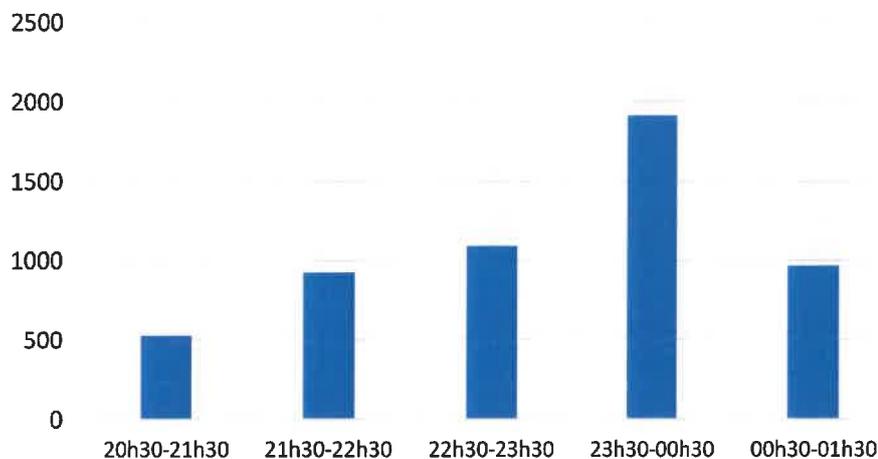
Um den nächtlichen Frühlingszug zu beurteilen, wurde vom 06. März bis 04. Juli 2023 bei sichtbarem Mond mit einem Spektiv auf die Mondoberfläche am Grimsel gezielt. Es waren 6 von 9 versuchten Nachtbeobachtungen verwertbar (Tabelle 3 und Grafik 1). Der nächtliche Herbstzug wurde vom 23. August bis 23. November 2023 bei sichtbarem Mond geschätzt. Von 7 Nachtbeobachtungen waren 6 verwertbar (Tabelle 4 und Grafik 2).

#### 3.1.1 Werte des nächtlichen Migrationsstroms

*Tabelle 3: Nächtliche Migrationsströme (MTR), beobachtet am Grimsel in Vollmondnächten im Frühling 2023. Die - zeigen an, dass der Mond durch Wolken oder Berge verdeckt war.*

Datum der Zählung	20h30-21h30	21h30-22h30	22h30-23h30	23h30-00h30	00h30-01h30	MTR durchschnitt
06.03.2023	528	616	440	-	-	<b>528</b>
07.03.2023	-	-	-	-	-	-
04.04.2023	-	-	1232	-	-	<b>1232</b>
08.04.2023	-	-	-	-	-	-
02.05.2023	-	-	2111	3186	-	<b>2640</b>
04.05.2023	-	1232	1320	1760	1584	<b>1474</b>
31.05.2023	-	-	352	-	-	<b>352</b>
02.06.2023	-	-	-	-	-	-
04.07.2023	-	-	-	792	352	<b>572</b>
<b>Durchschnittliche MTR</b>	<b>528</b>	<b>924</b>	<b>1091</b>	<b>1912</b>	<b>968</b>	<b>1133</b>

### MTR Mittelwerte (Frühling)

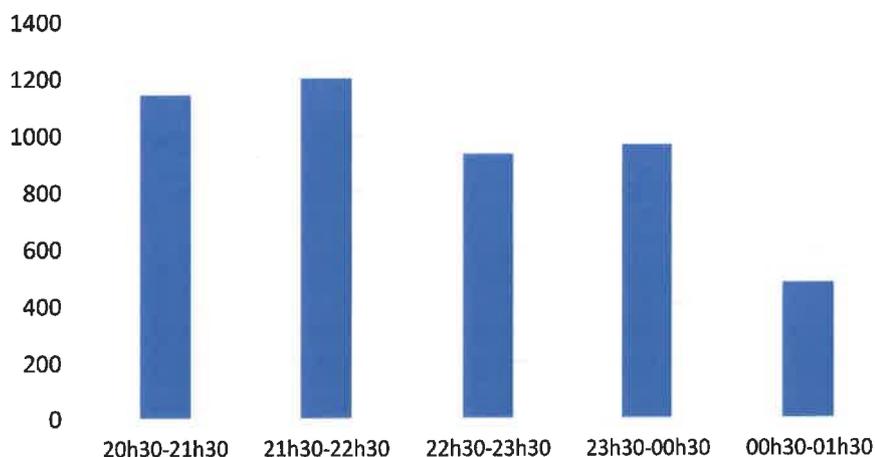


Grafik 1: Stündliche Entwicklung der mittleren MTR des nächtlichen Zuges von Singvögeln am Grimsel im Frühling (März bis Juli, UTC+1).

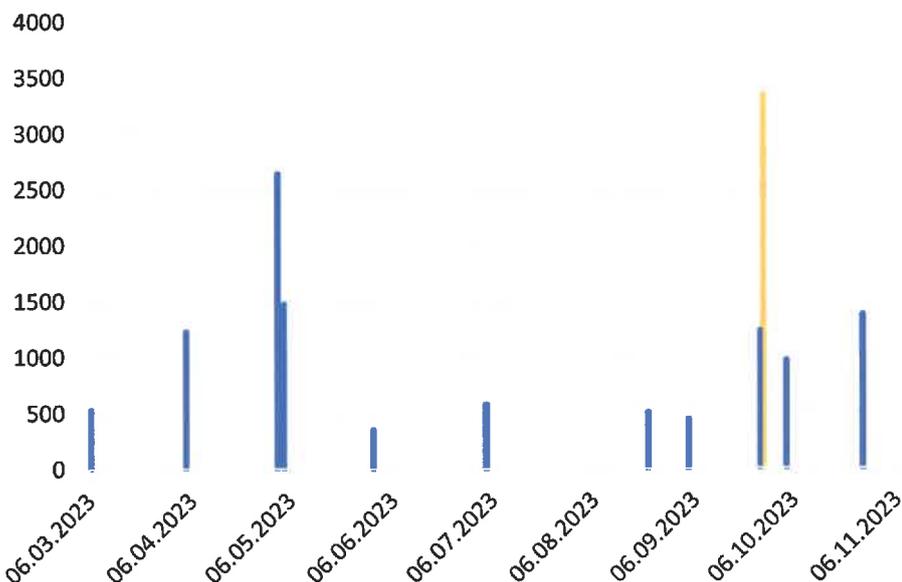
Tabelle 4: Nächtliche Migrationsströme (MTR), beobachtet am Grimsel in Vollmondnächten im Sommer-Herbst 2023. Die - zeigen an, dass der Mond durch Wolken oder Berge verdeckt war.

Datum der Zählung	20h30-21h30	21h30-22h30	22h30-23h30	23h30-00h30	00h30-01h30	MTR durchschnitt
23.8.2023	-	-	500	-	-	500
4.9.2023	-	-	400	440	480	440
26.9.2023	-	1408	1048	-	-	1228
4.10.2023	-	-	-	968	-	968
27.10.2023	-	1232	1408	1496	-	1378
3.11.2023	-	-	-	-	-	-
22.11.2023	1144	968	1320	-	-	1144
<b>Durchschnittliche MTR</b>	<b>1144</b>	<b>1202</b>	<b>935</b>	<b>968</b>	<b>480</b>	<b>943</b>

### MTR Mittelwert (Sommer-Herbst)



Grafik 2: Stündliche Entwicklung der mittleren MTR für den nächtlichen Zug von Singvögeln am Grimselpass im Sommer-Herbst (August bis November 2023, UTC+1)



Grafik 3: Saisonale Entwicklung der mittleren MTR des nachts ziehende Kleinvögel am Grimselpass. Der orange Wert entspricht zum Vergleich dem Furkapass am 26. September 2023.

Die Werte des nächtlichen Zugstromes waren im Frühling niedrig bis mittel (mittlere MTR 1133). Sie stiegen von 528 MTR Anfang März auf 2640 MTR Anfang Mai (mit einem Spitzenwert von 3186), bevor sie bis Ende Mai / Anfang Juni wieder auf 352 MTR zurückgingen. Der Wert von 572 MTR am 4. und 5. Juli war zum Teil auf die Anwesenheit von Mauerseglern mitten in der Nacht zurückzuführen, die offenbar kreisend schliefen. Hierbei handelte es sich mit grösster Wahrscheinlichkeit um einheimische Vögel und nicht um Zugvögel. Obwohl die meisten Arten mit dieser Methode nicht identifiziert werden konnten,

handelte es sich bei den beteiligten Vögeln im März hauptsächlich um Rotkehlchen, Drosseln und Lerchen. Die Spitze Ende April / Anfang Mai entspricht dem Durchzug insektenfressender Vögel (insbesondere Teichrohrsänger, Grasmücken und Fliegenschnäpper).

Der Herbstzug war im Durchschnitt schwächer als im Frühling (mittlere MTR 943) und stieg von 500 im August auf rund 1400 im Oktober, bevor er im November wieder auf 1100 zurückging. Ein Vergleich mit dem Furkapass in der Nacht vom 26. auf den 27. September zeigte einen fast dreimal grösseren Durchzug mit einer durchschnittlichen MTR von 3344 gegenüber einer durchschnittlichen MTR von 1228 am Grimselpass.

### 3.1.2 Ausrichtung des Nachtstroms

Der Strom verlief im Frühling mehrheitlich von Südwesten nach Nordosten, da die Vögel vom Goms dem Rhonetal folgten und ihre Route über den Furkapass fortsetzten. Im Herbst verlief der Zugweg in die Gegenrichtung, von Nordosten nach Südwesten, weshalb der Furkapass als strategischer Standort weitaus wichtiger ist als der Grimselpass. Die Vögel zogen das Urserental hinauf, um über den Furkapass ins Goms zu gelangen.

### 3.1.3 Flughöhen

Die meisten auf ihrem nächtlichen Zug beobachteten Vögel waren sehr hoch fliegende Singvögel, die die Alpen in einer Höhe von über 2500 m ü. M. überquerten. Die Flughöhen wurden auf durchschnittlich 400-500 m über dem Boden geschätzt. Einige Vögel wurden auch weiter unten beobachtet, darunter kreisende Mauersegler, die wahrscheinlich im Flug schliefen.

### 3.1.4 Fledermäuse

Es ist wichtig zu erwähnen, dass am 31. Mai und 4. Juli mehr als die Hälfte der Beobachtungen gegen die Mondscheibe von jagenden Fledermäusen stammten. Im Gegensatz zu den Vögeln flogen sie unter 200 m über dem Boden und flogen leicht erkennbare Schleifen und Zickzacklinien. Die grosse Anzahl von Fledermäusen in dieser grossen Höhe war relativ überraschend.

## 3.2 Tagziehende Vögel

### 3.2.1 Raubvögel und andere Zugvögel

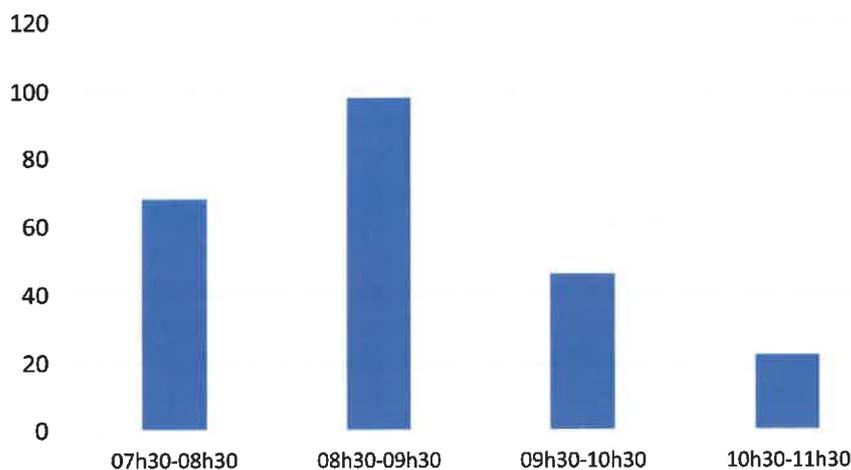
Der tageszeitliche Frühlingszug wurde vom 7. März bis zum 5. Juli 2023 beim Grimselpass beobachtet. Es wurden nur MTR-Werte über 10 berücksichtigt (Tabelle 5 und Grafik 4).

*Tabelle 5: Beobachtete tageszeitliche Migrationsströme (TDM) am Grimsel im Frühjahr 2023.*

Datum der Zählung	07h30-08h30	08h30-09h30	09h30-10h30	10h30-11h30	MTR durchschnitt
-------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	------------------

07.03.2023	<10	<10	<10	<10	-
23.03.2023	220	239	52	20	<b>133</b>
28.03.2023	20	50	17	<10	<b>23</b>
05.04.2023	11	88	32	<10	<b>33</b>
09.04.2023	24	67	105	61	<b>64</b>
27.04.2023	65	44	23	25	<b>40</b>
27.05.2023	<10	<10	<10	<10	-
25.06.2023	<10	<10	<10	<10	-
05.07.2023	<10	<10	<10	<10	-
<b>Durchschnittliche MTR</b>	<b>68</b>	<b>98</b>	<b>46</b>	<b>22</b>	<b>59</b>

### MTR Mittelwert (Frühling)



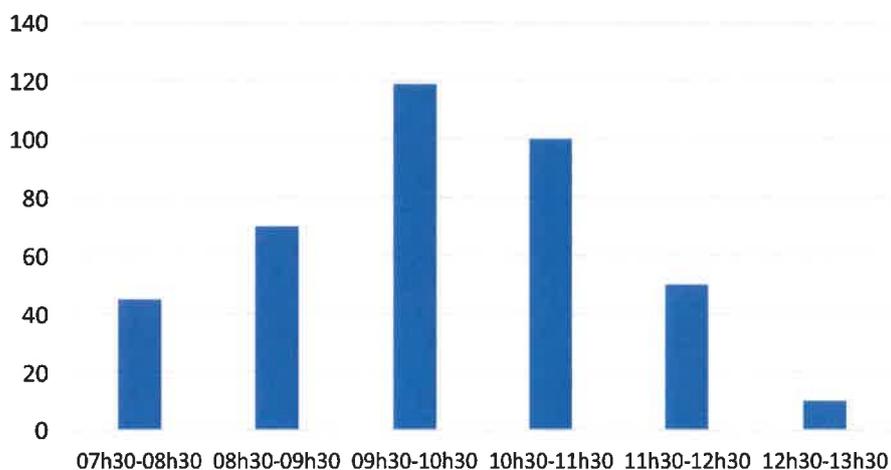
Grafik 4: Stündliche Entwicklung der mittleren MTR des Tageszuges von Greifvögeln, anderen Grossvögeln und Singvögeln am Grimsel im Frühjahr (März bis Juli 2023)

Der tageszeitlichen Herbstzug wurde vom 31. Juli bis zum 4. November 2023 am Grimselpass beobachtet. Es wurden nur MTR-Werte über 10 berücksichtigt (Tabelle 6 und Grafik 5).

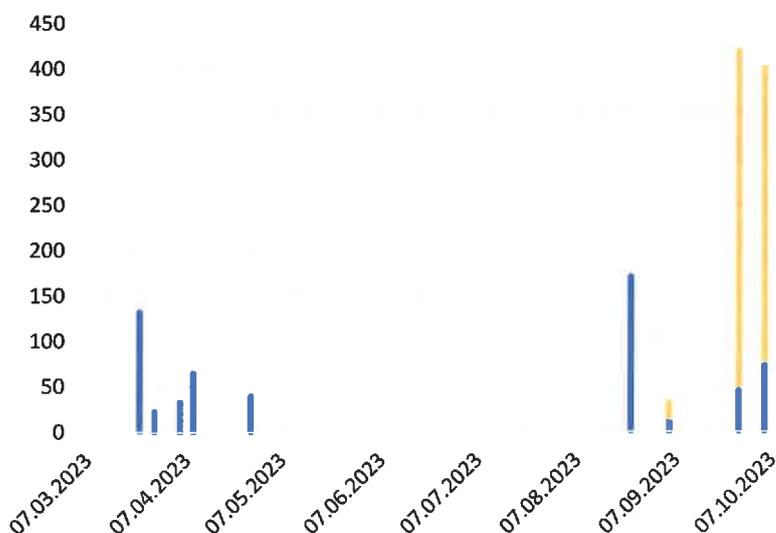
Tabelle 6: Beobachtete tageszeitliche Migrationsströme (TDM) am Grimsel im Sommer-Herbst 2023.

Datum der Zählung	07h30-08h30	08h30-09h30	09h30-10h30	10h30-11h30	11h30-12h30	12h30-13h30	MTR durchschnitt Grimsel	MTR durchschnitt Furka
31.07.2023	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
24.08.2023	d<10	46	450	<10	18	<10	171	
03.09.2023	<10	<10	10	<10	<10	<10	<10	
05.09.2023	<10	<10	10	<10	-	-	10	32
27.09.2023	45	<10	45	<10	-	-	45	420
03.10.2023	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
05.10.2023	<10	72	72	<10	-	-	72	400
28.10.2023	<10	90	18	100	155	<10	100	
04.11.2023	<10	<10	<10	<10	50	<10	50	
<b>Durchschnittliche MTR</b>	<b>45</b>	<b>70</b>	<b>119</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>70</b>	<b>284</b>

MTR Mittelwert (Sommer-Herbst)



Grafik 5: Stündliche Entwicklung der mittleren MTR des Tageszuges von Greifvögeln, anderen Grossvögeln und Singvögeln am Grimselsee im Sommer-Herbst 2023 (August bis November 2023)



Grafik 6: Saisonale Entwicklung der mittleren MTR des Tageszugs von Greifvögeln, anderen Grossvögel und Singvögeln am Grimselpass im Frühling (März bis Juli 2023) und im Sommer-Herbst (August-November 2023). Die orangen Werte entsprechen zum Vergleich dem Furkapass am 5. und 27. September sowie am 5 Oktober 2023.

### 3.2.2 Beobachtete Arten

Im Frühling wurden nur 6 Arten der Gruppe ziehenden Greifvögel beobachtet (Tabelle 7). Es wurden an 9 Beobachtungstagen insgesamt 55 Individuen der Greifvögel gezählt. Dies ist sehr wenig, jedoch für einen inneralpinen Pass im Frühling ist dies zu erwarten.

Es ist anzumerken das der Wespenbussard, ein transsahrischer Zugvogel, nicht gesichtet wurde. Von den andren grossen Vogelarten zogen am 27. April eine kleine Gruppe Kormorane vorbei. Hinsichtlich ziehende Ringeltaube war mit 610 gezählten Individuen die bei weitem häufigste Art. Insgesamt wurden auf der Grimselpasshöhe 20 Arten von ziehenden Singvögeln beobachtet, welche am Tag ziehendes beobachtet wurden. Ihre Anzahl war meist sehr gering und wurden vom Buchfinken und Erlenzeisig dominiert (Tabelle 8).

Tabelle 7: Greifvögel und andere mittelgrosse Zugvögel, die im Frühjahr 2023 am Grimsel gezählt wurden.

Arten	7.3	23.3	28.3	5.4	9.4	27.4	27.5	25.6	5.7	Total
<b>Greifvögel</b>										
Schwarzmilan ( <i>Milvus migrans</i> )						1				1
Rotmilan ( <i>Milvus milvus</i> )		1	2			2				5
Mäusebussard ( <i>Buteo buteo</i> )		1	5	1	2	1				10

Rohrweihe ( <i>Circus aeruginosus</i> )			1				1			2
Sperber ( <i>Accipiter nisus</i> )		1	1	3	9	4				18
Turmfalke ( <i>Falco tinnunculus</i> )			2	2	11	4				19
<b>Mittelgrosse Zugvögel</b>										
Ringeltaube ( <i>Columba palumbus</i> )		418	61	69	56	6				610
Kormoran ( <i>Phalacrocorax carbo</i> )						5				5

Tabelle 8: Beobachtete Singvögel auf dem Zug im Frühling 2023 am Grimselpass.

Art
Rauchschwalbe ( <i>Hirundo rustica</i> )
Mehlschwalbe ( <i>Delichon urbicum</i> )
Felsenschwalbe ( <i>Ptyonoprogne rupestris</i> )
Feldlerche ( <i>Alauda arvensis</i> )
Bergpieper ( <i>Anthus spinoletta</i> )
Baumpieper ( <i>Anthus trivialis</i> )
Bachstelze ( <i>Motacilla alba</i> )
Gebirgsstelze ( <i>Motacilla cinerea</i> )
Schafstelze ( <i>Motacilla flava</i> )
Singdrossel ( <i>Turdus philomelos</i> )
Misteldrossel ( <i>Turdus viscivorus</i> )
Hausrotschwanz ( <i>Phoenicurus ochruros</i> )
Braunkehlchen ( <i>Saxicola rubetra</i> )
Wintergoldhähnchen ( <i>Regulus regulus</i> )
Rabenkrähe / Nebelkrähe ( <i>Corvus corone</i> )
Buchfink ( <i>Fringilla coelebs</i> )
Bergfink ( <i>Fringilla montifringilla</i> )
Bluthänfling ( <i>Linaria cannabina</i> )
Erlenzeisig ( <i>Spinus spinus</i> )

Stieglitz (*Carduelis carduelis*)

Gimpel (*Pyrrhula pyrrhula*)

Fichtenkreuzschnabel (*Loxia curvirostra*)

Im Sommer-Herbst 2023 wurden nur 4 ziehende Greifvogelarten (Rotmilan, Mäusebussard, Rohrweihe, Sperber) mit insgesamt 5 Individuen an 9 Beobachtungstagen beobachtet (Tabelle 9). Diese Zahl ist extrem niedrig und zeigt, dass der Grimselpass im Gegensatz zum Furkapass, als Beispiel, kein strategischer Ort für den herbstlichen Vogelzug ist. Es wurden keine Wespenbussarde, beobachtet. Obwohl die Ringeltaube im Frühjahr zahlreich beobachtet wurde, wurden beim Herbstzug keine gesichtet. Insgesamt wurden auf der Grimselpasshöhe 30 Arten von ziehenden Singvögeln auf dem Herbstzug beobachtet. Ihre Anzahl war meist sehr gering, dominiert von Buchfinken und Erlenzeisig (Tabelle 10).

Tabelle 9: Greifvögel und andere mittelgrosse Zugvögel, die im Sommer-Herbst 2023 beim Grimsel gezählt wurden.

Arten	31.7	24.8	5.9	27.9	5.10	28.10	4.11	Total
<b>Greifvögel</b>								
Rotmilan ( <i>Milvus milvus</i> )	1							1
Mäusebussard ( <i>Buteo buteo</i> )	1				1			2
Rohrweihe ( <i>Circus aeruginosus</i> )			1					1
Sperber ( <i>Accipiter nisus</i> )		1						1
<b>Mittelgrosse Zugvögel</b>								
Gänsesäger ( <i>Mergus merganser</i> )			1					1
Waldschnepfe ( <i>Scolopax rusticola</i> )				1				1

Tabelle 10: Im Sommer-Herbst 2023 am Grimsel auf dem Zug beobachtete Singvögel.

Art
Rauchschwalbe ( <i>Hirundo rustica</i> )
Mehlschwalbe ( <i>Delichon urbicum</i> )

Felsenschwalbe (*Ptyonoprogne rupestris*)

Feldlerche (*Alauda arvensis*)

Bergpieper (*Anthus spinoletta*)

Baumpieper (*Anthus trivialis*)

Bachstelze (*Motacilla alba*)

Gebirgsstelze (*Motacilla cinerea*)

Schafstelze (*Motacilla flava*)

Singdrossel (*Turdus philomelos*)

Misteldrossel (*Turdus viscivorus*)

Hausrotschwanz (*Phoenicurus ochruros*)

Braunkehlchen (*Saxicola rubetra*)

Wintergoldhähnchen (*Regulus regulus*)

Rabenkrähe / Nebelkrähe (*Corvus corone*)

Mauerläufer (*Tichodroma muraria*)

Buchfink (*Fringilla coelebs*)

Bergfink (*Fringilla montifringilla*)

Bluthänfling (*Linaria cannabina*)

Erlenzeisig (*Spinus spinus*)

Stieglitz (*Carduelis carduelis*)

Gimpel (*Pyrrhula pyrrhula*)

Fichtenkreuzschnabel (*Loxia curvirostra*)

Tabelle 11: Weitere Arten, die am Totensee oder seiner Umgebung beobachtet wurden.

Art	Anzahl	Datum
Kormoran ( <i>Phalacrocorax carbo</i> )	1	06.10.2010 (1)
Reiherente ( <i>Aythya fuligula</i> )	1	02.10.2014 (1)
Gänsesäger ( <i>Mergus merganser</i> )	1	30.07-01.08.2013 (1)
Mornellregenpfeifer ( <i>Charradius morinellus</i> )	2+4	20.08.2011 (2), 03.09.2013 (4)

Waldwasserläufer ( <i>Tringa ochropus</i> )	3+1	16.07.2023 (3), 19.08.2023 (1)
Schwarzkopfmöwe ( <i>Icthyaetus melanocephalus</i> )	1	11.07.2022 (1)
Mittelmeermöwe ( <i>Larus michahellis</i> )	2	23.-28.07.2015 (2)

Tabelle 12: Weitere seltene Arten, die in der Gemeinde Oberwald in weniger als 6 km Entfernung von der Grimsel seit Anfang der 2000er Jahre beobachtet wurden (Archiv der Schweizerischen Vogelwarte)

Art	Anzahl	Datum	Ort
<b>Bartgeier</b> ( <i>Gypaetus barbatus</i> )	1	05.09.2023	Furka-Pass
<b>Bartgeier</b>	1	27.09.2023	Furka-Pass
<b>Bartgeier</b>	1	12.10.2023	Furka-Pass
<b>Bartgeier</b>	1	19.08.2023	Oberwaldergrimsel
<b>Bartgeier</b>	1	01.08.2023	Geisshitte
<b>Bartgeier</b>	1	18.07.2023	Stotzig Muttenhorn
<b>Bartgeier</b>	1	04.08.2023	Totesee
<b>Bartgeier</b>	1	31.07.2023	Sidelhoren
<b>Gänsegeier</b> ( <i>Gyps fulvus</i> )	1	03.09.2023	Furka-Pass
<b>Gänsegeier</b>	7	03.08.2023	Tällistock
<b>Gänsegeier</b>	8	01.08.2023	Geisshitte
<b>Gänsegeier</b>	6	15.09.2022	Furka-Pass
<b>Gänsegeier</b>	27	01.09.2022	Tällistock
<b>Gänsegeier</b>	7	29.08.2022	Tällistock
<b>Gänsegeier</b>	12	28.08.2022	Geisshitte
<b>Gänsegeier</b>	1	20.08.2022	Furka-Pass
<b>Gänsegeier</b>	1	01.08.2022	Furka-Pass
<b>Gänsegeier</b>	1	23.07.2022	Furka-Pass
<b>Gänsegeier</b>	3	17.07.2022	Furka-Pass
<b>Gänsegeier</b>	1	02.07.2022	Furka-Pass

<b>Gänsegeier</b>	2	12.08.2020	Furka-Pass
<b>Gänsegeier</b>	12	12.08.2020	Tällistock
<b>Gänsegeier</b>	5	11.08.2020	Bidmer
<b>Gänsegeier</b>	23	11.08.2020	Tällistock
<b>Gänsegeier</b>	10	10.08.2020	Tällistock
<b>Gänsegeier</b>	1	04.07.2020	Furka-Pass
<b>Gänsegeier</b>	1	23.07.2020	Nägelisgrätli
<b>Gänsegeier</b>	1	17.07.2015	Furka-Pass
<b>Gänsegeier</b>	1	07.06.2009	Furka-Pass
<b>Mönchsgeier</b> ( <i>Aegyptus monachus</i> )	1	03+12.08.2023	Vorder Berg
<b>Mönchsgeier</b>	1	18.07.2023	Tällistock
<b>Wespenbussard</b> ( <i>Pernis apivorus</i> )	1	03.09.2023	Furka-Pass
<b>Wespenbussard</b>	1	09.08.2022	Oberwald
<b>Wespenbussard</b>	1	29.06.2022	Nägelisgrätli
<b>Wespenbussard</b>	1	01.08.2020	Riti
<b>Wespenbussard</b>	1	23.05.2020	Oberwald
<b>Wespenbussard</b>	1	16.06.2015	Tällistock
<b>Wespenbussard</b>	1	27.07.2013	Chrizegge
<b>Wespenbussard</b>	3	07.09.2012	Furka-Pass
<b>Wespenbussard</b>	1	08.08.2012	Furka-Pass
<b>Wespenbussard</b>	1	26.09.2011	Furka-Pass
<b>Wespenbussard</b>	1	16.09.2011	Furka-Pass
<b>Wespenbussard</b>	1	17.08.2011	Furka-Pass
<b>Wespenbussard</b>	1	20.05.2011	Oberwald
<b>Wespenbussard</b>	1	15.06.2009	Furka-Pass
<b>Wespenbussard</b>	1	21.06.2008	Oberwald
<b>Wespenbussard</b>	1	21.07.2004	Oberwald
<b>Fischadler</b> ( <i>Pandion haliaetus</i> )	1	26.09.2011	Furka-Pass

<b>Baumfalke</b> ( <i>Falco subbuteo</i> )	1	15.09.2022	Furka-Pass
<b>Wiesenweihe</b> ( <i>Circus pygargus</i> )	1	28.08.2022	Geisshitte
<b>Kiebitz</b> ( <i>Vanellus vanellus</i> )	2	09.06.2007	Gletsch
<b>Flussuferläufer</b> ( <i>Actitis hypoleucos</i> )	1	05.06.2015	Gletsch
<b>Basstölpel</b> ( <i>Morus bassanus</i> )	1	22.06.2000	Oberwald
<b>Gartenrotschwanz</b> ( <i>Motacilla cinerea</i> )	1	03.09.2023	Furka-Pass
<b>Alpenkrähe</b> ( <i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i> )	2	03.08.2023	Tällistock
<b>Alpenkrähe</b>	8	06.07.2021	Gletsch
<b>Ortolan</b> ( <i>Oriolus oriolus</i> )	4	16.09.2011	Furka-Pass

### 3.2.3 Analyse der Zugintensität

Die Zahl, der im Frühjahr beobachteten, ziehenden Greifvögel war sehr gering. Dies war zu dieser Jahreszeit zu erwarten, da die Greifvögel die noch schneebedeckten Alpen meiden, die nur wenig für den Zug notwendigen thermischen Strömungen bieten. Von März bis Mai wurden zwischen 1 und 10 ziehende Raubvögel pro Stunde beobachtet, in der Regel nur 2 oder 3. Der Zugstrom bestand hauptsächlich aus kleinen, ziehenden Singvögeln (insbesondere Buchfinken) und Ringeltauben. Der MTR-Wert lag meist unter 70, was im Vergleich zu anderen Orten im Mittelland oder im Jura sehr niedrig ist. Der durchschnittliche MTR-Wert von 59 wurde auf der Grundlage von durchschnittlichen Tageswerten über 10 berechnet (kein Nullzug). Der Tageszugstrom erreichte am 23. März mit 239 MTR einen kurzen Höhepunkt. In den Monaten Mai, Juni und Juli war der Tageszug praktisch nicht vorhanden und betrifft praktisch nur die Monate März und April.

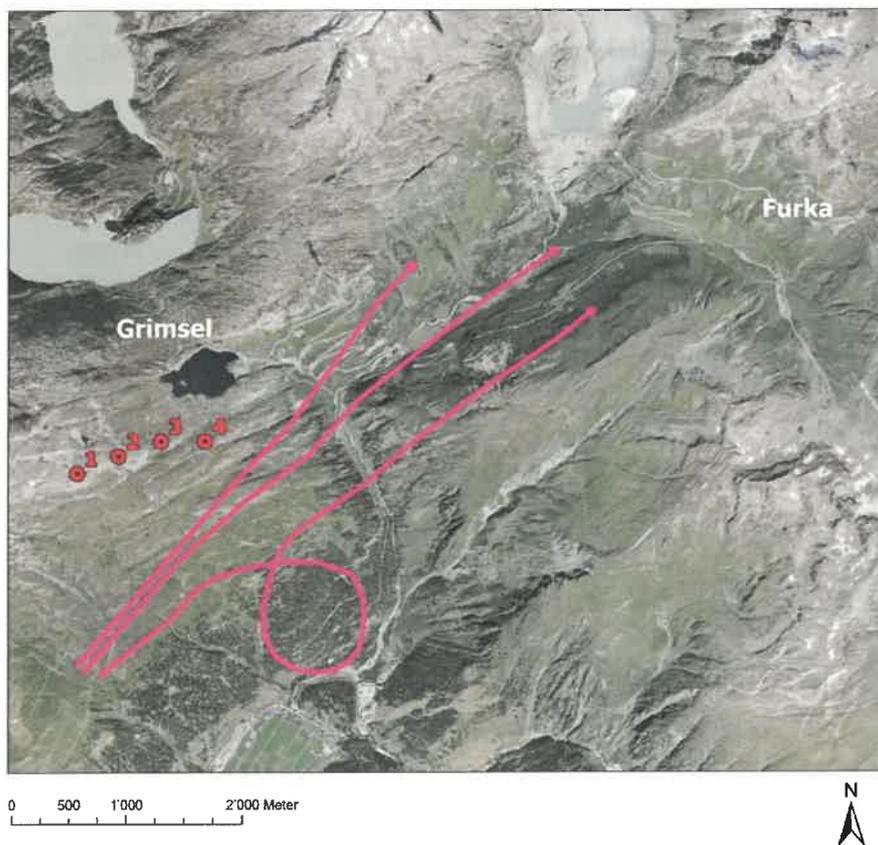
Im Sommer-Herbst war der Tageszug im Herbst mit einer durchschnittlichen MTR um die 70 mit dem Frühjahr vergleichbar, mit dem bemerkenswerten Unterschied, dass am Grimselpass praktisch keine ziehenden Greifvögel beobachtet wurden (5 Individuen von 4 Arten). Ein Höhepunkt des Tageszugstroms wurde am 24. August mit einer MTR von 450 beobachtet, was auf Mehlschwalbenansammlungen über dem Totensee zurückzuführen war. Generell war der Tageszugstrom am Grimselpass sehr gering, während er am Furkapass 4- bis 9-mal höher war. In den letzten 20 Jahren wurden 23 Sichtungen in der Furkapass-Achse gemeldet, aber keine am Grimselpass. In Bezug auf den Wespenbussard ist am Grimselpass im Perimeter des geplanten Windparks Chrizegge nur eine einzige Beobachtung eines potenziellen Brutvogels am 27. Juli 2013 bekannt, während am Furkapass

für denselben Zeitraum 10 Beobachtungen von Zugvögeln bekannt sind. Fischadler, Wiesenweihe oder Baumfalke wurden am Furkapass, aber nie am Grimselpass beobachtet.

### 3.2.4 Flugrichtungen des Tageszuges

Im Frühling flogen fast alle beobachteten Greifvögel am südexponierten Hang unterhalb des Chrizegge-Plateaus entlang des Oberwald-Grimsel in einem sehr direkten und bereits sehr hohen Flug in nordöstlicher Richtung. Diese Vögel kamen aus dem Goms und flogen weiter in Richtung Furkapass. Die Gruppe von fünf Kormoranen, die am 27. April beobachtet wurde, nahm dieselbe Route. Die Flüge von Ringeltauben hingegen mündeten aus geringerer Höhe über dem Wald und mussten oft mehrmals abbiegen, um an Höhe zu gewinnen, bevor sie weiter dem Rhonetal entlang nach Gletsch und zum Furkapass zogen. Eine Minderheit wich nach Südosten in Richtung des Nufenenpasses aus.

Im Sommer-Herbst überquerte eine kleine Anzahl ziehender Singvögel den Grimselpass, fast immer aus dem Haslital kommend und in Bodennähe am Totensee im Westen vorbeifliegend. Die Schwalben kreisten mehrere Minuten lang über dem See, bevor sie ihren Weg nach Süden in Richtung Goms fortsetzten. Der einzige bemerkenswerte Singvogel war ein Mauerläufer, der sich am 27. September offenbar auf dem Zug befand.



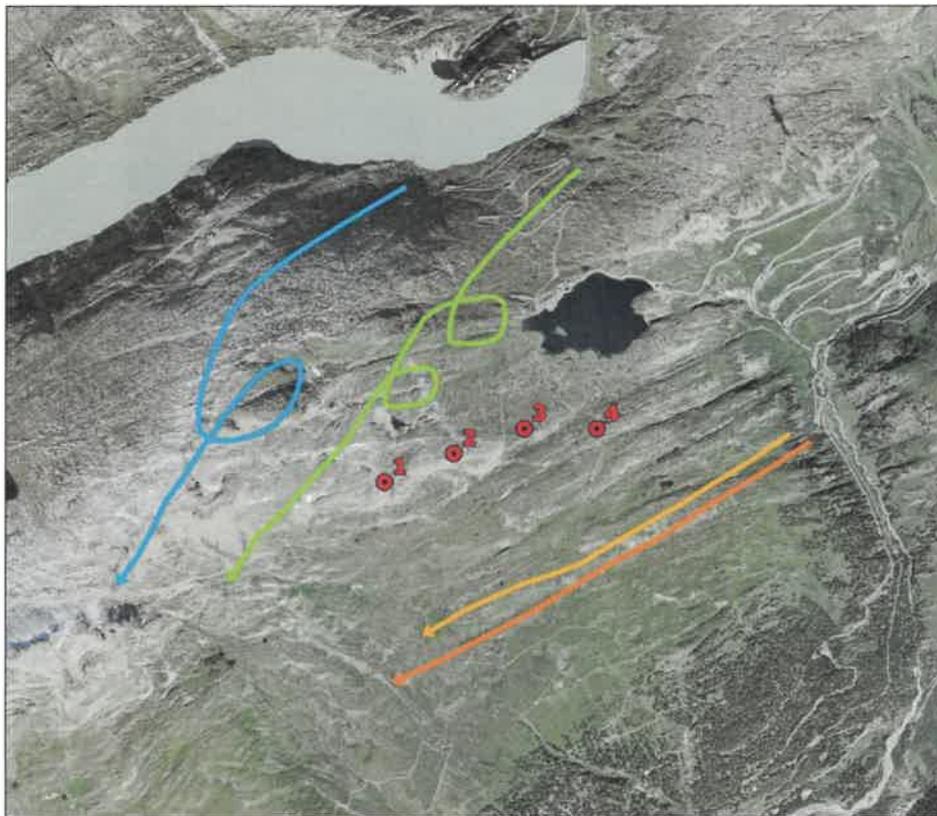
**Projektelemente**

● WEA Standorte (Dezember 2023)

**Zugvögel (Frühling)**

→ Hauptzugrichtung

Abbildung 5: Hauptzugrichtungen des Tageszuges im Frühling 2023 von Greifvögeln, anderen Grossvögeln und Singvögeln am Rande des Untersuchungsgebietes. Die Vögel kommen aus dem Goms und fliegen dem Rohntal entlang in Richtung Furka.



0 360 720 1440 Meter



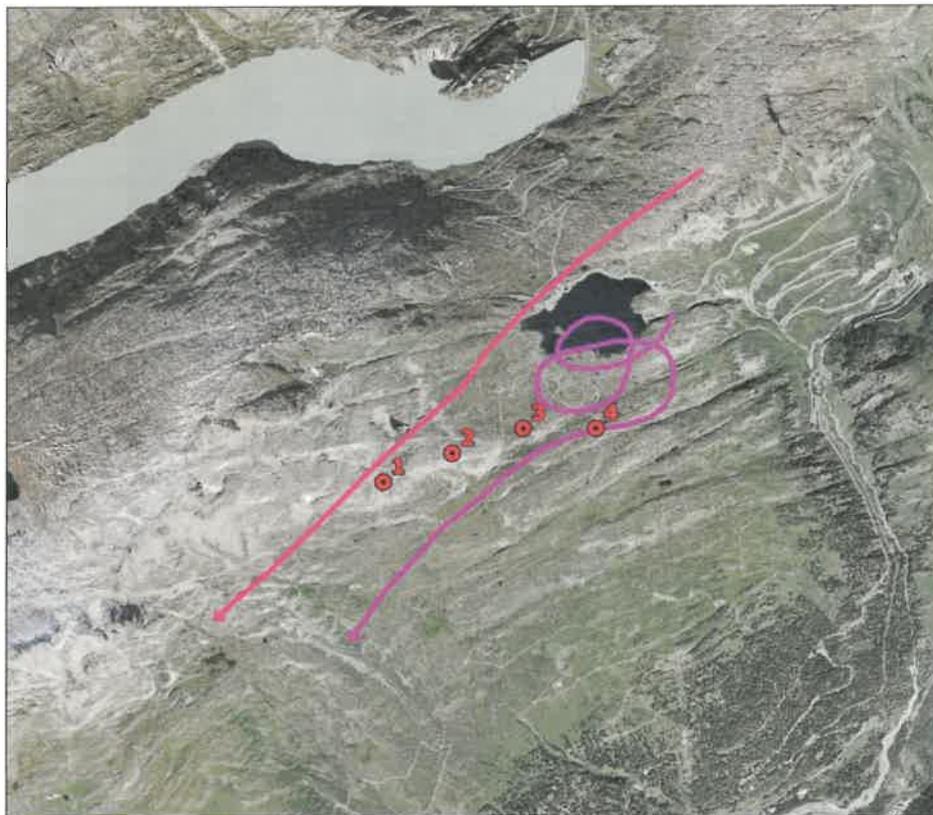
**Projektelemente**

- WEA Standorte (Dezember 2023)

**Zugvögel Herbst-Sommer (Greifvögel)**

- Mäusebussard
- Rohrweihe
- Rotmilan
- Sperber

Abbildung 6: Flugbahnen der im Sommer-Herbst 2023 auf dem Tageszug beobachteten Greifvögel. Es wurden 1 Rohrweihe, 1 Sperber, 1 Rotmilan und 2 Mäusebussarde gesichtet.



0 360 720 1440 Meter



**Projektelemente**

● WEA Standorte (Dezember 2023)

**Zugvögel Herbst-Sommer (Kleinvögel)**

→ Schwalben  
→ Singvögel

*Abbildung 7: Hauptflugruten der ziehende Kleinvögel im Sommer-Herbst 2023. Aufgenommen im August 2023.*

**3.2.5 Höhen des Tagesstroms**

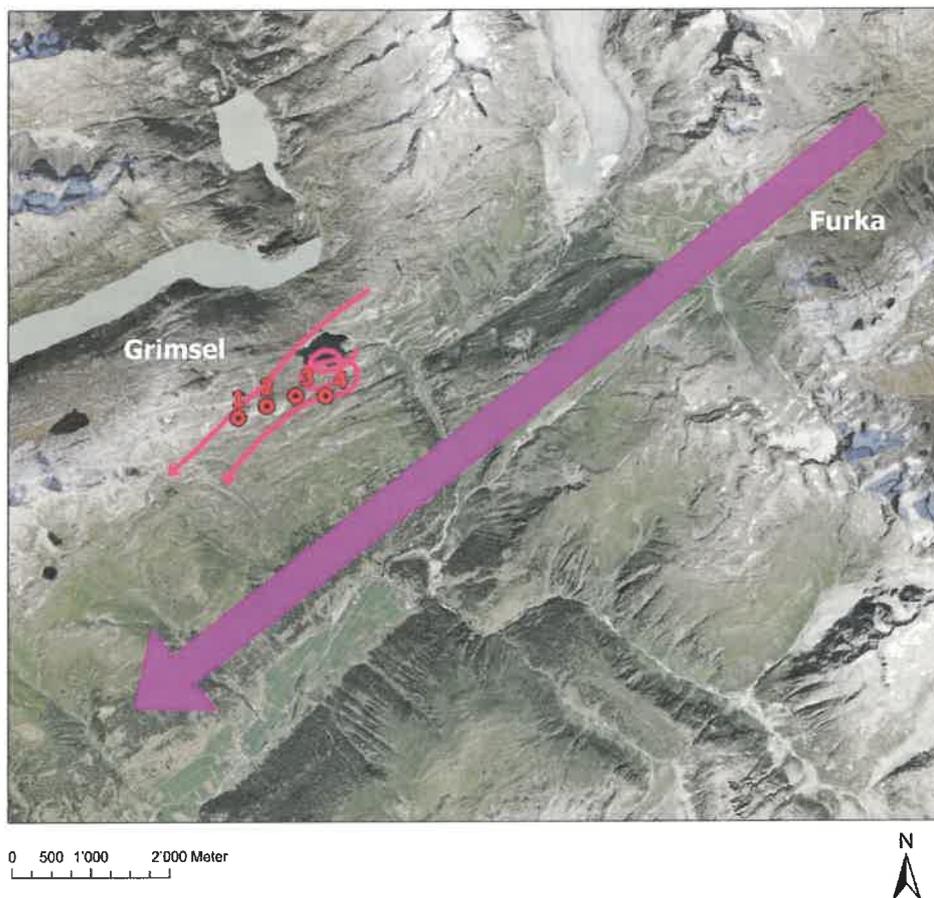
Kleine tagziehende Singvögel fliegen in geringer Höhe über dem Gelände und sind stärker von der Topografie abhängig als nachtaktive Zugvögel. Greifvögel wiederum ziehen meist in grosser Höhe, d. h. in mehr als 200 m über dem Boden und oft auch viel höher. Die Ringeltauben kamen in relativ geringer Höhe über dem Wald an, kreisten dann mehrmals, um an Höhe zu gewinnen und in Richtung Furkapass zu ziehen.

**3.2.6 Bedeutung des Totensees für Zugvögel**

Der auf 2160 m Höhe gelegene Alpensee Totensee beherbergt manchmal ziehende Wasservögel wie Kormoran, Gänsesäger, Reiherente oder Wattvögel wie der Waldwasserläufer. Diese Beobachtungen sind jedoch sehr selten. Im Sommer kommt es über dem See zu Ansammlungen von Mehlschwalben, die vor allem auf der Jagd nach Insekten sind.

### **3.2.7 Vergleich Grimsel und Furka**

Im Gegensatz zum Grimselpass ist der Furkapass sowohl im Frühling als auch im Herbst von grosser strategischer Bedeutung für Zugvögel. Denn seine zentrale Lage im Alpenbogen und seine NE-SW-Ausrichtung in der Hauptachse der Vogelflugrouten in Europa machen ihn zu einer natürlichen Migrationsroute für Zugvögel, die in den Alpen gefangen sind. Im Jahr 2023 wurden hier Gänsegeier, Mönchsgeier und Wespenbussarde auf ihrem Nachzug beobachtet, während diese Greifvögel in diesem Zeitraum nicht am Grimsel beobachtet wurden.



**Projektelemente**

- WEA Standorte (Dezember 2023)

**Vergleich Zugstärke**

- ➔ Zugstärke Furka
- ➔ Zugstärke Grimsel

Abbildung 8: Vergleich der Grösse der beobachteten Zugströme der Kleinvögel vom Grimsel und Furka im Sommer-Herbst. Die Tagesströme waren am Furka durchschnittlich 7 x grösser als am Grimsel und die Nachtströme 3 x grösser.

### 3.3 Beobachtungen von lokalen Greifvögeln und weiteren Brutvögeln

#### 3.3.1 Überblick

Zusätzlich zur Beobachtung der Zugvögel wurden lokale Greifvögel sowie weitere Brutvögel dokumentiert, und es wurden Beobachtungen zu ihrer Raumnutzung gemacht. Ein Überblick über die angetroffenen lokalen Vögel ist in der untenstehenden Tabelle zu finden, gefolgt von Erläuterungen sowie Beobachtungen zur Raumnutzung. Besondere Aufmerksamkeit wird dabei auf den Bartgeier und den Steinadler gelegt, da diese in Bezug auf das Konfliktpotenzial des Standorts besonders relevant sind. Tabelle 13: Greifvögel und andere Brutvögel, die 2023 am Grimsel beobachtet wurden.

Art	Bemerkung	Gefährdungskategorien	Rote Liste	Nationale Priorität <sup>1</sup>
<b>Bartgeier</b> ( <i>Gypaetus barbatus</i> )	1 Individuum, 2 jährig	CR	Ja	1
<b>Steinadler</b> ( <i>Aquila chrysaetos</i> )	5 Individuen; 1 Adoptivpaar und 3 Juvenile.	NT (<2021 VU)		2
<b>Turmfalke</b> ( <i>Falco tinnunculus</i> )	2 Paare	NT		1
<b>Birkhuhn</b> ( <i>Lyrurus tetrix</i> )	3 Individuen	NT		1
<b>Alpenschnepfen</b> ( <i>Lagopus muta</i> )	2 Individuen	NT		1
<b>Steinhuhn</b> ( <i>Alectoris graeca</i> )	1 Individuum	VU	Ja	1
<b>Kolkrabe</b> ( <i>Corvus corax</i> )	4 Individuen	LC		-
<b>Alpendohle</b> ( <i>Pyrrhocorax graculus</i> )		LC		3
<b>Mauersegler</b> ( <i>Apus apus</i> )		LC		1
<b>Felsenschwalbe</b> ( <i>Ptyonoprogne rupestris</i> )		LC		3
<b>Bachstelze</b> ( <i>Motacilla alba</i> )		LC		-
<b>Bergpieper</b> ( <i>Anthus spinoletta</i> )		LC		3
<b>Hausrotschwanz</b> ( <i>Phoenicurus ochruros</i> )		LC		3
<b>Steinschmätzer</b> ( <i>Oenanthe oenanthe</i> )		LC		-
<b>Ringdrossel</b> ( <i>Turdus torquatus</i> )		NT (<2021 VU)		1
<b>Steinrötel</b> ( <i>Monticola saxatilis</i> )		LC		3
<b>Heckenbraunelle</b> ( <i>Prunella modularis</i> )		LC		-
<b>Alpenbraunelle</b> ( <i>Prunella collaris</i> )		LC		3

<sup>1</sup> BAFU 2019: Liste der National Prioritären Arten und Lebensräume. In der Schweiz zu fördernde prioritäre Arten und Lebensräume. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1709: 99 S." und enthält umsetzungsrelevante Informationen.

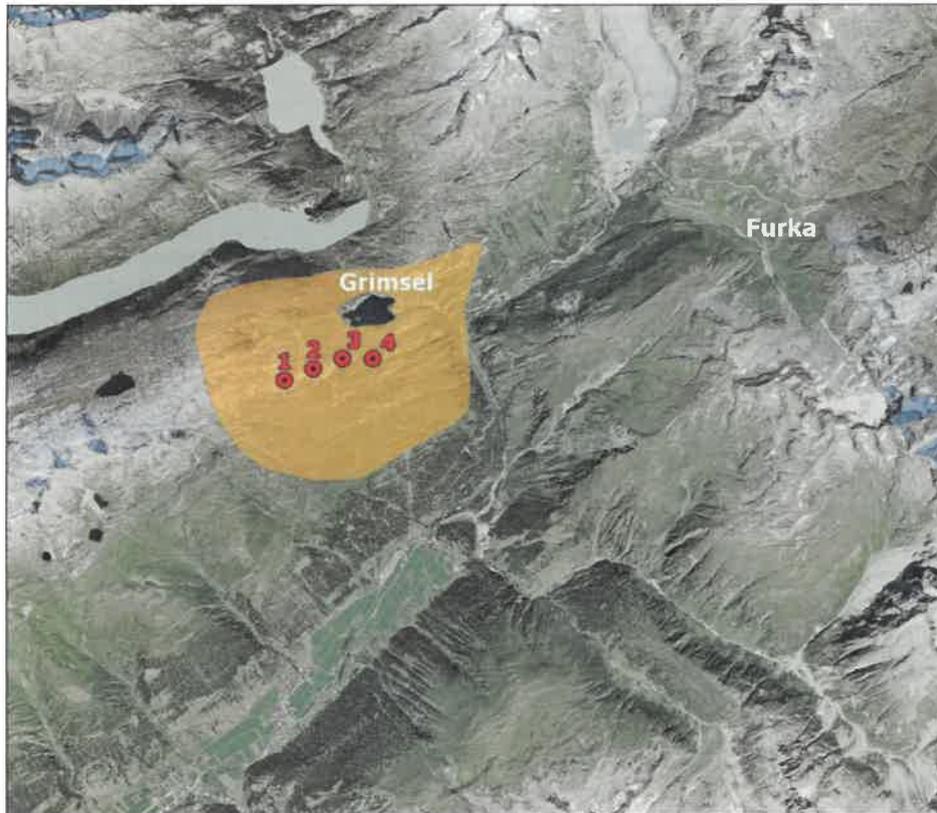
<b>Klappergrasmücke</b> ( <i>Sylvia curruca</i> )	LC	-
<b>Schneesperling</b> ( <i>Montifringilla nivalis</i> )	NT	-
<b>Bluthänfling</b> ( <i>Linaria cannabina</i> )	LC	-
<b>Alpenbirkenzeisig</b> ( <i>Acanthis flammea</i> )	LC	

### 3.3.2 Raumnutzung der lokalen Vögel

Kleine, für das Grimselgebiet charakteristische brütende Singvögel sind u.a. Bergpieper, Felsenschwalbe, Alpenbraunelle, Hausrotschwanz, Steinschmätzer, Steinrötel, Alpenbirkenzeisig und Schneesperling.

Erwähnenswert ist auch die Anwesenheit des Blaukehlchens, eines der seltensten Brutvögel der Schweiz. Die Grimselregion ist dafür bekannt, dass sie eines der wenigen Brutpaare des Blaukehlchens in unserem Land beherbergt. Dieses befindet sich jedoch mehr als 4 km von Chrizegge entfernt.

Es wurden zwei Brutpaare des Turmfalken rund um den Totensee gesichtet. Ihr Jagdgebiet umfasst grosse Bereiche und betrifft alle 4 geplanten WEA-Standorte (Abbildung 9). Des Weiteren wurde nördlich des Totensees zwei Alpenschneehühner gesichtet (Abbildung 10). Bei der einen Beobachtung des Alpenschneehuhns aus dem Monat Juli 2023 handelt es sich um Balzflüge. Diese Balzflüge deuten darauf hin, dass in diesem Gebiet ein Revier vorhanden ist. Es ist somit mit Vorkommen und Brutplätze von Alpenschneehühner zu rechnen.



0 500 1'000 2'000 Meter



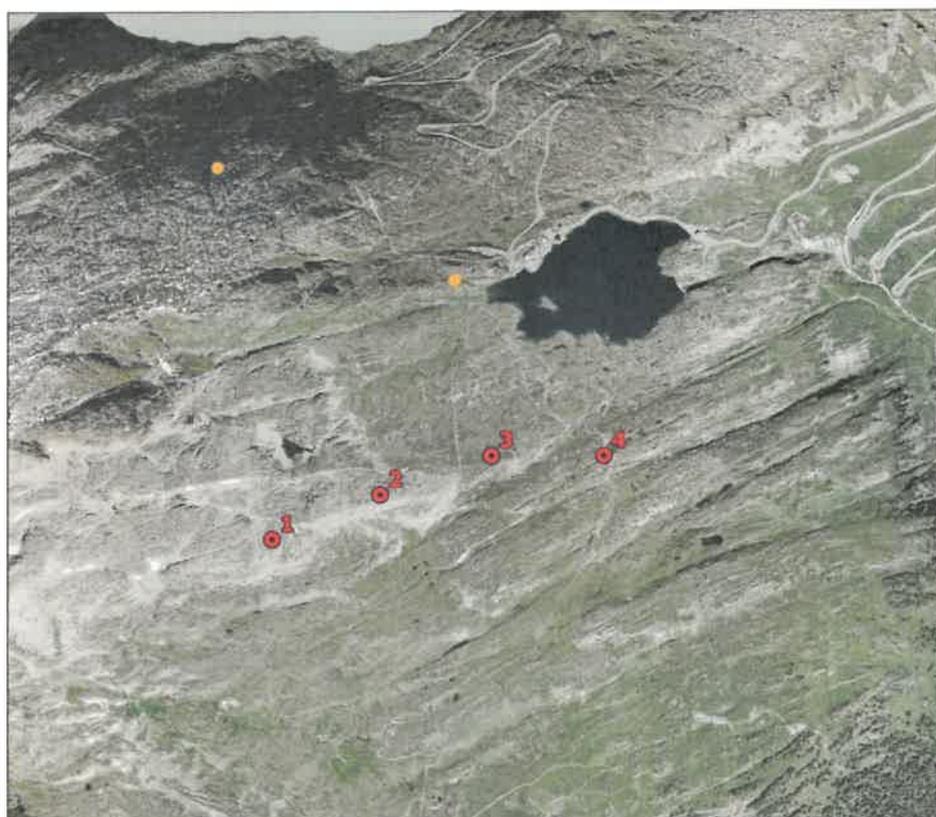
**Projektelemente**

● WEA Standorte (Dezember 2023)

**Jagdgebiet Brutvögel**

■ Turmfalke

*Abbildung 9: Jagdgebiete der brütenden Turmfalke am Grimsel.*



0 235 470 940 Meter



**Projektelemente**

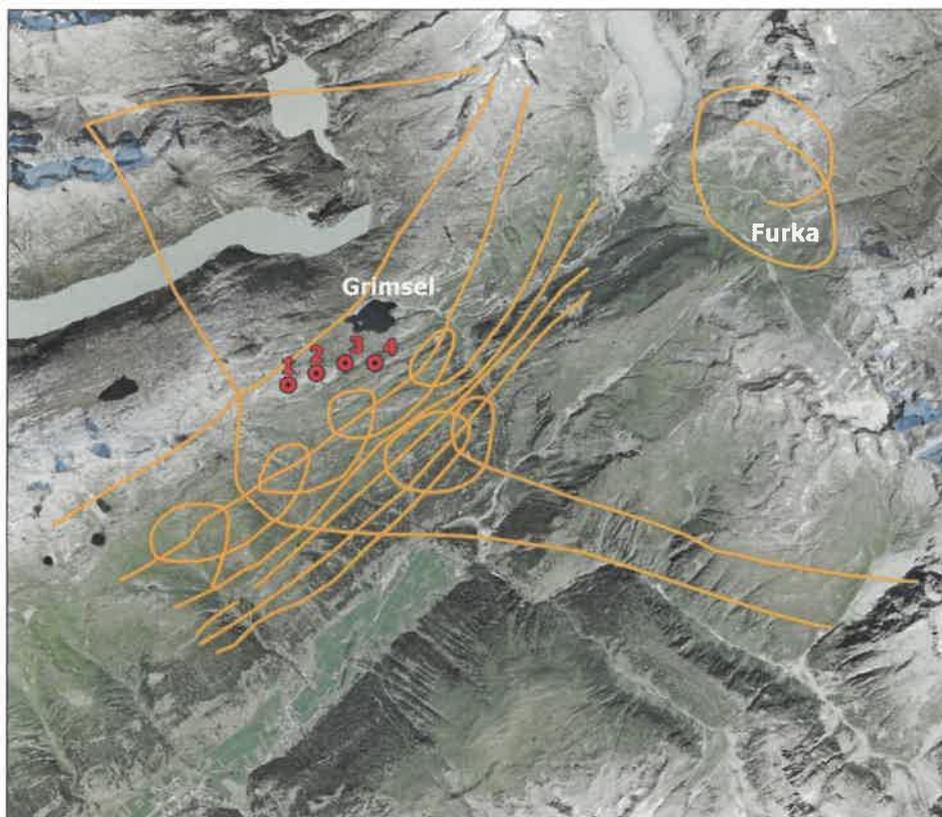
● WEA Standorte (Dezember 2023)

**Sichtungen Brutvögel**

● Alpenschneehuhn

Abbildung 10: Sichtungen des Alpenschneehuhns.

Weitere Brutvögel mit einem Kollisionsrisiko sind der Steinadler (Abbildung 11) und der Bartgeier (Abbildung 12). Beide Arten sind fast täglich über den Standort geflogen. Was die Raumnutzung betrifft, überfliegen jedoch beide Arten eher die Hänge des Oberwal-Grimsels als die Hochebene des Chrizegge, wo die Anlagen vorgesehen sind. Bei beiden Arten handelt es sich um besonders windkraftsensible Greifvögel.



0 500 1'000 2'000 Meter



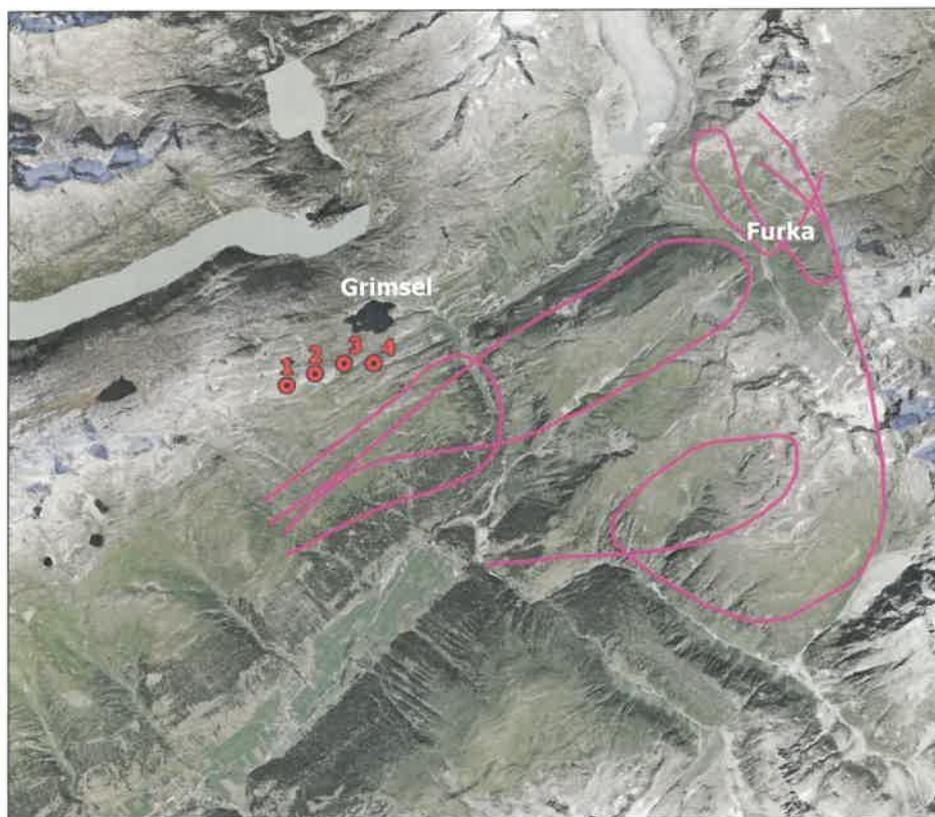
**Projektelemente**

● WEA Standorte (Dezember 2023)

**Flugruten Brutvögel**

— Steinadler

Abbildung 11: Flugbahnen von Steinadlern am Grimsel von März bis November 2023



0 500 1'000 2'000 Meter



**Projektelemente**

● WEA Standorte (Dezember 2023)

**Flugruten Brutvögel**

— Bartgeier

Abbildung 12: Flugbahnen Bartgeier am Grimsel von März bis November 2023.

## 4 Diskussion

### 4.1 Diskussion betreffend Zugvögel

Wie in den Resultaten ersichtlich ist, ist der Frühlingszugstrom am Grimsel im Vergleich zum Mittelland gering. Dies bestätigt auch die Konfliktkarte der Vogelwarte Sempach (Liechti et al., 2013). Die beobachtete niedrige Zugintensität (gemessen in MTR) durchschnittlich 59 pro Tag mit sichtbarem Zug im Frühling und 70 im Sommer/Herbst) waren an diesem Standort zu erwarten. Im Frühling gibt es für die Zugvögel eigentlich keinen Grund über den Grimselpass zu ziehen, da ihre Flugbahn in nordöstlicher Richtung verläuft. Sie kommen aus dem Süden aus dem Goms, wo sie über die 4000 m hohen Bergmassive wie das Finsteraarhorn und über den 3000 m hohen Aargrat kanalisiert werden. Würden sie am Grimsel nach Norden abbiegen, würden sie wieder auf Massive stossen, die über 3000 m hoch sind. Daher ist es für sie am besten, weiterhin entlang des Rhonetals in nordöstlicher Richtung zum Furkapass zu fliegen, was die meisten von ihnen offensichtlich auch tun.

Im Herbst kommen die Vögel, die nach Südwesten ziehen, vom Furkapass her, um entlang der Rohne weiter Richtung Goms zu ziehen. Das Haslital hat eine zu starke Nord-Süd-Richtung, um eine grosse Anzahl von Zugvögeln zu kanalisieren. Besonders auffällig war das fast vollständige Fehlen von ziehenden Greifvögeln im Sommer-Herbst am Standort Grimsel. Der Herbstzugstrom am Furkapass war nachts etwa dreimal und tagsüber 4- bis 9-mal stärker als am Grimselpass.

Die Felduntersuchungen zeigen Grimselpass liegt in keinem wichtigen Zugkorridor für Thermiksegler weder im Frühling und noch weniger im Sommer-Herbst. Der Grimselpass ist zwar kein Ort mit kritischen Konzentrationen von Greifvögeln oder anderen grossen Zugvögeln (insbesondere keine Störche oder Kraniche), wird aber fast täglich und das ganze Jahr über von Steinadlern und Bartgeiern überflogen. Die beiden letztgenannten sesshaften Arten sind am stärksten vom Kollisionsrisiko betroffen.

Selten überflogen die ziehenden Greifvögel das Grimselgebiet in einer Höhe von weniger als 250 m über dem Boden, ohne dass dies als problematisch angesehen wird, da die Turbinen weitgehend gemieden werden können, da diese Vögel praktisch nur bei gutem Wetter mit ausgezeichneter Sicht ziehen. Aufgrund der dominanten Lage der Windenergieanlagen auf dem Chrizegge-Plateau sind sie für Greifvögel gut sichtbar und liegen abseits des Hauptzugkorridors an den südlich ausgerichteten Hängen des Oberwaldgrimsel.

Für Zugvögel riskante Situationen mit erhöhtem Kollisionsrisiko treten bei schlechter Sicht auf (Abbildung 13). Da es bei Nebel nicht möglich ist, die MTR pro Art zu bestimmen, ist es schwierig, das Mortalitätsrisiko für ziehende Singvögel unter diesen Bedingungen zu bewerten.



Abbildung 13: Nebel kann die Rotorblätter von Windenergieanlagen unsichtbar machen. Grimselpass, 5. Juli 2023. L. Maumary.

## 4.2 Diskussion zu lokale Brutvögel und Greifvögel

Die Raumnutzung der lokalen Vögel wurde im Zusammenhang mit der Zugvogelkartierung dokumentiert, auf die sich die im Fachbericht beschriebene Untersuchung konzentriert. Die beobachteten Arten und ihre Raumnutzung werden im Abschnitt 3.3 beschreiben.

Die Grimselregion ist von den höchsten Alpenmassiven der Schweiz umgeben und eine der für die Beobachtungen der grossen Greifvögel (Bartgeier, Gänsegeier, Mönchsgeier, Schlangenadler, sowie für den Wanderfalken), am wenigsten frequentieren Alpenregionen. Eine Ausnahme bildet der Steinadler, der hier häufiger gesichtet wird. Dies ist auf der Karte der Beobachtungen aus der Datenbank der Schweizerischen Vogelwarte Sempach gut zu erkennen: ornitho.ch (Abbildung 14 - Abbildung 16).

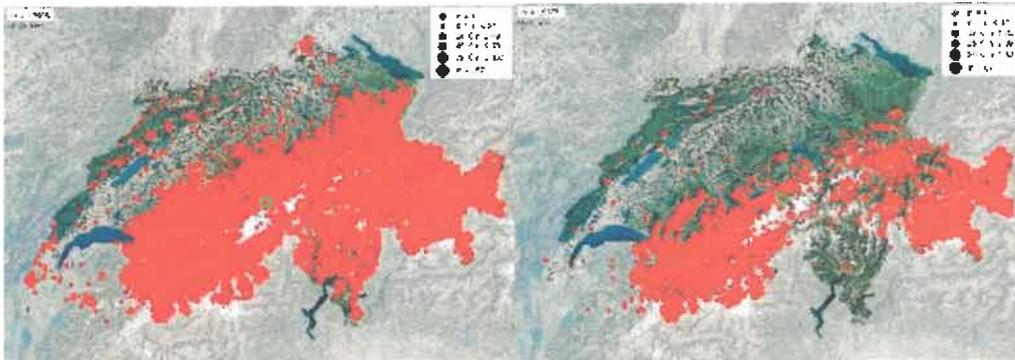


Abbildung 14: Verteilung der Beobachtungen von Steinadler (links), und von Bartgeier (rechts) von 2004 bis 2023. Quelle: ornitho.ch. Das Grimselgebiet ist in grünem Farbton umkreist (ungefähr).

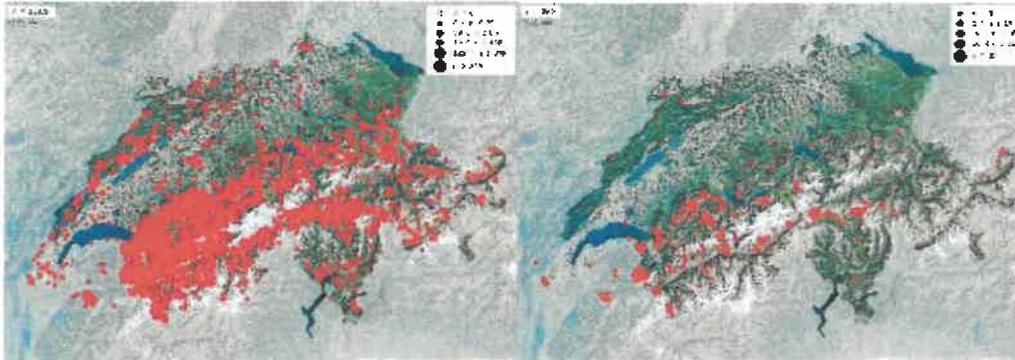


Abbildung 15: Verteilung der Beobachtungen von Gänsegeier (links) und Mönchsgeier (rechts) von 2004 bis 2023. Quelle: ornitho.ch. Das Grimselgebiet ist in grünem Farbton umkreist (ungefähr).

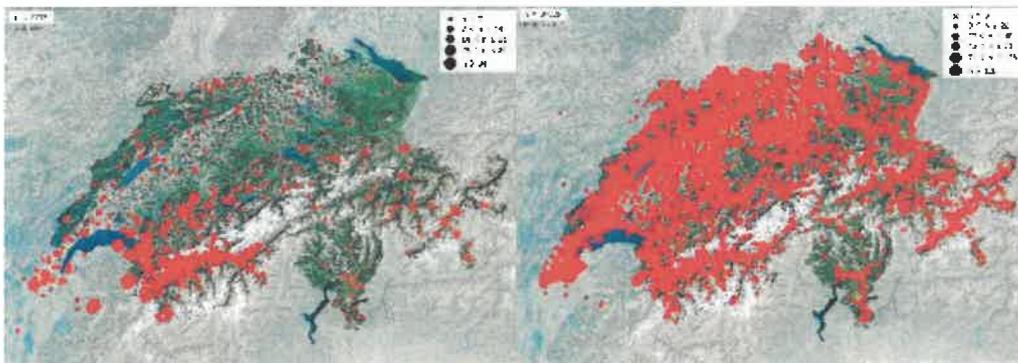


Abbildung 16: Verteilung der Beobachtungen des Schlangennadlers (links) und des Wanderfalken (rechts) von 2004 bis 2023. Quelle: ornitho.ch

Das Alpenschneehuhn, wurde im Rahmen dieser Kartierung, wie im Kapitel 3.3.2 beschrieben, zweimal erfasst. Diese Vorkommen werden hier als Zusatz zu den Erfassung der Brutvogelkartierung von Pronat vermerkt. Dies zeigt, dass das Alpenschneehuhn dieses Gebiet nutzt. Das Alpenschneehuhn gilt als eher störanfällig und ist jeweils von Kollision ((Müller et al., 2015). Es ist zu erwarten, dass die Alpenschneehühner eher mit dem Turm als mit den Rotorblättern kollidieren. Es ist anzumerken, dass es Prognosen gibt, dass der Klimawandel gravierende Auswirkungen auf diese Art haben kann und es ist dadurch zu erwarten, dass die Population in den Alpen rückläufig ist (Huemer et al., 2020). Da ein Windprojekt zur Gegenwirkung des Klimawandels beiträgt, könnte dies bei der Einschätzung dieser Art nützlich sein. Das Vorkommen bestätigt ein Massnahmenbedarf für diese Art, der im Rahmen der unten stehenden Kapitel vorgeschlagen wird, und der auch für das Alpenschneehuhn relevant sein könnte. Die wesentliche Einschätzung der möglichen Auswirkungen wird von Pronat vorgenommen und ist nicht direkt Gegenstand dieses Fachberichts.

Hinsichtlich der besonderen Relevanz der Beobachtung bzw. Raumnutzung von lokale Vögel bei die Erfassung in Bezug auf dem Steinadler und Bartgeier wird hier ergänzend detaillierter darauf eingegangene. Beide Arten nutzen Thermik, wobei der Bartgeier stärker von Thermik abhängig ist, um seine besondere Flugweise zu unterstützen, während der Steinadler Thermik nutzt, aber auch andere Flugtechniken einsetzen kann, um seine Bedürfnisse zu erfüllen. Eine Thermikkarte (Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.) zeigt, dass Thermik vor allem im Oberwald-Grimsel und Richtung Furkapass zu erwarten ist und dass in diesem Gebiet auch eine stärkere Raumnutzung im Vergleich zu den Hochebenen des Chrizegge, wo die Anlagen vorgesehen sind, zu verzeichnen ist.

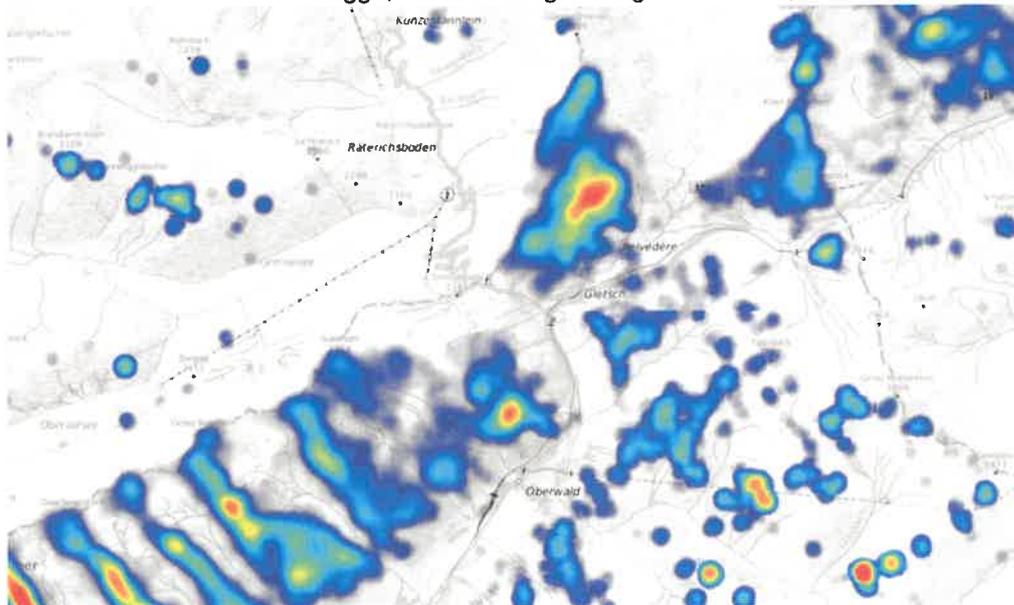


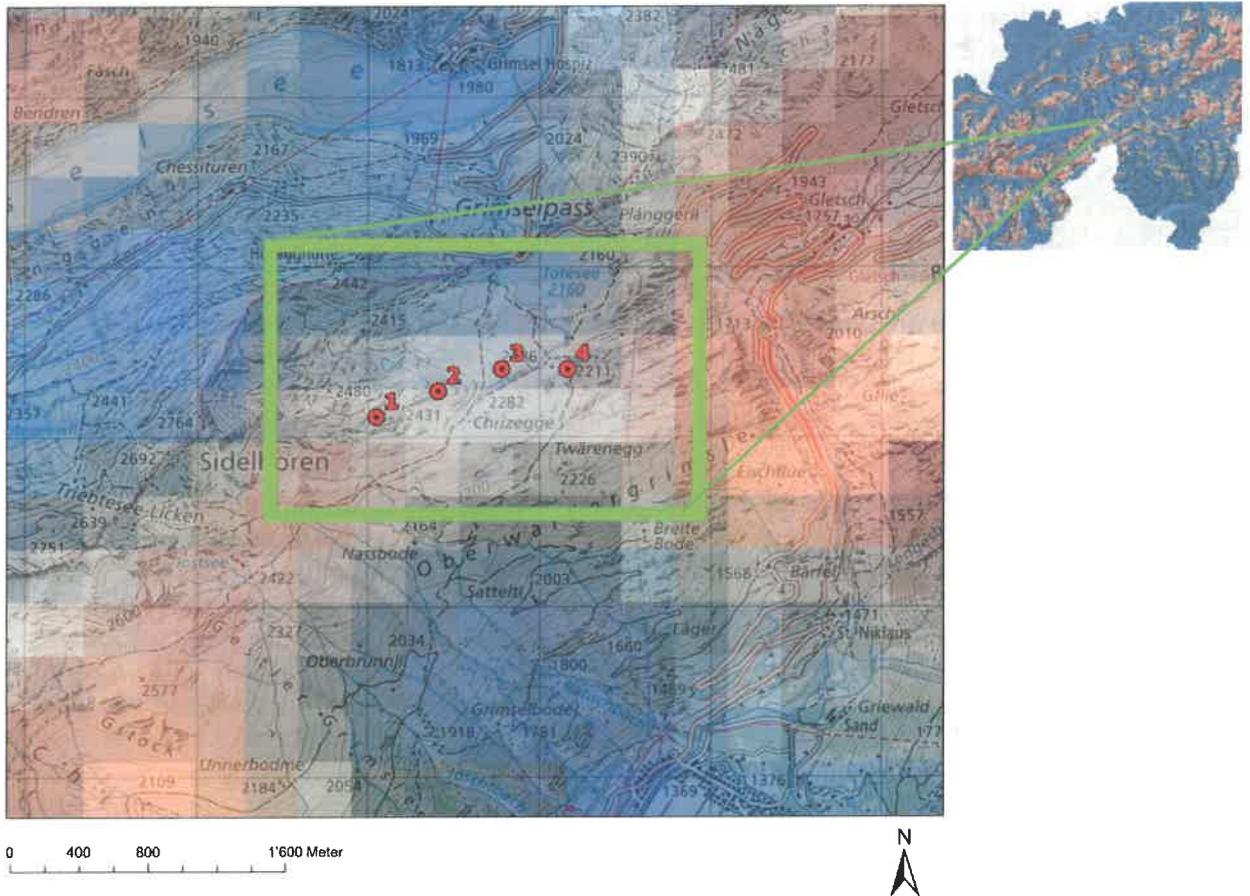
Abbildung 17: Thermikverhältnisse im Gebiet Grimsel und Furkapass (Quelle <https://thermal.kk7.ch>)

In neuer Studie der Universität Bern (Vignali et al., 2023), unter anderem in Zusammenarbeit mit der Stiftung Pro Bartgeier<sup>2</sup>, wurde das Konfliktpotenzial von Windenergieanlagen für den Bartgeier und den Steinadler untersucht und modelliert bezüglich der Planung von Windenergieanlagen. Die Stiftung Pro Bartgeier beschreibt bei einer Anfrage zur Situation am Grimsel, dass ein erhöhtes Risiko für den Bartgeier durchaus zu erwarten ist. Nach ergänzender Prüfung dieser Karten durch nateco sind wir der Auffassung, dass ein Konfliktrisiko besteht, jedoch eher nicht signifikant zu erwarten ist, da es sich bei den geplanten Anlagen nicht um einen Hotspot von Konflikten oder um ein besonders hohes Konfliktpotenzial handelt. Auch der Erläuternde Bericht zum Richtplan prüfte diese Grundlage und beschreibt das Konfliktrisiko als gering (Stufe 0 bis 2 von 4 Stufen)(Kanton Wallis, 2022). Beim Bartgeier scheint sich ein erhöhtes Konfliktpotenzial eher im Bereich der Passstrasse vom Grimsel nach Osten und im Bereich Gstock unterhalb des Jostsees Richtung Südwesten zu befinden. Im grösseren Umfeld betrachtet gibt es zahlreiche Gebiete Richtung Unterwallis oder im Kanton Graubünden, wo das Konfliktpotenzial viel höher zu sein scheint.

Beim Bartgeier wird ein Ausschlussgebiet in Kerngebieten (5 km um besetzte Neststandorte) verlangt (Werner et al., 2019), (ARE, 2020). Gemäss Anfrage an der Stiftung ProBartgeier ist der nächste Brutplatz rund 43 km im westlicher Richtung (Brutbestand 2023, Auskunft von D. Hegglin von 25.04.2024). Dazu ist der Auswilderungsstandort bei Melchsee-Frut rund 25 nördlicher Richtung. Es ist darauf hinzuweisen dass aktuell die Bartgeierpopulation ein starkes Wachstum erlebt. Daher kann jederzeit damit gerechnet werden, dass sich ein Brutpaar nahe der geplanten Anlage niederlassen kann. Dies zumal die Region rund um den Grimsel grundsätzlich gute Lebensbedingungen für Bartgeier bietet. Weiterhin empfiehlt die Stiftung Pro Bartgeier, eine Überprüfung der Empfehlungen auf Basis ihrer Daten und Spezialerfahrung vorzunehmen und bietet an, dies zu leisten. Nach Auffassung von nateco ist eine Einschätzung aufgrund der vorhandenen Informationen und Feldbeobachtungen möglich und ausreichend. Anhand der Situation deutet nichts darauf hin, dass die Anwesenheit des Bartgeiers für das Projekt ein No-Go darstellt, da kein bekannter Brutplatz in der Nähe liegt. Allerdings ist mit einer regelmässigen Raumnutzung des Bartgeier im Gebiet zu rechnen, obwohl der Grossteil der Raumnutzung sich auf der Südseite im Obergrimselwald befindet. Damit ist die Richtung weg von der Hochebene, wo die Anlagen geplant sind. Eine angemessene und gezielte Berücksichtigung des Bartgeiers in der Projektplanung und die Definition von zielführenden Massnahmen für diese Art sollten eine verträgliche und vertretbare Lösung ermöglichen. Dazu könnte, wie in den Massnahmen beschrieben, ein Detektionssystem zielführend sein.

---

<sup>2</sup> Gemäss Auskunft von Herrn Hegglin per E-Mail vom 14.03.2024 ist anzumerken, dass der Bartgeierbestand in der Schweiz zurzeit exponentiell ansteigt. Ein grosser Teil des geeigneten Lebensraums wird von der Art noch nicht oder nur wenig genutzt. Diese Situation wird sich jedoch gemäss den Wachstumsprognosen in den nächsten 10 bis 20 Jahren deutlich ändern. Aufgrund demographischer Analysen erwartet die Stiftung aktuell eine Verdoppelung des Bestandes innerhalb von 10 Jahren. Die Risikopotentialkarte (Vignali et al., 2023) stellt das Risikopotential für eine gesättigte Population von Bartgeiern dar.



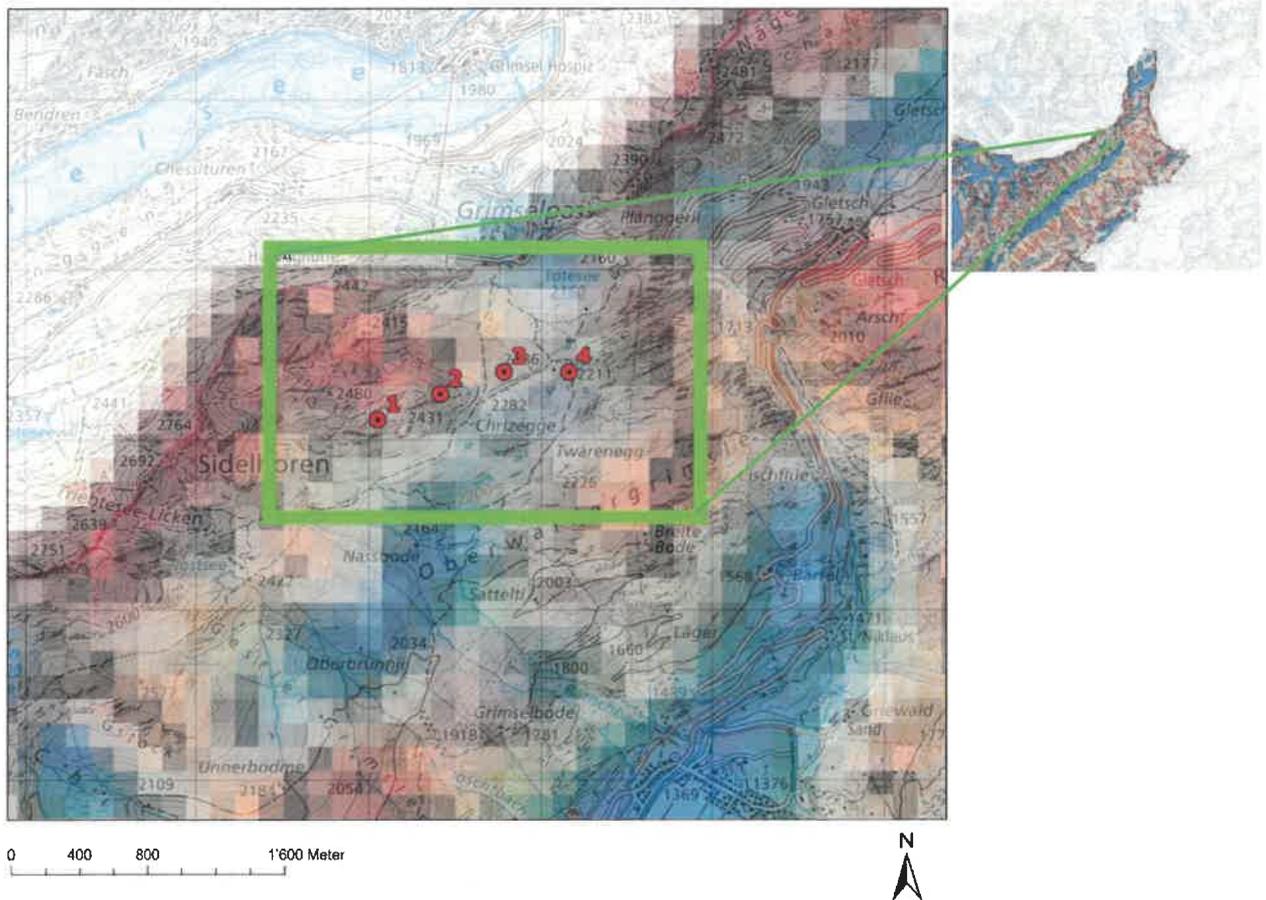
● WEA Standorte (Dezember 2023)

Abbildung 18: Risikokarte Bartgeier (Vignali et al., 2023) (georeferenziert)

Bezüglich Steinadler zeigen die Beobachtung, dass der Steinadler regelmässig über dem Gebiet fliegt. Nach der Prüfung der Konfliktpotentialkarte ist die Einschätzung, dass zwar ein gewisses Risiko besteht, welches allerdings im Bereich der geplanten Anlagen als nicht besonders hoch zu erwarten ist (Konfliktstufe 0 von 2 gemäss der Karte (Vignali et al., 2023)). Die Information von Ornitho bestätigen, dass der Steinadler das Gebiet eher häufig nutzt. Es scheint sich jedoch nicht um einen Konflikthotspot zu handeln, aber das Konfliktrisiko ist gegenüber dem Bartgeier etwas höher. Weiter südwestlich von WEA 1 und 2 in Richtung Siedelhorn könnte möglicherweise ein erhöhtes Konfliktrisiko der Stufe 1 (von 2 Stufen) auftreten. Dies könnte möglicherweise durch die dort vorhandene Thermik oder Lebensraum zu Stande kommen.

Beim Steinadler ist zu bemerken, dass in der Schweiz die Art die Zeiten einer rücksichtslosen Verfolgung überstanden hat. Mittlerweile hat sich der Adlerbestand erholt und ist heute in den Alpen nahezu gesättigt, und praktisch alle potentiellen Reviere sind besetzt.

Es ist somit keine Gefahr für die Population zu erwarten. Auch die Studie zum Konfliktisiko beschreibt, dass beim Steinadler signifikante, jedoch niedrige Auswirkungen auf die Population im Vergleich zum Bartgeier zu erwarten sind. Die Schwellenwerte für ein Risiko berücksichtigen dies entsprechend. Es ist ebenfalls nicht zu erwarten, dass die Anwesenheit des Steinadlers ein No-Go ist und keine signifikanten Auswirkungen auf die Art durch die Realisierung des Projekts darstellt. Eine angemessene Berücksichtigung der Art in der Projektplanung ist jedoch nötig.



● WEA Standorte (Dezember 2023)

Abbildung 19: Risikokarte Steinadler aus (Vignali et al., 2023) (georeferenziert)

## 5 Massnahmen

Generell scheinen die Zugvögel weniger problematisch zu sein und daher braucht es nur wenige Massnahmen für sie. Es wurde festgestellt, dass im August über dem Totensee grosse Ansammlungen von Schwalben auftreten, die sich auf dem Durchzug befinden (bis zu 1000 Schwalben). Eine zielführende Massnahme wäre daher, wenn beim Auftreten einer Schwalbenansammlungen die Rotoren abgestellt werden würden.

Was Standortoptimierungen als Vermeidungsmassnahmen betrifft, ist anzumerken, dass ein früheres Layout einen Standort am Hang des Oberwald-Grimsels Richtung Süden vorsah. Dieser Bereich wird von Zugvögeln häufig frequentiert, und das aktuelle Layout mit den Anlagen im Chrizegge-Plateau ist eine Verbesserung gegenüber dem früheren Layout hinsichtlich der Zugvögel. Studien zum Vogelzug zeigen, dass Vögel durch Lichtquellen angezogen werden (Ballasus et al., 2009). Es ist dabei gut möglich, dass z.B. auch die Beleuchtung der WEA, vor allem bei Schlechtwetter eine gewisse Anziehung auf Zugvögel ausübt (Newton, 2007; Werner et al., 2019). Als mögliche Massnahme wäre der Einsatz einer bedarfsgesteuerten Nachtkennzeichnung denkbar, um den Lichteinfluss so gering wie möglich zu halten (FA Wind, 2016). Neben der Beleuchtung der WEA im Betrieb ist auch zu beachten, dass die Baustellenbeleuchtung so gering wie möglich gehalten wird.

Im Erläuterungsbericht zum Richtplan und der Vorabklärung der Vogelwarte wird vorgeschlagen, ein Abschaltssystem mit Radar zum Schutz der Zugvögel zu prüfen. Aufgrund der Ergebnisse dieser Abklärung wird jedoch festgestellt, dass dieses System nicht als angemessen für den tatsächlichen Migrationsintensität erachtet wird. Eher könnte prüfen auch einen Radar installieren, der bei schlechtem Wetter wie z.B. Nebel die Rotoren abstellt. Da der Vogelzug jedoch am Standort eher gering ist, ist diese Massnahme nicht angebracht. Der Tabelle 14 können die Massnahmen für die Zugvögel entnommen werden.

Bezüglich der beobachteten Brutvögel sind natürlich zusätzlich Massnahmen erforderlich. Der Turmfalke hat sein Jagdgebiet in den Rotorbereichen aller vier geplanten Anlagen. Auch das Alpenschneehuhn, der Steinadler und der Bartgeier, die in der Nähe der geplanten WEA gesichtet wurden, könnten Massnahmen erfordern (s. Bericht zu den Brutvögel von Pronat). Eine Massnahme für Brutvögel wird in der Massnahmentabelle unten aufgeführt, da sie sowohl für Brutvögel als auch für Zugvögel relevant ist.

Es sind keine wirksamen oder zielführende Ersatzmassnahmen für Zugvögel bekannt und somit wird auf Verminderung und Vermeidungsmassnahmen gesetzt.

Tabelle 14: Massnahmen für Zugvögel.

Nr.	Massnahme	Zielgruppe	Beschreibung
Z01	Anstrich eines Rotorblatts	Lokale Greifvögel (v.a. Steinadler)	<i>Mögliche Massnahmen. Genauer zu prüfen, abhängig von technischer Umsetzbarkeit und Angemessenheit, werden geringe Auswirkungen auf Zugvögel erwartet.</i>

			<p>Der schwarzer Anstrich eines Rotorblatt um die Wahrnehmbarkeit der drehenden Rotorblätter zu erhöhen. In eine Studie von (May et al., 2020) hat diese Massnahmen eine 70% Reduktion des Risiko für dein Steinadler aufgewiesen. Die Ergebnisse aus Norwegen waren vielversprechend, aber vorläufig – die Studie selbst berichtete über die Notwendigkeit, sie an anderen Orten und in anderen Lebensräumen zu replizieren. Zurzeit laufen weiter Untersuchungen z.B. in Eemshaven in den Niederlanden und in Wyoming in den USA. Solange diese Untersuchungen dies auch als wirksam erwiesen und der der Anlagenproduzent dies zulässt.<sup>3</sup></p>
Z02	Prüfung des Einsatzes eines Detektionssystem	Lokale Vögel aber evtl. auch Zugvögel (als Zusatzwert)	<p>Detektionssysteme (wie Identiflight, Bioseco, Stirix Birdtrack<sup>4</sup>) sind auf dem Markt erhältlich und könnten als Massnahmen zum Schutz sensibler Vögel in Betracht gezogen werden<sup>5</sup>. Diese könnten einen höheren Schutz sensibler Arten wie des Steinadlers und des Bartgeiers sicherstellen. Der Einsatz hinsichtlich Kosten-Nutzen und wirtschaftlicher Zumutbarkeit ist ebenfalls zu betrachten. Dies wird genauer im Rahmen von Massnahmen für Brutvögel geprüft (siehe Abklärungen von Pronat).</p>
Z04	Bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung	Zugvögel	<p><i>Mögliche Massnahmen. Genauer zu prüfen, abhängig von technischer Umsetzbarkeit und Angemessenheit, werden geringe Auswirkungen auf Zugvögel erwartet.</i></p> <p>Diese Massnahme soll verhindern, dass Vögel unnötig von den WEA-Anlagen angezogen werden. Rote Blinklichter sind einer anderen Beleuchtung vorzuziehen.</p>

<sup>3</sup> Das Gewicht des Anstrichs, wenn er nachträglich aufgetragen wird (wird auf etwa 13 kg geschätzt), oder die Hitzeentwicklung an den Rotorblättern aufgrund des dunklen Anstrichs (angeblich ein Problem für die Glasfasern, wenn die Temperatur 65 Grad überschreitet), sind technische Bedenken. Bisher zeigen Untersuchungen in den Niederlanden ([Link](#)) nicht, dass dies ein Problem darstellt. Es wird jedoch sicherlich in den nächsten Jahren mehr Erfahrung gesammelt, und dies sollte berücksichtigt werden.

<sup>4</sup> Aktuelle Überblick hier: <https://tethys.pnnl.gov/wind-energy-monitoring-mitigation-technologies-tool>

<sup>5</sup> Bis vor kurzem wurden diese als in Prüfung und Entwicklung Betracht aber hinsichtlich die Fortschritte in diesem Bereich, der Beginn vom Einsatz dieser Systeme im Betrieb im Ausland und auch die Entwicklung zu wie (siehe u.a. den Bundesnaturschutzgesetz Anpassung von Deutschland von 2023 welche diese nun zulassen)

Z04	Baustellenbeleuchtung	Zugvögel	Die Baustellenbeleuchtung so gering wie möglich halten. Vor allem in der Nacht soll Beleuchtung vermieden werden.
Z03	Abschaltung bei schlechte Sichtverhältnisse	Zugvögel	<p><i>Mögliche Massnahmen. Genauer zu prüfen, abhängig von technischer Umsetzbarkeit und Angemessenheit, werden geringe Auswirkungen auf Zugvögel erwartet.</i></p> <p>Da die Gefahr für Zugvögel vor allem bei schlechten Sichtverhältnissen auftritt, wäre es denkbar ein Sichtweitemesser zu installieren um bei schlechter Sicht die Anlagen abzustellen.</p>
Z04	Abschaltung von Anlagen bei Auftreten von Ansammlungen von Schwalben	Zugvögel	<p><i>Mögliche Massnahmen. Genauer zu prüfen, abhängig von technischer Umsetzbarkeit und Angemessenheit, werden geringe Auswirkungen auf Zugvögel erwartet.</i></p> <p>Ein möglicher Ansatz für eine bedarfsgerechte Abschaltung der Anlagen bei Ansammlungen von Schwalben könnte durch den Einsatz eines Detektionssystems, wie es in Maßnahme Z02 vorgeschlagen wird, abgedeckt werden. Alternativ könnte man prüfen, ob dies durch die Benachrichtigung des Betreibers des Hotels Grimsel Hospiz im Sommer erfolgen könnte.</p>

## 6 Schlussfolgerung

Das Grimselgebiet hat aus Sicht des Frühlings- und Herbstzuges von Thermikseglern sowie Kleinvögeln nur eine geringe Bedeutung. Das Chrizegge-Plateau wo die Anlagen vorgesehen sind wird von den Zugvögeln weitgehend gemieden. Sie konzentrieren sich auf den Adret und suchen Schutz vor dem Relief, indem sie weiterhin dem Rhonetal in Richtung Furkapass folgen und damit ihrer zu dieser Jahreszeit nach Nordosten gerichteten Orientierung folgen. Trotz des fehlenden Schnees war der Nachtzug von Kleinvögeln nicht bedeutender, und es zogen praktisch keine Greifvögel durch das Gebiet. Ringeltauben wurden im Herbst nicht beobachtet, obwohl diese Art im Frühjahr recht häufig war. Beim Kleinvogelzug treten vor allem im August grosse Ansammlungen von Schwalben im Projektgebiet auf. Mit gezielten Massnahmen wie z.B. einer Abschaltung in dieser Zeit, kann das Problem entschärft werden. Die Bedeutung des Furkapasses weiter östlich für den Vogelzug, konnte hingegen bestätigt werden. Der MTR-Zugstrom war am Furkapass 4- bis 9-mal grösser als am Grimselpass und ziehende Vögel wurde dem Rhonetal folgend in Richtung Goms gelenkt.

Die Beobachtungen von 2023 am Grimselpass lassen vermuten, dass der Standort in Bezug auf Zugvögel kein signifikantes Konfliktpotenzial für die Errichtung eines Windparks aufweist, da der Tageszug sehr schwach und der Nachtzug schwach bis mittelstark ist, wobei letzterer meist in grosser Höhe über dem Boden stattfindet.

Mögliche Konflikte bestehen am ehesten bei grossen nistenden Greifvögeln wie dem Steinadler und dem Bartgeier, allenfalls auch beim Birkhuhn, Alpenschneehuhn und Mauersegler, obwohl das Grimselgebiet nicht die inneralpine Region ist, die von grossen Greifvögeln am häufigsten aufgesucht wird.

## 7 Literaturverzeichnis

- ARE, B. für R. (Ed.), 2020. Konzept Windenergie. Basis zur Berücksichtigung der Bundesinteressen bei der Planung von Windenergieanlagen 34.
- Aschwanden, J., Liechti, F., 2016. Vogelzugintensität und Anzahl Kollisionsopfer an Windenergieanlagen am Standort Le Peuchapatte (JU), Schlussbericht. ed. Bundesamt für Energie BFE.
- Ballasus, H., Hill, K., Hüppop, O., 2009. Gefahren künstlicher Beleuchtung für ziehende Vögel und Fledermäuse. Berichte zum Vogelschutz 46, 127–157.
- FA Wind, 2016. Bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung von Windenergieanlagen. Berlin.
- Huemer, P., Sonntag, H., Barkmann, F., Stadler, A., 2020. Die Tierwelt der Alpen im Klimawandel.
- Kanton Wallis (Ed.), 2022. Richtplan Wallis E.6 Windkraftanlagen Erläuternder Bericht - Projekt Grimsel.
- Liechti, F., Guélat, J., Bauer, S., Mateos, M., Komenda, S., 2013. Konfliktpotenzialkarte Windenergie – Vögel Schweiz: Teilbereich Vogelzug.
- Liechti, F., Peter, D., Lardelli, R., Bruderer, B., 1996. Herbstlicher Vogelzug im Alpenraum nach Mondbeobachtungen - Topographie und wind beeinflussen den Zugverlauf. Der Ornithologische Beobachter 93, 131–152.
- May, R., Nygård, T., Falkdalen, U., Åström, J., Hamre, Ø., Stokke, B., 2020. Paint it black: Efficacy of increased wind turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalities.
- Müller, J.M., Wranke, M., Reichenbach, M., Köppel, J., 2015. Synopsis des internationalen Kenntnisstandes zum Einfluss der Windenergie auf Fledermäuse und Vögel und Spezifizierung für die Schweiz. Schlussbericht. Bundesamt für Energie BFE.
- Newton, I., 2007. Weather-related mass-mortality events in migrants. *Ibis* 149, 453–467. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2007.00704.x>
- Schuster, E., Bulling, L., Köppel, J., 2015. Consolidating the State of Knowledge: A Synoptical Review of Wind Energy's Wildlife Effects. *Environmental Management* 56, S. 300-331. <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0501-5>
- Vignali, S., Braunisch, V., Arlettaz, R., 2023. Large soaring raptors vs wind turbines development in the Swiss Alps: Final Report.
- Weber, J., Köppel, 2017. Auswirkungen der Windenergie auf Tierarten.
- Werner, S., Aschwanden, J., Heynen, D., Schmid, H., 2019. Vögel und Windkraft: Untersuchung und Bewertung von UVP-pflichtigen Windkraftprojekten. Empfehlungen der Schweizerischen Vogelwarte.

## Impressum

**Projektleitung** Luisa Münter (nateco)

**Mitarbeit** Theo Leuthard (nateco)  
Jasmin Hümbelin (nateco)

**Gespeichert** O:\5548 Grimselpass Windabklärung zur Thermiksegler beim  
Windprojekt\Berichte\_Konzepte\20240103\_Bericht\_Grimsel.docx

**Fassung** 25.04.2024

**Korreferat** Lionel Maumary

**Fotos** Lionel Maumary

**Version**

Version	Datum	Beschreibung der Aktualisierungen
1.0	2024-04-2024	Erster Entwurf des Dokuments

## **Anhang 6      Hydrogeologischer Bericht**

**WINDPARK GRIMSEL**

**GEMEINDE OBERGOMS**

**HYDROGEOLOGISCHER BERICHT**

**Mandat Nr.: 2922**

Brig-Glis, 02. Mai 2024

3080\_240430\_BER.docx

**Sachbearbeiter:**

Stefan Pfammatter

Dipl. Geologe uni Lausanne

Dipl. Hydrologe ETH Lausanne

## **INHALTSVERZEICHNIS**

1.	Einleitung	1
1.1	Allgemeines und Auftrag	1
1.2	Verwendete Unterlagen	1
1.3	Präambel	2
2.	Geologische Übersicht	3
3.	Beschreibung der Quellen	4
4.	Gesetzliche Grundlagen	6
5.	Gefahrenbeurteilung	10
5.1	Neubauprojekt	10
5.2	Bautätigkeit	10
6.	Überwachungs- und Schutzmassnahmen	10
6.1	Alarmschema	11
7.	Zusammenfassung	13

## **BEILAGEN**

Beilage 1: Situationsplan 1:1'000.

# WINPARK GRIMSEL, GEMEINDE OBERGOMS

## HYDROGEOLOGISCHER BERICHT

---

### 1. EINLEITUNG

#### 1.1 Allgemeines und Auftrag

**Auftraggeber:** SwissWinds Development GmbH, 1971 Grimisuat.

**Gemeinde:** Obergoms.

**Quellen:** OBG1501 – «Chrizegge».

**Koordinaten:** ca. 2'668'700 / 1'156'260, 2270 m ü.M.

**Berichtstatus:** definitiv.

**Sachbearbeiter:** Stefan Pfammatter, Dipl. Geologe UNIL, Dipl Hydrogeologe EPFL,

**Freigabe/Kontrolle:** Patrick Amoos, lic.phil.nat. Geologe / SIA.

Auf dem Grimselpass zwischen Totensee und Sidelhorn sind vier Windräder geplant. Sämtliche Standorte der Windräder und der zum Bau und Unterhalt notwendigen Baupisten befinden sich ausserhalb der neu überarbeiteten Quellschutzzonen [3], welche aber noch nicht homologiert sind. Nichtsdestotrotz befindet sich das Projekt teilweise im Einzugsgebiet der Quellen und im Gewässerschutzbereich Au.

Im hier vorliegenden Bericht werden die geologischen und hydrogeologischen Standortgegebenheiten beschrieben und das Risiko einer qualitativen und/oder quantitativen Beeinflussung der Quelle beurteilt.

#### 1.2 Verwendete Unterlagen

**OSPAG - Odilo Schmid & Partner AG, Brig-Glis:**

- [1] Quellschutzzonen Gemeinde Obergoms, hydrogeologischer Bericht, Mandat 1997, Januar 2016.
- [2] Vorstudie KW Totensee, Gemeinde Obergoms geologisch-geotechnischer Grundlagenbericht Mandat 2551, Oktober 2018.
- [3] Quellschutzzonen private Quellen Gemeindegebiet Obergoms, hydrogeologischer Bericht (in Bearbeitung, (Stand 23. November 2023), Mandat 2483.

**Bundesamt für Umwelt BAFU:**

[4] Wegleitung Grundwasserschutz 2004.

**Gesetzesgrundlagen:**

[5] Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) (Stand am 1. Januar 2021) [SR 814.20].

[6] Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. Januar 2021) [SR 814.201].

**1.3 Präambel**

Die OSPAG bestätigt hiermit, dass bei der Abwicklung des Auftrages die Sorgfaltspflicht angewendet wurde, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem derzeitigen und im Bericht dargestellten Kenntnisstand beruhen und diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebietes und nach bestem Wissen ermittelt wurden.

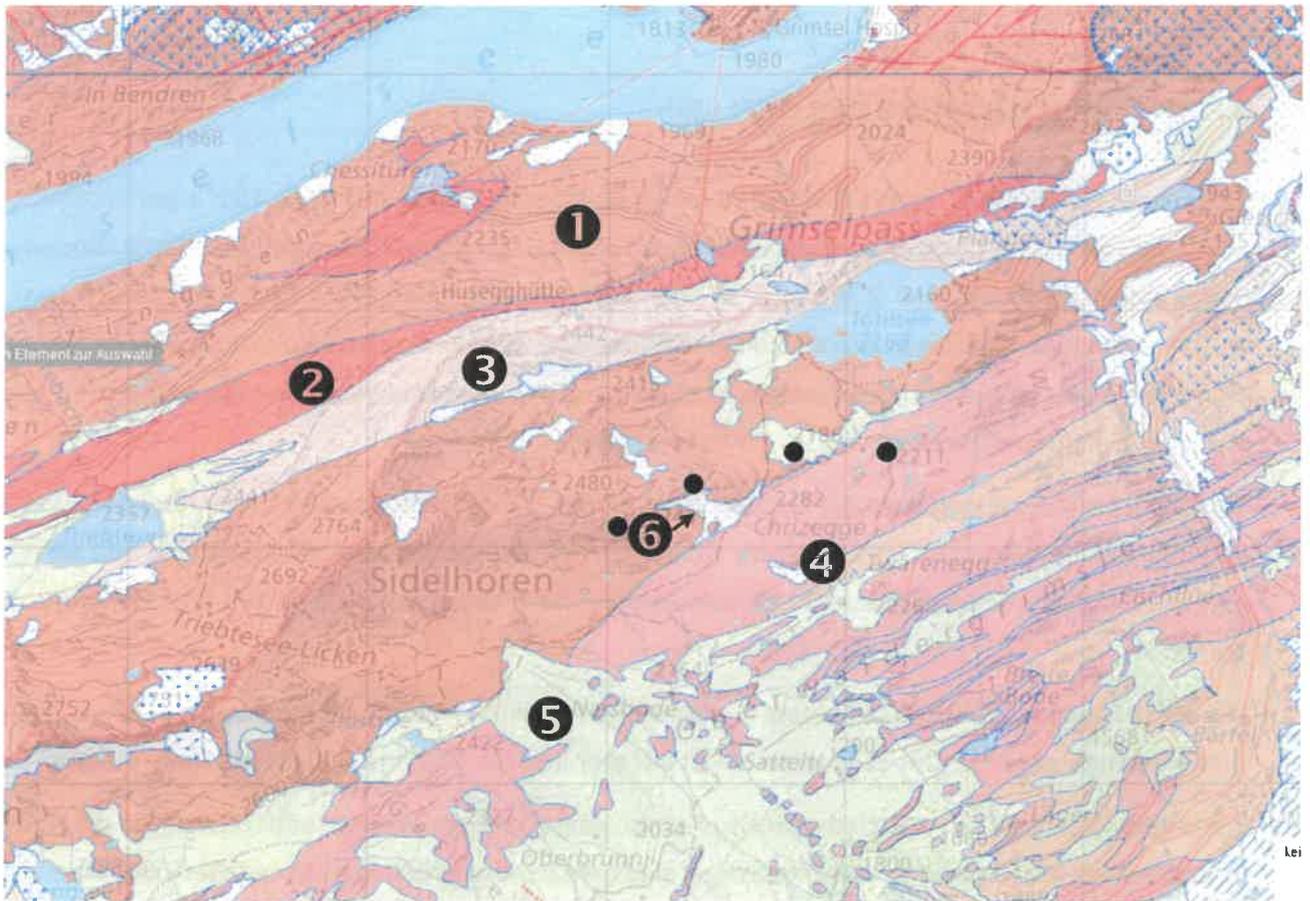
Die OSPAG geht davon aus, dass

- die seitens des Auftraggebers oder von ihm benannter Drittpersonen richtige und vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt wurden,
- die Arbeitsergebnisse nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet oder auf geänderte Verhältnisse übertragen werden.

Andernfalls lehnt die OSPAG gegenüber dem Auftraggeber jegliche Haftung für dadurch entstandene Schäden ausdrücklich ab.

Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, wird durch die OSPAG jede Haftung für direkte und indirekte Schäden abgelehnt, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

## 2. GEOLOGISCHE ÜBERSICHT



**Abbildung 1:** Geologische Karte des Untersuchungsperimeters (Datengrundlage GeoCover, Swisstopo) und der vorgesehenen Windräder (schwarze Punkte).

Legende: 1) Grimsel Granodiorit, 2) Aplit, 3) div. Gneise 4) Augengneis, 5) Moräne, 6) Hangschutt

Geologisch betrachtet befindet sich das Untersuchungsgebiet **in den Lithologien des Aar-Massivs**, dem grössten herzynischen Massiv der Schweizer Alpen. Das projektierte Bauwerk verläuft vollumfänglich in den Gesteinen des internen Aar-Massivs. Dabei sind vornehmlich massige **Granite** und **Gneise** sowie untergeordnet Gneis-Schiefer-Zwischenzonen zu erwarten.

Alle Gesteine wurden durch die herzynische und alpine Orogenese mehrfach überprägt und liegen heute polymetamorph vor. Dabei entstanden sowohl duktile als auch spröde Strukturen. Zu den ersteren gehören Schieferungen, Scherzonen und Mylonite, zu den letzteren Quer- und Scherbrüche. Ebenfalls sind alpine Zerrklüfte zu erwarten, welche oft durch lokal hydrothermal ausgelaugte Nebengesteine begleitet werden.

Die quartäre Lockergesteinsüberdeckung besteht im untersuchten Gebiet aus meist gering- bis sehr geringmächtigem Gehänge- und Trockenschuttkegeln.

### **3. BESCHERIBUNG DER QUELLEN**

Die private Quelle Chritzegga OBG 1501a (oben, Sommerfassung) und OBG 1501b (unten, Winterfassung) liegt im Gebiet Chritzegga südwestlich des Totesee. Die obere Fassung OBG 1501a (Sommerfassung) befindet sich auf rund 2'252 m ü. M., die untere Quellfassung OBG 1501b (Winterfassung) liegt auf ca. 2'234 m ü. M. in einer natürlichen Geländemulde, welche in südwest-nordöstlicher Richtung den Hang durchzieht und dem geologischen Kontakt zwischen dem südwestlichen Aare-Granit im Norden und dem Gärsthorn-Gneiskomplex im Süden entspricht.

Das potenzielle Einzugsgebiet der Quellen liegt auf der Südostseite des Sidelhorns und wird dominiert von anstehenden Graniten und Gneisen. Überlagert werden die anstehenden Gesteine von einer eher geringmächtigen Lockergesteinsschicht aus vorwiegend glazigenen Sedimenten und Gehängeschuttderivaten.

Die obere Fassung OBG 1501a besteht aus einem überdeckten Natursteinmauerwerk, welches über eine Stahltüre zugänglich ist. Der Wasserzulauf ist sichtbar und die Schüttrate kann bestimmt werden.

Die untere Fassung OBG 1501b besteht aus einem eingegrabenen Kunststofftank, welcher mit Holzbrettern überdeckt ist. Die beiden Quellfassungen sind gemäss den erhaltenen Unterlagen über eine Leitung miteinander verbunden. Das Wasser der beiden Quellaustritte wird über eine Leitung zu einem Turbinenhaus am Totesee geführt und von hier über eine Trinkwasserleitung durch den Totesee dem Hotel/Restaurant Grimselblick zugeführt.



**Abbildung 2:**

*Fassung der Quelle OBG 1501a (Sommerquelle).*



**Abbildung 3:**

*Fassung der Quelle OBG 1501b (Winterquelle).*

Am 18.07.2018 wiesen die Quellen die in Tabelle 1 zusammengefassten Parameter auf. Aufgrund der sehr geringen elektrischen Leitfähigkeit und der sehr geringen Temperatur ist davon auszugehen, dass es sich beim anfallenden Wasser grösstenteils um Schmelz- und Meteorwasser (evtl. Toteis) handelt, welches wenn überhaupt nur eine sehr minimale Interaktion mit dem natürlichen Untergrund aufweist. Die Quellen können als Stau- bzw. Schuttquellen bezeichnet werden.

**Tabelle 1:** Physikalische Eigenschaften der Quellen Chritzegge OBG 1501a+b.

Quelle	Bezeichnung	Datum	Schüttung [l/s]	Leitfähigkeit [μS/cm]	Temperatur [°C]	pH-Wert [-]
Chritzegge oben	OBG 1501a	18.06.2018	10-15	21.7	2.2	7.41
Chritzegge unten	OBG 1501b		nicht messbar	22.0	2.3	7.37

#### 4. GESETZLICHE GRUNDLAGEN

Die gesetzliche Grundlage für die Beurteilung des geplanten Windparks auf der Grimsel bildet das Gewässerschutzgesetz (GSchG) [5] und die Gewässerschutzverordnung (GSchV) [6]. Aus der Wegleitung Grundwasserschutz [4] lassen sich die wichtigsten Massnahmen und Nutzungsbeschränkungen für die Grundwasserschutzbereiche und Grundwasserschutzzonen, welche durch das Projekt tangiert werden, ableiten:

##### **Gewässerschutzbereich A<sub>U</sub>:**

- Kantonale Bewilligung für Bauten und Anlagen
- Keine Anlagen, die eine besondere Gefahr für ein Gewässer darstellen
- Besondere Vorschriften für die Gewinnung von Kies, Sand und anderem Material

**Grundwasserschutzzone S<sub>3</sub>:**

- Keine Ausbeutung von Kies, Sand und anderem Material
- Keine Deponien

Zusätzlich kommen nachfolgende Referenztabelle zu tragen, aus denen sich die speziellen nutzungsorientierten Schutzmassnahmen und Nutzungsbeschränkungen entnehmen lassen:

**Tabelle 2: Referenztabelle Baustellen (aus [4]).**

	üb	A <sub>U</sub>	Z <sub>U</sub> <sup>1</sup>	Areal <sup>2</sup>	S <sub>3</sub> <sup>3</sup>	S <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>
Grossbaustellen und Installationsplätze	+	+ <sup>b</sup>		-	b	-	-
Abstellplätze für Nutzfahrzeuge und Baumaschinen (keine Wartung)	+	+		-	+ <sup>4</sup>	-	-
Auftanken von Nutzfahrzeugen und Baumaschinen	+	+		+	+	-	-
Plätze für Fahrzeug- und Baumaschinenwartung sowie Lagerplätze für geölte, gefettete oder chemisch behandelte Baumaterialien <sup>4</sup>	+	+		-	+ <sup>b</sup>	-	-
Lagerplatz für neu hergestellte Beton-Fertigteile (z.B. Tübbinge)	+	+		-	+ <sup>b</sup>	-	-
Betrieb und Reinigung von Aufbereitungs-, und Mischanlagen für Beton und Mörtel, sowie von grösseren Apparaten für Bohr- und Fräsarbeiten	+	+ <sup>4</sup>		+ <sup>4</sup>	+ <sup>4</sup>	-	-
Sanitäre Anlagen <sup>5</sup>	+	+		+	+	-	-
Reinigungsarbeiten und Oberflächenbehandlungen, die zu verschmutztem Abwasser führen können (z.B. Fassadenreinigung) <sup>6</sup>	+	+		-	+	-	-
Spritzbeton	+	+		-	b	-	-
Dichtungs-/Spundwände	+	b <sup>7</sup>		-	-	-	-
Ramm- und Bohrpfählung <sup>8</sup>							
• Holzpfähle und Fertigbetonpfähle	+	+ <sup>b/7</sup>		-	+ <sup>b</sup>	-	-
• Ortsbetonpfähle	+	+ <sup>b/7</sup>		-	b	-	-
• Bohrpfähle mit Bohrspülung	+	+ <sup>b/7</sup>		-	-	-	-
• Bohrpfähle mit Trockendrehbohrung	+	+ <sup>b/7</sup>		-	b	-	-
Verdichtungsarbeiten (Rüttelverdichtung)	+	- <sup>10</sup>		-	-	-	-
Injektionen <sup>9</sup>	+	- <sup>10</sup>		-	- <sup>10</sup>	-	-
Bohrungen <sup>8/11</sup> , Ramm-/Drucksondierungen <sup>11</sup>	+	b		-	- <sup>b</sup>	-	-
Grabungen, Baggerschlitze	+	+ <sup>12</sup>		-	+ <sup>b</sup>	-	-
Terrainveränderungen mit Abgrabungen (z.B. für Golfplätze, Skipisten, Parkanlagen)	+	+ <sup>b</sup>		-	b <sup>13</sup>	-	-
Verwertung von unverschmutztem Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial	+	+		-	+	-	-
Verwendung von Recyclingbaustoffen	+	+		-	b	-	-

+ Aus hydrogeologischer Sicht unproblematisch. Keine Bewilligung nach Art. 32 GSchV erforderlich; die Einhaltung sämtlicher weiterer Vorschriften bleibt vorbehalten. b Kann fallweise durch die zuständige Behörde zugelassen werden. Bewilligung nach Art. 32 GSchV erforderlich.  
- Nicht zugelassen. +<sup>b</sup> Grundsätzlich unproblematisch. Bewilligung nach Artikel 32 GSchV erforderlich.

**Tabelle 3: Oberirdische Bauten, Betriebe und Anlagen (aus [4]).**

	üb	Au	Zu <sup>1</sup>	Areal <sup>2</sup>	S3 <sup>3</sup>	S2	S1
Hochbauten inkl. gewerbliche und industrielle Betriebe mit oder ohne Schutzwasseranfall, in denen wassergefährdende Stoffe weder erzeugt, verwendet, umgeschlagen, befördert noch gelagert werden. Lagerung von Mineralölprodukten für eigene Heizzwecke zwei Jahre.	+	+ 7/14		- 2	+ b/15	-	-
Gewerbliche und industrielle Betriebe, die wassergefährdende Stoffe erzeugen, verwenden, umschlagen, befördern oder lagern.	+	b 7/14		- 2	- b/15	-	-
Durchlässig gestaltete Einzelparkplätze und Garagenvorplätze ohne Wasseranschluss (keine Fahrzeugwäsche oder -wartung)	+	+		- 2	+	-	-
Einzelparkplätze und Garagenvorplätze mit Wasseranschluss sowie nicht-gewerbliche Einzel-Autowaschplätze <sup>4</sup>	+	+		- 2	+ b	-	-
Gewerbliche Waschplätze für Fahrzeuge (inkl. Waschstrassen und öffentliche Waschanlagen)	+	+		-	-	-	-

- + Aus hydrogeologischer Sicht unproblematisch. Keine Bewilligung nach Art. 32 GSchV erforderlich; die Einhaltung sämtlicher weiterer Vorschriften bleibt vorbehalten. b Kann fallweise durch die zuständige Behörde zugelassen werden. Bewilligung nach Art. 32 GSchV erforderlich.  
- Nicht zugelassen. +<sup>b</sup> Grundsätzlich unproblematisch. Bewilligung nach Artikel 32 GSchV erforderlich.

**Tabelle 4: Referenztabelle Deponien, Materiallager, Umschlagplätze und Transportleitungen (aus [4]).**

	üb	Au	Zu <sup>1</sup>	Areal <sup>2</sup>	S3 <sup>3</sup>	S2	S1
Ablagerung von unverschmutztem Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial	+	+		-	+	-	-
Deponien und Zwischenlager <sup>68</sup>	+ b/67	+ b/67		-	-	-	-
Aufbereitungsanlagen für mineralische Recyclingbaustoffe sowie Zwischenlager	+	+ b		-	-	-	-
Andere Anlagen zur Aufbereitung von Altstoffen (insb. Sammelplätze für Altfahrzeuge, Kühlschränke und Elektronik)	+	+ b		-	-	-	-
Industrielle und gewerbliche Flüssiggaslager	+	b		-	-	-	-
Lager und Umschlagplätze für wassergefährdende Stoffe							
• Flüssigkeiten	+	b 7/14		- 2	- 15	- 16	- 17
• Feststoffe	+	b		-	-	-	-
Transportleitungen für wassergefährdende Flüssigkeiten	+	b		-	-	-	-
Erdgasleitungen	+	+		- 2	b	-	-

- + Aus hydrogeologischer Sicht unproblematisch. Keine Bewilligung nach Art. 32 GSchV erforderlich; die Einhaltung sämtlicher weiterer Vorschriften bleibt vorbehalten. b Kann fallweise durch die zuständige Behörde zugelassen werden. Bewilligung nach Art. 32 GSchV erforderlich.  
- Nicht zugelassen. +<sup>b</sup> Grundsätzlich unproblematisch. Bewilligung nach Artikel 32 GSchV erforderlich.

**Tabelle 5: Strassen (aus [4]).**

	üB	Au	Zu <sup>1</sup>	Areal <sup>2</sup>	S3 <sup>3</sup>	S2	S1
<b>Strassen</b>							
• in Dammlage oder ebenerdig	+	+ <sup>b</sup>		- <sup>2</sup>	+ <sup>4</sup>	-	-
• in Unterführungen und Geländeeinschnitten	+	b		- <sup>2</sup>	b <sup>4</sup>	-	-
<b>Strassen in Tunnels</b>	siehe Tabelle Untertagebauten						
Landwirtschaftliche Flurwege und Forststrassen	+	+		- <sup>2</sup>	+	- <sup>31</sup>	- <sup>31</sup>
Tankstellen <sup>4</sup>	+	b		-	-	-	-
Grosse Parkplatzanlagen	+	+		- <sup>2</sup>	b <sup>4</sup>	-	-

+ Aus hydrogeologischer Sicht unproblematisch. Keine Bewilligung nach Art. 32 GSchV erforderlich; die Einhaltung sämtlicher weiterer Vorschriften bleibt vorbehalten. b Kann fallweise durch die zuständige Behörde zugelassen werden. Bewilligung nach Art. 32 GSchV erforderlich.  
- Nicht zugelassen. +<sup>b</sup> Grundsätzlich unproblematisch. Bewilligung nach Artikel 32 GSchV erforderlich.

<sup>1</sup> Im Zuströmbereich Zu gelten die von den Kantonen für den jeweiligen Zu verfügbaren spezifischen Schutzmassnahmen. Zudem gelten die Bestimmungen und Nutzungsbeschränkungen der jeweils überlagerten Gewässerschutzbereiche oder Schutzzonen. Ist in Karst- und Kluftgesteinsgebieten ein Zuströmbereich an Stelle einer Zone S3 ausgeschieden worden, so gelten die Bestimmungen für die Zone S3, ausser für die Materialausbeutung.

<sup>2</sup> Die zuständige Behörde kann in Ausnahmefällen die Bewilligung zur Erstellung einer Baute oder Anlage in der künftigen Zone S3 erteilen, wenn Lage und Ausdehnung der künftigen Grundwasserschutzzone aufgrund hydrogeologischer Abklärungen bereits festgelegt sind. Bei ausnahmsweise bewilligten Bauten oder Anlagen gelten die Nutzungsbeschränkungen der zukünftigen Zone (Anh. 4 Ziff. 23 Abs. 2 GSchV).

<sup>3</sup> In der Zone S3 dürfen Bauten und Anlagen weder das Speichervolumen noch den Durchflussquerschnitt des Grundwassers verringern (Anh. 4 Ziff. 221 Abs. 1 Bst. B GSchV). Nicht zulässig ist zudem eine wesentliche Verminderung der schützenden Deckschicht (Anh. 4 Ziff. 221 Abs. 1 Bst. D GSchV). Nicht zulässig ist die Versickerung von Abwasser, ausgenommen die Versickerung von nicht verschmutztem Abwasser von Dachflächen über eine bewachsene Bodenschicht (Anh. 4 Ziff. 221 Abs. 1 Bst. C GSchV).

<sup>4</sup> Massnahmen sind insbesondere dichter Belag, Randbordüren und Ableitung des Wassers, ggf. nach Behandlung.

<sup>7</sup> Im Bereich Au sind Bauten und Anlagen grundsätzlich über dem mittleren Grundwasserspiegel zu erstellen; die Behörde kann Ausnahmen bewilligen, sowie die Durchflusskapazität des Grundwassers gegenüber dem unbeeinflussten Zustand um höchstens 10% vermindert wird (Anh. 4 Ziff. 211 Abs. 2 GSchV). Ein temporäres Abdrainieren oder Abpumpen von Grundwasser während der Bauphase ist bewilligungspflichtig.

<sup>10</sup> Ausschliesslich zur Stabilisierung des Untergrundes im nicht wassergesättigten Untergrund.

<sup>12</sup> Sofern der Eingriff mindestens 2 m über dem max. Grundwasserspiegel erfolgt, kann auf eine Bewilligung nach Art. 32 GSchV verzichtet werden.

<sup>13</sup> Nicht zulässig ist eine wesentliche Verminderung der schützenden Deckschicht (Anh. 4 Ziff. 221 Abs. 1 Bst. d GSchV).

<sup>14</sup> Grosstanks für die Lagerung von Flüssigkeiten, welche in kleinen Mengen Wasser nachteilig verändern können sind im Bereich Au nicht zulässig. Die Behörde kann aus wichtigen Gründen Ausnahmen gestatten.

<sup>15</sup> In der Zone S3 sind zulässig:

- freistehende Lagerbehälter, deren Inhalt ausschliesslich der Wasseraufbereitung dient, sowie die dafür erforderlichen freistehenden Rohrleitungen und Abfüllstellen;
- Gebinde mit einem Nutzvolumen bis 450 l je Schutzbauwerk (der Kanton kann die Anzahl der zugelassenen Gebinde beschränken);
- freistehende Lagerbehälter mit Heiz- und Dieselöl zur Energieversorgung von Gebäuden oder Betrieben für längstens zwei Jahre sowie die dafür erforderlichen freistehenden Rohrleitungen und Abfüllstellen; das gesamte Nutzvolumen darf höchstens 30 m<sup>3</sup> je Schutzbauwerk betragen;
- Betriebsanlagen mit Flüssigkeiten, die in kleinen Mengen Wasser nachteilig verändern können bis 450 l und Betriebsanlagen mit Flüssigkeiten, die in grossen Mengen Wasser nachteilig verändern können bis 2000 l.
- Bei Bewilligung derartiger Anlagen muss gewährleistet sein, dass Flüssigkeitsverluste leicht erkannt und auslaufende Flüssigkeiten vollständig zurückgehalten werden.

<sup>16</sup> In der Zone S2 sind nur freistehende Lagerbehälter, deren Inhalt ausschliesslich der Wasseraufbereitung dient, sowie die dafür erforderlichen freistehenden Rohrleitungen und Abfüllstellen zulässig.

<sup>17</sup> In der Zone S1 sind lediglich zur Fassung gehörende Bauten und Anlagen zulässig. Transformatorenanlagen mit Flüssigkeiten sowie wassergefährdende Betriebsstoffe (z.B. Dieselöl) für Notstromanlagen sind in der Zone S1 nicht zulässig. Falls Trafos als Bestandteil der Fassungsanlage aus technischen Gründen trotzdem bei der Fassung angelegt werden müssen, dürfen lediglich Trockentransformatoren verwendet werden.

<sup>31</sup> Im Interesse der Wassergewinnung zulässig.

<sup>68</sup> Die Anforderungen gemäss Anhang 2 TVA müssen erfüllt sein.

## 5. GEFAHRENBEURTEILUNG

### 5.1 Neubauprojekt

Generell sind **landwirtschaftliche Flurwege und Forststrassen** im Gewässerschutzbereich A<sub>U</sub> **erlaubt**. Die für den Bau und Unterhalt des Windparks notwendigen Zufahrten lassen sich im selben Rahmen beurteilen. Es muss allerdings berücksichtigt werden, dass **Terrainveränderungen**, wie sie für den Bau der Erschliessungsstrassen notwendig sind, bewilligungspflichtig sind (Tabelle 2). Ein Fundament der Windkraftanlage ist am Rand des Gewässerschutzbereiches A<sub>U</sub> vorgesehen. Hier ist zu berücksichtigen das Bauten und Anlagen grundsätzlich über dem mittleren Grundwasserspiegel zu erstellen sind. Ausnahmen können bewilligt werden, sofern die Durchflusskapazität nicht um mehr als 10% verringert wird. Konkret handelt sich hier um einen Kluftgrundwasserträger, in dem nicht von einem einheitlichen Grundwasserspiegel ausgegangen werden kann. Falls für die Foundation Pfähle benötigt werden, sind diese eng hydrogeologisch zu begleiten und zu dokumentieren (Wasserzutritte, Zementverbrauch).

### 5.2 Bautätigkeit

Bei der Planung der Logistik für den Bau des Windparks inkl. der Zufahrten ist darauf zu achten, dass die Quellschutzzonen konsequent gemieden werden, was Zwischenlager, Deponie und Materialentnahme für die Baupiste betrifft.

Die für die Bauarbeiten eingesetzten Maschinen und Geräte, welche eventuell mit wassergefährdenden Flüssigkeiten betrieben werden, stellen eine gewisse Gefahr für das Grundwasser dar. Unter Einhaltung der vorgeschlagenen Schutzmassnahmen kann eine Gefährdung für das Grundwasser jedoch stark reduziert werden.

## 6. ÜBERWACHUNGS- UND SCHUTZMASSNAHMEN

Die vorgesehenen baulichen Massnahmen des vorliegenden Projektes finden im ungesättigten Bereich statt und umfassen geringmächtige Abgrabungen und Aufschüttungen entlang der Baupiste sowie tiefergreifende Aushubarbeiten evtl. mit Pfahlarbeiten für die Fundamente. Letztere befinden sich aber mehrheitlich ausserhalb des Gewässerschutzbereichs A<sub>U</sub> und ausserhalb der Quellschutzzonen.

Sämtliche Unternehmer und Arbeiter müssen vor Beginn der Arbeiten bezüglich der Grundwasserschutzproblematik sensibilisiert werden.

Während der Bauphase sind folgende Schutzmassnahmen und Auflagen gemäss [4] zu beachten:

- **Installationsplätze** bedürfen einer Bewilligung im Gewässerschutzbereich A<sub>U</sub>. Die Installationsplätze sind vorher mit der hydrogeologischen Baubegleitung festzulegen.
- Es dürfen nur **Maschinen** eingesetzt werden, bei denen der Verlust von wassergefährdenden Flüssigkeiten ausgeschlossen werden kann. Diese sind ausserdem täglich auf allfällige Lecks zu überprüfen. **Ölbindemittel** sind bereitzuhalten.
- **Auftanken und Wartung** von Maschinen sind im Grundwasserschutzbereich A<sub>U</sub> nur unter Vorsichtsmassnahmen erlaubt.
- **Hydrogeologisch Begleitung der Pfahlarbeiten in A<sub>U</sub>.**

Bei folgenden Szenarien muss ein Hydrogeologe für die Beurteilung zugezogen werden:

- **Anschnitt des gesättigten Bereichs** des Untergrundes und unerwartete Wasseraustritte im Grundwasserschutzbereich A<sub>U</sub>.
- **Ungewöhnlich hoher Zementverbrauch** beim Erstellen von Pfählen.
- **Zwischenfälle oder Unfälle** mit wassergefährdeten Flüssigkeiten.

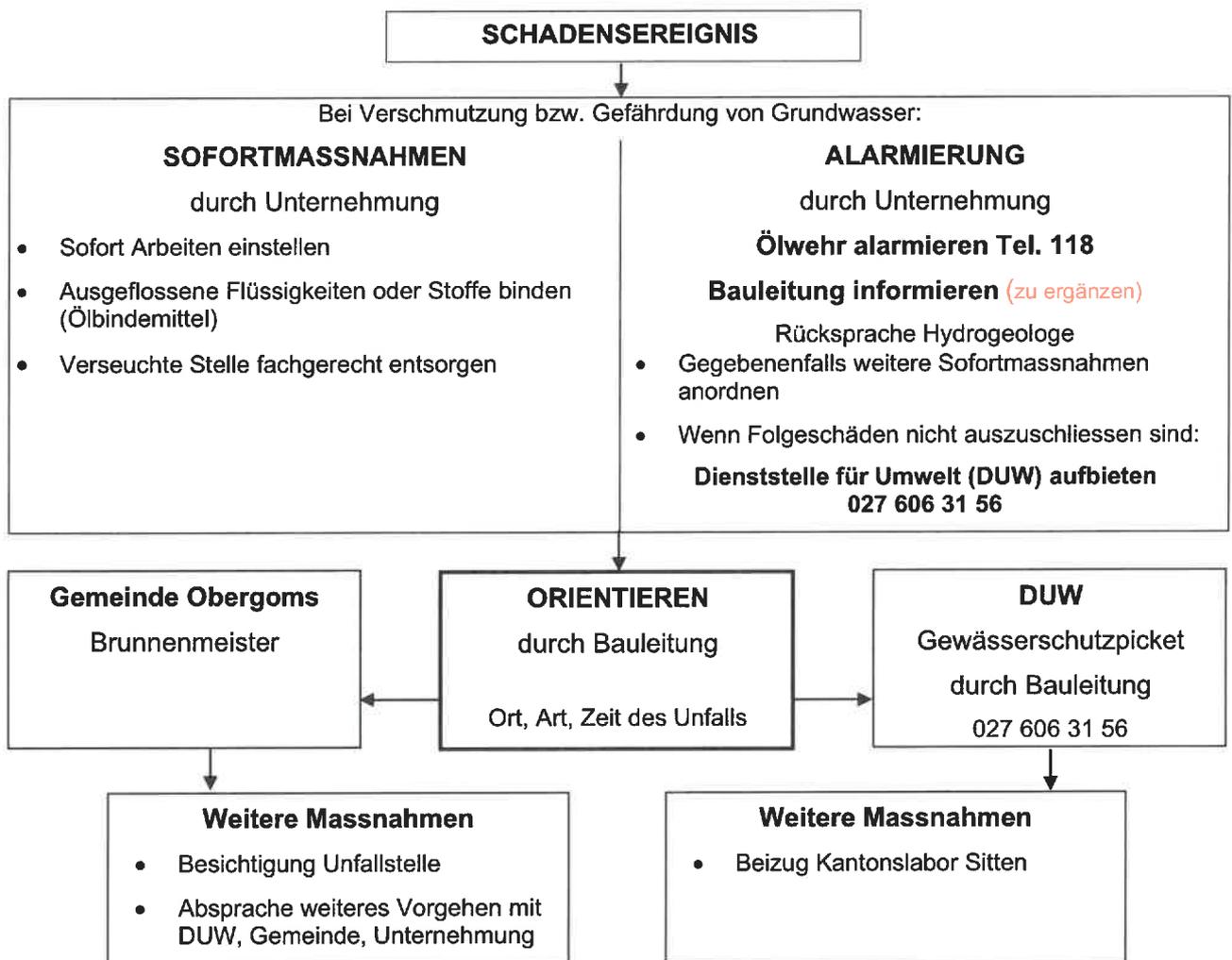
Für die Grundwasserüberwachung empfehlen wir **vor und nach den Bauarbeiten** des projektierten Windparks **Wasserproben aus der Fassung OBG1501a zu entnehmen**. Die Wasserproben sind unter anderem auch für die Beweissicherung zu empfehlen. Neben der Erfassung der chemo-physikalischen Feldparametern und der Schüttungsmengen, sind die Wasserproben bezüglich der Parameter **KW-Index C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub> und C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>** zu analysieren. Bei Zwischenfällen oder Unfällen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten während der Bauarbeiten müssen weitere Proben entnommen werden.

## 6.1 Alarmschema

### Vorkehrungen:

- Absprache der Schutzmassnahme Bauleitung und Baufirma vor Beginn der Arbeiten.
- Sensibilisierung und Inkenntnissetzung der Arbeiter hinsichtlich des Grundwasserschutzes in der Gewässerschutzbereich A<sub>U</sub> und der benachbarte Quellschutzzonen vor Beginn der Arbeiten.
- Bereithaltung von Ölbindemittel.
- Installationsplätze im Gewässerschutzbereich A<sub>U</sub> bedürfen einer Bewilligung. Sie sind so zu planen, dass sie ausserhalb der Grundwasserschutzzonen zu liegen kommen. Die Installationsplätze sind vorher mit der hydrogeologischen Baubegleitung festzulegen.

- Es dürfen nur Maschinen eingesetzt werden, bei denen der Verlust von wassergefährdenden Flüssigkeiten ausgeschlossen werden kann. Diese sind ausserdem täglich auf allfällige Lecks zu überprüfen. Ölbindemittel sind bereitzuhalten.
- Auftanken und Wartung von Maschinen sind im Grundwasserschutzbereich A<sub>U</sub> nur unter Vorsichtsmassnahmen erlaubt.
- Alarmübermittlung sicherstellen (z.B. Natel, Funk).



## 7. ZUSAMMENFASSUNG

Das Projekt des Windparks auf der Grimsel befindet sich **ausserhalb der Quellschutzzonen**. Teile der Zufahrten und ein Fundament befinden sich **innerhalb des Gewässerschutzbereichs A<sub>0</sub> und des Einzugsgebiets** der Quellen OBG1501a und OBG1501b.

Während der Bauphase sind die **Schutzmassnahmen und Auflagen** gemäss Kapitel 6 zu beachten und bei einem allfälligen Schadensereignis ist nach dem **Alarmschema** (Kapitel 6.1) vorzugehen.

Für die Grundwasserüberwachung empfehlen wir **vor und nach den Bauarbeiten** des projektierten Windparks **Wasserproben** aus der Quelle OBG1501a zu entnehmen. Die Wasserproben sind bezüglich der Parameter **KW-Index C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub> und C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>** zu analysieren. Bei Zwischenfällen oder Unfällen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten während der Bauarbeiten müssen weitere Proben entnommen werden.

Für weitere Auskünfte stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Sachbearbeiter:

Kontrolle/Freigabe:

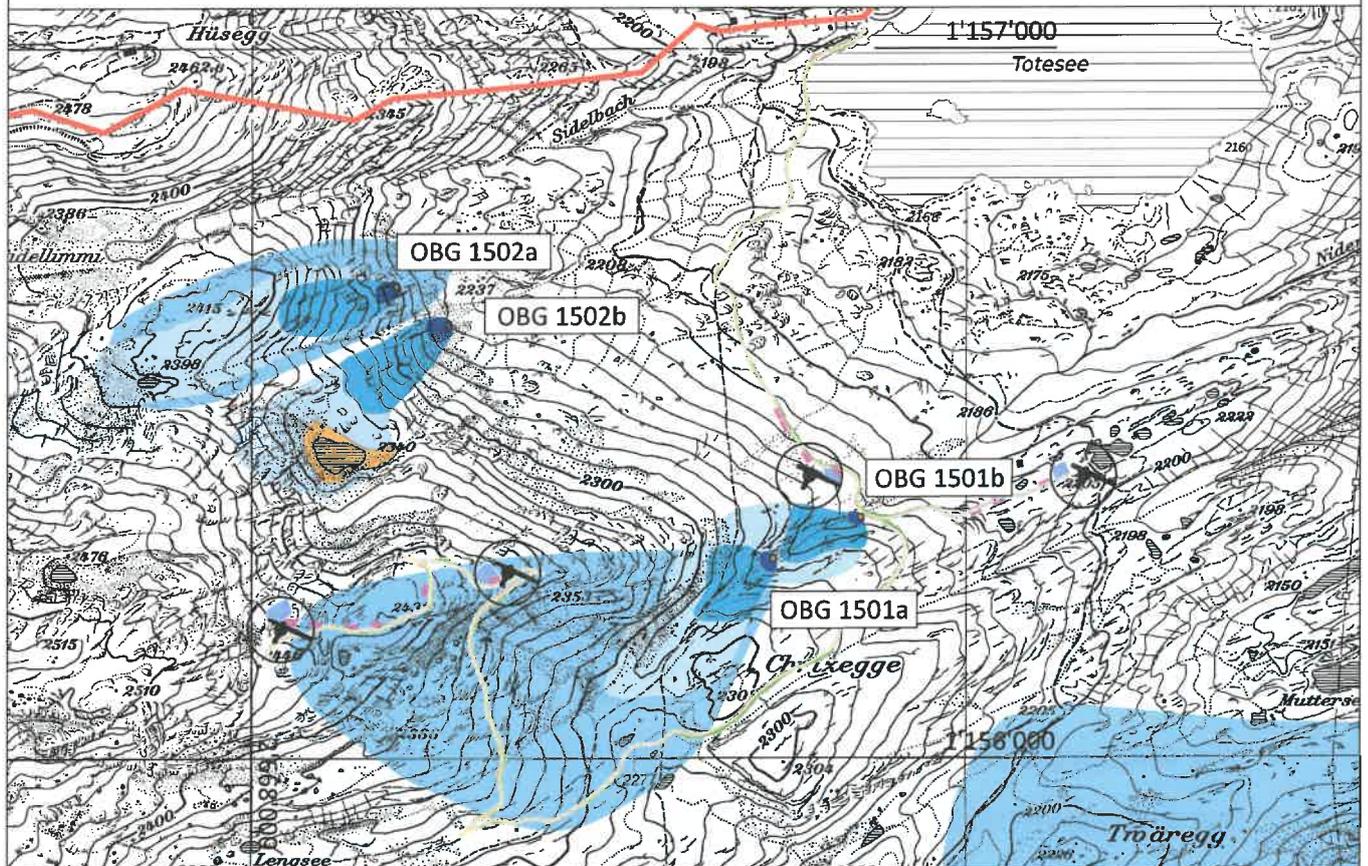


Dipl. Geologe Uni Lausanne

Dipl. Hydrologe ETH Lausanne

# Windpark Grimsel

## Hydrogeologischer Bericht



### Legende

	Fassungs- bereich S1		engere Schutzzone S2		weitere Schutzzone S3
	Gewässerschutz- bereich Ao		Gewässerschutzbereich Au		

Beilage 1  
Mst. 1:1'000

Mandat: 3080  
Datum: 24. April 2024  
Gezeichnet: ps  
Kontrolliert: ap  
Daten: H:\Mandat\3001-3100\3080\dwg\3080\_240423 Sit.dwg

OSPAG BAHNHOFSTRASSE 11 POSTFACH 597 3900 BRIG T +41 (0) 27 923 09 00  
F +41 (0) 27 924 39 17 INFO@OSPAG.CH WWW.OSPAG.CH

**Anhang 7      Ausnahmegesuch Bewilligung für Anlagen im  
Gewässerraum, Art. 41c GSchV.**

## **Windpark Grimsel**

### **Ausnahmegesuch für Bauten im Gewässerraum Art. 41c GSchV**



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>AUSGANGSLAGE</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ÖFFENTLICHES INTERESSE</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>PROJEKTAUSWIRKUNGEN</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>ÜBERWIEGENDES INTERESSE</b> .....	<b>5</b>
4.1	Gewährleistung Schutz vor Hochwasser .....	5
4.2	Gewährleistung Raum für Revitalisierung .....	5
4.3	Gewährleistung Natur- und Landschaftsschutz .....	5
4.4	Gewährleistung Gewässernutzung .....	5
<b>5</b>	<b>STANDORTGEBUNDENHEIT</b> .....	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>FAZIT</b> .....	<b>6</b>
	<b>ANHANG</b> .....	<b>6</b>

Sachbearbeitung:

Claudia Brunner

Koordination & Projektaufsicht:

Abgottspon Ernst

# 1 Ausgangslage

Die SwissWinds Development GmbH beschäftigt sich mit der Erstellung und dem Betrieb von Windenergieanlagen. Auf der Grimsel soll ein Windpark mit vier Windanlagen erstellt werden.

Der Gewässerraum von Gewässern der Gemeinde Obergoms wurden ausgeschieden und vom Staatsrat genehmigt. Bei den im Projektperimeter vorkommenden Gewässern wurde kein Gewässerraum ausgeschieden.

Im Rahmend es vorliegenden Projektes wurde für die tangierten Gewässer im entsprechenden Abschnitt der Gewässerraum **gemäss Übergangbestimmungen** festgelegt.

---

Art. 62 GSchV:

<sup>2</sup> Solange sie den Gewässerraum nicht festgelegt haben, gelten die Vorschriften für Anlagen nach Artikel 41c Absätze 1 und 2 entlang von Gewässern auf einem beidseitigen Streifen mit einer Breite von je:

- a. 8 m plus die Breite der bestehenden Gerinnesohle bei Fliessgewässern mit einer Gerinnesohle bis 12 m Breite;
- b. 20 m bei Fliessgewässern mit einer bestehenden Gerinnesohle von mehr als 12 m Breite;
- c. 20 m bei stehenden Gewässern mit einer Wasserfläche von mehr als 0,5 ha.

---

**Fliessgewässer** im Projektperimeter: Die natürliche Gerinnesohle auf dem betroffenen Abschnitt von Niderbach beträgt in etwa 6 m. **Dies macht für den Niderbach einen Gewässerraum gemäss Übergangsbestimmung von rund 22 m.**

**Stehgewässer** im Projektperimeter: Für alle im Projektperimeter vorkommenden stehenden Gewässer (gemäss «Gewässer swissTLM3D») wurde ein **Gewässerraum gemäss Übergangsbestimmungen von 20 m angenommen.**

Gemäss Art. 41c GschV dürfen im Gewässerraum *nur standortgebundene, im öffentlichen Interesse liegende Anlagen wie Fuss- und Wanderwege, Flusskraftwerke oder Brücken erstellt werden.* [...]

Im vorliegenden **Ausnahmegesuch nach Art. 41c GSchV** ist der Bedarfsnachweis aufzuzeigen. Weiter ist klar aufzuzeigen, dass keine negativen Auswirkungen auf den Hochwasserschutz oder die Durchflusskapazität entstehen.

## 2 Öffentliches Interesse

Gemäss dem Energiegesetz (EnG) ist bei der Produktion von Elektrizität aus erneuerbaren Energien, ausgenommen aus Wasserkraft, ein Ausbau anzustreben, mit dem die durchschnittliche inländische Produktion im Jahr 2020 bei mindestens 4'400 GWh und im Jahr 2035 bei mindestens 11'400 GWh liegt. Das vorliegende Projekt mit einer errechneten Produktion von etwa 30'000 – 40'000 MWh soll zur Erreichung dieses Ziels beitragen und die Stromversorgung der Schweiz fördern. Der Windpark ist von nationalem Interesse.

## 3 Projektauswirkungen

Im Rahmen der Projekterarbeitung wurden diverse Varianten des Windparks geprüft und über die Jahre weiterentwickelt und optimiert. Die Standorte der Windanlagen wurden so geplant, dass keine Anlage (Betonsockel) innerhalb von einem Gewässerraum zu stehen kommt. Das Projekt wurde unter Berücksichtigung der folgenden Punkte geplant:

- Die Gewässerräume sind durch das Projekt und die geplanten Bauarbeiten nur möglichst minimal betroffen.
- Die Abzweigung der Zufahrtsstrasse südlich der Querung des Niderbachs wird erst ausserhalb des Gewässerraums gemacht (*wird im Rahmen des Bauprojektes in der Detailplanung so umgesetzt werden!*).
- Materiallager- und Installationsplätze befinden sich ausserhalb vom Gewässerraum.
- Die Energieableitung folgt der Zufahrtspiste. Bei der Planung wurde berücksichtigt, dass der Gewässerraum mit der Zufahrtspiste / Energieableitung nur möglichst minimal betroffen ist.
- Die Zufahrtspiste wird mit Naturbelag erstellt und ist sickerfähig.
- Bei der Dimensionierung des Übergangs des Niderbachs wird der Hochwassergefährdung Rechnung getragen (*wird im Rahmen des Baugesuchs detailliert aufgezeigt werden*).

### *Stehgewässer*

Die unterste Anlage WEA 4 wurde in Rahmen der Projektierung noch weiter nach Westen verschoben. Bei einer früheren **Projektvariante** war eine Windanlage im Gebiet Nassbode sowie eine weitere Anlage relativ nahe beim Grimselpass vorgesehen. Aus diversen Gründen (Sichtbarkeit, Lärm) wurden diese beiden Anlagen gestrichen und durch die heutige Anlage WEA 4 ersetzt. Die Anlage 4 trägt zu einem wichtigen Teil an der Energieproduktion des Windparks bei, eine Verzicht auf diese Anlage wäre für das Projekt nicht tragbar. Die Anlage 4 kann jedoch nicht so platziert werden, dass zumindest die **Rotorblätter** nicht in einen Gewässerraum hineinragen (*würde die Anlage weiter westlich verschoben, sind da wieder weitere Teiche vorhanden*).

Die **Zufahrtspiste** wurde ebenfalls so geplant, dass möglichst keine Gewässerräume tangiert werden. Die heutige Projektvariante sieht die **Zufahrtspiste durch den Staubereich vom Totensee vor wobei folglich auch der Gewässerraum** gequert wird (für die geprüften Varianten siehe UVB Kapitel 7.3.2). Der Totensee ist im betroffenen Bereich kein natürlicher See. Das Wasser im See wird jeden Winter auf das natürliche Niveau in den Grimsensee abgelassen. Die Zufahrtspiste / Schüttung ist ausserhalb des natürlichen Sees im Staubereich vorgesehen. Der natürliche See wird nicht tangiert. Das Trasseesee verläuft vom Parkplatz neben dem Mürmeltierpark entlang dem Totensee im Fels und durchquert den Staubereich des Totesees am westlichen Ende des Sees auf einer Strecke von rund 70 m. Die Höhenlage der Zufahrtspiste im Staubereich wird so gewählt, dass sie auf den Höchststand des Sees zu liegen kommt. D.h. sie wird am tiefsten Punkt eine Höhe von rund 0.3 m über der maximalen Kote des Staubereichs aufweisen. Die Seequerung wird mit Blocksteinen erstellt, so dass das Wasser durch das Trasse der Zufahrtspiste diffundieren kann. Zudem werden zwei

fischdurchgängige Rohre von rund 80 cm Durchmesser verlegt, damit die Fische hin und her schwimmen können.

Bei der **Zufahrtspiste** von der WEA 3 und WEA 4 zu den Anlagen WEA1 und WEA2 musste auf die nahe liegenden Quellschutzzonen und schützenswerten Vegetationen (insbes. Schneetälchen) Rücksicht genommen werden. Weiter müssen mit der Zufahrtspiste gewisse Kurvenradien eingehalten werden und können nicht enger gemacht werden. Somit ergibt sich, dass die über alle Umweltbelange bestmögliche Zufahrtspiste im Gebiet die **Gewässerräume der kleinen Teiche** teilweise tangiert.



*Abbildung 1: In diesem Bereich wird die Zufahrtstrasse durch den Totensee geführt werden und den Gewässerraum des Totesees queren. 11.08.2023*



*Abbildung 2: Blick auf die Teiche im Gebiet Chrizegge. Die Zufahrtspiste quert den Gewässerraum der Teiche. 15.08.2013*



*Abbildung 3 und Abbildung 4: Blick auf den Teich nahe der geplanten WEA 4 (li), 21.06.2023. Knapp zu erkennen ist der Wanderweg, welcher westlich vom Teich verläuft (rechts im Bild). Auf dem Bild rechts befindet sich der Teich am rechten Bildrand, die geplante WEA 4 kommt links vom Wanderweg zu stehen, 24.09.2023.*

### *Fließgewässer*

Mit der vorgesehenen Variante der Zufahrtspiste muss nur einmal ein **Fließgewässer** gequert werden. Der **Niderbach** und somit sein Gewässerraum werden direkt unterhalb der bestehenden Quellfassung (folglich an einem Standort, wo bereits ein bestehender Eingriff vorhanden ist) überquert. Momentan sind zwei Varianten in Abklärung (wird im Rahmen des Bauprojektes definitiv festgelegt). Entweder wird bei der Bachquerung der Zufahrtspiste ein Spiwellrohr von 1.5 m Durchmesser in den Bach verlegt und die Piste mit einer Rollierung gestützt, oder beim heute bestehenden kleinen Staudamm die Zufahrtspiste integriert.



*Abbildung 5: Der Niderbach wird nahe des Standortes gequert, wo bereits ein Eingriff vorhanden ist. 11.08.2023*

### *Auswirkungen auf den Gewässerraum*

Bei den kleinen Teichen werden keine negativen Auswirkungen auf die Gewässer durch die Umsetzung des Projektes erwartet. Die Zufahrtspiste zu den Windanlagen kommt teilweise im Gewässerraum zu liegen (siehe Karte in Anhang 1), es werden jedoch keine überwiegenden Interessen tangiert. Die Zufahrtspisten werden nicht asphaltiert, sondern mit Naturbelag erstellt.

Die Betonsockel aller Anlagen liegen ausserhalb vom Gewässerraum. Bei der WEA 4 ragen die Rotorblätter in den Gewässerraum hinein. Auf das Gewässer bzw. den Gewässerraum werden keine negativen Auswirkungen erwartet, zumal zwischen dem Gewässer und der Windanlage noch ein Wanderweg verläuft. Allenfalls kommen jedoch zeitweise Vögel vorbei um beim Teich zu Trinken oder Mücken zu jagen. Da die Vögel in diesem Fall jedoch tief fliegen, sollten keine Probleme mit den Rotorblätter entstehen.

Auch bei der Querung des Gewässerraums vom Totensee und dem Niderbach werden keine negativen Auswirkungen auf Überwiegende Interessen erwartet (siehe nachfolgende Kapitel).

**Zum Schutz der Gewässerräume während dem Bau des Windparks sind im UVB entsprechende Massnahmen vorgesehen.**

## 4 Überwiegendes Interesse

Mit den überwiegenden Interessen werden die Anliegen des Hochwasserschutzes, des Natur- und Landschaftsschutzes und das Interesse der Öffentlichkeit an der Gewässernutzung berücksichtigt (in Art. 36a Abs.1 GSchG aufgeführten Funktionen des Gewässerraums).

### 4.1 Gewährleistung Schutz vor Hochwasser

Im Projektperimeter sind keine Hochwassergefahren ausgeschieden. Wichtig ist, dass die Durchlässigkeit der Zufahrtspiste durch den Staubereich vom Totensee und bei der Querung von Niderbach gewährleistet ist. Ansonsten hat das Projekt keine Auswirkungen auf die Hochwassergefährdung.

### 4.2 Gewährleistung Raum für Revitalisierung

Die betroffenen Gewässer sind nicht als Revitalisierungsgebiete ausgeschieden. Beim Totensee laufen diverse Abklärungen über die heutige und zukünftige hydroelektrischen Nutzung des Wassers.

### 4.3 Gewährleistung Natur- und Landschaftsschutz

Bei den einzelnen Teichen kann nicht wirklich von grossartig vorhandener typischer Ufervegetation gesprochen werden (oder nur auf ein paar wenigen Dezimetern). Beim Totensee kann auch nicht wirklich von Ufervegetation gesprochen werden. Da im Winter der See jeweils auf sein natürliches Niveau abgelassen wird, liegt das «Ufer» jeweils trocken. Häufig gibt es einen sehr direkten Übergang in ein *Nardion* (Borstgrasrasen) oder Fels.

Weitere Ausführungen zu Natur- und Landschaftsschutz siehe die entsprechenden Kapitel im UVB.

### 4.4 Gewährleistung Gewässernutzung

Die Nach Abschluss der Bauarbeiten kann der Totensee wieder Analog dem heutigen Zustand (hydroelektrische Nutzung, Fischerei) genutzt werden. Auch bei den kleinen Teichen sowie beim Niderbach ändert sich an der Gewässernutzung nichts.

## 5 Standortgebundenheit

Die Standortgebundenheit eines Windparks auf der Grimsel ergibt sich grundsätzlich aus dem Konzept Windenergie nach Artikel 13 des Bundesgesetzes über die Raumplanung (RPG, SR 700). «Das Konzept definiert einerseits die wichtigsten Bundesinteressen, welche bei der Planung von Windenergieanlagen zu berücksichtigen sind, und andererseits die Hauptpotenzialgebiete, welche im Rahmen der kantonalen Richtplanung abzuklären sind. Dadurch erhöht das Konzept Windenergie die Planungssicherheit. Die Hauptpotenzialgebiete sind durch den Bund unter Berücksichtigung hoher Windenergieerträge (Basisdaten Windatlas Schweiz, [www.windatlas.ch](http://www.windatlas.ch)), der wichtigsten Bundesinteressen und einer ausreichenden räumlichen Konzentration ermittelt worden.» ([map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch)). Dieses Konzept weist das Gebiet rund um die Grimsel als **Windpotenzialgebiet** auf.

Die Standortgebundenheit der Zufahrtspiste ergibt sich aus den Standorten der Windenergieanlagen (diese wurden, unter Berücksichtigung von Natur-, Landschafts- und Umweltschutz so platziert, dass eine bestmögliche Stromgewinnung erreicht werden kann). Die Zufahrtspiste wurde unter Berücksichtigung schützenswerter Vegetation, dem Vorhandensein von Quellschutzzonen, der Topographie und der notwendigen Kurvenradien

für den Antransport der Anlageteile erstellt. Die Standortgebundenheit der Querung des Gewässerraumes vom Totesee ergibt sich aus dem Variantenentscheid bei der Wahl der Zufahrtspiste. Bei den anderweitig geprüften Zufahrtsvarianten wären deutlich mehr Naturwerte tangiert worden.

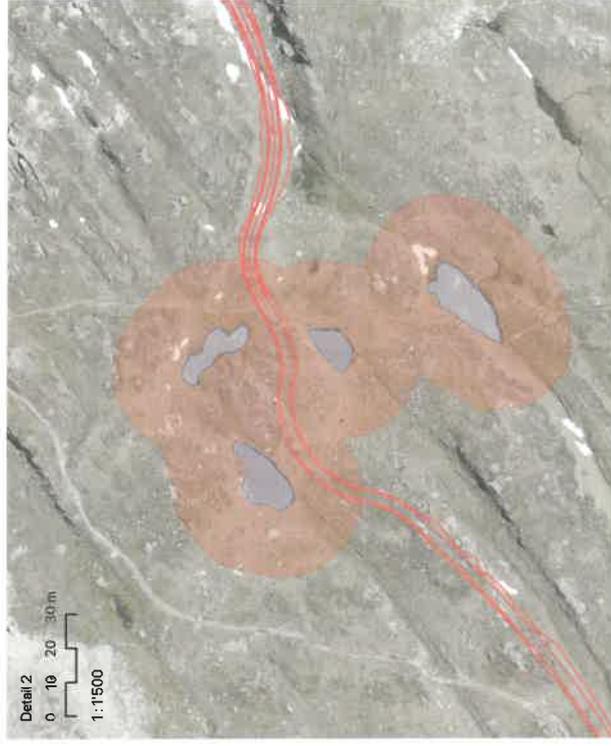
Standortgebundenheit der Windenergieanlagen: Grundsätzlich sind die Windenergieanlagen da vorgesehen, wo die besten Windverhältnisse herrschen. Aufgrund der minimalen Distanz zwischen den Anlagen, um Abschattungsverluste und gegenseitige Beeinflussung durch Turbulenzen zu minimieren, ist eine minimale Distanz von rund 2.5 Rotordurchmessern erforderlich. Würden die Anlagen näher zusammengebaut, müssten die Anlagen bei Winden, welche von Nord-Süd-Richtung abweichen häufiger abgeschaltet werden. Somit können so die Ertragsverluste minimiert werden. Respektive wären weniger Distanz zwischen der östlichsten und der westlichsten Anlage verfügbar, so müsste eine Anlage gestrichen werden, oder kleinere Anlagen mit deutlich geringerer Produktion gebaut werden.

## 6 Fazit

Das Öffentliche Interesse ist mit der vorgesehenen Energieproduktion gegeben. Die Standortgebundenheit ist auf Grund des Windpotenzials und der weiter zu berücksichtigenden Naturwerte gegeben. Überwiegende Interessen werden nicht tangiert, bzw. die Gewässernutzung ist nach Abschluss der Arbeiten wieder gewährleistet. Eine Bewilligung gemäss Art. 41c, GSchV kann gemäss vorliegendem Dossier erteilt werden.

## Anhang

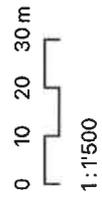
Anhang 1: **Übersichtskarten Windpark Grimsel & Gewässerraum**



**Windpark Grimsel Gewässerräume**

Übersicht, Detail 1, Detail 2  
 Datum: 13.09.2024  
 Projekt-Nr.: 3180  
 Format: A3



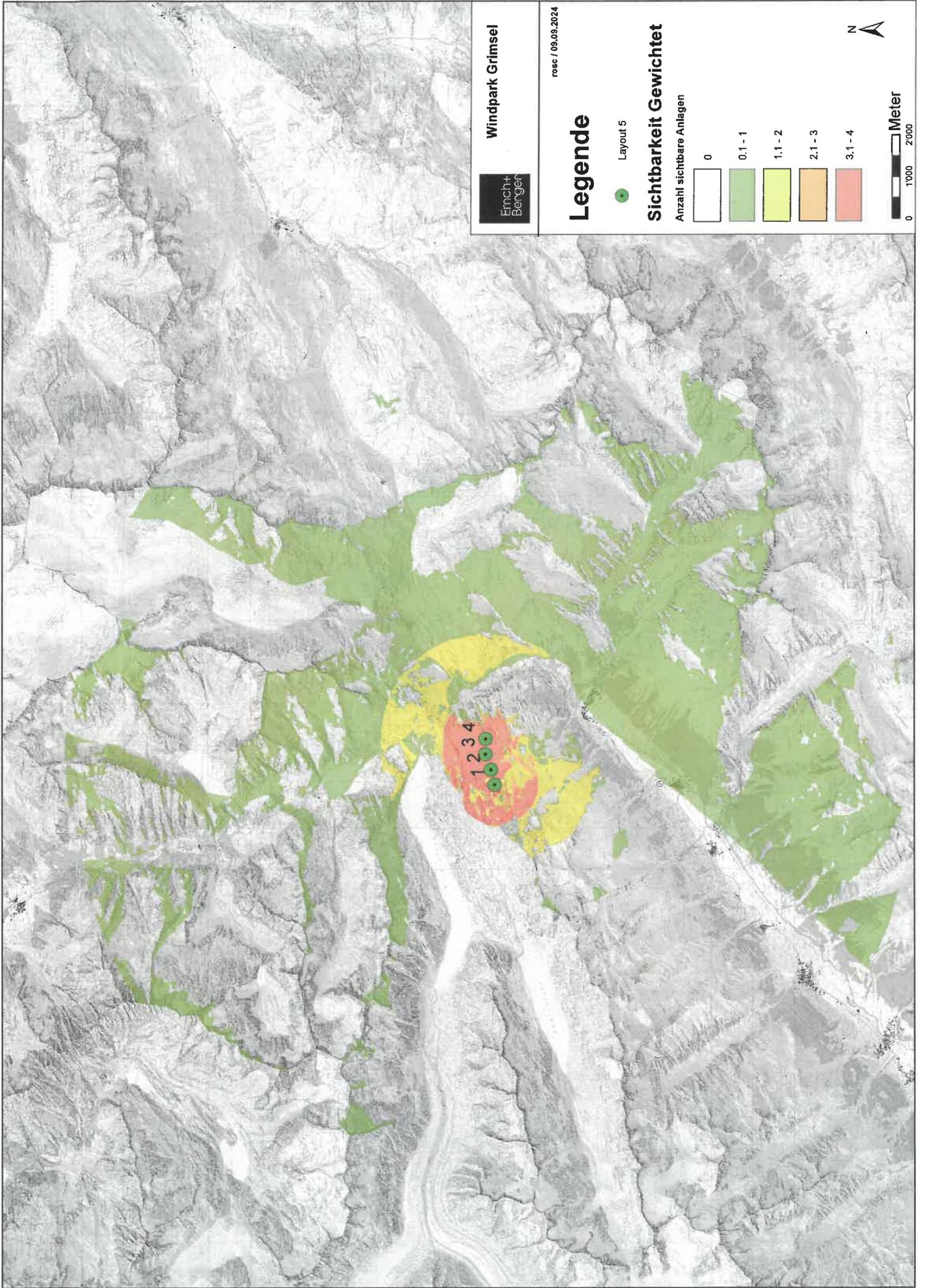


## Windpark Grimsel Gewässerräume

Detail 3  
Datum: 13.09.2024  
Projekt-Nr.: 3180  
Format: A4



## **Anhang 8      Karten Sichtbarkeitsanalyse**



Erucht+  
Bergien

Windpark Grimsel

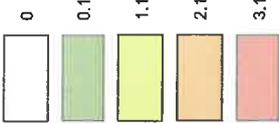
rosch / 09.09.2024

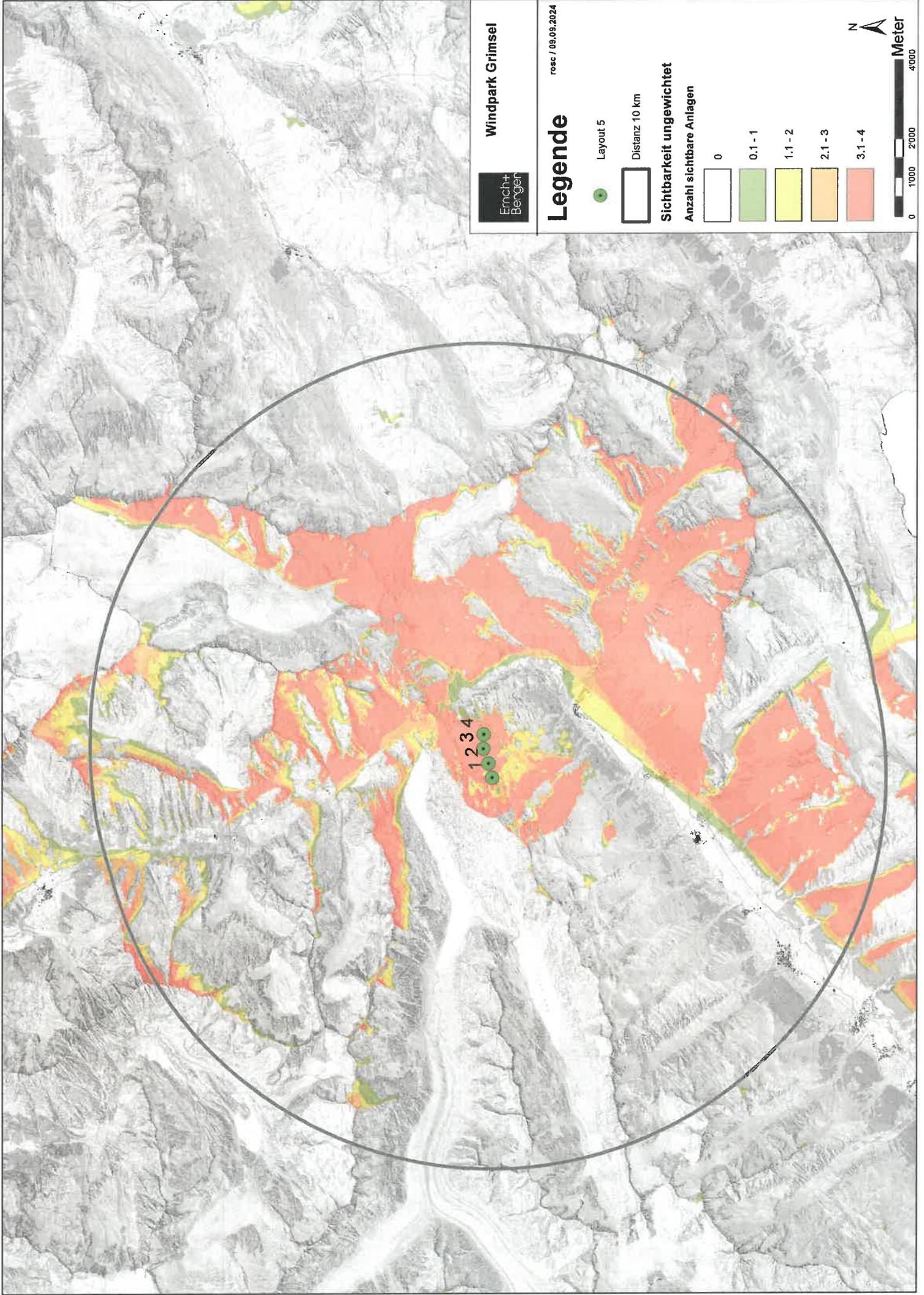
# Legende

Layout 5

## Sichtbarkeit Gewichtet

Anzahl sichtbare Anlagen





Ernst+  
Bergler

Windpark Grimsel

# Legende

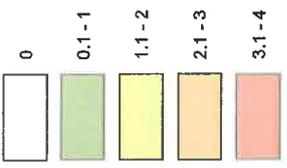
roscc / 09.09.2024

Layout 5

Distanz 10 km

Sichtbarkeit ungewichtet

Anzahl sichtbare Anlagen



**Anhang 9      Landschaftsmatrix (Entwurf kant. Richtlinie  
Anforderung Natur- und Landschaftsschutz an  
Baugesuchtsunterlagen)**



## **Anhang 10      Karte Zonenplan, Schutzgebiete & IVS**



## **Anhang 11 Gutachten der ENHK**



# Gutachten der ENHK

## Windpark Grimsel, Gemeinde Obergoms VS – Voranfrage

---

Datum: 6. Dezember 2023

Adressat: Dienststelle für Wald, Natur und Landschaft  
Rue de la Dent-Blanche 18A  
1950 Sion

Kopie an: BAFU, Abteilung Biodiversität und Landschaft  
BAK, Sektion Baukultur  
ASTRA, Bereich Langsamverkehr und historische  
Verkehrswege

---

### 1. Anlass der Begutachtung

Mit elektronischem Schreiben vom 2. Juni 2023 hat die Dienststelle für Wald, Natur und Landschaft des Kantons Wallis auf Anfrage der SwissWinds Development GmbH eine Begutachtung der Eidgenössischen Natur- und Heimatschutzkommission (ENHK) für den Windpark Grimsel im Rahmen einer Voranfrage beantragt.

Der Perimeter des Windparks Grimsel grenzt an die BLN-Objekte Nr. 1507 «Berner Hochalpen und Aletsch-Bietschhorn-Gebiet» (nördlicher Teil) und Nr. 1710 «Rhonegletscher mit Vorgelände». Im Perimeter befinden sich die historischen Verkehrswege IVS VS 4.1 und VS 4.1.3, in Sichtdistanz das ISOS-Objekt Nr. 4953 «Gletsch (Oberwald)». Der Windpark bedarf eines Bewilligungsentscheids für Bauten und Anlagen ausserhalb der Bauzone (Art. 24 des Bundesgesetzes über die Raumplanung) und voraussichtlich weitere gewässerschutzrechtliche und naturschutzrechtliche Bewilligungen. Er ist folglich mehrfach mit der Erfüllung einer Bundesaufgabe im Sinne von Art. 2 des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz (NHG) verbunden. Das vorliegende Gutachten wird gestützt auf Art. 7 NHG abgegeben.

### 2. Grundlagen der Begutachtung

Der ENHK standen für das Gutachten folgende Grundlagen zur Verfügung:

- Windpark Grimsel – Projektvorstellung ENHK, Grimselpass, 9. September 2023
- Sichtbarkeitsanalyse, 2. August 2023
- Karten, Luftbilder und historische Luftbilder zum Verlauf der Historischen Verkehrswege 1947 und 1957, Karten vom 28. November 2022

- Zusatzinformationen der Projektträger zum IVS Weg und zu Alpenschneehühner auf der Berner Seite per E-Mail «Zusätzliche Informationen Windpark Grimsel» vom 13. September 2023
- Windenergie-Konzept Grimsel, Vorabklärung der Standorteignung "site propice" vom 25. November 2020 (Ergänzende Unterlagen zum Dossier vom 19.02.2014, mit Anhängen, u.a. Karte der Lebensräume, Artenliste Flora, Karte Vogelkartierung 2016, Gutachten Vogelwarte, Rapport concernant les objets IVS, Gutachten Fledermäuse)
- Site propice Windpark Grimsel, Kurzbericht Umwelt vom 7. Februar 2014

Am 8. September 2023 fand ein Augenschein einer Delegation der ENHK in Anwesenheit der Gesuchstellerin, der beauftragten Planungs- und Beratungsbüros, der Gemeinde Obergoms und der kantonalen Dienststellen für Wald, Natur und Landschaft, für Immobilien und Bauliches Erbe, für Jagd, Fischerei und Wildtiere, für Umwelt sowie für Raumentwicklung statt.

### **3. Die betroffenen Objekte der Bundesinventare nach Art. 5 NHG**

#### **3.1 Das BLN-Objekt Nr. 1507 / 1706 «Berner Hochalpen und Aletsch-Bietschhorn-Gebiet»**

Als Begründung der nationalen Bedeutung des BLN-Objekts Nr. 1507 (nördlicher Teil) / 1706 (südlicher Teil) «Berner Hochalpen und Aletsch-Bietschhorn-Gebiet» werden im Objektblatt unter anderem die in weiten Teilen unberührte und unerschlossene Hochgebirgslandschaft, die Gruppe von Eiger, Mönch und Jungfrau als eine der weltweit bekanntesten Gipfelgruppen sowie die grösste zusammenhängende Eisfläche der Alpen angeführt. Ebenfalls zur nationalen Bedeutung tragen der vielfältige geologische und geomorphologische Formenschatz, die glaziologischen Erscheinungen, welche an der Grimsel mit Rundhöckern, versumpften Mulden, Schlifffgrenzen und Rückzugsstadien besonders ausgeprägt sind, die dynamischen und landschaftsbildenden Prozesse, die eindrücklichen Beispiele ökologischer Sukzession und die grosse Vielfalt an unterschiedlichen Lebensräumen sowie die kulturhistorische Bedeutung mehrerer Pässe und Verkehrswege bei.

Das BLN-Objekt Nr. 1507 / 1706 umfasst drei klimatisch und topografisch sehr unterschiedliche Landschaften: die feuchten Nordtäler, das von Eis, Schnee und Gletschern geprägte Hochgebirge und die trockenen Südtäler. Das vorliegende Projekt befindet sich innerhalb des Teilraums 2 «Hochgebirgslandschaft (BE/VS)».

Für den Gesamttraum des Objekts Nr. 1507/1706<sup>1</sup> (3.1 bis 3.11) und für den betroffenen Teilraum 2 (7.1 bis 7.7) werden in der Verordnung zum Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (VBLN) folgende Schutzziele definiert:

- 3.1 Die Silhouette der Berge unberührt erhalten.
- 3.2 Die Naturlandschaften in ihrer Ursprünglichkeit, Unberührtheit und Vielfalt erhalten.
- 3.3 Die natürliche Dynamik der Fließgewässer erhalten.
- 3.4 Die landschaftliche Qualität der natürlichen Seen erhalten.
- 3.5 Die Gewässer und ihre Lebensräume in einem natürlichen und naturnahen Zustand erhalten.
- 3.6 Den geomorphologischen Formenschatz und die geologischen Formationen erhalten.
- 3.7 Die Dynamik der landschaftsbildenden Prozesse, insbesondere die natürliche Dynamik und Geomorphologie der Auengebiete, der Schwemmebenen und der Gletschervorfelder sowie die dadurch geprägten Lebensräume erhalten.
- 3.8 Die Lebensräume in ihrer Vielfalt, Qualität sowie ökologischen Funktion und mit den charakteristischen Pflanzen- und Tierarten erhalten.
- 3.9 Die ökologische Vernetzung der Lebensräume erhalten.
- 3.10 Die Ungestörtheit der Lebensräume für wild lebende Säugetiere und Vögel erhalten.

<sup>1</sup> Vorliegend ist nur der nördliche Teil 1507 relevant, weshalb in der Folge nur diese Bezeichnung verwendet wird.

- 3.11 Die historischen Verkehrswege in ihrer Substanz und ihrer Einbettung in die Landschaft erhalten.
- 7.1 Die Ursprünglichkeit, Ruhe und Unberührtheit der Hochgebirgslandschaft erhalten.
- 7.2 Das Relief und die Silhouette der Gipfel erhalten.
- 7.3 Den durch Verwitterungs-, Erosions- und Ablagerungsprozesse entstandenen vielfältigen geomorphologischen Formenschatz erhalten.
- 7.4 Die Dynamik der landschaftsbildenden Prozesse, insbesondere in den Gletschervorfeldern, zulassen.
- 7.5 Die Lebensräume des Hochgebirges in ihrer Qualität, ökologischen Funktion sowie mit ihren seltenen und charakteristischen Pflanzen- und Tierarten erhalten.
- 7.6 Die grossflächig zusammenhängenden Flach- und Hochmoore und die von kleinen Moorbiotopen geprägte Landschaft im Grimselgebiet erhalten.
- 7.7 Den strukturreichen und störungsarmen Lebensraum für Säugetiere und Gebirgsvögel, insbesondere für die Raufusshühner, erhalten.

Die Region auf der Nordseite des Grimselpasses ist eine alpine Hochgebirgslandschaft. Sie bildet den oberen und südlichen Abschluss des von der Aare durchflossenen Haslitals. Die Grimsel-Passhöhe ist die Wasserscheide zwischen Mittelmeer und Nordsee. Das Gebiet ist aus naturräumlicher Sicht charakterisiert durch ein imposantes alpines Relief, das durch die eiszeitlichen Gletscher stark geprägt ist. Das Objektblatt führt aus: *«Zum Zeitpunkt der grössten Vergletscherung waren die Hochalpen bis unter die höchsten Gipfel mit Eis bedeckt. Eine vor allem im Aaregranit des Grimselgebietes gut sichtbare Schliffgrenze markiert den Höchststand des Eises. Bedingt durch die Gletschererosion sind die Oberflächenformen unterhalb dieser Linie rundlich. Darüber dominieren scharfkantige Grate und Gipfel»*. Westlich des Grimselpasses steigt ein Grat aus Felsen und alpinen Rasen zum Sidelhorn (2764 m ü. M.) an. Der Grat bildet die Kantonsgrenze Bern-Wallis und gleichzeitig die südliche Grenze des BLN-Objekts Nr. 1507. Auch in Richtung Nordosten von der Passhöhe bildet ein Grat die Kantons- und BLN-Grenze. Dieser steigt bis auf eine Höhe von knapp 2500 m ü. M. an, bevor er sich zu einer Kuppe verbreitert, die sich in Richtung Rhonegletscher fortsetzt. Auf der anderen Seite dieses Grenzgrats schliesst nahtlos das BLN-Objekt Nr. 1710 «Rhonegletscher mit Vorgelände» an.

Die Landschaft auf der Nordseite des Grimselpasses ist vom Menschen erheblich mitgeprägt worden: Es liegen dort *«drei mit Stollen verbundene Stauseen, der Räterichsbodensee, der Oberaarsee und als grösster See, der Grimselsee. Er ist der drittgrösste Alpenstausee der Schweiz»*. Für den Stromtransport von den lokalen Kraftwerken und für den Ferntransport existieren im Gebiet mehrere Strom-Freileitungen. Eine 220-kV-Höchstspannungsleitung überquert die Grimsel und führt ins Goms. Sie passiert die Krete rund 70 Höhenmeter nordöstlich der Passhöhe und verlässt dort den Perimeter des BLN-Objekts Nr. 1507. Vom Grimsel-Hospiz aus ist die Leitung an der Grimsel-Nordrampe mit zwei schwach sichtbaren Masten im Hang und zwei prominent sichtbaren Masten vor dem Horizont der Krete sichtbar. Der Sachplan Übertragungsleitungen des Bundes<sup>2</sup> sieht vor, diese Höchstspannungsleitung auf 380 kV zu verstärken und sie zukünftig unterirdisch zu führen. Nach der Inbetriebnahme der neuen Übertragungsleitung, was nach momentaner Planung im Optimalfall Ende 2033<sup>3</sup> sein wird, wird die bestehende Freileitung beidseits des Grimselpasses vollständig zurückgebaut.

Der Grimselpass mit seinem Hospiz ist auch eine zentrale historische Nord-Süd-Verkehrsverbindung. Seit dem 14. Jahrhundert sind unterschiedliche Linienführungen (Saumwege, Passstrasse von 1894) entstanden, welche als historische Verkehrswege von nationaler Bedeutung ins entsprechende Bundesinventar aufgenommen worden und Inhalt des Schutzziels 3.11 des BLN sind<sup>4</sup>. *«Neue Bedeutung*

<sup>2</sup> SÜL Nr. 203 Leitungszug Innertkirchen-Ulrichen

<sup>3</sup> Gemäss Informationen Swissgrid, Netzprojekt Innertkirchen – Ulrichen (<https://www.swissgrid.ch/de/home/projects/project-overview/innerkirchen-ulrichen.html#terminplan-stollen-variante>, abgerufen am 21.11.2023)

<sup>4</sup> Zwischen dem Grimselsee und der Grimselpasshöhe verläuft die IVS-Strecke BE 17.1.21 «Grimselsee – Grimselpass» mit Substanz und mit viel Substanz.

erhielt der Pass» gemäss dem Objektblatt «durch die Eröffnung der Passstrasse 1894. Diese komplett neu angelegte Strasse mit ihren verschiedenen Kunstbauten (Brücken, Tunnels, Stützmauern, in den Fels gesprengte Abschnitte) wurde zu einer touristischen Attraktion. Einzelne Strassenabschnitte sind noch im ursprünglichen Zustand erhalten, andere wurden im Rahmen des Baus der die Passlandschaft heute prägenden Kraftwerksbauten und Stauseen im Grimselgebiet neu angelegt». Das letzte Stück der Grimsel-Nordrampe zwischen Grimselsee und der Passhöhe überwindet die moderne Passstrasse in vier Serpentin. Die Strassenachse ist mehrheitlich in den Berg geschoben, an einigen Stellen sind talseitig kleinere Mauern und Betonstützen sichtbar. Auf der Passhöhe angelangt, beschreibt die Strasse eine letzte, weite 180°-Kurve und folgt anschliessend dem Nordufer des Totesees. Entlang der Passstrasse beim Nordufer reihen sich diverse Gebäude und Anlagen des Verkehrs und des Tourismus aneinander: zwei Hotels/Restaurants mit Nebengebäuden bzw. -anlagen (Murmeltierpark, Kristallmuseum und Verkaufsladen, Stübli), mehrere Autoparkplätze, eine Kapelle und ein Monument der Wasserscheide. Zwei Parkplätze und das Wasserscheidenmonument liegen innerhalb des Perimeters des BLN-Objektes, dessen Grenze rund 30 bis 70 Meter nördlich des Sees verläuft. Ein Restaurant und ein Parkplatz sind vom Grimsel Hospiz her über die Horizontlinie hinausragend erkennbar. Vom Grimsel Hospiz starten drei Seilbahnen: Die Hospizbahn endet unterhalb der Spitalamm-Staumauer, die momentan neu gebaut wird. Die Sidelhornbahn führt über den Grimselsee an den Fuss des Sidelhorns, die Oberaarbahn überquert den Grimselsee in Richtung Südwesten und führt zur Staumauer des Oberaarsees. Entsprechend der guten Erschliessung ist das Gebiet rund um den Grimselpass vor allem im Sommer touristisch intensiv genutzt. Der Grimselpass gehört zu den beliebtesten Ausflugs- und Reisepässen der Schweiz für Autos, Motorräder und Velos. Es sind zahlreiche Bergwanderwege vorhanden, die intensiv zum Wandern und zum (E-)Biken genutzt werden, was auch anlässlich des Augenscheins der ENHK-Delegation wahrgenommen werden konnte.

Das Gebiet um den Grimselsee weist gemäss dem BLN-Objektbeschrieb eine hohe Vielfalt von Pflanzen- und Tierarten auf und wird seit Mitte des 20. Jahrhunderts weder land- noch waldwirtschaftlich genutzt. Die Vegetationsformen oberhalb der Waldgrenze auf sauren Böden bestehen aus Krummseggenrasen und Buntschwingelhalden, in Lagen mit langer Schneebedeckung aus Schneetälchen-Gesellschaften. In vom Gletscher in den Felsen geformten Vertiefungen sammelt sich (temporär oder dauernd) Wasser an, und es bilden sich kleine Seen und (oft kleinflächige) Moorvegetation. Im ganzen Gebiet um den Grimselpass kommt gemäss Aussagen der lokalen Wildhüter das Alpenschneehuhn vor. Über die Grimsel verläuft der überregionale Wildtierkorridor VS-66\_BE-24 «Guttannen». Sein Zustand ist als «beeinträchtigt» angegeben. Als Grund für die Beeinträchtigung ist die Störung durch den Passverkehr aufgeführt. Daneben nennt der zuständige Wildhüter des Kantons Wallis im Kurzbericht Umwelt auch die sehr stark begangenen Wanderwege auf der Grimsel.

Der Windpark ist südwestlich des Totesees und damit knapp ausserhalb des BLN-Perimeters geplant<sup>5</sup>. Hinsichtlich möglicher Auswirkungen des ausserhalb des Perimeters liegenden Vorhabens auf die Schutzziele des BLN-Objektes sind nach Ansicht der Kommission in erster Linie die folgenden Schutzziele des angrenzenden BLN-Objektes Nr. 1507 relevant:

- 3.1 Die Silhouette der Berge unberührt erhalten.
- 3.2 Die Naturlandschaften in ihrer Ursprünglichkeit, Unberührtheit und Vielfalt erhalten.
- 3.9 Die ökologische Vernetzung der Lebensräume erhalten.
- 3.10 Die Ungestörtheit der Lebensräume für wild lebende Säugetiere und Vögel erhalten.
- 7.1 Die Ursprünglichkeit, Ruhe und Unberührtheit der Hochgebirgslandschaft erhalten.
- 7.2 Das Relief und die Silhouette der Gipfel erhalten.
- 7.5 Die Lebensräume des Hochgebirges in ihrer Qualität, ökologischen Funktion sowie mit ihren seltenen und charakteristischen Pflanzen- und Tierarten erhalten.
- 7.7 Den strukturreichen und störungsarmen Lebensraum für Säugetiere und Gebirgsvögel, insbesondere für die Raufusshühner, erhalten.

<sup>5</sup> Zur Rechtsprechung des Bundesgerichts betreffend Aussenwirkung von Anlagen ausserhalb von BLN-Objekten s. Kapitel 5.

### 3.2 Das BLN-Objekt Nr. 1710 «Rhonegletscher mit Vorgelände»

Die nationale Bedeutung des BLN-Objektes Nr. 1710 wird im Objektblatt unter anderem mit der grösstenteils unberührten und ursprünglichen Gebirgslandschaft begründet, welche markante Berggipfel, den Rhonegletscher und sein Gletschervorfeld sowie die Quelle der Rhone beherbergen. Ebenfalls angeführt werden die hohe Vielfalt an charakteristischen und gefährdeten Pflanzen- und Tierarten, aber auch das Ensemble mit historischen Gebäuden aus der Frühzeit des alpinen Tourismus sowie die gut erhaltenen historischen Passstrassen und Saumwege.

Für das Objekt Nr. 1710 werden in der Verordnung zum Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (VBLN) folgende Schutzziele definiert:

- 3.1 Die Unberührtheit und weitgehende Unerschlossenheit der Gebirgslandschaft mit ihren Gipfeln, dem Rhonegletscher und seinem Vorfeld erhalten.
- 3.2 Die Ruhe und Abgeschiedenheit im Hochgebirge erhalten.
- 3.3 Die geomorphologischen Formen, insbesondere die Moränen als Zeitzeugen des Gletscherschwundes, erhalten.
- 3.4 Die natürliche Dynamik im Gletschervorfeld zulassen.
- 3.5 Das durch den Rhonegletscher freigegebene Gelände in seinem geomorphologischen Formenschatz erhalten.
- 3.6 Die Gewässer und ihre Lebensräume in einem natürlichen und naturnahen Zustand erhalten und die natürliche Dynamik zulassen.
- 3.7 Die vielfältigen Lebensräume des Gletschervorfeldes in ihrer Qualität sowie ökologischen Funktion und mit ihren charakteristischen Pflanzen- und Tierarten erhalten.
- 3.8 Die standortangepasste alpwirtschaftliche Nutzung mit den charakteristischen Strukturelementen wie Wiesen und Weiden erhalten.
- 3.9 Die historischen Verkehrswege in ihrer Substanz und ihrer Einbettung in die Landschaft erhalten.
- 3.10 Das Ensemble mit den historischen Gebäuden in seiner Substanz und in seinem Umfeld erhalten.

Die Hochgebirgslandschaft in diesem BLN-Objekt ist abseits der Passstrassen der Grimsel und der Furka und abgesehen von wenigen Anlagen des Tourismus weitgehend natürlich und unberührt. Der Rhonegletscher ist – zusammen mit dem Aletschgletscher – das Symbol der gesamtschweizerischen hochalpinen Gletscherlandschaft. Der Rhonegletscher verzeichnet seit 1850 einen starken Längen- und Massenschwund. In der «Kleinen Eiszeit» füllte der Rhonegletscher praktisch die ganze heutige Ebene von Gletsch (Gletschbode), die Gletscherzunge des Rhonegletschers lag um 1600 kurz vor Gletsch. Das Gebiet des nun seit über hundert Jahren eisfreien Gletschbode und der Steilabfall unterhalb der Gletscherzunge ist praktisch ausnahmslos von glazialen und fluvioglazialen Prozessen geprägt. Dem Objektblatt ist folgendes zu entnehmen: *«Unterhalb der Steilstufe, in der Schwemmebene des Gletschbode, gedeiht in den regelmässig überschwemmten Bereichen eine reichhaltige Pioniervegetation. [...] Die gestalterische Kraft des Wassers hat zu einer spezialisierten Vegetation geführt, die sich den dauernd verändernden Bedingungen bestens anpasst.» «Das Gletschervorfeld, das Auengebiet von nationaler Bedeutung Rhonegletscher<sup>6</sup>, ist geprägt von Pioniervegetation und Übergangsstadien und zeichnet sich aufgrund der verschiedenen Sukzessionsstadien durch ein kleinräumiges, vielfältiges Lebensraummosaik aus. [...] Im Gebiet gedeihen um 400 oder rund 13 Prozent der in der Schweiz nachgewiesenen Pflanzenarten».* Auch verschieden gefährdete Tierarten bewohnen das Gebiet.

---

<sup>6</sup> Auengebiet von nationaler Bedeutung Nr. 1215 «Rhonegletscher», gleichzeitig Ramsar-Gebiet Nr. 10 «Rhonegletschervorfeld»

Daneben ist der südlichste Teil des BLN-Objektes auch stark vom Menschen geprägt. In Gletsch entstand in den Jahren 1830/1831 das erste Gasthaus. Es wurde zwischen 1858 und 1870 zum Hotel «Glacier du Rhône» ausgebaut und ist heute «ein gut erhaltenes Zeugnis aus der Gründerzeit der Berghotellerie. Das Ensemble, bestehend aus dem Hotel, dem Bahnhofsgebäude von Gletsch und der Eisenbahnbrücke über den Rotten, gehört zu den Ortsbildern von nationaler Bedeutung. Im Jahr 1882 wurde rund 500 Meter oberhalb von Gletsch und in unmittelbarer Nähe zum Rhonegletscher das Hotel *Belvédère* gebaut.» In Gletsch beginnen die Passstrassen zum Grimsel und zur Furka. Beide Pässe «wurden bereits zur Zeit der Römer begangen. [...] Die Eröffnung der Kunststrassen im Jahr 1866 über den Furka- und 1894 über den Grimselpass brachte der kleinen Siedlung Gletsch als Knotenpunkt der beiden Pässe einen grossen Aufschwung.» Auf der Grimselsüdrampe sind der Saumweg «Gletsch - Meiewang - Grimselpass (bis 1894)»<sup>7</sup> und die «Fahrstrasse Gletsch-Grimselpass von 1894»<sup>8</sup> als IVS-Strecken inventarisiert. 1914 erreichte die Eisenbahn von Brig herkommend Gletsch, und 1926 wurde die durchgehende Strecke der Furka-Oberalp-Bahn eröffnet.

Der Perimeter des BLN-Objektes umfasst nebst Gletsch als Zentrum der durch die Pässe charakterisierten gebauten Elemente der Kulturlandschaft beide serpentinreichen Passstrassen praktisch auf ihrer ganzen Länge: Die Furkastrasse bis rund 400 Meter vor der Passhöhe, die Grimselstrasse bis auf die Höhe des Totesees knapp 700 Meter vor der Passhöhe, unmittelbar vor dem Hotel/ Alpenlodge/Restaurant und dem dortigen Murmeltierpark. In diesem Bereich an der Nordostecke des Sees befinden sich zudem weitere Parkplätze, ein Kiosk und eine «Kristallgrotte». Bis auf einige Parkplatzteile sind diese Bauten und Anlagen nicht im BLN-Objekt. Der flache See weist auf seiner Ostseite eine Staumauer auf und entwässert natürlicherweise in das BLN-Gebiet. Der BLN-Perimeter zeichnet an seinem Südostrand die Form des Sees nach, hält aber überall mindestens 40 Meter Abstand von diesem. Südöstlich des Totesees bildet der Perimeter eine Ausbuchtung im Gebiet Hinner und Vorderi Wirze. Im oberen Bereich handelt es sich um vom Gletscher geschliffene, flache Felsen mit alpinen Rasen, zeitweise vernässten Mulden und vereinzelt Zwerggehölzen. Die von der Grimselkrete im Norden her kommende, im Kapitel 3.1 beschriebene Höchstspannungsleitung überquert diesen Bereich mit fünf Masten. Gegen Osten fällt das Gebiet, mit Gebüsch und lockerem Wald bedeckt, gegen den Rotten ab.

Der Windpark ist südwestlich des Totesees und damit knapp ausserhalb des BLN-Perimeters geplant<sup>9</sup>. Hinsichtlich möglicher Auswirkungen des ausserhalb des Perimeters liegenden Vorhabens auf die Schutzziele des BLN-Objektes sind nach Ansicht der Kommission in erster Linie die folgenden Schutzziele des angrenzenden BLN-Objektes Nr. 1710:

- 3.1 Die Unberührtheit und weitgehende Unerschlossenheit der Gebirgslandschaft mit ihren Gipfeln, dem Rhonegletscher und seinem Vorfeld erhalten.
- 3.2 Die Ruhe und Abgeschiedenheit im Hochgebirge erhalten.
- 3.10 Das Ensemble mit den historischen Gebäuden in seiner Substanz und in seinem Umfeld erhalten.

### 3.3 ISOS-Objekt Nr. 4953 Gletsch (Oberwald)

Gletsch ist im ISOS aufgelistet und dort der Siedlungskategorie «Spezialfall» zugeordnet. Die Ortsbildaufnahme porträtiert Gletsch wie folgt: «Pass- und Fremdenort auf 1757 Metern Höhe am Fuss des Rhonegletschers. Prachtvolle Hotelanlage aus der Gründerzeit der Berghotellerie bei der Verzweigung der Strassen über den Furka- und Grimselpass. Oberste Ortschaft des ganzen Rhonetals.» Nebst dem Talboden gegen den Rhonegletscher (Gletschboden, Umgebungsrichtung U-Ri I) führt die Ortsbildaufnahme bezüglich des Ortsumfeldes folgendes aus: «Beidseits des kleinen Passortes steigen steile, nur spärlich bewachsene Bergflanken an, die von den Stützmauern der beiden Passstrassen

<sup>7</sup> IVS VS 4.3 mit Substanz und mit viel Substanz

<sup>8</sup> IVS VS 4.4 mit Substanz

<sup>9</sup> Zur Rechtsprechung des Bundesgerichts betreffend Aussenwirkung von Anlagen ausserhalb von BLN-Objekten s. Kapitel 5.

und ihren Strassenkehren durchschnitten werden» (U-Ri III «Südflanke des Grimselmassivs» und U-Ri IV «Nordflanke des Tällistock»). Diese Ausführungen münden in die Feststellung von «Besonderen Lagequalitäten» (XXX) «durch die bemerkenswerte Situation des Hotelkomplexes am schmalen Ausgang des obersten Talkessels im Rhonetal, beidseits flankiert von Passstrassen und mit Blick auf den Rhonegletscher». In der Fotodokumentation sind die Strommasten der Höchstspannungsleitung Innertkirchen-Ulrichen, die südwestlich von Gletsch im Hintergrund der Ortschaft im Gebiet Hinner und Vorderi Wirze dem Horizont entlang verläuft, mehrfach gut erkennbar (Fotos 6, 11 und 12), sie sind allerdings nicht erwähnt, wie auch die entsprechende Bergflanke keiner Umgebungsrichtung zugeordnet ist. Für die Beurteilung der Auswirkungen des geplanten Windparks Grimsel auf das ISOS-Objekt Gletsch betreffen die relevanten Schutzziele in erster Linie die Einbettung des Ortsbildes in die umgebende Gebirgslandschaft, seinen engen funktionalen Zusammenhang mit der Passlandschaft und die Erhaltung des Charakters des Ortsbildhintergrundes.

### 3.4 Die historischen Verkehrswege IVS VS 4.1 / 4.1.3

Entlang dem Westufer des Totesees (VS 4.1) und danach südlich in Richtung Goms (VS 4.1.3) verläuft ein Streckenteil des historischen Saumweges (Mittelalter bis 1894), der von der Passhöhe an der Grenze zum Kanton Bern durch den Steilhang der Nordflanke des Obergoms bis zum nördlichen Dorfrand von Obergesteln führt. Der Totensee ist ein ursprünglich natürlicher See in einer Geländemulde südlich der Grimselpasshöhe, der unmittelbar südlich der Wasserscheide Mittelmeer / Nordsee liegt und natürlicherweise in Richtung Goms (Mittelmeer) entwässert. In den Jahren 1949/50 bauten die Kraftwerke Oberhasli (KWO) eine Sperrmauer am Südostufer des Sees. Der Aufstau um 13 Meter erhöhte den Seespiegel und das Seevolumen und vergrösserte die Seefläche. Das Seewasser wird seither nach der sommerlichen Füllperiode des Sees auf Winterbeginn in den Grimselsee geleitet, um es für die Stromproduktion zu nutzen<sup>10</sup>. Der Wasserstand ist starken jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen, der Westteil des Sees fällt bei Niedrigwasser trocken.

Der Abschnitt VS 4.1.3 der Strecke «Twäregg – Totensee» ist ein historischer Verlauf von der Twäregg bis Pt. 2186<sup>11</sup> mit viel Substanz und im weiteren Verlauf – im Wesentlichen auf dem aufgrund des Höherstaus des Totesees verlegten und neu gepflasterten Abschnitt – mit Substanz. Der Weg ist zum ersten Mal 1397 schriftlich belegt worden. Für den für das Vorhaben relevanten Bereich des Totesses sowie «Chrizegge» und «Twärenegg» südlich des Sees schreibt die Streckendokumentation folgendes: «Zwischen Twäregg und Chrizegge verlässt der Saumweg den gleichförmigen Talhang [...] und erreicht die Rundbuckellandschaft der Passhöhe [...]. Der kleinräumige Wechsel von Relief (Kuppen und Mulden) und Baumaterial (Granit und sandige Einschwemmungen) erforderte für den Steigungsausgleich einen beachtlichen Aufwand [...]. Der Kessel von der Chrizegge bis zur Passhöhe [...] ist seit 1948/50 durch den Aufstau des Totesees überschwemmt. Das dortige historische Wegpflaster ist je nach Wasserstand nur noch teilweise sichtbar. Vor dem Aufstau des Totesees führte ein Aufstieg von der Seemulde zum heutigen Strassenverlauf, der einer Erweiterung des Parkplatzes zum Opfer gefallen ist. Der heutige Uferweg ist modern; er ersetzt jedoch in seiner Funktion den historischen, auf dem Seegrund noch vorhandenen Weg, und er ist in Übernahme der Bautradition gepflastert.»

Gemäss Art. 6 Abs. 1 der Verordnung über das Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (VIVS) sind Objekte mit Klassierung «historischer Verlauf mit viel Substanz» mit ihrer ganzen Substanz ungeschmälert zu erhalten. Objekte mit Klassierung «historischer Verlauf mit Substanz» sind mit ihren wesentlichen Substanzelementen ungeschmälert zu erhalten (Art. 6 Abs. 2 VIVS). Als Substanz historischer Verkehrswege führt Art. 2 Abs. 1 lit. c der VIVS folgende Elemente auf: der Verlauf der Wege, Strassen und Wasserwege im Gelände; Wegelemente, insbesondere Wegformen und -oberflächen sowie Wegbegrenzungen wie Böschungen, Mauern, Zäune und Alleen; Kunstbauten; Bautechniken und besonderes traditionelles Baumaterial; Wegbegleiter wie Wegkreuze, Distanz- und Grenzsteine, Kapellen und andere mit dem Weg in einem funktionalen Zusammenhang stehende

<sup>10</sup> Aus: Wasser- und Energiewirtschaft, 41 (1949) Heft 2-3, S. 23 (online abgerufen am 15.11.2023 unter [www.e-periodica.ch](http://www.e-periodica.ch))

<sup>11</sup> Alle Höhenpunkte (Pt.) beziehen sich auf die LK25 Blatt 1250 Ulrichen, Ausgabejahr 2020

Bauten, Wegbegleiter sind unabhängig von der Klassierung der Objekte in ihrem funktionalen Zusammenhang mit dem Objekt zu erhalten (Art. 6 Abs. 3).

#### 4. Vorhaben

Die Gesuchstellerin plant den Bau von fünf Windenergieanlagen beim Grimselpass südwestlich des Totesees in einem dafür vorgesehenen Richtplanperimeter. Der Projektperimeter befindet sich vollständig ausserhalb der BLN-Objekte 1507 und 1710. Der Abstand der nördlichsten Anlage vom Südrand des BLN-Objektes Nr. 1507 (Krete Grimselpasshöhe – Sidelhore) beträgt gemäss den anlässlich des Augenscheins der ENHK-Delegation vom 8. September 2023 vorgelegten Plänen rund 270 m, der Abstand der östlichsten Anlage vom Westrand des BLN-Objektes Nr. 1710 (Ausbuchtung im Gebiet Hinner und Vorderi Wirze) beträgt rund 530 m. Gletsch liegt gut 2 km vom Projektperimeter entfernt. Die Standorte der einzelnen Anlagen sind im momentanen Planungsstand jedoch noch nicht definitiv und exakt, sie sind in den abgegebenen Plänen wie folgt verzeichnet:

- Anlage 1<sup>12</sup> (westlichste Anlage): Auf einer markanten Felsrippe zwischen dem Sidelhoren und Chrizegge, rund 130 m südwestlich des Pt. 2431;
- Anlage 2: Auf derselben Felsrippe wie Anlage 1, rund 70 m nordwestlich des Pt. 2354;
- Anlage 3 (östlichste Anlage): Im Gebiet Chrizegge auf einem Geländerücken rund 425 m östlich des Pt. 2354;
- Anlage 4 (nördlichste Anlage): Im Hangbereich zwischen dem Totensee und dem Pt. 2207, rund 170 m östlich von diesem;
- Anlage 5 (südlichste Anlage): Auf einem kleinen Buckel zwischen Twärenegg und Nassbode und etwa mittig zwischen den Pt. 2164 und 2180.

Es sind Anlagen mit einer Nabenhöhe von 120 m bzw. 160 m (südlichste Anlage) vorgesehen bei einem Rotordurchmesser von 150 m. Das ergibt eine maximale Höhe der Anlagen (oberste Rotorenspitze) von 195 m bzw. 235 m und einen Bodenabstand des Rotors von 45 m bzw. 85 m. Die Anlagen werden zur Kennzeichnung für den Flugverkehr mit Blinklichtern befeuert werden müssen. Der Netzanschluss erfolgt unterirdisch ins Netz der Kraftwerke Oberhasli (KWO). Auch sämtliche Leitungen im Windpark werden im Boden und entlang von Strassen verlegt. Die Erschliessung der Anlagen für die Zufahrt ist von der Grimselpassstrasse am Westende des Sees vorgesehen. Ausgehend vom Parkplatz südwestlich der 180°-Kurve beim See, führt die Erschliessungspiste zunächst zwischen dem Murmeltierpark und dem Seeufer nach Westen, um dann über den westlichsten Seebereich nach Süden abzuknicken. Im Bereich des Seeufers werden dazu Partien des von Gletscher geschliffenen Felses weggesprengt werden müssen. Die Seequerung ist auf einer Dammschüttung aus Bruchsteinen vorgesehen, die mit Spiralwellrohren für den Wasserdurchlass versehen wird. Bei Niedrigwasser (im Winter / Frühling) wird der Schüttdamm im trockenen Bereich stehen. Südlich des Damms kreuzt die 3,5 Meter breite Erschliessungspiste den IVS-Abschnitt VS 4.1 (Verlauf mit Substanz) im Bereich des «modernen» (Terminologie IVS) Uferweges, der nach dem Höherstau des Totesees den ursprünglichen Weg ebenfalls gepflästert ersetzt hat. Für die Erschliessungspisten ist gemäss den Aussagen am Augenschein eine Abdeckung mit lokalem Schotter vorgesehen.

Die Vegetation im Projektgebiet besteht gemäss den Vegetationsaufnahmen zur Vorabklärung der Standorteignung grossflächig aus Borstgrasrasen (*Nardion*), Krummseggenrasen (*Caricion curvulae*) und Mischformen dieser beiden Lebensräume. Weiter sind Kalkarme Schneetälchen (*Salicion herbaceae*), die Alpine Windheide (*Loiseleurio-Vaccinion*) und Zwergstrauchheide (*Rhododendron-Vaccinion*) häufig. Im Bereich von felsigen Kuppen und Felsflanken konnten vereinzelt Arten der Alpinen Silikatschuttflur (*Androsacion alpinae*) und Arten der Silikatfelsflur (*Androsacion vandellii*) gefunden werden. Um das Mutterseewji zwischen Twärenegg und Totensee existiert ein kantonales Schutzgebiet.

---

<sup>12</sup> Die Nummerierung der Anlagen ist nicht auf allen vorliegenden Plänen kongruent.

Erste Erhebungen zur Avifauna haben bei den Brutvögeln unter anderem Nachweise des Alpenschneehuhns, des Alpen- und Mauerseglers, der Ringdrossel und des Schneesperlings ergeben. Im Frühjahrszug, der südlich des Projektperimeters parallel zum Goms in Richtung Furka erfolgt, wurden als Tagzieher (Thermiksegler) Schwarzmilan, Rotmilan, Mäusebussard, Rohrweihe, Sperber und Turmfalke in sehr geringer Anzahl beobachtet. In der Nacht wurde ein geringes bis mittleres Zugvogelaufkommen von Schlagfliegern festgestellt. Für den Herbstzug, wo ein höheres Aufkommen erwartet wird, liegen noch keine Daten vor. Zur Reduktion der Konflikte mit dem Vogelzug kann nach Angaben der Projektverfasser der südlichste Mast weiter nach Norden verschoben werden. Am Augenschein wurde von Seiten der Gesuchstellerin auch die Möglichkeit der schwarzen Einfärbung eines einzelnen Rotorblattes pro Anlage zur Verminderung der Vogelkollisionen erwähnt.

Erhebungen der Fledermäuse im Rahmen der Vorabklärung der Standorteignung haben gezeigt, dass der Standort Grimsel einen Artenreichtum aufweist, der mit anderen Standorten vergleichbar ist, jedoch eine grössere Aktivität und eine starke Migrationskomponente aufweist. 10 bis 12 verschiedene Arten sind nachgewiesen worden, darunter auch 2 bis 3 Arten mit Rote-Liste-Status «verletzlich» (VU). Die Erhebungen beim Totesee und im Gebiet Twärenegg südlich davon zeigen eine vergleichsweise mit anderen vergleichbaren Standorten grössere Aktivität. Eine erhöhte Fledermausaktivität im Herbst weist auf einen Zugkorridor hin. Als Reaktion auf die hohe Fledermausaktivität südlich des Totesees ist die Anzahl der Anlagen im Laufe der Planung von 7 auf 5 reduziert worden. Auch die Möglichkeit zur Abschaltung der Anlagen zu bestimmten Zeiten ist in den Projektunterlagen erwähnt.

Gemäss Auskunft des zuständigen Walliser Wildhüters in den Vorabklärungen zur Standorteignung kommen im Grimselgebiet hauptsächlich Gämsen vor, zudem vereinzelt Hirsche und (im Sommer) Rehe. Birkwild gebe es vorwiegend in der Umgebung Nassbode. Südlich des Totesees schliesst ein kantonales Jagdbanngebiet (KBG 1, «Grimsel-Gletsch») an, das sich bis in die Nähe von Oberwald ausdehnt.

## 5. Beurteilung

Gemäss Art. 6 NHG wird *«durch die Aufnahme eines Objektes von nationaler Bedeutung in ein Inventar des Bundes [...] dargetan, dass es in besonderem Masse die ungeschmälerete Erhaltung, jedenfalls aber unter Einbezug von Wiederherstellungs- oder angemessenen Ersatzmassnahmen die grösstmögliche Schonung verdient»* (Abs. 1). *«Ein Abweichen von der ungeschmälereten Erhaltung im Sinne der Inventare darf bei Erfüllung einer Bundesaufgabe nur in Erwägung gezogen werden, wenn ihr bestimmte gleich- oder höherwertige Interessen von ebenfalls nationaler Bedeutung entgegenstehen»* (Abs. 2). Daraus folgt, dass die Auswirkungen von jedem geplanten Vorhaben auf die besonderen und generellen Schutzziele der Schutzobjekte gemäss Art. 5 NHG abgeklärt werden müssen.

Zur Beurteilung von Projekten in der Umgebung von BLN-Objekten hat das Bundesgericht Folgendes ausgeführt (380-kV-Leitung Pradella-Martina, BGE 115 Ib 311 Erw. 5e): *«Bei der Beurteilung der Beeinträchtigung eines Schutzobjektes von nationaler Bedeutung kommt es nicht in erster Linie darauf an, wo eine Anlage errichtet werden soll; vielmehr müssen die Auswirkungen dieser Anlage auf das Schutzziel an sich gewürdigt werden. Auch wenn der Leitungsverlauf unmittelbar ausserhalb der Grenze des Schutzgebietes verläuft, so ändert dies nichts daran, dass der Bereich der geschützten Flusslandschaft [...] durch diese selber und durch die Leitungsführung beeinträchtigt wird. Der Auffassung [...], dass dank des Verlaufes der Leitung ausserhalb der Schutzgebietsgrenze Art. 6 NHG nicht zum Zuge käme, kann daher nicht gefolgt werden. Ein Schutzobjekt kann klarerweise auch durch Anlagen, die an seiner Grenze realisiert werden, erheblichen Schaden erleiden [...], wenn diese Anlagen [...] den bis anhin freien Blick auf das geschützte Gebiet und dessen Unberührtheit beeinträchtigen.»* Diese Erwägungen wurden im Urteil «Tägerwilen» vom 12. März 2002 (Urteil des Bundesgerichts 1A.84/2001) bestätigt. Aus der Sicht der Kommissionen gelten die Ausführungen nicht nur für das BLN-Inventar, sondern sind sinngemäss auch auf das rechtlich gleichrangige ISOS anwendbar.

## 5.1 Beurteilung bezüglich der Schutzziele des BLN-Objekts Nr. 1507

Es stellt sich als erstes die Frage nach dem Einfluss des Vorhabens auf die Schutzziele 3.1 und 7.2 betreffend die Erhaltung der Silhouetten der Berge und des Reliefs sowie der der Schutzziele 3.2 und 7.1 betreffend die Erhaltung der Naturlandschaften in ihrer Ursprünglichkeit, Unberührtheit, Vielfalt und Ruhe. Diese Aspekte sind in erster Linie im Blick aus dem BLN-Objekt hinaus von öffentlich gut zugänglichen und frequentierten Standorten zu beurteilen. Die Kommission hat dafür die Standorte Grimsel-Hospiz, Staumauer Räterichsboden und die Staumauer Gelmersee<sup>13</sup> gewählt. Die Anlagen sind von diesen Standorten aus in der Silhouette in der Topografie der Einsattelung des Grimselpasses sichtbar, am deutlichsten vom Grimselhospiz (Distanz rund 1,5 km), aus bereits markant grösserer Distanz von der Räterichsboden-Staumauer (rund 3,5 km). Von der Gelmersee-Staumauer (rund 6 km) dürften die sichtbaren Anlageteile, zudem abhängig von den atmosphärischen Verhältnissen, kaum mehr auffallen. Vom wohl am meisten frequentierten Standort aus, dem Grimselhospiz, dürfte, auf Grund der Fotomontage zu schliessen, je nach Standort und Blickwinkel der obere Teil von drei der fünf Anlagen etwa ab der Turbinenachse über die Horizontlinie ragen. Diese Anlagen werden in der Horizontlinie im Westen flankiert von der Sidelhornbahn mit einem prominent stehenden Masten und ihrer auf der Krete liegenden Bergstation. Auf der im Osten ansteigenden Flanke der Passeinsattelung sind in der Horizontlinie zwei Masten der (voraussichtlich nach 2033 zurückzubauenden) Höchstspannungsleitung ganz bzw. zum grössten Teil sichtbar. Auf dem tiefsten Punkt der Passhöhe überragt das Gebäude eines Restaurants die Kretelinie, zudem sind die sich je nach Situation bewegenden oder in der Reflexion aufscheinenden Autos auf dem Parkplatz als Fremdkörper in der naturnahen oder natürlichen Landschaft erkennbar. Damit ist im betroffenen Ausschnitt der Gebirgssilhouette eine in der Intensität mit dem Vorhaben vergleichbare Vorbelastung gegeben. Dasselbe gilt für den Aspekt der Ruhe sowohl in akustischer Hinsicht durch den (im Sommer regen) Betrieb der Passstrasse wie auch durch die damit einhergehende Bewegungsunruhe in der Grimselnordflanke. Mit zunehmender Distanz (Räterichsboden- und Gelmersee-Staumauer) verlieren die vorbestehenden wie auch die projektbedingten Einflüsse jedoch markant bis fast vollständig an Bedeutung. Im Rundumblick über die Bergsilhouette bleibt die projektbedingte zusätzliche Beeinträchtigung auf den vorstehend beschriebenen, vorbelasteten Teil der Krete im Bereich der Passeinsattelung der Grimsel-Passhöhe beschränkt. Zudem ist die im Bereich der gewählten Beobachtungsstandorte generelle, gesamtlandschaftliche Vorbelastung der Landschaft durch die zahlreichen Infrastrukturanlagen in Zusammenhang mit den Kraftwerksbauten und touristischen Anlagen als grundlegende, störende Beeinträchtigung der Naturlandschaft zu beachten. Im Blick von der stark befahrenen Grimselpassstrasse entlang des Totesees oder von den Hotels/Restaurants bzw. Parkplätzen an der Nord- und Ostseite des Sees aus, fast alle ausserhalb des BLN-Objekts gelegen, wird der Windpark zwar äusserst dominant sichtbar sein, er befindet sich aber nicht im Vordergrund des BLN-Objektes. Auch von Standorten südlich des Projektperimeters oder des Totesees werden die Anlagen sichtbar sein, sie beeinträchtigen jedoch die Sicht in das hinter der Krete Grimselpasshöhe – Sidelhore befindliche BLN-Objekt nicht. Die Kommission erachtet damit die Schutzziele 3.1, 3.2, 7.1 und 7.2 angesichts der begrenzten Bedeutung des Vorhabens im gesamtträumlichen Kontext des BLN-Objekts Nr. 1507 und der bestehenden Vorbelastungen als nur leicht zusätzlich beeinträchtigt. Daran ändert auch die Tatsache nichts, dass die bestehenden Masten der Höchstspannungsleitung mittelfristig voraussichtlich zurückgebaut werden.

Bei der Beurteilung der lebensraumbezogenen Schutzziele 3.9, 3.10, 7.5 und 7.7<sup>14</sup> ist zu unterscheiden zwischen der direkten und indirekten möglichen Beeinträchtigung der Lebensräume durch den geplanten Windpark. Der geplante Windpark liegt vollständig ausserhalb des BLN-Objektperimeters und betrifft damit im BLN-Objekt keine von den Schutzziele erfassten Lebensräume auf direkte Art und Weise. Möglich bleibt hingegen die Beeinträchtigung von BLN-perimeterüberschreitenden Lebens-

<sup>13</sup> Staumauer Gelmersee nicht besucht, Beurteilung aufgrund der Sichtbarkeitsanalyse und der Projektdokumentation.

<sup>14</sup> 3.9 Die ökologische Vernetzung der Lebensräume erhalten / 3.10 Die Ungestörtheit der Lebensräume für wild lebende Säugetiere und Vögel erhalten / 7.5 Die Lebensräume des Hochgebirges in ihrer Qualität, ökologischen Funktion sowie mit ihren seltenen und charakteristischen Pflanzen- und Tierarten erhalten / 7.7 Den strukturreichen und störungsarmen Lebensraum für Säugetiere und Gebirgsvögel, insbesondere für die Raufusshühner, erhalten

räumen oder die Beeinträchtigung der Lebensräume im BLN-Gebiet in ihrer Qualität oder in ihrer ökologischen Funktion und Vernetzung durch Aussenwirkungen, womit auch die BLN-Schutzziele tangiert würden. Dies kann insbesondere für gewisse (vor Ort lebende oder durchziehende) Vogel- und Fledermausarten von Bedeutung sein, soweit sich entsprechende Auswirkungen des Vorhabens auch auf den BLN-Perimeter beziehen.

Hinsichtlich der Brutvögel erachtet die Kommission, der Vorabklärung der Standorteignung durch die Vogelwarte folgend, insbesondere die weitläufig umherstreifenden und damit auch für den BLN-Perimeter relevanten Brutvogelarten Steinadler, Birkhuhn, Alpenschneehuhn und Uhu als für die Beurteilung der BLN-Schutzziele 3.9, 3.10, 7.5 und 7.7 relevant. Basierend auf Konfliktpotenzialkarten und einer detaillierten Beurteilung der lokalen Situation betrachtet die Vogelwarte das Konfliktpotenzial des Windparks Grimsel mit diesen Arten als gross. Die Konflikte entstehen durch Kollisionsgefahr und möglichen Habitatverlust. Weitere Detailabklärungen sind jedoch gemäss der Vogelwarte unumgänglich. Insbesondere das Alpenschneehuhn ist in der ganzen Region präsent, gemäss Aussage des zuständigen Wildhüters des Kantons Bern auch im BLN-Perimeter auf der Berner Seite des Passes. Seine Gefährdung durch den Windpark wird allerdings angesichts des grossen Bodenabstandes der Rotoren und der bekannten, geringen Flughöhe des Alpenschneehuhns nicht als gross bezeichnet. Es kann aus der Sicht der Walliser Dienststelle für Wald, Natur und Landschaft<sup>15</sup> ausgeschlossen werden, dass der Windpark eine lokale Population derart stark stören könnte, dass die Vernetzung der Populationen nicht mehr möglich wäre, da rund um den Windpark weiterhin geeignete und vom Alpenschneehuhn genutzte Gebiete vorhanden sind. Die Kommission erachtet die Beeinträchtigung hinsichtlich der BLN-Schutzziele 3.9, 3.10, 7.5 und 7.7 betreffend Brutvögel unter der Voraussetzung als leicht, dass die von der Vogelwarte empfohlene vertiefte Analyse durchgeführt und allfällige Ergebnisse mit Auswirkungen auf Lebensräume innerhalb des BLN-Perimeters in verbindliche Schutzmassnahmen umgemünzt werden sowie dass die vorgeschlagenen weiteren Schutzmassnahmen (z.B. Einfärbung eines einzelnen Rotorblattes pro Anlage zur Verminderung der Vogelkollisionen) ergriffen werden.

Was die Zugvögel betrifft, gehen die Vorabklärungen der Vogelwarte im Rahmen der Vorabklärung der Standorteignung davon aus, dass Zugvögel den für die Windenergienutzung geplanten Projektperimeter zwar regelmässig, aber in geringer Zahl und primär in Richtung Furkapass, also peripher, überfliegen und demzufolge für Zugvögel insgesamt ein geringes Konfliktpotenzial vorhanden ist. Es sei jedoch nicht auszuschliessen, dass es unter bestimmten meteorologischen sowohl im Herbst wie im Frühling vor Ort zu ausserordentlichen Zugkonzentrationen kommen könnte. Die Gesuchstellerin schlägt in der Projektpräsentation vor, die südlichsten Anlage gegen Norden zu verschieben, um den Einfluss des Windparks weiter zu verkleinern. Weiter beabsichtigt sie die Untersuchung des Einflusses des Windparks auf die Zugvögel mit einem Monitoring und – falls erforderlich – einen Abschaltmechanismus bei kritischen Konzentrationen an Zugvögeln im Gefahrenbereich. Die Kommission erachtet die Beeinträchtigung der Lebensräume innerhalb des BLN-Gebietes in ihrer Qualität oder in ihrer ökologischen Funktion und Vernetzung durch den geplanten Windpark bezüglich Zugvögel auch hier mit den vorgeschlagenen Massnahmen als leicht. Sie begrüsst insbesondere die vorgeschlagenen Massnahmen zur Minimierung des Einflusses auf Zugvögel (Verschiebung der südlichsten Anlage nach Norden, Abschaltmechanismus, Einfärbung eines einzelnen Rotorblattes pro Anlage zur Verminderung der Vogelkollisionen).

Bezüglich der Fledermäuse kommen die bisherigen Erhebungen im Rahmen der Vorabklärungen der Standorteignung zum Schluss, dass der Standort Grimsel einen Artenreichtum aufweist, der mit anderen Standorten vergleichbar ist, jedoch eine grössere Aktivität und eine starke Migrationskomponente aufweist. Das Projektgebiet berge daher aus Sicht der Fledermäuse ein erhebliches Risiko. Mögliche Schutzmassnahmen seien das automatische Abschalten der Windanlagen bei bestimmten Windstärken, wenn die Fledermäuse am aktivsten sind. Die Gesuchstellerin hat als Reaktion die Anzahl der Anlagen von sieben auf fünf reduziert und die Nabenhöhe vergrössert, was einen grösseren Abstand der Rotorunterkante zum Boden ermöglicht. Ausserdem sind ein mittels Algorithmus gesteuertes Abschaltssystem und ein Monitoring zur Prüfung des Einflusses des Windparks auf die Fledermäuse

---

<sup>15</sup> Gemäss dem E-Mail «Zusätzliche Informationen Windpark Grimsel» der Dienststelle vom 13. September 2023

vorgesehen. Die Kommission erachtet angesichts der mit den Aussagen bzw. dem Stand der Kenntnisse verbundenen Unsicherheiten die mögliche Beeinträchtigung nur unter der Voraussetzung als leicht, dass die entsprechenden Schutzmassnahmen (Monitoring, Abschaltssystem) rechtlich bindend umgesetzt werden.

Die Kommission erkennt schliesslich im Windpark keine erhebliche zusätzliche Beeinträchtigung des (bereits beeinträchtigten) überregionalen Wildtierkorridors über die Grimsel und damit auf die Vernetzungsqualität der Lebensräume im BLN-Perimeter. Sie geht davon aus, dass dies im Rahmen der UVP noch beleuchtet wird.

## **5.2 Beurteilung bezüglich der Schutzziele des BLN-Objektes Nr. 1710**

Die geplante Anlage liegt ausserhalb des Perimeters des BLN-Objekts Nr. 1710. Die ihr nächstgelegene Anlage liegt in einem Abstand von gut 500 m vom westlichsten, allerdings unerschlossenen Punkt entfernt. Der Abstand zu den Strassenserpentinien der Grimselsüdflanke beträgt zwischen 1 und 2 km, der Abstand zu den meistfrequentierten öffentlich zugänglichen Orten Belvédère rund 5 km und zur Furkapasshöhe rund 7 km. Die Anlagen sind von dort zwar gut sichtbar und prägen die Landschaft auf der durch die Rundhöcker geprägten Terrasse zwischen der Talflanke zum Goms und den Bergflanken der Sidelhornkrete. Sie stehen aber nirgends in einem direkten Bezug zur Landschaft der beiden BLN-Objekte, weder vor deren begrenzenden Silhouette noch beeinträchtigen sie den Einblick in die die nationale Bedeutung begründenden Landschaftskammern des BLN, insbesondere den Rhonegletscher, dessen Vorfelder und die Auen im Gletschboden. Einzig im Ausblick von den erwähnten Standorten an der Furkapassstrasse nach Westen treten sie zusammen mit den dort die Landschaft vorbelastend prägenden, gut ausgebauten Serpentinien der Grimselpassstrasse mit ihren dominanten Stützmauern ins Blickfeld. Für die Kommission stellt damit die Windenergieanlage eine höchstens leichte zusätzliche Beeinträchtigung des Schutzziels 3.1 dar (Die Unberührtheit und weitgehende Unerschlossenheit der Gebirgslandschaft mit ihren Gipfeln, dem Rhonegletscher und seinem Vorfeld erhalten). Das Schutzziel 3.2 (Die Ruhe und Abgeschiedenheit im Hochgebirge erhalten) wird bezogen auf das BLN-Objekt Nr. 1710 durch die ausserhalb des Perimeters und in Sichtzusammenhang mit der Grimselpassstrasse wahrnehmbare Anlage nicht beeinträchtigt.

Das Schutzziel 3.10 (Das Ensemble mit den historischen Gebäuden in seiner Substanz und in seinem Umfeld erhalten) bezieht sich auf die Siedlung Gletsch. Das Ensemble besteht gemäss dem BLN-Objektbeschrieb aus «*dem Hotel, dem Bahnhofsgebäude von Gletsch und der Eisenbahnbrücke über den Rotten*». Die Kommission erachtet dieses Ensemble durch den geplanten Windpark in seiner Substanz und in seinem Umfeld als nicht beeinträchtigt. Die Beurteilung zum ISOS-Objekt Gletsch folgt im Kapitel 5.3.

## **5.3 Beurteilung bezüglich der Schutzziele des ISOS-Objekts Nr. 4953 Gletsch**

Die Ortschaft Gletsch liegt in gut 2 Kilometer Distanz und ca. 470 Höhenmeter von der nächstgelegenen Anlage des geplanten Windparks entfernt. Der Kern des geschützten Ortsbildes wird durch den Windpark nicht tangiert. Die Kommission hat die Frage zu beantworten, ob mit dem geplanten Windpark die Einbettung des Ortsbildes in die umgebende Gebirgslandschaft, sein enger funktionaler Zusammenhang mit der Passlandschaft und die Erhaltung des Charakters des Ortsbildhintergrundes von Gletsch beeinträchtigt wird. Aus den von der Bauherrschaft präsentierten Fotomontagen und der Sichtbarkeitsanalyse zu schliessen, werden je nach Betrachtungsstandort die oberen Teile der Windturbinen über der Krete der von Gletsch aus betrachtet westlichen Talflanke etwa in einem Mass sichtbar sein, wie es heute die Masten der aktuell bestehenden Hochspannungsleitung sind, deren mittelfristiger Rückbau (ab 2033) geplant ist. Die Anzahl der sichtbaren Anlagen nimmt von West nach Ost zu. Im Ort selber sind eine bis zwei Anlagen sichtbar, aus dem nahen Gletschboden sind es drei Anlagen, und ab einer Distanz von etwa einem Kilometer von Gletsch (gut 3 Kilometer von der nächstgelegenen Anlage) werden im Gletschboden die oberen Teile aller fünf Anlagen sichtbar sein. Sie treten

aus dieser Blickrichtung als Teil des Ortsbildhintergrundes oberhalb der Siedlung deutlich in Erscheinung. Die die Krete überragenden, sich bewegenden Anlageteile des Windparks haben somit einen Einfluss auf den naturräumlichen Charakter der steilen Talflanke im Westen als Teil des betreffenden Ortsbildhintergrundes. Die Kommission stellt in ihrer Beurteilung jedoch fest, dass dieser westliche Teil der Ortsbildung Umgebung gemäss ISOS-Aufnahmeplan nicht in einer der Umgebungsrichtungen des Ortsbildes liegt und dass dadurch weder die Einbettung des Ortsbildes in die umgebende Gebirgslandschaft noch der in der Bewertung im ISOS explizit hervorgehobene und in einer genuinen funktionalen Beziehung zum Ort Gletsch stehende Kontext zu den beiden Passstrassen durch die Anlage beeinträchtigt wird. Sie kommt damit zum Schluss, dass der Windpark nur eine leichte Beeinträchtigung des ISOS-Objekts Gletsch darstellt.

#### **5.4 Beurteilung bezüglich der Schutzziele des IVS-Objekts VS 4.1/4.1.3**

Die Erschliessung der Windenergieanlagen wird das IVS-Objekt im Bereich des mit dem Höherstau des Totesees 1948/50 verlegten und nach dem historischen Vorbild neu gepflästerten Wegabschnitts mit Substanz zwischen Pt. 2186 und der Passhöhe mit einer unbefestigten Zufahrtspiste von 3,5 m Breite kreuzen. Objekte mit Klassierung «historischer Verlauf mit Substanz» sind mit ihren wesentlichen Substanzelementen ungeschmälert zu erhalten. Obschon es sich hier nicht um den ursprünglichen Wegverlauf und die originale Wegsubstanz des historischen Saumweges handelt, ersetzt der «moderne» Weg in seiner Funktion den im See versunkenen Weg, und er ist im IVS als zu schützender historischer Verlauf verzeichnet. Die Kommission erachtet dessen Beeinträchtigung über 3,5 m als leicht, sofern als Ort der Querung – wie im «Rapport concernant les objets IVS» der Vorabklärung der Standorteignung empfohlen – eine Stelle gewählt wird, wo die (gemäss IVS «moderne») Substanz nicht mehr vorhanden oder weitgehend beschädigt ist, und die allenfalls bestehende Substanz durch Überschüttung mit dem Pistenkoffer geschont wird, sodass sie bei Bedarf, etwa bei einem späteren Rückbau, auch wiederhergestellt werden kann.

#### **6. Schlussfolgerungen und Antrag**

Aufgrund der vorliegenden Unterlagen und des Augenscheines einer Delegation der ENHK kommt die Kommission zum Schluss, dass das Vorhaben eine leichte Beeinträchtigung hinsichtlich der Schutzziele der BLN-Objekte Nr. 1507 und 1710, des ISOS-Objektes Nr. 4953 Gletsch sowie des IVS-Objekts VS 4.1 / 4.1.3 darstellt, sofern die folgenden Punkte umgesetzt werden:

- Die Kenntnisse bezüglich der Brutvögel, Vogelzugaktivitäten und Fledermäuse werden durch Erhebungen und Monitoring vertieft und allfällige Ergebnisse mit Auswirkungen auf die Qualität und Funktion der Lebensräume innerhalb des BLN-Perimeters werden in verbindliche Schutzmassnahmen umgemünzt (z.B. automatisches Abschaltssystem, Einfärbung eines einzelnen Rotorblattes pro Anlage zur Verminderung der Vogelkollisionen).
- Die Querung des IVS-Objekts durch die Zufahrtspiste erfolgt an einer Stelle, wo die Substanz nicht mehr vorhanden oder weitgehend beschädigt ist, und mittels Überschüttung allenfalls bestehender Substanz mit dem Pistenkoffer.

Die Kommission wünscht über den weiteren Verlauf des Geschäftes orientiert zu werden.

#### **EIDGENÖSSISCHE NATUR- UND HEIMATSCHUTZKOMMISSION**

Der Vizepräsident



Paolo Poggiati

Der wissenschaftliche Mitarbeiter



Marcus Ulber



ENHK c/o BAFU, UM, 3003 Bern

Kanton Wallis  
Dienststelle für Wald, Natur und Landschaft  
Rue de la Dent-Blanche 18A  
1950 Sion

Per E-Mail an: [Alice.LAMBRIGGER@admin.vs.ch](mailto:Alice.LAMBRIGGER@admin.vs.ch)

Ihr Zeichen: A. Lambrigger  
Unser Zeichen: UM  
Sachbearbeiter/in: UM  
Bern, 19. Dezember 2024

### **Windpark Grimsel, Gemeinde Obergoms – Projektanpassung, Voranfrage**

Sehr geehrte Frau Lambrigger,  
sehr geehrte Damen und Herren

Mit elektronischer Mitteilung vom 6. November 2024 hat die Dienststelle für Wald, Natur und Landschaft des Kantons Wallis der Eidg. Natur- und Heimatschutzkommission (ENHK) ein überarbeitetes Projekt für den Bau des Windparks Grimsel, Gemeinde Obergoms, zur Stellungnahme im Rahmen der Voranfrage unterbreitet. Der Perimeter des Windparks Grimsel grenzt an die BLN-Objekte Nr. 1507 «Berner Hochalpen und Aletsch-Bietschhorn-Gebiet» (nördlicher Teil) und Nr. 1710 «Rhongletscher mit Vorgelände». Im Perimeter befinden sich die historischen Verkehrswege IVS VS 4.1 und VS 4.1.3, in Sichtdistanz das ISOS-Objekt Nr. 4953 «Gletsch (Oberwald)». Der Windpark bedarf eines Bewilligungsentscheids für Bauten und Anlagen ausserhalb der Bauzone (Art. 24 des Bundesgesetzes über die Raumplanung) und voraussichtlich weitere gewässerschutzrechtliche und naturschutzrechtliche Bewilligungen. Er ist folglich mehrfach mit der Erfüllung einer Bundesaufgabe im Sinne von Art. 2 des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz (NHG) verbunden. Die vorliegende Stellungnahme wird gestützt auf Art. 7 NHG abgegeben.

Im Rahmen einer ersten Voranfrage zum genannten Vorhaben ist die ENHK in ihrem Gutachten vom 6. Dezember 2023 zum Schluss gekommen, dass das Vorhaben eine leichte Beeinträchtigung hinsichtlich der Schutzziele der BLN-Objekte Nr. 1507 und 1710, des ISOS-Objektes Nr. 4953 Gletsch sowie des IVS-Objektes VS 4.1 / 4.1.3 darstellt, sofern die folgenden Punkte umgesetzt werden:

- Die Kenntnisse bezüglich der Brutvögel, Vogelzugaktivitäten und Fledermäuse werden durch Erhebungen und Monitoring vertieft und allfällige Ergebnisse mit Auswirkungen auf die Qualität und Funktion der Lebensräume innerhalb des BLN-Perimeters werden in verbindliche Schutzmassnahmen umgemünzt (z.B. automatisches Abschaltssystem, Einfärbung eines einzelnen Rotorblattes pro Anlage zur Verminderung der Vogelkollisionen).

- Die Querung des IVS-Objekts durch die Zufahrtspiste erfolgt an einer Stelle, wo die Substanz nicht mehr vorhanden oder weitgehend beschädigt ist, und mittels Überschüttung allenfalls bestehender Substanz mit dem Pistenkoffer.

Die der ENHK am 6. November 2024 zur Verfügung gestellten Unterlagen zum überarbeiteten Projekt umfassen

- einen Kartenauszug (pdf) «Gemeinde Obergoms – Detailnutzungsplan Windpark Grimsel – Situation 1:5 000 (Entwurf)», PLANAX AG, geändert am 21. 10. 2024, sowie
- ein Dokument (pdf) «Windpark Grimsel – Ergänzende Unterlagen z. Hd. ENHK: Projektstand Oktober 2024 (Detailnutzungsplan) mit Fotomontagen und Visualisierungen», ohne Datum.

Die Kommission erkennt auf der Basis dieser neuen Pläne und Unterlagen hauptsächlich die folgenden Änderungen am Projekt:

- Die WEA 3 (Chrizegge, Nummerierung gemäss dem dem ENHK-Gutachten vom 6. Dezember 2023 zugrunde liegenden Projekt) wird um knapp 200 m nach Nordwesten verschoben.
- Die Anlage WEA 4, die ursprünglich nördlichste und am nächsten zum BLN-Objekt Nr. 1507 gelegene Anlage, wird um rund 600 m nach Südosten verschoben. Sie ist neu die am weitesten östlich gelegene Anlage. Durch diese Umplatzierung liegen nun die Anlagen WEA 1 bis WEA 4 grob betrachtet in einer in West-Ost-Richtung verlaufenden Reihe auf zwei nach Nordosten abfallenden Rücken (die Anlagen WEA 1 und WEA 2 bleiben unverändert).
- Die ursprüngliche Anlage WEA 5 (südlichste Anlage) fällt weg. Bereits in der Präsentation zum ursprünglichen Projekt hat die Gesuchstellerin eine Verschiebung der Anlage gegen Norden ins Spiel gebracht, was von der ENHK im Gutachten vom 6. Dezember 2023 begrüsst wurde.
- Die Nabenhöhen der neuen Anlagen betragen neu maximal 135 m (alt 120 – 160 m). Zu den jeweiligen Gesamthöhen und damit auch zu den Rotorlängen und Bodenabständen liegen keine Angaben vor.

Der Kommission liegen an die neue Projektvariante angepasste Visualisierungen vor, welche einen Vergleich mit dem mit Gutachten vom 6. Dezember 2023 beurteilten Projekt erlauben. Weitere neue Unterlagen, namentlich bezüglich der Gegenstand des Umweltberichts bildenden Themen und Sachbereiche, liegen jedoch nicht vor.

Die Kommission beschränkt sich im Folgenden auf die Beurteilung der neuen Projektvariante auf der Grundlage der ihr neu vorgelegten Unterlagen, namentlich der kartographischen Darstellung der neu vier statt ursprünglich fünf Standorte und die damit verbundenen aktualisierten Visualisierungen. Sie übernimmt dafür die Systematik gemäss ihrem Gutachten vom 6. Dezember 2023. Die Kommission hat keinen neuen Augenschein vorgenommen.

### **Beurteilung bezüglich der Schutzziele des BLN-Objekts Nr. 1507 / 1706 «Berner Hochalpen und Aletsch-Bietschhorn-Gebiet»**

Die Kommission beurteilt die visuellen Auswirkungen der Projektänderung auf Grund der Visualisierungen wie folgt:

- Im Blick von Norden, namentlich vom Grimselhospiz, hat die bereits im Gutachten vom 6. Dezember 2023 als leichte Beeinträchtigung beurteilte Sichtbarkeit der Anlagen über der Krete auf und um die Passhöhe mit der Umplatzierung der nördlichsten Anlage WEA 4 nochmals abgenommen. Dasselbe dürfte – distanzbedingt in zusätzlich vermindertem Masse – für den Blick vom Räterichsboden- und vom Gelmersee aus gelten.
- Im näheren Blick von Nordosten (von der Passstrasse entlang des Totensees, von den Hotels «Grimsel Passhöhe» und «Alpenrösli», vom Wasserscheide-Monument) rückt die verschobene

WEA 3 leicht näher zum Beobachter, und der neue Standort der WEA 4 deutlich prominenter ins Blickfeld Richtung See. Allerdings liegen die Standorte der Anlagen weiterhin ausserhalb des BLN-Perimeters und schieben sich auch nicht in die Sichtachse aufs BLN-Objekt. Diese Sichtachse wird durch die Verschiebung der WEA 4 sogar entlastet. Zudem macht die neue Anordnung der vier Anlagen in einer Reihe auch in der ausserhalb des Inventarobjekt liegenden, ruhigen, kargen Landschaft einen positiv zu würdigenden «aufgeräumteren» Eindruck.

- Im entfernten Blick von Osten (Furkapassstrasse, Hotel Belvedere) gilt das oben Gesagte ebenfalls, wobei hier zusätzlich die grössere Distanz die (bescheidene) Sichtbarkeit zusätzlich mindert.

Zu den Auswirkungen der veränderten Anlagen und Standorte auf Arten und Lebensräume liegen keine neuen Angaben vor, und es ist davon auszugehen, dass die entsprechenden Potenziale und Risiken angesichts deren Nähe und vergleichbaren Lage kaum grundsätzlich anders zu beurteilen sein dürften.

- Erwähnenswert ist, dass der Wegfall des ursprünglichen, südlichsten Standorts WEA 5 Konflikte mit dem Vogelzug vermindert, was bereits im ursprünglichen Projekt mit der vorgebrachten Verschiebung der Anlage nach Norden beabsichtigt wurde.
- Ebenfalls zu erwähnen ist, dass der in südöstlicher Richtung verschobene neue Standort der WEA 4 näher an die Passeinsattelung und an den Abhang Richtung Gletsch rückt. Damit stellt sich die Frage nach allenfalls verstärkten Auswirkungen auf die Zugbahnen der Avifauna und der Fledermäuse. Dies unterstreicht die von der Kommission bereits im Gutachten vom 6. Dezember 2023 erhobene Forderung nach diesbezüglich vertieften Abklärungen und allfälligen Massnahmen.

#### **Beurteilung bezüglich der Schutzziele des BLN-Objektes Nr. 1710 «Rhonegletscher mit Vorge-lände»**

Die beschriebenen Veränderungen des Projekts sind aus dem BLN-Objekt Nr. 1710 von Osten her sichtbar (Bereiche nordwestlich bis östlich von Gletsch). Aufgrund der recht grossen Distanz erkennt die Kommission diesbezüglich keine veränderte Einschätzung der Auswirkungen gegenüber ihrem Gutachten vom 6. Dezember 2023.

Hinsichtlich der Auswirkungen der neuen Standorte auf Arten und Lebensräume betrifft das oben zum BLN-Objekt Nr. 1507 / 1706 Gesagte auch das BLN-Objektes Nr. 1710.

#### **Beurteilung bezüglich der Schutzziele des ISOS-Objekts Nr. 4953 Gletsch**

Im Blick von Gletsch und seiner Umgebung nach Westen erscheint neu die verschobene WEA 4 prominent über der Krete, jedoch ohne direkten Sichtbezug zum bzw. ins BLN-Objekt 1507/1506. Wie bereits im Gutachten vom 6. Dezember 2023 erläutert, liegt diese Blickrichtung ausserhalb der direkt schutzzielrelevanten Umgebungsrichtung und des Ortsbildhintergrundes und wird deshalb durch die Kommission weiterhin als geringfügige Beeinträchtigung beurteilt.

#### **Beurteilung bezüglich der Schutzziele des IVS-Objekts VS 4.1/4.1.3**

Soweit die Kommission die Auswirkungen auf Grund der vorliegenden Unterlagen beurteilen kann, ergeben sich mit der Projektänderung keine neuen oder veränderten Auswirkungen auf das IVS-Objekt und seine Schutzziele.

#### **Schlussfolgerungen und Antrag**

Die Kommission stellt fest, dass das angepasste Projekt in der ihr am 6. November 2024 vorgelegten Fassung weiterhin dann bloss leichte Beeinträchtigungen der Schutzziele der betroffenen Inventarobjekte zur Folge hat, wenn den im Gutachten vom 6. Dezember 2023 beantragten Massnahmen Rechnung getragen wird und insbesondere mit dem Vorbehalt, dass sich auf Grund der noch zu treffenden vertiefenden Abklärungen keine neuen oder gravierenden Beeinträchtigungen erkennen lassen.

Die Kommission wünscht über den weiteren Verlauf des Geschäfts orientiert zu werden.

Freundliche Grüsse

Eidgenössische Natur- und Heimatschutzkommission ENHK



Stefan Kölliker  
Präsident



Marcus Ulber  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Kopie an:

- BAFU, Abteilung Biodiversität und Landschaft
- BAK, Sektion Baukultur
- ASTRA, Bereich Langsamverkehr und historische Verkehrswege

## **Anhang 12      Rapport concernant les objets IVS**



---

Parc éolien Grimsel

## **Rapport concernant les objets IVS**

**Swisswinds Development  
Rue du Grand Pont 8  
Case postale 155  
1971 Grimisuat**

---

Bureau d'études Impact SA  
Rue du Rhône 10  
CH-1950 Sion  
Tél. 027 323 50 04  
Email : [sandro.benedetti@impactsa.ch](mailto:sandro.benedetti@impactsa.ch)

Réf.: 6596\_AOV\_SB\_2014

## 1. Les objets IVS du col du Grimsel

Le projet de parc éolien du Grimsel prévoit d'établir une dizaine d'éoliennes dans le secteur sud-sud-ouest du col du Grimsel, au delà du Totesee. Cette zone concerne l'itinéraire IVS VS 4 reliant Obergesteln à Meiringen, plus particulièrement le tracé IVS VS 4.1 classé d'importance nationale avec substance (chemin muletier) et son segment IVS VS 4.1.3 classé d'importance nationale avec beaucoup de substance.

Cette substance historique (art.2 OIVS) est à préserver intégralement pour le segment IVS VS 4.1.3. Celui-ci ne sera franchi en aucun cas. Les éléments essentiels de l'objet IVS VS 4.1 seront conservés intacts. (art. 6 OIVS). L'ensemble des éléments constituant cette substance historique figure sur la carte de terrain de l'IVS, dont vous trouvez un extrait en annexe.

Le site du Grimsel tel que défini dans le concept pour la promotion de l'énergie éolienne du canton du Valais, fait partie, en principe, des secteurs à éviter pour l'installation d'un parc éolien (octobre 2008, chap. 4.2). Dans le cas d'une éventuelle dérogation, nous avons procédé à une visite sur place en vue d'établir précisément la localisation de la substance historique sur la base de l'avant-projet présenté.

Cet avant-projet prévoit de traverser l'objet IVS à trois reprises:

- l'accès au site est projeté depuis le Nord du Totesee en franchissant les vestiges de l'ancien tracé recouvert par le lac (voir carte de terrain IVS) et le tronçon pavé reconstruit dans les années 1948-50 suite à la réalisation du barrage
- le second franchissement, l'accès à l'éolienne n°7 dans la zone de Twäregg, est projeté aux abords immédiats du segment IVS VS 4.1.3 et concerne le faisceau de tracés IVS VS 4.1
- le troisième franchissement concerne l'objet IVS VS 4.1 pour l'accès à la huitième éolienne en-dessous de Nassbode et l'élargissement de la route forestière qui y mène.

## 2. Mesures proposées

Le franchissement d'un objet IVS classé d'importance nationale est en principe à éviter, toutefois un aménagement provisoire peut être construit pour l'accès aux sites des éoliennes si cet aménagement préserve la substance historique.

Au vu de l'examen détaillé de cette substance historique, nous pouvons formuler les constats et propositions suivants en terme d'accès et de franchissements.

L'accès pérenne au site se fera par la route forestière venant du sud, route d'accès à Nassbode. Seul un aménagement provisoire est possible depuis le Nord (Totesee) si celui-ci venait à franchir l'objet IVS VS 4.1.

### 2.1 Franchissement 1 - Totesee

Pour la durée des travaux, un franchissement avec un accès depuis le Nord (col du Grimsel - Totesee) est possible (photo 2.1).

Afin de préserver au mieux la substance historique de l'objet IVS VS 4.1, on veillera à l'établir à l'endroit où cette substance est absente ou déjà fortement endommagée (photo 2.2), en évitant d'emprunter le tracé du chemin muletier qui a été noyé (photo 2.3).

Cet emplacement devra être déterminé précisément sur place en présence d'un spécialiste IVS. Un relevé photographique détaillé sera effectué de façon à rétablir le chemin après les travaux et la remise en état du site.



*Photo 2.1: Totensee - Accès au site à privilégier en cas d'établissement d'une route dans ce secteur*



*Photo 2.2: Totensee - Zone la plus propice à l'établissement d'un accès provisoire*



Photo 2.3: Totesee - Situation de l'ancien chemin muletier remplacé en 1948-50, ses vestiges font partie intégrante de la substance historique à préserver

## 2.2 Franchissement 2 - Twäregg

Ce franchissement permet d'accéder au site de l'éolienne n°7. Il est à éviter dans la mesure où celui-ci serait pérenne. Il est situé à proximité immédiate de l'objet IVS VS 4.1.3 (photo 2.4) et menace directement le faisceau de tracés IVS VS 4.1 (IVS - carte de terrain, annexe 1). L'établissement d'une route d'accès permettant des transports lourds jusqu'au site de l'éolienne aurait un impact important sur la zone. Un rétablissement de ces vestiges serait impossible.

Dans le cas du maintien de ce site dans le projet, le franchissement se fera à l'endroit où la substance historique est la moins importante (photo 2.5). Une connaissance plus approfondie de la situation des anciens tracés sous la couverture végétale et de leur substance historique est requise. Des sondages archéologiques aux abords de l'objet et une documentation détaillée seraient nécessaires.



*Photo 2.4: Twäregg - Limite entre les objets IVS VS 4.1 (au premier plan) et IVS VS 4.1.3 (au deuxième plan)*



*Photo 2.5: Twäregg - Situation du tronçon contenant le moins de substance historique*

### **2.3 Franchissement 3 - Nassbode/Sattelti**

Ce franchissement concerne l'élargissement de la route existante (photo 2.6). Cette éventualité est possible, on veillera toutefois à préserver l'objet IVS, en particulier à l'aval de la route en privilégiant un élargissement du côté amont. L'ancien chemin ne conserve plus de substance historique à l'amont (sur les premiers mètres du chemin), celle-ci ayant probablement disparu lors de la réalisation de la route (avant l'IVS). La forme de la route sera maintenue en gardant une pente du talus amont identique (photo 2.7).



*Photo 2.6: Nassbode/Sattelti – La substance historique du chemin à l'aval de la route et le talus doivent être préservés*



*Photo 2.7: Twäregg – L'élargissement projeté de la route d'accès maintiendra la forme actuelle du talus amont (pente) et préservera le talus aval*

### 3. Mesures de compensation et de remplacement

De manière générale, la substance historique des objets IVS sera rétablie là où elle aura été endommagée durant les travaux.

Dans la perspective de compenser les entraves aux objectifs de protection des objets concernés, les mesures suivantes sont à prévoir:

- rétablissement de la substance historique en mauvais état de l'objet IVS 4.1.3 (photo 2.8)
- rétablissement de la substance historique fortement endommagée de l'objet IVS 4.1 du Totesee à Sattelti (exemple photos 2.9 et 2.10)

Ce rétablissement se fera selon les directives définies par un spécialiste de l'inventaire des voies de communication historique de la Suisse (IVS).



*Photo 2.8: Pavage de l'objet IVS VS 4.1.3 à rétablir et consolider*



*Photo 2.9: Pavage de l'objet IVS VS 4.1 à restaurer*



*Photo 2.10: Passage de l'objet IVS VS 4.1 à restaurer*

#### 4. Conclusion

Au vu de l'avant-projet proposé, nous estimons que du point de vue de la préservation des objets inscrits à l'Inventaire des voies de communication historiques de la Suisse, l'établissement d'éoliennes dans ce secteur est possible. Toutefois une attention particulière sera portée à ces objets de diverses époques marquant l'histoire de ce col reliant les cantons du Valais et de Berne. En ce sens, le présent rapport définit ces possibilités et signale les mesures à prendre pour modifier l'avant-projet.

Ce projet devra, à notre sens, être adapté selon l'art. 6 OIVS (al. 1 et 2) pour éviter les franchissements des objets IVS autres que provisoires.

De même, l'établissement de l'éolienne n°7 (secteur Twäregg) n'est pas compatible avec les prescriptions de l'art.7 OIVS. En vertu de cet article, le projet devra aussi proposer des mesures de compensation visant à rétablir la substance historique de l'objet concerné par le projet : IVS tracé VS 4.1 et segment VS 4.1.3.

Sion, le 3 décembre 2014

**Sandro Benedetti**  
Spécialiste IVS



Annexe : Carte de terrain IVS du secteur (Grimsel\_IVS\_GK)

## **Anhang 13      Bericht Fledermäuse**

Swisswinds Development GmbH  
Canton du Valais, Commune d'Obergoms

## **Projet de Parc éolien du Grimsel**

### **Appréciation de l'impact du parc éolien sur les chauves-souris**

Mandant: Swisswinds

**Rapport 495 01**

Date: 10.10.2024



RWB Groupe SA | L'humain au cœur de l'ingénierie

# GROUPE DE TRAVAIL

## **Direction de projet**

B.Brossard (Natura)

## **Collaboration**

O.Grandjean, C.Schönbächler, F.Biollaz.

## **Fichiers concernés**

495 rap 20180711 EIE CHS Grimsel.docx,

495 Analyses\_Grimsel.xls,

495 LR\_Analyses.xlsx,

495 tab Donnéesmétéo Lac.xls, 495 tab Donnéesmétéo\_Sud.xls,

495 tab Heure couché soleil.xls,

495 Mortalité.xls

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
1.1	Contexte .....	1
1.2	Difficultés actuelles des études chauves-souris .....	2
1.3	Documents fournis et bases existantes .....	3
<b>2</b>	<b>Méthodologie .....</b>	<b>4</b>
2.1	Principes .....	4
2.2	Méthodes employées.....	4
	2.2.1 Principes de la bioacoustique.....	4
	2.2.2 Échantillonnage bioacoustique en altitude .....	5
	2.2.3 Données météorologiques.....	6
	2.2.4 Échantillonnage bioacoustique à partir du sol .....	7
	2.2.5 Compléments.....	7
<b>3</b>	<b>Résultats .....</b>	<b>8</b>
3.1	Échantillonnage bioacoustique en altitude .....	8
	3.1.1 Espèces et groupes d'espèces.....	8
	3.1.2 Intensité de l'activité .....	10
	3.1.3 Répartition des contacts suivant les conditions météorologiques .....	15
3.2	Échantillonnage bioacoustique à partir du sol .....	17
	3.2.1 Espèces .....	18
	3.2.2 Répartition des contacts au cours du temps .....	19
3.3	Compléments.....	20
3.4	Tableau de synthèse des espèces observées .....	22
<b>4</b>	<b>Discussion .....</b>	<b>23</b>
4.1	Espèces et groupes d'espèces.....	23
	4.1.1 Échantillonnage bioacoustique en altitude .....	23
	4.1.2 Enregistrements non déterminés .....	25
	4.1.3 Type d'activité .....	25
4.2	Échantillonnage bioacoustique à partir du sol .....	26
4.3	Intensité de l'activité .....	27
	4.3.1 Échantillonnage bioacoustique en altitude .....	27
	4.3.2 Répartition des contacts d'après les conditions météorologiques.....	30
	4.3.3 Échantillonnage bioacoustique à partir du sol .....	33
4.4	Complément .....	33
4.5	Résumé des observations .....	33
<b>5</b>	<b>Appréciation des effets du projet.....</b>	<b>34</b>
5.1	Estimation de mortalité .....	34
5.2	Effet sur les populations.....	37
5.3	Autres impacts.....	37

<b>6</b>	<b>Mesures .....</b>	<b>39</b>
6.1	Diminution de la mortalité (objectif 1) .....	39
	6.1.1 Objectifs.....	39
	6.1.2 Mortalité selon la vitesse du vent .....	40
	6.1.3 Paramètres saisonniers.....	45
	6.1.4 Scénario retenu S3a .....	45
	6.1.5 Mortalité résiduelle avec scenario S3a .....	46
6.2	Mesures de compensation (objectif 2 / 3) .....	47
6.3	Suivi des mesures .....	48
	6.3.1 Suivi de la mise en œuvre .....	48
	6.3.2 Suivi de l'efficacité à court et moyen terme .....	48
	6.3.3 Absence d'impact à long terme .....	50
	6.3.4 Synthèse.....	50
<b>7</b>	<b>Résumé de l'ensemble des investigations pour le rapport d'impact .....</b>	<b>51</b>
7.1	Etat initial.....	51
	7.1.1 Méthodologie .....	51
	7.1.2 Résultats.....	51
7.2	Effets du projet.....	52
7.3	Mesures.....	52
<b>8</b>	<b>Remarques finales.....</b>	<b>53</b>

# 1 INTRODUCTION

Ce document traite du domaine des chauves-souris dans le cadre du rapport d'impact sur l'environnement (RIE) du projet de parc éolien initié au Grimsel, par Swisswind.

Le présent rapport sectoriel « chauves-souris » est rédigé sur la base des études effectuées sur le terrain entre:

- entre juin et septembre 2016 sur les mâts du Grimsel « lac » et « sud »,
- et entre juin et septembre 2016 pour les relevés au sol.

Il a été élaboré par le bureau Natura, avec la participation des personnes suivantes:

- C. Schönbächler: détermination complémentaire de certaines séquences ultrasonores enregistrées.
- F. Biollaz pour les relevés listes rouge et le rapport de pré analyse.

D'autres personnes ont également contribué, de manière plus ou moins directe, à la récolte et à l'exploitation des données.

## **CONTENU**

Un premier chapitre (chapitre 1) présente le contexte de l'étude et les difficultés liées aux recherches portant sur les chauves-souris.

Le chapitre 2 expose la méthodologie employée, les difficultés rencontrées et les concepts de calculs employés pour la mise en valeur des résultats.

Les résultats sont présentés au chapitre 3 pour tous les domaines étudiés, puis discutés au chapitre 4.

Les effets du projet, sans mesure, sont estimés au chapitre 5, puis les mesures permettant de limiter les impacts sont proposées au chapitre 6.

**Un résumé de l'étude et de ses conclusions est donné au chapitre 7.**

En principe, tous les tableaux et graphiques sont insérés dans le texte.

## **1.1 CONTEXTE**

Le parc de Grimsel, est situé proche d'un col alpin à cheval entre le canton du Valais .et le canton de Berne. Au début prévu pour 7 éoliennes, le projet a été revu pour 4 éoliennes, supprimant déjà celles avec emplacements les plus problématiques pour la migration (avifaune et chiroptères). Cette étude concerne ces quatre éoliennes restantes.

Les chauves-souris sont protégées au plan national (LPN du 1<sup>er</sup> juillet 1966) et figurent sur la Liste Rouge (LR) des espèces menacées (révisée en 2014). Leur mode de vie, nocturne et aérien, en fait un groupe très difficile à étudier et les connaissances sont donc encore très lacunaires.

Le développement de parcs éoliens en Suisse est une problématique récente pour ces animaux, mais qui est déjà en train de prendre de l'ampleur. Si l'impact des éoliennes sur les oiseaux est connu depuis de nombreuses années, leur influence négative sur les chauves-souris n'a été mise en évidence qu'au début de ce siècle. Il est même apparu que cet impact est, dans de nombreuses circonstances, supérieur à celui enregistré sur les oiseaux. Les chauves-souris ayant une stratégie d'adaptation lente (« stratégie K »), un impact, même faible, peut déjà avoir des conséquences très négatives sur les populations, surtout s'il se prolonge durant de nombreuses années.

## **1.2 DIFFICULTÉS ACTUELLES DES ÉTUDES CHAUVES-SOURIS**

Les connaissances permettant d'apprécier l'impact d'un parc éolien sur les chauves-souris sont encore incomplètes et les méthodes d'études à disposition sont parfois difficiles à mettre en œuvre. On est actuellement confronté à plusieurs types de difficultés:

- Les connaissances biologiques fondamentales sont souvent encore lacunaires, notamment en ce qui concerne:
  - les espèces présentes et la taille de leurs populations;
  - l'écologie, la répartition et l'activité des différentes espèces, notamment dans les périmètres prévus pour l'installation de parcs éoliens;
  - les éventuels couloirs de migrations-déplacements saisonniers;
  
- Les moyens d'investigations disponibles sont limités:
  - méthodes disponibles peu répandues;
  - matériel coûteux;
  - méthodes parfois difficiles à mettre en œuvre, ou gourmandes en temps (lorsque l'on pense par exemple aux investigations à 100 m d'altitude, avec une densité d'échantillonnages suffisante);
  - méthodes exigeant parfois du personnel très spécialisé, disponible en nombre limité.
  
- L'appréciation des résultats obtenus est délicate pour plusieurs raisons:
  - représentativité limitée de l'échantillonnage en altitude due aux contraintes de temps et de technique;
  - manque de connaissances entre l'indice d'activité mesuré et le risque de mortalité réel. Peu ou pas d'expérience sur le lien entre les observations réalisées avant la construction d'un parc et la mortalité effective qui accompagne les machines en activité (modification de la sensibilité des chauves-souris à leur environnement, perte d'habitats, attraction par de nouvelles constructions, etc.);
  - importance relative de la mortalité attendue sur les populations présentes.

En conséquence, et comme souvent dans le domaine de la biologie, une marge d'incertitude plus ou moins importante demeurera à l'issue de l'étude d'impact sur l'environnement (EIE). Les mesures proposées tenteront d'en tenir compte. Ces études permettent néanmoins de donner une appréciation sur l'état initial des populations de chauves-souris avant la construction du parc éolien, indispensable comme base de connaissances lors d'un suivi post construction.

### **1.3 DOCUMENTS FOURNIS ET BASES EXISTANTES**

Le présent rapport expose la démarche (chapitre 1 et 2) et les conclusions générales relatives aux recherches chiroptérologiques effectuées à l'intérieur du périmètre du projet de parc éolien (chapitre 3). Il résume ensuite l'ensemble de ces données, pour dessiner un état initial (chapitre 4), apprécier les effets du projet (chapitre 5) et proposer des mesures de diminution ou/et de compensation des impacts (chapitre 6).

À la demande du mandant, un rapport de préanalyse<sup>1</sup> a été établi le 08.06.2012 par François Biollaz, correspondant régional du Centre de Coordination Ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris (CCO) pour la région du Valais. Ce rapport, basé sur les données existantes, conclut que le site du Grimsel représente un « site exceptionnel régional » (statut 4/5) pour les chauves-souris et que l'implantation d'éoliennes présente des conflits évidents, difficiles à résoudre même avec des mesures spécifiques.

Ce présent rapport, établi en 2018, a été mis à jour en 2024.

---

<sup>1</sup> Pré-analyse risques d'impacts du projet éolien sur les chiroptères, Parc éolien Grimsel, 08.06.2012.

# 2 MÉTHODOLOGIE

## 2.1 PRINCIPES

Les recherches suivantes ont été effectuées:

- échantillonnage bioacoustique en altitude à partir de deux mâts à 50 m (chaque appareil étant doublé pour compenser une éventuelle défaillance);
- échantillonnage bioacoustique à partir du sol (méthode « Liste Rouge »);
- recherche de colonies dans les bâtiments.

Les chapitres suivants énumèrent et décrivent concrètement la méthodologie utilisée.

## 2.2 MÉTHODES EMPLOYÉES

### 2.2.1 Principes de la bioacoustique

Les chauves-souris, en se déplaçant ou en chassant, émettent des ultrasons pour se diriger ou pour détecter leurs proies. Leurs cris ne sont pas audibles pour l'oreille humaine. Ils peuvent cependant être transformés à l'aide d'un appareil, sur le moment ou ultérieurement, de manière à les rendre audibles et ainsi de permettre dans certains cas d'en déterminer l'espèce. Il est également possible de les enregistrer et de les étudier plus tard au bureau, à l'aide de logiciels conçus spécialement pour cet usage. Malheureusement, on doit souvent se limiter à un groupe d'espèces plus ou moins restreint en raison des limites de connaissances et de la technique de cette méthode (Annexe 1: Analyse semi-automatique).

Les cris sont d'une durée très courte, de l'ordre de quelques ms, et se suivent à intervalles très courts (quelques ms à quelques dizaines de ms). Lorsque l'on enregistre une chauve-souris, on enregistre en fait une séquence d'un ou plusieurs cris qui se suivent et qu'on attribue donc à un seul et même animal. Si les cris suivants sont enregistrés après un temps « suffisamment long », ils constituent une nouvelle séquence, qui peut provenir ou non du même animal.

**Ainsi, le nombre de séquences enregistrées doit être considéré comme un indice d'activité, et pas nécessairement comme une indication fiable d'un nombre d'animaux.**

Un nombre élevé de cris indique une activité (de chasse ou de passage) considérable à proximité de l'appareil. Il n'est cependant pas possible d'en déduire sans autre un nombre de chauves-souris élevé, un même animal pouvant être enregistré à plusieurs reprises.

La sensibilité des appareils varie selon plusieurs facteurs. Chaque appareil de mesure réagit différemment selon le modèle et suivant son calibrage qui varie lui aussi au fil du temps. Les conditions météorologiques (humidité, température, etc.) ont également une influence sur la réception des cris. Ces influences, difficilement mesurables pour chaque appareil, ne sont pas connues et ne peuvent que sous-estimer les contacts de chauves-souris.

La portée d'enregistrements des appareils ne dépasse en général pas quelques dizaines de mètres, parfois moins. Les résultats ne sont donc qu'un échantillonnage infime de l'ensemble du périmètre du projet. Cette portée varie également selon les espèces. **L'indice d'activité n'est donc pas directement comparable entre les espèces.**

Ainsi, et malgré tous les biais techniques ou d'interprétation que nous pouvons rencontrer avec ce type de méthode, l'analyse bioacoustique des chauves-souris est, à l'heure actuelle, le meilleur moyen d'estimer l'indice d'activité, ainsi que la diversité sur un périmètre, à condition d'avoir les connaissances suffisantes dans ce domaine.

## 2.2.2 Échantillonnage bioacoustique en altitude

Des enregistrements d'ultrasons ont été effectués durant la période de juin 2016 à octobre 2016<sup>2</sup>, au moyen de quatre appareils batlogger de la firme Elekon placés sur deux mâts de mesures à 50 m. Les appareils sur chaque mât ont été doublés pour avoir des données de back up en cas de défaillance technique. Les données de l'appareil ayant enregistré sur la plus longue période ont été analysés. Les données de back up du mât sud ont été utilisées pour la période du 24 septembre au 14 août, l'autre appareil n'ayant rien enregistré à ce moment.

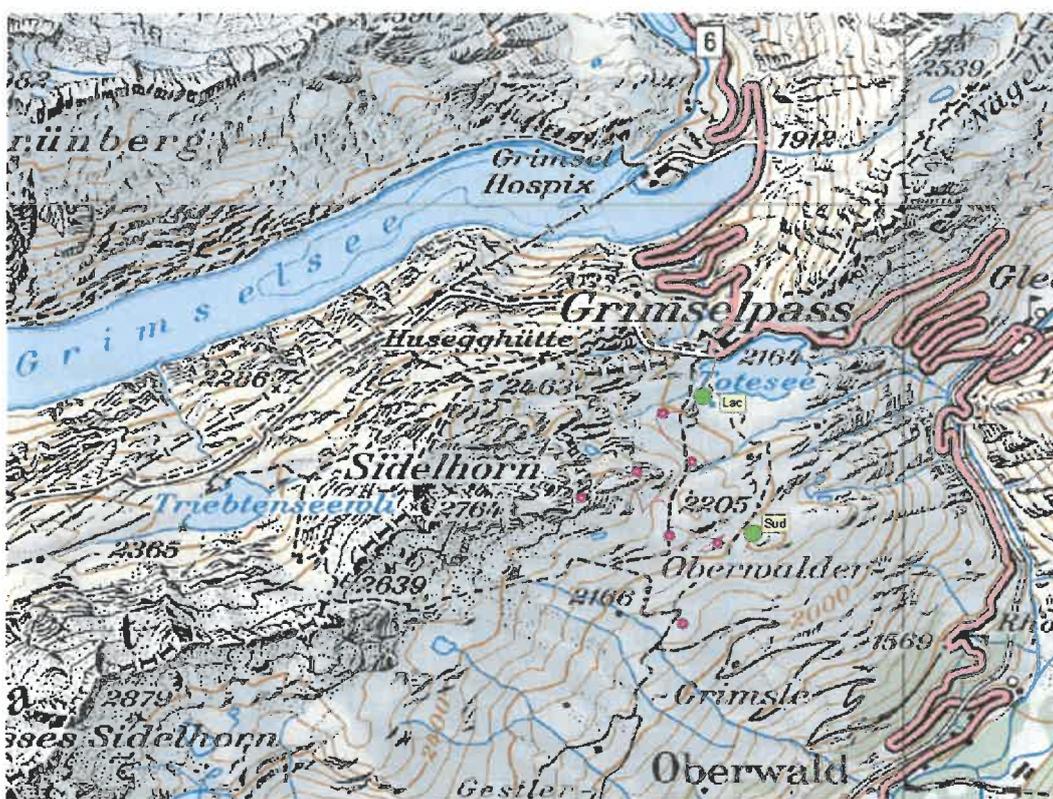


Figure 1: Localisation des mâts de mesure (vert) et des emplacements des éoliennes (rose).

La programmation des appareils était la suivante : début 20-60 minutes avant le coucher du soleil (18h30-21h30), fin 20-60 minutes après le lever du soleil (6h00-7h30) et mise en place pour l'ensemble de la période avec un contrôle mensuel des microphones. Ils fonctionnaient indépendamment des conditions météorologiques (voir Annexe 2: Suivi des relevés).

Les appareils ont été réglés selon les conseils du fabricant. Les cris enregistrés ont ensuite été déterminés semi-automatiquement au moyen des logiciels élaborés par le fabricant des appareils : BatScope 3.1.6. Un contrôle expert sommaire a par ailleurs été effectué afin d'enlever tous les sons parasites enregistrés automatiquement et récupérer

<sup>2</sup> En raison de la grande quantité de neige et des conditions sur le site, il n'a malheureusement pas été possible d'accéder aux mâts de mesure avant le mois de juin.

également les cris de chauves-souris considérés comme bruits par le logiciel (erreurs de déterminations).

## **DIVERSITÉ**

La détermination des espèces permettant d'estimer la diversité présente certaines difficultés.

*Cette détermination semi-automatique n'est malheureusement pas toujours très fiable. Cette fiabilité augmente évidemment lorsque l'on attribue un rang taxonomique plus élevé à la séquence (par exemple, en passant de l'espèce au genre). La détermination oscille ainsi entre deux risques: déterminer une séquence à l'espèce, en risquant de se tromper (« faux positifs ») ou rester moins précis, mais en perdant de l'information (« faux négatifs »). Il est parfois possible d'améliorer la détermination en procédant manuellement (travail d'expert), mais le temps nécessaire devient rapidement prohibitif au fur et à mesure que le nombre de séquences enregistrées augmente.*

Nous avons opté pour un mélange des deux approches. Tout d'abord, afin d'assurer une bonne fiabilité de ces déterminations, certaines séquences ont été contrôlées par un expert afin de confirmer la présence d'une espèce. Des échantillons de différentes espèces, et de différents pourcentages de détermination ont été également transmis à cet expert. En fonction des résultats, des règles spécifiques à ces échantillons ont été appliquées afin de déterminer si les informations d'espèces étaient conservées ou si les séquences étaient attribuées au groupe taxonomique de rang supérieur.

## **INDICE D'ACTIVITÉ**

L'estimation de l'intensité de la fréquentation d'un site représente une autre difficulté.

*Trois séquences enregistrées dans un intervalle de 10 secondes (donc très certainement un seul animal) peuvent-elles être considérées de la même manière que si elles ont été enregistrées à une heure d'intervalle les unes des autres ? En outre, en raison du réglage de base des appareils, certaines séquences ont été scindées en plusieurs morceaux au moment de l'enregistrement, pouvant biaiser l'interprétation, particulièrement pour le groupe des Nyctaloïdes. Enfin, des appareils de marque différente, ou de même marque, mais réglés différemment, placés au même endroit, peuvent enregistrer un nombre différent de séquences. L'utilisation du nombre de séquences enregistrées manque donc à notre avis de fiabilité pour comparer des relevés effectués sur des sites différents et au cours d'études différentes.*

De ce fait, pour permettre une comparaison plus fiable entre plusieurs sites, un regroupement des séquences par tranche d'une minute et par taxon a été effectué. Nous définissons ainsi un contact de la manière suivante:

Contact = nb de minutes durant laquelle un taxon est observé (= minute positive)

Cet indice d'activité a également été appliqué aux données brutes des relevés de Grenchen, permettant d'avoir des résultats comparables.

### **2.2.3 Données météorologiques**

Afin de pouvoir comparer directement l'indice d'activité des échantillonnages bioacoustiques en altitude avec les conditions météorologiques, nous avons analysé les données de température, vitesse du vent (ces deux types de données étant à l'heure actuelle les plus pertinentes). Ces données ont été prises à intervalle de 10 minutes sur les deux mâts de mesure à 50 m pour la vitesse du vent. La température a été prise, elle, à 10 m de hauteur pour l'ensemble des analyses également sur les deux mâts. La moyenne des mesures de l'heure précédant un contact de chauve-souris a été utilisée

afin de tenir compte des conditions météorologiques générales, plus pertinentes que les conditions météorologiques au moment du contact.

## 2.2.4 **Échantillonnage bioacoustique à partir du sol**

Le but de cet échantillonnage est de pouvoir inventorier des milieux hétérogènes présents dans le périmètre d'implantation du parc. Il nous offre ainsi la possibilité de comparer la diversité et partiellement l'activité observée. Cette méthode ayant été en partie utilisée dans le cadre de la révision de la Liste Rouge des chiroptères en Suisse, on peut ainsi comparer le périmètre avec d'autres sites en Suisse.

Avant l'inventaire, l'observateur parcourt le périmètre à prospecter de jour, afin de se familiariser avec les habitats présents, de localiser les points d'écoute et de déterminer le parcours nocturne. Les points d'écoute sont choisis en fonction des milieux favorables aux chauves-souris (lisière, haie, verger, allée d'arbres, etc.), mais doivent aussi représenter les habitats du périmètre a priori moins favorables (champs cultivés, milieux très ouverts, etc.). La durée du trajet entre deux points d'écoute est de 9 minutes au maximum. Pour rester le plus comparables possible, les points de l'inventaire devraient se trouver dans un périmètre d'un kilomètre carré. Les mêmes points d'écoute sont inventoriés à chaque passage, mais leur ordre change à chaque visite. Aucun passage n'a lieu lors de nuits avec fort vent, forte pluie ou basse température (inférieure à 8°C).

Les relevés débutent 20 minutes après le coucher du soleil, plus tôt en cas de temps couvert. Le détecteur à ultrasons utilisé est un Pettersson D240x. À chaque point d'écoute, l'observateur relève pendant 15 minutes sur une fiche de terrain le nombre de contacts pour chaque espèce cible. La procédure mise en place vise la détection qualitative et semi-quantitative des espèces, donc le recensement de toutes les espèces visitant le site.

Ici aussi, la définition du contact est calculée ainsi ;

Contact = nb de minutes durant laquelle un taxon est observé (= minute positive)
--

**Important:** cette activité ne peut pas être comparée à celle obtenue en continu avec les batcorders en altitude pour de nombreuses raisons méthodologiques, notamment le type de détecteur utilisé.

Une preuve de présence (enregistrement) est apportée pour chaque espèce mentionnée par relevé. Toutes les espèces, difficilement ou non identifiables sur le terrain par l'observateur, sont enregistrées et analysées a posteriori.

## 2.2.5 **Compléments**

La présence de chauves-souris a été recherchée dans les bâtiments les plus propices situés dans le périmètre du parc et dans le secteur de l'hospice. Elle a porté sur la recherche de sortie de gîte visuelle et acoustique, complété par des recherches de crottes ou d'autres indices de présence, ainsi que sur l'interrogation des propriétaires lorsque cela était possible et pertinent. On recherche de la sorte des rassemblements importants de chauves-souris (colonies), davantage qu'une présence ponctuelle d'un ou deux individus.

## 3 RÉSULTATS

### 3.1 ÉCHANTILLONNAGE BIOACOUSTIQUE EN ALTITUDE

Les deux appareils par mâts situés à la même hauteur ont enregistré un nombre de séquences différents, bien que dans le même ordre de grandeur.

Site	Identifiants	Nuits	Nb séquences
Grimsel Sud	GRI-S Bat1 (1148)	103 nuits	46'580
Grimsel Sud	GRI-S Bat2 (1149)	103 nuits	57'702
Grimsel Lac	GRI-L-Bat1 (1152)	139 nuits	30'560
Grimsel Lac	GRI-L Bat2 (1153)	121 nuits	35'264

D'après une analyse sur une petite partie des données à double, la plus grande quantité d'enregistrements des appareils Bat2, positionnés différemment sur les mâts est principalement dû à des bruits supplémentaires (surement des câbles) et non à des contacts de chauves-souris en plus. Leurs cartes mémoires ont été plus rapidement saturées et ils ont donc couvert une période de temps plus réduite. Les appareils Bat1 ont été préférés, et complétés à une période par des enregistrements de l'appareil Bat2 pour le mât Sud.

Les données analysées sont résumées dans le tableau ci-dessous. (voir Annexe 2: Suivi des relevés pour le détail).

Site	Identifiants	Nuits	Nb séquences
Grimsel Sud	GRI-S Bat1 (1148) + 22 nuits complément GRI-S Bat2 (1149)	125 nuits	55'827
Grimsel Lac	GRI-L-Bat1 (1152)	139 nuits	30'560

Après sélection des données sans doublon temporel, l'étude totalise 264 nuits de suivi entre les différents appareils sur l'ensemble du périmètre. Au cours de ces nuits d'enregistrements, 12'494 séquences contenant des cris identifiables de chauves-souris ont été enregistrées, et ont été regroupées en 9006 contacts. Ces résultats se répartissent de la manière suivante:

Sites	Hauteur	Nuits	Nb contacts	Moyenne/nuit
Grimsel Lac 50 m	50 m	139	3557	25.6
Grimsel Sud 50 m	50 m	125	5449	44.3

Les mesures ayant débuté le 24 juin, les données de l'activité printanière ne sont pas disponibles. Entre le 24 août et 14 septembre le capteur principal du mât Grimsel Sud était défectueux et n'a rien enregistré. Pour cette période, les données du deuxième capteur au même emplacement ont été utilisées. Entre le 20 et le 31 octobre, les cartes mémoires des deux appareils du mât Grimsel Sud étaient pleines en même temps et n'ont rien pu enregistrer de plus.

#### 3.1.1 Espèces et groupes d'espèces

La détermination des espèces est le résultat de l'analyse combinée du programme (semi-automatique) et de l'expert (manuelle). Étant donné les difficultés de détermination jusqu'à l'espèce de certaines séquences, nous préférons représenter ici uniquement le

résultat par groupes d'espèces. En outre, le nombre de déterminations suffisamment fiables est souvent trop faible pour pouvoir décrire une quelconque tendance spécifique. 155 séquences (environ 1.2 % des séquences du Grimsel) ont été déterminées manuellement par un expert et les résultats sont discutés dans le texte.

Environ un quart des contacts ont été considérés comme du bruit par le logiciel de détermination, et récupérés manuellement comme contacts de chauves-souris non déterminées lors du contrôle expert sommaire. Le nombre de contacts sans détermination de famille est donc très élevé. (voir Annexe 1 : Analyse semi-automatique). A l'inverse, en moyenne 58% des sons enregistrés n'étaient pas des chauves-souris (bruit, pluie, frottement de câbles, etc).

Cinq groupes sont ainsi représentés d'après les types de cris.

Groupe des Myotis/Plecotus/Barba (orange): Espèces appartenant à l'un de ces trois genres (Murin (*Myotis*), Oreillard (*Plecotus*) ou Barbastelle (*Barbastellus*). Espèces ayant des cris de faible portée et chassant principalement à proximité du sol elles sont, d'après les recherches actuelles, moins sujettes aux impacts directs des éoliennes.

Groupe des Pipistrelloïdes (bleu): Espèces appartenant au genre des Pipistrelles (*Pipistrellus*). Le Minioptère de Schreiber (*Miniopterus schreibersi*) ainsi que le Vespère de Savi (*Hypsugo savii*) font aussi partie de ce groupe. Espèces, dont certaines sont dites de « haut vol », ayant des cris de portée moyenne, elles sont souvent sujettes aux impacts directs des éoliennes, chassant dans les milieux ouverts ou semi-ouverts. Certaines espèces sont migratrices.

Groupe des Nyctaloïdes (vert): Espèces appartenant aux genres des Sérotines (*Eptesicus/Vespertilio*) et Noctules (*Nyctalus*). Espèces, dites de « haut vol », ayant des cris de portée lointaine, elles aiment chasser dans des milieux ouverts et elles sont souvent de ce fait sujettes aux impacts directs des éoliennes. Certaines espèces sont migratrices.

Groupe des « Rhinolophus. » (rose): Espèces appartenant au genre des Rhinolophes. Espèces ayant des cris de très faible portée, elles sont, d'après les recherches actuelles, moins sujettes aux impacts directs des éoliennes, chassant à proximité du sol.

Groupe des « Chiro sp. » (rouge): contacts de chauves-souris non déterminés

Tous sites confondus, le groupe des Pipistrelloïdes représente seulement le 4% des contacts. Il est principalement composé de Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*) La Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) est présente en proportion légèrement plus faible, alors que le Vespère de savii (*Hypsugo savii*) est très sporadiquement observé. Un seul contact de Pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*) a été validé sur le site Grimsel Sud.

Le groupe de Nyctaloïdes comprend lui la **grande majorité** des observations (69%). Par contre, une faible proportion de contacts ont été déterminés à l'espèce dans ce groupe. Parmi les contacts identifiés, on retrouve majoritairement la Sérotine bicolore (*Vespertilio murinus*), ainsi qu'en moindre proportion la Sérotine boréale (*Eptesicus nilssonii*). La présence du Molosse de Cestoni (*Tadarida teniotis*) est également confirmée sur les deux mâts. Tous les enregistrements de Noctule de Leisler ont été reclassés en Nyctaloïdes à cause de leur qualité insuffisante pour une détermination fiable, bien que la présence de l'espèce ait été certifiée. Il est très difficile de se représenter la proportion des espèces, les trois quarts des séquences ne pouvant aboutir à une détermination précise. En outre, la détermination plus facile de certaines espèces (Sérotine bicolore) pourrait biaiser la recherche d'une proportion plus précise.

Parmi les autres espèces, un Murin a été confirmé une seule fois, en transit sur le site du Grimsel Lac. Il s'agit d'un Murin de Natterer (*Myotis nattereri*).

À noter qu'aucun individu du groupe des Rhinolophes n'a été entendu dans le périmètre. Ce n'est pas particulièrement surprenant puisque, pour les motifs relevés ci-dessus, il est très peu probable de les entendre à 50 m et plus.

Enfin, un pourcentage assez important de contacts (27%) de chauves-souris n'a pas pu être déterminé. Il s'agit souvent d'enregistrements lointains ou par nuit venteuse qui n'ont pas pu être déterminés par le logiciel comme cris, ainsi que ceux qui ont été déterminés avec un très faible pourcentage de qualité et dont l'espèce n'a pas été confirmée par le spécialiste.

Au total, la présence d'au minimum 10 espèces de chauves-souris dans le périmètre est attestée grâce à cette méthode (voir Tableau 3, page 22).

Il est très curieux de constater que la proportion entre les différents groupes est identique sur les mâts, d'autant que le type d'utilisation (migration/chasse) semble différent entre les deux sites (voir plus bas). Ces proportions ont été plusieurs fois vérifiées et nous n'avons pas d'explication particulière ; nous ne pouvons que constater cette similitude.

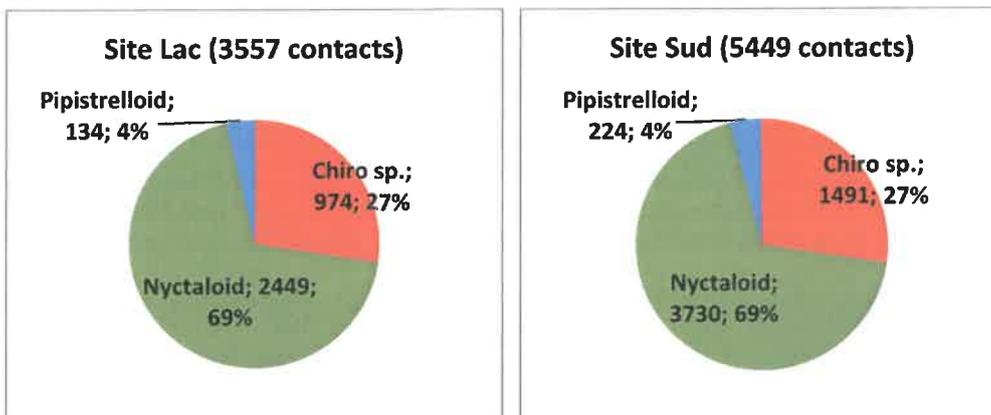


Figure 2: Grimsel Lac - 50 m (139 nuits)    Figure 3: Grimsel Sud - 50 m (125 nuits)

### 3.1.2 Intensité de l'activité

Le nombre de contacts par nuit nous donne l'indice d'activité des chauves-souris au cours de la saison. Le graphique en Annexe détaille cette activité au cours de la période d'observation. Ce nombre de contacts par nuit est assez variable, pouvant passer de 2 à 120 contacts en l'espace de deux nuits consécutives. De manière générale, on notera des contacts quasiment toutes les nuits et un nombre moyen de contacts par nuit compris entre 30 et 50 contacts. Enfin, à certaines périodes de l'année, le nombre de contacts atteint la centaine par nuit, voire le double, et ce sur les deux sites. De manière générale, significativement plus de contacts ont été enregistrés sur le site sud.

#### REPARTITION DES CONTACTS AU COURS DU TEMPS

La moyenne des contacts par mois a été utilisée (Figure 4) pour représenter la variation au cours du temps, avec généralement un minimum de 18 nuits d'échantillonnage par mois (excepté juin avec 5 nuits et novembre avec 3 nuits). Les données n'ayant pu être

récoltées qu'à partir de fin juin à cause de l'enneigement, les données printanières ne sont donc pas disponibles.

Si l'activité est toujours supérieure au Sud, la répartition de celle-ci est relativement semblable sur les deux sites, avec un maximum durant la période des déplacements automnaux suivi d'une forte diminution en octobre-novembre. On peut cependant observer une différence de fonctionnement durant le début de la période des colonies (juin et juillet, mais uniquement 3 à 5 nuits de suivi en juin d'où une fiabilité des moyennes faible) avec une activité plus marquée au sud qu'aux environs du lac. La différence d'activité persiste par la suite, mais de manière nettement moins marquée.

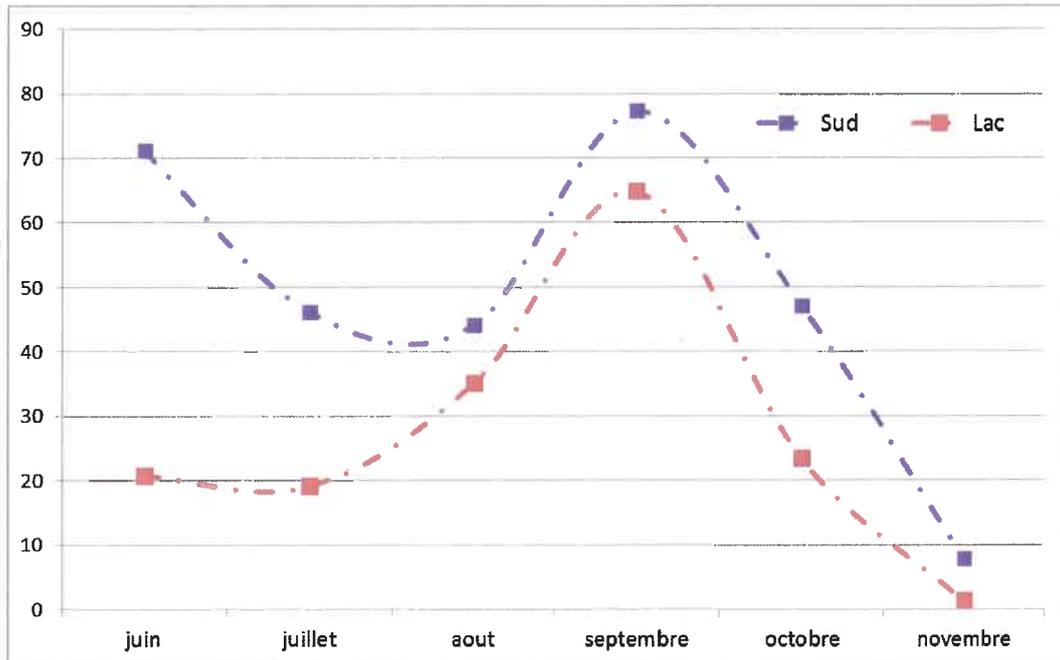


Figure 4: Répartition moyenne des contacts au cours du temps sur les deux sites (nombre moyen de contacts par nuit).

#### REPARTITION DES CONTACTS AU COURS DE LA NUIT

Les graphiques ci-dessous synthétisent l'ensemble des observations des deux sites par intervalle d'une demi-heure après le coucher du soleil. On observe ainsi un pic d'activité dès 1 heure après le coucher du soleil durant environ 1 heure, puis une d'activité assez constante jusqu'à 7h après le coucher du soleil. Cette activité diminue ensuite progressivement. Le 80 % des contacts est atteint environ 9 heures après le coucher de soleil, mais est évidemment très variable selon la saison et avec l'augmentation de la durée de la nuit en automne.

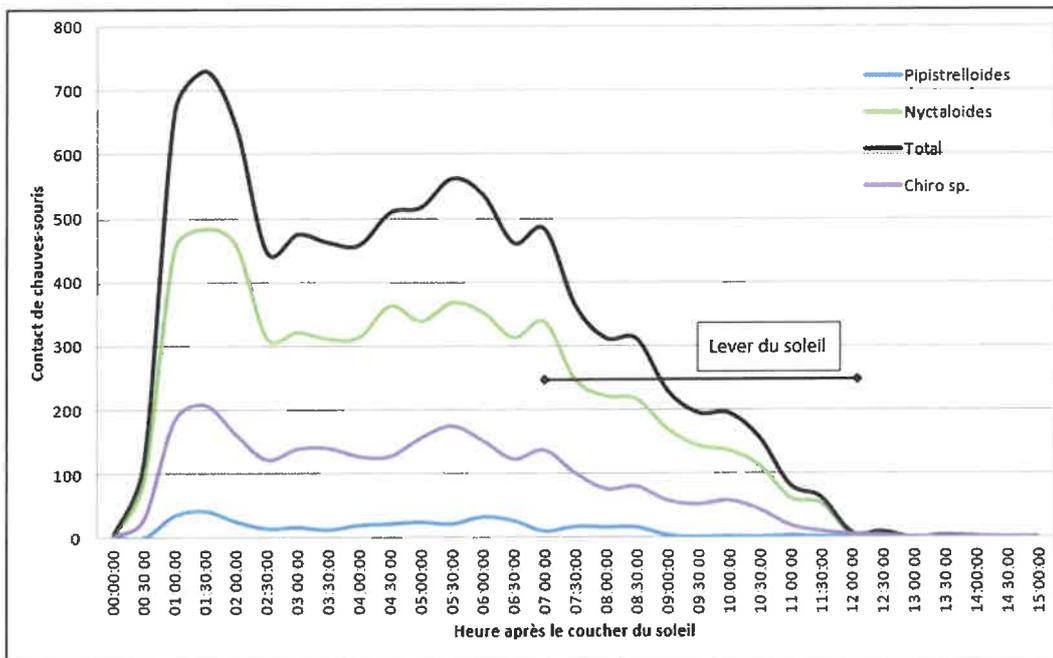


Figure 5: Nombre de contacts enregistrés par tranche semi-horaire sur les deux sites.

Les deux sites présentent une structure d'activité différente le long de la nuit : pour le site du sud, après le premier pic d'activité 1h après le coucher de soleil, un autre est marqué 6h après, alors que pour le site lac, après ce premier pic similaire, le nombre de contacts ne fait que décroître.

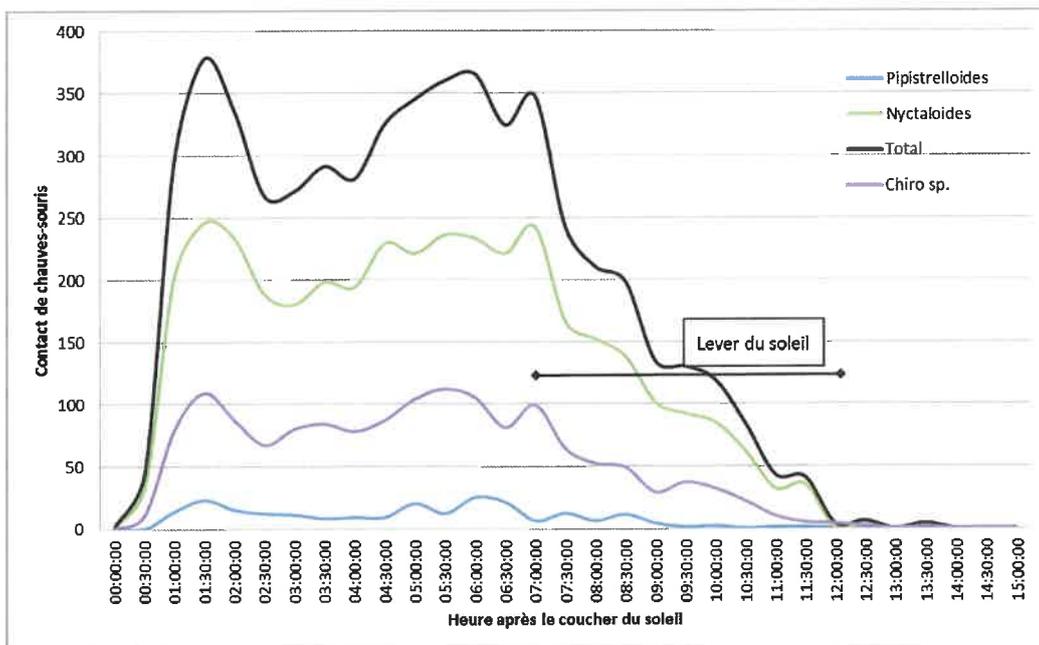


Figure 6: Nombre de contacts enregistrés par tranche semi-horaire sur le site Sud : deux pics d'activité sont présents.

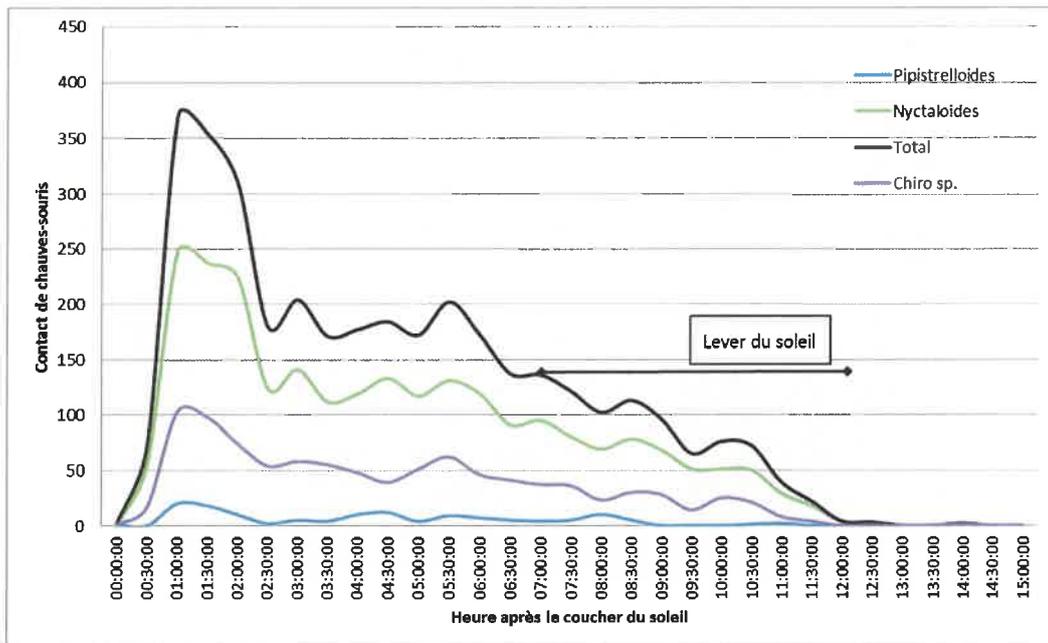


Figure 7: Nombre de contacts enregistrés par tranche semi-horaire sur le site Lac : un seul pic d'activité est relevé.

Cette différence de structure d'activité entre les deux sites varie également le long de l'année. Pour le mât sud, l'activité est plus dense en fin de nuit au début de l'été, alors que le reste de l'année elle est répartie tout le long de la nuit, avec ce pic en début de nuit. Pour le mât lac, l'activité est plus faible au début de l'été, mais avec une concentration d'activité particulièrement forte en début de nuit à la fin de l'été (août-septembre).

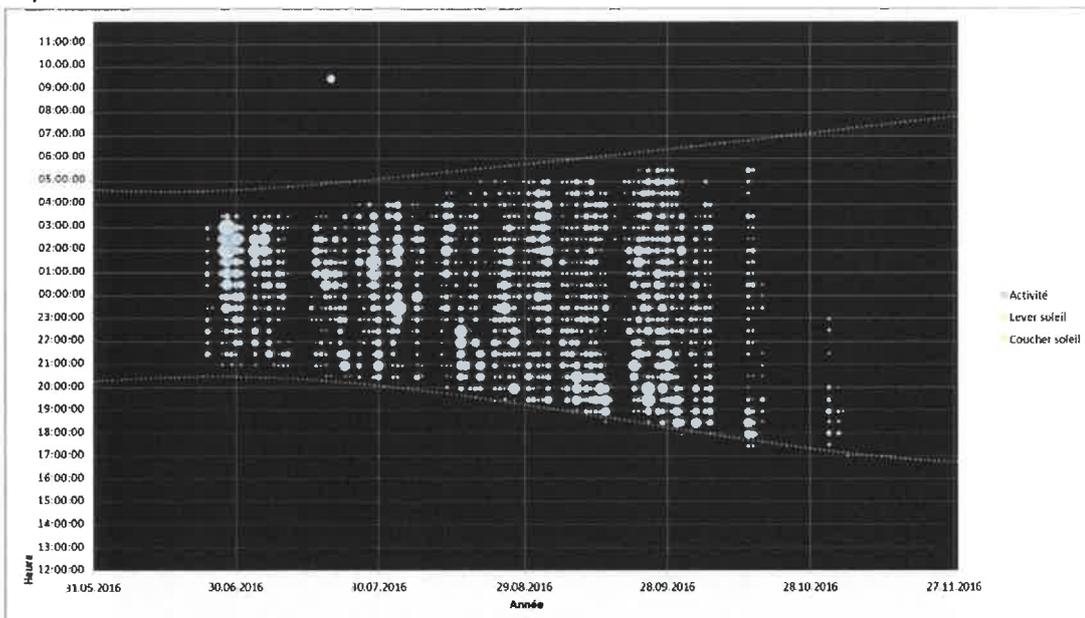


Figure 8: Nombre de contacts enregistrés au mât Sud par mois et par tranche horaire, comparé aux horaires de lever et coucher du soleil.

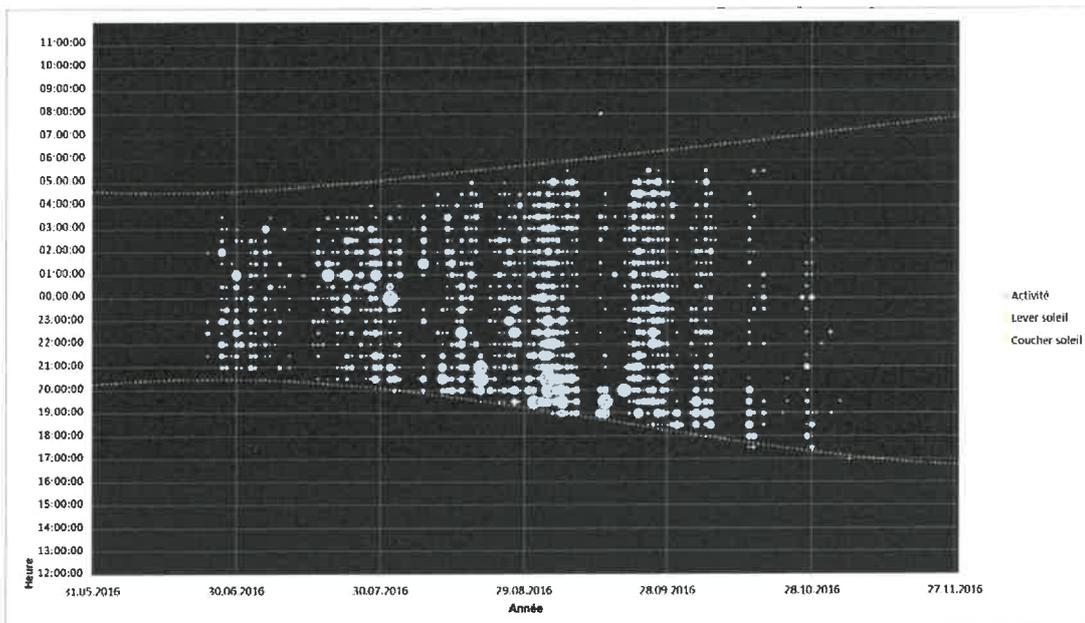


Figure 9: Nombre de contacts enregistrés au mât Lac par mois et par tranche horaire, comparé aux horaires de lever et coucher du soleil.

Au vu de la rareté du Molosse de Cestoni (*Tadarida teniotis*) au niveau suisse, une attention particulière lui a été consacrée.

Les molosses sont présents de juin à octobre, sans préférence évidente d'heure ou de dates. La fréquence de leurs cris étant très basse par rapport aux autres espèces, seule une partie de leurs cris peut être enregistrée par les batloggers. Une autre partie des enregistrements de molosses ne sont pas classifiés comme tels en raison de la difficulté des logiciels à déterminer des sons de faible fréquence, et se retrouvent dans la catégorie « Chiro sp » ou « Nyctaloïdes » des données. Sur le graphique suivant ne figurent que les 64 contacts formellement identifiés comme provenant de cette espèce. Ils sous-estiment probablement la fréquentation du site par cette espèce.

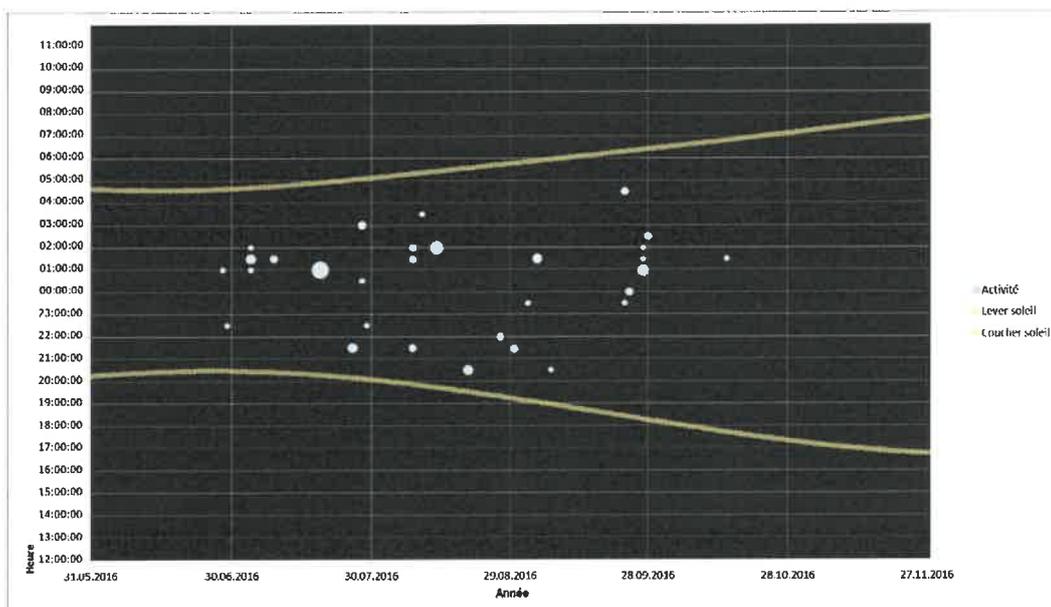


Figure 10: Nombre de contacts de *Molosse de Cestoni* enregistrés et identifiés pour les deux mâts, par mois et par tranche horaire, comparé aux horaires de lever et coucher du soleil.

### 3.1.3 Répartition des contacts suivant les conditions météorologiques

Les données météorologiques ont été mesurées sur chacun des deux mâts à une altitude de 50 m pour le vent, et de 10m pour la température, l'humidité et la pression atmosphérique. Sur les graphiques suivants, la courbe rouge représente chaque fois une variable météorologique mesurée sur un mât entre juin et novembre 2016 entre 19h00 et 7h00.

#### RÉPARTITION DES CONTACTS EN FONCTION DE LA VITESSE DU VENT

Les graphiques ci-dessous synthétisent la répartition des contacts de chauves-souris (en proportion cumulée) par classe de vitesse de vent de 0,5 m/s (aussi indiquée en proportion cumulée) pour chaque site. Les classes représentées vont de 0 à 15 m/s, une vitesse maximum de 13 m/s ayant été observée pour cinq contacts sur le site du lac. Au sud, les anémomètres mesurant le vent étaient gelés 12% du temps, indiquant une vitesse de zéro. Aucune chauve-souris n'a été observée durant ces périodes.

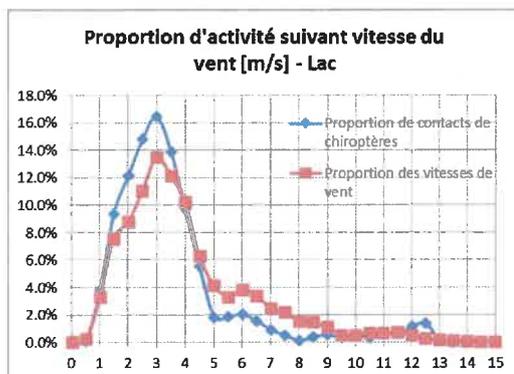


Figure 11 : Grimsel Lac 50 m

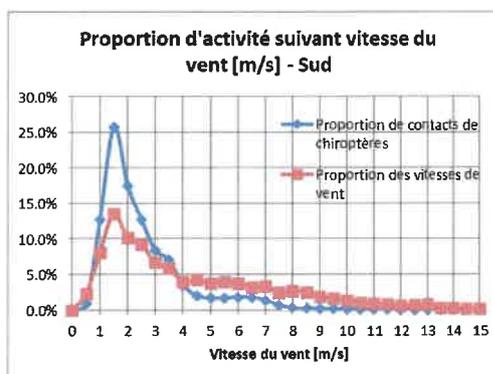


Figure 12 : Grimsel Sud 50 m

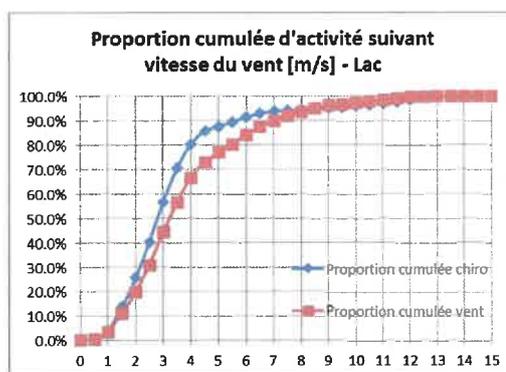


Figure 13: Grimsel Lac 50 m

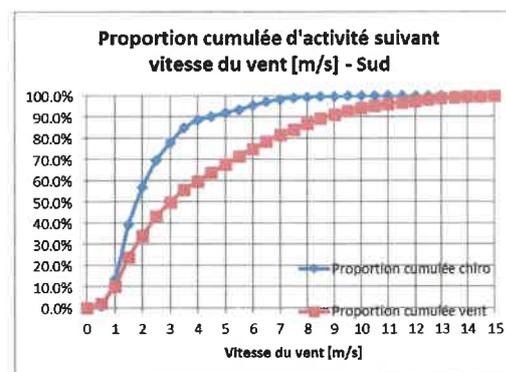


Figure 14: Grimsel Sud 50 m

On remarque une répartition du vent et une réaction des chauves-souris à la vitesse du vent très différentes pour les deux sites. Pour le site vers le lac, qui présente des vitesses de vent en général plus élevées, le vent semble avoir moins d'importance pour les

chiroptères (les courbes d'activité et de vent sont très proches), et ils volent jusqu'à des vitesses de vent très élevées. Le 90% des contacts est obtenu en dessous de 6 m/s alors que pour le site sud, cette valeur est obtenue déjà en dessous de 4m/s. Au lac, les vitesses comprises entre 1.5 et 3.5 m/s sont préférées, alors qu'au-dessus de 5 m/s elles sont plutôt évitées. Au sud, les vitesses comprises entre 0.5 et 2.5 m/s sont préférées, alors qu'au-dessus de 3.5 m/s elles sont plutôt évitées. Les chauves-souris semblent donc moins bien supporter les vents forts au sud.

En regardant la répartition selon la saison, on voit en outre qu'au lac, le 90% des contacts est atteint en dessous de 4.5m/s en été comme en automne, alors qu'au mat sud, le 90% des contacts est atteint à 3.5m/s au printemps contre 5m/s en automne, montrant la composante saisonnière de ce mat. La préférence pour les vents plus faible reste marquée en automne, mais est moins forte qu'en été.

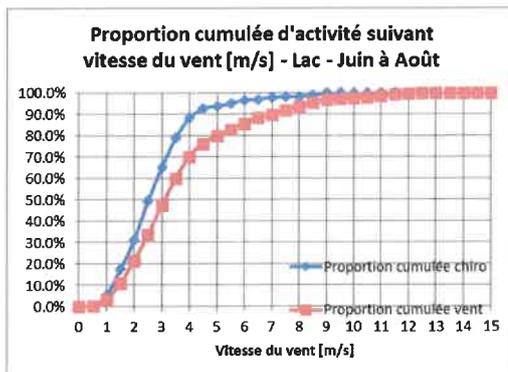


Figure 15: Grimsel Lac 50m de juin à août

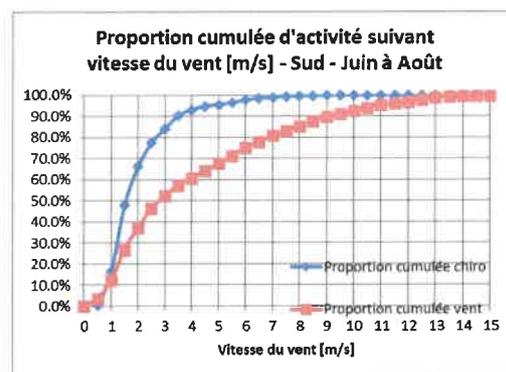


Figure 16: Grimsel Sud 50m de juin à août

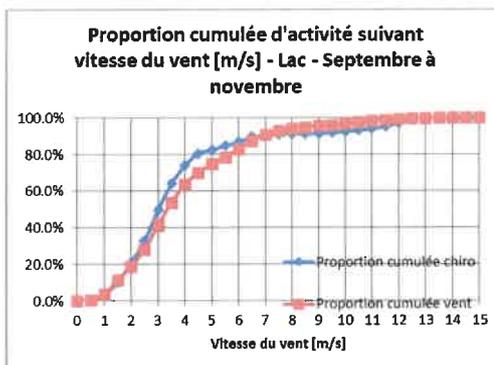


Figure 17: Grimsel Lac 50m de septembre à novembre

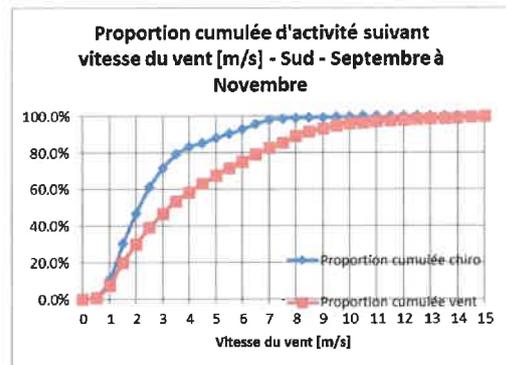


Figure 18: Grimsel Sud 50m de septembre à novembre

## RÉPARTITION DES CONTACTS SUIVANT LA TEMPÉRATURE

Le graphique ci-dessous synthétise l'ensemble des observations par classe de température calculée en °C. Les températures représentées vont de -5 à 25 °C. La classe -5°C comprend toutes les observations faites en-dessous de -4.5°C. En-dessous de 0°C 32 contacts ont été enregistrés, répartis équitablement sur les deux sites. Il s'agit de Nyctaloides ou de chiroptères indéterminés, au mois d'octobre donc lors des migrations (à l'exception d'une pipistrelle à -0.5°C en juillet). Les Molosses, connus pour voler à des températures négatives, sont intégré dans les déterminations dans le groupe des Nyctaloides.

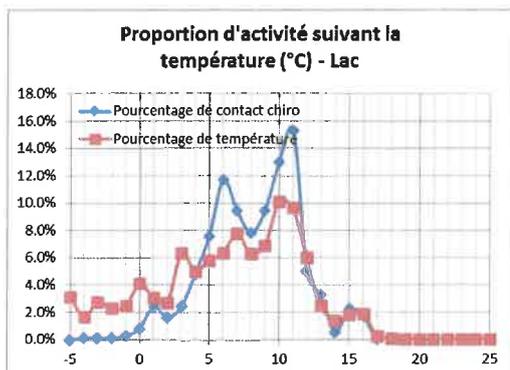


Figure 19: Répartition des contacts en fonction de la température, mâât lac.

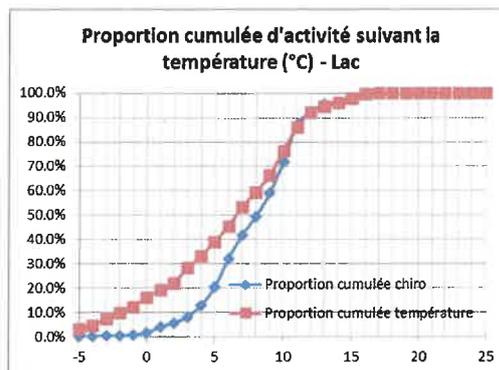


Figure 20: Proportion cumulée des contacts en fonction de la température, mâât lac.

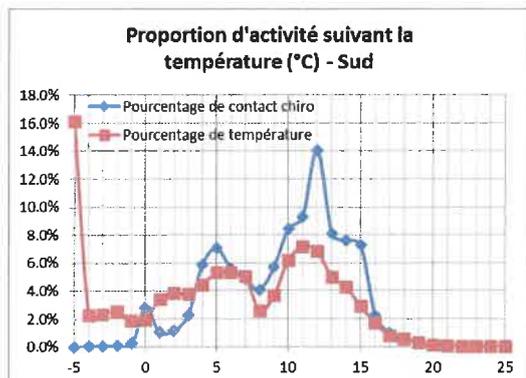


Figure 21: Répartition des contacts en fonction de la température, mâât sud.

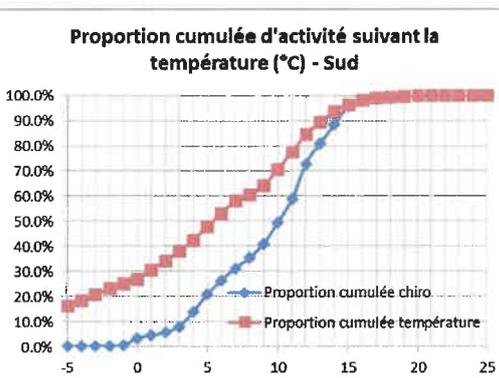


Figure 22 : Proportion cumulée des contacts en fonction de la température, mâât sud.

L'activité principale se situe à partir de 5 °C, avec semblerait-il une préférence marquée pour les températures comprises entre 8 et 15 °C pour le mâât sud et 5 et 12°C pour le lac. On remarque aussi une activité faible, mais non nulle au-dessous de 5 °C, avec des contacts enregistrés jusqu'à -5°C. Une différence de comportement est présente entre les deux mââts.

Au mâât du lac comme celui du lac, on note 8% de l'activité encore en dessous de 1°C en automne. En été l'activité commence à 4°C au lac et à 7°C au sud.

Les températures sont globalement plus élevées vers le mâât du lac. Au mâât sud, 16% des températures nocturnes se situent en dessous de -5°C.

### 3.2 ÉCHANTILLONNAGE BIOACOUSTIQUE À PARTIR DU SOL

Les inventaires selon la méthode Liste Rouge se sont déroulés les nuits du 10 juin, 4 juillet, 8 août et 9 septembre 2016, sur dix points d'écoute. Ils ont permis de répertorier au total 28 contacts de chauves-souris (45 séquences). (Voir les figures et tableaux ci-après).

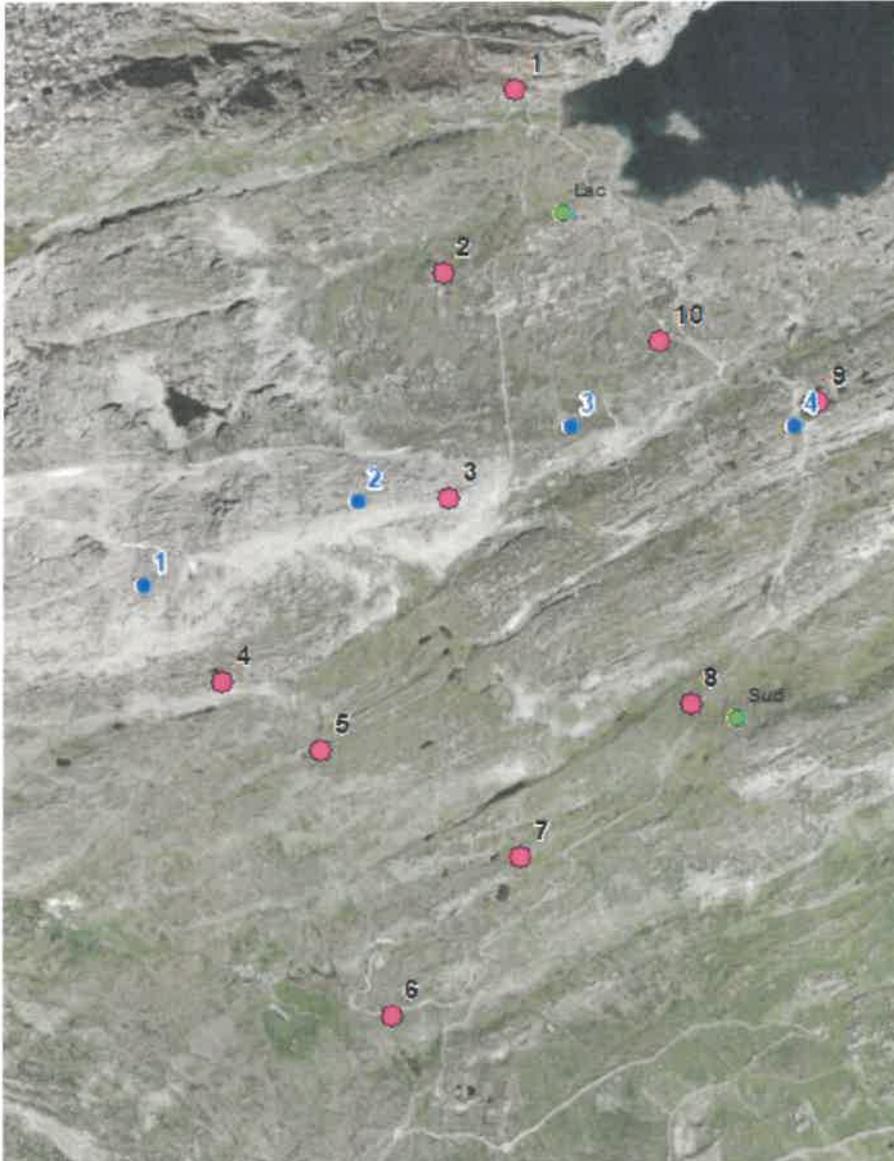


Figure 23 : localisation des points d'écoute (en rose), ainsi que des projets d'éoliennes (en bleu) et des mâts de mesure (en vert)

### 3.2.1 **Espèces**

Au total, cinq espèces ont pu être certifiées sur le site du Grimsel par cette méthode. Les complexes d'espèces du genre *Plecotus* (l'identification spécifique n'est pas encore très claire pour ce groupe) et du genre *Myotis* où l'identification reste extrêmement difficile ont été comptabilisés chacun comme une seule espèce (voir Figure 24).

Parmi les Pipistrelloïdes (18%), seule la pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) a été entendue.

Dans le groupe des Nyctaloïdes (78 %), la Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) représente la majorité des contacts (35 %) et a été enregistrée sur tous les points d'écoute avec des contacts de chauve-souris (rien n'a été entendu aux points d'écoute 1 et 8). Le molosse

de Cestoni (*Tadarida teniotis*) (7%), et la Sérotine boréale (*Eptesicus nilssonii*) (14%) ont été entendus tous deux à deux points d'écoute. La présence de Sérotine bicolore (*Vespertilio murinus*) et de Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) est possible, mais n'a pas été déterminée avec certitude.

La dernière espèce identifiée appartient au groupe des Oreillard (3 %). En raison de validations croisées non disponibles, l'espèce précise n'a pas pu être certifiée. Le groupe des Murins n'a pas été entendu lors de cet échantillonnage.

Point d'écoute	Myo/Ple/Bar	Nyctaloid				Pipistrelloid	Total
	Plecotus sp	Nyctalus leisleri	Tadarida teniotis	Eptesicus nilssonii	Nyctaloid sp	Pipistrellus pipistrellus	
pt_Grim02			1				1
pt_Grim03			1				1
pt_Grim04				1			1
pt_Grim05			3		1	2	6
pt_Grim06			1				1
pt_Grim07	1			1			2
pt_Grim09			3		3	1	7
pt_Grim10			1				1
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>28</b>
Pourcentage	3.6%	35.7%	7.1%	14.3%	21.4%	17.9%	100.0%

Tableau 1: Nombre de contacts par espèce observée aux différents points d'écoute.

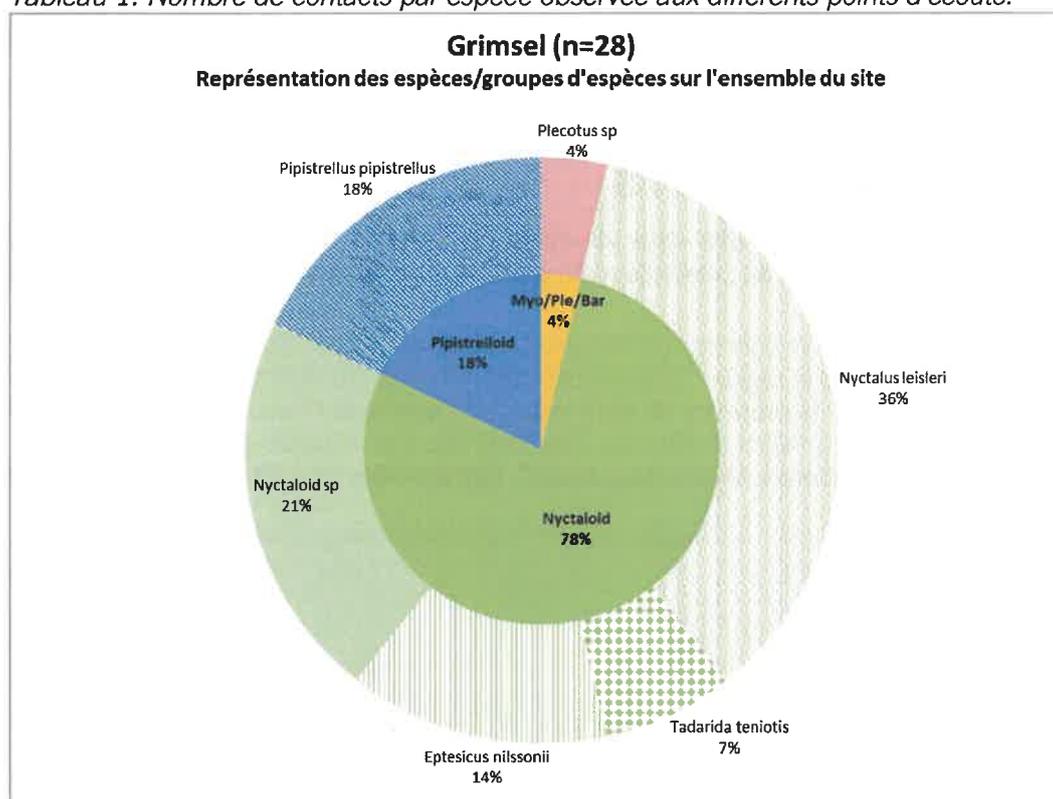


Figure 24: Espèces et groupes d'espèces observés. Comme pour les analyses semi-automatiques des échantillonnages en altitude, les couleurs se rapportent aux différents groupes.

### 3.2.2 Répartition des contacts au cours du temps

Le nombre de contacts par soirée (9 contacts en moyenne en 10 fois 1 quart d'heure, soit 3.6 cts/h, Tableau 2) est plutôt bas si on le compare à d'autres sites de plaine dans lesquels ce protocole d'observation a été utilisé. Il diffère entre les différentes nuits d'inventaires, avec une majorité des contacts en juillet et septembre, et peu d'activité en

août. De légères différences peuvent aussi s'observer entre les différents points d'écoute avec une activité nulle relevée sur les points 1 et 8, et une activité basse relevée sur les points 2, 3, 6 et 10. Cette activité est normale, voire élevée en comparaison avec d'autres sites à cette altitude.

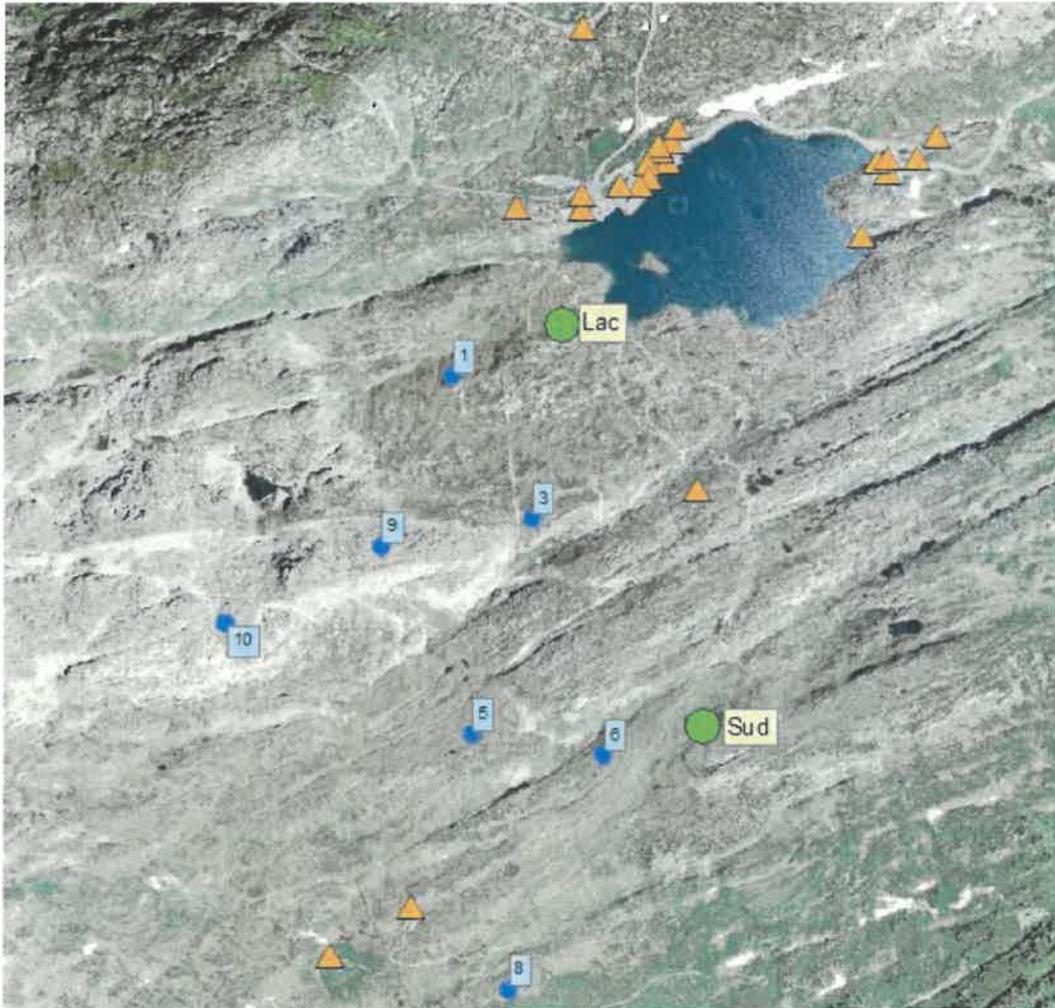
Point d'écoute	Juin	Juillet	Août	Septembre	Total	
pt_Grim01					0	
pt_Grim02		1			1	
pt_Grim03				1	1	
pt_Grim04		1	2	1	4	
pt_Grim05		2	3		6	
pt_Grim06				1	1	
pt_Grim07		1	1	3	5	
pt_Grim08					0	
pt_Grim09			3	1	5	
pt_Grim10				1	1	
<b>Total général</b>		<b>5</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	
Pourcentage		17.9%	32.1%	10.7%	39.3%	100.0%

Tableau 2: Résumé du nombre de contacts enregistrés par soirée.

### 3.3 COMPLÉMENTS

Aucune colonie n'a pu être mise en évidence dans les 30 bâtiments ou installations visités. Un seul indice de présence a été découvert dans un abri à bétail, mais il ne s'agit pas d'une colonie.

A noter que selon les données d'infofauna [en date du 11.03.2024], aucune colonie n'est connue dans la région. Dans les espèces difficilement distinguables avec leurs ultrasons, on note la présence de deux espèces d'oreillards (*Plecotus macrobullaris* et *Plecotus auritus*) à moins de 6km du site, ainsi que trois espèces de murins (*Myotis myotis*, *Myotis nattereri*, *Myotis daudentoni*). Ces données ne sont pas des preuves de reproduction.



*Figure 25 : localisation des maisons recensées (orange), avec les mâts de mesure (vert) et les projets d'emplacements des éoliennes.*

### 3.4 TABLEAU DE SYNTHÈSE DES ESPÈCES OBSERVÉES

Group	Espèces de Suisse	Suivi mat lac	Suivi Mat sud	Méthode Liste Rouge	Statut Liste Rouge
Pipistrelloïdes	Pipistrellus pipistrellus	X	X	X	LC
	Pipistrellus nathusii	X	X		LC
	Pipistrellus kuhli				LC
	Pipistrellus pygmaeus		X		NT
	Hypsugo savii	X	X		NT
	Miniopterus schreibersi				EN
Nyctaloïdes	Nyctalus leisleri	X	X	X	NT
	Nyctalus noctula	(X)			NT
	Nyctalus lasiopterus				DD
	Eptesicus nilssoni	X	X	X	VU
	Eptesicus serotinus	(X)	(X)		VU
	Vespertilio murinus	X	X		VU
	Tadarida teniotis	X	X	X	NT
Myotis/Plecotus/Barba	Barbastella barbastellus				EN
	Plecotus sp.		X	X	
	Plecotus auritus				VU
	Plecotus austriacus				CR
	Plecotus macrobullaris				EN
	Myotis sp.				
	Myotis mystacinus				LC
	Myotis brandti				VU
	Myotis emarginatus				EN
	Myotis nattereri	X			NT
	Myotis bechsteini				VU
	Myotis myotis				VU
	Myotis blythi				CR
	Myotis daubentoni				NT
	Myotis capaccinii				DD
Myotis alcaethoe				DD	
Rhino	Rhinolophus ferrumequinum				CR
	Rhinolophus hipposideros				EN
	Rhinolophus euryale				DD
Résumé	Nombre d'espèces	8 (10)	9 (10)	5	
	Nombre d'espèces total		10 (12)		

(X): Espèce à détermination non certifiée

Tableau 3: Diversité des chauves-souris d'après les méthodes d'inventaire.

## 4 DISCUSSION

L'appréciation des résultats obtenus est délicate pour plusieurs raisons :

- Comparaison difficile à établir avec d'autres sites qui ont utilisé des appareils différents. Les connaissances pour l'indice d'activité échantillonné avec un batlogger sont encore en développement.
- Absence de données pour la première partie de l'année.
- Échantillonnage limité à une année, ne prenant donc pas en compte une éventuelle variabilité interannuelle.
- Manque de moyens de comparaison pour la région : peu de sites ont été étudiés jusqu'à présent dans les Alpes.
- Connaissances encore lacunaires de la faune chiroptérologique dans les Alpes : quelles espèces rencontre-t-on habituellement ? Quels milieux sont-ils utilisés de préférence ? Avec quelle intensité ?
- Populations régionales de chauves-souris peu ou pas connues.

À l'heure actuelle, la plupart des relevés effectués sur d'autres périmètres éoliens ont été réalisés avec un autre appareil, le batcorder de la firme allemande EcoObs ou avec le système AnaBat de la firme Australienne Titley scientifique. Sans aller dans les détails, il serait faux de comparer les données directement entre elles sans réflexion. Sur la base de nos connaissances, de la littérature et d'essais personnels, par rapport au batcorder, nous pouvons néanmoins prétendre que ;

- Une meilleure sensibilité du micro du batlogger lui permet l'enregistrement de plus nombreux cris de chauve-souris.
- De manière générale, un facteur de différence variant de 0.2 à 32 fois a été observé pour une nuit.
- Sur plusieurs nuits, l'écart se resserre, mais on observe des différences selon les groupes, allant de 3 fois pour les Nyctaloïdes à 20 fois pour les Pipistrelloïdes.

Par la suite, nous comparerons le périmètre du Grimsel avec d'autres périmètres éoliens principalement situés sur les crêtes jurassiennes, mais également sur le Plateau et dans les Alpes:

- sur les périmètres éoliens, les mêmes techniques d'échantillonnage bioacoustique en altitude et un protocole similaire ont été utilisés, avec des hauteurs comprises entre 50 m et 65 m. Les appareils utilisés étaient cependant en général des batcorders, dont la sensibilité est plus faible et qui détecteront donc en principe moins de chauves-souris.
- les mêmes techniques d'échantillonnage bioacoustique au sol et un protocole similaire ont été utilisés, avec des surfaces d'environ 1 km<sup>2</sup>.

### 4.1 ESPÈCES ET GROUPES D'ESPÈCES

#### 4.1.1 Échantillonnage bioacoustique en altitude

Les proportions entre les groupes d'espèces sont identiques entre les deux sites. De manière générale, les résultats du Grimsel montrent des proportions plus élevées de Nyctaloïdes comparées aux observations effectuées sur d'autres sites de Suisse (principalement de plaine et du Jura) qui comportent généralement une proportion de 1/3 Pipistrelloïdes à 50 m. Il n'y a pour l'instant pas d'explication évidente sur ces différences

si ce n'est l'altitude du site et une utilisation différente comme terrain de chasse ou voie de transit par les espèces. La rareté de la végétation buissonnante et arbustive à cette altitude site favorise les espèces préférant des milieux ouverts. L'activité mesurée en nombre moyen de contacts par nuit est très fortement supérieure aux sites des crêtes du Jura.

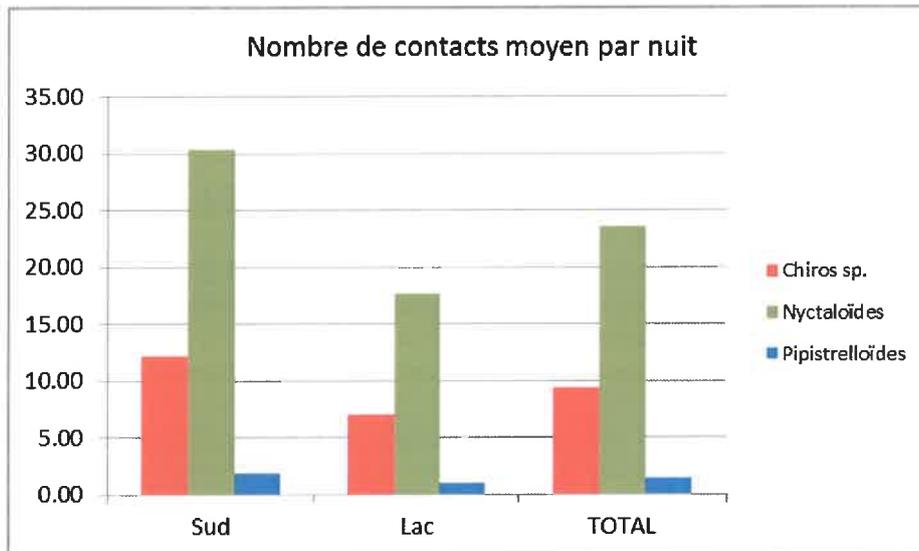


Figure 26: Activité moyenne des groupes d'espèces observées sur les deux sites du Grimsel (unité = nombre moyen de contacts par nuit).

Une tentative de comparaison chiffrée de la diversité spécifique demanderait un très gros effort de détermination et n'aboutirait pas forcément puisque de nombreux enregistrements ne sont pas déterminables à l'espèce. Si les proportions entre les différentes espèces ne peuvent pas être établies avec précision, nous avons néanmoins noté certaines tendances générales par rapport une présence plus marquée de certaines espèces à des périodes spécifiques résumées dans le tableau ci-dessous.

Espèces	Type de population	Juin	Juillet-Août	Sept - Oct
Pipistrelle commune	Locale	+++	+	++
Pipistrelle de Nathusius	Migratrice			++
Sérotine bicolore	Inconnue	++	+++	++
Sérotine boréale	Inconnue	+	+	+
Molosse de Cestoni	Locale ?	+	+	+

Tableau 4: *Tendance de répartition relative des principales espèces au cours de la saison. Les appréciations ne sont pas comparables entre espèces.*

La Noctule de Leisler est présente sur le site mais les enregistrements se laissent difficilement déterminer à l'espèce. Pour cette raison, il n'est pas possible de proposer un schéma d'activité à l'échelle de la saison.

Au total, un minimum de 10 espèces est présent en altitude sur le périmètre Grimsel. Nos connaissances sur la fréquentation des cols alpins sont encore très lacunaires. Zingg et al. (2016) ont inventorié 8 espèces au Jungfrauoch. Nous avons pour notre part recensé entre 9 et 11 espèces sur deux autres sites alpins d'altitude comparable. Sur cette base, nous estimons que la diversité spécifique quantitative au Grimsel ne semble cependant pas foncièrement différente d'autres sites alpins.

#### 4.1.2 Enregistrements non déterminés

Au Grimsel, la proportion d'enregistrements qui n'ont pas pu être déterminés est importante. Les raisons en sont multiples, en premier nous pouvons noter le bruit de fond (vent) sur de nombreux enregistrements, qui empêche une détermination automatique systématique. A priori, le batlogger enregistre plus de contacts qu'un batcorder, mais ces contacts supplémentaires sont liés à une plus grande sensibilité du micro et donc sans doute à des enregistrements plus lointains ou avec davantage de bruit de fond, ce qui rend leur détermination automatique plus difficile. Les enregistrements contenant des cris de *Pipistrelloïdes* sont en général assez facilement déterminables ; il est donc probable que la majeure partie des enregistrements non déterminés concernent des *Nyctaloïdes*.

#### 4.1.3 Type d'activité

Le pic d'activité observé au mois de septembre est très probablement à mettre en relation avec une activité de transit ou de migration. Il serait très utile de connaître la proportion d'activité liée à des individus régionaux (chasse principalement) et celle à attribuer à des mouvements migratoires. L'exercice est cependant très difficile puisque la très grande majorité des enregistrements n'a pas pu être déterminée à l'espèce et que d'ailleurs certaines espèces peuvent simultanément présenter des populations régionales et d'autres migratrices.

Notre approche part de l'hypothèse qu'en 2016 les mouvements migratoires ont été concentrés durant le mois de septembre, et que la majorité des séquences enregistrées au cours des autres mois représente l'activité de populations locales.

Sur le graphique suivant, nous partons donc de l'hypothèse que la majeure partie des séquences enregistrées au-dessus de chaque ligne horizontale dans la *Figure 27* ci-dessous reflète une activité migratoire, celles situées en dessous reflétant l'activité de chasse d'individus régionaux.

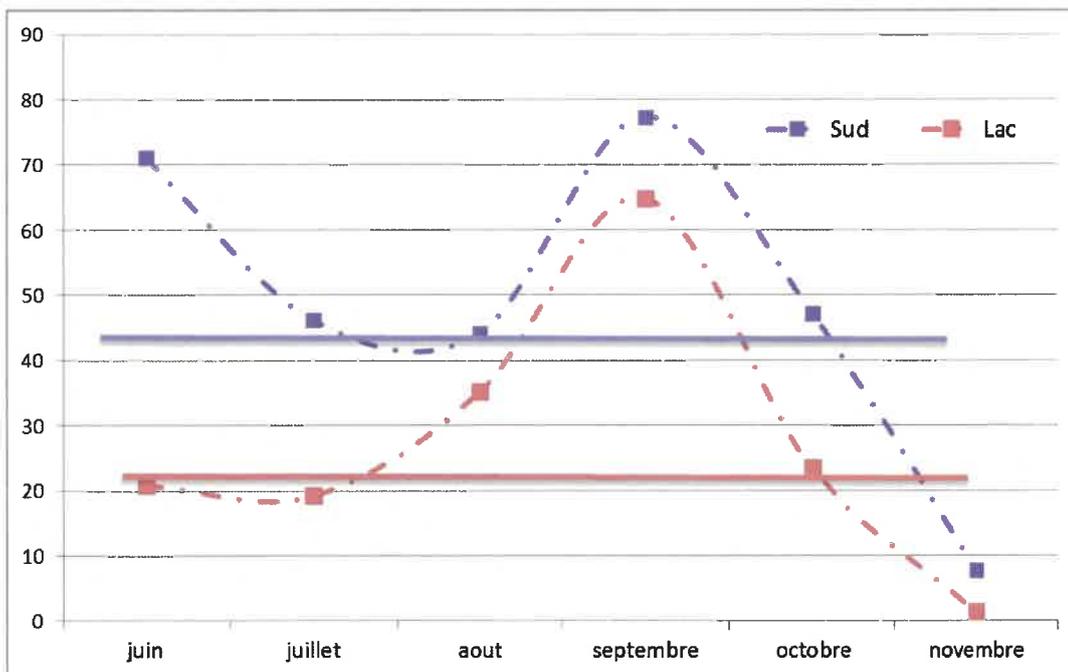


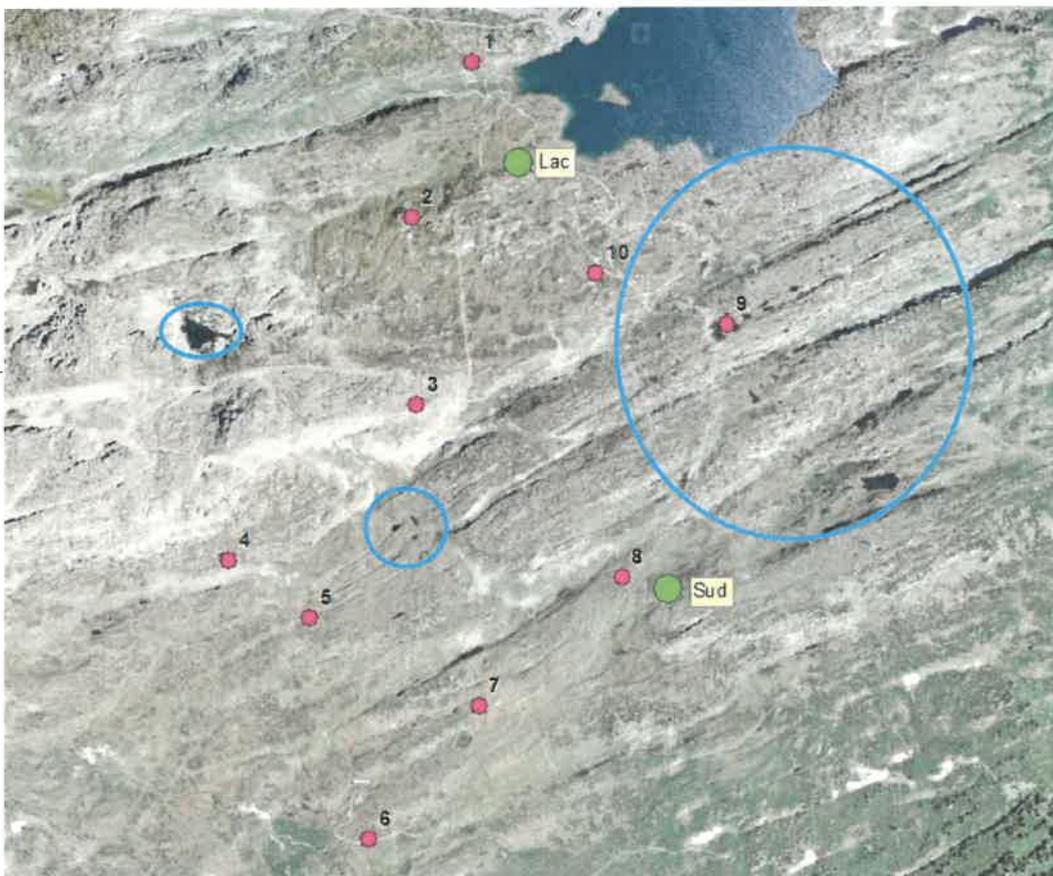
Figure 27 : Estimation de la proportion entre l'activité d'individus régionaux et d'individus en migration.

Sur cette base, la proportion d'activité migratoire est de 15.1% au sud et de 40.4 % au lac. Le secteur du lac représentant un goulet d'étranglement (col) et étant a priori moins favorable à la chasse (eau froide du lac, peu productif en insectes), il semble normal que la proportion d'activité migratoire y soit plus élevée qu'au sud.

L'appréciation de l'activité durant la première partie de l'année est très difficile en l'absence de données. On peut cependant remarquer que la nuit d'échantillonnage bioacoustique effectuée au sol pour la pré-analyse durant le mois de mai au bord du Räterischbodensee a montré que déjà à cette saison on pouvait observer une activité considérable (Biollaz F. 2012). Cela confirme la présence potentielle de chauves-souris au Grimsel déjà au printemps.

## 4.2 ÉCHANTILLONNAGE BIOACOUSTIQUE À PARTIR DU SOL

Au vu de son altitude (2100-2200m), le site présente peu de végétation ligneuse. Un complexe d'étangs et de gouilles est présent à certains endroits du périmètre, avec une plus forte concentration au sud du lac. Une végétation plus fournie se développe en contrebas sud-est du périmètre, jusqu'à environ 1700m d'altitude.



*Figure 28: Situation des points d'écoute (en rose) et des mâts de mesures (en vert). Les milieux a priori potentiellement les plus intéressants pour les chauves-souris sont les petits étangs sur le flanc (entourés en bleu), la végétation un peu plus fournie sur le flanc nord-est, en contrebas, et peut-être le lac au nord.*

Les Nyctaloïdes apprécient les secteurs ouverts, ce qui explique leur présence dominante entendue sur tous les sites. Les Pipistrelloïdes sont, elles, réparties plus ponctuellement.

Pour les individus vivant en colonies dans les villages, le rayon de déplacement quotidien des Nyctaloïdes plus important que celui des Pipistrelloïdes permet aux premiers de gagner plus facilement le site du Grimsel. Le seul Oreillard entendu a été localisé au sud (point 7).

Seules les espèces certifiées (5 espèces) ont pu être prises en compte, alors qu'un potentiel de douze espèces pourrait être présent. Comme pour l'échantillonnage bioacoustique en altitude, on observe ainsi une grande proportion de Nyctaloïdes avec tout de même la présence du groupe d'espèces « de base » (Pipistrelle commune, et Oreillards), à l'exception toutefois du groupe des murins qui semble très peu présent sur le site. Ce groupe étant principalement constitué d'espèces forestières, sa sous-représentation semble cohérente. Parmi les Nyctaloïdes, on retrouve deux espèces déjà mises en évidence lors de l'échantillonnage bioacoustique en altitude, la Sérotine boréale et la Noctule de Leisler. Ces deux espèces ont des cris acoustiquement très proches. Le molosse de Cestoni a également été entendu depuis le sol. C'est une espèce rare au niveau suisse, aux habitudes peu connues et qui n'hiberne pas forcément en hiver, migrant potentiellement vers des endroits au climat plus doux.

D'autres espèces, malheureusement non certifiées depuis le sol, sont sans doute très probables, comme entre autres la sérotine commune.

## **CONCLUSION**

L'échantillonnage bioacoustique depuis le sol confirme une partie des espèces entendues en altitude, mais n'apporte pas de nouvelle espèce.

## **4.3 INTENSITÉ DE L'ACTIVITÉ**

### **4.3.1 Échantillonnage bioacoustique en altitude**

Afin d'apprécier l'importance de l'activité enregistrée au Grimsel nous avons calculé la moyenne, la médiane, ainsi que les 1<sup>er</sup> et 3<sup>e</sup> quartiles du nombre de contacts par nuit d'enregistrement et comparé les valeurs du Grimsel avec celles observées sur 38 sites de 32 périmètres de projets éoliens, principalement sur l'Arc jurassien.

Un biais existe du fait que les observations n'ont pas été réalisées exactement durant les mêmes nuits ni durant les mêmes périodes de l'année. Les différentes hauteurs de mâts pour l'échantillonnage jouent aussi un rôle ainsi que la comparaison entre des régions biogéographiques différentes. Les résultats sont donc à apprécier avec beaucoup de prudence, mais quand de fortes différences sont constatées, elles sont à notre avis significatives.

Par contre, la différence de sensibilité des appareils utilisés peut influencer plus ou moins fortement cet indice d'activité (voir page 23). Une pondération des résultats est donc nécessaire. Actuellement, les recherches sur les pondérations entre appareils Batcorder et Batlogger ne sont pas très avancées. La pondération générale que nous proposons ci-dessous est basée sur nos propres observations et sur Adams et al. 2011. De nombreux facteurs affectent ces relations qui n'ont pu être analysées en détail. La proportion des espèces, la perte de sensibilité des micros selon les conditions d'enregistrement (au sol, sur un mât, durant des nuits aux conditions météorologiques difficiles...) peuvent ainsi plus ou moins influencer ces relations. Les facteurs de corrections que nous connaissons

sont issus de trois études et sont fort variables (voir encadré ci-dessous). Cette variation est encore plus élevée si on considère les espèces individuellement.

- Facteur de 9.14 selon relevés de Natura et Fribat<sup>3</sup> avec des valeurs allant de 0.2 à 32 par nuit.
- Facteur de 2.25 selon Adam et al. (basé sur la détection de 44 % des cris).
- Facteur moyen de 4.63, d'après quelques nuits d'observation au sol (écart-type : 5.53, Natura).

En comparant les sites du lac et du sud entre eux, on remarque d'abord que le site du sud a une plus forte activité. Cette différence peut s'expliquer de plusieurs manières ;

- La présence de milieux plus intéressants au sud. Le lac est au fond d'une cuvette et l'air y reste plus froid, alors qu'au sud de nombreux petits étangs offrent des milieux de chasse variés, intéressants et aux températures légèrement supérieures. Les chauves-souris en provenance de la vallée s'arrêteraient donc sur les coteaux sud sans poursuivre jusqu'au lac.
- Comportement migratoire: les chauves-souris en migration passeraient de manière concentrée au col, au point bas et au-dessus du lac, et seraient donc moins captées par le mât de mesure, alors qu'une proportion supérieure passerait à proximité du mât sud.
- Une population plus importante au sud. Cette hypothèse semble peu probable, au vu de la faible distance entre les mâts (moins d'un kilomètre) et de la grande proportion d'activité du site liée à la migration.

### **COMPARAISON AVEC D'AUTRES SITES**

La plupart des données actuellement à disposition proviennent de l'Arc jurassien, et présentent des dynamiques d'espèces et de milieux très différentes. Ils donnent néanmoins une indication grossière permettant de classer les sites. En comparaison à ces sites, et en tenant compte d'un facteur de correction de 9.14 pour compenser les appareils d'enregistrement différents, l'activité apparaît moyenne au lac et forte au sud. Si l'on utilise un facteur de correction de l'ordre de 5, l'activité apparaît forte à très forte sur les deux sites.

---

<sup>3</sup> Uldry et al., 2012

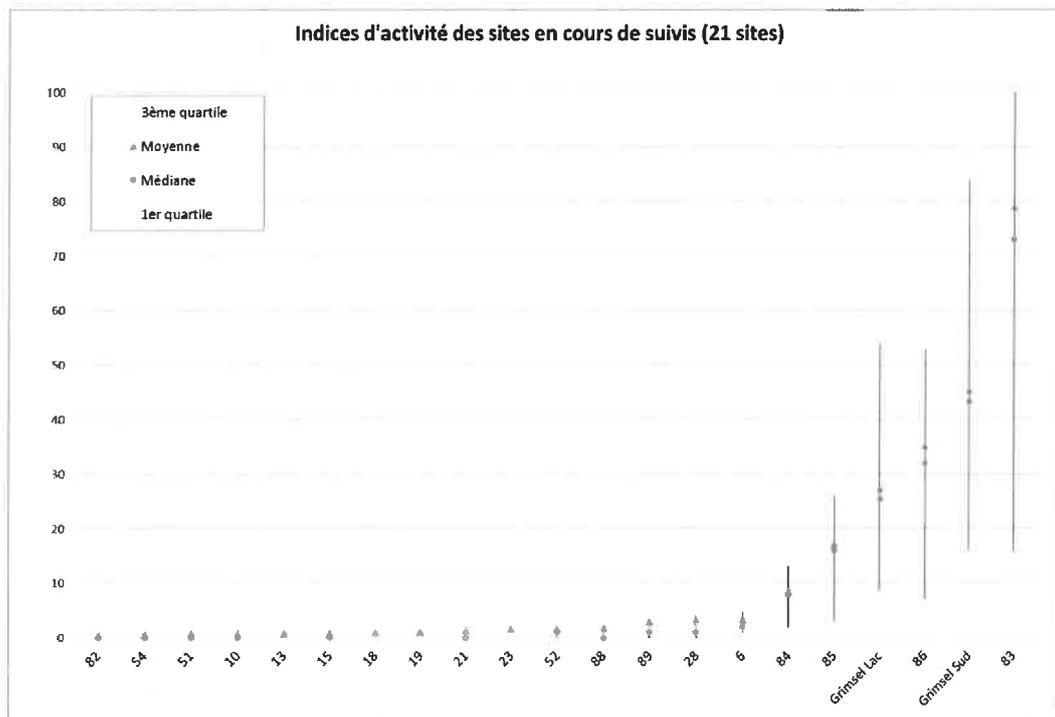


Figure 29: Nombre moyen et médian (avec 1er et 3e quartile) des contacts de chauves-souris enregistrés par nuit sur des mâts de mesure en continu. Les sites 82, 83, 85 & 86 ont été étudiés avec des batlogger comme pour ce projet. Les autres l'ont été avec des batcorders.

On rappellera néanmoins que, si la mesure de l'activité à hauteur de nacelle est la meilleure méthode actuellement disponible pour évaluer l'impact des éoliennes, les éventuels changements de comportement des chauves-souris induits par la présence d'éoliennes ne sont pour l'instant pas connus. De plus, de grandes différences d'activité peuvent aussi être observées entre des éoliennes relativement proches selon les milieux.

## REPARTITION DES CONTACTS AU COURS DU TEMPS

Le nombre de contacts par soirée dépend de nombreux facteurs que nous ne comprenons pas encore de manière optimale, particulièrement en ce qui concerne la présence d'éventuels pics d'activité. Le lien avec certaines conditions météorologiques semble évident (voir chapitre 4.3.2, ci-après), mais d'autres facteurs interviennent certainement (disponibilité en nourriture - faune entomologique<sup>4</sup>- liée à la fois aux conditions météorologiques, mais aussi à la richesse propre à chaque milieu, variable au cours du temps).

Les résultats du chapitre 3.1.2 montrent deux périodes d'activité importante. La première, en juin, uniquement sur les coteaux sud, concerne principalement des espèces locales venant chasser durant la période de nourrissage des jeunes dans les colonies. Cette observation n'est cependant basée que sur 6 nuits d'enregistrement. La deuxième en septembre, plus importante et similaire pour les deux sites, concerne un lot d'espèces plus varié. On y retrouve certainement des espèces locales en chasse, mais également

<sup>4</sup> L'envol des fourmis peut par exemple créer une élévation ponctuelle de l'activité de chasse, de même que les migrations d'insectes.

un flux d'individus en migration. Cette période représente environ la moitié de l'activité annuelle.

Comparée à des sites jurassiens, la phénologie de Grimsel est assez différente. Cette structure de données semble toutefois répandue pour d'autres sites alpins (Bontadina et al., 2014) sur lesquels on observe souvent comme au Grimsel un pic massif de migration durant quelques semaines en automne.

### REPARTITION DES CONTACTS AU COURS DE LA NUIT

Un pic d'activité s'observe dès 1 heure après le coucher du soleil et on observe une activité principalement durant les premières 4 heures de la soirée. Pour le site au sud, l'activité s'étale sur toute la nuit, alors qu'au lac elle culmine en première partie de nuit puis diminue rapidement. Cette structure semble identique entre les différents groupes d'espèces.

## 4.3.2 Répartition des contacts d'après les conditions météorologiques

### VITESSE DU VENT

De nombreuses études mentionnent l'importance de la vitesse du vent comme un des facteurs explicatifs de l'activité des chauves-souris, en tant que facteur limitant. On observe en général peu d'activité pour les vitesses de vent élevées, cette valeur dépendant néanmoins des espèces et des sites.

La « préférence » pour des vents plus faibles au sud pourrait s'expliquer par une activité de chasse proportionnellement plus importante à cet endroit. Quand l'activité migratoire est prépondérante, elle est peut-être moins dépendante des conditions de vent, un fort vent de dos pouvant même se révéler avantageux.

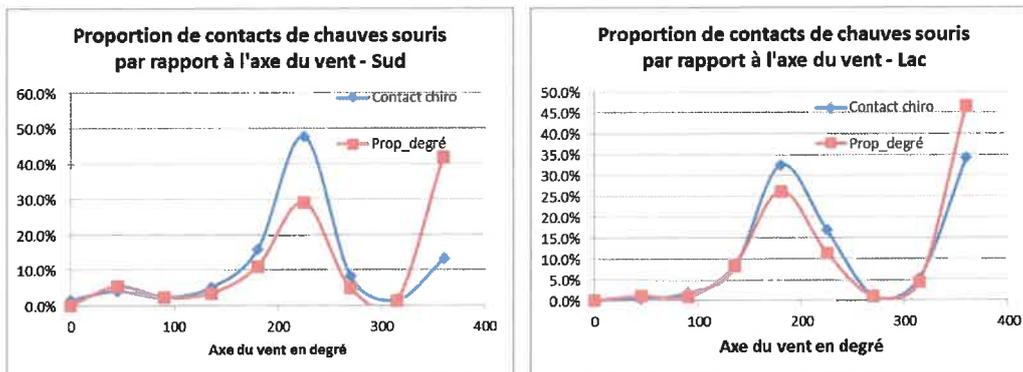


Figure 30: Répartition des contacts en fonction de l'axe du vent pour les deux mâts.

On constate en effet que l'activité au lac n'est pas dépendante de la direction du vent, alors qu'au sud une préférence se dessine pour une activité avec un vent du sud-est (qui « pousserait » à la montée les animaux en provenance de la plaine pour aller chasser), alors qu'un vent du nord (« de face ») semble être moins apprécié. L'hypothèse d'une activité plus élevée de chasse au sud qu'au lac s'en trouverait renforcée.

### TEMPÉRATURE

La température agit également comme un facteur limitant: Les chauves-souris n'aiment normalement pas le froid. Pour un col alpin, la température peut être très basse, et de

fait, seuls 20% des contacts ont été observés en dessous de 5 °C, alors que cette limite correspond à près de 40 % des températures enregistrées la nuit. 52 contacts ont tout de même été enregistrés entre -5 et 0°. Il s'agit principalement de Nyctaloides indéterminés et de Sérotines boréales, cette dernière espèce étant connue pour sa résistance au froid. Au Grimsel, les chauves-souris peuvent cependant être actives à des températures assez basses (en comparaison avec d'autres sites), représentant entre 50 % (au sud) et 70% (au lac) de l'activité pour des températures en dessous de 10 °C, jugées normalement basses pour ces animaux, mais qui représentent un peu plus de 70 % des températures mesurées.

De manière similaire à la vitesse du vent, l'activité chiroptérologique semble moins liée à la température au lac qu'au sud.

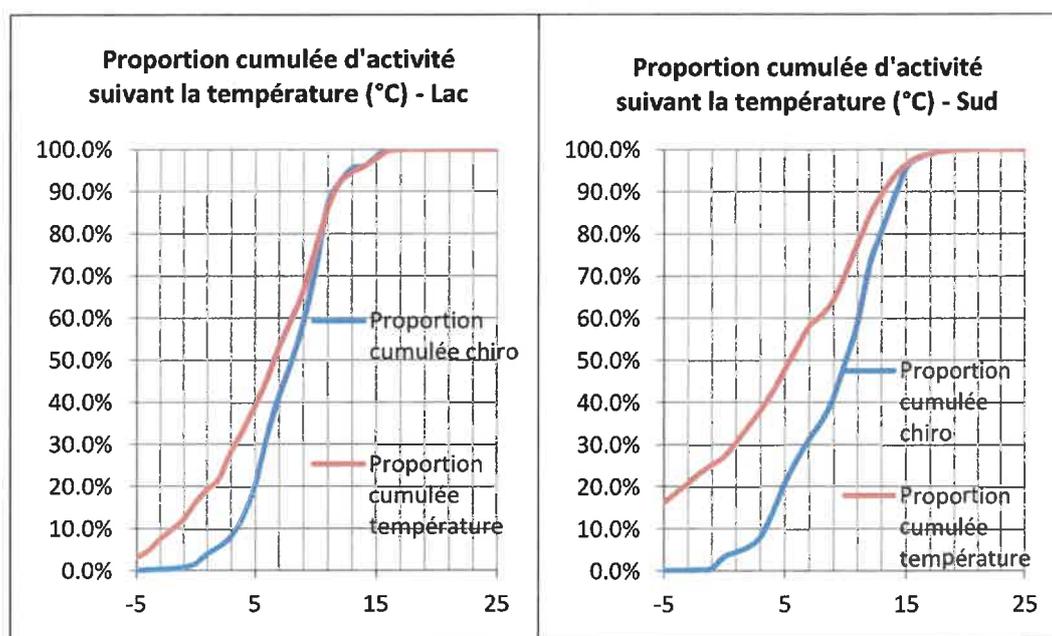


Figure 31 : lien entre activité et température pour les deux mâts de relevés. Les observations notées -5°C prennent en compte les températures égales ou inférieures à cette valeur.

La température est un facteur plus difficile à utiliser pour diminuer le risque d'impact du fait qu'elle évolue parallèlement à la saison: ainsi, une température de 6°C en juillet peut être considérée comme froide et associée à un temps maussade, alors qu'elle semblera plus clémente en octobre. De plus, le nombre important de nuits froides à cette altitude semble pousser les chauves-souris à chasser ou à migrer malgré les conditions peu clémentes.

Effectivement, les Figure 32 et Figure 33 montrent qu'en été, les températures en dessous de 5°C ne montrent presque pas d'activité, alors qu'en automne, il y a déjà de l'activité à partir de 0 degré.

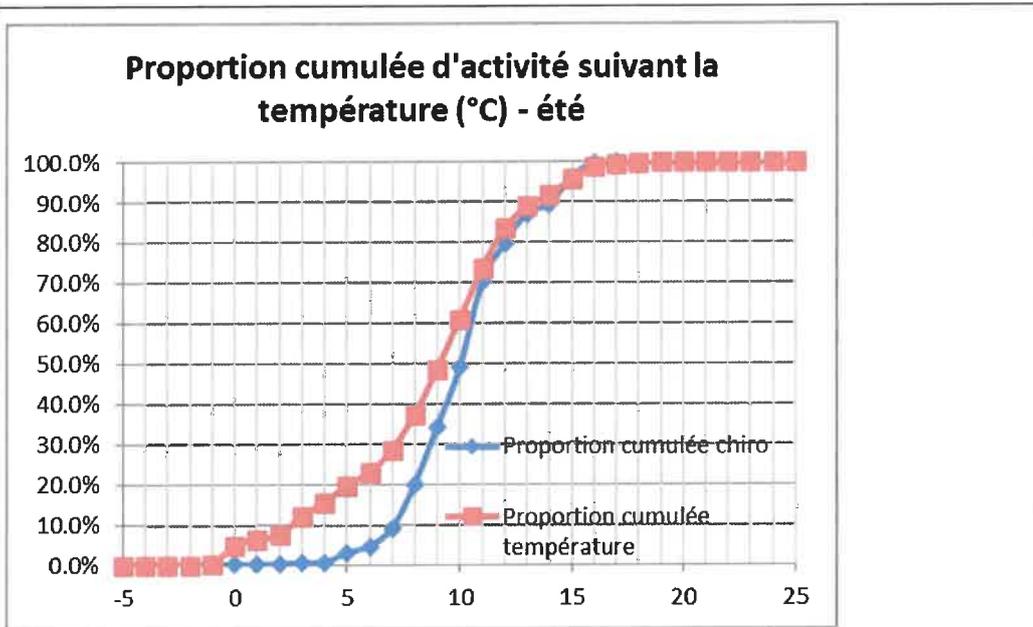


Figure 32 : Proportion d'activité cumulée des deux mâts selon la température pour les deux mâts de relevés de juin à août. Les observations notées -5°C prennent en compte les températures égales ou inférieures à cette valeur.

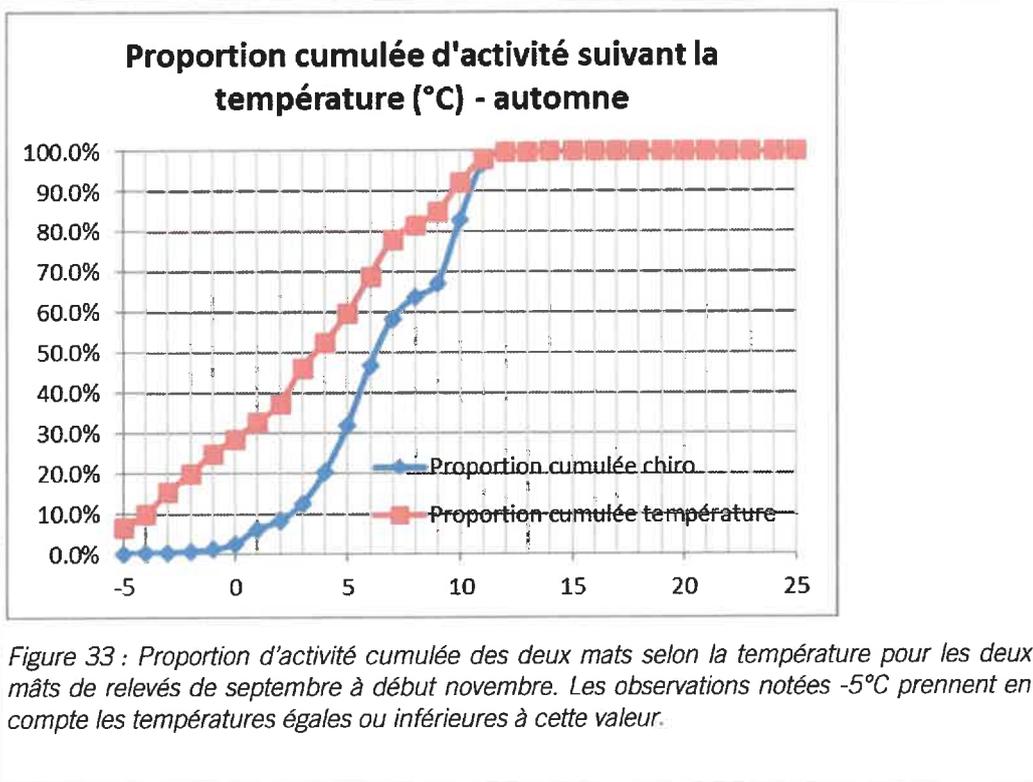


Figure 33 : Proportion d'activité cumulée des deux mâts selon la température pour les deux mâts de relevés de septembre à début novembre. Les observations notées -5°C prennent en compte les températures égales ou inférieures à cette valeur.

### 4.3.3 **Échantillonnage bioacoustique à partir du sol**

Cette méthode a été développée pour donner une image de la diversité spécifique d'un carré kilométrique. Sa valeur en tant que mesure de l'activité est moindre. Néanmoins, l'activité enregistrée au Grimsel est globalement faible.

#### **CONCLUSION**

En conclusion, et en croisant les deux types d'échantillonnages, on constate qu'au Grimsel, l'indice d'activité est **moyen à fort selon les secteurs, mais très variable au cours de la saison avec une activité très forte en septembre**. Aucune donnée n'est disponible pour la période printanière.

### 4.4 **COMPLÉMENT**

L'absence de découverte de colonie à proximité du site n'est pas une surprise. En effet, l'altitude élevée ainsi que les températures basses ne sont pas favorables à l'établissement d'une population importante sur le site même. Il est donc très probable que les chauves-souris qui fréquentent le site, dans leur immense majorité, n'y dorment pas, mais l'utilisent comme lieu de passage ou terrain de chasse.

### 4.5 **RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS**

Le périmètre du parc éolien de Grimsel est fréquenté par une **diversité** de chauves-souris qui semble **dans la moyenne** observée dans les autres périmètres situés sur les cols alpins. L'activité du groupe des Nyctaloïdes est fortement majoritaire, avec plusieurs espèces classifiées VU dans la liste rouge. On note la présence du Molosse de Cestoni.

En altitude, l'**activité chiroptérologique** est **moyenne à forte** à 50 m. Elle semble plus importante durant le mois de juin, puis surtout en période de migration (septembre). L'activité au sol est, elle, considérée comme moyenne à forte.

La variabilité de l'activité observée durant la période de mesures peut en partie être expliquée par les conditions météorologiques, en particulier la vitesse du vent et, dans une moindre mesure, la température. L'heure de la journée, ainsi que la saison, ont évidemment également une importance prépondérante. On notera ainsi que la plus forte activité durant les mois de septembre plaide pour une activité migratoire durant cette période.

Aucune colonie n'a été trouvée dans la région dans les bâtiments sur et à proximité du site.

En résumé, sur la base des données disponibles actuellement, le site de Grimsel abrite une richesse en espèces comparable aux autres sites, mais avec une activité plus importante, en particulier avec une forte composante migratoire. **La zone choisie pour le développement de ce projet présente donc un risque important du point de vue des chauves-souris.**

# 5 APPRÉCIATION DES EFFETS DU PROJET

Pour les chauves-souris, le principal risque lié à la construction d'éoliennes est une augmentation de leur mortalité, due à des collisions avec les pales ou à un barotraumatisme. D'après les expériences effectuées jusqu'ici en Europe (Dürr & Dubourg-Savage), les espèces les plus touchées sont les Noctules (*N. noctula* et *N. leisleri*) et les Pipistrelles (*P. pipistrellus*, *P. nathusius*) et, dans une moindre mesure, les Sérotines (*E. serotinus*, *E. nilssoni* et *V. murinus*), ainsi que les autres espèces de Pipistrelles (*P. pygmaeus*, *P. kuhlii* et *H. savii*). Les chauves-souris étant protégées en Suisse, le projet doit s'efforcer de limiter le plus possible la mortalité engendrée par le fonctionnement des machines, et au moins de ne pas dépasser une mortalité « supportable » pour les populations régionales.

La relation entre l'activité et la mortalité des chauves-souris était encore peu connue récemment. Une étude effectuée en Allemagne<sup>5</sup> a établi un lien clair entre l'activité mesurée depuis des nacelles et le nombre de chauves-souris tuées. Un modèle prédictible avec différentes variables a même pu être établi. La dernière étude disponible pour la Suisse, menée au Peuchapatte, a montré que même une activité faible pouvait être accompagnée d'une mortalité importante, comprise entre 10.3 et 35.3 chauves-souris/année\*éolienne<sup>6</sup>. Le report de ces résultats au Grimsel est cependant délicat puisqu'elle porte sur un site jurassien et que la mortalité constatée ne touche que des Pipistrelloïdes malgré la présence prouvée de Nyctaloïdes, quoiqu'en plus faible proportion<sup>7</sup>. Il n'existe en effet pas, à notre connaissance, d'estimation chiffrée du risque de mortalité lié aux différentes espèces. On sait toutefois que les Pipistrelloïdes comme les Nyctaloïdes sont souvent victimes des éoliennes, au contraire des Murins, Oreillards et Rhinolophes.

On ne connaît enfin pas de modèle mettant en relation l'activité à 50 m avant la construction du parc et la mortalité, notamment en Suisse. La différence entre la hauteur des mâts de mesure et la hauteur des éoliennes est un des facteurs d'incertitude. On peut tout de même raisonnablement penser qu'un site présentant une faible activité présentera moins de risque qu'un autre avec une activité élevée.

Malgré ces restrictions, nous avons essayé d'estimer l'impact du parc en termes de mortalité.

## 5.1 ESTIMATION DE MORTALITÉ

Il s'agit maintenant, sur la base de l'activité mesurée, d'estimer la mortalité probable qui pourrait accompagner la construction et l'exploitation des éoliennes au Grimsel.

- 1) Korner-Nievergelt et al.<sup>8</sup>, estiment qu'environ 0,5 % (0,25 % à 1 %) des contacts en moyenne sont suivis de la mort d'une chauve-souris.

---

<sup>5</sup> Brinkmann et al., 2011

<sup>6</sup> NATURA & SWILD. 2018

<sup>7</sup> C'est précisément le contraire qui a été observé au Grimsel.

<sup>8</sup> Brinkmann et al., 2011, Behr et al., 2015

2) Sur la base de 2 études françaises,<sup>9</sup> nous avons estimé que 1 % à 3 % des contacts sont suivis de la mort d'une chauve-souris.

3) Une étude réalisée au Mont-Crosin<sup>10</sup> a estimé une mortalité de 8.4 à 18.4 chauves-souris/éolienne/an. L'indice d'activité estimé pour un site situé à proximité est de 2 à 3,5 contacts par nuit. Rapportée à une période d'activité annuelle de 200 jours, la mortalité s'établirait donc entre 1.2 et 4.6 %.

4) Au Peuchapatte, le même indice de risque est estimé entre 1.4 et 5.8 %.

Ces estimations sont basées sur une activité mesurée depuis les nacelles, en général à l'aide de batcorder et jamais au moyen de batlogger. L'activité est mesurée après construction des machines et, dans les deux derniers exemples -situés sur les crêtes jurassiennes avec une dynamique d'activité différente-, les Pipistrelloïdes représentent une forte proportion voire la totalité des victimes. Pour toutes ces raisons, le report de ces résultats au Grimsel, où les contacts sont très majoritairement des nyctaloïdes, est très délicat. Nous nous y résolvons cependant, faute de meilleure alternative.

De même, de nouvelles études suggèrent que l'activité avant construction ne peut être lié facilement à la mortalité, en raison notamment de changement de comportement des chauves-souris après la construction des mats<sup>11</sup> (Solick et al., 2020) et de la différence entre la surface concernée par le risque de collision avec les pâles et la distance de détection acoustique selon les espèces<sup>12</sup>. Faute de meilleures alternatives, nous nous basons tout de même sur l'activité enregistrée pour estimer la mortalité.

Les bases pour cette estimation sont les suivantes :

- Estimation différenciée pour les mâts « sud » et « lac » et attribution de chaque éolienne projetée à un de ces deux types.
- Facteur de transformation des données batlogger en données batcorder de 4.5.
- Activité annuelle principale comprise entre les mois de mai et d'octobre (184 jours). Nous sommes conscients de ne pas tenir compte d'une éventuelle migration printanière durant les mois de mars-avril. Cependant, les éoliennes projetées sont en général relativement éloignées du goulet représenté par le col et nous estimons donc que l'impact sur cette première migration peut en première approximation être négligé. L'enneigement du col limite probablement également une activité de chasse printanière.
- Estimation de la mortalité sur la base d'un « risque » compris entre 1 et 3 % de tous les contacts<sup>13</sup>.

L'application de ces principes débouche sur les résultats suivants :

---

<sup>9</sup> AVES, 2010 et Beucher Y. et al.

<sup>10</sup> Leuzinger et al., 2008

<sup>11</sup> Solick et al., 2020

<sup>12</sup> Bach et al., 2020

<sup>13</sup> Les données de la littérature sont rares sur la relation sous forme de pourcentage entre l'activité et la mortalité. En outre, il n'est en général pas indiqué quelle proportion de l'activité se situe en-dessous du seuil de démarrage sans algorithme des éoliennes. Enfin, la mortalité dépend également des espèces présentes, qui ne sont pas forcément les mêmes sur les différents parcs. La fourchette de pourcentage de 1-3% ne doit donc pas être prise comme un minimum et un maximum mais plutôt comme des limites inférieures et supérieures de nos estimations.

Sites	Nombre de nuits de mesures	Activité totale	Activité moyenne par nuit	Facteur de transformation batlogger/batcorder	Activité annuelle totale attendue (base: 184 jours/an)	Mortalité annuelle attendue sur la base d'un risque de	
						1%	3%
				4.5			
Grimsel sud	125	5449	43.59	9.69	1782	17.8	53.5
Grimsel lac	139	3557	25.59	5.69	1046	10.5	31.4

Tableau 5: Estimation de mortalité annuelle moyenne par site (activité = nombre de contacts).

Afin de se rendre compte de la mortalité annuelle moyenne attendue de l'ensemble du parc éolien, nous avons essayé d'associer chaque éolienne à un des deux sites de mesure suivant son emplacement et son milieu. Les quatre éoliennes (la position de l'éolienne 4 est encore provisoire début 2024) se situent entre les deux mats de mesure, en particulier les éoliennes 3 et 4 qui se trouvent à mi-distance. Les éoliennes 1, 2 et 3 sont à vol d'oiseau légèrement plus proche du lac, mais les conditions sur la crête diffèrent des milieux représentatifs du mat 1. Par précaution, les éoliennes 1 et 2 ont été rattachées au lac, tandis que les éoliennes 3 et 4 au site sud pour lequel l'activité est la plus élevée. Il est cependant probable que l'activité y soit moindre.

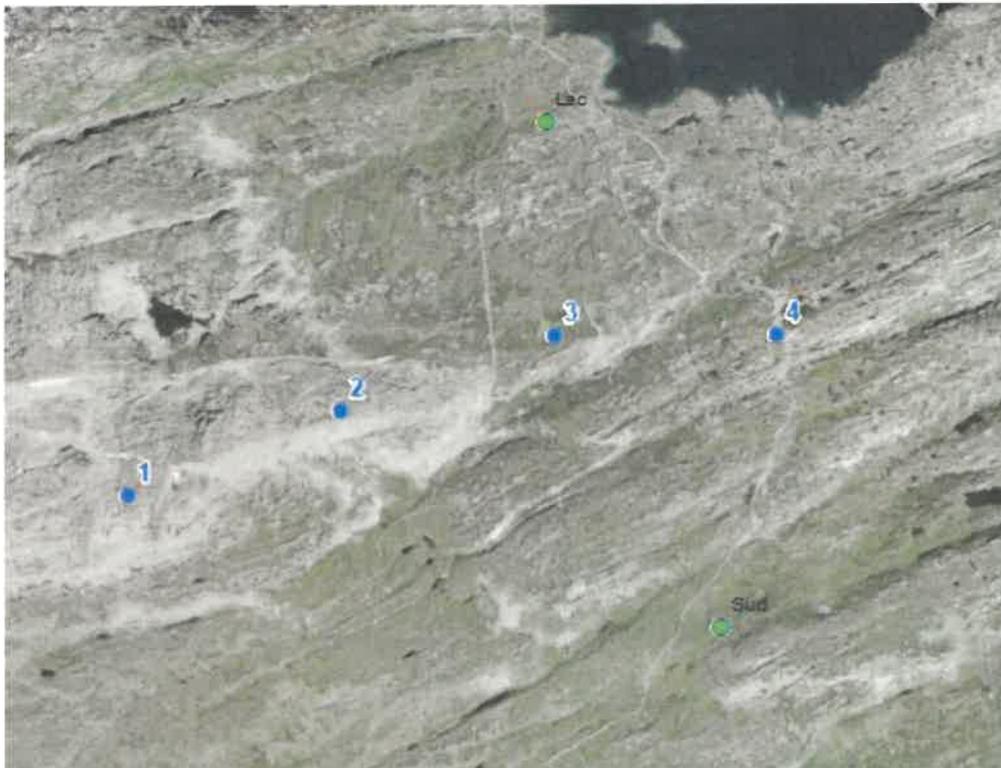


Figure 34 : localisation des projets d'éoliennes (en bleu) et des mâts de mesure (en vert). La position de l'éolienne 4 est encore provisoire (début 2024).

Eoliennes projetées	Site associé	Mortalité inférieure attendue	Mortalité supérieure attendue
		1%	3%
Grim 1	Lac	10.5	31.4
Grim 2	Lac	10.5	31.4
Grim 3	Sud	17.8	53.5
Grim 4	Sud	17.8	53.5
<b>Total</b>		<b>56.6</b>	<b>169.7</b>

Tableau 6: Estimation de mortalité annuelle moyenne attendue sur l'ensemble du parc (à 50 m), avec facteur d'adaptation entre batcorder et batlogger de 4.5.

On constate que sans mesures, l'impact du parc peut être décrit comme important, avec entre 57 et 170 chauves-souris tuées chaque année. Un modèle basé sur l'étude du Peuchapatte (entre 1.4% et 5.8 % des contacts résultant en une collision), résulterait une mortalité estimée entre 79 à 328 chauves-souris pour le parc par année (sans mesures).

## 5.2 EFFET SUR LES POPULATIONS

Les populations régionales des différentes espèces ne sont pas connues et il en va de même des populations des espèces migratrices qui passent au Grimsel. Les connaissances très fragmentaires qu'on peut avoir sur les populations de chauves-souris sont souvent liées à la connaissance de colonies de reproduction, généralement situées en milieu bâti. Si l'on considère un « rayon d'action » de 5 à 10 km pour des *Nyctaloïdes*<sup>14</sup>, le nombre et l'étendue des localités situées dans ce périmètre sont relativement faibles et concentrés dans la haute vallée de Conches (peu de localités sur le canton de Berne). On peut donc supposer que les populations régionales ne sont pas très fortes et qu'une mortalité de l'ordre de celle estimée au chapitre précédent aurait une influence importante sur ces populations. On restera cependant prudent en ce qui concerne les espèces vulnérables, en particulier le Molosse dont la population est peu connue et étudiée au vu de leur tendance à s'abriter dans des falaises peu accessibles.

L'évaluation de l'impact sur les populations migratrices n'est à notre avis pas possible sur la base des connaissances actuelles.

## 5.3 AUTRES IMPACTS

Les impacts sur les chauves-souris durant la phase de construction, ainsi que ceux permanents dus aux constructions autres que les éoliennes, n'ont pas été analysés en détail. Leur ampleur et leur impact sur les chauves-souris apparaissent, de prime abord, très limités.

Un autre impact pourrait être la destruction de milieux particuliers pour la construction des accès et places d'installation. À Grimsel, les milieux touchés ont plutôt une faible valeur écologique pour les chauves-souris. Nous estimons que cet impact est faible.

Il est également possible que le fonctionnement des éoliennes soit accompagné d'une diminution de l'activité (notamment de chasse) des chauves-souris, à une

<sup>14</sup> On connaît en Suisse des distances supérieures, mais qui semblent liées à l'exploitation d'un milieu particulièrement productif en insectes.

distance variable selon les espèces et les milieux. Il a été montré par exemple qu'une réduction significative de l'activité pouvait avoir lieu jusqu'à 1 km des turbines, avec une réduction de 53.8% de l'activité de glaneurs (murins et oreillards) et de 19.6% pour les chauves-souris à vol rapide (nyctaloïdes)<sup>15</sup>. Il est difficile d'apprécier l'importance d'un tel impact pour ce projet, d'autant plus que les connaissances sur les emplacements des colonies de murins, espèces principalement forestières, sont généralement fragmentaires. Le lien entre perte d'habitat et impact sur les espèces est également difficilement quantifiable (un changement d'habitude pourrait par exemple signifier des déplacements plus conséquents pour aller chasser et un succès d'élevage des jeunes plus faible, ainsi qu'éventuellement l'évitement de sites de swarming importants pour la reproduction). A Grimsel, l'activité recensée est principalement une activité de nyctaloïdes, avec une composante migratoire (et donc de passage plutôt que de chasse), ce qui laisse à penser que l'impact sur la disponibilité en terrain de chasse sera plutôt faible.

### **IMPACTS CUMULES**

Un effet de cumul est possible pour les populations de chauves-souris de la région d'Ulrichen de la part du parc de Gries, comportant 4 éoliennes situées à environ 15km du parc de Grimsel. Il est possible que des chauves-souris migratrices utilisent les deux cols et soient ainsi exposées deux fois à l'effet d'un parc éolien. L'impact cumulé sur les populations locales, se déplaçant généralement dans un rayon d'une dizaine de kilomètre, devrait être limité. Aucune analyse approfondie de ce possible effet cumulé n'a été effectuées. Les mesures d'arrêt à Grimsel prises pour les chauves-souris migratrices limiteront ce cumul d'impact (voir chapitre 6). Les mesures prises au parc de Gries ne sont pas connues.

---

<sup>15</sup> K. Barré, I. Le Viol, Y. Bas, R. Julliard, et C. Kerbiriou, « Estimating habitat loss due to wind turbine avoidance by bats: Implications for European siting guidance ». ELSEVIER-Biological Conservation, 2018.

## 6 MESURES

L'impact principal étant la mort de chauves-souris, les mesures doivent donc viser principalement à empêcher ou diminuer cet effet. Une éventuelle compensation n'intervient qu'en seconde priorité. Les collisions n'ayant semble-t-il lieu que lorsque les éoliennes fonctionnent, l'empêchement de toute mortalité entraînerait l'arrêt de celles-ci durant toutes les nuits de mai à octobre, une durée certainement trop importante pour maintenir leur rentabilité. Il est cependant possible, sur la base des données acquises au cours de l'EIE, de diminuer la durée de ces périodes d'interruption en fonction des données météorologique et saisonnière.

Les mesures à développer devraient répondre aux objectifs suivants, par ordre de priorité :

- Objectif 1) Diminuer le nombre de chauves-souris tuées sur le site.
- Objectif 2) Compenser la mortalité sur le site par une diminution de la mortalité ailleurs (gîtes de reproduction ou d'hivernage).
- Objectif 3) Compenser la mortalité sur le site par une augmentation du succès de la reproduction ailleurs.

Concrètement et en résumé:

- a) Les éoliennes seront arrêtées durant les périodes à plus fort risque (objectif 1, chapitre 6.1). Une diminution de l'activité à risque est fixée.
- b) Aucun cas particulier de mortalité n'étant connu ailleurs dans la région (objectif 2) à l'exception éventuelle du parc de Gries, une augmentation du succès de la reproduction sera mise en place par des aménagements en faveur des chauves-souris (objectif 2, chapitre 6.2).
- c) L'atteinte de l'objectif 1 (point a) sera vérifiée (chapitre 6.3).
- d) Un échantillonnage bioacoustique depuis les nacelles sera effectué (point c).
- e) Une optimisation des mesures du point a) sera faite en fonction des résultats du suivi effectué au point d. Si les mesures au point a) ne sont pas assez efficaces, et que la mortalité maximale est dépassée, les mesures seront adaptées dans certaines limites (chapitre 6.3).
- f) L'efficacité de l'ensemble des objectifs sera par ailleurs vérifiée à moyen et long terme (chapitre 6.3.3).

### 6.1 DIMINUTION DE LA MORTALITÉ (OBJECTIF 1)

#### 6.1.1 Objectifs

Différents objectifs peuvent être utilisés. Les recommandations cantonales en vigueur au moment de cette étude préconisent une diminution de l'activité à risque d'au moins 80%. En raison de l'importance du parc pour la migration automnale, une diminution de l'activité à risque supérieur (90%) serait préférable.

Généralement, un chiffre de 15 chauves-souris (5 locales et 10 migratrices) par parc est utilisé dans d'autres projets en Suisse selon la Check-liste EIE pour installations éoliennes <sup>16</sup>

## 6.1.2 Mortalité selon la vitesse du vent

L'activité mesurée au col de Grimsel est forte. Un impact, même faible sur ces populations ayant une dynamique d'adaptation lente (stratégie K), peut vite s'avérer dommageable. En l'absence de colonies connues dans la région et la forte présence présumée de chauves-souris migratrices, cet impact est difficile à quantifier. L'estimation de l'intensité de l'impact que nous avons faite au chapitre précédent repose sur de nombreuses incertitudes, dont il faut tenir compte dans les mesures proposées.

L'activité des chauves-souris est fortement influencée par la saison, l'heure et les conditions météorologiques. On sait ainsi que l'activité est réduite ou nulle:

- durant l'hibernation;
- de jour;
- par forte pluie continue, fort vent ou faible température.

On peut donc raisonnablement penser qu'une interruption du fonctionnement des éoliennes en lien avec les conditions météorologiques réduira les pertes. Baerwald et al. (2009) et Behr et al. (2009) l'ont montré en ce qui concerne la vitesse du vent. Les mesures concomitantes de l'activité et des conditions météorologiques effectuées à Grimsel permettent d'estimer les paramètres propres de manière plus ou moins satisfaisante. La saison, l'heure et la température permettent de déterminer les périodes durant lesquelles l'activité des chauves-souris est nulle ou très faible, alors qu'en fixant une vitesse limite de vent en deçà de laquelle les éoliennes ne doivent pas fonctionner permet de déterminer un pourcentage de diminution du risque. Les courbes d'activité et de vitesse du vent présentées au chapitre 3.1.3, *Figure 11* à *Figure 14* (= relation à 50m) sont utilisées à cet effet.

L'objectif prioritaire poursuivi est bien de limiter la mortalité globale à l'échelle du parc de manière à ne pas remettre en cause la stabilité des populations. Il est cependant très difficile de proposer un plafond de mortalité acceptable, étant donné le manque de connaissance sur la taille de nombreuses populations régionales ou potentiellement impactées (migration), leur dynamique (en croissance, stable, en diminution ?), et la relation entre les relevés effectués avant la construction et la mortalité effective, soumise à de nombreuses incertitudes.

La diminution du risque peut être obtenue en jouant sur plusieurs facteurs ; on peut ainsi arrêter les éoliennes à certaines heures de la nuit, ou durant une certaine période de l'année, à une certaine température ou dans certaines conditions de vent. Pour le maître d'ouvrage, il est important que les éoliennes puissent potentiellement fonctionner aussi longtemps que possible durant l'année. La période durant laquelle des restrictions sont envisagées est définie de la manière suivante :

Nous avons estimé la réduction possible de mortalité au moyen de différents scénarios d'arrêt des éoliennes selon la vitesse du vent, la température et l'éolienne. Les paramètres actuels sont les suivants :

- Période de l'année : algorithme de fonctionnement de mai à octobre inclus,
- Horaire : aucune limite de fonctionnement en journée (entre le lever du soleil et le coucher du soleil).

<sup>16</sup> T. Leutenegger *et al.*, « Check-liste EIE pour installations éoliennes ». KVV CCE CCA, 2023.

- Température limite de fonctionnement en dessous de laquelle il n'y a aucune limite de fonctionnement.
- Vitesse de vent au-dessus de laquelle il n'y a aucune limite de fonctionnement.

Lorsque, durant les périodes avec un algorithme (saison et heure), la température est supérieure à la limite et que simultanément la vitesse du vent est inférieure à la limite, les éoliennes doivent être arrêtées. L'activité des chauves-souris enregistrée lors des trois conditions saisons-heure-température correspond à 98 % des contacts (2 % de l'activité a lieu hors de ces limites).

L'activité totale des chauves-souris est schématisée par la Figure 35 ci-dessous. Elle peut être décomposée en deux facteurs :

Abscisse : la période P au sens large (mois, heure, température) ; la limite p1 correspond aux trois premières conditions définies ci-dessus. À gauche, les conditions ne sont pas remplies et les éoliennes peuvent fonctionner sans restriction (2 % de l'activité des chauves-souris), à droite elles le sont, et le fonctionnement des éoliennes est soumis à restriction (98 % de l'activité). On trouve ainsi comme exemple le mois de janvier ou l'intervalle 12h-13h à gauche de p1.

Ordonnée : la vitesse du vent, qui comprend deux valeurs ;

- v1 : limite au-dessus de laquelle les éoliennes peuvent fonctionner sans restriction (limite l'algorithme de fonctionnement).
- v2 : limite en dessous de laquelle les éoliennes ne fonctionnent pas (limite de démarrage) et ne causent pas de mortalité, car tourner à des vent faible.

L'aire grisée correspond donc aux périodes de fonctionnement des éoliennes, périodes à risque pour les chauves-souris. La case u correspond donc à l'activité soustraite aux risque grâce à l'algorithme spécifique d'interruption de fonctionnement.

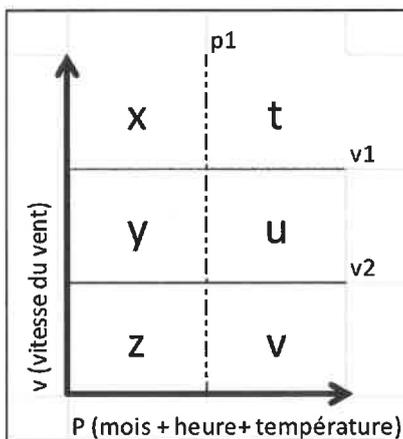


Figure 35 : Schéma d'activité totale des chauves-souris. Les cases z et v correspondent à une absence d'impact, la case u à la diminution de l'impact, et les cases x, y et t à l'impact résiduel (mortalité).

Sur la base des données récoltées à 50 m durant cette étude, des connaissances actuelles en matière de réduction d'impact et des objectifs de production énergétique, nous avons calculé plusieurs scénarii d'algorithme de fonctionnement. Le permet ainsi d'estimer la mortalité résultant de différentes valeurs de limitation de fonctionnement (v1) et en tenant compte des périodes durant lesquelles cette mesure sera appliquée.

À noter encore qu'à Grimsel, la **vitesse de démarrage ( $v_2$ )** des éoliennes sera de 2m/s ou de 3m/s selon le modèle d'éoliennes choisies. La mortalité sera plus grande avec une vitesse de démarrage faible, mais une diminution de l'activité à risque en pourcentage sera plus facile à atteindre, entraînant des mesures moins contraignantes. Pour cela, nous avons évalué l'impact des mesures avec **une vitesse  $v_2$  de 3m/s**, par marge de sécurité (les conditions d'arrêt seront plus sévères).

Ainsi, dans le scénario S5 (Tableau 7 *Tableau 9* ci-dessous), il y a une réduction de la mortalité pour les chauves-souris estimée de 81.8%, ce qui correspond à une mortalité moyenne interannuelle estimée de 2 à 10 chauves-souris par éolienne.

Résultats d'ensemble un seul paramètre sur toute l'année avec T=1°C										
Scénarii (avec v2 à 3 m/s = v2)	Limitation du fonctionnem ent (m/s) = v1	Proportion cumulée d'activité chauves- souris	Proportion d'activité avec risque > v2 = y+u+x+t	Proportion d'activité >v2 et <v1 et p1 = u	Proportion d'activité soumise au risque avec mesure = x + t + y	Diminution de l'activité soumise au risque = u / (y+u+x+t)	Moyenne interannuelle LAC		Moyenne interannuelle SUD	
							Mortalité inférieur 1%	Mortalité supérieur 3%	Mortalité inférieur 1%	Mortalité supérieur 3%
S0	0	0.0%		0.0%	40.8%	0.0%	10.5	31.4	18.1	54.1
S1	3.5	73.7%		14.1%	26.7%	34.5%	6.9	20.6	11.9	35.4
S2	4	84.9%		24.9%	15.9%	61.0%	4.1	12.3	7.1	21.1
S3	4.5	89.9%		29.8%	11.1%	72.9%	2.8	8.5	4.9	14.7
S4	5	91.9%	40.8%	31.8%	9.1%	77.8%	2.3	7.0	4.0	12.0
S5	5.5	93.6%		33.4%	7.4%	81.8%	1.9	5.7	3.3	9.8
S6	6	95.5%		35.3%	5.6%	86.4%	1.4	4.3	2.5	7.4
S7	6.5	96.6%		36.4%	4.4%	89.2%	1.1	3.4	2.0	5.9
S8	10	98.4%		38.1%	2.7%	93.3%	0.7	2.1	1.2	3.6

Tableau 7: Réduction du risque selon différents scénarii de limitation de fonctionnement.

Scénarii (avec vitesse de démarrage à 3 m/s = v2)	Limitation du fonctionnement (m/s) été = v1_été	Limitation du fonctionnement automne = v1_migration	Proportion cumulée d'activité chauves- souris	Proportion d'activité avec risque > v2 = y+u+x+t	Proportion d'activité avec limitation éolienne >v2 et <v1 et p1 = u	Proportion d'activité soumise au risque avec mesure = x + t + y	Diminution de l'activité soumise au risque = u / (y+u+x+t)	Moyenne		Mortalité	
								Mortalité interannuelle LAC inférieur 1%	Mortalité supérieur r 3%	Mortalité interannuelle SUD inférieur 1%	Mortalité supérieur 3%
S0a	0		0.0%		0.0%	40.8%	0.0%	10.5	31.4	18.1	54.1
S1a	4	5.5	90.8%		32.7%	8.1%	80.1%	2.1	6.3	3.6	10.8
S2a	4	6	92.4%		34.4%	6.4%	84.3%	1.6	4.9	2.8	8.5
S3a	4	6.5	94.2%		35.5%	5.3%	87.0%	1.4	4.1	2.4	7.0
S4a	4.5	5	91.7%		32.0%	8.8%	78.4%	2.3	6.8	3.9	11.7
S5a	4.5	5.5	93.3%		33.6%	7.3%	82.2%	1.9	5.6	3.2	9.6
S6a	4.5	6	95.1%		35.3%	5.5%	86.5%	1.4	4.3	2.5	7.3
S7a	4.5	6.5	96.1%	40.8%	36.4%	4.4%	89.1%	1.1	3.4	2.0	5.9
S8a	5	5	91.9%		32.2%	8.7%	78.8%	2.2	6.7	3.8	11.5
S9a	5	5.5	93.5%		33.7%	7.1%	82.6%	1.8	5.5	3.2	9.4
S10a	5	6	95.3%		35.5%	5.4%	86.8%	1.4	4.1	2.4	7.1
S11a	5	6.5	96.3%		36.6%	4.3%	89.5%	1.1	3.3	1.9	5.7
S12a	5.5	5	95.3%		32.2%	8.6%	78.9%	2.2	6.6	3.8	11.4
S13a	5.5	5.5	95.3%		33.8%	7.0%	82.8%	1.8	5.4	3.1	9.3
S14a	5.5	6	95.3%		35.5%	5.3%	87.0%	1.4	4.1	2.4	7.0

Tableau 8: Réduction du risque selon différents scénarii de limitation de fonctionnement, avec une vitesse et une température dépendante de la saison. La température a été fixée à 4°C au printemps/été et 0°C lors du pic de migration.

### 6.1.3 Paramètres saisonniers

Une réduction de l'activité à risque de 80% correspond aux exigences du canton. Mais en raison du fort pic automnale, nous avons cherché à voir si des conditions différentes en été et en automne seraient envisageables (température et vitesse  $v_1$ ). En raison des conditions alpines et de la forte migration automnale, nous proposons donc des paramètres différenciés entre les différentes saisons (Tableau 8 ci-dessus).

En été, les chauves-souris sont actives par vent plus faible, et les éoliennes pourraient donc commencer à fonctionner à une vitesse plus faible qu'en automne sans mortalité supplémentaire. À noter que la situation printanière est inconnue. Nous partons du principe qu'en raison de l'altitude et enneigement tardif, l'activité sera faible, mais nous ignorons s'il y a une migration printanière (généralement moins conflictuelle avec les éoliennes que la migration automnale).

### 6.1.4 Scénario retenu S3a

Les scénarios S3a ( $v_1= 4\text{m/s}$  en été et  $6.5\text{m/s}$  en automne), S6a ( $v_1= 4.5\text{m/s}$  en été et  $6\text{m/s}$  en automne), S7a ( $v_1= 4.5\text{m/s}$  en été et  $6.5\text{m/s}$  en automne) et S9a ( $v_1= 5\text{m/s}$  en été et  $6\text{m/s}$  en automne) dépassent tous le 80% de réduction de la mortalité. Un scénario moins restrictif en été, nous semble un bon compromis pour une mortalité quasi identique à si les turbines ne peuvent tourner qu'à partir de  $6\text{m/s}$  (durant les périodes adéquates) toute l'année.

Toutefois, au vu de l'activité forte, principalement en automne, et de nombreuses inconnues (notamment concernant les risques de collision du molosse de Cestoni (*Tadarida Teniotis*), espèce active toute l'année, du risque de collision sur un col alpin, ainsi que du manque d'estimation concernant la mortalité supportable pour les populations migratrices), nous préconisons de choisir le scénario S3a ( $v_1= 4\text{m/s}$  en été et  $6.5\text{m/s}$  en automne) se rapprochant d'une réduction de 90% de l'activité à risque, et d'une mortalité d'entre 1 à 7 chauves-souris par éolienne et par an.

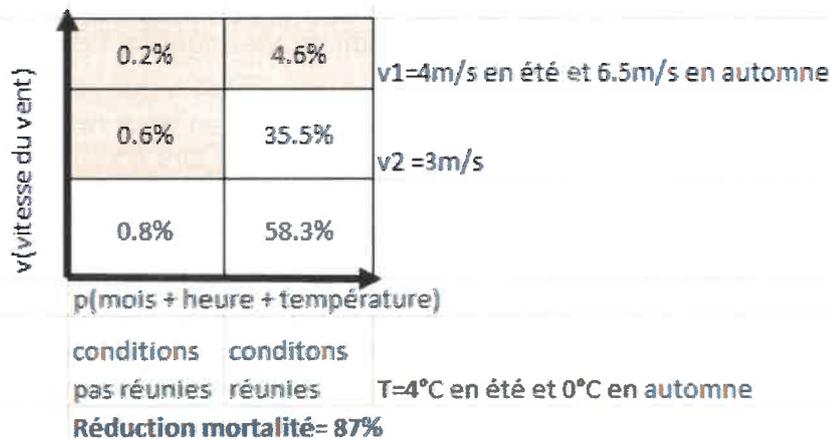


Figure 36 : Schéma d'activité totale des chauves-souris selon l'activité aux deux mats et les paramètres de limitations S3a. 59% de l'activité enregistrée (case z+v) se trouve en dessous de la vitesse de démarrage des turbines de  $3\text{m/s}$ , ce qui signifie que, sans limite de fonctionnement, 40.9% de l'activité serait à risque de collision. Avec les limites de fonctionnement, seul 5.4% de l'activité est à risque, soit une réduction de l'activité à risque de 87%.

Le scénario décrit ci-dessus permet une diminution de 87% de l'activité à risque, soit une diminution de 87% de la mortalité attendue.

- Période de l'année : algorithme de fonctionnement de mai à octobre inclus, avec un algorithme 'printemps-été' du 1<sup>er</sup> mai au 15 août, et un algorithme 'automne/période de migration' du 16 août au 31 octobre.
- Entre le lever du soleil et le coucher du soleil (la journée)
- Température limite de fonctionnement :
  - En été : en dessous de 4°C, aucune limite de fonctionnement
  - En période de migration : en dessous de 0°C, aucune limite de fonctionnement
- Vitesse de vent :
  - En été : au dessus de 4 m/s aucune limite de fonctionnement
  - En période de migration : au dessus de 6.5 m/s aucune limite de fonctionnement

**Mesure 1: Algorithme spécifique d'interruption de fonctionnement:** Arrêt des machines en dessous de 6.5 m/s durant les périodes de fortes activités (de mi-août à octobre) et 4 m/s pour les périodes à plus faible activité, entre mai et mi-août. Les détails d'interruption temporaire de fonctionnement sont décrits dans la fiche mesure 1 (Annexe 6).

Cette règle de la vitesse limite peut être suspendue durant les périodes d'absence ou de très faible activité de chauves-souris, soit lorsque;

- durant la période de **novembre à avril** inclus ;
- la température est **égale ou inférieure à 4 °C** de mai à mi-août;
- la température est **égale ou inférieure à 0 °C** de mi-août à octobre,
- durant la journée (basé sur les heures de coucher et de lever de soleil).

### 6.1.5 **Mortalité résiduelle avec scenario S3a**

Durant les périodes sans restriction, l'activité des chauves-souris est estimée à une proportion de 2 % et on a déjà tenu compte de cette mortalité dans les estimations faisant l'objet du tableau ci-dessus. L'ensemble des conditions de fonctionnement (saison, heure, vitesse du vent, etc.) est appelé **algorithme spécifique d'interruption de fonctionnement**.

Un suivi permettant le contrôle des résultats obtenus sera mis en place (voir ci-dessous chapitre 6.3). Au besoin, les conditions d'exploitation devront être adaptées (chapitre 6.3.1).

Cette mortalité qui subsistera malgré cette mesure (mortalité « inévitable ») devra être compensée (voir mesure chapitre 6.2).

Les calculs de mortalité et de réduction de mortalité par l'arrêt de fonctionnement des machines lié à la vitesse du vent sont basés sur des estimations. Néanmoins, certaines mesures complémentaires peuvent limiter l'activité des chauves-souris aux abords des éoliennes projetées et donc réduire le risque de mortalité influençant les conditions de fonctionnement.

- Les chauves-souris sont attirées par les concentrations d'insectes, elles-mêmes favorisées par la présence de lumière ou de chaleur. Il convient donc d'éviter absolument l'éclairage des éoliennes (sous réserve des normes de sécurité aérienne), valable aussi pour la porte d'entrée.
- La présence de prairies extensives ainsi que de pièces d'eau (étangs, etc.) favorise aussi la concentration des chauves-souris. Il faut donc éviter que des

mesures de compensation d'impacts liés à d'autres domaines d'étude soient créées dans le périmètre d'implantation ; elles doivent se situer à bonne distance des éoliennes.

Eoliennes projetées	Site associé	Mortalité inférieure attendue avec limitation		Mortalité supérieure attendue avec limitation	
		1%		3%	
Grim 1	Lac		1.4		4.1
Grim 2	Lac		1.4		4.1
Grim 3	Sud		2.4		7
Grim 4	Sud		2.4		7
<b>Total</b>			<b>7.6</b>		<b>22.2</b>

Tableau 9: estimation du nombre de chauves-souris tuées par année pour le parc (minimum et maximum attendu) avec algorithme d'interruption S3a.

Les populations locales et migratrices n'étant pas connues dans la région, on peut s'appuyer sur la Check-liste EIE pour installations éoliennes <sup>17</sup> qui suggèrent de prendre comme objectif une mortalité de moins de 5 chauves-souris locales par année et 10 migratrices. Avec le scénario choisi, on obtient une mortalité moyenne de 14.9 chauves-souris, ce qui correspond en moyenne à ces recommandations, avec un maximum qui pourrait être plus élevé.

En prenant une mortalité basée sur l'étude ayant eu lieu au Peuchapatte (dans la chaîne du Jura et avec une proportion bien plus forte de pipistrelloïdes), on obtiendrait une mortalité résiduelle de 10 à 42 chauves-souris pour le parc par année (26 en moyenne).

Devant ces incertitudes, et pour vérifier si l'objectif est validé avec ce scénario, un suivi au sol sera réalisé. Si la mortalité effective (adaptées avec un facteur de détection et de disparition des cadavres) dépasse le chiffre de 22 chauves-souris, le modèle d'arrêt devra être revu pour être plus stricte pour prendre en compte les conditions locales.

## 6.2 MESURES DE COMPENSATION (OBJECTIF 2 / 3)

Malgré toutes les mesures, une mortalité minimale ne peut pas être empêchée. Il convient donc de la compenser en diminuant la mortalité ou en favorisant la reproduction, principalement sur les sites de concentration de chauves-souris : colonies de reproduction, gîtes intermédiaires ou d'hibernation, sites de swarming. L'amélioration de terrain de chasse peut également convenir.

En raison du manque de connaissances sur ce groupe faunistique, en particulier en milieu alpin, aucun cas précis d'une problématique de mortalité n'est connu dans la région actuellement (objectif 2). Une amélioration ou création de milieux favorables aux chauves-souris pour la chasse est aussi envisageable, mais les possibilités d'amélioration sensible sont très faibles dans la région. Nous proposons ainsi l'aménagement de

<sup>17</sup> T. Leutenegger *et al.*, « Check-liste EIE pour installations éoliennes ». KVV CCE CCA, 2023.

bâtiments et d'ouvrages en faveur des chauves-souris dans les vallées environnantes (objectif 3).

La plupart des chauves-souris se regroupent dans les toitures et/ou combles de bâtiments durant la période estivale pour la mise-bas. Pour de nombreux bâtiments, des aménagements simples ou plus complexes permettraient l'établissement d'une colonie de chauves-souris, ou le retour de celle-ci lorsque des rénovations ont supprimé un accès. Les bâtiments religieux ou les combles d'autres bâtiments publics étaient principalement utilisés par ces animaux et leurs aménagements favoriseront ainsi la reproduction d'espèces locales telles que la Pipistrelle commune.

**Mesure 2: Aménagement de bâtiments publics:** Création d'aménagements en faveur des chauves-souris dans les bâtiments publics et religieux de la vallée de Conche, en coordination avec le CCO Valais. À défaut de bâtiments adéquats, la mise en place d'un fond pour de tels aménagements ailleurs dans le Valais par le COO Valais doit être prévu. Des mesures types sont proposées dans la fiche de mesure 2.

## 6.3 SUIVI DES MESURES

Le suivi des mesures doit permettre de vérifier que les mesures ont bien été mises en œuvre comme prévu et qu'elles ont permis d'atteindre les objectifs fixés. Ce suivi est particulièrement important dans le cas des parcs éoliens puisque de nombreuses incertitudes entachent leur efficacité réelle (on qu'on dispose pour l'instant de très peu de retour d'expérience).

Le suivi des mesures peut être décomposé en 3 phases:

- 1) La mesure a-t-elle été convenablement mise en œuvre ?
- 2) La mesure a-t-elle à court et moyen terme l'effet escompté ?
- 3) L'objectif général d'absence d'impact important à long terme est-il atteint ?

### 6.3.1 Suivi de la mise en œuvre

Les mesures devront être planifiées et leur mise en œuvre accompagnée par des spécialistes des différents domaines déterminants (chiroptérologue, spécialiste ultrasons, fabricant des appareils de mesures, fabricant de l'éolienne).

Les mesures devraient être fonctionnelles ou réalisées dans les délais suivants:

**Mesure 1: Algorithme spécifique d'interruption de fonctionnement:** au moment de la mise en fonction des éoliennes.

**Mesure 2: Aménagement de bâtiments publics:** Dès la mise en fonction des éoliennes.

### 6.3.2 Suivi de l'efficacité à court et moyen terme

L'objectif est de vérifier que les buts ont bien été atteints et donc que la mortalité supplémentaire causée aux chauves-souris est suffisamment basse.

Un suivi de l'activité depuis la nacelle de toutes les éoliennes au moyen d'un détecteur permettra de comparer cette activité à celle estimée avant la construction du parc. La grande différence d'activité entre le mât Sud et le mât Lac montre une prévisibilité de l'activité faible. Ainsi, l'activité pourra être différenciée pour chacun des mâts, et selon ces résultats un modèle d'arrêt différencié par turbine pourrait être mis en place.

De plus, au moins un des enregistreurs devra fonctionner toute l'année pour estimer l'activité potentielle du molosse de Cestoni (*Tadarida teniotis*) en hiver (l'espèce est suspectée de ne pas hiberner) et évaluer les risques pour cette espèce en dehors des périodes de fonctionnement de l'algorithme. De plus, cela pourra permettre de confirmer ou infirmer l'idée d'une activité printanière estimée à très faible au vu de l'enneigement tardif du col.

L'activité acoustique sera comparée aux périodes de fonctionnement des machines, et ainsi la réduction de plus de 80% de l'activité à risque pourra être confirmée.

### Mesure 3: Échantillonnage bioacoustique depuis les nacelles: (fiche mesure 3)

- sur toutes les machines;
- mesure simultanée des conditions météorologiques (sur chaque emplacement et de si l'éolienne est en fonctionnement ou non);
- période de mesure: d'avril à octobre inclus; et toute une année pour au moins l'une des machines;
- durée: au minimum 3 ans;
- les détails techniques seront définis au moment de la mise en œuvre (les moyens disponibles sont actuellement en évolution constante).

Si la proportion de l'activité à risque (et donc la mortalité potentielle) dépasse l'objectif défini dans la mesure 1, cet excès de mortalité devra être diminué en modifiant l'algorithme de la mesure 1.

Sur la base de l'objectif de réduction de la mortalité (chapitre 6.1) les valeurs d'algorithme de fonctionnement seront déduites des courbes de répartition des contacts (telles que chapitre 3.1.3, mais basées sur les observations faites depuis les nacelles) suivant le suivi de l'efficacité de la mesure 3. Les détails de l'algorithme seront définis au moment de la mise en œuvre de l'adaptation. On utilisera pour chaque éolienne les mesures effectuées sur celle-ci. Si aucune mesure n'a été effectuée, on prendra la mesure la plus adaptée. Une optimisation de la mesure 1 pourra aussi être faite en fonction des résultats du suivi (mesure 3).

La mesure 3 permet d'estimer le pourcentage de l'activité à risque et la proportion de l'activité protégée par les mesures d'arrêt, mais ne permet pas d'avoir une meilleure idée du nombre effectif de fatalité, ni des espèces précises touchées (locales ou migratrices, menacées, etc).

Ainsi, afin de compléter cette mesure, un suivi plus approfondi de la relation entre l'activité et la mortalité ainsi qu'une estimation absolue de celle-ci sera effectué (mesure 4).

Une **recherche de cadavres** sera mise en place sous au moins deux machines, en particulier sous les machines proches du mât de mesure Sud qui a documenté une activité plus forte. L'activité étant au plus fort en automne, les recherches de cadavres seront limitées à la période de plus forte activité, soit de mi-août à mi-octobre.

La probabilité de trouver des cadavres étant faible ; pour cette raison on choisira pour cette mesure des machines partiellement régulées par la mesure 1, ou alors complété par l'utilisation de chiens.

Les machines étudiées seront alternativement régulées ou non (par ex. par période d'une semaine), sans que l'opérateur sur le terrain en soit informé. Chaque machine étudiée restera complètement régulée dès que 2 chauves-souris mortes auront été trouvées sous cette machine. Les machines non étudiées seront régulées durant toute la période.

Le terrain montagneux et la localisation du site rendront ces recherches complexes, mais elles restent la meilleure solution pour évaluer l'impact réel du parc et réagir en cas d'impact plus fort que celui attendu. Cette mesure est d'autant plus importante en l'absence de colonies proches dont une diminution des effectifs pourrait alerter.

Ce suivi sera fait au moins durant deux années, et si les résultats montrent une grande disparité dans les cadavres trouvés, une troisième année de suivi sera effectuée.

On devrait ainsi pouvoir disposer de chiffres permettant de mieux estimer la mortalité réelle pour les autres années de mesure acoustiques au parc de Grimsel, comme pour d'autres parcs situés dans des milieux semblables.

#### Mesure 4: Recherche de cadavres: (fiche mesure 4)

- sur une sélection d'au moins 2 machines à définir;
- durant toute la période de forte activité des chauves-souris (du 15 août au 15 octobre);
- mesure simultanée (la nuit précédente) de l'activité au niveau des machines et des conditions météorologiques;
- Durant 2 à 3 années, puis une fois tous les 10 ans ;
- Avec et sans application de l'algorithme d'arrêt ;
- on tiendra absolument compte de facteurs correctifs (fréquence des passages, taux de disparition des cadavres, taux d'efficacité des recherches, couverture du sol);
- Plusieurs méthodes de calcul sont disponibles ou en cours de développement actuellement ; on utilisera la méthode admise au moment de l'étude.

### 6.3.3 Absence d'impact à long terme

L'évaluation de l'impact à long terme n'est pas déterminable sans engager des moyens lourds. Pour cette raison, une approche pragmatique sous forme d'indice est proposée. Son efficacité et son intérêt dépendent de sa mise en œuvre sur plusieurs parcs éoliens et au niveau national (Liste Rouge).

**Mesure 5: Évaluation de la fréquentation globale du site (diversité spécifique):** Renouvellement d'un échantillonnage bioacoustique à partir du sol (méthode « liste rouge ») dans les 10 ans après la construction du parc. Comparaison avec l'indice obtenu lors de l'étude d'impact et ceux au niveau national (fiche de mesure 5).

### 6.3.4 Synthèse

Les mesures 1 et 2 devraient permettre de rendre les impacts supportables. Cet objectif devra être contrôlé au moyen des mesures 3, 4 et 5. Si une mortalité supérieure à 22 chauves-souris devait être observée, une adaptation de la mesure 1 sera mise en œuvre. L'algorithme de fonctionnement de chaque machine sera adapté en fonction des résultats obtenus sur elle. L'algorithme des machines non testées sera l'algorithme le plus adapté. Une optimisation de la mesure 1 pourra aussi être faite en fonction des résultats du suivi (mesure 3).

# 7 RÉSUMÉ DE L'ENSEMBLE DES INVESTIGATIONS POUR LE RAPPORT D'IMPACT

## 7.1 ETAT INITIAL

Le présent chapitre résume l'essentiel des observations faites pour cette étude.

### 7.1.1 Méthodologie

L'état initial sur le périmètre du projet a été étudié au moyen de deux échantillonnages bioacoustique en altitude à 50m au moyen de batlogger (l'un au sud du site, et l'autre proche du lac Totensee) réalisé entre juin et novembre 2016 et d'un échantillonnage bioacoustique au sol entre juin et septembre 2016 réalisé selon la méthodologie du projet de la « Liste Rouge »).

Sur le site, les données météorologiques ont pu être récoltées durant les périodes de fonctionnement des appareils.

À proximité du projet, aucune colonie n'a été trouvée.

Les mesures effectuées sur le périmètre du col du Grimsel sont jugées suffisantes.

### 7.1.2 Résultats

La **diversité spécifique**, avec 8 espèces certifiées en altitude (+ 1 au niveau du sol), est **dans la moyenne inférieure** comparée à d'autres sites. Le groupe le plus représenté est les nyctaloïdes (minium 69% des contacts, avec en plus les contacts de chiroptères indéterminés qui en sont certainement majoritairement aussi). Ce groupe est composé d'au moins cinq espèces du groupe des Nyctaloïdes, avec en majorité la **Noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri*), la **Sérotine bicolore** (*Vespertilio murinus*) et la **Sérotine Boréale** (*Serotinus nilsonii*). Des pipstrelloïdes sont aussi présentes en petites quantité (4%) avec la **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*), la **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*) et le **Vespère de Savi** (*Hypsugo Savi*). Le **Molosse de Cestoni** (*Tadarida teniotis*), typique des Alpes du Sud de la Suisse, est également présent et a la particularité d'être parfois actif en hiver. Toutes ces espèces sont par expérience fréquemment touchées par des éoliennes sur d'autres sites, sauf pour le Molosse pour lesquels des collisions n'ont qu'occasionnellement été documentées (Boyer, 2009), possiblement par le peu de zone de conflit jusque-là entre les parcs éoliens et sa zone de répartition.

En comparaison des sites jurassiens, l'**activité** mesurée en altitude sur des mâts est **forte** à 50 m. Elle semble **hétérogène** sur l'ensemble du périmètre et est variable au cours de l'année avec la présence d'un **pic en septembre-octobre**, sans doute à associer à une **activité migratoire**. Les données d'une éventuelle activité printanière n'ont pas pu être récoltée en raison de l'enneigement jusque fin juin. Au sol, l'activité est plutôt faible sur la totalité des points.

Aucune colonie importante n'est connue sur le site d'implantation et ses environs.

Sur la base de ces données, le site de Grimsel est effectivement un site exceptionnel régional (conclusion de la préexpertise), en particulier pour son activité migratoire. La

zone choisie pour le développement de ce projet présente donc un risque du point de vue des chauves-souris.

## 7.2 EFFETS DU PROJET

L'effet du projet est difficile à prévoir avec précision et plus encore son influence sur les populations.

Durant la **phase de réalisation**, l'impact est considéré comme **très faible**.

Durant la phase d'exploitation et sans mesure particulière, un **impact** considéré comme **très fort** est attendu selon l'activité. La taille des populations migratrices étant impossible à déterminer, l'impact sur le maintien de ces populations n'est pas quantifiable et doit être d'autant plus considéré.

## 7.3 MESURES

### Mesure de limitation des impacts

L'objectif principal est la réduction de la mortalité liée au fonctionnement des machines. La mesure principale est une **réduction des périodes de fonctionnement** liées aux conditions météorologiques (vitesse du vent principalement, température), de l'heure et de la saison, appelée **algorithme spécifique d'interruption de fonctionnement**. Celui-ci sera initialement le même pour chaque machine, puis pourra être adapté à chacune d'entre elles après le suivi de l'efficacité des mesures.

L'arrêt des machines en dessous de 6.5 m/s durant les périodes de fortes activités (de mi-août à octobre) et 4 m/s pour les périodes à plus faible activité, (d'avril à mi-août), permettra une **réduction théorique du risque en lien avec les nombreuses incertitudes et estimations**. Cette mesure pourra être adaptée suivant les résultats du suivi de l'efficacité. Cette mesure a pour objectif de **réduire l'impact de 87 % pour l'activité à risque, et ainsi réduire d'autant la mortalité**. Pour l'ensemble du parc, la mortalité résiduelle est estimée à maximum une vingtaine d'individus, toutes espèces confondues.

### Mesures de compensation

Une mesure de compensation est demandée pour l'impact résiduel : il s'agit de la réalisation d'**aménagements de bâtiments publics** en faveur des chauves-souris dans la vallée de Conches, ou à d'autres endroits du Valais s'il n'y a pas d'endroits adéquats à proximité. Pour cela un fonds sera mis en place.

### Mesures de suivi de l'efficacité

Il est indispensable de vérifier que ces mesures permettent d'atteindre à court et moyen terme les objectifs fixés pour la réduction du risque de mortalité. La mesure consiste en un **suivi bioacoustique de l'activité sur une partie des machines** durant au minimum 3 ans, calibré par une recherche de cadavres au sol.

Sur la base de ces résultats, l'**algorithme spécifique d'interruption de fonctionnement** devra être adapté.

À long terme, les mesures de suivi portent sur une répétition de l'inventaire au sol (liste rouge) dans les 10 ans suivant la construction du parc.

**Si ces mesures sont mises en œuvre et vérifiées, l'impact du parc éolien sur les chauves-souris peut être fortement réduit et considéré comme acceptable.**

## 8 REMARQUES FINALES

La détermination de l'impact d'un projet éolien sur les chauves-souris est complexe et sujette à de nombreuses incertitudes. Les données de référence et des expériences pratiques manquent encore largement, particulièrement sur la chaîne jurassienne.

Les chauves-souris sont toutes protégées, mais une mortalité limitée peut être admise. Pour atteindre ce but, des mesures de limitation de l'exploitation sont indispensables ; elles devront être complétées par un suivi très soigné de leurs effets à court, moyen et long terme.

Les mesures proposées sont de trois types et visent:

- à limiter les impacts par l'arrêt programmé des machines à certaines périodes de l'année et dans certaines conditions météorologiques;
- à optimiser la mesure ci-dessus par un renforcement très sensible des connaissances de la fréquentation du site par les chiroptères au niveau des nacelles (enregistreurs d'ultrasons disposés dans la nacelle de certaines éoliennes, recherche étendue de cadavres);
- à compenser la mortalité résiduelle par l'amélioration ou la création de sites favorables pour les chauves-souris.

La construction d'un parc éolien est un projet complexe, comprenant de nombreux enjeux. La protection des chauves-souris en fait partie, et doit être intégrée dans cette réflexion globale, en visant un équilibre optimal entre les différents objectifs.

Moyennant les mesures présentées plus haut, nous estimons que le développement d'un parc éolien à Grimsel est compatible avec les exigences de la protection des chauves-souris.

## BIBLIOGRAPHIE

- Adams, A. M., Jatzen, M. K. & Hamilton, R. M., 2011. Bat detector comparison with synthetic playback and free-flying bats. Poster.
- Arthur L., Lemaire M., 2009. Les chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope); Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.
- Aves Environnement & groupe chiroptère de Provence, 2010. Parc éolien du Mas de Leuze, Saint-Martin-de-Crau (13): étude de la mortalité des Chiroptères (17 mars – 27 novembre 2009); Energie Delta, 36 p.
- Bach, L., Bach, P., Kesel, R., 2020. Acoustic activity and fatalities of *Nathusius pipistrelles* (*Pipistrellus nathusii*) at wind turbines at coastal areas in Northwestern Germany.
- Baerwald E.F., Edworthy J., Holder M., Barclay M.R., 2009. A Large-Scale Mitigation Experiment to Reduce Bat Fatalities at Wind Energy Facilities; *Journal of wildlife management* 73(7):1077-1081.
- Barataud, M. 2012. Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, études de leurs habitats et comportements de chasse. Biotope, Mèze; Muséum national d'histoire naturelle, Paris (collection Inventaires et biodiversité), 344 p.
- Barataud, M. 2012. Avis comparatif sur les détecteurs d'ultrasons. <http://ecologieacoustique.fr/> (juin 2012).
- Barclay M.R., Baerwald E.F., Gruber J.C., 2007. Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height; *Ca. J. Zool.* 85: 381-387.
- Barré K., Le Viol I., Bas Y., Julliard R., et Kerbiriou C., « Estimating habitat loss due to wind turbine avoidance by bats: Implications for European siting guidance ». ELSEVIER-Biological Conservation, 2018.
- Behr, O. et al., 2009. Einsatz akustischer Aktivitätsmessungen zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisiko von Fledermäusen – Fachtagung Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen; Kurzfassungen der Vorträge, Hannover.
- Behr, O., Eoer, D., Marck, U., Mette-Christ, H., Reisinger, N., Runkel, V. und Von Helversen, O., Erlangen, 2007. Akustisches Monitoring im Rotorbereich von Windenergieanlagen und methodische Probleme beim Nachweis von Fledermaus-Schlagopfern - Ergebnisse aus Untersuchungen im mittleren und südlichen Schwarzwald; *Nyctalus* (N.F.), Berlin 12 (2007), Heft 2-3, S. 115-127
- Beucher, Y. et al., 2010. Parc éolien de Castelnau Pégayrols (12): suivi post-implantation de l'impact sur les chauves-souris: premiers résultats 2010 sur l'efficacité des mesures mises en place, Vimenet; Exen; Dijon, KJM Conseil. 4 p.
- Beucher Y. et al., 2013. Parc éolien de Castelnau-Pégayrols (12). Suivi pluriannuel des impacts sur les chauves-souris. Bilan des campagnes des 2ème, 3ème et 4ème années d'exploitation (2009-2011). 111p.
- Biollaz F. 2012 : Pré-analyse risques d'impact du projet éolien sur les chauves-souris. Parc éolien Grimsel (Obergoms, VS). CCO.
- Bohnenstengel T., Krättli H., Obrist M.K., Bontadina F., Jaberg C., Ruedi M., Moeschler P. 2014 : Liste rouge Chauves-souris. Espèces menacées en Suisse, état 2011. Office fédéral de l'environnement, Berne ; Centre Suisse de Cartographie de la Faune,

- Neuchâtel. Centres suisses de coordination pour l'étude et la protection des chauves-souris, Genève et Zurich ; Institut fédéral des recherches sur la forêt, la neige et le paysage, Birmensdorf. L'environnement pratique n°1412 :95p.
- Bontadina F. 2011. Leitfaden Querungshilfen für Fledermäuse im Strassenbau. Vortrag anlässlich der Nationalen Tagung Fledermausschutz, November 2011 in Bern
- Bontadina F, Beck A, Dietrich A, Dobner M, Eicher C, Frey-Ehrenbold A, Krainer K, Loercher F, Maerki K, Mattei-Roesli M, Mixanig H, Plank M, Vorauer A, Wegleitner S, Widerin K, Wieser D, Wimmer B, Reiter G. 2014. Massive bat migration across the Alps: implications for wind energy development. XIIIth European Bat Research Symposium 2014.
- Boyer P., Chatton T., Dohogne R. 2009. Diagnostic des zones de sensibilité pour les chiroptères vis-à-vis des projets éoliens dans le département de l'Indre. Indre Nature.
- Brinkmann, R et al., 2011. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisiko von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen; Göttingen, Cuvillier Verlag (Umwelt und Raum; n° 4), 470 p..
- Centre Suisse pour l'étude et la protection des chauves-souris & Confédération Suisse, 2008. Parcs éoliens en Suisse: démarche globale. 1 p.
- Collins, J. & Jones, G., 2009. Differences in bat activity in relation to bat detector height: implications for bat surveys at proposed windfarm sites; Acta Chiropterologica 11(2): 343-350.
- Cornut, J. & Vincent, S., 2010. Suivi de la mortalité des chiroptères sur deux parcs éoliens du sud de la région Rhône-Alpes. Saint-Marcel-lès-Valence; LPO Drôme. 35 p.
- Couason L., 2005. Étude des enjeux faunistiques et paysagers liés à l'installation de parcs éoliens en Beauce: 181-190.
- Diez C., Helversen O., Nill D., 2009. L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du nord.
- Dürr T., Dubourg-Savage MJ., 2009. in 14<sup>e</sup> Meeting of the Advisory Committee; Doc. Eurobats. Ac14.9.
- Ehrenbold A., 2010. Effects of landscape connectivity and habitat structure on bat guilds in farmland-dominated matrice; Masterarbeit, Universität Bern.
- Gilgen, K. et al. 2010. Recommandations pour la planification d'installations éoliennes: utilisation des instruments de l'aménagement du territoire et critères de sélection des sites; Berne, Office fédéral de l'énergie, Office fédéral de l'environnement et Office fédéral du développement territorial, 43 p.
- Grunwald, T. und Schäfer, F., Schöneberg/Hunsrück, 2007. Aktivität von Fledermäusen im Rotorbereich von Windenergieanlagen an bestehenden WEA in Südwestdeutschland Teil 2: Ergebnisse; Nyctalus (N.F.), Berlin 12 (2007), Heft 2-3, S. 182-198.
- Huso, M., 2010. An estimator of wildlife fatality from observed carcasses; Environmetrics 22(2): 318-329.
- Johnson, G.D., Perlik, M.K., Erickson, W.P., and Strickland, M.D., 2004. Bat activity, composition, and collision mortality at a large wind plant in Minnesota; Wildl. Soc. Bull. 32: 1278-1288
- Jones G., Cooper-Bohannon R., Barlow K., Parsons K., 2009. Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat populations in Britain; Bat Conservation Trust.

- Korner-Nievergelt F., et al., 2013. Estimating bat and bird mortality occurring at wind energy turbines from covariates and carcass searches using mixture models. ; PLoS ONE 8(7) : e67997. Doi : 10.1371/journal.pone.0067997. 11p.
- Kunz T. H. et al., 2007. Assessing Impacts of Wind-Energy Development on Nocturnally Active Birds and Bats: A Guidance Document; Journal of Wildlife Management 71(8): 2449–2486; 2007
- Lagrange, H. et al., 2009. Chirotec: bilan des tests d'asservissement sur le parc de Bouin. Mèze, Biotope. 46 p.
- Leutenegger T. *et al.*, « Check-liste EIE pour installations éoliennes ». KVU CCE CCA, 2023.
- Leuzinger Y., Lugon A., Bontadina F., 2008. Éoliennes en Suisse, Mortalité de chauves-souris, Office fédéral de l'environnement (OFEV) et Office fédéral de l'énergie (OFEN). 34 p.
- NATURA & SWILD. 2018. Mortalité causée par le parc éolien du Peuchapatte sur les chauves-souris et évaluation de mesures de protection - Mortalität von Fledermäusen beim Windpark Le Peuchapatte und Evaluation von Schutzmassnahmen. Rapport de synthèse - Synthesebericht. NATURA, Les Reussilles & SWILD, Zürich, 126 Seiten.
- Prié, V., 2008. Nouvelles approches pour l'étude des chauves-souris en altitude – Symbioses no 21.
- Reichenbarch M., Steinborn H., Rahmel U., Ibach A., 2006. Faunistisches Gutachten: Brutvögel und Fledermäuse im Bereich der geplanten Erweiterung des Windparks Westerburg /Charlottendorf Ost; ARSU et Meyer & Rahmel GbR
- Reynolds R. S., 2009. Pre-construction acoustic monitoring; Mount Wachusett Community College.
- Rico, P. et al., 2011. Chirotec: bilan des tests d'asservissement sur le parc de Mas de Leuze (commune de Saint-Martin-de-Crau – 13); Mèze, Biotope. 52 p.
- Rodrigues, L. Bach, L., Dubourg-Savage M.-J, Goodwin J., Harbusch C., 2008. Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens; Eurobats Publications Series no 3.
- Runkel, V., Marckmann und Schuster, 2009. Die automatische Rufanalyse mit dem batcorder-System; Ecoobs.
- Sattler, T. & Bontadina, F., 2005. L'évaluation écologique de deux secteurs d'activité des chauves-souris; SWILD, Zürich.
- Solick, D., Pham, D., Nasman, K., Bay, K., 2020. Bat activity rates do not predict bat fatality rates at wind energy facilities.
- Südwestdeutschland Teil 2: Ergebnisse; Nyctalus (N.F.), Berlin 12 (2007), Heft 2-3, S. 182-198.
- Uldry V., Gremaud J. et Brossard C., 2012. Comparaison entre deux détecteurs d'ultrasons automatiques (Batlogger et Batcorder) dans le domaine éolien, Greenwatt, Natura, Fribat et CCO. Non publié
- Zingg PE, Bontadina F. (2016) Migrating bats cross top of Europe. PeerJ Preprints 4:e2557v1 <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.2557v1>

## LISTE DES ANNEXES

*Annexe 1: Analyse semi-automatique*

*Annexe 2: Suivi des relevés*

*Annexe 3: Répartition des contacts au cours du temps*

# ANNEXE 1

---

Analyse semi-automatique

	Note technique		
Mandat:			
Dossier	Détermination semi-automatique		
Objet:	Principe et biais de la méthode		
Type:			
Destinataire:		Envoi:	
Copie(s):		Dossier:	
Réalisation:	V. Uldry	Création:	29/11/2012
Visa:	C.Brossard	Réf:	Analyse semi-automatique.docx

Annexe(s): Table de détermination

### Contexte

Les analyses semi-automatiques des séquences provenant d'appareils automatiques sont utiles pour accéder à un grand nombre de données (analyse en continu sur plusieurs mois), prenant beaucoup trop de temps à un expert par une méthode manuelle, et permettent aussi des inventaires à des endroits inaccessibles (mesure en altitude sur des mâts). Ces analyses complexes se basent sur des séquences de référence de chauves-souris. Elles sont parfois associées à des « boîtes noires » et peuvent présenter de nombreux risques d'erreurs qu'il faut savoir identifier.

### Enregistrement sur le terrain

La portée d'enregistrement varie selon les cris des espèces, mais aussi selon le calibrage de chaque appareil. Normalement, tous les appareils d'un même modèle sont calibrés de la même manière. Par contre, comme tous appareils électroniques, des changements de leur calibrage peuvent être observés au cours de leur durée de vie. *Les appareils doivent être ainsi recalibrés au moins une fois par année pour diminuer ces variations.* Ce calibrage influence quant à la réception des sons. Cette réception est aussi influencée par les conditions météorologiques (humidité, température...).

Chaque appareil a été réglé d'une manière standard, suivant les conseils du fabricant. D'une part, cela répond aux limites techniques de l'appareil, mais cela permet aussi de faire un compromis entre par exemple la qualité des séquences et l'espace disponible sur la carte mémoire. Il est aussi important de récolter ces données de manière le plus homogènes possible afin d'effectuer des comparaisons.

De la réception des sons dépend la qualité des séquences et donc du potentiel de détermination des espèces. Ainsi, on peut obtenir une quantité de séquences et une liste d'espèces différentes pour deux appareils fonctionnant au même endroit, au même moment !

Malgré ces biais, cette technique est à l'heure actuelle la mieux adaptée à un inventaire en continu de la faune chiroptérologique afin d'estimer l'indice d'activité et la diversité des espèces.

### Principe de l'analyse semi-automatique

Les séquences reçues sont d'abord classées dans un logiciel. Ce logiciel permet de repérer les cris présents dans les séquences, mais ceux-ci doivent être suffisamment puissants pour être

reconnus. Ainsi, une partie des séquences de chauves-souris n'est donc pas analysée, car les cris de la séquence ne sont pas assez forts. Cela dépend surtout de la distance de l'animal lors de l'enregistrement et de la portée de ses cris qui influence sur la qualité de l'enregistrement. Ces séquences sont ensuite analysées par un deuxième logiciel, qui pour chaque séquence, va associer un nom d'espèce avec un pourcentage de fiabilité.

### **Sons parasites**

Lors des enregistrements sur le terrain, l'appareil va enregistrer tous les ultrasons en dessus d'un seuil ; ici, le seuil est de 10kHz. Ces sons sont principalement des ultrasons de chauves-souris, mais il peut aussi s'agir de chants d'orthoptère (peu fréquent à une certaine hauteur du sol), mais aussi surtout de bruit de fond dû au souffle du vent et/ou à l'entrechoc des câbles sur les mâts de mesure, par exemple.

Ces sons parasites sont en partie enlevés lors de l'analyse du logiciel. Ainsi, il est dès lors incorrect d'associer le nombre de séquences enregistrées directement à un indice d'activité chiroptérologique. Malgré ce premier filtre, une partie de ces séquences parasites sont tout de même gardées et analysées par le deuxième logiciel, celui-ci donnant de toute façon une détermination à l'espèce. Des erreurs peuvent arriver par exemple avec des sons très graves qui peuvent être associés avec des Nyctaloides.

**Seul un contrôle manuel de TOUTES les séquences par un spécialiste peut enlever ces biais qui parfois peuvent représenter la moitié des séquences.**

### **Mauvaises déterminations**

Le logiciel analyse cri par cri la séquence pour la déterminer. Il compare ces cris avec des cris de référence de détermination confirmée. Malgré cela, certaines espèces s'identifient, non pas par un unique cri, mais par l'ensemble de la séquence de cris, tenant compte des changements de type de cris ainsi que de leur intervalle de fréquence. Il peut ainsi se produire des erreurs de détermination qui sont en partie contrôlées par le pourcentage de fiabilité.

Pour réduire ce risque, seules les séquences d'espèces assurées à 90% et plus pour les Pipistrelloïdes et 95% et plus pour les autres espèces ont été considérées comme exactes, les autres séquences étant attribuées au groupe taxonomique de rang supérieur.

Cependant, des erreurs d'interprétations peuvent encore subsister. Ainsi, une séquence de chasse de Noctule (une séquence de cris assez abrupte) peut être assimilée à une espèce de murin, cette détermination pouvant même être estimée comme sûre à 100% par le logiciel.

**Seul un contrôle manuel de ces séquences par un spécialiste peut enlever ces types d'erreurs qui restent tout de même marginales.**

### **Séquences tronquées**

Le réglage standard de l'appareil permet un stockage plus important de données en réduisant par exemple l'intervalle après lequel l'appareil va arrêter l'enregistrement et commencer une nouvelle séquence. Or, certaines chauves-souris, particulièrement les Nyctaloides, produisent souvent des cris avec un long intervalle alors que les sons des Pipistrelloïdes, plus faibles, ne sont pas tous perçus. Ces séquences de cris sont donc tronquées en plusieurs séquences. D'une part, ce problème multiplie le nombre de séquences et d'autre part, il ne permet plus d'analyser correctement l'ensemble des séquences pour une détermination sûre.

Il a été ainsi décidé de procéder à un regroupement des séquences par taxons et par tranches d'une minute, ce regroupement simplifiant l'information.

V .Uldry, 26.11.2012

## ANNEXE 2

---

Suivi des relevés

2016

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Total	
Juin																																	
GRI-S Bat1 (1148)																																	7
GRI-S Bat2 (1149)																																	7
GRI-L-Bat1 (1152)																																	7
GRI-L Bat2 (1153)																																	7
Juillet																																	
GRI-S Bat1 (1148)																																	31
GRI-S Bat2 (1149)																																	28
GRI-L-Bat1 (1152)																																	31
GRI-L Bat2 (1153)																																	31
Août																																	
GRI-S Bat1 (1148)																																	23
GRI-S Bat2 (1149)																																	19
GRI-L-Bat1 (1152)																																	31
GRI-L Bat2 (1153)																																	31
Septembre																																	
GRI-S Bat1 (1148)																																	16
GRI-S Bat2 (1149)																																	30
GRI-L-Bat1 (1152)																																	30
GRI-L Bat2 (1153)																																	30
Octobre																																	
GRI-S Bat1 (1148)																																	19
GRI-S Bat2 (1149)																																	10
GRI-L-Bat1 (1152)																																	31
GRI-L Bat2 (1153)																																	18
Novembre																																	
GRI-S Bat1 (1148)																																	7
GRI-S Bat2 (1149)																																	11
GRI-L-Bat1 (1152)																																	11
GRI-L Bat2 (1153)																																	6

Les données utilisées sont notées en entouré et plus foncé

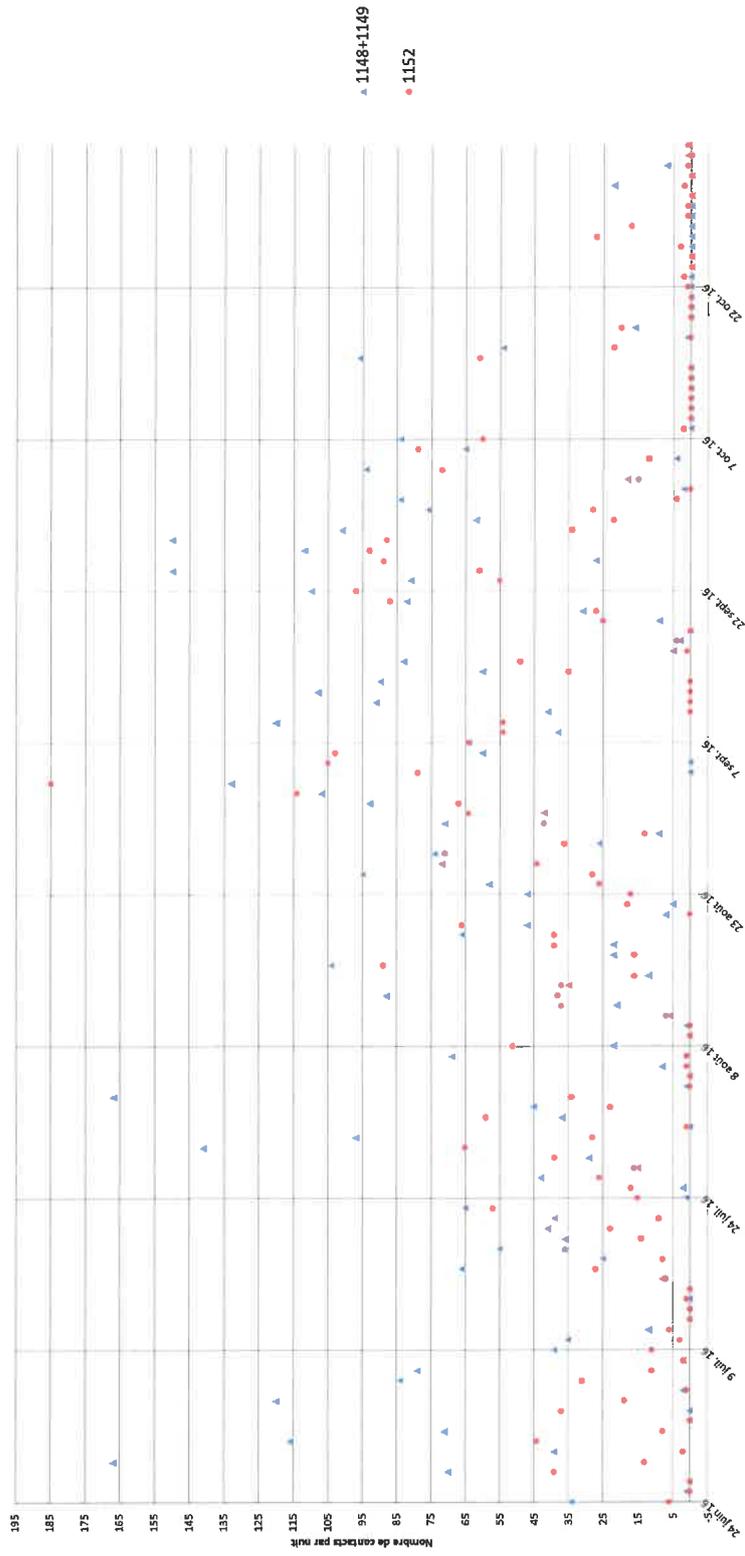
TOTAL 2016		
GRI-S Bat1 (1148)	103 nuits	42'024 sequences
GRI-S Bat2 (1149)	105 nuits	57'702 sequences
GRI-L-Bat1 (1152)	141 nuits	30'569 sequences
GRI-L Bat2 (1153)	123 nuits	35'264 sequences

## ANNEXE 3

---

Répartition des contacts au cours du temps

**Grimsel (juin 2016-novembre 2016)**  
 indice d'activité au cours de la saison



## **Anhang 14      Geologischer Bericht**

SwissWinds Development GmbH, Grimisuat

# Windkraftanlage Grimsel, Obergoms

Geologisch-geotechnischer Grundlagenbericht



25.08.2025

rp2366-

<b>Mandat-Nr. :</b>	rp2366-
<b>Titel:</b>	Windpark Grimsel - geologisch-geotechnischer Grundlagenbericht
<b>Autor(en):</b>	Rebecca Berther
<b>Freigabe/Kontrolle:</b>	Eric Pointner
<b>Datum:</b>	25.08.2025
<b>Status/Version:</b>	definitiv
<b>Seitenzahl:</b>	32
<b>Gemeinde:</b>	Obergoms
<b>Koordinaten:</b>	2'669'123, 1'156'394, 2'212.9 m ü. M. (CH1903+ / LV95) (Stellplatz Anlage 4)
<b>Auftraggeber:</b>	SwissWinds Development GmbH, Grimsuat
<b>Verteiler:</b>	Emch + Berger Revelio AG, Bern, Herr Philipp Mattle Deluigi
<b>Kontakt:</b>	Rovina + Partner AG St. Martinistrasse 3, 3930 Visp 027 473 48 48 / info@rpgeol.ch
<b>Titelbild:</b>	

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1. Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>2. Einleitung</b>	<b>6</b>
2.1 Ausgangslage oder Projekt und Problematik	6
2.2 Ausgeführte Arbeiten	7
2.3 Verwendete Dokumente	7
2.3.1 Projektspezifische Grundlagen	7
2.3.2 Dokumente zur regionalen (Hydro-) Geologie	7
2.3.3 Normen, Richtlinien und gesetzliche Vorgaben	7
2.3.4 Weitere Datengrundlagen	8
<b>3. Randbedingungen</b>	<b>8</b>
3.1 Geologischer und hydrogeologischer Überblick	8
3.2 Grundlagen, bestehende Daten, durchgeführte Untersuchungen und Methoden	10
<b>4. Baugrundmodell</b>	<b>11</b>
4.1 Allgemeiner Baugrundaufbau	11
4.1.1 WEA 1, WEA 2 und WEA 4	11
4.1.2 WEA 3	11
4.1.3 Erschliessungsstrasse	11
4.2 Geotechnische Kennziffern	11
4.2.1 Bäregg-Gneiskomplex	12
4.2.2 Südwestlicher Aare-Granit	13
4.2.3 Gärsthorn-Gneiskomplex	14
4.2.4 Moränenablagerung	15
4.2.5 Randseeablagerungen	15
4.3 Geologischer Schichtverlauf	16
4.4 Grundwasserverhältnisse	16
<b>5. Gefährdungsbilder und Massnahmen</b>	<b>17</b>
5.1 Tragfähigkeit Untergrund	17
5.2 Böschungsstabilität	17
5.3 Böschungs- und Baugrubensicherung	19
5.4 Setzungen	20
5.5 Stein- / Blockschlag, Felssturz	20
5.6 Oberflächennahe Erosion / Abbrüche Felsböschung	22
5.7 Erdbeben	22
5.8 Rutschungen	23
5.9 Lawinen	23
5.10 Altlasten	23
5.11 Betonaggressivität des Grundwassers	23
5.12 Grundwasserschutz während der Bauarbeiten	24
5.13 Erschütterungsauswirkungen auf die Umgebung	24
5.14 Übrige Gefährdungsbilder	24
<b>6. Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen</b>	<b>25</b>

### **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1:	Situation mit Lage des Projekts. ....	6
Abbildung 2:	Auszug aus Geocover [6]. ....	9
Abbildung 3:	Gewässerschutzkarte im Projektbereich [4]. ....	10
Abbildung 4:	Querschnitte im Bereich der vier Anlagestandorte in Richtung der steilsten, exponiertesten Geländeneigung. ....	18
Abbildung 5:	Abschätzung Blockschlaggefahrenpotential bei WEA 1 mittels Pauschalgefällemethode. ....	21
Abbildung 6:	Abschätzung Blockschlaggefahrenpotential bei Erschliessungsstrasse m 2000 bis m 2160 mittels Pauschalgefällemethode. ....	21

### **Verzeichnis der Tabellen**

Tabelle 1:	Zulässige Bodenpressung (Sohlnormalspannung) in kN/m <sup>2</sup> bei Flächengründungen auf Fels (DIN 1054, aus [20]) .....	17
Tabelle 2:	Baugrundklassen (nach SIA 261 [11]) .....	23

### **Verzeichnis der Beilagen**

#### Fotobeilage

Beilage 1-1:	Situationsplan WEA 1
Beilage 1-2:	Situationsplan WEA 2
Beilage 1-3:	Situationsplan WEA 3
Beilage 1-4:	Situationsplan WEA 4
Beilage <sup>o</sup> 2-1:	Steinschlag nach der Methode Pauschalgefälle

## 1. Zusammenfassung

Auf dem Grimselpass, auf dem Geländertücken bei Chrizegge südwestlich des Totesees sollen vier moderne Windenergieanlagen (WEA) entstehen. Für die flach gegründete kreisförmige Fundamentplatte ist ein Aussendurchmesser von 24 bis 30 m und eine Tiefe von bis zu 3 m vorzusehen. Daneben müssen auch die total ca. 3 km lange Erschliessungsstrasse ab dem Parkplatz beim Murmeltierpark und diverse Kranstell- und Installationsflächen erstellt werden.

Der vorliegende Grundlagenbericht dokumentiert die zu erwartenden Untergrundverhältnisse im Projektperimeter auf Basis der zur Verfügung stehenden Grundlagen sowie der durchgeführten Oberflächenkartierung vom 05.08.2024. Es wurden bisher noch keine quantitativen Baugrunduntersuchungen wie Sondierbohrungen oder Laborversuche vorgenommen.

Die geplanten Bauten werden mehrheitlich auf Festgestein (Granit, granitischer Gneis, Biotitgneis, Quarzit) bzw. auf Moränenablagerungen erstellt. Mit längerfristig gesättigten Untergrundverhältnissen ist einzig im Bereich der geplanten Strassenquerung über den Totensee (Randseeablagerungen) zu rechnen.

Auf Basis des heutigen Wissensstands sind folgenden Gefährdungsbildern bei der weiteren Projektierung Rechnung zu tragen:

- Die **Böschungsstabilität** kann auf Basis einer geometrischen Betrachtung bei den meisten Neigungen im Festgestein als problemlos erachtet werden. Einzig durch das Vorhandensein von allfälligen Schwächezonen im Untergrund könnte eine Gefährdung der äusseren Standsicherheit resultieren. Zudem empfehlen wir aufgrund der bereichsweisen steileren Böschungsverhältnisse bei WEA 2, die Böschungsstabilität nach Kenntnis der Lasten genauer zu untersuchen. Gegebenenfalls braucht es Sicherungsmassnahmen in den steilen Felsbereichen.

Zwischen m 2530-2590 wird die Erschliessungsstrasse auf dem äussersten, südlichen Randbereich des Felsrückens geführt. Das unmittelbar darunterliegende Felsband ist aufgrund der Kombination der subvertikal bis vertikal stehenden, durchdringenden,  $\pm$  parallel zur geplanten Erschliessungsstrasse verlaufenden Schieferung und senkrecht dazu stehenden Klüften in plattige Felskompartimente unterteilt, die durch die Zusatzlast Ausbeulen/Knicken könnten. Dieses Gefährdungspotential ist im weiteren Projektverlauf näher zu untersuchen. Gegebenenfalls ist eine systematische Sicherung mittels Vernagelung in diesem Abschnitt nötig.

- **Böschungs- und Baugrubensicherung:** Bei Standort WEA 3 ist mit einer mächtigeren Lockergesteinsbedeckung zu rechnen. In Kombination mit einem bis zu 30° steilen Gelände, der Voraussetzung, dass das gesamte Fundament auf Fels fundiert werden muss, sowie evtl. nötiger minimaler Frosttiefen können deutlich höhere Hanganschnitte im Lockergestein resultieren. Dementsprechend sind evtl. die Regeln gemäss BauAV zu beachten

Zwischen m 0020-0090 wird die Erschliessungsstrasse in den Fels gesprengt. Aufgrund des vorliegenden Trennflächengefüges bilden sich plattige Blöcke mit einem sehr hohen Kipp-Potential aus. Dadurch ist auf der unmittelbar darunter querenden Erschliessungsstrasse mit einer erhöhten Nachbruch-Gefährdung zu rechnen. Mit dem jetzigen Kenntnisstand ist in diesem Abschnitt eine systematische Ausbruchssicherung mittels Vernagelung erforderlich.

- **Setzungen:** Die Erschliessungsstrasse zwischen m 0090-0170 soll den Randbereich des Totesees queren. In diesem Bereich ist mit feinkörnigen, setzungsempfindlichen Randseeablagerungen und mit mindestens zeitweise gesättigten GW-Verhältnissen bis an die Oberfläche zu rechnen. Je nach Lasten müssen daher entsprechende Massnahmen (Materialersatz) vorgesehen werden.

- Eine grobe Gefährdungsabschätzung mittels Pauschalgefällemethode zeigen ein **Blocksturz-Gefährdungspotential** im Bereich von WEA 1 und der Erschliessungsstrasse zwischen m 2000 – 2160. Auch für WEA 3 kann ein Blocksturz-Gefährdungspotential nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Für eine detaillierte Analyse der Sturzintensitäten, empfehlen wir die Durchführung von Sturzbahnsimulationen im Verlaufe der weiteren Projektierung. Erst dann können Schutzmassnahmen definiert werden.
- **Oberflächennahe Erosion / Abbrüche Felsböschung:** Die Erschliessungsstrasse zwischen m 1290 – 1360 unterquert unmittelbar ein ca. 2 m hohes Felsband, wo sich aufgrund des vorliegenden Trennflächengefüges sich plattige Felskompartimente mit einem sehr hohen Kipp-Potential ausbilden. Dadurch ist auf der unmittelbar darunter querenden Erschliessungsstrasse mit einer erhöhten Blockschlaggefahr zu rechnen. Ob eine systematische Sicherung mittels Vernagelung in diesem Abschnitt sinnvoll ist, muss in einer späteren Projektphase beurteilt werden.
- **Erdbeben:** Der Projektstandort wird als Baugrundklasse A, Gefährdungszone 1b eingestuft.
- **Lawinen:** Die Erschliessungsstrasse zwischen m 1280 und m 2640 sowie der Standort WEA 2 befinden sich in einer Gefahrenhinweiszone für Lawinen. Wir empfehlen, im Rahmen der weiteren Projektierung den Lawinenprozess detaillierter zu begutachten.
- **Betonaggressivität des Grundwassers:** Uns liegen keine Hinweise auf eine betonaggressive Zusammensetzung des Grundwassers im Projektperimeter vor. Sollte man bei den Aushubarbeiten auf (Hang-)wasseraustritte stossen, empfehlen wir zunächst die elektrische Leitfähigkeit zu messen und bei hohen Werten (ca. >500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) zusätzlich eine Wasserprobe zu entnehmen und diese hinsichtlich ihrer Betonaggressivität zu analysieren. Zudem ist es empfehlenswert, Betonbauteile, welche der Witterung oder direktem (Grund-) Wasserkontakt ausgesetzt sind, mit AAR-beständigem Beton herzustellen.
- **Grundwasserschutz:** Bei der weiteren Projektierung müssen insbesondere folgende Punkte beachtet werden: Bohrungen und Terrainveränderungen sind bewilligungspflichtig, Rüttelverdichtung ist ausschliesslich zur Stabilisierung des Untergrundes im nicht wassergesättigten Untergrund erlaubt.
- **Erschütterungsauswirkungen auf die Umgebung:** Da wahrscheinlich Sprengungen notwendig sind, ist der Zustand erschütterungsgefährdeter Infrastruktur in der Umgebung vor dem Bau mittels Rissaufnahmen zu dokumentieren und während den Sprengarbeiten sind Erschütterungsmessungen durchzuführen.

Die im Bericht verwendeten Angaben zum Standort und Typ der künftigen Windkraftanlage entsprechen dem aktuellen Projektstand. Die Einschätzungen beruhen auf geotechnischen Kennziffern aus Literaturangaben, Angaben aus Fremdbereichten und Berechnungen. Die in diesem Bericht zur Abschätzung verwendeten Kennziffern sind somit von provisorischer Natur und müssen, falls von Herstellerseite gefordert, noch mittels einer Sondierkampagne überprüft und bestätigt werden.

Aus unserer Sicht empfehlen wir mindestens Abtastbohrungen im Bereich des geplanten Fundaments von WEA 3 durchzuführen. Damit können die nötigen Hangeinschnitte besser abgeschätzt werden.

## 2. Einleitung

### 2.1 Ausgangslage oder Projekt und Problematik

Auf dem *Grimselpass*, auf dem Geländerücken bei *Chrizegge* südwestlich des *Totesees* sollen vier moderne Windenergieanlagen (WEA) entstehen. Die geplante Anlagen mit einer maximalen Gesamthöhe von 220 m weisen einen maximalen Rotordurchmesser von 165 m und eine maximale Nabenhöhe von 135 m auf. Für die flach gegründete kreisförmige Fundamentplatte ist ein Aussendurchmesser von 24 bis 30 m und eine Tiefe von bis zu 3 m vorzusehen. [1]

Neben den vier Fundamenten müssen auch die total ca. 3 km lange Erschliessungsstrasse ab dem Parkplatz beim Murmeltierpark und diverse Kranstell- und Installationsflächen erstellt werden.

Der vorliegende Grundlagenbericht dokumentiert die zu erwartenden Untergrundverhältnisse im Projektperimeter auf Basis der zur Verfügung stehenden Grundlagen sowie der durchgeführten Oberflächenkartierung vom 05.08.2024.

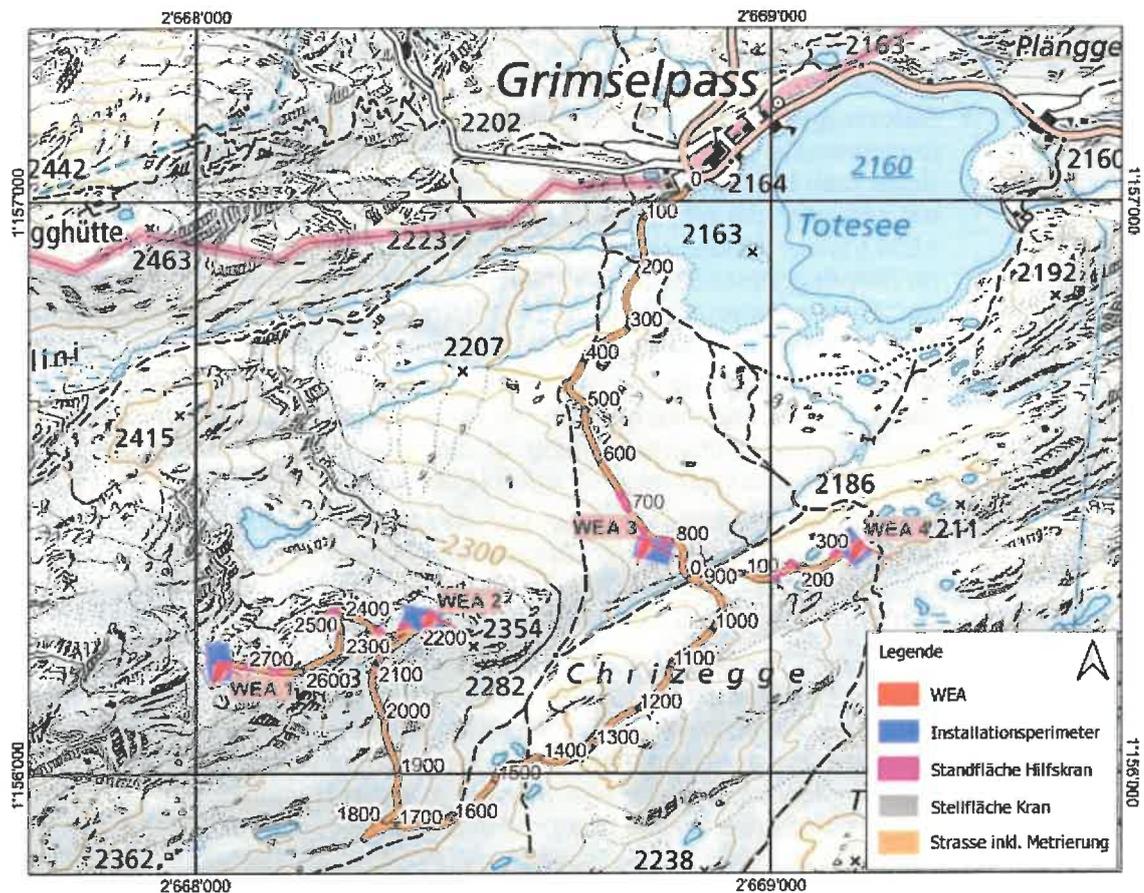


Abbildung 1: Situation mit Lage des Projekts.

## 2.2 Ausgeführte Arbeiten

- 05.08.2024 Begehung provisorisch abgesteckte Zuwegung und Stellplätze
- August 2025 Zusammenstellung und Aufarbeitung bereits vorhandener Grundlagen.  
Verfassen des vorliegenden geologisch-geotechnischen Grundlagenberichts.

## 2.3 Verwendete Dokumente

### 2.3.1 Projektspezifische Grundlagen

- [1] 2024 Detailnutzungsplan (DNP) Windpark Grimsel, Planungsbericht gemäss Art. 47 Raumplanungsverordnung (RPV), Exemplar Mitwirkung / Vorprüfung. Swisswinds Development GmbH, Grimisuat, Emch + Berger Revelio AG, Bern, PLANAX AG, Visp / Zermatt / Ulrichen, Pronat Umweltingenieure AG, Brig (31.10.2024).

### 2.3.2 Dokumente zur regionalen (Hydro-) Geologie

- [2] 2025 Karte der seismischen Baugrundklassen nach der Baunorm SIA 261 (Bundesamt für Umwelt BAFU). Internetabfrage vom 10.06.2025 (<https://map.geo.admin.ch/>).
- [3] 2025 Kantonale Gefahrenkarte Lawinen. Dienststelle Naturgefahren DNAGE (Datenstand: 30.04.2025).
- [4] 2025 Kantonale Gewässerschutzkarte. Dienststelle für Umwelt DUW (Datenstand: 28.05.2025).
- [5] 2025 Kantonale Karte Belastete Standorte. Dienststelle für Umwelt DUW (Datenstand: 06.04.2025).
- [6] 2024 Geologische Vektordatensätze GeoCover. Bundesamt für Landestopografie swisstopo (Datenstand: 11.09.2024).
- [7] 2024 3D-Flächen und Lineamente des Aar Massivs. Bundesamt für Landestopografie swisstopo (Datenstand: 08.05.2024).
- [8] 2017 Geological Map of the Aar Massif, Tavetsch and Gotthard Nappes. Berger, A., I. Mercolli, M. Herwegh, and E. Gnos, swisstopo (Hrsg.).
- [9] 1997 Geschätzte und gemessene Gesteins- und Felskennziffern, BLS Alp Transit AG, Lötschberg-Basislinie.

### 2.3.3 Normen, Richtlinien und gesetzliche Vorgaben

- [10] 2021 Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten. (Bauarbeitenverordnung, BauAV) vom 18. Juni 2021 (Stand am 1. Januar 2024).
- [11] 2020 SN 505 261: Einwirkungen auf Tragwerke  
Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.
- [12] 2020 SN 505 261-1: Einwirkungen auf Tragwerke - Ergänzende Festlegungen. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich.
- [13] 2019 VSS 40 034: Darstellung der Projekte  
Signaturen für die Geotechnik und die Geologie.
- [14] 2019 VSS 70 009a: Geotechnische Erkundung und Untersuchung  
Geologische Terminologie der Lockergesteine.

- [15] 1998 Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. August 2025).
- [16] 2013 SN 505 267, Geotechnik. 01.08.2013, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein Zürich.
- [17] 2004 Wegleitung Grundwasserschutz, BUWAL (BAFU).
- [18] 1997 SN 670 005a; Identifikation der Lockergesteine, Feldmethode.

#### 2.3.4 Weitere Datengrundlagen

- [19] 2001 Grundbau – Taschenbuch, 6. Auflage. Hrsg. U. Smolczyk. Ernst & Sohn, Berlin.
- [20] 1994 Beurteilung Prozess Steinschlag (mittels Pauschalgefällemethode). WSL Birmensdorf. FAN-Kurs 1994.

### 3. Randbedingungen

#### 3.1 Geologischer und hydrogeologischer Überblick

**Geologie:** Im Projektgebiet sind Gesteine des Aar-Massivs aufgeschlossen. Namentlich tangiert das Projekt von Norden nach Süden prävariszische Paragneise (Bäregg-Gneiskomplex), variszische Intrusiva (Südwestlicher Aare-Granit) und prävariszische Orthogneise (Gärsthorn-Gneiskomplex). [8]

Der Fels ist im Untersuchungsgebiet mehrheitlich an der Oberfläche aufgeschlossen oder befindet sich unter einer Lockergesteinsdecke. Die Mächtigkeit des Lockergesteins ist eher geringmächtig, kann aber aufgrund der glazialen Überprägung der Landschaft lokal dennoch stark variieren.

Vor allem im unteren Bereich der Erschliessungsstrasse, entlang von *Totensee* und entlang dessen Zuströme, liegt gemäss [6] Moränenmaterial vor (s. Abbildung 2).

Im Bereich der Querung des Staubereichs von *Totensee* (künstlicher Stausee) sind mit feinkörnigen Seeablagerungen zu rechnen.

Kurz vor WEA 2 quert die Erschliessungsstrasse eine grobblockige Hangschutthalde.

**Strukturgeologie:** Die Grenzen zwischen den oben genannten geologischen Einheiten **streichen ONO-WSW** und stehen **vertikal bis subvertikal** mit Einfallen nach SSO. Daneben sind grossmassstäbliche, ebenfalls nach ONO-WSW streichenden Lineamente vorhanden [7]. Dabei handelt es sich um Ausbisslinien von steilen NW- bis NNW-orientierten Aufschiebungen (*Handegg-Phase*), entlang deren später eine dexterale Seitenverschiebung stattfand (*Oberaar-Phase*) [8].

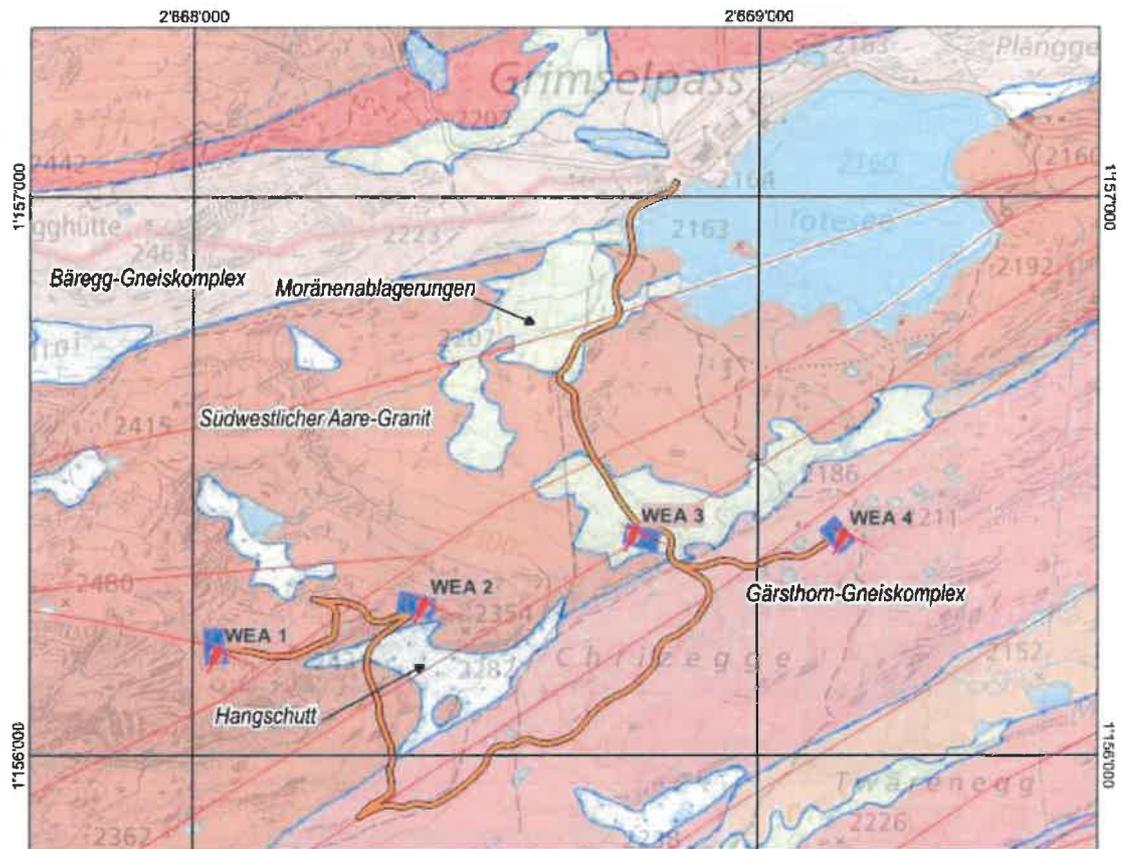


Abbildung 2: Auszug aus Geocover [6].  
Legende Projekt s. Abbildung 1: rote Linien: grossmassstäbliche Hauptlini-  
mente gem. [7]

**Hydrogeologie:** Gemäss Gewässerschutzkarte [4] tangieren WEA 2 und die obersten ca. 1.3 km der Erschliessungsstrasse den Gewässerschutzbereich Au (Typ: Kluft; s. Abbildung 3). Der Gewässerschutzbereich Au umfasst die nutzbaren unterirdischen Gewässer, sowie die zu ihrem Schutz notwendigen Randgebiete.

Kurz nach WEA 3 wird die Erschliessungsstrasse ein Tälchen queren. Dabei führt die Strasse entlang der Grundwasserschutzzone S1 der unmittelbar oberhalb liegenden privaten Fassung «Chrutzegga unten» (OBG 1501b), welche gemäss [4] zu Trinkwasserzwecken genutzt wird. In Grundwasserschutzzonen S1 gilt ein generelles Bau- und Nutzungsverbot. Die Strasse muss also ausserhalb der Schutzzone S1 zu liegen kommen.

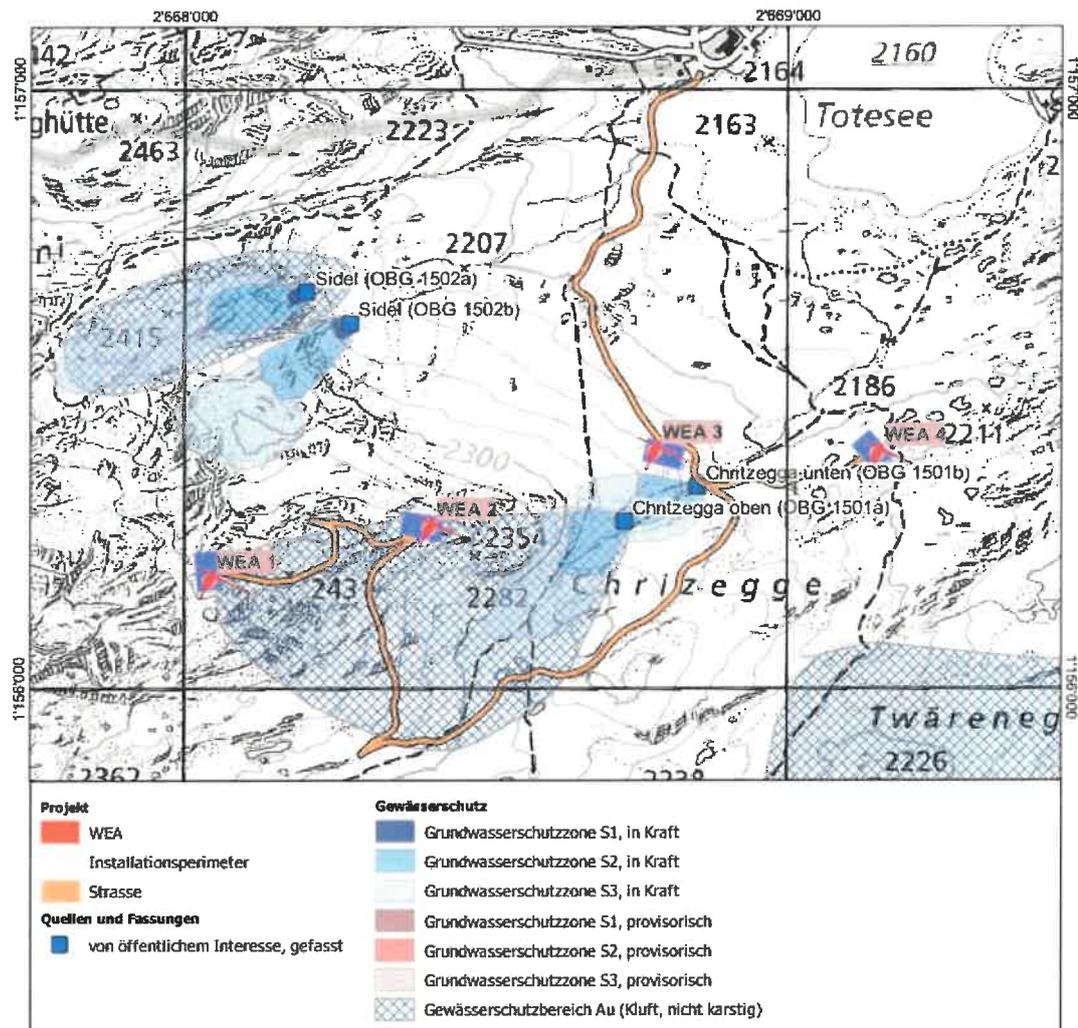


Abbildung 3: Gewässerschutzkarte im Projektbereich [4].

### 3.2 Grundlagen, bestehende Daten, durchgeführte Untersuchungen und Methoden

Die Beschreibung der tektonischen und geologischen Verhältnisse basiert im Wesentlichen auf den geologischen Karten [6] und [8]. Diese wurden mit den Feldaufnahmen der Oberflächengeologie im näheren Umkreis der geplanten Anlagengrundamente und Erschliessungsstrasse sowie mit der Aufnahme des Trennflächengefüges im Festgestein ergänzt.

Für die Angaben der geotechnischen Kennziffern konnte teilweise auf Projekte in der Region zurückgegriffen werden. Des Weiteren wurden die geschätzten und gemessenen Gesteins- und Felskennziffern gem. [9] beigezogen. Diese wurden mit Erfahrungs-/Schätzwerten aus vergleichbarem Baugrund ergänzt.

Zum Dritten wurden Daten aus Eigen- und Fremdberichten, sowie aus der Fachliteratur beigezogen.

Es wurden bisher noch keine quantitativen Baugrunduntersuchungen wie Sondierbohrungen oder Laborversuche vorgenommen.

## **4. Baugrundmodell**

### **4.1 Allgemeiner Baugrundaufbau**

#### **4.1.1 WEA 1, WEA 2 und WEA 4**

Im Bereich der geplanten Fundamente von WEA 1, 2 und 4 wird der Fels stellenweise von einer geringmächtigen Lockergesteinsbedeckung überlagert. Die maximale Mächtigkeit dieser Bedeckung schätzen wir auf ca. 2.0 m. Diese ist fundamentechnisch nicht relevant, da für die Gründung der kreisförmigen Fundamentplatten Nischen in den Fels gesprengt/ausgehoben werden, damit die Fundamentsockel vollständig im Festgestein zu liegen kommen.

#### **4.1.2 WEA 3**

Das Fundament von WEA 3 kommt unmittelbar auf der Nordseite eines topografischen Rückens zu liegen, welcher sich zumindest teilweise aus Moränenmaterial aufbaut (s. Fotobeilage Foto 4). Der Fels ist nur auf der Südseite des Rückens bzw. orografisch links des Bergbachs aufgeschlossen (ca. 2.5 m tiefer als Kulminationspunkt des Rückens). Da sich der Rücken mit einer grossmassstäblichen Schieferausbisslinie (s. Kap. 3.1) überschneidet, welche aufgrund der tektonischen Beanspruchung weniger erosionsbeständig ist, ist es möglich, dass die Lockergesteinsmächtigkeit auf der Nordseite des Rückens deutlich höher ist.

#### **4.1.3 Erschliessungsstrasse**

Die 3 km lange Erschliessungsstrasse führt mehrheitlich im Bereich von Fels mit geringer Lockergesteinsbedeckung oder über Moränenablagerungen. Der folgende Abschnitt bildet hier eine Ausnahme:

##### ***Erschliessungsstrasse m 0090-0170***

Zwischen m 0090-0170 soll die Erschliessungsstrasse den Randbereich des *Totensee* queren (s. Fotobeilage, Foto 2). Obwohl der *Totensee* diesen Bereich nicht ganzjährig bedeckt, muss im Untergrund mit feinkörnigen, setzungsempfindlichen Randseeablagerungen gerechnet werden.

### **4.2 Geotechnische Kennziffern**

Für das Projekt können somit fünf relevante Modellschichten unterschieden werden:

- Bäregg-Gneiskomplex,
- Südwestlicher Aare-Granit
- Gärsthorn-Gneiskomplex
- Moränenablagerung
- Randseeablagerungen

***Als Schnittstellenwert zum planenden Ingenieur gelten die geschätzten Erwartungswerte ( $X_m$ ). Die angegebenen charakteristischen Werte ( $X_k$ ) sind als Vorschlag aufzufassen. Sie sind je nach Bemessungssituation durch den Projektingenieur abzustimmen. Die angegebenen Partialfaktoren zur Bestimmung der Bemessungswerte sind ebenfalls als Vorschlag aufzufassen. Für die Dimensionierung sind sie je nach Szenario durch den Projektingenieur abzustimmen.***

Gemäss den Kenntnissen über den Baugrund in der weiteren Umgebung sowie Erfahrungswerten in vergleichbaren Böden werden für die relevanten Modellschichten folgende geotechnische Kennziffern vorgeschlagen.

Herkunft der Werte

- (\*F): Feld-/Bohrlochversuch(e) (\*L): Laborversuch(e)
- (\*R): Rückrechnung (\*T): Schätzwert aus Tabellen/Normen
- (\*E): Erfahrungswert/Schätzwert aus vergleichbarem Baugrund
- (\*A): Herkunft aus vergleichbarem Baugrund andernorts (Eigen- und Fremdb Berichte)

4.2.1 Bäregg-Gneiskomplex

Granitischer Gneis, Quarzit, Biotitgneis							
Beschreibung		schiefriger feinkörniger gebänderter Biotitgneis, grobkörniger granitischer Gneis, gebänderter migmatitischer Gneis, boudinierter Quarzit					
Vorkommen		Erschliessungsstrasse m 0020-0090					
Geotechnische Kennziffern (gem. SIA267)			geschätzter Erwartungswert $X_m$	Hilfsgrösse Streuung in [%]	charakteristischer Wert $X_k$	Partialfaktor $\gamma_m$	Bemessungswert $X_d$
<b>Gestein</b>							
Raumgewicht	$\gamma$	(*A)	27.5 kN/m <sup>3</sup>	2.0%	27.8 kN/m <sup>3</sup>	1	27.8 kN/m <sup>3</sup>
Restreibungswinkel	$\phi_{re}$	(*A,E)	28.0 °	20.0%	25.2 °	1.2	21.4 °
Restkohäsion	$c_{re}$	(*A,E)	7.0 MN/m <sup>2</sup>	20.0%	6.3 MN/m <sup>2</sup>	1.5	4.2 MN/m <sup>2</sup>
Einaxiale Druckfestigkeit	$\sigma_d$	(*A)	90.0 MN/m <sup>2</sup>	80.0%	54.0 MN/m <sup>2</sup>	1.5	36.0 MN/m <sup>2</sup>
Spaltzugfestigkeit	$\sigma_t$	(*A)	12.0 MN/m <sup>2</sup>	60.0%	8.4 MN/m <sup>2</sup>	1.5	5.6 MN/m <sup>2</sup>
Punktlast-Zugfestigkeit	$\sigma_{t,p}$	(*A)	p <sup>*</sup> : 3.0	90.0%	p <sup>*</sup> : 1.7	1.5	p <sup>*</sup> : 1.1
			s <sup>*</sup> : 7.0	90.0%	s <sup>*</sup> : 3.9		s <sup>*</sup> : 3.9
Poissonzahl (Querdehnzahl)	$\nu$	(*A)	0.10 - 0.40				
Elastizitätsmodul	$E_c$	(*A,E)	35.0 GN/m <sup>2</sup>	80.0%	21.0 GN/m <sup>2</sup>	1.5	14.0 GN/m <sup>2</sup>
Abrasivität nach Cerchar	$E_a$	(*A)	1.0 - 3.3				
<b>Trennfläche</b>							
Restreibungswinkel	$\phi_{rf}$	(*A,E)	38.0 °	30.0%	32.3 °	1.2	27.8 °
Restkohäsion	$c_{rf}$	(*A,E)	k.A.	10.0%	k.A.	1.5	k.A.
Beurteilung Felsqualität	Geotechnisch gute Felsqualität						

#### 4.2.2 Südwestlicher Aare-Granit

Granit							
Beschreibung		stark verschieferter bis mylonitischer Granit					
Vorkommen		WEA 1, WEA 2, WEA 3, Erschliessungsstrasse m 0170-0870 und m1890-2750					
Geotechnische Kennziffern (gem. SIA267)			geschätzter Erwartungswert $X_m$	Hilfsgrösse Streuung in [%]	charakteristischer Wert $X_k$	Partialfaktor $\gamma_m$	Bemessungswert $X_d$
Gestein							
Raumgewicht	$\gamma$	(*A)	28.7 kN/m <sup>3</sup>	5.0%	27.4 kN/m <sup>3</sup>	1	27.4 kN/m <sup>3</sup>
Restreibungswinkel	$\phi_r$	(*A,E)	44.0 °	70.0%	28.2 °	1.2	24.1 °
Restkohäsion	$c_{r,q}$	(*A,E)	8.0 MN/m <sup>2</sup>	100.0%	4.0 MN/m <sup>2</sup>	1.5	2.7 MN/m <sup>2</sup>
Einaxiale Druckfestigkeit	$\sigma_d$	(*A)	110.0 MN/m <sup>2</sup>	110.0%	49.5 MN/m <sup>2</sup>	1.5	33.0 MN/m <sup>2</sup>
Spaltzugfestigkeit	$\sigma_t$	(*A)	15.5 MN/m <sup>2</sup>	50.0%	11.6 MN/m <sup>2</sup>	1.5	7.8 MN/m <sup>2</sup>
Punktlast-Zugfestigkeit	$\sigma_{t,p}$	(*A)	p <sup>*</sup> : 4.0	60.0%	p <sup>*</sup> : 2.8	1.5	p <sup>*</sup> : 1.9
			s <sup>*</sup> : 8.0	80.0%	s <sup>*</sup> : 4.8		s <sup>*</sup> : 4.8
Poissonzahl (Querdehnzahl)	$\nu$	(*A)	0.22 - 0.39				
Elastizitätsmodul	$E_s$	(*A,E)	50.0 GN/m <sup>2</sup>	90.0%	27.5 GN/m <sup>2</sup>	1.5	18.3 GN/m <sup>2</sup>
Abrasivität nach Cerchar	$E_c$	(*A)	1.6 - 4.7				
Trennfläche							
Restreibungswinkel	$\phi_r$	(*A,E)	40.0 °	60.0%	27.8 °	1.2	23.7 °
Restkohäsion	$c_{r,f}$	(*A,E)	k.A.	0.0%	k.A.	1.5	k.A.
Beurteilung Felsqualität	Geotechnisch gute Felsqualität						

4.2.3 Gärsthorn-Gneiskomplex

Granitischer Gneis							
Beschreibung		gebänderter granitischer Gneis, lokal mit augiger Textur (Alkalifeldspat), teils massig, teils stark geschiefert					
Vorkommen		WEA 4, Erschliessungsstrasse m 0870-1890, Erschliessungsstrasse zu WEA 4					
Geotechnische Kennziffern (gem. SIA267)			geschätzter Erwartungswert $X_m$	Hilfsgrösse Streuung in [%]	charakteristischer Wert $X_k$	Partialfaktor $\gamma_m$	Bemessungswert $X_d$
<b>Gestein</b>							
Raumgewicht	$\gamma$	(*A)	27.0 kN/m <sup>3</sup>	5.0%	27.7 kN/m <sup>3</sup>	1	27.7 kN/m <sup>3</sup>
Restreibungswinkel	$\phi_r$	(*A,E)	28.0 °	20.0%	25.2 °	1.2	21.4 °
Restkohäsion	$c_{r4}$	(*A,E)	7.0 MN/m <sup>2</sup>	20.0%	6.3 MN/m <sup>2</sup>	1.5	4.2 MN/m <sup>2</sup>
Einaxiale Druckfestigkeit	$\sigma_{d1}$	(*A)	107.0 MN/m <sup>2</sup>	20.0%	96.3 MN/m <sup>2</sup>	1.5	64.2 MN/m <sup>2</sup>
Spaltzugfestigkeit	$\sigma_{t2}$	(*A)	8.5 MN/m <sup>2</sup>	10.0%	8.1 MN/m <sup>2</sup>	1.5	5.4 MN/m <sup>2</sup>
Punktlast-Zugfestigkeit	$\sigma_{t3}$	(*A)	p <sup>*</sup> : 1.5	50.0%	p <sup>*</sup> : 1.1	1.5	p <sup>*</sup> : 0.8
			s <sup>*</sup> : 3.0	70.0%	s <sup>*</sup> : 2.0		s <sup>*</sup> : 2.0
Poissonzahl (Querdehnzahl)	$\nu$	(*A)	0.10 - 0.40				
Elastizitätsmodul	E	(*A,E)	35.0 GN/m <sup>2</sup>	80.0%	21.0 GN/m <sup>2</sup>	1.5	14.0 GN/m <sup>2</sup>
Abrasivität nach Cerchar	E	(*A)	3.33 ± 0.35				
<b>Trennfläche</b>							
Restreibungswinkel	$\phi_r$	(*A,E)	36.0 °	20.0%	32.4 °	1.2	27.9 °
Restkohäsion	$c_{r1}$	(*A,E)	k.A.	10.0%	k.A.	1.5	k.A.
Beurteilung Felsqualität	Geotechnisch gute Felsqualität						

#### 4.2.4 Moränenablagerung

Moränenablagerungen							
Beschreibung		Leicht siltiger Kies mit Sand und mit Steinen und mit Blöcken, sehr dicht gelagert, hart, teilweise zementiert					
USCS-Klassifikation		GW-GM					
Geotechnische Kennziffern (gem. SIA 267)			geschätzter Erwartungswert $X_m$	Hilfsgrösse Streuung in [%]	charakteristischer Wert $X_k$	Partialfaktor $\gamma_m$	Bemessungswert $X_d$
Feuchtraumgewicht	$\gamma$	(-E)	21 kN/m <sup>3</sup>	0.00%	21 kN/m <sup>3</sup>	1	21 kN/m <sup>3</sup>
eff. Reibungswinkel	$\phi'$	(-E)	37.0 °	0.00%	37.0 °	1.2	32.1 °
eff. Kohäsion	$c'$	(-E)	5.0 kN/m <sup>2</sup>	0.00%	5.0 kN/m <sup>2</sup>	1.5	3.3 kN/m <sup>2</sup>
Me-Wert (Erstbelastung)	ME	(-E)	30.0 MN/m <sup>2</sup>	0.00%	30.0 MN/m <sup>2</sup>	1.5	20.0 MN/m <sup>2</sup>
Me-Wert (Zweitbelastung)	ME	(-E)	60.0 MN/m <sup>2</sup>	0.00%	60.0 MN/m <sup>2</sup>	1.5	40.0 MN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitsbeiwert	K	(-E)				1E-7 – 1E-6 m/s	
Geotechn. Beurteilung		Boden mit sehr guten Scherparametern und sehr geringer Setzungsempfindlichkeit. Sehr geringe Durchlässigkeit (Aquitard). Sehr guter Baugrund					

#### 4.2.5 Randseeablagerungen

Randseeablagerungen (Feinsande und Silte)							
Beschreibung		Feinsande und Silte in variablem Mischungsverhältnis. Lockere bis dichte Lagerung. Variabler Anteil organischer Beimengungen, z.T. dünne Torfagen					
USCS-Klassifikation		SP, SM, ML					
Geotechnische Kennziffern (gem. SIA 267)			geschätzter Erwartungswert $X_m$	Hilfsgrösse Streuung in [%]	charakteristischer Wert $X_k$	Partialfaktor $\gamma_m$	Bemessungswert $X_d$
Feuchtraumgewicht	$\gamma$	(-E)	17.5 kN/m <sup>3</sup>	0.00%	17.5 kN/m <sup>3</sup>	1	17.5 kN/m <sup>3</sup>
eff. Reibungswinkel	$\phi'$	(-E)	32.0 °	0.00%	32.0 °	1.2	27.5 °
eff. Kohäsion	$c'$	(-E)	5.0 kN/m <sup>2</sup>	0.00%	5.0 kN/m <sup>2</sup>	1.5	3.3 kN/m <sup>2</sup>
Me-Wert (Erstbelastung)	ME	(-E)	5.0 MN/m <sup>2</sup>	30.00%	4.3 MN/m <sup>2</sup>	1.5	3.3 MN/m <sup>2</sup>
Me-Wert (Zweitbelastung)	ME	(-E)	10.0 MN/m <sup>2</sup>	30.00%	8.5 MN/m <sup>2</sup>	1.5	6.7 MN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitsbeiwert	K	(-E)				5E-7 – 1E-5 m/s	
Geotechnische Beurteilung		Boden mit ungünstigen Scherparametern und hoher Setzungsempfindlichkeit. Geringe Durchlässigkeit (Aquitard). Geotechnisch anspruchsvoller Baugrund. Nur für anspruchslöse Schüttungen geeignet.					

#### **4.3 Geologischer Schichtverlauf**

Der geologische Schichtverlauf wurde im Bereich der Windenergieanlagen grob abgeschätzt. Ohne Sondierbohrungen oder mindestens Abtastbohrungen ist es jedoch nicht möglich anzugeben, welche Mächtigkeit die Lockergesteinsbedeckung besitzt oder bis auf welche Tiefe der Fels verwittert ist.

#### **4.4 Grundwasserverhältnisse**

Am Tag der Begehung gab es im Bereich der geplanten Windenergieanlagen bzw. entlang der geplanten Erschliessungsstrasse keine Hinweise auf Grund- oder Hangwasser. Einzig im Bereich der Erschliessungsstrasse m 0090-0170 (Querung *Totesee*) muss mit gesättigten Untergrundverhältnissen in geringer Tiefe ab OKT bzw. bis an die Oberfläche gerechnet werden.

Zudem ist davon auszugehen, dass während der Schneeschmelzperiode die mit Lockergestein bedeckten Felsklüfte bis an die Geländeoberfläche gesättigt sind.

## 5. Gefährdungsbilder und Massnahmen

Aus geologisch-geotechnischer Sicht sind durch den planenden Ingenieur folgende Gefährdungsbilder zu untersuchen und gegebenenfalls durch Sicherheitsnachweise zu belegen.

### 5.1 Tragfähigkeit Untergrund

Für Flachgründungen auf gleichförmigem beständigen Fels können gemäss der Tabelle in Tabelle 1 [19] für einen klüftigen, brüchigen Fels Sohlnormalspannungen von mindestens 1000 kN/m<sup>2</sup> angenommen werden.

Zustand des Gesteins		nicht brüchig, nicht oder nur wenig angewittert	brüchig oder mit deutlichen Ver- witterungsspuren
Lagerungszustand des Gesteins	Fels in gleichmäßig festem Verband	4000	1500
	Fels in wechselnder Schichtung oder klüftig	2000	1000

Tabelle 1: Zulässige Bodenpressung (Sohlnormalspannung) in kN/m<sup>2</sup> bei Flächengründungen auf Fels (DIN 1054, aus [19])

### 5.2 Böschungsstabilität

#### Windenergieanlagen

Die Beurteilung der Böschungsstabilität erfolgte für alle drei Anlage-Standorte mit Hilfe einer geometrischen Betrachtung. Dazu wurden pro WEA jeweils drei Geländeschnitte in Richtung der steilsten, exponiertesten Geländeneigung konstruiert (s. Abbildung 4). Die Lage der Profilschnitte kann den detaillierten Situationsplänen der Beilagen 1-1 bis 1-4 entnommen werden.

Die Profile zeigen, dass die Böschungsneigungen bei den Standorten **WEA 1 und WEA 4** im fundament-nahen Bereich **nahezu flach** sind. Erst in deutlicher Entfernung (15 bis 20 m) fällt die Böschung mit 13° bis 36° etwas deutlicher ab.

Bei **WEA 2** werden fundament-nah Böschungsneigungen von ca. 30° erreicht und in weiterer Entfernung (> 10 m) 50° bis stellungsweise 70°.

Bei **WEA 3** sind die Böschungsneigungen gleichförmig zwischen 12° bis 28°.

Die Böschungsstabilität kann bei den meisten Neigungen im Festgestein als problemlos erachtet werden. Einzig durch das Vorhandensein von allfälligen Schwächezonen im Untergrund könnte eine Gefährdung der äusseren Standsicherheit resultieren. Ob solche Schwächezonen im Untergrund vorhanden sind, müsste durch eine Sondierkampagne abgeklärt werden.

Zudem empfehlen wir, aufgrund der bereichsweise steileren Böschungsverhältnisse bei WEA 2, die Böschungsstabilität nach Kenntnis der Lasten genauer zu untersuchen. Gegebenenfalls braucht es Sicherungsmassnahmen in den steilen Felsbereichen.

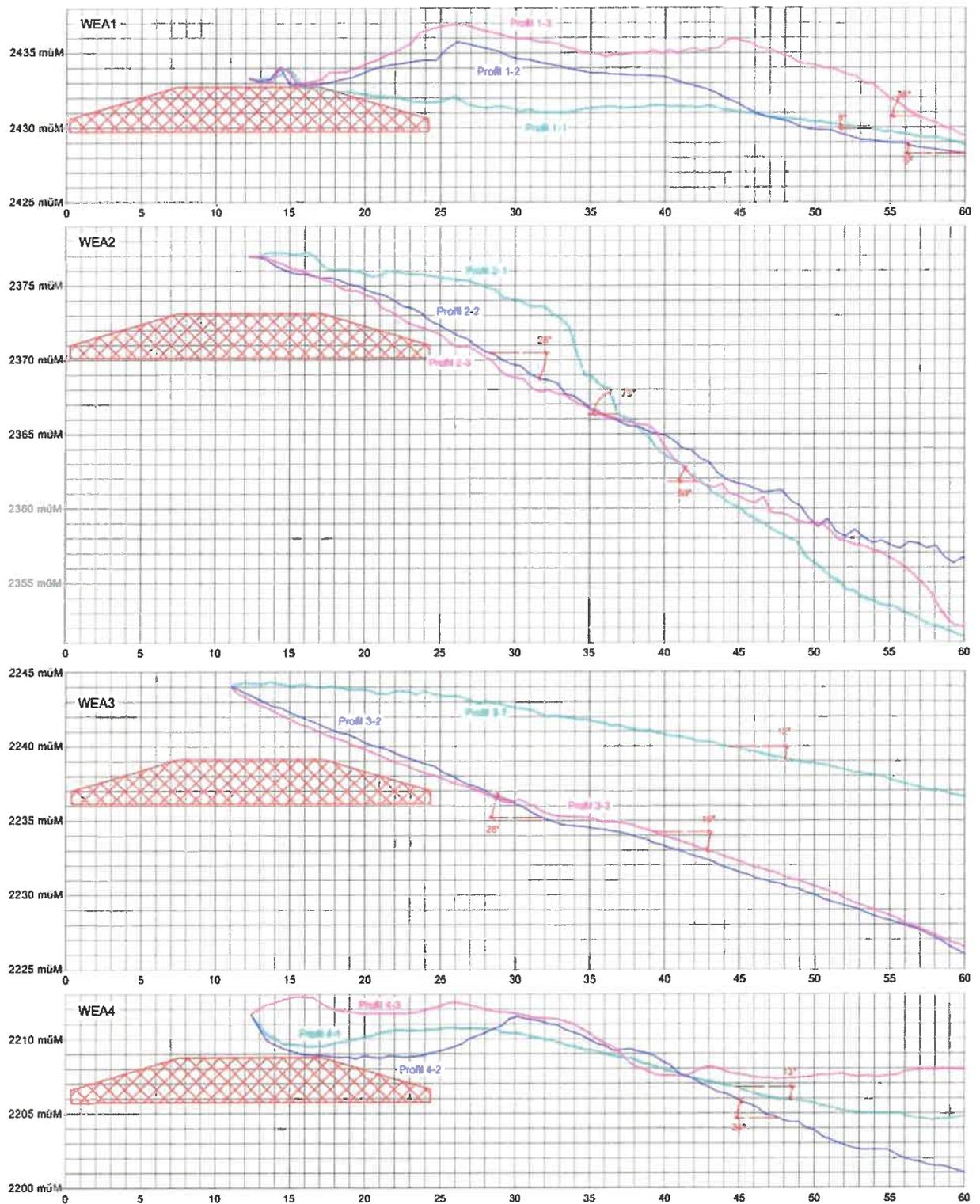


Abbildung 4: Querschnitte im Bereich der vier Anlagestandorte in Richtung der steilsten, exponiertesten Geländeneigung.

### **Erschliessungsstrasse m 2530-2590**

Zwischen m 2530-2590 wird die Erschliessungsstrasse auf dem äussersten, südlichen Randbereich des Felsrückens (südwestlicher Aaregranit) geführt. Das unmittelbar darunterliegende Felsband ist aufgrund der Kombination der subvertikal bis vertikal stehenden, durchdringenden,  $\pm$  parallel zur geplanten Erschliessungsstrasse verlaufenden Schieferung und senkrecht dazu stehenden Klüften in plattige Felskompartimente unterteilt, die durch die Zusatzlast Ausbeulen könnten. Dieses Gefährdungspotential ist im weiteren Projektverlauf näher zu untersuchen. Gegebenenfalls ist eine systematische Sicherung mittels Vernagelung in diesem Abschnitt nötig.

## **5.3 Böschungs- und Baugrubensicherung**

### **WEA 1, WEA 2 und WEA 4**

Der Fundamentsockel muss vollständig im Festgestein zu liegen kommen, wofür eine Nische in den Fels gesprengt/gespitzt werden muss. Bei den Standorten WEA 1, WEA 2 und WEA 4 erwarten wir eine geringe Lockergesteinsbedeckung über dem Fels, wodurch sich vernachlässigbare Hanganschnitte im Lockergestein ergeben.

### **WEA 3**

Bei Standort WEA 3 ist mit einer mächtigeren Lockergesteinsbedeckung zu rechnen. In Kombination mit einem bis zu 30° steilen Gelände, der Voraussetzung, dass das gesamte Fundament auf Fels fundiert werden muss, sowie evtl. nötiger minimaler Frosttiefen können deutlich höhere Hanganschnitte im Lockergestein resultieren.

Dementsprechend sind evtl. die Regeln gemäss BauAV [10] zu beachten:

Gemäss BauAV gilt:

*Bei Böschungen muss ein Sicherheitsnachweis einer Fachingenieurin oder eines Fachingenieurs oder einer Geotechnikerin oder eines Geotechnikers vorliegen, wenn:*

- a. *die Böschung mehr als 4 m hoch ist;*
- b. *die folgenden Verhältnisse zwischen Senkrechte und Waagrechte nicht eingehalten werden:*
  1. *höchstens 2 : 1 bei gutem Material und bei mässig verfestigtem, jedoch noch standfestem Material,*
  2. *höchstens 1 : 1 bei rolligem Material,*
- c. *Die Böschung voraussichtlich durch Fahrzeuge, Baumaschinen oder Materialdepots zusätzlich belastet wird; oder*
- d. *Hangwasser Zutritt oder der Böschungsfuss sich im Grundwasserbereich befindet.*

### **Erschliessungsstrasse m 0020-0090**

Zwischen m 0020-0090 wird die Erschliessungsstrasse in den Fels (Bäregg-Gneiskomplex) gesprengt (s. Fotobeilage, Foto 1). Beim Gestein handelt es sich um einen gebänderten Biotitgneis und granitischen Gneis, dessen Trennflächenabstand je nach Glimmeranteil 1 cm bis 0.5 Meter beträgt. Die Hauptschieferung (Trennfläche) fällt subvertikal bis vertikal etwa nach SSO ein, und verläuft somit  $\pm$  parallel zur geplanten Erschliessungsstrasse. Daneben besteht ein subvertikal bis vertikal stehendes nach ONO fallendes Klufsystem mit einem Kluffflächenabstand zwischen 3.0 bis 5.0 m. In Kombination mit der Schieferung bilden sich plattige Blöcke mit einem sehr hohen Kipp-

Potential aus. Dadurch ist auf der unmittelbar darunter querenden Erschliessungsstrasse mit einer erhöhten Nachbruch-Gefährdung zu rechnen.

Mit dem jetzigen Kenntnisstand ist in diesem Abschnitt eine systematische Ausbruchssicherung mittels Vernagelung erforderlich. Die Angaben zur Vernagelung (Nagel-Typ, -Länge, -Abstand) werden zu einem späteren Projektzeitpunkt nachgereicht.

## **5.4 Setzungen**

### ***Windkraftanlagen***

In den vorliegenden Festgesteinen und im Moränenmaterial ist das Risiko von problematischen Setzungen grundsätzlich gering. Genauere Berechnungen können erst nach Kenntnis der Anforderungen an die Fundamente (zulässige Schiefstellung) und der detaillierten geologischen Untergrundverhältnisse vorgenommen werden.

### ***Erschliessungsstrasse m 0090-0170***

Hier soll die Erschliessungsstrasse den Randbereich des Totesees querend (s. Kap. 4.1.3), wo im Untergrund mit feinkörnigen, setzungsempfindlichen Randseeablagerungen gerechnet werden muss.

Es wurden keine Setzungsabschätzungen durchgeführt. Die feinkörnigen Sedimente sind grundsätzlich sehr setzungsempfindlich. Zudem ist die Tragfähigkeit des Untergrunds relativ gering, was, je nach Belastung, zu Grundbrücherscheinungen führen kann. Je nach Lasten müssen daher entsprechende Massnahmen (Materialersatz) vorgesehen werden.

## **5.5 Stein- / Blockschlag, Felssturz**

### ***Windkraftanlagen WEA 2, WEA 3 und WEA 4***

Im Bereich der geplanten Fundamente für die Windkraftanlagen WEA 2, WEA 3 und WEA 4 sind keine Spuren vergangener Stein- bzw. Blockschlagereignisse zu erkennen. Aufgrund ihrer Lage (topographischer Rücken (WEA 2), relativ flaches bergseitiges Gelände (< 25°; WEA 3 und WEA 4) ist eine Stein- / Blockschlag bzw. Felssturzgefahr unwahrscheinlich kann aber insbesondere bei WEA 3 nicht ausgeschlossen werden. Aus diesem Grund empfehlen wir hier eine detailliertere Analyse im Verlaufe der weiteren Projektierung.

### ***WEA 1 und Erschliessungsstrasse m2000-2160***

Der Standort WEA 1 bzw. die Erschliessungsstrasse zwischen m 2000 bis m 2160 befinden sich nur wenige Meter unterhalb einer Felsstufe. Der anstehende Fels (südwestlicher Aare-Granit) ist stark zerklüftet. Aufgrund der senkrechtstehenden und mittelständigen Klüftung können bis zu 1-2 m grosse, plattige Klüftkörper entstehen, die durch Kippen vom anstehenden Fels herausgelöst werden können. Von dieser Blockschlaggefahr zeugen die Blockschutthalden, die wenige Meter bergseitig vom Fundamentstandort liegen bzw. von der geplanten Erschliessungsstrasse unter- bzw. gequert werden. Eine grobe Gefährdungsabschätzung mittels Pauschalgefälle-methode nach [19] (Annahme: Pauschalgefälle von 33°) zeigen folgendes Gefährdungspotential (s. auch Beilage 2-1):

- Der geplante Installationsperimeter bei WEA 1 kann potentiell von einer Blocksturzgefahr betroffen sein (s. Abbildung 5). Es sind mit Energien von ca. 530 kJ und Sprunghöhen zwischen 0.3 bis 1.3 m zu rechnen.
- die Erschliessungsstrasse zwischen m 2000 bis m 2160 kann potentiell von einer Blocksturzgefahr betroffen sein (s. Abbildung 6). Es ist mit Energien zwischen 100 und 750 kJ und mit Sprunghöhen von ca. 1.5 m zu rechnen.

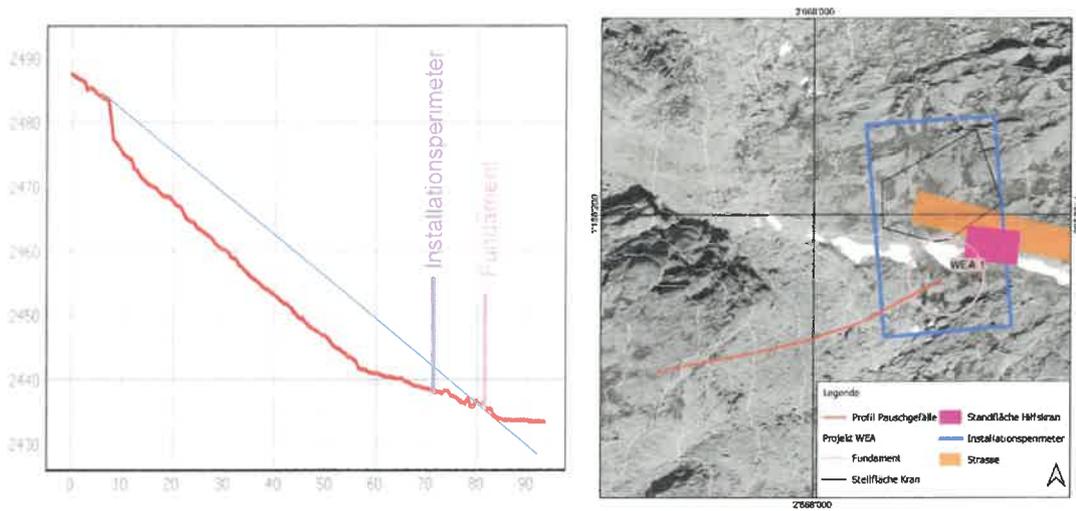


Abbildung 5: Abschätzung Blockschlaggefahrenpotential bei WEA 1 mittels Pauschalgefällemethode.

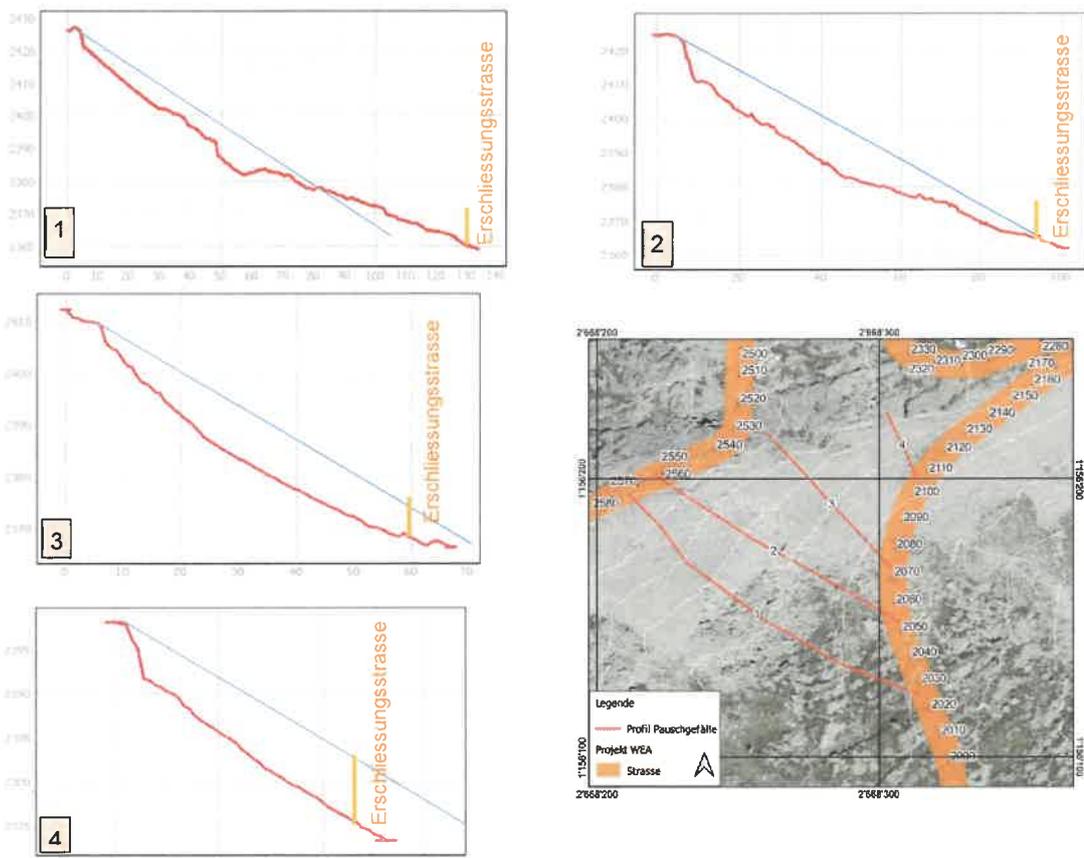


Abbildung 6: Abschätzung Blockschlaggefahrenpotential bei Erschliessungsstrasse m 2000 bis m 2160 mittels Pauschalgefällemethode.

Das angewandte Modell stellt eine starke Vereinfachung der Natur dar und hängt von verschiedensten Faktoren, wie z.B. der Genauigkeit der Geometrie, dem Untergrund

oder von Form und Grösse der remobilisierten Blöcke ab. Diese sind z. T. nur annähernd bekannt. Die so abgeschätzten Reichweiten müssen somit nur als grobe Abschätzung verstanden werden. Für eine detaillierte Analyse der Sturzintensitäten, empfehlen wir die Durchführung einer detaillierten Gefahrenanalyse. Erst dann können Schutzmassnahmen definiert werden.

## **5.6 Oberflächennahe Erosion / Abbrüche Felsböschung**

### ***Erschliessungsstrasse m 1290-1360***

Zwischen m 1150-1360 wird die Erschliessungsstrasse entlang einer natürlichen Geländemulde geführt. Im letzten Teilabschnitt, zwischen m 1290-1360 holt die Strasse nach SW aus und unterquert unmittelbar ein ca. 2 m hohes Felsband des Gärsthorn-Gneiskomplexes. In diesem Bereich beträgt der Trennflächenabstand je nach Schieferungsgrad wenige mm bis 0.5 Meter (s. Fotobeilage, Foto 7). Die oft durchdringende Hauptschieferung (Trennfläche) fällt subvertikal bis vertikal etwa nach SSO ein, und verläuft somit  $\pm$  parallel zur geplanten Erschliessungsstrasse. Daneben besteht ein subvertikal bis vertikal stehendes nach SW fallendes Kluftsysteem mit einem Abstand zwischen 0.5 bis 3.0 m. In Kombination mit der Schieferung bilden sich plattige Felskompartimente mit einem sehr hohen Kipp-Potential aus.

Dadurch ist auf der unmittelbar darunter querenden Erschliessungsstrasse mit einer erhöhten Blockschlaggefährdung zu rechnen. Ob eine systematische Sicherung mittels Vernagelung in diesem Abschnitt sinnvoll ist, muss in einer späteren Projektphase beurteilt werden.

## **5.7 Erdbeben**

Der Projektstandort ist gemäss Norm SIA 261 [11] als Gefährdungszone 1b eingestuft. Eine Zuordnung zu einer Baugrundklasse ist gemäss [2] nicht erfolgt.

Aufgrund der vorhandenen Erkenntnisse zum Aufbau des Untergrunds (vgl. Abschnitt 2.3) gehen wir davon aus, dass der Projektstandort der Baugrundklasse A zuzuordnen ist.

Der Projektstandort ist als Baugrundklasse A\*, Gefährdungszone 1b eingestuft.

\* Fels unter einer maximalen Lockergesteinsbedeckung von 5 m (s. Tabelle 2)

Baugrundklasse	Beschreibung des stratigrafischen Profils	$v_{s,30}$ m/s	$N_{SP7}$ Schlagzahl/0.3m	$c_u$ kN/m <sup>2</sup>	S	$T_B$ s	$T_C$ s	$T_D$ s	$I_g$ m
A	Fels oder andere felsähnliche geologische Formation mit höchstens 5 m Lockergestein an der Oberfläche	> 800	–	–	1,00	0,07	0,25	2,0	600
B	Ablagerungen von sehr dichtem Sand, Kies oder sehr steifem Ton mit einer Mächtigkeit von mindestens einigen zehn Metern, gekennzeichnet durch einen allmählichen Anstieg der mechanischen Eigenschaften mit der Tiefe	500 bis 800	> 50	> 250	1,20	0,08	0,35	2,0	500
C	Ablagerungen von dichtem oder mitteldichtem Sand, Kies oder steifem Ton, mit einer Mächtigkeit von einigen zehn bis mehreren hundert Metern	300 bis 500	15 bis 50	70 bis 250	1,45	0,10	0,4	2,0	400
D	Ablagerungen von lockerem bis mitteldichtem kohäsionslosem Lockergestein (mit oder ohne einigen weichen kohäsiven Schichten), oder von vorwiegend weichem bis steifem kohäsivem Lockergestein	< 300	< 15	< 70	1,70	0,10	0,5	2,0	300
E	Oberflächliche Schicht von Lockergestein entsprechend C oder D mit Mächtigkeit zwischen 5 und 20 m und mittlerem $v_s$ -Wert < 500 m/s über steiferem Bodenmaterial mit $v_s$ > 800 m/s	–	–	–	1,70	0,09	0,25	2,0	500
F	Strukturempfindliche, organische oder sehr weiche Ablagerungen (z. B. Torf, Seekreide, weicher Lehm) mit einer Mächtigkeit über 10 m	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabelle 2: Baugrundklassen (nach SIA 261 [11])

## 5.8 Rutschungen

Im Rahmen der Oberflächenkartierung vom 05.08.2024 konnten keine Anzeichen für Rutschungen, Sackungen und Bodenfließen erkannt werden.

## 5.9 Lawinen

Gemäss kantonaler Gefahrenkarte Lawinen [3] befindet sich die Erschliessungsstrasse zwischen m 1280 und m 2640 in einer Gefahrenhinweiszone für Lawinen. Die Hinweiszone tangiert zudem Standort WEA 2. Es handelt sich hierbei um den Randbereich eines potentiellen Lawinenanrissgebiets, bei dem eine Lawine im Ereignisfall in südliche Richtung, d.h. weg vom Fundationsstandort, abgehen würde. Aufgrund der massiven Fundationsbauweise und der nur randlichen und geringen Exposition sind zum jetzigen Zeitpunkt keine baulichen Massnahmen vorzusehen. Wir empfehlen, im Rahmen der weiteren Projektierung den Lawinenprozess detaillierter zu begutachten.

## 5.10 Atlasten

Im Kataster der belasteten Standorte des Kantons Wallis [5] ist kein belasteter Standort im unmittelbaren Projektbereich verzeichnet:

Sollte bei den Bauarbeiten dennoch auffälliges Material angetroffen werden, so ist unverzüglich die Dienststelle für Umweltschutz zu informieren.

## 5.11 Betonaggressivität des Grundwassers

Uns liegen keine Hinweise auf eine betonaggressive Zusammensetzung des Grundwassers im Projektperimeter vor.

Wenn man bei den Aushubarbeiten auf (Hang-)wasseraustritte stösst, empfehlen wir in einem ersten Schritt die elektrische Leitfähigkeit zu messen. Sollte diese relativ hoch

sein (ca.  $>500 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) so empfehlen wir in einem nächsten Schritt eine Wasserprobe zu entnehmen und diese hinsichtlich ihrer Betonaggressivität zu analysieren.

Es ist empfehlenswert, Betonbauteile, welche der Witterung oder direktem (Grund-)Wasserkontakt ausgesetzt sind, mit AAR-beständigem Beton herzustellen.

### **5.12 Grundwasserschutz während der Bauarbeiten**

Die Erschliessungsstrasse oberhalb WEA 3 wird ein Tälchen queren. Dabei führt die Strasse entlang der Grundwasserschutzzone S1 der unmittelbar oberhalb liegenden privaten Fassung «Chritzegga unten» (OBG 1501b), welche gemäss Gewässerschutzkarte [4] zu Trinkwasserzwecken genutzt wird (s. Abbildung 3).

- In Grundwasserschutzzonen S1 gilt ein generelles Bau- und Nutzungsverbot. Die Strasse muss also ausserhalb der Schutzzone S1 zu liegen kommen.

Gemäss Gewässerschutzkarte [3] tangieren WEA 2 und die der obersten ca. 1.3 km der Erschliessungsstrasse den Gewässerschutzbereich Au (Typ: Kluft; s. Abbildung 3). Die entsprechenden Vorschriften sind zu beachten. Bei der Projektierung von Bauvorhaben müssen dabei insbesondere folgende Punkte beachtet werden:

- Gemäss Art. 32 der Gewässerschutzverordnung (GschV) [18] ist für Bohrungen / Grossbaustellen und Terrainveränderungen eine Bewilligung bei der zuständigen kantonalen Behörde einzuholen.

Allgemein gelten die flächendeckenden Schutzbestimmungen, nämlich die Sorgfaltspflicht, das Verunreinigungsverbot und die Bestimmungen zur quantitativen Erhaltung der Grundwasservorkommen.

Für die Bauarbeiten muss insbesondere folgendes beachtet werden:

- Plätze für Betrieb und Reinigung von Aufbereitungs- und Mischanlagen für Beton und Mörtel sowie von grösseren Apparaten für Bohr- und Fräsarbeiten sollen, falls in Au gelegen, mit einem dichten Belag, Randbordüren und Ableitung des Wassers, ggf. nach Behandlung, versehen werden.
- Rüttelverdichtung ist ausschliesslich zur Stabilisierung des Untergrundes im nicht wassergesättigten Untergrund erlaubt.
- Bohrungen sowie Ramm- und Drucksondierungen sind bewilligungspflichtig.

### **5.13 Erschütterungsauswirkungen auf die Umgebung**

Zur Erstellung der Erschliessungsstrasse m 0020 bis m 0090 und der Fundamentnische für WEA 4 und WEA 3 sind sehr wahrscheinlich Sprengarbeiten notwendig.

Aufgrund der Nähe der einzelnen Gebäude, des Murmeltierparks sowie zur bestehenden Quelfassung («Chritzegga unten») (OBG 1501b) zu diesen Bauabschnitten ist vor Sprengbeginn einerseits abzuklären, was mit den Murmeltieren geschehen soll und andererseits ein Inventar der bestehenden Risse an Wänden und Decken der umliegenden Gebäude durch eine unabhängige Prüfstelle durchzuführen. Zudem sind während den Sprengarbeiten Erschütterungsmessungen durchzuführen.

In der Umgebung der übrigen Sprengarbeiten (Fundamentnische für WEA 1 bis WEA 3, einzelne Abschnitte für Erschliessungsstrasse) befindet sich gemäss unserem Kenntnisstand keine erschütterungsgefährdete Infrastruktur.

### **5.14 Übrige Gefährdungsbilder**

Übrige Gefährdungsbilder wurden als nicht relevant beurteilt oder tangieren nicht unseren Fachbereich.

## **6. Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen**

Die im Bericht verwendeten Angaben zum Standort und Typ der künftigen Windkraftanlage entsprechen dem aktuellen Projektstand und werden im Verlaufe der weiteren geologischen Abklärungen laufend ergänzt und verfeinert. Die Einschätzungen beruhen auf geotechnischen Kennziffern aus Literaturangaben, Angaben aus Fremdbereichten und Berechnungen. Es wurden bisher noch keine quantitativen Baugrunduntersuchungen wie Sondierbohrungen oder Laborversuche vorgenommen.

Die in diesem Bericht zur Abschätzung verwendeten Kennziffern sind somit von provisorischer Natur und müssen, falls von Herstellerseite gefordert, noch mittels einer Sondierkampagne überprüft und bestätigt werden.

Aus unserer Sicht empfehlen wir mindestens Abtastbohrungen im Bereich des geplanten Fundaments von WEA 3 durchzuführen. Damit können die nötigen Hangeinschnitte besser abgeschätzt werden.

Visp, den 25.08.2025

Sachbearbeiterin:  
Rebecca Berther  
(MSc.Geologie)

Rovina + Partner AG  
Büro für Ingenieurgeologie

Freigabe/Kontrolle:  
Eric Pointner  
Diplom-Geologe, dipl. Bergführer

## Fotobeilage



Foto 1: Erschliessungsstrasse km 0.000 - 0.090 Bäregg-Formation

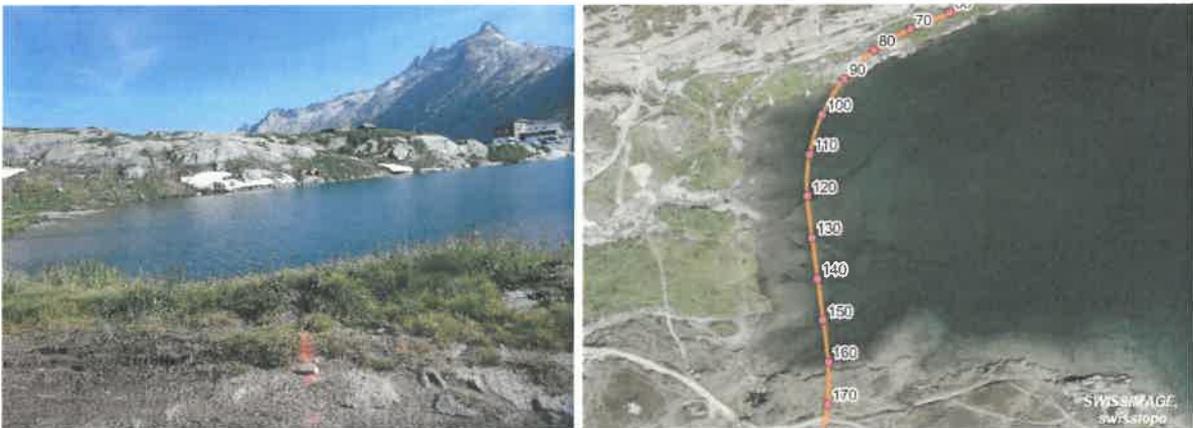


Foto 2: Erschliessungsstrasse km 0.090 - 0.160 : Querung Staubereich von Totensee



Foto 3: Erschliessungsstrasse km 0.460 - 0.760: Südwestlicher Aaregranit mit variabler Lockergesteinsüberdeckung (3 Fotos).



Foto 4: WEA 3: Auf topografischem Rücken aus mind. teilweise Moränenmaterial, Lockergesteinsmächtigkeit kann lokal höher (> 2.5 m) sein.



Foto 5: Erschliessungsstrasse in Richtung WEA 4: Felsrücken mit geringer Lockergesteinsüberdeckung.



Foto 6: WEA 4: Felsmulde mit geringer Lockergesteinsüberdeckung.



Foto 7:

Erschliessungsstrasse bei km 1.290 - 1.360: Felsmulde mit steilstehender Schieferung (oben und links).



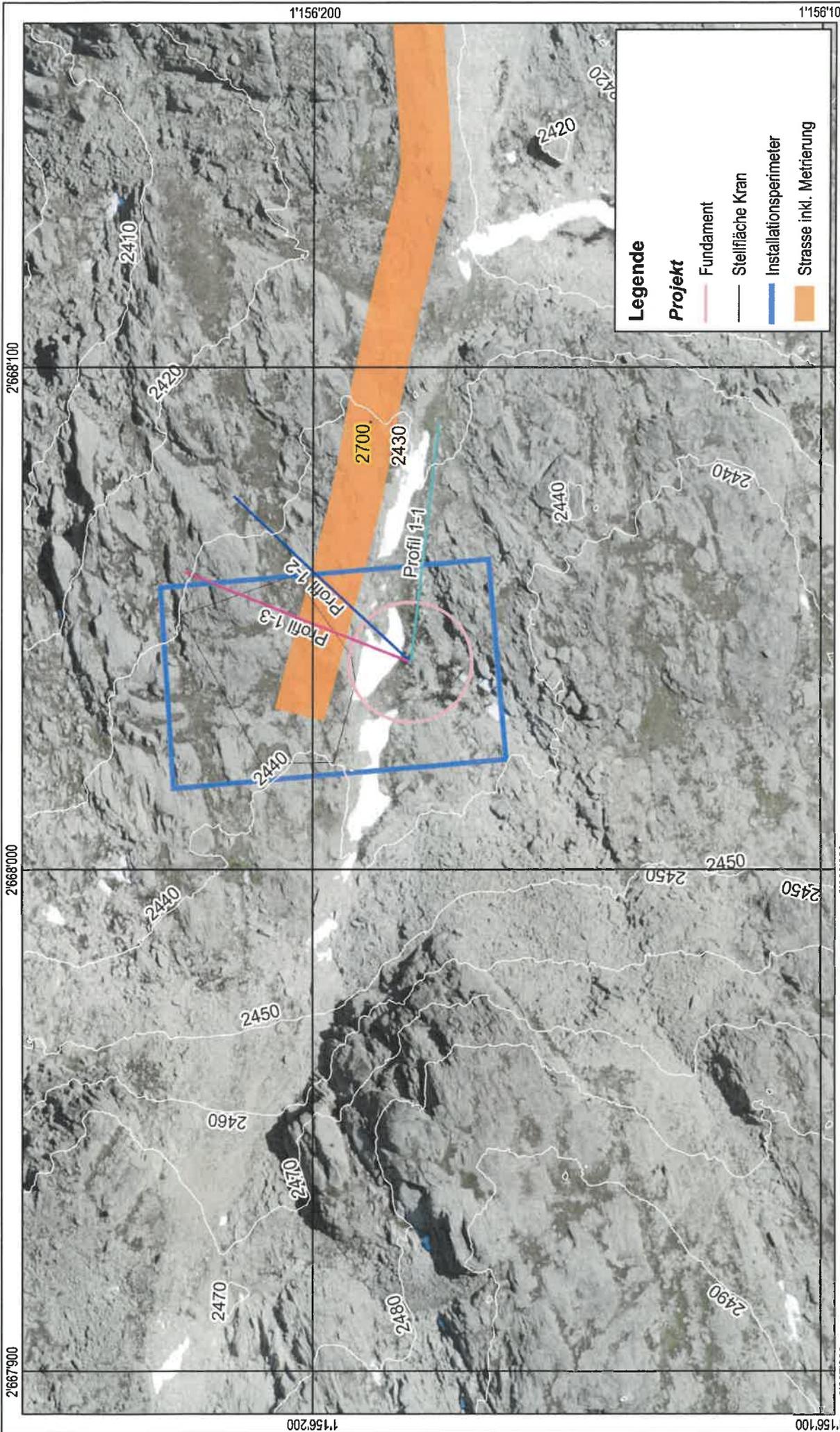
Foto 8: Erschliessungsstrasse km 1.400 - 2.210:



Foto 9: Erschliessungsstrasse km 2.060 - 2.170: Unterquerung Blockschutthalde (2 Fotos).

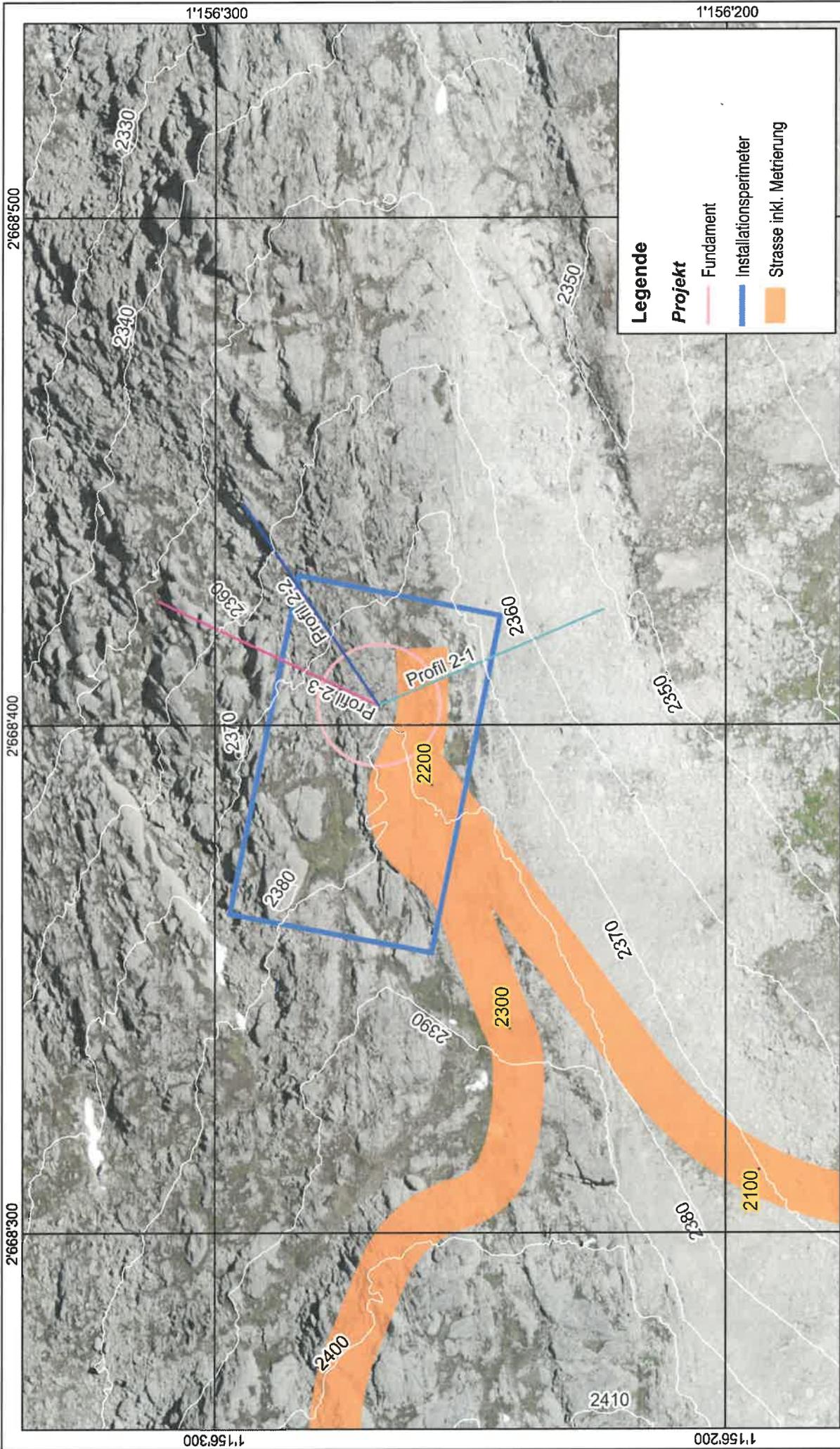


Foto 10: WEA 1



<b>Windpark Grimsel</b>		<b>Rovina + Partner AG, Büro für Ingenieurgeologie SIA / CHGeo</b>	
SwissWinds Development GmbH, Grimsuat		3930 Visp / 3953 Varen, Tel. 027 473 48 48 / e-mail: info@rpgeol.ch	
Massstab: 1:1'000	Format: A4 (297 mm x 210 mm)	Mandat: rp2366-	
Erst. Datum: 11.06.2025	gez.: br	kontr.: pe	freig.: pe
Rev. Datum: --	--	--	--
Datei: ...:\Situat\vp2366_Sit_v01.ggz		Bem: --	

Beilage 1-1:  
Situationsplan WEA 1

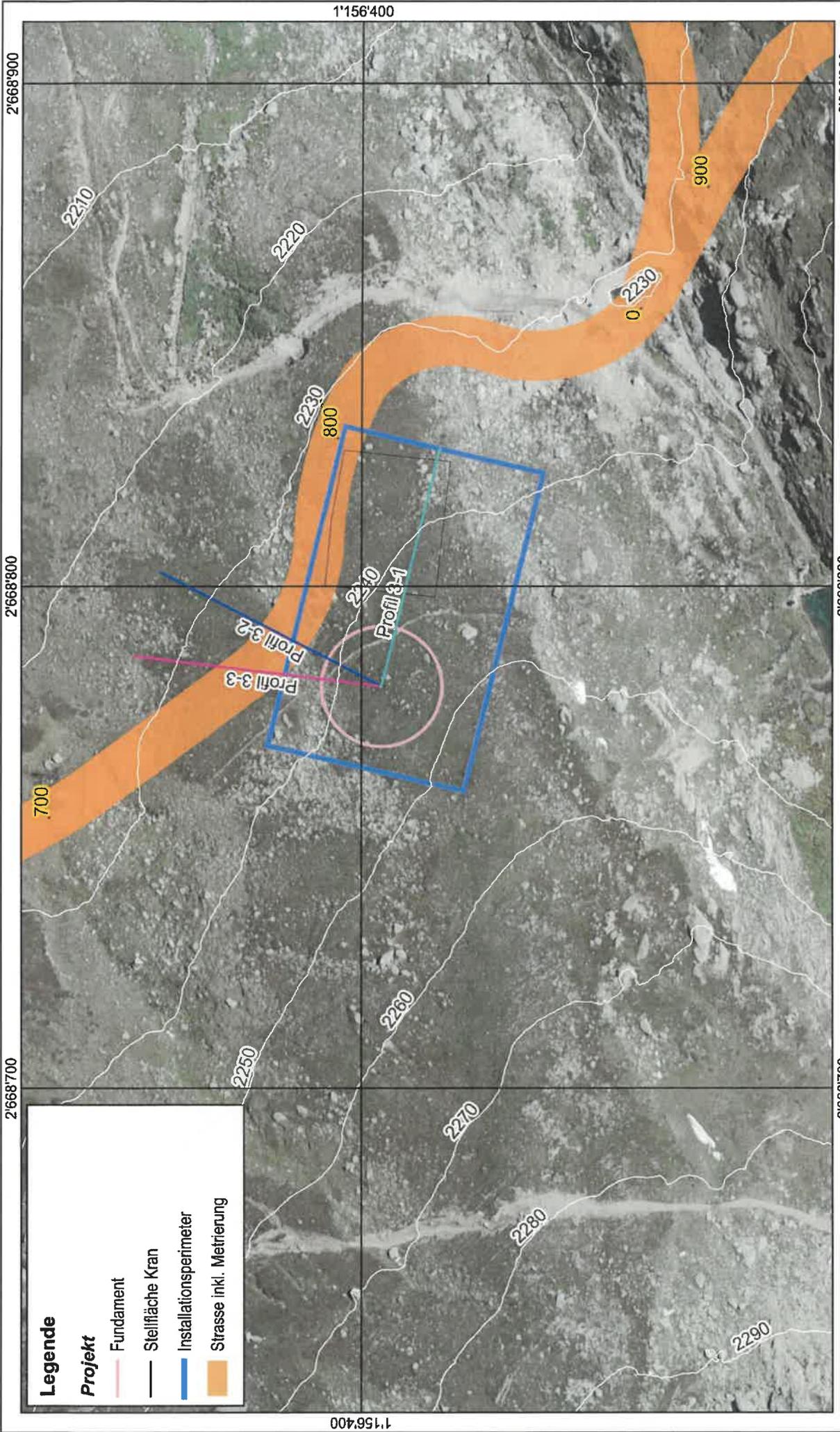


**Legende**

**Projekt**

- Fundament
- Installationsperimeter
- Strasse inkl. Metrierung

<b>Windpark Grimsel</b>		<b>Rovina + Partner AG, Büro für Ingenieurgeologie SIA / CHGeol</b>	
SwissWinds Development GmbH, Grimisuat		3930 Vlsap / 3953 Varen, Tel. 027 473 48 48 / e-mail: info@rpgeol.ch	
Masstab:	1:1'000	Format:	A4 (297 mm x 210 mm)
Erst. Datum:	11.06.2025	gez.:	br
Rev. Datum:	--	kontr.:	pe
Datei:	... \Situation\rp2366_Sit_v01.qgz	frei.:	pe
		Mandat: rp2366-	
		Bem: --	



**Legende**

**Projekt**

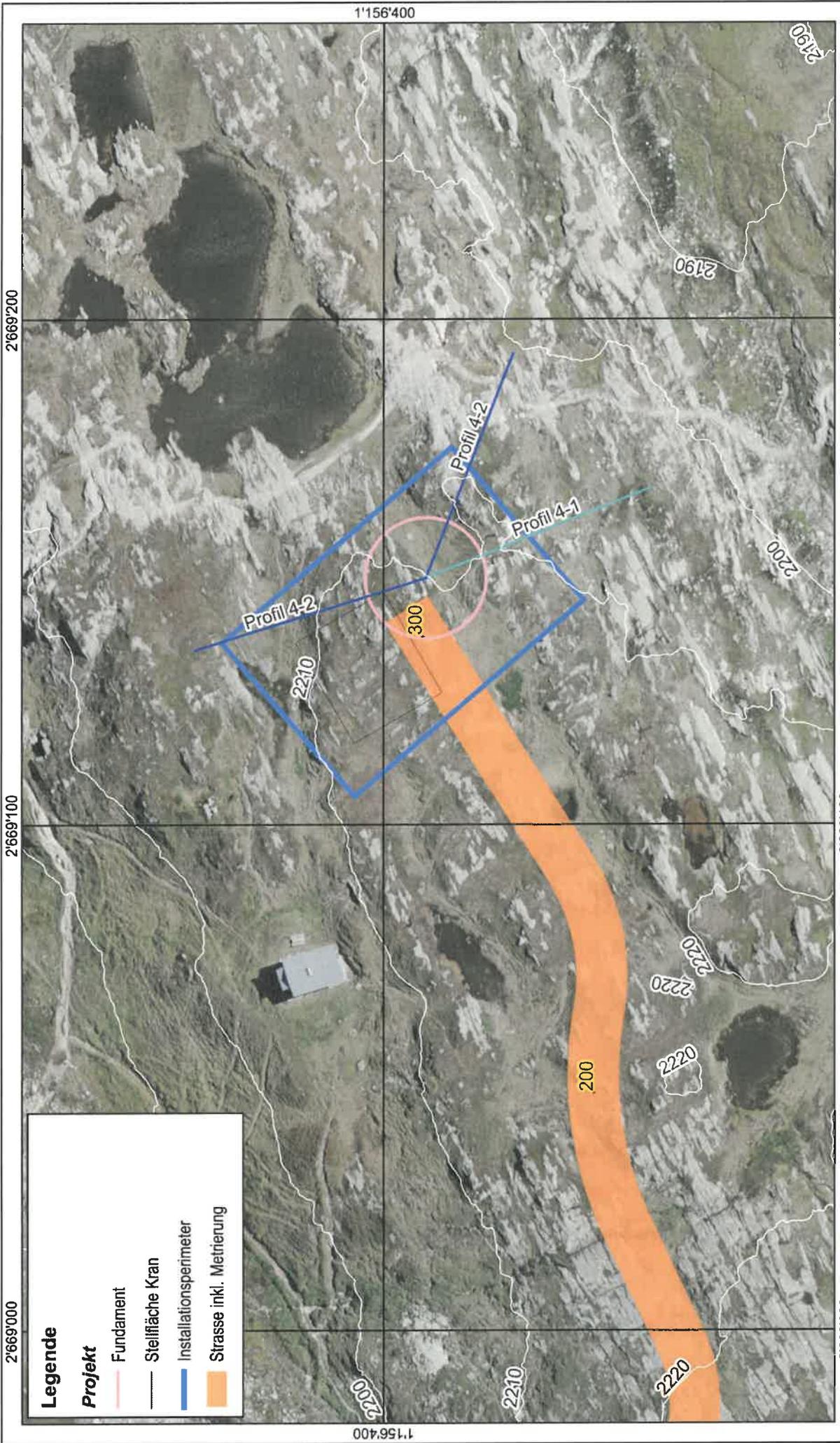
- Fundament
- Stellfläche Kran
- Installationsperimeter
- Strasse inkl. Metrierung

**Windpark Grimsel**  
 SwissWinds Development GmbH, Grimisuat

**Rovina + Partner AG, Büro für Ingenieurgeologie SIA / CHGeol**  
 3930 Visp / 3953 Varen, Tel. 027 473 48 48 / e-mail: info@rpgeol.ch

Massstab: 1:1'000	Format: A4 (297 mm x 210 mm)	Mandat: rp2366-
Erst. Datum: 11.06.2025	gez.: br	kontr.: pe
Rev. Datum: --	---	freig.: pe
Datei: ...\\Situation\rp2366_Sit_v01.qgz		Bem: --

Beilage 1-3:  
 Situationsplan WEA 3



<b>Windpark Grimsel</b> SwissWinds Development GmbH, Grimsuat		<b>Rovina + Partner AG, Büro für Ingenieurgeologie SIA / CHGeol</b> 3930 Visp / 3953 Varen, Tel. 027 473 48 48 / e-mail: info@rpgeol.ch	
Massstab: 1:1'000	Format: A4 (297 mm x 210 mm)	Mandat: rp2366-	
Erst. Datum: 11.06.2025	gez.: br	kontr.: pe	freig.: pe
Rev. Datum: --			
Datei: ... \Situation\rp2366_Sit_v01.qgz		Bem: --	

Beilage 1-4:  
 Situationsplan WEA 4

rp2366-

**Beilage 2-1: Steinschlag nach der Methode Pauschalgefälle**  
 Berechnung der Energien und Sprunghöhen-/weiten

Vorgaben:

- Angenommenes Pauschalgefälle
- > Angenommenes Pauschalgefälle in Grad
- Volumen Block
- Dichte Block
- > Gewicht Block
- Höhendifferenz zwischen Pauschalgefälle und Terrain im Profil
- Geländeneigung beim Kontrollquerschnitt
- Erdbeschleunigung
- Verhältnis Sprunghöhe zu Sprungweite (Sprunghöhe/Sprungweite)
- 1/6 hohe Sprünge
- 1/8 normale Sprünge
- 1/12 flache Sprünge

Bezeichnung	WEA1	Erschliessungsstrasse m 2000-2160				Einheit
		Profil 1	Profil 2	Profil 3	Profil 4	
<i>n</i>	65	65	65	65	65	[%]
<i>n'</i>	33	33	33	33	33	[°]
<i>V</i>	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	[m <sup>3</sup> ]
<i>d</i>	2'700	2'700	2'700	2'700	2'700	[kg/m <sup>3</sup> ]
<i>M</i>	5'400	5'400	5'400	5'400	5'400	[kg]
<i>h</i>	10.0	0.0	2.0	6.0	14.0	[m]
<i>α</i>	6	21	22	29	33	[°]
<i>g</i>	9.81	9.81	9.81	9.81	9.81	[m/s <sup>2</sup> ]
<i>f/s = i</i>	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	[-]

Beurteilung (charakteristische Werte):

- > Abschätzung Geschwindigkeit
- > Abschätzung Translations-Energie
- > Abschätzung Rotationsenergie-Energie
- > Abschätzung Total Energie (Et + Er)
- > Sprunghöhe
- > Sprungweite

<i>v<sub>e</sub></i>	11.21	0.00	5.01	8.68	13.26	[m/s]
<i>E<sub>t</sub></i>	339.03	0.00	67.81	203.42	474.65	[kJ]
<i>E<sub>r</sub></i>	67.81	0.00	13.56	40.68	94.93	[kJ]
<i>E<sub>tot</sub></i>	406.84	0.00	81.37	244.10	569.58	[kJ]
<i>f</i>	0.8	0.0	0.1	0.6	0.6	[m]
<i>s</i>	9.2	0.0	1.5	7.7	6.7	[m]

Beurteilung (Dimensionierungswerte)

- Sicherheitsfaktor Energien
- Sicherheitsfaktor Sprungweiten
- Total Energie
- Sprungweite
- Sprunghöhe

<i>γ<sub>m</sub></i>	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	
<i>γ<sub>m</sub></i>	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
<i>E<sub>tot d</sub></i>	528.89	0.00	105.78	317.34	740.45	[kJ]
<i>s<sub>d</sub></i>	18.45	0.00	3.09	15.31	13.44	[m]
<i>f<sub>d</sub></i>	1.5	0.0	0.3	1.3	1.1	[m]

Quelle:  
 FAN-Kurs 1994  
 Gefahrenbeurteilung, WSL Birmensdorf, W. Gerber

## **Anhang 15      Lärm: Datenblätter für die unterschiedlichen Modelle**

RESTRICTED

Eingeschränkte Weitergabe  
Dokument Nr.: 0104-6895 V01  
12.03.2021

# Leistungsspezifikationen

## EnVentus™

### V150-6.0 MW 50/60 Hz



Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 42 · 8200 Aarhus N · Danmark · [www.vestas.com](http://www.vestas.com)

**Vestas**

Classification: Restricted

VESTAS PROPRIETARY NOTICE: This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except if and to the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas disclaims all warranties except as expressly granted by written agreement and is not responsible for unauthorized uses, for which it may pursue legal remedies against responsible parties.

Übersetzung der Originalbetriebsanleitung: T05 0098-0749 VER 03

T05 0104-6895 Ver 01 - Approved- Exported from DMS: 2021-08-23 by DOKOC

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>ALLGEMEINE BESCHREIBUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>TYPENZULASSUNGEN UND VERFÜGBARE NABENHÖHEN .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>LEITFADEN FÜR BETRIEBSBEREICHSBEDINGUNGEN UND LEISTUNGSMERKMALE .....</b>	<b>5</b>
3.1	KLIMA- UND STANDORTBEDINGUNGEN.....	5
3.1.1	<i>Anordnung der Windenergieanlagen.....</i>	6
3.2	BETRIEBSBEREICH – WIND .....	8
3.3	BETRIEBSBEREICH – TEMPERATUR UND HÖHE.....	9
3.3.1	<i>Temperaturabhängiger Betrieb .....</i>	9
3.4	BETRIEBSUMGEBUNG – BEDINGUNGEN FÜR LEISTUNGSKURVE UND CT-WERTE (AUF NABENHÖHE) .....	10
3.5	BETRIEBSBEREICH – BLINDLEISTUNGSKAPAZITÄT.....	11
3.6	SCHALLMODI.....	12
<b>4</b>	<b>ZEICHNUNGEN.....</b>	<b>13</b>
4.1	VISUELLER EINDRUCK DER WINDENERGIEANLAGE – SEITENANSICHT .....	13
<b>5</b>	<b>ALLGEMEINE EINSCHRÄNKUNGEN, HINWEISE UND HAFTUNGSAUSSCHLÜSSE .....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>LEISTUNGSKURVEN, CT-WERTE UND SCHALLKURVEN, MODUS PO6000/PO6000-0S .....</b>	<b>15</b>
6.1	LEISTUNGSKURVEN, MODUS PO6000/PO6000-0S.....	15
6.2	CT-WERTE, MODUS PO6000/PO6000-0S .....	16
6.3	SCHALLKURVEN, MODUS PO6000/PO6000-0S .....	17
<b>7</b>	<b>LEISTUNGSKURVEN, CT-WERTE UND SCHALLKURVEN, SCHALLOPTIMIERTE MODI .....</b>	<b>18</b>
7.1	LEISTUNGSKURVEN, SCHALLOPTIMIERTER MODUS SO0 .....	18
7.2	CT-WERTE, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO0 .....	19
7.3	KURVEN ZUR GERÄUSCHENTWICKLUNG, GERÄUSCHOPTIMIERTER MODUS SO0.....	20
7.4	LEISTUNGSKURVEN, SCHALLOPTIMIERTER MODUS SO2 .....	21
7.5	CT-WERTE, SCHALLOPTIMIERTER MODUS SO2.....	22
7.6	SCHALLKURVEN, SCHALLOPTIMIERTER MODUS SO2.....	23
7.7	LEISTUNGSKURVEN, SCHALLOPTIMIERTER MODUS SO3 .....	24
7.8	CT-WERTE, SCHALLOPTIMIERTER MODUS SO3.....	25
7.9	SCHALLKURVEN, SCHALLOPTIMIERTER MODUS SO3.....	26
7.10	LEISTUNGSKURVEN, SCHALLOPTIMIERTER MODUS SO4 .....	27
7.11	CT-WERTE, SCHALLOPTIMIERTER MODUS SO4.....	28
7.12	SCHALLKURVEN, SCHALLOPTIMIERTER MODUS SO4.....	29
7.13	LEISTUNGSKURVEN, SCHALLOPTIMIERTER MODUS SO5 .....	30
7.14	CT-WERTE, SCHALLOPTIMIERTER MODUS SO5.....	31
7.15	SCHALLKURVEN, SCHALLOPTIMIERTER MODUS SO5.....	32
7.16	LEISTUNGSKURVEN, SCHALLOPTIMIERTER MODUS SO6 .....	33
7.17	CT-WERTE, SCHALLOPTIMIERTER MODUS SO6.....	34
7.18	SCHALLKURVEN, SCHALLOPTIMIERTER MODUS SO6.....	35

**Der Empfänger bestätigt, dass (i) die vorliegenden Leistungsspezifikationen nur zur Information des Empfängers bereitgestellt werden und keine Haftungen, Garantien, Versprechen, Verpflichtungen oder andere Zusicherungen (Zusagen) durch Vestas Wind Systems oder eine seiner Tochtergesellschaften (Vestas) nach sich ziehen oder darstellen. Diese werden ausdrücklich von Vestas nicht anerkannt, und (ii) sämtliche Verpflichtungen von Vestas gegenüber dem Empfänger bezüglich der vorliegenden Leistungsspezifikationen (oder sonstiger Inhalte des vorliegenden Dokuments) müssen in unterzeichneten, zwischen dem Empfänger und Vestas geschlossenen schriftlichen Verträgen dargelegt sein; die im vorliegenden Dokument enthaltenen Angaben sind diesbezüglich nicht verbindlich.**

**Siehe allgemeine Einschränkungen, Hinweise und Haftungsausschlüsse (inklusive Abschnitt 5, S. 14) dieser Leistungsspezifikation.**

## 1 Allgemeine Beschreibung

Die Vestas V150-6.0 MW ist eine Windenergieanlagenvariante innerhalb der Reihe EnVentus™. Es handelt sich dabei um eine Aufwindanlage mit Pitch-Regelung und aktiver Windnachführung und Dreiblattrotor. Die Windenergieanlage V150-6.0 MW hat einen Rotordurchmesser von 150 m und eine Nennleistung von 6,0 MW.

Weitere Einzelheiten sind der allgemeinen Beschreibung der Windenergieanlagen der Reihe EnVentus™ („General Description EnVentus™ – 0081-5017“) zu entnehmen.

## 2 Typenzulassungen und verfügbare Nabenhöhen

Die Windenergieanlage wird gemäß folgenden Zertifizierungsrichtlinien und verfügbaren Nabenhöhen typengeprüft:

Zertifizierung	Windklasse	Nabenhöhe
IECRE OD-501	IEC S	105 m, 125 m, 155 m
DIBt 2012	DIBt S	125/148/166/169 m

### 3 Leitfaden für Betriebsbereichsbedingungen und Leistungsmerkmale

Die tatsächlichen Klima- und Standortbedingungen weisen viele Variablen auf und sind bei der Beurteilung der tatsächlichen Windenergieanlagenleistung zu berücksichtigen. Die Auslegungs- und Betriebsparameter in diesem Abschnitt stellen keine Garantien, Gewährleistungen und Zusicherungen bezüglich der Windenergieanlagenleistung an tatsächlichen Standorten dar.

#### 3.1 Klima- und Standortbedingungen

Die Standard-Windenergieanlage ist für die im Folgenden aufgeführten windklimatischen Bedingungen ausgelegt. Die Werte beziehen sich auf die Nabenhöhe.

Windklima	IEC S	IEC S	IEC S
Bemessungsleistung	6,0 MW	6,0 MW	6,0 MW
Nabenhöhe	105	125	155
<b>Auslegungsparameter für Betrieb unter gewöhnlichen Bedingungen – IEC</b>			
Windgeschwindigkeit (10-Min.-Durchschnitt) $V_{ave}$	8,5 m/s	8,5 m/s	8,0 m/s
Weibull-Skalierungsfaktor, C	9,6 m/s	9,6 m/s	9,0 m/s
Weibull-Formfaktor, k	2,3	2,3	2,48
$I_{ref}$ . gemäß IEC 61400-1	0,14	0,14	0,15
Turbulenzintensität gemäß IEC 61400-1, einschließlich Windparkturbulenz (bei 15 m/s) $I_{90}$ (90 % Quantil)	15,7 %	15,7 %	16,9 %
Scherwind, $\alpha$	0,20	0,20	0,30
Anströmwinkel (senkrecht)	8°	8°	8°
<b>Auslegungsparameter für Betrieb unter Extrembedingungen – IEC</b>			
Extr. Windgeschwindigkeit (10-Minuten-Durchschnitt), $V_{50}$	37,5 m/s	37,5 m/s	40,1 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit (3-s-Bö), $V_{e50}$	52,5 m/s	52,5 m/s	56,1 m/s
Turbulenzintensität, $I_{v50}$	11 %	11 %	11 %

Windklima	DIBt S				
Nabenhöhe	125 m	125 m	148 m	166 m	CHT* 166/169 m
Bemessungsleistung	6,0 MW				
<b>Auslegungsparameter für Betrieb unter gewöhnlichen Bedingungen – DIBt</b>					
Windgeschwindigkeit (10-Min.- Durchschnitt) $V_{ave}$	7,0 m/s	7,5 m/s	7,3 m/s	7,5 m/s	7,5 m/s
Weibull- Skalierungsfaktor, C	7,9 m/s	8,5 m/s	8,2 m/s	8,5 m/s	8,5 m/s
Weibull-Formfaktor, k	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22
$I_{ref}$ gemäß IEC 61400- 1	S	A	S	S	S
Turbulenzintensität, $I_{90}$ (90%-Quantil)	S	18,0 %	S	S	S
<b>Auslegungsparameter für Betrieb unter Extrembedingungen – DIBt</b>					
Extreme Windgeschwindigkeit (10-Minuten- Durchschnitt), $V_{50}$	36,1 m/s	41,2 m/s	37,0 m/s	37,6 m/s	37,6 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit (3-s-Bö), $V_{e50}$	50,5 m/s	57,7 m/s	51,8 m/s	52,6 m/s	52,6 m/s
Turbulenzintensität, $I_{V(z)}$	11,3 %	11,3 %	11,2 %	11,1 %	11,1 %
Scherwind, $\alpha$	0,27	0,25	0,27	0,27	0,27
Anströmwinkel	8°	8°	8°	8°	8°

\*CHT steht für Beton-Hybridturm (Concrete Hybrid Tower)

## HINWEIS

Die Windenergieanlage ist für Standorte mit niedriger bis mittlerer Windgeschwindigkeit ausgelegt, gilt aber je nach standortspezifischen Bedingungen auch für Standorte mit hoher Windgeschwindigkeit. Sie ist als IEC S klassifiziert.

Klimatische Bedingungen für Windenergieanlagen mit dem optionalen Vestas-Vereisungsschutzsystem (VAS) können von oben abweichen. Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an Vestas Wind Systems A/S.

### 3.1.1 Anordnung der Windenergieanlagen

Der Abstand der Windenergieanlagen muss standortspezifisch festgelegt werden. Bei einem Abstand unter zwei Rotordurchmessern (2D) kann sektorweise eine Leistungsreduzierung erforderlich sein.

**HINWEIS**

Die Bewertung von Klima- und Standortbedingungen ist komplex. Vestas ist daher bei jedem Projekt zurate zu ziehen. Werden die genannten Anforderungen von den örtlichen Gegebenheiten nicht erfüllt, ist Vestas auf jeden Fall zu konsultieren.

### 3.2 Betriebsbereich – Wind

Die Werte beziehen sich auf die Nabenhöhe und hängen von den Sensoren und der Steuerung der Windenergieanlage ab.

Windklima	IEC S	
	PO6000	SO0, SO2, SO3, SO4, SO5, SO6
Einschalt-Windgeschw., $V_{in}$	3 m/s	3 m/s
Abschalt-Windgeschw. (10-Min. Exponentialdurchschnitt), $V_{out}$	25 m/s	20 m/s
Wiedereinschalt-Windgeschwindigkeit (10-Min.-Mittelwert, exponentiell)	23 m/s	18 m/s

### 3.3 Betriebsbereich – Temperatur und Höhe

Nachstehende Werte beziehen sich auf die Nabenhöhe und hängen von den Sensoren und der Steuerung der Windenergieanlage ab.

Betriebsbereich – Temperatur	
Umgebungstemperaturbereich	-20 °C bis +45 °C
Umgebungstemperaturbereich (Niedrigtemperaturbetrieb)	-30 °C bis +45 °C

**HINWEIS**

Die Windenergieanlage stellt die Energieerzeugung ein, sobald die Umgebungstemperaturen auf über +45 °C steigen. Bitte wenden Sie sich an Vestas, um Informationen zum Niedrigtemperaturbetrieb der Windenergieanlage zu erhalten.

Die Windenergieanlage ist standardmäßig für den Betrieb in Höhen bis 1000 m ü. d. M. und optional für bis zu 2000 m ü. d. M. ausgelegt.

#### 3.3.1 Temperaturabhängiger Betrieb

Nachstehende Werte beziehen sich auf die Nabenhöhe und hängen von den Sensoren und der Steuerung der Windenergieanlage ab. Bei Umgebungstemperaturen über einem Grenzwert, der für jeden Betriebsmodus angegeben ist, hält die Windenergieanlage eine gedrosselte Produktion aufrecht.

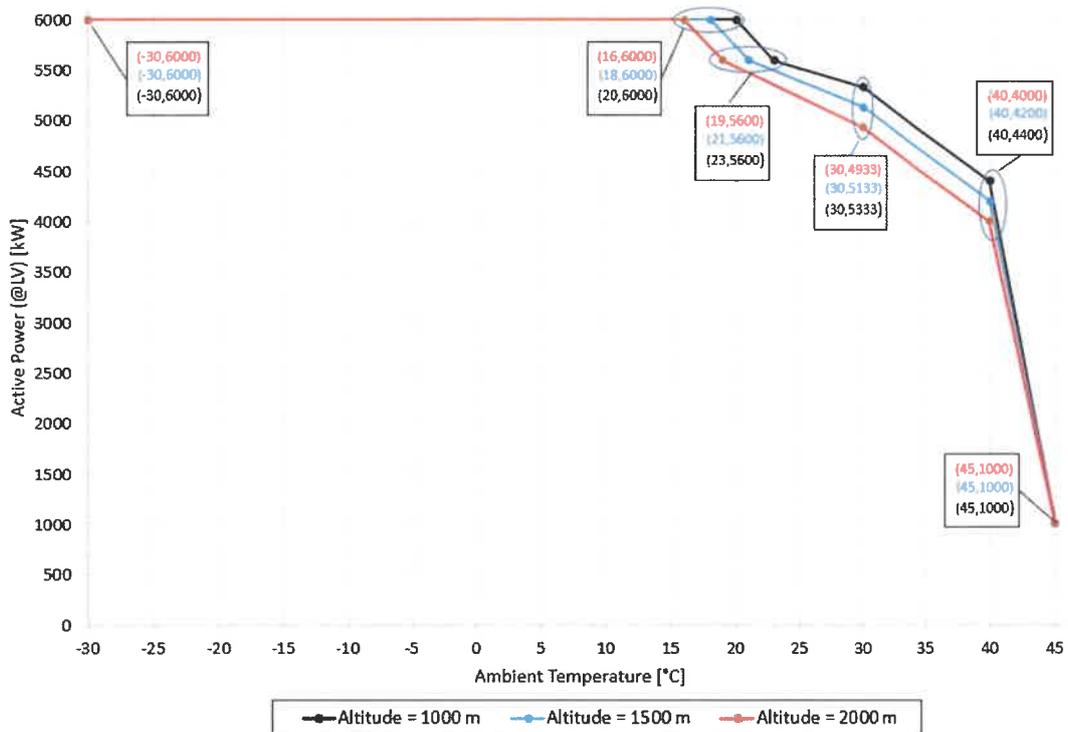


Abbildung 3-1: Temperaturabhängiger gedrosselter Betrieb

### 3.4 Betriebsumgebung – Bedingungen für Leistungskurve und Ct-Werte (auf Nabenhöhe)

Abschnitt 6 und die folgenden Abschnitte enthalten Leistungskurven und  $C_t$ -Werte.

Bedingungen für Leistungskurve und $C_t$ -Werte (auf Nabenhöhe)	
Scherwind, $\alpha$	0,00-0,30 (10-Minuten-Durchschnitt)
Turbulenzintensität, $I$	6-12 % (10-Minuten-Durchschnitt)
Rotorblätter	Reinigen
Regen	Nein
Eis/Schnee auf Rotorblättern	Nein
Vorderkante	Keine Schäden
Gelände	IEC 61400-12-1
Anströmwinkel (senkrecht)	$0 \pm 2^\circ$
Netzspannung	Nennspannung $\pm 2,5$ %
Stromnetzfrequenz	Nennfrequenz $\pm 0,5$ Hz
Netz-Wirkleistung (Niederspannungsseite)	Gemäß den tabellierten Werten in Abschnitt 6 und den folgenden Abschnitten
Netz-Blindleistung (Niederspannungsseite)	Leistungsfaktor 1,0

### 3.5 Betriebsbereich – Blindleistungskapazität

Die Blindleistungskapazität auf der Niederspannungsseite des Mittelspannungstransformators ist dargestellt in Abbildung 3-2:

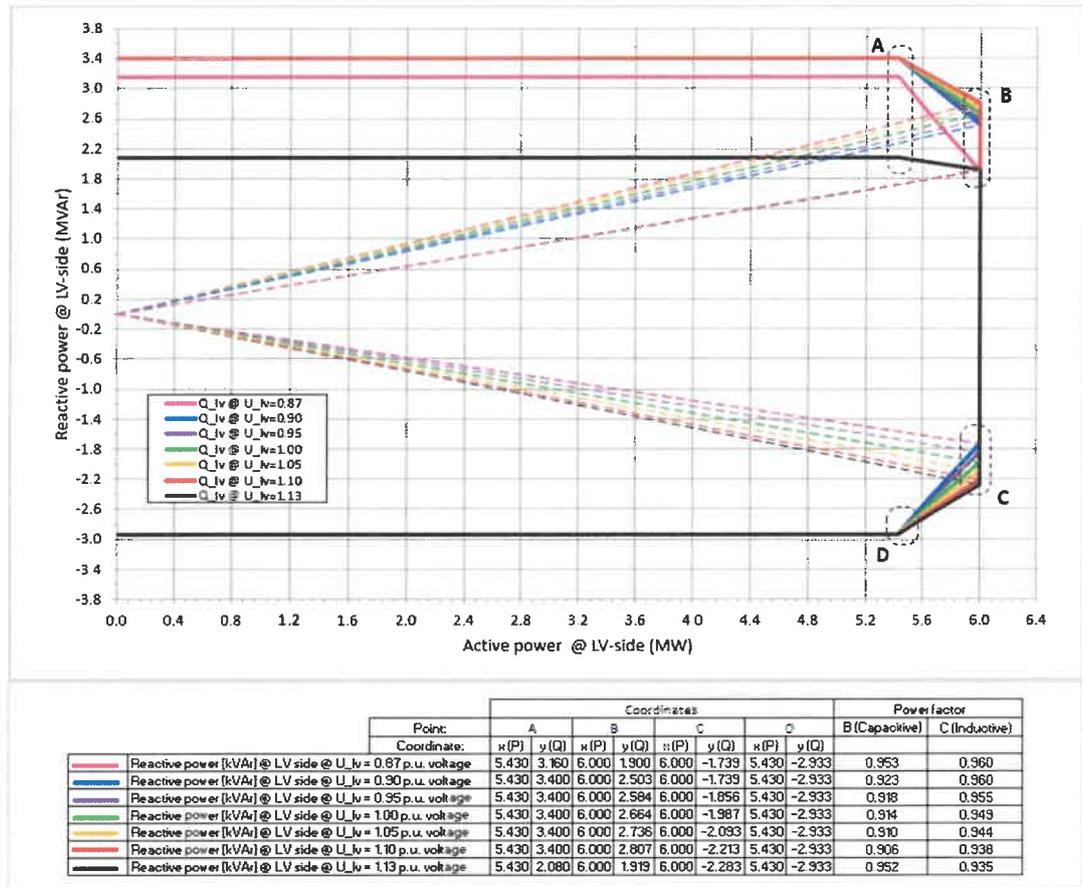


Abbildung 3-2: Blindleistungskapazität

Die Windenergieanlage kann die Blindleistungskapazität bei schwachem Wind ohne erzeugte Wirkleistung halten.

### 3.6 Schallmodi

Zur Windenergieanlage stehen die nachfolgend aufgeführten Schallmodi zur Verfügung.

Schallmodi			
Modus-Nr.	Maximaler Schallpegel	Sägezahn-Hinterkanten	Verfügbare Nabenhöhen
PO6000	104,9 dB(A)	Ja (Standard)	105/125/148/155/166/169 m
PO6000-0S	107,7 dB(A)	Nein (Option)	105/125/148/155/166/169 m

Darüber hinaus sind die nachfolgend aufgeführten optionalen schalloptimierten Modi (SO) für die Windenergieanlage verfügbar.

Schalloptimierte (SO-) Modi			
Modus-Nr.	Maximaler Schallpegel	Sägezahn-Hinterkanten	Verfügbare Nabenhöhen
SO0	104 dBA	Ja (Standard)	105/125/148/155/166/169 m
SO2	102 dBA	Ja (Standard)	105/125/148/155/166/169 m
SO3	101 dBA	Ja (Standard)	105/125/148/155/166/169 m
SO4	100 dBA	Ja (Standard)	105/125/148/155/166/169 m
SO5	99 dBA	Ja (Standard)	105/125/148/155/166/169 m
SO6	98 dBA	Ja (Standard)	Standortspezifisch

**HINWEIS** SO-Modi stehen nur bei Rotorblättern mit Sägezahn-Hinterkante zur Verfügung. Für weitere Einzelheiten zur Schalleistung und bei spezifischen Anfragen, wenden Sie sich bitte an Vestas Wind Systems A/S.

## 4 Zeichnungen

In diesen Dokumenten sind Übersichtszeichnungen dargestellt, welche die Windkraftanlagen, den Turm und das Fundament beschreiben.

V150 HH105 – 0077-2108  
V150 HH125 – 0073-8666  
V150 HH148 – 0073-8667  
V150 HH155 – 0079-6643  
V150 HH166 – 0073-8669  
V150 HH166 (CHT) – 0089-4870  
V150 HH169 (CHT) – 0089-4872

---

**HINWEIS** Detaillierte Zeichnungen sind bei Vestas Wind Systems A/S zu erfragen.

---

### 4.1 Visueller Eindruck der Windenergieanlage – Seitenansicht



## 5 Allgemeine Einschränkungen, Hinweise und Haftungsausschlüsse

- © 2021 Vestas Wind Systems A/S. Dieses Dokument wurde von Vestas Wind Systems A/S und/oder einer der Tochtergesellschaften des Unternehmens erstellt und enthält urheberrechtlich geschütztes Material, Markenzeichen und andere geschützte Informationen. Alle Rechte vorbehalten. Das Dokument darf ohne vorherige schriftliche Erlaubnis durch Vestas Wind Systems A/S weder als Ganzes noch in Teilen reproduziert oder in irgendeiner Weise oder Form – sei es grafisch, elektronisch oder mechanisch, einschließlich Fotokopien, Bandaufzeichnungen oder mittels Datenspeicherungs- und Datenzugriffssystemen – vervielfältigt werden. Die Nutzung dieses Dokuments über den ausdrücklich von Vestas Wind Systems A/S gestatteten Umfang hinaus ist untersagt. Marken-, Urheberrechts- oder sonstige Vermerke im Dokument dürfen nicht geändert oder entfernt werden.
- Die in diesem Dokument beschriebenen Leistungsspezifikationen gelten für die aktuelle Version der Windenergieanlage V150-6.0 MW. Die Spezifikationen möglicher künftiger Versionen der Windenergieanlage V150-6.0 MW können hiervon abweichen. Falls Vestas eine neuere Version der Windenergieanlage V150-6.0 MW bereitstellt, wird das Unternehmen hierzu eine aktualisierte allgemeine Leistungsspezifikation vorlegen.
- Für alle angegebenen Start/Stopp-Parameter (z. B. Windgeschwindigkeiten) ist eine Hysterese-Steuerung vorhanden. Dadurch kann es in bestimmten Grenzsituationen dazu kommen, dass die Windenergieanlage angehalten wird, obwohl unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen die angegebenen Betriebsparametergrenzwerte nicht überschritten worden sind.
- Die vorliegenden Leistungsspezifikationen stellen kein Verkaufsangebot dar; sie beinhalten keine Garantie, Gewährleistung und/oder Prüfung von Leistungskurve und Schall (einschließlich und ohne Einschränkung Prüfverfahren für Leistungskurve und Schall). Garantien, Zusagen und/oder Prüfungen von Leistungskurve und Schall (einschließlich und ohne Einschränkung Prüfverfahren für Leistungskurve und Schall) müssen separat schriftlich vereinbart werden.

**6 Leistungskurven, Ct-Werte und Schallkurven, Modus PO6000/PO6000-0S**

**6.1 Leistungskurven, Modus PO6000/PO6000-0S**

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte [kg/m <sup>3</sup> ]													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3,0	40	16	17	19	21	22	25	27	29	32	34	37	42	45
3,5	135	85	89	94	99	103	108	112	117	121	126	131	140	144
4,0	250	175	182	189	195	202	209	216	223	230	236	243	257	264
4,5	391	284	294	304	313	323	333	342	352	362	371	381	400	410
5,0	563	419	432	445	458	471	484	498	511	524	537	550	576	589
5,5	775	582	600	617	635	652	670	687	705	722	740	758	793	811
6,0	1032	779	802	825	848	871	894	917	940	963	986	1009	1055	1078
6,5	1337	1015	1044	1073	1102	1132	1161	1190	1219	1249	1278	1307	1366	1395
7,0	1693	1291	1328	1364	1401	1438	1474	1511	1547	1584	1620	1656	1729	1766
7,5	2101	1609	1654	1699	1744	1788	1833	1878	1922	1967	2012	2056	2145	2190
8,0	2565	1970	2024	2079	2133	2187	2241	2295	2349	2403	2457	2511	2619	2672
8,5	3086	2377	2442	2506	2571	2636	2700	2765	2829	2894	2958	3022	3150	3214
9,0	3657	2825	2901	2977	3054	3130	3205	3281	3357	3432	3507	3582	3731	3805
9,5	4231	3304	3391	3478	3565	3651	3735	3819	3903	3988	4069	4150	4310	4388
10,0	4777	3796	3890	3984	4078	4172	4260	4349	4437	4526	4610	4693	4856	4935
10,5	5258	4270	4368	4466	4563	4661	4751	4840	4930	5019	5099	5178	5326	5395
11,0	5642	4717	4816	4915	5015	5114	5198	5282	5366	5450	5514	5578	5692	5741
11,5	5867	5127	5219	5311	5403	5496	5560	5623	5687	5751	5790	5828	5890	5913
12,0	5956	5479	5551	5623	5695	5767	5803	5839	5875	5912	5926	5941	5964	5973
12,5	5988	5736	5780	5824	5868	5912	5926	5941	5955	5969	5976	5982	5991	5995
13,0	5998	5890	5909	5928	5948	5967	5973	5980	5986	5992	5994	5996	5999	6000
13,5	6000	5949	5959	5969	5979	5990	5992	5994	5996	5999	5999	6000	6000	6000
14,0	6000	5982	5986	5990	5994	5998	5999	5999	6000	6000	6000	6000	6000	6000
14,5	6000	5995	5996	5997	5998	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
15,0	6000	5999	5999	5999	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
15,5	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
16,0	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
16,5	6000	5998	5998	5998	5998	5999	5999	5999	5999	5999	6000	6000	6000	6000
17,0	5842	5780	5785	5789	5794	5799	5805	5811	5817	5823	5829	5836	5849	5856
17,5	5585	5525	5529	5534	5539	5543	5549	5554	5560	5566	5572	5578	5592	5599
18,0	5353	5295	5299	5304	5308	5313	5318	5324	5329	5335	5341	5347	5359	5366
18,5	5121	5062	5066	5071	5076	5080	5086	5091	5096	5102	5108	5114	5127	5133
19,0	4887	4832	4836	4841	4845	4849	4855	4860	4865	4870	4876	4882	4894	4900
19,5	4655	4603	4607	4611	4616	4620	4625	4630	4635	4640	4645	4650	4662	4668
20,0	4424	4375	4379	4383	4387	4391	4396	4400	4404	4409	4414	4419	4430	4435
20,5	4196	4151	4154	4158	4161	4165	4169	4173	4178	4182	4187	4191	4201	4205
21,0	3966	3922	3925	3928	3932	3935	3939	3944	3949	3953	3957	3962	3971	3975
21,5	3723	3687	3690	3693	3696	3699	3702	3705	3708	3711	3715	3719	3728	3733
22,0	3495	3468	3470	3472	3474	3476	3478	3481	3484	3486	3489	3492	3499	3503
22,5	3259	3231	3234	3237	3239	3242	3243	3245	3247	3249	3252	3255	3262	3265
23,0	3012	2991	2992	2993	2995	2996	2998	3000	3002	3004	3006	3009	3015	3018
23,5	2806	2789	2790	2790	2791	2791	2793	2796	2798	2800	2802	2804	2808	2809
24,0	2580	2561	2561	2562	2563	2563	2566	2568	2570	2572	2575	2577	2582	2584
24,5	2288	2266	2267	2268	2269	2270	2272	2274	2276	2278	2281	2285	2291	2295
25,0	2044	2006	2009	2012	2015	2018	2022	2025	2029	2033	2036	2040	2048	2052

**6.2 Ct-Werte, Modus PO6000/PO6000-0S**

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte kg/m <sup>3</sup>													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3,0	0,862	0,854	0,855	0,857	0,859	0,860	0,861	0,861	0,862	0,862	0,862	0,862	0,862	0,862
3,5	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840
4,0	0,808	0,809	0,809	0,809	0,808	0,808	0,808	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807	0,808	0,808
4,5	0,791	0,791	0,791	0,792	0,792	0,792	0,792	0,792	0,792	0,791	0,791	0,791	0,791	0,790
5,0	0,784	0,789	0,788	0,788	0,787	0,787	0,787	0,786	0,786	0,785	0,785	0,784	0,783	0,783
5,5	0,784	0,783	0,783	0,783	0,783	0,783	0,783	0,783	0,783	0,783	0,783	0,784	0,784	0,784
6,0	0,785	0,783	0,783	0,783	0,784	0,784	0,784	0,784	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,786
6,5	0,786	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786
7,0	0,786	0,785	0,785	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786
7,5	0,787	0,787	0,787	0,787	0,787	0,787	0,787	0,787	0,787	0,787	0,787	0,787	0,787	0,787
8,0	0,787	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788	0,787	0,787	0,787	0,787
8,5	0,784	0,786	0,786	0,786	0,786	0,786	0,785	0,785	0,785	0,785	0,784	0,784	0,783	0,783
9,0	0,769	0,775	0,775	0,774	0,774	0,774	0,773	0,773	0,772	0,772	0,771	0,770	0,768	0,767
9,5	0,730	0,757	0,756	0,754	0,752	0,751	0,748	0,746	0,743	0,740	0,737	0,734	0,726	0,722
10,0	0,674	0,726	0,722	0,718	0,714	0,710	0,705	0,700	0,696	0,691	0,685	0,680	0,669	0,663
10,5	0,613	0,679	0,674	0,668	0,662	0,657	0,651	0,645	0,638	0,632	0,626	0,619	0,606	0,598
11,0	0,550	0,628	0,622	0,615	0,609	0,602	0,595	0,588	0,581	0,574	0,566	0,558	0,541	0,532
11,5	0,482	0,577	0,569	0,562	0,555	0,547	0,538	0,529	0,521	0,512	0,502	0,492	0,472	0,462
12,0	0,417	0,527	0,517	0,508	0,499	0,490	0,479	0,469	0,459	0,448	0,438	0,428	0,408	0,398
12,5	0,362	0,475	0,464	0,453	0,442	0,431	0,421	0,410	0,400	0,389	0,380	0,371	0,354	0,346
13,0	0,316	0,422	0,411	0,399	0,388	0,377	0,368	0,358	0,349	0,340	0,332	0,324	0,309	0,302
13,5	0,279	0,372	0,362	0,352	0,342	0,332	0,323	0,315	0,307	0,299	0,292	0,285	0,273	0,267
14,0	0,247	0,328	0,320	0,311	0,302	0,293	0,286	0,279	0,272	0,265	0,259	0,253	0,242	0,237
14,5	0,221	0,291	0,284	0,276	0,268	0,260	0,254	0,248	0,242	0,236	0,231	0,226	0,216	0,212
15,0	0,198	0,260	0,253	0,246	0,239	0,233	0,227	0,222	0,217	0,211	0,207	0,202	0,194	0,190
15,5	0,179	0,233	0,227	0,221	0,215	0,209	0,205	0,200	0,195	0,190	0,187	0,183	0,175	0,172
16,0	0,162	0,210	0,205	0,200	0,195	0,189	0,185	0,181	0,177	0,173	0,169	0,166	0,159	0,156
16,5	0,147	0,191	0,186	0,181	0,177	0,172	0,168	0,164	0,161	0,157	0,154	0,151	0,145	0,142
17,0	0,131	0,167	0,163	0,159	0,156	0,152	0,149	0,145	0,142	0,139	0,137	0,134	0,129	0,127
17,5	0,116	0,147	0,143	0,140	0,137	0,133	0,131	0,128	0,125	0,123	0,120	0,118	0,114	0,112
18,0	0,102	0,129	0,126	0,123	0,120	0,117	0,115	0,113	0,110	0,108	0,106	0,104	0,100	0,098
18,5	0,090	0,113	0,111	0,108	0,106	0,103	0,101	0,099	0,097	0,095	0,093	0,092	0,088	0,087
19,0	0,079	0,099	0,097	0,095	0,093	0,091	0,089	0,087	0,085	0,083	0,082	0,080	0,078	0,076
19,5	0,070	0,088	0,086	0,084	0,082	0,080	0,078	0,077	0,075	0,074	0,072	0,071	0,069	0,068
20,0	0,062	0,078	0,076	0,074	0,073	0,071	0,069	0,068	0,067	0,065	0,064	0,063	0,061	0,060
20,5	0,055	0,069	0,067	0,066	0,064	0,063	0,061	0,060	0,059	0,058	0,057	0,056	0,054	0,053
21,0	0,049	0,061	0,059	0,058	0,057	0,055	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047
21,5	0,043	0,054	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047	0,046	0,045	0,044	0,044	0,042	0,041
22,0	0,038	0,047	0,046	0,045	0,044	0,043	0,042	0,042	0,041	0,040	0,039	0,039	0,037	0,037
22,5	0,033	0,042	0,041	0,040	0,039	0,038	0,037	0,037	0,036	0,035	0,034	0,034	0,033	0,032
23,0	0,029	0,036	0,036	0,035	0,034	0,033	0,033	0,032	0,031	0,031	0,030	0,030	0,029	0,028
23,5	0,026	0,032	0,031	0,031	0,030	0,029	0,029	0,028	0,028	0,027	0,027	0,026	0,025	0,025
24,0	0,022	0,028	0,027	0,027	0,026	0,026	0,025	0,025	0,024	0,024	0,023	0,023	0,022	0,022
24,5	0,019	0,024	0,023	0,023	0,022	0,022	0,021	0,021	0,020	0,020	0,020	0,019	0,019	0,018
25,0	0,016	0,020	0,020	0,019	0,019	0,018	0,018	0,018	0,017	0,017	0,017	0,017	0,016	0,016

### 6.3 Schallkurven, Modus PO6000/PO6000-0S

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe		
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz auf Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0±2° Luftdichte: 1,225 kg/m <sup>3</sup>	
Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] Modus PO6000 (Rotorblätter mit Sägezahn-Hinterkante)	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] Modus PO6000-0S (Rotorblätter ohne Sägezahn-Hinterkante)
3	92,0	94,8
4	92,2	95,0
5	94,0	96,8
6	96,9	99,7
7	99,9	102,7
8	102,7	105,5
9	104,6	107,4
10	104,8	107,6
11	104,9	107,7
12	104,9	107,7
13	104,9	107,7
14	104,9	107,7
15	104,9	107,7
16	104,9	107,7
17	104,9	107,7
18	104,9	107,7
19	104,9	107,7
20	104,9	107,7

## 7 Leistungskurven, Ct-Werte und Schallkurven, schalloptimierte Modi

### 7.1 Leistungskurven, schalloptimierter Modus SO0

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte [kg/m <sup>3</sup> ]													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3,0	40	13	15	17	19	22	24	27	29	32	35	38	43	46
3,5	137	86	91	95	100	105	109	114	118	123	128	132	141	146
4,0	251	175	182	189	196	203	210	217	223	230	237	244	258	264
4,5	391	284	294	304	313	323	333	342	352	362	371	381	401	410
5,0	564	419	432	445	459	472	485	498	511	524	538	551	577	590
5,5	777	583	600	618	635	653	671	688	706	724	741	759	794	812
6,0	1034	780	803	826	850	873	896	919	942	965	988	1011	1057	1080
6,5	1339	1016	1045	1075	1104	1134	1163	1192	1222	1251	1280	1310	1368	1398
7,0	1696	1293	1330	1367	1403	1440	1477	1513	1550	1587	1623	1660	1733	1769
7,5	2105	1612	1657	1702	1747	1792	1836	1881	1926	1971	2015	2060	2149	2194
8,0	2568	1973	2028	2082	2136	2190	2244	2298	2352	2406	2460	2514	2622	2675
8,5	3087	2378	2443	2508	2572	2637	2702	2766	2831	2895	2959	3023	3151	3215
9,0	3653	2822	2898	2974	3050	3126	3202	3278	3353	3429	3504	3578	3727	3801
9,5	4222	3288	3376	3463	3551	3638	3723	3808	3893	3978	4060	4141	4301	4379
10,0	4748	3748	3846	3944	4042	4140	4231	4322	4413	4504	4585	4667	4820	4893
10,5	5154	4176	4283	4389	4495	4601	4689	4777	4864	4952	5020	5087	5208	5261
11,0	5429	4559	4666	4773	4880	4987	5062	5138	5213	5288	5335	5382	5459	5489
11,5	5541	4884	4978	5073	5168	5263	5315	5368	5421	5473	5496	5519	5552	5564
12,0	5578	5125	5202	5278	5354	5431	5460	5490	5519	5548	5558	5568	5584	5590
12,5	5593	5301	5355	5408	5461	5515	5530	5545	5560	5576	5581	5587	5596	5598
13,0	5598	5414	5448	5483	5518	5552	5561	5570	5579	5588	5592	5595	5599	5600
13,5	5599	5460	5487	5515	5542	5569	5576	5583	5590	5596	5597	5598	5600	5600
14,0	5600	5493	5515	5536	5558	5579	5584	5589	5593	5598	5599	5599	5600	5600
14,5	5600	5515	5532	5550	5567	5584	5588	5592	5595	5599	5599	5599	5600	5600
15,0	5600	5526	5541	5556	5571	5586	5589	5592	5595	5598	5598	5599	5600	5600
15,5	5600	5539	5551	5564	5577	5589	5591	5594	5596	5598	5599	5599	5600	5600
16,0	5600	5549	5559	5570	5581	5591	5593	5595	5597	5599	5599	5599	5600	5600
16,5	5600	5557	5566	5575	5584	5593	5595	5596	5597	5599	5599	5599	5600	5600
17,0	5597	5554	5563	5572	5580	5589	5591	5592	5594	5596	5596	5597	5598	5598
17,5	5563	5487	5499	5511	5523	5535	5539	5544	5548	5553	5556	5559	5565	5568
18,0	5433	5312	5328	5345	5362	5378	5387	5396	5404	5413	5420	5426	5440	5446
18,5	5233	5070	5092	5114	5136	5158	5170	5182	5193	5205	5215	5224	5242	5250
19,0	5006	4806	4833	4860	4887	4914	4928	4942	4957	4972	4983	4994	5016	5026
19,5	4773	4554	4583	4612	4642	4671	4688	4705	4722	4739	4750	4762	4783	4793
20,0	4544	4319	4349	4379	4409	4439	4456	4474	4491	4509	4520	4532	4553	4563

## 7.2 Ct-Werte, geräuschoptimierter Modus SO0

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte kg/m <sup>3</sup>													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3,0	0,877	0,869	0,870	0,872	0,874	0,875	0,876	0,876	0,876	0,877	0,877	0,877	0,877	0,877
3,5	0,838	0,838	0,838	0,838	0,838	0,838	0,838	0,838	0,838	0,838	0,838	0,838	0,838	0,838
4,0	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
4,5	0,790	0,789	0,790	0,790	0,790	0,791	0,790	0,790	0,790	0,790	0,790	0,790	0,790	0,789
5,0	0,784	0,788	0,788	0,787	0,787	0,786	0,786	0,786	0,785	0,785	0,785	0,784	0,784	0,783
5,5	0,785	0,783	0,783	0,783	0,783	0,783	0,783	0,784	0,784	0,784	0,784	0,784	0,785	0,785
6,0	0,787	0,784	0,784	0,784	0,785	0,785	0,785	0,786	0,786	0,786	0,787	0,787	0,788	0,788
6,5	0,790	0,786	0,787	0,787	0,787	0,788	0,788	0,788	0,789	0,789	0,789	0,789	0,790	0,790
7,0	0,793	0,788	0,789	0,789	0,790	0,790	0,791	0,791	0,792	0,792	0,792	0,793	0,793	0,794
7,5	0,798	0,795	0,795	0,795	0,796	0,796	0,796	0,797	0,797	0,797	0,797	0,798	0,798	0,799
8,0	0,798	0,794	0,795	0,795	0,796	0,796	0,797	0,797	0,797	0,797	0,798	0,798	0,798	0,799
8,5	0,788	0,785	0,785	0,785	0,785	0,786	0,786	0,786	0,787	0,787	0,787	0,787	0,788	0,788
9,0	0,774	0,773	0,773	0,773	0,773	0,774	0,774	0,774	0,774	0,774	0,774	0,774	0,773	0,772
9,5	0,739	0,755	0,754	0,754	0,754	0,753	0,752	0,750	0,749	0,747	0,744	0,741	0,735	0,731
10,0	0,682	0,720	0,719	0,717	0,715	0,714	0,710	0,706	0,702	0,699	0,693	0,687	0,675	0,668
10,5	0,610	0,671	0,668	0,665	0,663	0,660	0,654	0,647	0,641	0,635	0,627	0,618	0,601	0,591
11,0	0,534	0,615	0,611	0,607	0,602	0,598	0,590	0,582	0,574	0,566	0,555	0,545	0,524	0,513
11,5	0,457	0,552	0,546	0,541	0,535	0,529	0,520	0,510	0,500	0,491	0,480	0,469	0,447	0,436
12,0	0,392	0,490	0,483	0,477	0,470	0,463	0,452	0,442	0,432	0,422	0,412	0,402	0,383	0,374
12,5	0,340	0,435	0,427	0,419	0,411	0,402	0,393	0,383	0,374	0,364	0,356	0,348	0,332	0,325
13,0	0,297	0,385	0,377	0,368	0,360	0,351	0,343	0,335	0,327	0,318	0,311	0,304	0,291	0,284
13,5	0,262	0,340	0,332	0,325	0,317	0,310	0,302	0,295	0,288	0,281	0,275	0,268	0,257	0,251
14,0	0,233	0,302	0,295	0,288	0,281	0,274	0,268	0,262	0,256	0,249	0,244	0,238	0,228	0,223
14,5	0,208	0,269	0,263	0,257	0,251	0,245	0,239	0,234	0,228	0,223	0,218	0,213	0,204	0,200
15,0	0,187	0,241	0,236	0,230	0,225	0,219	0,214	0,210	0,205	0,200	0,196	0,192	0,184	0,180
15,5	0,169	0,218	0,213	0,208	0,203	0,198	0,194	0,189	0,185	0,180	0,177	0,173	0,166	0,163
16,0	0,154	0,197	0,193	0,188	0,184	0,179	0,175	0,171	0,168	0,164	0,160	0,157	0,151	0,148
16,5	0,140	0,179	0,175	0,171	0,167	0,163	0,160	0,156	0,153	0,149	0,146	0,143	0,137	0,135
17,0	0,128	0,164	0,160	0,156	0,153	0,149	0,146	0,143	0,139	0,136	0,134	0,131	0,126	0,123
17,5	0,118	0,149	0,145	0,142	0,139	0,136	0,133	0,130	0,127	0,125	0,122	0,120	0,115	0,113
18,0	0,106	0,132	0,129	0,127	0,124	0,121	0,119	0,117	0,114	0,112	0,110	0,108	0,104	0,102
18,5	0,094	0,116	0,114	0,112	0,110	0,107	0,105	0,103	0,101	0,099	0,098	0,096	0,093	0,091
19,0	0,083	0,101	0,100	0,098	0,096	0,094	0,093	0,091	0,089	0,088	0,086	0,085	0,082	0,081
19,5	0,074	0,089	0,088	0,086	0,085	0,083	0,082	0,081	0,079	0,078	0,076	0,075	0,073	0,072
20,0	0,066	0,079	0,078	0,076	0,075	0,074	0,073	0,071	0,070	0,069	0,068	0,067	0,065	0,064

### 7.3 Kurven zur Geräuschentwicklung, geräuschoptimierter Modus SO0

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe	
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz auf Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0±2° Luftdichte: 1,225 kg/m <sup>3</sup>
Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] Geräuschoptimierte ModeSO0 (Blätter mit Sägezahn-Hinterkante)
3	91,3
4	91,8
5	94,1
6	96,9
7	100,0
8	102,6
9	103,7
10	103,9
11	104,0
12	104,0
13	104,0
14	104,0
15	104,0
16	104,0
17	104,0
18	104,0
19	104,0
20	104,0

**7.4 Leistungskurven, schalloptimierter Modus SO2**

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte [kg/m <sup>3</sup> ]													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3,0	42	13	16	18	20	23	25	28	31	33	36	39	45	48
3,5	138	87	92	97	101	106	111	115	120	124	129	134	143	147
4,0	252	177	184	191	197	204	211	218	225	232	239	246	259	266
4,5	393	286	295	305	315	325	334	344	354	364	373	383	403	412
5,0	567	421	434	448	461	474	487	501	514	527	540	553	580	593
5,5	780	586	603	621	639	656	674	692	709	727	745	763	798	816
6,0	1039	784	807	831	854	877	900	923	946	970	993	1016	1062	1085
6,5	1345	1021	1051	1080	1110	1139	1169	1198	1228	1257	1287	1316	1375	1404
7,0	1705	1300	1337	1374	1411	1448	1484	1521	1558	1595	1631	1668	1741	1778
7,5	2112	1618	1663	1708	1753	1798	1843	1888	1933	1978	2022	2067	2157	2202
8,0	2570	1974	2029	2083	2137	2192	2246	2300	2354	2408	2462	2516	2624	2678
8,5	3042	2342	2405	2469	2533	2597	2661	2724	2788	2852	2915	2979	3105	3168
9,0	3565	2750	2824	2898	2973	3047	3121	3196	3270	3344	3418	3491	3637	3710
9,5	4097	3176	3262	3347	3432	3517	3601	3685	3770	3854	3935	4016	4169	4241
10,0	4513	3566	3661	3756	3851	3946	4034	4123	4212	4300	4371	4442	4570	4626
10,5	4761	3910	4009	4109	4208	4307	4384	4461	4538	4615	4664	4712	4793	4824
11,0	4892	4210	4302	4393	4485	4576	4635	4694	4752	4811	4838	4865	4904	4917
11,5	4924	4434	4512	4590	4668	4746	4782	4818	4854	4890	4901	4913	4931	4937
12,0	4940	4602	4662	4722	4781	4841	4860	4880	4899	4919	4926	4933	4943	4947
12,5	4947	4711	4754	4798	4842	4886	4897	4909	4921	4933	4938	4942	4948	4950
13,0	4949	4773	4806	4839	4872	4905	4914	4922	4931	4940	4943	4946	4950	4951
13,5	4950	4799	4828	4857	4886	4915	4923	4930	4938	4946	4947	4949	4950	4951
14,0	4950	4826	4850	4874	4899	4923	4929	4935	4941	4947	4948	4949	4951	4951
14,5	4950	4847	4867	4888	4908	4928	4933	4938	4943	4948	4949	4950	4951	4951
15,0	4950	4863	4880	4896	4913	4930	4934	4939	4943	4948	4949	4949	4950	4951
15,5	4950	4877	4891	4906	4920	4934	4938	4941	4945	4948	4949	4950	4951	4951
16,0	4950	4884	4897	4910	4924	4937	4940	4943	4946	4949	4949	4950	4951	4951
16,5	4951	4885	4898	4912	4925	4938	4941	4943	4946	4949	4950	4950	4951	4951
17,0	4950	4884	4897	4910	4924	4937	4940	4943	4946	4949	4949	4950	4951	4951
17,5	4951	4864	4881	4898	4914	4931	4935	4940	4944	4948	4949	4950	4951	4951
18,0	4950	4863	4880	4896	4913	4930	4935	4939	4943	4948	4948	4949	4951	4951
18,5	4946	4842	4860	4879	4898	4916	4922	4928	4934	4940	4942	4944	4947	4948
19,0	4885	4722	4746	4770	4794	4818	4830	4842	4854	4866	4872	4878	4889	4894
19,5	4740	4531	4560	4588	4617	4645	4661	4677	4693	4709	4719	4730	4748	4755
20,0	4532	4306	4336	4365	4395	4425	4443	4461	4479	4498	4509	4520	4542	4551

### 7.5 Ct-Werte, schalloptimierter Modus SO2

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte kg/m <sup>3</sup>													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3,0	0,885	0,877	0,878	0,880	0,881	0,883	0,883	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884
3,5	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844
4,0	0,806	0,805	0,805	0,805	0,805	0,805	0,805	0,805	0,806	0,806	0,806	0,806	0,805	0,805
4,5	0,795	0,795	0,795	0,795	0,796	0,796	0,796	0,796	0,796	0,796	0,795	0,795	0,795	0,795
5,0	0,789	0,793	0,793	0,792	0,792	0,792	0,791	0,791	0,791	0,790	0,790	0,790	0,789	0,789
5,5	0,790	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788	0,789	0,789	0,789	0,789	0,789	0,790	0,790	0,790
6,0	0,792	0,789	0,789	0,790	0,790	0,790	0,791	0,791	0,791	0,792	0,792	0,792	0,793	0,793
6,5	0,796	0,792	0,793	0,793	0,793	0,794	0,794	0,794	0,795	0,795	0,795	0,795	0,796	0,796
7,0	0,798	0,795	0,795	0,795	0,796	0,796	0,796	0,797	0,797	0,797	0,798	0,798	0,798	0,799
7,5	0,797	0,792	0,793	0,793	0,793	0,794	0,794	0,795	0,795	0,795	0,796	0,796	0,797	0,797
8,0	0,778	0,775	0,776	0,776	0,776	0,776	0,776	0,777	0,777	0,777	0,777	0,777	0,778	0,779
8,5	0,733	0,731	0,731	0,731	0,731	0,731	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,733	0,733	0,733
9,0	0,709	0,707	0,707	0,707	0,707	0,708	0,708	0,708	0,709	0,709	0,709	0,709	0,709	0,709
9,5	0,690	0,695	0,696	0,696	0,696	0,696	0,696	0,696	0,696	0,695	0,694	0,692	0,686	0,682
10,0	0,630	0,657	0,657	0,657	0,657	0,658	0,655	0,653	0,650	0,648	0,642	0,636	0,622	0,613
10,5	0,545	0,599	0,598	0,597	0,596	0,595	0,590	0,585	0,579	0,574	0,564	0,555	0,534	0,523
11,0	0,462	0,539	0,536	0,532	0,529	0,525	0,517	0,510	0,502	0,494	0,484	0,473	0,451	0,441
11,5	0,392	0,477	0,472	0,467	0,462	0,457	0,448	0,439	0,430	0,421	0,411	0,401	0,383	0,374
12,0	0,337	0,423	0,416	0,410	0,403	0,397	0,388	0,379	0,370	0,362	0,353	0,345	0,330	0,322
12,5	0,294	0,374	0,367	0,360	0,353	0,346	0,338	0,330	0,322	0,314	0,307	0,300	0,287	0,281
13,0	0,258	0,330	0,323	0,316	0,310	0,303	0,296	0,289	0,283	0,276	0,270	0,264	0,252	0,247
13,5	0,228	0,292	0,286	0,280	0,274	0,268	0,262	0,256	0,250	0,244	0,239	0,234	0,224	0,219
14,0	0,203	0,260	0,254	0,249	0,244	0,238	0,233	0,228	0,222	0,217	0,213	0,208	0,199	0,195
14,5	0,182	0,233	0,228	0,223	0,218	0,213	0,208	0,204	0,199	0,194	0,190	0,186	0,179	0,175
15,0	0,164	0,210	0,205	0,201	0,196	0,191	0,187	0,183	0,179	0,175	0,171	0,168	0,161	0,158
15,5	0,149	0,190	0,185	0,181	0,177	0,173	0,169	0,166	0,162	0,158	0,155	0,152	0,146	0,143
16,0	0,135	0,172	0,168	0,164	0,161	0,157	0,154	0,150	0,147	0,144	0,141	0,138	0,133	0,130
16,5	0,123	0,156	0,153	0,150	0,146	0,143	0,140	0,137	0,134	0,131	0,128	0,126	0,121	0,119
17,0	0,113	0,143	0,140	0,137	0,134	0,131	0,128	0,125	0,123	0,120	0,118	0,115	0,111	0,109
17,5	0,104	0,131	0,128	0,126	0,123	0,120	0,118	0,116	0,113	0,111	0,109	0,106	0,102	0,100
18,0	0,096	0,120	0,118	0,116	0,113	0,111	0,109	0,106	0,104	0,102	0,100	0,098	0,094	0,093
18,5	0,089	0,111	0,108	0,106	0,104	0,102	0,100	0,098	0,096	0,094	0,092	0,091	0,087	0,086
19,0	0,081	0,099	0,098	0,096	0,094	0,092	0,091	0,089	0,087	0,085	0,084	0,082	0,080	0,078
19,5	0,073	0,089	0,087	0,086	0,084	0,083	0,081	0,080	0,078	0,077	0,076	0,074	0,072	0,071
20,0	0,065	0,078	0,077	0,076	0,075	0,073	0,072	0,071	0,070	0,069	0,068	0,066	0,064	0,063

## 7.6 Schallkurven, schalloptimierter Modus SO2

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe	
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz auf Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0±2° Luftdichte: 1,225 kg/m <sup>3</sup>
Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] Schalloptimierter Modus SO2 (Blätter mit Sägezahn-Hinterkante)
3	91,3
4	91,5
5	93,9
6	96,9
7	99,7
8	102,0
9	102,0
10	102,0
11	102,0
12	102,0
13	102,0
14	102,0
15	102,0
16	102,0
17	102,0
18	102,0
19	102,0
20	102,0

## 7.7 Leistungskurven, schalloptimierter Modus SO3

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte [kg/m <sup>3</sup> ]													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3,0	42	13	16	18	20	23	25	28	31	33	36	39	45	48
3,5	138	87	92	97	101	106	111	115	120	124	129	134	143	147
4,0	252	177	184	191	197	204	211	218	225	232	239	246	259	266
4,5	393	286	295	305	315	325	334	344	354	364	373	383	403	412
5,0	567	421	434	448	461	474	487	501	514	527	540	553	580	593
5,5	780	586	603	621	639	656	674	692	709	727	745	763	798	816
6,0	1039	784	807	831	854	877	900	923	946	970	993	1016	1062	1085
6,5	1346	1021	1051	1080	1110	1140	1169	1199	1228	1258	1287	1316	1375	1404
7,0	1705	1300	1337	1374	1411	1448	1485	1522	1558	1595	1632	1668	1741	1778
7,5	2108	1614	1659	1704	1749	1794	1839	1884	1929	1974	2018	2063	2152	2196
8,0	2542	1953	2007	2060	2114	2168	2221	2275	2328	2382	2435	2489	2595	2648
8,5	2979	2292	2355	2418	2480	2543	2605	2667	2730	2792	2854	2917	3041	3103
9,0	3450	2660	2732	2804	2876	2948	3020	3092	3164	3236	3307	3378	3520	3590
9,5	3901	3019	3100	3181	3262	3344	3424	3505	3585	3666	3744	3822	3975	4048
10,0	4248	3327	3416	3505	3594	3683	3769	3855	3941	4026	4100	4174	4310	4372
10,5	4470	3587	3682	3776	3870	3965	4047	4129	4211	4293	4352	4411	4512	4554
11,0	4604	3816	3910	4003	4096	4190	4261	4332	4403	4474	4518	4561	4629	4653
11,5	4661	4003	4090	4177	4264	4351	4409	4466	4524	4581	4608	4635	4674	4686
12,0	4684	4131	4212	4292	4373	4454	4499	4543	4588	4633	4650	4667	4692	4700
12,5	4695	4218	4292	4366	4440	4514	4550	4586	4621	4657	4670	4682	4701	4707
13,0	4700	4289	4355	4422	4488	4555	4584	4613	4642	4671	4681	4690	4705	4710
13,5	4707	4338	4397	4456	4515	4574	4601	4627	4653	4679	4688	4698	4711	4715
14,0	4710	4388	4441	4494	4547	4600	4622	4644	4665	4687	4695	4702	4713	4716
14,5	4712	4430	4477	4525	4572	4620	4638	4657	4675	4694	4700	4706	4715	4718
15,0	4713	4457	4500	4544	4587	4630	4646	4662	4678	4695	4701	4707	4715	4717
15,5	4714	4469	4510	4551	4592	4633	4649	4665	4681	4696	4702	4708	4716	4718
16,0	4713	4473	4513	4552	4592	4632	4648	4664	4679	4695	4701	4707	4715	4717
16,5	4712	4474	4514	4553	4592	4631	4646	4662	4678	4693	4700	4706	4714	4717
17,0	4711	4476	4514	4553	4591	4629	4645	4660	4676	4692	4698	4705	4714	4716
17,5	4708	4454	4493	4532	4571	4610	4629	4647	4666	4685	4692	4700	4711	4715
18,0	4708	4464	4501	4539	4576	4614	4632	4650	4668	4686	4693	4701	4711	4714
18,5	4708	4478	4514	4550	4585	4621	4638	4655	4672	4688	4695	4702	4712	4715
19,0	4699	4477	4511	4544	4578	4612	4628	4644	4660	4676	4683	4691	4703	4706
19,5	4641	4421	4453	4485	4516	4548	4564	4581	4597	4614	4623	4632	4647	4653
20,0	4503	4282	4312	4343	4373	4403	4420	4437	4455	4472	4482	4493	4512	4520

**7.8 Ct-Werte, schalloptimierter Modus SO3**

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte kg/m <sup>3</sup>													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3,0	0,885	0,877	0,878	0,880	0,881	0,883	0,883	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884
3,5	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844
4,0	0,806	0,805	0,805	0,805	0,805	0,805	0,805	0,805	0,806	0,806	0,806	0,806	0,805	0,805
4,5	0,795	0,795	0,795	0,795	0,796	0,796	0,796	0,796	0,796	0,796	0,795	0,795	0,795	0,795
5,0	0,789	0,793	0,793	0,792	0,792	0,792	0,791	0,791	0,791	0,790	0,790	0,790	0,789	0,789
5,5	0,790	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788	0,789	0,789	0,789	0,789	0,789	0,790	0,790	0,790
6,0	0,792	0,789	0,789	0,790	0,790	0,790	0,791	0,791	0,791	0,792	0,792	0,792	0,793	0,793
6,5	0,797	0,793	0,794	0,794	0,794	0,795	0,795	0,795	0,796	0,796	0,796	0,796	0,797	0,797
7,0	0,798	0,795	0,795	0,795	0,795	0,796	0,796	0,796	0,797	0,797	0,797	0,797	0,798	0,798
7,5	0,782	0,779	0,779	0,780	0,780	0,780	0,780	0,781	0,781	0,781	0,781	0,782	0,782	0,782
8,0	0,748	0,746	0,746	0,747	0,747	0,747	0,747	0,748	0,748	0,748	0,748	0,748	0,749	0,749
8,5	0,698	0,696	0,696	0,696	0,697	0,697	0,697	0,697	0,697	0,697	0,698	0,698	0,698	0,698
9,0	0,669	0,666	0,667	0,667	0,667	0,667	0,668	0,668	0,668	0,668	0,668	0,669	0,669	0,668
9,5	0,636	0,637	0,637	0,637	0,637	0,638	0,638	0,638	0,638	0,638	0,638	0,637	0,634	0,631
10,0	0,572	0,583	0,583	0,584	0,584	0,584	0,583	0,583	0,582	0,582	0,579	0,575	0,567	0,563
10,5	0,498	0,523	0,523	0,523	0,522	0,522	0,520	0,518	0,516	0,514	0,509	0,503	0,490	0,483
11,0	0,428	0,468	0,467	0,466	0,464	0,463	0,459	0,455	0,451	0,448	0,441	0,434	0,420	0,411
11,5	0,367	0,418	0,416	0,413	0,411	0,409	0,404	0,399	0,394	0,389	0,382	0,374	0,360	0,352
12,0	0,318	0,371	0,368	0,365	0,362	0,359	0,354	0,349	0,343	0,338	0,331	0,325	0,311	0,305
12,5	0,277	0,328	0,325	0,322	0,319	0,316	0,311	0,306	0,300	0,295	0,289	0,283	0,272	0,266
13,0	0,244	0,292	0,289	0,286	0,283	0,279	0,274	0,270	0,265	0,260	0,255	0,249	0,239	0,234
13,5	0,217	0,261	0,258	0,254	0,251	0,248	0,244	0,239	0,235	0,230	0,226	0,221	0,212	0,208
14,0	0,193	0,235	0,231	0,228	0,225	0,222	0,218	0,214	0,210	0,206	0,201	0,197	0,190	0,186
14,5	0,173	0,212	0,209	0,206	0,202	0,199	0,196	0,192	0,188	0,184	0,181	0,177	0,170	0,167
15,0	0,156	0,191	0,189	0,186	0,183	0,180	0,176	0,173	0,169	0,166	0,163	0,160	0,153	0,150
15,5	0,142	0,173	0,171	0,168	0,165	0,162	0,159	0,156	0,153	0,150	0,147	0,144	0,139	0,136
16,0	0,129	0,157	0,155	0,152	0,150	0,147	0,145	0,142	0,139	0,136	0,134	0,131	0,126	0,124
16,5	0,117	0,143	0,141	0,139	0,136	0,134	0,132	0,129	0,127	0,124	0,122	0,120	0,115	0,113
17,0	0,108	0,131	0,129	0,127	0,125	0,123	0,120	0,118	0,116	0,114	0,112	0,110	0,106	0,104
17,5	0,099	0,120	0,118	0,116	0,114	0,113	0,111	0,109	0,107	0,105	0,103	0,101	0,097	0,096
18,0	0,091	0,111	0,109	0,107	0,105	0,104	0,102	0,100	0,098	0,097	0,095	0,093	0,090	0,088
18,5	0,085	0,102	0,101	0,099	0,097	0,096	0,094	0,093	0,091	0,089	0,088	0,086	0,083	0,082
19,0	0,078	0,094	0,093	0,091	0,090	0,088	0,087	0,085	0,084	0,082	0,081	0,079	0,077	0,075
19,5	0,072	0,086	0,085	0,084	0,082	0,081	0,079	0,078	0,077	0,075	0,074	0,073	0,070	0,069
20,0	0,065	0,078	0,077	0,076	0,074	0,073	0,072	0,071	0,069	0,068	0,067	0,066	0,064	0,063

## 7.9 Schallkurven, schalloptimierter Modus SO3

Schallleistungspegel auf Nabenhöhe	
Bedingungen für Schallleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz auf Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0±2° Luftdichte: 1,225 kg/m <sup>3</sup>
Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe [m/s]	Schallleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] Schalloptimierter Modus SO3 (Blätter mit Sägezahn-Hinterkante)
3	91,3
4	91,5
5	93,9
6	96,9
7	99,7
8	101,0
9	101,0
10	101,0
11	101,0
12	101,0
13	101,0
14	101,0
15	101,0
16	101,0
17	101,0
18	101,0
19	101,0
20	101,0

## 7.10 Leistungskurven, schalloptimierter Modus SO4

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte [kg/m <sup>3</sup> ]													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3,0	42	13	16	18	20	23	25	28	31	33	36	39	45	48
3,5	138	87	92	97	101	106	111	115	120	124	129	134	143	147
4,0	252	177	184	191	197	204	211	218	225	232	239	246	259	266
4,5	393	286	295	305	315	325	334	344	354	364	373	383	403	412
5,0	567	421	434	448	461	474	487	501	514	527	540	553	580	593
5,5	780	586	603	621	639	656	674	692	709	727	745	763	798	816
6,0	1039	785	808	831	854	877	900	923	947	970	993	1016	1062	1086
6,5	1346	1021	1051	1080	1110	1140	1169	1199	1228	1258	1287	1317	1375	1404
7,0	1702	1299	1336	1373	1409	1446	1483	1520	1556	1593	1630	1666	1739	1776
7,5	2092	1603	1647	1692	1736	1781	1825	1870	1914	1959	2003	2048	2136	2180
8,0	2498	1919	1972	2025	2077	2130	2183	2236	2288	2341	2394	2446	2551	2604
8,5	2898	2229	2290	2351	2412	2473	2534	2594	2655	2716	2777	2837	2958	3018
9,0	3303	2547	2616	2685	2754	2823	2892	2960	3029	3098	3166	3235	3372	3440
9,5	3664	2830	2907	2983	3059	3136	3212	3288	3364	3440	3515	3589	3736	3808
10,0	3945	3066	3148	3230	3313	3395	3476	3558	3639	3720	3795	3870	4010	4075
10,5	4147	3266	3354	3441	3528	3616	3698	3780	3863	3945	4012	4080	4197	4247
11,0	4271	3434	3525	3616	3707	3798	3873	3948	4024	4099	4157	4214	4310	4349
11,5	4338	3555	3646	3736	3826	3917	3987	4057	4128	4198	4245	4292	4367	4396
12,0	4375	3650	3737	3824	3911	3998	4063	4127	4192	4256	4296	4336	4396	4417
12,5	4396	3731	3814	3898	3982	4065	4124	4182	4240	4299	4331	4364	4413	4430
13,0	4412	3804	3883	3962	4042	4121	4174	4227	4280	4333	4359	4386	4425	4438
13,5	4420	3869	3942	4016	4089	4162	4209	4256	4302	4349	4373	4396	4432	4445
14,0	4429	3922	3992	4061	4131	4200	4242	4284	4327	4369	4389	4409	4440	4451
14,5	4434	3955	4022	4088	4155	4221	4260	4300	4339	4378	4396	4415	4444	4454
15,0	4430	3963	4028	4094	4159	4225	4262	4300	4338	4376	4394	4412	4440	4450
15,5	4429	3970	4034	4099	4163	4227	4264	4301	4338	4375	4393	4411	4439	4448
16,0	4427	3977	4040	4103	4166	4229	4265	4301	4338	4374	4392	4409	4437	4447
16,5	4426	3988	4050	4111	4172	4234	4269	4304	4339	4374	4392	4409	4436	4446
17,0	4426	4004	4064	4124	4184	4243	4276	4310	4343	4376	4393	4410	4436	4446
17,5	4419	4010	4065	4120	4175	4230	4263	4296	4329	4362	4381	4400	4430	4442
18,0	4424	4038	4091	4143	4195	4247	4278	4309	4340	4370	4388	4406	4434	4445
18,5	4429	4071	4120	4169	4218	4267	4295	4324	4352	4381	4397	4413	4439	4448
19,0	4427	4093	4140	4188	4235	4282	4308	4334	4359	4385	4399	4413	4436	4445
19,5	4430	4129	4171	4214	4256	4299	4322	4345	4368	4391	4404	4417	4437	4445
20,0	4384	4123	4159	4196	4232	4268	4288	4309	4329	4349	4360	4372	4392	4400

## 7.11 Ct-Werte, schalloptimierter Modus SO4

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte kg/m <sup>3</sup>													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3,0	0,885	0,877	0,878	0,880	0,881	0,883	0,883	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884
3,5	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844
4,0	0,806	0,805	0,805	0,805	0,805	0,805	0,805	0,805	0,806	0,806	0,806	0,806	0,805	0,805
4,5	0,795	0,795	0,795	0,795	0,796	0,796	0,796	0,796	0,796	0,796	0,795	0,795	0,795	0,795
5,0	0,789	0,793	0,793	0,792	0,792	0,792	0,791	0,791	0,791	0,790	0,790	0,790	0,789	0,789
5,5	0,790	0,789	0,788	0,788	0,788	0,788	0,789	0,789	0,789	0,789	0,790	0,790	0,790	0,790
6,0	0,794	0,790	0,791	0,791	0,791	0,792	0,792	0,792	0,792	0,793	0,793	0,793	0,794	0,794
6,5	0,796	0,792	0,793	0,793	0,793	0,794	0,794	0,794	0,795	0,795	0,795	0,795	0,796	0,796
7,0	0,791	0,788	0,788	0,789	0,789	0,789	0,789	0,790	0,790	0,790	0,790	0,791	0,791	0,791
7,5	0,761	0,759	0,759	0,759	0,759	0,760	0,760	0,760	0,760	0,760	0,761	0,761	0,761	0,761
8,0	0,717	0,715	0,715	0,716	0,716	0,716	0,716	0,716	0,717	0,717	0,717	0,717	0,718	0,718
8,5	0,665	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663	0,664	0,664	0,664	0,664	0,664	0,665	0,665	0,665
9,0	0,626	0,624	0,624	0,624	0,624	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625	0,626	0,626	0,626
9,5	0,576	0,575	0,575	0,575	0,575	0,575	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,576	0,575	0,574
10,0	0,512	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,515	0,513	0,510	0,507
10,5	0,449	0,459	0,459	0,459	0,460	0,460	0,459	0,458	0,457	0,457	0,454	0,452	0,444	0,440
11,0	0,390	0,409	0,409	0,409	0,409	0,409	0,407	0,405	0,403	0,401	0,397	0,394	0,385	0,380
11,5	0,338	0,362	0,362	0,361	0,361	0,360	0,358	0,356	0,353	0,351	0,347	0,343	0,333	0,328
12,0	0,295	0,321	0,320	0,319	0,318	0,317	0,315	0,312	0,310	0,307	0,303	0,299	0,290	0,285
12,5	0,259	0,286	0,285	0,284	0,283	0,281	0,279	0,276	0,273	0,271	0,267	0,263	0,254	0,250
13,0	0,229	0,256	0,255	0,254	0,252	0,251	0,248	0,245	0,243	0,240	0,236	0,232	0,225	0,220
13,5	0,203	0,231	0,229	0,228	0,226	0,224	0,222	0,219	0,216	0,214	0,210	0,207	0,200	0,196
14,0	0,182	0,209	0,207	0,205	0,204	0,202	0,199	0,197	0,194	0,191	0,188	0,185	0,179	0,175
14,5	0,163	0,188	0,187	0,185	0,183	0,182	0,179	0,177	0,174	0,172	0,169	0,166	0,160	0,158
15,0	0,147	0,170	0,168	0,167	0,165	0,164	0,161	0,159	0,157	0,155	0,152	0,150	0,145	0,142
15,5	0,133	0,154	0,152	0,151	0,150	0,148	0,146	0,144	0,142	0,140	0,138	0,135	0,131	0,129
16,0	0,121	0,140	0,138	0,137	0,136	0,134	0,133	0,131	0,129	0,127	0,125	0,123	0,119	0,117
16,5	0,110	0,128	0,126	0,125	0,124	0,123	0,121	0,119	0,118	0,116	0,114	0,112	0,109	0,107
17,0	0,101	0,117	0,116	0,115	0,114	0,113	0,111	0,109	0,108	0,106	0,105	0,103	0,099	0,098
17,5	0,093	0,108	0,107	0,106	0,105	0,103	0,102	0,101	0,099	0,098	0,096	0,095	0,092	0,090
18,0	0,086	0,100	0,099	0,098	0,097	0,096	0,094	0,093	0,092	0,090	0,089	0,087	0,085	0,083
18,5	0,080	0,093	0,092	0,091	0,090	0,089	0,087	0,086	0,085	0,084	0,082	0,081	0,078	0,077
19,0	0,074	0,086	0,085	0,084	0,083	0,082	0,081	0,080	0,078	0,077	0,076	0,075	0,072	0,071
19,5	0,068	0,081	0,080	0,079	0,078	0,077	0,075	0,074	0,073	0,072	0,071	0,070	0,067	0,066
20,0	0,063	0,075	0,074	0,073	0,072	0,071	0,070	0,069	0,067	0,066	0,065	0,064	0,062	0,061

## 7.12 Schallkurven, schalloptimierter Modus SO4

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe	
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz auf Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0±2° Luftdichte: 1,225 kg/m <sup>3</sup>
Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] Schalloptimierter Modus SO4 (Blätter mit Sägezahn-Hinterkante)
3	91,3
4	91,5
5	93,9
6	96,9
7	99,5
8	100,0
9	100,0
10	100,0
11	100,0
12	100,0
13	100,0
14	100,0
15	100,0
16	100,0
17	100,0
18	100,0
19	100,0
20	100,0

### 7.13 Leistungskurven, schalloptimierter Modus SO5

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte [kg/m <sup>3</sup> ]													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3,0	42	13	16	18	20	23	25	28	31	33	36	39	45	48
3,5	138	87	92	97	101	106	111	115	120	124	129	134	143	147
4,0	252	177	184	191	197	204	211	218	225	232	239	246	259	266
4,5	393	286	295	305	315	325	334	344	354	364	373	383	403	412
5,0	567	421	434	448	461	474	487	501	514	527	540	553	580	593
5,5	781	586	604	621	639	656	674	692	710	727	745	763	798	816
6,0	1040	785	808	831	854	878	901	924	947	970	993	1017	1063	1086
6,5	1343	1019	1049	1078	1108	1137	1167	1196	1225	1255	1284	1313	1372	1401
7,0	1689	1289	1325	1362	1398	1435	1471	1508	1544	1580	1617	1653	1726	1762
7,5	2056	1575	1619	1662	1706	1750	1794	1838	1881	1925	1969	2012	2100	2143
8,0	2428	1865	1916	1968	2019	2070	2121	2173	2224	2275	2326	2377	2480	2531
8,5	2780	2139	2197	2256	2314	2373	2431	2489	2548	2606	2664	2722	2838	2896
9,0	3101	2390	2454	2519	2584	2649	2714	2778	2843	2908	2972	3037	3166	3230
9,5	3365	2594	2665	2735	2805	2875	2945	3016	3086	3156	3225	3295	3434	3504
10,0	3588	2770	2845	2920	2995	3070	3144	3219	3293	3368	3441	3515	3659	3730
10,5	3758	2910	2988	3067	3145	3224	3301	3379	3456	3534	3609	3683	3828	3898
11,0	3873	3017	3098	3179	3260	3341	3421	3501	3581	3661	3732	3802	3936	3998
11,5	3952	3098	3181	3264	3347	3430	3510	3590	3669	3749	3817	3884	4009	4065
12,0	4012	3172	3256	3341	3426	3510	3588	3665	3743	3820	3884	3948	4064	4115
12,5	4066	3246	3332	3418	3504	3590	3665	3739	3814	3889	3948	4007	4113	4160
13,0	4112	3317	3403	3489	3575	3661	3733	3804	3876	3948	4002	4057	4155	4197
13,5	4131	3369	3454	3539	3623	3708	3775	3842	3910	3977	4028	4080	4169	4208
14,0	4140	3398	3481	3565	3648	3731	3796	3861	3926	3992	4041	4090	4176	4213
14,5	4140	3413	3495	3577	3659	3741	3805	3868	3931	3995	4043	4092	4176	4212
15,0	4143	3427	3507	3587	3667	3746	3810	3873	3936	4000	4047	4095	4177	4211
15,5	4145	3445	3524	3602	3680	3758	3821	3883	3945	4007	4053	4099	4178	4212
16,0	4153	3470	3547	3624	3700	3777	3838	3898	3959	4019	4064	4108	4184	4216
16,5	4166	3504	3579	3654	3729	3804	3863	3922	3980	4039	4081	4124	4196	4226
17,0	4184	3548	3621	3694	3768	3841	3897	3954	4010	4066	4106	4145	4211	4239
17,5	4173	3586	3655	3724	3793	3862	3913	3964	4015	4066	4102	4138	4200	4227
18,0	4195	3638	3705	3772	3838	3905	3953	4001	4049	4097	4130	4163	4219	4244
18,5	4219	3697	3761	3825	3889	3953	3997	4042	4086	4130	4160	4189	4240	4262
19,0	4236	3760	3818	3876	3934	3992	4034	4075	4117	4158	4184	4210	4254	4271
19,5	4260	3830	3884	3939	3993	4047	4084	4121	4157	4194	4216	4238	4276	4291
20,0	4260	3884	3933	3982	4031	4080	4111	4142	4173	4204	4223	4241	4273	4286

**7.14 Ct-Werte, schalloptimierter Modus SO5**

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte kg/m <sup>3</sup>													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3,0	0,885	0,877	0,878	0,880	0,881	0,883	0,883	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884
3,5	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844
4,0	0,806	0,805	0,805	0,805	0,805	0,805	0,805	0,805	0,806	0,806	0,806	0,806	0,805	0,805
4,5	0,795	0,794	0,795	0,795	0,796	0,796	0,796	0,796	0,796	0,796	0,795	0,795	0,795	0,795
5,0	0,789	0,793	0,793	0,792	0,792	0,792	0,791	0,791	0,791	0,790	0,790	0,790	0,789	0,789
5,5	0,791	0,789	0,789	0,789	0,789	0,789	0,790	0,790	0,790	0,790	0,791	0,791	0,791	0,792
6,0	0,795	0,792	0,792	0,792	0,793	0,793	0,793	0,794	0,794	0,794	0,794	0,795	0,795	0,795
6,5	0,785	0,782	0,783	0,783	0,783	0,784	0,784	0,784	0,784	0,785	0,785	0,785	0,785	0,786
7,0	0,764	0,762	0,762	0,762	0,762	0,762	0,763	0,763	0,763	0,763	0,764	0,764	0,764	0,764
7,5	0,726	0,724	0,724	0,724	0,724	0,725	0,725	0,725	0,725	0,725	0,726	0,726	0,726	0,726
8,0	0,681	0,679	0,679	0,679	0,679	0,680	0,680	0,680	0,680	0,680	0,681	0,681	0,681	0,681
8,5	0,627	0,626	0,626	0,626	0,626	0,626	0,626	0,627	0,627	0,627	0,627	0,627	0,628	0,628
9,0	0,572	0,570	0,571	0,571	0,571	0,571	0,571	0,571	0,571	0,572	0,572	0,572	0,572	0,572
9,5	0,509	0,508	0,508	0,508	0,509	0,509	0,509	0,509	0,509	0,509	0,509	0,509	0,510	0,510
10,0	0,451	0,451	0,451	0,451	0,451	0,451	0,451	0,451	0,451	0,451	0,451	0,451	0,451	0,450
10,5	0,397	0,398	0,398	0,398	0,398	0,398	0,398	0,398	0,398	0,398	0,398	0,397	0,396	0,395
11,0	0,348	0,351	0,351	0,351	0,351	0,351	0,351	0,351	0,351	0,351	0,350	0,349	0,346	0,344
11,5	0,305	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,308	0,307	0,306	0,300
12,0	0,268	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275	0,274	0,274	0,273	0,273	0,271	0,270	0,266	0,264
12,5	0,238	0,246	0,246	0,246	0,246	0,246	0,245	0,244	0,244	0,243	0,241	0,240	0,236	0,234
13,0	0,212	0,222	0,222	0,222	0,221	0,221	0,220	0,219	0,219	0,218	0,216	0,214	0,210	0,208
13,5	0,190	0,200	0,200	0,200	0,199	0,199	0,198	0,197	0,196	0,195	0,193	0,191	0,188	0,186
14,0	0,170	0,180	0,180	0,179	0,179	0,179	0,178	0,177	0,176	0,174	0,173	0,171	0,168	0,166
14,5	0,152	0,162	0,162	0,161	0,161	0,161	0,160	0,159	0,158	0,157	0,155	0,154	0,151	0,149
15,0	0,138	0,147	0,146	0,146	0,145	0,145	0,144	0,143	0,142	0,141	0,140	0,139	0,136	0,134
15,5	0,125	0,133	0,133	0,133	0,132	0,132	0,131	0,130	0,129	0,128	0,127	0,126	0,123	0,122
16,0	0,114	0,122	0,122	0,121	0,121	0,120	0,119	0,119	0,118	0,117	0,116	0,115	0,112	0,111
16,5	0,104	0,112	0,112	0,111	0,111	0,110	0,110	0,109	0,108	0,107	0,106	0,105	0,103	0,102
17,0	0,096	0,104	0,104	0,103	0,103	0,102	0,101	0,101	0,100	0,099	0,098	0,097	0,095	0,093
17,5	0,088	0,097	0,096	0,096	0,095	0,095	0,094	0,093	0,092	0,091	0,090	0,089	0,087	0,086
18,0	0,082	0,091	0,090	0,089	0,089	0,088	0,087	0,086	0,086	0,085	0,084	0,083	0,081	0,080
18,5	0,076	0,085	0,084	0,084	0,083	0,082	0,082	0,081	0,080	0,079	0,078	0,077	0,075	0,074
19,0	0,070	0,080	0,079	0,078	0,077	0,077	0,076	0,075	0,074	0,073	0,072	0,071	0,069	0,069
19,5	0,066	0,075	0,074	0,074	0,073	0,072	0,071	0,070	0,070	0,069	0,068	0,067	0,065	0,064
20,0	0,061	0,071	0,070	0,069	0,069	0,068	0,067	0,066	0,065	0,064	0,063	0,062	0,061	0,060

### 7.15 Schallkurven, schalloptimierter Modus SO5

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe	
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz auf Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0±2° Luftdichte: 1,225 kg/m <sup>3</sup>
Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] Schalloptimierter Modus SO5 (Blätter mit Sägezahn-Hinterkante)
3	91,3
4	91,5
5	93,9
6	96,9
7	98,7
8	99,0
9	99,0
10	99,0
11	99,0
12	99,0
13	99,0
14	99,0
15	99,0
16	99,0
17	99,0
18	99,0
19	99,0
20	99,0

**7.16 Leistungskurven, schalloptimierter Modus SO6**

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte [kg/m <sup>3</sup> ]													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3,0	42	13	16	18	20	23	25	28	31	33	36	39	45	48
3,5	138	87	92	97	101	106	111	115	120	124	129	134	143	147
4,0	252	177	184	191	197	204	211	218	225	232	239	246	259	266
4,5	393	286	295	305	315	325	334	344	354	364	373	383	403	412
5,0	567	421	434	448	461	474	487	501	514	527	540	553	580	593
5,5	781	586	604	621	639	657	674	692	710	727	745	763	798	816
6,0	1039	785	808	831	854	877	900	923	947	970	993	1016	1062	1086
6,5	1337	1016	1045	1074	1104	1133	1162	1191	1221	1250	1279	1308	1366	1396
7,0	1667	1272	1308	1344	1380	1416	1452	1488	1524	1560	1595	1631	1702	1738
7,5	2000	1532	1575	1617	1660	1702	1745	1788	1830	1872	1915	1957	2042	2084
8,0	2316	1779	1828	1877	1926	1975	2024	2073	2121	2170	2219	2268	2365	2414
8,5	2596	1997	2052	2106	2161	2215	2270	2324	2378	2433	2487	2541	2650	2704
9,0	2828	2177	2236	2296	2355	2414	2473	2532	2591	2650	2710	2769	2887	2946
9,5	3018	2325	2388	2451	2514	2577	2640	2703	2766	2829	2892	2955	3081	3144
10,0	3169	2442	2509	2575	2641	2707	2773	2839	2905	2971	3037	3103	3234	3299
10,5	3280	2530	2599	2667	2735	2804	2872	2940	3009	3077	3145	3213	3347	3414
11,0	3371	2601	2671	2741	2812	2882	2952	3022	3092	3162	3232	3301	3437	3502
11,5	3448	2666	2737	2809	2881	2953	3025	3096	3168	3240	3309	3379	3511	3573
12,0	3522	2733	2807	2880	2954	3027	3100	3173	3246	3319	3387	3454	3582	3642
12,5	3580	2790	2864	2939	3014	3089	3163	3236	3310	3383	3449	3515	3637	3694
13,0	3611	2824	2900	2976	3052	3128	3201	3273	3346	3419	3483	3547	3665	3720
13,5	3617	2843	2919	2995	3070	3146	3218	3289	3361	3433	3494	3555	3668	3719
14,0	3623	2858	2934	3010	3085	3161	3232	3303	3373	3444	3504	3563	3673	3723
14,5	3631	2876	2952	3028	3104	3180	3250	3319	3389	3458	3516	3574	3681	3730
15,0	3645	2900	2975	3051	3126	3202	3269	3337	3404	3472	3530	3588	3694	3743
15,5	3669	2934	3010	3085	3160	3235	3301	3368	3434	3500	3556	3612	3716	3764
16,0	3701	2980	3055	3130	3205	3280	3344	3409	3474	3538	3592	3647	3747	3793
16,5	3738	3033	3108	3182	3256	3330	3393	3456	3519	3582	3634	3686	3781	3824
17,0	3777	3094	3167	3239	3312	3385	3446	3507	3568	3630	3679	3728	3818	3858
17,5	3796	3160	3230	3299	3369	3438	3495	3551	3608	3664	3708	3752	3831	3866
18,0	3843	3239	3307	3374	3441	3509	3562	3616	3670	3723	3763	3803	3874	3906
18,5	3890	3324	3389	3455	3520	3585	3635	3684	3734	3784	3819	3855	3917	3944
19,0	3922	3408	3468	3527	3587	3646	3691	3736	3781	3826	3858	3890	3946	3970
19,5	3963	3494	3550	3606	3662	3718	3758	3798	3839	3879	3907	3935	3982	4002
20,0	3997	3580	3632	3684	3736	3788	3823	3858	3893	3928	3951	3974	4013	4029

**7.17 Ct-Werte, schalloptimierter Modus SO6**

Windgeschwindigkeit [m/s]	Luftdichte kg/m <sup>3</sup>													
	1,225	0,950	0,975	1,000	1,025	1,050	1,075	1,100	1,125	1,150	1,175	1,200	1,250	1,275
3,0	0,885	0,877	0,878	0,880	0,881	0,883	0,883	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884
3,5	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844	0,844
4,0	0,806	0,805	0,805	0,805	0,805	0,805	0,805	0,805	0,806	0,806	0,806	0,806	0,805	0,805
4,5	0,795	0,794	0,795	0,795	0,796	0,796	0,796	0,796	0,796	0,796	0,795	0,795	0,795	0,795
5,0	0,789	0,793	0,793	0,792	0,792	0,792	0,791	0,791	0,791	0,790	0,790	0,790	0,789	0,789
5,5	0,792	0,790	0,790	0,790	0,790	0,790	0,790	0,791	0,791	0,791	0,791	0,792	0,792	0,792
6,0	0,793	0,790	0,790	0,790	0,791	0,791	0,791	0,792	0,792	0,792	0,792	0,793	0,793	0,794
6,5	0,776	0,774	0,774	0,774	0,774	0,775	0,775	0,775	0,775	0,776	0,776	0,776	0,777	0,777
7,0	0,740	0,738	0,739	0,739	0,739	0,739	0,739	0,739	0,740	0,740	0,740	0,740	0,741	0,741
7,5	0,692	0,690	0,691	0,691	0,691	0,691	0,691	0,691	0,692	0,692	0,692	0,692	0,692	0,692
8,0	0,639	0,637	0,637	0,638	0,638	0,638	0,638	0,638	0,638	0,639	0,639	0,639	0,639	0,639
8,5	0,575	0,573	0,573	0,574	0,574	0,574	0,574	0,574	0,574	0,574	0,574	0,574	0,575	0,575
9,0	0,505	0,504	0,504	0,504	0,504	0,504	0,504	0,504	0,504	0,504	0,504	0,504	0,505	0,505
9,5	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,443	0,443
10,0	0,387	0,386	0,386	0,387	0,387	0,387	0,387	0,387	0,387	0,387	0,387	0,387	0,387	0,387
10,5	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338
11,0	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297	0,296
11,5	0,262	0,262	0,263	0,263	0,263	0,263	0,263	0,263	0,263	0,263	0,263	0,262	0,262	0,261
12,0	0,233	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,235	0,234	0,234	0,233	0,232
12,5	0,208	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,209	0,207	0,207
13,0	0,186	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,187	0,186	0,185	0,184
13,5	0,166	0,168	0,168	0,168	0,168	0,168	0,168	0,168	0,168	0,168	0,167	0,166	0,165	0,164
14,0	0,148	0,151	0,151	0,151	0,151	0,151	0,151	0,151	0,151	0,150	0,150	0,149	0,147	0,146
14,5	0,134	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137	0,136	0,136	0,136	0,136	0,135	0,134	0,133	0,132
15,0	0,121	0,124	0,124	0,124	0,124	0,124	0,124	0,123	0,123	0,123	0,122	0,122	0,120	0,119
15,5	0,110	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114	0,113	0,113	0,113	0,112	0,112	0,111	0,110	0,109
16,0	0,101	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,104	0,104	0,104	0,103	0,103	0,102	0,101	0,100
16,5	0,094	0,098	0,098	0,097	0,097	0,097	0,097	0,096	0,096	0,095	0,095	0,094	0,093	0,092
17,0	0,087	0,091	0,091	0,091	0,091	0,090	0,090	0,090	0,089	0,089	0,088	0,087	0,086	0,085
17,5	0,080	0,086	0,086	0,085	0,085	0,085	0,084	0,084	0,083	0,083	0,082	0,081	0,080	0,079
18,0	0,075	0,081	0,081	0,080	0,080	0,080	0,079	0,078	0,078	0,077	0,077	0,076	0,074	0,074
18,5	0,070	0,077	0,076	0,076	0,076	0,075	0,075	0,074	0,073	0,073	0,072	0,071	0,070	0,069
19,0	0,065	0,073	0,072	0,072	0,071	0,070	0,070	0,069	0,068	0,068	0,067	0,066	0,065	0,064
19,5	0,061	0,069	0,068	0,068	0,067	0,067	0,066	0,065	0,065	0,064	0,063	0,062	0,061	0,060
20,0	0,058	0,066	0,065	0,064	0,064	0,063	0,062	0,062	0,061	0,060	0,059	0,059	0,057	0,056

## 7.18 Schallkurven, schalloptimierter Modus SO6

Schalleistungspegel auf Nabenhöhe	
Bedingungen für Schalleistungspegel:	Messnorm IEC 61400-11 Ausg. 3 Maximale Turbulenz auf Nabenhöhe: 30 % Anströmwinkel (senkrecht): 0±2° Luftdichte: 1,225 kg/m <sup>3</sup>
Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel auf Nabenhöhe [dB(A)] Schalloptimierter Modus SO6 (Blätter mit Sägezahn-Hinterkante)
3	91,3
4	91,5
5	93,9
6	96,9
7	97,8
8	98,0
9	98,0
10	98,0
11	98,0
12	98,0
13	98,0
14	98,0
15	98,0
16	98,0
17	98,0
18	98,0
19	98,0
20	98,0

# **Technisches Datenblatt**

**Leistungsoptimierte Schallbetriebe**

**ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3 / 4260 kW mit  
TES (Trailing Edge Serrations)**

**Herausgeber** ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland  
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109  
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de  
Geschäftsführer: Dr. Jürgen Zeschky, Dr. Martin Prillmann, Dr. Michael Jaxy  
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411  
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

**Urheberrechtshinweis** Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

**Geschützte Marken** Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

**Änderungsvorbehalt** Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

#### Dokumentinformation

<b>Dokument-ID</b>	D02438336/1.0-de
<b>Vermerk</b>	Originaldokument

<b>Datum</b>	<b>Sprache</b>	<b>DCC</b>	<b>Werk / Abteilung</b>
2022-10-13	de	DA	WRD Wobben Research and Development GmbH / Technische Redaktion

### Mitgeltende Dokumente

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in Klammern. Die Titel von übergeordneten Normen und Richtlinien werden im Sprachoriginal oder in der englischen Übersetzung angegeben. Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

### Übergeordnete Normen und Richtlinien

Dokument-ID	Dokument
IEC 61400-11:2012	Wind turbines - Part 11: Acoustic noise measurement techniques
IEC 61400-12-1:2017	Wind energy generation systems – Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines

### Zugehörige Dokumente

Dokument-ID	Dokument
diverse	Garantie des Leistungsverhaltens für ENERCON Windenergieanlagen

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Verfügbare Betriebsmodi .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Allgemeines .....</b>	<b>7</b>
2.1	Leistungsverhalten .....	7
2.2	Informationen zu Schalleistungspegeln .....	7
2.3	Betriebsparameter .....	7
2.4	Standorteigenschaften .....	8
2.5	Turbulenzintensität .....	9
<b>3</b>	<b>Betriebsmodus NR I s .....</b>	<b>11</b>
3.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR I s .....	11
3.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR I s .....	14
<b>4</b>	<b>Betriebsmodus NR II s .....</b>	<b>16</b>
4.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR II s .....	16
4.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR II s .....	19
<b>5</b>	<b>Betriebsmodus NR III s .....</b>	<b>21</b>
5.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR III s .....	21
5.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR III s .....	24

## Abkürzungsverzeichnis

### Abkürzungen

NH                    Nabenhöhe

### Größen, Einheiten, Formeln

$L_{WA}$                 Schalleistungspegel  
 $v_H$                     Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe  
 $v_s$                     Standardisierte Windgeschwindigkeit  
 $\sigma_P$                 Serienproduktstreuung  
 $\sigma_R$                 Messunsicherheit

# 1 Verfügbare Betriebsmodi

In der nachfolgenden Tabelle ist ersichtlich, welche Betriebsmodi für welche Turmvarianten bzw. Nabhöhen verfügbar sind.

Tab. 1: Verfügbare Betriebsmodi

Betriebsmodus	Turmvariante und Nabhöhe (NH)		
	E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01
	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
NR I s	x	x	x
NR II s	x	- <sup>1</sup>	x
NR III s	x	-	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

-<sup>1</sup> = auf Anfrage nach standortspezifischer Prüfung verfügbar

## 2 Allgemeines

Zu den in diesem Dokument angegebenen technischen Eigenschaften der Windenergieanlage ist zwingend das Beiblatt zu diesem Dokument zu beachten. Eine Übersicht über die Beiblätter steht dem Vertrieb zur Verfügung (D0950052 „Übersicht Beiblätter zu den Schall- und Leistungsdatenblättern“).

### 2.1 Leistungsverhalten

Die in diesem Dokument angegebenen Leistungswerte, Leistungsbeiwerte ( $c_p$ -Werte) und Schubbeiwerte ( $c_t$ -Werte) sind prognostizierte Werte, deren Erreichen ENERCON nach dem aktuellen Entwicklungsstand dieses Windenergieanlagentyps für hinreichend wahrscheinlich hält. Das Leistungsverhalten der Windenergieanlage wird ausschließlich unter den im Dokument „Garantie des Leistungsverhaltens für ENERCON Windenergieanlagen“ beschriebenen Bedingungen gewährleistet.

### 2.2 Informationen zu Schalleistungspegeln

Die Zuordnung der Schalleistungspegel ( $L_{WA}$ ) zur standardisierten Windgeschwindigkeit ( $v_s$ ) in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0,05 m. Die Zuordnung der Schalleistungspegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe ( $v_H$ ) gilt für alle Nabenhöhen (NH). Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt.

Aufgrund der Messunsicherheiten ( $\sigma_R$ ) bei Schallvermessungen und der Serienproduktstreuungen ( $\sigma_P$ ) gelten die in diesem Dokument angegebenen Werte der Schalleistungspegel unter Berücksichtigung einer Unsicherheit von  $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$  und  $\sigma_P = 1,2 \text{ dB(A)}$ . Es gilt der 90-prozentige Vertrauensbereich:

$$L_{e,\max} = L_W + 1,28 \cdot \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2}$$

Ist während einer Vermessung die Differenz zwischen Gesamtgeräusch und Fremdgeräusch kleiner als 6 dB(A), so muss von einer höheren Unsicherheit ausgegangen werden. Richtlinie ist die IEC 61400-11:2012.

Die Schalleistungspegel sind für die in Tab. 2, S. 8 angegebenen Bedingungen berechnet. Es wird eine vorherrschende Turbulenzintensitätsverteilung von 6 % bis 12 % angenommen.

Eine projekt- und/oder standortspezifische Garantie über die Einhaltung des Schalleistungspegels wird durch dieses Datenblatt nicht übernommen.

### 2.3 Betriebsparameter

Einstellungen der Blindleistungserzeugung der Windenergieanlage sowie Steuerungen und Regelungen von Windparks haben einen Einfluss auf das Leistungsverhalten. Die in diesem Dokument angegebenen berechneten Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Kennlinien gelten unter der Voraussetzung eines uneingeschränkten Betriebs.

## 2.4 Standorteigenschaften

Die Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Kennlinien sowie Schalleistungspegel sind für die in Tab. 2, S. 8 angegebenen Bedingungen bei unbeschädigten Blattvorderkanten und sauberen Rotorblättern berechnet. Die Berechnungen beruhen auf der Erfahrung mit Windenergieanlagen an den unterschiedlichsten Standorten.

Tab. 2: Standortbedingungen

Parameter	Wert (10-Minuten-Mittel)
Standardluftdichte	1,225 kg/m <sup>3</sup>
relative Luftfeuchte	70 %
Temperatur	15 °C
Turbulenzintensität	gemäß Kap. 2.5, S. 9
Höhenexponent	0,0 bis 0,3
maximale Windrichtungsdifferenz zwischen unterem und oberem Tip	10°
maximale Schräganströmung	±2°
Terrain	gemäß IEC 61400-12-1:2017
Schnee/Eis	nein
Regen	nein

Im Übrigen gelten die Rahmenbedingungen gemäß IEC 61400-12-1:2017.

## 2.5 Turbulenzintensität

Den Gültigkeitsbereich der Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Kennlinien, hinsichtlich möglicher am Standort vorherrschender Turbulenzintensitäten, definiert die nachfolgende Tabelle. Weitere Einschränkungen sind Tab. 2, S. 8 zu entnehmen.

Tab. 3: Turbulenzintensität

Windgeschwindigkeit in m/s	Untere Grenze Turbulenzintensität in %	Obere Grenze Turbulenzintensität in %
0,00	20,00	40,00
0,50	20,00	40,00
1,00	20,00	40,00
1,50	20,00	40,00
2,00	20,00	40,00
2,50	20,00	40,00
3,00	18,32	34,02
3,50	16,45	30,55
4,00	15,05	27,95
4,50	13,96	25,93
5,00	13,09	24,31
5,50	12,38	22,99
6,00	11,78	21,88
6,50	11,28	20,95
7,00	10,85	20,15
7,50	10,48	19,46
8,00	10,15	18,85
8,50	9,86	18,31
9,00	9,61	17,84
9,50	9,38	17,41
10,00	9,17	17,03
10,50	8,98	16,68
11,00	8,81	16,37
11,50	8,66	16,08
12,00	8,52	15,82
12,50	8,39	15,57
13,00	8,27	15,35
13,50	8,15	15,14
14,00	8,05	14,95
14,50	7,95	14,77
15,00	7,86	14,60

Windgeschwindigkeit in m/s	Untere Grenze Turbulenzintensität in %	Obere Grenze Turbulenzintensität in %
15,50	7,78	14,45
16,00	7,70	14,30
16,50	7,63	14,16
17,00	7,56	14,03
17,50	7,49	13,91
18,00	7,43	13,79
18,50	7,37	13,69
19,00	7,31	13,58
19,50	7,26	13,48
20,00	7,21	13,39
20,50	7,16	13,30
21,00	7,12	13,22
21,50	7,07	13,14
22,00	7,03	13,06
22,50	6,99	12,99
23,00	6,95	12,92
23,50	6,92	12,85
24,00	6,88	12,78
24,50	6,85	12,72
25,00	6,82	12,66
25,50	6,79	12,60
26,00	6,76	12,55
26,50	6,73	12,50
27,00	6,70	12,45
27,50	6,68	12,40
28,00	6,65	12,35

### 3 Betriebsmodus NR I s

#### 3.1 Berechnete Leistungs-, $c_p$ - und $c_t$ -Werte Betriebsmodus NR I s

 Tab. 4: Berechnete Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Werte E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus NR I s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	$c_p$ -Wert	$c_t$ -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	2	0,03	0,77
2,50	19	0,13	1,05
3,00	69	0,28	1,04
3,50	146	0,37	0,97
4,00	250	0,43	0,94
4,50	383	0,46	0,92
5,00	540	0,47	0,90
5,50	729	0,48	0,89
6,00	952	0,48	0,89
6,50	1210	0,48	0,88
7,00	1501	0,48	0,86
7,50	1818	0,47	0,83
8,00	2152	0,46	0,79
8,50	2489	0,44	0,75
9,00	2815	0,42	0,69
9,50	3117	0,40	0,64
10,00	3383	0,37	0,58
10,50	3604	0,34	0,53
11,00	3777	0,31	0,48
11,50	3903	0,28	0,43
12,00	3990	0,25	0,38
12,50	4046	0,23	0,34
13,00	4080	0,20	0,30
13,50	4080	0,18	0,27
14,00	4080	0,16	0,24
14,50	4080	0,15	0,21

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	$c_p$ -Wert	$c_t$ -Wert
15,00	4080	0,13	0,19
15,50	4080	0,12	0,17
16,00	4080	0,11	0,16
16,50	4080	0,10	0,14
17,00	4080	0,09	0,13
17,50	4080	0,08	0,12
18,00	4080	0,08	0,11
18,50	4080	0,07	0,10
19,00	4080	0,07	0,10
19,50	4080	0,06	0,09
20,00	4080	0,06	0,08
20,50	4078	0,05	0,08
21,00	4032	0,05	0,07
21,50	3960	0,04	0,07
22,00	3855	0,04	0,06
22,50	3710	0,04	0,06
23,00	3526	0,03	0,05
23,50	3304	0,03	0,05
24,00	3049	0,02	0,04
24,50	2774	0,02	0,04
25,00	2249	0,02	0,03
25,50	1950	0,01	0,02
26,00	1666	0,01	0,02
26,50	1397	0,01	0,02
27,00	1149	0,01	0,01
27,50	928	0,01	0,01
28,00	787	0,00	0,01

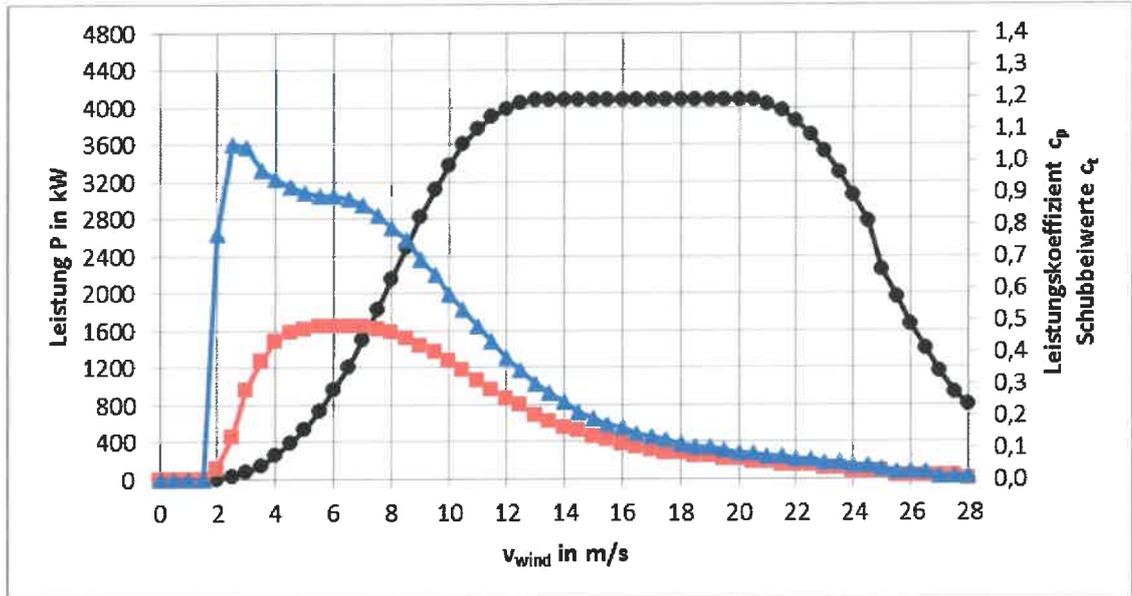


Abb. 1: Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Kennlinien E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus NR I s

◆◆◆ Leistung  $P$  in kW

▲▲▲  $c_t$ -Wert

■■■  $c_p$ -Wert

### 3.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR I s

Im Betriebsmodus NR I s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 105,0 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 7 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 5: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung ( $P_n$ )	4080	kW
Nennwindgeschwindigkeit	13,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	10,6	U/min

Tab. 6: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit  $v_s$  in 10 m Höhe

$v_s$ in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)		
	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
3 m/s	94,8	94,9	95,2
3,5 m/s	96,5	96,8	97,2
4 m/s	98,5	98,8	99,3
4,5 m/s	100,6	101,0	101,5
5 m/s	102,7	103,1	103,6
5,5 m/s	104,6	104,7	104,9
6 m/s	105,0	105,0	105,0
6,5 m/s	105,0	105,0	105,0
7 m/s	105,0	105,0	105,0
7,5 m/s	105,0	105,0	105,0
8 m/s	105,0	105,0	105,0
8,5 m/s	105,0	105,0	105,0
9 m/s	105,0	105,0	105,0
9,5 m/s	105,0	105,0	105,0
10 m/s	105,0	105,0	105,0
10,5 m/s	105,0	105,0	105,0
11 m/s	105,0	105,0	105,0
11,5 m/s	105,0	105,0	105,0
12 m/s	105,0	105,0	105,0

$v_s$ in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)		
	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
95 % $P_n$	105,0	105,0	105,0

**Tab. 7: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe  $v_H$**

$v_H$	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,3
5,5 m/s	97,6
6 m/s	99,0
6,5 m/s	100,5
7 m/s	101,9
7,5 m/s	103,3
8 m/s	104,6
8,5 m/s	105,0
9 m/s	105,0
9,5 m/s	105,0
10 m/s	105,0
10,5 m/s	105,0
11 m/s	105,0
11,5 m/s	105,0
12 m/s	105,0
12,5 m/s	105,0
13 m/s	105,0
13,5 m/s	105,0
14 m/s	105,0
14,5 m/s	105,0
15 m/s	105,0

## 4 Betriebsmodus NR II s

### 4.1 Berechnete Leistungs-, $c_p$ - und $c_t$ -Werte Betriebsmodus NR II s

Tab. 8: Berechnete Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Werte E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus NR II s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	$c_p$ -Wert	$c_t$ -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	2	0,03	0,77
2,50	19	0,13	1,05
3,00	69	0,28	1,04
3,50	146	0,37	0,97
4,00	250	0,43	0,94
4,50	383	0,46	0,92
5,00	540	0,47	0,90
5,50	729	0,48	0,89
6,00	951	0,48	0,88
6,50	1205	0,48	0,87
7,00	1485	0,47	0,84
7,50	1782	0,46	0,80
8,00	2084	0,44	0,75
8,50	2379	0,42	0,69
9,00	2658	0,40	0,64
9,50	2915	0,37	0,58
10,00	3146	0,34	0,52
10,50	3346	0,32	0,47
11,00	3512	0,29	0,43
11,50	3642	0,26	0,39
12,00	3737	0,24	0,35
12,50	3804	0,21	0,31
13,00	3849	0,19	0,28
13,50	3870	0,17	0,25
14,00	3870	0,15	0,22
14,50	3870	0,14	0,20

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c <sub>p</sub> -Wert	c <sub>t</sub> -Wert
15,00	3870	0,13	0,18
15,50	3870	0,11	0,16
16,00	3870	0,10	0,15
16,50	3870	0,09	0,14
17,00	3870	0,09	0,12
17,50	3870	0,08	0,11
18,00	3870	0,07	0,11
18,50	3870	0,07	0,10
19,00	3870	0,06	0,09
19,50	3870	0,06	0,08
20,00	3870	0,05	0,08
20,50	3870	0,05	0,07
21,00	3862	0,05	0,07
21,50	3813	0,04	0,06
22,00	3738	0,04	0,06
22,50	3628	0,04	0,05
23,00	3480	0,03	0,05
23,50	3294	0,03	0,05
24,00	3070	0,02	0,04
24,50	2825	0,02	0,04
25,00	2317	0,02	0,03
25,50	2015	0,01	0,02
26,00	1729	0,01	0,02
26,50	1456	0,01	0,02
27,00	1202	0,01	0,01
27,50	975	0,01	0,01
28,00	828	0,00	0,01

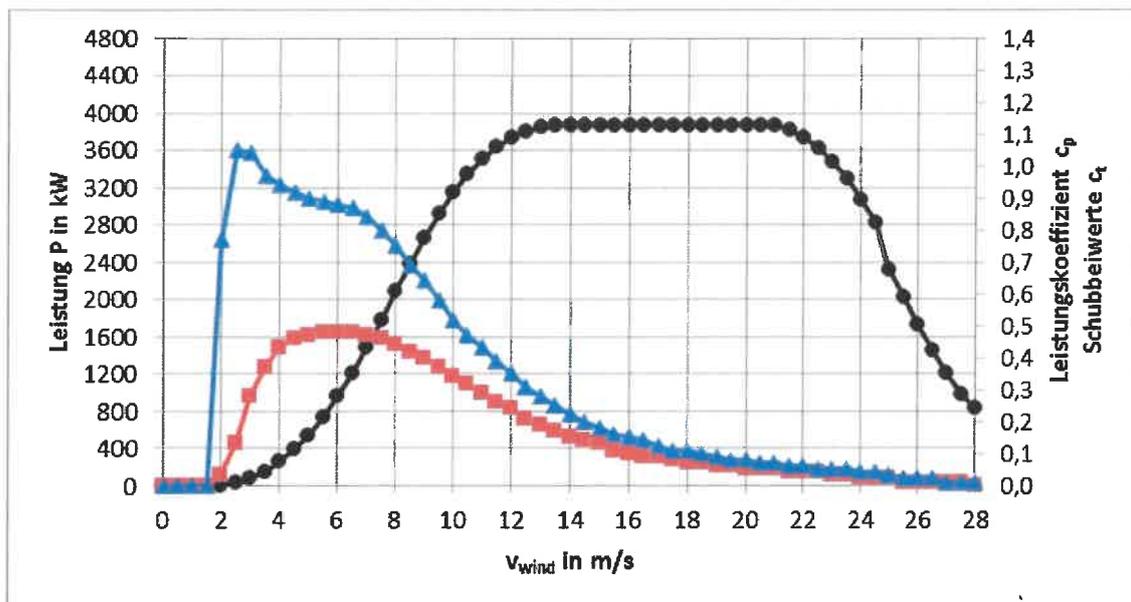


Abb. 2: Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Kennlinien E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus NR II s

- ◆◆◆ Leistung P in kW
- ▲▲▲  $c_t$ -Wert
- ■ ■  $c_p$ -Wert

## 4.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR II s

Im Betriebsmodus NR II s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 104,0 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 7 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 9: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung ( $P_n$ )	3870	kW
Nennwindgeschwindigkeit	13,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	10,1	U/min

Tab. 10: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit  $v_s$  in 10 m Höhe

$v_s$ in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)		
	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
3 m/s	94,8	-	95,2
3,5 m/s	96,5	-	97,2
4 m/s	98,5	-	99,3
4,5 m/s	100,6	-	101,5
5 m/s	102,7	-	103,5
5,5 m/s	104,0	-	104,0
6 m/s	104,0	-	104,0
6,5 m/s	104,0	-	104,0
7 m/s	104,0	-	104,0
7,5 m/s	104,0	-	104,0
8 m/s	104,0	-	104,0
8,5 m/s	104,0	-	104,0
9 m/s	104,0	-	104,0
9,5 m/s	104,0	-	104,0
10 m/s	104,0	-	104,0
10,5 m/s	104,0	-	104,0
11 m/s	104,0	-	104,0
11,5 m/s	104,0	-	104,0
12 m/s	104,0	-	104,0

$v_s$ in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)		
	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
95 % $P_n$	104,0	-	104,0

Tab. 11: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe  $v_H$

$v_H$	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,3
5,5 m/s	97,6
6 m/s	99,0
6,5 m/s	100,5
7 m/s	101,9
7,5 m/s	103,3
8 m/s	104,0
8,5 m/s	104,0
9 m/s	104,0
9,5 m/s	104,0
10 m/s	104,0
10,5 m/s	104,0
11 m/s	104,0
11,5 m/s	104,0
12 m/s	104,0
12,5 m/s	104,0
13 m/s	104,0
13,5 m/s	104,0
14 m/s	104,0
14,5 m/s	104,0
15 m/s	104,0

## 5 Betriebsmodus NR III s

### 5.1 Berechnete Leistungs-, $c_p$ - und $c_t$ -Werte Betriebsmodus NR III s

 Tab. 12: Berechnete Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Werte E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus NR III s

Windgeschwindigkeit $v$ in m/s	Leistung $P$ in kW	$c_p$ -Wert	$c_t$ -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	2	0,03	0,77
2,50	19	0,13	1,05
3,00	69	0,28	1,04
3,50	146	0,37	0,97
4,00	250	0,43	0,94
4,50	383	0,46	0,92
5,00	540	0,47	0,90
5,50	727	0,48	0,89
6,00	942	0,48	0,87
6,50	1183	0,47	0,84
7,00	1440	0,46	0,79
7,50	1703	0,44	0,74
8,00	1964	0,42	0,68
8,50	2215	0,39	0,62
9,00	2455	0,37	0,56
9,50	2680	0,34	0,51
10,00	2890	0,32	0,46
10,50	3080	0,29	0,42
11,00	3247	0,27	0,39
11,50	3388	0,24	0,35
12,00	3500	0,22	0,32
12,50	3583	0,20	0,29
13,00	3643	0,18	0,26
13,50	3682	0,16	0,23
14,00	3700	0,15	0,21
14,50	3700	0,13	0,19

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	$c_p$ -Wert	$c_t$ -Wert
15,00	3700	0,12	0,17
15,50	3700	0,11	0,16
16,00	3700	0,10	0,14
16,50	3700	0,09	0,13
17,00	3700	0,08	0,12
17,50	3700	0,08	0,11
18,00	3700	0,07	0,10
18,50	3700	0,06	0,09
19,00	3700	0,06	0,09
19,50	3700	0,05	0,08
20,00	3700	0,05	0,08
20,50	3700	0,05	0,07
21,00	3700	0,04	0,07
21,50	3685	0,04	0,06
22,00	3634	0,04	0,06
22,50	3553	0,03	0,05
23,00	3438	0,03	0,05
23,50	3286	0,03	0,04
24,00	3095	0,02	0,04
24,50	2881	0,02	0,04
25,00	2402	0,02	0,03
25,50	2105	0,01	0,03
26,00	1814	0,01	0,02
26,50	1535	0,01	0,02
27,00	1275	0,01	0,01
27,50	1039	0,01	0,01
28,00	885	0,00	0,01

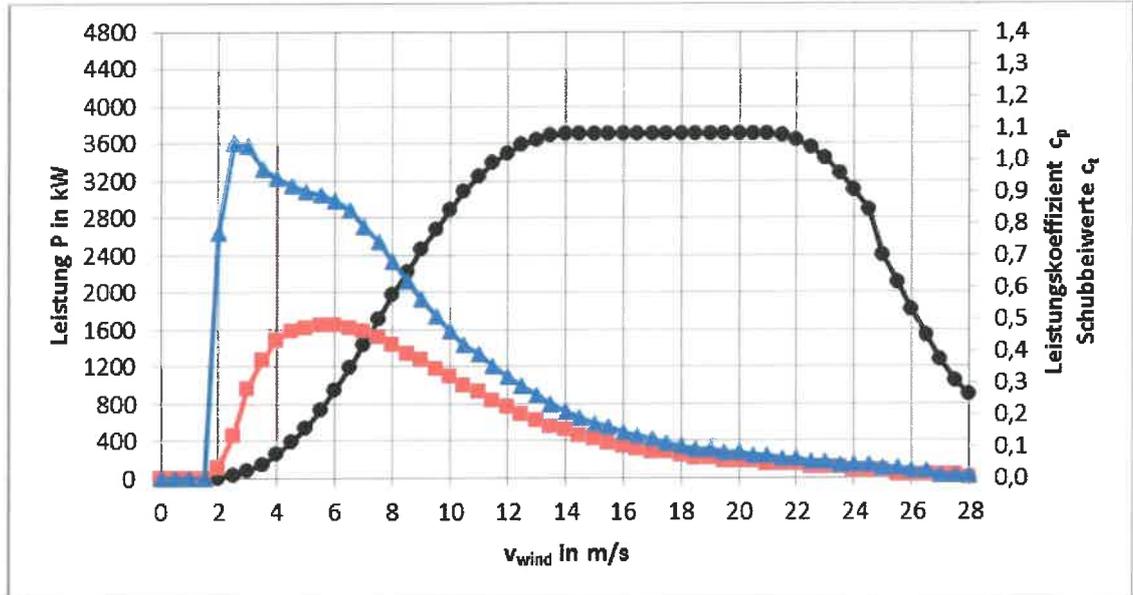


Abb. 3: Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Kennlinien E-138 EP3 E3 / 4260 kW Betriebsmodus NR III s

◆◆◆ Leistung P in kW

▲▲▲  $c_t$ -Wert

■ ■ ■  $c_p$ -Wert

## 5.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR III s

Im Betriebsmodus NR III s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 103,2 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schalleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 7 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 13: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung ( $P_n$ )	3700	kW
Nennwindgeschwindigkeit	14,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01	-	U/min
■ E-138 EP3 E3-HT-160-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	9,7	U/min

Tab. 14: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit  $v_s$  in 10 m Höhe

$v_s$ in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)		
	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
3 m/s	94,8	-	95,2
3,5 m/s	96,5	-	97,2
4 m/s	98,5	-	99,3
4,5 m/s	100,6	-	101,5
5 m/s	102,4	-	102,8
5,5 m/s	102,9	-	103,1
6 m/s	103,1	-	103,2
6,5 m/s	103,2	-	103,2
7 m/s	103,2	-	103,2
7,5 m/s	103,2	-	103,2
8 m/s	103,2	-	103,2
8,5 m/s	103,2	-	103,2
9 m/s	103,2	-	103,2
9,5 m/s	103,2	-	103,2
10 m/s	103,2	-	103,2
10,5 m/s	103,2	-	103,2
11 m/s	103,2	-	103,2
11,5 m/s	103,2	-	103,2
12 m/s	103,2	-	103,2

$v_s$ in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)		
	NH 111 m	NH 131 m	NH 160 m
95 % $P_n$	103,2	-	103,2

**Tab. 15: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe  $v_H$**

$v_H$	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,3
5,5 m/s	97,6
6 m/s	99,0
6,5 m/s	100,5
7 m/s	101,9
7,5 m/s	102,8
8 m/s	102,9
8,5 m/s	103,1
9 m/s	103,2
9,5 m/s	103,2
10 m/s	103,2
10,5 m/s	103,2
11 m/s	103,2
11,5 m/s	103,2
12 m/s	103,2
12,5 m/s	103,2
13 m/s	103,2
13,5 m/s	103,2
14 m/s	103,2
14,5 m/s	103,2
15 m/s	103,2

## **Anhang 16      Weibull-Parameter für die einzelnen Standorte**

## Layout 4

## WEA 1

Ost: 2668044 Nabenhöhe: 120  
 Nord: 1156121

		A-Parameter	Windgeschw.	k-Parameter
		[m/s]	[m/s]	
Global		7.120	6.330	1.808
Nacht	19.00-6.50	6.607	5.899	1.685
Tag	7.00-18.50	7.602	6.741	1.944
Nacht Winter	Oktober -Juni	7.144	6.369	1.718
Nacht Sommer	Juni-Oktober	6.085	5.418	1.763

## WEA 2

Ost: 2668414 Nabenhöhe: 120  
 Nord: 1156267

		A-Parameter	Windgeschw.	k-Parameter
		[m/s]	[m/s]	
Global		6.410	5.700	1.804
Nacht	19.00-6.50	5.948	5.312	1.681
Tag	7.00-18.50	6.845	6.070	1.939
Nacht Winter	Oktober -Juni	6.432	5.736	1.715
Nacht Sommer	Juni-Oktober	5.479	4.878	1.759

## WEA 3

Ost: 2668780 Nabenhöhe: 120  
 Nord: 1156396

		A-Parameter	Windgeschw.	k-Parameter
		[m/s]	[m/s]	
Global		6.302	5.610	1.767
Nacht	19.00-6.50	5.845	5.228	1.647
Tag	7.00-18.50	6.732	5.974	1.900
Nacht Winter	Oktober -Juni	6.321	5.645	1.680
Nacht Sommer	Juni-Oktober	5.386	4.801	1.723

## WEA 4

Ost: 2669164 Nabenhöhe: 120  
 Nord: 1156396

		A-Parameter	Windgeschw.	k-Parameter
		[m/s]	[m/s]	
Global		6.407	5.730	1.648
Nacht	19.00-6.50	5.931	5.340	1.536
Tag	7.00-18.50	6.856	6.102	1.772
Nacht Winter	Oktober -Juni	6.418	5.766	1.566
Nacht Sommer	Juni-Oktober	5.472	4.904	1.607

## **Anhang 17      Lärm: Detaillierte Emissionsberechnungen**

WP Grimsel

# Lärberechnung - Emissionen ohne Verdünnung

## Schalleistungspegel, Berechnung und Resultate

Konfiguration	
Hersteller	Enacon
Typ	V150 – 6MW
Betriebsmodus	0 s
Tageslänge	24 heures
Nabenhöhe	120
Periode t0	1440
Windgeschwindigkeit HH	
[m/s]	[dB(A)]
0	0.0
1	0.0
2	0.0
3	92.0
4	92.2
5	94.0
6	96.9
7	99.9
8	102.7
9	104.6
10	104.8
11	104.9
12	104.9
13	104.9
14	104.9
15	104.9
16	104.9
17	104.9
18	104.9
19	104.9
20	104.9
21	104.9
22	104.9
23	104.9
24	104.9
25	104.9

Korrekturfaktoren

Corrections	Schalpegel [dB]
K1	5
K2	0
K3	4
Bodenreflexion	1
Total corrections	10

WEA 1 (2668041, 1156181)

Schalleistungspegel  $L_r$

	A	k	Schalleistungspegel $L_r$ gemäss LSV:	Emissionen ohne Pegelkorrektur
	[m/s]	[-]		
Tag	7.60	1.94	110.9	100.9
Nacht	6.61	1.69	109.9	99.9

WEA 3 (2668780, 1156396)

Schalleistungspegel  $L_r$

	A	k	Schalleistungspegel $L_r$ gemäss LSV:	Emissionen ohne Pegelkorrektur
	[m/s]	[-]		
Tag	6.73	1.90	109.9	99.9
Nacht	5.85	1.65	108.9	98.9

WEA 2 (2668404, 1156268)

Schalleistungspegel  $L_r$

	A	k	Schalleistungspegel $L_r$ gemäss LSV:	Emissionen ohne Pegelkorrektur
	[m/s]	[-]		
Tag	6.85	1.94	110.1	100.1
Nacht	5.95	1.68	109.0	99.0

WEA 4 (2669149, 1156392)

Schalleistungspegel  $L_r$

	A	k	Schalleistungspegel $L_r$ gemäss LSV:	Emissionen ohne Pegelkorrektur
	[m/s]	[-]		
Tag	6.86	1.77	110.1	100.1
Nacht	5.93	1.54	109.1	99.1

WP Grimsel

# Lärmberechnung - Emissionen ohne Verdünnung

Schalleistungspegel, Berechnung und Resultate

Konfiguration	
Hersteller	Enacon
Typ	E138
Betriebsmodus	01s
Tageslänge	24 heures
Nabenhöhe	110
Periode t0	1440
Windgeschwindigkeit HH	
[m/s]	[dB(A)]
0	0.0
1	0.0
2	0.0
3	94.5
4	94.5
5	94.5
6	98.5
7	101.9
8	104.9
9	106.0
10	106.0
11	106.0
12	106.0
13	106.0
14	106.0
15	106.0
16	106.0
17	106.0
18	106.0
19	106.0
20	106.0
21	106.0
22	106.0
23	106.0
24	106.0
25	106.0

Korrekturfaktoren

Corrections	Schallpegel [dB]
K1	5
K2	0
K3	4
Bodenreflexion	1
Total corrections	10

WEA 1 (2668041,1156181)

Schalleistungspegel  $L_r$

	A	k	Schalleistungspegel $L_r$ gemäss LSV:	Emissionen ohne Pegelkorrektur
	[m/s]	[-]		
Tag	7.60	1.94	112.3	102.3
Nacht	6.61	1.69	111.3	101.3

WEA 2 (2668404,1156268)

Schalleistungspegel  $L_r$

	A	k	Schalleistungspegel $L_r$ gemäss LSV:	Emissionen ohne Pegelkorrektur
	[m/s]	[-]		
Tag	6.85	1.94	111.6	101.6
Nacht	5.95	1.68	110.5	100.5

WEA 3 (2668780,1156396)

Schalleistungspegel  $L_r$

	A	k	Schalleistungspegel $L_r$ gemäss LSV:	Emissionen ohne Pegelkorrektur
	[m/s]	[-]		
Tag	6.73	1.90	111.4	101.4
Nacht	5.85	1.65	110.4	100.4

WEA 4 (2669149,1156392)

Schalleistungspegel  $L_r$

	A	k	Schalleistungspegel $L_r$ gemäss LSV:	Emissionen ohne Pegelkorrektur
	[m/s]	[-]		
Tag	6.86	1.77	111.6	101.6
Nacht	5.93	1.54	110.6	100.6

# Lärberechnung - Emissionen ohne Verdünnung

## Schalleistungspegel, Berechnung und Resultate

Konfiguration	
Hersteller	Enacon
Typ	E138
Betriebsmodus	01s
Tageslänge	24 heures
Nabenhöhe	110
Periode t0	1440
Windgeschwindigkeit HH	
[m/s]	[dB(A)]
0	0.0
1	0.0
2	0.0
3	96.6
4	96.6
5	96.6
6	100.5
7	101.8
8	102.5
9	103.2
10	103.8
11	104.2
12	105.0
13	105.0
14	105.0
15	105.0
16	105.0
17	105.0
18	105.0
19	105.0
20	105.0
21	105.0
22	105.0
23	105.0
24	105.0
25	105.0

### Korrekturfaktoren

Corrections	Schallpegel [dB]
K1	5
K2	0
K3	4
Bodenreflexion	1
Total corrections	10

### WEA 1 (2668041, 1156181)

#### Schalleistungspegel $L_r$

	A	k	Schalleistungspegel $L_r$ gemäss LSV:	Emissionen ohne Pegelkorrektur
	[m/s]	[-]		
Nacht Winter	7.60	1.94	111.2	101.2
Nacht Sommer	6.61	1.69	110.3	100.3

### WEA 2 (2668404, 1156268)

#### Schalleistungspegel $L_r$

	A	k	Schalleistungspegel $L_r$ gemäss LSV:	Emissionen ohne Pegelkorrektur
	[m/s]	[-]		
Nacht Winter	6.85	1.94	110.5	100.5
Nacht Sommer	5.95	1.68	109.6	99.6

### WEA 3 (2668780, 1156396)

#### Schalleistungspegel $L_r$

	A	k	Schalleistungspegel $L_r$ gemäss LSV:	Emissionen ohne Pegelkorrektur
	[m/s]	[-]		
Nacht Winter	6.73	1.90	110.4	100.4
Nacht Sommer	5.85	1.65	109.5	99.5

### WEA 4 (2669149, 1156392)

#### Schalleistungspegel $L_r$

	A	k	Schalleistungspegel $L_r$ gemäss LSV:	Emissionen ohne Pegelkorrektur
	[m/s]	[-]		
Nacht Winter	6.86	1.77	110.5	100.5
Nacht Sommer	5.93	1.54	109.7	99.7

# Lärmberechnung - Emissionen ohne Verdünnung

## Schalleistungspegel, Berechnung und Resultate

Konfiguration	
Hersteller	Enacon
Typ	E138
Betriebsmodus	2s
Tageslänge	24 heures
Nabenhöhe	
Periode t0	1440
Windgeschwindigkeit HH	
[m/s]	[dB(A)]
0	0.0
1	0.0
2	0.0
3	96.6
4	96.6
5	96.6
6	100.0
7	100.8
8	101.5
9	102.2
10	102.6
11	102.9
12	103.4
13	104.0
14	104.0
15	104.0
16	104.0
17	104.0
18	104.0
19	104.0
20	104.0
21	104.0
22	104.0
23	104.0
24	104.0
25	104.0

### Korrekturfaktoren

Corrections	Schallpegel [dB]
K1	5
K2	0
K3	4
Bodenreflexion	1
Total corrections	10

### WEA 1 (2668041, 1156181)

### Schalleistungspegel $L_r$

	A	k	Schalleistungspegel I Lr gemäss LSV:	Emissionen ohne Pegelkorrektur
	[m/s]	[-]		
Nacht Winter	7.60	1.94	110.2	100.2
Nacht Sommer	6.61	1.69	109.4	99.4

### WEA 2 (2668404, 1156268)

### Schalleistungspegel $L_r$

	A	k	Schalleistungspegel I Lr gemäss LSV:	Emissionen ohne Pegelkorrektur
	[m/s]	[-]		
Nacht Winter	6.85	1.94	109.6	99.6
Nacht Sommer	5.95	1.68	108.8	98.8

### WEA 3 (2668780, 1156396)

### Schalleistungspegel $L_r$

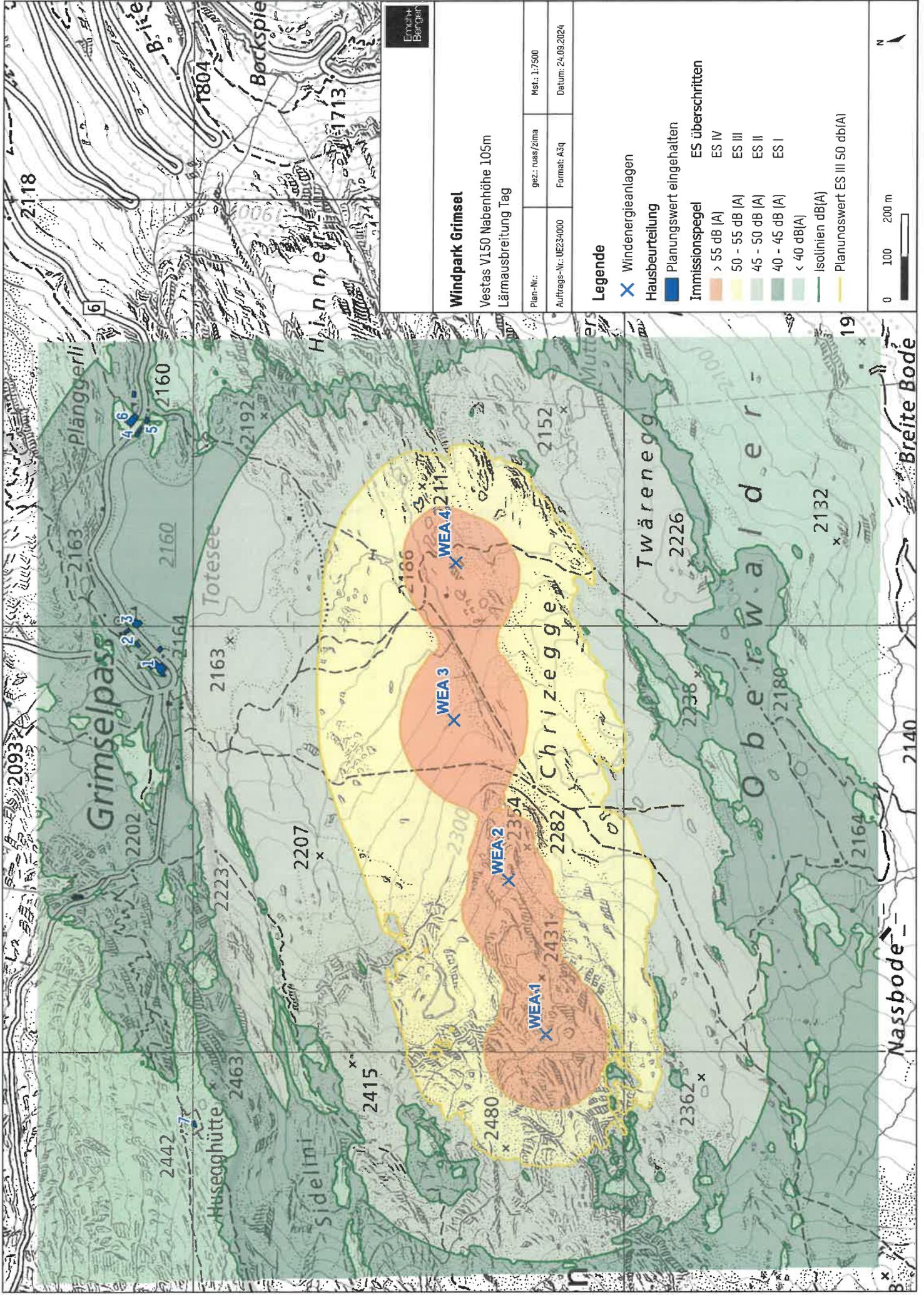
	A	k	Schalleistungspegel I Lr gemäss LSV:	Emissionen ohne Pegelkorrektur
	[m/s]	[-]		
Nacht Winter	6.73	1.90	109.5	99.5
Nacht Sommer	5.85	1.65	108.7	98.7

### WEA 4 (2669149, 1156392)

### Schalleistungspegel $L_r$

	A	k	Schalleistungspegel I Lr gemäss LSV:	Emissionen ohne Pegelkorrektur
	[m/s]	[-]		
Nacht Winter	6.86	1.77	109.6	99.6
Nacht Sommer	5.93	1.54	108.8	98.8

## **Anhang 18      Karten Lärmausbreitung**



Erucht  
Berger

### Windpark Grimsel

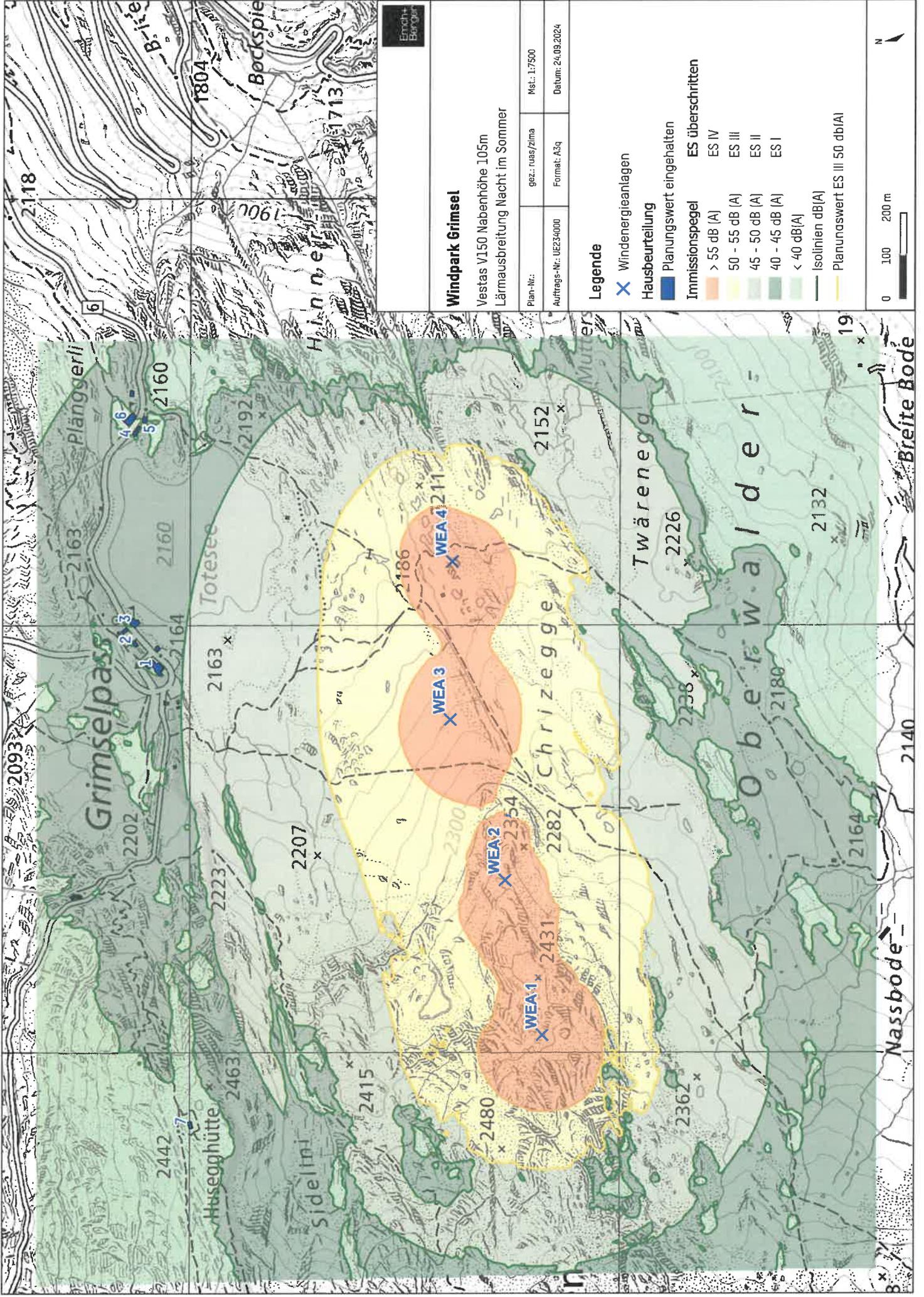
Vestas V150 Nabenhöhe 105m  
Lärm Ausbreitung Tag

Plan-Nr.:	gez.: ruas/zma	Mat.: 1:7500
Auftrags-Nr.: UE23-000	Format: A3q	Datum: 24.09.2024

### Legende

- X Windenergieanlagen
- Hausbeurteilung
  - Planungswert eingehalten
- Immissionspegel**
  - > 55 dB (A) ES IV
  - 50 - 55 dB (A) ES III
  - 45 - 50 dB (A) ES II
  - 40 - 45 dB (A) ES I
  - < 40 dB(A)
- Isolinien dB(A)
- Planunswert ES III 50 db(A)





Emah-Berger

### Windpark Grimsel

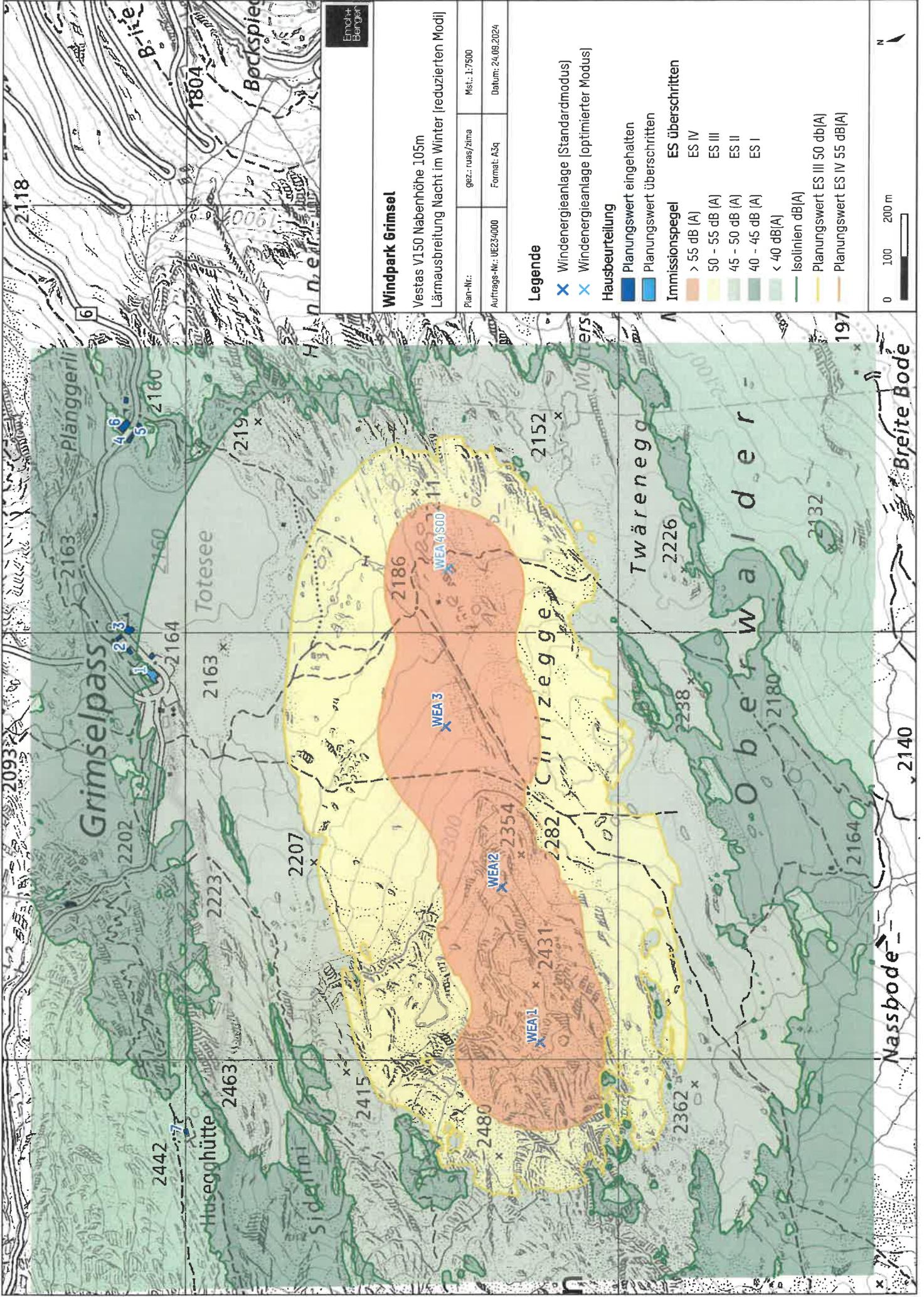
Vestas V150 Nabenhöhe 105m  
 Lärmausbreitung Nacht im Sommer

Plan-Nr.:	gez.: rusa/zima	Maß.: 1:7500
Auftrags-Nr.: UE234000	Format: A3q	Datum: 24.09.2024

### Legende

- X Windenergieanlagen
- Hausbeurteilung
- Planungswert eingehalten
- Immissionspegel ES überschritten
- > 55 dB (A)
- 50 - 55 dB (A)
- 45 - 50 dB (A)
- 40 - 45 dB (A)
- < 40 dB(A)
- Isolinkien dB(A)
- Planunswert ES III 50 db(A)





Emmet+  
Bergson

**Windpark Grimsel**

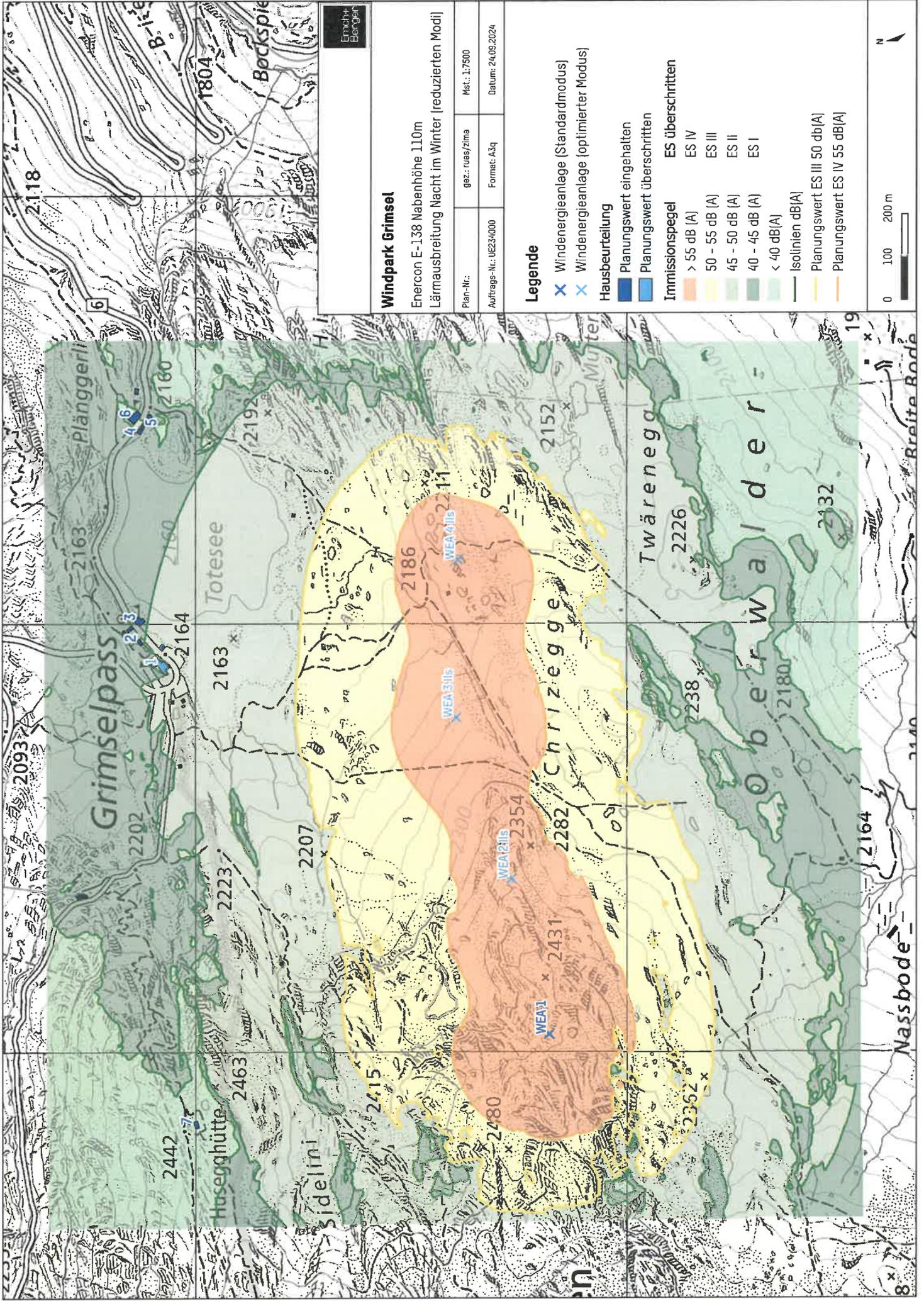
Vestas V150 Nabenhöhe 105m  
 Lärmausbreitung Nacht im Winter (reduzierter Modil)

Plan-Nr.:	gez.: ruas/zima	Met.: 1:7500
Auftrags-Nr.: UE234000	Format: A3q	Datum: 24.08.2024

**Legende**

- X Windenergieanlage (Standardmodus)
- X Windenergieanlage (optimierter Modus)
- Hausbeurteilung
- Planungswert eingehalten
- Planungswert überschritten
- Immissionspegel
- ES überschritten
- > 55 dB (A)
- ES IV
- 50 - 55 dB (A)
- ES III
- 45 - 50 dB (A)
- ES II
- 40 - 45 dB (A)
- ES I
- < 40 dB(A)
- Isolinien dB(A)
- Planungswert ES III 50 db(A)
- Planungswert ES IV 55 db(A)





Emmett  
Bergien

**Windpark Grimsel**  
 Enercon E-138 Nabenhöhe 110m  
 Lärmausbreitung Nacht im Winter (reduzierter Modus)

Plan-Nr.:                   gez.: rues/zima                   Mst.: 1:7500  
 Auftrags-Nr.: UE234000           Format: A3q                   Datum: 24.09.2024

**Legende**

- ✕ Windenergieanlage (Standardmodus)
  - ✕ Windenergieanlage (optimierter Modus)
- Hausbeurteilung**
- Planungswert eingehalten
  - Planungswert überschritten
- Immissionspegel**
- ES überschritten
  - ES IV
  - ES III
  - ES II
  - ES I
  - < 40 dB(A)
  - Isolinien dB(A)
  - Planungswert ES III 50 dB(A)
  - Planungswert ES IV 55 dB(A)



## **Anhang 19      Kompensationsprojekt Obergoms**

## Koordiniertes Kompensationsprojekt Rhone Obergoms

Projekt:	Kompensationsprojekt Rhone Obergoms
Abschnitt:	Obergesteln – Oberwald 157.000 bis 159.400
Projektidee:	Aufwertung der Rhone im genannten Abschnitt als Kompensation für verschiedene kompensationspflichtige Grossprojekte
Projektleitung:	DNAGE, Rhonewasserbau Die Projektleitung übernimmt in einem ersten Schritt die Projektplanung für den gesamten Abschnitt und koordiniert die Zusammenarbeit insbesondere mit der Gemeinde und der Dienststelle für Wald Natur und Landschaft. Weiter übernimmt sie die Koordination zwischen den verschiedenen Projektpartnern (kompensationspflichtige Vorhaben) und sorgt für eine mögliche Etappierung der verschiedenen Kompensationen.
Weitere Dienststellen:	DWML, DUW, DLW
Direkt interessierte Partner	Swiss Winds Windpark Grimsel FMV Hochalpine Solaranlage Gries FMV Hochalpine Solaranlage Grengiols
Weitere mögliche Partner	Swissgrid Verlegung / Neubau Höchstspannungsnetz Grimseltunnel Weitere Energieprojekte im Obergoms
Konfliktpunkte	
Landwirtschaft	Eine Aufwertung / Verbreiterung des Rottens bedeutet auch einen Flächenverlust für die Landwirtschaft. Betroffen sind maschinell gut zu bewirtschaftende Wiesen. Es handelt sich um Landwirtschaftszone 1. Priorität. Fruchtfolgeflächen (FFF) sind jedoch keine betroffen. Einzig beim Golfplatz ist zu berücksichtigen, dass FFF beim Golfplatz überlagernd sind.  Im Osten des Golfplatzes befindet sich eine grosse Sport- und Erholungszone. Die Idee war dort den Golfplatz zu erweitern. In der laufenden Revision der ZNP soll dieses Gebiet aber wieder der LW zugeschlagen werden. Damit bleibt diese Fläche der LW erhalten.
Gasleitung	Durch den Perimeter verläuft die Transitgasleitung vom Nufenen Richtung Grimsel. Der Abstand dieser Leitung zum Rotten ist in der Regel gross genug. Die bestehende Rottenquerung muss aber angepasst werden.

	In Richtung Westen am Rande des Campingplatzes verläuft der Abzweiger der Swissgasleitung. Diese Leitung verläuft grossteils sehr nahe am Rotten. Im Rahmen von Sofortmassnahmen hat die R3 aber im Abschnitt Bahnhof Obergesteln – Golfplatz bereits Massnahmen ausgeführt.
Hochspannungsleitung	Östlich des Golfplatzes befindet sich noch ein grosser Gittermast der Swisgrid. Dann quert die Leitung den Rotten. Die Masten sind so weit vom Rotten entfernt, dass eine Lösung gefunden werden kann. Da die Leitung ersetzt werden soll und Swisgrid auch kompensationspflichtig sein dürfte, ist diesbezüglich mit Swisgrid das Gespräch zu suchen.
Golf	Im Bereich des Golfplatzes wurden durch die R3 Sofortmassnahmen umgesetzt. In diesem Bereich sind höchstens punktuelle Anpassungen / Verbesserungen vorgesehen.
Etap pierung	Das Gesamtprojekt soll in verschiedene Ausführungsetappen aufgegliedert werden, so dass die jeweiligen Kompensationen laufend umgesetzt werden können. So kann jedem kompensationspflichtigen Projekt eine Etappe zugeordnet werden.

### Kurzbeschreibung des Projektes

Im Goms sind momentan mehrere Projekte in Planung, die aufgrund der aktuellen Gesetzeslage kompensationspflichtig sind. Alle Projekte kommen in eine natürliche oder sehr naturnahe Kulturlandschaft zu liegen. Entsprechend ist es nur sehr schwer möglich für solche Projekte eine Kompensation zu finden.

Die Rhone zwischen Oberwald und Obergesteln ist stark verbaut und verläuft schnurgerade durch die alpine Ebene. Aufgrund des vorhandenen ökologischen Defizits könnten auf diesem Abschnitt Kompensationen geplant und umgesetzt werden. Als Kompensation für nur ein Projekt ist der Abschnitt aber zu gross. Es müssten also verschiedene Projekte miteinander koordiniert werden (siehe Tabelle oben). Eine Etappierung der Kompensationen ist aber durchaus möglich, so dass diese für die einzelnen Projekte umgesetzt werden könnten.

Als Basis dient das Generelle Projekt der R3 (GP R3). Siehe dazu den Planausschnitt im Anhang. Zwischen dem Bahnhof Obergesteln und dem Golfplatz hat die R3 bereits Hochwasserschutzmassnahmen als Sofortmassnahmen umgesetzt. Auf dem restlichen Abschnitt bis Oberwald besteht kein Hochwasserdefizit, weshalb hier Arbeiten der R3 erst wieder in einer 4. Prioritätsstufe vorgesehen sind. Folglich wird sich also an diesem Abschnitt über Jahrzehnte ohne das Kompensationsprojekt nichts ändern. Das Kompensationsprojekt schafft also für eine lange Frist zusätzlichen Naturraum. Primär vorgesehen ist eine Verbreiterung des Rottens um die Kanalstruktur aufzuheben. Das Gewässer soll mehr Raum erhalten und es sollen sich im Bachbereich zusätzliche Lebensräume ausbilden (Seitenarme, wechselnde Kiesbänke, Laichplätze, flachere Ufer, etc.).

Unter den genannten Voraussetzungen, dass keine akuten Hochwasserprobleme gelöst werden müssen und so für eine lange Zeit zusätzlicher Naturraum geschaffen wird, zeigt sich

die Dienststelle für Wald Natur und Landschaft (DWNL) mit einem solchen Vorgehen einverstanden.

Wie bei allen Projekten an der Rhone müsste die R3 die Koordination des Projektes übernehmen. Die Arbeiten sind eng mit der DWNL zu koordinieren.

Die Gemeinde wurde über dieses Vorgehen informiert und steht dem positiv gegenüber.



Der Rotten bei Obergesteln nach den Spfortmassnahmen. Bereits eine geringe Verbreiterung sorgt dafür, dass sich eine Kiesinsel bilden konnte.



Beim Golfplatz sind die Platzverhältnisse eingeschränkt. Zu erkennen ist auch das Warnschild der Swisssgas. Die Leitung verläuft parallel zur Strasse.



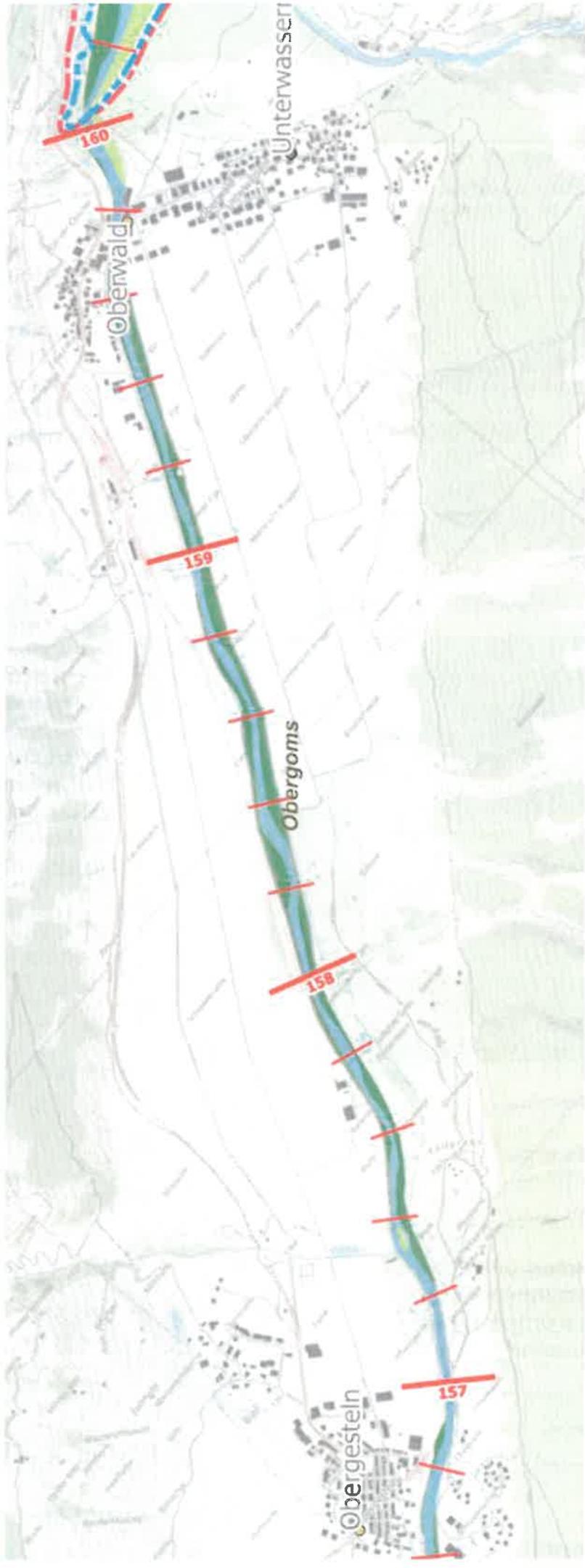
Im östlichen Bereich liegt der Projektperimeter in einer offenen Ebene. Die flachen Wiesen werden als Mähwiesen genutzt. Mit Swissgrid ist das Problem der Hochspannungsleitung zu koordinieren. Der Weg verläuft direkt am Rottenufer und ist zu verlegen.

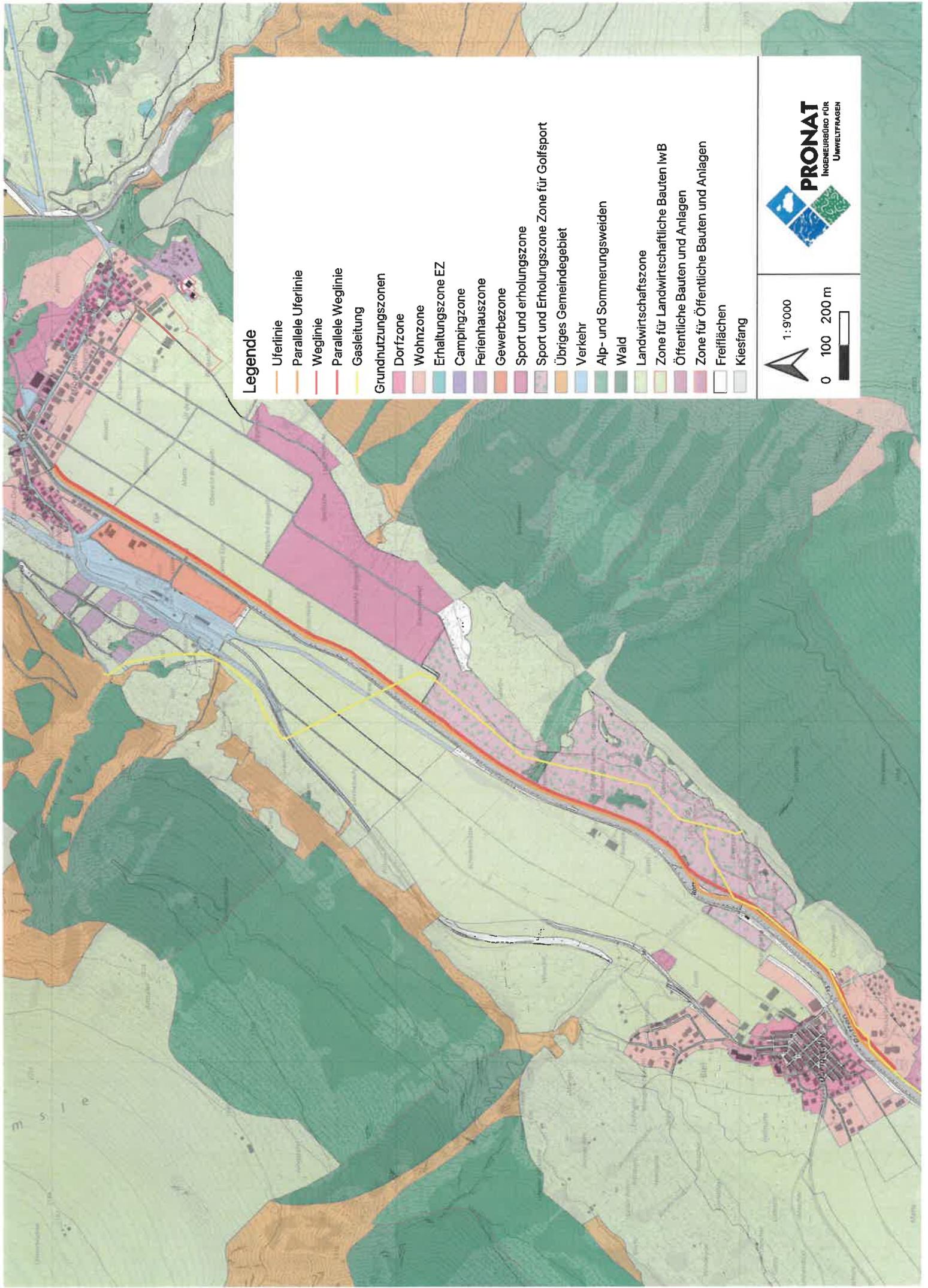


Der begradigte Rotten zwischen Oberwald und Obergesteln. Die Ufer sind sehr steil und rolliert. Das gesamte Bachbett ist gleichmässig benetzt, Strukturen sind kaum vorhanden.

#### Anhang

- Planausschnitt GP R3 Oberwald – Obergesteln
- Ausschnitt ZNP Obergoms
- Ausschnitt Orthofoto Swisstopo
- Kartenausschnitt FFF Kanton Wallis





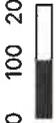
**Legende**

- Uferlinie
- Parallele Uferlinie
- Weglinie
- Parallele Weglinie
- Gasleitung
- Grundnutzungszone**
- Dorfzone
- Wohnzone
- Erhaltungszone EZ
- Campingzone
- Ferienhauszone
- Gewerbezone
- Sport und Erholungszone
- Sport und Erholungszone Zone für Golfplatz
- Übriges Gemeindegebiet
- Verkehr
- Alp- und Sommerungsweiden
- Wald
- Landschaftszone
- Zone für Landwirtschaftliche Bauten lWB
- Öffentliche Bauten und Anlagen
- Zone für Öffentliche Bauten und Anlagen
- Freiflächen
- Kiesfang

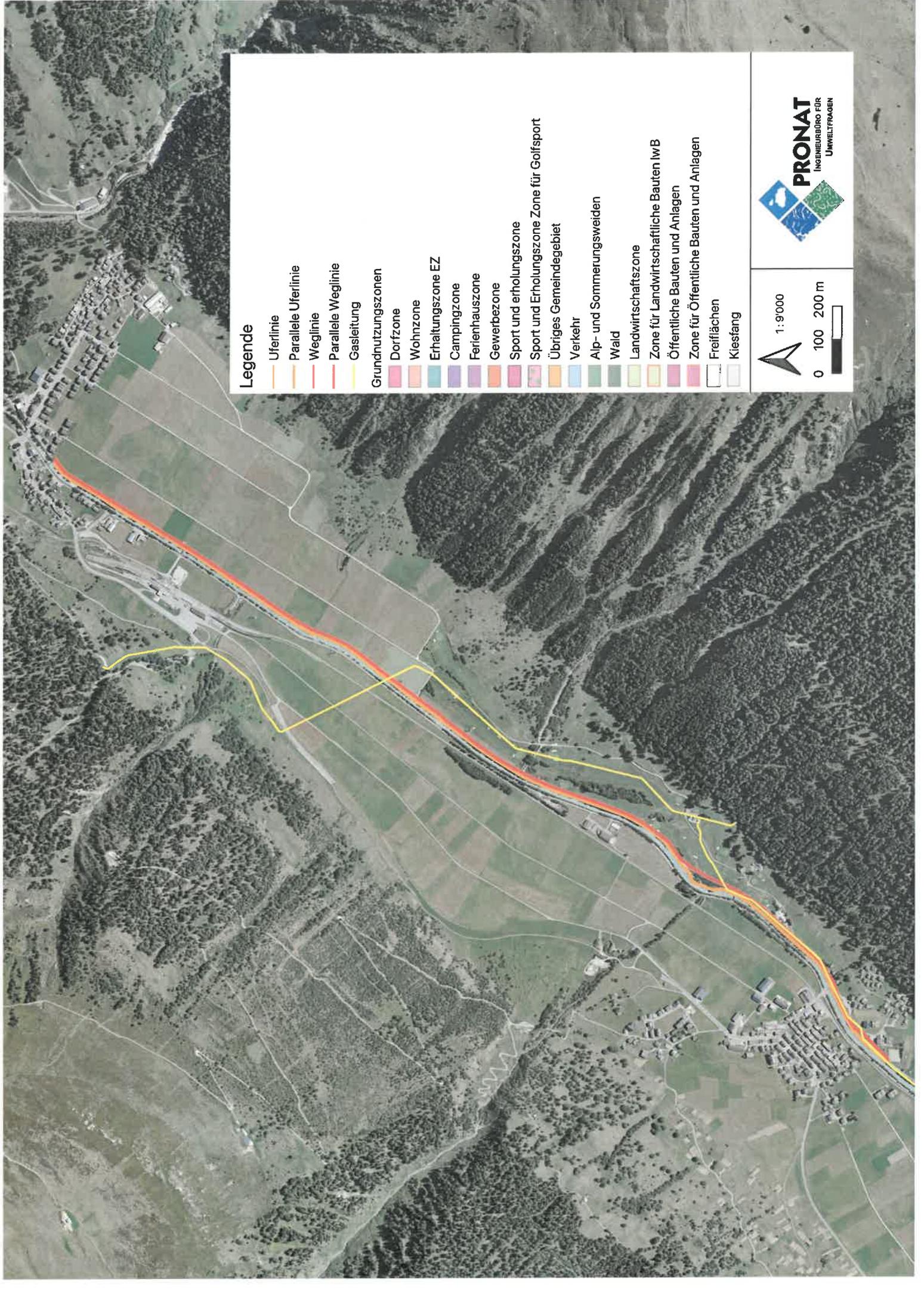
1:9000



0 100 200 m




**PRONAT**  
INGENIEURBÜRO FÜR  
Umweltfragen



### Legende

-  Uferlinie
-  Parallele Uferlinie
-  Weglinie
-  Parallele Weglinie
-  Gasleitung
- Grundnutzungszone**
-  Dorfzone
-  Wohnzone
-  Erhaltungszone EZ
-  Campingzone
-  Ferienhauszone
-  Gewerbezone
-  Sport und Erholungszone
-  Sport und Erholungszone Zone für Golfplatz
-  Übriges Gemeindegebiet
-  Verkehr
-  Alp- und Sommerungsweiden
-  Wald
-  Landschaftszone
-  Zone für Landwirtschaftliche Bauten lwb
-  Öffentliche Bauten und Anlagen
-  Zone für Öffentliche Bauten und Anlagen
-  Freiflächen
-  Kiestang

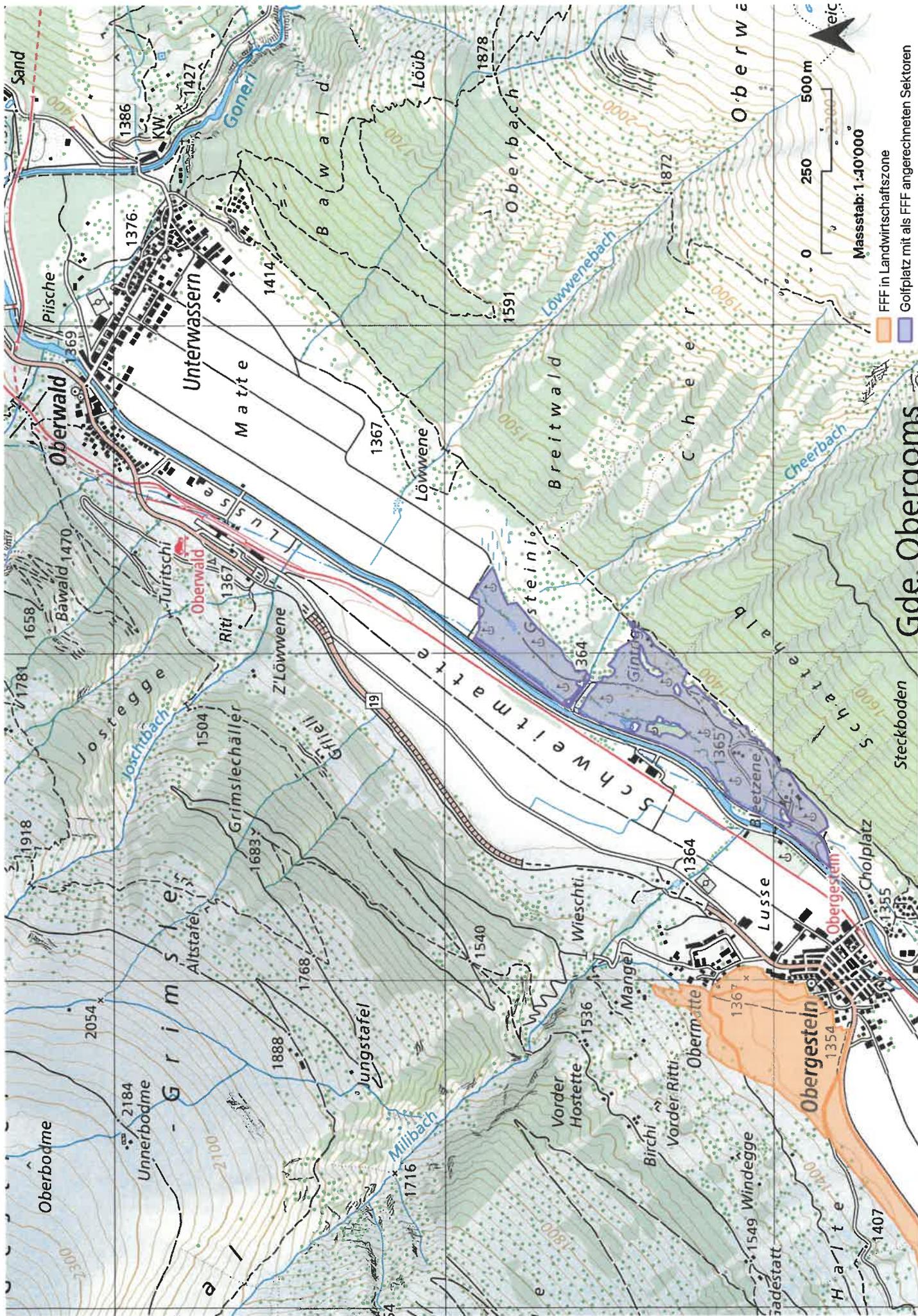
1:9000



0 100 200 m



**PRONAT**  
INGENIEURBÜRO FÜR  
UMWELTFRAGEN



FFF in Landwirtschaftszone  
 Golfplatz mit als FFF angerechneten Sektoren

Gde. Oberaoms