

A low-angle, close-up photograph of a white wind turbine against a clear blue sky. The perspective is from below, looking up at the nacelle and the base of the blades, creating a sense of height and scale.

Projekt Rhintli Wind

**Machbarkeitsstudie zur Windenergieanlage auf dem
Firmengelände der SFS Group Schweiz AG**

Inhalt



Vorwort	4
Das Wichtigste in Kürze	5
Gleichgewicht der Interessen finden	5
Das Projekt RhintlWind in Zahlen	6
Gewissenhafte Prüfung und Planung	7
Voraussetzungen für Einzelanlagen	8
Technische und wirtschaftliche Machbarkeit	10
Windpotenzial	10
Transport/Erreichbarkeit	12
Flugsicherheit	14
Radar- und Funkstörungen	16
Elektrische Netzanbindung	18
Auswirkungen auf Raum und Umwelt	20
Lärm	20
Schattenwurf	22
Sichtbarkeit/Landschaftsschutz	24
Vereisung	26
Vögel	28
Fledermäuse	30
Weitere Umweltthemen	32
Einzelgutachten	34

Vorwort

Nachhaltigkeit ist Teil unserer DNA

Sehr geehrte Damen und Herren

Nachhaltigkeit gehört zur DNA der SFS Group, ist im Leitbild und Verhaltenskodex verankert und wird als selbstverständliches Element unserer Kultur gelebt. Sie ist ein wichtiger Treiber für unser Value Engineering und damit auch für die Leistungen, die wir täglich für unsere Kundinnen und Kunden erbringen.

Als Mitglied des UN Global Compact bekennt sich SFS zu den Netto-Null-Zielen des Pariser Klimaabkommens. Bis ins Jahr 2030 wollen wir die eigenen CO₂-Emissionen in Relation zur Wertschöpfung um über 90% senken. Erreicht werden soll dieses Ziel mit Effizienzsteigerungen und Verbrauchsreduktion, aber auch mit selbst erzeugter elektrischer Energie. SFS verfügt in Heerbrugg über eine der grössten Photovoltaikanlagen der Ostschweiz. Obwohl dafür alle geeigneten Gebäudedächer genutzt werden, deckt die Sonnenenergie nur rund 10% des Strombedarfs unserer Produktionswerke in der Schweiz ab.

Mit dem Betrieb einer Windenergieanlage können wir diesen Anteil verdoppeln. Damit leistet SFS einen Beitrag zur Umsetzung der Energiestrategie 2050 des Bundes sowie zur regionalen Energiesicherheit. Diese setzt zur Erreichung der Klimaziele und zur Sicherung der Energieversorgung in erster Linie auf den Ausbau erneuerbarer Energien.

Wir möchten unsere Verantwortung gegenüber Umwelt und Gesellschaft wahrnehmen und dazu gehört mehr, als nur grünen Strom einzukaufen. Die Windenergieanlage ist die ideale Ergänzung zur Solarenergie – speziell im Winter. Sie stärkt unsere Unabhängigkeit, sichert zukunftsgerichtete Arbeitsplätze und ist ein Meilenstein in der nachhaltigen Standortentwicklung des Rheintals.

Im Rahmen des Bewilligungsverfahrens hat SFS umfassende Vorabklärungen bezüglich technischer Machbarkeit, Siedlungs- und Umweltverträglichkeit sowie Wirtschaftlichkeit getroffen und von unabhängigen Expertinnen und Experten eine Machbarkeitsstudie erstellen lassen, die aus 12 Einzelgutachten besteht. Die Resultate dieser Machbarkeitsstudie inklusive aller Einzelgutachten stellen wir Ihnen hiermit gerne zur Verfügung. Im Sinne der grösstmöglichen Transparenz haben wir im vorderen Teil dieses Dokuments die wichtigsten Erkenntnisse aus den technischen Expertengutachten zusammengefasst.

Der Dialog mit Anwohnerinnen und Anwohnern sowie weiteren Anspruchsgruppen ist uns wichtig. Wenn Sie Fragen oder Anmerkungen zum Projekt RhintlWind haben, bitten wir Sie, uns über rhintlwind.ch zu kontaktieren.



Thomas Oetterli
Präsident des Verwaltungsrats



Jens Breu
CEO



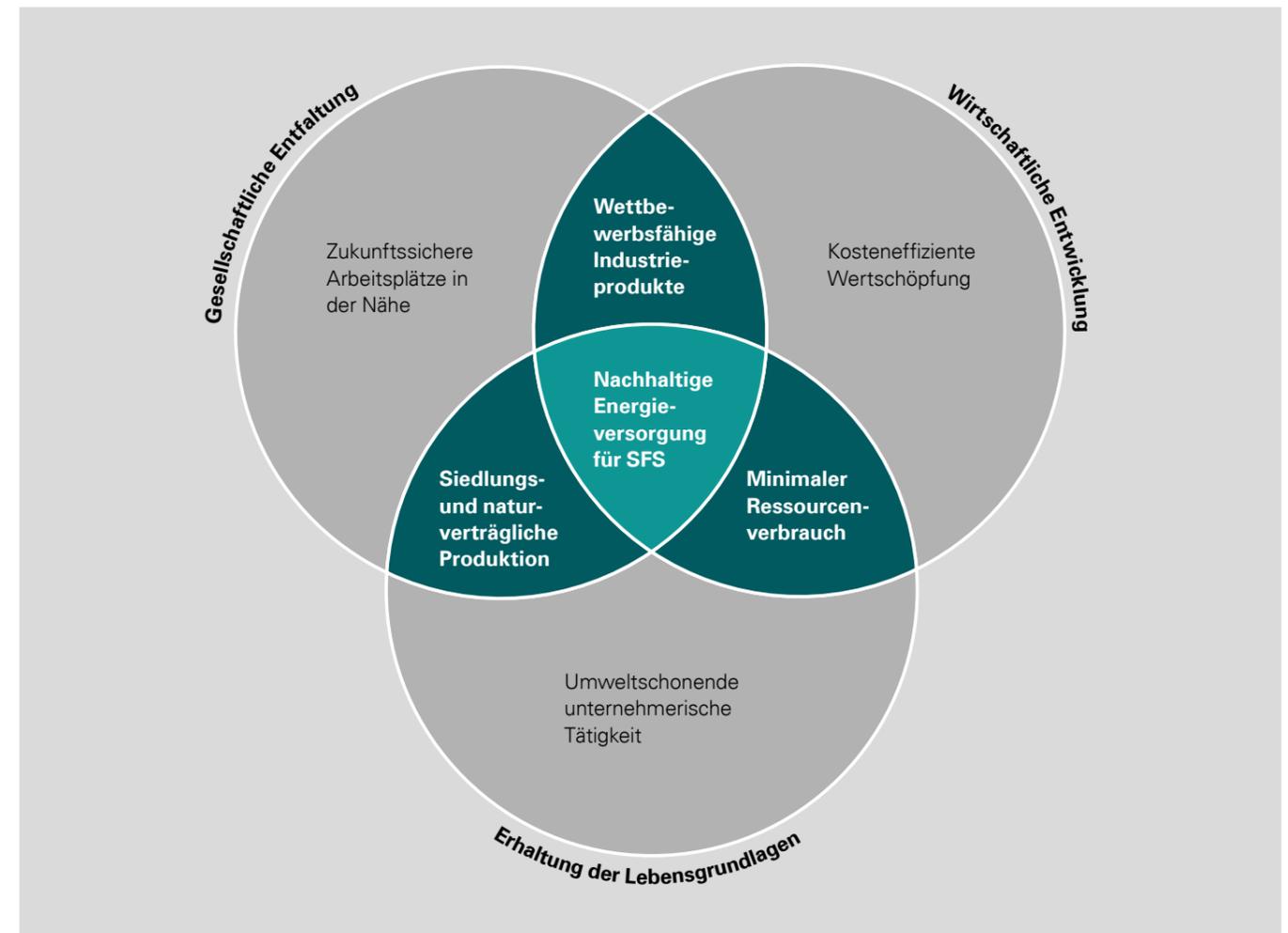
Jens Breu und Thomas Oetterli

Das Wichtigste in Kürze

Gleichgewicht der Interessen finden

Wirklich nachhaltig ist ein Projekt, wenn es alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit ausgewogen berücksichtigt – die ökologische, die soziale und die wirtschaftliche. Das Projekt RhintlWind behält diese Balance: Es trägt zum Klimaschutz und zur regionalen Energiesicherheit bei und sichert zukunftsgerichtete Industrie-arbeitsplätze. Gleichzeitig ist es so ausgestaltet, dass Auswirkungen auf das Siedlungsgebiet und die Natur auf ein Minimum reduziert werden. Wie bei allen Infrastrukturprojekten geht es darum, eine Güterabwägung zwischen den verschiedenen Nutzungs- und Schutzinteressen vorzunehmen. Die Machbarkeitsstudie schafft

Transparenz und bildet eine fachlich fundierte Diskussionsgrundlage für die Meinungsbildung. Sie beleuchtet die Auswirkungen beim Bau und Betrieb der Anlage auf Raum und Umwelt und zeigt Massnahmen zur Lösung von Konflikten auf. Die unten stehende Grafik veranschaulicht die sich überschneidenden Interessen von Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft am Beispiel des Projekts RhintlWind. Auf den folgenden Seiten finden Sie detaillierte Ausführungen zu den Nutzungs- und Schutzinteressen. Bei jedem Thema ist ersichtlich, in welchem Spannungsfeld es sich befindet.



Das Wichtigste in Kürze

Das Projekt RhintlWind in Zahlen

RhintlWind, die erste Windenergieanlage im Kanton St.Gallen, soll auf dem Grundstück von SFS direkt neben den Produktionshallen errichtet werden. Die geplante Anlage hat eine Nabenhöhe von ca. 140 Metern und ist dadurch deutlich effizienter und naturverträglicher als mehrere kleine Anlagen. Der produzierte Strom wird direkt der bestehenden Infrastruktur zugeführt, weshalb keine aufwendige und umweltbelastende Erschliessungsinfrastruktur benötigt wird.

Jährliche Stromproduktion in GWh
Entspricht in etwa 1'300 Haushalten

>5

Energiebedarf von SFS in %
Anteil des Bedarfs in der Schweiz

10

Einsparung in Tonnen CO₂ pro Jahr
Auf Basis des Schweizer Strommix

270

Nabenhöhe in Metern
Referenzanlage für Machbarkeitsstudie

140

Gesamthöhe in Metern
Referenzanlage für Machbarkeitsstudie

220

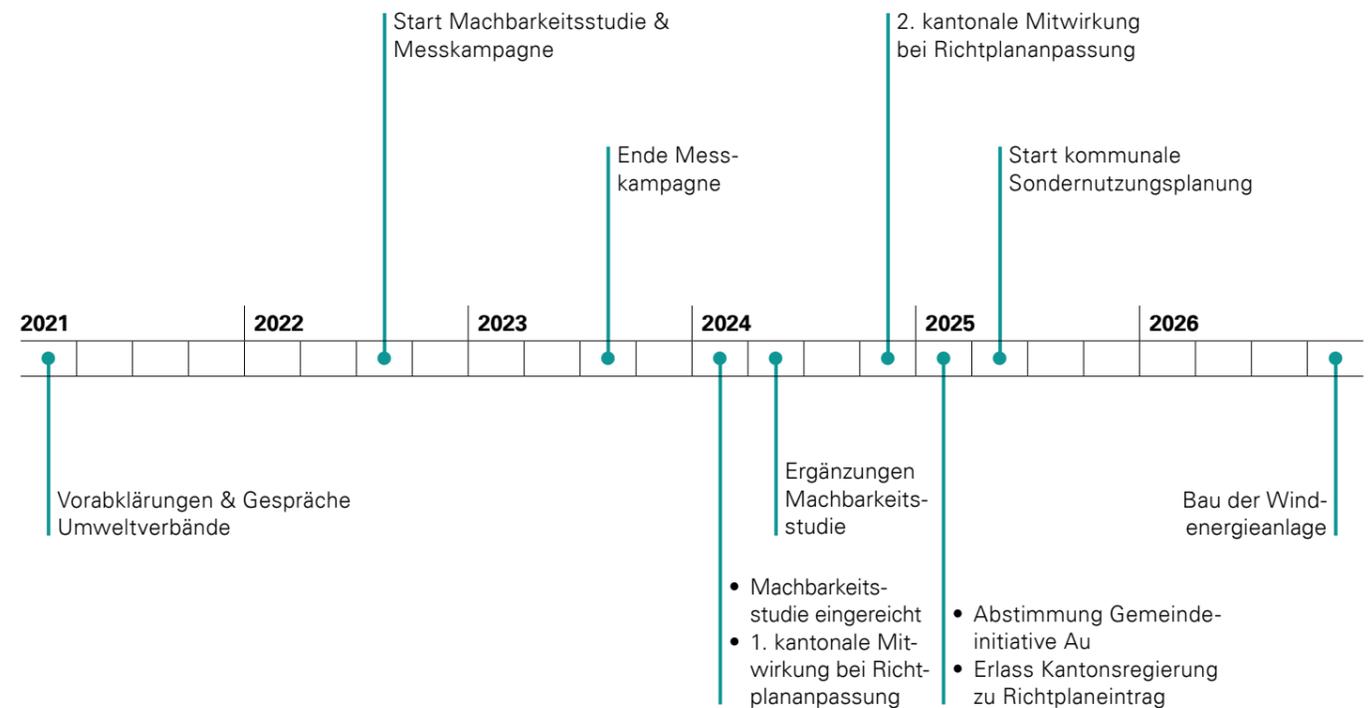
Leistung in MW
Referenzanlage für Machbarkeitsstudie

4.2

Gewissenhafte Prüfung und Planung

Nach umfassenden Vorabklärungen hat SFS während eines Jahres detaillierte Messungen zu Wind- und Wetterverhältnissen sowie zum Fledermausbestand vorgenommen und eine Machbarkeitsstudie erstellt. Als nächster Schritt folgt die Aufnahme des Projekts in den kantonalen Richtplan und anschliessend die kommunale Sondernutzungsplanung. Nach abgeschlossenem Bewilligungsverfahren plant SFS, die Anlage im 2026 erstellen zu können.

Projektschritte



Voraussetzungen für Einzelanlagen

Das Bewilligungsverfahren für den Bau und den Betrieb einer Windenergieanlage setzt den Eintrag in den kantonalen Richtplan voraus.

Unter bestimmten Voraussetzungen können Unternehmen einen Antrag auf einen Richtplaneintrag für eine Windenergieanlage auf ihrem Betriebsareal stellen. Unter anderem müssen sie dafür über eine gültige Zielvereinbarung gemäss Art. 41 des Energiegesetzes (EnG) mit dem Bund verfügen. Diese regelt mitunter, dass bereits Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Reduktion des CO₂-Ausstosses umgesetzt wurden. SFS erfüllt diese Kriterien.

Weiter ist der Standort für die Einzelanlagen so zu wählen, dass kaum Schutzinteressen betroffen sind. Ob gewisse Eingriffe in Schutzinteressen möglich sind, hängt vom Produktionspotenzial der Anlage ab und wird anhand einer Matrix nach Schutz- und Nutzungsinteressen bewertet.

Standortwahl

Der Projektstandort befindet sich im südöstlichen Abschnitt des Grundstückes 580 der Gemeinde Au. Das Grundstück ist im Besitz der SFS Group Schweiz AG und ist Bestandteil des Betriebsareals Rosenbergsau. Der genaue Projektstandort wurde unter Berücksichtigung des maximalen Abstandes zu der sich im Westen befindenden Wohnzone und der geltenden Gewässer- und Strassenabstände gewählt.



Betriebsareal Rosenbergsau der SFS Group Schweiz AG

Antrag auf Richtplaneintrag

Für einen Richtplaneintrag ist eine Machbarkeitsstudie zu erstellen. Diese muss mindestens folgende Punkte umfassen:

- Erläuterung der Standortwahl inklusive verlässlichem Nachweis zum Produktionspotenzial (Windmessung)
- Aufzeigen der Eignung des Standortes unter Anwendung der Matrix Schutzinteressen/Nutzungsinteressen
- Aufzeigen der Auswirkungen der Anlage beim Bau und Betrieb auf Raum und Umwelt sowie Darlegen der Massnahmen zur Lösung von Konflikten. Bei Anlagen, welche die Schwelle für die Umweltverträglichkeitsprüfungs-Pflicht nicht erreichen, sind die entsprechenden Auswirkungen auf Raum und Umwelt sowie mögliche Massnahmen in vergleichbarer Weise aufzuzeigen.

Weiteres Verfahren

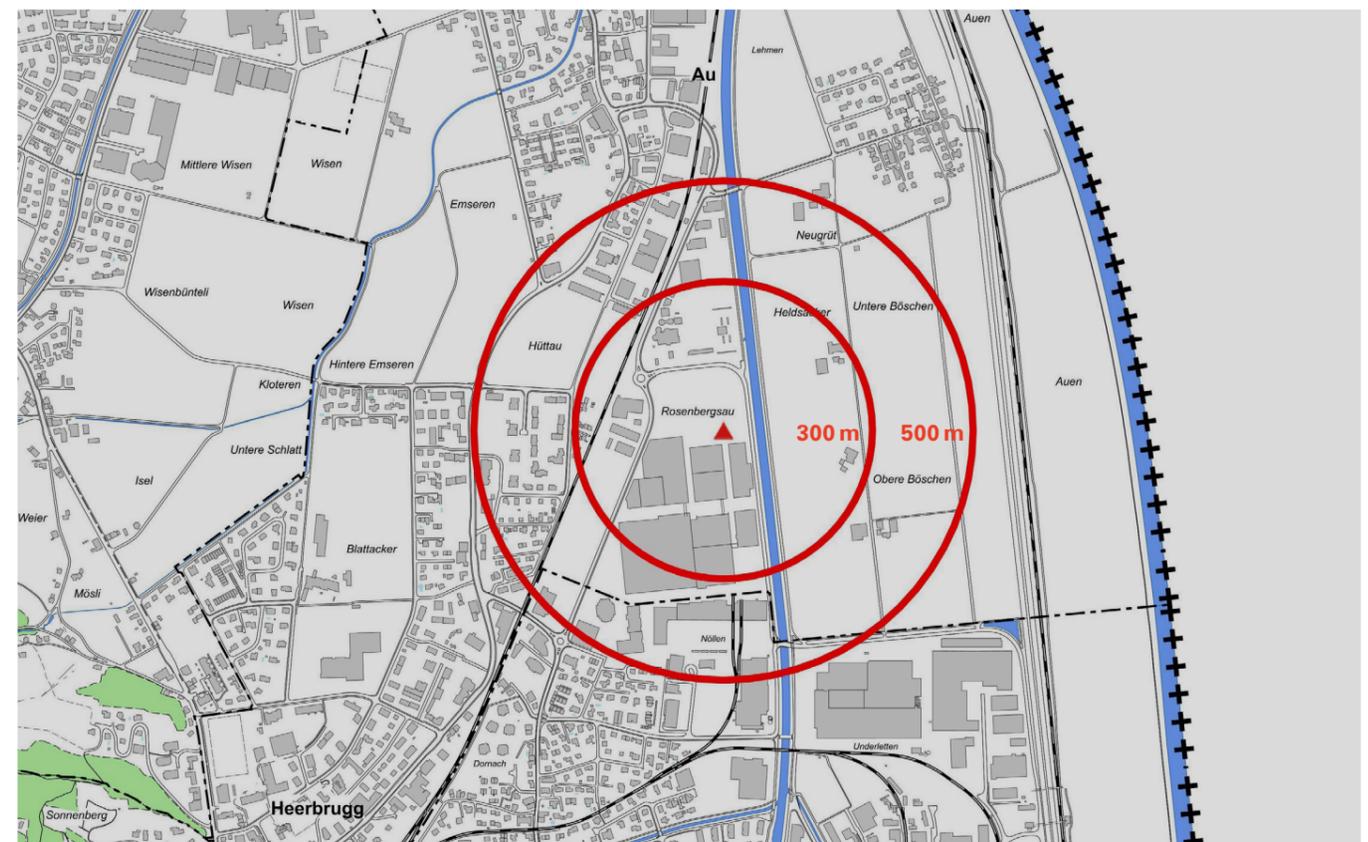
Für Einzelstandorte kommt anschliessend der kommunale Sondernutzungsplan als Leitverfahren zur Anwendung. Daher ist nach der Aufnahme im kantonalen Richtplan eine entsprechende Anpassung der kommunalen Nutzungsplanung notwendig.

Grund für Wahl einer Referenzanlage

Im nachfolgenden Bericht wird wiederholend auf die Abmasse einer Referenzanlage verwiesen. Aufgrund der langen Verfahrensdauer und der stetigen Weiterentwicklung der verfügbaren Windenergieanlagen kann, im aktuellen Projektstadium, der genaue Anlagentyp noch nicht festgesetzt werden. Daher wurde für die Untersuchungen der Auswirkungen der Windenergieanlage auf die verschiedenen Schutzgüter mit einer Referenzanlage gearbeitet, die folgende Dimensionen aufweist.

- Kanzel (Nabenhöhe): 140 m
- Rotordurchmesser: 160 m
- Gesamthöhe: 220 m
- Durchmesser Betonfundament: 26 m
- Tiefe Betonfundament: 3.5 m

Bei der Ermittlung des Windpotenzials werden verschiedene, auf dem Markt verfügbare, Anlagen verglichen. Ebenfalls wurden bei stark anlagebezogenen Untersuchungen, wie zum Beispiel zum Parameter «Lärm», die Anlagendaten aktuell verfügbarer Anlagen verwendet und referenziert.



Projektstandort der geplanten Windenergieanlage

Energiepotenzial von 5 GWh bestätigt

Am geplanten Standort können rund 5 GWh Strom pro Jahr produziert werden. Dies entspricht in etwa dem Verbrauch von 1'300 Haushalten. Gemäss Messungen wird die Anlage während rund 60% der Zeit in Betrieb sein.

Zur Ermittlung des Windaufkommens wurde eine einjährige Windmessung von August 2022 bis August 2023 durchgeführt. Nach den Richtlinien der «International Network of Wind Energy Measurement Institutes» (MEASNET) wird empfohlen, Messungen im komplexen Gelände auf einer Höhe von mindestens 3/4 der geplanten maximalen Nabhöhe durchzuführen. Für Nabhöhen von 129–140 m entspricht dies einer Messhöhe von 97–105 m. Aus Gründen der Flugsicherheit und der damit verbundenen Auflagen wurde eine Masthöhe von 99 m gewählt.

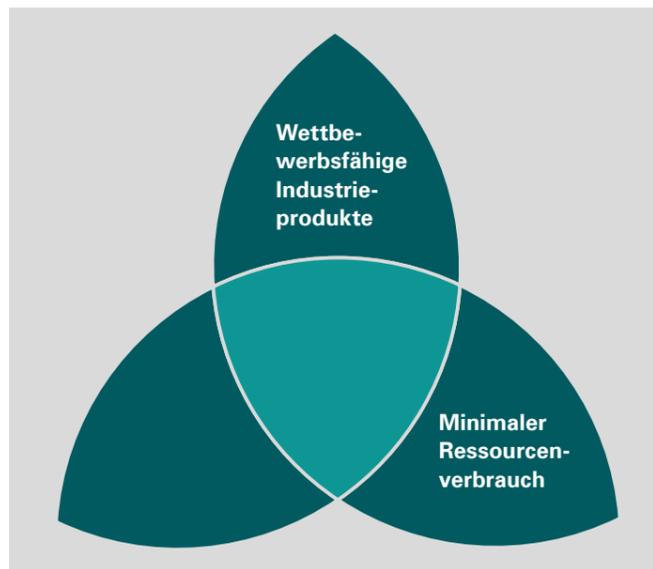
Um die Unsicherheiten in der Extrapolation der Winddaten auf Nabhöhen zu minimieren, wurde zusätzlich von April bis Juni 2023 eine LIDAR-Windmessung durchgeführt. Mit der LIDAR-Windmessung konnten Winddaten bis in einer Höhe von 200 m erfasst werden.

Ertragspotenzial

Auf Basis der Messungen und der verfügbaren Langzeitdaten nahe gelegener Messstationen wurden die Energieerträge für verschiedene mögliche Anlagentypen berechnet. Der daraus berechnete Bruttoenergieertrag entspricht dem Windpotenzial bei 100% Verfügbarkeit der Anlage an allen Tagen mit genügend Windaufkommen.

Basierend auf den Umweltstudien und den Anlagespezifikationen wurde eine Ertragsminderung von 12% ermittelt. Dies bedeutet, dass die Anlage aufgrund der Windsituation zwar einen Ertrag liefern würde, aber aus technischen oder reglementarischen Gründen in 12% der Zeit nicht zur Verfügung steht.

Anhand des Bruttoenergieertrages und der Ertragsminderungen wurde der Nettoenergieertrag berechnet und die Ertragswahrscheinlichkeit für die untersuchten Anlagentypen prognostiziert. Bei den verglichenen Anlagentypen handelt es sich um die momentan in der Schweiz verfügbaren und für den Standort geeigneten Anlagen.



Windpotenzial 5 GWh durch Messungen bestätigt

- 12% Ertragsverlust durch Abschaltungen aufgrund Umweltfaktoren (Fledermäuse, Schattenwurf etc.) bereits abgezogen
- 60% Betriebszeit, 40% Stillstand
- Keine Abschaltungen aufgrund zu starker Winde zu erwarten

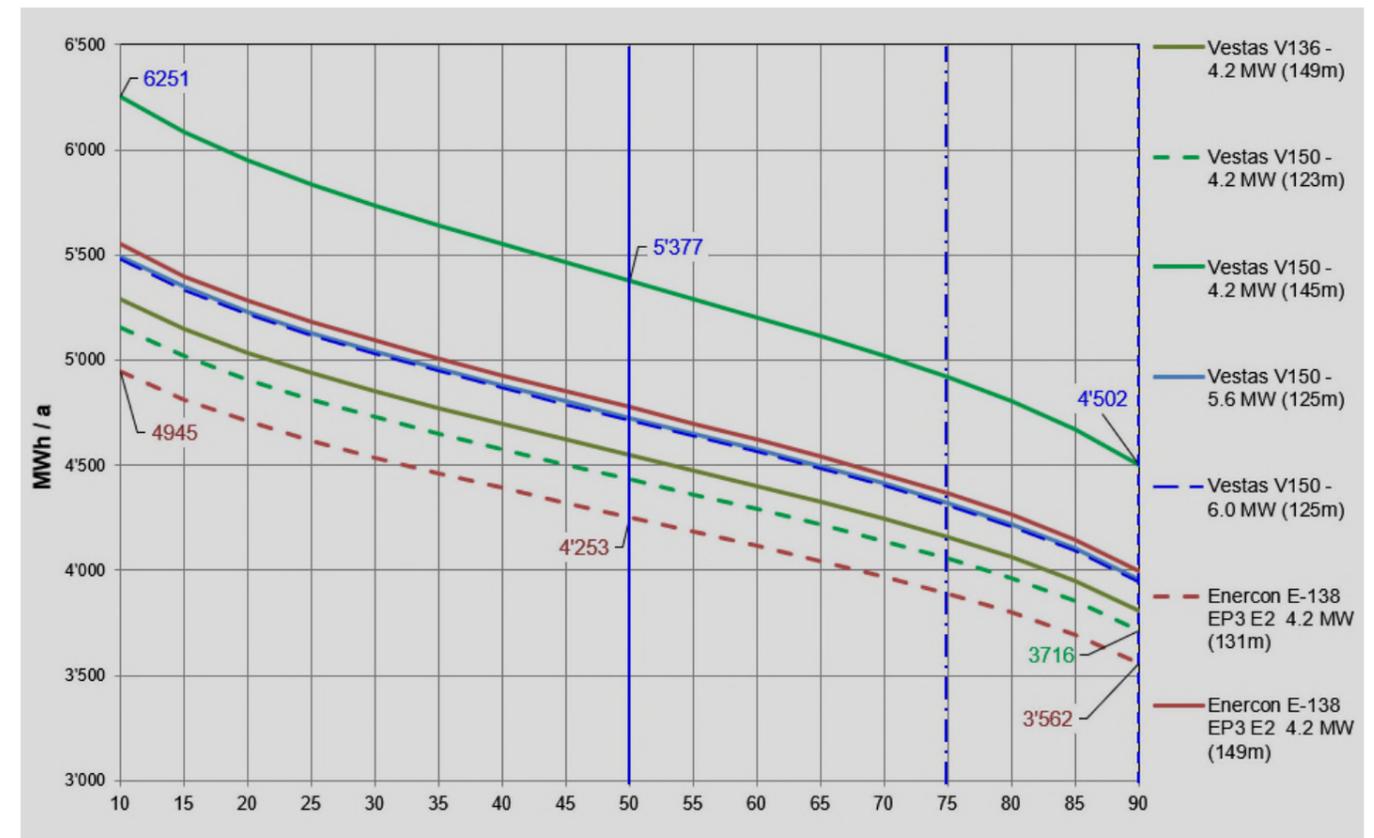
Detailinformationen:
[Anhang A02, Gutachten von Interwind AG, Zürich](#) →

Nettoenergieertrag für unterschiedliche Anlagentypen

- 90% Wahrscheinlichkeit zwischen 3.5 und 4.5 GWh/Jahr
- 50% Wahrscheinlichkeit zwischen 4.2 und 5.4 GWh/Jahr
- 10% Wahrscheinlichkeit zwischen 4.9 und 6.2 GWh/Jahr

Dies bedeutet, dass in einem durchschnittlichen Jahr (50% Wahrscheinlichkeit) der Nettoenergieertrag 4.2 GWh/Jahr für die ertrags-

schwächste Anlage und 5.4 GWh/Jahr für die ertragsstärkste Anlage beträgt. Die für die Machbarkeitsstudie verwendete Referenzanlage entspricht annähernd der ertragsstärksten Anlage und weist einen prognostizierten jährlichen Energieertrag von 4.5–6.2 GWh auf. SFS beabsichtigt, einen vergleichbaren Anlagentyp zu realisieren, weshalb von einem Energieertrag von mindestens 5 GWh ausgegangen wird.



Überschreitungswahrscheinlichkeit der Nettoerträge verschiedener Anlagentypen

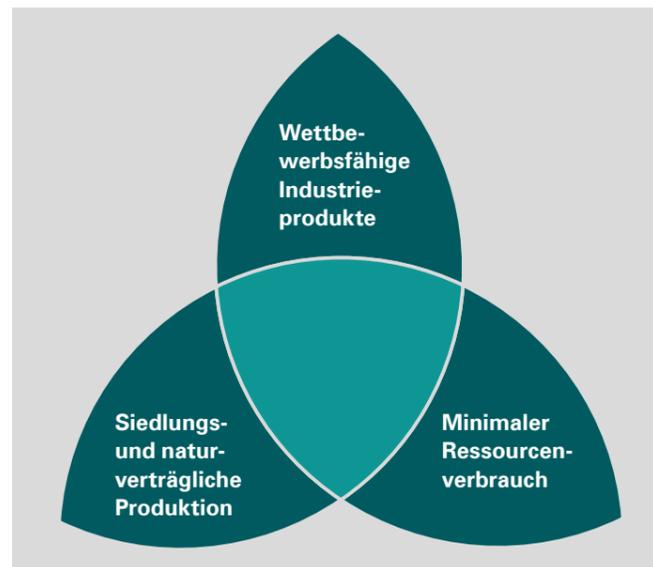
Erschliessungsstrasse vorhanden

Aufgrund der Lage in der Industriezone ist der Standort gut erreichbar. Der Transport der Bauteile der Windenergieanlage ist über die nahe Autobahn möglich und es müssen keine Erschliessungsstrassen gebaut werden.

In der Verkehrsstudie wird der Nachweis der Erschliessbarkeit des Grundstücks für Schwertransporte erbracht. Die Studie beinhaltet unter anderem eine Streckenprüfung mit Aufzählung von Massnahmen temporärer bzw. bleibender Art, um die geplante Anlage zum vorgesehenen Standort transportieren und dort installieren zu können.

Die bei einem Dienstleister für Schwergutlogistik in Auftrag gegebene Streckenprüfung bestätigt die Machbarkeit des Projektes bezüglich Transport bis zum Standort. Für das Projekt müssen gemäss den aktuellen Begebenheiten keine zusätzlichen Erschliessungsstrassen gebaut werden.

Für die Installation und Logistik vor Ort stehen, direkt angrenzend zum Projektgebiet, ausreichend Freiflächen zur Verfügung. Die Freiflächen sind im Grundbesitz der SFS Group.



Transport/Erreichbarkeit Keine baulichen Massnahmen nötig

- Standort wird bereits heute regelmässig mit Schwertransportern angefahren
- Es müssen keine Erschliessungsstrassen gebaut werden
- Genügend geeigneter Platz für Aufbau der Anlage vorhanden

Detailinformationen:
[Anhang A03, Gutachten von Emil Egger AG, St.Gallen →](#)



Keine Gefahr für Flugverkehr

Die Abklärungen mit den zuständigen Stellen sind erfolgt. Dem Projekt wurde bezüglich Flugsicherheit grünes Licht erteilt. Die Auflagen seitens des VBS können eingehalten werden.

Für den Betrieb einer Windenergieanlage muss die Vereinbarkeit mit der zivilen und militärischen Flugsicherheit nachgewiesen werden. Die Abklärungen wurden im Rahmen des «Guichet Unique Windenergie», eines koordinierten Verfahrens des Bundes, durchgeführt.

Die Beurteilung des Projektes erfolgte durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL), die Skyguide sowie das Eidgenössische Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS).

Dabei haben alle drei Stellen eine positive Stellungnahme für das Projekt abgegeben. Die erwähnten Auflagen und Hinweise seitens des VBS können eingehalten werden. Die Auflagen entsprechen dem heute geltenden Standard für Windenergieanlagen in der Schweiz. Deren Einhaltung wird im nachfolgenden Nutzungsplanungsverfahren behandelt und bestätigt. Die im Gutachten erwähnten Beleuchtungen der Blattspitzen im Infrarotbereich sind für das menschliche Auge nicht sichtbar. Die Positionsleuchte auf dem Turm ist im sichtbaren Bereich und vergleichbar mit der Positionsbeleuchtung eines Sendemasts.



Flugsicherheit Auflagen bereits umgesetzt

- Keine Beeinträchtigung des Flugbetriebes der nahe gelegenen Flugplätze Altenrhein und Hohenems
- Auflagen vom VBS entsprechend dem standardisierten Vorgehen und können problemlos eingehalten werden

Detailinformationen:

Anhang A04, Gutachten von BAZL, Bundesamt für Zivilluftfahrt, Ittigen →

Anhang A05, Gutachten von Skyguide, Wangen bei Dübendorf →

Anhang A06, Gutachten von VBS, Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport, Bern →



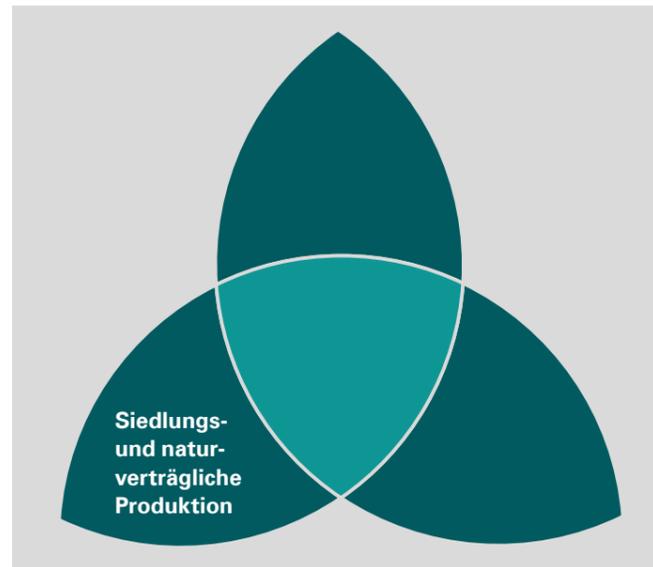
Keine Störungen für Funk und Radar

Die Abklärungen zu möglichen Störungen von Wetterradaren oder Richtfunkanlagen ergaben, dass das Projekt keine Auswirkungen auf bestehende Kommunikations- oder Radarstationen hat.

Für den Betrieb einer Windenergieanlage muss die Vereinbarkeit mit Richtfunkanlagen sowie dem Wetterradar nachgewiesen werden. Die Abklärungen wurden im Rahmen des «Guichet Unique Windenergie», eines koordinierten Verfahrens des Bundes, durchgeführt.

Die Prüfung von MeteoSchweiz als Betreiber der Wetterradare hat ergeben, dass unabhängig von der Materialverwendung mögliche Störungen des Betriebes der meteorologischen Instrumente durch die projektierte Windenergieanlage gleich null oder sehr gering sind. Demzufolge hat das Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz keine Vorbehalte gegenüber dem Projekt.

Die durch das Bundesamt für Kommunikation (BAKOM) erfolgte Prüfung der Richtfunkanlagen hat einen Konflikt im angegebenen Perimeter mit der Richtfunkstrecke einer Konzessionärin (A1 Telekom Austria AG) ergeben. Nach Rücksprache mit der Konzessionärin bestätigte diese schriftlich, dass kein Konflikt mit der Windenergieanlage besteht, womit auch diese Prüfung positiv abgeschlossen wurde.



Radar- und Funkstörungen Konflikt gelöst, keine Störungen

- Kein Wetterradar in unmittelbarer Umgebung
- Keine aktive Richtfunkstrecke tangiert

Detailinformationen:

Anhang A07, Gutachten von MeteoSchweiz, Locarno →
Anhang A08, Gutachten vom BAKOM, Bundesamt für Kommunikation, Biel →



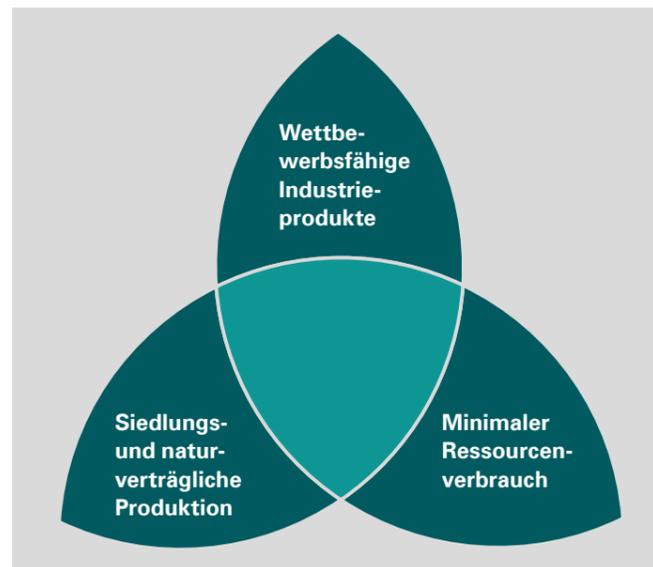
Direkte Anbindung ohne Verluste

Die erzeugte Energie wird direkt auf dem Industrieareal von SFS verwendet und die Anbindung ist über das bereits existierende Mittelspannungsarealnetz möglich. Als dezentrale Produktionsanlage entlastet die Windenergieanlage die Netze.

Die SFS Group Schweiz AG betreibt auf dem Areal Rosenbergsau ein eigenes Mittelspannungsarealnetz (20 kV). In unmittelbarer Nähe zum Projektstandort befinden sich in Gebäuden von SFS mehrere Trafostationen als Bestandteil des Mittelspannungsarealnetzes. Die Netzanbindung ist somit mit minimalem Eingriff in die Umwelt gewährleistet. Die erzeugte Energie der Windenergieanlage dient grösstenteils dem Eigenverbrauch von SFS und wird die öffentlichen Netze entlasten.

Der voranschreitende Ausbau der erneuerbaren Energien birgt grosse Herausforderung für die zukünftige Netzinfrastruktur. Eine dezentrale Stromerzeugung direkt am Verbrauchsort entlastet nicht nur die Netze, sondern reduziert auch die Übertragungsverluste und ermöglicht damit eine effiziente Energienutzung. Das Projekt Rhintl-Wind trägt durch die Entlastung der Netze zur Reduktion der Energiekosten für die Allgemeinheit bei.

Die weiteren Abklärungen zur Integration in das vorhandene Mittelspannungsnetz erfolgen nach der Definition des genauen Anlagentyps.



Elektrische Netzanbindung Bestehende Trafostationen nutzbar

- Anlage wird in bestehendes Netz integriert und erfordert keinen Netzausbau
- Keine Erstellung von grossflächigen Erschliessungsleitungen nötig
- Die Energie wird direkt am Ort der Erzeugung benötigt und ohne grosse Übertragungsverluste effizient verbraucht
- Dezentrale Stromerzeugung am Verbrauchsort entlastet das Stromnetz



Leiser als heutiges Produktionswerk

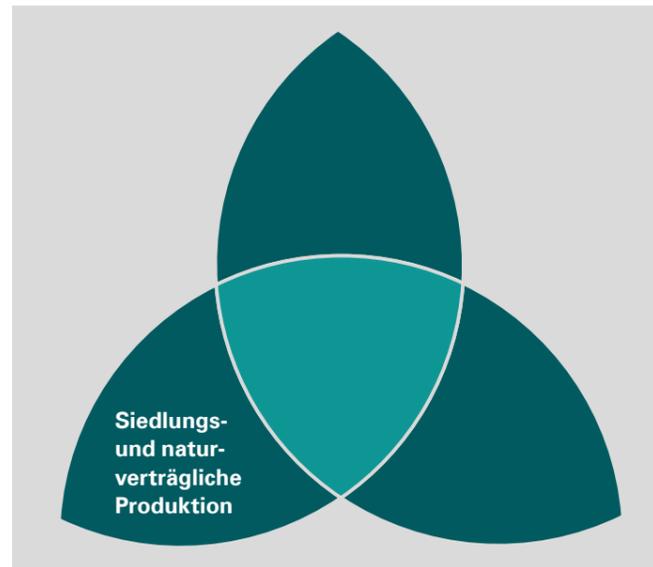
In einer Entfernung von 300 m erzeugt die Windenergieanlage im Freien einen Geräuschpegel von ca. 45 Dezibel und ist damit etwa so laut wie ein Kühlschrank. Die Anlage trägt nur marginal zur Gesamtlärmbelastung des Standortes bei.

Die Schallimmissionen durch die Windenergieanlage wurden entsprechend den kantonalen und nationalen Richtlinien berechnet und anschliessend nach den Belastungsgrenzwerten der Lärmschutzverordnung (LSV) beurteilt. Die LSV schreibt für die Errichtung neuer Anlagen je einen Planungswert sowie einen Immissionsgrenzwert für den Tag und die Nacht vor. Der Planungswert ist tiefer angesetzt als der Immissionsgrenzwert, ab welchem eine Lärmquelle als erheblich störend wahrgenommen werden kann.

Die Planungswerte müssen an allen Immissionspunkten eingehalten werden. Insgesamt wurden 13 Gebäude als Immissionspunkte identifiziert. Die Immissionspunkte wurden nach dem Worst-Case-Prinzip definiert und widerspiegeln somit jeweils den Punkt mit den höchsten Immissionen pro angrenzende Zone. Der Wert am Immissionspunkt entspricht dem berechneten Wert, der aussen an der Gebäudehülle zu erwarten ist.

Für die Berechnungen wurde der Windturbinentyp Vestas V150 mit Nabenhöhen von 123 m und 145 m und einem Rotordurchmesser von 150 m herangezogen. Es wurden die beiden Varianten mit 4.2 MW respektive 6.0 MW Nennleistung betrachtet, die bezüglich Grösse, Leistung und Schallemissionen im Bereich der definierten Referenzanlage liegen und das mögliche Immissionspektrum widerspiegeln.

Die Berechnungen haben ergeben, dass die Planungswerte tagsüber an sämtlichen Immissionspunkten für beide Varianten auch ohne schallreduzierende Massnahmen eingehalten werden. Während der Nacht treten nur an einem Immissionspunkt (IP10) Überschreitungen des Planungswerts auf. Beim IP10 handelt es sich um die Büroräumlichkeiten der nahe gelegenen Abwasserreinigungsanlage (ARA), in denen während der Nacht jedoch kein Personal vor Ort ist. Damit handelt es sich bei diesen Räumlichkeiten um Betriebsräume, für die höhere Grenzwerte gelten, welche eingehalten werden können.



Lärm Grenzwerte eingehalten

- Sämtliche Lärmschutzvorschriften werden eingehalten
- Windenergieanlage ist leiser als das bestehende Produktionswerk
- Zusätzliche Massnahmen zur Reduktion der Störwirkung gemäss Empfehlung BAFU und AFU Kanton SG werden geprüft

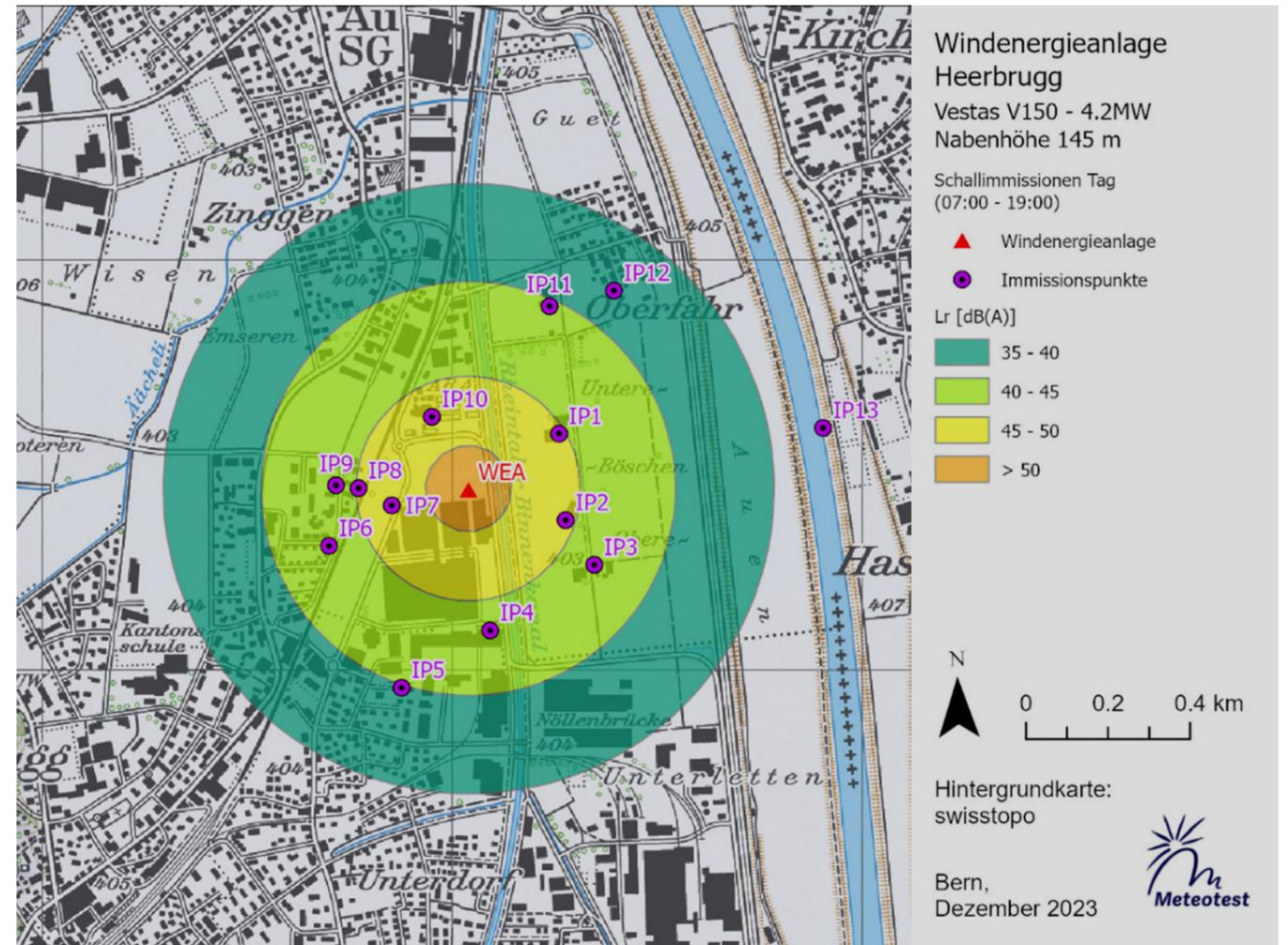
Detailinformationen:
[Anhang A11, Gutachten von Meteotest AG, Bern](#) →
[Anhang A12, Gutachten von SINUS AG, Oensingen](#) →

In einem zweiten Schritt wurden mit dem Gutachten der Firma Sinus die Schallimmissionen des SFS Betriebsareals untersucht. Dabei wurden die relevanten Lärmquellen auf dem Betriebsareal erfasst und anschliessend die Belastung an 39 Immissionspunkten berechnet. Zusätzlich wurde die Auswirkung der Windenergieanlage auf die Gesamtlärmsituation beurteilt. Die Beurteilung erfolgte ebenfalls unter Berücksichtigung von Planungs- und Immissionsgrenzwerten.

Die Studie zeigt, dass die Windenergieanlage nur marginal zur Gesamtlärmbelastung in der Umgebung des Areals Rosenbergsau beiträgt. Der dominante Lärm wird durch die aktuell bestehenden Industrieanlagen von SFS verursacht, insbesondere durch die Kühlgeräte auf dem Dach. Dabei kann es in der Nacht gemäss dem Berechnungsmodell zu geringen Überschreitungen der Grenzwerte kommen.

Die berechneten Überschreitungen sind eine Folge der gesamtheitlichen Betrachtung des Areals. Bei der Erstellung der jeweiligen technischen Anlagen wurden diese nur isoliert beurteilt.

Für die durch die Studie erkannten dominierenden Lärmquellen wird SFS mögliche Minderungsmassnahmen evaluieren und schrittweise umsetzen. Somit werden sich die gesamten Lärmemissionen des Standortes – inklusive der Windenergieanlage – gegenüber der aktuellen Situation verringern.



Windenergieanlage regelt Schattenwurf

Die rotierenden Blätter einer Windenergieanlage verursachen ein «Schattenwurf-Flimmern», wenn sie das Sonnenlicht kurzzeitig blockieren. Um den störenden Schattenwurf auf die Umgebung zu minimieren, wird die Anlage mit einem automatischen Schattendetektor ausgerüstet.

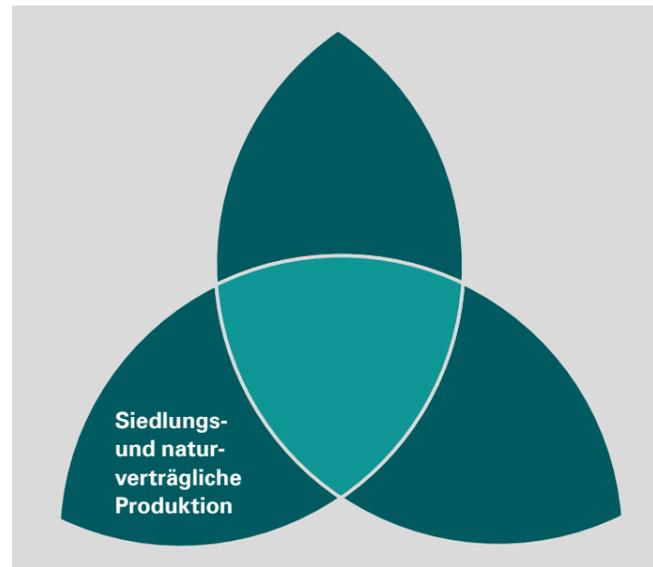
Die Grenzwerte für die zulässige Dauer von Schattenwurf auf Wohngebäude und andere betroffene Bauten durch Windenergieanlagen sind in der Schweiz rechtlich nicht geregelt. Aus diesem Grund wurde für die Beurteilung auf die deutsche Richtlinie für Immissionsschutz zurückgegriffen, die auf dem deutschen Gesetz basiert.

Ziel der Studie war es festzustellen, ob und welche Massnahmen getroffen werden müssen, damit die Anforderungen der in der Bundesrepublik Deutschland gültigen Richtlinien bezüglich zulässiger Dauer von Schattenwurf durch Windenergieanlagen erfüllt sind. Der Schattenwurf wird anhand zweier verschiedener Richtwerte beurteilt und reglementiert.

Einerseits zeigt die astronomisch maximal mögliche Schattenwurf-dauer das Worst-Case-Szenario. Dies ist die Zeit, bei der die Sonne theoretisch zwischen Sonnenauf- und Sonnenuntergang durchgehend bei wolkenlosem Himmel scheint, die Rotorfläche senkrecht zur Sonneneinstrahlung steht und die Windenergieanlage in Betrieb ist. Dieser Wert darf 30 Stunden pro Jahr und 30 Minuten pro Tag nicht überschreiten.

Andererseits zeigt die meteorologisch wahrscheinliche Schattenwurf-dauer das wahrscheinlichste Szenario, also die Schattenwurf-dauer unter Berücksichtigung der meteorologischen Bedingungen. Dieser Wert darf 8 Stunden pro Jahr nicht übertreffen.

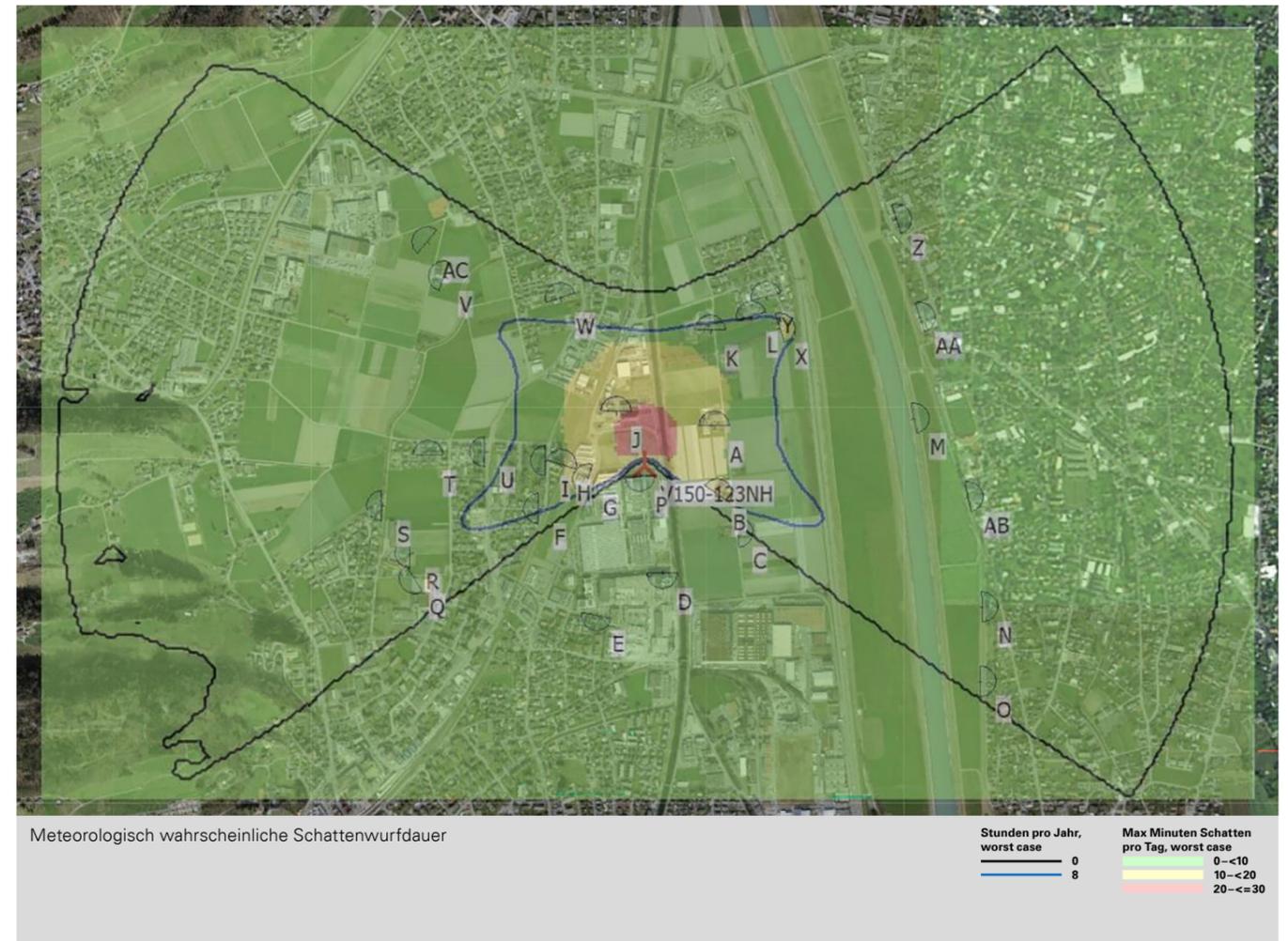
Die Prüfung hat ergeben, dass ohne Massnahmen bei 24 Gebäuden Grenzwerte überschritten werden. Die Windenergieanlage wird daher mit einem Schattendetektor ausgerüstet, damit die Grenzwerte während des Betriebs automatisch eingehalten werden. Der Schattenwurfdetektor führt gemäss Berechnung zu Abschaltung während 23 Stunden und 55 Minuten pro Jahr. Der erwartete Ertragsverlust aufgrund dieser Abschaltungen beträgt 1%.



Schattenwurf Maximal 8 Stunden im Jahr

- Grenzwerte aus Deutschland angewendet
- Anlage schaltet ab, wenn ein Grenzwert überschritten wird
- Abschaltung von ca. 24 Std. pro Jahr aufgrund von erwartetem Schatten
- Ertragsminderung von 1% durch Abschalten der Anlage

Detailinformationen:
[Anhang A09, Gutachten von Interwind AG, Zürich](#) →



Meteorologisch wahrscheinliche Schattenwurf-dauer

Stunden pro Jahr, worst case
 0
 8
 Max Minuten Schatten pro Tag, worst case
 0-10
 10-20
 20-30

Neues Objekt im Landschaftsbild

Die geplante Windenergieanlage wird von vielen Standorten aus sichtbar sein, sich allerdings in die industriell geprägte Siedlungslandschaft des Rheintals eingliedern. Es werden keine schützenswerten Objekte oder Ortsbilder beeinträchtigt.

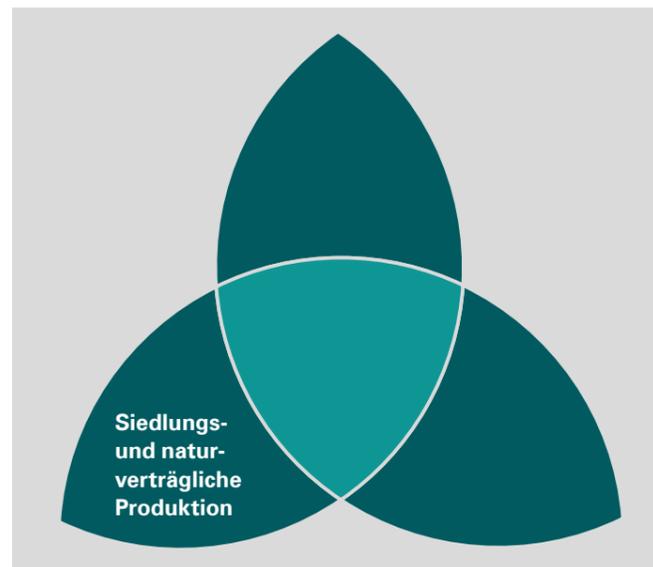
Mit der Beurteilung der Sichtbarkeit und der Landschaftsverträglichkeit wird aufgezeigt, wie sich die Windenergieanlage in die unmittelbare Landschaft einpasst. Zur Beurteilung wurden unter anderem positions- und massstabsgetreue Fotomontagen aus der Perspektive von 13 verschiedenen Standorten erstellt.

Bei der geplanten Windenergieanlage handelt es sich um ein neues markantes Objekt im Landschaftsbild des Rheintals. Die Beurteilungen der Objektebene und -wahrnehmung haben ergeben, dass die Windenergieanlage von knapp der Hälfte der Standorte (6 von 13) als «wenig beeinträchtigend» wahrgenommen wird. Dies kann dadurch erklärt werden, dass sich im Rheintal Siedlungsstrukturen mit industrieller Prägung vermischen und dadurch vertikale hohe Objekte keine Seltenheit darstellen. Dadurch gliedert sich die Anlage von vielen Standorten aus gut in das Landschaftsbild ein.

Bei den drei Standorten, für welche die Objektwahrnehmung als «sehr beeinträchtigend» beurteilt wurde, ist die Entfernung zur Anlage so gering, dass sie auf jeden Fall wahrgenommen wird. Je grösser der Abstand zur Anlage ist, desto weniger wird sie wahrgenommen und verschimmt mit den Strukturen im Umfeld.

Die Windenergieanlage hat keine negativen Auswirkungen auf die Schutzziele des Umweltbereichs Landschaft und Ortsbild, insbesondere auf die schützenswerten Ortsbilder gemäss dem Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz (ISOS).

Die Stiftung Landschaftsschutz Schweiz befürwortet das Projekt, da die Windenergieanlage in einem industriell geprägten Umfeld gebaut wird, die Energie direkt am Verbrauchsort erzeugt wird und keine Erschliessungsinfrastruktur gebaut werden muss.



Sichtbarkeit/Landschaftsschutz Fernsicht nicht beeinträchtigt

- Die Windenergieanlage hat in der Nahaussicht eine hohe Sichtbarkeit und wird wahrgenommen
- Im Mittel- und Fernbereich wird das Landschaftsbild nicht massgeblich beeinflusst
- Die erstellten Fotomontagen sind positions- sowie massstabsgetreu und zeigen ein realistisches Bild auf

Detailinformationen:
Anhang A01, Gutachten von ARNAL, Büro für Natur und Landschaft AG, Herisau →



Fotomontage mit Blick vom Gasthaus Meldegg: Nebenhöhe 148 m, Gesamthöhe 223 m, Distanz zur Anlage 2'300 m

Eiswurf technisch verhindert

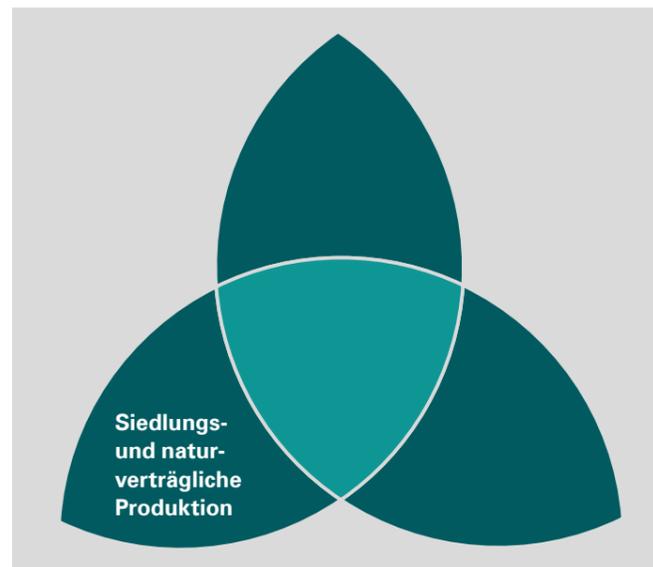
Eisbildung an den Rotorblättern ist nicht nur gefährlich, sondern reduziert auch die Effizienz der Anlage. Aus diesem Grund wird die Anlage mit Eisdetektoren und einer Rotorblattheizung ausgerüstet. Diese Technologie hat sich auch bei Windenergieanlagen in Berggebieten bewährt.

Nicht nur aus sicherheitstechnischen Aspekten, sondern auch wegen potenzieller Ertragseinbußen ist die Vereisungsproblematik ein wichtiges Thema bei Windenergieprojekten. Deshalb erfassen alle Windenergieanlagen die Vereisung und sind, falls nötig, mit Enteisungssystemen ausgestattet.

Um das Eiswurfisiko von Rotorblättern zu verhindern, werden die Anlagen mit Eisdetektoren und Rotorblattheizung betrieben. Wenn die Wetterbedingungen Eisbildung ermöglichen, werden die Rotorblätter beheizt, damit sich kein Eis auf den Rotorblättern bildet. Dieses Vorgehen erhöht unter anderem auch die Effizienz der Anlagen, denn Eis auf Rotorblättern bedeutet Zusatzgewicht und damit erhöhte Lasten für die Anlage. Ebenfalls macht Eis die Oberfläche der Rotorblätter rau, was wiederum den Leistungsbeiwert vermindert.

Die klimatischen Bedingungen des Standorts wurden im Verlauf des Messjahres analysiert, um die Vereisungshäufigkeit und deren Auswirkungen auf die Produktion zu analysieren. Dabei wurde berücksichtigt, dass Vereisungsprozesse auf unterschiedliche Art und in verschiedenen Temperaturbereichen auftreten können. Für den Standort in Heerbrugg wurden während 2% des Jahres Bedingungen ermittelt, bei denen Vereisung vorkommen kann. Die Anlage muss daher über eine Rotorblattheizung verfügen, damit eine Gefahr durch Eiswurf ausgeschlossen werden kann.

Dies wird im weiteren Projektverlauf bei der Wahl des genauen Anlagentyps berücksichtigt und die genauen Verhältnisse vor Ort werden zusätzlich in einem detaillierten Eisfall- und Eiswurfgutachten überprüft.



Vereisung Kein Eiswurf dank Rotorblattheizung

- Bedingungen für Vereisung nur an 2% des Jahres ermittelt
- Bewährte technologische Lösung verhindert Eiswurf

Detailinformationen:
[Anhang A02, Gutachten von Interwind AG, Zürich →](#)



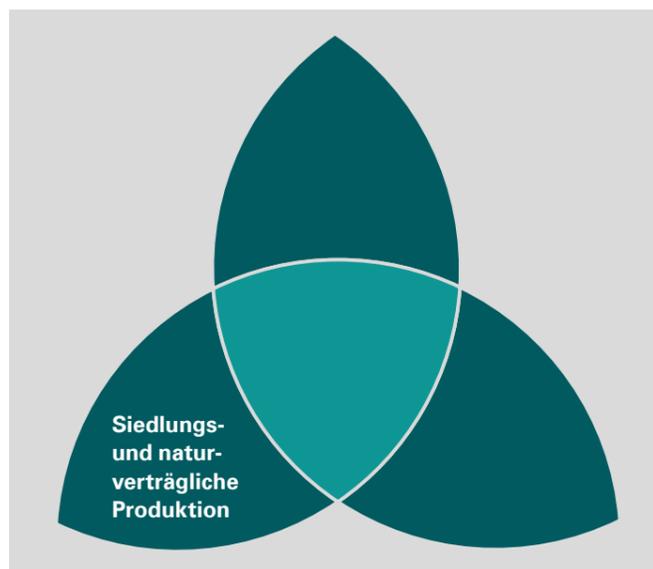
Vogelschutz gewährleistet

Im Areal der geplanten Windenergieanlage haben keine seltenen oder geschützten Vogelarten ihren Vorkommensschwerpunkt. Ein Konfliktpotenzial mit einzelnen Arten kann durch Massnahmen reduziert werden. Insgesamt hat der Bau der Windenergieanlage wenig negative Auswirkungen für Vögel.

Bereits in einer frühen Planungsphase wurde ein umfangreiches Vogelmonitoring erstellt sowie bekannte Umweltorganisationen in die Gespräche miteingebunden. Die Auswirkungen der geplanten Windenergieanlage auf Vögel und die übrige Fauna ist daher umfassend untersucht worden. Dabei wurden die geltenden Vorgaben und Standards aus dem Umwelt- und Artenschutz berücksichtigt. Das Konfliktpotenzial wurde nach Bau- und Betriebsphase differenziert analysiert und wo nötig entsprechende Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen vorgeschlagen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es sich bei der Windenergieanlage um ein neues Objekt im Lebensraum diverser lokaler und ziehender Vögel handelt. Bei den Begehungen zur Erhebung der Brutvögel sowie der Eulen und anderer nachtaktiver Vögel zeigte sich, dass keine seltenen und/oder geschützten Arten einen Vorkommensschwerpunkt im Gebiet aufweisen. Bei Mauersegler, Turmfalke, Mäusebussard und Rotmilan ist ein Konfliktpotenzial vorhanden, das jedoch mit geeigneten Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen reduziert werden kann. Auch Horste windkraftsensibler Arten konnten in der Nähe des Windenergieanlage-Standorts nicht nachgewiesen werden. Alle nachgewiesenen Horste befinden sich am Rand des Untersuchungsperimeters (3 km).

Bei der Erhebung der Zugvögel zeigte sich, dass sich der Grossteil der ziehenden Greifvögel und weiterer Thermiksegler ausserhalb des Gefahrenbereichs bewegt. Im Vergleich zu einem durchschnittlichen Vogelzug mit 5 Greifvögeln pro Stunde ist der Greifvogelzug nahe der Windenergieanlage mit 2.5–3 ziehenden Vögeln pro Stunde gering.



Vögel Geringe negative Auswirkungen

- Mit Vermeidungs- und Ausgleichsmaßnahmen umweltverträglich für Vögel
- Konfliktpotenzial beim Greifvogelzug ist unterdurchschnittlich
- Falls in Kontrollmonitoring negative Einflüsse erkannt werden, sind entsprechende Minderungs- und Schutzmassnahmen bekannt und umsetzbar

Detailinformationen:
Anhang A01, Gutachten von ARNAL, Büro für Natur und Landschaft AG, Herisau →

Der Bau der Windenergieanlage hat voraussichtlich wenig negative Auswirkungen auf die Schutzziele des Umweltbereichs Vögel. Potenziell auftretende negative Auswirkungen lassen sich mit geeigneten Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen minimieren, womit der Eingriff für den Umweltbereich Vögel als umweltverträglich beurteilt werden kann. Zur Vermeidung der Beeinträchtigung des gemäss NHG schützenswerten Lebensraums (Lebensraum von geschützten Arten) sind geeignete Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen vorzunehmen.

Nach Inbetriebnahme der Anlage werden im Zuge eines Monitorings auch Kollisionopfer registriert und bei Bedarf entsprechende Massnahmen umgesetzt. Dazu gehört beispielsweise die temporäre Abschaltung der Anlage beim Schnitt der Wiesen oder beim Gülleaustrag in unmittelbarer Umgebung.



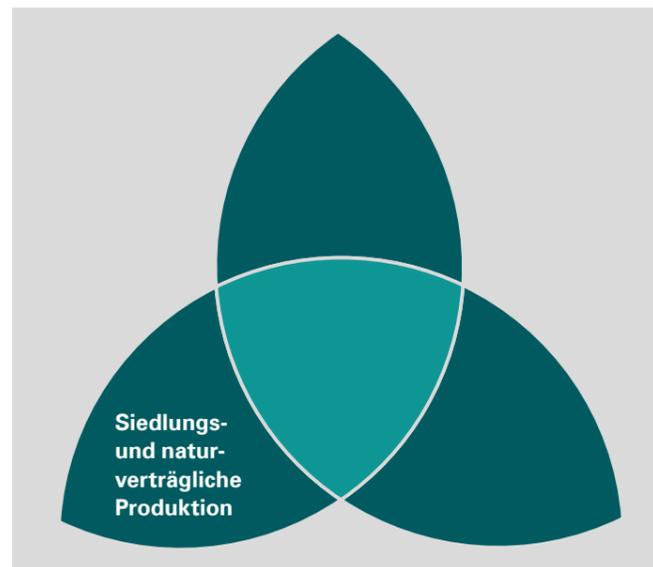
Abschaltung für Fledermäuse nötig

Fledermäuse sind in der Schweiz geschützt und können ein Konfliktpotenzial mit Windenergieanlagen aufweisen. Beim Projekt RhintWind sind Schutzmassnahmen geplant, um mögliche Auswirkungen zu minimieren.

Fledermäuse sind in der Schweiz bundesrechtlich geschützt. Daher wurde ein spezifisches Fachgutachten erstellt, um die Auswirkungen der geplanten Windenergieanlage auf Fledermäuse zu beurteilen. Zur Erfassung des Fledermausvorkommens wurde eine bioakustische Aktivitätsmessung am Windmessmast installiert. Die permanenten Aufzeichnungen erfolgten während der Fledermaussaison vom 15. März bis zum 31. Oktober.

Insgesamt wurden am Messstandort 4'671 Rufsequenzen (Durchflüge) von Fledermäusen registriert. Diese wurden mindestens neun Fledermausarten zugeordnet. Es wurden zwei Arten von sehr hoher «nationaler Priorität» (Mausohrfledermaus und Zweifarbfledermaus) nachgewiesen. Zum ersten Mal im Kanton St. Gallen konnte zudem der seltene Riesenabendsegler registriert werden. Von allen drei Arten zusammen wurden jedoch weniger als 100 Durchflüge registriert. Der Anteil an Fledermausarten der Roten Liste beträgt mindestens 2%.

Ein grosser Anteil der Aufnahmen stammt von migrierenden Arten (84%). In der Migrationszeit im Frühling und im Sommer wurde eine «geringe» Aktivität aufgezeichnet, in der Migrationszeit im Herbst eine «mittlere bis erhöhte» Aktivität.



Fledermäuse Abschaltungen reduzieren Konflikte

- Ohne Schutzmassnahmen besteht ein Konfliktpotenzial mit geschützten Fledermausarten
- Schutzmassnahmen sind aus bestehenden Projekten bekannt und erprobt
- Mögliche Ertragseinbussen durch geplante Abschaltungen zum Fledermausschutz wurden berücksichtigt

Detailinformationen:
[Anhang A10, Gutachten von SWILD, Zürich →](#)

Aufgrund der breiten Artenvielfalt und des mittleren bis erhöhten Aktivitätsniveaus ist ohne Schutzmassnahmen ein Konfliktpotenzial mit gefährdeten Fledermausarten gegeben. Es besteht deshalb der Bedarf für gezielte Massnahmen zur Reduktion der Konflikte, zu einer Erfolgskontrolle zur Wirkung der Schutzmassnahmen sowie zur Kompensation der nicht vermeidbaren Mortalität. Es wird empfohlen, einen optimierten Abschaltplan zum fledermausfreundlichen Betrieb der Windenergieanlage einzusetzen, womit sich die Auswirkungen der geplanten Windenergieanlage auf Fledermäuse auf ein verträgliches Mass reduzieren lassen. Die Umsetzung und Wirkung der Schutz- und Kompensationsmassnahmen sollen nach Start des Betriebs der Windenergieanlage überprüft werden.

Aufgrund der Ergebnisse wird SFS für den Betrieb der Anlage einen optimierten Abschaltplan vorsehen. Das heisst, dass die Anlage in Zeiten mit besonders hohen Fledermausaktivitäten abgeschaltet wird, um Kollisionsopfer zu verhindern. Dabei handelt es sich um ein bekanntes und erprobtes Vorgehen zum Schutz von Fledermäusen. Der Ertragsverlust aufgrund der geplanten Abschaltungen ist in der Ertragsprognose bereits berücksichtigt.



Rücksicht auf Boden, Wald und Wasser

Bei zusätzlichen Umweltthemen wie Boden, Pflanzen, Wald oder Gewässer besteht kein Konfliktpotenzial.

Andere Tiere

Andere Tiere als Vögel oder Fledermäuse sind nur durch den Bau der Windenergieanlage betroffen. Sobald der Bau abgeschlossen ist, werden keine anderen Tiere beeinträchtigt. Die Bauphase soll daher ausserhalb der Aktionszeit von möglicherweise vorkommenden geschützten Arten stattfinden und so kurz wie möglich dauern. Mit der Umsetzung dieser Massnahmen ist die Umweltverträglichkeit für den Bereich Vegetation und Lebensräume sichergestellt.

Boden

Am Standort besteht das übliche Erosionsrisiko, jedoch ist aufgrund vorhandener Zufahrtsstrassen und befestigter Lagerplätze nur wenig Bodenabtrag nötig. Unter Berücksichtigung der in der Studie aufgeführten Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen während der Bauphase wird der Projekteingriff für das Schutzgut Boden (inkl. Neophyten) als umweltverträglich beurteilt.

Vegetation und Lebensräume

Im betroffenen Gebiet kommen keine seltenen Lebensräume oder Pflanzen vor. Um die Vegetation möglichst zu schonen, werden während des Baus Massnahmen ergriffen. Dazu gehört, dass möglichst viele Arbeiten ausserhalb der Vegetationszeit durchgeführt und temporär beeinträchtigte Flächen wieder begrünt und aufgewertet werden. Installations- und Lagerplätze auf unversiegelten Flächen sind möglichst klein zu halten.

Wald

Der Wald wird durch das Vorhaben nicht tangiert. Das nächste Waldstück ist mehr als 1 km vom Standort entfernt. Somit ist der Umweltbereich Wald vom Projekt nicht betroffen und die Umweltverträglichkeit ohne Berücksichtigung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen sowie Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen gegeben.

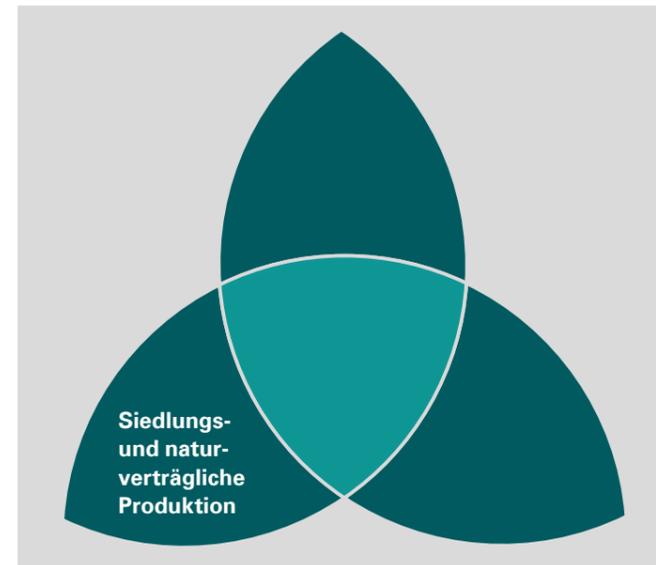
Gewässer

Während des Baus der Windenergieanlage wird jede Gewässer-Verunreinigung mit grösstmöglicher Vorsicht vermieden. Nach der Fertigstellung hat die Windenergieanlage keinen Einfluss auf die Gewässer. Die Gewässerschutzverordnung und Empfehlungen zur Entwässerung von Baustellen werden eingehalten.

Grundwasser

Gemäss der Gewässerschutzkarte befindet sich die geplante Windenergieanlage im Überlagerungsbereich der Gewässerschutzbereiche A_u und A_v. Es befinden sich keine Grundwasserschutzzonen, Grundwasserschutzareale, Grundwasserfassungen, Oberflächenwasserfassungen, Quellen, Rohwasserpumpwerke und Anreicherungsanlagen in der näheren Umgebung der Windenergieanlage. Gemäss der Grundwasserkarte befindet sich das Vorhaben in einem Bereich mit bekanntem Grundwasserleiter und einem mittleren Grundwasserspiegel von 401 m ü. M., wobei sich das Terrain des Standorts der geplanten Windenergieanlage auf 403 m ü. M. befindet.

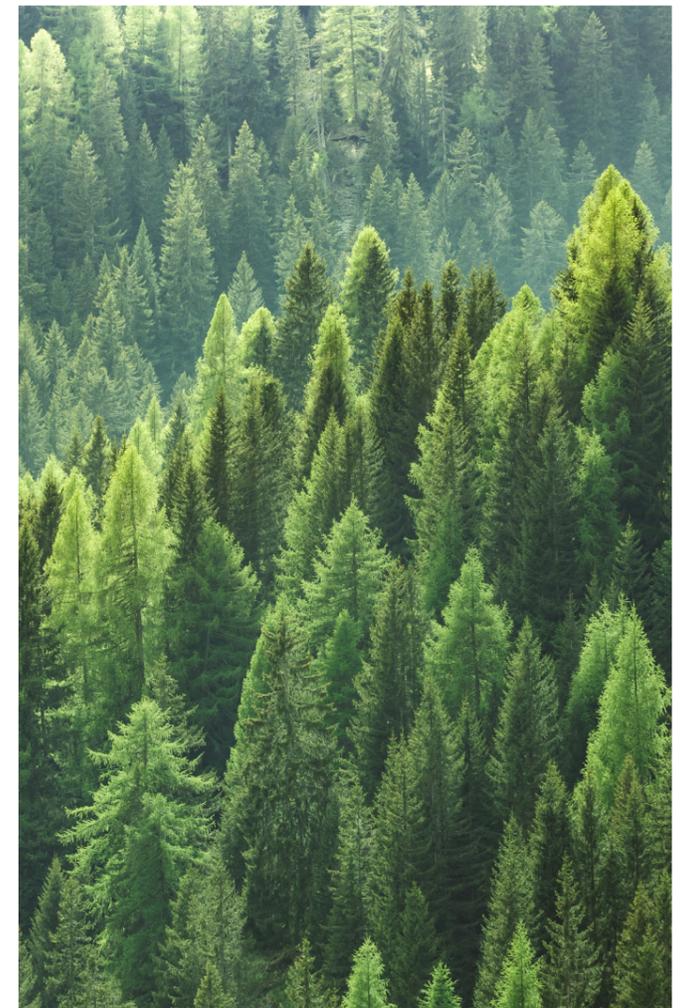
Durch die Lage im mittleren Grundwasserspiegel sind die allgemeinen Auflagen vom Amt für Umwelt des Kantons St.Gallen zu beachten. Im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens muss ein Nachweis erbracht werden, dass die Durchflussverminderung weniger als 10% beträgt. Allenfalls sind gemäss dem Amt für Wasser und Energie des Kantons St.Gallen Kompensationsmassnahmen zu ergreifen, z. B. Kiespackungen rund um das Fundament zur Erhöhung der Durchflusskapazität. Die Massnahmen zum Grundwasserschutz sind vergleichbar mit dem Bau einer Tiefgarage eines kleineren Mehrfamilienhauses.



Weitere Umweltthemen Massnahmen problemlos umsetzbar

- Keine Beeinträchtigung von Tieren nach der Bauphase
- Projekteingriff für Böden und Vegetation gering
- Mögliche Kompensationsmassnahmen im Bereich Grundwasser werden umgesetzt

Detailinformationen:
Anhang A01, Gutachten von ARNAL, Büro für Natur und Landschaft AG, Herisau →



Machbarkeitsstudie Windenergieanlage SFS | ARNAL

AUFTRAGGEBER:
SFS Group Schweiz AG, Technology

CH-9435 Heerbrugg

ARNAL

BÜRO FÜR NATUR UND LANDSCHAFT AG

WINDENERGIEANLAGE SFS



03.07.2024

Machbarkeitsstudie

KASERNENSTRASSE 37, CH-9100 HERISAU
TEL. +41 (0)71 366 00 50, FAX +41 (0)71 366 00 51
SANDOR VEGH STRASSE 9, A-5020 SALZBURG
TEL. +43 (0)662 823 440, FAX +43 (0)662 823 690
www.arnal.ch | www.arnal.at

Impressum ARNAL, Büro für Natur und Landschaft AG

Berichtsredaktion

Hofmann, Fabian, MSc in Biologie; Ecology & Evolution UniBE

Themenleitung

Hofmann, Fabian, MSc in Biologie; Ecology & Evolution UniBE

Wild, Stefan, BSc in Umweltingenieurwesen, ZHAW

Projektbearbeitung

Hofmann, Fabian, MSc in Biologie; Ecology & Evolution UniBE

Bandelmann, Talisa, MSc in Biologie; Ökologie, Universität Bielefeld

Wild, Stefan, BSc in Umweltingenieurwesen, ZHAW

Turecek, Cornelia, MSc Landschaftsplanung, -architektur

Berichtsstatus		Aktualisierung
Einreichung Bericht	20.09.2023	30.11.2023 03.07.2024
Entwurf extern	17.08.2023	20.09.2023
Entwurf intern	17.08.2023	
Rasterdatum	03.08.2023	

Dokumentenpfad: M:\Projekte\233.01 SFS_WEA_Machbarkeit\Berichte\Bericht_240703.docx



INHALT

1	Einleitung und Auftrag	6
2	Projekt	7
2.1	Ausgangslage	7
2.2	Technische Angaben	8
3	Untersuchungsräume und Raumplanung	9
3.1	Untersuchungsperimeter	9
3.1.1	Engerer Untersuchungsperimeter (Gefahrenbereich)	9
3.1.2	Mittlerer Untersuchungsperimeter	9
3.1.3	Weiterer Untersuchungsperimeter	10
3.2	Raumplanung	11
3.2.1	Kantonaler Richtplan	11
3.2.2	Landwirtschaft	12
3.2.3	Naturgefahren	13
3.2.4	Nutzungsplanung	14
3.2.5	Schutzverordnung Gemeinde	15
4	Schutzgut: Landschaft (inkl. Ortsbild)	16
4.1	Untersuchungsraum	16
4.1.1	Sichtbarkeitsanalyse inkl. Standortauswahl	16
4.2	Methodik	18
4.2.1	Grundlagen	18
4.2.2	Erhebungen	18
4.2.3	ISOS – Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz von nationaler Bedeutung	22
4.3	Eingriffsbeurteilung	24
4.3.1	Objektebene	24
4.3.2	Objektwahrnehmung	25
4.4	Fazit / Massnahmenfestlegung	38
4.4.1	Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen	39
4.4.2	Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen	39
4.5	Beurteilung der Umweltverträglichkeit	39
5	Schutzgut: Boden (inkl. Neophyten)	40
5.1	Untersuchungsraum	40
5.2	Methodik	40
5.2.1	Grundlagen	40
5.2.2	Methodik	40

5.3	Ausgangslage / Eingriffsbeurteilung.....	40
5.4	Massnahmenfestlegung	42
5.4.1	Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen.....	42
5.4.2	Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen	43
5.5	Beurteilung der Umweltverträglichkeit.....	43
6	Schutzgut: Vegetation und Lebensräume (exkl. Wald).....	44
6.1	Untersuchungsraum	44
6.2	Methodik.....	44
6.2.1	Grundlagen.....	44
6.2.2	Erhebungen	44
6.3	Resultate	44
6.3.1	Gefässpflanzen.....	44
6.3.2	Lebensräume.....	44
6.4	Eingriffsbeurteilung.....	46
6.5	Massnahmenfestlegung	46
6.5.1	Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen.....	46
6.5.2	Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen	46
6.5.3	Beurteilung der Umweltverträglichkeit.....	46
7	Schutzgut: Wald	47
7.1	Untersuchungsraum	47
7.2	Methodik.....	47
7.2.1	Grundlagen.....	47
7.2.2	Erhebungen	47
7.3	Resultate	47
7.4	Eingriffsbeurteilung.....	48
7.5	Massnahmenfestlegung	48
7.6	Beurteilung der Umweltverträglichkeit.....	48
8	Schutzgut: Grundwasser	49
8.1	Untersuchungsraum	49
8.2	Methodik.....	49
8.2.1	Grundlagen.....	49
8.2.2	Erhebungen	49
8.3	Resultate	49
8.4	Eingriffsbeurteilung.....	51
8.5	Massnahmenfestlegung	51
8.6	Beurteilung der Umweltverträglichkeit.....	52

9	Schutzgut: Oberflächengewässer	53
9.1	Untersuchungsraum	53
9.2	Methodik	53
9.2.1	Grundlagen	53
9.2.2	Erhebungen	53
9.3	Resultate	53
9.4	Eingriffsbeurteilung	54
9.5	Massnahmenfestlegung	55
9.6	Beurteilung der Umweltverträglichkeit	55
10	Schutzgut: Fauna (exkl. Fledermäuse)	56
10.1	Vögel	56
10.1.1	Untersuchungsraum	56
10.1.2	Methodik	57
10.1.3	Resultate Erhebungen	59
10.1.4	Eingriffsbeurteilung	71
10.1.5	Massnahmenfestlegung	77
10.1.6	Beurteilung der Umweltverträglichkeit	79
10.2	Übrige Fauna	79
10.2.1	Untersuchungsraum	79
10.2.2	Methodik	80
10.2.3	Resultate Datenbankabfrage	81
10.2.4	Eingriffsbeurteilung	84
10.2.5	Massnahmenfestlegung	84
10.2.6	Beurteilung der Umweltverträglichkeit	84
11	Zusammenfassung Resultate / Fazit	85
11.1	Umweltrelevanz	85
11.2	Schutz – / Nutzungsmatrix Einzelanlagen	86
	Anhang	89
	Anhang 1: Brutvögel	89
	Anhang 2: Zugvögel	102

1 EINLEITUNG UND AUFTRAG

Die vorliegende Machbarkeitsstudie beschreibt die möglichen Auswirkungen der auf dem Gelände der SFS Group Schweiz AG geplanten Windenergieanlage (WEA) auf die zu untersuchenden Schutzgüter und zeigt geeignete Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen sowie allfällige Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen auf. Da die geplante WEA eine installierte Leistung von 5 MW nicht überschreiten wird, ist keine Umweltverträglichkeitsprüfung zur Realisierung des Projektes notwendig. Die Machbarkeitsstudie wird für die Beantragung einer Richtplanänderung herangezogen und basiert auf dem vom Kanton St. Gallen am 23.2.2023 und 12.4.2023 gutgeheissenen Pflichtenheft (WEA SFS – Machbarkeitsstudie. Pflichtenheft «Natur und Landschaft», ARNAL AG, dat. 27.3.23).

Die ARNAL, Büro für Natur und Landschaft wurde am 9.9.2022 von der SFS Group Schweiz AG mit der Bearbeitung der folgenden Schutzgüter / Umweltbereichen beauftragt:

- Landschaft (inkl. Ortsbild)
- Boden (inkl. Neophyten)
- Vegetation und Lebensräume (exkl. Wald)
- Wald
- Oberflächengewässer
- Fauna (exkl. Fledermäuse)
 - Vögel
 - Übrige Fauna (Amphibien, Reptilien, Säugetiere (ohne Fledermäuse), Insekten)



2 PROJEKT

2.1 AUSGANGSLAGE

Die SFS Group plant die Errichtung einer Windenergieanlage an ihrem grössten Produktionsstandort in Heerbrugg. Es zählt zu den grössten industriellen Produktionswerken der Schweiz. Obwohl schon sehr energieeffizient, in Form der Kaltmassivumformung, produziert wird, braucht es dennoch einen enormen Energieeinsatz, um dem Produktionsaufkommen gerecht zu werden. Dieser wird hauptsächlich in Form von Strom benötigt und muss dementsprechend zur Verfügung stehen. Auch sollen bis ins Jahr 2030 die betriebseigenen CO₂ Emissionen um 90 % gesenkt werden. Zusätzlich zu einer schon umgesetzten PV-Anlage soll nun auch eine WEA-Anlage auf dem Areal in Heerbrugg, im Kanton Sankt Gallen, errichtet werden (vgl. Abbildung 1, Abbildung 2).

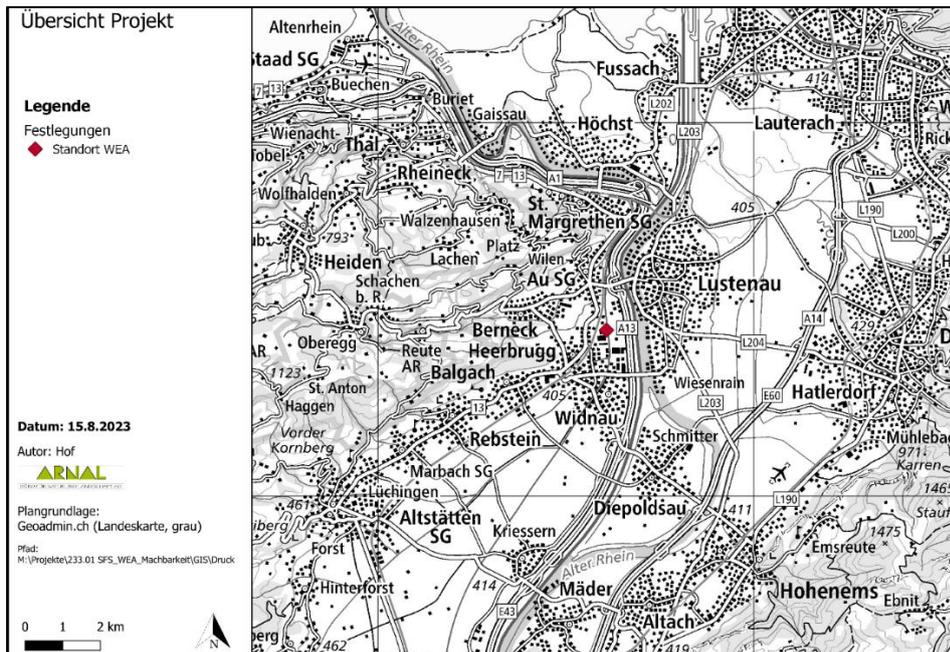


Abbildung 1: Übersicht Projektvorhaben.

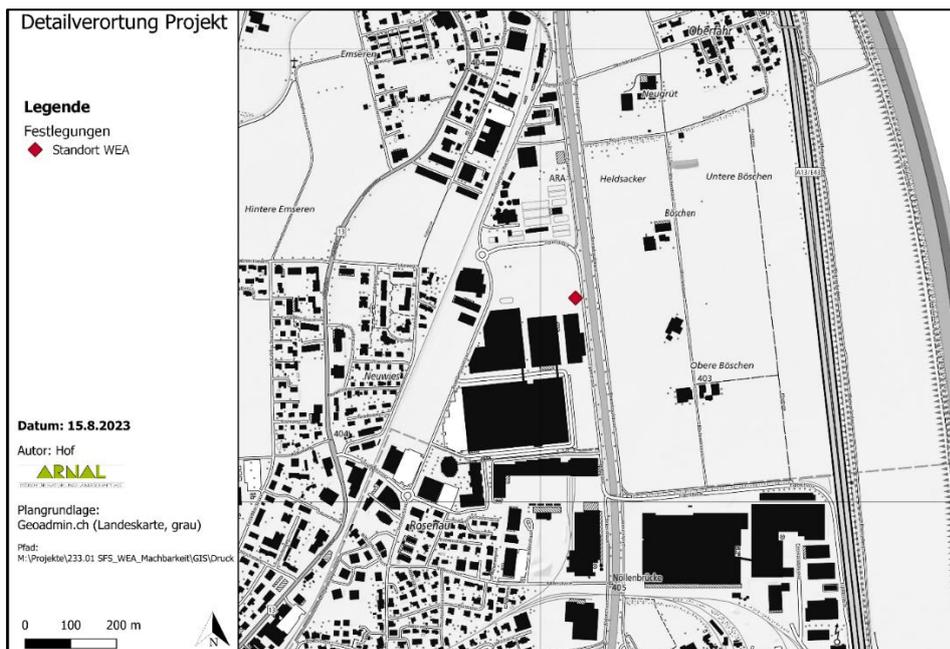


Abbildung 2: Detailverortung Projektvorhaben.

2.2 TECHNISCHE ANGABEN

Für den Standort der geplanten WEA (vgl. Abbildung 2, Abbildung 3) werden für die Machbarkeitsstudie folgende Koordinaten berücksichtigt (vgl. Tabelle 1):

Tabelle 1: Standorte für die Landschaftsbeurteilung.

Koordinaten provisorisch	[Y] m	[X] m	[Z] m
T1	2'766'040	1'254'443	403



Abbildung 3: Fotomontage der geplanten WEA. (Quelle: Interwind, dat. 26.6.2023)

Für die Untersuchung der Auswirkungen des Projekts auf die verschiedenen Schutzgüter werden die folgenden Angaben einer Referenzanlage als Grundlage genommen:

- Kanzel (Nabenhöhe) :140m
- Rotordurchmesser: 160 m
- Gesamthöhe: 220 m
- Durchmesser Betonfundament: 26 m
- Tiefe Betonfundament: 3.5 m

3 UNTERSUCHUNGSRÄUME UND RAUMPLANUNG

3.1 UNTERSUCHUNGSPERIMETER

Im Folgenden werden die Untersuchungsperimeter definiert. Diese werden je nach vorhandenem Schutzgut am Projektstandort und auf die jeweiligen Grundlagen angewendet.

3.1.1 ENGERER UNTERSUCHUNGSPERIMETER (GEFAHRENBEREICH)

Der engere Untersuchungsperimeter des Projektgebietes entspricht den effektiven Eingriffsflächen (u.a. Windkraftanlagen, Erschliessungswege) (vgl. Abbildung 4).

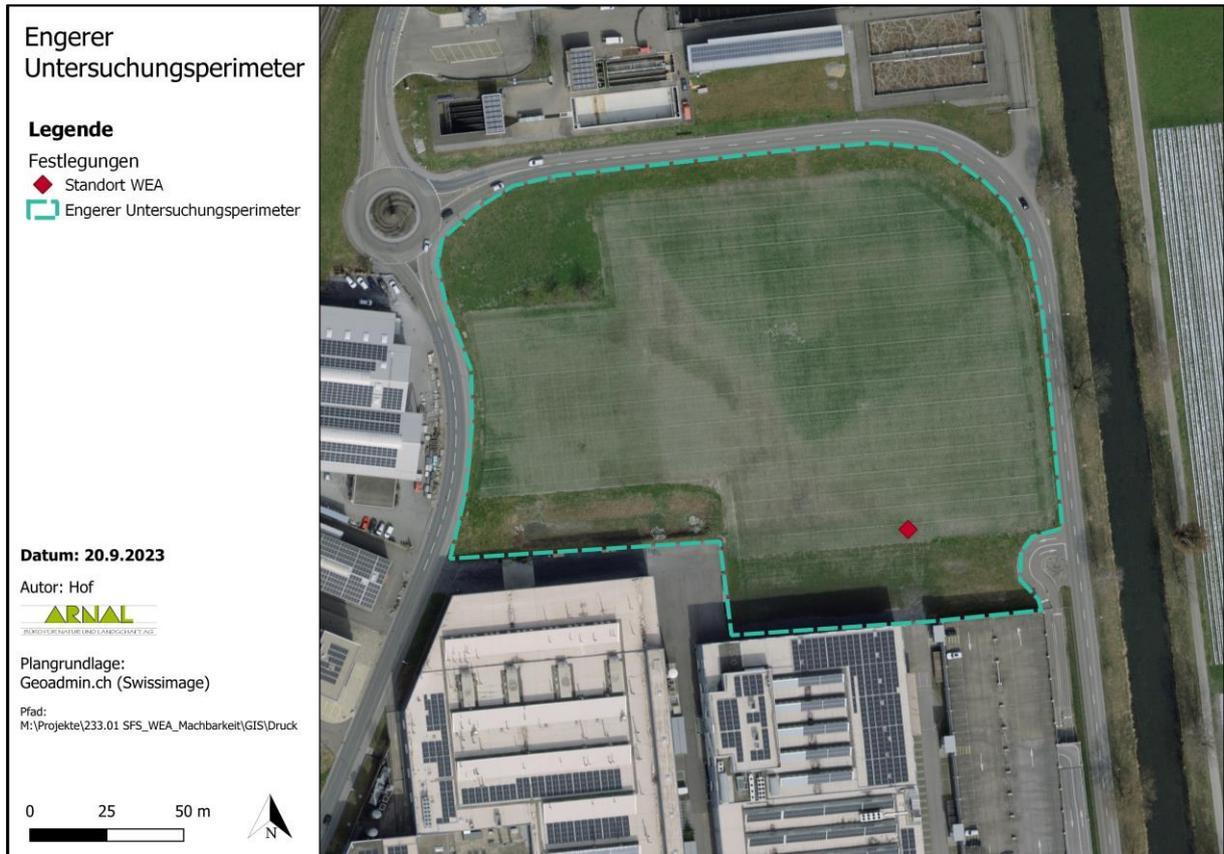


Abbildung 4: Engerer Untersuchungsperimeter.

3.1.2 MITTLERER UNTERSUCHUNGSPERIMETER

Einen mittleren Untersuchungsraum gilt es für die Abschätzung von Umweltauswirkungen, welche nicht direkt an die Flächen gebunden sind, heranzuziehen. So definiert sich dieser unter anderem am Aktionsraum der Fauna (u.a. Vögel).

Der mittlere Untersuchungsperimeter wird auch für die Datenbankabfrage bei InfoSpecies als Grundlage benutzt. Dabei wurde ein Radius von 5 km rund um die geplante WEA wählt (vgl. Abbildung 5).

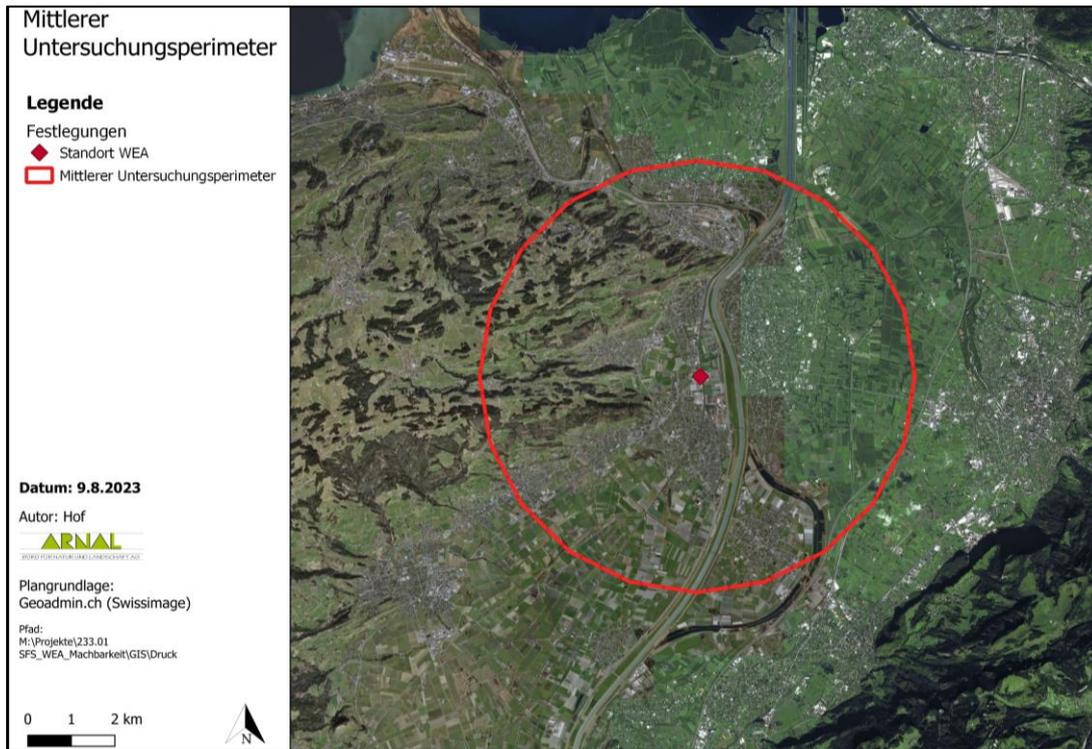


Abbildung 5: Mittlerer Untersuchungsperimeter. Dieser wird u.a. für die Datenbankabfrage bei InfoSpecies benutzt.

3.1.3 WEITERER UNTERSUCHUNGSPERIMETER

Der weitere Untersuchungsperimeter wird für die Abschätzung von grossräumigen Umweltauswirkungen, welche nicht direkt an die Flächen gebunden sind, herangezogen. So ist dieser unter anderem für die Einsehbarkeit (Landschaft) relevant. Hierbei wird vom weitesten Wirkungsbereich gesprochen (vgl. Abbildung 6).

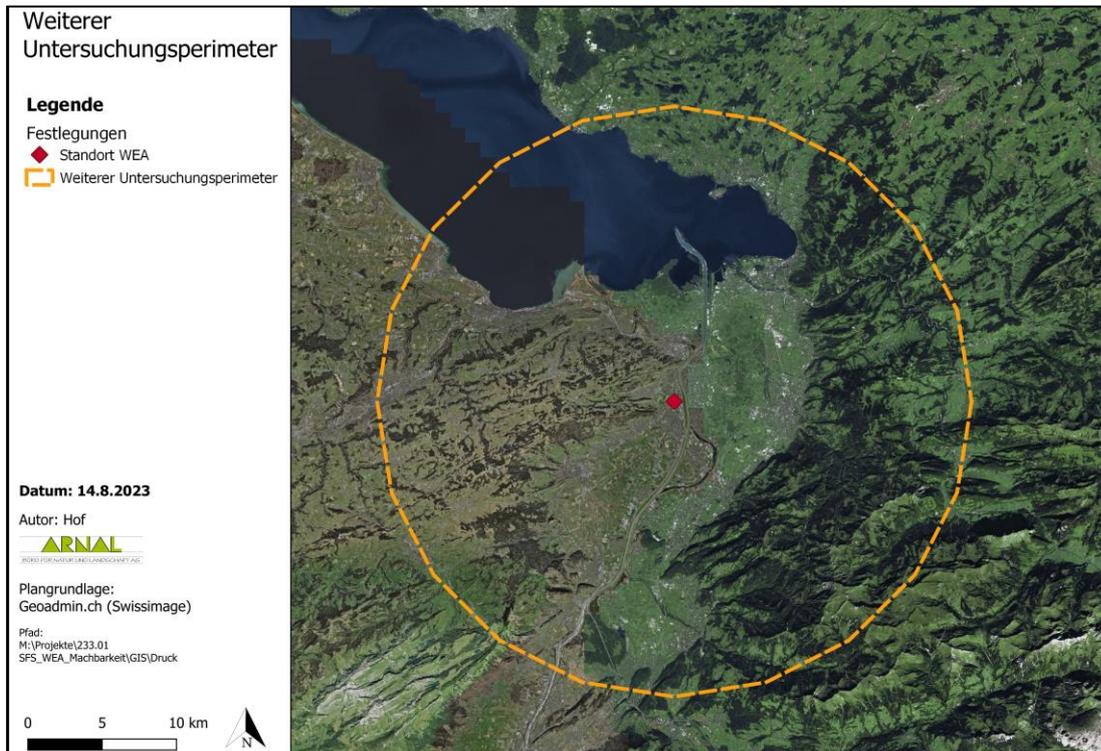


Abbildung 6: Weiterer Untersuchungsperimeter.

3.2 RAUMPLANUNG

Im Folgenden werden die raumplanerischen Vorgaben (u.a. Richt- und Nutzungs- bzw. Schutzpläne) zusammengetragen und betreffend der Projektrelevanz beurteilt.

3.2.1 KANTONALER RICHTPLAN

Gemäss kantonalem Richtplan liegt der engere Untersuchungsperimeter und somit die geplante WEA im Perimeter des Siedlungsgebiets vom Typ «Arbeitsnutzung» (vgl. Abbildung 7).

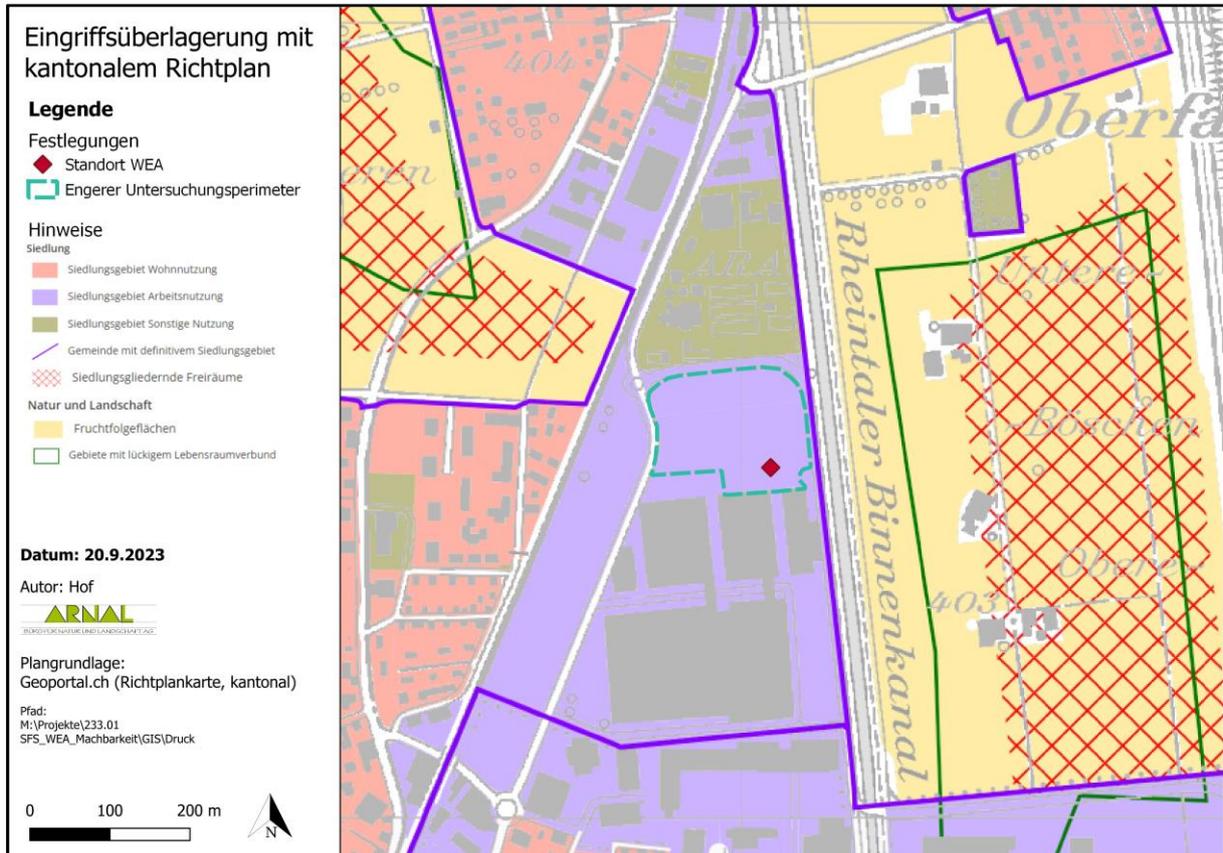


Abbildung 7: Eingriffsüberlagerung mit dem kantonalen Richtplan SG.

3.2.2 LANDWIRTSCHAFT

Im engeren Untersuchungsperimeter gibt es landwirtschaftlich genutzte Flächen. Es handelt sich dabei um Ackerfläche und um Dauerweiden. Die geplante WEA kommt zwischen Ackerfläche und Dauerweide zu liegen (vgl. Abbildung 8).



Abbildung 8: Eingriffsüberlagerung mit landwirtschaftlichen Nutzungsflächen.

FRUCHTFOLGEFLÄCHEN

Der engere Untersuchungsperimeter befindet sich ausserhalb von Fruchtfolgeflächen (vgl. Abbildung 7).

3.2.3 NATURGEFAHREN

Der engere Untersuchungsperimeter befindet sich gemäss der Gefahrenkarte des Kantons St. Gallen in einem Gebiet mit geringen Wassergefahren (vgl. Abbildung 9).

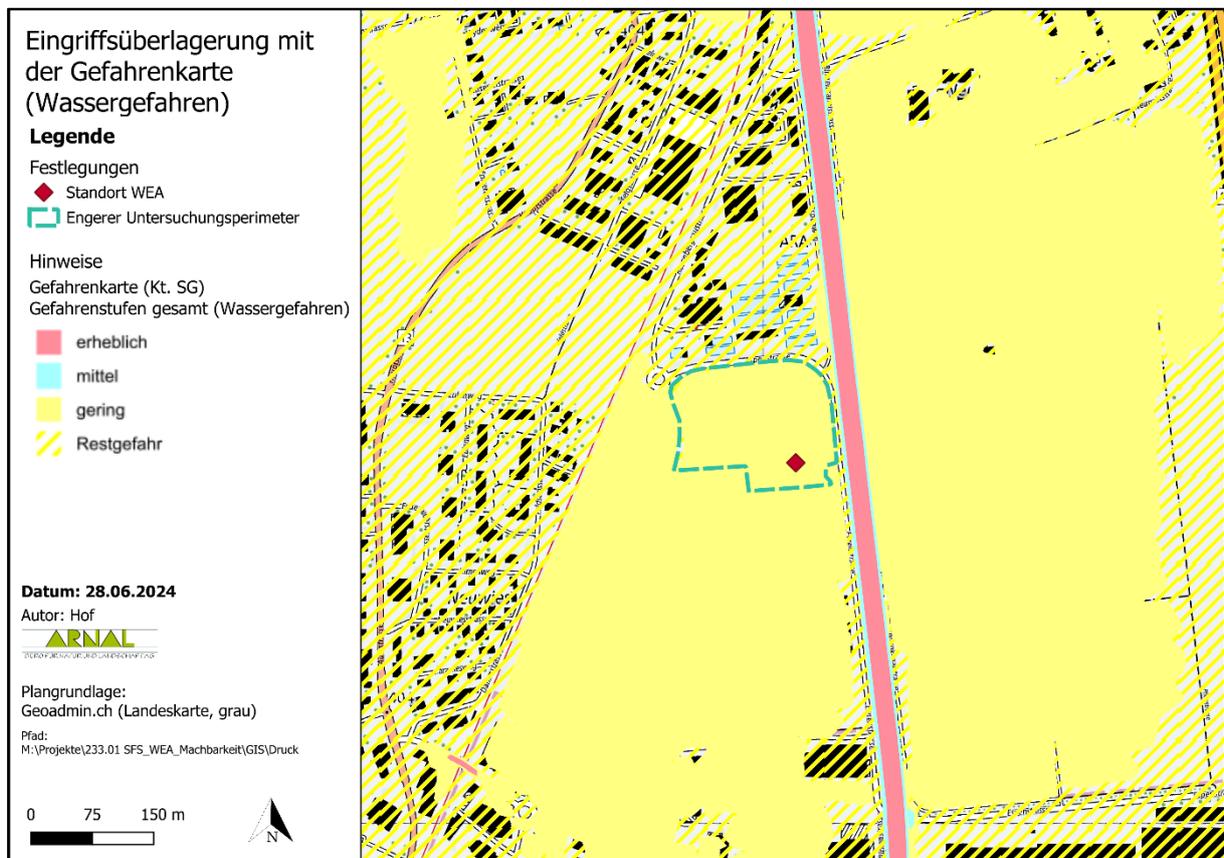


Abbildung 9: Eingriffsüberlagerung mit Naturgefahren gemäss Gefahrenkarte des Kantons St. Gallen.

3.2.4 NUTZUNGSPLANUNG

KANTONALER ZONENPLAN

Gemäss kantonalem Zonenplan liegt der engere Untersuchungsperimeter und die geplante WEA in einer Grundnutzungsfläche mit der Bezeichnung «Arbeitszonen» (vgl. Abbildung 10). Die kantonale Bezeichnung dieser Grundnutzungsfläche ist «BauG Industriezone» und die kommunale Bezeichnung «BauG Industriezone IA»

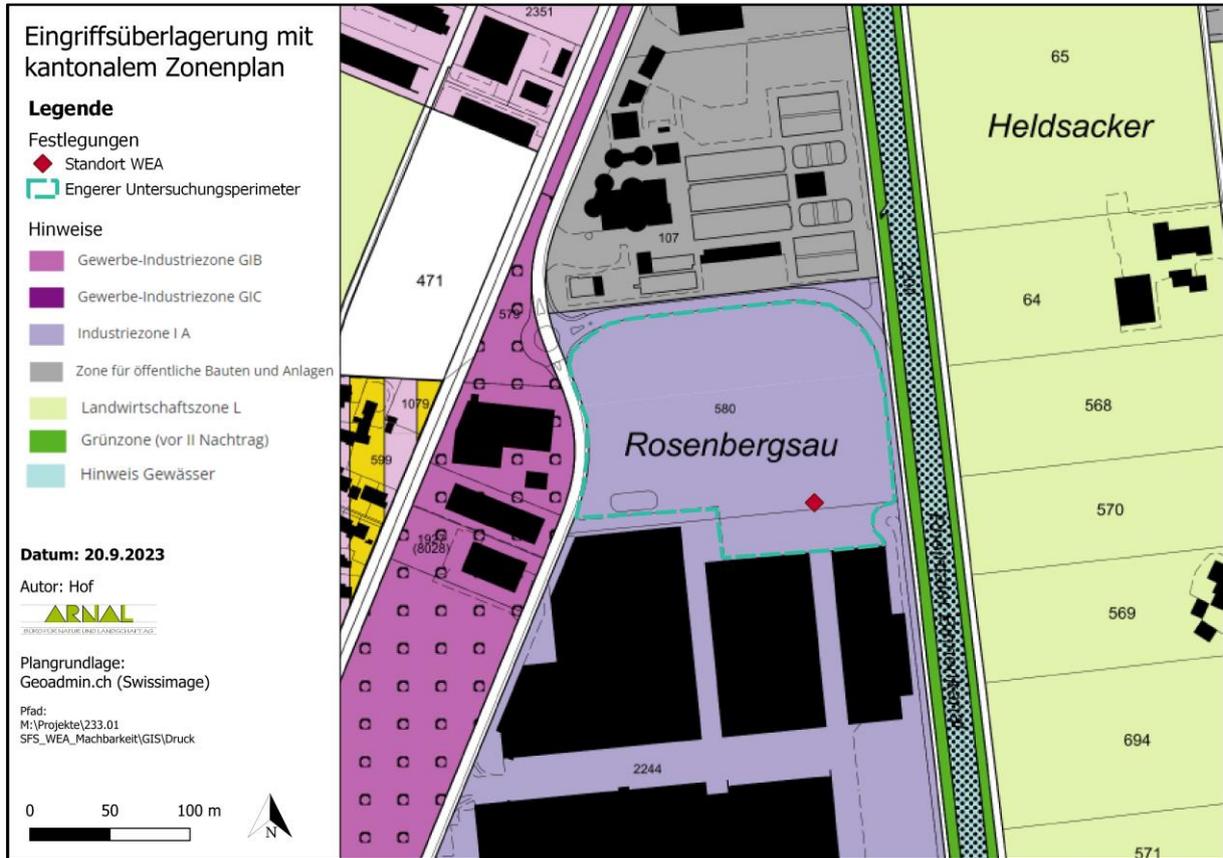


Abbildung 10: Eingriffsüberlagerung mit dem kantonalen Zonenplan SG.

3.2.5 SCHUTZVERORDNUNG GEMEINDE

Gemäss der Schutzverordnung der Gemeinde Heerbrugg gibt es keine geschützten Objekte im engeren Untersuchungsperimeter. Westlich grenzt ein geschützter Einzelbaum / Baumgruppe und östlich eine Baumreihe / Allee an den engeren Untersuchungsperimeter (vgl. Abbildung 11). Diese beiden Objekte werden durch das Projekt nicht tangiert.

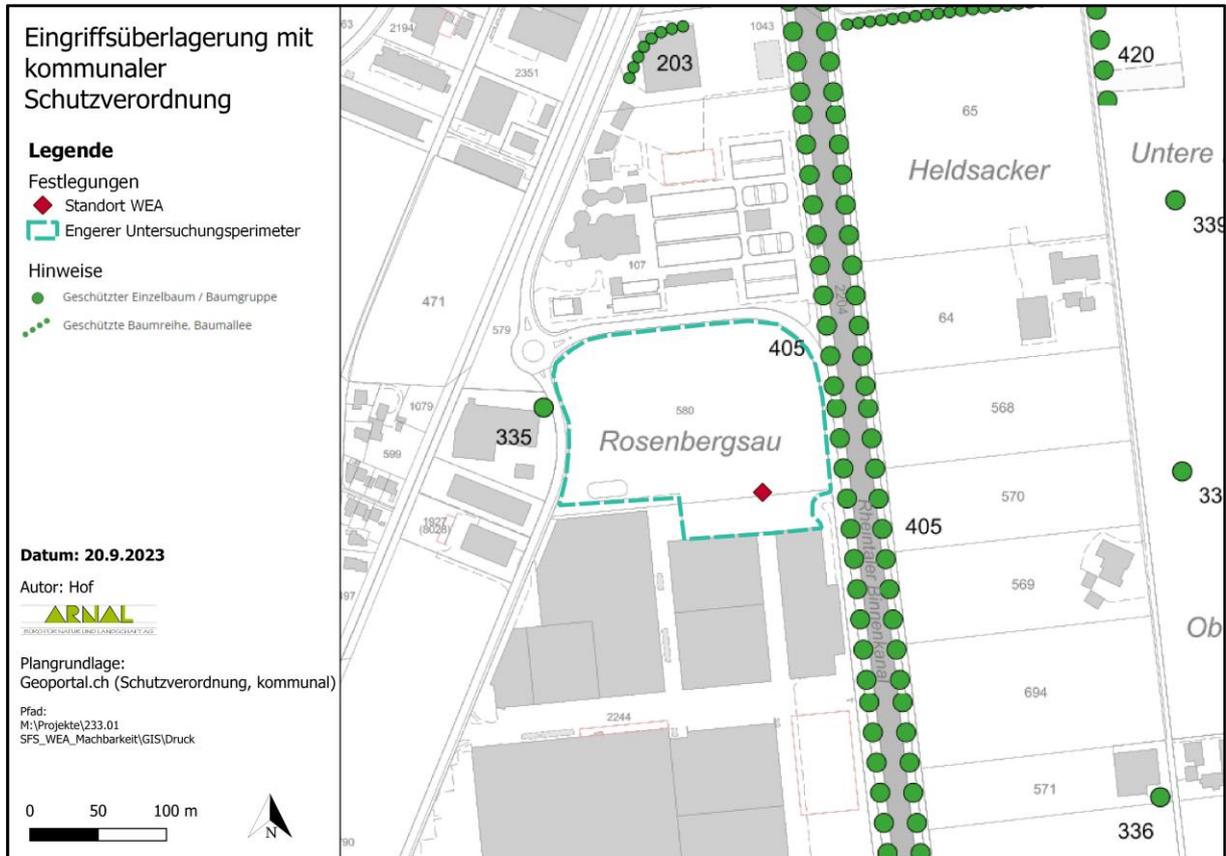


Abbildung 11: Eingriffsüberlagerung mit kommunaler Schutzverordnung.

4 SCHUTZGUT: LANDSCHAFT (INKL. ORTSBILD)

4.1 UNTERSUCHUNGSRAUM

Die Untersuchungen betreffen den weiteren Untersuchungsperimeter (vgl. Kap. 3.1).

4.1.1 SICHTBARKEITSANALYSE INKL. STANDORTAUSWAHL

Mithilfe einer Sichtbarkeitsanalyse werden die Bereiche aufgezeigt, von denen aus die Windenergieanlage theoretisch sichtbar ist. Darauf basiert die Standortauswahl, von wo aus die Landschaftsbeurteilung stattfindet. In welchem Ausmass das Objekt tatsächlich von den jeweiligen Standorten sichtbar ist, wird vor Ort analysiert.

Die Sichtbarkeitsanalyse wird mit Hilfe der Software QGIS errechnet. Der GIS-Sichtbarkeitsanalyse liegt die Geländemodellierung sowie die Höhe der Windenergieanlage mit einer Gesamthöhe von 223 m (160 m Rotordurchmesser) zugrunde.

Die Untersuchung umfasst drei Distanzbereiche, die wie folgt definiert werden:

- **Nahbereich:** Um die Anlage wird ein Nahbereich mit einem Radius von **0 bis 2 km** definiert.
- **Mittelbereich:** Als Mittelbereich wird ein Bereich mit einem Radius von **2 bis 6 km** definiert.
- **Fernbereich:** Der Fernbereich hat einen Radius von **6 bis 20 km**.

In der nachfolgenden Abbildung 12 sind die drei Untersuchungsbereiche, die für das Schutzgut Landschaft (inkl. Ortsbild) hinzugezogen werden, grafisch dargestellt. Zusätzlich sind in der Übersichtskarte die Standorte lokalisiert, von denen aus die Eingriffsabschätzung auf die Landschaft erfolgt. Dabei handelt es sich um die konkreten Standorte, die im Zuge der Erhebungen auf ihre Plausibilität geprüft werden.

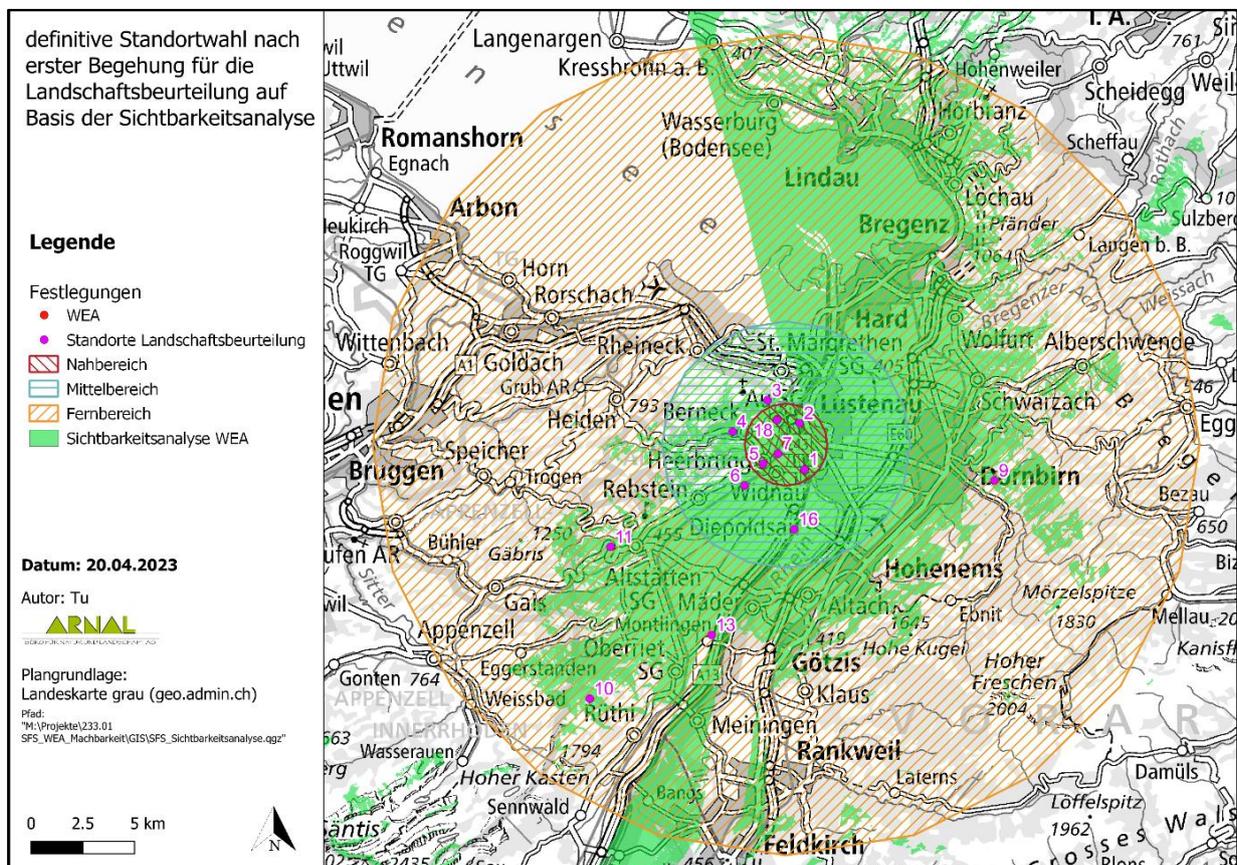


Abbildung 12: Übersicht der drei Untersuchungsperimeter einschliesslich der definitiven Standorte.

Bei der Auswahl der Standorte wurde darauf geachtet, dass sich diese an Hanglagen bzw. Aussichtspunkten befinden. Ein weiteres Kriterium der Standortauswahl war, möglichst alle Distanzbereiche abzudecken, um eine umfassende Sichtbarkeits- und Landschaftsbewertungsanalyse durchführen zu können. Ebenso wurden die ISOS-Ortsbilder hinzugezogen, um allfällige negative Auswirkungen auf diese erheben zu können. In Vorarlberg, in der die Windenergieanlage laut Berechnungen auch einsichtig ist, wird ein Standort nahe Dornbirn sowie ein weiterer Standort nahe des Rheins auf österreichischer Seite gewählt.

Anfänglich wurden 17 Standortvorschläge mit Hilfe der im QGIS berechneten Sichtbarkeitsanalyse und der Überlagerung mit den oben beschriebenen Bereichen (Nah-, Mittel-, und Fernbereich) definiert. Nach der ersten Begehung im Feld (19.04.2023), bei der die Standorte auf ihre Plausibilität geprüft wurden, wurden manche Standorte verlegt, um optimale Bedingungen für die Landschaftsbeurteilung zu schaffen. Einige andere Standorte wurden gestrichen, da sie dieselbe Aussagekraft liefern würden, oder die Windenergieanlage von der errechneten Position in der Realität aufgrund von Bäumen oder Häusern nicht sichtbar war.

Insgesamt wurden 13 Standorte für die Landschaftsbeurteilung ausgewählt. Tabelle 2 listet die Standorte inklusive Ortsbezeichnung und deren Koordinaten. Die nicht durchgehende Nummerierung ergibt sich aus der vorgängig und im Feld durchgeführten Plausibilisierung, nach der Standorte zusammengefasst wurden. Alle Standorte, die auf Schweizer Boden liegen, liegen innerhalb der Kantonsfläche des Kanton St. Gallens. Zwei Standorte liegen auf österreichischer Seite in Vorarlberg.

Tabelle 2: Standorte für die Landschaftsbeurteilung.

Standort	Ortsname	Luftliniendistanz zur WEA	x-Koordinate	y-Koordinate	Kommentar
1	Rheindamm	1.5 km	2766975	1253237	
2	Zollstrasse Österreich	1.2 km	2766727	1255495	
3	Gasthaus Meldegg / Blickrichtung Au SG	2.3 km	2765179	1256613	
4	Berneck / Sportplatz	2.7 km	2763499	1255086	Aufgrund der Besprechung v. 23.2.23 mit den kantonalen Fachstellen wurde der Standort für die Fotomontage ausserhalb des schützenswerten Ortsteiles von Berneck gewählt, da Anlage von dort nicht sichtbar ist.
5	Heerbrugg	1.4 km	2764972	1253519	
6	Balgach / Sportanlage	2.8 km	2764073	1252463	Aufgrund der Besprechung v. 23.2.23 mit den kantonalen Fachstellen wurde der Standort für die Fotomontage ausserhalb des schützenswerten Ortsteiles von Balgach gewählt, da Anlage von dort nicht sichtbar ist.
7	SFS / Kreisel	580 m	2765692	1254012	
9	Kehlegg Vorarlberg	10.2 km	2776152	1252705	
10	Berggasthaus Montlinger Schwamm	15.6 km	2756587	1242076	
11	Stossstrasse	9.8 km	2757583	1249474	
13	Aussichtsplattform Montlinger Berg	9.9 km	2762510	1245188	
16	Dammstrasse	4.1 km	2766470	1250328	
18	Kreisel Au	1.3 km	2765645	1255648	

4.2 METHODIK

4.2.1 GRUNDLAGEN

Als Grundlage der Eingriffsüberlagerungskarten wird das Geoportal des Kantons St. Gallen hinzugezogen. Ebenso werden anhand von Visualisierungen, die durch einen Drittauftrag erstellt werden, Eingriffsabschätzungen auf das Schutzgut Landschaft durchgeführt.

Folgende Quellen, Grundlagen und Literatur wurden beigezogen:

- Windenergieprojekt Oberegg, Al. Landschaftsstudie (ARNAL AG, 14.12.2016)
- Empfehlungen zur Planung von Windenergieanlagen – Die Anwendung von Raumplanungsinstrumenten und Kriterien zur Standortwahl (BFE/BAFU/ARE, März 2010)
- Katalog der charakteristischen Kulturlandschaften der Schweiz – Grundlage zur Ermittlung von Landschaftsentwicklungszielen (R. Rodewald, Y. Schwyzer, K. Liechti, Bern, 2014)
- Landschaftsästhetik – Wege für das Planen und Projektieren, Leitfaden Umwelt Nr. 9 (BUWAL 2001)
- Windenergiestudie – Analyse der Landschaftsverträglichkeit (nateco AG, Februar 2013)
- Hinweise zur Eingriffsbewertung und Kompensationsplanung für Windkraftanlagen, Antennenträger und vergleichbare Vertikalstrukturen (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, Mecklenburg-Vorpommern, 22.05.2006)
- Windenergieanlagen und Landschaftsbild – Zur Auswirkung von Windrädern auf das Landschaftsbild (Günter Ratzbor, 18.03.2011)
- ISOS-Inventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz, Bundesamt für Kultur (BAK, Oktober 2008)
- KVV 2023: Checkliste UVP für Windenergieanlagen. Fachbereiche Vögel, Fledermäuse, Landschaft, Interessenabwägung.
- Bundesgesetz über die Raumplanung (SR 700; abgekürzt RPG), 22. Juni 1979 (i.d.g.F)
- Raumplanungsverordnung (SR 700.1; abgekürzt RPV) vom 28. Juni 2000 (i.d.g.F)
- VISOS Verordnung vom 13. November 2019 über das Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz SR 451.12 (i.d.g.F)
- Verordnung über das Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler (SR 451.11; abgekürzt VBLN) vom 29. März 2017 (i.d.g.F)
- Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler (BLN) des Bundesamtes für Umwelt BAFU; Quelle: maps.geo.admin.ch
- Fotomontagen (Interwind, dat. 20.6.2023)
- WEA SFS – Machbarkeitsstudie. Pflichtenheft «Natur und Landschaft», ARNAL AG, dat. 27.3.23)

4.2.2 ERHEBUNGEN

Im Folgenden wird das methodische Vorgehen zur **Beurteilung der Landschaftsverträglichkeit** erläutert. Dabei werden v.a. Landschaftsparameter beigezogen, deren einzelne Beurteilungen zum Schluss zu einer Gesamtbeurteilung führen.

Als Grundlage dienen Informationen aus dem Geoportal des Kantons St. Gallen, die Sichtbarkeitsanalyse, die basierend auf Geodaten mit Hilfe der Software QGIS errechnet wird sowie Erhebungen vor Ort und Visualisierungen, die durch einen Drittauftrag erstellt werden.

Für die Gesamtbeurteilung wird eine Beurteilung der Objektebene (Wirkung der Anlage auf die umgebenden Landschaftskammern) und eine Beurteilung der Objektwahrnehmung (Wahrnehmung des

Objektes im Landschaftsbild) herangezogen (vgl. Abbildung 13).

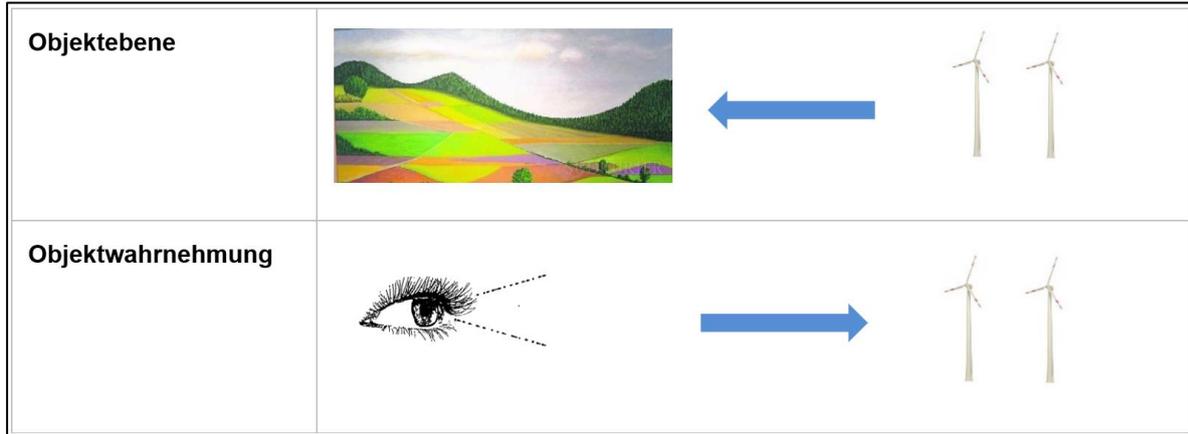


Abbildung 13: Objektebene und Objektwahrnehmung als Beurteilungsparameter der Landschaftsverträglichkeit der Projektanlage.

Abbildung 14 zeigt einen Überblick über die zur Beurteilung der Objektebene und der Objektwahrnehmung verwendeten, landschaftsrelevanten Parameter. Diese Parameter und deren Bewertung werden in den Kapiteln 4.3.1 (Objektebene) und 4.3.2 (Objektwahrnehmung) genauer erläutert. Die Landschaftsverträglichkeit der Anlage soll mit diesen beiden «Hauptparametern» (Objektebene und Objektwahrnehmung) für den Nah-, Mittel- und Fernbereich diskutiert werden.

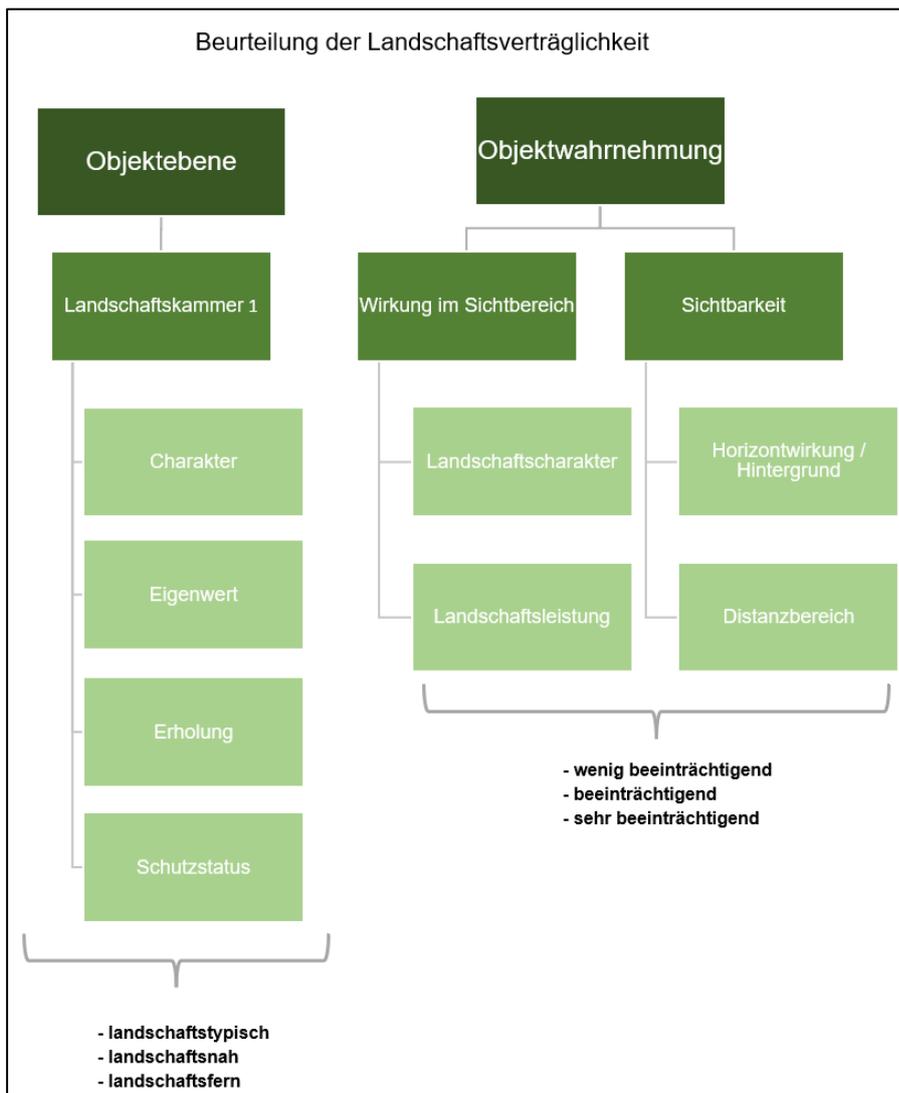


Abbildung 14: Parameter zur Beurteilung der Objektebene und der Objektwahrnehmung.**OBJEKTEBENE**

Die Beurteilung der Landschaftsverträglichkeit der Objektebene zeigt auf, wie sich die Windenergieanlage (WEA) in die unmittelbare Landschaft einpasst. Dafür wird die betroffene Landschaftskammer beschrieben und es wird beurteilt (Landschaftsbeurteilung), ob die Anlage in dieser Landschaftskammer

- **landschaftstypisch,**
- **landschaftsnah**

oder

- **landschaftsfern**

wirkt.

Eine technische Anlage, wie eine WEA, passt sich in eine Landschaftskammer, welche bereits durch andere z.T. technische Infrastrukturen stark vorbelastet (z.B. durch Freileitungen, Strassen, industrielle Überbauungen) oder relativ stark überbaut ist (viele Siedlungsbereiche), viel besser ein und wirkt darin landschaftstypischer. Wenn die Anlage in einer naturnahen Kulturlandschaft zu liegen kommt, welche wenig überbaut ist und vorwiegend durch traditionelle Kulturlandschaftselemente geprägt ist, wirkt dieses technische Element eher landschaftsfremd.

Für die Landschaftsbeurteilung werden folgende landschaftsrelevanten Parameter hinzugezogen:

- **Landschaftscharakter:** Der Charakter einer Landschaft setzt sich aus der regionalen Eigenart, Schönheit und Vielfalt zusammen. Der Charakter hängt wesentlich von den naturräumlichen Gegebenheiten und der Landnutzung ab (Landschaftsstrategie BAFU, 2011).
- **Landschaftsästhetischer Eigenwert:** Der landschaftsästhetische Eigenwert einer Landschaft ergibt sich unabhängig von der Wahrnehmung unter anderem aus den folgenden Gegebenheiten, welche den Wert der Landschaft ausmachen (vgl. auch Landschaftsästhetik Arbeitshilfe, BUWAL, 2005):
 - Vielfalt an Oberflächenformen u. Relief
 - Gewässervielfalt
 - Vegetationsvielfalt
 - Nutzungsvielfalt
 - Unberührtheit / Naturnähe
 - landschaftliche Einzigartigkeit
 - weitere
- **Erholungswert:** Der Erholungswert einer Landschaft hängt davon ab, in welchem Mass sie von der Bevölkerung als Erholungs-/Freizeitgebiet genutzt wird. Dabei spielen auch Infrastrukturanlagen, welche zu Erholungs- und Freizeitaktivitäten einladen (Spazier-/Wanderwege, Seilbahnen) eine Rolle. Der Erholungswert kann «gering», «mittel» oder «hoch» beurteilt werden.
- **Schutzstatus:** Der Schutzstatus einer Landschaft bezieht sich auf raumplanerische Gegebenheiten. Es wird überprüft, ob in der betroffenen Landschaftskammer lokale, kantonale oder nationale Landschaftsschutzzonen vorkommen.

OBJEKTWahrnehmung

Die Objektwahrnehmung hängt davon ab, wie stark die betrachtende Person die Anlage wahrnimmt und wie stark sie diese als Beeinträchtigung empfindet. Die Objektwahrnehmung wird anhand der «Wirkung im Sichtbereich» und der «Sichtbarkeit» beurteilt. Diese beiden Parameter werden im Kapitel 4.2.2 genauer erläutert. Als Beurteilungsgrundlagen dienen die Begehung vom 19. April 2023 und Fotomontagen (Interwind, dat. 20.6.23). Die Sichtbarkeitsanalyse (vgl. auch Kapitel 4.1.1) zeigt die Gebiete auf, von denen aus man die Anlage sieht. Liegt ein Gebiet ausserhalb des Sichtbarkeitsbereiches, dann kann davon ausgegangen werden, dass das Objekt nicht gesehen und damit nicht wahrgenommen wird. Die Gebiete ausserhalb des Sichtbarkeitsbereiches werden deshalb nicht weiter berücksichtigt. Die Fotomontagen dienen ergänzend zur Beurteilung der Objektwahrnehmung. Von den

verschiedenen Standorten aus wird beurteilt, wie das Objekt von diesem Ort aus wahrgenommen wird.

Die Objektwahrnehmung kann insgesamt

- **wenig beeinträchtigtend,**
- **beeinträchtigtend**

oder

- **sehr beeinträchtigtend**

sein.

Die Tabelle 3 zeigt auf, wie die Objektwahrnehmung mit den zwei Parametern «Wirkung im Sichtbereich» und «Sichtbarkeit» beurteilt wird.

Tabelle 3: Beurteilung der Objektwahrnehmung mit Hilfe der zwei Parameter "Wirkung im Sichtbereich" und "Sichtbarkeit".

Objektwahrnehmung	Kombinationsmöglichkeiten	
	Wirkung im Sichtbereich	Sichtbarkeit
wenig beeinträchtigtend	gering	kaum sichtbar
	gering	sichtbar
	mittel	kaum sichtbar
beeinträchtigtend	gering	dominant sichtbar
	mittel	sichtbar
	stark	kaum sichtbar
sehr beeinträchtigtend	mittel	dominant sichtbar
	stark	dominant sichtbar
	stark	sichtbar

FOTOMONTAGEN

Zusätzlich zu der Landschaftsbeurteilung, welche direkt im Feld durchgeführt wird, werden Fotomontagen zu den 13 Standorten angefertigt und für die Landschaftsbeurteilung beigezogen. Da die Anlage aus den schützenswerten Ortsteilen der Ortsbilder von nationaler Bedeutung Berneck und Balgach gemäss Besprechung mit den kantonalen Fachstellen v. 23.2.23 nicht sichtbar ist, werden Fotomontagen ausserhalb der beiden Ortsbilder von nationaler Bedeutung für die Analysen zur Objektwahrnehmung hinzugezogen.

WIRKUNG IM SICHTBEREICH

Die «Wirkung im Sichtbereich» beschreibt die Wirkung der Anlage, die sie auf einen Betrachter von einem bestimmten Standort hat. Die Wirkung wird in

- **stark,**
- **mittel**

und

- **gering**

unterschieden.

Ob die Wirkung im Sichtbereich stark, mittel oder gering ist, wird anhand folgender zwei Merkmale beurteilt:

- **Landschaftscharakter:** Der Charakter einer Landschaft setzt sich aus der regionalen Eigenart, Schönheit und Vielfalt zusammen. Der Charakter hängt wesentlich von den naturräumlichen Gegebenheiten und der Landnutzung ab (Landschaftsstrategie BAFU, 2011).
- **Landschaftsleistung:** Die Leistung einer Landschaft beschreibt die Landschaftsfunktionen, welche einen direkten wirtschaftlichen, materiellen, gesundheitlichen oder psychischen Nutzen, den sie beobachtenden oder wahrnehmenden Menschen bringen, vorweist (u.a. kultureller/natürlicher Ausdruck, Identifikation, Erholung) (vgl. auch Rodewald et al.,

2014). Eine Landschaft kann durch verschiedene Leistungen, verschieden geprägt sein (z.B. Erholung, Landwirtschaftliche Nutzung (harmonisch, intensiv), natürlich geprägt, Siedlungsgeprägt, Industriegeprägt).

Die Wirkung, welche eine technische Anlage im Sichtbereich erbringt, ist eher geringer, wenn der Sichtbereich beispielsweise bereits durch verschiedene andere wirtschaftliche Leistungen geprägt ist (z.B. intensive Landwirtschaft, Industriegewerbe). Die Wirkung der Anlage ist jedoch eher hoch, wenn beispielsweise die Landschaftsleistung des Sichtbereiches einen hohen Erholungswert hat und der Charakter sehr naturnah ist.

SICHTBARKEIT

Die Objektwahrnehmung hängt neben der Wirkung im Sichtbereich auch noch von Faktoren ab, welche die Sichtbarkeit beeinflussen. Die Sichtbarkeitsanalyse zeigt die Orte auf, von wo aus die Anlage theoretisch sichtbar ist. Wie gut ein Objekt aber sichtbar ist, hängt noch von weiteren Faktoren ab.

Grundsätzlich wird die «Sichtbarkeit» in

- **kaum sichtbar,**
- **sichtbar**

und

- **dominant sichtbar**

unterteilt.

Wie prägend das Objekt ist bzw. wie sichtbar, wird mit folgenden zwei Merkmalen beurteilt:

- **Horizontwirkung / Hintergrund:** Je nach Hintergrund kommt die Anlage mehr oder weniger zur Geltung. Kommt sie aus Sicht des Betrachtungsstandortes (Fotomontage) beispielsweise an der Krete zu liegen und im Hintergrund ist nur der Himmel zu sehen, fällt die Anlage mehr auf, als wenn im Hintergrund noch ein stark bebautes Gebiet zu sehen ist.

Distanzbereich: Je nach Distanz und Blickwinkel zu einer Anlage, wird diese in der Landschaft unterschiedlich wahrgenommen und der Betrachter hat eine unterschiedliche Wahrnehmung zum Landschaftselement. Zudem wird die Anlage durch wetterbedingte Verhältnisse mit zunehmender Distanz weniger gut sichtbar, was ebenfalls die Wahrnehmung des Betrachters beeinflusst (Distanzbereiche, vgl. Kap. 4.1.1).

4.2.3 ISOS – BUNDESINVENTAR DER SCHÜTZENSWERTEN ORTSBILDER DER SCHWEIZ VON NATIONALER BEDEUTUNG

Die als ISOS zertifizierten Ortsbilder des Bundesinventars der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz von nationaler Bedeutung spielen für die Wahrnehmung sowohl für die Objektebene als auch die Objektwahrnehmung eine bedeutende Rolle. Aus diesem Grund müssen potenziell betroffene schützenswerte Ortsbilder in die Landschaftsbeurteilung mit einfließen.

In Abbildung 15 wird die Sichtbarkeitsanalyse mit den schützenswerten Ortsbildern im Mittelbereich der Windenergieanlage dargestellt. Dabei ist ersichtlich, dass Berneck und Heerbrugg als «verstädtertes Dorf» betroffen sind. Heerbrugg wird mit dem «Spezialfall» Balgach gemeinsam beschrieben. Jedoch befindet sich Balgach nur zum Teil im Sichtbarkeitsbereich der Windenergieanlage. Im Fernbereich ist Marbach als «Dorf» geschützt. In Altstätten ist das «Ortsbild» geschützt (vgl. Abbildung 16). Die unter Anführungszeichen beschriebenen Bezeichnungen sind der ISOS-Ortsbilder entnommen und die Besonderheiten dieser werden an die Abbildungen anschliessend beschrieben.

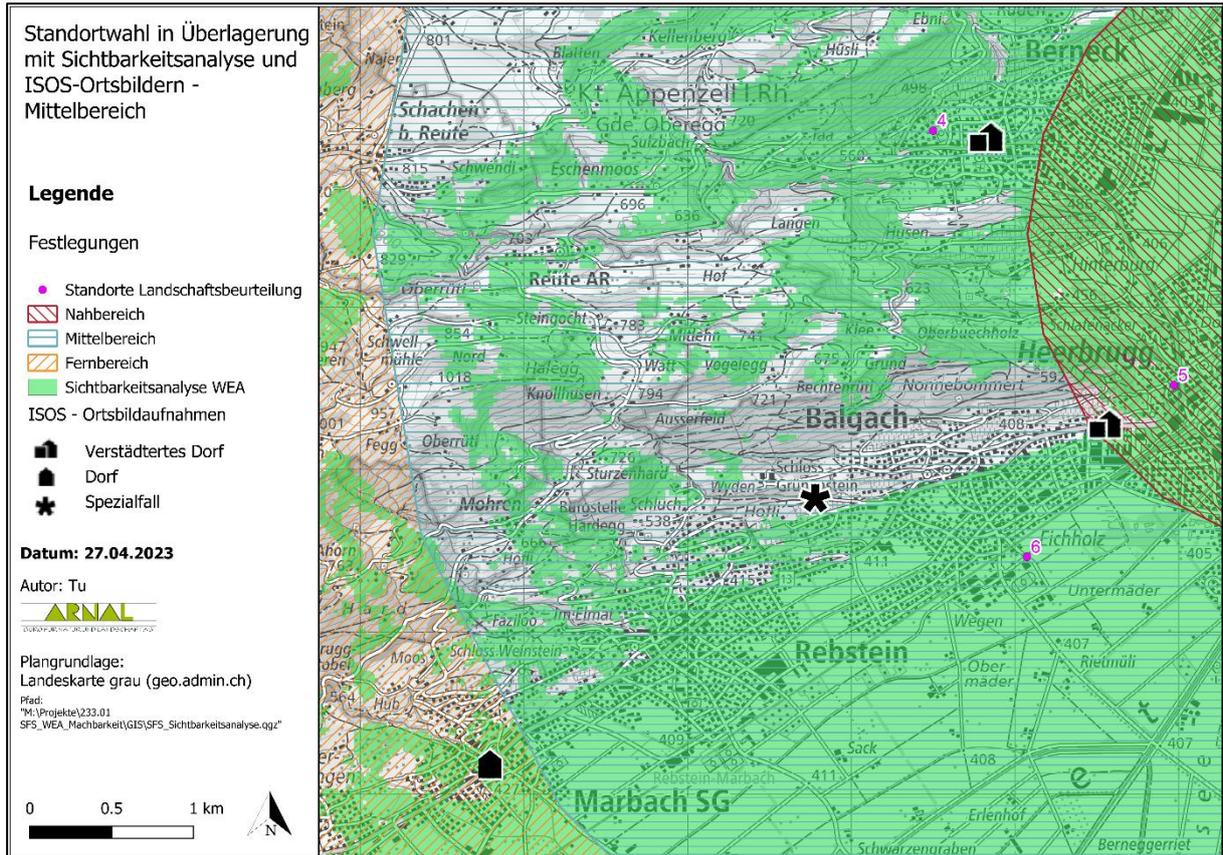


Abbildung 15: ISOS in Überlagerung mit Sichtbarkeitsanalyse und - Mittelbereich.

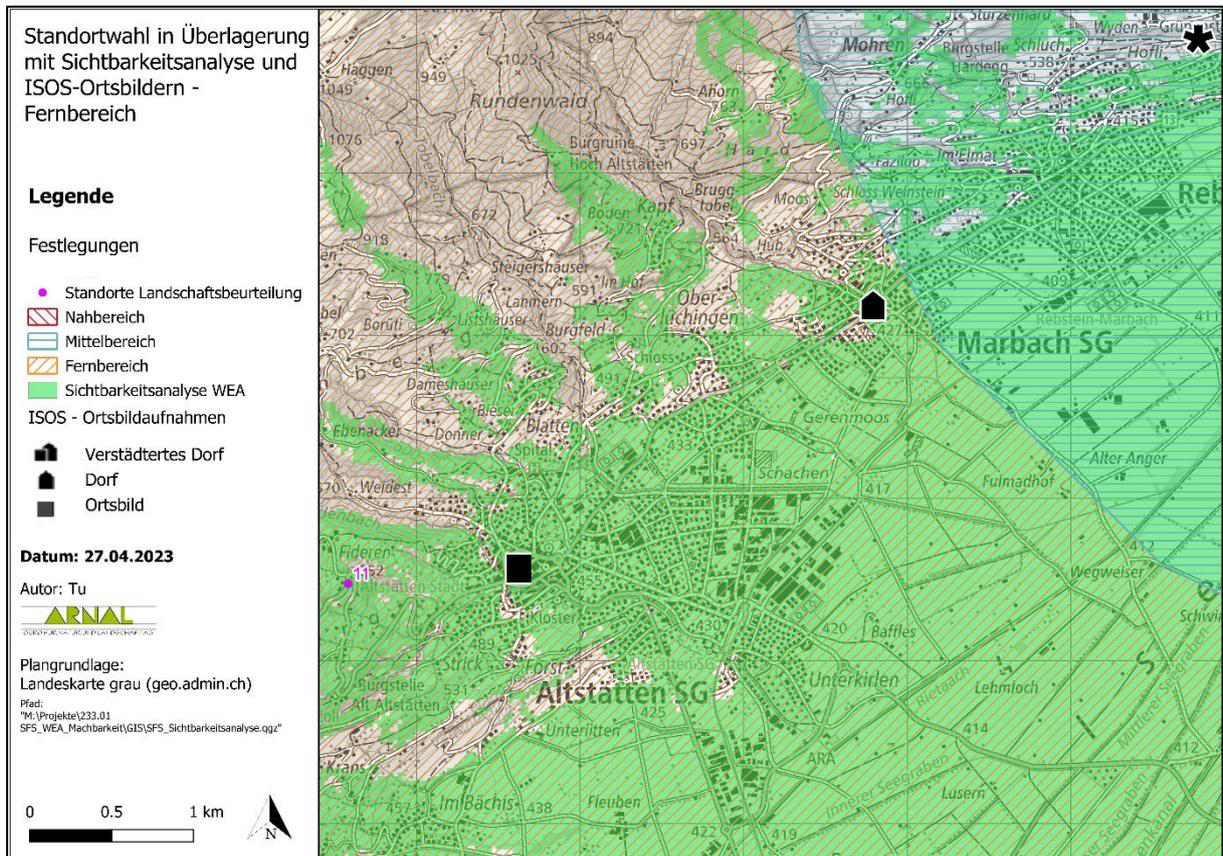


Abbildung 16: ISOS in Überlagerung mit Sichtbarkeitsanalyse - Fernbereich.

Berneck

Das verstädterte Dorf Berneck befindet sich an der Grenze vom Nah- zum Mittelbereich.

Berneck liegt in einem Seitental des Rheintals und zeichnet sich an klaren Tagen durch den Blick bis nach Vorarlberg aus. Die Landschaft um den Ort herum ist durch den Rebbau geprägt. Das Ortszentrum von Berneck zeichnet sich durch ein klares Bebauungsmuster aus.

Die nennenswerten Bebauungen sind die unter Umgebungsrichtung Nr. II, die sich zwischen Ober- und Hinterdorf befinden. Auch der für Berneck charakteristische Rebhag (Nr. VIII) ist eine wichtige Umgebung in Berneck. Beide Umgebungsrichtungen werden aus der Sicht von Standort Nr. 4 aufgegriffen (vgl. Abbildung 12, Tabelle 2, Kap. 0; BAK, 2008).

Balgach/Heerbrugg

Das verstädterte Dorf Heerbrugg liegt direkt an der Grenze zwischen Nah- und Mittelbereich und gehört mit Balgach zusammen.

Aufgereiht an der alten Landstrasse befinden sich der historische Dorfkern von Balgach, die imposante Schlossanlage Heerbruggs sowie der bäuerliche Ortskern, der sich an den südexponierten Wies- und Rebhängen fortsetzt.

Die Umgebungsrichtung Nr. XX und Nr. XVIII beschreibt die verbliebene Rietlandschaft sowie den Grünstreifen, der als ortsgliedernder Trennbereich zwischen Heerbrugg und dem Leica-Areal dient. Diese Sicht wird von Standort Nr. 6 aufgegriffen (vgl. Abbildung 12, Tabelle 2, Kap. 0, BAK, 2008).

Marbach

Das Dorf Marbach befindet sich im Fernbereich der Windenergieanlage. Es liegt an der Westflanke des Rheintals und bietet eine Rundschau über den Ort sowie bis hin nach Vorarlberg. Der historische Ortskern liegt leicht erhöht und schmiegt sich an den Martinstobel an. Wichtigen Umgebungen, in Blick Richtung Windenergieanlage sind die Hauptstrasse, die genau auf die WEA zuläuft und das obstbaumreiche Wies- und Weideland. Standort 11 deckt diese Perspektive theoretisch ab (vgl. Abbildung 12, Tabelle 2, Kap. 0, BAK, 2008).

Altstätten

Die Kleinstadt Altstätten liegt im Fernbereich der Windenergieanlage. Sie liegt am Fuss der Appenzeller Höhen und lässt nach Osten den Blick frei über die Rheinebene. Der mittelalterliche Ortskern kennzeichnet sich durch ein hierarchisches Siedlungsgefüge aus und ist auch heute noch Schwerpunkt der Kleinstadt. Wichtige Umgebungen und für die Perspektive auf die Windenergieanlage ist der Naherholungsbereich Nr. XII. Dieser ist für die Ablesbarkeit der vielschichtigen Siedlung notwendig. Diese Perspektive wird von Standort 11 aufgegriffen (vgl. Abbildung 12, Tabelle 2, Kap. 4.3.2, BAK, 2008).

4.3 EINGRIFFSBEURTEILUNG

In diesem Kapitel wird die Landschaftsverträglichkeit des Projekts, also die Auswirkungen der geplanten WEA auf die Landschaft, beurteilt. Die Beurteilung des Eingriffs erfolgt anhand der durch die Untersuchungen erlangten Erkenntnisse.

4.3.1 OBJEKTEBENE

Die Windenergieanlage kommt im Rheintal zu liegen.

Dieser Landschaftsteil beinhaltet verschiedene Gemeinden der Kantone St. Gallen und Appenzell Innerrhoden sowie Grenzgemeinden aus dem österreichischen Vorarlberg.



LANDSCHAFTSCHARAKTER

Der Charakter des «Rheintals» ist v.a. durch die Rheinebene geprägt, welche sich zwischen den Ausläufern des Alpsteingebirges und dem Bregenzerwaldgebirge befindet und von Chur bis zum Bodensee reicht. Die nördliche Ecke der Landschaftskammer ist u.a. geprägt durch Weinbaugebiete an den Südhängen, welche auch besondere kulturhistorischen Bauten beherbergen. Die Ebene ist geprägt, durch dichtere Siedlungsgebiete (u.a. Altstätten, Widnau, Rebstein), bei welchen oft auch Industriegebiete angesiedelt sind und weniger bebautes Gebiet, welches meist intensiv landwirtschaftlich genutzt wird. Gegen die Flanken des Appenzellerlandes sind die Flächen jedoch weniger landwirtschaftlich und industriell geprägt. Ebenfalls ein wichtiges Element der Ebene ist der Rhein, welcher zu Beginn des 20. Jh. begradigt wurde und deshalb stark anthropogen geprägt ist. Das Gebiet ist durch die starke Besiedlung und durch weitere Infrastrukturanlagen vorbelastet. Dies zeichnet sich durch die Kantonsstrassen insbesondere durch die Autobahn (A13) von St. Gallen nach Chur und die Autobahn von Feldkirch nach Bregenz (A14) auf der Vorarlberger-Seite aus. Der Charakter des gesamten Landschaftsteils kann also als stark anthropogen geprägt und intensiv genutzt, mit vielen Infrastrukturanlagen (Industriegebiete, Strassen, Autobahnen), bezeichnet werden. Kleinräumig weniger genutzte, naturnähere und/oder kulturhistorisch besondere Bereiche kommen insbesondere im Nordwesten des Landschaftsteils (am Südhang) vor.

LANDSCHAFTSÄSTHETISCHER EIGENWERT

Der landschaftsästhetische Eigenwert und dadurch eine gewisse Einzigartigkeit spiegelt sich für diesen Landschaftsteil in der natürlich entstandenen, grossräumigen Ebene des Rheins wider. Die Ebene ist jetzt aber stark anthropogen geprägt. Mehrere Fliessgewässer liegen im Einzugsgebiet des Rheins, sind aber meist durch den Menschen begradigt oder kanalisiert worden. Die Nutzung beschränkt sich neben Siedlungs- und Industriegebieten vorwiegend auf intensivere Landwirtschaft. Ebenfalls zum landschaftsästhetischen Eigenwert gehören die horizontbildenden Hügelzüge und Talflanken, welche sich durch ihre natürlichere Gestaltung (weniger intensiv genutzt) von der Ebene abheben.

4.3.2 OBJEKTWahrnehmung

STANDORTBEURTEILUNGEN NAHBEREICH

Standort 1, Rheindamm



Abbildung 17: Perspektive vom Rheindamm auf WEA (Standort 1).

Wirkung im Sichtbereich = **mittel**

Im Vordergrund ist die Ackerfläche des Rheindamms zu sehen. Dahinter befindet sich ein Industrie-areal, das eine charakteristische Struktur des Rheintals darstellt. Im Hintergrund ist das Appenzeller Bergland zu erkennen. Vordergründig befinden sich mehrere vertikale Objekte, die emporragen. Dazu zählen Strommasten, Bäume und eine Mobilfunkantenne (vgl. Abbildung 17).

Sichtbarkeit = **sichtbar**

Der Standort ist rund 1.5 Kilometer von der Anlage entfernt. Da von dieser Perspektive aus die Mobilfunkantenne sehr dominant wahrgenommen wird, wird die WEA nicht primär wahrgenommen. Die Objektwahrnehmung ist daher als «beeinträchtigt» einzustufen.

→ Objektwahrnehmung = **beeinträchtigt**

Standort 2, Zollstrasse Österreich



Abbildung 18: Perspektive von der österreichischen Seite des Rheindamms auf die WEA (Standort 2).

Wirkung im Sichtbereich = **mittel**

Von diesem Standort aus ist im Vordergrund der Rheindamm zu sehen. Dahinter befinden sich Industrie- und Siedlungsstrukturen. Im Hintergrund lässt sich die Bergkette des Appenzeller Vorderlandes erkennen. Durch die Strommasten und Silobauten am Rheindamm gibt es einige Objekte, die vertikal in den Horizont ragen (vgl. Abbildung 18).

Sichtbarkeit = **dominant sichtbar**

Der Standort ist rund 1.5 Kilometer von der Anlage entfernt. Da die Anlage von dieser Perspektive aus das höchste vertikale Objekt darstellen wird, ist davon auszugehen, dass die WEA dominant sichtbar sein wird. Die Objektwahrnehmung ist daher als «sehr beeinträchtigt» einzustufen.

→ Objektwahrnehmung = **sehr beeinträchtigt**

Standort 5, Heerbrugg



Abbildung 19: Perspektive von Heerbrugg auf die WEA (Standort 5).

Wirkung im Sichtbereich = **gering**

Von dieser Perspektive aus hat man direkte Sicht auf die WEA. Direkt neben dem Kirchturm lässt sich die WEA klar ausmachen. Es hebt sich gut von den im Hintergrund befindlichen Bergketten ab. Vertikale Durchgrünungsmassnahmen sind anhand von Einzelbäumen sichtbar. Zusätzlich befinden sich weitere hohe, spitze Objekte in diesem Landschaftsausschnitt (vgl. Abbildung 19). Aufgrund dessen wird das Sichtbarkeitsempfinden der WEA in diesem Zusammenhang als wenig störend empfunden.

Sichtbarkeit = **sichtbar**

Der Standort kommt mit einem Abstand von ca. 1.5 Kilometer zur Anlage im Nahbereich zu liegen. Im Vordergrund sieht man direkt den verstärkten Dorfkern Heerbruggs (vgl. Abbildung 19).

➔ Objektwahrnehmung = **beeinträchtigt**

Standort 7, SFS / Kreisel

Abbildung 20: Perspektive vom Kreisel auf die WEA (Standort 7).

Wirkung im Sichtbereich = **stark**

Mittig im Sichtbereich des Landschaftsausschnitts hinter dem Kreisverkehr ist die WEA zu sehen. Die Anlage ist hier in einem ausgeprägten Industrieensemble wahrzunehmen. Linker Hand lässt sich die landwirtschaftlich geprägte Struktur erahnen (vgl. Abbildung 20).

Sichtbarkeit = **dominant sichtbar**

Obwohl aus dieser Perspektive auch das Gebilde innerhalb des Kreisverkehrs sehr dominant wirkt, ist die WEA trotzdem das höchste Objekt und wird somit sehr stark wahrgenommen. Die Entfernung zur Anlage beträgt vom Standort aus 580 Meter (vgl. Abbildung 20).

➔ Objektwahrnehmung = **sehr beeinträchtigend**

Standort 18, Kreisel Au



Abbildung 21: Perspektive vom Kreisel in Au auf die WEA (Standort 18).

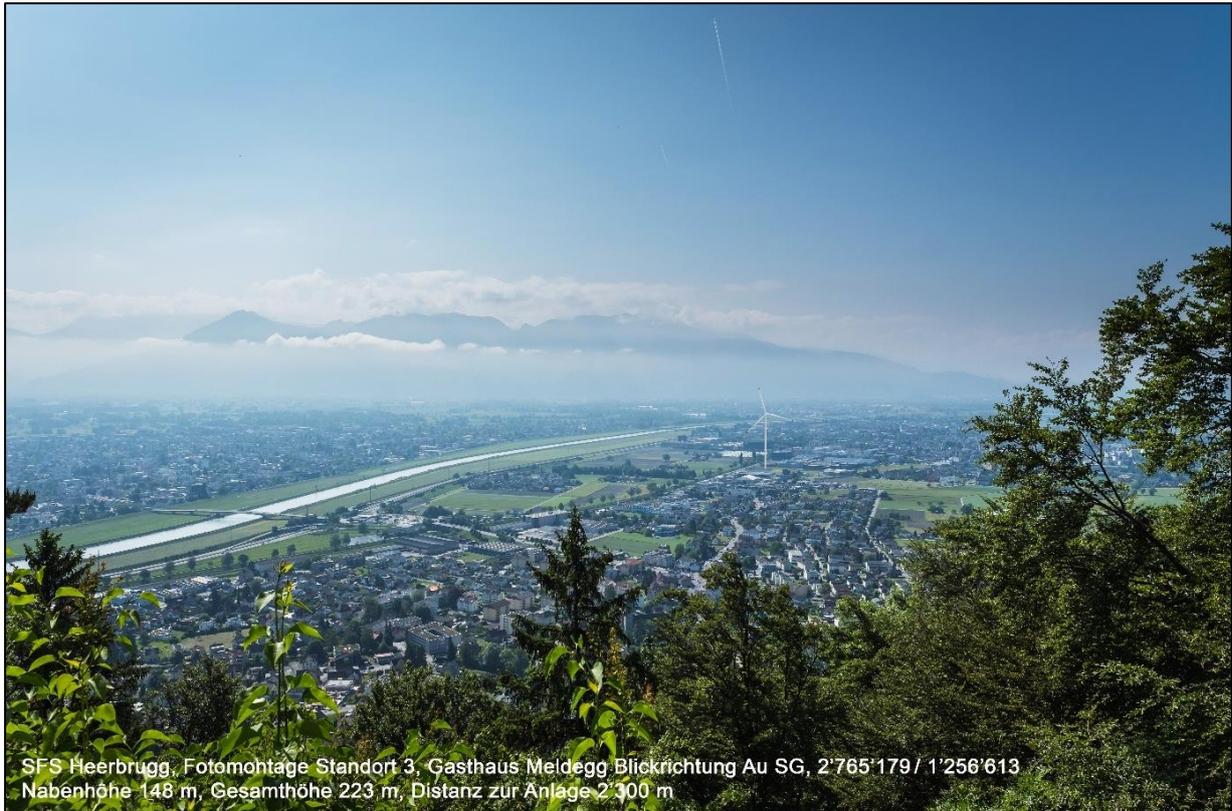
Wirkung im Sichtbereich = **stark**

Dieser Standort befindet sich direkt innerhalb des Siedlungsgebietes. Der Strasse geradeaus folgend gelangt man direkt in das Industrieareal. Im Hintergrund lassen sich Bergketten erahnen (vgl. Abbildung 21).

Sichtbarkeit = **dominant sichtbar**

Die WEA ist von diesem Standort aus rund 1.5 Kilometer Luftlinie entfernt. Da die Strasse die Perspektive auf die Anlage verstärkt, ist die Objektwahrnehmung von hier aus als «sehr beeinträchtigend» einzustufen (vgl. Abbildung 21).

➔ Objektwahrnehmung = **sehr beeinträchtigend**

STANDORTBEURTEILUNGEN MITTELBEREICH**Standort 3, Gasthaus Meldegg / Blickrichtung Au SG**

SFS Heerbrugg, Fotomontage Standort 3, Gasthaus Meldegg, Blickrichtung Au SG, 2'765'179 / 1'256'613
 Nabenhöhe 148 m, Gesamthöhe 223 m, Distanz zur Anlage 2'300 m

Abbildung 22: Perspektive vom Gasthaus Meldegg, Blickrichtung Au (Standort 3).

Wirkung im Sichtbereich = **mittel**

Der Rhein spielt von dieser Perspektive aus eine dominante Rolle und lässt auf die geomorphologischen Gegebenheiten schliessen. Des Weiteren sind von hier aus die charakteristischen Strukturen des Rheintals mit Siedlungsstrukturen, landwirtschaftlich genutzten Flächen und Industriearealen sichtbar. Hinter diesen sind in der Ferne vorarlbergische Siedlungsstrukturen mit dahinter liegenden Bergketten auszumachen (vgl. Abbildung 22).

Sichtbarkeit = **sichtbar**

Der Standort liegt im Mittelbereich und ist rund 3 Kilometer von der WEA entfernt. Da vermehrt vertikale Objekte in den Horizont ragen, ist grundsätzlich davon auszugehen, dass die Anlage aus dieser Perspektive mit den weiteren Siedlungsstrukturen und dem Industrieareal verschwimmt. Jedoch kommt es im Nahbereich von schwarzen Gebäuden zum Liegen (vgl. Abbildung 22). Dadurch könnte es sich farblich stärker abheben und dadurch optisch deutlicher erkennbar sein. Aus diesem Grund ist die Objektwahrnehmung an diesem Standort als «beeinträchtigt» zu beurteilen.

➔ Objektwahrnehmung = **beeinträchtigt**

Standort 4, Berneck / Sportplatz



Abbildung 23: Perspektive vom Sportplatz Berneck auf die WEA (Standort 4).

Wirkung im Sichtbereich = **mittel**

Von diesem Standort ist die direkte Sicht auf die WEA gewährleistet. Rundherum sind die Siedlungsstrukturen charakteristisch ausgeprägt. Konkret ist Berneck mit seiner typischen Bebauung im Vordergrund sichtbar. Erholungs- und Freizeitinfrastruktur sind im Vordergrund durch den Sportplatz sowie Spazier- und Wanderwege erkennbar. Im Hintergrund lassen sich die Gewerbe- und Industrieanlagen vermuten. Die Bergkette, die im Hintergrund erkennbar ist, liegt bereits auf österreichischer Seite in Vorarlberg und stellt den Abschluss des Rheintals optisch dar (vgl. Abbildung 23).

Sichtbarkeit = **sichtbar**

Der Standort liegt im Mittelbereich und ist rund 3 Kilometer von der Windenergieanlage entfernt. An Tagen mit klarer Fernsicht wird sich die Anlage mehr von den Bergketten im Hintergrund abheben. Durch die vielen spitzen Objekte, die sich in dieser Blickperspektive befinden, fällt das WEA zwar auf, drängt sich jedoch nicht stärker als der Kirchturm rechts daneben auf (vgl. Abbildung 23).

→ Objektwahrnehmung = **beeinträchtigend**

Standort 6, Balgach / Sportplatz

Abbildung 24: Perspektive vom Sportplatz Balgach auf die WEA (Standort 6).

Wirkung im Sichtbereich = **mittel**

Die Landschaft im Sichtbereich ist mit einem landwirtschaftlichen Wiesland bedeckt. Blickt man weiter nach links, so kann man die für die Region typischen Wies- und Rebhänge erkennen (vgl. Kapitel 4.2.3). In diesem Landschaftsausschnitt überblickt man die landwirtschaftlich genutzten Wiesen- und Ackerflächen. Dieser Teil fungiert als ortsgliedernder Trennbereich zwischen Heerbrugg und dem Leica Areal. Die WEA ist am linken Rand des Bildausschnitts zwischen Schloss Heerbrugg (dunkler Zwiebelturm) und dem würfelförmigen SFS-Gebäude, das an der Fasanenstrasse steht, einsehbar. Im Hintergrund befinden sich viele vertikale Durchgrünungsobjekte, wodurch die Windenergieanlage nicht das einzige in den Horizont ragende Objekt darstellt (vgl. Abbildung 24).

Sichtbarkeit = **kaum sichtbar**

Der Standort liegt im Mittelbereich rund 3 Kilometer vom WEA entfernt. Der Blick im Vordergrund ist sehr weit und frei. Die WEA wird aufgrund der Entfernung in einem Guss mit den Gebäuden und der Bepflanzung wahrgenommen (vgl. Abbildung 24).

➔ Objektwahrnehmung = **wenig beeinträchtigend**

Standort 16, Dammstrasse

Abbildung 25: Perspektive vom Rheindamm auf die WEA (Standort 16).

Wirkung im Sichtbereich = **gering**

Von diesem Standort aus ist im Vordergrund der Rheindamm zu sehen. Dahinter befinden sich Industriestrukturen, die in Siedlungsstrukturen übergehen. Im Hintergrund ist die Bergkette des Appenzellerlandes zu erkennen. Durch die Strommasten und Silobauten am Rheindamm gibt es einige Objekte, die vertikal in den Horizont ragen (vgl. Abbildung 25).

Sichtbarkeit = **sichtbar**

Der Standort ist rund 4 Kilometer von der Anlage entfernt. Da sich an dieser Perspektive vermehrt vertikale Objekte befinden, ist davon auszugehen, dass die WEA neben der Kirche, hinter den Strommasten nicht besonders auffällt (vgl. Abbildung 25). Die Objektwahrnehmung ist daher als «wenig beeinträchtigend» einzustufen.

➔ Objektwahrnehmung = **wenig beeinträchtigend**

STANDORTBEURTEILUNGEN FERNBEREICH**Standort 9, Kehlegg Vorarlberg**

Abbildung 26: Perspektive von Vorarlberg (Kehlegg) auf die WEA (Standort 9).

Wirkung im Sichtbereich = **gering**

Von diesem Standort aus lässt sich durch den weiträumigen Blick über einen grossen Ausschnitt des Rheintals, der landwirtschaftlich, industriell und durch Siedlungsstruktur geprägte Nutzungscharakter einsehen. Der vordergründige Sichtbereich ist von Waldflächen in Verzahnung mit Offenland geprägt. Im Hintergrund lässt sich das Appenzeller Vorderland ausmachen (vgl. Abbildung 26).

Sichtbarkeit = **kaum sichtbar**

Die Luftlinienentfernung von diesem erhöht gelegenen Standort von Kehlegg aus beträgt rund 10 Kilometer. Das WEA lässt sich von diesem Standort nur erkennen, wenn man genau weiss, wo man es suchen muss. Es verschwimmt mit der umgebenden Siedlungsstruktur des Rheintals (vgl. Abbildung 26). Infolgedessen ist die Objektwahrnehmung als «wenig beeinträchtigend» zu bewerten.

➔ Objektwahrnehmung = **wenig beeinträchtigend**

Standort 10, Berggasthaus Montlinger Schwamm



Abbildung 27: Perspektive vom Berggasthaus Montlinger Schwamm auf die WEA (Standort 10).

Wirkung im Sichtbereich = **gering**

Von diesem Standort aus lässt sich, wie auch bei Standort 9 ein weitläufiger Blick auf das Rheintal mit seinen typischen Nutzungsstrukturen der landwirtschaftlichen Flächen, Industriearealen und Siedlungen einsehen. Im Vordergrund sind Waldflächen sichtbar. Die Appenzeller Bergzunge ist seitlich des Landschaftsausschnittes sichtbar. Links davon befindet sich Heerbrugg. Die WEA wird hinter der Bergzunge zum Vorschein kommen (vgl. Abbildung 27).

Sichtbarkeit = **kaum sichtbar**

Die Luftlinienentfernung von diesem Standort beträgt rund 10 Kilometer. Die WEA lässt sich von dieser Perspektive nur von einer über den genauen Standort Bescheid wissenden Person ausmachen. Es verschwimmt mit den umgebenden Strukturen des Rheintals (vgl. Abbildung 27). Infolgedessen ist die Objektwahrnehmung als «wenig beeinträchtigend» zu bewerten.

➔ Objektwahrnehmung = **wenig beeinträchtigend**

Standort 11, Stossstrasse



Abbildung 28: Perspektive von der Stossstrasse auf die WEA (Standort 11).

Wirkung im Sichtbereich = **gering**

Der Landschaftscharakter im Vordergrund ist durch Siedlungsstrukturen geprägt. Im Mittel- und Fernbereich wird der Landschaftsausschnitt von Bergketten gesäumt (vgl. Abbildung 28).

Sichtbarkeit = **kaum sichtbar**

Die WEA kommt links hinter dem Bergrücken, der in der Mitte des Bildes hervortritt, zu liegen. Es ist davon auszugehen, dass lediglich die Rotorblätter von diesem Standort aus zu sehen sind. Ansonsten verschwimmt die WEA mit der umliegenden Siedlungsstruktur des Rheintals (vgl. Abbildung 28). Der Standort ist rund 10 Kilometer von der Anlage entfernt. Die Objektwahrnehmung ist daher als «wenig beeinträchtigend» einzustufen.

➔ Objektwahrnehmung = **wenig beeinträchtigend**

Standort 13, Aussichtsplattform Montlinger Berg



Abbildung 29: Perspektive von der Aussichtsplattform Montlinger Berg auf die WEA (Standort 13).

Wirkung im Sichtbereich = **gering**

Von diesem Standort aus lässt sich die regionaltypische Siedlungsstruktur gemeinsam mit dem landwirtschaftlichen und industriell geprägten Nutzungsmuster des Rheintals erkennen. Am Horizont ist ein Kirchturm einsehbar, von dem aus die WEA links davon stehen wird. Linker Hand wird der Landschaftsausschnitt von den Bergrücken des Appenzellerlandes gesäumt (vgl. Abbildung 29).

Sichtbarkeit = **kaum sichtbar**

Der Standort ist rund 10 Kilometer von der Anlage entfernt. Aufgrund dieser Entfernung ist davon auszugehen, dass die WEA im Horizont verschwinden wird (vgl. Abbildung 29). Die Objektwahrnehmung ist daher als «wenig beeinträchtigend» einzustufen.

➔ Objektwahrnehmung = **wenig beeinträchtigend**

ÜBERBLICK OBJEKTWAHRNEHMUNG

Untenstehende Tabelle (vgl. Tabelle 4) zeigt die Sichtbarkeit und Bewertung der Anlage von den jeweiligen Standorten, unterteilt in die drei Distanzbereiche auf. Diese wurde anhand der Begehung vor Ort gemacht. Die Tabelle fasst die Erkenntnisse der Bewertung von Kapitel 4.3.2 zusammen.

Tabelle 4: Überblick über die Eingriffswahrnehmung aus Perspektive der 13 Standorte auf die WEA unterteilt in drei Distanzbereiche (Nah- Mittel- und Fernbereich).

	Sichtbarkeit*	Standort	Ortsname	Luftliniendistanz zur WEA	Objektwahrnehmung	Σ Objektwahrnehmung
Nahbereich	Von ca. 95 % des Gebiets im Nahbereich kann die Anlage gesehen werden.	1	Rheindamm	1.5 km	beeinträchtigt	
		2	Zollstrasse Österreich	1.2 km	sehr beeinträchtigt	
		5	Heerbrugg	1.4 km	beeinträchtigt	
		7	SFS/Kreisel	580 m	sehr beeinträchtigt	
		18	Kreisel Au	1.3 km	sehr beeinträchtigt	
Mittelbereich	Von ca. 75 % des Gebiets im Mittelbereich kann die Anlage eingesehen werden.	3	Gasthaus Meldegg / Blickrichtung Au SG	2.3 km	beeinträchtigt	
		4	Berneck/Sportplatz	2.7 km	beeinträchtigt	
		6	Balgach/Sportanlage	2.8 km	wenig beeinträchtigt	
		16	Dammstrasse	4.1 km	wenig beeinträchtigt	
Fernbereich	Von ca. 33 % des Gebiets im Mittelbereich kann die Anlage eingesehen werden.	9	Kehlegg Vorarlberg	10.2 km	wenig beeinträchtigt	
		10	Berggasthaus Montlinger Schwamm	15.6 km	wenig beeinträchtigt	
		11	Stossstrasse	9.8 km	wenig beeinträchtigt	
		13	Aussichtsplattform Montlinger Berg	9.9 km	wenig beeinträchtigt	

* geschätzter Wert aufgrund von Abbildung 5 in Bezug auf die Sichtbarkeitsanalyse.

Es kann zusammenfassend festgehalten werden, dass die WEA vorallem von drei der fünf Standorte im Nahbereich eine «sehr beeinträchtigte» Wirkung auf das Landschaftsbild hat. Im Mittelbereich sind zwei der vier Standorte als «beeinträchtigt» bewertet. Im Fernbereich ist die Anlage nur noch schwer einzusehen, weswegen hier alle Standorte mit «wenig beeinträchtigt» bewertet werden. In diesem Distanzbereich muss man schon konkret wissen, wo die Anlage steht, um auf sie aufmerksam zu werden. Weiss man das nicht, so verschwindet sie in den charaktertypischen Strukturen des Rheintals.

4.4 FAZIT / MASSNAHMENFESTLEGUNG

Es kann resümierend festgehalten werden, dass es sich bei der WEA um ein neues Objekt im Landschaftsbild des Rheintals handelt. Die Beurteilungen der Objektebene (vgl. Kapitel 4.3.1) und Objektwahrnehmung (vgl. Kapitel 4.3.2) haben ergeben, dass die WEA von knapp der Hälfte der Standorte (6 von 13) als «wenig beeinträchtigt» wahrgenommen wird. Das kann dadurch erklärt werden, dass sich im Rheintal Siedlungsstrukturen mit industrieller Prägung vermischen und dadurch vertikale hohe Objekte keine Seltenheit darstellen. Dadurch gliedert sich die Anlage an vielen Standorten gut in das Landschaftsbild ein und wird nicht als beeinträchtigt wahrgenommen. An den Standorten, an denen die Beurteilung der Objektwahrnehmung als «sehr beeinträchtigt» oder «beeinträchtigt» wahrgenommen wird, könnte ein Farbanstrich des Masts in Grüntönen dazu beitragen, dass die Anlage weniger wahrgenommen wird. Dies könnte die Situation zum Beispiel bei Standort Nr. 3 entschärfen, da der Kontrast durch die schwarzen Gebäude im unmittelbaren Bereich der WEA besonders hoch ist.

Die drei Standorte, für die die Objektwahrnehmung als «sehr beeinträchtigt» beurteilt wurde, ist die Entfernung zur Anlage so gering, dass diese auf jeden Fall wahrgenommen wird.

Je grösser der Abstand zur Anlage ist, desto weniger wird sie wahrgenommen und verschwimmt mit den Strukturen im Umfeld. Wie auch in der Beurteilung der jeweiligen Standorte angemerkt, haben

andere vertikale Bauten ebenso eine horizontbildende Wirkung. Als Beispiel hierfür sind Kirchtürme oder hohe Bäume zu nennen.

Die geplante WEA hat keine negativen Auswirkungen auf die Schutzziele des Umweltbereichs Landschaft und Ortsbild, insbesondere auf die schützenswerten Ortsbilder (vgl. ISOS).

4.4.1 VERMEIDUNGS- UND MINDERUNGSMASSNAHMEN

Zur Minimierung des Eingriffs in die Landschaft (inkl. Ortsbild) sind während der Bauphase folgende Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen vorzusehen (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5: Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für den Umweltbereich Landschaft (inkl. Ortsbild).

Nr.	Massnahme	Umsetzungszeitraum (SIA-Phase)
LO01	Die Bauphase ist möglichst kurz zu halten, Nacharbeiten sind aufgrund der Lichtimmissionen möglichst zu vermeiden.	Bauphase (52)
LO02	Bau- und Installationsplätze sind möglichst klein zu halten, so dass möglichst wenig landschaftsprägende Elemente tangiert werden.	Bauphase (52)
LO03	Zur Minimierung der Auswirkungen auf den Standort Nr. 3, bei welchem der Kontrast durch die schwarzen Gebäude im unmittelbaren Bereich der WEA besonders hoch ist, sollte der Mast der WEA einen Farbanstrich in Grüntönen erhalten. Ein solcher Farbanstrich würde nicht nur an Standort 3, sondern insgesamt dazu beitragen, dass die Anlage weniger wahrgenommen wird.	Bauphase (52)

4.4.2 AUSGLEICHS- UND ERSATZMASSNAHMEN

Es sind keine Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen vorzunehmen.

4.5 BEURTEILUNG DER UMWELTVERTRÄGLICHKEIT

Unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen kann der Projekteingriff für das Schutzgut Landschaft (inkl. Ortsbild) als umweltverträglich beurteilt werden.



5 SCHUTZGUT: BODEN (INKL. NEOPHYTEN)

5.1 UNTERSUCHUNGSRAUM

Die Untersuchungen betreffen den engeren Untersuchungsperimeter (vgl. Kap. 3.1).

5.2 METHODIK

Im Folgenden wird die Vorgehensweise für die Untersuchung des Bodens erläutert.

5.2.1 GRUNDLAGEN

Als Grundlage der Bodenbeurteilung werden die folgenden Layer des Geoportals des Kantons St. Gallen hinzugezogen:

- Geoportal Kanton SG: «Bodenverdichtungsrisiko» (Quelle: geoportal.ch)
- Geoportal Kanton SG: «Bodenverschiebung, Prüfgebiete» (Quelle: geoportal.ch)
- Geoportal Kanton SG: «Kataster der belasteten Standorte» (Quelle: geoportal.ch)
- Geoportal Kanton SG: «Neophytenstandorte» (Quelle: geoportal.ch)

Weiter werden folgende Grundlagen hinzugezogen:

- Verordnung über Belastungen des Bodens (SR 814.12; abgekürzt VBBo) vom 1. Juli 1998 (i.d.g.F)
- BAFU (2021): Wegleitung „Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung“
- BAFU (2022): «Vollzugshilfe Bodenschutz beim Bauen», Leitfaden Umwelt Nr. 10
- BAFU (2015): «Boden und Bauen»
- Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt (FrSV) vom 10.09.2008; Artikel 15, 16 und 52 (i.d.g.F)
- Strategie der Schweiz zu invasiven gebietsfremden Arten (BAFU, 18.05.2016)

5.2.2 METHODIK

Die im Bereich der Eingriffsflächen (im engeren Untersuchungsperimeter, inkl. Baupisten, Bau-, Aus-hubdeponie-, Materialdepots- und Installationsplätze.) liegenden Flächen und Volumen, der Bodentyp, die Bodennutzung sowie die Empfindlichkeit gegenüber physikalischen Belastungen und Erosionsrisiken werden beschrieben. Die Flächen der temporären und bleibenden Bodenbeanspruchung durch den Bau werden festgehalten. Weiter wird auf Grund der Daten des Geoportals, einer Datenbankabfrage bei info flora und einer Vegetationserhebung das Vorkommen von Neophyten beschrieben. Daraus werden Massnahmen zum Schutz des Bodens während der Bauphase abgeleitet.

5.3 AUSGANGSLAGE / EINGRIFFSBEURTEILUNG

KUBATUREN

Im Umfeld des engeren Untersuchungsperimeters (vgl. nationaler Bodendatensatz (<https://maps.soil.bfh.science/>)) beträgt die Schichtmächtigkeit des Oberbodens rund 22 cm und diejenige des Unterbodens 22 bis 60 cm. Bei Annahme, dass sich im engeren Untersuchungsperimeter ähnliche Schichtmächtigkeiten vorfinden, entstehen für das Betonfundament auf Basis der technischen Angaben zum Betonfundament (vgl. Kapitel 0) Aushubkubaturen von rund 120 m³ Oberboden (A-Horizont), rund 200 m³ Unterboden (B-Horizont) und 1'540 m³ C-Horizont.

5.4 MASSNAHMENFESTLEGUNG

5.4.1 VERMEIDUNGS- UND MINDERUNGSMASSNAHMEN

Zur Minimierung der Auswirkungen der Bauphase auf das Schutzgut Boden werden folgende Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen aus dem «Merkblatt Umweltschutz auf Baustellen» des AFU und weitere generell gültige Massnahmen formuliert (vgl. Tabelle 6).

Tabelle 6: Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für den Umweltbereich Boden.

Nr.	Massnahme	Umsetzungszeitraum (SIA-Phase)
Bo01	Das Merkblatt des AFU «Umweltschutz auf Baustellen» gilt es zu berücksichtigen	Bauphase (52)
Bo02	Die Bodenfruchtbarkeit soll langfristig erhalten bleiben. Dabei gelten folgende Grundsätze: <ul style="list-style-type: none"> Keine bleibenden Strukturveränderungen und Verdichtungen des Bodens; Keine Vermischungen von Oberboden (A-Boden), Unterboden (B-Boden) und Untergrund (C-Horizont); Keine Verschleppung bzw. kein unkontrolliertes Verschieben von mit Schadstoffen und invasiven Neophyten belastetem Bodenmaterial 	Bauphase (52)
Bo03	Biologisch belastetes Bodenmaterial durch Neophyten muss speziell behandelt und korrekt entsorgt werden. Allgemein gilt: <ul style="list-style-type: none"> Belastetes Bodenmaterial gesondert behandeln, nicht mit unbelastetem Material vermischen und nicht verteilen; Baumaschinen vor der Verschiebung zu anderen Baustellen oder in unbelastete Baustellenbereiche gründlich reinigen; Nach Abschluss von Erdarbeiten Nachkontrollen vornehmen und nötigenfalls sofortige Bekämpfung veranlassen. 	Bauphase (52)
Bo04	Die Bodenstruktur soll erhalten bleiben, es gilt: <ul style="list-style-type: none"> Bodenarbeiten sollen generell bei trockenen Bedingungen stattfinden Es dürfen keine Pneufahrzeuge auf gewachsenem Boden fahren. Erdarbeiten sind mit möglichst leichten Maschinen auszuführen (Raupenfahrzeuge mit geringem Bodendruck). Erfolgt eine Materialanlieferung über gewachsenen Boden, muss vorgängig eine Transportpiste erstellt werden. 	Bauphase (52)
Bo05	Angrenzende, vom Projekt nicht betroffene Flächen dürfen nicht befahren werden.	Bauphase (52)
Bo06	Installations-, Umschlag- und Lagerplätze gilt es möglichst auf befestigten Flächen zu erstellen. Bei den Eingriffsflächen, welche sich auf gewachsenem Boden befinden, sind die Zufahrten und die Installationsplätze bodenschonend klein zu halten, um Beeinträchtigungen auf Vegetation und Boden zu vermeiden.	Bauphase (52)
Bo07	Dort wo Installations-, Umschlags- und Lagerplätze nicht auf befestigten Flächen erstellt werden können, gilt es, vor dem Baubeginn die Grasflächen wo möglich und bei Bedarf zu mähen. Danach erfolgt die Schüttung der Ober- und Unterbodendepots separat direkt auf dem gewachsenen und nicht abhumusierten Boden. Die Depots sind locker zu schütten und dürfen nicht befahren werden. Es gelten folgende maximale Schütthöhen: <ul style="list-style-type: none"> Oberbodendepots: 1.5 – 2 m Unterbodendepots: 2 – 2.5 m Die Bodendepots dürfen nicht vernässen. Die Depotoberfläche muss ein Gefälle von ca. 3 – 5 % aufweisen.	Bauphase (52)
Bo08	Die Entsorgung bzw. die Verwertung des Bodens richtet sich nach der VBBo bzw. der Wegleitung Bodenaushub. Grundsätzlich soll möglichst der ganze abgetragene Boden vor Ort wieder verwendet werden, sofern es nicht biologisch durch Neophyten belastet ist.	Bauphase (52)

5.4.2 AUSGLEICHS- UND ERSATZMASSNAHMEN

Für diesen Umweltbereich sind keine Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen notwendig.

5.5 BEURTEILUNG DER UMWELTVERTRÄGLICHKEIT

Unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen kann der Projekteingriff für das Schutzgut Boden (inkl. Neophyten) als umweltverträglich beurteilt werden.

6 SCHUTZGUT: VEGETATION UND LEBENSRÄUME (EXKL. WALD)

6.1 UNTERSUCHUNGSRAUM

Die Untersuchungen betreffen den engeren Untersuchungsperimeter (vgl. Kap. 3.1).

6.2 METHODIK

6.2.1 GRUNDLAGEN

Als Grundlage der Beurteilung hinsichtlich Auswirkungen auf Vegetation und Lebensräume werden Bundes-, Kantons- und Gemeindeinventare und die Datenbank info flora hinzugezogen:

- Geoportal Kanton SG: «Biotopkartierung national/regional» (Quelle: geoportal.ch)
- Geoportal Kanton SG: «Schutzverordnung Moorlandschaften» (Quelle: geoportal.ch)

Weiter werden folgende gesetzlichen und projektbezogenen Grundlagen hinzugezogen:

- Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) SR 451
- Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) SR 451.1
- Verordnung über den Schutz wildwachsender Pflanzen und freilebender Tiere (Naturschutzverordnung (NSV) sGS 671.1 vom 17. Juni 1975 (i.d.g.F)
- BAFU, Liste der National Prioritären Arten und Lebensräume, 2019
- BAFU, Rote Liste Gefässpflanzen, 2016
- WEA SFS – Machbarkeitsstudie. Pflichtenheft «Natur und Landschaft», ARNAL AG, dat. 27.3.23)

6.2.2 ERHEBUNGEN

Es erfolgt eine Auflistung der in den Bundes-, Kantons- und Gemeindeinventaren aufgeführten und möglicherweise betroffenen Lebensräume. Diese dienen u.a. als Grundlage für die Felderhebung, welche zwischen Mai und Juni stattfindet. Die Erhebung der Pflanzengesellschaften erfolgt nach Delarze et al. (2015). Des Weiteren wird mittels der erhobenen Daten aus der Begehung und der Datenbankabfrage bei info flora ermittelt, ob im Untersuchungsperimeter Rote-Liste-Arten zu finden sind.

6.3 RESULTATE

6.3.1 GEFÄSSPFLANZEN

Gemäss Datenbankabfrage bei info flora (dat. 20.9.2022) kommen im engeren Untersuchungsperimeter keine geschützten und / oder gefährdeten Arten vor. Auch gemäss Felderhebungen vom 18.5.2023 kommen im engeren Untersuchungsperimeter keine gemäss NHG geschützten und / oder gemäss Roter Liste gefährdeten Pflanzenarten vor.

6.3.2 LEBENSRÄUME

Gemäss den Bundes-, Kantons- und Gemeindeinventaren kommen im Untersuchungsgebiet keine schützenswerten Lebensräume gemäss NHG vor.

Gemäss Felderhebungen vom 18.5.2023 kommen im engeren Untersuchungsperimeter folgende Lebensräume, welche gemäss NHG und gemäss Liste der National Prioritären Arten und Lebensräume weder schützenswert noch national prioritär sind, vor (vgl. Abbildung 31, Tabelle 7):



Abbildung 31: Übersicht der erhobenen Flächen im engeren Untersuchungsperimeter (rotes Rechteck: Standort WEA).



Abbildung 32: Von rechts nach links: Teilansichten der Flächen Nr. 1, 2 und 3 (Fläche auf welcher die Erstellung der WEA geplant ist). (Foto: ARNAL AG, 18.5.2023).

Tabelle 7: Erhobene Lebensräume nach Delarze (2015) im engeren Untersuchungsperimeter am 18.5.2023 (die Nummern beziehen sich auf die Nummern in Abbildung 31).

Nummer (Fläche) (vgl. Abbildung 31)	Lebensraum nach Delarze (2015)
1	4.5.1. Talfettwiesen (Fromentalwiese) / Arrhenatherion
2	4.5.1. Talfettwiesen (Fromentalwiese) / Arrhenatherion
3	8.2 Feldkultur
4	8.2 Feldkultur
5	4.5 Fettwiese
6	4.5.1. Talfettwiesen (Fromentalwiese) / Arrhenatherion
7	4.5 Fettwiese



6.4 EINGRIFFSBEURTEILUNG

BAUPHASE

In der Bauphase werden die Vegetation und Lebensräume von Tieren (u.a. Montagearbeiten) beeinträchtigt.

BETRIEBSPHASE

Keine Relevanz / „no impact“.

6.5 MASSNAHMENFESTLEGUNG

6.5.1 VERMEIDUNGS- UND MINDERUNGSMASSNAHMEN

Obwohl keine geschützten und / oder gefährdeten Pflanzenarten wie auch keine schützenswerten Lebensräume nachgewiesen werden konnten im engeren Untersuchungsperimeter, ist nicht ganz auszuschliessen, dass keine geschützten und / oder gefährdeten Pflanzenarten vorhanden sind bzw. bei Baubeginn vorhanden sein werden.

Somit sind zur bestmöglichen Schonung von potenziell vorkommenden geschützten und / oder gefährdeten Pflanzenarten die folgenden Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen vorzusehen (vgl. Tabelle 8).

Tabelle 8: Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für den Umweltbereich Flora, Fauna und Lebensräume.

Nr.	Massnahme	Umsetzungszeitraum (SIA-Phase)
VuL01	Temporäre Flächenbeanspruchungen wie Installationsplätze und direkte Eingriffsflächen sind möglichst auf versiegelten Flächen vorzusehen und wenn dies nicht möglich ist, so klein wie möglich zu halten.	Bauphase (52)
VuL02	Zum bestmöglichen Schutz potenziell vorkommender geschützter und / oder gefährdeter Pflanzenarten im engeren Untersuchungsperimeter gilt es so viele Arbeiten wie möglich ausserhalb der Vegetationszeit durchzuführen.	Bauphase (52)
VuL03	Temporär beeinträchtigte Flächen (u.a. Installationsplätze) sind wieder zu begrünen und möglichst aufzuwerten. Eine Verschlechterung ist auf jeden Fall zu vermeiden.	Bauphase (52)

6.5.2 AUSGLEICHS- UND ERSATZMASSNAHMEN

Für diesen Umweltbereich sind keine Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen notwendig.

6.5.3 BEURTEILUNG DER UMWELTVERTRÄGLICHKEIT

Die Umweltverträglichkeit für den Umweltbereich Vegetation und Lebensräume ist mit der Umsetzung der oben genannten Massnahmen während der Bauphase sichergestellt.

7 SCHUTZGUT: WALD

7.1 UNTERSUCHUNGSRAUM

Die Untersuchungen betreffen den engeren Untersuchungsperimeter (vgl. Kap. 3.1).

7.2 METHODIK

7.2.1 GRUNDLAGEN

Als Grundlage der Beurteilung hinsichtlich Auswirkungen auf das Schutzgut Wald wird das Geoportal des Kantons St. Gallen hinzugezogen:

- Geoportal Kanton SG: «Basiswald» (Quelle: geoportal.ch)

Weiter werden folgende gesetzlichen und projektbezogenen Grundlagen hinzugezogen:

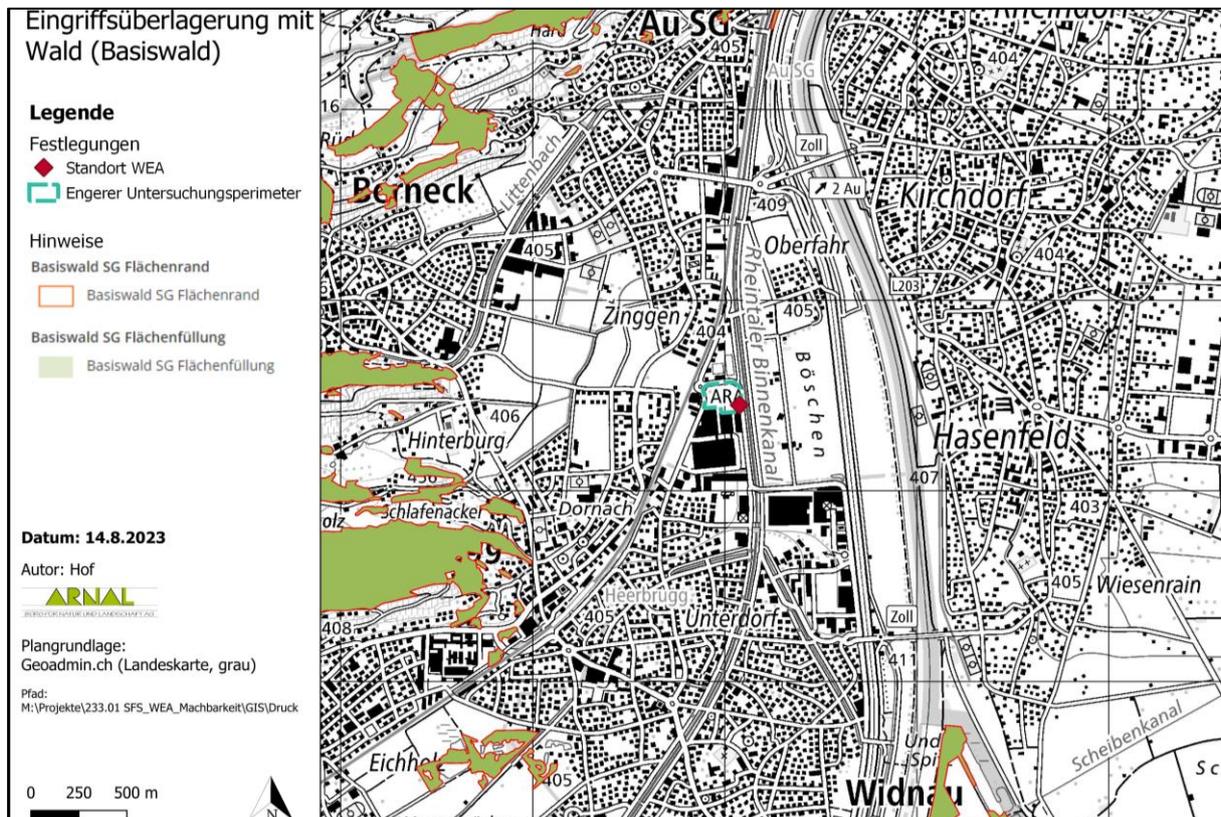
- WaG Bundesgesetz vom 4. Oktober 1991 über den Wald (Waldgesetz) SR 921.0
- WaV Verordnung vom 30. November 1992 über den Wald (Waldverordnung) SR 921.01
- WEA SFS – Machbarkeitsstudie. Pflichtenheft «Natur und Landschaft», ARNAL AG, dat. 27.3.23)

7.2.2 ERHEBUNGEN

Mithilfe des Geoportals des Kantons St. Gallen wird ermittelt, ob durch den Bau der WEA Waldflächen betroffen sind und ob die Durchführung von Fällungen oder Rodungen notwendig sein wird.

7.3 RESULTATE

Gemäss kantonalem Geoportal befindet sich im engeren Untersuchungsperimeter kein Wald. Das nächste Waldstück ist mehr als 1 km vom Vorhaben entfernt.



7.4 EINGRIFFSBEURTEILUNG

BAUPHASE

Keine Relevanz / „no impact“.

BETRIEBSPHASE

Keine Relevanz / „no impact“.

7.5 MASSNAHMENFESTLEGUNG

VERMEIDUNGS- UND MINDERUNGSMASSNAHMEN

Für diesen Umweltbereich sind keine Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen notwendig.

AUSLEICHS- UND ERSATZMASSNAHMEN

Für diesen Umweltbereich sind keine Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen notwendig.

7.6 BEURTEILUNG DER UMWELTVERTRÄGLICHKEIT

Der Wald wird durch das Vorhaben nicht tangiert. Somit ist der Umweltbereich Wald vom Projekt nicht betroffen und die Umweltverträglichkeit ohne Berücksichtigung von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen sowie Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen gegeben.



8 SCHUTZGUT: GRUNDWASSER

8.1 UNTERSUCHUNGSRAUM

Die Untersuchung umfasst den engeren Untersuchungsperimeter.

8.2 METHODIK

8.2.1 GRUNDLAGEN

Als Grundlage für die Beurteilung der Auswirkungen der geplanten Anlage auf das Schutzgut Grundwasser wird das Geoportal des Kantons St. Gallen hinzugezogen:

- Geoportal Kanton SG: «Gewässerschutzkarte» (Quelle: geoportal.ch)
- Geoportal Kanton SG: «Grundwasserkarte» (Quelle: geoportal.ch)

Weiter werden folgende gesetzlichen und projektbezogenen Grundlagen hinzugezogen:

- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (SR 814.20; abgekürzt GSchG) vom 24. Januar 1991 (i.d.g.F)
- Gewässerschutzverordnung (SR 814.201; abgekürzt GSchV) vom 28. Oktober 1998 (i.d.g.F)
- BAFU (2004): Wegleitung Grundwasserschutz
- Amt für Umwelt AFU SG (2017): Merkblatt AFU 173 «Bauten und Anlagen in Grundwassergebieten»
- WEA SFS – Machbarkeitsstudie. Pflichtenheft «Natur und Landschaft», ARNAL AG, dat. 27.3.23)

8.2.2 ERHEBUNGEN

Es wird untersucht, ob sich Objekte gemäss der Gewässerschutzkarte und der Grundwasserkarte des Kantons St. Gallen im engeren Untersuchungsperimeter befinden. Ist eine mögliche Tangierung nicht auszuschliessen, werden die örtlichen Gegebenheiten der betroffenen Objekte untersucht und die Auswirkungen des Vorhabens darauf abgeschätzt.

8.3 RESULTATE

Gemäss der Gewässerschutzkarte befindet sich die geplante WEA im Überlagerungsbereich der Gewässerschutzbereiche A_u und A_o. Es befinden sich keine Grundwasserschutzzone, Grundwasserschutzareale, Grundwasserfassungen, Oberflächengewässerfassungen, Quellen, Rohwasserpumpwerke und Anreicherungsanlagen im engeren Untersuchungsperimeter (vgl. Abbildung 33).

Gemäss der Grundwasserkarte befindet sich das Vorhaben in einem Bereich mit bekanntem Grundwasserleiter und einem mittleren Grundwasserspiegel von 401 m ü. M. (vgl. Abbildung 34), wobei sich das Terrain des Standorts der geplanten WEA auf 403 m ü. M. befindet.

Rechtliche Vorgaben

Gemäss der Gewässerschutzverordnung GSchV Anhang 4, Ziffer 111, 112, 211, umfasst der Gewässerschutzbereich A_u die nutzbaren unterirdischen Gewässer sowie die zu ihrem Schutz notwendigen Randgebiete und der Gewässerschutzbereich A_o die oberirdischen Gewässer und deren Uferbereiche, soweit dies zur Gewährleistung einer besonderen Nutzung erforderlich ist. In den Gewässerschutzbereichen A_u und A_o dürfen keine Anlagen erstellt werden, die eine besondere Gefahr für ein Gewässer darstellen; nicht zulässig ist insbesondere das Erstellen von Lagerbehältern mit mehr als 250'000 l Nutzvolumen und mit Flüssigkeiten, die in kleinen Mengen Wasser verunreinigen können. Im Gewässerschutzbereich A_u dürfen keine Anlagen erstellt werden, die unter dem mittleren Grund-

wasserspiegel liegen. Die Behörde kann Ausnahmen bewilligen, soweit die Durchflusskapazität des Grundwassers gegenüber dem unbeeinflussten Zustand um höchstens 10 Prozent vermindert wird.



Abbildung 33: Eingriffsüberlagerung mit der Gewässerschutzkarte des Kantons St. Gallen.

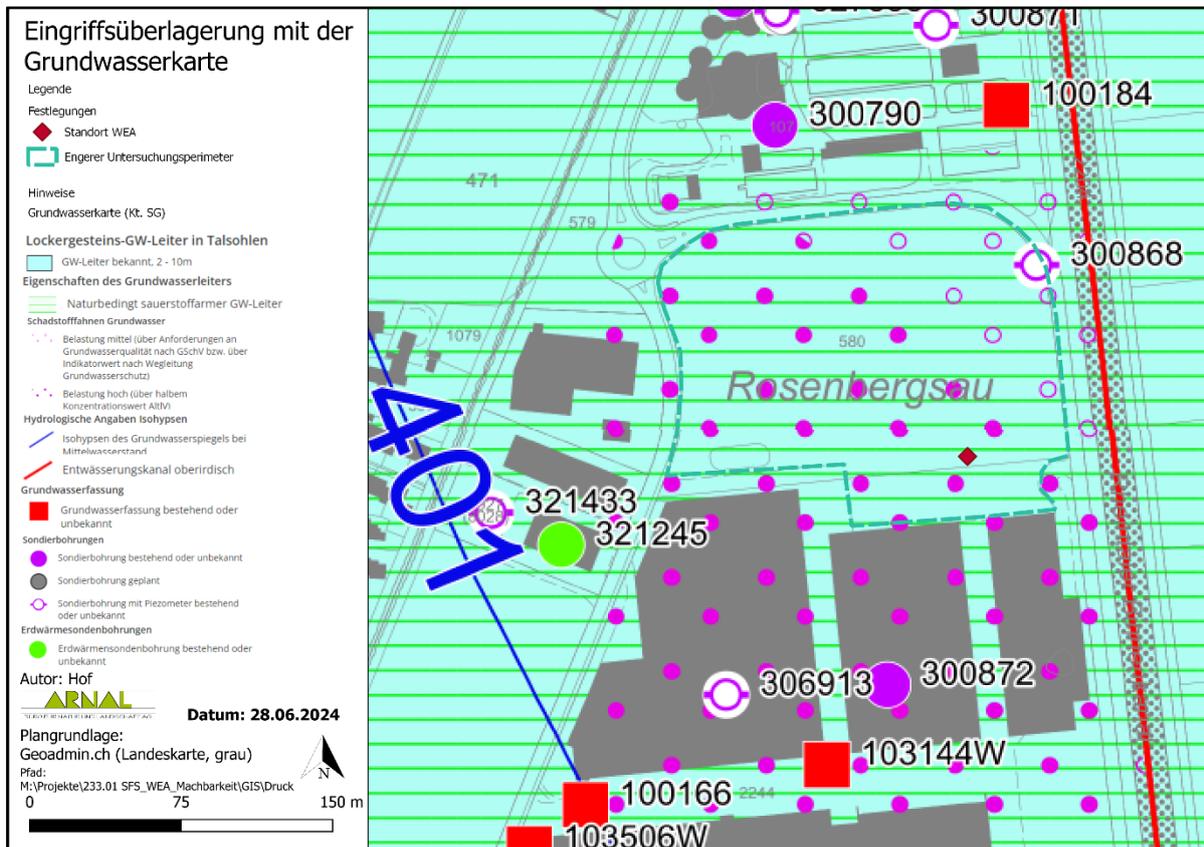


Abbildung 34: Eingriffsüberlagerung mit der Grundwasserkarte des Kantons St. Gallen.

8.4 EINGRIFFSBEURTEILUNG

BAUPHASE

Während der Bauphase kann es zu Beeinträchtigungen und Verunreinigungen durch wassergefährdende Flüssigkeiten (Schmier- und Treibstoffe, Hydrauliköl, Isoliermittel für elektrische Anlagen) und Abwasser – insbesondere Baustellenabwasser – kommen.

Abwasser entsteht im Bereich der Baustellen sowie auf den Flächen der Bauplatzinstallationen (Umschlagplätze, Baracken, Abstellflächen der Baumaschinen). Es handelt sich dabei insbesondere um Restwasser von Betonarbeiten, Abwasser aus Toilettenanlagen, Waschwasser von Reinigungsplätzen (Reinigung Betongeräte, Baumaschinen) und auf verschmutzten Flächen anfallendes Niederschlagswasser. Zu beachten sind v.a.: Trübstoffe, Alkalinität sowie Reinigungsabwasser (öl-, lösemittelhaltig).

Baustellenabwässer, welche während der Bauphase der WEA entstehen, weisen vielfach einen hohen Gehalt an mineralischen Feinstoffen auf oder sind alkalisch. Solche Abwässer können zum Absterben von Flora und Fauna führen.

BETRIEBSPHASE

Da sich der Standort der geplanten WEA im Überlagerungsbereich A_0 und A_U befindet, braucht es für Einbauten unter den mittleren Grundwasserspiegel eine Ausnahmegewilligung im Rahmen des Bauvergütungsverfahrens. Das Fundament der geplanten WEA hat einen Radius von 26 m und eine Tiefe von 3.5 m, wobei es somit 1.5 m unter den mittleren Grundwasserspiegel zu liegen kommt.

Gemäss dem Amt für Wasser und Energie des Kantons St. Gallen ist ein Einfluss auf wichtige Grundwasserfassungen unterhalb der Grundwasserströme zu vermeiden. Die nächsten Grundwasserfassungen befinden sich ca. 150 m vom Standort der geplanten WEA entfernt (vgl. Abbildung 34). Es ist davon auszugehen, dass somit keine Einflüsse auf Grundwasserfassungen entstehen.

8.5 MASSNAHMENFESTLEGUNG

BAUPHASE

Zur Minimierung der Auswirkungen der Bauphase auf den Umweltbereich Grundwasser werden folgende Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen formuliert (vgl. Tabelle 11).

Tabelle 9: Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen für den Umweltbereich Grundwasser.

Nr.	Massnahme	Umsetzungszeitraum (inkl. SIA-Phase)
G01	Die Massnahmen der Merkblätter des Amtes für Umwelt des Kantons St. Gallen AFU002 (Umweltschutz auf Baustellen) sowie AFU173 (Bauten und Anlagen in Grundwassergebieten), gilt es vollständig zu berücksichtigen. Zudem ist das Merkblatt des Amtes für Wasser und Energie des Kantons St. Gallen «Beurteilung einer möglichen Ausnahmegewilligung für Einbauten unter den mittleren Grundwasserspiegel» zu beachten.	Bauphase (52)
G02	Im Falle einer Gewässerverschmutzung durch wassergefährdende Flüssigkeiten oder Baustellenabwasser sind umgehend Sofortmassnahmen zur Minderung der Auswirkungen auf das Gewässer einzuleiten sowie das Amt für Umwelt zu informieren.	Bauphase (52)
G03	Alle Massnahmen zur Vermeidung von Gewässerverunreinigungen sind zu ergreifen (u.a. Ausrüstung der Maschinen, geprüfte mobile Tanks, Bindemittel, Baustellenentwässerung planen, Alarm- und Einsatzplanung im Falle von Verunreinigungen ausarbeiten).	Bauphase (52)

BETRIEBSPHASE

Zur Minimierung der Auswirkungen der Betriebsphase auf den Umweltbereich Grundwasser wird folgende Vermeidungs- und Minderungsmassnahme formuliert (vgl. Tabelle 11).

Tabelle 10: Vermeidungs- und Minderungsmassnahmen für den Umweltbereich Grundwasser.

Nr.	Massnahme	Umsetzungszeitraum (inkl. SIA-Phase)
G02	Im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens muss ein Umströmungsnachweis erbracht werden, dass die Durchflussverminderung weniger als 10 % beträgt. Allenfalls sind gemäss dem AWE Kt. SG Kompensationsmassnahmen zu ergreifen, z.B. Kiespackungen um das Fundament zur Erhöhung der Durchflusskapazität bzw. Reduktion der Durchflussverminderung.	Baubewilligungsverfahren / Auflageprojekt (33)

8.6 BEURTEILUNG DER UMWELTVERTRÄGLICHKEIT

Die Umweltverträglichkeit für den Umweltbereich Grundwasser ist mit der Umsetzung der oben genannten Vermeidungs- und Minderungsmassnahmen während der Bauphase sichergestellt.

9 SCHUTZGUT: OBERFLÄCHENGEWÄSSER

9.1 UNTERSUCHUNGSRAUM

Die Untersuchung umfasst den engeren Untersuchungsperimeter.

9.2 METHODIK

9.2.1 GRUNDLAGEN

Als Grundlage für die Beurteilung der Oberflächengewässer wird das Geoportal des Kantons St. Gallen hinzugezogen:

- Geoportal Kanton SG: «Gewässernetz 1:10000 GN10» (Quelle: geoportal.ch)
- Geoportal Kanton SG: «Gewässerschutzkarte» (Quelle: geoportal.ch)

Weiter werden folgende gesetzlichen und projektbezogenen Grundlagen hinzugezogen:

- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (SR 814.20; abgekürzt GSchG) vom 24. Januar 1991 (i.d.g.F)
- Gewässerschutzverordnung (SR 814.201; abgekürzt GSchV) vom 28. Oktober 1998 (i.d.g.F)
- SIA-Empfehlung «Entwässerung von Baustellen» (SIA 1997, Empfehlung 431)
- Merkblatt Umweltschutz auf Baustellen (AFU, 002, 1.10.2021)
- WEA SFS – Machbarkeitsstudie. Pflichtenheft «Natur und Landschaft», ARNAL AG, dat. 27.3.23)

Auch wird eine Datenbankabfrage bei InfoSpecies zur Beurteilung der Fisch- und Krebsbestände erfolgen.

9.2.2 ERHEBUNGEN

Es wird untersucht, ob sich ein Oberflächengewässer im engeren Untersuchungsperimeter befindet bzw. das Gewässer, dessen Gewässerraum und Gewässerschutzbereich A₀ durch das geplante Vorhaben tangiert wird. Ist eine mögliche Tangierung nicht auszuschliessen, werden die örtlichen Gegebenheiten der betroffenen Oberflächengewässer (Einzugsgebiet und hydrografisches System, ökomorphologische Merkmale, Gewässerraum, Art und Qualität der Lebensräume, Fischbestände) untersucht und die Auswirkungen des Vorhabens darauf abgeschätzt.

9.3 RESULTATE

Es befindet sich kein Oberflächengewässer im engeren Untersuchungsperimeter des Vorhabens (vgl. Abbildung 35). In einer Entfernung von ca. 25 m zur geplanten WEA befindet sich ein Abschnitt des Rheintaler Binnenkanals (Gewässer mit bekanntem Verlauf) (vgl. Abbildung 35). Aufgrund des genügend hohen Abstands der geplanten WEA zum Rheintaler Binnenkanal wird der Gewässerraum dessen durch das Vorhaben nicht tangiert.

Allerdings befindet sich der Standort der geplanten WEA im Gewässerschutzbereich A₀ (vgl. Abbildung 35).

RECHTLICHE VORGABEN GEWÄSSERSCHUTZBEREICH A₀

Gemäss der Gewässerschutzverordnung GSchV Anhang 4, Ziffer 111, 112, 211, umfasst der Gewässerschutzbereich A₀ das oberirdische Gewässer und dessen Uferbereiche, soweit dies zur Gewährleistung einer besonderen Nutzung erforderlich ist. Im Gewässerschutzbereich A₀ dürfen keine Anlagen erstellt werden, die eine besondere Gefahr für ein Gewässer darstellen; nicht zulässig ist

insbesondere das Erstellen von Lagerbehältern mit mehr als 250'000 l Nutzvolumen und mit Flüssigkeiten, die in kleinen Mengen Wasser verunreinigen können.

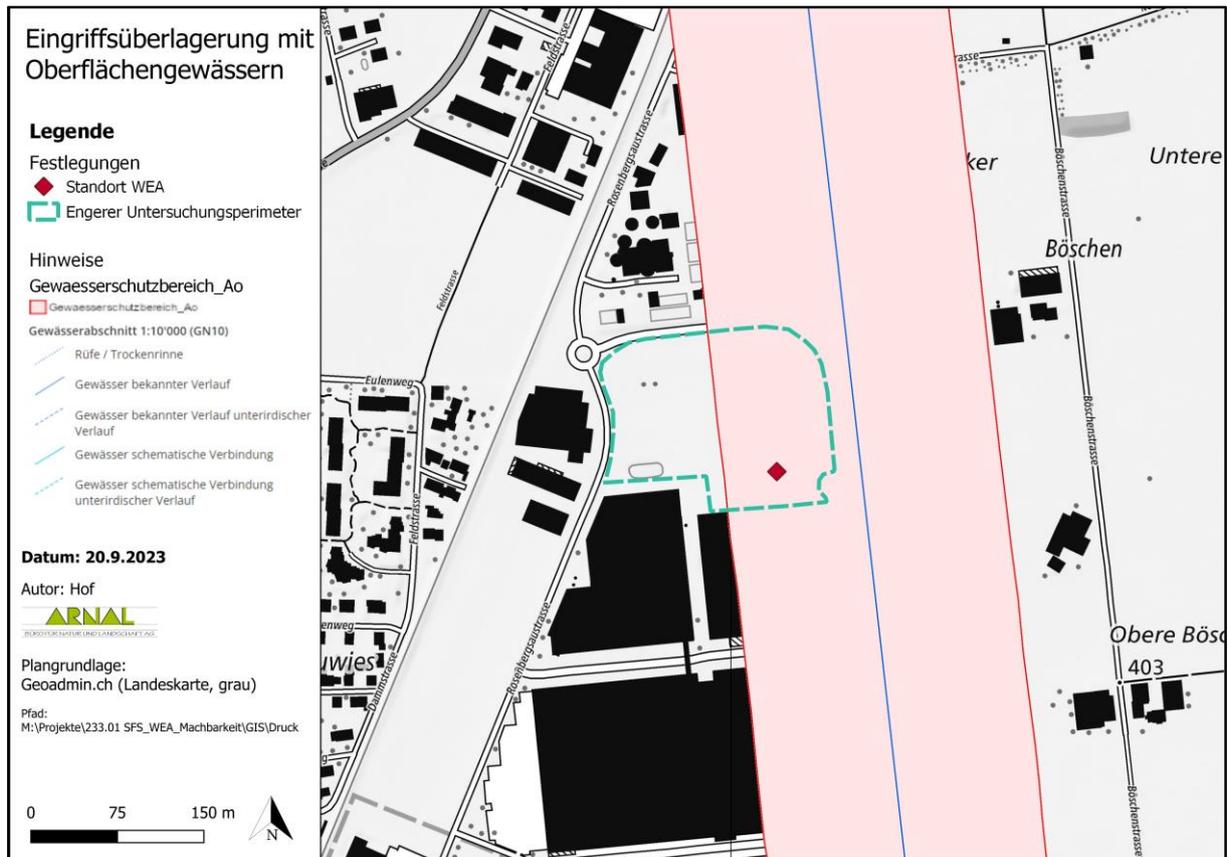


Abbildung 35: Eingriffsüberlagerung mit Oberflächengewässern.

Anhand der Datenbankabfrage bei InfoSpecies vom 15.9.2022 konnten keine geschützten und / oder gefährdeten Fisch- und Krebsarten im obengenannten Abschnitt des Rheintaler Binnenkanals nachgewiesen werden.

9.4 EINGRIFFSBEURTEILUNG

BAUPHASE

Während der Bauphase hat das Projektvorhaben im engeren Untersuchungsperimeter keine direkten negativen Auswirkungen auf ein Oberflächengewässer, da die geplante WEA in genügend weiter Entfernung zu Oberflächengewässern gebaut wird. Auch liegt der Mast der WEA in keinem Gewässerraum. Auch die aquatischen Organismen (u.a. Fisch- und Krebsfauna) werden vom Vorhaben nicht direkt tangiert.

Da sich aber der Rheintaler Binnenkanal in der Nähe des engeren Untersuchungsperimeters befindet und sich der Standort der geplanten WEA somit im Gewässerschutzbereich A₀ befindet, sind die Arbeiten in Gewässernähe mit grösstmöglicher Sorgfalt auszuführen, um einen Schadstoffeintrag in das Gewässer zu vermeiden.

BETRIEBSPHASE

Keine Relevanz / «no impact».

9.5 MASSNAHMENFESTLEGUNG

BAUPHASE

Zur Minimierung der Auswirkungen der Bauphase auf den Umweltbereich Oberflächengewässer werden folgende Vermeidungs- und Minderungsmassnahmen formuliert (vgl. Tabelle 11).

Tabelle 11: Vermeidungs- und Minderungsmassnahmen für den Umweltbereich Oberflächengewässer.

Nr.	Massnahme	Umsetzungszeitraum (inkl. SIA-Phase)
O01	Trübungen und Verschmutzungen von Oberflächengewässern sind zu vermeiden. Arbeiten in Gewässernähe des Rheintaler Binnenkanals sind mit grösstmöglicher Sorgfalt auszuführen, um einen Schadstoffeintrag in das Gewässer zu vermeiden.	Bauphase (52)
O02	Die Entwässerung von Baustellen richtet sich nach der Empfehlung SIA/VSA 431 sowie der Gewässerschutzverordnung (SR 814.201; abgekürzt GSchV).	Bauphase (52)
O03	Baustellenabwasser muss gefasst, behandelt und falls möglich wiederverwendet werden.	Bauphase (52)
O04	Zementhaltige, stark alkalische Abwässer und Abwässer mit hohem Feststoffanteil oder hoher Trübung müssen vorbehandelt (Sedimentation, Neutralisation) werden.	Bauphase (52)
O05	Ölbindemittel und Auffangwannen sind in ausreichender Menge auf der Baustelle bereitzustellen.	Bauphase (52)
O06	Behälter mit wassergefährdenden Flüssigkeiten sind in Auffangwannen zu lagern, so dass Verluste vermieden, leicht erkannt und ein Auslaufen vermieden werden kann. Adsorbiermaterial gilt es in genügender Menge bereitzustellen.	Bauphase (52)

BETRIEBSPHASE

Es sind keine Vermeidungs- oder Minderungsmassnahmen vorzunehmen.

9.6 BEURTEILUNG DER UMWELTVERTRÄGLICHKEIT

Die Umweltverträglichkeit für den Umweltbereich Oberflächengewässer ist mit der Umsetzung der oben genannten Vermeidungs- und Minderungsmassnahmen während der Bauphase sichergestellt.

10 SCHUTZGUT: FAUNA (EXKL. FLEDERMÄUSE)

Im folgenden Kapitel werden die Auswirkungen der geplanten WEA auf Vögel und übrige Fauna (Amphibien, Reptilien, Säugetiere (ohne Fledermäuse) und Insekten untersucht. Für die Untersuchung der möglichen Auswirkungen des Projekts auf die Fledermäuse zeigt sich die unabhängige Forschungs- und Beratungsgemeinschaft SWILD verantwortlich, weshalb die Fledermäuse in vorliegendem Bericht nicht abgehandelt werden.

10.1 VÖGEL

10.1.1 UNTERSUCHUNGSRaum

Aufgrund der variierenden Aktionsradien verschiedener Vogelarten gelten für die Untersuchungen verschiedene Untersuchungsperimeter. Diese Festlegung richtet sich nach den Empfehlungen der Vogelwarte Sempach gemäss Leitfaden «Vögel und Windkraft: Untersuchung und Bewertung von UVP-pflichtigen Windkraftprojekten» (Werner et al., 2019).

ENGERER UNTERSUCHUNGSPERIMETER (GEFAHRENBEREICH)

Der engere Untersuchungsperimeter entspricht dem Bereich im Umkreis von 500 m um die geplante Windenergieanlage (im Folgenden als WEA bezeichnet). Dieser Bereich wird als Gefahrenbereich definiert und umfasst mindestens die doppelte Anlagenhöhe.

Der engere Untersuchungsperimeter ist für alle Auswertungen relevant.

MITTLERER UNTERSUCHUNGSPERIMETER

Der mittlere Untersuchungsperimeter entspricht dem Bereich im Umkreis von 1 km um die geplante WEA. Für windkraftsensible Arten (artspezifische Untersuchungsperimeter), Arten der Roten Liste (BAFU, 2021) sowie National Prioritäre Arten (BAFU, 2019) gilt er als Prüfbereich zur Einschätzung des Konfliktpotenzials. Für alle anderen Brutvogelarten gilt dieser Perimeter als «ausserhalb des Gefahrenbereichs».

Der mittlere Untersuchungsperimeter ist für die Erhebung der Brutvögel relevant.

WEITERER UNTERSUCHUNGSPERIMETER

Der weitere Untersuchungsperimeter entspricht dem Bereich im Umkreis von 1.5 km um die geplante WEA. Er gilt als «ausserhalb des Gefahrenbereichs», vorbehaltlich der windkraftsensiblen Zug- und Gastvogelarten.

Der weitere Untersuchungsperimeter ist für die Erhebung der Zugvögel (Zugvogelerhebungen im Herbst) relevant und entspricht dem einsehbaren Bereich um den geplanten Standort der WEA. Ausserdem ist er zur Beurteilung der ziehenden Greifvögel und weiteren, nicht zu den Greifvögeln gehörenden Thermiksegler relevant, da der Anteil innerhalb und ausserhalb des Gefahrenbereichs verglichen werden kann.

ARTSPEZIFISCHE UNTERSUCHUNGSPERIMETER

Dieser Untersuchungsperimeter richtet sich nach den artspezifischen Aktionsradien der im Gebiet vorkommenden windkraftsensiblen Vogelarten. Dieser wird als Prüfbereich bezeichnet und liegt zwischen 1 bis 20 km um die geplante WEA. Die artspezifischen Radien sind unter anderem für die Datenbankabfrage relevant.

Nachfolgende Tabelle 12 gibt einen Überblick über die windkraftsensiblen Brutvogelarten gem. Leitfaden «Vögel und Windkraft: Untersuchung und Bewertung von UVP-pflichtigen Windkraftprojekten» (Werner et al., 2019) sowie den artspezifischen Untersuchungsperimeter (Radius um WEA). Relevant

ist, je nach Vogelart, der Abstand zu Brutplätzen, Brutkolonien, Dichte- oder Aktivitätszentren (Werner et al., 2019). Für alle anderen im Gebiet vorkommenden Brutvogelarten gilt ein Radius von 1 km (mittlerer Untersuchungsperimeter).

Tabelle 12: Artspezifischer Untersuchungsperimeter (Prüfbereich) der windkraftsensiblen Brutvogelarten um den geplanten Standort der WEA.

Prüfbereich Radius um WEA	Brutvogelarten
1 km	Baumpieper, Heidelerche, Feldlerche, Rauchschwalbe, Zwergdommel, Wiesenpieper, Steinhuhn, Sperber, Mäusebussard, Bergpieper, Turmfalke, Mauersegler, Mehlschwalbe, Waldlaubsänger
2 km	Auerhuhn, Birkhuhn, Weissstorch, Kiebitz, Wachtelkönig, Zwergohreule, Wiedehopf, Waldohreule, Haselhuhn, Bekassine, Waldschnepfe, Alpenschneehuhn
3 km	Wespenbussard, Habicht, Rohrweihe, Baumfalke, Purpurreiher, Lachmöwe, Flusseeeschwalbe, Rotmilan, Schwarzmilan, Graureiher
4 km	Fischadler
5 km	Uhu, Wanderfalke, Mornellregenpfeifer, Ziegenmelker, Alpenkrähe, Alpensegler
6 km	Steinadler
10 km	Schwarzstorch, Schlangenadler
20 km	Bartgeier

10.1.2 METHODIK

Im Folgenden wird die Vorgehensweise für die Untersuchung der Vögel erläutert.

GRUNDLAGEN

Als Grundlage für die Beurteilung der Konflikte mit Vögeln wird eine Vorabklärung, welche von der Vogelwarte Sempach angefertigt wurde, hinzugezogen. Des Weiteren werden von der Vogelwarte bereitgestellte Konfliktpotenzialkarten und Datenbankabfragen berücksichtigt.

Weiter werden folgende gesetzlichen und projektbezogenen Grundlagen für die Untersuchungen herangezogen:

- Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 1. Juli 1966 (Stand am 1. Januar 2022), SR 451
- Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) vom 16. Januar 1991 (Stand am 1. Juni 2017), SR 451.1
- Bundesamt für Umwelt, Schweizerische Vogelwarte Sempach (BAFU, 2021): Rote Liste der Brutvögel – Gefährdete Arten der Schweiz. Stand 2021.
- Bundesamt für Umwelt (BAFU, 2019): Liste der National Prioritären Arten und Lebensräume. In der Schweiz zu fördernde prioritäre Arten und Lebensräume. Inklusiv «Digitale Liste der National Prioritären Arten». Stand 2019.
- Vögel und Windkraft: Untersuchung und Bewertung von UVP-pflichtigen Windkraftprojekten. Empfehlungen der schweizerischen Vogelwarte. Werner et al., 2019.
- Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Südbeck et al., 2005.
- Leitfaden «Monitoring Häufige Brutvögel». Schweizerische Vogelwarte Sempach. Stand März 2023.
- Datenbankabfrage Vogelwarte Sempach der Beobachtungsdaten vorkommender Vogelarten in artspezifischen Perimetern (bis 20 km) um den Standort der Windenergieanlage. Nachweise im Zeitraum 2010 – 2022. Stand September 2022.
- Synopsis des internationalen Kenntnisstandes zum Einfluss der Windenergie auf Fledermäuse und Vögel und Spezifizierung für die Schweiz. Bundesamt für Energie (BFE), 2015.

- Länder-Arbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG VSW; Stand April 2015): Abstandsregelungen für Windenergieanlagen zu bedeutsamen Vogel Lebensräumen sowie Brutplätzen ausgewählter Vogelwarten. Berichte zum Vogelschutz, Band 51. 2014.
- Schweizer Brutvogelatlas 2013-2016: Verbreitung und Bestandsentwicklung der Vögel in der Schweiz und im Fürstentum Lichtenstein. Vogelwarte Sempach. Knaus P., Antoniazza S., Wechsler S., Guélat J., Kéry M., Strebel N., Sattler T., 2018.
- KVU 2023: Checkliste UVP für Windenergieanlagen. Fachbereiche Vögel, Fledermäuse, Landschaft, Interessenabwägung.
- WEA SFS – Machbarkeitsstudie. Pflichtenheft «Natur und Landschaft», ARNAL AG, dat. 27.3.23)

ERHEBUNGEN

Datenbankabfrage

Für den Radius von 5 km um den geplanten Standort der WEA wird eine Datenbankabfrage für WEA-sensible Vogelarten, Arten mit Schutzstatus gem. Roter Liste (BAFU, 2021) und national prioritäre Arten vorgenommen. Für bestimmte Arten wird ein grösserer Radius abgefragt (vgl. 3.1, Tabelle 3). Die Daten decken einen Zeitraum von 12 Jahren (2010 – 2022) ab.

Zugvogelerhebungen

Die Zugvögel wurden im Herbst 2022 mit Fokus auf den Grossvogelzug (Greifvögel und weitere, nicht zu den Greifvögeln gehörende Thermiksegler) kartiert. Die beobachteten Kleinvögel im Gebiet werden dabei ebenfalls erfasst. Dabei gilt es jedoch zu berücksichtigen, dass sich bei den Kleinvögeln das Sichtfeld mehrheitlich auf den Gefährdungsbereich (500 m Radius um die WEA) bezieht. Im weiteren Untersuchungsperimeter (500 m bis 1.5 km) um den geplanten WEA-Standort können die ziehenden Kleinvögel nicht erfasst werden. Dies ist jedoch aufgrund der Einschätzung des Konfliktpotenzials für Kleinvögel an diesem Standort (gemäss Auskunft der Vogelwarte, Korr. S. Werner v. 01.09.2022) auch nicht erforderlich.

Zur Erfassung des Vogelzuges erfolgten visuelle Beobachtungen an 20 Erhebungstagen im Herbst zwischen Anfang September und Ende Oktober im Rheintal um Heerbrugg. Die Erhebungen erfolgen bei guten Witterungs- und Thermikbedingungen während 6 Stunden Beobachtungszeit im Zeitraum von 10.00 – 16.00 Uhr. Die Beobachtungen erfolgen durch zwei Kartierende, welche sich an zwei verschiedenen Beobachtungspunkten postieren. Ein Beobachtungspunkt befindet sich im Gefahrenbereich nahe dem Standort der geplanten WEA. Der zweite Beobachtungspunkt befindet sich erhöht ausserhalb des mittleren Untersuchungsperimeters mit einer sehr guten Sicht auf das Tal und den Standort der geplanten WEA.

Der Fokus liegt auf den thermiksegelnden Zugvogelarten, wobei auch tagziehende Kleinvögel sowie lokal vorkommende Greifvögel und weitere, nicht zu den Greifvögeln gehörende Thermiksegler erfasst werden. Im Feld werden die Art, Anzahl, Flugrichtung, Flugwege, Flughöhe und Aufenthaltsdauer erfasst. Des Weiteren wurde die Einschätzung getroffen, ob es sich bei dem beobachteten Vogel um einen Zug- oder Lokavogel handelt. Als Zugvogel werden alle Vögel eingeschätzt, welche mit einer klaren Zugrichtung (zielgerichteter Flug Richtung Süden) fliegen oder Vogelarten, welche in der Schweiz nur auf dem Zug zu beobachten sind. Allfällige rastende Zugvögel werden ebenfalls notiert und den Zugvögeln zugeteilt. Im Zweifelsfall werden die Vögel als Zugvogel klassifiziert.

Der Beobachtungsschwerpunkt liegt auf dem Gefahrenbereich (500 m um die geplante WEA). Ebenfalls werden Zugbewegungen bis 1.5 km um die Anlage erfasst, um zwischen den ziehenden Greifvögeln und weiteren Thermikseglern innerhalb und ausserhalb des Gefahrenbereichs zu unterscheiden. Hält sich ein Vogel während seines protokollierten Flugs inner- und ausserhalb des Gefahrenbereichs auf, wird er immer als innerhalb des Gefahrenbereichs protokolliert.

Die Flughöhe wird mittels Referenzpunkten in der Umgebung eingeschätzt und in Stufen eingeteilt (vgl. Tabelle 13).

Tabelle 13: Beschreibung der Kategorien der Höhenverteilung.

Höhenbereich	Höhe (m über dem Boden)	Stufe	Beschreibung
1	0 – 50	1	Gefahrenbereich doppelte Anlagenhöhe unter Rotoren (Potenzielle Gefährdung): 0 – 50 m über dem Boden
2	50 – 100	2	Gefahrenbereich Rotoren (Akute Gefährdung): 50 – 250 m über dem Boden
3	100 – 150		
4	150 – 200		
5	200 – 250		
6	250 – 300		
7	300 – 350	3	Gefahrenbereich doppelte Anlagenhöhe über Rotoren (Potenzielle Gefährdung) 250 – 500 m über dem Boden
8	350 – 400		
9	400 – 450		
10	450 – 500		
11	> 500		

Erhebung Eulen und anderer nachtaktiver Vögel

Für die Erhebung von Eulen und anderen nachtaktiven Vögeln finden 2 Abend-/Nachtbegehungen im Umkreis von 3 km um den geplanten Standort der WEA statt. Die erste Begehung wird im März durchgeführt, um balzende Eulen und Käuze zu erfassen. Die zweite Erhebung findet im Juni statt, um die Bettelrufe junger Eulen und weitere nachtaktive Vögel zu erheben. Es werden 10 Beobachtungspunkte in geeigneten Lebensräumen für die Untersuchungen ausgewählt.

Brutvogelerhebungen

Für die Brutvogelerhebung werden 4 Begehungen von Mai bis Juni durchgeführt. Es werden alle Brutvögel gemäss dem Leitfaden «Monitoring Häufige Brutvögel» (Schweizerische Vogelwarte) im mittleren Untersuchungsperimeter erhoben. Die Begehungen finden bei gutem Wetter ohne Regen oder Wind statt.

Horstkartierungen

Für die Erhebung der Horststandorte wird im Februar eine Horstsuche in den Bäumen vor Laubaustrieb im Umkreis von 3 km um die geplante WEA durchgeführt. Im Mai erfolgt eine Kontrolle der Horste betreffend die Besetzung der Horste.

10.1.3 RESULTATE ERHEBUNGEN

DATENBANKABFRAGE

Im Rahmen der Vorabklärungen wird eine Datenbankabfrage bei der Vogelwarte Sempach zum Vorkommen aller Brut- und Gastvögel im Gebiet durchgeführt. Berücksichtigt werden alle Arten, welche windkraftsensibel, von nationaler Priorität oder bedroht (gem. Roter Liste, BAFU, 2021) sind (vgl. Tabelle 14). Es wird ein artspezifischer Radius von 1 – 20 km abgefragt. Innerhalb der artspezifischen Radien (bis 5 km, mit wenigen Ausnahmen) um die geplante WEA wurden zwischen 2010 und 2022 insgesamt 87 Vogelarten dokumentiert.

Tabelle 14: Im Projektgebiet nachgewiesene windkraftsensible Vogelarten und/oder Arten mit Schutzstatus gemäss Roter Liste (BAFU, 2021) sowie Arten mit nationaler Priorität (BAFU, 2019) aus der Datenbankabfrage (Zeitraum: 2010 – 2022, Radius: 5 km). In der Tabelle sind neben dem Schutzstatus der Prüfbereich sowie der empfohlene Mindestabstand der WEA zu Niststandorten und Brutvorkommen (Brutvögel) bzw. zu Übersommerungs- und Rastgebieten (Gastvögel) gem. Werner et al. (2019) vermerkt.

Art	wiss. Bezeichnung	Schutzstatus			Sensibilität gegenüber WEA			
		Rote Liste (2021)*	Nationale Priorität**	Letzter Nachweis***	Ja / Nein	Prüfbereich	Empfehlung Mindestabstand	Bemerkung
Wachtel	<i>Coturnix coturnix</i>	VU	-	2018	Nein	-	-	-
Gänsesäger	<i>Mergus merganser</i>	NT	2 / 3(G)	2020	Nein	-	-	-
Kolbenente	<i>Netta rufina</i>	NT	2 / 3(G)	2022	Nein	-	-	-
Tafelente	<i>Aythya ferina</i>	EN	2 (G)	2020	Nein	-	-	-
Reiherente	<i>Aythya fuligula</i>	VU	2 / 2(G)	2020	Nein	-	-	-
Krickente	<i>Anas crecca</i>	VU	-	2017	Nein	-	-	-
Zwergtaucher	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	NT	2	2021	Nein	-	-	-
Haubentaucher	<i>Podiceps cristatus</i>	NT	3 / 3(G)	2022	Nein	-	-	-
Turteltaube	<i>Streptopelia turtur</i>	EN	2	2020	Nein	-	-	-
Ziegenmelker	<i>Caprimulgus europaeus</i>	EN	1	2021	Ja	5 km	3 km	-
Alpensegler	<i>Tachymartus melba</i>	NT	1	2022	Ja	5 km	1 km	Brutkolonien ab 10 Brutpaaren
Mauersegler	<i>Apus apus</i>	NT	1	2022	Ja	1 km	-	-
Kuckuck	<i>Cuculus canorus</i>	NT	1	2022	Nein	-	-	-
Wachtelkönig	<i>Crex crex</i>	CR	1	2016	Ja	2 km	1 km	-
Schwarzstorch	<i>Ciconia nigra</i>	k.A.	-	2022	Ja	10 km	3 km	-
Weisstorch	<i>Ciconia ciconia</i>	NT	1	2022	Ja	2 km	1 km	-
Zwergdommel	<i>Ixobrychus minutus</i>	EN	2	2016	Ja	1 km	1 km	-
Nachtreiher	<i>Nycticorax nycticorax</i>	EN	-	2022	Nein	-	-	-
Graureiher	<i>Ardea cinerea</i>	LC	-	2022	Ja	3 km	1 km	Brutkolonien ab 8 Brutpaaren
Purpureiher	<i>Ardea purpurea</i>	CR	2	2022	Ja	3 km	1 km	-
Mornellregenpfeifer	<i>Eudromias morinellus</i>	VU	-	2022	Ja	5 km	3 km	-
Kiebitz	<i>Vanellus vanellus</i>	EN	1	2022	Ja	2 km	1 km	-
Grosser Brachvogel	<i>Numenius arquata</i>	CR	1	2022	Nein	-	-	-
Bekassine	<i>Gallinago gallinago</i>	CR	1	2015	Nein	-	-	-
Flussuferläufer	<i>Actitis hypoleucos</i>	EN	1	2021	Nein	-	-	-
Lachmöwe	<i>Larus ridibundus</i>	EN	1	2022	Ja	3 km	1 km	-
Schwarzkopfmöwe	<i>Larus melanocephalus</i>	VU	-	2022	Nein	-	-	-
Flussseeschwalbe	<i>Sterna hirundo</i>	NT	1	2022	Ja	3 km	1 km	-
Schleiereule	<i>Tyto alba</i>	NT	1	2022	Nein	-	-	-
Sperlingskauz	<i>Glaucidium passerinum</i>	LC	3	2019	Nein	-	-	-

Art	wiss. Bezeichnung	Schutzstatus			Sensibilität gegenüber WEA			
		Rote Liste (2021)*	Nationale Priorität**	Letzter Nachweis***	Ja / Nein	Prüfereich	Empfehlung Mindestabstand	Bemerkung
Steinkauz	<i>Athene noctua</i>	EN	1	2019	Nein	-	-	-
Waldohreule	<i>Asio otus</i>	LC	2	2022	Ja	2 km	1 km	Dicht besiedelte Gebiete ab 0.25 Brutpaaren/km ²
Uhu	<i>Bubo bubo</i>	VU	1	2022	Ja	5 km	3 km	-
Wespenbussard	<i>Pernis apivorus</i>	NT	2	2022	Ja	3 km	1 km	-
Gänsegeier	<i>Gyps fulvus</i>	k.A.	-	2020	Ja	15 km	10 km	10 km um traditionelle Übersommerungsgebiete (Gastvogel)
Rohrweihe	<i>Circus aeruginosus</i>	VU	-	2022	Ja	3 km	1 km	-
Sperber	<i>Accipiter nisus</i>	LC	3	2021	Ja	1 km	-	-
Habicht	<i>Accipiter gentilis</i>	NT	3	2016	Ja	3 km	1 km	-
Rotmilan	<i>Milvus milvus</i>	LC	1	2022	Ja	3 km	1.5 km	Dicht besiedelte Brutgebiete ab 0.2 Brutpaaren/km ²
Schwarzmilan	<i>Milvus migrans</i>	LC	3	2022	Ja	3 km	1 km	Dicht besiedelte Gebiete ab 0.15 Brutpaaren/km ²
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>	LC	3	2022	Ja	1 km	-	-
Wiedehopf	<i>Upupa epops</i>	VU	1	2019	Ja	2 km	1 km	-
Bienenfresser	<i>Merops apiaster</i>	VU	-	2015	Nein	-	-	-
Eisvogel	<i>Alcedo atthis</i>	VU	1	2022	Nein	-	-	-
Wendehals	<i>Jynx torquilla</i>	NT	1	2014	Nein	-	-	-
Grauspecht	<i>Picus canus</i>	EN	1	2015	Nein	-	-	-
Mittelspecht	<i>Leipicus medius</i>	NT	1	2016	Nein	-	-	-
Turmfalke	<i>Falco tinnunculus</i>	NT	1	2022	Ja	1 km	-	-
Baumfalke	<i>Falco subbuteo</i>	NT	2	2022	Ja	3 km	1 km	-
Wanderfalke	<i>Falco peregrinus</i>	VU	2	2022	Ja	5 km	3 km	-
Dohle	<i>Corvus monedula</i>	NT	1	2021	Nein	-	-	-
Tannenmeise	<i>Periparus ater</i>	LC	3	2022	Nein	-	-	-
Haubenmeise	<i>Lophophanes cristatus</i>	LC	3	2021	Nein	-	-	-
Sumpfmeise	<i>Poecile palustris</i>	LC	3	2022	Nein	-	-	-
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>	VU	1	2019	Ja	1 km	0.5 km	Dicht besiedelte Gebiete ab 3 Revieren/km ² geeignetem Lebensraum
Zistensänger	<i>Cisticola juncidis</i>	VU	-	2022	Nein	-	-	-
Gelbspötter	<i>Hippolais icterina</i>	EN	2	2022	Nein	-	-	-
Drosselrohrsänger	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	NT	1	2022	Nein	-	-	-
Feldschwirl	<i>Locustella naevia</i>	NT	2	2022	Nein	-	-	-
Mehlschwalbe	<i>Delichon urbicum</i>	NT	1	2022	Ja	1 km	-	-

Art	wiss. Bezeichnung	Schutzstatus			Sensibilität gegenüber WEA			
		Rote Liste (2021)*	Nationale Priorität**	Letzter Nachweis***	Ja / Nein	Prüfereich	Empfehlung Mindestabstand	Bemerkung
Rauchschwalbe	<i>Hirundo rustica</i>	NT	-	2022	Ja	1 km	-	-
Uferschwalbe	<i>Riparia riparia</i>	EN	1	2017	Nein	-	-	-
Waldlaubsänger	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	VU	1	2015	Ja	1 km	-	-
Fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	VU	1	2022	Nein	-	-	-
Gartengrasmücke	<i>Sylvia borin</i>	VU	2	2022	Nein	-	-	-
Dorngrasmücke	<i>Sylvia communis</i>	NT	1	2019	Nein	-	-	-
Waldbaumläufer	<i>Certhia familiaris</i>	LC	3	2014	Nein	-	-	-
Wasseramsel	<i>Cinclus cinclus</i>	LC	3	2022	Nein	-	-	-
Misteldrossel	<i>Turdus viscivorus</i>	LC	3	2021	Nein	-	-	-
Wacholderdrossel	<i>Turdus pilaris</i>	LC	1	2022	Nein	-	-	-
Nachtigall	<i>Luscinia megarhynchos</i>	LC	2	2022	Nein	-	-	-
Hausrotschwanz	<i>Phoenicurus ochruros</i>	LC	3	2022	Nein	-	-	-
Gartenrotschwanz	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	NT	1	2022	Nein	-	-	-
Braunkehlchen	<i>Saxicola rubetra</i>	VU	1	2022	Nein	-	-	-
Schwarzkehlchen	<i>Saxicola torquatus</i>	NT	2	2022	Nein	-	-	-
Wintergoldhähnchen	<i>Regulus regulus</i>	LC	3	2022	Nein	-	-	-
Sommergoldhähnchen	<i>Regulus ignicapilla</i>	LC	3	2022	Nein	-	-	-
Baumpieper	<i>Anthus trivialis</i>	NT	-	2020	Ja	1 km	-	-
Wiesenpieper	<i>Anthus pratensis</i>	VU	2	2022	Ja	1 km	0.5 km	-
Schafstelze	<i>Motacilla flava</i>	VU	2	2022	Nein	-	-	-
Karmingimpel	<i>Carpodacus erythrinus</i>	EN	-	2013	Nein	-	-	-
Gimpel	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	LC	3	2017	Nein	-	-	-
Bluthänfling	<i>Linaria cannabina</i>	LC	2	2021	Nein	-	-	-
Fichtenkreuzschnabel	<i>Loxia curvirostra</i>	LC	3	2016	Nein	-	-	-
Grauanammer	<i>Emberiza calandra</i>	CR	1	2013	Nein	-	-	-
Zaunammer	<i>Emberiza cirius</i>	NT	1	2022	Nein	-	-	-
Rohrammer	<i>Emberiza schoeniclus</i>	NT	2	2022	Nein	-	-	-

* Status Rote Liste national: CR = vom Aussterben bedroht, EN = stark gefährdet, VU = verletzlich, NT = potenziell gefährdet, LC = nicht gefährdet, k.A. = keine Angaben

** National prioritäre Arten, Prioritätskategorie: 1 = sehr hoch, 2 = hoch, 3 = mittel, 4 = mässig, (G) = Gastvögel

*** Letzter Nachweis gem. Datenbankabfrage Vogelwarte vom 21.09.2022

ZUGVOGELERHEBUNGEN

Während insgesamt 115 Beobachtungsstunden an 20 Erhebungstagen von Anfang September bis Ende Oktober wurden im weiteren Untersuchungsperimeter 2'693 Individuen protokolliert (ca. 22 Individuen / Stunde) (vgl. Anhang 2: Zugvögel). Von diesen Beobachtungen wurden 960 Individuen (36 %) zu den Zugvögeln gezählt, von denen 273 Individuen den Gefahrenbereich tangierten. Die verbleibenden 1'733 Individuen (64 %) wurden als lokale Vögel eingeordnet. Von den lokalen Vögeln bewegten sich 413 Individuen mindestens kurzzeitig im Gefahrenbereich (vgl. Tabelle 4).

Vögel, welche sich innerhalb und ausserhalb des Gefahrenbereichs aufhielten, wurden als Vögel innerhalb des Gefahrenbereichs aufgenommen. Die Unterscheidung in Zugvögel und lokale Vögel erfolgte fachgutachterlich aufgrund des Verhaltens, wobei ein Vogel mit zielgerichtetem Flug (vor allem Nord-Süd-Richtung) und / oder ein Vogel, welcher sich in der Thermik in grosse Höhen begab, als Zugvogel protokolliert wurde. Vögel, welche auf geringerer Höhe im Gebiet kreisten, auf Futtersuche waren und / oder das Gebiet in Ost-West-Richtung durchquerten, wurden als lokale Vögel dokumentiert. Aufgrund des Vorkommens vieler beobachteter Arten als Brutvögel und Durchzügler oder Wintergäste in der Schweiz, war die Zuordnung der Individuen als Zug- oder Lokavogel nicht immer eindeutig, weshalb hier eine gewisse Ungenauigkeit besteht.

An den Erhebungstagen konnten im Gebiet insgesamt 8 Greifvogelarten (Mäusebussard, Wespenbussard, Rotmilan, Schwarzmilan, Sperber, Turmfalke, Wanderfalke, Kornweihe) und 5 weitere thermiksegelnde, nicht zu den Greifvögeln gehörende Arten (Rabenkrähe, Graureiher, Weissstorch, Schwarzstorch, Waldrapp) dokumentiert werden. Die am häufigsten beobachteten Arten waren Rotmilan und Mäusebussard.

Ziehende Greifvögel und weitere Thermiksegler

Als ziehende Greifvögel wurden Mäusebussard, Wespenbussard, Rotmilan, Wanderfalke und Kornweihe beobachtet. Zu den ziehenden Thermikseglern gehörten Weissstorch, Schwarzstorch, Rabenkrähe und Waldrapp. Von diesen Arten wurden Wespenbussard, Kornweihe, Weissstorch, Schwarzstorch und Waldrapp ausschliesslich als ziehend dokumentiert.

Es wurden insgesamt 365 ziehende Individuen beobachtet. 304 Individuen (83 %) bewegten sich ausserhalb des Gefahrenbereichs. 61 ziehende Vögel (17 %) wurden innerhalb des Gefahrenbereichs dokumentiert (vgl. Abbildung 36). Alle Beobachtungen erfolgen auf den Höhenstufen 1 – 3, der direkte Rotorbereich (Stufe 2 innerhalb des Gefahrenbereichs) wurde von 55 Individuen gekreuzt. Im Durchschnitt, über alle Beobachtungstage und -stunden gemittelt, wurde alle 2 Stunden ein ziehender Greifvogel / weiterer, nicht zu den Greifvögeln gehörender Thermiksegler innerhalb des Gefahrenbereichs beobachtet. Ausserhalb des Gefahrenbereichs wurden im Durchschnitt 2.5 ziehende Greifvögel / weitere Thermiksegler pro Stunde dokumentiert.

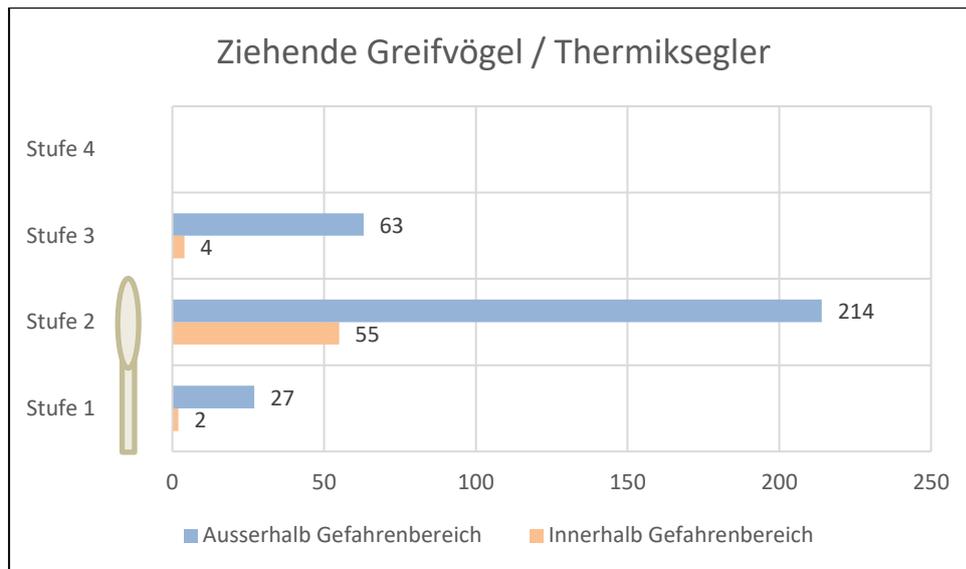


Abbildung 36: Beobachtungen der ziehenden Greifvögel und weiteren Thermiksegler im Projektgebiet innerhalb und ausserhalb des Gefahrenbereichs, sowie die Höhenverteilung. Die Daten entsprechen den 20 Erhebungstagen zwischen Anfang September und Ende Oktober 2022.

Lokale Greifvögel und weitere Thermiksegler

Als lokale Greifvögel wurden Mäusebussard, Rotmilan, Schwarzmilan, Sperber, Turmfalke und Wanderfalke beobachtet. Zu den lokalen Thermikseglern gehörten Graureiher und Rabenkrähe. Von beiden Gruppen wurden Schwarzmilan, Sperber, Turmfalke und Graureiher ausschliesslich als lokal dokumentiert.

Es wurden insgesamt 1'127 lokale Individuen beobachtet. 864 Individuen (77 %) bewegten sich ausserhalb des Gefahrenbereichs. 263 lokale Vögel (23 %) wurden innerhalb des Gefahrenbereichs dokumentiert (vgl. Abbildung 37). Alle Beobachtungen erfolgten auf den Höhenstufen 1 – 3, der direkte Rotorbereich (Stufe 2 innerhalb des Gefahrenbereichs) wurde von 195 Individuen gekreuzt. Im Durchschnitt, über alle Beobachtungstage und -stunden gemittelt, wurden 2 lokale Greifvögel / weitere, nicht zu den Greifvögeln gehörende Thermiksegler pro Stunde innerhalb des Gefahrenbereichs beobachtet. Ausserhalb des Gefahrenbereichs wurden im Durchschnitt 7 lokale Greifvögel / weitere Thermiksegler pro Stunde dokumentiert.

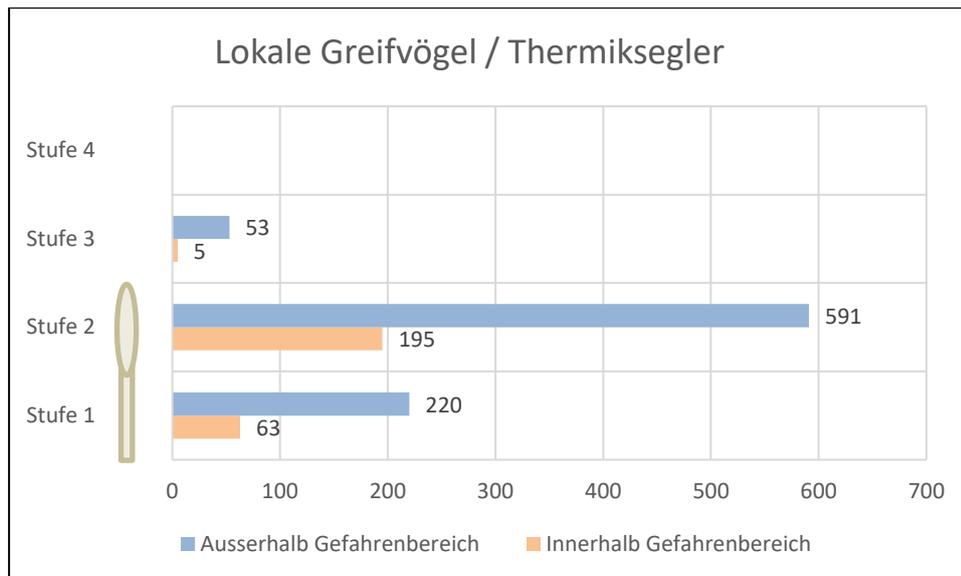


Abbildung 37: Beobachtungen der lokalen Greifvögel und weiteren Thermiksegler im Projektgebiet innerhalb und ausserhalb des Gefahrenbereichs, sowie die Höhenverteilung. Die Daten entsprechen den 20 Erhebungstagen zwischen Anfang September und Ende Oktober 2022.

Weitere ziehende Vögel

Als weitere ziehende Vogelarten wurden Rauchschnalbe, Mehlschnalbe, Stockente, Kormoran, Grossmöwen sowie jeweils einmalig unbestimmte Enten, Gänse und Limikolen beobachtet. Von diesen Arten wurden Mehlschnalbe und die unbestimmten Arten ausschliesslich auf dem Zug beobachtet.

Insgesamt wurden 595 ziehende weitere Vögel beobachtet. 383 Individuen (64 %) bewegten sich ausserhalb des Gefahrenbereichs. 212 ziehende Vögel (36 %) wurden innerhalb des Gefahrenbereichs dokumentiert (vgl. Abbildung 38). Alle Beobachtungen erfolgten auf den Höhenstufen 1 – 3, der direkte Rotorbereich (Stufe 2 innerhalb des Gefahrenbereichs) wurde von 134 Individuen gekreuzt. Im Durchschnitt, über alle Beobachtungstage und -stunden gemittelt, wurden 2 ziehende Vögel pro Stunde innerhalb des Gefahrenbereichs beobachtet. Ausserhalb des Gefahrenbereichs wurden im Durchschnitt 3 ziehende Vögel pro Stunde dokumentiert.

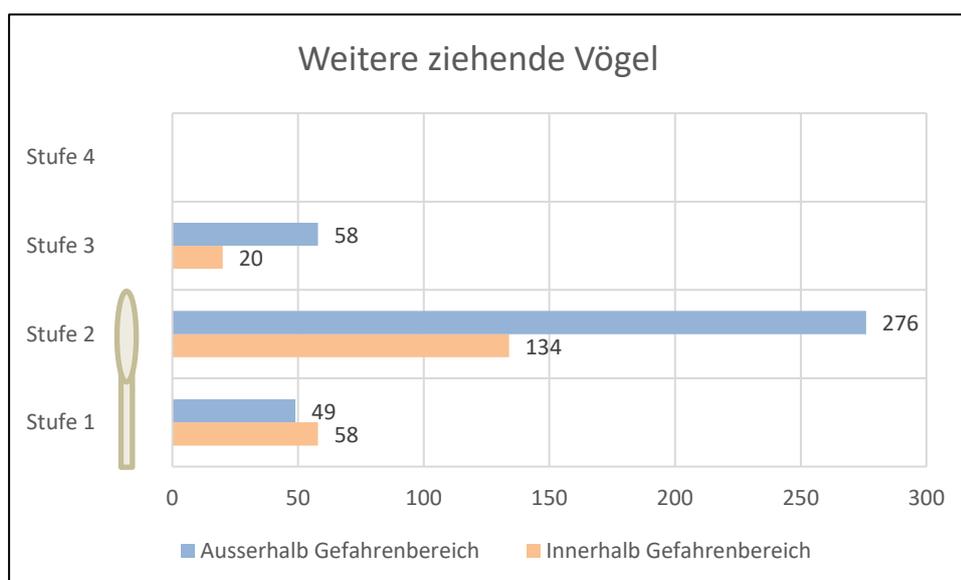


Abbildung 38: Beobachtungen der ziehenden Kleinvögel und Thermiksegler im Projektgebiet innerhalb und ausserhalb des Gefahrenbereichs, sowie die Höhenverteilung. Die Daten entsprechen den 20 Erhebungstagen zwischen Anfang September und Ende Oktober 2022.

Weitere lokale Vögel

Als weitere lokale Vogelarten wurden Rauchschwalbe, Stockente, Kormoran und Grossmöwen beobachtet.

Insgesamt wurden 606 lokale Individuen beobachtet. 456 Individuen (75 %) bewegten sich ausserhalb des Gefahrenbereichs. 150 lokale Vögel (25 %) wurden innerhalb des Gefahrenbereichs dokumentiert (vgl. Abbildung 39). Alle Beobachtungen erfolgten auf den Höhenstufen 1 – 3, der direkte Rotorbereich (Stufe 2 innerhalb des Gefahrenbereichs) wurde von 110 Individuen gekreuzt. Im Durchschnitt, über alle Beobachtungstage und -stunden gemittelt, wurden 1.5 lokale Vögel pro Stunde innerhalb des Gefahrenbereichs beobachtet. Ausserhalb des Gefahrenbereichs wurden im Durchschnitt 4 lokale Vögel pro Stunde dokumentiert.

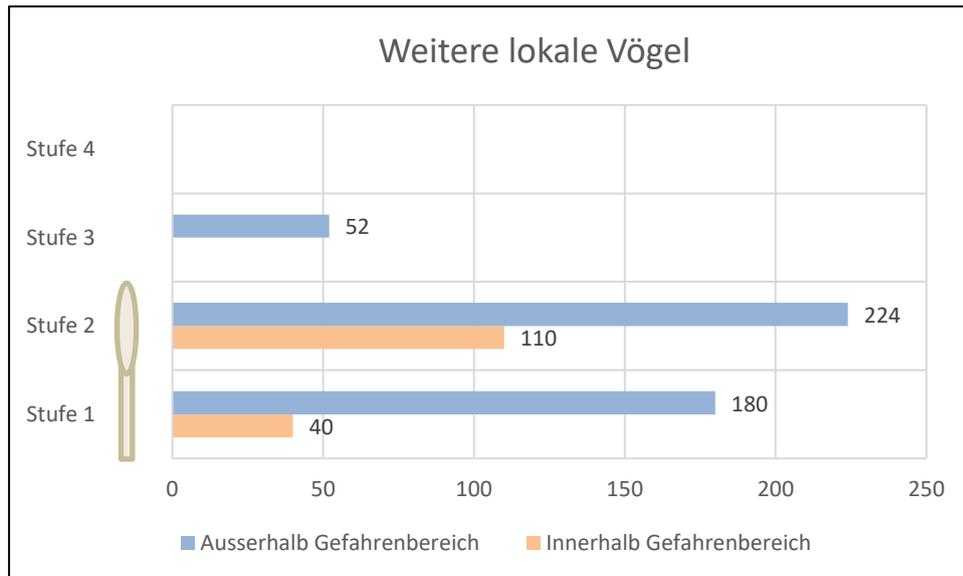


Abbildung 39: Beobachtungen der lokalen Kleinvögel und Thermiksegler im Projektgebiet innerhalb und ausserhalb des Gefahrenbereichs, sowie die Höhenverteilung. Die Daten entsprechen den 20 Erhebungstagen zwischen Anfang September und Ende Oktober 2022.

Tabelle 15: Zählkosten der Zugvogelerhebung von Anfang September bis Ende Oktober 2022, inkl. Unterscheidung der Beobachtungen lokal vorkommender Vögel und Zugvögel, innerhalb und ausserhalb des Gefahrenbereiches, der Höhenstufe sowie der Windkraftsensibilität und des Schutzstatus.

Art	Gruppe (Greifvogel / Thermik (G/T) / Weitere)	Schutzstatus		Windkraftsensibilität (Ja / Nein)	Erhebungen lokale Vögel										Erhebungen ziehende Vögel									
		Rote Liste (2021) *	NPA **		Innerhalb Gefahrenbereich (500 m Radius)					Ausserhalb Gefahrenbereich (> 500 m Radius)					innerhalb Gefahrenbereich (500 m Radius)					ausserhalb Gefahrenbereich (> 500 m Radius)				
					Anzahl je Höhenverteilung (in Stufen 1 bis 4)					Anzahl je Höhenverteilung (in Stufen 1 bis 4)					Anzahl je Höhenverteilung (in Stufen 1 bis 4)					Anzahl je Höhenverteilung (in Stufen 1 bis 4)				
					To-tal	1	2	3	4	Total	1	2	3	4	To-tal	1	2	3	4	To-tal	1	2	3	4
Graureiher	G/T	LC	-	Ja	4	3	1	-	-	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mäusebussard	G/T	LC	3	Ja	74	5	67	2	-	257	23	203	31	-	12	-	10	2	-	162	-	134	28	-
Rabenkrähe	G/T	LC	3	Nein	56	26	30	-	-	184	126	58	-	-	4	-	4	-	-	36	24	12	-	-
Rotmilan	G/T	LC	1	Ja	99	16	80	3	-	375	54	301	20	-	25	2	22	1	-	66	2	47	17	-
Schwarzmilan	G/T	LC	3	Ja	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sperber	G/T	LC	3	Ja	5	1	4	-	-	18	6	11	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Turmfalke	G/T	NT	1	Ja	25	12	13	-	-	25	8	16	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wespenbussard	G/T	NT	2	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	9	1	-	21	1	15	5	-
Kornweihe	G/T	k.A.	-	k.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-
Weisstorch	G/T	NT	1	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	6	-	-	13	-	3	10	-
Schwarzstorch	G/T	k.A.	-	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	2	2	-
Wanderfalke	G/T	VU	2	Ja	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-
Waldrapp	G/T	k.A.	-	k.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-
Rauchschwalbe	Weitere	NT	-	Ja	-	-	-	-	-	151	10	89	52	-	72	11	41	20	-	107	20	67	20	-
Mehlschwalbe	Weitere	NT	1	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83	40	43	-	-	42	-	42	-	-
Stockente	Weitere	LC	3(G)	Nein	-	-	-	-	-	12	9	3	-	-	5	5	-	-	-	18	4	14	-	-
unbest. Enten	Weitere	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	30	-	-	55	-	55	-	-
unbest. Gänse	Weitere	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	-	-	-
Kormoran	Weitere	LC	3(G)	Nein	3	-	3	-	-	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	51	-	28	23	-
unbest. Grossmöwen	Weitere	-	-	-	147	40	107	-	-	285	153	132	-	-	10	2	8	-	-	105	20	70	15	-
unbest. Limikolen	Weitere	-	-	--	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	12	-	-	-	-	-	-	-
Total Greifvögel und Thermiksegler					263	63	195	5	-	864	220	591	53	-	61	2	55	4	-	304	27	214	63	-
Total weitere Vogelarten					150	40	110	-	-	456	180	224	52	-	212	58	134	20	-	383	49	276	58	-
Gesamttotal der Beobachtungen					413	103	305	5	-	1320	400	815	105	-	273	60	189	24	-	687	76	490	121	-

* Status Rote Liste national: CR = vom Aussterben bedroht, EN = stark gefährdet, VU = verletzlich, NT = potenziell gefährdet, LC = nicht gefährdet

** National prioritäre Arten, Prioritätskategorie: 1 = sehr hoch, 2 = hoch, 3 = mittel, 4 = mässig, (G) = Gastvögel

ERHEBUNG EULEN

Bei der ersten Begehung am 16.03.2023 wurde ein balzender Waldkauz (vgl. Tabelle 16) im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets beobachtet. Bei der zweiten Begehung am 08.06.2023 wurden weder Rufe noch Sichtbeobachtungen von Eulen oder anderen dämmerungs- und nachtaktiven Vögeln festgestellt.

Tabelle 16: Im Untersuchungsgebiet (3 km Radius um den geplanten Standort der WEA) erfasste Eulen, inkl. Schutzstatus gemäss Roter Liste, Einstufung der nationalen Priorität und Sensibilität gegenüber WEA. Die empfohlenen Mindestabstände beziehen sich bei windkraftsensiblen Brutvogelarten zu Nistplätzen und Brutvorkommen, bei Gastvogelarten zu Übersommerungsgebieten oder Rastgebieten (Werner et. al., 2019). Der Waldkauz wurde bei der Begehung vom 16.03.2023 festgestellt.

Art	wiss. Bezeichnung	Schutzstatus		Sensibilität gegenüber WEA		
		Rote Liste (2021)*	Nationale Priorität**	Ja / Nein	Prüfbereich	Empfehlung Mindestabstand
Waldkauz	<i>Strix aluco</i>	LC	Nein	Nein	-	-

* Status Rote Liste national: CR = vom Aussterben bedroht, EN = stark gefährdet, VU = verletzlich, NT = potenziell gefährdet, LC = nicht gefährdet

** National prioritäre Arten, Prioritätskategorie: 1 = sehr hoch, 2 = hoch, 3 = mittel, 4 = mässig, (G) = Gastvögel

BRUTVOGELERHEBUNGEN

Bei den Brutvogelerhebungen vom 03.05.2023 bis 09.06.2023 wurden insgesamt 25 Brutvogelarten (revieranzeigendes Verhalten, Nestbau, Brutnachweis oder ausgeflogene Junge) nachgewiesen. Des Weiteren wurden 6 weitere, nicht brütende Vogelarten (ausschliesslich Sicht- oder Rufbeobachtungen, Durch- und Überflüge etc., welche kein Brutvorkommen nahelegen) festgestellt (vgl. Anhang 1: Brutvögel).

Innerhalb des Gefahrenperimeters (< 500 m um den Standort der WEA) wurden 16 Brutvogelarten sowie 3 weitere Vogelarten festgestellt (vgl. Tabelle 6). Keine dieser Arten ist auf der Roten Liste der Brutvögel (BAFU 2021) als gefährdet eingestuft. 5 Brutvogelarten sind Arten von nationaler Priorität, davon 4 Arten mit mittlerer und eine Art (Mauersegler) mit sehr hoher Bedeutung. Drei Brutvogelarten sind als windkraftsensibel eingestuft.

Tabelle 17: Im Gefahrenperimeter (< 500 m um den Standort der WEA) erfasste Vögel, Erhebungen vom 03.05.2023 bis 09.06.2023, inkl. Schutzstatus gemäss Roter Liste, Einstufung der nationalen Priorität und Sensibilität gegenüber WEA. Arten, welche als Brutvögel festgestellt wurden, sind mit einem * markiert. Die empfohlenen Mindestabstände beziehen sich bei windkraftsensiblen Brutvogelarten zu Nistplätzen und Brutvorkommen, bei Gastvogelarten zu Übersommerungsgebieten oder Rastgebieten (Werner et. al., 2019).

Art	wiss. Bezeichnung	Schutzstatus		Sensibilität gegenüber WEA		
		Rote Liste (2021)*	Nationale Priorität**	Ja / Nein	Prüfbereich	Empfehlung Mindestabstand
Amsel*	<i>Turdus merula</i>	LC	-	Nein	-	-
Bachstelze*	<i>Motacilla alba</i>	LC	-	Nein	-	-
Buchfink*	<i>Fringilla coelebs</i>	LC	-	Nein	-	-
Feldsperling*	<i>Passer montanus</i>	LC	-	Nein	-	-
Gartenbaumläufer*	<i>Certhia brachydactyla</i>	LC	-	Nein	-	-
Graureiher	<i>Ardea cinerea</i>	LC	-	Ja	3 km	1 km
Grauschnäpper*	<i>Muscicapa striata</i>	NT	-	Nein	-	-
Hausrotschwanz*	<i>Phoenicurus ochruros</i>	LC	3	Nein	-	-
Hausperling*	<i>Passer domesticus</i>	LC	-	Nein	-	-
Kohlmeise*	<i>Parus major</i>	LC	-	Nein	-	-

Art	wiss. Bezeichnung	Schutzstatus		Sensibilität gegenüber WEA		
		Rote Liste (2021)*	Nationale Priorität**	Ja / Nein	Prüfbereich	Empfehlung Mindestabstand
Kormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	LC	3 (G)	Nein	-	-
Mauersegler*	<i>Apus apus</i>	NT	1	Ja	1 km	-
Mönchsgrasmücke*	<i>Sylvia atricapilla</i>	LC	-	Nein	-	-
Rabenkrähe*	<i>Corvus corone</i>	LC	3	Nein	-	-
Rauchschwalbe*	<i>Hirundo rustica</i>	NT	-	Ja	1 km	-
Star*	<i>Sturnus vulgaris</i>	LC	-	Nein	-	-
Stieglitz*	<i>Carduelis carduelis</i>	LC	-	Nein	-	-
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>	LC	3 (G)	Nein	-	-
Türkentaube*	<i>Streptopelia decaocto</i>	LC	-	Nein	-	-

* Status Rote Liste national: CR = vom Aussterben bedroht, EN = stark gefährdet, VU = verletzlich, NT = potenziell gefährdet, LC = nicht gefährdet

** National prioritäre Arten, Prioritätskategorie: 1 = sehr hoch, 2 = hoch, 3 = mittel, 4 = mässig, (G) = Gastvögel

Ausserhalb des Gefahrenperimeters (> 500 m um den Standort der WEA) wurden 23 Brutvogelarten und 7 weitere Vogelarten festgestellt (vgl. Tabelle 7). 2 Arten sind auf der Roten Liste der Brutvögel (BAFU 2021) als gefährdet eingestuft. 9 Brutvogelarten sind Arten von nationaler Priorität, davon 4 Arten mit mittlerer, eine Art mit hoher und 4 Arten mit sehr hoher Bedeutung. 5 der Vogelarten (davon 2 Brutvögel) sind als windenergiesensibel eingestuft.

Tabelle 18: Ausserhalb des Gefahrenperimeters (> 500 m um den Standort der WEA) erfasste Vögel, Erhebungen vom 03.05.2023 bis 09.06.2023, inkl. Schutzstatus gemäss Roter Liste, Einstufung der nationalen Priorität und Sensibilität gegenüber WEA. Arten, welche als Brutvögel festgestellt wurden, sind mit einem * markiert. Die empfohlenen Mindestabstände beziehen sich bei windkraftsensiblen Brutvogelarten zu Nistplätzen und Brutvorkommen, bei Gastvogelarten zu Übersommerungsgebieten oder Rastgebieten (Werner et. al., 2019).

Art	wiss. Bezeichnung	Schutzstatus		Sensibilität gegenüber WEA		
		Rote Liste (2021)*	Nationale Priorität**	Ja / Nein	Prüfbereich	Empfehlung Mindestabstand
Amsel*	<i>Turdus merula</i>	LC	-	Nein	-	-
Bachstelze*	<i>Motacilla alba</i>	LC	-	Nein	-	-
Blaumeise*	<i>Cyanistes caeruleus</i>	LC	-	Nein	-	-
Buchfink*	<i>Fringilla coelebs</i>	LC	-	Nein	-	-
Dohle	<i>Corvus monedula</i>	NT	1	Nein	-	-
Elster	<i>Pica pica</i>	LC	-	Nein	-	-
Feldsperling*	<i>Passer montanus</i>	LC	-	Nein	-	-
Gartenbaumläufer*	<i>Certhia brachydactyla</i>	LC	-	Nein	-	-
Girlitz*	<i>Serinus serinus</i>	LC	-	Nein	-	-
Graureiher	<i>Ardea cinerea</i>	LC	-	Ja	3 km	1 km
Grauschnäpper*	<i>Muscicapa striata</i>	NT	-	Nein	-	-
Grünfink*	<i>Chloris chloris</i>	NT	-	Nein	-	-
Hausrotschwanz*	<i>Phoenicurus ochruros</i>	LC	3	Nein	-	-
Hausperling*	<i>Passer domesticus</i>	LC	-	Nein	-	-
Kohlmeise*	<i>Parus major</i>	LC	-	Nein	-	-

Art	wiss. Bezeichnung	Schutzstatus		Sensibilität gegenüber WEA		
		Rote Liste (2021)*	Nationale Priorität**	Ja / Nein	Prüfbereich	Empfehlung Mindestabstand
Lachmöwe	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	EN	1	Ja	3 km	1 km
Mauersegler*	<i>Apus apus</i>	NT	1	Ja	1 km	-
Mehlschwalbe	<i>Delichon urbicum</i>	NT	1	Ja	1 km	-
Mönchsgrasmücke*	<i>Sylvia atricapilla</i>	LC	-	Nein	-	-
Rabenkrähe*	<i>Corvus corone</i>	LC	3	Nein	-	-
Rauchschwalbe*	<i>Hirundo rustica</i>	NT	-	Ja	1 km	-
Ringeltaube*	<i>Columba palumbus</i>	LC	-	Nein	-	-
Rotkehlchen*	<i>Erithacus rubecula</i>	LC	-	Nein	-	-
Schafstelze	<i>Motacilla flava</i>	VU	2	Nein	-	-
Sommergoldhähnchen*	<i>Regulus ignicapilla</i>	LC	3	Nein	-	-
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>	LC	-	Nein	-	-
Stieglitz*	<i>Carduelis carduelis</i>	LC	-	Nein	-	-
Stockente*	<i>Anas platyrhynchos</i>	LC	3 (G)	Nein	-	-
Türkentaube*	<i>Streptopelia decaocto</i>	LC	-	Nein	-	-
Zilpzalp*	<i>Phylloscopus collybita</i>	LC	-	Nein	-	-

* Status Rote Liste national: CR = vom Aussterben bedroht, EN = stark gefährdet, VU = verletzlich, NT = potenziell gefährdet, LC = nicht gefährdet

** National prioritäre Arten, Prioritätskategorie: 1 = sehr hoch, 2 = hoch, 3 = mittel, 4 = mässig, (G) = Gastvögel

HORSTKARTIERUNG

Während der ersten Begehung am 08.02.2023 vor Laubaustrieb wurden im Umkreis von 3 km 5 Horste festgestellt. Bei der Kontrolle am 16.05.2023 konnte festgestellt werden, dass 3 der Horste besetzt sind. In einem dieser Horste brüteten Weissstörche. In den beiden anderen besetzten Horsten brüteten Rotmilane. 2 der Horste konnten im Mai nicht kontrolliert werden, da die aufgrund des dichten Laubs nicht aufzufinden waren. Alle Horste befinden sich ausserhalb des mittleren Untersuchungsperimeters (vgl. Abbildung 40).

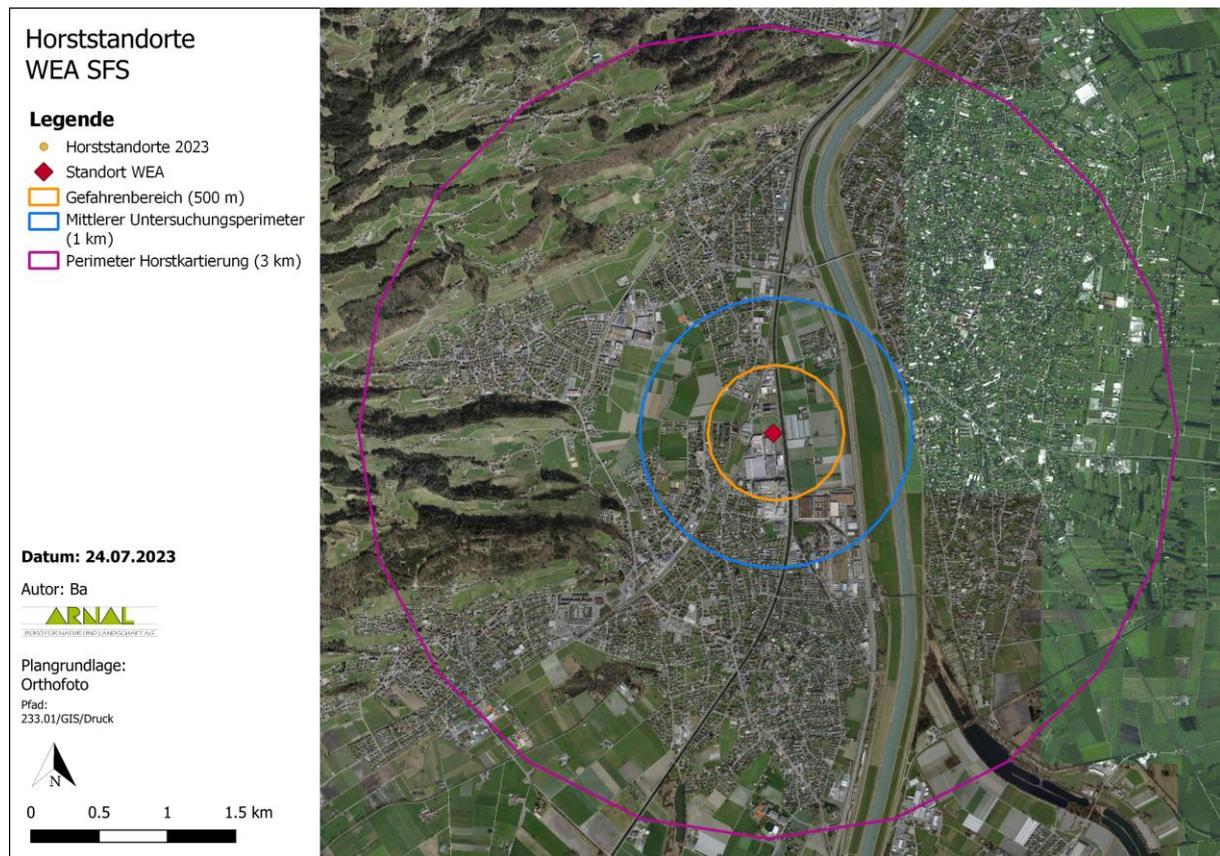


Abbildung 40: Darstellung der Horststandorte im Radius von 3 km um die WEA. Begehung v. 08.02.2023.

10.1.4 EINGRIFFSBEURTEILUNG

Nachfolgend wird das Konfliktpotenzial und die zu erwartenden Auswirkungen für Avifauna im Projektgebiet gesondert nach Brut- und Gastvögel sowie Zugvögel abgeschätzt.

Die Höhe des Konfliktes erlaubt jedoch keine Rückschlüsse auf absolute Zahlen von möglichen Schlagopfern oder potenziell durch Störungen aus dem Gebiet verschwindenden Individuen/Revieren. Auch ist keine Einschätzung des Konfliktpotenzials auf der Stufe der Population möglich, da dafür ein entsprechend grosses Gebiet (über Kantons- / Landesgrenzen hinweg) betrachtet werden müsste. Zudem müssten sämtliche bereits bestehenden und geplanten Windenergieprojekte mitberücksichtigt werden, da sich die Auswirkungen mehrerer WEAs akkumulieren können.

BRUT- UND GASTVÖGEL

Nachfolgend wird das Konfliktpotenzial und die zu erwartenden Auswirkungen für die lokalen (Brut-) Vögel, nahrungssuchenden Vögel und Rastvögel eingeschätzt (vgl. Tabelle 8). Für die Beurteilung wurden die windkraftsensiblen Arten, die gemäss Roter Liste der Brutvögel (BAFU, 2021) gefährdeten Arten sowie die national prioritären Arten (BAFU, 2019) berücksichtigt. Die Einschätzung erfolgt fachgutachterlich anhand des in Abbildung 41 dargestellten Flussdiagramms «Beurteilung Konfliktpotenzial Brut- und Gastvögel» sowie basierend auf vorgängig beschriebenen Ergebnissen der Erhebungen (vgl. Kapitel 10.1.3).

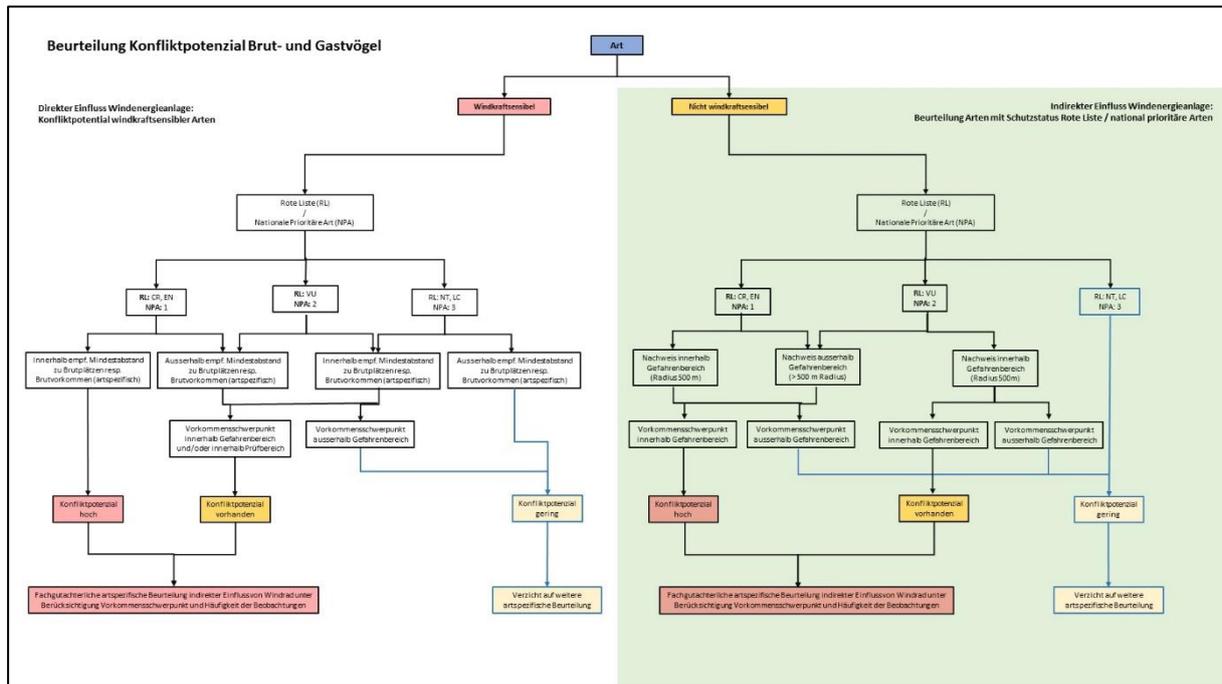


Abbildung 41: Flussdiagramm zur fachgutachterlichen Einschätzung des Konfliktpotenzials der Brut- und Gastvögel (ARNAL AG).

Tabelle 19: Beurteilung des Konfliktpotenzials der im Gebiet vorkommenden Brut- und Gastvogelarten, mit Windkraftsensibilität und/oder einem Schutzstatus (Rote Liste; national prioritäre Arten, vgl. Tabelle 3). Berücksichtigt sind alle Arten, welche gemäss Beobachtungen der Felderhebungen im Frühjahr 2021 (Revierkartierung, Greifvogelerhebungen, Eulenerhebungen) sowie gemäss Datenbankabfrage der Vogelwarte Sempach im Projektgebiet bisher nachgewiesen worden sind. Arten, welche bei der Zugvogelerhebung im Herbst als lokal vorkommende Art kartiert wurden, sind unterstrichen. Nicht berücksichtigt sind Arten, welche ausschliesslich auf dem Zug nachgewiesen wurden. Die Einschätzung des Konfliktpotenzials erfolgte gemäss Flussdiagramm (vgl. Abbildung 41) sowie fachgutachterlicher Einschätzung zum Vorkommen (vgl. Kapitel 10.1.3).

Einschätzung zum Konfliktpotenzial	Vogelarten	
	Windkraftsensible Arten	nicht windkraftsensible Arten
HOCH		
VORHANDEN	Mauersegler, <u>Mäusebussard</u> , <u>Rotmilan</u> , <u>Turmfalke</u> ,	
GERING	Alpensegler, Baumfalke, Baumpieper, Feldlerche, Flussseseschwalbe, Gänsegeier, <u>Graureiher</u> , Habicht, Kiebitz, Lachmöwe, Mehlschwalbe, Mornellregenpfeifer, Purpurreiher, <u>Rauchschwalbe</u> , Rohrweihe, <u>Schwarzmilan</u> , Schwarzstorch, <u>Sperber</u> , Uhu, Wachtelkönig, Waldlaubsänger, Waldohreule, <u>Wanderfalke</u> , Weissstorch, Wespensegler, Wiedehopf, Wiesenpieper, Ziegenmelker, Zwergdommel	Amsel, Bachstelze, Bekassine, Bienenfresser, Blaumeise, Bluthänfling, Braunkehlchen, Buchfink, Dohle, Dorngrasmücke, Drosselrohrsänger, Eisvogel, Elster, Feldschwirl, Feldsperling, Fichtenkreuzschnabel, Fitis, Flusssuferläufer, Gänsesäger, Gartengrasmücke, Gartenrotschwanz, Gelbspötter, Gimpel, Girlitz, Grauammer, Grauschnäpper, Grauspecht, Grosser Brachvogel, Grünfink, Haubenmeise, Haubentaucher, Hausrotschwanz, Haussperling, Karmingimpel, Kohlmeise, Kolbenente, <u>Kormoran</u> , Krickente, Kuckuck, Misteldrossel, Mittelspecht, Mönchsgrasmücke, Nachtigall, Nachtreiher, <u>Rabenkrähe</u> , Reiherente, Ringeltaube, Rohrammer, Rotkehlchen, Schafstelze, Schleiereule, Schwarzkehlchen, Schwarzkopfmöwe, Sommergoldhähnchen, Sperlingskauz, Star, Steinkauz, Stieglitz, Stockente, Sumpfmeise, Tafelente, Tannenmeise, Türkentaube, Turteltaube, Uferschwalbe, Wacholderdrossel, Wachtel, Waldbaumläufer, Waldkauz, Wasseramsel, Wendehals, Wintergoldhähnchen, Zaunammer, Zilpzalp, Zistensänger, Zwergtaucher

Zu den Arten, für welche ein Konfliktpotenzial entsteht (Kategorie «hoch» und «vorhanden») zählen im Projektgebiet mehrere Greifvogelarten sowie der Mauersegler. Diese Arten haben meist eine lange Lebenserwartung. In Kombination mit einer geringeren Reproduktionsrate sowie tendenziell geringeren Bestandsgrössen, bringen Kollisionen mit WEA ein entsprechendes Risiko mit sich (BFE, 2015).

Konflikt vorhanden

Ein Konflikt besteht für Mäusebussard, Rotmilan, Turmfalke und Mauersegler der Nachweise während der Begehungen oder von Datenbankabfragen.

Mäusebussard

Für den Mäusebussard gibt es keine Abstandsempfehlungen zu den Brutplätzen (Werner et al., 2019). Während der Zugvogelerhebungen wurde er regelmässig auch als Lokalvogel im Untersuchungsgebiet beobachtet. Geeignete Bruthabitate (Horstbäume) sind im weiteren Untersuchungsperimeter vorhanden. Die Art wird aufgrund des Kollisionsrisikos und Habitatverlusts als windkraftsensibel eingestuft. Die Brutdichte des Mäusebussardes in der Nähe einer WEA ist gemäss einer deutschen Studie geringer als in unbeeinträchtigten Gebieten (Referenzgebiet) (BFE, 2015). Der Habitatverlust ist jedoch aufgrund der Lage der WEA im Industriegebiet als geringfügig einzustufen. Der Mäusebussard ist in der Schweiz weit verbreitet und nicht gefährdet, jedoch eine Art von mittlerer nationaler Priorität.

Rotmilan

Der Rotmilan brütet in einem abwechslungsreichem Wald-Offenland-Mosaik und bevorzugt häufig Bereiche, die durch lange Grenzen zwischen Wald und Offenland und einem hohen Grünlandanteil gekennzeichnet sind. Die Nahrungssuche findet im Offenland statt und erfolgt beim Rotmilan, mehr als bei anderen Greifvögeln, fliegend. WEA sind für den Rotmilan problematisch, weil er sich beim langsamen, ausgedehnten Suchflug nach Beute über Feldern und Äckern wie auch bei Balzflügen im Frühjahr oder beim Thermikreisen der Kollisionsgefahr aussetzt und gegenüber WEA kein Meideverhalten zeigt (u.a. LAG VSW, 2015).

Dieses Verhalten zeigten auch die im Projektgebiet beobachteten Rotmilane: Überflug des Rheins, Thermikreisen über Waldflächen und Offenland sowie Nahrungssuche auf den Wiesen- und Ackerflächen. Teilweise wurden Gehölzstrukturen (u.a. abgestorbene Bäume, Bäume am Waldrand), v.a. im weiteren Untersuchungsperimeter als Sitzwarten genutzt.

Der Rotmilan kommt in der Schweiz, insbesondere auf der Alpennordseite, regelmässig bis flächendeckend als Brutvogel vor und breitet sich tendenziell weiter aus. Im Winter beherbergt die Schweiz einen Teil der Kurzstreckenzieher aus nördlicheren Ländern. Der Rotmilan ist daher in der Schweiz weit verbreitet und nicht gefährdet, jedoch eine Art von sehr hoher nationaler Priorität.

Eine Mindestabstandsempfehlung zu Brutplätzen des Rotmilans gibt es seitens Vogelwarte Sempach (Werner et. al, 2019) nicht. Gemäss Empfehlung der Vogelwarte sind besonders attraktive Brutgebiete mit Dichtezentren von WEA freizuhalten. Im weiteren Untersuchungsperimeter sind nur wenige Horste nachgewiesen worden, von denen zwei von Rotmilanen besetzt wurden. Aus fachlicher Sicht ist im Projektgebiet daher kein besonders attraktives Brutgebiet zu finden.

Des Weiteren sind im Projektgebiet resp. im Umkreis von mind. 10 km (Prüfbereich) keine Rotmilan-Winterschlafplätze nachgewiesen. Berücksichtigt wurden die Abstände zu Schlafplätzen > 10 Individuen. Grosse Schlafplätze sind in der Schweiz weitgehend bekannt und unterliegen einem regelmässigen Monitoring.

Der vorhandene Konflikt für den Rotmilan ergibt sich aufgrund der regelmässigen Nutzung des Gebietes der Art zur Nahrungssuche (Thermikreisen in niederer Höhe). Aus fachlicher Sicht resp. basierend auf den weiteren Erkenntnissen zur Raumnutzung der Rotmilane, kann nicht von einem Dichtezentrum ausgegangen werden. Das Gebiet wird jedoch regelmässig durch den Rotmilan genutzt, da dieser im Herbst während der Zugvogelerhebungen regelmässig als lokal im Gebiet vorkommender Vogel beobachtet werden konnte.

Turmfalke

Der Turmfalke kommt in der Schweiz, mit Ausnahme der hochalpinen Bereiche und Siedlungszentren, flächendeckend vor. Sein Schwerpunkt liegt in den Niederungen, unterhalb 800 m ü. M. Er ist ein typischer Brutvogel des (struktureichen) Kulturlandes und weiterer offene Lebensräume (u.a. alpine Wiesen und Weiden). Ideal ist ein Mosaik aus Acker- und Wiesland mit extensiv bewirtschafteten Flächen und einem guten Beuteangebot (u.a. Kleinsäuger), in der Nähe des Brutplatzes (insb. Fels- /Gebäudenischen, Krähennester, Nistkästen). Der Turmfalke ist in der Schweiz potenziell gefährdet (Rote Liste BAFU, 2021) und eine Art von sehr hoher nationaler Priorität.

Während der Zugvogelerhebungen konnte der Turmfalke regelmässig als lokaler Vogel im Projektgebiet festgestellt werden (vgl. Kapitel 3.2). Brutstandorte konnten innerhalb des Gefahrenbereichs nicht beobachtet werden. Eine Mindestabstandsempfehlung zu Brutplätzen des Turmfalken gibt es seitens Vogelwarte Sempach (Werner et. al, 2019) nicht.

Der vorhandene Konflikt für den Turmfalken ergibt sich aufgrund seiner Windkraftsensibilität, seiner nationalen Priorität sowie seinem regelmässigen Vorkommen im Projektperimeter. Die Beobachtungen des Flugverhaltens der Art zeigen, dass sie sich etwa gleich häufig innerhalb und ausserhalb des Rotorenbereichs bewegte, wobei die meisten Beobachtungen, sowohl innerhalb als auch ausserhalb des Gefahrenbereichs, auf Stufe 2 gemacht wurden.

Mauersegler

Der Mauersegler kommt in der Schweiz flächendeckend mit einem Verbreitungsschwerpunkt unter 700 m vor. Die grössten und bedeutendsten Bestände sind im Bereich der grossen Städte und Agglomerationen zu finden. Er ist ein typischer Brutvogel der Städte und Felswände. Der Mauersegler ist in der Schweiz potenziell gefährdet (Rote Liste BAFU, 2021) und eine Art von sehr hoher nationaler Priorität.

Während der Brutvogelerhebungen konnte der Mauersegler regelmässig im Projektgebiet festgestellt werden (vgl. Kapitel 3.4). Der Grossteil der Brutstandorte konnte ausserhalb des Gefahrenbereichs beobachtet werden. Ein Brutstandort ist innerhalb des Gefahrenbereichs zu verorten. Es ist von 4 – 5 Brutpaaren auszugehen. Eine Mindestabstandsempfehlung zu Brutplätzen des Mauerseglers gibt es seitens Vogelwarte Sempach (Werner et. al, 2019) nicht.

Der vorhandene Konflikt für den Mauersegler ergibt sich aufgrund seiner Windkraftsensibilität, seiner nationalen Priorität sowie dem Brutstandort im Gefahrenbereich. Die Beobachtungen des Flugverhaltens der Mauersegler zeigen jedoch, dass sich der Grossteil der im Projektgebiet vorkommenden Segler ausserhalb des Gefahrenbereichs bewegte.

Konflikt gering

Grundsätzlich muss auch bei allen weiteren Brut- und Gastvogelarten, für welche ein geringes Konfliktpotenzial besteht, mit Kollisionen gerechnet werden. Alle in Tabelle 8 aufgeführten Arten mit geringem Konfliktpotenzial werden aufgrund ihres sporadischen Vorkommens im Gefährdungsbereich und/oder weiteren Kriterien mit geringem Kollisionsrisiko eingeschätzt.

ZUGVÖGEL

Der Standort der geplanten WEA befindet sich in einem Industriegebiet in Au (SG). Der Standort liegt am westlichen Rand des St. Galler Rheintals linksseitig des Rheins. Das Rheintal erweitert sich Richtung Bodensee, Richtung Süden findet eine leichte Verengung statt. Der Rhein verläuft in Nord-Süd-Richtung. Das Gebiet ist geprägt von Siedlungsgebieten und intensiver Landwirtschaft.

Aus der Sicht der im Herbst von Norden her anfliegenden Zugvögel liegt die geplante WEA etwas abseits des Rheins zwischen Fluss und Hügellandschaft. Die Vermutung liegt nahe, dass sich von Norden her in der Ebene ziehende Vögel auf der Breite des Rheintals, je nach vorherrschender Thermik, verteilen.

Während insgesamt 115 Beobachtungsstunden an 20 Erhebungstagen von Anfang September bis Ende Oktober wurden insgesamt 2'693 durchfliegende Individuen protokolliert, wovon 960 Individuen zu den Zugvögeln gezählt wurden. Hiervon tangierten 273 Individuen den Gefahrenbereich. Die verbleibenden 1'733 Individuen wurden als lokale Vögel eingeordnet.

Von den 365 beobachteten, ziehenden Greifvögeln und weiteren, nicht zu den Greifvögeln gehörenden Thermikseglern durchquerten 61 Individuen den Gefahrenbereich. 304 Vögel wurden ausserhalb des Gefahrenbereiches beobachtet. Dies bedeutet, dass knapp ein Fünftel der ziehenden Individuen den Gefahrenbereich zumindest tangierten, die meisten davon im Rotorenbereich (Stufe 2). Im Durchschnitt wurden auf dem Zug alle 2 Stunden ein ziehender Greifvogel / weiterer, nicht zu den Greifvögeln gehörender Thermiksegler innerhalb des Gefahrenbereichs und 2.5 ziehende Greifvögel / weitere Thermiksegler pro Stunde ausserhalb des Gefahrenbereichs beobachtet.

Zur Einordnung der Beobachtungen werden folgende Vergleichswerte aus der Literatur (Werner et. al., 2019) und ähnlich gelagerter Projekte beigezogen, wobei hier i.d.R. nur der Greifvogelzug berücksichtigt wird:

- Durchzugszahlen von bis zu 5 ziehenden Greifvögeln pro Beobachtungsstunde in der herbstlichen Zugzeit treten im Bereich zwischen Alpenvorland und Jura regelmässig auf (1.5 km Radius um Beobachtungspunkt) (Werner et. al., 2019).
- In Schweizer Zugkonzentrationsgebieten können > 20 Individuen thermikziehender Arten pro Beobachtungsstunde durchziehen (Werner et. al., 2019).
- Bei einem vergleichbaren Projekt in der Linthebene wurden im Durchschnitt 6.6 ziehende Greifvögel pro Beobachtungsstunde gesichtet, wobei der gesamte einsehbare Bereich berücksichtigt wurde (ARNAL AG, 2019).
- Bei einem weiteren Vergleichsprojekt oberhalb des Rheintals wurden im Durchschnitt 10.2 ziehende Greifvögel und weitere, nicht zu den Greifvögeln gehörende Thermiksegler pro Beobachtungsstunde gesichtet (ARNAL AG, 2016).

Unter Bezug der Vergleichszahlen und der Angabe der Vogelwarte, dass ein Wert von etwa 5 Greifvögeln pro Stunde ein Mass für einen durchschnittlichen Greifvogelzug ist, kann bestätigt werden, dass der Greifvogelzug nahe dem geplanten Standort der WEA sehr gering ist. Regelmässige Konzentrationen von ziehenden Vögeln innerhalb des Gefahrenbereiches konnten nicht festgestellt werden.

Der Nachtzug sowie der Tagzug der Kleinvögel wurde in dieser Studie nicht im Detail untersucht, weshalb die Aussagekraft des während der Zugvogelerhebungen erfassten Kleinvögel mit gewissem Vorbehalt behaftet ist. Die Kleinvögel wurden nicht prioritär und nicht systematisch erfasst. Zudem ist der einsehbare Bereich einiges enger gefasst. Der Schwerpunkt der Beobachtungen konzentriert sich deshalb auf die Vorkommen innerhalb der Gefährdungsbereiche. Bezieht man die Konfliktpotenzialkarte Windenergie (vgl. Abbildung 42) in die Betrachtungen mit ein, so ist von einem geringen Konfliktpotenzial zwischen der WEA und ziehenden Kleinvögeln auszugehen.



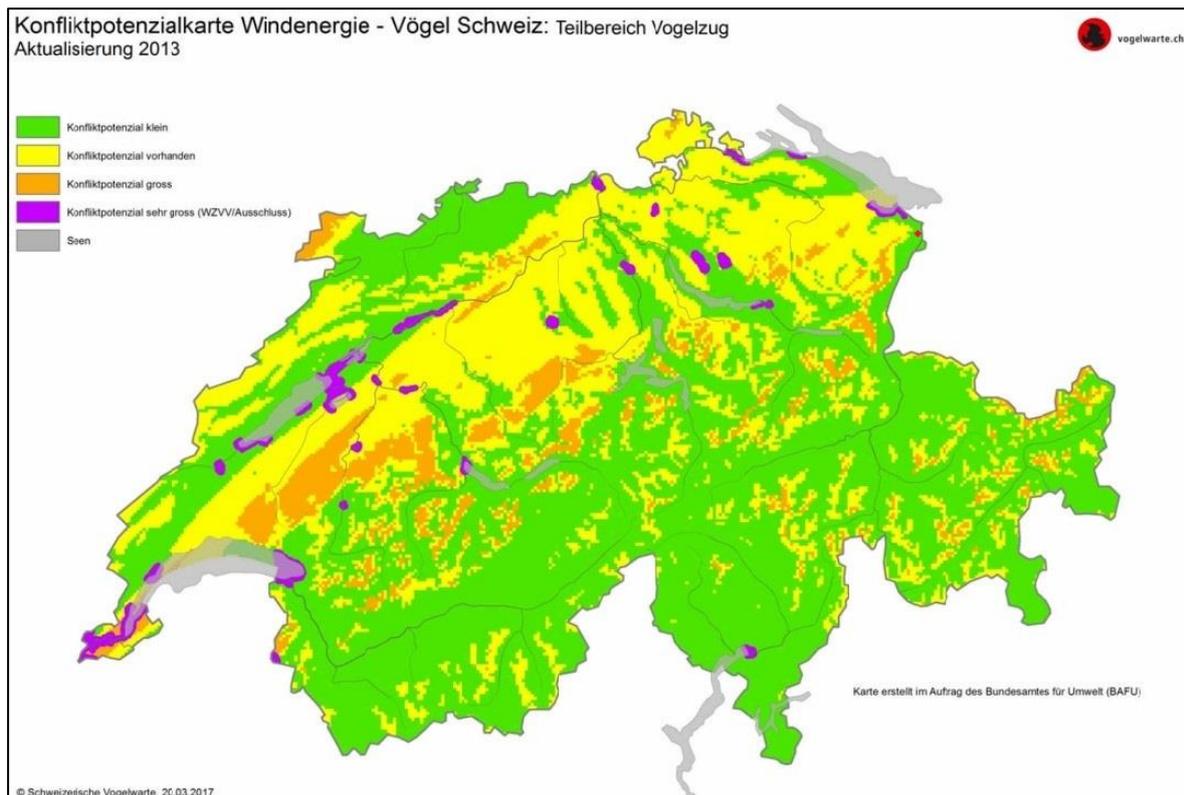


Abbildung 42: Konfliktpotenzialkarte Windenergie und Vogelzug der Schweizerischen Vogelwarte. Die Karte zeigt das mittlere Konfliktpotenzial zwischen Vogelzug und WEA für die Schweiz. Der geplante Standort der WEA SFS ist mit einem roten Punkt markiert.

Im Durchschnitt wurden 2 ziehende Vögel pro Stunde innerhalb des Gefahrenbereichs und 3 ziehende Vögel pro Stunde ausserhalb des Gefahrenbereichs beobachtet. Ein Grossteil der den Gefahrenbereich tangierenden Vögel (134 Individuen) flog im Rotorenbereich (Stufe 2), gefolgt vom bodennahen Bereich unterhalb des Rotorenbereiches (Stufe 1) mit 58 Individuen.

Die bei den Zugvogelerhebungen lokal im Gebiet vorkommenden, windkraftsensiblen Arten sind in Tabelle 3 aufgeführt. Das Konfliktpotenzial ist in Tabelle 8 eingeschätzt. Ausserhalb der Brutzeit weisen viele Arten grössere Aktionsradien auf. Greifvögel und weitere Thermiksegler unternehmen vermehrt Nahrungsflüge in West-Ost-Richtung und verweilen während dieser Zeit auch länger im Gebiet. Regelmässiges Kreisen über dem Gebiet ist u.a. von Mäusebussard, Rotmilan und Weissstorch regelmässig zu beobachten.

KONFLIKT VORHANDEN

Ein Konflikt ist für ziehende Mäusebussarde und Rotmilane vorhanden.

MÄUSEBUSSARD

Der Mäusebussard wird unter anderem aufgrund des Kollisionsrisikos als windkraftsensibel eingestuft. Dieses Risiko besteht sowohl während ihres regulären Flugverhaltens als auch während der Zugvogelzeit.

Das Kollisionsrisiko ist an diesem speziellen Punkt als vorhanden einzuschätzen. Gemäss Konfliktpotenzialkarte der Vogelwarte (vgl. Abbildung 42) ist das Konfliktpotenzial von Vogelzug und WEA gering. Auch bewegte sich der Grossteil der beobachteten ziehenden Mäusebussarde ausserhalb des Gefahrenbereichs (500 m Radius um die geplante Anlage). Die meisten Beobachtungen, sowohl innerhalb als auch ausserhalb des Gefahrenbereichs, wurden jedoch in der Höhenstufe 2 gemacht. Der Mäusebussard ist somit beim Thermikkreisen und beim Durchflug einer potenziellen Kollisionsgefahr ausgesetzt.

ROTMILAN

Der Rotmilan wird unter anderem aufgrund des Kollisionsrisikos während der Nahrungssuche und des Thermikkreisens als windkraftsensibel eingestuft. Dieses Risiko besteht sowohl während ihres regulären Flugverhaltens als auch während der Zugzeit.

Das Kollisionsrisiko ist an diesem speziellen Punkt als vorhanden einzuschätzen. Gemäss Konfliktpotenzialkarte der Vogelwarte (vgl. Abbildung 42) ist das Konfliktpotenzial von Vogelzug und WEA gering. Auch bewegte sich der überwiegende Teil der beobachteten ziehenden Rotmilane ausserhalb des Gefahrenbereichs (500 m Radius um die geplante Anlage). Die meisten Beobachtungen, sowohl innerhalb als auch ausserhalb des Gefahrenbereichs, wurden jedoch in der Höhenstufe 2 gemacht. Auch zeigt der Rotmilan gegenüber WEA kein Meideverhalten und ist beim Thermikkreisen und beim Durchflug einer potenziellen Kollisionsgefahr ausgesetzt.

KONFLIKT GERING

Grundsätzlich muss auch bei allen weiteren Brut- und Gastvogelarten, für welche ein geringes Konfliktpotenzial besteht, mit Kollisionen gerechnet werden. Alle in Tabelle 8 aufgeführten Arten mit geringem Konfliktpotenzial werden aufgrund ihres sporadischen Vorkommens im Gefährdungsbereich und/oder weiteren Kriterien mit geringem Kollisionsrisiko eingeschätzt.

10.1.5 MASSNAHMENFESTLEGUNG**VERMEIDUNGS- UND MINDERUNGSMASSNAHMEN**

Nachfolgend werden die Vermeidungs- und Minderungsmassnahmen für die Bau- und Betriebsphase aufgelistet, welche aufgrund vorhergängiger Beurteilung der Avifauna im Projektgebiet empfohlen werden. Es wird empfohlen, die Anlagen basierend auf neuen Forschungsergebnissen, Weiterentwicklungen der Schutzsysteme, dem Betrieb der Anlagen und insbesondere neuen Erkenntnissen (z.B. aus dem Monitoring) zu Brut-/Gast- und Zugvögeln des Gebietes laufend nachzurüsten, um den aktuellen Stand der Technik in Bezug auf den Vogelschutz jederzeit zu gewährleisten.

Die folgenden Vermeidungs- und Minderungsmassnahmen sind während der Bau- und Betriebsphase zu berücksichtigen (vgl. Tabelle 21):

Tabelle 20: Vermeidungsmassnahmen für den Umweltbereich Vögel.

Nr.	Massnahme	Umsetzungszeitraum (inkl. SIA-Phase)
Vö01	Die Zufahrtswege sind soweit möglich auf bestehenden Strassen vorzusehen, wodurch die grösstmögliche Schonung von Vogellebensräumen erreicht wird. Es sind keine Eingriffe in geschützte Vogel-Lebensräume vorgesehen.	Bauphase (52)
Vö02	Nachtarbeiten sind möglichst zu vermeiden, um keine störenden Lichtemissionen hervorzurufen.	Bauphase (52)
Vö03	Die Bauphase, insb. lärmintensive Arbeiten, sind ausserhalb der Balz- und Brutzeit der vorkommenden Vogelarten durchzuführen.	Bauphase (52)
Vö04	Es ist eine ökologische Baubegleitung einzusetzen, welche die Umsetzung der Massnahmen sicherstellt und begleitet, insbesondere in den sensiblen Bereichen.	Bauphase (52)
Vö05	Bei den Bauarbeiten sollen Vorkehrungen getroffen werden, um Beeinträchtigungen zu begrenzen und Schäden an empfindlichen Vogellebensräumen (u.a. Ufergehölze, Obstbäume) zu vermeiden.	Bauphase (52)
Vö06	Die unmittelbare Mastfussumgebung soll für Kleinsäuger unattraktiv gestaltet werden (keine für Kleinsäuger attraktive Bodenvegetation).	Bauphase (52)
Vö07	Neue Stromleitungen sind möglichst unterirdisch zu führen, wodurch kein zusätzliches Kollisionsrisiko für Vögel generiert wird.	Betriebsphase (61)

Nr.	Massnahme	Umsetzungszeitraum (inkl. SIA-Phase)
Vö08	Für die WEA gilt es, keine Gittermasten zu verwenden, um das Kollisionsrisiko zu verringern. Es ist bekannt, dass Greifvögel und Eulen Gittermasten als Ansitzwarte benutzen.	Betriebsphase (61)
Vö09	Um die Landemöglichkeiten für Greifvögel zu reduzieren, sind keine potenziellen Sitzwarten in der näheren Umgebung der WEA anzubieten (u.a. keine Gittermasten).	Betriebsphase (61)
Vö10	Beim Schnitt der Wiesen resp. der Getreideernte und dem i.d.R. darauffolgenden Austrag von Gülle und Mist innerhalb des Gefahrenbereichs (500 m) ist die WEA während der ersten Tage (4-5 Tage resp. je nach Zeitpunkt der Düngung) tagsüber abzuschalten. Frisch geschnittene/gedüngte Wiesen stellen eine sehr attraktive Nahrungsgrundlage u.a. für Rotmilan und Mäusebussard dar.	Betriebsphase (61)
Vö11	Wird die WEA realisiert, ist die Befeuerung der Anlagen in der Nacht so weit zu reduzieren, wie das gemäss Auflagen des Bundesamtes für Luftfahrt (BAZL) notwendig ist, da die nächtlich ziehenden Vögel bei schlechter Sicht durch Licht angezogen werden. Eine zusätzliche lokale Anziehung durch Licht kann zu höheren Kollisionszahlen führen.	Betriebsphase (61)
Vö12	Um die Anlagen als mögliches Hindernis gut sichtbar zu machen, sind diese mit einem möglichst hellen Farbanstrich zu versehen, damit sie auch nachts und bei schlechten Sichtverhältnissen besser sichtbar sind.	Betriebsphase (61)
Vö13	Nach Möglichkeit sind praxiserprobte Radargeräte oder optische Überwachungssysteme (videobasierte Analyse/Erfassung in Echtzeit) mit Abschaltssystem zum Schutz von Greifvögeln und weiteren, nicht zu den Greifvögeln gehörenden Thermikseglern an den Anlagen anzubringen. Diese können zu einer erheblichen Minderung resp. zum besseren Schutz vor Kollisionen beitragen. Gleiches gilt für eine allfällige Nachrüstung mit einem akustischen Signal zum Schutze von Greifvögeln und weiteren Thermikseglern bei entsprechenden Monitoringresultaten.	Betriebsphase (61)
Vö14	Da nicht abgeschätzt werden kann, wie viele Vögel effektiv kollidieren werden, ist im Zuge des Monitorings auch die Suche nach Kollisionsopfern (Brutvögel, Rotmilane im Winter und Zugvögel) vorzusehen. Bei Bedarf sind Massnahmen zu ergreifen resp. das Betriebsregime entsprechend anzupassen (u.a. Definition von Abschaltzeiten).	Betriebsphase (61)

AUSGLEICHS- UND ERSATZMASSNAHMEN

Die Ersatzmassnahmenpflicht bei technischen Eingriffen in die Natur und Landschaft wird über das Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG, SR 451) gesetzlich geregelt. Darin wird u.a. die Ersatzmassnahmenpflicht für Landschaften und Objekte von nationaler Bedeutung (vgl. Art. 6 Abs. 1 NHG) und die Ersatzmassnahmenpflicht für geschützte und schutzwürdige Lebensräume nach Art. 18 NHG definiert.

Das Projekt beeinträchtigt schutzwürdige Lebensräume nach Art. 18 Abs. 1^{ter} NHG der Vogelfauna. Vogel Lebensräume gelten als schützenswert, sobald eine oder mehrere Arten der Bestimmungen nach Art. 14 Abs. 3 NHV beherbergt werden. Darunter fallen gefährdete Arten der vom BAFU erlassenen oder anerkannten Roten Listen (Art. 14 Abs. 3 lit. D NHV) sowie Arten welche gemäss Art. 20 NHV (inkl. Anhang 3) sowie dem Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (JSG, SR 922.0) geschützt sind. Gemäss Art. 7 Abs. 1 JSG, in Kombination mit Art. 2 JSG, sind alle nicht jagdbaren Vogelarten geschützt.

Eine detaillierte Beschreibung der geschützten Arten sowie der Tangierung der beeinträchtigten Vogel Lebensräume ist in Kapitel 4 aufgeführt. Vom Vorhaben betroffen sind schutzwürdige Lebensräume nach Art. 18 Abs. 1^{ter} NHG, also die Vogel Lebensräume als solches sowie insbesondere auch Lebensräume von geschützten und gefährdeten Arten. Damit wird dem Artenschutz und insbesondere dem Vorkommen geschützter, gefährdeter oder seltener Arten Rechnung getragen. Denn je seltener die Arten sind, desto wertvoller ist der Lebensraum, in dem sich die Tiere aufhalten und fortpflanzen (vgl. Wiederherstellung und Ersatz im Natur- und Landschaftsschutz, BUWAL, 2002). Entsprechend gilt es den Lebensraumverlust zu ersetzen.

Auch unter Berücksichtigung vorgängig aufgeführter Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen sind für die Beeinträchtigung der Vogellebensräume bzw. der Restmortalität der Vögel bei Projektumsetzung geeignete Ersatzmassnahmen durchzuführen. Ebenfalls ist auch dem ökologischen Ausgleich nach Art. 18b Abs. 2 NHG; Art. 15 NHV Rechnung zu tragen.

Aus Sicht der Vögel ist die Entwicklung von folgenden Aufwertungsmassnahmen denkbar (Aufzählung nicht abschliessend):

- Entwicklung von Feuchtgebieten / -wiesen u.a. für rastende Limikolen wie der Grosse Brachvogel, Weiss- und Schwarzstorch, Graureiher.
- Renaturierungen von Gewässerläufen (Ausweitung, Mäandrierung, Kiesinseln etc.) als Brut- und Rastplätze u.a. von Limikolen, Reiher.
- Extensive Wiesen- und Weiden, Altholzinseln, Hecken und Feldgehölze mit extensivem Krautsaum etc. u.a. für Turmfalke etc.
- Förderungen von alten, grosskronigen Bäumen mit freier Anflugmöglichkeit in Waldrandnähe zugunsten von u.a. Rot- und Schwarzmilan sowie Mäusebussard.
- Aufwertungen im Siedlungsgebiet (u.a. Nisthilfen, Ruderalflächen, Gewässerbiotope) zugunsten der Mehl- und Rauchschnalben.

10.1.6 BEURTEILUNG DER UMWELTVERTRÄGLICHKEIT

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es sich bei der WEA um ein neues Objekt im Lebensraum diverser lokaler und ziehender Vögel handelt. Bei den Begehungen zur Erhebung der Brutvögel sowie der Eulen und anderer nachtaktiver Vögel zeigte sich, dass keine seltenen und / oder geschützten Arten einen Vorkommensschwerpunkt im Gebiet aufweisen. Bei Mauersegler, Turmfalke, Mäusebussard und Rotmilan ist ein Konfliktpotenzial vorhanden, welches jedoch mit geeigneten Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen reduziert werden kann. Auch Horste windkraftsensibler Arten konnten in der Nähe des WEA-Standorts nicht nachgewiesen werden. Alle nachgewiesenen Horste befinden sich am Rand des Untersuchungsperimeters (3 km).

Bei der Erhebung der Zugvögel zeigte sich, dass sich der Grossteil der ziehenden Greifvögel und weiterer Thermiksegler ausserhalb des Gefahrenbereichs bewegt. Im Vergleich zu einem durchschnittlichen Vogelzug mit 5 Greifvögeln pro Stunde ist der Greifvogelzug nahe der WEA mit 2.5 – 3 ziehenden Vögeln pro Stunde gering.

Der Bau der WEA hat voraussichtlich wenig negative Auswirkungen auf die Schutzziele des Umweltbereichs Vögel. Potenziell auftretende negative Auswirkungen lassen sich mit geeigneten Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen minimieren, womit der Eingriff für den Umweltbereich Vögel als umweltverträglich beurteilt werden kann. Für die Beeinträchtigung des gemäss NHG schützenswerten Lebensraums (Lebensraum von geschützten Arten (Vögel)), sind geeignete Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen vorzunehmen.

10.2 ÜBRIGE FAUNA

10.2.1 UNTERSUCHUNGSRAUM

Die Untersuchung umfasst je nach Aktionsradius der potenziell vorkommenden Tiergruppen den engeren und / oder den mittleren Untersuchungsperimeter (vgl. Kap. 3.1).

10.2.2 METHODIK

GRUNDLAGEN

Es werden Datenbankabfragen bei info fauna (CSCF und KARCH) durchgeführt. Des Weiteren werden Bundes-, Kantons- und Gemeindeinventare hinzugezogen. Unter anderem sind dies folgende Datengrundlagen:

- Geoportal Kanton SG: «Amphibienvorkommen» (Quelle: geoportal.ch)
- Geoportal Kanton SG: «Reptilienvorkommen» (Quelle: geoportal.ch)
- Geoportal Kanton SG: «Wildtierschutzgebiete» (Quelle: geoportal.ch)
- Bundesamt für Umwelt BAFU: «Vernetzungssystem Wildtiere» (Quelle: geoadmin.ch)
- Bundesamt für Umwelt BAFU: «Wildtierkorridore Überregional» (Quelle: geoadmin.ch)
- Bundesamt für Umwelt BAFU: «Amphibienwanderungen mit Konflikten» (Quelle: geoadmin.ch)
- Bundesamt für Umwelt BAFU: «Amphibien Wanderobjekte» (Quelle: geoadmin.ch)
- Bundesamt für Umwelt BAFU: «Amphibien Ortsfeste Objekte» (Quelle: geoadmin.ch)

Weiter werden folgende gesetzliche und projektbezogene Grundlagen herangezogen:

- Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (SR 451; abgekürzt NHG) vom 1. Juli 1966 (i.d.g.F)
- Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (SR 451.1; abgekürzt NHV) vom 16. Januar 1991 (i.d.g.F)
- Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (SR 922.0; abgekürzt Jagdgesetz, JSG) vom 20. Juni 1986 (i.d.g.F)
- Verordnung über den Schutz wildwachsender Pflanzen und freilebender Tiere (Naturschutzverordnung (NSV) sGS 671.1 vom 17. Juni 1975 (i.d.g.F)
- WEA SFS – Machbarkeitsstudie. Pflichtenheft «Natur und Landschaft», ARNAL AG, dat. 27.3.23)

ERHEBUNGEN

Eine Beschreibung der im Sinne von Art. 18 NHG gefährdeten und schutzwürdigen seltenen Tierarten und deren biologische Vernetzung im Projektgebiet wird erstellt. Diese basiert auf Informationen der Datenbanken CSCF und Karch. Bei Bedarf werden Fachpersonen (u.a. Wildhüter) konsultiert. Zusätzliche Erhebungen werden aufgrund der Datenbankabfragen vorgenommen.

Abhängig vom Ergebnis der Datenbankabfrage kann es notwendig sein, den Ist-Zustand der Wildtierpopulationen in einem etwa einjährigen Monitoring mittels Plotwatcher, Kameras oder Spurensensoren genau zu erfassen. Das Monitoring ist nach aktuellem Stand des Wissens nicht vorgesehen.



10.2.3 RESULTATE DATENBANKABFRAGE

AMPHIBIEN

Gemäss der Datenbankabfrage bei InfoSpecies v. 15.9.2022 kommen folgende Amphibienarten im engeren und weiteren Untersuchungsperimeter vor (vgl. Tabelle 21). Dabei sind fünf Arten gefährdet (Europäischer Laubfrosch, Geburtshelferkröte, Gelbbauchunke, Nördlicher Kammolch, Teichmolch) und 3 Arten sind verletzlich (Erdkröte, Fadenmolch, Feuersalamander). Die restlichen 3 Arten sind nicht gefährdet. Gemäss Natur- und Heimatschutzgesetz sind sämtliche Amphibien der Schweiz geschützt. Bei den direkten Eingriffsbereichen der geplanten WEA kommen keine der unten aufgeführten Arten potenziell vor, da es sich um keine typischen Lebensräume dieser Arten handelt. Es ist nicht auszuschliessen, dass die genannten Arten den engeren Untersuchungsperimeter auf ihren Wanderungen durchqueren.

Tabelle 21: Im engeren und / oder weiteren Untersuchungsperimeter vorkommende Amphibien gemäss der Datenbankabfrage bei InfoSpecies v. 15.9.22. Erläuterungen zum Schutzstatus: Rote Liste Status: CR = vom Aussterben bedroht, EN = stark gefährdet, VU = Verletzlich, NT = potenziell gefährdet, LC = nicht gefährdet, NE = nicht beurteilt. National prioritäre Arten (NPA): 1 = sehr hoch, 2 = hoch, 3 = mittel, 4 = mässig. Schutzstatus gemäss Natur- und Heimatschutzverordnung (NHV, Anh. 2): 1 = vollständig geschützt, 2 = kantonal zu schützende Arten.

Gruppe	Deutscher Artname	Wissenschaftl. Artname	Letzter Nachweis	Gefährdung (gem. Rote Liste)	NPA	NHV
Amphibia	Bergmolch	<i>Ichthyosaura alpestris</i>	2022	LC		1
Amphibia	Erdkröte	<i>Bufo bufo</i>	2022	VU	4	1
Amphibia	Europäischer Laubfrosch	<i>Hyla arborea</i>	2019	EN	3	1
Amphibia	Fadenmolch	<i>Lissotriton helveticus</i>	2022	VU	4	1
Amphibia	Feuersalamander	<i>Salamandra salamandra</i>	2020	VU	4	1
Amphibia	Geburtshelferkröte	<i>Alytes obstetricans</i>	2021	EN	3	
Amphibia	Gelbbauchunke	<i>Bombina variegata</i>	2021	EN	3	1
Amphibia	Grasfrosch	<i>Rana temporaria</i>	2022	LC		1
Amphibia	Grümfrosch-Komplex	<i>Pelophylax sp.</i>	2018	LC		1
Amphibia	Nördlicher Kammolch	<i>Triturus cristatus</i>	2019	EN	3	1
Amphibia	Teichmolch	<i>Lissotriton vulgaris</i>	2021	EN	3	1

REPTILIEN

Gemäss der Datenbankabfrage bei InfoSpecies v. 15.9.2022 kommen folgende Reptilienarten im engeren und weiteren Untersuchungsperimeter vor (vgl. Tabelle 22). Dabei ist eine Art gefährdet (Nördliche Ringelnatter) und 3 Arten sind verletzlich (Barrenringelnatter, Schlingnatter, Zauneidechse). Die restlichen 4 Arten sind nicht gefährdet oder Neozoen. Gemäss Natur- und Heimatschutzgesetz sind sämtliche Reptilien der Schweiz geschützt. Bei den direkten Eingriffsbereichen der geplanten WEA kommen keine der unten aufgeführten Arten potenziell vor, da es sich um keine typischen Lebensräume dieser Arten handelt. Es ist nicht auszuschliessen, dass die genannten Arten den engeren Untersuchungsperimeter auf ihren Wanderungen durchqueren.

Tabelle 22: Im engeren und / oder weiteren Untersuchungsperimeter vorkommende Reptilien gemäss der Datenbankabfrage bei InfoSpecies v. 15.9.22. Erläuterungen zum Schutzstatus: Rote Liste Status: CR = vom Aussterben bedroht, EN = stark gefährdet, VU = Verletzlich, NT = potenziell gefährdet, LC = nicht gefährdet, NE = nicht beurteilt. National prioritäre Arten (NPA): 1 = sehr hoch, 2 = hoch, 3 = mittel, 4 = mässig. Schutzstatus gemäss Natur- und Heimatschutzverordnung (NHV, Anh. 2): 1 = vollständig geschützt, 2 = kantonal zu schützende Arten.

Gruppe	Deutscher Artname	Wissenschaftl. Artname	Letzter Nachweis	Gefährdung (gem. Rote Liste)	NPA	NHV
Reptilia	Barrenringelnatter	<i>Natrix helvetica</i>	2018	VU	3	1
Reptilia	Blindschleiche	<i>Anguis fragilis</i>	2020	LC		1
Reptilia	Mauereidechse	<i>Podarcis muralis</i>	2021	LC		1
Reptilia	Nördliche Ringelnatter	<i>Natrix natrix</i>	2019	EN	3	1
Reptilia	Rot-/Gelbwangen-Schmuckschildkröte	<i>Trachemys scripta</i>	2019	NE		
Reptilia	Schlingnatter	<i>Coronella austriaca</i>	2020	VU	4	
Reptilia	Waldeidechse	<i>Zootoca vivipara</i>	2016	LC		1
Reptilia	Zauneidechse	<i>Lacerta agilis</i>	2021	VU	4	1

SÄUGETIERE (OHNE FLEDERMÄUSE)

Gemäss der Datenbankabfrage bei InfoSpecies v. 15.9.2022 kommen folgende Säugetierarten im engeren und weiteren Untersuchungsperimeter vor (vgl. Tabelle 23). Dabei ist eine Art gefährdet (Eurasischer Luchs), 3 Arten sind verletzlich (Feldhase, Grauwolf, Iltis) und eine Art potenziell gefährdet (Westigel / Braunbrustigel). Die restlichen 21 Arten sind nicht gefährdet oder Neozoen. Gemäss Natur- und Heimatschutzgesetz sind sämtliche Säugetiere der Schweiz geschützt. Bei den direkten Eingriffsbereichen der geplanten WEA kommen keine der unten aufgeführten Arten potenziell vor, da es sich um keine typischen Lebensräume dieser Arten handelt. Es ist nicht auszuschliessen, dass die genannten Arten den engeren Untersuchungsperimeter auf ihren Wanderungen durchqueren.

Tabelle 23: Im engeren und / oder weiteren Untersuchungsperimeter vorkommende Säugetiere gemäss der Datenbankabfrage bei InfoSpecies v. 15.9.22. Erläuterungen zum Schutzstatus: Rote Liste Status: CR = vom Aussterben bedroht, EN = stark gefährdet, VU = Verletzlich, NT = potenziell gefährdet, LC = nicht gefährdet, NE = nicht beurteilt. National prioritäre Arten (NPA): 1 = sehr hoch, 2 = hoch, 3 = mittel, 4 = mässig. Schutzstatus gemäss Natur- und Heimatschutzverordnung (NHV, Anh. 2): 1 = vollständig geschützt, 2 = kantonal zu schützende Arten.

Gruppe	Deutscher Artname	Wissenschaftl. Artname	Letzter Nachweis	Gefährdung (gem. Rote Liste)	NPA	NHV
Mammalia	Baummarder	<i>Martes martes</i>	2015	LC		1
Mammalia	Bisamratte	<i>Ondatra zibethicus</i>	2022	NA (NEO)		
Mammalia	Eichhörnchen	<i>Sciurus vulgaris</i>	2021	LC		
Mammalia	Eurasischer Luchs	<i>Lynx lynx</i>	2014	EN	1	
Mammalia	Europäischer Biber	<i>Castor fiber</i>	2021	LC		
Mammalia	Europäischer Dachs	<i>Meles meles</i>	2020	LC		
Mammalia	Europäischer Maulwurf	<i>Talpa europaea</i>	2018	LC		
Mammalia	Europäisches Reh	<i>Capreolus capreolus</i>	2022	LC		
Mammalia	Feldhase	<i>Lepus europaeus</i>	2021	VU	4	

Gruppe	Deutscher Artname	Wissenschaftl. Artname	Letzter Nachweis	Gefährdung (gem. Rote Liste)	NPA	NHV
Mammalia	Gämse	<i>Rupicapra rupicapra</i>	2022	LC		
Mammalia	Gelbhalsmaus	<i>Apodemus flavicollis</i>	2018	LC		
Mammalia	Grauwolf	<i>Canis lupus</i>	2016	VU	3	
Mammalia	Hausspitzmaus	<i>Crocidura russula</i>	2018	LC		
Mammalia	Hermelin	<i>Mustela erminea</i>	2021	LC		
Mammalia	Iltis	<i>Mustela putorius</i>	2014	VU	4	
Mammalia	Ostscherm Maus	<i>Arvicola amphibius</i>	2018	LC		
Mammalia	Rötelmaus	<i>Myodes glareolus</i>	2017	LC		
Mammalia	Rotfuchs	<i>Vulpes vulpes</i>	2022	LC		
Mammalia	Rothirsch	<i>Cervus elaphus</i>	2019	LC		
Mammalia	Siebenschläfer	<i>Glis glis</i>	2017	LC		
Mammalia	Steinmarder	<i>Martes foina</i>	2016	LC		
Mammalia	Waldmaus	<i>Apodemus sylvaticus</i>	2018	LC		
Mammalia	Wanderratte	<i>Rattus norvegicus</i>	2019	NA (NEO)		
Mammalia	Westigel, Braunbrustigel	<i>Erinaceus europaeus</i>	2021	NT		
Mammalia	Westliche Hausmaus	<i>Mus domesticus</i>	2018	LC		
Mammalia	Wildschwein	<i>Sus scrofa</i>	2019	LC		

INSEKTEN

Gemäss der Datenbankabfrage bei InfoSpecies v. 15.9.2022 wurden folgende Insektenarten im engeren und weiteren Untersuchungsperimeter gemeldet. Es werden nur die Insektenarten aufgelistet, welche in einem Radius von 500 m rund um die geplante WEA gemeldet wurden (vgl. Tabelle 24). Dies aufgrund des eher kleinräumigen Aktionsradius von Insekten. Die einzige gemäss Datenbankabfrage gemeldete Art ist der Italienische Leuchtkäfer, welcher nicht auf der Roten Liste und auch nicht als national prioritäre Art geführt ist. Es ist davon auszugehen, dass viele weitere Insekten-Arten sich im engeren Untersuchungsperimeter befinden bzw. den engeren Untersuchungsperimeter auf ihren Wanderungen durchqueren. Es kann jedoch angenommen werden, dass auf Grund der vorherrschenden Vegetation und Lebensräume keine geschützten und / oder gefährdeten Insektenarten den engeren Untersuchungsperimeter als Lebensraum benutzen.

Tabelle 24: Im engeren und / oder weiteren Untersuchungsperimeter (500 m Radius rund um WEA) vorkommende Insektenarten gemäss der Datenbankabfrage bei InfoSpecies v. 15.9.22. Erläuterungen zum Schutzstatus: Rote Liste Status: CR = vom Aussterben bedroht, EN = stark gefährdet, VU = Verletzlich, NT = potenziell gefährdet, LC = nicht gefährdet, NE = nicht beurteilt. National prioritäre Arten (NPA): 1 = sehr hoch, 2 = hoch, 3 = mittel, 4 = mässig. Schutzstatus gemäss Natur- und Heimatschutzverordnung (NHV, Anh. 2): 1 = vollständig geschützt, 2 = kantonal zu schützende Arten.

Gruppe	Deutscher Artname	Wissenschaftl. Artname	Letzter Nachweis	Gefährdung (gem. Rote Liste)	NPA	NHV
Insecta	Italienischer Leuchtkäfer	<i>Luciola italica</i>	2019			

10.2.4 EINGRIFFSBEURTEILUNG

BAUPHASE

In der Bauphase werden die Lebensräume von Tieren, sowie die Tiere selbst durch Bauarbeiten (u.a. Montagearbeiten) beeinträchtigt.

BETRIEBSPHASE

Keine Relevanz / „no impact“.

10.2.5 MASSNAHMENFESTLEGUNG

VERMEIDUNGS- UND MINDERUNGSMASSNAHMEN

Obwohl im engeren Untersuchungsperimeter gemäss Datenbankabfrage keine gemäss Roter Liste gefährdeten und oder gemäss NHG geschützten Tierarten vorkommenden, kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich solche während der Bauphase im engeren Untersuchungsperimeter aufhalten bzw. diesen durchqueren. Zur Schonung potenziell vorkommender geschützter und / oder gefährdeter Tierarten sind die folgenden Vermeidungs- und Minderungsmassnahmen vorzusehen (vgl. Tabelle 8).

Tabelle 25: Vermeidungs- und Minderungsmassnahmen für den Umweltbereich Flora, Fauna und Lebensräume.

Nr.	Massnahme	Umsetzungszeitraum (SIA-Phase)
FFL01	Die Bauphase ist möglichst ausserhalb der Aktionszeit von potenziell vorkommenden geschützten und / oder gefährdeten Tierarten vorzunehmen und sollte möglichst in der Zeit von 1. September bis 1. März stattfinden.	Bauphase (52)
FFL02	Die Bauphase sowie deren Auswirkungen (z.B. Lärm) sind so kurz wie möglich zu halten.	Bauphase (52)

AUSGLEICHS- UND ERSATZMASSNAHMEN

Für diesen Umweltbereich sind keine Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen notwendig.

10.2.6 BEURTEILUNG DER UMWELTVERTRÄGLICHKEIT

Die Umweltverträglichkeit für den Umweltbereich Fauna (exkl. Fledermäuse) ist mit der Umsetzung der oben genannten Vermeidungs- und Minderungsmassnahmen während der Bauphase sichergestellt.

11 ZUSAMMENFASSUNG RESULTATE / FAZIT

11.1 UMWELTRELEVANZ

Folgende Umweltrelevanz-Matrix stellt eine Übersicht über die betroffenen Umweltbereiche dar und zeigt Handlungsbedarf sowie das Mass an Auswirkungen in der Bau- sowie Betriebsphase auf (vgl. Tabelle 26).

Für folgende Schutzgüter / Umweltbereiche ist während der Bauphase ein Konfliktpotenzial vorhanden, welches mit der Umsetzung der in vorliegendem Bericht formulierten Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen vernachlässigbar ist:

- Landschaft (inkl. Ortsbild)
- Boden (inkl. Neophyten)
- Vegetation und Lebensräume (exkl. Wald)
- Oberflächengewässer
- Fauna (exkl. Fledermäuse)

Für folgende Schutzgüter ist während der Betriebsphase der geplanten WEA ein Konfliktpotenzial vorhanden, welches im Falle der Landschaft mit der Umsetzung der im vorliegenden Bericht formulierten Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen und im Falle der Fauna (exkl. Fledermäuse) mit der Umsetzung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen vernachlässigbar ist

- Landschaft (inkl. Ortsbild)
- Fauna (exkl. Fledermäuse)

Für folgendes Schutzgut / Umweltbereich sind weder während der Bau-, noch während der Betriebsphase Massnahmen notwendig:

- Wald

Tabelle 26: Umweltrelevanz-Matrix.

Umweltbereich	Bauphase	Betriebsphase
Landschaft (inkl. Ortsbild)	M	M
Boden (inkl. Neophyten)	M	N
Vegetation und Lebensräume (exkl. Wald)	M	N
Wald	N	N
Oberflächengewässer	M	N
Fauna (exkl. Fledermäuse)	M	W

N	Umweltbereich nicht relevant für das Vorhaben
V	Verbesserung gegenüber Ausgangslage
K	Bei Umsetzung der projektintegrierten Minderungsmaßnahmen kein Konfliktpotenzial
M	Konfliktpotenzial vorhanden: Mit Umsetzung projektintegrierter Minderungsmaßnahmen vernachlässigbar
W	Konfliktpotenzial vorhanden: Wiederherstellungs- / Ausgleichs- und/oder Ersatzmaßnahmen sind notwendig
E	Konfliktpotenzial erheblich: Umweltvorschriften können nicht eingehalten werden



11.2 SCHUTZ – / NUTZUNGSMATRIX EINZELANLAGEN

Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen wird die Schutz- / Nutzungsmatrix des Kantons St. Gallen, bezogen auf die vorher genannten Schutzgüter, angewendet und interpretiert (vgl. Abbildung 43, Abbildung 44).

Schutz- / Nutzungsmatrix Einzelanlagen				
Schutzinteresse	<ul style="list-style-type: none"> Bauzonen mit Puffer (Lärmschutz) Moorlandschaften von nationaler Bedeutung Flach-, Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung Auen- und Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung Grundwasserschutzzonen S1 und S2 Grundwasserschutzzonen: rechtskräftig festgelegte S1 und S2 (ohne S3) Seen und Fließgewässer Schützenswerte archäologische Fundstellen 	Ausschlussgebiete (Schutzklasse 1)		
	<ul style="list-style-type: none"> BLN-Gebiete Perimeter der ISOS-Objekte von nationaler Bedeutung Perimeter der UNESCO Welterbestätten Wildtierpassagen von Nationalstrassen (300 m Abstand) VAEW-Gebiete (Abgeltung von Einbussen der Wasserkraftnutzung) Moore, Trockenwiesen, Amphibienlaichgebiete, Auen von regionaler Bedeutung (inkl. vier Naturschutzgebiete aus kantonalem Richtplan) Waldreservate Lebensraum Kerngebiete des Bartgeiers Lebensraum Kerngebiete des Auerhuhns Zivilluftfahrt: Flugplätze, Hindernisbegrenzungsflächen Militärluftfahrt und militärische Anlagen Meteorologische Messinstrumente (Abstand 5 km) 	Sehr wertvolle Gebiete (Schutzklasse 2)		
	<ul style="list-style-type: none"> Sichtachsen von und zu UNESCO Welterbestätten Sichtachsen von und zu nationalen ISOS-Objekten Perimeter ISOS-Objekte von regionaler Bedeutung IVS-Objekte mit viel Substanz und mit Substanz Lebensraum Schongebiete sowie kantonale Landschaftsschutzgebiete archäologische Fundstellen Geotope von nationaler Bedeutung Lebensraum Kerngebiete Wildtierkorridore von überregionaler Bedeutung und Wildtierpassagen von Nationalstrassen (300 - 500 m Abstand) eigenössische Jagdbanngebiete Wald Konfliktpotenzial mit national prioritären Vogelarten und Kleinvogelzug Fledermausaktivitäten Grundwasserschutzzonen S3, Grundwasserschutzzonen: nicht differenziert und Grundwasserschutzzonen: rechtskräftig festgelegte S3 Zivilluftfahrt Gebiete mit Hindernisbegrenzung, Flächenanteile zu kreisrunden Horizontalfächern bzw. zu konischen Flächen Zivilluftfahrt: Umkreis von bis zu 15 km um Kommunikations-, Navigations- und Überwachungsanlagen Militärluftfahrt: Umkreis von 20 km von Militärflugplätzen Meteorologische Messinstrumente: Umkreis von 5 – 20 km um Niederschlagsradare und Windprofiler des Bundes Richtfunkstrecken: Konzessionierte, zivil betriebene Richtfunkstrecken sowie militärische Richtfunkstrecken Übertragungsleitungen, gemäss Sachplan SÜL 	Wertvolle Gebiete (Schutzklasse 3)		
	<ul style="list-style-type: none"> z.B. provisorische Grundwasserschutzzonen und -zonen 	Übrige Gebiete		
			klein	mittel
			Nutzungsinteressen	

Abbildung 43: Schutz- / Nutzungsmatrix des Kt. SG. (Quelle: Richtplan Kanton St. Gallen, Entwurf 14. Juni 2022)

Beurteilung der Schutzinteressen Die Matrix führt auf der Vertikalachse drei Schutzklassen mit den wichtigsten Schutzkriterien auf:

- Ausschlussgebiet (Schutzklasse 1);
- Sehr wertvolles Gebiet (Schutzklasse 2);
- Wertvolles Gebiet (Schutzklasse 3).

Beurteilung der Nutzungsinteressen Auf der Horizontalachse der Schutz-/Nutzungsmatrix wird das Nutzungsinteresse in drei Bereiche unterteilt:

- Kleines Nutzungsinteresse
 - < 5 GWh/J. Produktionspotenzial
- Mittleres Nutzungsinteresse
 - > 5 GWh/J. Produktionspotenzial

Matrixbeschreibung

Schwarz **Ausschluss**
In den schwarz gefärbten Bereichen der Matrix wird der Bau von Windenergieanlagen von übergeordnetem Recht ausgeschlossen.

Rot **Schutzinteressen werden grundsätzlich stärker gewichtet als Nutzungsinteressen**
In den rot gefärbten Bereichen der Matrix haben Schutzinteressen grundsätzlich Vorrang vor Nutzungsinteressen. Eine Interessenabwägung ist nicht ausgeschlossen, aufgrund des vergleichsweise tiefen Nutzungsinteresses an Einzelanlagen wird das Nutzungsinteresse den Schutzinteressen in der Regel unterliegen. Eine Einzelanlage ist voraussichtlich nicht oder nur mit enorm hohen Auflagen möglich.

Gelb **Schutz- und Nutzungsinteressen müssen gut aufeinander abgestimmt sein**
In den gelb gefärbten Bereichen der Matrix müssen Schutz- und Nutzungsinteressen gut aufeinander abgestimmt sein. Eine Nutzung für Einzelanlagen ist nur mit Auflagen möglich. Die Auflagen richten sich nach den Schutzzielen.

Grün **Nutzungsinteressen werden grundsätzlich stärker gewichtet als Schutzinteressen**
Im grün gefärbten Bereich der Matrix werden Nutzungsinteressen stärker gewichtet als Schutzinteressen. Beide müssen gut aufeinander abgestimmt sein. Eine Nutzung im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben (z.B. Lärm nach Lärmschutzverordnung) ist möglich, gegenüber kommunalen und privaten Schutzinteressen ist eine Interessenabwägung im Einzelfall erforderlich.

Abbildung 44: Erklärungen / Legende zur Schutz- / Nutzungsmatrix Einzelanlagen. (Quelle: Richtplan Kanton St. Gallen, Entwurf 14. Juni 2022)

Bezogen auf die in vorliegender Machbarkeitsstudie untersuchten Schutzgüter / Umweltbereiche, können folgende Punkte aus Abbildung 43 interpretiert und in nachfolgender Tabelle 27 dargestellt werden.

Der Bau der geplanten WEA führt zu keinem Konfliktpotenzial der in vorliegendem Bericht untersuchten und in Tabelle 27 aufgeführten Punkte.

Tabelle 27: In vorliegender Machbarkeitsstudie untersuchte Punkte gemäss Schutz- / Nutzungsmatrix Einzelanlagen.

In vorliegender Machbarkeitsstudie untersuchte Punkte gemäss Schutz- / Nutzungsmatrix Einzelanlagen	Schutzklasse / Farbe gemäss Abbildung 44	Konfliktpotenzial durch geplante WEA vorhanden (ja / nein)
Moorlandschaften von nationaler Bedeutung	1 (Ausschlussgebiet)	nein
Flach-, Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung	1 (Ausschlussgebiet)	nein
Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung	1 (Ausschlussgebiet)	nein

In vorliegender Machbarkeitsstudie untersuchte Punkte gemäss Schutz- / Nutzungsmatrix Einzelanlagen	Schutzklasse / Farbe gemäss Abbildung 44	Konfliktpotenzial durch geplante WEA vorhanden (ja / nein)
Auen- und Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung	1 (Ausschlussgebiet)	nein
Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung	1 (Ausschlussgebiet)	nein
Seen und Fliessgewässer	2 (sehr wertvolle Gebiete)	nein
BLN-Gebiete	2 (sehr wertvolle Gebiete)	nein
Perimeter der ISOS-Objekte von nationaler Bedeutung	2 (sehr wertvolle Gebiete)	nein
Wildtierpassagen von Nationalstrassen (300 m Abstand)	2 (sehr wertvolle Gebiete)	nein
Moore, Trockenwiesen, Amphibienlaichgebiete, Auen von regionaler Bedeutung (inkl. vier Naturschutzgebiete aus kantonalem Richtplan)	2 (sehr wertvolle Gebiete)	nein
Waldreservate	2 (sehr wertvolle Gebiete)	nein
Lebensraum Kerngebiete des Bartgeiers	2 (sehr wertvolle Gebiete)	nein
Lebensraum Kerngebiete des Auerhuhns	2 (sehr wertvolle Gebiete)	nein
Sichtachsen von und zu UNESCO Welterbestätten	3 (wertvolle Gebiete)	nein
Sichtachsen von und zu nationalen ISOS-Objekten	3 (wertvolle Gebiete)	nein
Perimeter ISOS-Objekte von regionaler Bedeutung	3 (wertvolle Gebiete)	nein
Lebensraum Schongebiete sowie kantonale Landschaftsschutzgebiete	3 (wertvolle Gebiete)	nein
Lebensraum Kerngebiete	3 (wertvolle Gebiete)	nein
Wildtierkorridore von überregionaler Bedeutung und Wildtierpassagen von Nationalstrassen (300 – 500 m Abstand)	3 (wertvolle Gebiete)	nein
Eidgenössische Jagdbanngebiete	3 (wertvolle Gebiete)	nein
Wald	3 (wertvolle Gebiete)	nein
Konfliktpotenzial mit national prioritären Vogelarten und Kleinvogelzug	3 (wertvolle Gebiete)	nein

ANHANG

ANHANG 1: BRUTVÖGEL

In diesem Anhang sind die Karten für alle windkraftsensiblen Arten, Arten der Roten Liste (Status: RE, CR, EN, VU) gemäss BAFU 2021 und National Prioritäre Arten (NPA 1, 2, 3) gemäss BAFU 2019, welche bei den Erhebungen der Brutvögel im Frühjahr und Sommer 2023 festgestellt wurden. Auf den Karten sind alle Beobachtungen als Punkte (Ruf- oder Sichtbeobachtungen) oder Linien (Flugbeobachtungen) dargestellt.



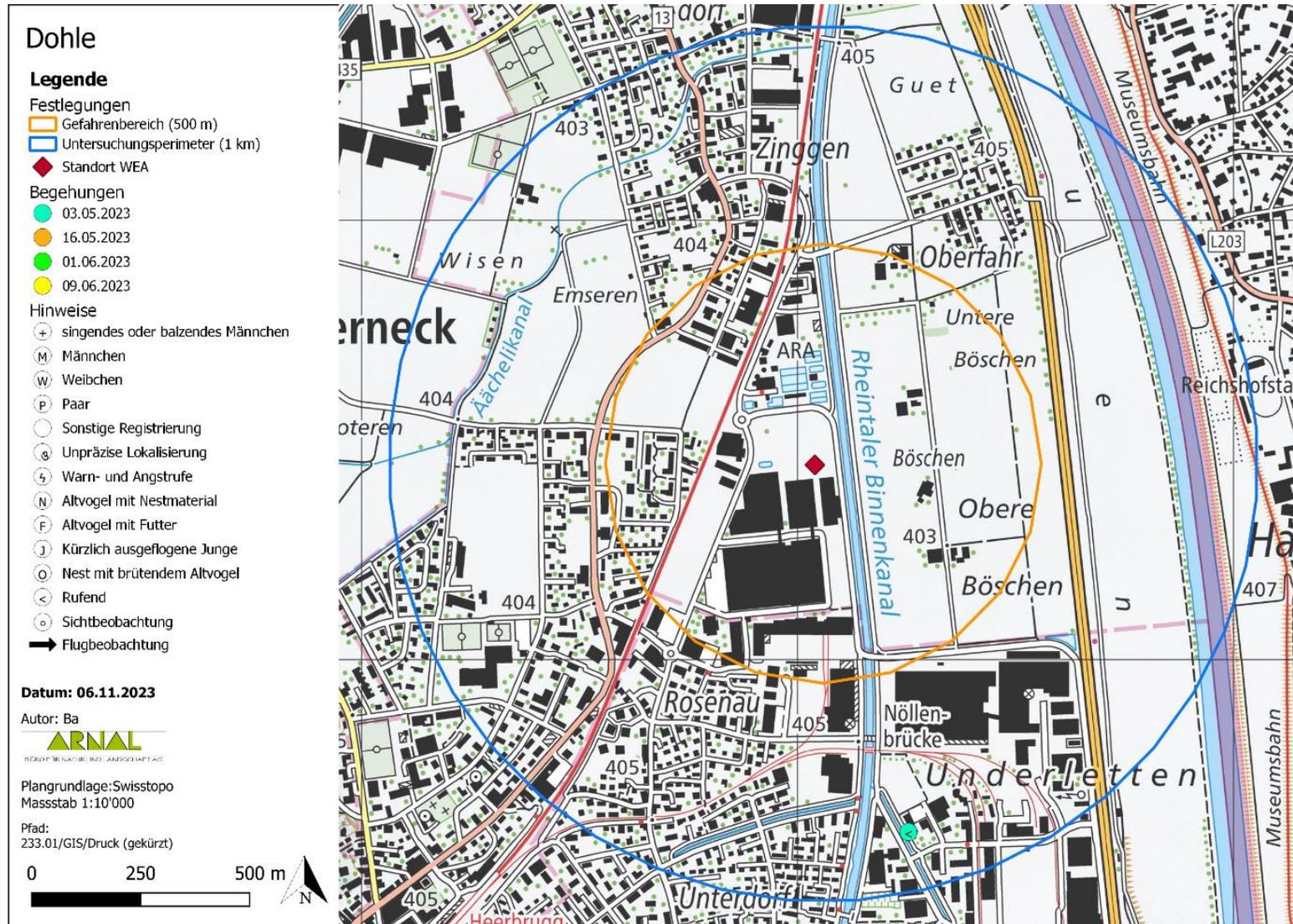


Abbildung 45: Die Dohle wurde während der Brutvogelerhebungen nur am 03.05.2023 an einem Ort festgestellt. Bei den Begehungen konnten keine Schlaf- oder Brutplätze beobachtet werden.

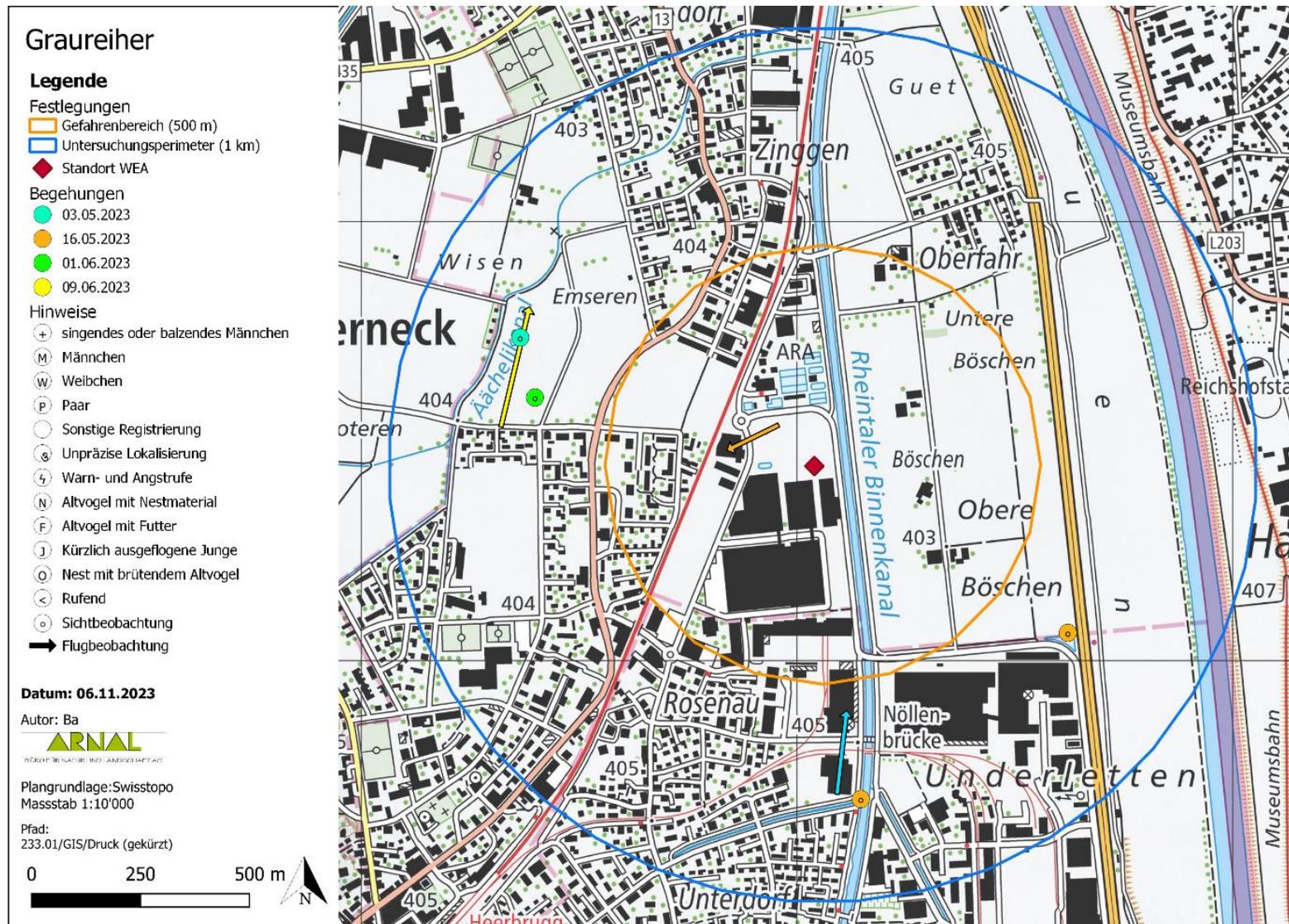


Abbildung 46: Der Graureiher wurde an allen Erhebungstagen der Brutvogelerhebungen, vor allem auf Wiesen und in Gewässernähe, festgestellt. Es wurden keine Hinweise auf Bruten nachgewiesen, eine Brutkolonie ist im Untersuchungsperimeter nicht vorhanden.

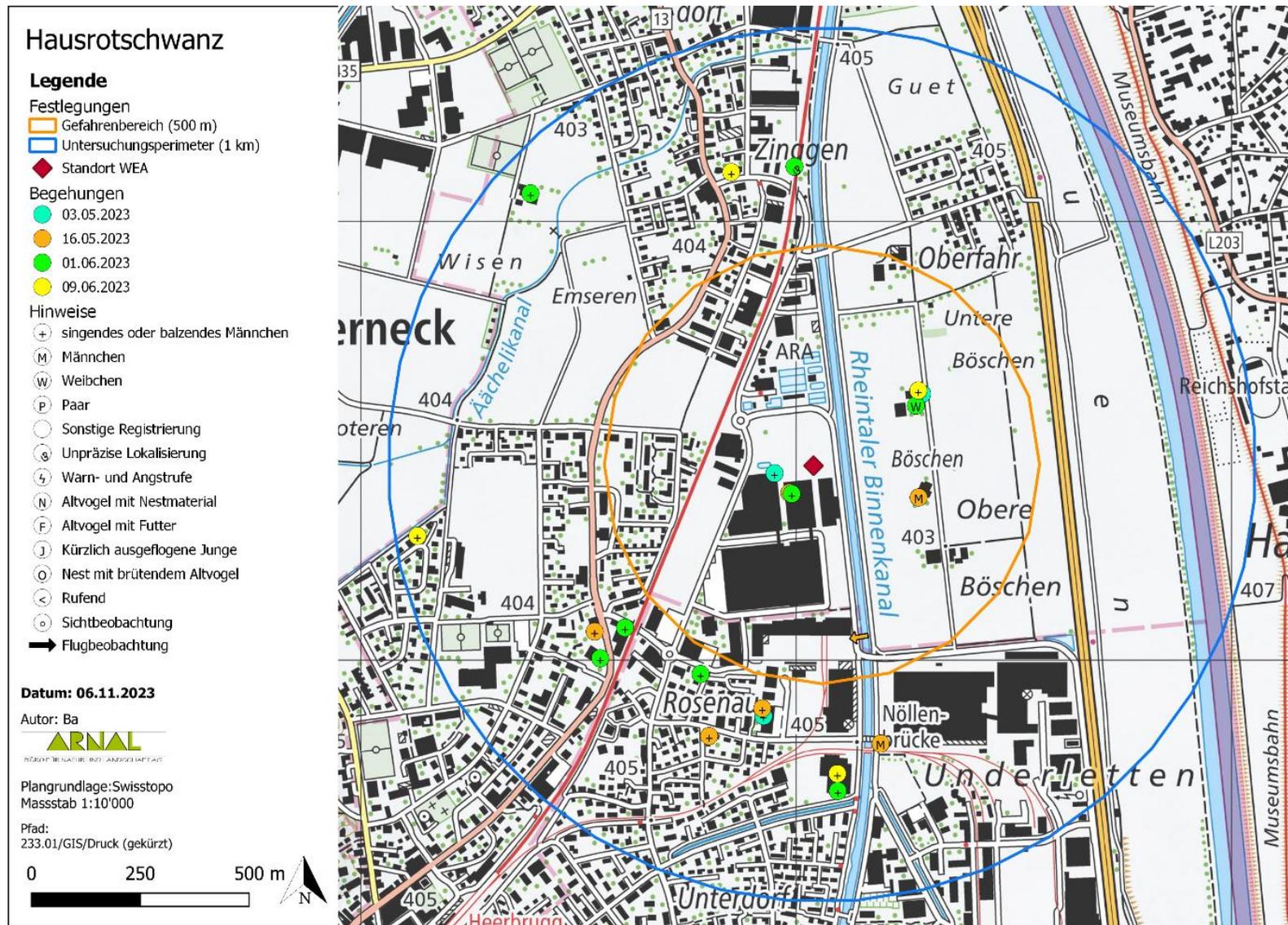


Abbildung 47: Der Hausrotschwanz wurde während der Brutvogelerhebungen regelmässig festgestellt. Als Gebäude- und Nischenbrüter war er vor allem in der Nähe von Gebäuden zu finden.

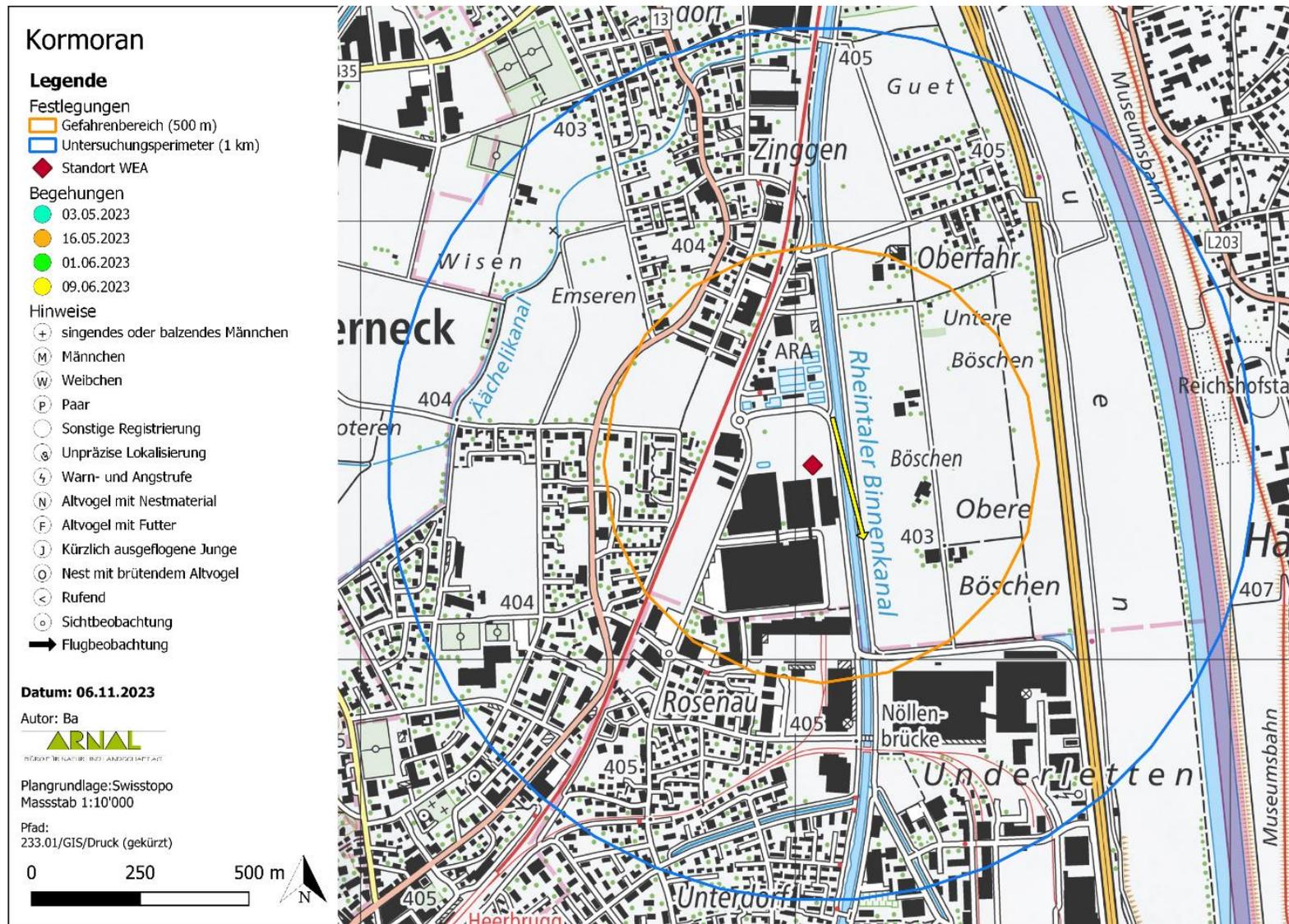


Abbildung 48: Bei den Brutvogelerhebungen wurde einmalig ein durchfliegender Kormoran über dem Rheintaler Binnenkanal gesichtet. Schlaf- oder Brutkolonien sind im Untersuchungsperimeter nicht vorhanden.

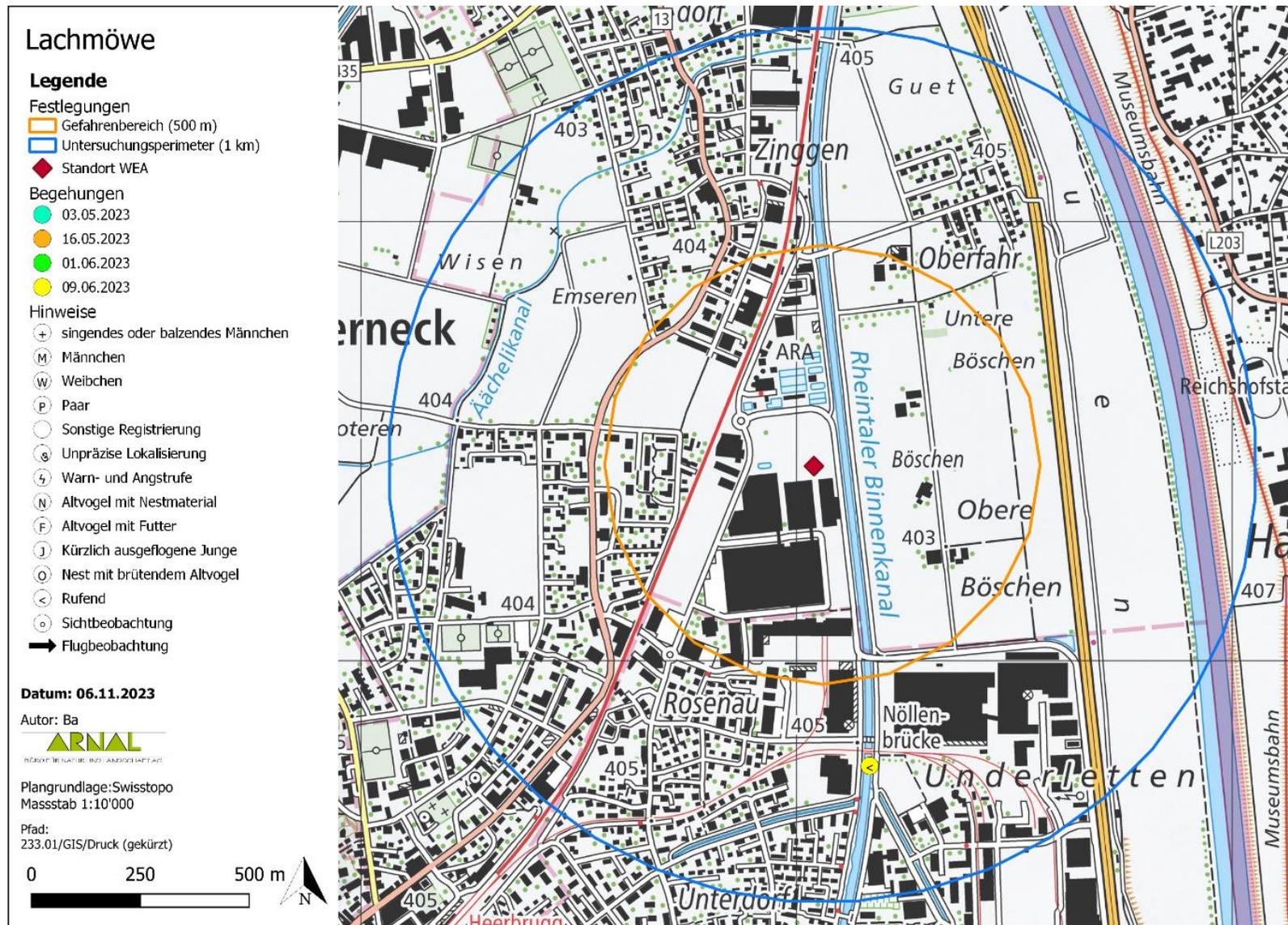


Abbildung 49: Die Lachmöwe wurde während der Brutvogelkartierungen einmalig im Untersuchungsperimeter nachgewiesen. Hinweise auf ein Brutgeschehen sowie Kolonien konnten im Untersuchungsperimeter nicht nachgewiesen werden.

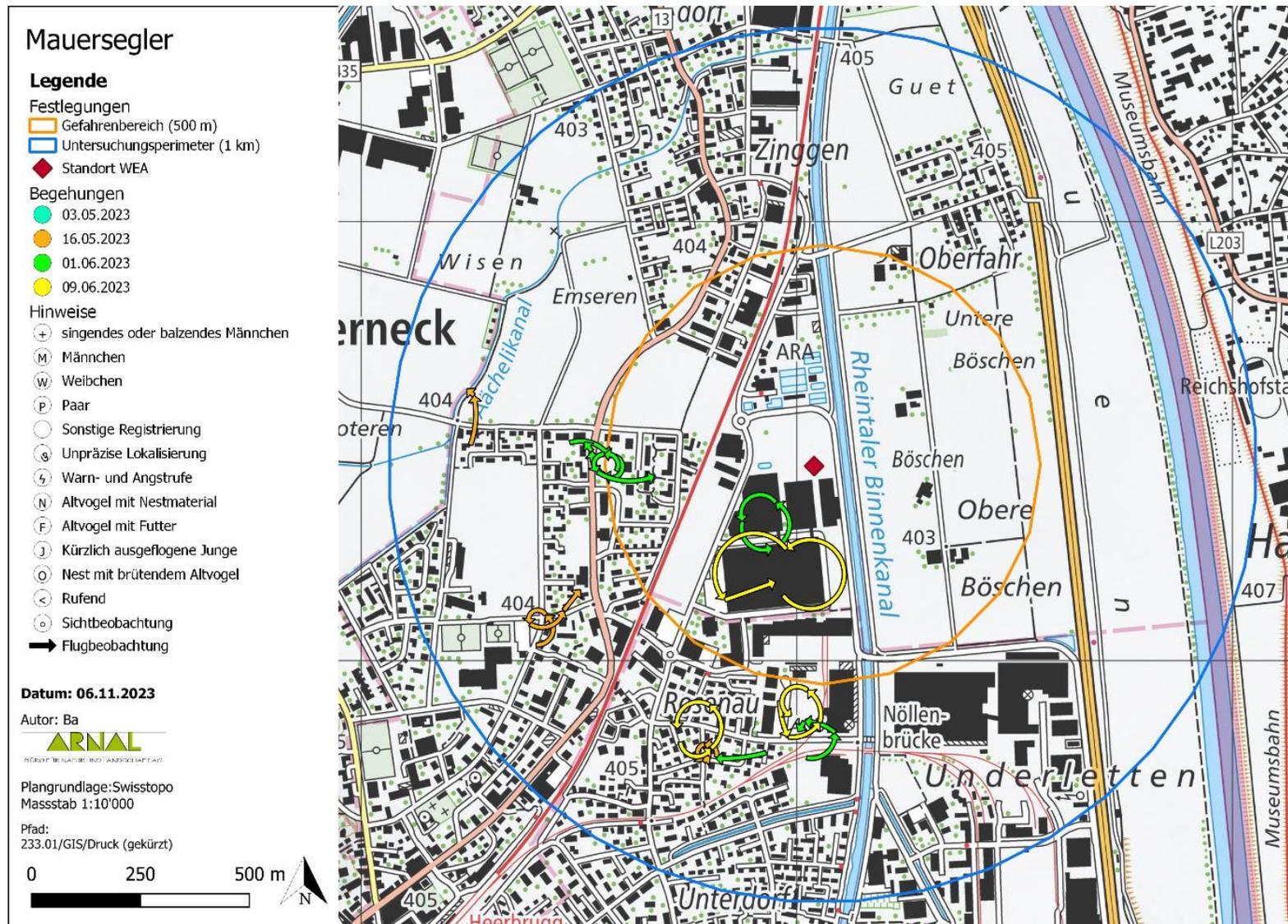


Abbildung 50: Der Mauersegler wurde während der Brutvogelbegehungen mehrmals festgestellt. Das Verhalten lässt Brutplätze im südlichen und südwestlichen Bereich des Untersuchungsperimeters vermuten. Nistplätze konnten jedoch nicht festgestellt werden.

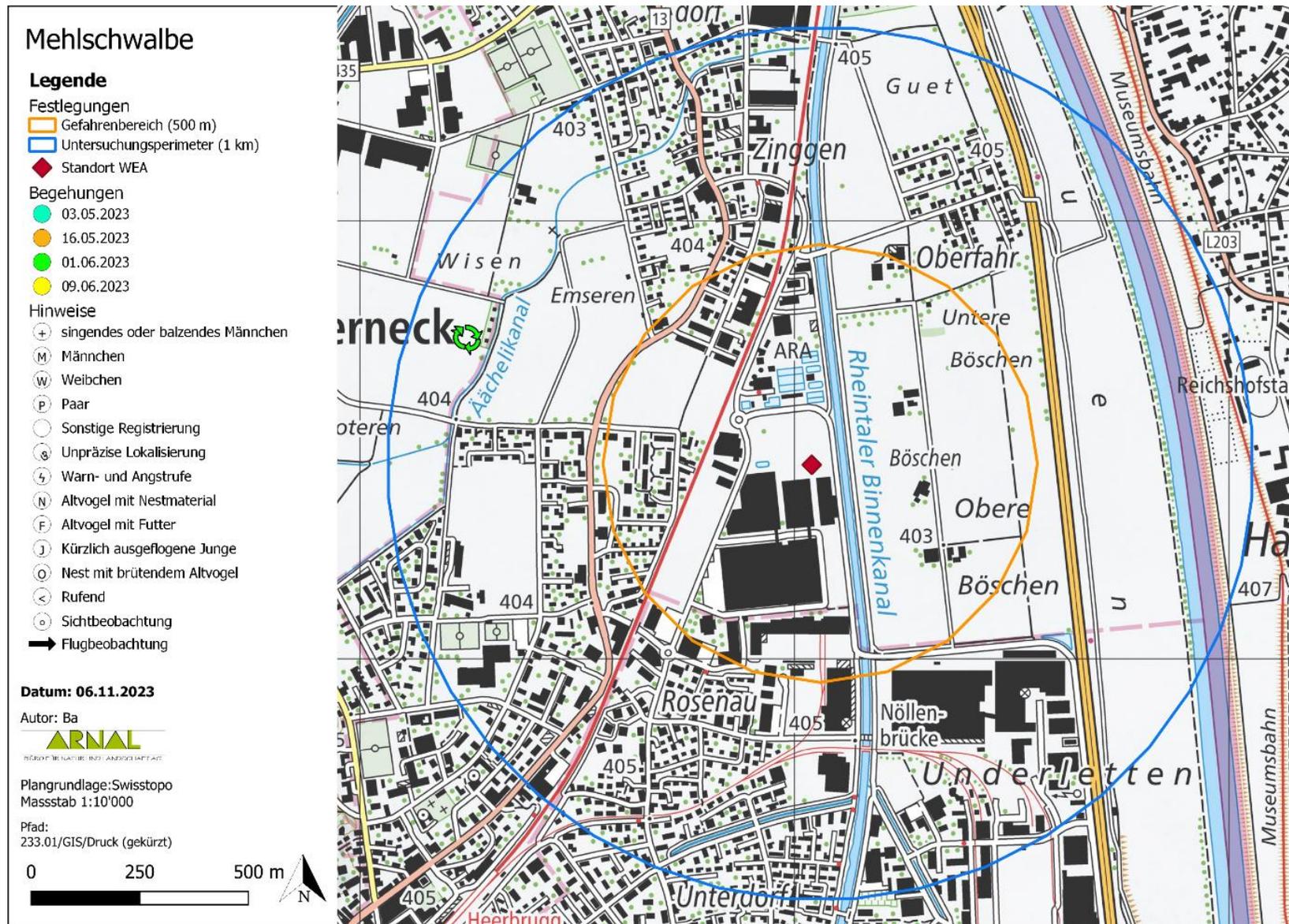


Abbildung 51: Die Mehlschwalbe wurde einmalig über den Feldern im westlichen Bereich des Untersuchungsperimeters festgestellt. Nester konnten keine nachgewiesen werden.

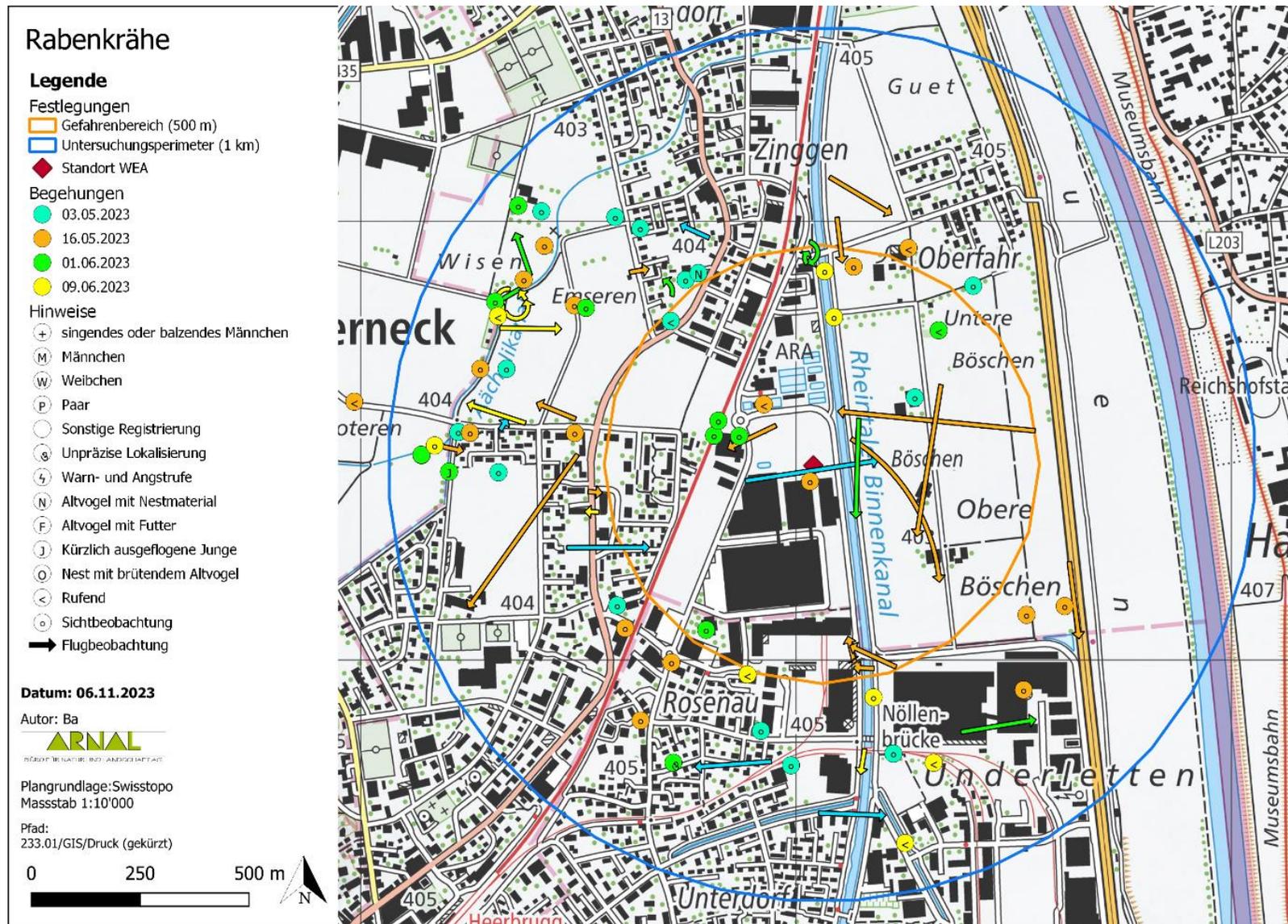


Abbildung 52: Die Rabenkrähe wurde bei den Brutvogelkartierungen regelmässig festgestellt. Die Vögel waren häufig bei der Nahrungssuche auf den Feldern zu beobachten. Im westlichen Bereich des Untersuchungsperimeters wurde ein kürzlich ausgeflogener Jungvogel beobachtet.

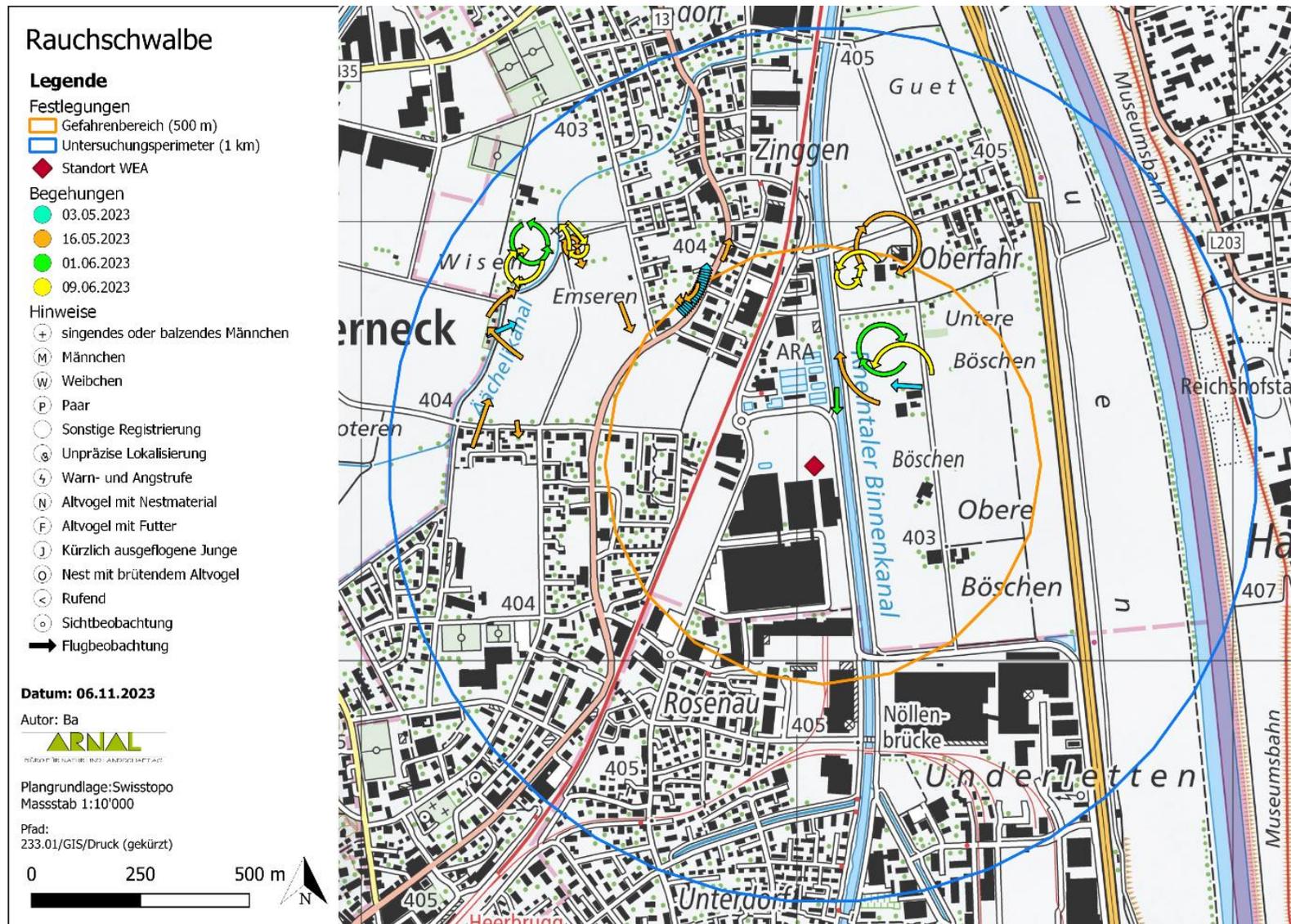


Abbildung 53: Während der Brutvogelerhebungen wurde die Rauchschwalbe regelmässig im Untersuchungsgebiet beobachtet. Das Verhalten lässt auf Niststandorte auf den Höfen im Osten und Nordwesten schliessen. Bei den Begehungen konnten keine der Nester, welche sich meist in Ställen und Scheunen befinden, dokumentiert werden.

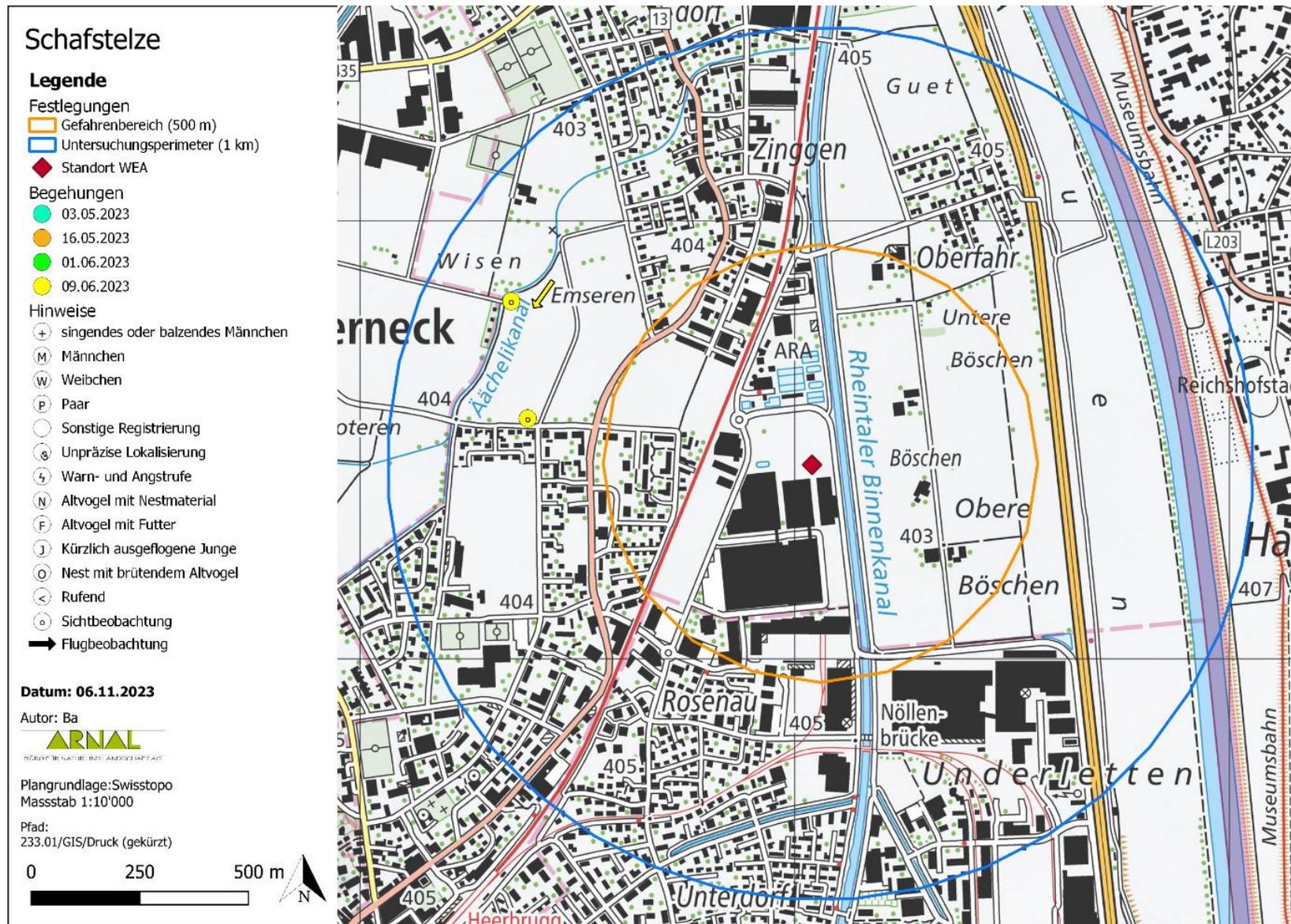


Abbildung 54: Die Schafstelze konnte am 09.06.2023 bei der Nahrungssuche auf den Feldern im Westen beobachtet werden. Hinweise auf ein Brutgeschehen wurden nicht festgestellt.

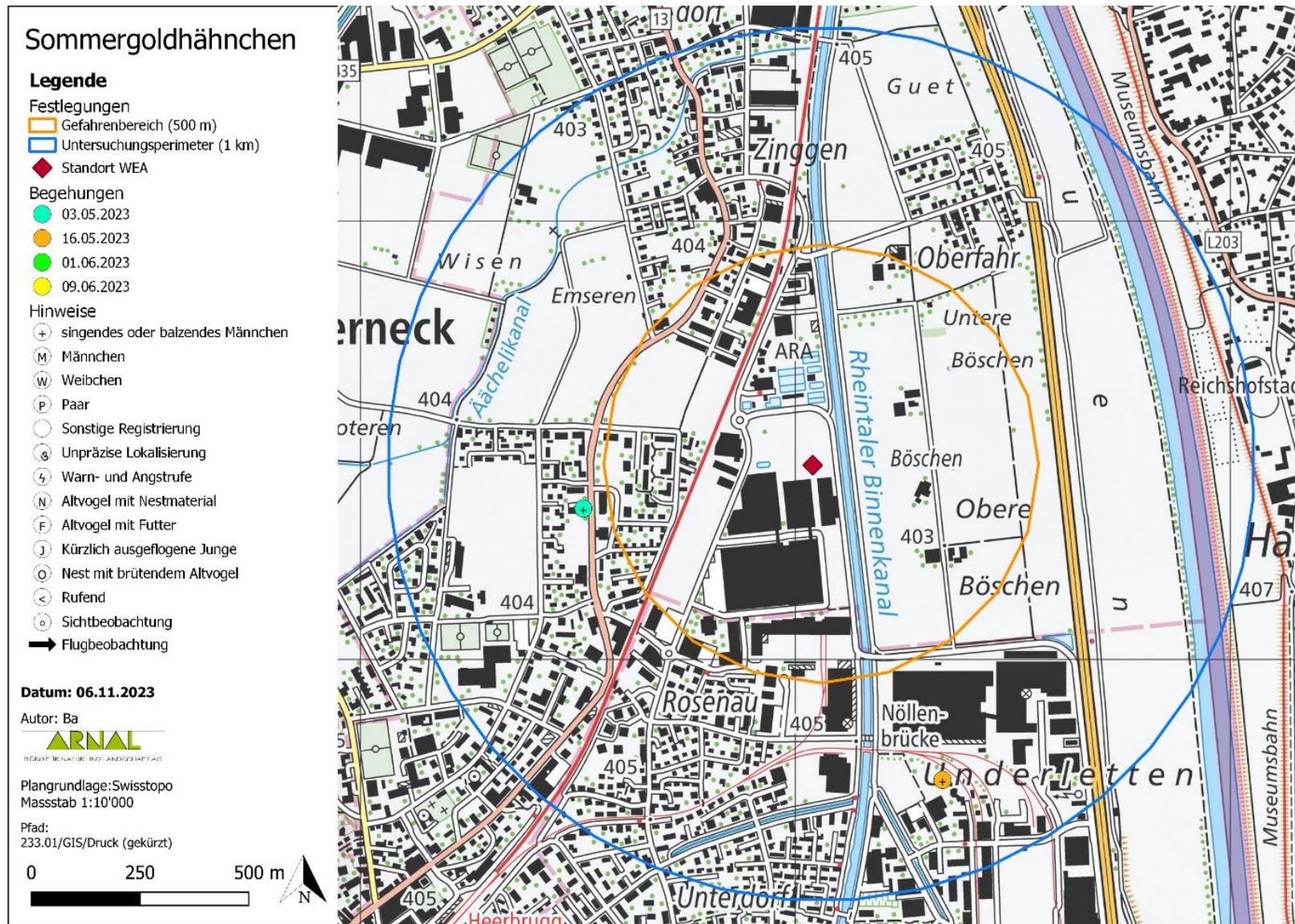


Abbildung 55: Das Sommergoldhähnchen konnte bei den Brutvogelerhebungen vereinzelt im Untersuchungsgebiet nachgewiesen werden.

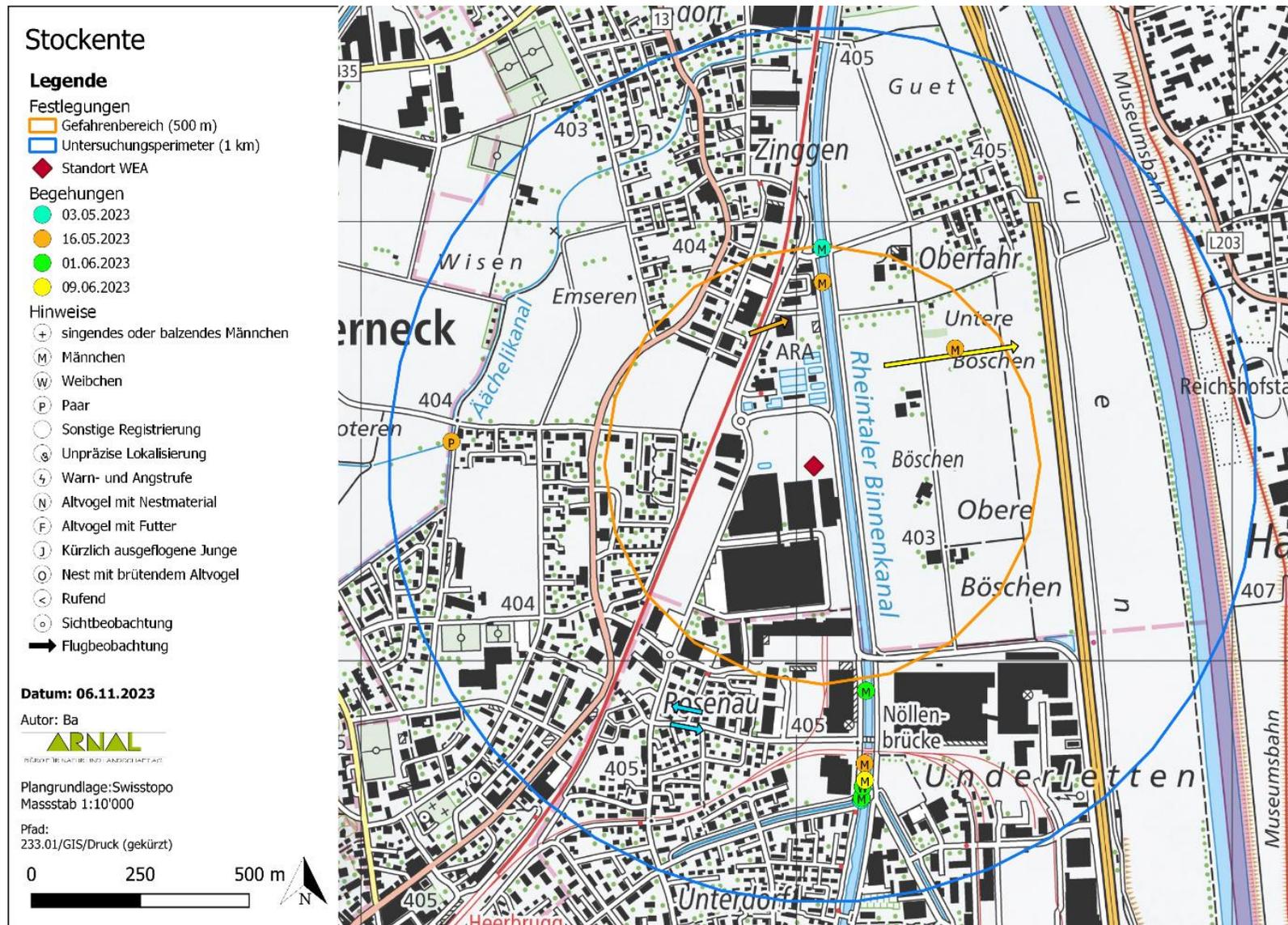


Abbildung 56: Die Stockente war während der Brutvogelerhebungen regelmässig im Untersuchungsgebiet zu beobachten. Im südlichen Bereich konnte eine Ente mit Küken festgestellt werden.

ANHANG 2: ZUGVÖGEL

In diesem Anhang sind die Karten der während der Zugvogelerhebungen festgestellten Greifvögel und Thermiksegler sowie weiterer Arten (Rote Liste, NPA, v.a. Zufallsbeobachtungen) zu finden. Die Vögel wurden bei den Felderhebungen aufgrund ihres Verhaltens in Zugvögel oder lokale Vögel kategorisiert. Es wurde pro Art und Kategorie (Zugvögel, lokale Vögel) eine Karte erstellt. Von den folgenden Vogelarten wurde nur eine Karte erstellt, da diese ausschliesslich auf dem Zug oder als lokale Vögel festgestellt wurden: Graureiher (Lokal), Kornweihe (Zug), Mehlschwalbe (Zug), Schwarzmilan (Lokal), Schwarzstorch (Zug), Sperber (Lokal), Turmfalke (Lokal), Waldrapp (Zug), Weissstorch (Zug), Wespenbussard (Zug).

Auf den Karten sind das Datum und die Flugbewegungen der Beobachtungen einzusehen.



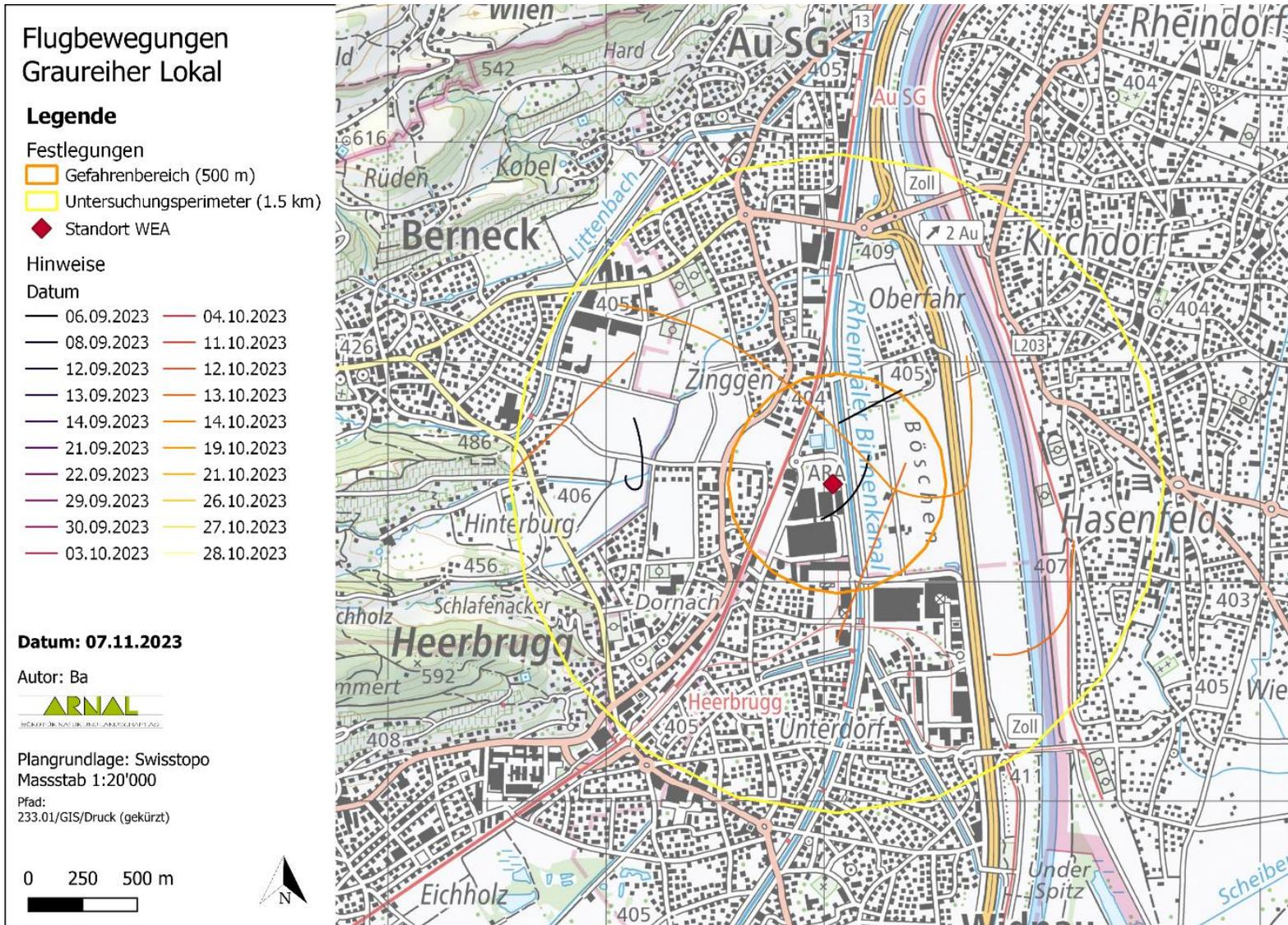


Abbildung 57: Der Graureiher wurde bei den Zugvogelerhebungen ausschliesslich als lokaler Vogel festgestellt. Die Flugbewegungen dienen meist der Ortsverschiebung zwecks Nahrungssuche.

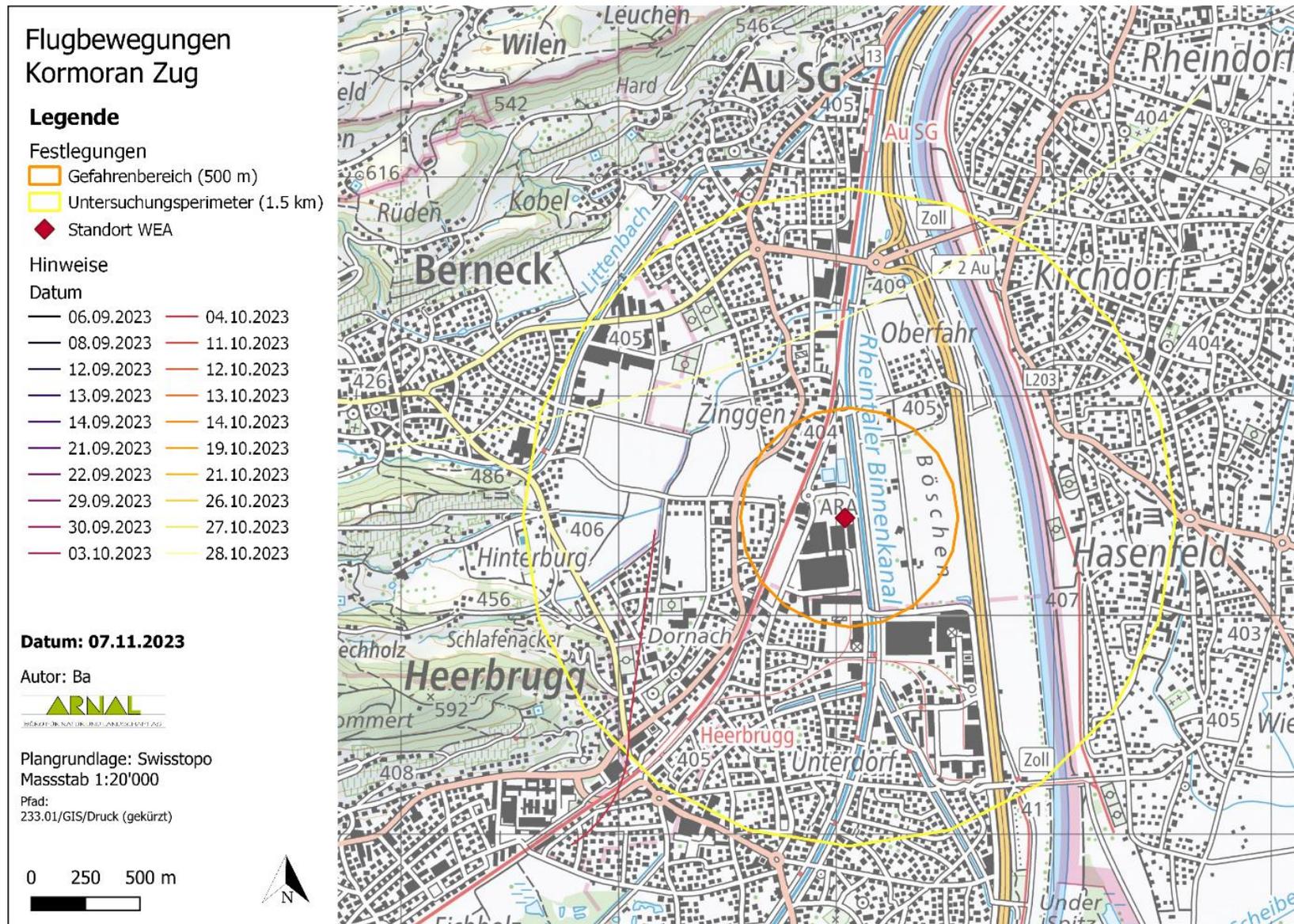


Abbildung 58: Bei den Zugvogelerhebungen konnten ziehende Kormorane beobachtet werden. Diese bewegten sich meist im Formationsflug in südliche bis südwestliche Richtung.

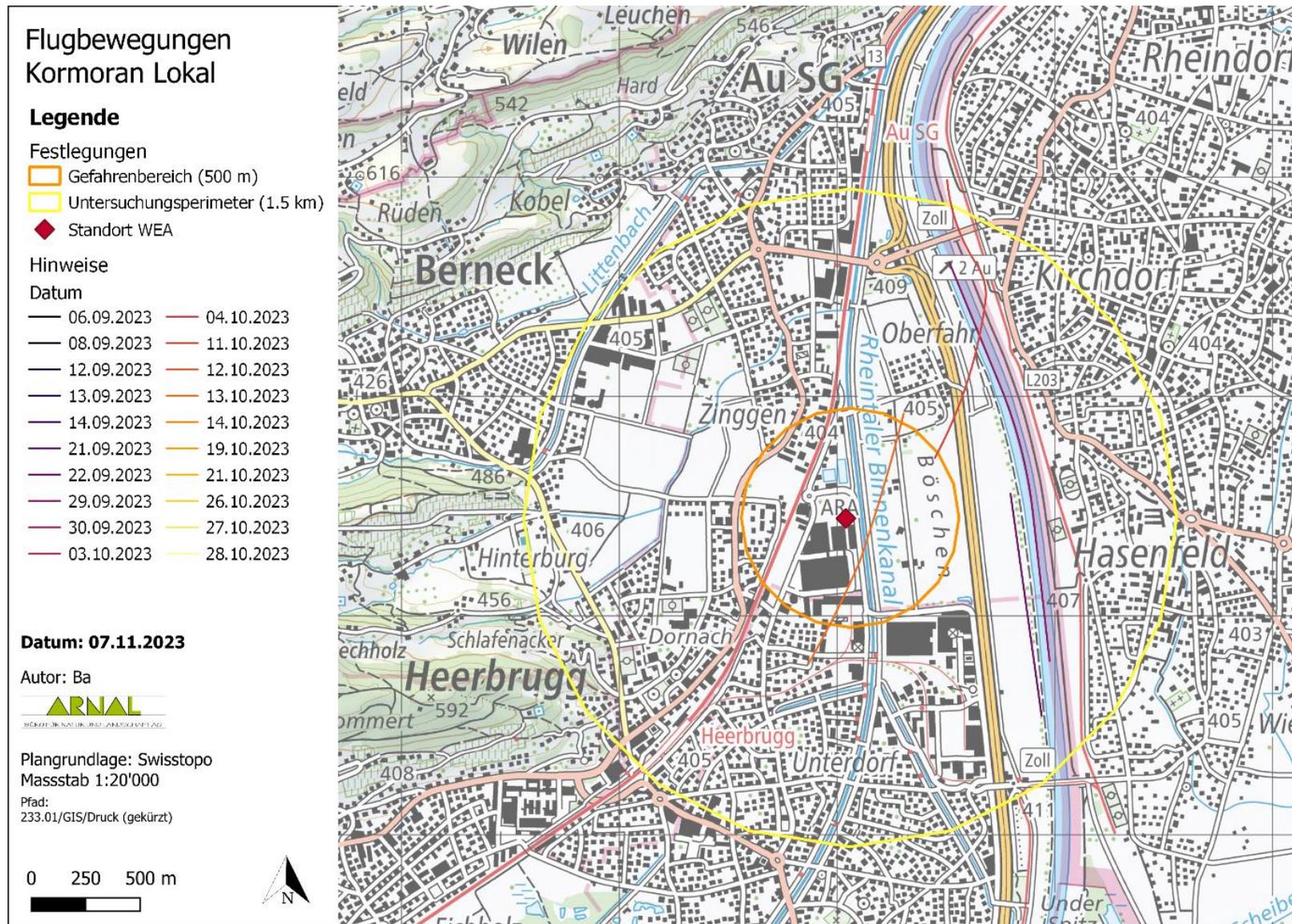


Abbildung 59: Während der Zugvogelerhebungen konnten lokale Kormorane festgestellt werden. Diese bewegten sich meist entlang der Gewässer.

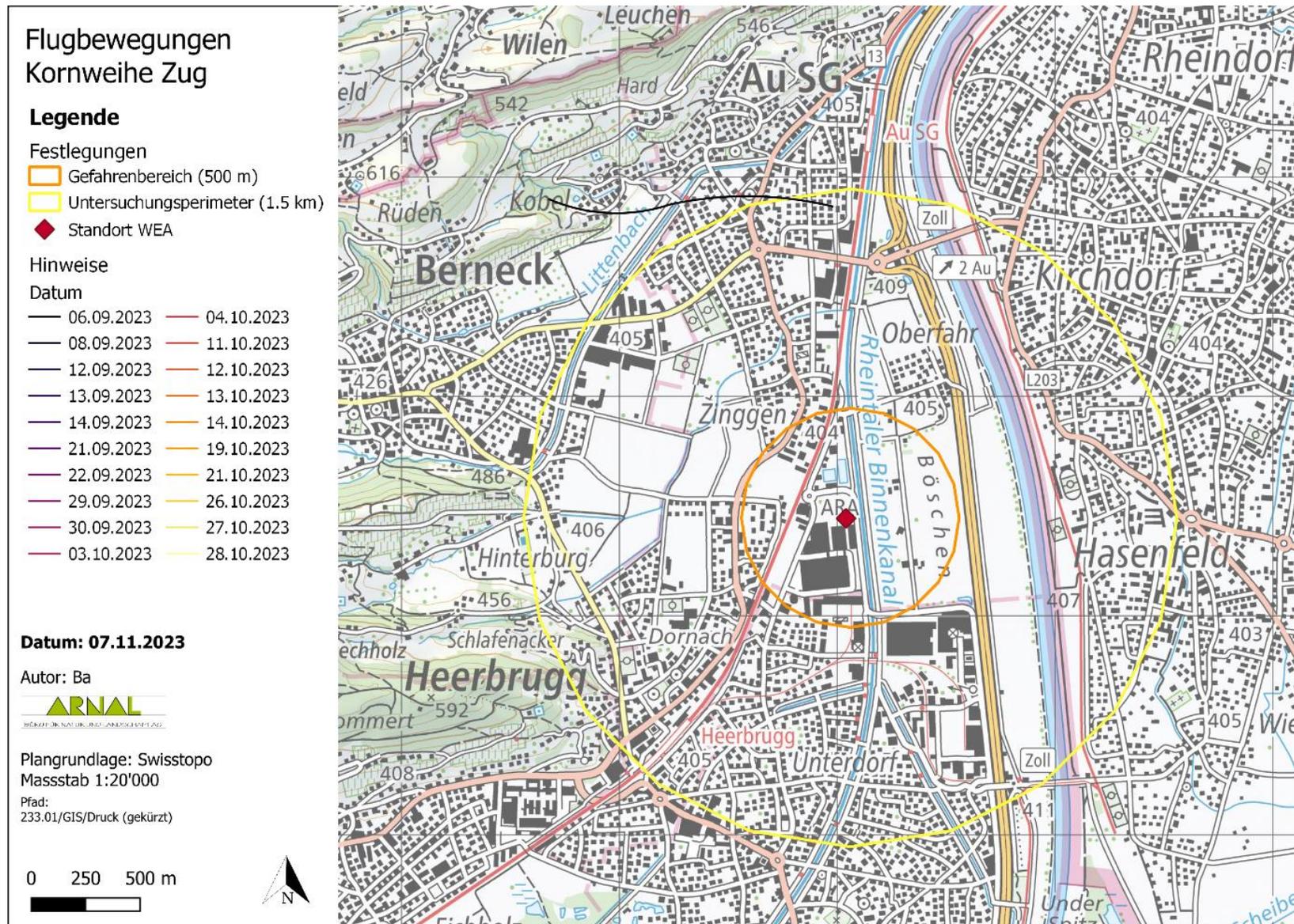


Abbildung 60: Bei den Zugvogelerhebungen konnte eine einzelne Kornweihe auf dem Zug festgestellt werden.

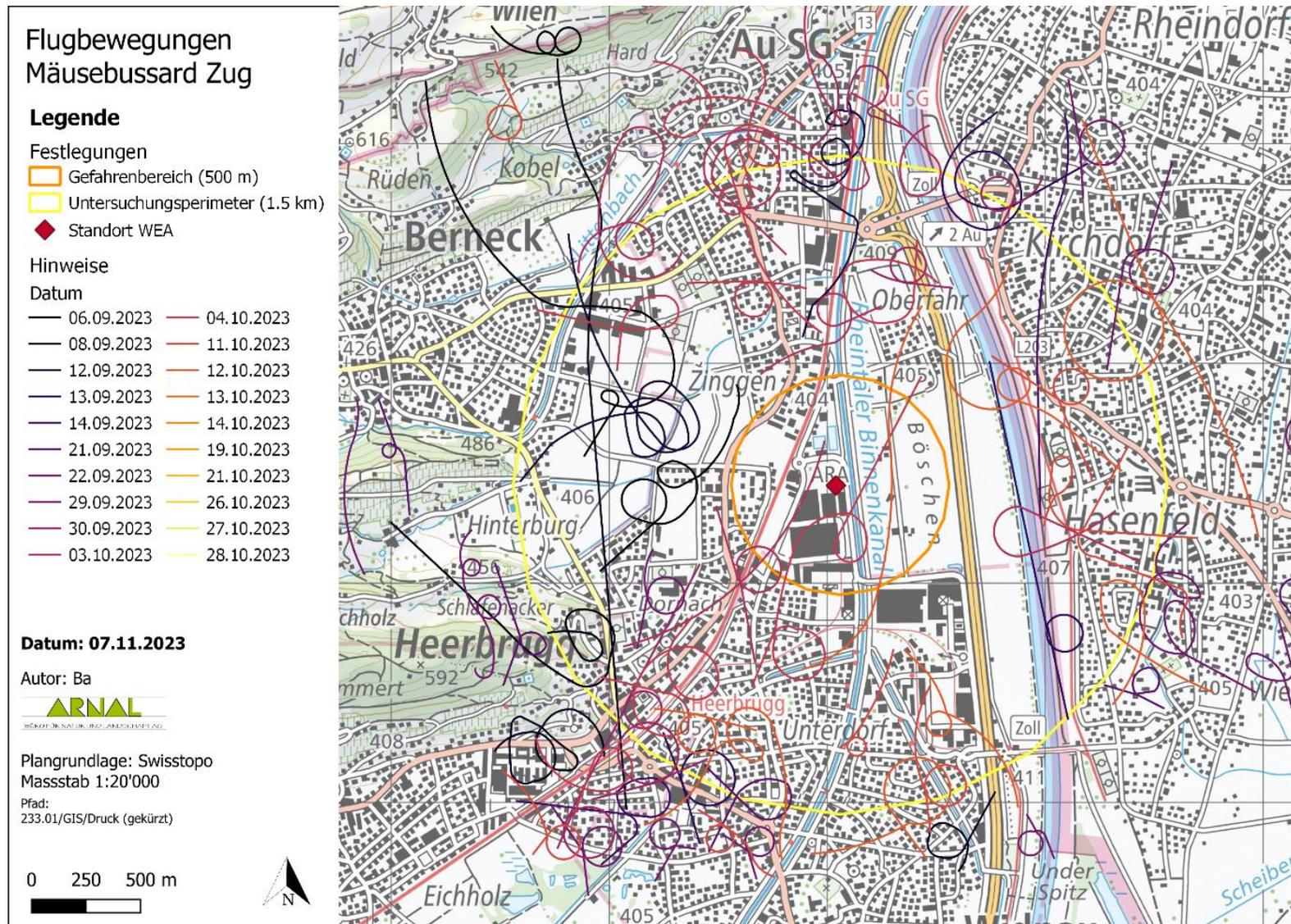


Abbildung 61: Während der Zugvogelerhebungen konnten regelmässig ziehende Mäusebussarde beobachtet werden. Diese wurden meist kreisend nahe der Erhebungen im Westen oder im Flug nahe des Rheins gesichtet.

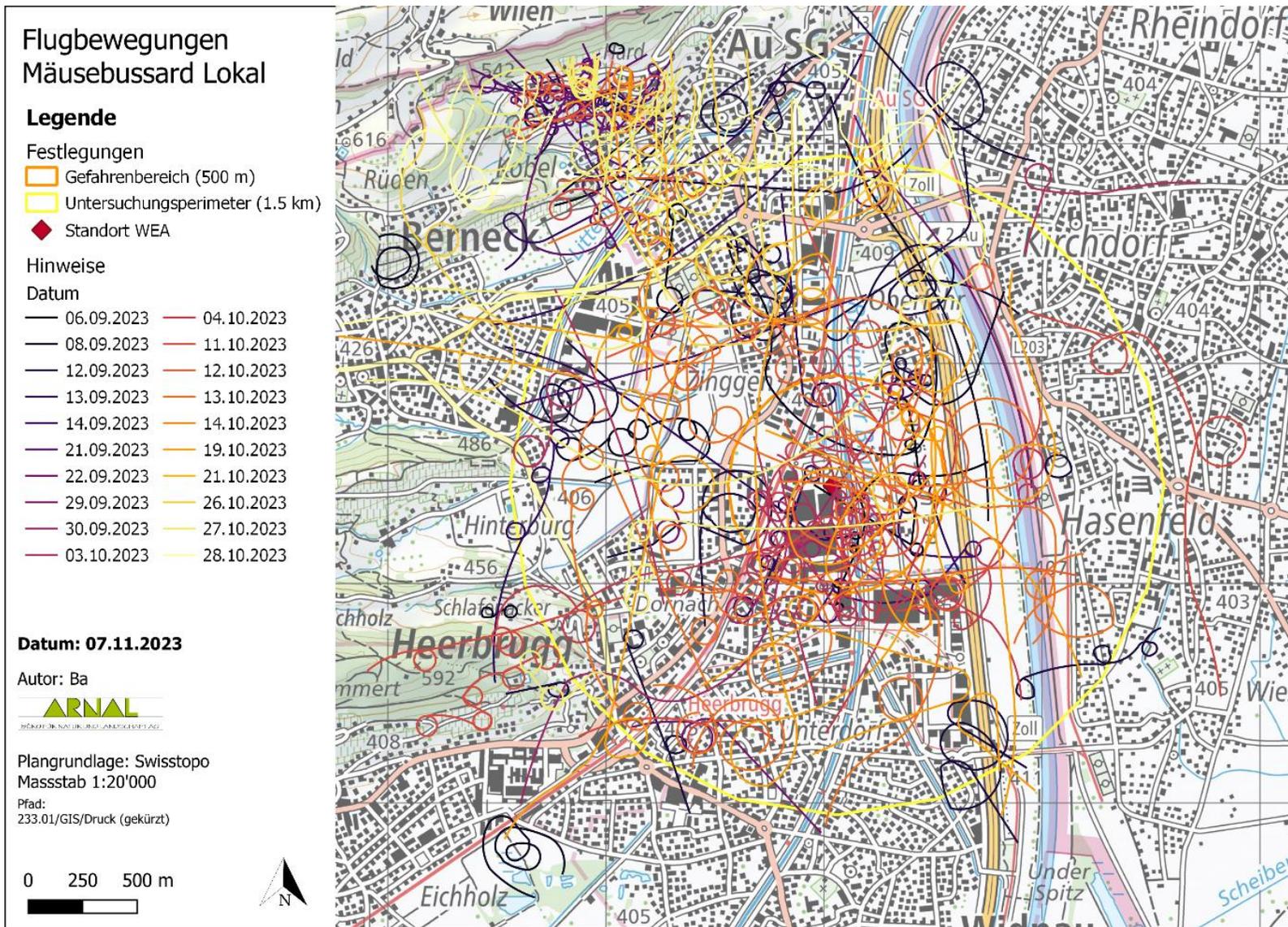


Abbildung 62: Während der Zugvogelerhebungen wurden regelmässig lokale Mäusebussarde beobachtet. Diese bewegten sich meist über den Feldern oder im Norden nahe der Wälder.

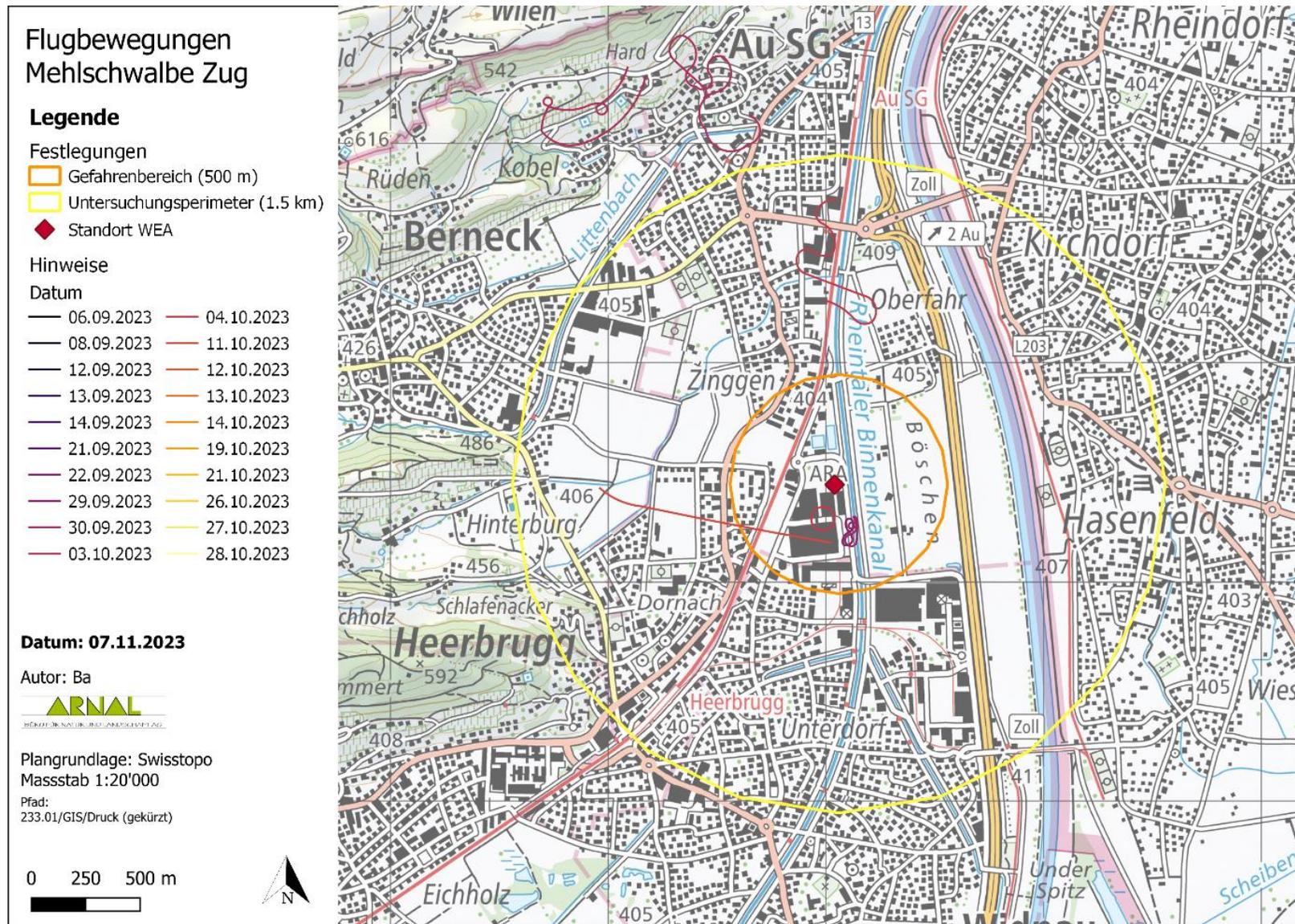


Abbildung 63: Mehlschwalben wurden während der Zugvogelerhebungen nur auf dem Zug beobachtet.

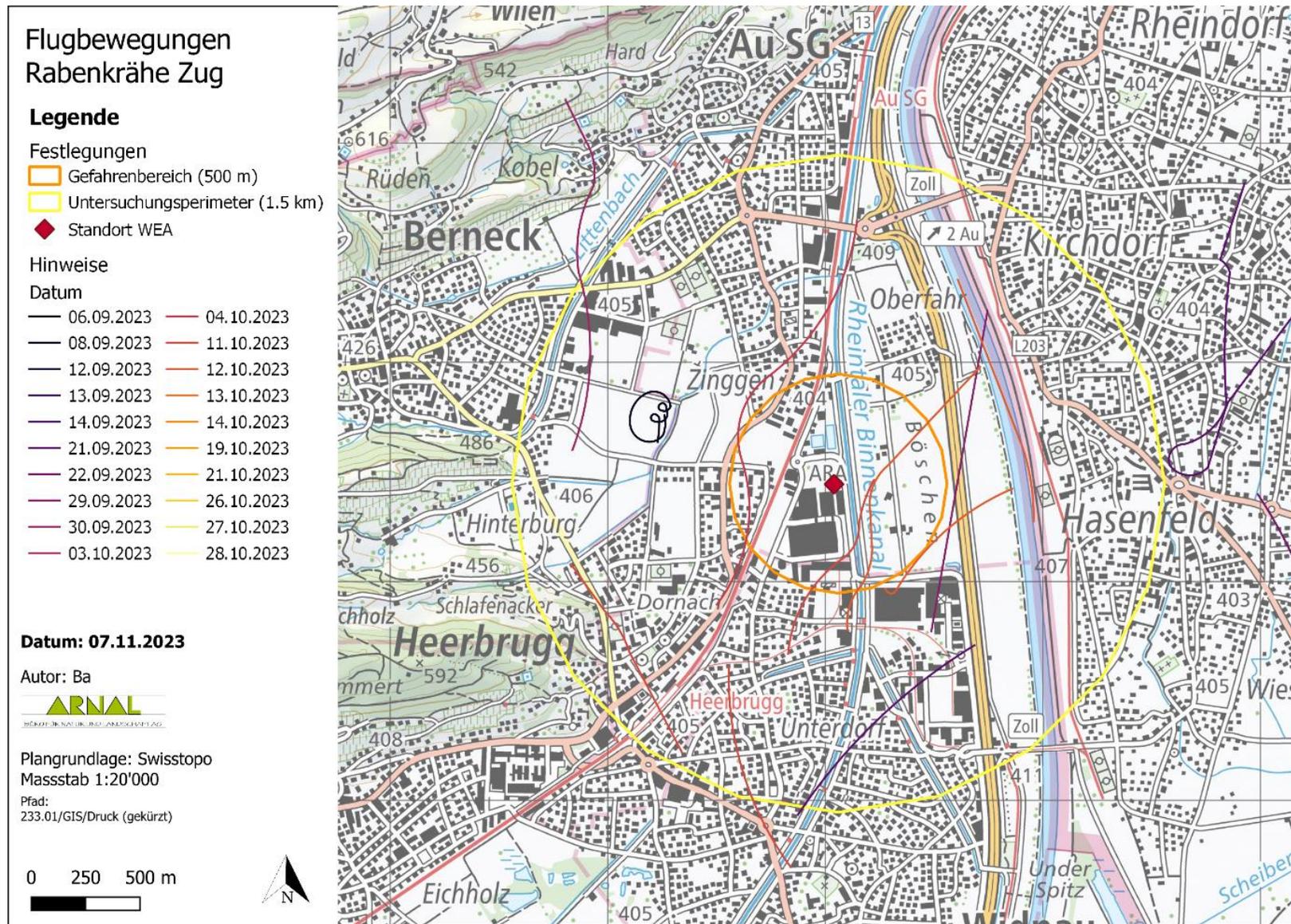


Abbildung 64: Ziehende Rabenkrähen wurden während der Zugvogelerhebungen vor allem im September und Anfang Oktober festgestellt.

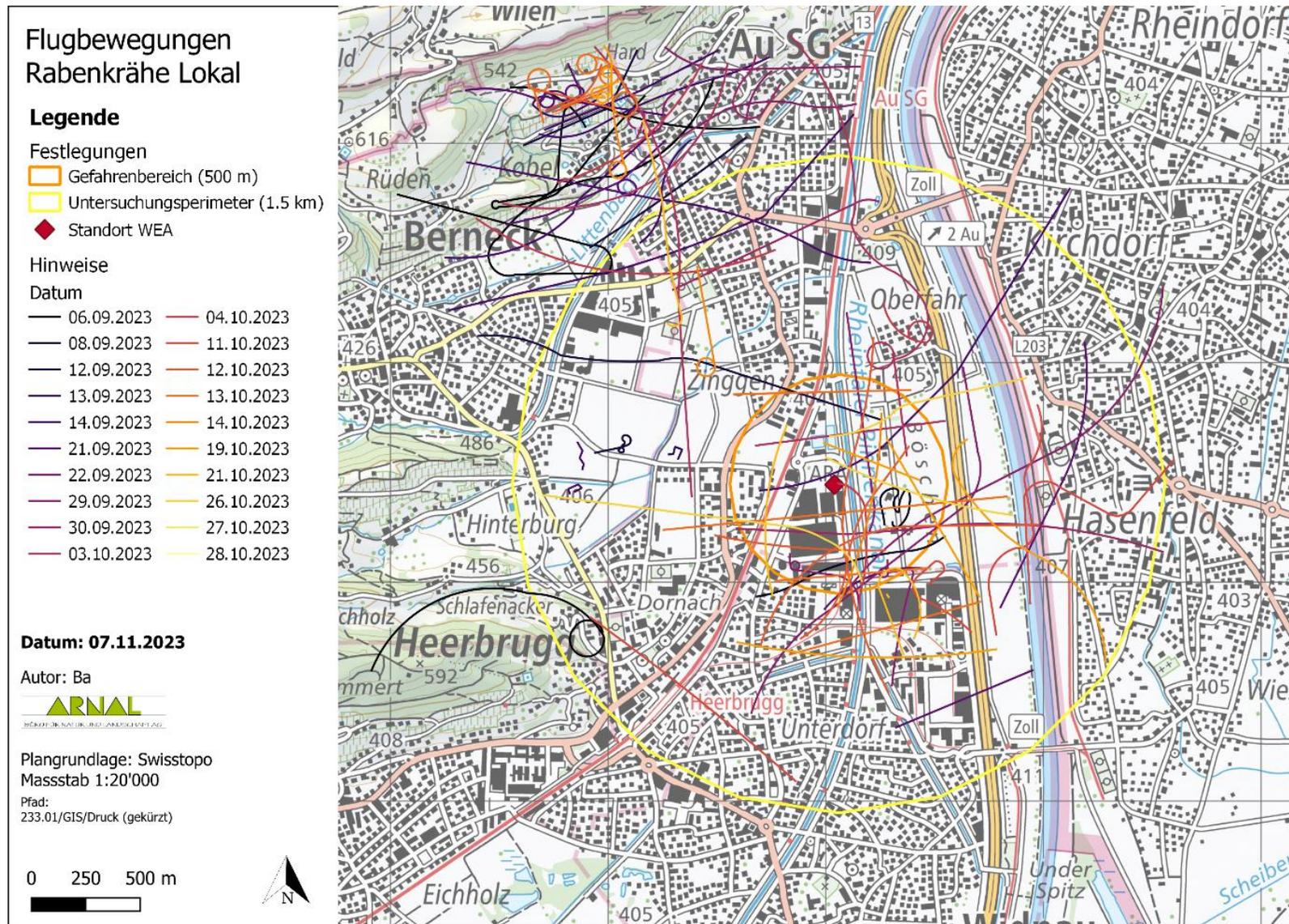


Abbildung 65: Während der Zugvogelerhebungen wurden regelmässig lokale Rabenkrähen festgestellt. Sie wurden im gesamten Untersuchungsperimeter beobachtet.

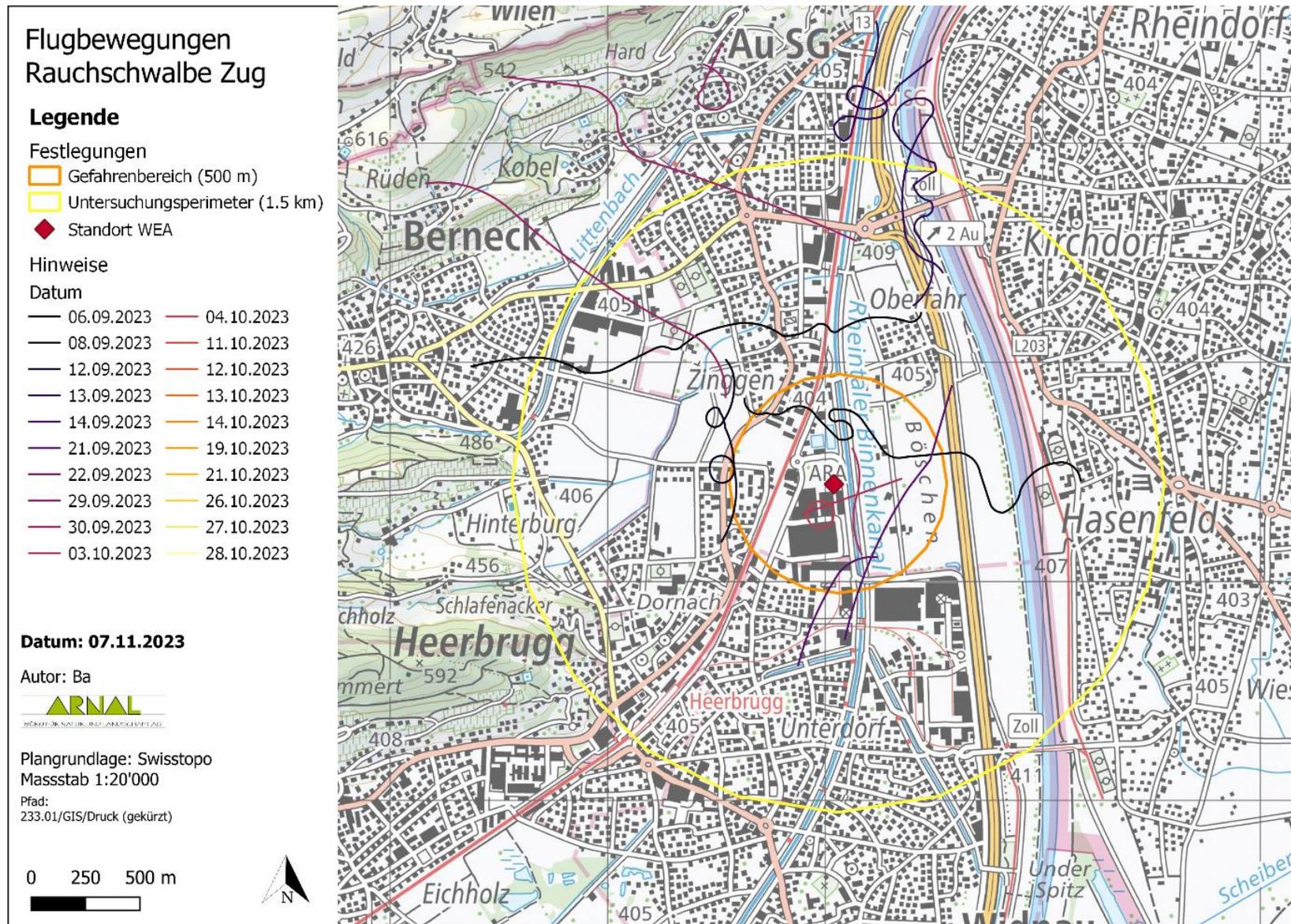


Abbildung 66: Während der Zugvogelerhebungen, vor allem im September, waren mehrere Rauchschwalben auf dem Zug zu beobachten.

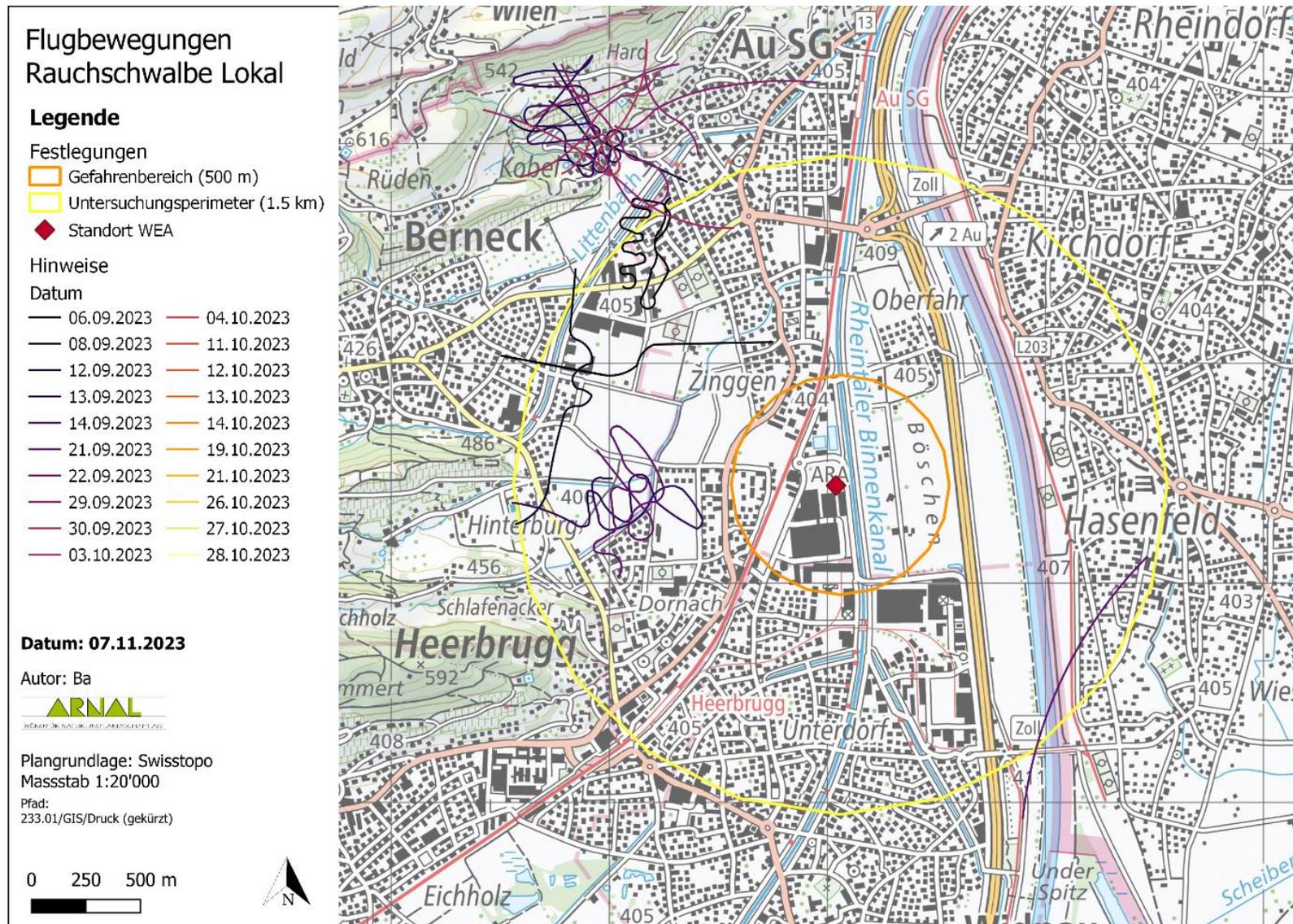


Abbildung 67: Während der Zugvogelerhebungen waren mehrere lokale Rauchschwalben zu beobachten. Zwischen Anfang September und Anfang Oktober wurden meist jugende Schwalben im nordwestlichen bis westlichen Bereich festgestellt.

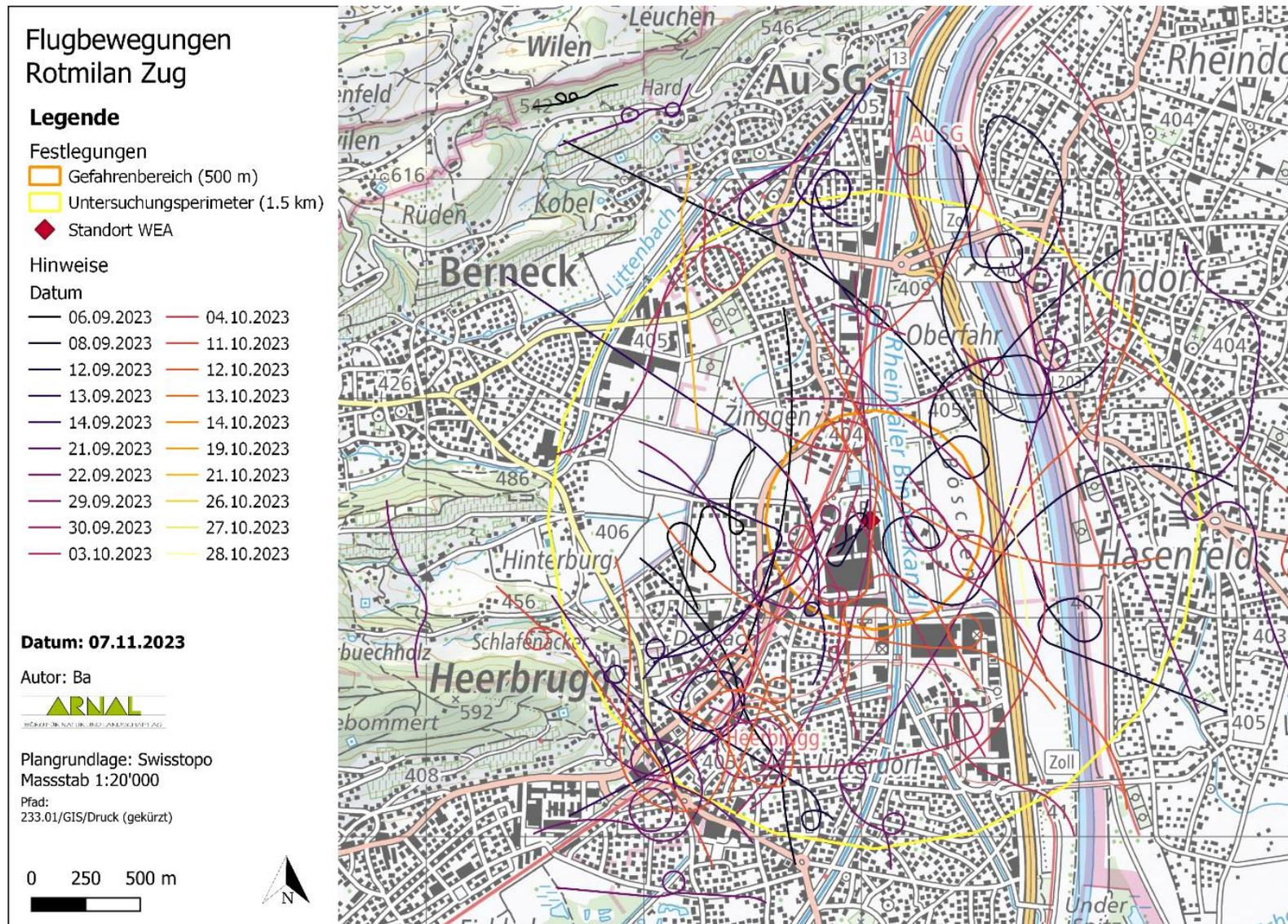


Abbildung 68: Während der Zugvogelerhebungen konnte der Rotmilan regelmässig auf dem Zug beobachtet werden. Die Flugbewegungen fanden vor allem im Tal, teilweise aber auch entlang der Erhebungen statt.

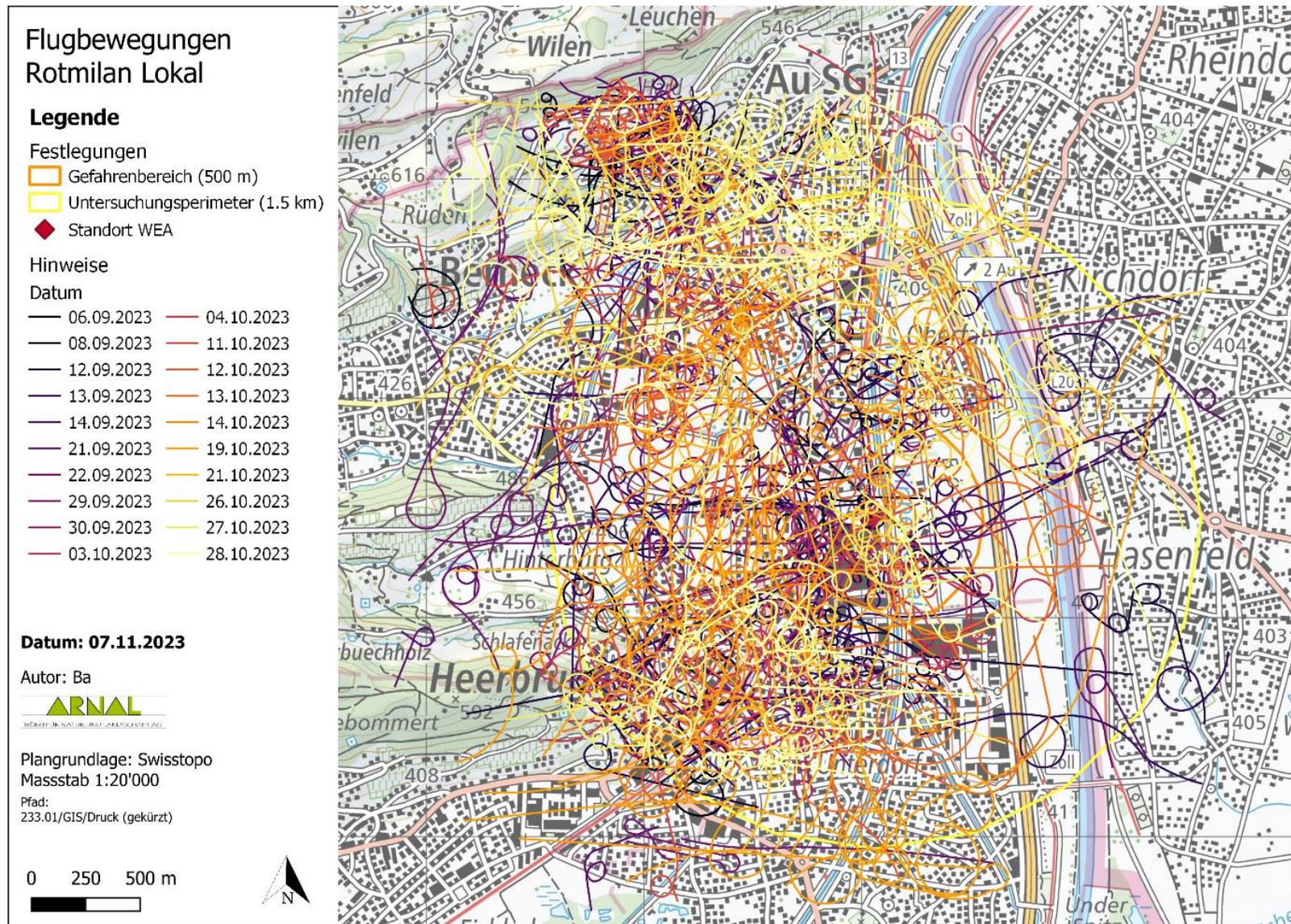


Abbildung 69: Während der Zugvogelerhebungen wurden sehr häufig lokale Rotmilane festgestellt. Das Vorkommen erstreckt sich über das gesamte Untersuchungsgebiet, wobei im Norden und im Süden, nahe der bewaldeten Erhebungen, besonders häufig Rotmilane beobachtet wurden.

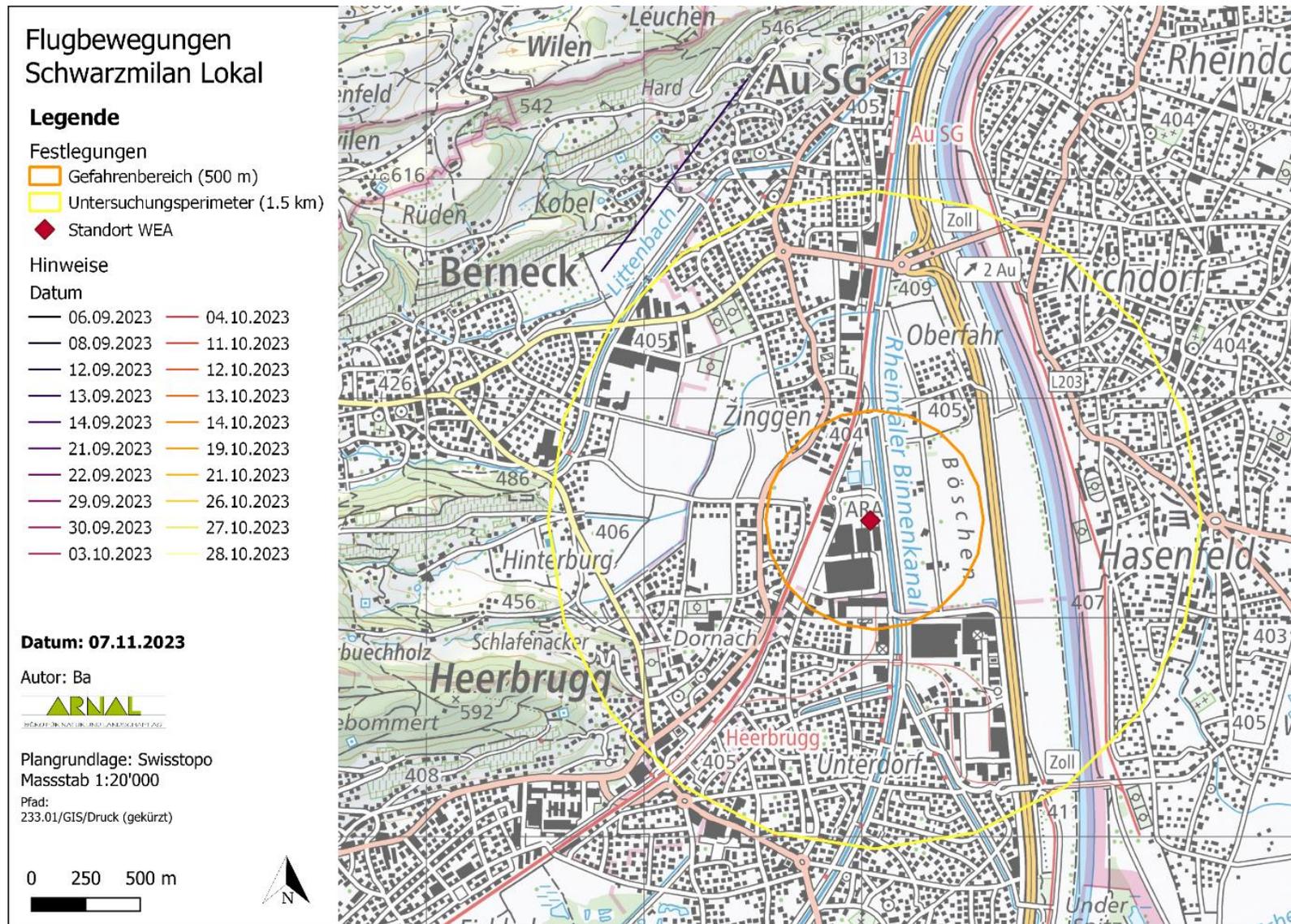


Abbildung 70: Der Schwarzmilan wurde während der Zugvogelerhebungen ausschliesslich als lokaler Vogel erfasst. Es konnte ein Schwarzmilan beobachtet werden.

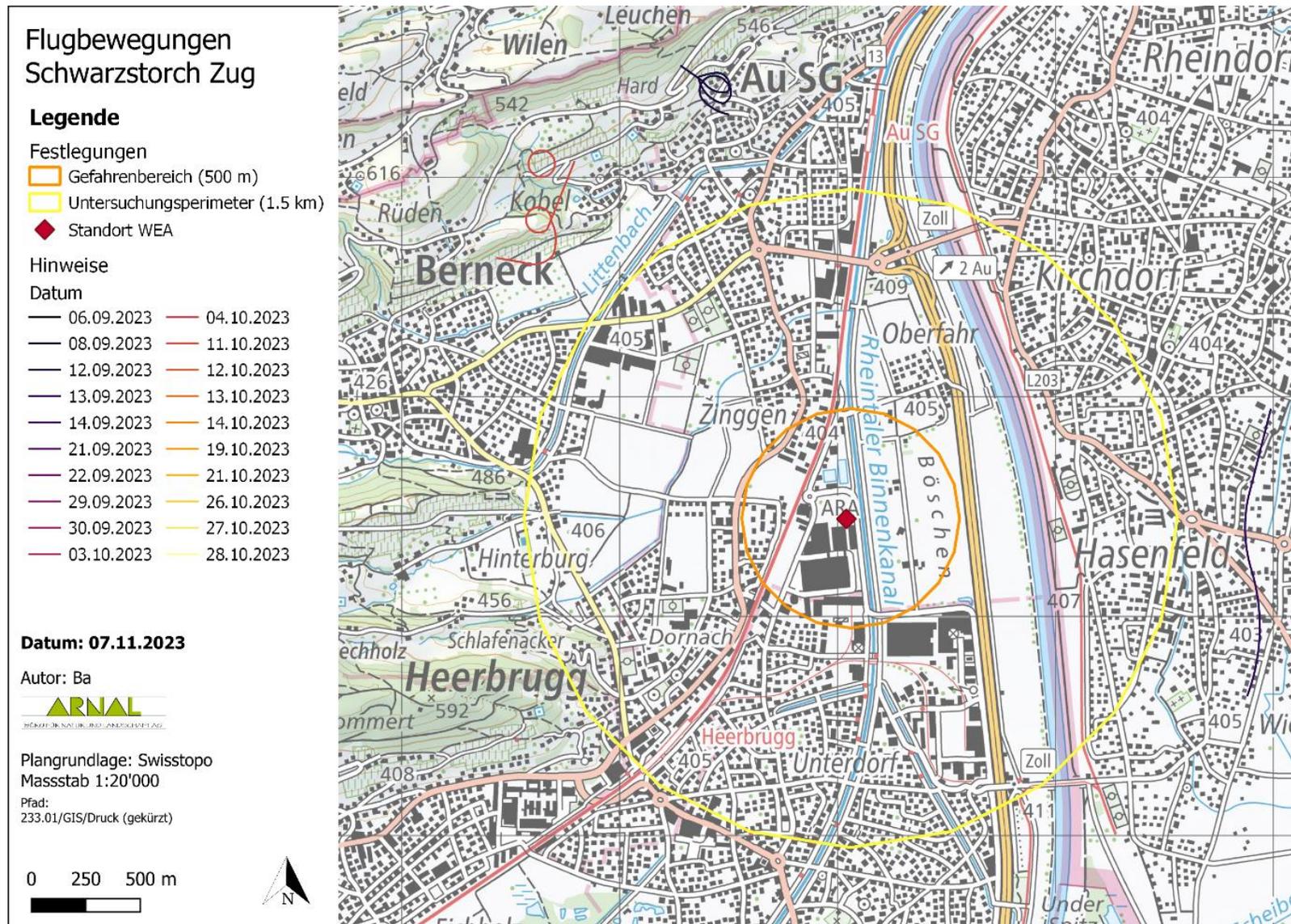


Abbildung 71: Der Schwarzstorch wurde während der Zugvogelerhebungen ausschliesslich als Zugvogel beobachtet. Die Vögel wurden im Norden über den bewaldeten Erhebungen festgestellt.

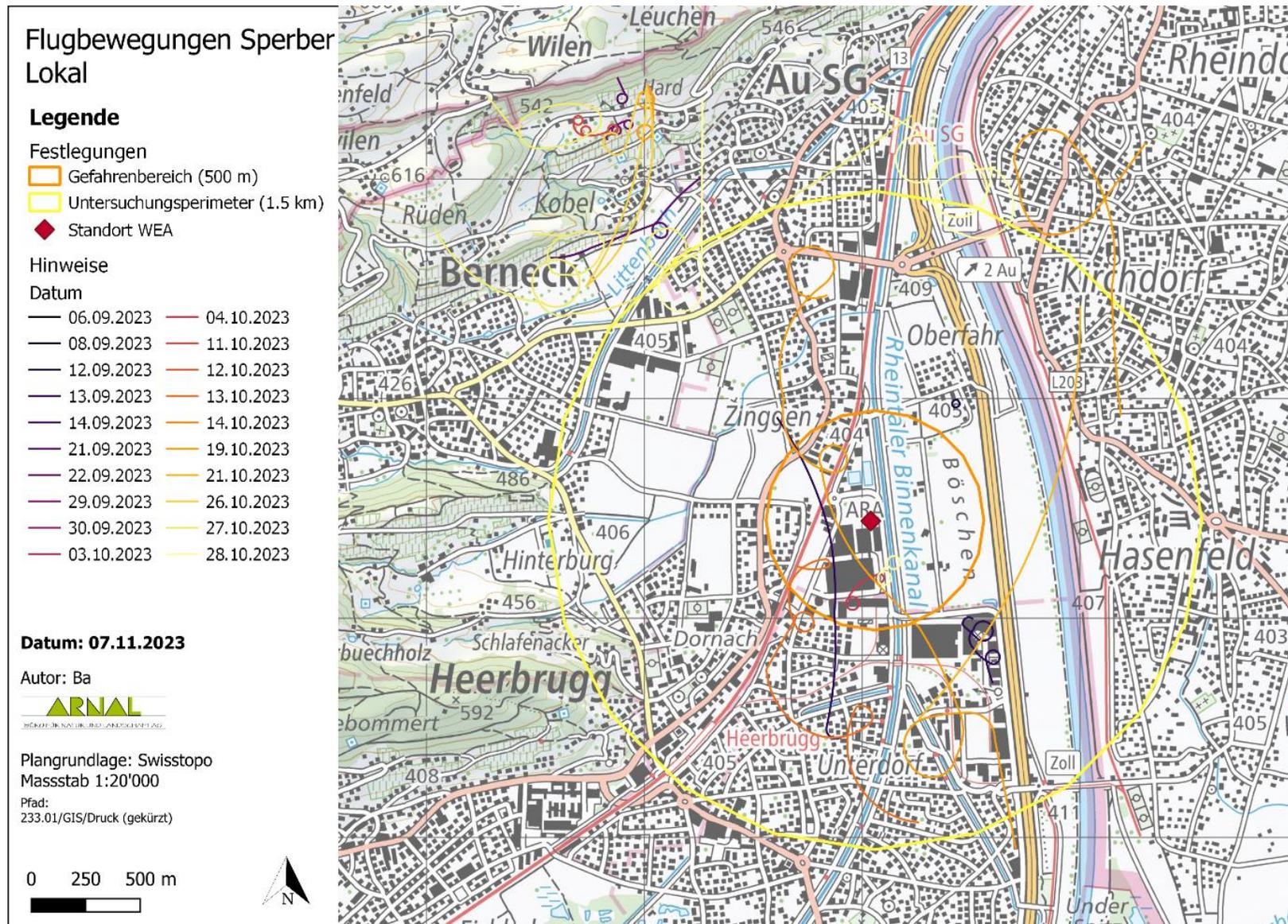


Abbildung 72: Der Sperber wurde ausschliesslich als lokaler Vogel beobachtet. Es wurden regelmässig Sperber bei den Zugvogelerhebungen festgestellt.

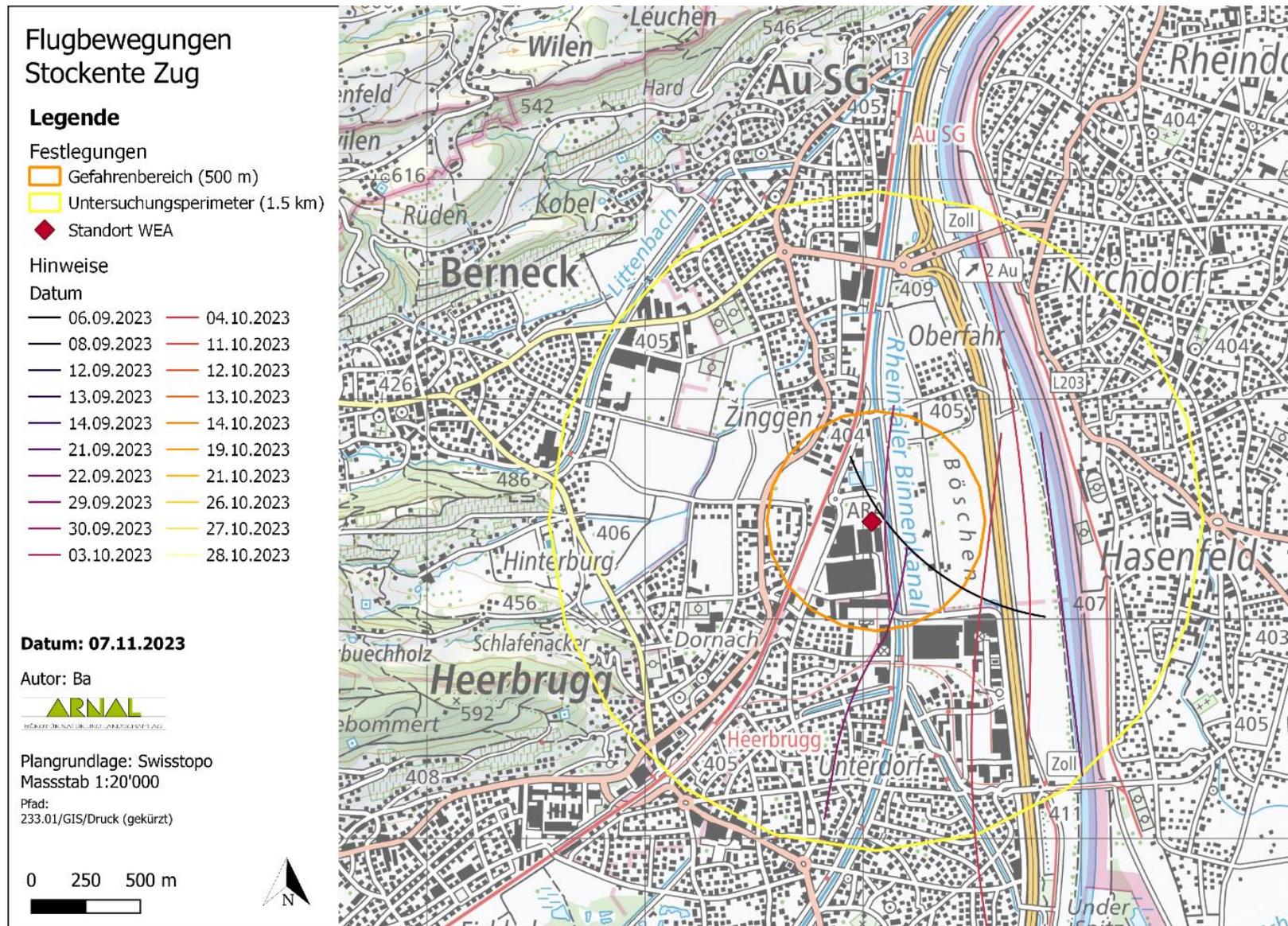


Abbildung 73: Während der Zugvogelerhebungen, vor allem im September, wurden Stockenten auf dem Zug beobachtet.

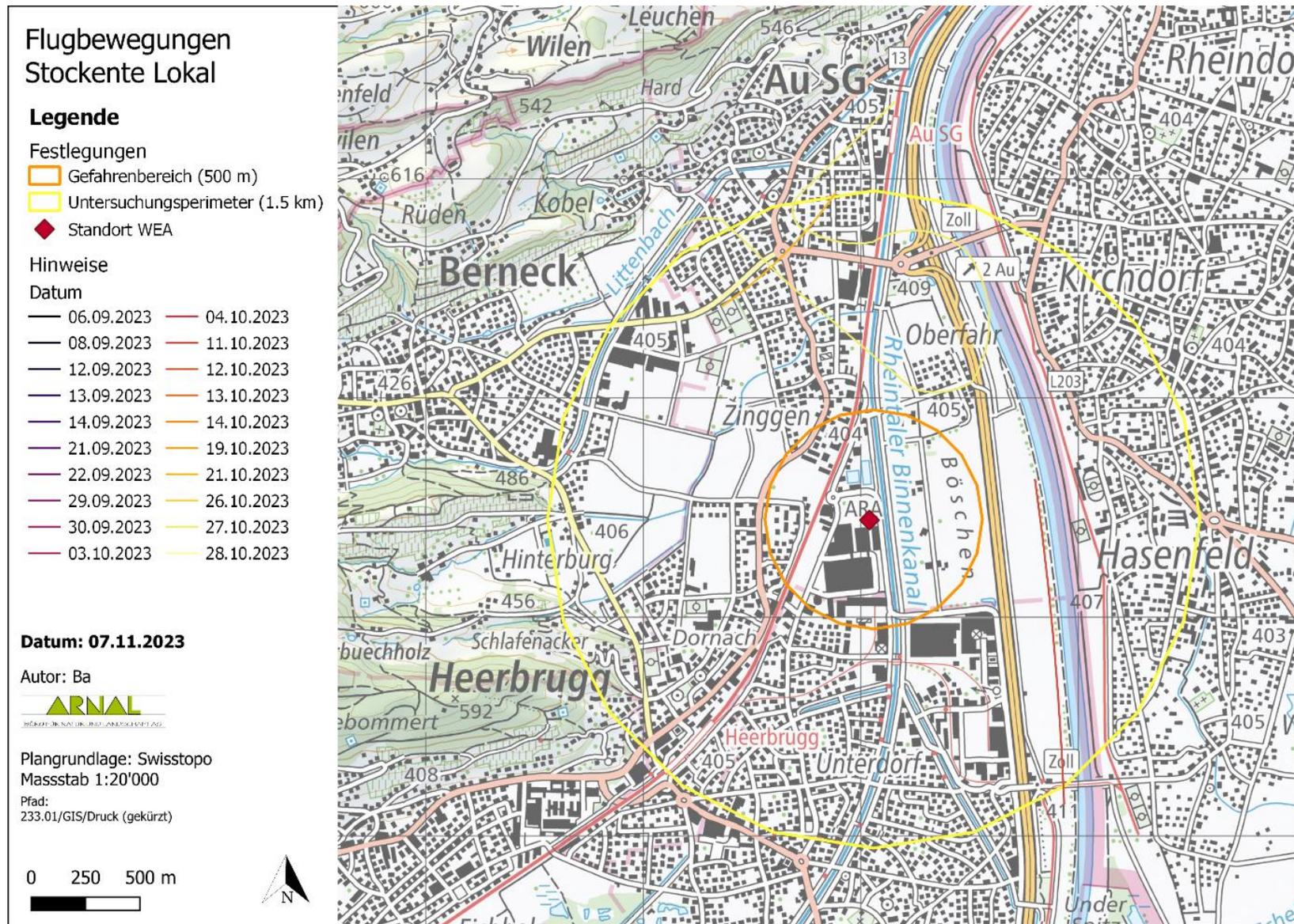


Abbildung 74: Während der Zugvogelerhebungen konnten lokale Stockenten festgestellt werden.

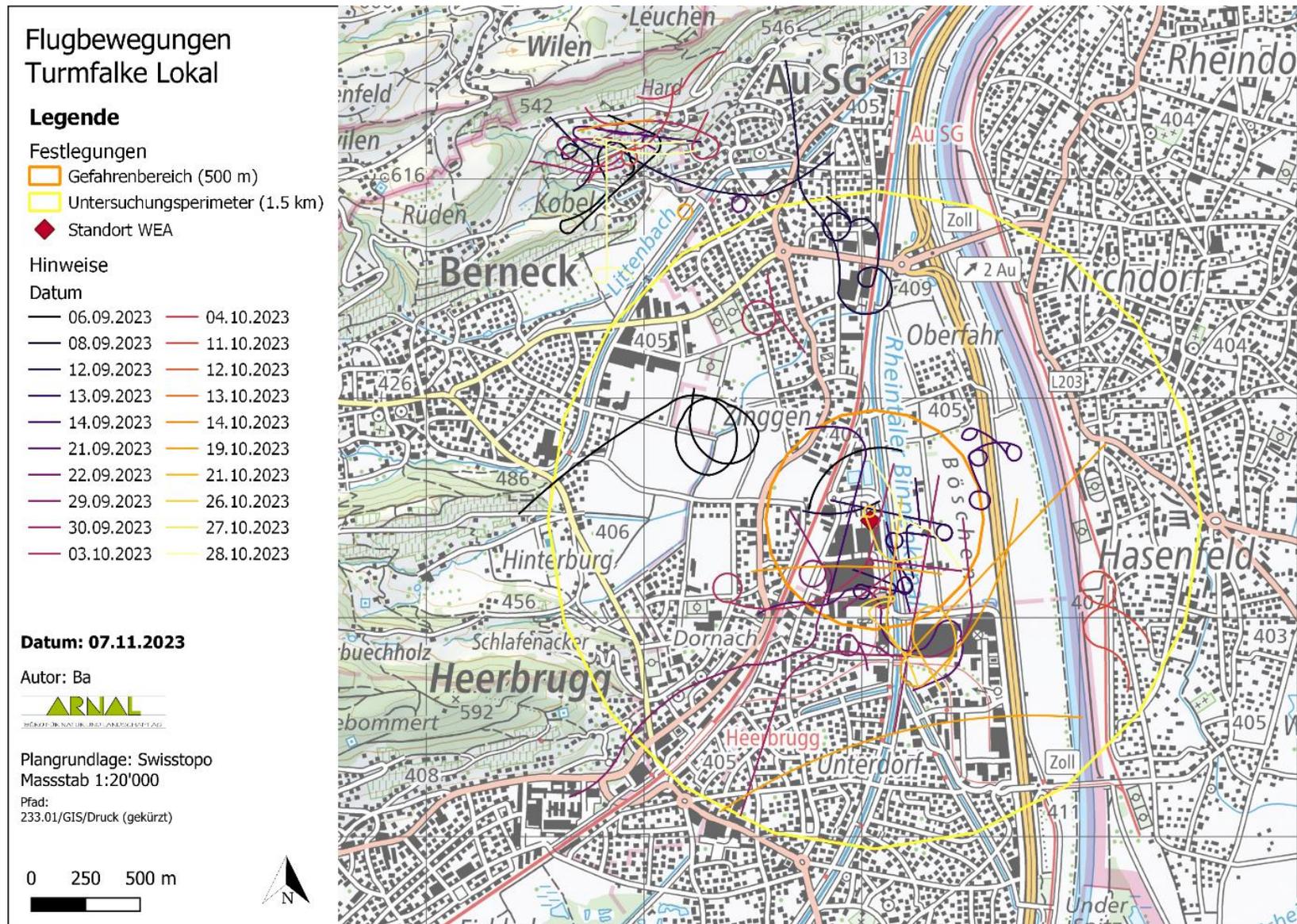


Abbildung 75: Der Turmfalke konnte während der Zugvogelerhebungen regelmässig als lokaler Vogel festgestellt werden. Ziehende Turmfalken wurden nicht beobachtet.

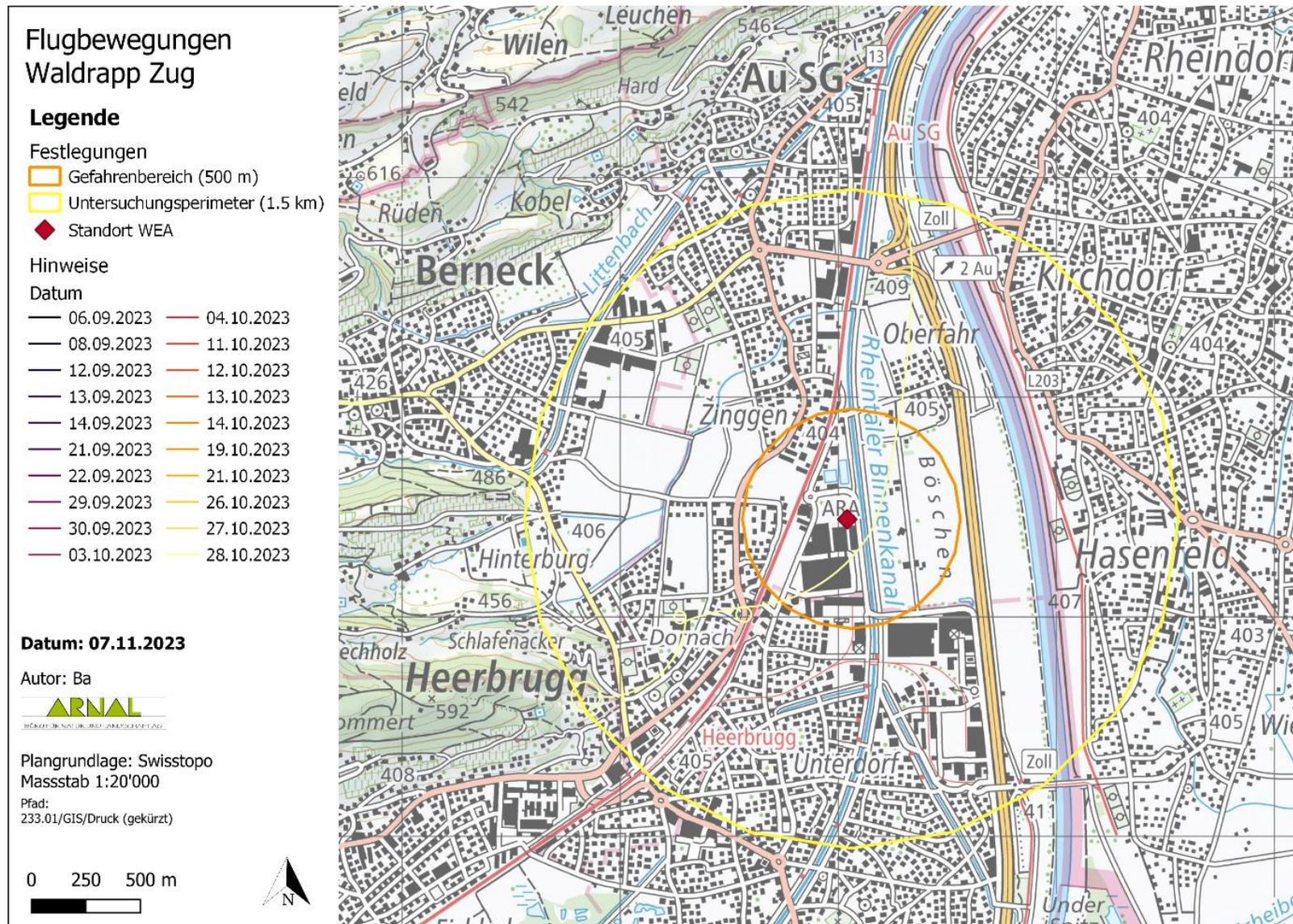


Abbildung 76: Während der Zugvogelerhebungen wurden einmalig ziehende Waldrappe beobachtet, welche das Gebiet von Südwesten nach Norden durchflogen. Lokale Waldrappe wurden nicht beobachtet.

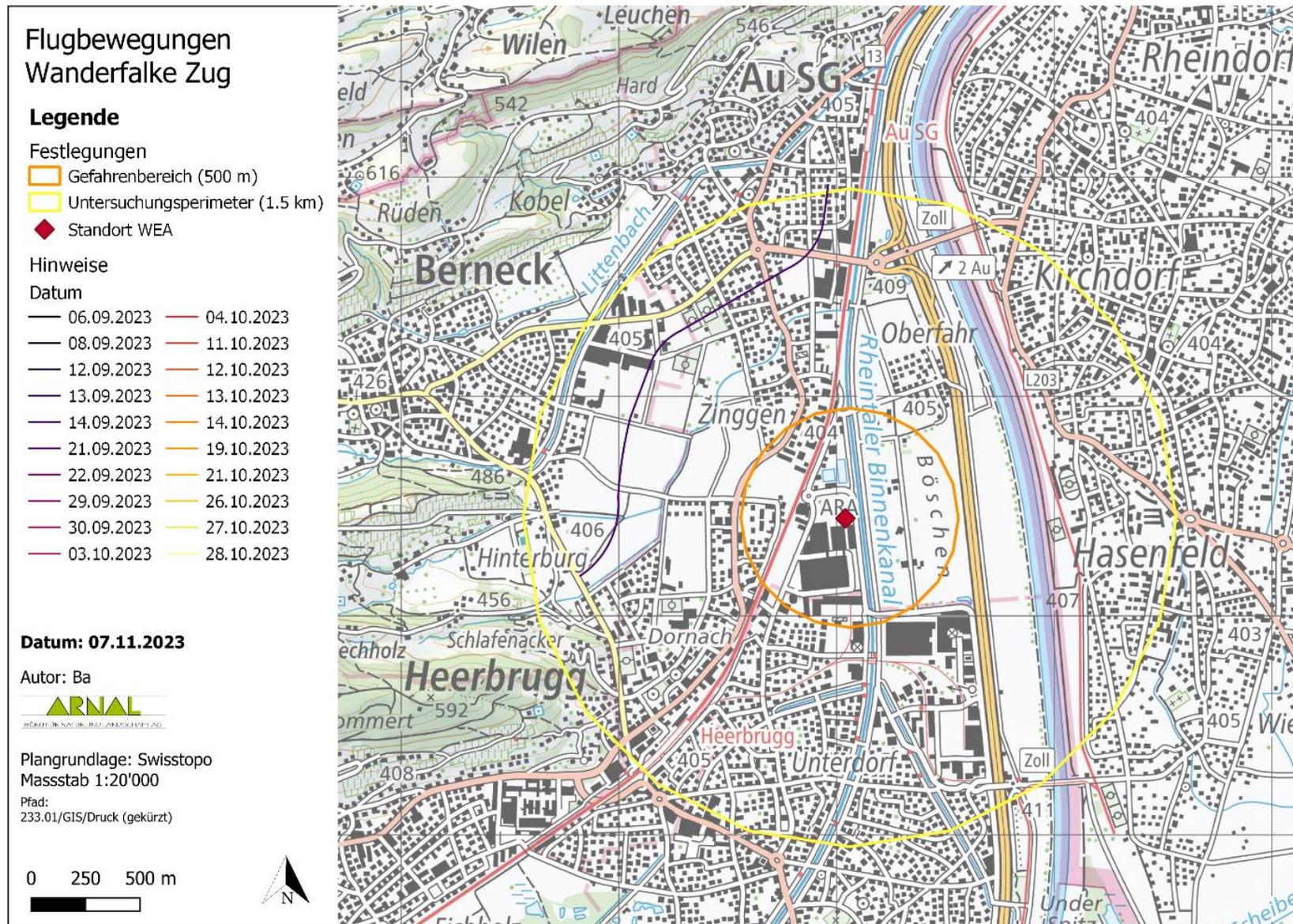


Abbildung 77: Während der Zugvogelerhebungen konnte ein ziehender Wanderfalke im Nordwesten festgestellt werden.

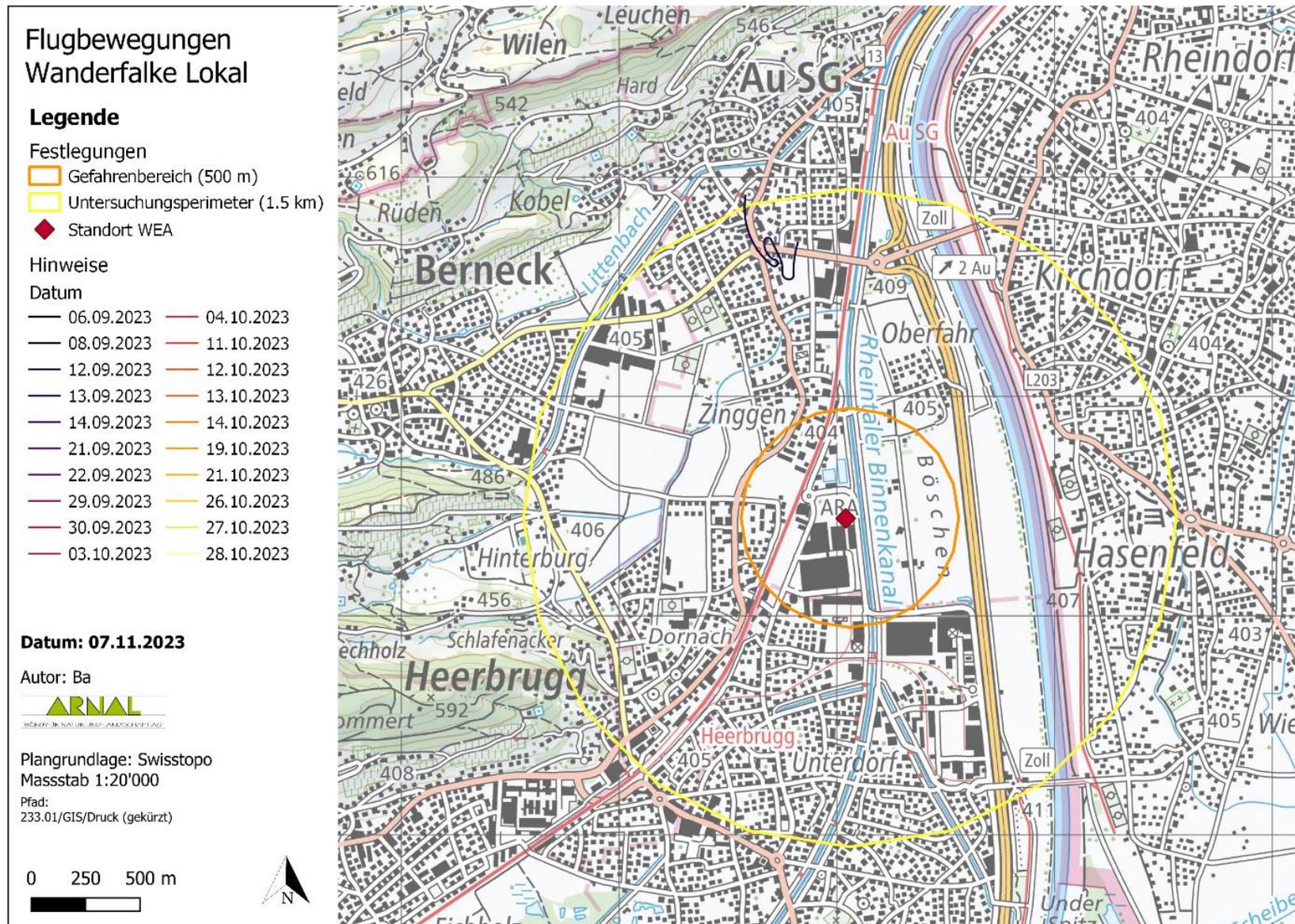


Abbildung 78: Während der Zugvogelerhebungen konnte ein lokaler Wanderfalke im Norden über den Wohngebiet festgestellt werden.

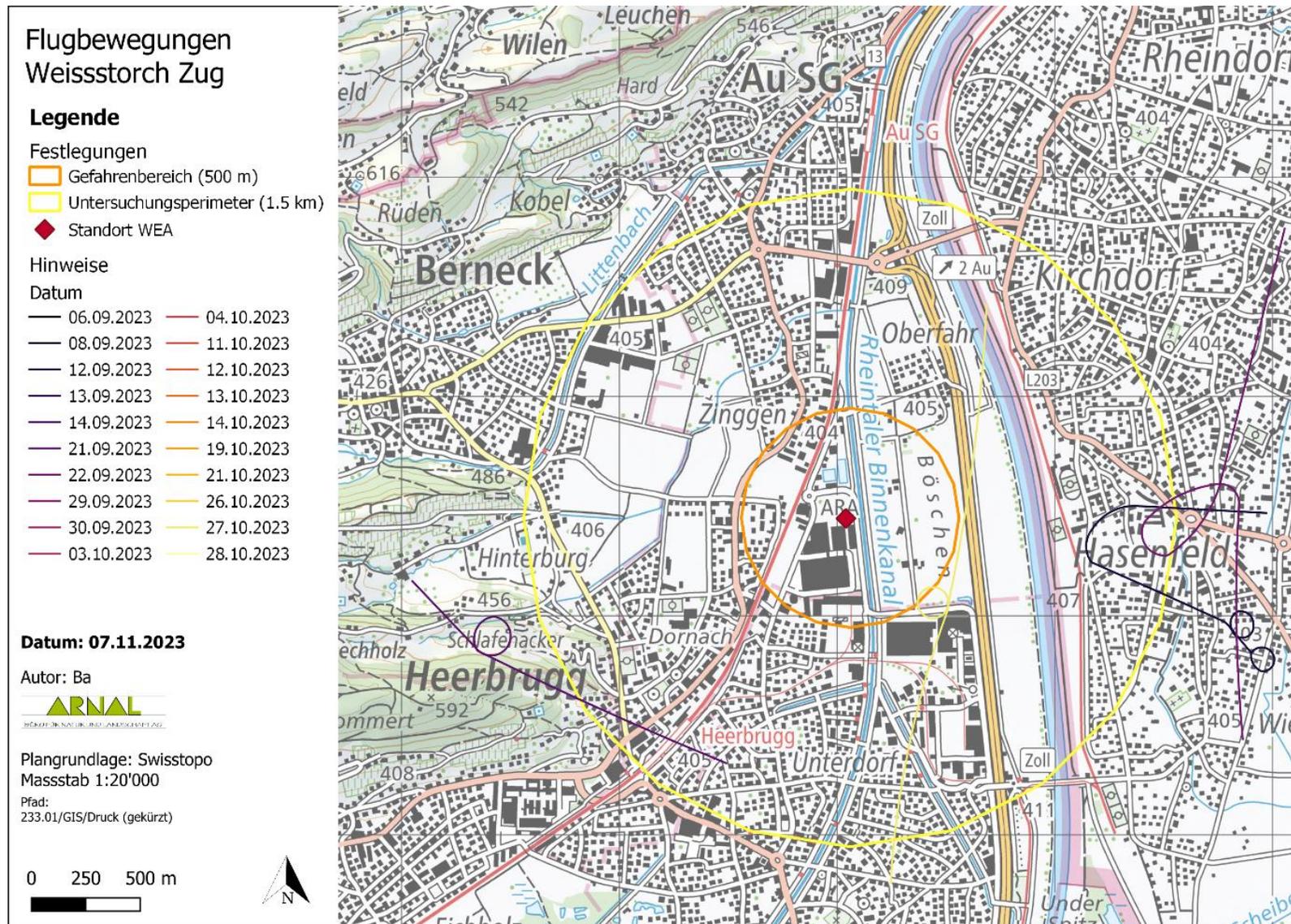


Abbildung 79: Der Weisstorch wurde während der Zugvogelerhebungen ausschliesslich auf dem Zug beobachtet. Die Weisstörche bewegten sich vor allem über den bewaldeten Erhebungen im Südwesten sowie im Osten beidseitig nahe des Rheins.

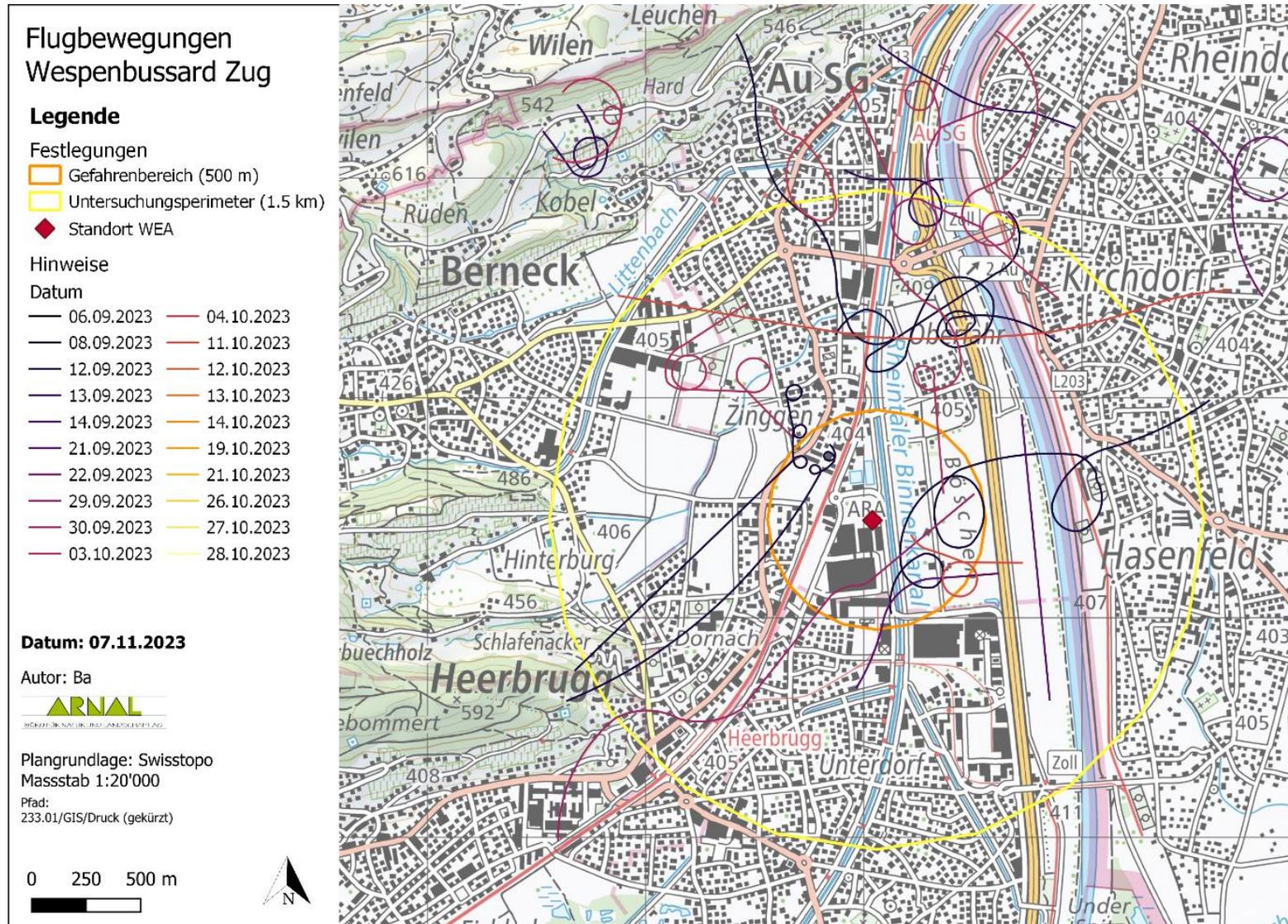
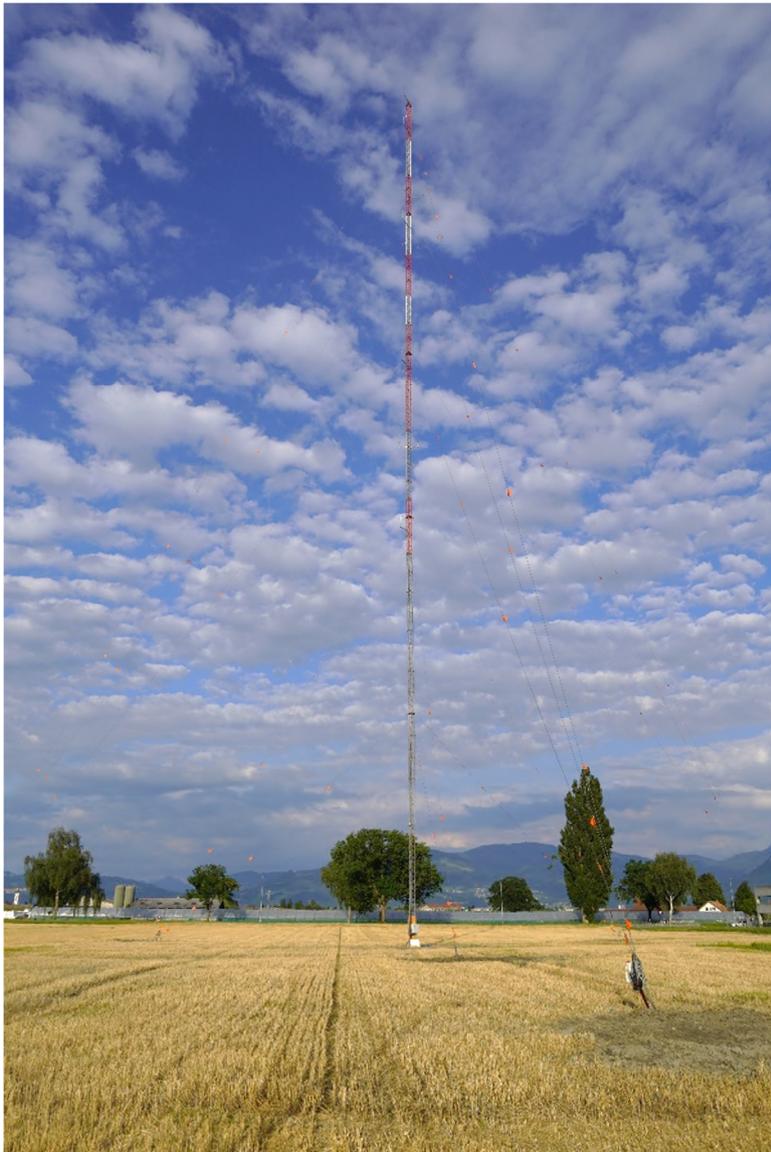


Abbildung 80: Der Wespenbussard wurde während der Zugvogelerhebungen ausschliesslich auf dem Zug festgestellt. Die Beobachtungen wurden vor allem zwischen Anfang September und Anfang Oktober getätigt.

Windgutachten Windenergieanlage SFS Heerbrugg | Interwind

Auftraggeber
SFS Group Schweiz AG, Technical Services
Rosenbergsaustasse 10
CH-9435 Heerbrugg

Windgutachten Windenergieanlage SFS Heerbrugg



Zürich, Januar 2024

Auftraggeber	SFS Group Schweiz AG, Technical Services Claudio Winter, Head of Technical Services Infrastructure Rosenbergsaustrasse 10 CH-9435 Heerbrugg
Auftragnehmer	Interwind AG Buchzelgweg 5 8053 Zürich
Bearbeitung	Mehmet Hanagasioglu, BSc. Physik, Dipl. Biologe Nadine Sussdorf, BSc. Umweltingenieurswesen
Zusammenarbeit	Langzeitressourcen, Monte Carlo Simulation, Redaktion Dr. Bruno Dürr, Klimatologe ETH, Sunergy GmbH, 9113 Degersheim
Leistung	Prognose der Windenergieressourcen und Ertragsschätzung für eine Windenergieanlage am Standort SFS Heerbrugg
Standort	99m Windmessmast auf der Fabrikgelände SFS Group Schweiz AG, in Heerbrugg
Titelbild	Windmessmast, Foto: Interwind, Juli 2022
Datengrundlagen	Landkarte swisstopo, 1:25'000 (swisstopo) Höhenmodell swissALTI3D (swisstopo) GIS Daten Kanton GL (http://www.geoportal.ch/kantongl/) Windenergieanlage SFS, Pflichtenheft technische Studien, 19.03.2018
Software	Prognos, ©Interwind (Ertragsrechnungen) Windographer Professional Edition 4.0.27 (Analyse der Winddaten) MS Office 2017 Swiss Map, swisstopo Google Earth
Datum Bericht	12.01.2024
Versionenabfolge: Version vom	Feb 2024 - Korrektur Tab 5 Nov 2023 - Entwurf
Verteiler	SFS Group Schweiz AG Interwind AG Sunergy GmbH

Inhaltsverzeichnis

Glossar und Abkürzungsverzeichnis	5
1 Zusammenfassung	1
2 Einleitung	2
2.1 Zielsetzung dieses Berichts	2
3 Projektgeschichte	3
4 Projektvarianten.....	4
4.1 Windpark Layout	4
4.2 Anlagenvarianten	4
5 Windmessungen 2022-2023	5
5.1.1 Koordinaten der Windmessungen und Anlage.....	5
5.1.2 Besondere lokale Hindernisse.....	5
6 Windmessung Mast 2022 - 2023.....	7
6.1 Messanordnung	7
6.1.1 Messperiode	8
6.2 Datengenauigkeit	8
6.3 Datenverfügbarkeit und -Qualität	9
7 Resultate der Windmessung Mast 2022 - 2023	10
7.1 Jahres- und Monatsmittelwerte	10
7.2 Tagesmittelwerte.....	11
7.3 Tagesverlauf der Windgeschwindigkeit	11
7.3.1 Saisonaler Tagesverlauf der Windgeschwindigkeit.....	12
7.4 Weibull-Verteilung	14
7.5 Häufigkeitsverteilung.....	15
7.6 Vertikale Windprofile	18
7.6.1 Richtungsabhängigkeit der vertikalen Windprofile	18
7.6.2 Saisonale Variation und Tagesgang der vertikalen Windprofile	19
7.7 Windrose, Verteilung der Windgeschwindigkeit und Windrichtung.....	21
7.8 Turbulenzintensität (TI)	22
7.9 Extremwerte	23
7.10 Vereisung (Icing)	24
7.10.1 Aufgetretene Vereisung.....	25
7.10.2 Rotorblattheizung und Energiebedarf	27
8 Vergleich Messdaten mit dem Windatlas Schweiz.....	29
9 Windmessung LIDAR	31
9.1 Vergleich Mastdaten mit LIDAR	33
10 Windmodellierung und Ertragsschätzung mit WindSim	34
11 Langzeitressourcen	35
11.1 MCP-Methode	35
11.1.1 Vergleichsperioden.....	36
11.1.2 Referenzstationen, -daten	36
11.1.3 Vergleich der Mastdaten mit Daten der Referenzstation Kanti und MERRA	39
11.1.4 Datenkonsistenz der Referenzstation Kanti	40
11.2 Langzeiterträge	40
11.3 Fazit Langzeitressourcen	41
12 Föhnindex.....	42
13 Ertragsprognosen Bruttoerträge für WEA-Auswahl	44
13.1 Luftdichte am Standort.....	44

13.2 Verminderung der Bruttoerträge	45
13.3 Unsicherheiten	46
13.3.1 Windressourcen.....	46
13.3.2 Langzeitressourcen, Variabilität	47
13.3.3 Strömungsmodell.....	47
13.3.4 Sensitivitätsfaktor	48
13.3.5 Föhnkorrektur	48
13.3.6 Energiegruppe	48
13.3.7 Gesamtunsicherheit.....	48
13.4 Erwartete Brutto- und Nettoerträge, AEP Netto	49
13.4.1 Nettoerträge P50, P75, P90	50
14 Ertragsprognosen mit Monte Carlo Simulation	52
15 Fazit.....	54
Abbildungsverzeichnis.....	55
Tabellenverzeichnis	57
ANHÄNGE	58
A1 Executive Summary	59
A2 Commissioning Certificate	61
A3 Kalibrationszertifikate	61
A4 Berechnung des Energieertrags	61
A5 Turbulenzintensität	63

Glossar und Abkürzungsverzeichnis

Abschattung	Reduktion der Windenergie hinter (im Lee) einer Windturbine (Wake)
AEP	Jahresertrag (Annual Energy Production), ohne Berücksichtigung von Abschattungsverlusten oder anderen Ertragsminderungen, auch "potenzieller AEP"
AEP Brutto	AEP minus Abschattungsverluste (Wake Losses)
AEP Netto (Pxx)	Netto-Jahresertrag (AEP Brutto minus andere Ertragsminderungen). Pxx gibt die Wahrscheinlichkeit von x% an, dass der Jahresertrag den angegebenen AEP-Wert übertreffen wird. Die Wahrscheinlichkeit, dass dieser Wert nicht erreicht wird, beträgt (100-x)%
ARE	Amt für Raumentwicklung
ARNAL	ARNAL, Büro für Natur und Landschaft AG, Herisau
ASTRA	Das Bundesamt für Strassen
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAKOM	Bundesamt für Kommunikation
BAZL	Bundesamt für Zivilluftfahrt
BUWAL	Ehemalige Bezeichnung für Bundesamt für Umwelt (BAFU)
BFE	Bundesamt für Energie
CFD	Computational Fluid Dynamics (numerische Strömungssimulation)
DAkKS	Deutsche Akkreditierungsstelle
DKD	Deutscher Kalibrierungsdienst
EICom	Eidgenössische Elektrizitätskommission
EMPA	Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, insbesondere Abteilung Akustik
ERI	Eidg. Rohrleitungsinspektorat
ESTI	Eidgenössisches Starkstrominspektorat
FACTS	FACTS-Steuerung (Flexible AC Transmission System) kann bei Bedarf Blindleistung bereitstellen und somit zur Blindleistungsbilanz und Spannungshaltung im Netz beitragen.
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunden
IEC	International Electrotechnical Commission
Kapazitätsfaktor	AEP geteilt durch maximalen Energieertrag während eines Jahres (installierte Leistung in kW x 8760h), Angabe in Prozent (nach Definition der AEP ergeben sich entsprechende Kapazitätsfaktoren)
KNP	Kantonale Nutzungsplanung
KRP	Kantonaler Richtplan

kW / kWh	Kilowatt / Kilowattstunde
LIDAR	Abkürzung für engl. «Light Detection And Ranging», ist eine dem Radar sehr verwandte Methode zur optischen Abstands- und Geschwindigkeitsmessung sowie zur Fernmessung atmosphärischer Parameter
LSV	8.14.41 Lärmschutz-Verordnung, vom 15. Dezember 1986 (Stand am 1. Januar 2016). Insbesondere Ermittlung und Beurteilung von Industrie- und Gewerbelärm, Vollzugshilfe für Industrie- und Gewerbeanlagen (www.bafu.admin.ch/uv-1636-d)
MBS	Machbarkeitsstudie
MCP	Measure-Correlate-Predict methods
Measnet	International Network for Harmonised and Recognised Measurements in Wind Energy
MERRA	Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications - National Aeronautics and Space Administration, Goddard Space Flight Center, USA
MERRA-2	Version 2 der MERRA Daten, in diesem Bericht auch MERRA genannt
MeteoSchweiz	Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz
Micro-Siting	Bestimmung der genauen Koordinaten der Anlagen in der Windenergiezone, aufgrund Windverhältnisse und Planungs- und Umweltauflagen
Monte-Carlo Simulation	Mehrfachwahrscheinlichkeitssimulation. Ein mathematisches Verfahren, das zur Schätzung der möglichen Ergebnisse eines ungewissen Ereignisses verwendet wird.
m.ü.G.	Meter über Grund
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
Nachlaufströmung	Strömung im Lee einer Windenergieanlage, hat weniger Energie und ist turbulenter als eine ungestörte Strömung, engl. Wake
NIS	Nicht ionisierende Strahlung
NUP	Nutzungsplanung
On-Shore	Englisch, auf dem Land
P50, P75, P90	Wahrscheinlichkeit von 60, 75 bzw. 90%, dass der berechnete Wert überschritten wird. Wobei P50 dem langjährigen Durchschnitt entspricht.
Polycom	Sicherheitsnetz Funk der Schweiz, Funksystem der Behörden und Organisationen für Rettung und Sicherheit
PVA	Photovoltaikanlage
RGB	Raumentwicklung und Baugesetz des Kantons Glarus
RH	Relative Feuchte (Relative Humidity)
RPV	Raumplanungsverordnung

SFS	SFS Group Schweiz AG, Technical Services
Standort	Zusammenhängendes Gebiet, das zur Nutzung der Windenergie geeignet ist. Als Windanlagenstandort ist die Situation der Anlage bezeichnet. In dieser Studie bezeichnet «Standort» auch die Position einer WEA
Standort (BFE, BAFU, ARE)	Das Konzept Windenergie Schweiz, BFE, BUWAL, ARE von Juni 2004 bezeichnet als Standort ein zusammenhängendes Gebiet, das zur Nutzung der Windenergie geeignet ist und Platz bietet für mindestens 3 Windkraftanlagen (WKA). Diese Definition wird beim Bund bis heute in seinen Dokumenten verwendet.
SCADA	«Supervisory Control and Data Acquisition», System für das Überwachen und Steuern technischer Prozesse mittels eines Computer-Systems
skyguide	swiss air navigation services ltd
swisstopo	Bundesamt für Landestopografie swisstopo, 3084 Wabern
swissALTI3D	Hochpräzise digitale Höhenmodell der Schweiz, swisstopo
TES	(Trailing Edge Serrations) Sägezahn-Hinterkante, Vorrichtung zur Reduktion der aerodynamischen Schallemissionen
UVB	Umweltverträglichkeitsbericht
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
VBS	Eidgenössisches Departement für Verteidigung und Bevölkerungsschutz
WA ^s P	Software für die Ermittlung der Windressourcen, DTU Wind Energy, Risø Campus, 4000 Roskilde, Denmark
WEA (WKA)	Windenergieanlage (Windkraftanlage)
Wake-Effekt	Einfluss der Nachlaufströmung der Windenergieanlagen
Windenergieprojekt	Bezeichnet in dieser Studie einen Windpark gemäss der Definition des Kanton SG
Windenergiezone	Im Richtplan ausgeschiedene Flächen, Interessengebiete Windenergie
Windpark	Bezeichnet in dieser Studie einen Windpark mit max. fünf Anlagen
Windpark (allgemein)	Ist eine räumliche Ansammlung von Windenergieanlagen (WEAs). Diese können organisatorisch (durch Investor oder Betreiber) und technisch (durch gemeinsame Einspeisung des elektrischen Stroms) eine Einheit bilden.
Windpark (BFE BAFU, ARE)	Gemäss Definition im Konzept Windenergie Schweiz, BFE, BUWAL, ARE, Juni 2004 bezeichnet ein Windpark die Anordnung von mehreren (mind. 3) →(WKA) Windkraftanlagen an einem →Standort. Diese Definition wird beim Bund bis heute in seinen Dokumenten angewandt.
Windographer	Wind Resource Assessment Software der Firma AWS Truepower, LLC, Albany, NY 12205, a UL Company
windPRO	Windenergie-Software der Firma EMD International A/S, Aalborg, Dänemark
WindSim	CFD Software für die Analyse von Windressourcen, WindSim AS, Tønsberg, Norway

1 Zusammenfassung

Dieser Bericht basiert auf den Resultaten der Windmessungen von 2022-2023 mit einem 100 m hohen Windmessmasten auf dem Firmengelände der SFS, südlich der Abwasserwerk Rosenbergsau. Vom 01.04.2023-30.06.2023 fand zusätzlich eine LIDAR-Messung statt. Während der Auswertungsperiode 01.08.2022-31.07.23, betrug die mittlere Windgeschwindigkeit auf 99m 3.6 m/s und auf der potenziellen Nabenhöhe 123 m über Boden, 3.7 m/s (10-Minuten Mittelwerte).

Das Projekt ist in einer intensiv genutzten Agrar- und Industrielandschaft eingebettet, geprägt von Strassen, Wohn- und Bürogebäuden, einer Abwasserreinigungsanlagen und zahlreichen Bauernhöfen in unmittelbarer Nähe. Der Anlagenstandort ist mit minimalem Aufwand logistisch und netztechnisch erschliessbar. Geplante Anlageposition: 2'766'040, 1'254'443, 403 m.ü.M.

Es wurden für 8 mögliche Anlagentypen die Energieerträge berechnet.

Der höchste Energieertrag wurde mit der V150-4.2 MW TES, 145m Nabenhöhe erreicht (5.6 GWh/Jahr (P50)). Mit V150-4.2 MW TES, 123m Nabenhöhe wurde ein Bruttoertrag von 4.6 GWh/Jahr erreicht (P50).

Basierend auf den Umweltstudien und den Anlagenspezifikationen, wurde eine Ertragsminderung von 12.09% ermittelt. Die Nettoenergieproduktion am vorgesehenen Standort wird wie folgt geschätzt:

- 90% Wahrscheinlichkeit zwischen 3.5 und 4.5 GWh / a
- 50% Wahrscheinlichkeit zwischen 4.2 und 5.4 GWh / a
- 10% Wahrscheinlichkeit zwischen 4.9 und 6.2 GWh / a

Für eine Beurteilung dieser Ertragsschätzung müssen die Einflüsse der Unsicherheiten in den Berechnungen berücksichtigt werden. Die Unsicherheit beträgt gesamthaft 12.69 %, darin berücksichtigt werden die Windmessung, die Langzeitressourcen, das Strömungsmodell, die Energieumwandlung.

Gemäss den für die UVP durchgeführten Umweltfachgutachten sind die Einflüsse auf die Bevölkerung und die Fauna und Flora überschaubar, wenn erforderlichen Auflagen erfüllt werden. Mittels UVP¹ wird die Eignung des Standortes für die Windenergienutzung nachgewiesen. Auch aus Sicht der Fledermausexperten ist die Erstellung der WEA mit entsprechenden Schutz- und Kompensationsmassnahmen bewilligungsfähig².

Bekannte Killerkriterien wie Lärmschutz, Vögel und Fledermäuse wurden abgeklärt. Das Projekt ist mit geeigneten Massnahmen realisierbar. Entsprechende Ertragsminderungen sind berücksichtigt.

Die Ertragsschätzungen sind deutlich unter der in der Vorstudie vorgesehenen Werten. Dafür gibt es zwei Gründe:

1. Der vom Windatlas abgeleitete Höhenexponent entspricht nicht der Messungen.
2. Während der Messperiode August 2022 - Juli 2023 waren die Föhnperioden weniger ausgeprägt als in den vergangenen Jahren. Dies wird deutlich, wenn man die Daten der Meteorstationen Oberriet, Vaduz und Altenrhein während 2012-2023 betrachtet. In einem Jahr mit durchschnittlichen Föhnperioden hätte die Anlagen 5-10% mehr Energie produziert. Für die Berechnung der Brutto- und Nettoerträge wurde daher ein Föhn-Korrekturfaktor von 7.5% angewandt (Mittelwert von 5-10%).

¹ Arnal, WINDENERGIEANLAGE SFS Machbarkeitsstudie 23.09.2023

² BE_UVB-Fledermaeuse_WEA_Heerbrugg_SWILD_20231012

2 Einleitung

Die SFS Group Schweiz AG plant eine Windkraftanlage auf ihrem Hauptsitz in Heerbrugg.

Am 1. Juli 2021 nahm Claudio Winter, Head of Technical Services Infrastructure von der SFS Schweiz AG in Heerbrugg (SFS) mit Interwind telefonisch Kontakt auf. Sie haben am Standort Heerbrugg bereits eine Photovoltaikanlage (PVA) mit einer Leistung von ca. 4 MWp. Mit dieser PVA kann aktuell 9-10 % vom Energiebedarf gedeckt werden. Der Ertrag aus einer möglichen Windkraftanlage würde grösstenteils als Ergänzung zur bestehenden Photovoltaikanlage in den Eigenverbrauch eingehen. Das Werk Heerbrugg hat einen Jahresenergieverbrauch von ca. 42 GWh. Von Montag bis Samstag (24h Betrieb) beträgt die Bandlast ca. 5-7.5 MW. Anschluss an Mittelspannungsnetz (20 kV) vorhanden.

Im Jahr 2021 wurde eine Voruntersuchung für Windenergie am Standort Heerbrugg gemacht und von August 2022 bis Juli 2023 mit einem 99m Windmessmasten Winddaten gemessen.

2.1 Zielsetzung dieses Berichts

Zielsetzung dieses Berichts ist der Nachweis des erwarteten Windenergieertrags, d.h. der erwarteten jährlichen Produktion von Windenergie für eine Anlage am Standort SFS Heerbrugg. Dies als Grundlage für eine umfassende Interessenabwägung der unterschiedlichen Nutzungs- und Schutzinteressen durch Bund, Kanton und Gemeinde gemäss den strategischen Zielen des Konzepts Windenergie.³

³ Konzept Windenergie, 25.09.2020, Seite 8

3 Projektgeschichte

Das Werk Heerbrugg hat einen Jahresenergieverbrauch von ca. 42 GWh. Die SFS Schweiz AG möchte abklären, ob eine Windkraftanlage für den Eigengebrauch auf dem Firmengelände wirtschaftlich ist. Die Windkraftanlage Calandawind am Standort Haldenstein im Graubünden, Schweiz wurde als Vergleichsmöglichkeit erwähnt. Dafür wurde 2021 eine erste Standortstudie erfasst.⁴ Darin wurden anhand der nächstgelegenen Meteostationen Heerbrugg⁵ und Vaduz⁶ und anhand Windatlas Daten⁷ die zu erwarteten Windgeschwindigkeiten am Standort SFS Heerbrugg geschätzt (Tab 1).

Datenquelle	Höhe	Mittlere Windgeschwindigkeit, m/s			
	über Boden	2018	2019	2020	2018-2020
Heerbrugg Kanti (gemessen)	10 m	2.08	2.04	1.97	2.03
Vaduz (gemessen)	10 m	2.32	2.40	2.20	2.31
Windatlas (Modell)	50 m	4.00			
Windatlas (Modell)	75 m	4.30			
Windatlas (Modell)	100 m	4.70			
Interwind (extrapoliert)*	119 m	4.81	4.71	4.57	4.70
Windatlas (Modell)	125 m	4.90			

* Aufgrund 10m Daten, Rauigkeitslänge $z_0 = 1.52$ m, Power Law fit, $\alpha = 0.339$

Tab 1 Zusammenfassung der in der Voruntersuchung ermittelte Windgeschwindigkeiten

Unter der Annahme, dass die Daten der nächstgelegenen Meteostation Heerbrugg Kanti (ca. 900m vom Standort entfernt) auch für den SFS-Standort gelten, wurden die Messdaten auf 119m (Nabenhöhe) extrapoliert. Die so ermittelte mittlere Windgeschwindigkeit der extrapolierten Daten betrug 4.7 m/s. Dieser Wert war vergleichbar mit den Angaben in Schweizer Windatlas (4.9 m/s auf 125 m Höhe).

Mit diesen Daten und den Leistungskurven der V112-3.3MW wurden die Erträge für die Jahre 2018-2020 berechnet. Während rund 42% der Zeit beträgt, die Windgeschwindigkeit 0-3 m/s. Die meisten Windkraftanlagen laufen erst bei einer Windgeschwindigkeit von 3 m/s an.

Die Position der potenziellen Windkraftanlage wurde unter Berücksichtigung der Abstände zu Zonen mit Empfindlichkeitsstufe II, nämlich ARA (öffentlicher Bau) und Wohnzonen westlich und südlich ausgewählt.

Auf den ersten Blick schien die Einhaltung des LSV in einem dichtbesiedelten Gebiet als möglicherweise problematisch. Aus diesem Grund wurde das Thema Lärm prioritär behandelt. SFS hat 2023 ein Lärmgutachten für die Anlage V-150 4.2 MW erarbeiten lassen. Gemäss diesem Gutachten werden die gesetzlichen Planungswerte nicht überschritten.

Für die Weiterführung des Projekts wurde eine Windmessung am Standort (Windmessmast und Lidar) mit Messwerten im 10 Minuten-Mittel zur genaueren Einschätzung der Windressourcen empfohlen. Nebst planerischen und Umwelt relevanten Abklärungen wurde Interwind AG beauftragt während eines Jahres (August 2022 bis Juli 2023) mit einem temporären 99m hohen Windmessmast die Windverhältnisse am Standort zu ermitteln.

⁴ SFS Schweiz Voruntersuchung Windenergie Standort Heerbrugg, Interwind AG 16.07.2021

⁵ Meteomedia Heerbrugg, WMO No. 66960, Stundendaten 01.01.2018 – 30.06.2021

⁶ <https://www.wind-data.ch/messdaten>, Vaduz Monatsdaten 2000 - 2002

⁷ https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/EE_Windatlas

4 Projektvarianten

4.1 Windpark Layout

Das Projekt besteht aus einer Einzelanlage, auf dem Firmengelände. Der Anlagestandort wurde unter Berücksichtigung der Abstände zu Zonen mit Empfindlichkeitsstufe II, nämlich ARA (öffentliche Bau) und Wohnzonen westlich und südlich ausgewählt. Position der geplanten Anlage in Tab 2.

CH1903+ / LV95	[X] m	[Y] m	[Z] m
Geplante Anlage	2'766'040	1'254'443	403

Tab 2 Koordinaten der geplanten WEA

4.2 Anlagenvarianten

On-shore Projekten werden zurzeit von WEAs mit Rotordurchmesser 135-160 m und 4-6 MW installierter Leistung dominiert. Nabehöhen variieren zwischen 120 und 150 m. Kleinere Anlagen sind kaum erhältlich. Für dieses Projekt wurden Hersteller von Windenergieanlagen der 4 MW bis 6 MW Klasse in Betracht gezogen. Die künftige Anlage muss über TES, eine Blattheizung und eine Abschaltautomatik für Schattenwurf verfügen. Zudem ist eine möglichst niedrige Einschaltgeschwindigkeit gewünscht.

Folgende Anlagen und Anlagevarianten sind in der engeren Auswahl:

Anlagentyp	Vestas						Enercon	
	V136-4.2 MW TES	V136-4.2 MW TES	V150-4.2 MW TES	V150-4.2 MW TES	V150-5.6 MW TES	V150-6.0 MW TES	E-138 EP3 E2 4.2 MW TES	E-138 EP3 E2 4.2 MW TES
Rotordurchmesser [m]	136	136	150	150	150	150	138.6	138.6
Nabenhöhe [m]	112	149	123	145	125	125	131	149
Gesamthöhe [m]	180	217	198	220	200	200	200.3	218.3
Rotorblattspitze über Boden [m]	44	81	48	70	50	50	61.7	79.7
Cut-In [m/s]	3	3	3	3	3	3	2	2
Cut-Out [m/s]	27	27	24.5	24.5	25	25	28	28
Leistung [kW]	4'200	4'200	4'200	4'200	5'600	6'000	4'200	4'200
Schalleistungspegel [dB[A]	103.9	103.9	104.9	104.9	104.9	104.9	106	106
Rotorfläche [m²]	14'527	14'527	17'671	17'671	17'671	17'671	15'087	15'087

Tab 3 Auswahl / Varianten WEAs

Da die speziellen Windverhältnisse die Auswahl geeigneter Anlagen beeinflussen und der Standort sich nicht ohne weiteres in eine der in IEC oder DIBt Normen definierten Standortklassen zuordnen lässt (siehe Kapitel 7.8), muss die Auswahl der geeigneten Anlagen den Herstellern überlassen werden.

Logistik und Netzanschlussmöglichkeiten ist für alle Varianten kein Problem, da sich der Standort im Industriegebiet mit guten Anbindungspunkten befindet.

Zur Vereinfachung wird im weiteren Bericht hauptsächlich auf die Anlage V-150-4.2MW mit 123m Nabenhöhe eingegangen. Wir haben uns für diesen Anlagentyp entschieden, da dieser auch schon in den Visualisierungen, Schattenwurfstudie und Lärmstudie Verwendung fand. Die Ertragsberechnungen werden für alle Anlagevarianten gemacht.

5 Windmessungen 2022-2023

Nach MEASNET-Richtlinien wird empfohlen, Messungen im komplexen Gelände auf einer Höhe von mindestens 3/4 der geplanten maximalen Nabenhöhe durchzuführen. Für Nabenhöhen von 129 bis 140 m entspricht dies einer Messhöhe von 97-105 m. Aus Gründen der Flugsicherheit und der damit verbundenen Auflagen wurde eine Masthöhe von 99 m gewählt (Kapitel 6 - 8). Ein Mikrofon für die Fledermausbeobachtung wurde auf 99 m Höhe über Boden installiert.

Um die Unsicherheiten in der Extrapolation der Winddaten auf Nabenhöhen zu minimieren, wurde von April - Juni 2023 eine LIDAR-Windmessung durchgeführt (Kapitel 9).

5.1.1 Koordinaten der Windmessungen und Anlage

Die nachfolgende Tab 4 zeigt die Anlagen Koordinaten sowie die Koordinaten der zwei Messungen, Mast und LIDAR.

CH1903+ / LV95	[X] m	[Y] m	[Z] m	Distanz (m) zu		
				Anlage	Mast	LIDAR
Geplante Anlage	2'766'040	1'254'443	403	-	72	63
Windmessmast	2'765'980	1'254'482	403	72	-	52
LIDAR	2'765'978	1'254'430	403	63		-

Tab 4 Koordinaten der geplanten Anlage und Windmessungen

5.1.2 Besondere lokale Hindernisse

Folgende lokale Hindernisse beeinflussen die Windverhältnisse am Standort (Abb 1):

Südlich der geplanten Anlage:

- Gebäudekomplex SFS Heerbrugg, im Sektor 120-240°, 30-400 m Abstand, Gebäudehöhen 12-15 m

Nördlich der geplanten Anlage:

- Abwasserwerk Rosenbergsau, im Sektor 320-10°, 150-250 m Abstand, Gebäudehöhen niedrig
- Baumreihen zwischen Neugrüt und Hedsacker / Untere Böschen

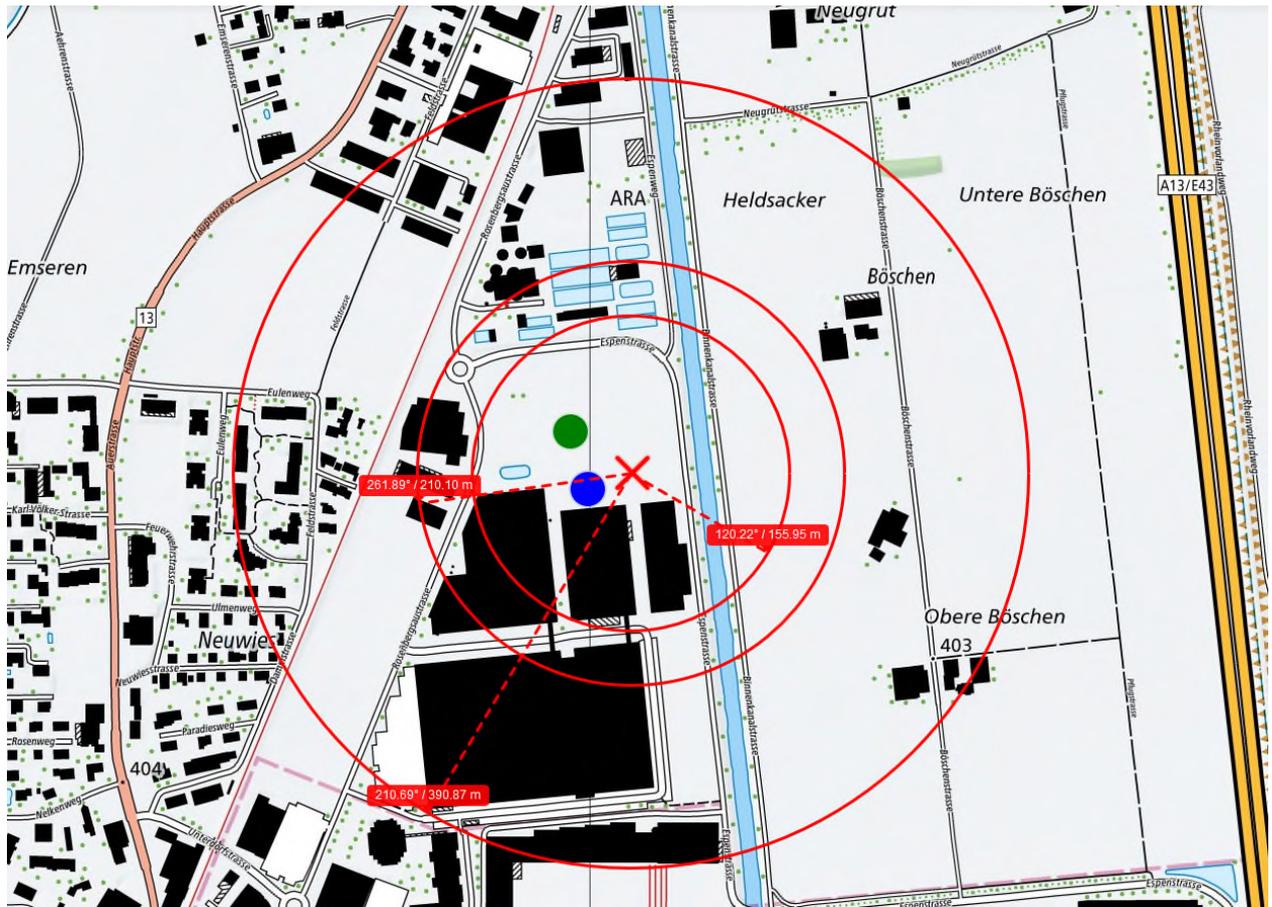


Abb 1 Besondere lokale Hindernisse um die potenzielle WKA SFS in der Hauptwindrichtung Süd-West. Grüner Kreis= Mast, blauer Kreis= LIDAR, rotes Kreuz= geplante WEA

6 Windmessung Mast 2022 - 2023

6.1 Messanordnung

Die Messung der Windgeschwindigkeiten erfolgte auf insgesamt 5 Höhen über Grund: 40, 60, 80, 85 und 99 m. Die Windrichtung wurde auf 75, 85 und 95 m, Temperatur und Feuchte auf 10 und 99 m, und Luftdruck in Bodennähe erfasst. Das beheizte Sensoren-Paar auf 85m diente zur Erfassung der Vereisungsperioden. Die Anemometer auf 40, 60, 80 und 99 m wurden in einem Measnet akkreditierten Windtunnel kalibriert. Die Messdaten wurden als 10-Minuten-Mittelwerte mit Maxima (Böenspitzen) und Minima sowie Standardabweichung erfasst. Die Messungen wurden durch die regelmässige Datenüberwachung, -kontrolle und die wöchentliche Datenfernübertragung ergänzt. Zur Erfassung der Fledermausaktivitäten wurde auf 98 m Höhe am Mast ein Mikrofon angebracht. Die Datenerfassung und -übertragung wurde von Fledermausexperten durchgeführt.

Installationsprotokoll (Commissioning Certificate) der Messanlage und Kalibrationszertifikate der Anemometer befinden sich im Anhang A2 und A3.

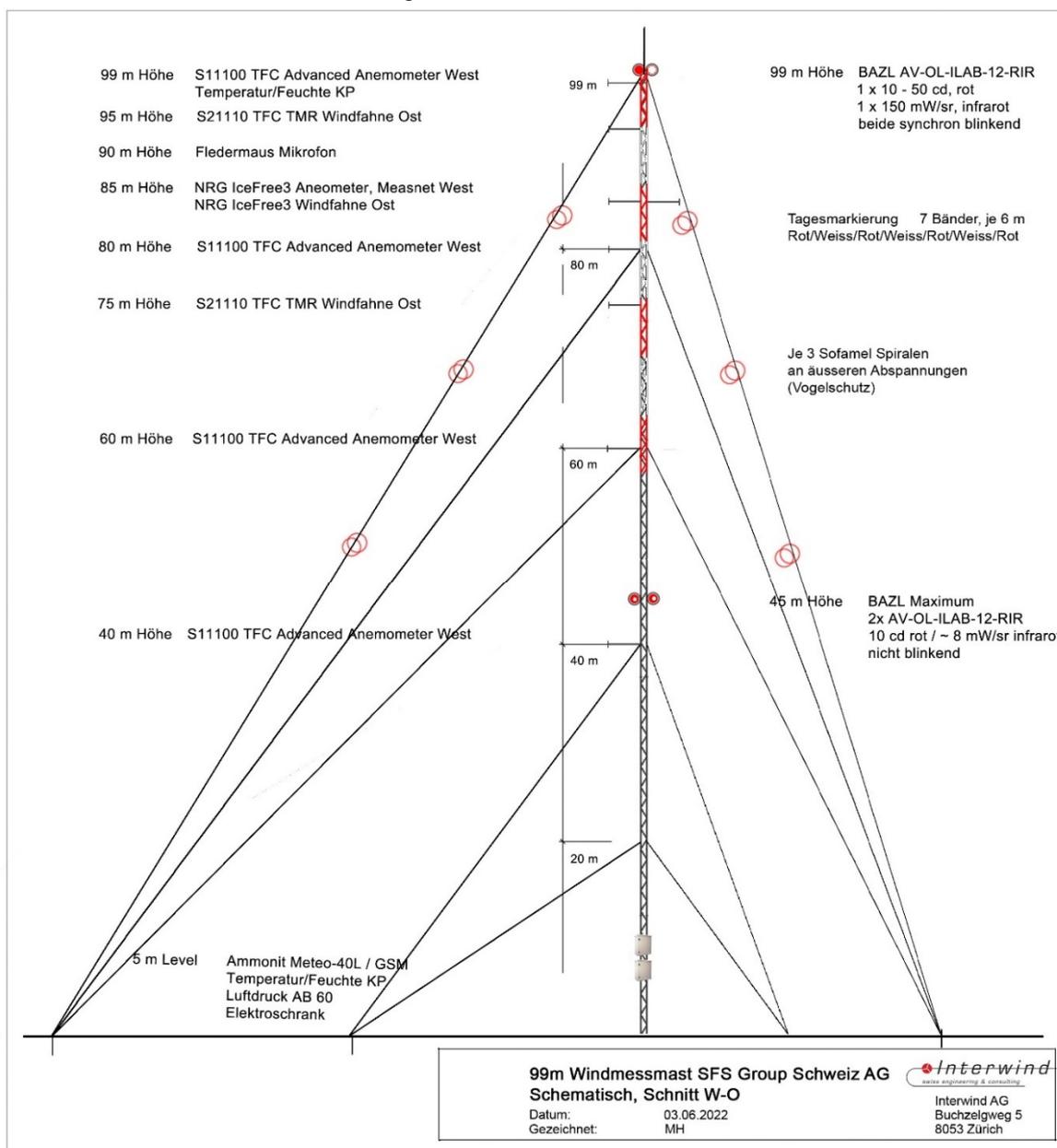


Abb 2 Grafische Darstellung der Mastanordnung 99 m Windmessmast SFS

Sensor	Modell	Messhöhe am Mast [m]	Einheit	Statistik				Serien-Nr. / Kalibrierzeichen
				Avg.	Min	Max	StdDev	
Anemometer	Thies "First Class" Advanced	99.2	m/s	✓	✓	✓	✓	6225380 21980
Temperatur / Feuchte	Ammonit S52100	98	°C, %	✓	✓	✓	✓	148453 --
Windfahne	Thies First Class Wind Vane - TMR	94.2	°	✓	✓	✓	✓	06220580 --
Anemometer	NRG IceFree3	85	m/s	✓	✓	✓	✓	48578-3 --
Windfahne	NRG IceFree3	85	°	✓	✓	✓	✓	32507 --
Anemometer	Thies "First Class" Advanced	79.2	m/s	✓	✓	✓	✓	6225381 21981
Anemometer	Thies "First Class" Advanced	59.4	m/s	✓	✓	✓	✓	6225382 21982
Windfahne	Thies First Class Wind Vane - TMR	74	°	✓	✓	✓	✓	6220581 --
Anemometer	Thies "First Class" Advanced	39.4	m/s	✓	✓	✓	✓	06225231 21919
Temperatur / Feuchte	Ammonit S52100	4.5	°C, %	✓	✓	✓	✓	148477 --
Barometer	Ammonit S31100M	2	mbar	✓	✓	✓	✓	B15-0014 --

Tab 5 Mastanordnung 99 m Windmessmast

Es ist zu beachten, dass Sensoren konstruktionsbedingt erst ab einer minimalen Windgeschwindigkeit zu drehen beginnen. Dieser Wert ist bei den hier verwendeten Anemometern 0.271 m/s und wird Offset genannt. Windgeschwindigkeit < Offset, dann wird Offsetwert automatisch als Windgeschwindigkeit gespeichert.

6.1.1 Messperiode

Die Mastmessung begann am 20. Juli 2022 und endete am 20. August 2023. Somit wurden während 12.5 Monaten Winddaten gesammelt. Als Auswertungsperiode wurde 01. August 2022 bis 31. Juli 2023 definiert.

6.2 Datengenauigkeit

Es wurden von einem Measnet zertifizierten Windkanal⁸ kalibrierte First-Class Anemometer verwendet. Alle Werte wurden pro Sekunde gemessen. Ein Datenlogger registrierte Mittelwerte, Maxima, Minima und Standartabweichung pro 10-Minuten Periode.

Die Installation der Messgeräte wurde entsprechend dem Standard IEC-61400-1⁹ vorgenommen.

⁸ Deutsche WindGuard, Wind Tunnel Services GmbH, Oldenburger Str. 65, 26316 Varel, Deutschland

⁹ IEC 61400-1 Third edition 2005-08, Annex G, International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, CH - 1211 Geneva 20

6.3 Datenverfügbarkeit und -Qualität

Die aufgenommenen Datenmengen und ihre Qualität wurden Ende jedes Monats auf Konsistenz und Unregelmässigkeiten geprüft. Die Zahlen in Abb 3 zeigen den erfassten Prozentsatz der möglichen Datenmenge pro Tag. Tage mit Datenverlusten (z.B. Stromausfall) wären gelb markiert. Die Datenverfügbarkeit während der Auswertungsperiode betrug bei beiden Messmasten über 99% (Tab 6).

2023

		2023																															
Month\Day		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	
2023-08		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2023-07		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2023-06		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
2023-05		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
2023-04		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
2023-03		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
2023-02		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
2023-01		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

2022

		2022																														
Month\Day		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
2022-12		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2022-11		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2022-10		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2022-09		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2022-08		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2022-07																																

Abb 3 Vollständigkeit der Daten, Windmessmast SFS

Auswertungsperiode	
Start	01.08.2022 00:00
Ende	31.07.2023 23:50
Anzahl Stundenwerte	8'760
Anzahl 10-Minuten-Werte	52'560
Messmast	Alle Sensoren (Ausser 85m IceFree Anemometer)
Anzahl Stundenwerte	8'760
Fehlende Datenpunkte (10 Minuten)	keine
Fehlende Anzahl Stunden	0
Datenverfügbarkeit (%)	100 %

Tab 6 Datenkontrolle Windmessungen SFS 2022-2023

Der IceFree Anemometer auf 85 m war kurz nach der Installation defekt. Dieser Sensor wurde am 29. Juli 2023 ersetzt. Datenverfügbarkeit für diesen Sensor war 93.8 %.

7 Resultate der Windmessung Mast 2022 - 2023

In diesem Kapitel werden die Resultate der gemessenen Winddaten am Standort aufgeführt und analysiert. Als Auswertungsperiode gilt ein Jahr, vom 01. August 2022, 00:00 bis 31. Juli 2023, 23:50. Die Anemometer-Messungen liefern neben der Windgeschwindigkeit weitere Daten zu relevanten Standortparametern, wie Turbulenzintensität, Extremwerte der Windgeschwindigkeit und Vereisungshäufigkeit. Diese Parameter sind Grundlage für die Auswahl der für den Standort geeignete Anlage und für die Bestimmung betrieblicher und technischer Massnahmen für einen sicheren Betrieb und eine optimale Produktion. Die gemessenen Werte werden auf die vorgesehenen Nabenhöhen extrapoliert und ergeben Resultate für die gemessene Periode, in diesem Fall eine Momentaufnahme für das Messjahr.

7.1 Jahres- und Monatsmittelwerte

Die Abb 4 zeigt, die während der Windmesskampagne 2022-2023 gemessenen Monatsmittelwerte am Windmessmasten auf 99 m über Grund. Der März war mit 4.06 m/s der windstärkste Monat. November war der windärmste Monat. Es ergab sich ein Jahresmittel von 3.6 m/s.

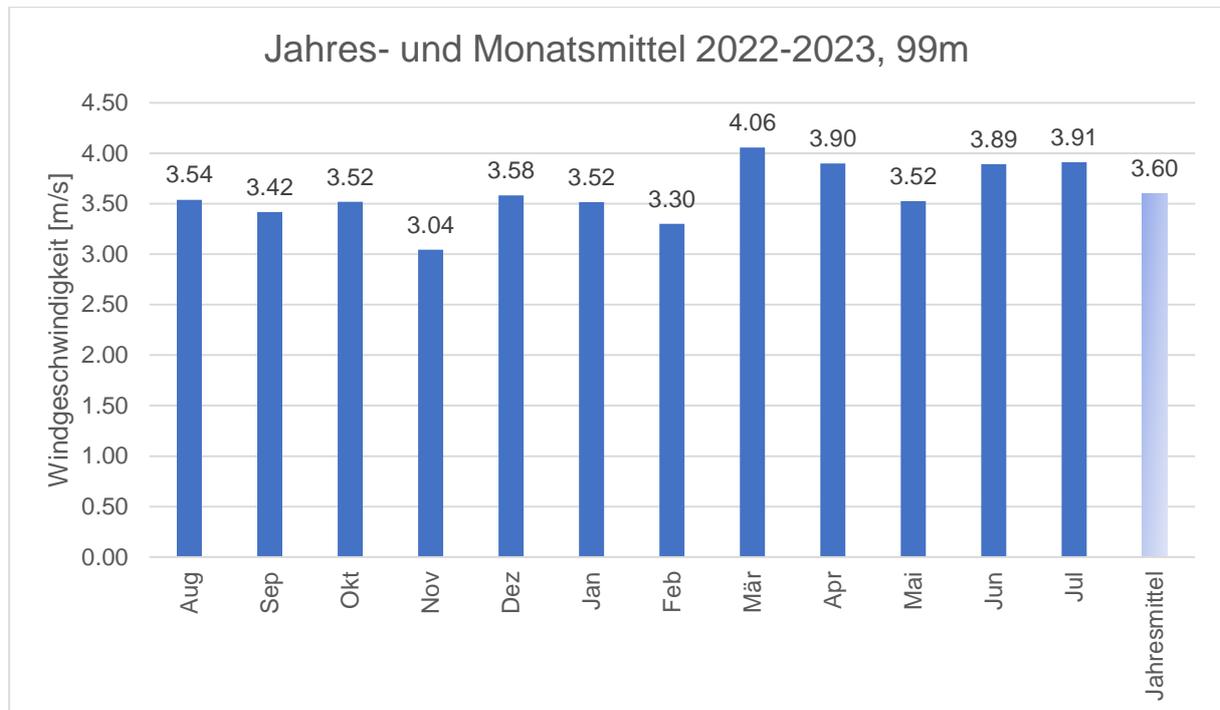


Abb 4 Jahres- und Monatsmittel auf 99 m, Windmessmast SFS

7.2 Tagesmittelwerte

Während 45% der Zeit betrug die Windgeschwindigkeit am Mast auf 99m Höhe weniger als 3 m/s. Windgeschwindigkeiten unter 3 m/s liegen unter der Einschaltgeschwindigkeit der meisten Windenergieanlagen und können nicht zur Energieproduktion genutzt werden. Während 54% der Zeit betrug die Windgeschwindigkeit mehr als 3 m/s und eine Windkraftanlage hätte Strom produziert. Abb 5 gibt einen Hinweis auf die Windverhältnisse am Messstandort, gibt aber keine Auskunft wie viel Energie hätte produziert werden können. Dies hängt stark von der Leistungskurve der Windenergieanlagen ab.

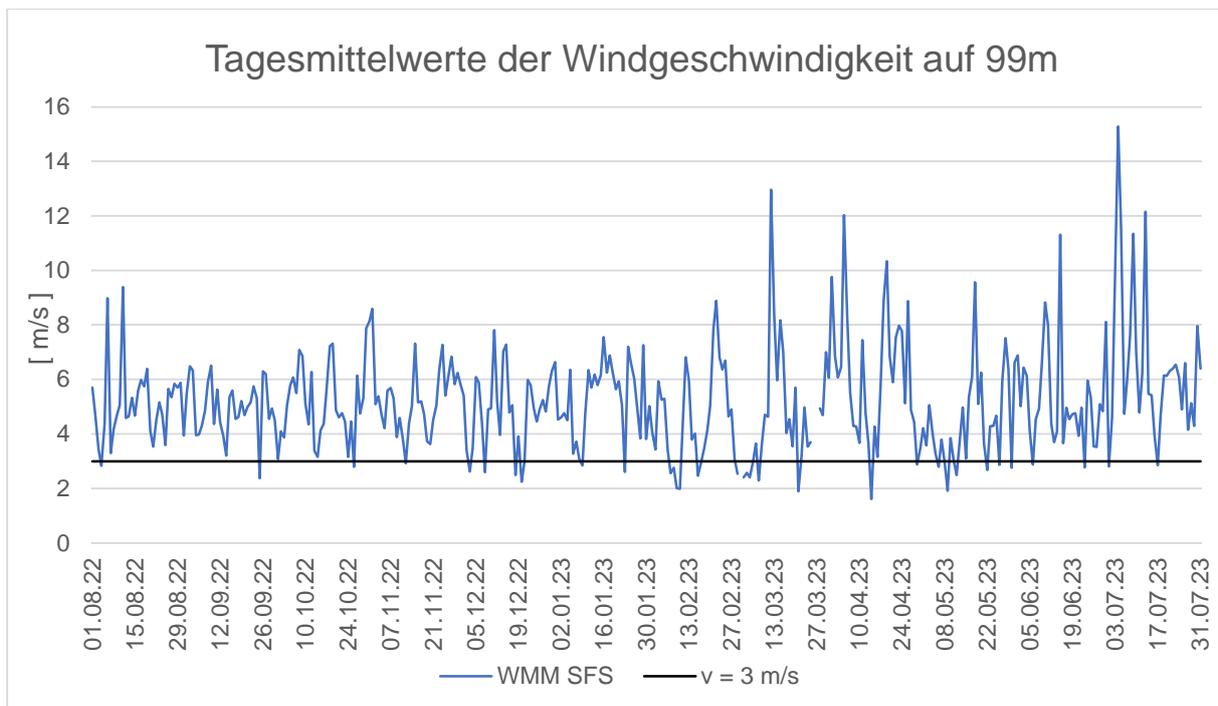


Abb 5 Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeit auf 99 m, Windmessmast SFS

7.3 Tagesverlauf der Windgeschwindigkeit

Der Tagesgang und die Windgeschwindigkeit auf 99 m am Messmasten zeigt eine punktuelle Aufnahme am Standort. Wie in Abb 6 zu sehen ist, erreicht der Tagesgang am Nachmittag zusammen mit der Temperatur eine erste Höhe. Die Windgeschwindigkeit erreicht gegen 23:00 seine Spitze, während die Temperatur abnimmt. Am Frühen Morgen nimmt die Windgeschwindigkeit, wie auch Temperatur ab.

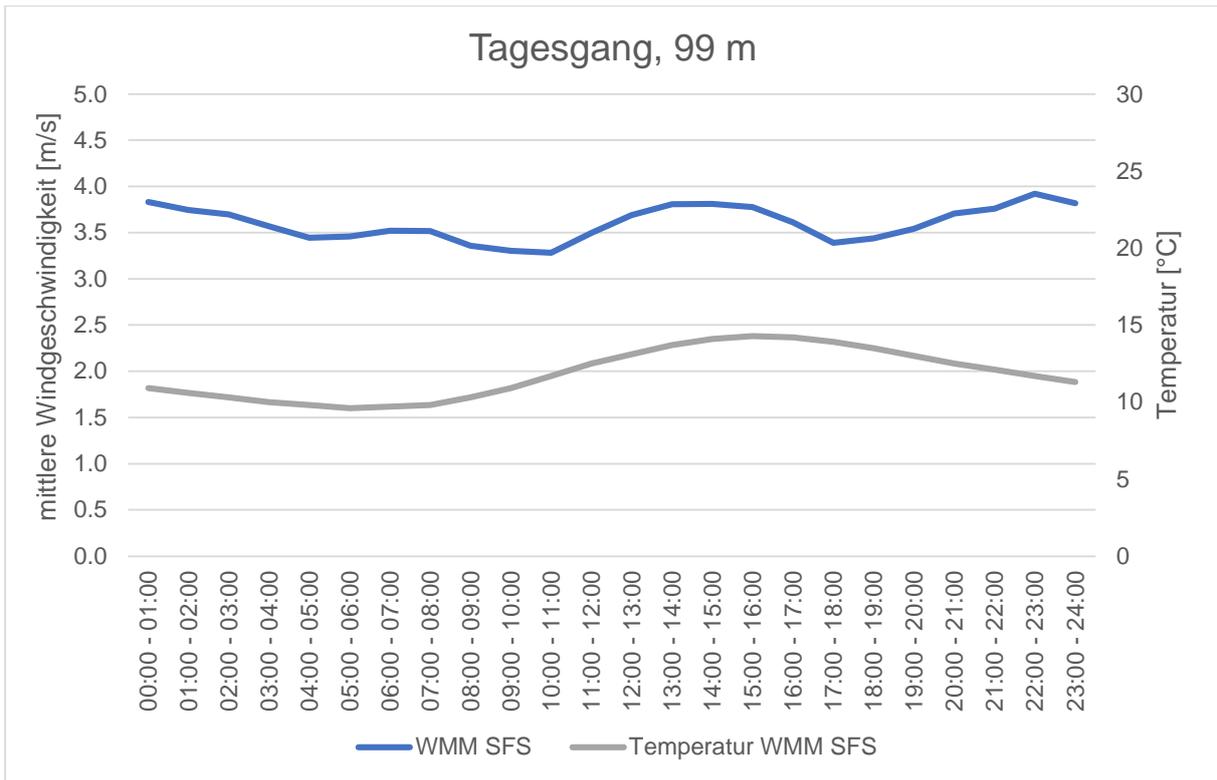


Abb 6 Tagesgang der Windgeschwindigkeit und Temperatur auf 99m während Auswertungsperiode

7.3.1 Saisonaler Tagesverlauf der Windgeschwindigkeit

Wie die nachfolgenden Abbildungen Abb 7 bis Abb 10 zeigen, kann der Tagesgang je nach Jahreszeit vom Jahresmittel abweichen. Die Windgeschwindigkeiten sind im Schnitt in der wärmeren Jahreszeit (März bis August) höher als in der kälteren (September bis Februar).

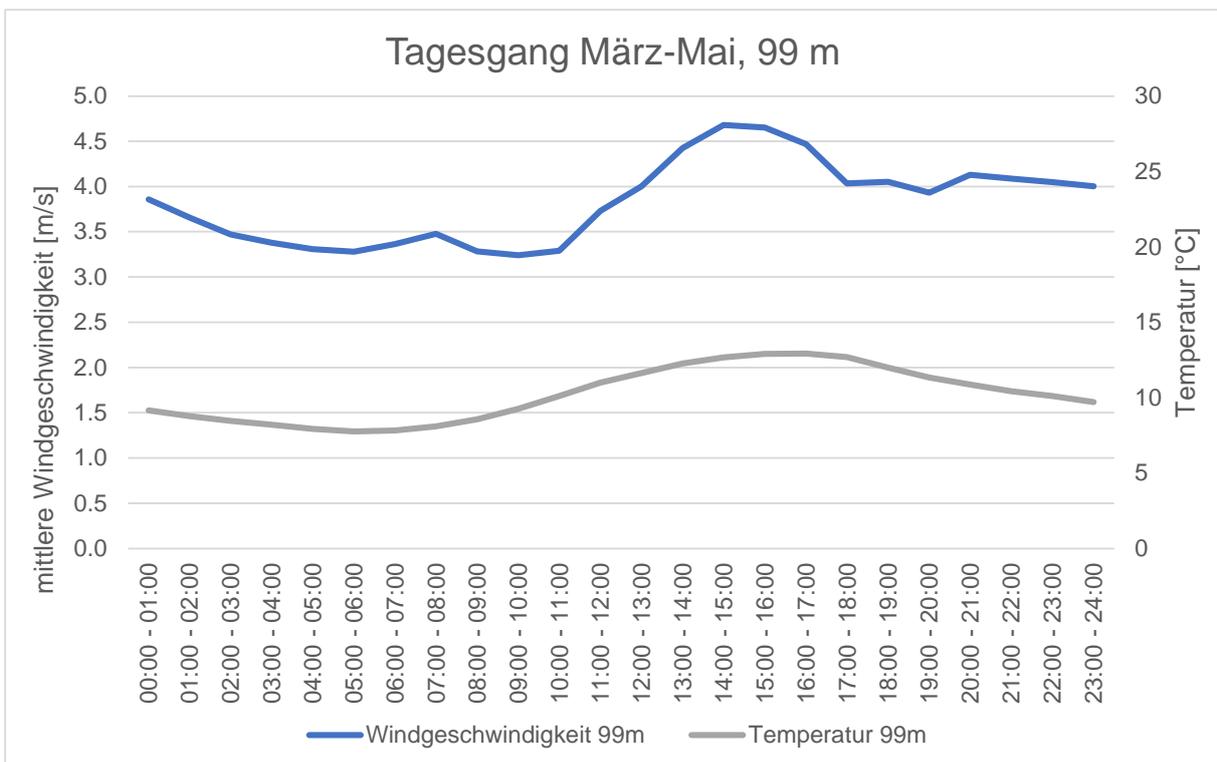


Abb 7 Tagesgang der Windgeschwindigkeit und Temperatur auf 99m von März-Mai

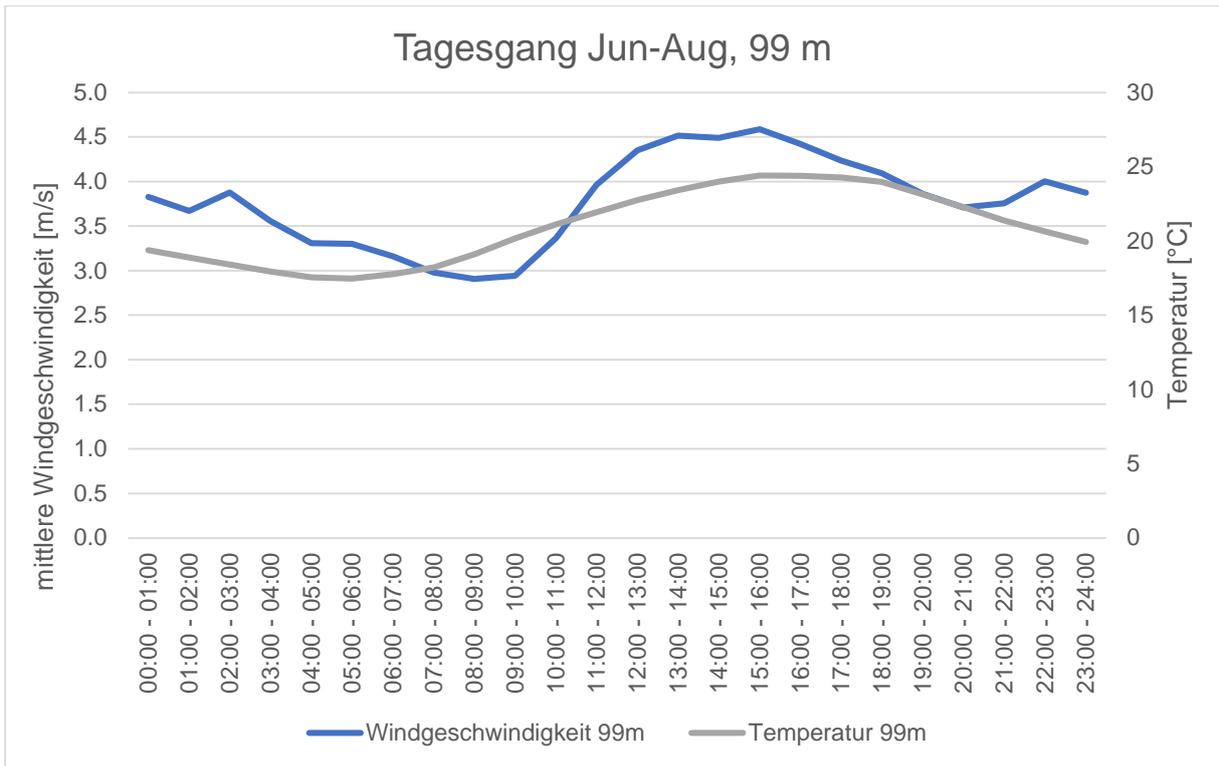


Abb 8 Tagesgang der Windgeschwindigkeit und Temperatur auf 99m von Juni-August

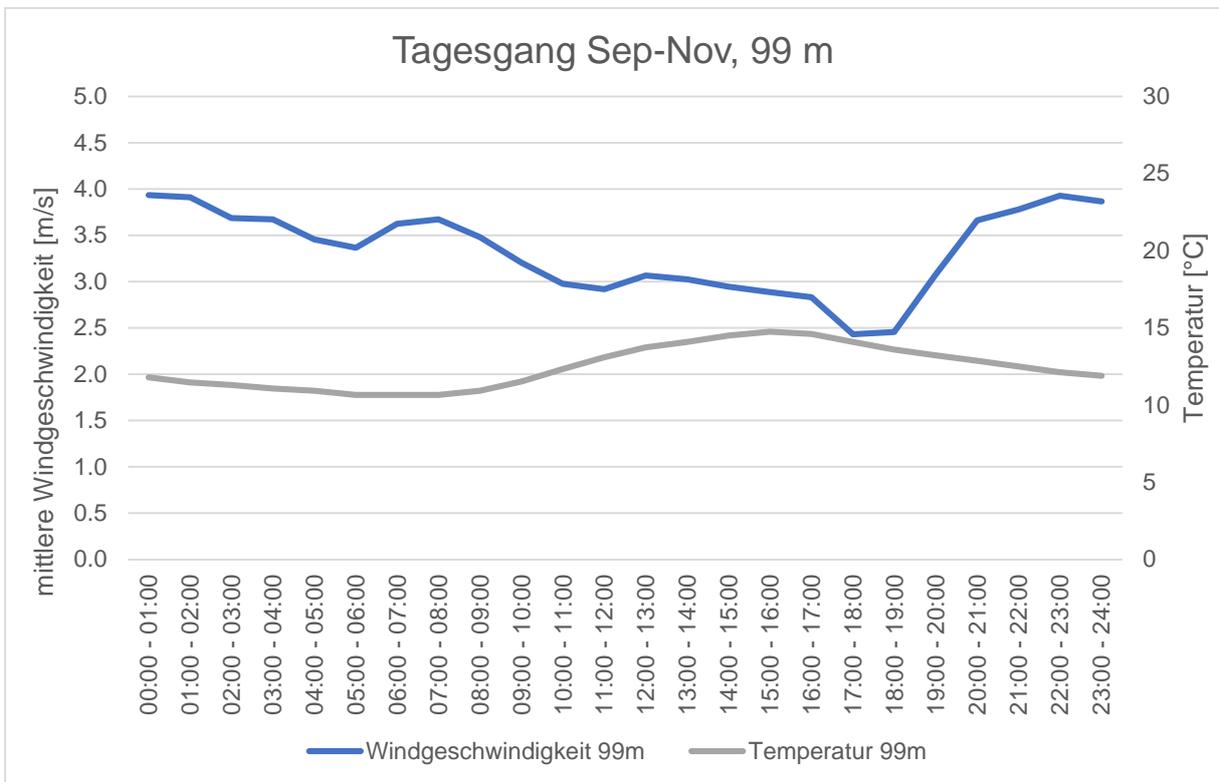


Abb 9 Tagesgang der Windgeschwindigkeit und Temperatur auf 99m von September-November

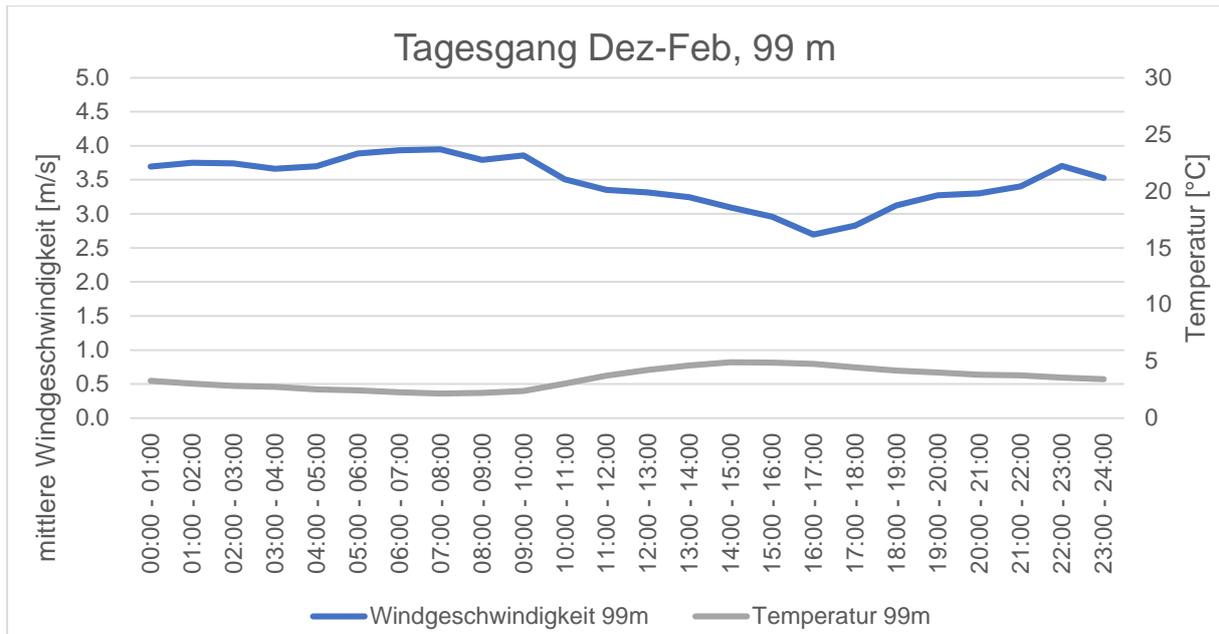


Abb 10 Tagesgang der Windgeschwindigkeit und Temperatur auf 100m von Dezember-Februar

7.4 Weibull-Verteilung

An den Masten wurde auf 5 Höhen bis auf 99 m Windgeschwindigkeiten gemessen (siehe Kapitel 5.1.1). Untenstehende Formel wurde zur Extrapolation der Mastdaten auf die Nabhöhen angewendet (Formel 1). Die Messdaten auf 85m wurden ausgeschlossen, weil der bei der Messung verwendete Anemometer als einziger beheizt wurde und nur zur Ermittlung der vereisten Tage benötigt wurde.

Formel 1 Vertikale Extrapolation

$$v_i = v_j \left(\frac{h_i}{h_j} \right)^\alpha,$$

Wobei: v = Windgeschwindigkeit $\left[\frac{m}{s} \right]$, h = Höhe $[m]$, α = Shear Faktor (Höhenexponent)

Die für den Energieertrag massgebenden Weibullparameter A und k sowie das Jahresmittel sind in Tab 7 aufgeführt.

Mast SFS Meter über Grund [m]	Jahresmittel [m/s]	Weibull A [m/s]	Weibull k
149m*	4.11	4.61	1.67
145m*	4.07	4.57	1.67
131m*	3.95	4.43	1.69
125m*	3.89	4.36	1.69
123m*	3.83	4.30	1.71
112m*	3.76	4.22	1.71
99m	3.60	4.05	1.71
85m**	3.25	3.40	1.22
80m	3.41	3.82	1.70
60m	3.18	3.57	1.73
40m	2.83	3.18	1.76

* anhand der gemessenen Daten auf Höhe extrapoliert, Höhenexponent (α)= 0.266

** NRG Sensor, nur zur Überwachung, nicht für Extrapolation

Tab 7 Weibullparameter und Jahresmittel mit Mast SFS gemessen und auf Nabhöhen extrapoliert

7.5 Häufigkeitsverteilung

Das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit an einem Standort gibt einen ersten Anhaltspunkt für die Windenergieressourcen am Standort. Für die Energieressourcen (und damit den Energieertrag) an einem Standort ist die Häufigkeit der verschiedenen Windgeschwindigkeitsklassen massgebend, nicht die mittlere Windgeschwindigkeit. Sie wird gemäss nachfolgender Gamma-ln Formel (Formel 2) berechnet. Die Frequenzverteilung wird mit den Weibullparameter A und k definiert. Lage Parameter A, (Einheit m/s), ist der "Mittelwert" der Verteilung. Form Parameter k beschreibt die Form der Verteilung (einheitslos).

Formel 2 Berechnung der Energie (siehe auch Anhang A4)

$$E = \frac{1}{2} \rho \cdot A^3 \cdot e^{\left(\text{Gamma} \cdot \ln\left(1 + \frac{3}{k}\right) \right)}$$

Die Windenergie ist proportional zur dritten Potenz der Windgeschwindigkeit, weshalb kurze hohe Windgeschwindigkeiten im Endeffekt energiereicher sind als der tieferliegende Mittelwert. Der Jahresmittel der Windgeschwindigkeit kann also nicht direkt mit der Leistungskurve einer WEA in Zusammenhang gebracht werden. Die nachfolgende Abb 11 zeigt Frequenz- und Weibullverteilungen der Windgeschwindigkeit auf 99m am Messstandort. Die Fläche unter der Kurve beträgt immer genau 1, da die Wahrscheinlichkeit dafür, dass der Wind mit einer beliebigen Geschwindigkeit einschliesslich 0 weht, gleich 100 Prozent sein muss.

Die Weibullverteilung ist eine statistische Funktion, die von der Frequenzverteilung abgeleitet wird. Damit wird das Vorkommen verschiedenen Windgeschwindigkeiten, die von Jahr zu Jahr variieren, über längere Zeiten dargestellt, um entsprechende Belastungen der Anlagen zu schätzen.

In Abb 11 ist zu sehen, dass der Windmessstandort SFS über eine hohe Wahrscheinlichkeitsdichte um 2-5 m/s verfügt.

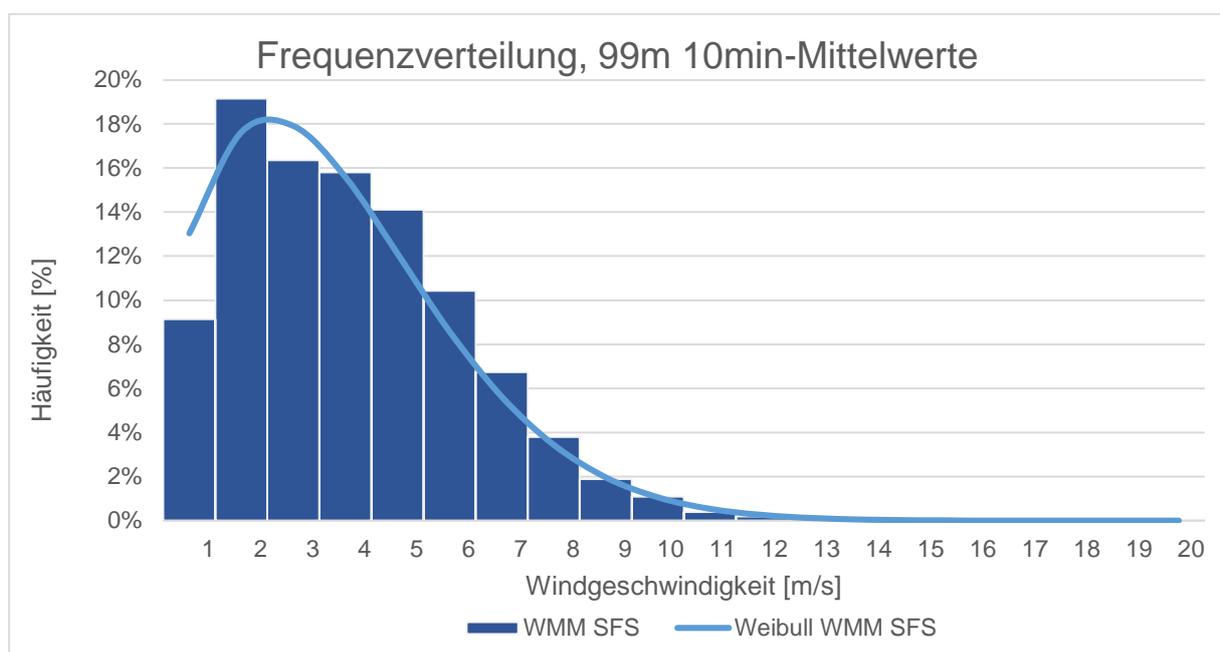


Abb 11 Frequenzverteilung der Windgeschwindigkeiten auf 99 m, Mast SFS

Folgende Tabelle (Tab 8) zeigt die Windverhältnisse am Messstandort. Die nachfolgenden Parameter wurden mittels drei verschiedener Algorithmen berechnet. Die Werte stimmen gut überein und entsprechen der gemessenen Verteilung.

Diese Tatsache wird bei den Ertragsschätzungen berücksichtigt (Kapitel 13.4).

WMM SFS	Weibull	Weibull	Mittlere-	Anteil	Energie-	
99 m	k	A	Geschwindigkeit	über	dichte	Genauigkeit
Algorithmus		(m/s)	(m/s)	3.604	(W/m ²)	R ²
Maximum likelihood	1.71	4.046	3.608	0.44	65.5	0.97356
Least Squares	1.769	4.014	3.573	0.438	61	0.96649
WAsP	1.781	4.119	3.665	0.455	65.3	0.96477
Messdaten	52'134		3.604	0.455	65.3	

Tab 8 Nach drei Algorithmen berechnete Weibull-Parameter auf 99 m, und Genauigkeit der Berechnungen (R2) beim Windmessmasten SFS

Im folgenden Beispiel werden die Relevanz der Frequenzverteilung auf die Energieproduktion illustriert:

Die Frequenzverteilung zeigt, welche Windgeschwindigkeit, während wie viel Prozent der Zeit (wie viele Stunden pro Jahr) vorkommt. Die Leistungskurve der Anlage zeigt, bei welcher Windgeschwindigkeit wie viele kW Strom die Anlage produziert (Beispiel Abb 12). Die Anlage Vestas V-150-4.2 MW hat eine Einschaltgeschwindigkeit von 3m/s und beginnt ab dann Energie zu produzieren.

Werden die Anzahl Stunden pro Jahr und Windgeschwindigkeit mit der Energieproduktion der Windgeschwindigkeit multipliziert, ergibt dies die Stromproduktion pro Windklasse. Die Summe der Produktion in allen Windgeschwindigkeitsklassen ergibt die Jahresproduktion (Abb 14, in kWh).

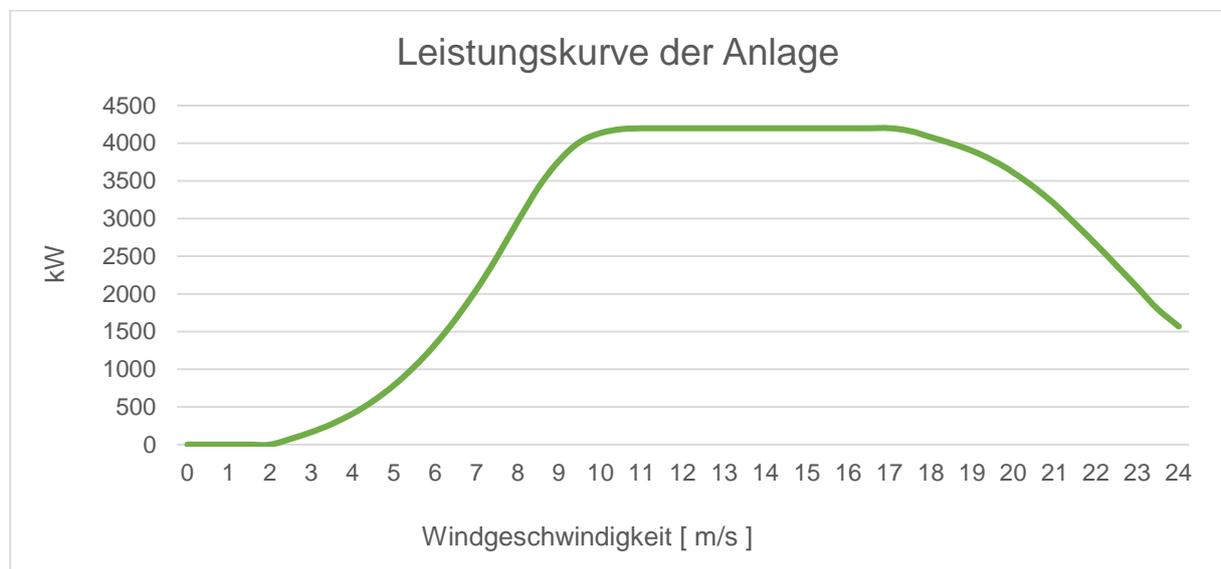


Abb 12 Leistungskurve der Anlage V-150, 4'200 kW, Betriebsmodus 0, Leistungsoptimiert¹⁰

¹⁰ Vestas Dokument «0067-7065.V11-Leistungsspezifikation-V136-4.0--4.2MW-(0067-7065DE)-1»

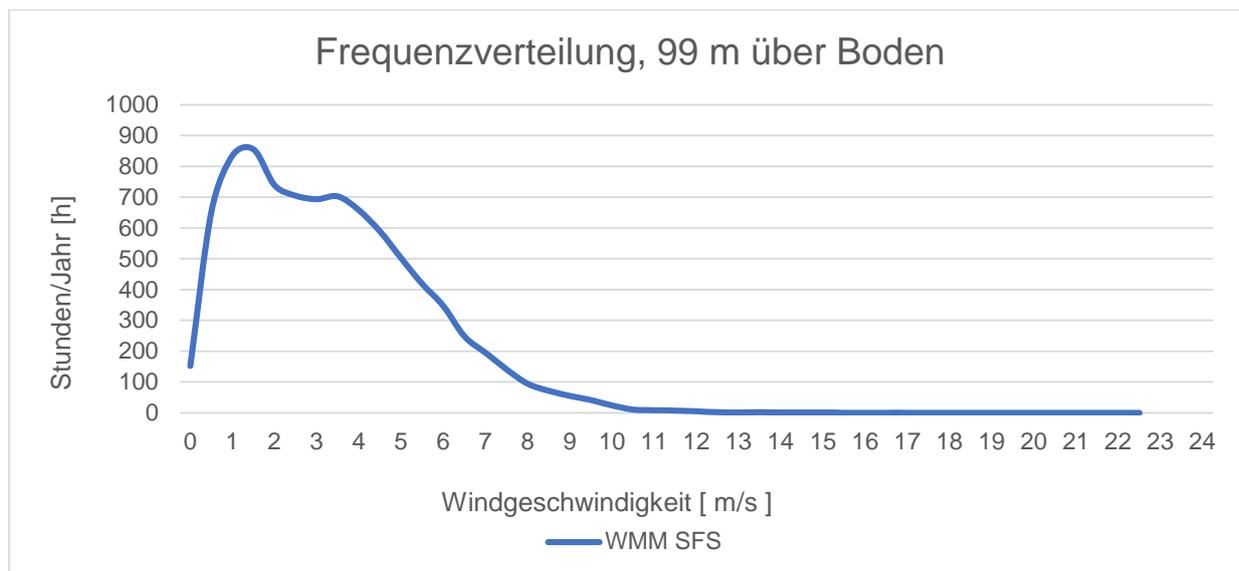


Abb 13 Häufigkeit einzelner Windgeschwindigkeiten, während der Auswertungsperiode Aug 2022 - Juli 2023

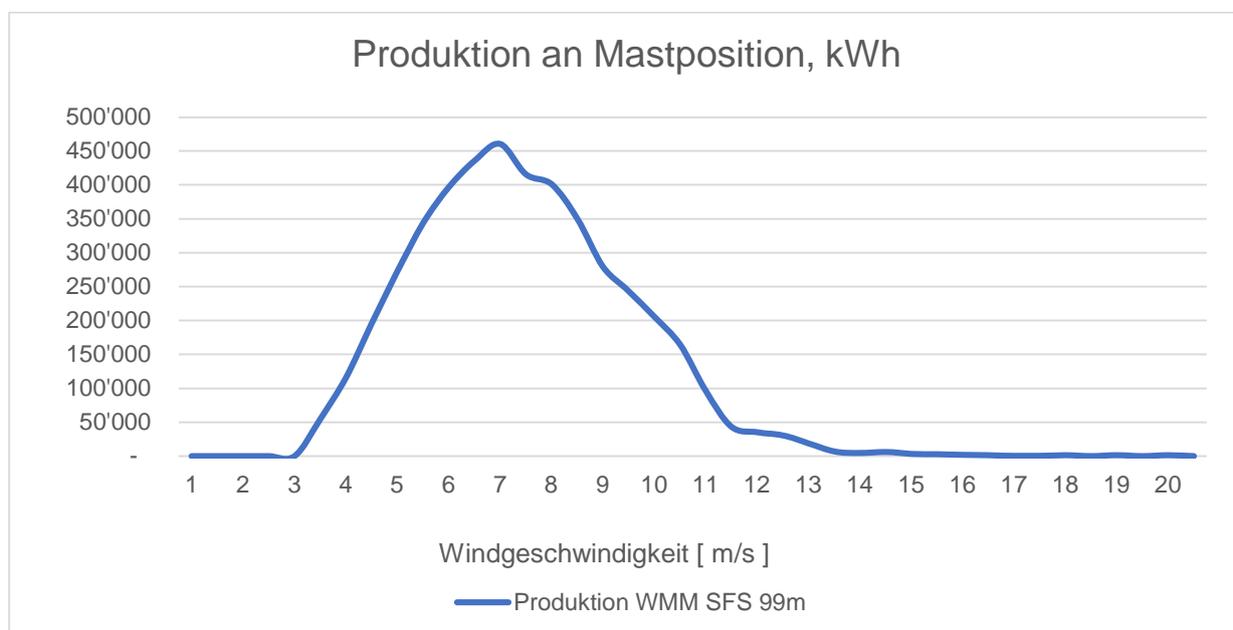


Abb 14 Energieproduktion V-150 4.2 MW, während der Auswertungsperiode Aug 2022 - Juli 2023, wenn diese Anlagen auf der Position des Windmessmasten gestanden wäre.

Obwohl die mittlere Windgeschwindigkeit am Mast auf 99m 3.6 m/s betrug, wäre, während der meisten Zeit Energie mit Windgeschwindigkeiten von 2-12 m/s produziert worden. Windgeschwindigkeiten von 5-7 m/s machen den grössten Energieanteil aus (Abb 14).

Dieses Beispiel zeigt, dass für die Eignung eines Standortes für Windenergienutzung die spezifischen Windverhältnisse massgebend sind und nicht das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit, das nur einen ersten Anhaltspunkt liefert und für das Ertragspotential nicht relevant ist.

7.6 Vertikale Windprofile

In Abb 15 sind die gemessenen und extrapolierten Werte als vertikales Windprofil dargestellt.

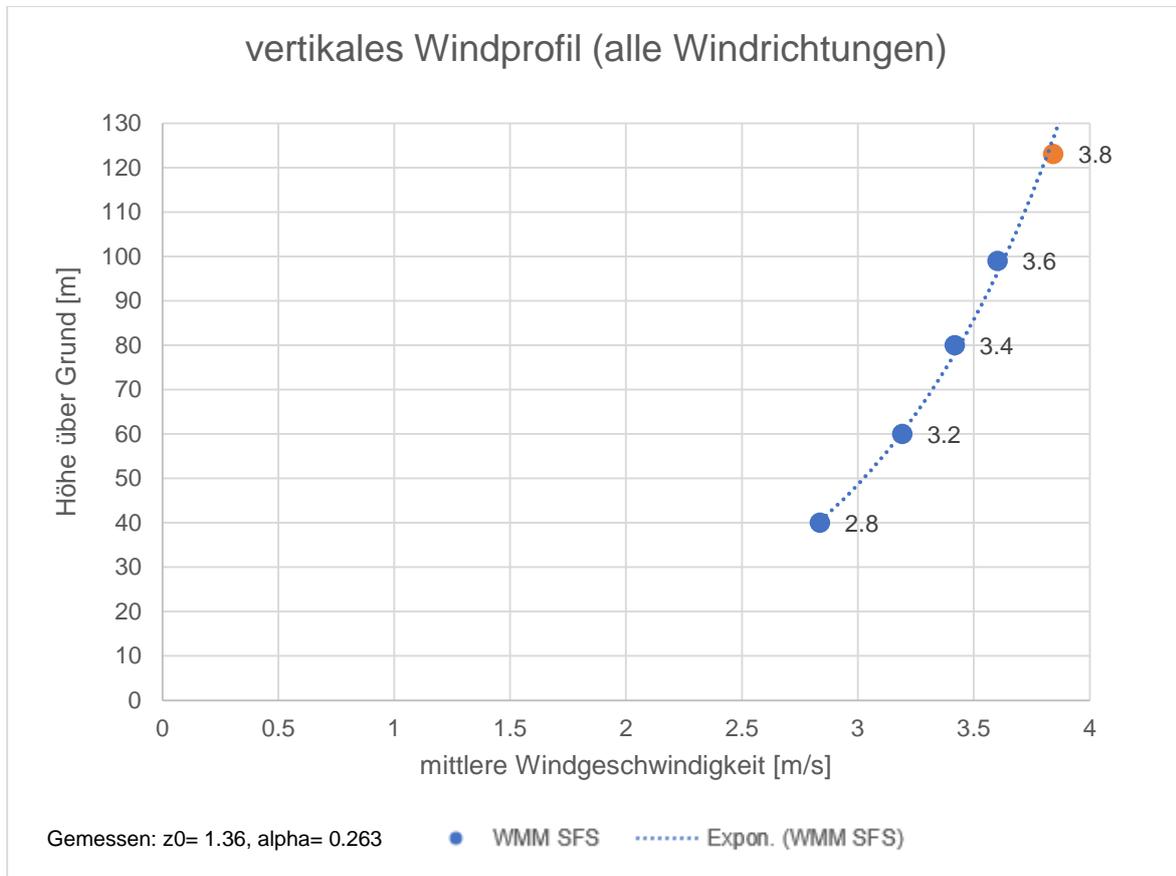


Abb 15 Vertikales Windprofil. Gemessene Daten (40, 60, 80, 99 m) und extrapoliertes Wert 123 m

7.6.1 Richtungsabhängigkeit der vertikalen Windprofile

Die nachfolgende Abb 16 zeigt, dass das Windprofil des Sektors $202.5^\circ - 247.5^\circ$ mit 4.9 m/s auf 123 m die höchsten durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten aufweist. Gerade im Sektor der Hauptwindrichtung würde der Standort von einer hohen Anlagenhöhe profitieren, in den übrigen Sektoren weniger.

Windmessmast SFS, Windrose 95m und vertikale Windprofile (2022-2023)

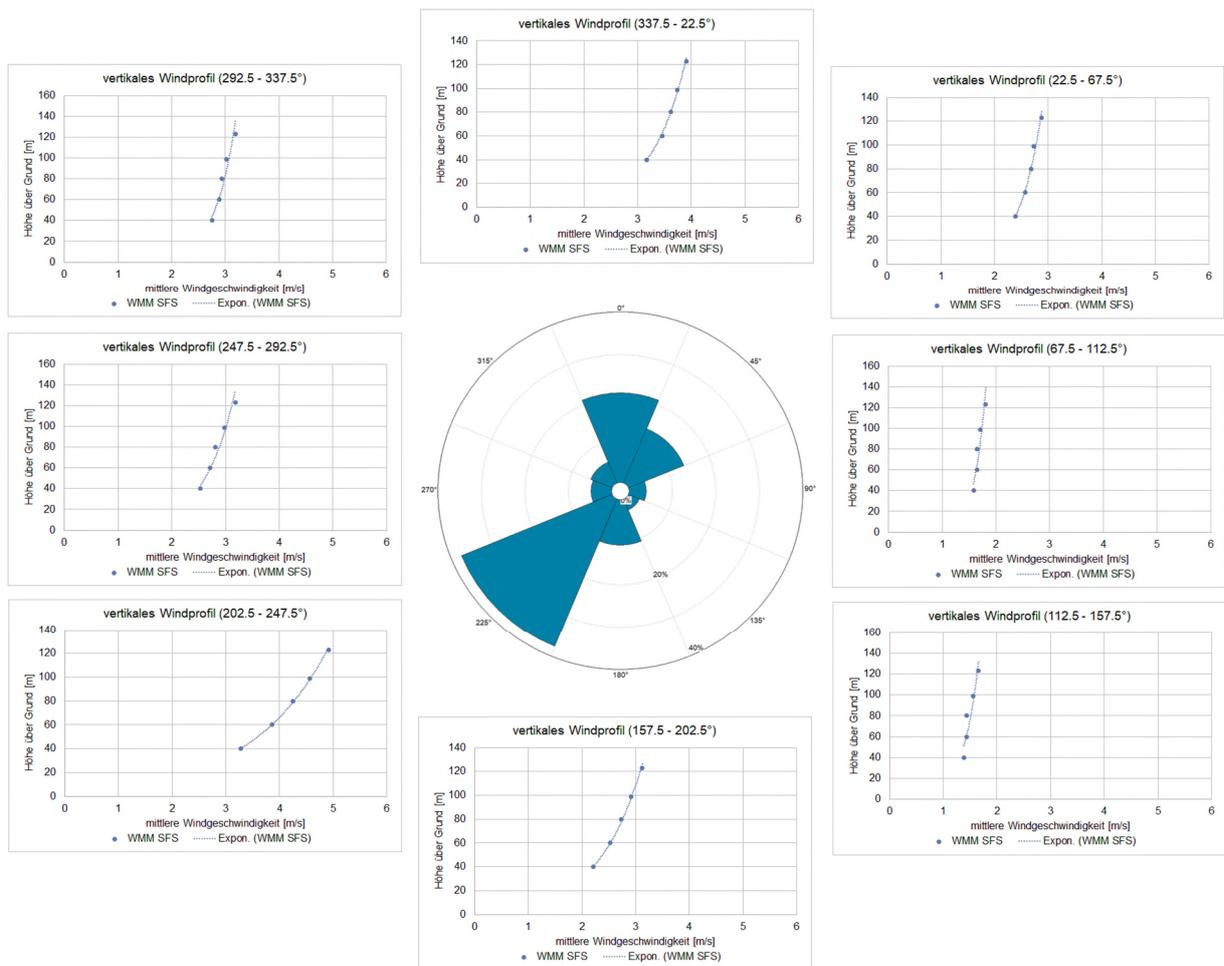


Abb 16 Vertikale Windprofile (auf 40m, 60m, 80m, 99m, 123m) nach Windrichtungen (8 Sektoren), Mast SFS

7.6.2 Saisonale Variation und Tagesgang der vertikalen Windprofile

Das vertikale Windprofil hängt nicht nur von der Windrichtung ab, es ist auch Tages- und Jahreszeit abhängig. Die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe ist am Tag weniger ausgeprägt als in der Nacht. In der Hauptwindrichtung Südost sind die Kurven flacher, ebenso in Winter (Abb 17 -Abb 19). Es ist unmöglich mit einem einfachen Algorithmus Langzeitdaten zu generieren, die all diese spezifischen Eigenheiten des Standortes erfassen.

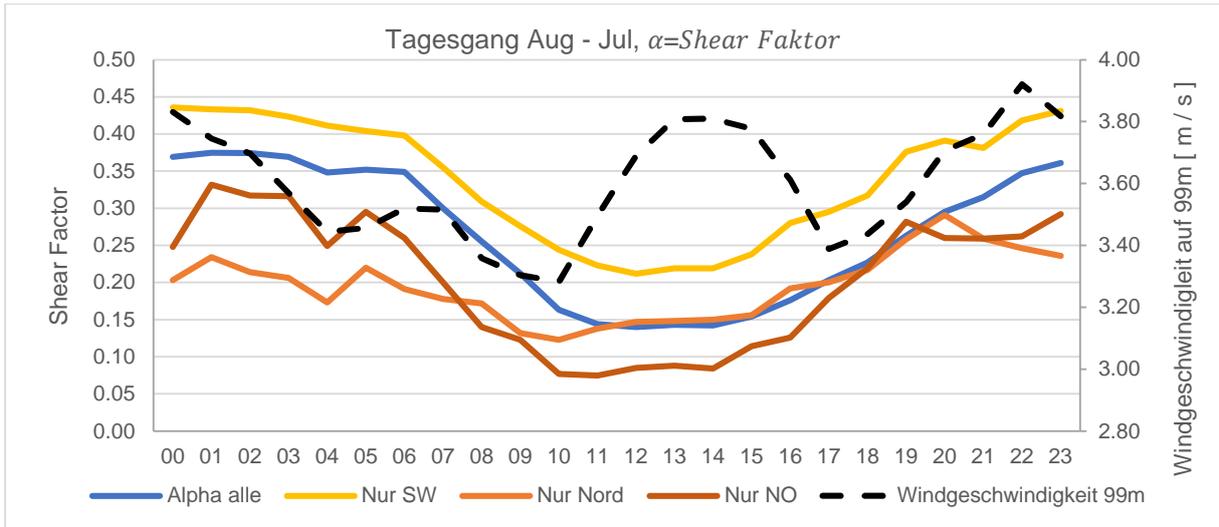


Abb 17 Tagesgang des Shear Factors und der Windgeschwindigkeit während der Messperiode

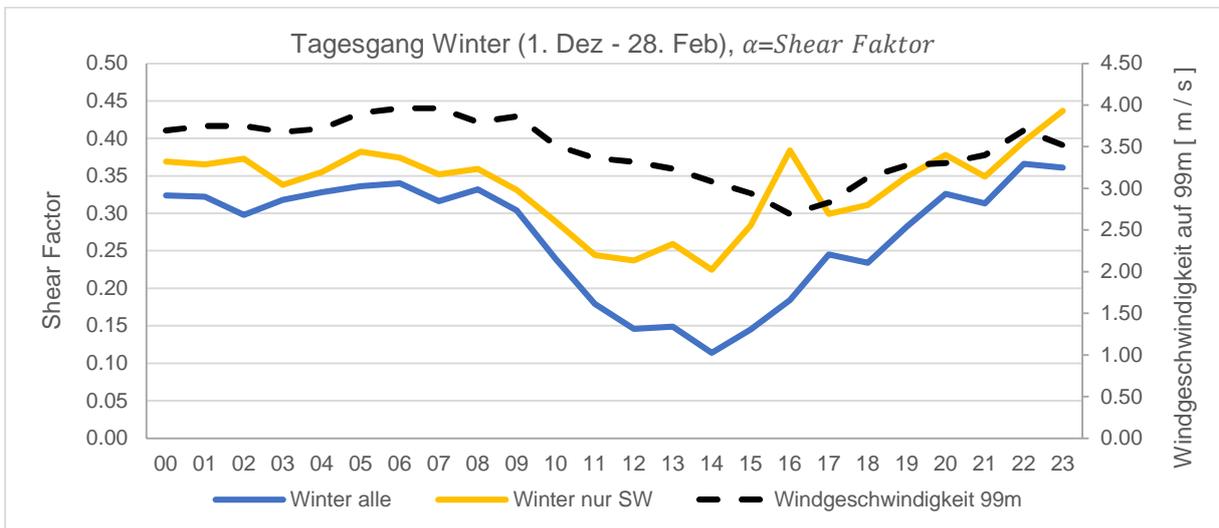


Abb 18 Tagesgang des Shear Factors und der Windgeschwindigkeit im Winter

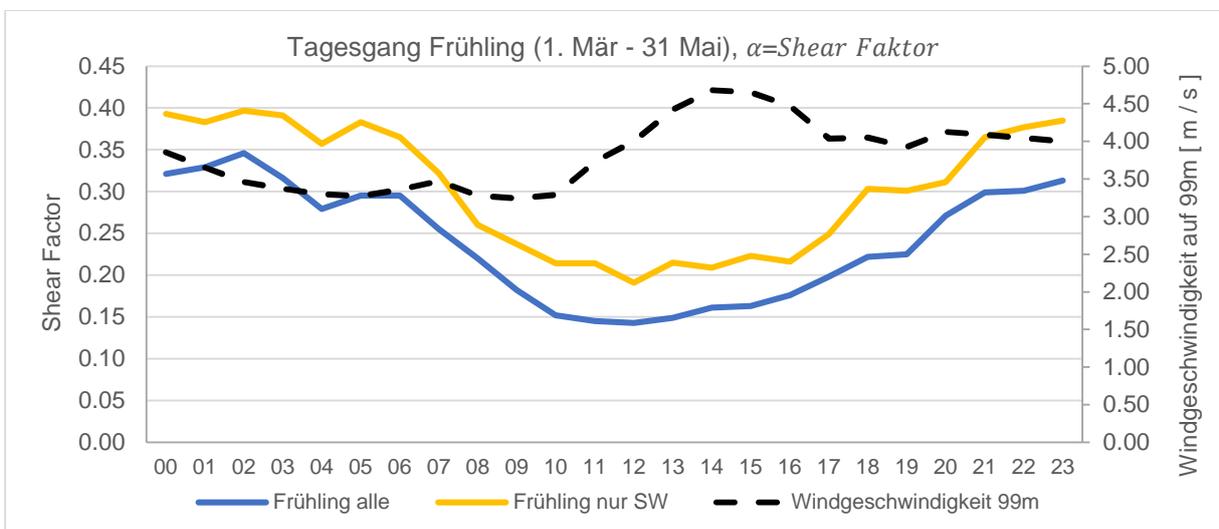


Abb 19 Tagesgang des Shear Factors und der Windgeschwindigkeit in Frühling

7.7 Windrose, Verteilung der Windgeschwindigkeit und Windrichtung

Um die Energieproduktion abzuschätzen sind Kenntnisse über die Verteilung der vorherrschenden Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen massgebend. Die Tab 9 zeigt die Betriebszeiten einer Anlage am Standort Mast. Bei einer Nabenhöhe von 123 m wird geschätzt, dass am Maststandort 42.6% der Zeit die Anlage Stillstehen würde. Bei einer Nabenhöhe von 145m etwas weniger, 40.5%. Dies, weil die Anlage erst ab einer Windgeschwindigkeit von 3 m/s anläuft.

Parameter	99 m	123 m	145 m
Mögliche 10 Min Daten	52'134	52'559	52'559
Erfasste 10 Min Daten	52'559	52'559	52'559
Daten Verfügbarkeit	99.19%	100.00%	100.00%
Betriebszeiten als % der Zeit	% der Zeit	% der Zeit	% der Zeit
"Stillstand" ($v < 3$ m/s) violett	45.0%	42.6%	40.5%
0 - 50% Leistung (3-7.5 m/s / 23.5-24.5 m/s) Blau-Grün	49.7%	50.0%	48.8%
50 - 100% Leistung (7.5-23 m/s) Gelb-Orange	5.3%	7.4%	10.7%
Volllast, 100% (11.5-18 m/s) Orange-Rot	0.22%	0.34%	0.53%
Abschalten, $v > 24.5$ m/s	0.0%	0.0%	0.0%

Tab 9 Betriebszeiten einer Anlage am Standort Mast SFS auf 99m, 123m und 145m während Auswertungsperiode (siehe dazu Abb. 20)

Während der Messperiode wäre die Anlage nie aufgrund zu hohen Windgeschwindigkeiten (über 24.5 m/s) abgeschaltet worden.

Abb 20 zeigt die Windrose mit Frequenzverteilung auf 99m (gemessen) und 123m (extrapoliert) am Messstandort Mast SFS. Die Grafiken zeigen, dass die Hauptwindrichtung 225° Süd-Ost ist. Mit zunehmender Höhe verschiebt sich die Hauptwindrichtung weiter Richtung Süden (123m, 202°).

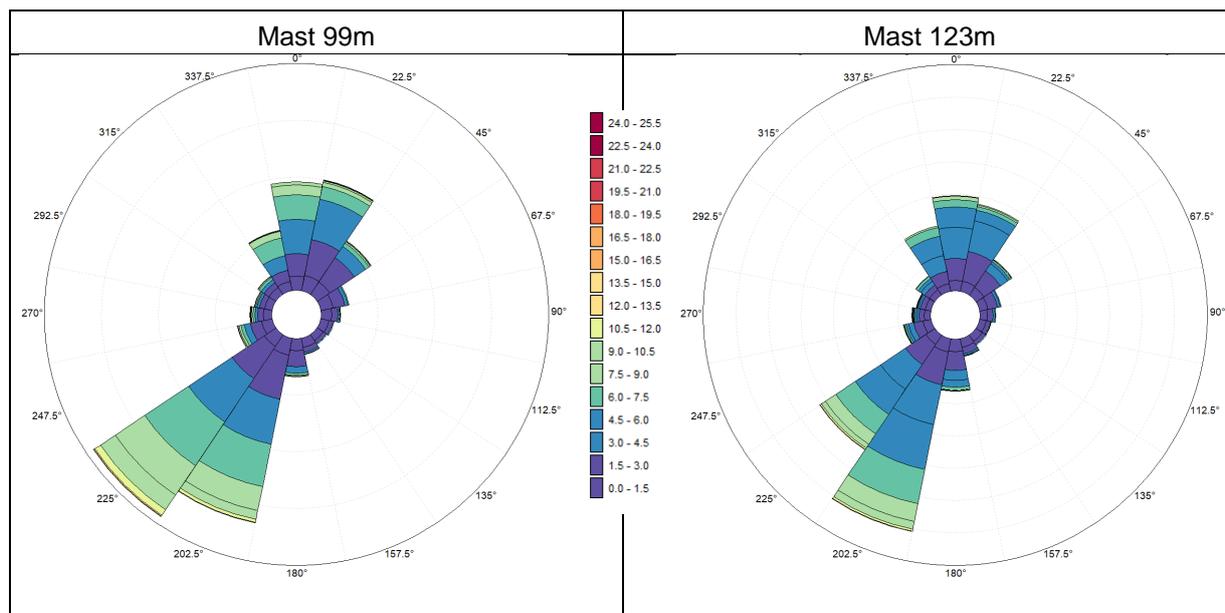


Abb 20 Windrose mit Frequenzverteilung, Mast auf 99m (gemessen) und 123m (extrapoliert)

7.8 Turbulenzintensität (TI)

Windturbulenzen werden von der Oberflächenrauigkeit, der Orografie (Geländeform), benachbarten WEAs und bestimmten Wetterlagen verursacht. Die Kenntnis der effektiven Turbulenz eines Standortes ist von grosser Bedeutung für die Last- und Standsicherheitsberechnungen von WEAs. Je höher die Turbulenz ist, umso stabiler muss die WEA ausgelegt werden. Die Turbulenzwerte am Standort sind eine der entscheidenden Parameter für die Wahl der geeigneten WEA, sowie deren Positionierung auf dem Projektgelände. Aufgrund weniger strömungsbeeinflussender Störungen am Grund, nimmt die Turbulenzintensität mit zunehmender Höhe ab. Dies ist neben dem Höhenprofil (Kapitel 7.4) ein weiterer Grund, das Projekt mit möglichst hohen Nabenhöhen zu planen.

Die internationale Standortklassifizierung (IEC) A, B, C und Sonderklasse S (vom Hersteller definiert) ordnet Anlagenstandorte nach effektiven Turbulenzen von 12-18% bei einer Windgeschwindigkeit von 15 m/s ein. Die nachfolgende Abb 21 zeigt, dass bei einer Windgeschwindigkeit von 15 m/s die repräsentative TI am Mast auf 123m mit 23.2% über den IEC-Kategorien liegt (Klasse A oder S). Ab einer Nabenhöhe von 123m ist von der Standortklasse A auszugehen (siehe Anhang A5). Es wurden keine 10-min Mittelwerte über 21 m/s gemessen, daher gibt es keine entsprechende TI-Werte.

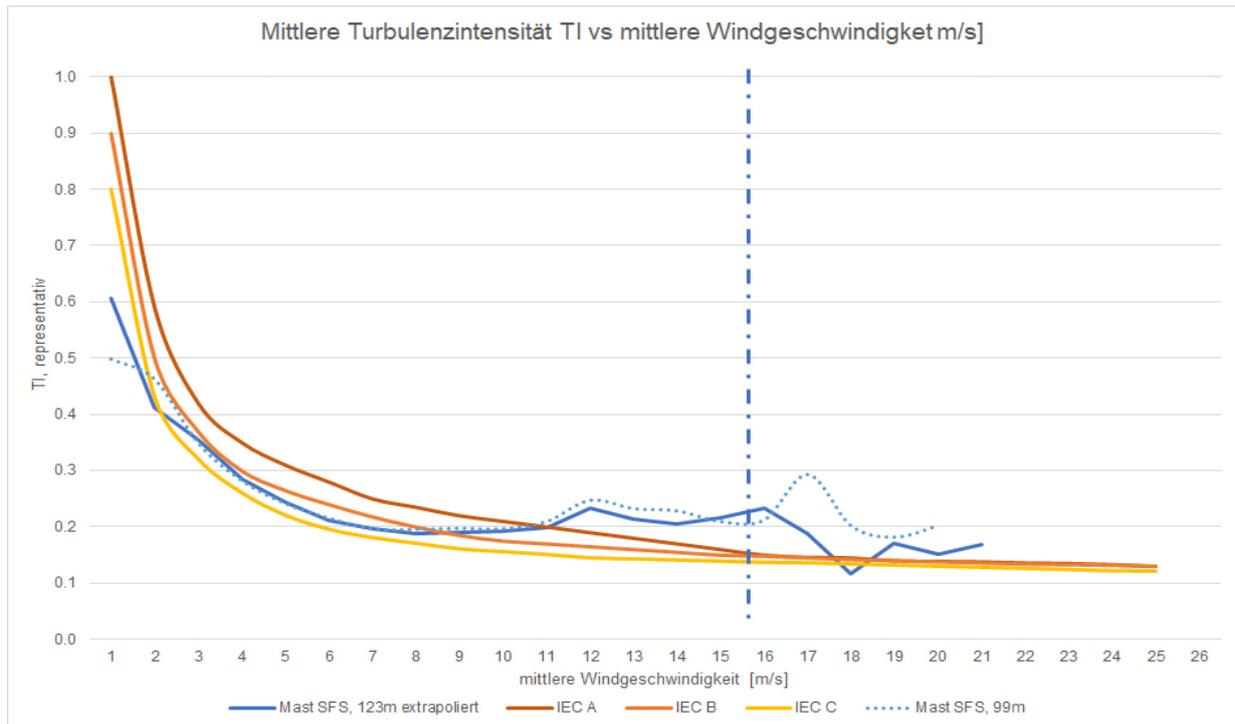


Abb 21 Mittlere Turbulenzintensität TI in Abhängigkeit der mittleren Windgeschwindigkeit. Gegenüberstellung mit IEC Kategorien A-C, massgebend sind die TI-Werte bei 15 m/s (blau gestrichelte Linie)

Weitere Parameter für die Standortklassifizierung sind die durchschnittliche und extreme Windgeschwindigkeiten pro Zeitintervall (Jahr, Stunde, 10-Minuten, Sekunden) und klimatische Parameter wie Temperatur, Feuchte, Vereisung etc.

Weil der Standort sich nicht in eine der in IEC oder DIBt Normen definierten Standortklassen zuordnen lässt, beeinflusst dies die Auswahl des Anlageherstellers und dessen Anlagentypen. Detailliertere Informationen zu den TI-Werten im Anhang A5.

7.9 Extremwerte

Für die Auswahl der geeigneten Windenergieanlagen sind die Extremwerte von Windgeschwindigkeit und Temperatur zu berücksichtigen. Die während der Messperiode aufgetretenen Extrema sind in der Tab 10 aufgeführt. Der Standort SFS zeigt keine sehr hohen Extremwerte.

Extremwerte	Mast SFS	
	Wert	Zeitpunkt
Windgeschwindigkeit 99m [m/s]		
Monatsmittel	4.1	März 2023
Tagesmittel	9.0	23.12.2022
h-Mittel	3.9	22:00-23:00
10min-Mittel	19.5	11.07.2023 21:50
Böen (Sekundenwerte)	29.5	11.07.2023 21:50
Temperatur 99m [°C], 10min-Mittel		
Max	33.8	15.07.2023 15:40
Min	-7.9	13.12.2022 00:00
Feuchte, 10min-Mittel		
Max	100%	10.10.2022 07:20
Min	20%	25.06.2023 18:40
Luftdruck 2m [hPa], 10min-Mittel		
Max	989.3	10.02.2023 00:00
Min	935.8	17.01.2023 14:40

Tab 10 Extremwerte während der Messperiode.

7.10 Vereisung (Icing)

Nicht nur aus sicherheitstechnischen Aspekten, sondern auch wegen potenziellen Ertragseinbussen ist die Vereisungsproblematik ein wichtiges Thema bei Windenergieprojekten. Deshalb erfassen alle WEAs die Vereisung, gewisse sind mit Enteisungssystemen ausgestattet. Die klimatischen Bedingungen des WEA-Standorts werden in der Folge analysiert, um Vereisungshäufigkeit und deren Auswirkungen auf die Produktion zu quantifizieren. Dabei wird berücksichtigt, dass Vereisungsprozesse auf unterschiedliche Art und in verschiedenen Temperaturbereichen auftreten können¹¹:

- Raureif, Temperaturbereich: -20 bis 0° C
- Klareis, Temperaturbereich: -4 bis 0° C
- Nassschnee: Temperaturbereich: 0 bis +3° C
- Eisregen: gefrorener Regen trifft auf gefrorene Oberfläche
- Vereisender Regen: unterkühltes Niederschlagswasser trifft auf gefrorene Oberfläche

Bei Temperaturen unter -4° C ist die Luft meistens so trocken, dass das Eiswachstum zunehmend reduziert wird. Im feuchten Klima, besonders bei tiefen Temperaturen, kann es jedoch zu starker lokaler Reifbildung kommen. Werden die oben genannten Wetterbedingungen erfüllt, spricht man von der „meteorologischen Vereisung“. Vereisungsbedingungen können aber bei hoher Luftfeuchtigkeit bereits unter 2°C auftreten.

Eine erste Abschätzung der Verhältnisse erfolgt mit dem Vereisungsmodell von Suisse Eole¹², nach welchem in der Region Heerbrugg durchschnittlich eine meteorologische Vereisungshäufigkeit von < 5 Tage pro Jahr (Abb 22).

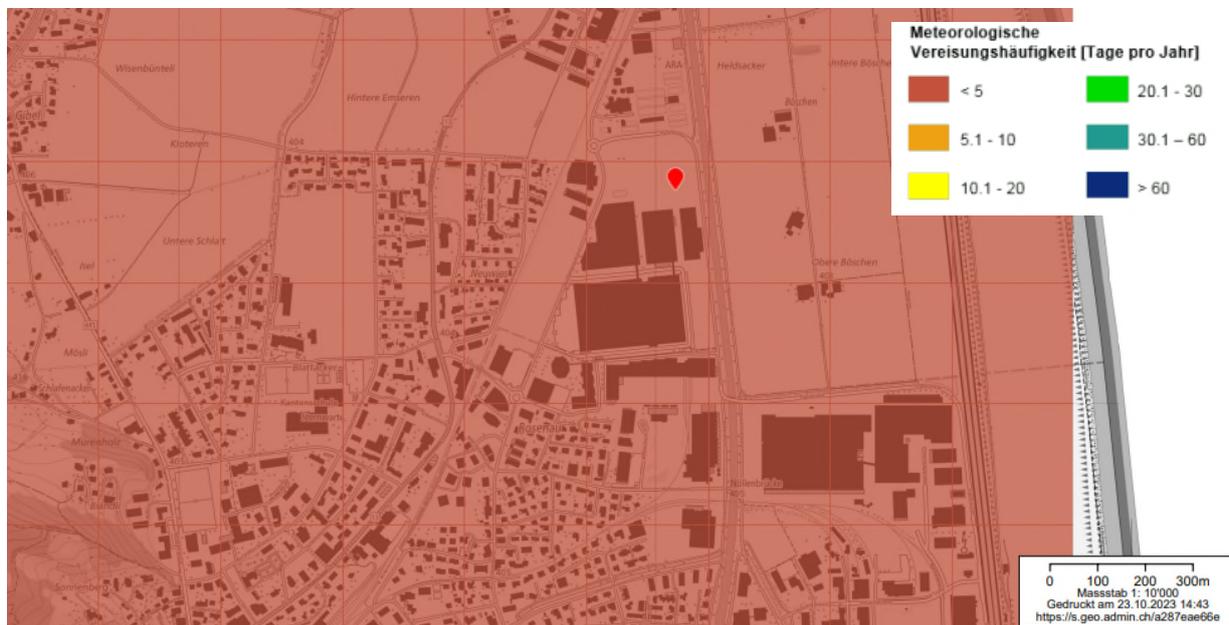


Abb 22 Vereisungshäufigkeit am Anlagestandort¹³

¹¹ Cattin, R., Alpine Test Site Guetsch, Handbuch und Fachtagung, Schlussbericht, Meteotest Bern, Dez 2008

¹² Suisse Eole-Vereisungskarte, <https://wind-data.ch/windkarte/vereisung.php>

¹³ Suisse Eole-Vereisungskarte, <https://wind-data.ch/windkarte/vereisung.php>

7.10.1 Aufgetretene Vereisung

Um die Dauer der tatsächlichen Vereisung der Instrumente (Instrumentelle Vereisung) zu bestimmen, wurden bei der Messung sowohl beheizte als auch unbeheizte Sensoren verwendet. Auf 85m wurden beheizte NRG-Sensoren (Anemometer und Windfahne) angebracht. In dem Moment, in welchem die unbeheizten Sensoren stillstehen, die beheizten jedoch weitermessen, tritt die instrumentelle Vereisung auf.

Die Temperaturen auf 99 m waren beim Mast während 12.5%, der Zeit unter 2°C (Abb 23). Eine Vereisung der Anlage ist erst bei über 95% relative Feuchte (RH) zu erwarten.

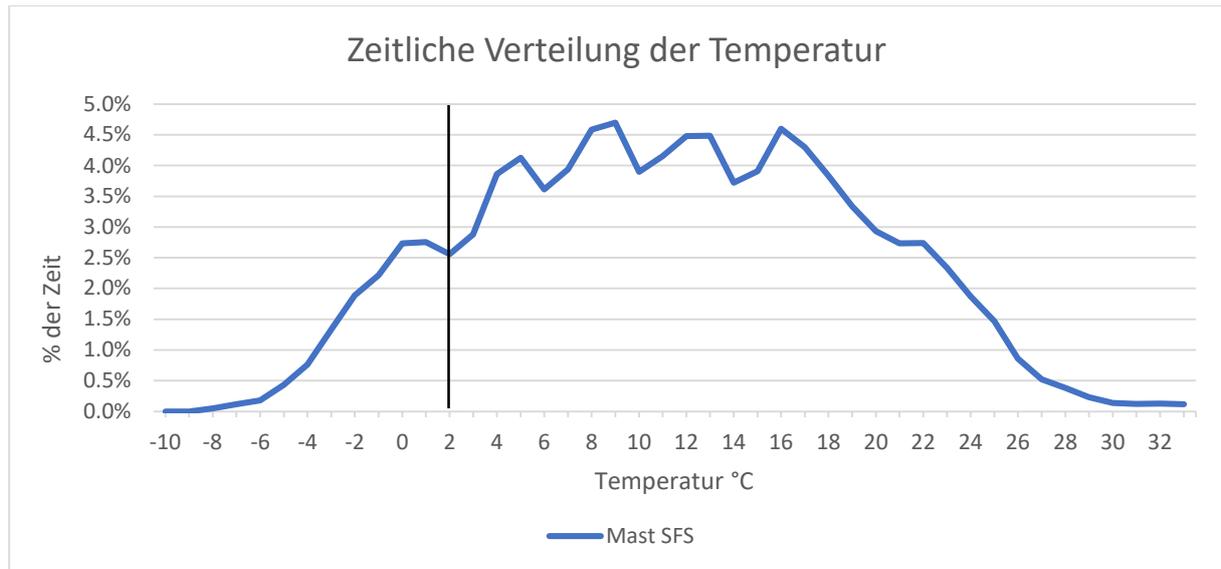


Abb 23 Zeitliche Verteilung der Temperatur, Mast SFS 99m. 2°C Grenze schwarz markiert

Gemäss diesem Bericht sind bei Temperaturen unter 2 °C und relative Feuchte über 95% mit Vereisungsbedingungen zu rechnen. Anzahl 10-Minuten Perioden, während denen Vereisung auftreten kann, sind in der folgenden Abb 24 dargestellt. Mögliche Vereisungssequenzen sind mit einem blauen Quadrat markiert.

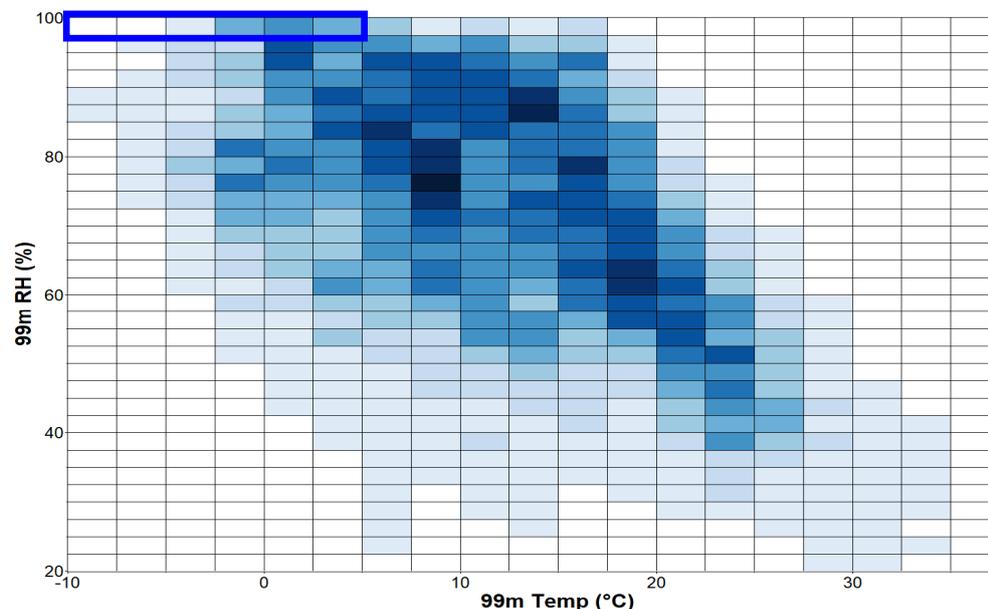


Abb 24 Kombinierte Temperatur- und RH Werte beim Mast

Um das Eiswafrisiko von Rotorblättern zu verhindern, werden die Anlagen mit Eisdetektoren und Rotorblattheizung betrieben. Wenn Vereisungsbedingungen auftreten werden die Rotorblätter beheizt damit sich kein Eis auf den Rotorblättern bildet. Dieses Vorgehen erhöht auch die Effizienz der Anlagen, denn Eis auf Rotorblättern bedeutet Zusatzgewicht und damit erhöhte Lasten für die Anlage. Auf der anderen Seite macht Eis die Oberfläche der Rotorblätter rau, und vermindert den Leistungsbeiwert.

In der folgenden Tabelle (Tab 11) sind die Anzahl Stunden aufgeführt, während denen die Vereisung vorkommen kann.

	99m RH, 95-100%	
Temperatur	Anzahl 10min Werte	Anzahl Stunden
-10 bis -6	0	0
-6 bis -5	34	6
-5 bis -4	55	9
-4 bis -3	48	8
-3 bis -2	30	5
-2 bis -1	95	16
-1 bis 0	173	29
0 bis 1	290	48
1 bis 2	232	39
2 bis 3	116	19
3 bis 4	0	0
All	1'073	179
% der Zeit	2.0%	

Tab 11 Gemessene Anzahl der möglichen Vereisungsperioden, Mast SFS auf 99m

Eine detaillierte Analyse der Vereisung am Standort, deren Konsequenzen sowie Massnahmen zur Risikominderung müssen in einer separaten Eisfall- und Eiswafrisikogutachten begutachtet werden.

7.10.2 Rotorblatttheizung und Energiebedarf

Das Blattheizsystem von zB. Enercon sieht vor, dass die Luft in den Rotorblättern durch ein in der Nähe des Blattflansches installiertes Heizgebläse auf bis zu 72 °C erwärmt wird.

Der Innenraum des Rotorblatts ist parallel zur Blattachse durch Stege unterteilt. Diese Stege werden genutzt, um warme Luft im Umluftverfahren durch das Rotorblatt zu fördern. Vom Heizgebläse strömt die erwärmte Luft entlang der Blattvorderkante zur Rotorblattspitze und zwischen den Hauptstegen zurück zum Blattflansch. Die Luft wird erneut erwärmt und in das Rotorblatt geblasen. Auf diese Weise werden die Oberflächen der Vorderkanten- und Mittelsegmente des Blattes erwärmt (Abb 25).

Damit wird je nach Betriebsart Eisbildung am Rotorblatt verhindert, bzw. am Blatt angefrorenes Eis abgetaut.

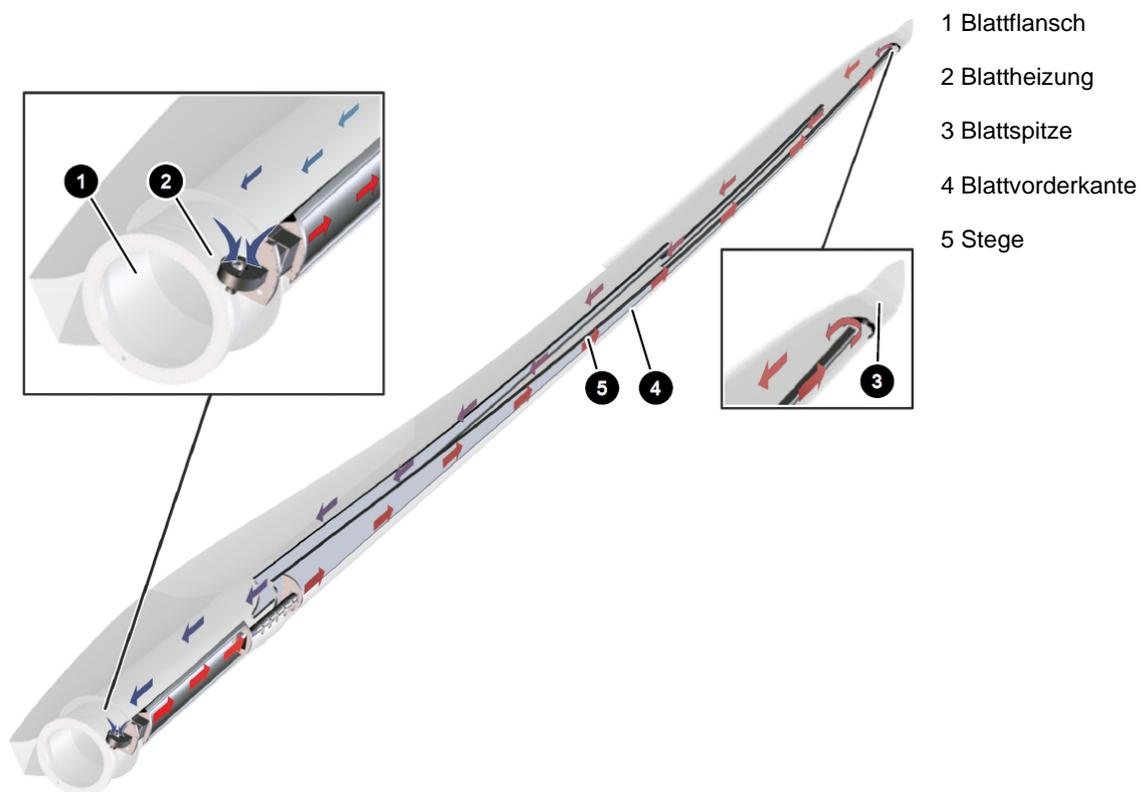


Abb 25 Rotorblatttheizung, Beispiel

Erfahrungsgemäss werden ca. 1.0% der Produktion für die Blattheizung aufgewendet. Die für die Heizung der Rotorblätter nötige Energie wird vom Brutto-Energieertrag der Anlagen abgezogen.

Tab 12 zeigt das während der Auswertungsperiode die Verluste für Vereisung bei den WEA von Enercon maximal 0.7% betragen hätten. Die Anlage hätte während 179h die Blattheizung betreiben müssen, was 36'516 kWh verbraucht hätte. Da in derselben Zeit rund 10'000 kWh hätte produziert werden können, beläuft sich der Verlust auf rund 27'000 kWh, was rund 0.7% entspricht.

Blattheizung bei WEA E-138 EP3 E2 ¹⁴	204	kW	Verlust %
Anzahl h	179	h (gemäss Tab 11)	2.00%
Total Energieaufwand Blattheizung	36'516	kWh	
Nettoertrag			
Enercon E-138 EP3 E2 4200 kW with TES (131m)	4'253'000	kWh	0.9%
Enercon E-138 EP3 E2 4200 kW with TES (149m)	4'775'000	kWh	0.8%
Produktion während Vereisung			
Enercon E-138 EP3 E2 4200 kW with TES (131m)	15'159	kWh	
Enercon E-138 EP3 E2 4200 kW with TES (149m)	17'143	kWh	
Effektiver Aufwand Blattheizung			
Enercon E-138 EP3 E2 4200 kW with TES (131m)	21'357	kWh	0.5%
Enercon E-138 EP3 E2 4200 kW with TES (149m)	19'373	kWh	0.4%

Tab 12 Verluste durch Betrieb der Blattheizung / Vereisungsverluste

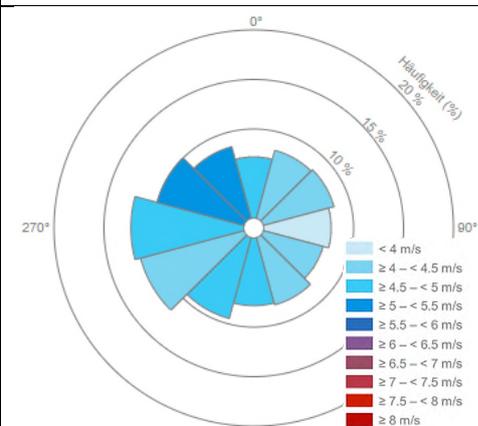
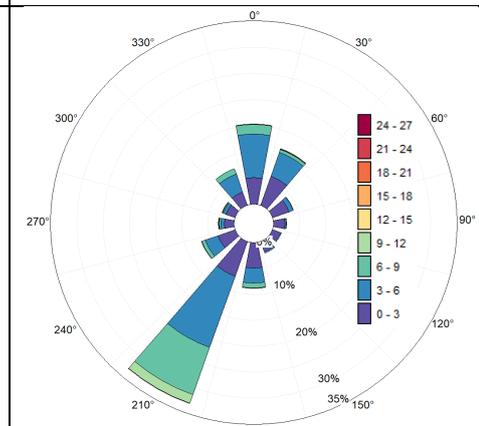
Diese bis 21'000 kWh Stromaufwand für Blattheizung wird als Betriebsaufwand betrachtet. Daher wird für Vereisung in der Ertragsminderung mit 0% eingesetzt (siehe Kapitel 13.2).

¹⁴ Enercon, D0441885-6/DA "Technische Beschreibung, Blattheizung", Seite 16-17

8 Vergleich Messdaten mit dem Windatlas Schweiz

Im Auftrag vom BFE und von Suisse Eole hat die Firma Meteotest AG das Geoinformationssystem «Windatlas Schweiz» ausgearbeitet¹⁵. Es basiert auf den Jahresmittelwerten der Windgeschwindigkeiten der Jahre 1987 bis 2006, welche auf 162 festen und temporären Messstationen gemessen wurden.

Der Windatlas der Schweiz ist eine CFD-Modellierung der Windverhältnisse für eine Fläche von 100 x 100m. „Für die Berechnung der Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen sind langjährige Messungen in die Modellierung eingeflossen. Da die Messpunkte schweizweit nicht überall in einer angemessenen Dichte vorhanden sind und Ungenauigkeiten bei der Modellierung von Windströmungen im komplexen Gelände auftreten, sind die Resultate mit Unsicherheiten behaftet. Die Grössenordnung der Unsicherheiten liegen im Jurabogen bei bis zu +/- 0.5 m/s, im Mittelland bei bis zu +/- 0.8 m/s, in den Voralpen bei bis zu +/- 1.0 m/s und in den Alpen bei bis zu +/- 1.5 m/s. Für die Karten ab 100 m Höhe über Grund stehen markant weniger Messungen für die Modellierung zur Verfügung. Daraus resultiert eine höhere Unsicherheit der Ergebnisse. Die Angaben sind als grobe Einschätzung der Windverhältnisse zu verstehen. Bei Interesse an einer Standortentwicklung ist eine Messung vor Ort unumgänglich.“¹⁶

Parameter	Windatlas	Mast
Höhe über Grund	100m	99 m
Koordinaten (X / Y)	2'766'000, 1'254'400	2'766'040, 1'254'443
Höhe Gelände	403 m ü.M.	403 m ü.M.
Durchschnittliche Windgeschwindigkeit	4.7 m/s	3.6 m/s
		
Weibull A (m/s)	5.2	4.5
Weibull k	1.9	1.7

Tab 13 Vergleich Windatlas Schweiz auf 100m und Mast SFS auf 99m

Die Tab 13 zeigt, dass die gemessene Hauptwindrichtung (210°) auf 99m nicht mit der Hauptwindrichtung des Windatlas auf 100m (240-270°) übereinstimmt. Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit und auch Weibull A fallen gemessen deutlich tiefer aus als von Windatlas prognostiziert.

Die in der Voruntersuchung prognostizierten Windgeschwindigkeiten und Energieerträgen wurden demnach stark überschätzt.

¹⁵ Windatlas Schweiz: Jahresmittel der modellierten Windgeschwindigkeit und Windrichtung (Bundesamt für Energie), 2019

¹⁶ Suisse Eole, Vereinigung zur Förderung der Windenergie in der Schweiz <http://wind-data.ch/windkarte/>

In Abb 26 sind die Frequenzverteilung des Windatlasses und vom Messmasten dargestellt. Es ist zu sehen, dass die Kurven voneinander stark abweichen. Die gemessenen Daten zeigen eine höhere Häufigkeit im Bereich 1-5m/s, aber eine tiefere Häufigkeit als der Windatlas im Bereich 6-14m/s.

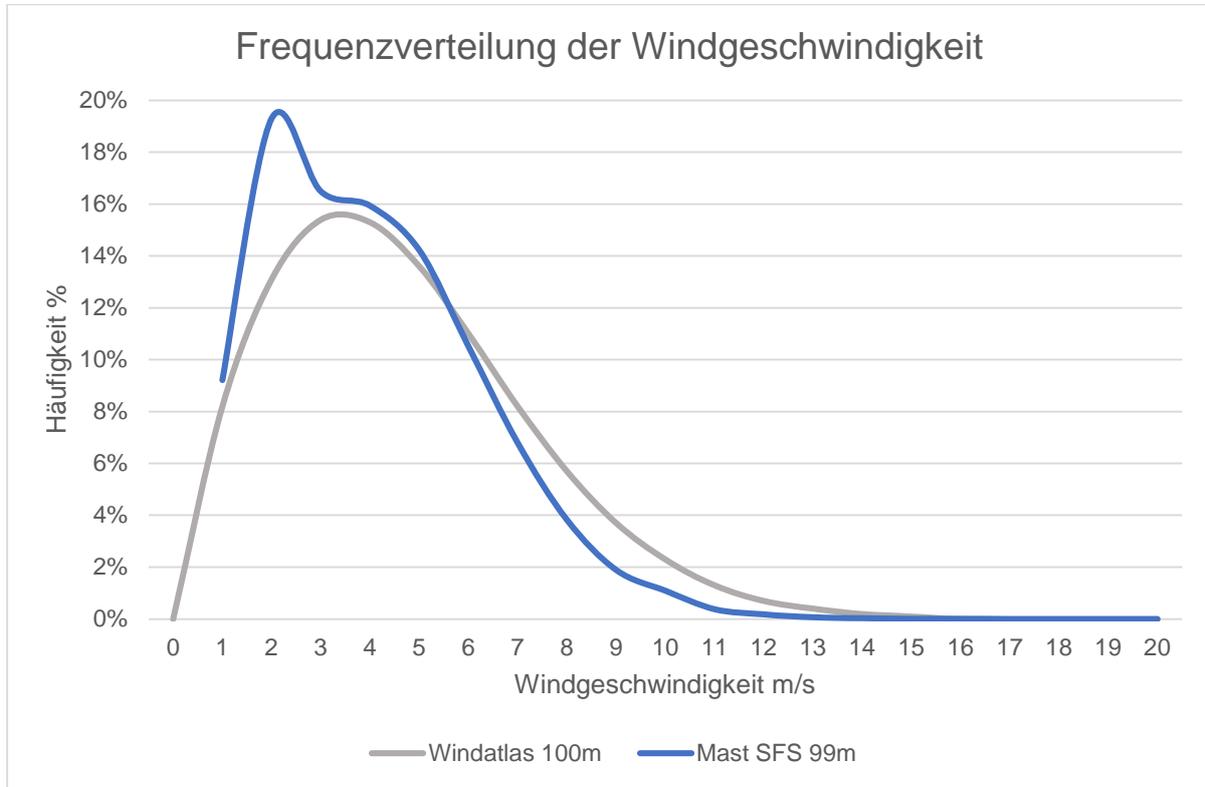
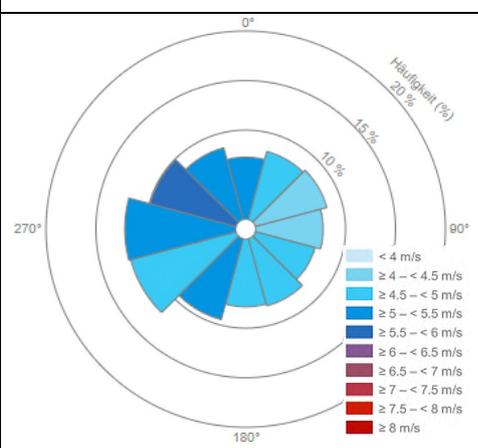
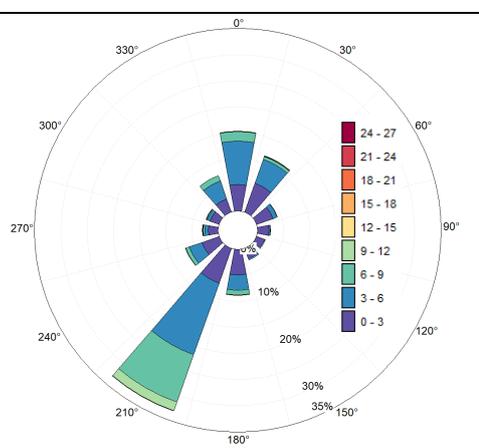


Abb 26 Vergleich der Frequenzverteilungen Windatlas 100m am Standort Mast mit Windmessung Mast

Die Tab 14 zeigt, wie Tab 13, dass die Hauptwindrichtung, durchschnittliche Windgeschwindigkeit und Weibullparameter auch im Bereich der potenziellen Nabenhöhe einer Anlage abweichen.

Parameter	Windatlas	Mast
Höhe über Grund	125m	123 m
Koordinaten (X / Y)	2'766'000, 1'254'400	2'766'040, 1'254'443
Höhe Gelände	403 m ü.M.	403 m ü.M.
Durchschnittliche Windgeschwindigkeit	4.9 m/s	3.8 m/s
		
Weibull A (m/s)	5.6	4.3
Weibull k	1.9	1.7

Tab 14 Vergleich Windatlas Schweiz auf 125m und Mast SFS extrapoliert auf 123m

9 Windmessung LIDAR

Mit dem ZephIR ZX 300 (Abb 28) wurden vom April bis Juni 2023 auf 10 verschiedenen Höhen Winddaten gemessen (siehe Abb 27). Die Datenverfügbarkeit betrug über 95% (Tab 15).

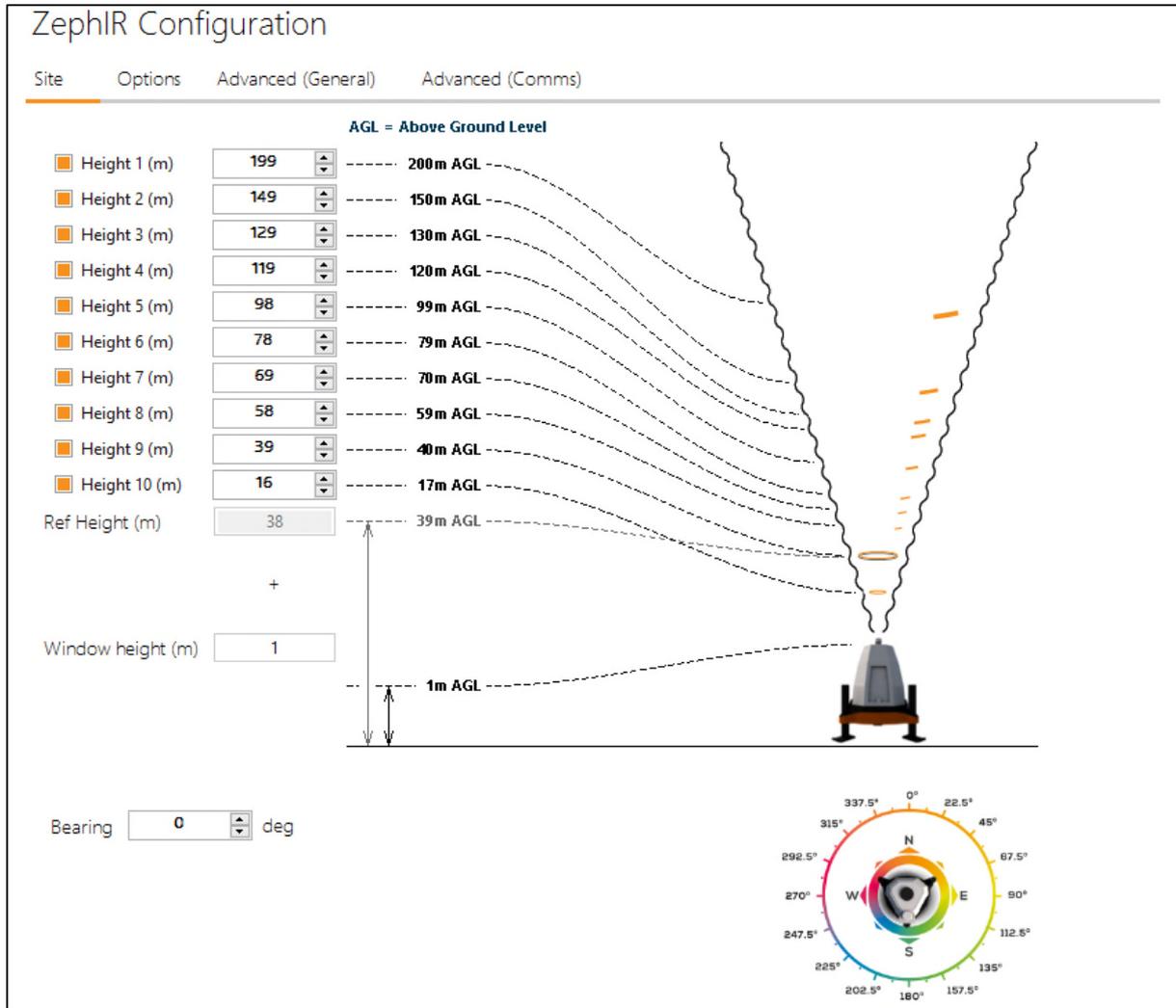


Abb 27 Messhöhen Lidar ZephIR ZX 300

Messbeginn	01.04.2023 00:00
Messende	03.07.2023 00:00
Dauer	3.1 Monate
Zeitschritte	10 Minuten
Auswertungsperiode	01.04.2023 00:00 -
	30.06.2023 23:50
Datenverfügbarkeit	95.9-97.6% je nach Messhöhe

Tab 15 Datenverfügbarkeit ZX 300



Abb 28 ZX 300

Abb 29 zeigt die mittleren Windgeschwindigkeiten auf den gemessenen Höhen. Es ist zu sehen, dass die Windgeschwindigkeit mit der Höhe zunimmt.

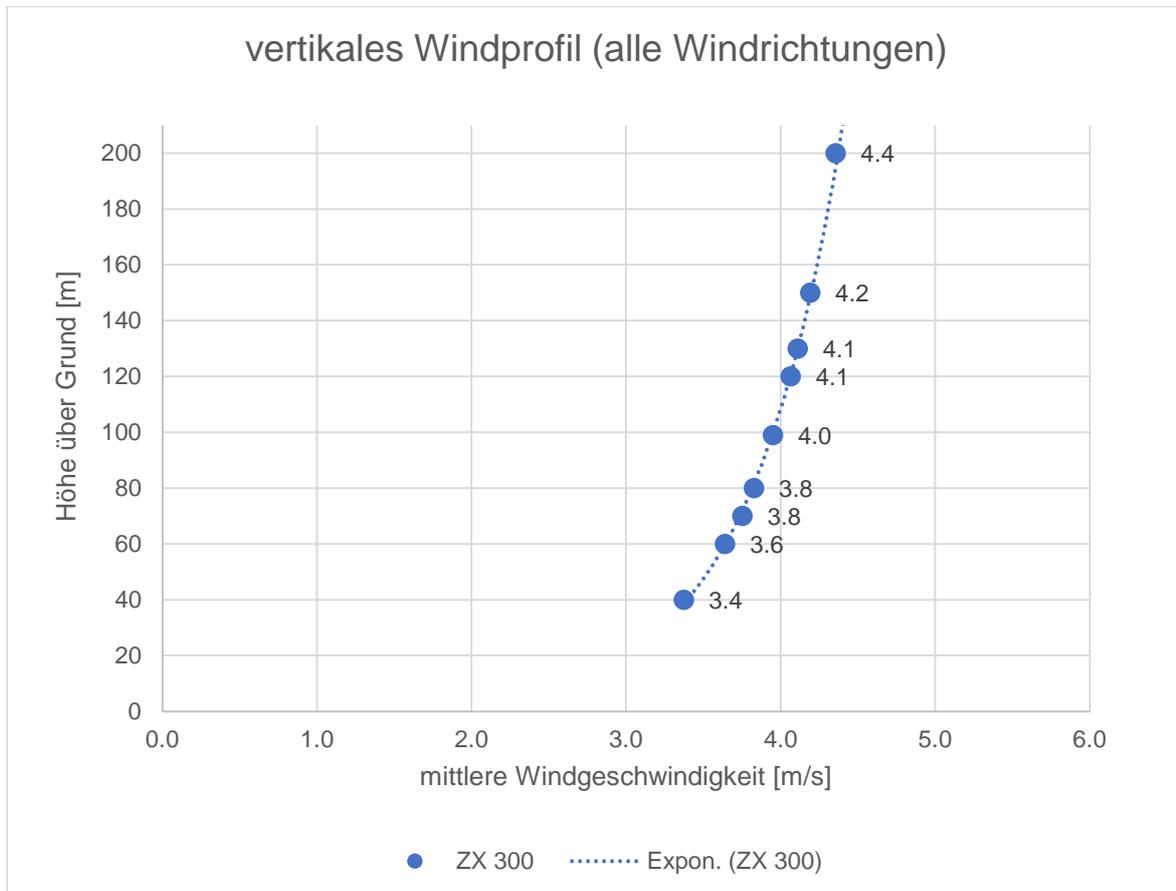


Abb 29 Windprofil ZX 300

Weitere Informationen und Resultate zur LIDAR-Messung sind im Bericht "Windgutachten LIDAR"¹⁷ zu finden.

¹⁷ Windgutachten LIDAR, 2023, Interwind AG

9.1 Vergleich Mastdaten mit LIDAR

Abb 30 vergleicht die Windprofile des Masts und vom ZX 300 während derselben Periode (01.04.23-30.06.2023). Der Vergleich zeigt, dass die mittleren Windgeschwindigkeit auf über 100m die anhand der gemessenen Mastdaten extrapoliert wurden (orange), mit den gemessenen LIDAR-Daten gleichkommen (blau). Die gemessenen Daten unter 100m zeigen eine Differenz von 0.2-0.4 m/s. Die Differenz hat mit den unterschiedlichen Messmethoden zu tun. Zusätzlich beeinflusst der Gebäudekomplex südlich der Messungen die LIDAR Messung anders als die Mastmessung. Die Differenz verkleinert sich mit zunehmender Höhe, Reduktion der Rauigkeit.

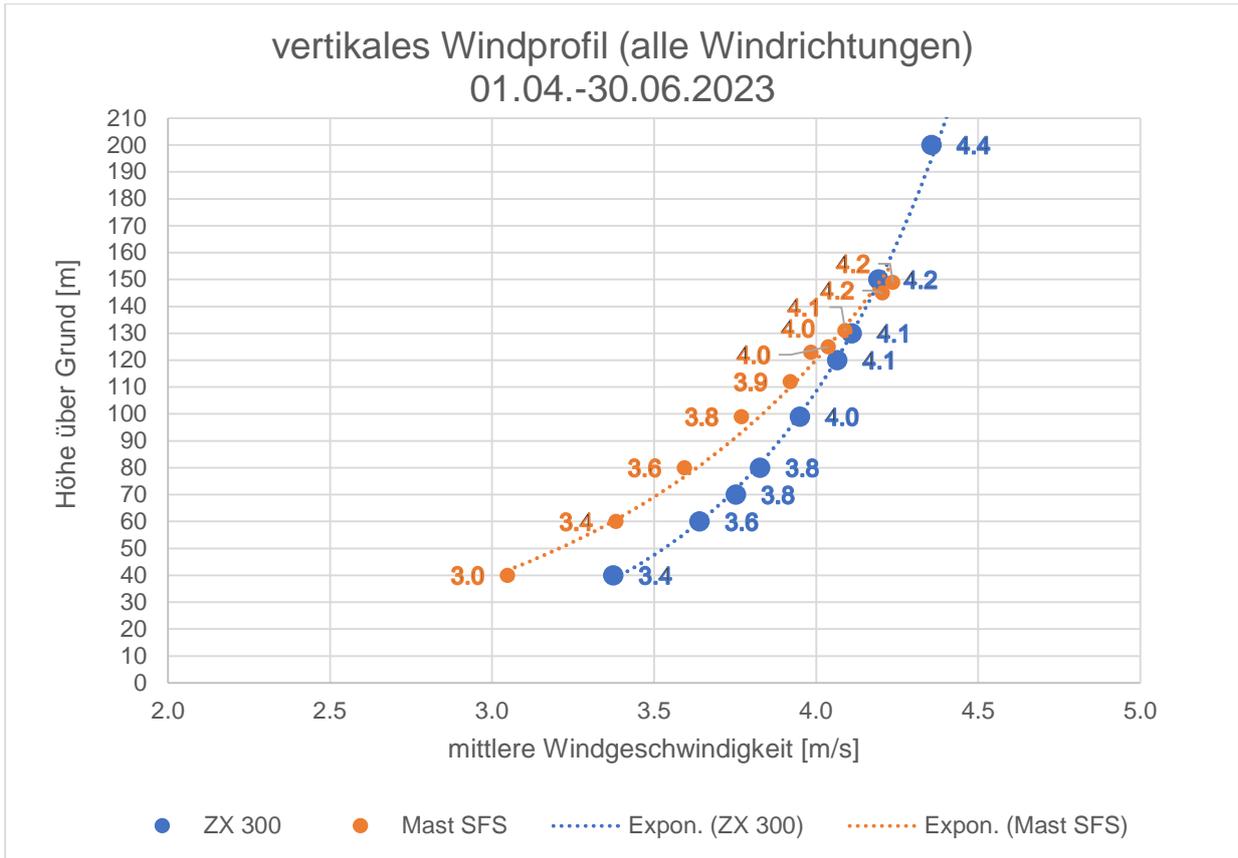


Abb 30 Vergleich der Windprofile Mast SFS und ZX 300

10 Windmodellierung und Ertragschätzung mit WindSim

Die CFD-Modellierung mit WindSim, einer der zuverlässigsten Software für die Bewertung von Windressourcen, gestattet glaubwürdige Prognosen.

Da in diesem Projekt nur eine Windkraftanlage geplant ist, wurde entschieden auf eine CFD-Modellierung der Windströmung zu verzichten. Da nicht mehrere Anlagen geplant sind, erübrigt sich die Betrachtung der Nachlaufströmung. Eine CFD-Modellierung würde in diesem Projekt einzig Informationen zu möglichen Lasten liefern. Lastenberechnungen werden jedoch in jedem Fall vom Anlagehersteller selbst gemacht, womit sich eine CFD-Modellierung auch erübrigt.

11 Langzeitressourcen

Windenergieanlagen werden während zwanzig oder mehr Jahren betrieben. Um den Ertrag der Anlagen über diesen langen Zeitraum zu prognostizieren, müssen die Langzeitressourcen am Standort bekannt sein. Das wiederum setzt voraus, dass die Windverhältnisse am Standort mit einer mindestens einjährigen Windmessung erfasst sind (s. auch Kapitel 7). Auf dieser Grundlage gibt es zwei Möglichkeiten, um die Langzeitressourcen zu ermitteln:

- Die Messdaten werden mit den Daten einer oder mehreren Meteostation in der gleichen Periode verglichen und es wird berechnet, wie gut die Messdaten mit den Daten der Meteostation korrelieren. Ist diese Korrelation zufriedenstellend, kann man mit der sogenannten MCP (Measure-Correlate-Predict) - Methode die Langzeitressourcen am Standort ermitteln. Mit den Daten dieses "typischen Jahres" werden die Energieerträge prognostiziert. Je grösser die Korrelation, desto präziser werden die Ertragsprognosen.
- Wenn es keine genügende Korrelation zwischen den Messdaten und den Daten der Meteostation gibt, wird angenommen, dass die Messdaten auch Langzeitressourcen repräsentieren. Dann werden die Unsicherheiten dieser Annahme durch Vergleich mit Daten der Meteostationen, Satteliten-Daten und vorherigen Messungen ermittelt.

11.1 MCP-Methode

Um die Windressource am Standort mit höherer Gewissheit zu bewerten, wird typischerweise die Measure-Correlate-Predict (MCP) Technik angewendet. Es wird angenommen, dass die vergangene historische langfristige Windbedingung der zukünftigen langfristigen Windbedingung gleich oder sehr ähnlich ist. Es wird die Korrelation in Windgeschwindigkeit und -richtung zwischen dem Messpunkt und dem langfristigen Bezugspunkt während derselben Periode betrachtet (Abb 31).

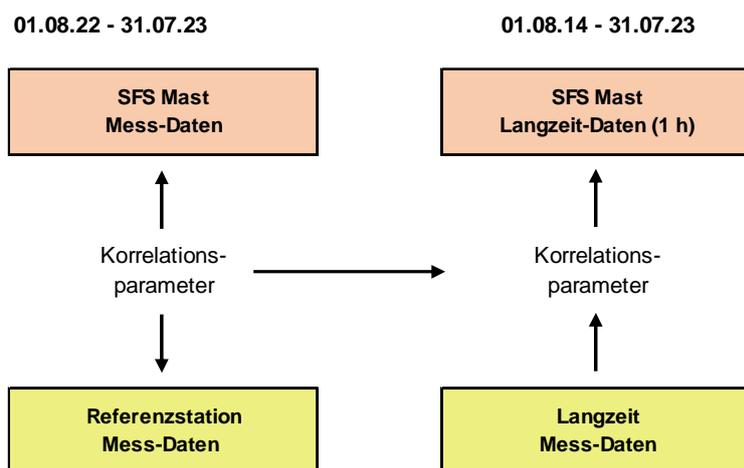


Abb 31 Schematische Darstellung der MCP-Methode zur Berechnung der Langzeit Ressourcen am Anlagestandort SFS

Die Genauigkeit, bzw. Zuverlässigkeit der mit der MCP-Methode berechneten Langzeitdaten sind abhängig von mehreren Faktoren, insbesondere von der Güte der Korrelation der Mastdaten und der Daten der Referenzstation/-punkt während der Auswertungsperiode. Im nachfolgenden Kapitel wird die Korrelation mit den Langzeitdaten der möglichen Referenzstationen betrachtet, wobei ein Gutachter 2012 feststellt:

"Die Nähe zum künftigen Betriebszeitraum der Anlagen, lässt auf Grund der Persistenz des klimatischen Geschehens erwarten, dass die nahe Zukunft, also mindestens die nächsten 10-15 Jahre, ähnlich sind. Wobei durch die derzeit diskutierten und erkennbaren Klimaänderungen es aktuell offen ist, wie sich das Windregime in der nahen Zukunft entwickelt. Es sollte hier auch nachdrücklich festgestellt werden, dass es kein 100 %-Jahr gibt. Wenn, dann ist diese Festlegung willkürlich. Ein Bezugszeitraum als Referenzzeitraum wurde bisher nicht festgelegt. Somit können Gutachter auch zu unterschiedlichen 100-Prozent-Werten kommen. [...] Wichtig ist, dass der Bezugszeitraum nicht allzu weit in der Vergangenheit liegt. Je weiter die Periode gefasst wird, umso eher besteht auch die Gefahr, klimatische Änderungen darin aufzunehmen."¹⁸

11.1.1 Vergleichsperioden

Die Windmessung dauerte von August 2022 bis Juli 2023. Aus diesem Grund werden die Messwerte mit den jeweiligen Referenzdaten von August bis Juli verglichen.

11.1.2 Referenzstationen, -daten

Es wurden 10 Referenzstationen, davon 6 in der näheren Umgebung (< 10 km), 4 typische "Föhn-Stationen" und MERRA-2 (NASA) Daten in Betracht gezogen (Tab 16).

Name	Koordinaten CH1903+ / LV95			Anemometer	Distanz zum Messmast, km
	[X] m	[Y] m	[Z] m	m über Grund	
Messmast	2'766'040	1'254'443	404	99	-
MERRA-2	2'766'040	1'254'443	404	10, 50	0.9
Heerbrugg Kanti	2'765'303	1'253'983	405	16.7	0.9
Widnau	2'765'886	1'252'364	405	ca. 12	1.6
Oberriet / Kriessern	2'764'171	1'249'582	409	10	3.4
Altenrhein	2'760'353	1'261'389	398	10	8.9
Feldkirch (A)	2'763'540	1'237'714	436	10	16.8
Säntis	2'744'188	1'234'920	2'501	10.7	25.5
Vaduz	2'757'724	1'221'699	457	10	29.1
Glarus	2'723'758	1'210'579	517	10	60.6
Chur	2'759'473	1'193'171	556	10	61.5
Altdorf	2'690'178	1'193'559	438	10	97.0

Tab 16 Koordinaten des Windmessmastes und der möglichen Referenzstationen, -daten

Bei genauer Betrachtung:

- Heerbrugg Kanti: Windmessung auf dem Dach der Kantonsschule Heerbrugg, nächstgelegene Station, mit ähnlicher Bodenrauigkeit wie der Mast, Daten ab 2010 verfügbar
- Widnau: Windmessung auf dem Balkon eines Wohnhauses, nicht weiter untersucht
- Oberriet / Kriessern: Daten ab 01.06.2015 (Föhnindex ab 01.02.2018) verfügbar, mehr als 3km entfernt, was nicht kritisch ist, Messung auf einer Wiese, Bodenrauigkeit nicht vergleichbar
- Altenrhein: In der Nähe vom Bodensee, am Flughafen Altenrhein, auf offener Wiese
- Säntis: Auf 2'501 m, Kreten Lage, nicht vergleichbar mit Mast Standort
- Föhnstationen: Am Standort war starker Föhn-Einfluss zu erwarten. Typische "Föhnstationen", Altdorf, Chur, Glarus und Vaduz zur Kontrolle

¹⁸ Auszug aus dem Bericht 12-0694-EP-V2, Ertragsberechnung Bilten, Wind & Regen 2012

MERRA-2^{19, 20}

Die Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications, Version 2 (MERRA-2) liefert Daten ab 1980. Im diesen Portal stehen unter anderem Windgeschwindigkeit und -richtung auf 10 m und 50 m über Boden, an einem wählbaren Koordinatenpunkt zur Verfügung. Die temporale Auflösung beträgt eine Stunde, die räumliche Auflösung ca. 50 x 50 km.

Aufgrund der oben erwähnten Überlegungen wurde die Station auf dem Dach der Kantonsschule Heerbrugg, kurz "Kanti", als primäre Referenzstation ausgewählt (Abb 32).



Abb 32 Standort Wetterstationen Heerbrugg und Widnau (Karte von SFS Schweiz AG)

An der Station Kanti standen folgende Messdaten zur Verfügung:

- FF = 10min oder 1h (60 Minuten) Mittel
- FG = max. Böe pro Stunde
- DIR = Windrichtung

Während 01.07.2022 bis 01.08.2023 sind es 10min-Mittelwerte, von 31.12.2009 bis 31.07.2023 sind es 1h-Mittelwerte. Es gibt eine Datenlücke von 15.04.2013 13:00 - 04.02.2014 13:00. Mit Ausnahme dieser zwei Jahren war die monatliche Datenverfügbarkeit hoch (Tab 17).

¹⁹ <https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/>

²⁰ <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

Periode	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Mittel
2010-11	99.1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	84.5	98.6
2011-12	91.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.6	100.0	99.3
2012-13	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	48.5	0.0	0.0	0.0	70.7
2013-14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	87.1	100.0	79.6	100.0	83.3	100.0	45.8
2014-15	100.0	100.0	100.0	100.0	83.5	82.7	98.2	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.0
2015-16	100.0	100.0	99.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2016-17	100.0	99.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2017-18	100.0	100.0	100.0	100.0	77.4	97.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.9
2018-19	100.0	99.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2019-20	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2020-21	100.0	100.0	98.8	100.0	96.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.6	99.7	99.6
2021-22	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	98.6	100.0	99.9
2022-23	99.3	94.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.5
Mittel	99.2	99.9	99.9	100.0	96.1	98.2	98.8	100.0	98.1	100.0	98.3	98.6	98.9

Tab 17 Datenverfügbarkeit an der Referenzstation Kanti (* Daten bis 31.07.2023)

Wegen der fehlenden Daten während 2013-2014, wurden nur die Monate mit einer Datenverfügbarkeit über 75% berücksichtigt.

Abb 33 zeigt die Positionen der nächstgelegenen Meteostationen und der Messung.

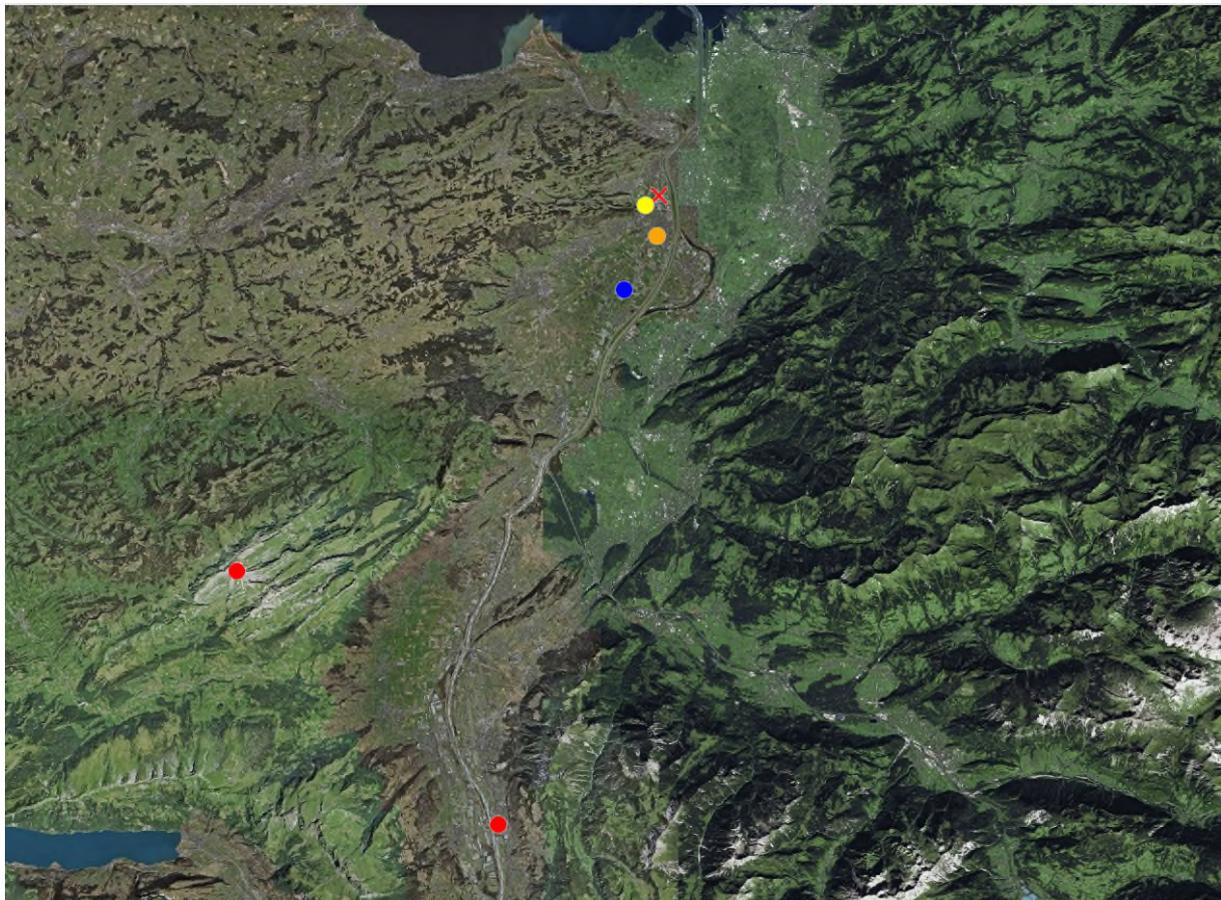


Abb 33 Messmast (Kreuz), Meteostationen Säntis und Vaduz (rot), Oberriet (blau), Widnau (orange) und Kanti und MERRA (gelb)

11.1.3 Vergleich der Mastdaten mit Daten der Referenzstation Kanti und MERRA

Abb 34 zeigt, dass die MERRA und Kanti Daten im Sommerhalbjahr stark von den gemessenen Daten 2022-23 abweichen.

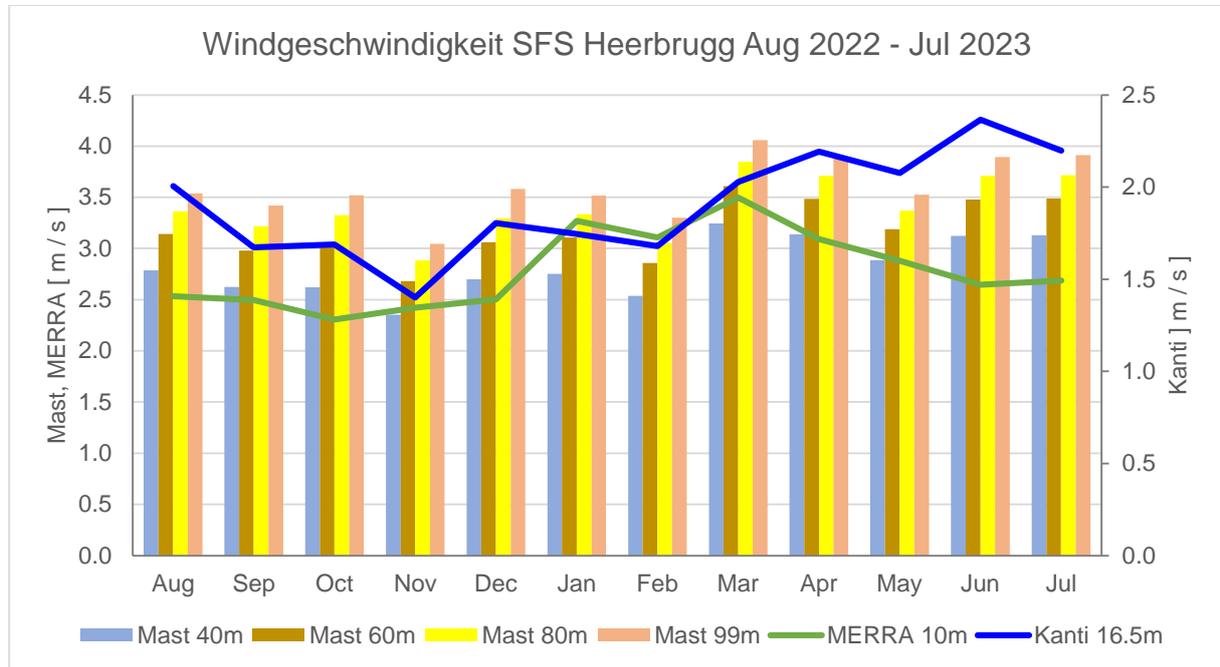


Abb 34 Windgeschwindigkeiten während der Messperiode

In der folgenden Tab 18 sind die Korrelationen der Mastdaten mit den Daten der Kanti und MERRA aufgestellt. Die Korrelation zwischen der Kanti und Mast Daten nimmt mit der Höhe ab. Mit einem Betrachtungsintervall, z.B. 10 Minuten versus Stundenmittel, nimmt die Korrelation zu. Das Gleiche gilt auch für MERRA Daten. Im 10min-Mittel liefert keine der Referenzdaten die nötige Korrelation für ein "repräsentatives Jahr".

Korrelation der Messwerte Kanti & Messmast						
Distanz	0.841 km SW					
Start	01.08.2022 00:00					
Ende	31.07.2023 23:50					
Überlappung	12 Monate					
Kanti 16.5m versus	40m	60m	80m	99m	MERRA 10m	MERRA 50m
Anzahl 10 Min Werte	52'320	52'320	52'320	51'895		
R ² - Geschwindigkeit	0.708	0.706	0.689	0.665		
R - Geschwindigkeit	0.841	0.840	0.830	0.815		
R ² (R) - Richtung	0.843 (0.918)					
Anzahl Stundenwerte	8'722	8'722	8'722	8'652	8'721	8'721
R ² - Geschwindigkeit	0.794	0.783	0.760	0.732	0.136	0.109
R - Geschwindigkeit	0.891	0.885	0.872	0.856	0.369	0.330
R ² (R) - Richtung	0.881 (0.939)				0.621	0.615
Anzahl Monatswerte	12	12	12	12	12	12
R ² - Geschwindigkeit	0.883	0.840	0.802	0.777	0.255	0.085
R - Geschwindigkeit	0.940	0.917	0.896	0.881	0.505	0.292
R ² (R) - Richtung	0.96 (0.98)				0.97	0.972

Tab 18 Korrelation der Kanti Daten mit Mast und MERRA Daten.

Der Vergleich der Mast-Messdaten mit den Daten der Referenzstation Kanti und MERRA auf 10m zeigt, dass die Korrelation nicht ausreicht, um mit diesen Daten eine zuverlässige Langzeitanalyse mit der MCP-Methode durchzuführen, insbesondere wenn man auch die saisonale Variation und den Tagesgang der vertikalen Windprofile berücksichtigt (Abb 35).

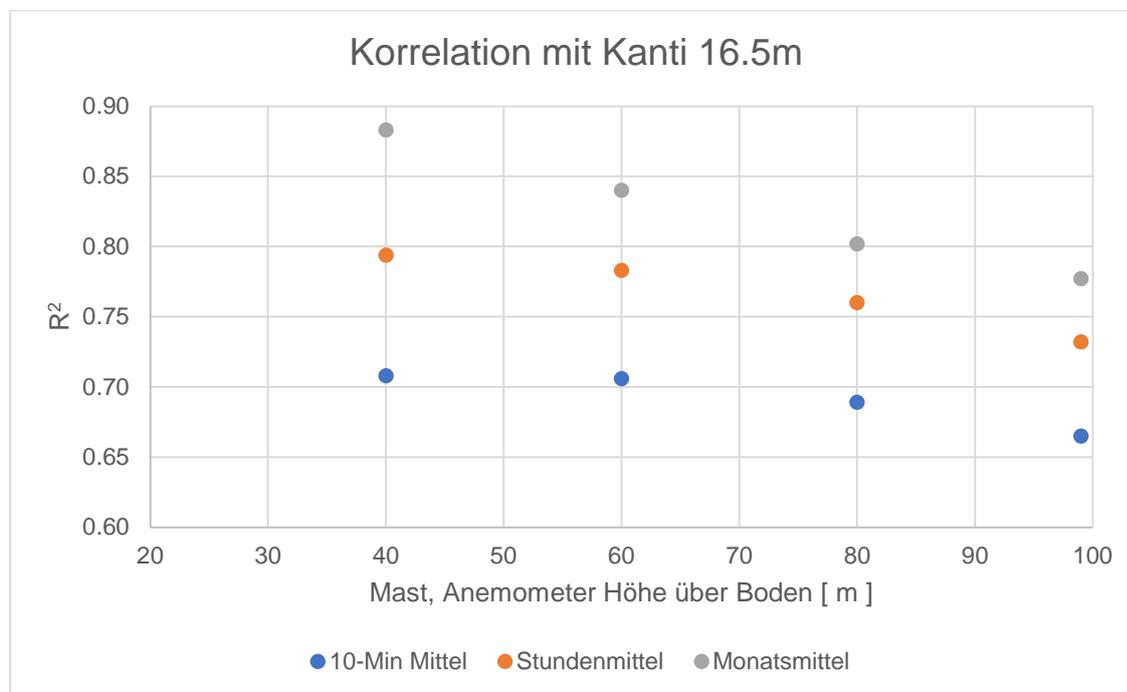


Abb 35 Graphische Darstellung der Korrelation der Kanti und Mast Daten

11.1.4 Datenkonsistenz der Referenzstation Kanti

Der Homogenitätstest für die Stundendatenreihe Heerbrugg Kanti (1.2010-6.2023) zeigte einen eindeutigen Bruchverdacht im August/September 2020 im Vergleich zu umliegenden, unabhängigen Messreihen (Altenrhein und ZAMG-Stationen im Rheintal)²¹. Es stellte sich heraus, dass am 12.10.2020 eine Wartung "Umbau Kugellager" stattgefunden hat. Daten der Referenzstation mussten entsprechend korrigiert werden. Die homogenisierte Langzeitdaten haben eine Auflösung von 1h. Dies führt zu einer "Glättung" der höheren Windgeschwindigkeiten und damit zu weiteren Unsicherheiten in den Ertragsschätzungen.

11.2 Langzeiterträge

Unter obengenannten Einschränkungen wird für die Schätzung der Langzeiterträge am Standort eine alternative Methode angewendet, die wie folgt abläuft:

- Messdaten August 2022 - Juli 2023 mit 10 Minuten Auflösung auf geplanten Nabenhöhen extrapolieren
- Mit diesen Daten Erträge für diese Periode berechnen
- Mittlere Windgeschwindigkeit und Energiedichte für diese Periode mit den vorhergehenden 10 Jahresperioden vergleichen, um festzustellen, wie weit sich die mittlere Energiedichte während dieser Periode von den vorhergehenden Perioden unterscheidet
- Berechnete Erträge entsprechend korrigieren und die langjährigen mittleren Erträge ermitteln
- Zur Kontrolle werden die Langzeiterträge mit Monte-Carlo Simulation geprüft.

²¹ E-Mail Dr. Bruno Dürr, 15.09.2023

11.3 Fazit Langzeitressourcen

Aufgrund der erwähnten geringen Datenverfügbarkeit und -Genauigkeit der zu Verfügung stehenden Referenzstationen, ist es schwierig Langzeitdaten guter Qualität zu generieren. Es besteht die Gefahr, Ergebnisse aufgrund Homogenisierung, Rundungsfehler und Unsicherheiten zu verfälschen. Schlussendlich würden die Ertragsschätzungen nicht Bestand halten. Des Weiteren wird seit einigen Jahren von Meteorologen empfohlen, nicht zu viele vergangene Jahre als Referenzdaten zu verwenden. Mit dem Klimawandel ist auch das weitere Verhalten des Windes unvorhersehbarer. Aus diesem Grund wurde entschieden, sich auf die effektiven, gemessenen Winddaten von 2022-2023 zu stützen, da diese verlässlich sind. Der Vergleich mit den Referenzstationen zeigt, dass das Jahr 2022-23 das schlechteste Windjahr der letzten 10 Jahren war. Hingegen den vergangenen Jahren, fehlte 2022-23 fast gänzlich der "Föhn" mit energiereichen Böen. Ertragsschätzungen anhand der 2022-23 Winddaten ergeben eine niedrigere Schätzung als in einer langjährigen Betrachtung zu erwarten ist.

12 Föhnindex

Die Tab 19 zeigt die verschiedenen Referenzstationen und ihre Mittel in Windgeschwindigkeit und Energiedichte für die Perioden 2022-2023, 2010-2022 und 2015-2022. Wenn keine Daten vorhanden, so sind die Felder grau. Die Differenz % beziehen sich jeweils auf die Differenz zur Periode 2022-2023. Die Stationen Glarus, Altdorf und Vaduz (gelb markiert) liegen in der Periode 2010-2022 -4.9 bis -15.8% unter dem Wert von 2022-2023.

Die Korrelation (R^2) zum Mast ist bei der Station Chur am höchsten (89%). Die Differenz zur Messperiode 2022-2023 beträgt hier 1.5 bis 3.4%.

Meteo- station	Distanz km	Höhe ü.M.	Mess- höhe m	Monats mittel R^2	2022-2023 Mittel		2010-2022 Mittel		Diff %		2015 - 2022 Mittel		Diff %	
					m/s	W/m ²	m/s	W/m ²	m/s	W/ m ²	m/s	W/m ²	m/s	W/ m ²
SFS-Mast	0		40	100%	2.80	29.00								
MERRA-2	0.9	405.0	10.0	52%	2.79	28.23	2.70	26.1 7	3.3	7.9	2.75	27.71	1.3	1.9
Glarus	60.6	517.0	10.0	60%	1.87		1.97		-5.3		2.04		-8.4	
Altdorf	97.0	438.0	10.0	69%	1.89		2.25		-15.8		2.23		-	15.0
Vaduz	29.1	457.0	10.0	71%	1.87		1.96		-4.9		2.02		-7.5	
Altenrhein	8.9	398.0	10.0	76%	2.10		2.02		4.2		2.15		-2.1	
Feldkirch	16.8	436.0	10.0	82%	1.45		1.39		4.1		1.43		1.7	
Oberriet / Kriessem	3.4	409.0	10.0	83%	2.18	16.79	2.21	24.1 6	-1.7	-31	2.21	24.16	-1.7	-31
Chur	61.5	556.0	10.0	89%	2.88		2.79		3.4		2.84		1.5	
Kanti Original	0.9	405.0	16.5	91%	1.90	11.40	1.96	11.5 8	-2.9	-1.6	1.98	10.80	-3.9	5.6
Kanti Homogen- isiert	0.9	405.0	16.5	91%	1.90	11.37	1.76	11.2 9	7.9	0.7	1.68	10.48	12.9	8.5

Tab 19 Vergleich Windgeschwindigkeit und Energiedichte pro Referenzstation

Die beträchtliche Differenz wird auf den während der Periode 2022-23 ausgefallenen Föhn zurückgeführt.

Eine Analyse des Föhnindex der MeteoSchweiz²² bestätigt diese Aussage. Der Föhnindex ist ein Index, der auf objektive Weise berechnet wird, um zu bestimmen, ob Föhn an einer Reihe von Stationen auf der Nord- und Südseite der Alpen vorhanden ist. Für Föhn charakteristisch sind hohe Windgeschwindigkeiten (meist über 8 m/s), sogenannte Böen. Sie leisten grossen Beitrag an den Energieertrag.

In der Abb 36 sind die Föhnindizes in Oberriet, Vaduz und in Altenrhein dargestellt. Der in der Periode Juli 2022 bis August 2023 aufgetretene Föhn war mit 99.7 % Wahrscheinlichkeit ca. 50% des Durchschnitts. In Altenrhein sogar nur 25%. Tab 20 zeigt die Anzahl Föhnstunden in Oberriet während Aug 2018 bis Juli 2023.

²² Föhnindex der Meteoschweiz, Historische Daten Altenrhein, Oberriet, Vaduz

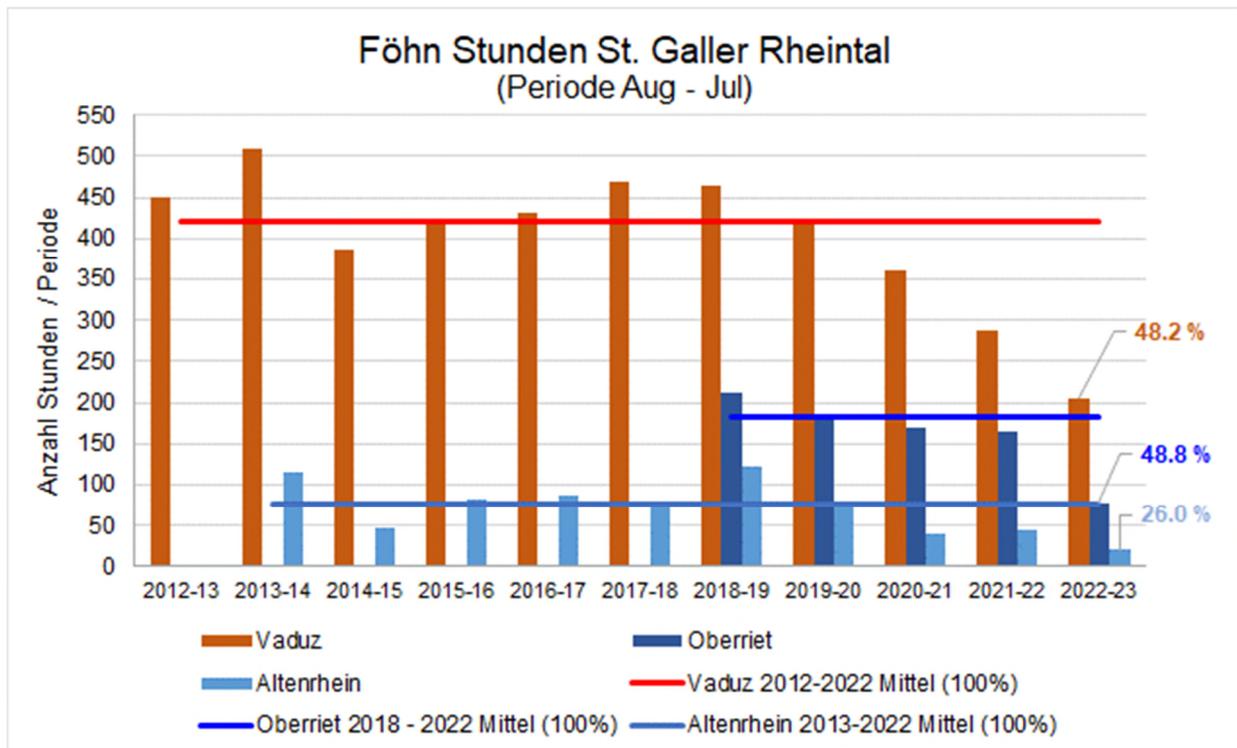


Abb 36 Föhnindex St. Galler Rheintal (2015-2023)

Föhn Stunden	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Jahr
2018-19	5.7	0.0	54.8	25.3	0.0	10.8	7.3	20.7	68.3	1.3	16.7	0.2	211
2019-20	0.0	0.0	13.8	24.8	46.3	0.0	41.2	27.5	0.3	15.7	15.8	0.2	186
2020-21	5.5	0.0	23.5	0.0	13.8	40.3	25.2	1.3	36.3	24.5	0.0	0.0	171
2021-22	0.0	5.0	53.3	1.0	1.7	9.8	13.3	62.2	7.2	0.5	10.5	0.0	165
2022-23	0.0	0.0	0.3	1.2	17.8	27.7	0.0	9.5	4.7	0.2	4.0	13.0	78
Mittelwert 2018 -22, Stunden / Jahr												183	
Standardabweichung												21	
Anzahl Jahre (Beobachtungen)												4	
Standardfehler												10	
Konfidenzintervall (99.7% Wahrscheinlichkeit = 3x Standardfehler)										152	214		
Stunden 2022-23 (mit 99.7% Wahrscheinlichkeit unter Durchschnitt)												78	
Anzahl Föhnstunden unter Durchschnitt												105	

Tab 20 Föhnstunden Oberriet 2018 - 2023

Also fehlten es während der Messperiode mindestens 105 Föhnstunden.

In Oberriet betrug die mittlere Windgeschwindigkeit auf 10m Höhe, unter Föhnbedingungen 6.1 m/s (05.05.2018 - 31.07.2022). Berechnet mit α 0.139 (LIDAR 99 - 200m) entspricht dies 8.5 m/s auf einer Nabenhöhe von 123 m. Bei einer durchschnittlichen Luftdichte von 1.161 kg/m³ produziert V150 - 4.2 MW 2.9 MW. In 105 Stunden hätte die Anlage grob gerechnet 300 MWh produziert. 300 MWh entspricht 6.5 % des für diese Anlage mit einer Nabenhöhe von 123m prognostizierten 4'692 MWh.

In einem Jahr mit durchschnittlichen Föhnperioden hätte die Anlagen 5-10% mehr Energie produziert. Daraus wird abgeleitet, dass die obenerwähnte Ertragsprognosen eine Worst-Case Szenario darstellen. Für die Berechnung der Energieerträge wird für den ausgefallenen Föhn ein Korrekturfaktor von 7.5% verwendet (Mittel von 5-10%) und 2.5% Unsicherheit hinzugefügt.

13 Ertragsprognosen Bruttoerträge für WEA-Auswahl

Die Tab 21 zeigt den potenziellen Bruttoenergieertrag an der Mastposition und auf Nabenhöhe für die in Kapitel 4.2 erwähnten Windenergieanlagentypen. Als Vergleich wurde zudem der Anlagentyp von Calandawind hinzugenommen. Die Erträge wurden für die Periode August 2022 bis Juli 2023 berechnet. Dafür wurden die 99m Mastdaten verwendet und auf die jeweilige Nabenhöhe extrapoliert.

Anlagentyp	Vestas							Enercon	
	Calanda- wind Vestas V112 - 3.3 MW	V136- 4.2 MW TES	V136- 4.2 MW TES	V150- 4.2 MW TES	V150- 4.2 MW TES	V150- 5.6 MW TES	V150- 6.0 MW TES	E-138 EP3 E2 4.2 MW TES	E-138 EP3 E2 4.2 MW TES
Rotordurchmesser [m]	112	136	136	150	150	150	150	139	139
Nabenhöhe [m]	112	112	149	123	145	125	125	131	149
Leistung [kW]	3300	4200	4200	4200	4200	5600	6000	4200	4200
Anemometerhöhe [m]	112	112	149	123	145	125	125	131	149
Power law exponent	0.281	0.281	0.281	0.281	0.281	0.281	0.281	0.281	0.281
Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]	3.76	3.76	4.11	3.83	4.07	3.89	3.89	3.95	4.11
Weibull k	1.71	1.71	1.67	1.71	1.67	1.69	1.69	1.69	1.67
Luftdichte [kg/m ³]	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
Energieertrag 2022-23 [MWh/Jahr]	2'391	3'634	4'813	4'692	5'689	5'001	4'990	4'501	5'053

Tab 21 Anhand Zeitreihen prognostizierte Bruttoenergieerträge

13.1 Luftdichte am Standort

Der Energieertrag der Anlagen ist proportional zur Luftdichte.

Der Anlagenstandort liegt auf 403 m über Meer. Im Gebiet der Anlage wurde von 2022 bis 2023 eine jährliche Durchschnittstemperatur von 11.7 °C, ein Druck von 969.4 mbar und eine relative Luftfeuchtigkeit von 71.3% gemessen. Dies ergibt eine Luftdichte von 1.16 kg/m³.

13.2 Verminderung der Bruttoerträge

Der tatsächliche Energieertrag wird durch verschiedene Faktoren vermindert. Der Nettoenergieertrag wird geschätzt, indem alle Verluste vom Bruttoenergieertrag (AEP) subtrahiert werden. Die Faktoren, die den Energieertrag vermindern sind in der Tab 22 zusammengefasst.

Nr.	Rubrik	Einheit	Abzug	Wert	Bemerkung
0	AEP Brutto			100	Ertrag nach Abzug Abschattungsverluste (0%)
1	Verfügbarkeit*	%	5	95.0	* Wert garantiert durch Hersteller
2	Leistungskurve	%	2	93.1	Standortspezifische Leistungskurve
3	Elektrische Übertragung	%	0.5	92.6	Übertragungsverluste bis zum Einspeisepunkt (geschätzt)
	Umweltfaktoren				
4	Schatten	%	1	91.7	Gemäss Schattenwurfstudie Interwind
5	Lärm	%	0.5	91.2	Gemäss Schallgutachten Meteotest 18.12.23
6	Vereisung	%	0	91.2	Anlagen mit Rotorblattheizung
7	Vögel	%	0.7	89.4	Schätzung
8	Fledermäuse	%	2	88.8	Gemäss Bericht SWILD Dezember 2023, V2
9	Netzverfügbarkeit	%	0	88.8	In der Schweiz vernachlässigbar
10	Weitere	%	1	87.9	Unvorhergesehenes
Ertragsminderung Total		%	12.7	12.089	

Tab 22 Geschätzte technisch und durch Umweltauflagen bedingte Ertragsminderungen und Berechnung des AEP Netto

Erläuterungen zu den obengenannten Ertragsminderungen:

- Die Ertragsminderungen werden sukzessive von der Verfügbarkeit der Anlage (95%) subtrahiert (Bemerkung: 1% von 95.0% = 0.95%, usw.). Die damit berechnete gesamte
- Anlagenverfügbarkeit: Hersteller garantieren, dass die Anlagen mindestens 95% der Zeit betriebsbereit sein werden. Die Wartung und Servicearbeiten nehmen ca. 2% der Zeit in Anspruch, ca. 7 Tage im Jahr. Die restlichen 3% sind Reaktionszeit des Herstellers im Falle einer Störung.
- Leistungskurve: Die den Berechnungen zugrunde liegende Leistungskurve ist abhängig von diversen klimatischen Bedingungen, wie z.B. Turbulenzintensität und Einströmwinkel, die in den Anlagendesign berücksichtigt sind. Standortspezifische Bedingungen entsprechen diesen Annahmen nicht 100%. Für diesen Parameter wird 2% eingesetzt, ein Erfahrungswert.
- Elektrische Übertragung: Dieser Begriff umfasst Transformer- und Kabelverluste zwischen den Anlagen und den Netzanbindungspunkt, wo die Produktion gemessen wird. Für das Projekt SFS sind diese Verluste sehr klein, weil sich die Netzanbindungspunkte in unmittelbarer Nähe der Anlage befindet.
- Weitere Leistungsminderungen: Verschmutzung und Änderungen der Oberflächenglattheit der Rotorblätter mit der Zeit beeinflussen die Effizienz. Für diesen Parameter wird 1% eingesetzt. Ein anderer Parameter in dieser Kategorie ist die Vereisung der Rotorblätter. Dieser Parameter wird gemäss Eiswurfgutachten unter umweltbedingte Ertragsminderungen berücksichtigt.
- Leistungseinschränkungen: Verschiedene Rahmenbedingungen können bei manchen Projekten zu einer suboptimalen Positionierung der Anlagen (micro-siting) führen. Dann werden die Leistung der Anlagen in bestimmten Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitssituationen eingeschränkt, um die Belastungen zu reduzieren. Dies trifft für die SFS-Anlagen nicht zu.
- Umweltfaktoren: Sind Standortgebunden, die Ertragsminderungen durch zB Abschaltungen aufgrund Fledermausaktivität und Lärm sind Erfahrungswerte.

13.3 Unsicherheiten

Für eine Beurteilung dieser Ertragsschätzung müssen die Einflüsse der Unsicherheiten in den Berechnungen berücksichtigt werden. Es gibt zwei Gruppen von Unsicherheiten:

Die erste ist die "Windressourcen Gruppe". Diese Gruppe besteht aus 4 Unsicherheitsquellen, nämlich

1. Windmessungen
2. Berechnung der Langzeit Ressourcen
3. Strömungsmodell, in diesem Fall Höhenextrapolation
4. Variabilität der Windressourcen

Die zweite Gruppe ist die "Energie Gruppe"

5. Energieumwandlung (Umwandlung der Windenergie in elektrische Energie)
6. Standortspezifische Variabilität der Ressourcen

Jede dieser Unsicherheitsquellen setzt sich aus verschiedenen Elementen zusammen. Z.B. Unsicherheit Windmessungen umfasst die Ungenauigkeiten der Anemometer, Einfluss des Mastes und Blitzableiters auf die Messungen, Unsicherheit Strömungsmodell Unsicherheiten (Ungenauigkeiten) in den horizontalen und vertikalen Extrapolationen und des Wake-models zusammen, usw.

Die Unsicherheiten in der Energieumwandlung setzen sich aus Unsicherheiten in der Schätzung der Verluste aufgrund Transformerverluste, Leistungskurve, Netzverfügbarkeit und Leistungsverluste zusammen.

Jede dieser Unsicherheiten ist unabhängig von den anderen. Die Gesamtunsicherheit ist die Wurzel der Summe der Quadrate aller Unsicherheiten (Formel 3).

Formel 3 Berechnung der Gesamtunsicherheit

$$U_{total} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2 + U_6^2}$$

13.3.1 Windressourcen

Dies ist die Unsicherheit der von Anemometern gemessenen Windgeschwindigkeit im freien Strom nach Datenvalidierung und -anpassung. Sie spiegelt nicht nur die Unsicherheit in der Empfindlichkeit der Instrumente bei Betrieb unter idealen Windbedingungen wider, sondern auch ihre Leistung im Feld. Faktoren wie die Anemometerkalibrierung und die Konfiguration gemäß der IEC-Norm werden ebenfalls berücksichtigt.

In diesem Projekt wurden moderne Anemometer von Thies FC verwendet. Diese Anemometer sind als 0.9A klassifiziert, die Unsicherheit wird mit 0.81% berechnet; die Kalibrierung wurde für den Messmast vorgenommen und ist dokumentiert, die Unsicherheit wird mit 1.0% angenommen; die Konfiguration und Installation auf dem verwendeten Top-Sensor entsprechen weitgehend der IEC, die Unsicherheit wird mit 1.5% für die seitliche Montage geschätzt. Die Gesamtunsicherheit der Windmessung wird mit 2.05% berechnet, wie in Tab 23 dargestellt.

	Parameter	Einheit	Windgeschwindigkeit
Nr.	Unsicherheiten Total	%	2.05
1	Klassifizierung	%	0.81
2	Kalibration	%	1.00
3	Seitliche Montage	%	1.50
4	Abnützung	%	0.10
5	Blitzableiter	%	0.00
6	Datenlogger	%	0.10
7	Integrität	%	0.10
8	Datenfilter (Icing)	%	0.50

Tab 23 Unsicherheiten, Windmessung

13.3.2 Langzeitressourcen, Variabilität

Langzeitressourcen: Die Unsicherheit hängt mit der Genauigkeit der Windgeschwindigkeitskorrelationen, der Annahme, dass der Zeitraum der verfügbaren historischen Daten repräsentativ für das langfristige Windregime ist, der Konsistenz der langfristigen Referenzwindbedingungen und der Annahme, dass die Windrose repräsentativ für langfristige Bedingungen ist, zusammen.

In diesem Projekt wird die Anwendung einer Langzeitkorrektur als nicht angemessen erachtet, so dass die Unsicherheit der jährlichen Variabilität entspricht, die 3 % beträgt. Diese Zahl leitet sich von den Daten der Meteostationen Altdorf, Chur, Glarus und Vaduz, während 2012-2023.

Die Unsicherheit aufgrund zukünftiger klimatischer Einflüsse wird für die nächsten 20 Jahre auf 0.5 % geschätzt. Die gesamte langfristige korrelierte Windunsicherheit wird mit 3.04 % berechnet (Tab 24) .

	Parameter	Einheit	Windgeschwindigkeit
Nr.	Gesamtunsicherheit	%	3.04
1	Langzeit	%	3.00
2	Zukünftige Klimaänderungen	%	0.50

Tab 24 Unsicherheiten, Langzeitressourcen

13.3.3 Strömungsmodell

Im vorliegenden Fall geht es um Einzelanlage, damit nur um die vertikale Extrapolation. Zur Verringerung der Unsicherheit bei der vertikalen Extrapolation wurden Lidar-Daten aus dem Zeitraum 01.04 - 05.07.2023 verwendet. Das Lidar befand sich 50 m südlich des Mastes. Die Unsicherheit beträgt 1.25% (Tab 25). Dieser Wert ist auf die Komplexität der Windverhältnisse vor Ort zurückzuführen. (Siehe auch Kapitel 7.6). Es war keine horizontale Extrapolation notwendig. Die Messungen waren innerhalb der Rotordurchmesser der zukünftigen Anlage. Zurzeit sind keine weiteren Anlagen geplant, daher gibt es keine Unsicherheiten betreffend Nachlaufströmung.

	Parameter	Einheit	Windgeschwindigkeit
Nr.	Gesamtunsicherheit	%	1.25
1	Horizontal	%	0
2	Vertical	%	1.25
3	Nachlaufströmung	%	0

Tab 25 Unsicherheit, Strömungsmodell

13.3.4 Sensitivitätsfaktor

Der Sensitivitätsfaktor wird auf der Grundlage der Weibull-Parameter der durchschnittlichen Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe jeder Turbine nach dem Nachlauf berechnet. Die Berechnung basiert auf dem Faktor k von 1.71 und dem Faktor A von 4.046 m/s (99m), die durchschnittliche Weibull-Windgeschwindigkeit beträgt 3.604 m/s. Unter der Annahme, dass k konstant ist, wird durch Änderung der durchschnittlichen Weibull-Windgeschwindigkeit die Änderung der Produktion berechnet, also der Empfindlichkeitsfaktor. In diesem Projekt beträgt der Sensitivitätsfaktor 3.17, bei einer Änderung der Windgeschwindigkeit bei 1-10%.

Je kleiner der Sensitivitätsfaktor, desto geringer ist der Einfluss dieser Unsicherheit auf die Ertragsprognosen.

13.3.5 Föhnkorrektur

Siehe Kapitel 12.

13.3.6 Energiegruppe

Energieumwandlung: Diese Unsicherheit spiegelt die Ungewissheit der Leistung der Turbinenleistungskurve in der Praxis wider, die nicht unter idealen Windtestbedingungen betrieben wird, wo sie turbulenten und nicht horizontalen Winden, den möglichen Auswirkungen der abnormalen Windscherung und der Luftdichte ausgesetzt sein kann.

In diesem Projekt wurden die vom Hersteller publizierten Leistungskurven benützt. Obwohl beide renommierte Hersteller sind, wird es hier eine Unsicherheit von 2.0% eingesetzt.

Verluste: Die Unsicherheit steht im Zusammenhang mit der Genauigkeit der Schätzung der Verfügbarkeit, der elektrischen Leistung, der Turbinenleistung und der Umweltverträglichkeit. Da diese Parameter bereits unter Ertragsverminderungen berücksichtigt sind, wird es hier keine zusätzliche Unsicherheit eingerechnet.

13.3.7 Gesamtunsicherheit

Die Gesamtunsicherheit beträgt 12.69 % (siehe Formel 3, Kapitel 13.3).

	Parameter	Einheit	Unsicherheit	Sensitivität	Energy Output
Nr.	Gesamtunsicherheit	%	5.02		12.69
1	Windmessung	%	2.05	3.17	6.49
2	Langzeitressourcen	%	3.04	3.17	9.64
3	Strömungsmodell	%	1.25	3.17	3.96
4	Föhnkorrektur	%	2.50	1	2.50
5	Energieumwandlung	%	2.00	1	2.00
6	Verlust	%	0.00	1	0.00

Tab 26 SFS-Anlage, Gesamtunsicherheit der Ertragsschätzungen

13.4 Erwartete Brutto- und Nettoerträge, AEP Netto

Die erwartete Jahreserträge der diversen Anlagen und der Gesamtertrag sind in der Tab 27 aufgeführt.

Hersteller	Vestas							Enercon	
	Calanda wind Vestas V112 - 3.3 MW	V136- 4.2 MW TES	V136- 4.2 MW TES	V150- 4.2 MW TES	V150- 4.2 MW TES	V150- 5.6 MW TES	V150- 6.0 MW TES	E-138 EP3 E2 4.2 MW TES	E-138 EP3 E2 4.2 MW TES
Rotordurchmesser [m]	112	136	136	150	150	150	150	139	139
Nabenhöhe [m]	112	112	149	123	145	125	125	131	149
Leistung [kW]	3300	4200	4200	4200	4200	5600	6000	4200	4200
Anemometerhöhe [m]	112	112	149	123	145	125	125	131	149
Power law exponent	0.281	0.281	0.281	0.281	0.281	0.281	0.281	0.281	0.281
Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]	3.76	3.76	4.11	3.83	4.07	3.89	3.89	3.95	4.11
Weibull k	1.71	1.71	1.67	1.71	1.67	1.69	1.69	1.69	1.67
Luftdichte [kg/m ³]	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
Energieertrag 2022-23 [MWh/Jahr]	2'391	3'634	4'813	4'692	5'689	5'001	4'990	4'501	5'053
Korrektur Faktor "Föhn"	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%
Bruttoenergieertrag 2022-23 [MWh/Jahr]	2570	3906	5174	5043	6116	5376	5365	4838	5432
Ertragsminderung %	12.09	12.09	12.09	12.09	12.09	12.09	12.09	12.09	12.09
Nettoenergieertrag 2022-23 [MWh/Jahr] (P50)	2'260	3'434	4'549	4'434	5'377	4'726	4'716	4'253	4'775
Netto Kapazitätsfaktor 2022-23	7.8%	9.3%	12.4%	12.1%	14.6%	9.6%	9.0%	11.6%	13.0%

Tab 27 Geschätzte Jahreserträge der WEAs, P50

Die nachfolgende Abb 37 zeigt den Nettoenergieertrag nach Saison und Tagesverlauf. Es ist zu sehen, dass im Mittel (blaue Linie) am meisten Energie nachts produziert wird. Die grössten saisonalen Unterschiede sind im Frühling-Sommer (gelb und grüne Säulen) und Herbst-Winter (rote und blaue Säulen) zu sehen. Im Herbst-Winter gibt es eine hohe Energieproduktion am frühen Morgen. Im Frühling-Sommer dagegen nachmittags bis zum frühen Abend. Während des ganzen Jahres wird eine Bandlast von mindestens 5.7 MWh produziert (Summe der Produktion pro Monat und Stunde). Die Energieproduktion ist im Frühling mit 23.7 MWh am höchsten.

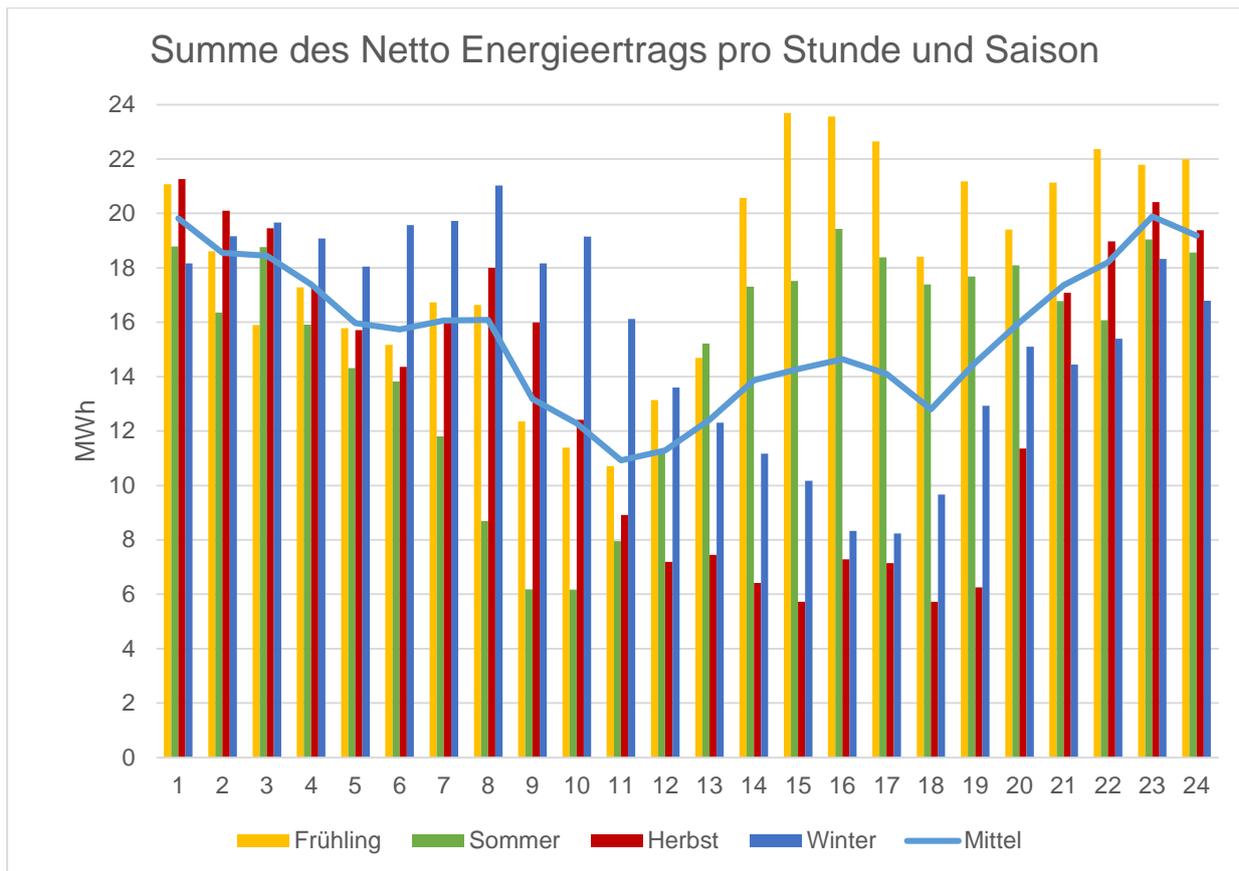


Abb 37 Nettoenergieertrag pro Stunde und Saison für V-150 4.2MW

13.4.1 Nettoerträge P50, P75, P90

Die Unsicherheiten, mit denen verbundenen Sensitivitätsfaktoren und die effektiven Unsicherheiten in der Ertragsschätzung sind 12.69% (Tab 26).

Der prognostizierte AEP Netto Pxx bedeutet, dass der Jahresertrag der Anlage den prognostizierten Wert mit xx% Wahrscheinlichkeit erreichen oder übertreffen wird. Die Wahrscheinlichkeit, dass der Ertrag diesen Wert nicht erreicht, oder unterschreiten wird, ist 100-xx %.

Diese Werte wurden mit einer Wahrscheinlichkeitsformel ermittelt, können aber für eine Unsicherheit von 12.69% mit folgenden vereinfachten Formeln berechnet werden:

$$\text{AEP Potential} = \text{AEP Gross} - \text{Wake loss}$$

$$\text{AEP Net (P50)} = \text{AEP Potential} - \text{Ertragsminderungen}$$

$$\text{AEP Net (P75)} = \text{AEP Net (P50)} - 0.67 \times \text{Unsicherheit.}$$

$$\text{AEP Net (P90)} = \text{AEP Net (P50)} - 1.28 \times \text{Unsicherheit.}$$

Die prognostizierten Nettoerträge der WEA und Überschreitungswahrscheinlichkeiten sind in Abb 38 grafisch dargestellt. Die Unsicherheiten gemäss Kapitel 13.3 sind miteinbezogen.

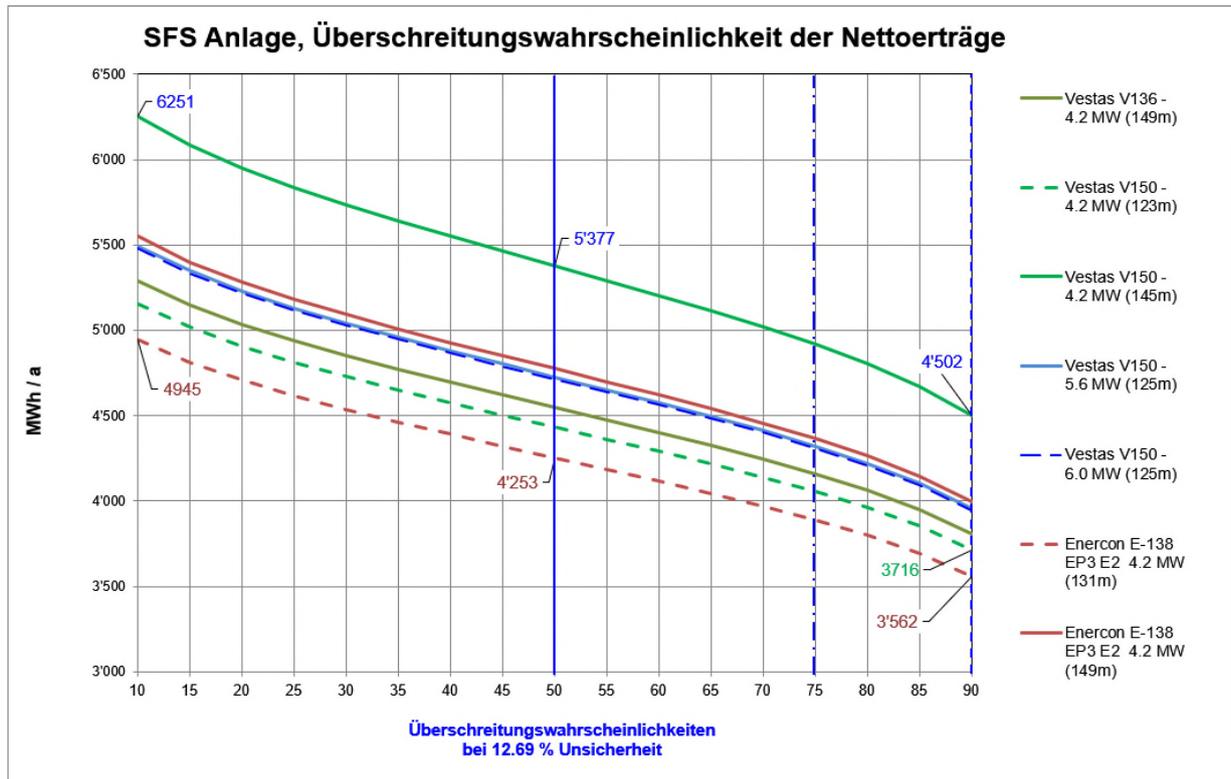


Abb 38 Überschreitungswahrscheinlichkeiten der Nettoerträge P50, P75 und P90

Mit einer Anlage des Typs V150-4.2 MW, Nabenhöhe von 123m kann nach Abzug aller Ertragsminderungen jedes Jahr mit 90% Wahrscheinlichkeit mindestens 3.7 GWh elektrische Energie produziert werden. Am meisten Energie könnte mit derselben Anlage auf 145m Nabenhöhe produziert werden (4.5 GWh).

14 Ertragsprognosen mit Monte Carlo Simulation

Als zweite Methode zur Einschätzung der Energieerträge wurde die Monte Carlo Simulation (MC) durchgeführt (Plausibilitätskontrolle). Die Simulation basiert auf den langjährigen Daten der Referenzstation Oberriet. Wie die nachfolgende Tab 28 zeigt, weichen die Resultate hinsichtlich Weibull-Parameter Berechnungsmethode bedingt von den Ergebnissen "Mast" (basierend auf den gemessenen Mastdaten 2022-23) ab.

Höhe ü. Boden	Monte Carlo			Mast		
	v m/s	A m/s	k	v m/s	A m/s	k
123 V150	4.01	4.49	1.69	3.83	4.30	1.71
145 V150	4.13	4.63	1.68	4.08	4.57	1.67
149 V136	4.15	4.65	1.70	4.12	4.61	1.67
149 E138	4.14	4.64	1.69	4.12	4.61	1.67

Tab 28 Vergleich der Weibull-Parameter erstellt mittels Monte Carlo Simulation und anhand der Interwind Schätzung

Die nachfolgende Abb 39 zeigt die Information aus der Tab 28 grafisch dargestellt. Es ist zu sehen, dass sich die Werte der 2 Methoden mit zunehmender Höhe angleichen.

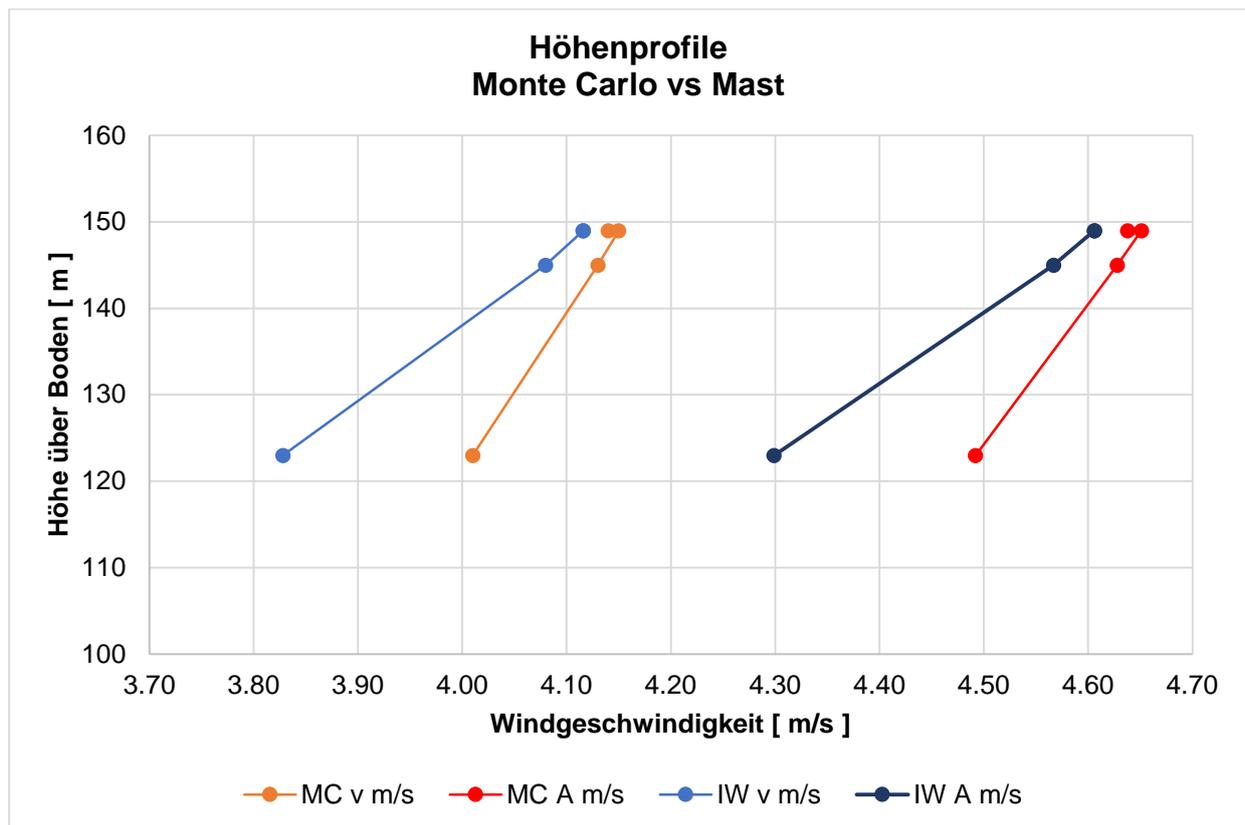


Abb 39 Vergleich Höhenprofil Monte Carlo und Mast

Tab 29 zeigt die mittels beider Methoden ermittelten Bruttoerträge pro Anlagentyp. Die Ergebnisse von P50 stimmen gut überein. Die Resultate für "Worst Case" weichen im Schnitt 11.5%, die für "Best Case" im Schnitt 20.4% voneinander ab.

Anlagen	MC		Periode = Langzeit (P50)		Verhältnis MC / Interwind	
	(MC) P50	(MC) P90	(Mast) P50	(Mast) P90	P50	P90
Vestas V-136 4.2MW 149m	4'786	4'128	4'813	4'073	99.4%	98.7%
V-150 4.2 MW 123m	5'313	4'580	4'691	3'974	113.3%	86.8%
V-150 4.2 MW 145m	5'707	4'953	5'689	4'814	100.3%	97.2%
E-138 EP3 4.2 MW 149m	4'638	4'425	5'053	4'277	91.8%	96.7%
Mittelwert					101.2%	94.8%

Tab 29 Bruttoertragsschätzung (MWh/Jahr) nach Monte Carlo und Mast

Abb 40 zeigt die Ergebnisse für P50 nochmals grafisch im Vergleich.

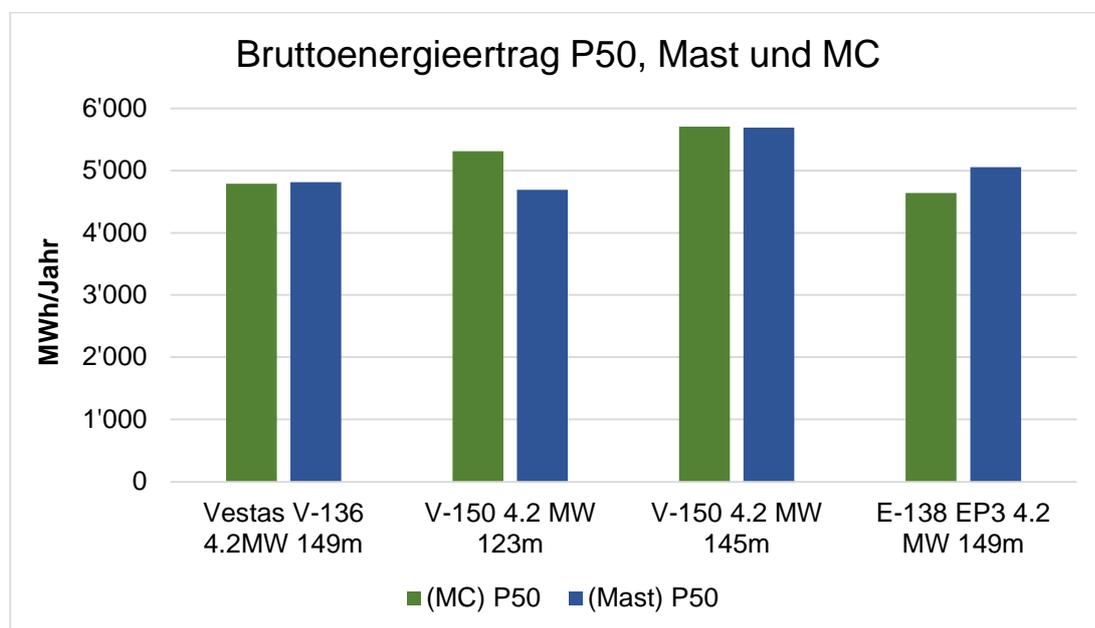


Abb 40 Grafischer Vergleich der P50 Bruttoertragsschätzungen, Mast und Monte Carlo

Zusammengefasst, die Resultate der Monte Carlo Simulation zeigen, dass die im vorhergehenden Kapitel berechnete Erträge plausibel sind.

15 Fazit

Gemäss den für die UVP durchgeführten Umweltfachgutachten sind die Einflüsse auf die Bevölkerung und die Fauna und Flora überschaubar, wenn erforderlichen Auflagen erfüllt werden. Mittels UVP²³ wird die Eignung des Standortes für die Windenergienutzung nachgewiesen. Auch aus Sicht der Fledermausexperten ist die Erstellung der WEA mit entsprechenden Schutz- und Kompensationsmassnahmen bewilligungsfähig²⁴.

Bekannte Killerkriterien wie Lärmschutz, Vögel und Fledermäuse wurden abgeklärt. Das Projekt ist mit geeigneten Massnahmen realisierbar. Entsprechende Ertragsminderungen sind berücksichtigt.

Die Ertragsschätzungen in Kapitel 14 sind deutlich unter der in der Vorstudie vorgesehenen Werten. Dafür gibt es zwei Gründe:

1. Der vom Windatlas abgeleitete Höhenexponent entspricht nicht der Messungen.
2. Während der Messperiode August 2022 - Juli 2023 waren die Föhnperioden weniger ausgeprägt als in den vergangenen Jahren. Dies wird deutlich, wenn man die Daten der Meteostationen Oberriet, Vaduz und Altenrhein während 2012-2023 betrachtet. In einem Jahr mit durchschnittlichen Föhnperioden hätte die Anlagen 5-10% mehr Energie produziert. Für die Berechnung der Nettoerträge wurde daher ein Föhn-Korrekturfaktor von 7.5% angewandt (Mittelwert von 5-10%).

Die Ermittlung der Energieerträge diverser Anlagen auf diverser Nabenhöhe zeigt, dass während der Auswertungsperiode der höchste Energieertrag mit der Anlage Vestas V-150-4.2MW auf 145m Nabenhöhe erzielt worden wäre. Nicht allein die Grösse des Generators, sondern die Nabenhöhe ist für eine hohe Produktion ausschlaggebend ist.

²³ Arnal, WINDENERGIEANLAGE SFS Machbarkeitsstudie 23.09.2023

²⁴ BE_UVB-Fledermaeuse_WEA_Heerbrugg_SWILD_20231012

Abbildungsverzeichnis

Abb 1	Besondere lokale Hindernisse um die potenzielle WKA SFS in der Hauptwindrichtung Süd-West. Grüner Kreis= Mast, blauer Kreis= LIDAR, rotes Kreuz= geplante WEA.....	6
Abb 2	Grafische Darstellung der Mastanordnung 99 m Windmessmast SFS	7
Abb 3	Vollständigkeit der Daten, Windmessmast SFS	9
Abb 4	Jahres- und Monatsmittel auf 99 m, Windmessmast SFS.....	10
Abb 5	Tagesmittelwerte der Windgeschwindigkeit auf 99 m, Windmessmast SFS.....	11
Abb 6	Tagesgang der Windgeschwindigkeit und Temperatur auf 99m während Auswertungsperiode	12
Abb 7	Tagesgang der Windgeschwindigkeit und Temperatur auf 99m von März-Mai	12
Abb 8	Tagesgang der Windgeschwindigkeit und Temperatur auf 99m von Juni-August	13
Abb 9	Tagesgang der Windgeschwindigkeit und Temperatur auf 99m von September-November...	13
Abb 10	Tagesgang der Windgeschwindigkeit und Temperatur auf 100m von Dezember-Februar	14
Abb 11	Frequenzverteilung der Windgeschwindigkeiten auf 99 m, Mast SFS	15
Abb 12	Leistungskurve der Anlage V-150, 4'200 kW, Betriebsmodus 0, Leistungsoptimiert	16
Abb 13	Häufigkeit einzelner Windgeschwindigkeiten, während der Auswertungsperiode Aug 2022 - Juli 2023	17
Abb 14	Energieproduktion V-150 4.2 MW, während der Auswertungsperiode Aug 2022 - Juli 2023, wenn diese Anlagen auf der Position des Windmessmasten gestanden wäre.	17
Abb 15	Vertikales Windprofil. Gemessene Daten (40, 60, 80, 99 m) und extrapoliertes Wert 123 m...	18
Abb 16	Vertikale Windprofile (auf 40m, 60m, 80m, 99m, 123m) nach Windrichtungen (8 Sektoren), Mast SFS	19
Abb 17	Tagesgang des Shear Factors und der Windgeschwindigkeit während der Messperiode.....	20
Abb 18	Tagesgang des Shear Factors und der Windgeschwindigkeit im Winter	20
Abb 19	Tagesgang des Shear Factors und der Windgeschwindigkeit in Frühling.....	20
Abb 20	Windrose mit Frequenzverteilung, Mast auf 99m (gemessen) und 123m (extrapoliert).....	22
Abb 21	Mittlere Turbulenzintensität TI in Abhängigkeit der mittleren Windgeschwindigkeit. Gegenüberstellung mit IEC Kategorien A-C, massgebend sind die TI-Werte bei 15 m/s (blau gestrichelte Linie)	23
Abb 22	Vereisungshäufigkeit am Anlagestandort	24
Abb 23	Zeitliche Verteilung der Temperatur, Mast SFS 99m. 2°C Grenze schwarz markiert	25
Abb 24	Kombinierte Temperatur- und RH Werte beim Mast	25
Abb 25	Rotorblattheizung, Beispiel	27
Abb 26	Vergleich der Frequenzverteilungen Windatlas 100m am Standort Mast mit Windmessung Mast	30
Abb 27	Messhöhen Lidar ZephIR ZX 300	31
Tab 15	Datenverfügbarkeit ZX 300 Abb 28 ZX 300	31
Abb 29	Windprofil ZX 300.....	32
Abb 30	Vergleich der Windprofile Mast SFS und ZX 300	33
Abb 31	Schematische Darstellung der MCP-Methode zur Berechnung der Langzeit Ressourcen am Anlagestandort SFS	35
Abb 32	Standort Wetterstationen Heerbrugg und Widnau (Karte von SFS Schweiz AG)	37
Abb 33	Messmast (Kreuz), Meteostationen Säntis und Vaduz (rot), Oberriet (blau), Widnau (orange) und Kanti und MERRA (gelb).....	38
Abb 34	Windgeschwindigkeiten während der Messperiode.....	39
Abb 35	Graphische Darstellung der Korrelation der Kanti und Mast Daten.....	40
Abb 36	Föhnindex St. Galler Rheintal (2015-2023)	43

Abb 37	Nettoenergieertrag pro Stunde und Saison für V-150 4.2MW	50
Abb 38	Überschreitungswahrscheinlichkeiten der Nettoerträge P50, P75 und P90.....	51
Abb 39	Vergleich Höhenprofil Monte Carlo und Mast	52
Abb 40	Grafischer Vergleich der P50 Bruttoertragsschätzungen, Mast und Monte Carlo.....	53

Tabellenverzeichnis

Tab 1	Zusammenfassung der in der Voruntersuchung ermittelte Windgeschwindigkeiten.....	3
Tab 2	Koordinaten der geplanten WEA	4
Tab 3	Auswahl / Varianten WEAs	4
Tab 4	Koordinaten der geplanten Anlage und Windmessungen	5
Tab 5	Mastanordnung 99 m Windmessmast	8
Tab 6	Datenkontrolle Windmessungen SFS 2022-2023.....	9
Tab 7	Weibullparameter und Jahresmittel mit Mast SFS gemessen und auf Nabenhöhen extrapoliert	14
Tab 8	Nach drei Algorithmen berechnete Weibull-Parameter auf 99 m, und Genauigkeit der Berechnungen (R2) beim Windmessmasten SFS	16
Tab 9	Betriebszeiten einer Anlage am Standort Mast SFS auf 99m, 123m und 145m während Auswertungsperiode (siehe dazu Abb. 20).....	21
Tab 10	Extremwerte während der Messperiode.	23
Tab 11	Gemessene Anzahl der möglichen Vereisungsperioden, Mast SFS auf 99m.....	26
Tab 12	Verluste durch Betrieb der Blattheizung / Vereisungsverluste.....	28
Tab 13	Vergleich Windatlas Schweiz auf 100m und Mast SFS auf 99m.....	29
Tab 14	Vergleich Windatlas Schweiz auf 125m und Mast SFS extrapoliert auf 123m.....	30
Tab 15	Datenverfügbarkeit ZX 300 Abb 28 ZX 300.....	31
Tab 16	Koordinaten des Windmessmastes und der möglichen Referenzstationen, -daten	36
Tab 17	Datenverfügbarkeit an der Referenzstation Kanti (* Daten bis 31.07.2023).....	38
Tab 18	Korrelation der Kanti Daten mit Mast und MERRA Daten.	39
Tab 19	Vergleich Windgeschwindigkeit und Energiedichte pro Referenzstation.....	42
Tab 20	Föhnstunden Oberriet 2018 - 2023.....	43
Tab 21	Anhand Zeitreihen prognostizierte Bruttoenergieerträge.....	44
Tab 22	Geschätzte technisch und durch Umweltauflagen bedingte Ertragsminderungen und Berechnung des AEP Netto	45
Tab 23	Unsicherheiten, Windmessung	47
Tab 24	Unsicherheiten, Langzeitressourcen.....	47
Tab 25	Unsicherheit, Strömungsmodell	47
Tab 26	SFS-Anlage, Gesamtunsicherheit der Ertragsschätzungen	48
Tab 27	Geschätzte Jahreserträge der WEAs, P50.....	49
Tab 28	Vergleich der Weibull-Parameter erstellt mittels Monte Carlo Simulation und anhand der Interwind Schätzung.....	52
Tab 29	Bruttoertragsschätzung (MWh/Jahr) nach Monte Carlo und Mast	53

ANHÄNGE

A1 Executive Summary

A2 Commissioning Certificate

A3 Kalibrationszertifikate

A4 Berechnung des Energieertrags

A5 Turbulenzintensität

A1 Executive Summary

Die Resultate der einjährigen Windmessung mit einem 99m Windmessmast und einer 3-Monatige LIDAR Messung im nördlichen Teil des SFS-Grundstückes in Heerbrugg (Rosenbergsau) ergeben:

Nettoenergieerträge

Nach Abzug der technischen und umweltbedingten Ertragsminderungen wird die Nettoenergieproduktion an dem vorgesehenen Standort, mit einer

- 90% Wahrscheinlichkeit zwischen 3.5 und 4.5 GWh / a
- 50% Wahrscheinlichkeit zwischen 4.2 und 5.4 GWh / a
- 10% Wahrscheinlichkeit zwischen 4.9 und 6.2 GWh / a

geschätzt (Abb.1)

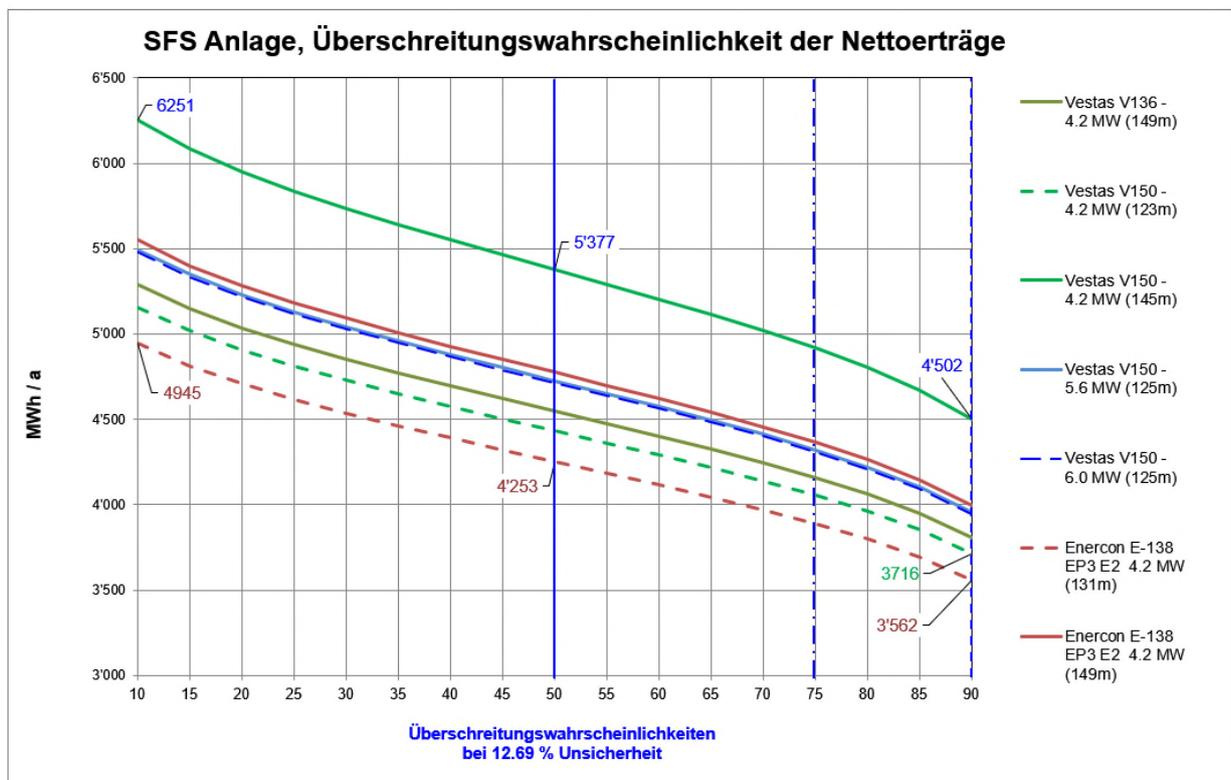


Abb 1 SFS Anlage Überschreitungswahrscheinlichkeit der Nettoerträge für ausgewählte Anlagen.

Der Energieertrag ist proportional zur Rotordurchmesser und Nabenhöhe. Generatorgrösse ist weniger wichtig. An Schwachwind-Standorten sind Anlagen mit einem grösseren Rotordurchmesser / Generatorleistung Verhältnis effizienter.

Ertragsminderungen

Berücksichtigte technische und umweltbedingte Ertragsminderungen sind:

Nr.	Rubrik	Einheit	Abzug	Wert	Bemerkung
0	AEP Brutto			100	Ertrag nach Abzug Abschattungsverluste (0%)
1	Verfügbarkeit*	%	5	95.0	* Wert garantiert durch Hersteller
2	Leistungskurve	%	2	93.1	Standortspezifische Leistungskurve
3	Elektrische Übertragung	%	0.5	92.6	Übertragungsverluste bis zum Einspeisepunkt (geschätzt)
	Umweltfaktoren				
4	Schatten	%	1	91.7	Gemäss Schattenwurfstudie Interwind
5	Lärm	%	0.5	91.2	Gemäss Lärmstudie Meteotest
6	Vereisung	%	0	91.2	Annahme, Anlagen mit Rotorblattheizung
7	Vögel	%	2	89.4	Interwind Schätzung, aufgrund Bericht Arnal
8	Fledermäuse	%	0.7	88.8	Interwind Schätzung, aufgrund Bericht SWILD
9	Netzverfügbarkeit	%	0	88.8	In der Schweiz vernachlässigbar
10	Weitere	%	1	87.9	Für Unvorhergesehenes
Ertragsminderung Total		%	12.7	12.089	

Tab 1 Geschätzte technisch und durch Umweltauflagen bedingte Ertragsminderungen und Berechnung des AEP Netto

Unsicherheiten

Die Unsicherheiten definieren die Steigung der Kurven in Abb. 1. Je grösser die Unsicherheit, desto steiler wird die Kurve. Die Nettoenergieerträge sind mit einer Unsicherheit von 14.46 % behaftet.

	Parameter	Einheit	Unsicherheit	Sensitivität	Energy Output
	Gesamtunsicherheit	%			14.45772
1	Windmessung	%	2.14	1.331	2.85
2	Langzeitressourcen	%	3.04	1.331	4.05
3	Strömungsmodell	%	2.30	1.331	3.06
4	Föhnkorrektur	%	2.50	1	2.50
5	Energieumwandlung	%	2.00	1	2.00
6	Loss	%	0.00	1	0.00

Tab 2 SFS-Anlage, Gesamtunsicherheit der Ertragsschätzungen

Machbarkeit

Bekannte Killerkriterien wie Lärmschutz, Vögel und Fledermäuse wurden abgeklärt. Das Projekt ist mit geeigneten Massnahmen realisierbar. Entsprechende Ertragsminderungen sind berücksichtigt.

Die Ertragsschätzungen sind deutlich unter der in der Vorstudie vorgesehenen Werten. Dafür gibt es zwei Gründe:

1. Der vom Windatlas abgeleitete Höhenexponent entspricht nicht der Messungen.
2. Während der Messperiode August 2022 - Juli 2023 waren die Föhnperioden weniger ausgeprägt als in den vergangenen Jahren. Dies wird deutlich, wenn man die Daten der Meteostationen Oberriet, Vaduz und Altenrhein während 2012-2023 betrachtet. In einem Jahr mit durchschnittlichen Föhnperioden hätte die Anlagen 5-10% mehr Energie produziert. Für die Berechnung der Nettoerträge wurde daher ein Föhn-Korrekturfaktor von 7.5% angewandt.

A2 Commissioning Certificate

Siehe separate PDF-Datei (1 Seite)

A3 Kalibrationszertifikate

Siehe separate PDF-Dateien (5 Seiten)

A4 Berechnung des Energieertrags

Die Grundformel für die Berechnung der Energieerträge leitet sich von der allgemeinen Formel für kinetische Energie wie folgt ab:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad \text{Formel (4)}$$

wobei

m = Masse Luftmasse, welche die Rotorfläche durchquert
(Luftdichte x Fläche x Geschwindigkeit)

v = Geschwindigkeit Windgeschwindigkeit

$$m = \rho \cdot \pi \cdot r^2 \cdot v \quad \text{Formel (5)}$$

wobei

ρ = Luftdichte

π = Zahl Pi

r = Rotorradius ($\pi \cdot r^2$ = Rotorfläche)

v = Geschwindigkeit Windgeschwindigkeit

Daraus ergibt sich

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \pi \cdot r^2 \cdot v^3 \quad \text{Formel (6)}$$

Die im Wind vorhandene kinetische Energie ist dann

- direkt proportional zur Luftdichte
- proportional zum Quadrat des Rotorradius
- proportional zur dritten Potenz der Windgeschwindigkeit

Die Luftdichte nimmt mit zunehmender Höhe über Meer ab. Die Windgeschwindigkeit nimmt mit zunehmender Höhe über Boden zu. Grössere Rotordurchmesser und grössere Nabenhöhen bringen grössere Erträge.

Aus physikalischen Gründen kann die kinetische Energie nicht vollständig in elektrische Energie umgewandelt werden. Die theoretische Grenze liegt bei 16/27 oder 59.3 % (Betz'sches Gesetz). In der Praxis ist der Anteil der kinetischen Energie, die in die elektrische umgewandelt werden kann, von der WEA und der Windgeschwindigkeit abhängig. Dieser Wert nennt sich der Leistungsbeiwert und wird als c_p bezeichnet. Die sogenannte Leistungskurve beinhaltet diese Werte und gibt Erträge in kW für jede Windgeschwindigkeitsklasse an.

Die Energieertragsformel für die elektrische Energie sieht folgendermassen aus:

$$E_e = \frac{1}{2} \sum_{v_1}^{v_n} \rho \cdot \pi \cdot r^2 \cdot c_{pn} \cdot v_n^3 \quad \text{Formel (7)}$$

Wobei Index 1 ... n jeweils ein 10 Minuten Intervall bezeichnet.

Die Windgeschwindigkeit und die Luftdichte sind standortgebunden. Durch Auswahl geeigneter Anlagen (installierte Leistung, Leistungsbeiwerte, Rotordurchmesser, Nabenhöhe) kann der Energieertrag am Standort optimiert werden.

A5 Turbulenzintensität

		Sector	Sector	Data	Mean	Standard	Representative	Peak	Standard
		Midpoint	Range	Points In	TI	Deviation	TI	TI	Error of
	Sector	(°)		Sector		of TI			Mean TI
Speed 123m Synthesized	1	0	348.75° - 11.25°	5918	0.17	0.11	0.31	1.81	0.0014
	2	22.5	11.25° - 33.75°	5517	0.18	0.1	0.31	1.25	0.0014
	3	45	33.75° - 56.25°	2678	0.2	0.11	0.34	0.8	0.0022
	4	67.5	56.25° - 78.75°	1360	0.22	0.12	0.38	0.63	0.0034
	5	90	78.75° - 101.25°	971	0.23	0.13	0.39	1.06	0.004
	6	112.5	101.25° - 123.75°	745	0.24	0.12	0.4	0.73	0.0045
	7	135	123.75° - 146.25°	797	0.23	0.13	0.4	1.61	0.0047
	8	157.5	146.25° - 168.75°	1132	0.23	0.12	0.38	0.91	0.0036
	9	180	168.75° - 191.25°	3231	0.19	0.11	0.33	0.62	0.002
	10	202.5	191.25° - 213.75°	12195	0.14	0.09	0.25	0.62	0.0008
	11	225	213.75° - 236.25°	8533	0.14	0.09	0.26	0.64	0.001
	12	247.5	236.25° - 258.75°	1758	0.2	0.11	0.34	0.79	0.0027
	13	270	258.75° - 281.25°	1165	0.2	0.12	0.35	0.61	0.0034
	14	292.5	281.25° - 303.75°	965	0.21	0.13	0.37	1.44	0.0041
	15	315	303.75° - 326.25°	1447	0.19	0.11	0.32	0.63	0.0028
	16	337.5	326.25° - 348.75°	4147	0.17	0.09	0.29	1.82	0.0015

		Sector	Sector	Data	Mean	Standard	Representative	Peak	Standard
		Midpoint	Range	Points In	TI	Deviation	TI	TI	Error of
	Sector	(°)		Sector		of TI			Mean TI
Anemo- meter @99m;wind	1	0	348.75° - 11.25°	5764	0.18	0.09	0.29	1.02	0.0011
	2	22.5	11.25° - 33.75°	5988	0.17	0.09	0.29	0.83	0.0012
	3	45	33.75° - 56.25°	3440	0.2	0.11	0.33	0.77	0.0018
	4	67.5	56.25° - 78.75°	1528	0.24	0.12	0.39	0.82	0.003
	5	90	78.75° - 101.25°	1024	0.26	0.13	0.42	0.78	0.004
	6	112.5	101.25° - 123.75°	735	0.28	0.13	0.45	0.86	0.0049
	7	135	123.75° - 146.25°	657	0.29	0.13	0.46	0.73	0.0051
	8	157.5	146.25° - 168.75°	892	0.29	0.13	0.46	1.18	0.0044
	9	180	168.75° - 191.25°	2018	0.24	0.13	0.4	0.73	0.0028
	10	202.5	191.25° - 213.75°	9984	0.14	0.1	0.27	0.88	0.001
	11	225	213.75° - 236.25°	11600	0.14	0.09	0.25	0.79	0.0008
	12	247.5	236.25° - 258.75°	1882	0.25	0.11	0.4	0.81	0.0026
	13	270	258.75° - 281.25°	1183	0.27	0.13	0.43	0.79	0.0037
	14	292.5	281.25° - 303.75°	992	0.27	0.13	0.44	0.93	0.0042
	15	315	303.75° - 326.25°	1183	0.25	0.12	0.41	0.96	0.0036
	16	337.5	326.25° - 348.75°	3264	0.2	0.09	0.32	0.85	0.0016

Measurement		All Speed Bins					15 m/s Speed Bin				
	Height	Data	Mean	Stand ard	Repre sentati ve	Peak	Data	Mean	Stand ard	Repre sentati ve	IEC 3 ed.
Wind Speed Sensor	(m)	Points	TI	Deviati on of TI	TI	TI	Poin ts	TI	Deviati on of TI	TI	Turbulence Category
Speed 149 m Synthesized	149 m	52559	0.16	0.1	0.28	1.49	10	0.141	0.061	0.219	A
Speed 145 m Synthesized	145 m	52559	0.16	0.1	0.29	1.5	10	0.14	0.059	0.216	A
Speed 131 m Synthesized	131 m	52559	0.17	0.1	0.3	1.76	9	0.144	0.055	0.215	A
Speed 125 m Synthesized	125 m	52559	0.17	0.11	0.31	1.79	10	0.143	0.054	0.212	A
Speed 123 m Synthesized	123 m	52559	0.17	0.11	0.31	1.82	10	0.156	0.059	0.232	A
Speed 112 m Synthesized	112 m	52559	0.18	0.11	0.32	1.86	8	0.174	0.043	0.229	S
Anemometer @99m;wind_spe ed;Avg	99 m	52134	0.18	0.11	0.33	1.18	7	0.163	0.039	0.212	S
NRG IceFree @85m;wind_spe ed;Avg	85 m	49301	0.19	0.17	0.41	1.68	3	0.183	0.02	0.21	S
Anemometer @80m;wind_spe ed;Avg	80 m	52559	0.2	0.11	0.34	1.16	5	0.214	0.07	0.305	S
Anemometer @60m;wind_spe ed;Avg	60 m	52559	0.21	0.11	0.35	1.31	4	0.182	0.028	0.217	S
Anemometer @40m;wind_spe ed;Avg	40 m	52559	0.24	0.11	0.37	1.2	2	0.241	0.031	0.281	S

Machbarkeitsprü- fung Transport Anlagenteile | Emil Egger AG



Projekt: **SFS Windkraftanlage**

Ort: **Rosenbergsaustrasse Heerbrugg**

Nr. **2023-06-29-V1.0**

Inhalt: **Machbarkeitsprüfung Transport Anlagenteile**

Dienstleister Schwergutlogistik

EMIL EGGER AG
Martinsbruggstr. 83
CH 9016 St. Gallen

Michael Egger

T +41 71 282 52 72
michael.egger@ete.ch

Kunde

SFS Group Schweiz AG
Rosenbergsaustrasse 10
CH 9435 Heerbrugg

Claudio Winter

T +41 71 727 55 31
Claudio.winter@sfs.com

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlage und Annahmen	3
1.1	Ausgangslage	3
1.2	Strecke	5
1.3	Neuralgische Stellen	7
1.4	Ausgangslage Fahrsimulation	9
1.5	Transportequipment	9
2	Streckenprüfung	11
2.1	Strecke Maschinenhaustransport	11
2.2	Strecke Rotorblatttransporte	13
3	Besonderes	16

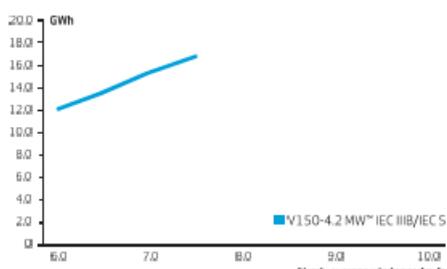
1 Grundlage und Annahmen

1.1 Ausgangslage

Als Grundlage zu den bevorstehenden Transporten dient ein Datenblatt einer V150-Anlage:

V150-4.2 MW™ IEC IIIB/IEC S

Facts & figures

POWER REGULATION	Pitch regulated with variable speed
OPERATING DATA	
Rated power	4,000 kW/4,200 kW
Cut-in wind speed	3m/s
Cut-out wind speed	22.5m/s
Re cut-in wind speed	20m/s
Wind class	IEC IIIB/IEC S
Standard operating temperature range from -20°C to +45°C with de-rating above 30°C (4,000 kW)	
*Subject to different temperature options	
SOUND POWER	
Maximum	104.9dB(A)
*Sound Optimised modes dependent on site and country	
ROTOR	
Rotor diameter	150m
Swept area	17,671m ²
Air brake	full blade feathering with 3 pitch cylinders
ELECTRICAL	
Frequency	50/60Hz
Converter	full scale
GEARBOX	
Type	two planetary stages and one helical stage
TOWER	
Hub heights	Site and country specific
NACELLE DIMENSIONS	
Height for transport	3.5m
Height installed (incl. CoolerTop™)	8.4m
Length	12.96m
Width	3.98m
HUB DIMENSIONS	
Max. transport height	3.5m
Max. transport width	3.7m
Max. transport length	5.5m
BLADE DIMENSIONS	
Length	73.7m
Max. chord	4.2m
Max. weight per unit for transportation	70 metric tonnes
TURBINE OPTIONS	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Load Optimised Modes down to 3.6 MW ▪ Condition Monitoring System ▪ Service Personnel Lift ▪ Vestas Anti-Icing System™ ▪ Vestas Ice Detection ▪ Low Temperature Operation to - 30°C ▪ Fire Suppression ▪ Shadow detection ▪ Vestas Bat Protection System ▪ Aviation Lights ▪ Aviation Markings on the Blades ▪ Vestas IntelliLight* 	
SUSTAINABILITY	
Carbon Footprint	7.3g CO ₂ e/kWh
Return on energy break-even	7.6 months
Lifetime return on energy	31 times
Recyclability rate	88.1%
<small>Configuration 1.55m hub height and wind class IECIIIB. Depending on site-specific conditions. Metrics are based on a preliminary stream-lined analysis. An externally-verified Lifecycle Assessment will be made publicly available on vestas.com once finalised.</small>	
ANNUAL ENERGY PRODUCTION	
 <p>Assumptions: <small>One wind turbine, 100% availability, 0% losses, k factor =2. Standard air density = 1.225, wind speed at hub height</small></p>	

Leider fehlen wichtige Informationen/Massangaben zu den einzelnen Komponenten.

Für die Simulation wurden Komponenten einer ähnlichen Anlage-E-138 verwendet:



ENERCON GmbH
Breakamp 5
D-26209 Aurich

Last Change of Packing List:
26.09.2021

Project: _____

Revision 0

23.08.2021

1 E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01

Emden-

no official measurements - ESTIMATED PACKING - FINAL PACKING LIST TO FOLLOW!

Pos.	Quantity	Description	Stackable	Deck option	Truck info per WEC	Max. length m	Max. width m	Max. height m	Single gross weight ton	Storage m³	Volume m³	Total gross weight ton
TOWER												
1	1	Tower Base Control Unit (TBCU)								0,00	0,00	0,00
2	1	20' s.o. FR E-Module EP3-EM-05 assembly container	yes	yes		6,10	2,44	2,60	10,00	14,88	38,70	10,00
3	1	20' s.o. FR heat exchange unit: 2 PSP / FR	yes	yes		6,10	2,44	2,60	10,00	14,88	38,70	10,00
4	1	external staircase on 20' s.o. FR, max. 2 PSP/FR (seas/transport only)	yes	yes		6,10	2,44	2,60	4,50	14,88	38,70	4,50
5	1	steel tower section 1 (net-length in m 28,50 flange 4,05 / 4,02) unpacked on saddles	no	yes	Adapter for clamp trailer required	28,04	4,05	4,20	54,50	115,99	487,17	54,50
6	1	steel tower section 2 (net-length in m 27,90 flange 4,02 / 4,32) unpacked on saddles	no	yes		28,04	4,32	4,47	68,50	121,13	541,46	68,50
7	1	TRANSITION STEELWELT tower section 3 (net-length in m 22,90 flange 4,32 / 4,35) unpacked on saddles	no	yes	steel bridge or HAWART Adapter required	22,90	4,35	4,50	75,00	99,62	448,27	75,00
8	2	Delivery Unit MST Section 4	yes	yes		11,48	2,30		18,30	52,81	0,00	36,80
9	2	Delivery Unit MST Section 5	yes	yes		11,48	2,45		20,50	59,29	0,00	41,00
10	2	Delivery Unit MST Section 6	yes	yes		11,48	2,50		21,50	59,70	0,00	43,00
11	2	Delivery Unit MST Section 7	yes	yes		11,48	2,10		23,00	48,22	0,00	46,00
12	1	DU-RT-1 Tower Box 20' s.o. Bx	yes	yes		6,10	2,44	2,60	20,00	14,88	38,70	20,00
13	1	DU-CP Tower Coupling Plates 20' s.o. Bx	yes	yes		6,10	2,44	2,60	20,00	14,88	38,70	20,00
14	4	DU-INT-7 Tower Internals 40' s.o. Bx	yes	yes		12,19	2,44	2,60	20,00	118,97	309,33	80,00
15	1	Foundation basket incl. load mg. 40' s.o. box (Pre-delivery six weeks before)	yes	yes		12,19	2,44	2,60	20,00	29,74	77,33	20,00
22	TOTAL SHIPMENT (Tower):									776,85	2.057,06	529,10



ENERCON GmbH
Breakamp 5
D-26209 Aurich

Last Change of Packing List:
10.12.2020

Project: _____

Revision 0

24.08.2021

1 E-138 E3 EP3 WEC

Emden-

no official measurements - ESTIMATED PACKING - FINAL PACKING LIST TO FOLLOW!

Pos.	Quantity	Description	Stackable	Deck option	Truck info per WEC	Max. length m	Max. width m	Max. height m	Single gross weight ton	Storage m³	Volume m³	Total gross weight ton
CONVERTER												
1	1	E-Nacelle	no	no		14,00	4,99	3,40	80,00	99,88	237,52	80,00
2	1	20' s.o. Box assembly material - may contain dangerous goods -	yes	yes		6,10	2,44	2,60	6,00	14,88	38,70	6,00
3	1	Hub on steel support	no	no		3,82	4,25	3,89	40,00	16,24	63,15	40,00
4	1	Generator - rotor central part on steel support incl. bearing unit	no	no		6,23	4,91	2,93	44,50	45,32	132,79	44,50
5	2	Generator - rotor side part on steel support	no	no	1 platform truck, side parts nested	8,01	2,32	1,85	9,50	37,17	61,32	19,00
6	1	Generator - stator half 12 o'clock on steel support	no	no		8,85	4,88	2,97	34,00	43,01	127,74	34,00
7	1	Generator - stator half 6 o'clock on steel support	no	no		8,85	4,47	2,97	34,00	39,56	117,49	34,00
8	3	E-138 E2/E3 RB with flange frame and sp-support (Frame position on A) 0m and B) app. 55,45m Standard 0°-Orientation	yes, 3-high	yes	Trailer Setup	68,62	3,92	3,35	23,70	808,67	2705,77	71,10
9	3 b	E-138 E2/E3 RB with flange frame and sp-support (Frame position on A) 0m and B) app. 55,45m Alternative 18°-Orientation f. Shipping	yes, 3-high	yes	Trailer Setup	68,62	3,59	3,69	23,70			
10	3 c	E-138 E2/E3 RB with flange frame and sp-support (Frame position on A) 0m and B) app. 55,45m Dolly configuration	no	Road only	Dolly Setup	67,87	3,94	3,40	25,98			
11	1	20' s.o. Box or FR, Grid Connection Material	yes	yes		6,10	2,44	2,60	8,50	14,88	38,70	8,50
12	1	20' s.o. Box, Tower Cable	yes	yes		6,10	2,44	2,60	8,50	14,88	38,70	8,50
13	1	20' s.o. FR, External Staircase for Steel Towers (ST), max. 2 PSP/FR (seas/transport only)	yes	yes		6,10	2,44	2,60	10,00	14,88	38,70	10,00
14	TOTAL SHIPMENT (Machine):									1117,66	3600,59	355,60

Für eine erste Machbarkeitsprüfung wurden folgende Komponenten verwendet:

- E-Nacelle 14.00m x 4.99m x 3.4 m 80.00t
- Rotorblatt 68.62m x 3.92m x 3.35m 23.70t

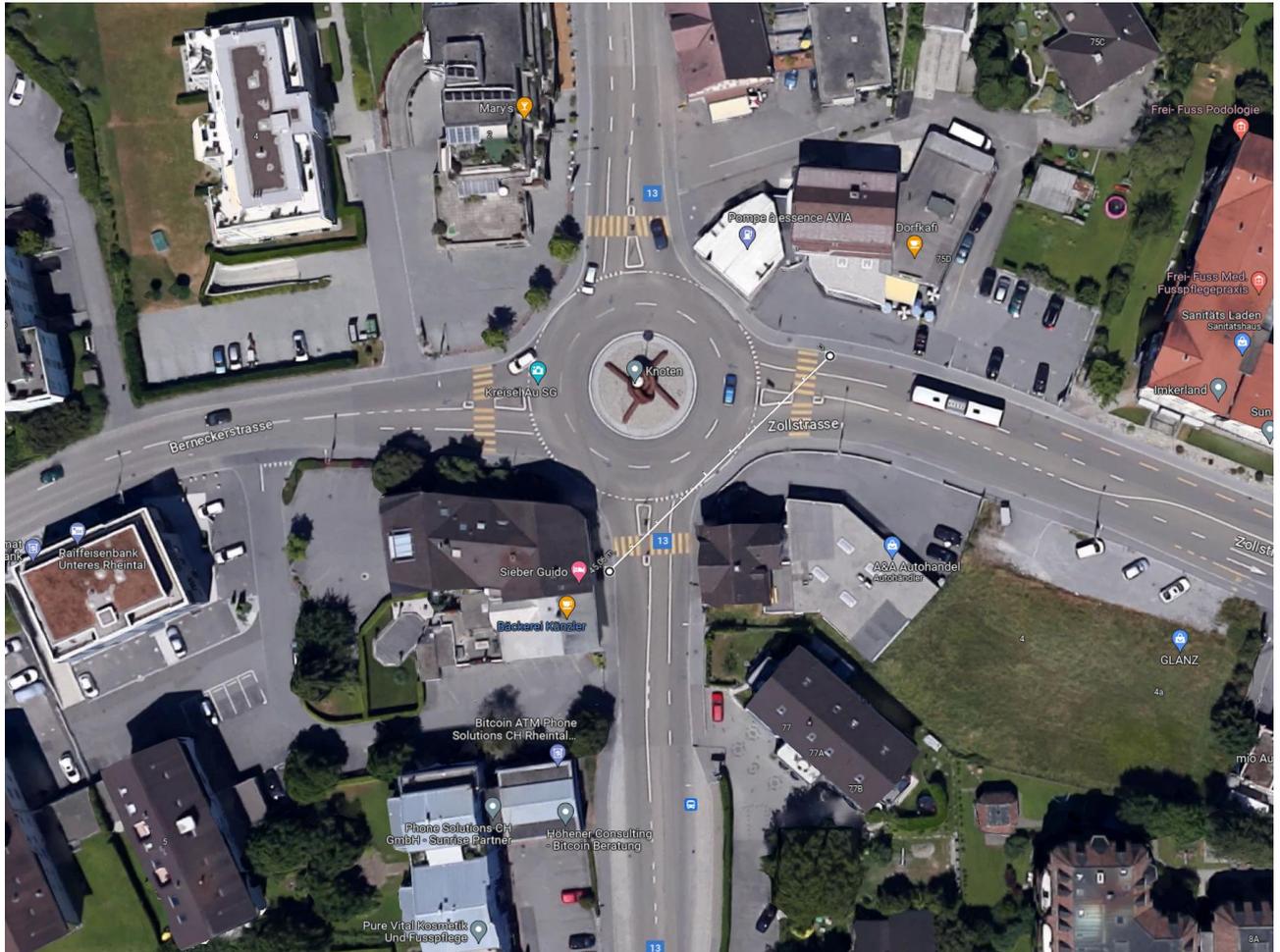
Aufgrund dieser Angaben wurden die Simulationen umgesetzt. Genaue Pläne, Masszeichnungen zu den Komponenten stehen uns nicht zur Verfügung.

1.2 Strecke

Der Transportweg führt ab Grenze Deutschland, alternativ ab Hafen Basel, via Autobahn zu einer geeigneten (Sondertransportgerechten) Autobahnausfahrt im Zielbereich. Der effektive Fahrweg hängt von den zum Transportzeitpunkt laufenden Baustellen auf der Transportroute ab.

Um das Ziel- Rosenbergsaustrasse 10, Heerbrugg- erreichen zu können, stehen die Autobahnausfahrten der A13, (2) Au und (3) Widnau zur Verfügung.

Ab Ausfahrt (2) Au muss via Kreisverkehr beim Zoll rechts in die Zollstrasse eingebogen werden. Beim Kreisel «Knoten» muss links in die Hauptstrasse abgebogen werden. Mit den Rotorblättern von über 60m Länge ist dieses Fahrmanöver unmöglich. Siehe nachfolgendes Bild mit Diagonalmessung (+/- 45m):



Somit ist die Strecke via Ausfahrt (2) Au auszuschliessen.

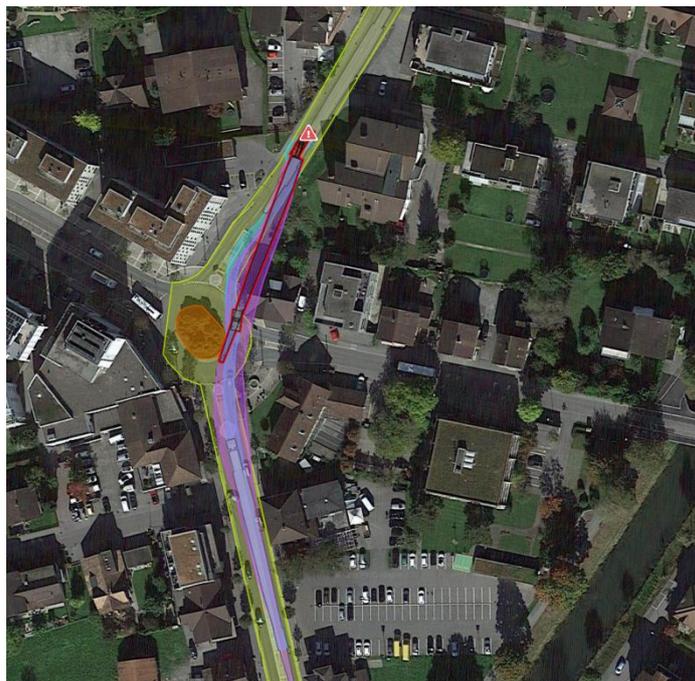
Zur Strecke ab Ausfahrt (3) Widnau:

Von St. Gallen in Fahrtrichtung Sargans kommend ist ein Rechtsabbiegen im Kreisverkehr nicht gewährleistet:



Um die Ausfahrt zu ermöglichen, muss der Transport von Sargans in Fahrtrichtung St. Gallen erfolgen.

Ab Ausfahrt (3) Widnau wurde zuerst die Variante, Ausfahrt (3) Widnau von Sargans kommend-Kreisverkehr bei Ausfahrt-Diepoldsaustrasse-Kreisverkehr-Diepoldsaustrasse-Poststrasse-Bahnhofstrasse-Kreisverkehr-Unterdorfstrasse-Kreisverkehr-Rosenbergstrasse, ins Auge gefasst. Diese Variante musste verworfen werden, da ein Abbiegen beim Kreisverkehr Bahnhofstrasse/Unterdorfstrasse mit diesen Abmessungen scheitert.



Somit wurde die Strecke wie folgt analysiert:

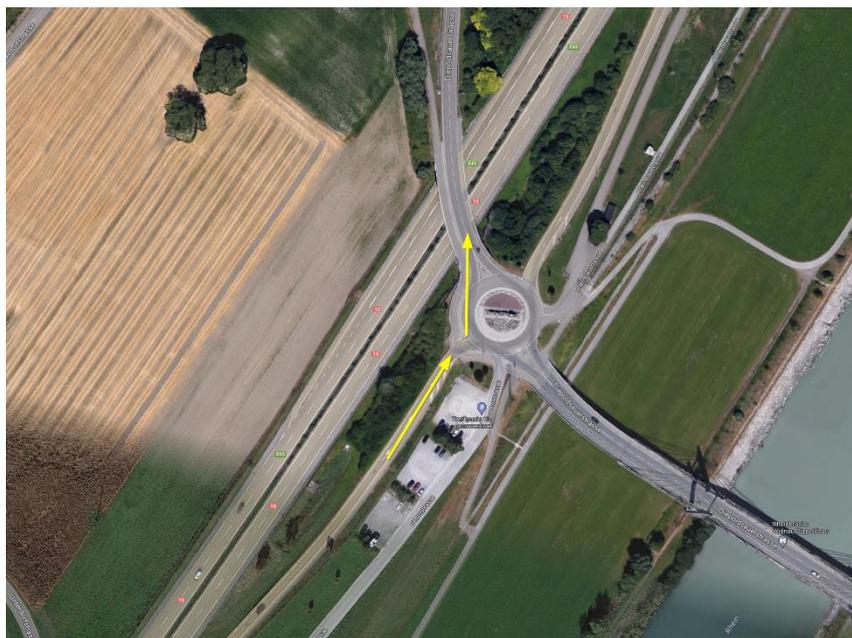
Ausfahrt (3) Widnau von Sargans kommend-Kreisverkehr bei Ausfahrt-Dieboldsaustrasse-Kreisverkehr-Espenstrasse-Ziel Rosenbergsaustrasse.



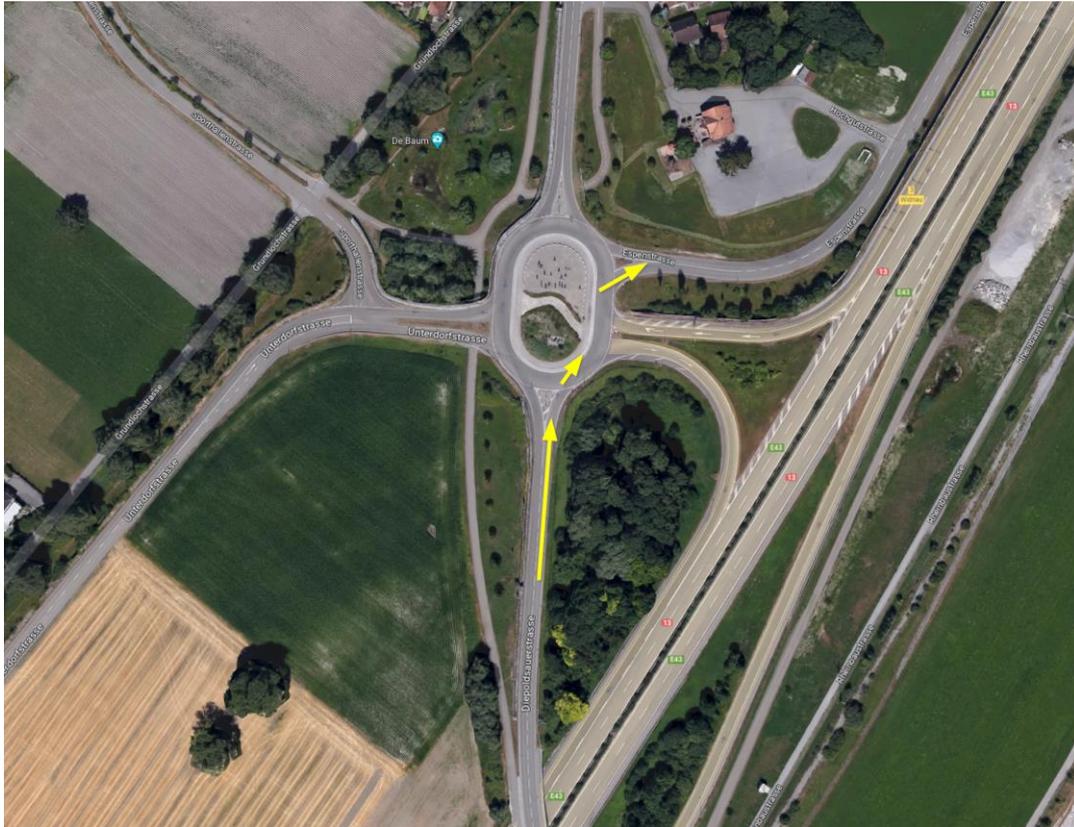
1.3 Neuralgische Stellen

Auf der zu prüfenden Strecke kommen einige neuralgische Engstellen zum Tragen.

Kreisel bei Ausfahrt:



Kreisel mit Abzweigung Espenstrasse:



Kurvenbereiche Espenstrasse:



1.4 Ausgangslage Fahrsimulation

Die Fahrsimulation wurde anhand der Grunddaten der Anlagenteile, sowie Kartenausschnitten (Google Maps) sowie der Simulationssoftware Heavygoods.net erstellt.

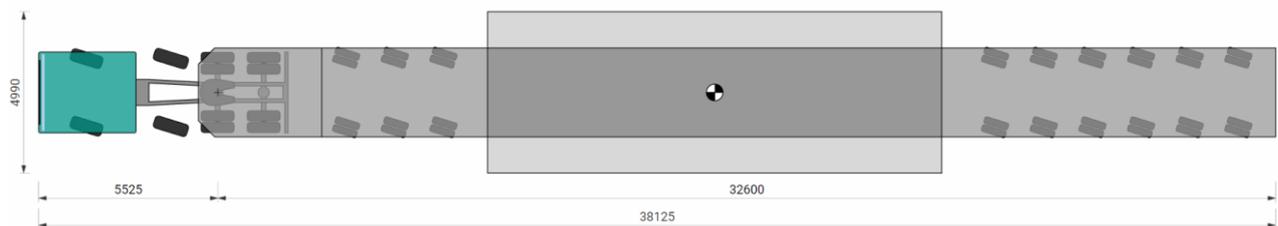
Als Grundlage der zu transportierenden Komponenten wurden die eingangs erwähnten Anlagenteile einer E-138 Anlage verwendet.

1.5 Transportequipment

Folgende Ladungen und Fahrzeugtypen wurden für die Fahrsimulation verwendet:

Transport Maschinenhaus

Ladungsabmessung	Gewicht Ladung	Fahrzeugtyp	Gesamtmasse
14.00 x 4.99 x 3.40m	80t	4 + 3 + 6	ca. 38.20 x 4.99 x 4.30m



Transport Rotorblatt

Ladungsabmessung	Gewicht Ladung	Fahrzeugtyp	Gesamtmasse
68.62 x 3.92 x 3.35m	23.7t	Dolly-Zug mit hydr. Hubadapter	ca. 78.8 x 3.92 x 4.30m

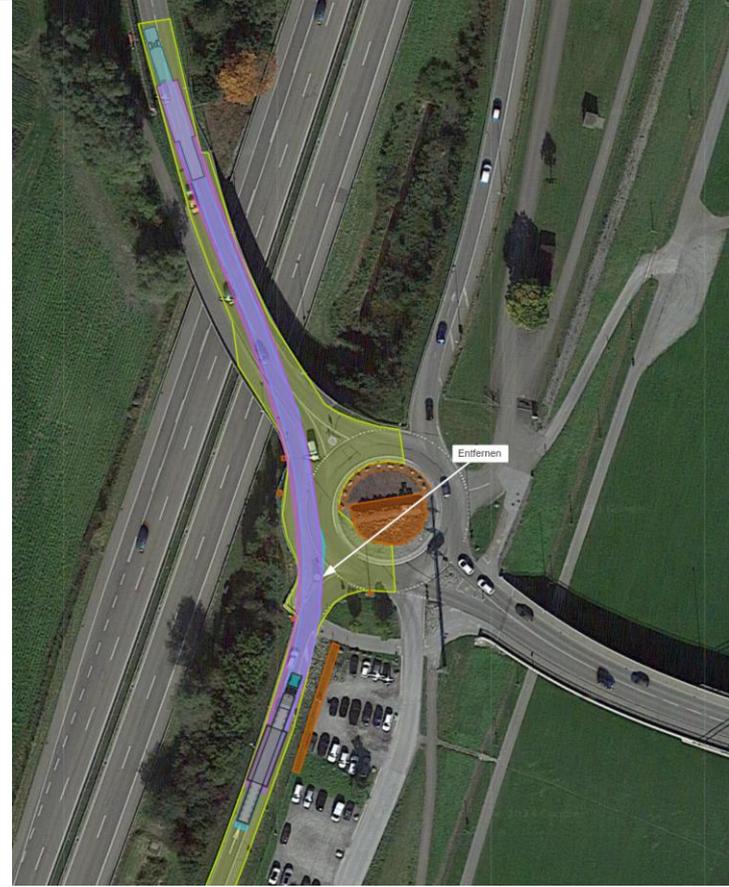


Um Hindernisse, Böschungen etc. mit der Ladung überschweben zu können, ist es aus unserer Sicht zwingend nötig, einen Dolly-Zug mit hydraulischem Hubadapter zu verwenden. Nachfolgend einige Beispielbilder.



2 Streckenprüfung

2.1 Strecke Maschinenhaustransport

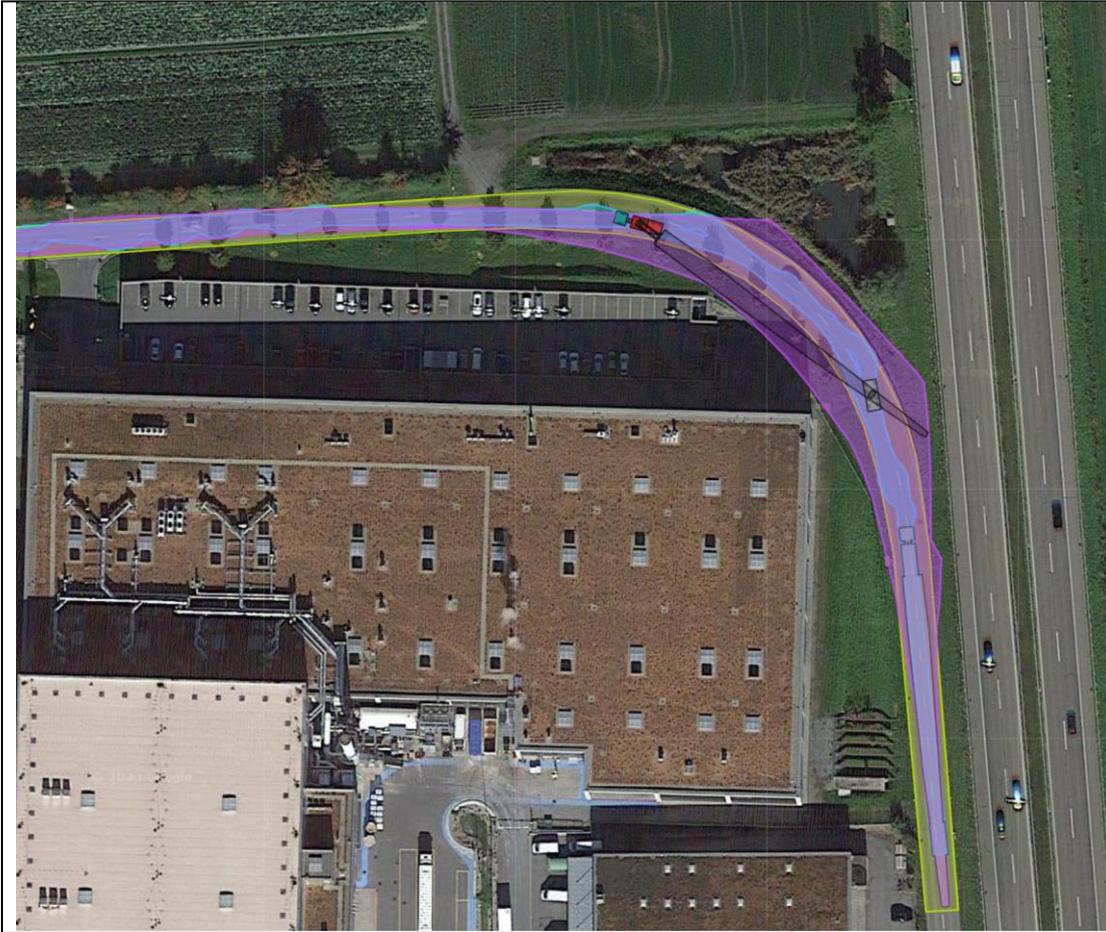
		<p>Demontage von Verkehrsschilder, Überfahrt Verkehrsinsel</p>
		<p>Manöver io.</p>



Manöver io.

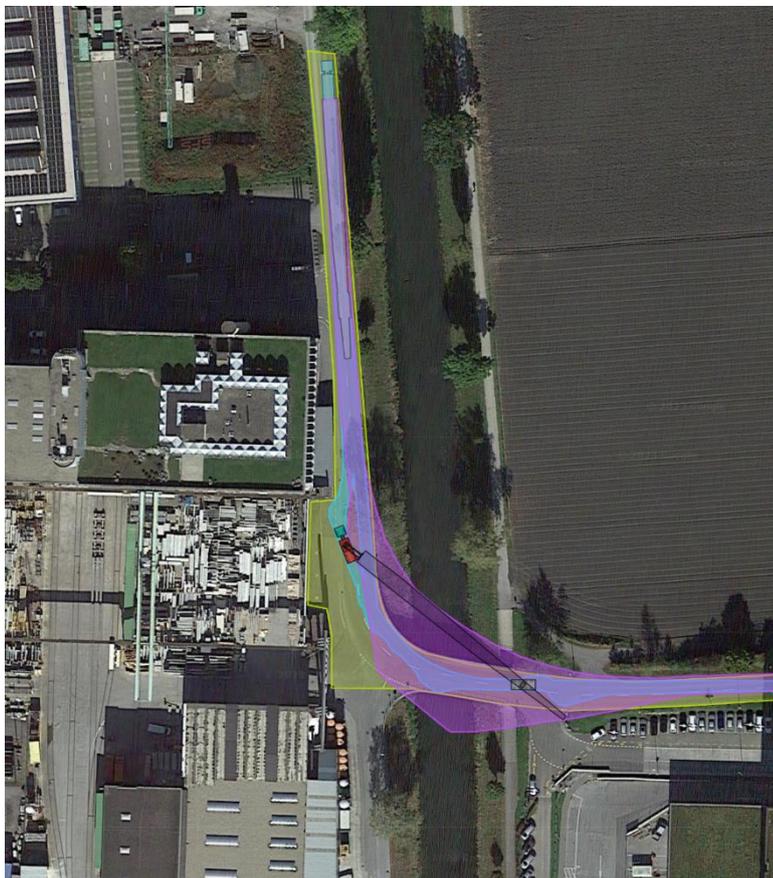
2.2 Strecke Rotorblatttransporte

	<p>Verkehrs-schilder demontieren, Überfahrt Verkehrsinseln.</p>
	<p>Diverse Verkehrs-schilder und Kandelaber müssen entfernt werden.</p> <p>Hindernisse im Bereich des Überhangs müssen entfernt werden.</p> <p>Violett markierter Bereich muss freigeschnitten werden.</p>



Violett gefärbte Fläche muss mit Ladung überstrichen werden können.

Hindernisse müssen entfernt werden.



Diverse Hindernisse im violett markierten Bereich zu entfernen.

Um die Strecke mit den Anlagekomponenten meistern zu können, sind einige grössere Anpassungen wie entfernen von Kandelabern, Bäumen/Büschchen, Verkehrsschilder etc., zu erledigen.

Um diese Massnahmen umgehen zu können, müsste ein befahrbarer Umschlagplatz gefunden werden. Dort müssen die Komponenten auf SPMT umgeladen werden. Vor allem bei den Rotorblättern könnten die Massnahmen erheblich verringert werden.

Mit Hilfe der selbstfahrenden Modulachsen, welche mit Rotorblattadapter ausgerüstet werden können, werden fast unmögliche Fahrstrecken machbar. Das Transportgut wird um die Hindernisse, durch Steilstellen und Drehen des Rotorblatts, sowie der wendigen Transporteinheit, elegant umfahren.

Nachfolgend einige Beispielbilder:



3 Besonderes

Die vorliegende Streckenprüfung beinhaltet keine Nachforschungen bezüglich der Tragfähigkeit von Bauwerken. Die Prüfung der Machbarkeit hängt einerseits von dem Transportgut, von dessen Abmessungen, von dessen Ladepunkt, von dessen Gewicht und andererseits vom Fahrzeugtyp des tatsächlich einzusetzenden Transportfahrzeugs ab. Die Machbarkeitsprüfung geht vorliegend von Lastfahrabmessungen und von Fahrzeugtypen entsprechend Ziffern 1.4/1.5 dieses Protokolls aus.

Beim verwendeten Kartenmaterial (Google Maps) kann es zu Massabweichungen gegenüber den realen Werten haben.

Vor diesem Hintergrund muss der Auftraggeber, gleichwohl die vorgeschlagenen Strecken bezüglich der Machbarkeit vor Fahrtritt prüfen und zusätzliche verkehrlenkende Massnahmen frühzeitig abklären.

Wegen denkbarer Abweichungen in Abmessungen, Gewicht und Ladepunkt des Transportguts oder abweichenden Lastfahrabmessungen bzw. abweichenden Fahrzeugtypen und des damit verbundenen abweichenden Lenkverhaltens muss der eingesetzte Frachtführer die Strecke bezüglich der Machbarkeit vor Fahrtritt prüfen und zusätzlich verkehrlenkende Massnahmen frühzeitig abklären.

Ausschluss der Haftung für Vermögensschäden:

Aufgrund der in vorstehendem Kapitel „Grundlagen und Annahmen“ getätigten Ausführungen schliesst die Emil Egger AG jedwede Haftung für Vermögensschäden, welche in Umsetzung des Transports auf der Grundlage Machbarkeitsstudie durchgeführt werden, aus.

Stellungnahme Windenergieanlage Heerbrugg | BAZL



Aktennotiz

Datum: 30.09.2021
Für: Saskia Bourgeois, BFE (gu@bfe.admin.ch)
Kopie an: LESA trb, SIFS frh, dil, SISS kic, SIAP bum

Aktenzeichen: BAZL / 365.300-00001/00018/00025/00002

TBV / Windenergieanlage Heerbrugg / ID-167, Stellungnahme BAZL-SIAP

1. Vorbemerkung

Diese Stellungnahme bezieht sich auf die Kompatibilität der geplanten Windenergieanlagen mit den Hindernisbegrenzungsflächen-Katastern (HBK) sowie bestehenden An- und Abflugrouten (inklusive Anflugsektoren) im Bereich von Schweizerischen Flugplätzen und enthält keine Prognosen bezüglich dem im Rahmen des Bewilligungsverfahrens für Luftfahrthindernisse gemäss Art. 63 ff. VIL zu treffenden Entscheides des BAZL.

Zu möglichen Betriebsstörungen der flugsicherungstechnischen Anlagen (CNS-Anlagen) und IFR-Flugverfahren sowie meteorologischen Instrumenten verweisen wir auf die jeweiligen Stellungnahmen der Skyguide resp. der MeteoSchweiz.

2. Projektübersicht

Anlagen-Nr.	Koordinate N (LV95) - Nordwert	Koordinate E (LV95) - Ostwert	Terrainhöhe (m.ü.M)	Max. Gesamthöhe (m)
1	2'766'077	1'254'450	405	200

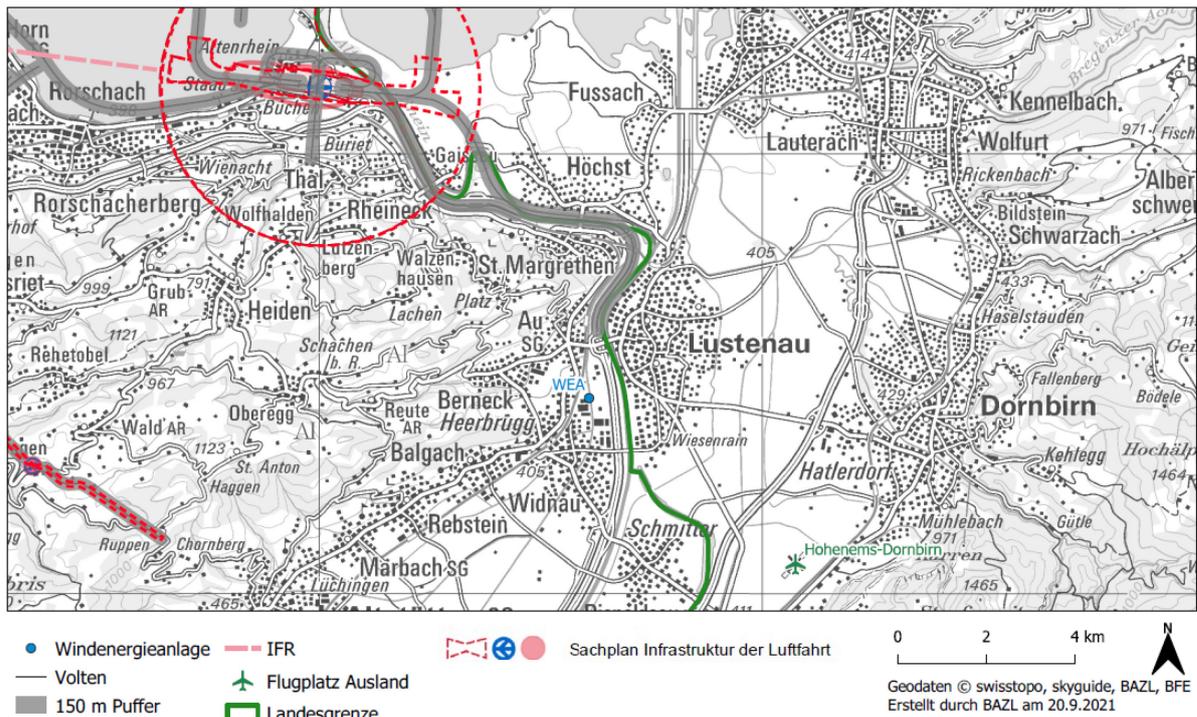


Abbildung 1: Anlagenstandort gemäss Formular B vom 17.08.2021

3. Stellungnahme bezüglich den geplanten Windenergiegebieten im Bereich von Flugplätzen

Bezüglich der potentiellen Windenergieanlage erkennen wir keine Konflikte mit dem Hindernisbegrenzungsflächen-Kataster (HBK) sowie den An- und Abflugrouten (inklusive Anflugsektoren) des Flugplatzes St. Gallen-Altenrhein.

In etwa sechs Kilometer Distanz südöstlich der projektierten Windenergieanlage befindet sich auf österreichischem Hoheitsgebiet der Flugplatz Hohenems-Dornbirn (LOIH). Wie aus der Sichtanflugkarte vom 28.01.2021 (siehe Anhang 1) zu erkennen ist, befinden sich sämtliche An- und Abflugrouten (inklusive Anflugsektoren) des Flugplatzes Hohenems-Dornbirn auf österreichischem Hoheitsgebiet und werden entsprechend von der projektierten Windenergieanlage gemäss unserer Einschätzung nicht tangiert.

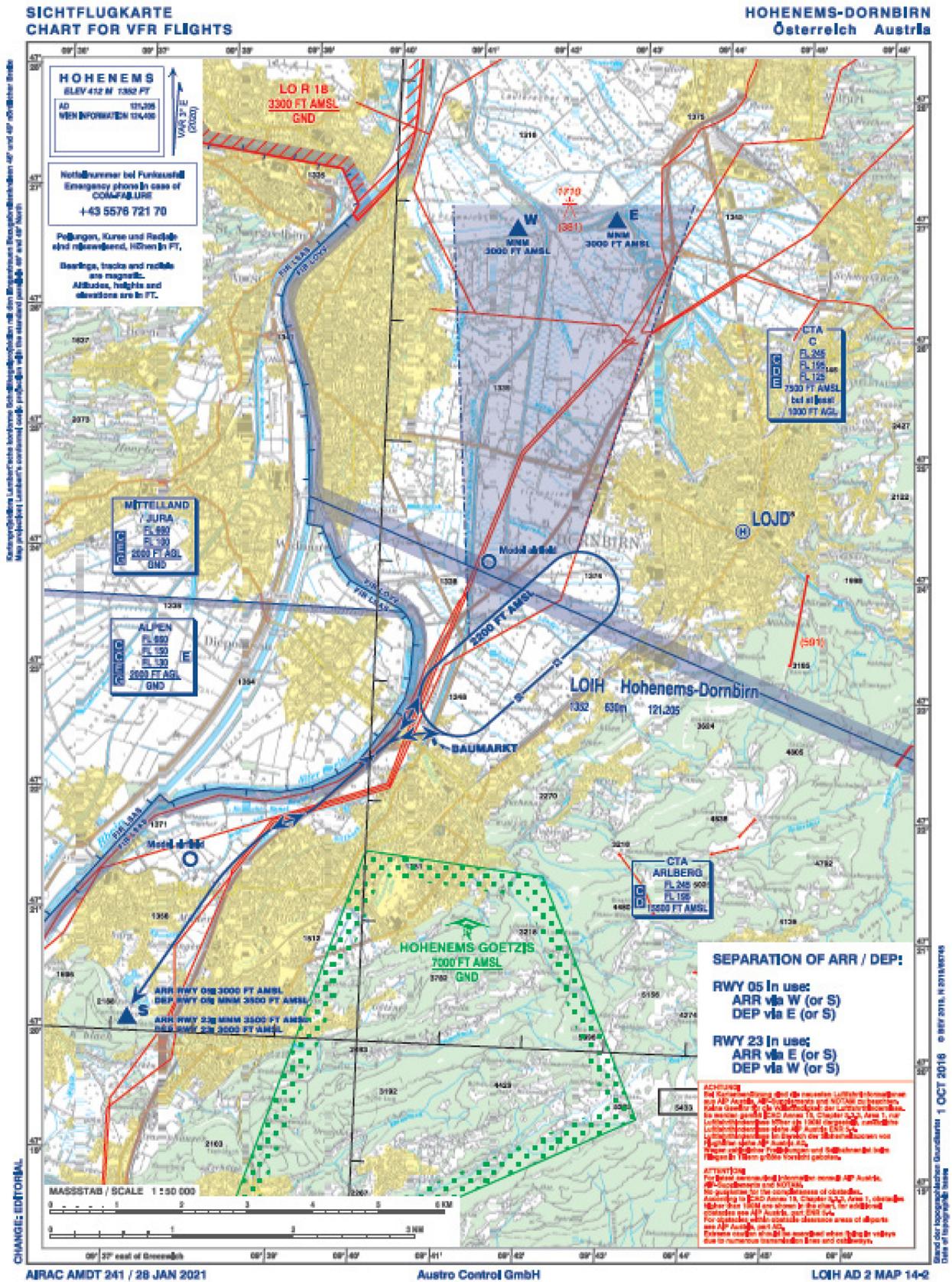
4. Fazit

Bezüglich der projektierten Windenergieanlage können wir eine positive Stellungnahme abgeben.

Diese Stellungnahme ist ab Ausstellungsdatum vier Jahre gültig, sofern die technischen Parameter des Projektes (Formular B) nicht geändert werden.

Michael Müntener
Senior Aerodrome Safety Inspector

Anhang 1: Sichtanflugkarte Flugplatz Hohenems-Dornbirn, 28.01.2021



Stellungnahme zu möglichen Betriebs- störungen der flug- sicherungstechni- schen Anlagen und Flugverfahren | Sky- guide

to Bundesamt für Zivilluftfahrt
Herr Christian Freiesleben
Project Manager Air Navigation Services
CH-8058 Zurich-Airport

from Catherine Hunziker
CNS expert

Catherine.hunziker@skyguide.ch
T +41 43 931 66 25

Stellungnahme zu möglichen Betriebsstörungen der flugsicherungstechnischen Anlagen und Flugverfahren
Standort / analysiertes Projekt: « Heerbrugg » (SG)

date 2022-01-14

Sehr geehrter Herr Freiesleben, lieber Christian

Wir haben die Eingabe des Guichet Unique Windenergie bezüglich möglicher Konsequenzen auf die zivilen, durch Skyguide betriebenen flugsicherungstechnischen Anlagen (Flugsicherungsradar, Navigations- und Flugfunkanlagen sowie Peilstationen) bezüglich des Baus von Windenergieanlagen (WEA) in der Region von Heerbrugg (SG) geprüft.

Unsere Analyse stützt sich auf nachfolgende Daten (siehe Tabelle 1¹):

Nr.	Koordinate E(LVO3) - Ostwert	Koordinate N (LVO3) – Nordwert	Terrainhöhe (in Metern über Meer)	Höhe der WEA (m)	Maximalhöhe (in Metern über Meer)
1	2'766'077	1'254'450	405	200	605

Tabelle 1 Koordinaten der WEA Heerbrugg (SG)

¹ Referenz: 2021.08.17_Formular_B_SFS_Windkraftanlage_Heerbrugg_SG_ID_167

1 Details

Die WEA Heerbrugg (SG) ist in Abbildung 1 dargestellt.

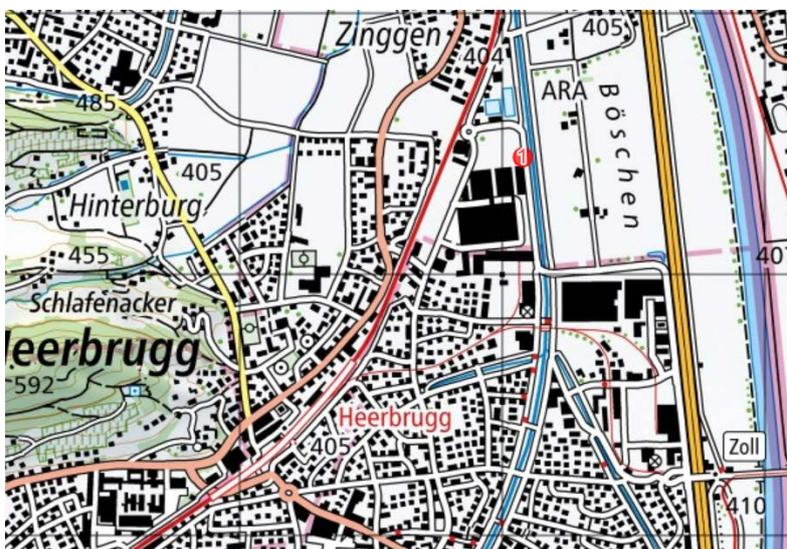


Abbildung 1 Standort WEA Heerbrugg (SG) ID-167

© swisstopo

2 Instrumentenflugverfahren (IFP²)

Die WEA Heerbrugg (SG) beeinträchtigt keine ATS³ Routen, LFN⁴ Routen oder IFP.

3 CNS⁵-Systeme

Die WEA Heerbrugg (SG) befindet sich innerhalb der Schutzzone des Funkpeilers des Flughafens St. Gallen Altenrhein (LSZR) sowie des Primärradars Holberg (HL2P). Zu beiden Systemen besteht jedoch keine Sichtverbindung. Folglich kann ein negativer Einfluss auf die CNS-Anlagen von Skyguide ausgeschlossen werden.

4 Schlussfolgerung

Für das vorliegende Projekt spricht Skyguide aus obengenannten Gründen eine **positive Stellungnahme** aus.

Diese Stellungnahme gilt unter der Voraussetzung, dass die technischen Koordinaten des zu realisierenden Projektes (siehe Tabelle 1) unverändert bleiben. Eine horizontale Verschiebung des Fusspunkts um mehr als 50 Meter sowie eine vertikale Erhöhung um mehr als 20

² Instrument Flight Procedures

³ Air Traffic Service

⁴ Low Flight Network (Helikopter-Tieffluggouten)

⁵ Communication, Navigation and Surveillance

Meter muss neu analysiert werden, damit die weitere Gültigkeit der Stellungnahme gewährleistet werden kann.

5 Hinweis

Die Gültigkeitsdauer dieser Stellungnahme beträgt fünf Jahre ab Ausstellungsdatum.

Wenn das Projekt aufgrund einer Einsprache die im Rahmen der Nutzungsplanung und/oder der Baubewilligung blockiert wird und die Projektleitung bei Skyguide einen Antrag stellt, wird die Frist für die Dauer des Verfahrensausgesetzt.

Um diese Unterbrechung der Frist zu gewährleisten muss die Projektleitung Skyguide informieren, sobald sie Kenntnis davon erhält, dass ein solches Verfahren eingeleitet oder beendet wurde (rechtskräftiger Entscheid eines zuständigen Gerichts oder die Genehmigung der Nutzungsplanung / Erteilung der Baugenehmigung).

Die Belege für das betreffende Verfahren sind unverzüglich mit dem Antrag auf Unterbrechung der Frist einzureichen.

Darüber hinaus kann Skyguide auf Antrag der Projektleitung nach einer Neubeurteilung die Stellungnahme um weitere fünf Jahre verlängern. In solchen Fällen sind die Kosten der Neubeurteilung von der Projektleitung zu tragen.

Während der Gültigkeitsdauer dieser Stellungnahme verpflichtet sich Skyguide, den Windpark bei periodischen Überprüfungen bzw. der Weiterentwicklung von Instrumentenflugverfahren und CNS-Systemen zu berücksichtigen.

Skyguide informiert die Projektleitung während der Gültigkeit über neue Auswirkungen, die sich aus der Einführung neuer Kriterien oder Technologien ergeben können.

Freundliche Grüsse
Dr. Maurizio Scaramuzza

Catherine Hunziker

Annex

- Annex to Wind Turbine Assessment_200304

Kopie an:

- Guichet Unique Windenergie
- BAZL Service Obstacles
- Military Aviation Authority (MAA), Reto Pauli
- Flughafen Altenrhein groundservices@peoples.ch

Stellungnahme Windparkprojekt SFS Windkraftanlage Heerbrugg | VBS



3003 Bern, GS VBS

Per E-Mail
Bundesamt für Energie BFE
Guichet Unique
3003 Bern

Referenz/Aktenzeichen: 243.26-1/448
Unser Zeichen: Zim
Bern, 04. März 2022

ID-167 Windparkprojekt SFS Windkraftanlage Heerbrugg (SG) – Stellungnahme des VBS

Sehr geehrte Damen und Herren

Sie haben uns das oben erwähnte Windparkprojekt zur Prüfung unterbreitet (Formular B vom 17. August 2021). Für die Möglichkeit zur Stellungnahme danken wir Ihnen bestens. Die SFS intec AG plant eine Windenergieanlage mit einer maximalen Gesamthöhe von 200 m.

Projektgegenstand:

Anlage-Nr.	Koord. E	Koord. N	Max. Gesamthöhe (m)	Max. Nabenhöhe (m)	Rotordurchmesser (m)	Vorgesehener Anlagentyp
WEA1	2'766'077	1'254'450	200	132	136	V136-3.45

Prüfungsergebnis: Das VBS kann der geplanten Windenergieanlage des Windparkprojektes SFS Windkraftanlage Heerbrugg unter den in Kapitel III. und IV. genannten Auflagen und Hinweisen zustimmen.

Die **Gültigkeitsdauer** dieser Stellungnahme beträgt fünf Jahre ab Zustellungsdatum. Sollte innerhalb dieser Frist der Nutzungsplan für den geplanten Windpark aufgelegt werden, steht diese Frist still. Sofern keine Auflage erfolgt, kann das VBS die Gültigkeitsdauer um zwei Jahre verlängern, sofern der Projektträger nachweist, dass er alle notwendigen Schritte unternommen hat, um sein Projekt abzuschliessen. Nach fünf Jahren wird das VBS den Projektträger über allfällige neue militärische Projekte, die potenziell einen Konflikt mit dem Windparkprojekt verursachen können, informieren. Diesfalls wird eine Lösung zwischen dem Projektträger und dem VBS gesucht.

I. Vorbemerkung

Das VBS unterstützt die Energiestrategie 2050 des Bundes und ergreift entsprechende Massnahmen zu deren Umsetzung. Bei Konflikten ist das VBS grundsätzlich bereit, Lösungen zu suchen. Jedoch können keine Kompromisse in Bezug auf die Sicherheit eingegangen werden.

II. Beurteilung

- a) Grundsätzlich stellen Windenergieanlagen Hindernisse für die Luftfahrt dar und können zu Beeinträchtigungen der elektronischen Systeme (Radar, Richtfunk, Flugfunk, usw.) führen. Aus diesem Grund haben wir das vorliegende Projekt sowohl der Luftwaffe, der Führungsunterstützungsbasis (FUB), der armasuisse, dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) als auch dem Armeestab zur Prüfung unterbreitet.
- b) Die Prüfung hat ergeben, dass sich die geplante Anlage in einem Flugkorridor befindet, der auch bei Nacht und schwierigen Wetterbedingungen befliegen wird. Damit die Flugsicherheit gewährleistet bleibt, müssen die einzelnen Windenergieanlagen in geeigneter Weise markiert sowie in den Luftfahrthinderniskarten eingetragen werden. Windenergieanlagen müssen nachts und auch tagsüber bei schlechtem Wetter von blossen Auge oder unter Verwendung von Nachtsichthilfen erkennbar sein. Es ist deshalb unabdingbar, dass sämtliche Windenergieanlagen mit einer Blattspitzbeleuchtung im Infrarotbereich (IR LED im NVG-Spektrum, 800-850nm) – oder einer technisch vergleichbaren Beleuchtung – ausgestattet werden (Siehe III. Auflage 1).
- c) Als vorsorgliche Massnahme sind sämtliche Windenergieanlagen mit Materialien auszurüsten, welche kleinstmögliche Radarreflexionen verursachen. Sollten sich trotzdem nach Inbetriebnahme einer Windenergieanlage negative Auswirkungen auf die Radarsysteme bemerkbar machen, sind der Luftwaffe bei Bedarf Telemetriedaten zu liefern. (Siehe III. Auflagen 2 und 3).
- d) Weiter muss es im Fall einer besonderen oder ausserordentlichen Lage möglich sein, den Betrieb einzelner Windenergieanlagen auf Verlangen des VBS zeitweise einzustellen. Ausserordentliche Lagen mit einer Dauer von wenigen Tagen sind beispielsweise subsidiäre Einsätze (z.B. WEF, EURO, APOLLINAIRE) oder Volltruppenübungen (z.B. STABANTE). Solche Ereignisse können vom VBS vorangekündigt werden. Anders verhält es sich bei subsidiären Einsätzen wie Naturkatastrophen oder bei nicht planbaren Ereignissen wie beispielsweise dem Eindringen von nicht kooperierenden Flugzeugen (Transponder ausgeschaltet) in den Schweizer Luftraum, dem Totalausfall der Avionik, der Unterstützung von Blaulichtorganisationen oder der Abwehr von militärischen Angriffen. Bei solchen Ereignissen muss die Ausserbetriebnahme von Windenergieanlagen auf Verlangen des VBS auch kurzfristig (< 5 Minuten ab Feststellen des Ereignisses bis zum Stillstand der Windenergieanlagen) erfolgen können.
Bei nicht planbaren subsidiären Einsätzen nach Naturkatastrophen oder zur Unterstützung von zivilen Behörden (vgl. Art.1 MG), muss die Windenergieanlage innerhalb von 18 Stunden ausser Betrieb genommen werden können. Entsprechende Prozesse sind vorgängig zwischen den zuständigen Stellen der FUB und des Betreibers zu vereinbaren (Siehe III. Auflagen 4 und 5).

III. Auflagen

Das VBS kann der eingereichten Windenergieanlage unter den nachfolgenden Auflagen zustimmen:

1. Sämtliche Windenergieanlagen des Parkprojekts müssen nachts erkennbar sein. Diese sind mit einer Blattspitzbeleuchtung im Infrarot-Bereich (IR LED im NVG-Spektrum 800-850nm) oder einer anderen gleichwertigen technischen Lösung auszustatten. Falls eine andere gleichwertige technische Lösung gewählt wird, ist diese zuerst mit der Luftwaffe abzusprechen.

Kontaktperson Luftwaffe: Herr Reto Pauli, reto.pauli@vtg.admin.ch.

2. Die Windenergieanlagen sind mit Rotorblättern mit minimalstem Radarquerschnitt gemäss dem neuesten Stand der Technik zum Zeitpunkt der Bestellung der Anlagen auszustatten.

Hinweis: Das Rotorblatt sollte eine maximale Abschirmung der Blitzschutzkabelstränge, kombiniert mit radarabsorbierendem Dämpfungsmaterial in den Hohlräumen, aufweisen. Wir empfehlen Ihnen, die technischen Aspekte mit der Luftwaffe vorgängig zu besprechen.

Kontaktperson Luftwaffe: Herr Reto Pauli, reto.pauli@vtg.admin.ch.

3. Sollten sich nach Inbetriebnahme einer Windenergieanlage negative Auswirkungen auf VBS-Systeme bemerkbar machen, sind dem VBS auf Verlangen die erforderlichen Online-Telemetriedaten auszuhändigen.

4. Die Windenergieanlagen sind mit einem System und Festlegung einer Prozedur zur Abschaltung bei besonderen und ausserordentlichen Ereignissen / einer Notsituation im Luftraum auszustatten.

Hinweis: Die Abschaltprozedur ist mit der Luftwaffe abzusprechen und zu vereinbaren. Systeme zur Abschaltung einer Windenergieanlage durch das VBS sind mit Stand heute noch nicht implementiert. Zukünftige Systeme sollten jedoch nach Möglichkeit auf bereits bestehenden Steuerungslösungen zurückgreifen können.

Kontaktperson Luftwaffe: Herr Reto Pauli, reto.pauli@vtg.admin.ch.

5. Bei nicht planbaren subsidiären Einsätzen nach Naturkatastrophen oder zur Unterstützung von zivilen Behörden (vgl. Art.1 MG) müssen die Windenergieanlagen innerhalb von 18 Stunden ausser Betrieb genommen werden können. Entsprechende Prozesse hat der Windparkbetreiber vorgängig mit den zuständigen Stellen der FUB zu vereinbaren.

Kontaktadressen FUB: frequenzteilung.fub@vtg.admin.ch oder gfs.fub@vtg.admin.ch.

6. Der Projektträger hat vor Realisierung des Projektes an der FUB die Einhaltung der folgenden Normen und Regelungen in verbindlicher Form nachzuweisen:
 - a. IEC 61000-6-3 / EN 50081-1
 - b. IEC 61000-6-4 / EN 50081-2
 - c. Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV, Stand 01.01.2022)

Kontaktadresse FUB: gfs.fub@vtg.admin.ch

7. Geometrische Anpassungen im Projektverlauf (Veränderung der geografischen Lage und der Objektdimensionen) bedürfen einer erneuten Beurteilung und Stellungnahme durch das VBS. Daher sind solche Projektänderungen unverzüglich bekanntzugeben und via Guichet Unique Windenergie nachzureichen.

8. Die Kenntnisnahme und Einhaltung der Auflagen unter den Punkten 1. – 7. ist bis zur Einreichung des Nutzungsplans schriftlich zu bestätigen.

IV. Hinweise

1. Zur Vermeidung von elektromagnetischen Störungen (EMV) sollten Mitigationsmassnahmen umgesetzt werden (z.B. Vermeidung resp. kontinuierliche Abführung elektrostatischer Ladungen, wirksame Abschirmung und Filterung, Leistungselektronik wie Umrichter beim Mastfuss anstatt in der Gondel, Vorzügliche Erdung, Unterirdische Erschliessung ans Stromnetz, usw.).
2. Im Hinblick auf die beim BAZL einzuholende Luftfahrthindernisbewilligung machen wir die folgenden Hinweise:
 - Baureife Projekte von hochragenden und linienförmigen Anlagen, welche ein Luftfahrthindernis darstellen, sind dem BAZL frühzeitig mit einem Gesuch um Bewilligung einzureichen.
(Art. 63 und 64 der Verordnung über die Infrastruktur der Luftfahrt, VIL; SR 748.131.1)
 - Das BAZL entscheidet im Einvernehmen mit dem VBS mit einer Verfügung, ob eine Anlage errichtet werden darf und welche Sicherheitsmassnahmen (u.a. Kennzeichnungen) zu treffen sind. Die Kennzeichnung der Anlagen erfolgt nach den Richtlinien des BAZL, welche sich auf die internationale Norm der ICAO (International Civil Aviation Organization) stützen.
(Art. 66 VIL)
 - Für Anlagen mit einer Gesamthöhe von mehr als 60 m Bodenhöhe wird das BAZL in der Regel nur Luftfahrthindernisanlagen bewilligen, bei welchen u.a. ein positives Gutachten des VBS vorliegt. Das Gutachten muss sich auf das gültige und gegebenenfalls aktualisierte Ausführungsprojekt beziehen.
(Art. 64 Abs. 2 VIL)

Wir danken Ihnen für die Berücksichtigung unserer Auflagen und Hinweise und stehen Ihnen für Fragen gerne zur Verfügung.

Freundliche Grüsse

Raum und Umwelt VBS

Mathieu Zingg

Kopie an (E-Mail):

- armasuisse, Ämterkonsultationen, 3003 Bern
- LW Stab, Herr Bernhard Walthert, 3003 Bern
- GFS FUB, 3003 Bern
- Armeestab, Herren Christoph Schmon und Kurt Gimmel, 3003 Bern
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS, 3003 Bern
- armasuisse W+T, Feuerwerkerstrasse 39, 3602 Thun
- Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL, Abteilung Sicherheit und Infrastruktur, Sektion Flugplätze und Luftfahrthindernisse, 3000 Bern
- skyguide, CNS expert group, 8602 Wangen bei Dübendorf

Stellungnahme zu Betriebsstörung der meteorologischen Instrumente durch Windkraftanlagen | MeteoSCHWEIZ

Email

Bundesamt für Energie
Erneuerbare Energien / Guichet Unique
Saskia Bourgeois

Locarno-Monti, 4. November 2021

**Betriebsstörung der meteorologischen Instrumente durch Windkraftanlagen
Standort / analysiertes Projekt: „SFS Windparkanlage Heerbrugg (SG)“
ID Nr. 167**

Sehr geehrte Frau Bourgeois

Wir haben Ihre Anfrage vom 10. September 2021 bezüglich möglicher Konsequenzen auf die meteorologischen Instrumente (Niederschlagsradare, Windradare und Bodenmessstationen) des Bundesamtes für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz beim Bau von Windkraftanlagen respektive Windturbinen geprüft. Unsere Analyse stützt sich auf die Informationen aus dem Formular B vom 17. August 2021.

Unsere Analysen haben ergeben, dass unabhängig der Materialverwendung mögliche Störungen des Betriebes unserer meteorologischen Instrumente durch die projektierten Windkraftanlagen/ Windturbinen **gleich Null oder sehr gering sind**. Demzufolge haben wir, als Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz, zu dem oben erwähnten Projekt **keine Vorbehalte**.

Dies gilt allerdings nur unter der Voraussetzung, dass die technischen Kenndaten des zu realisierenden Projektes identisch sind mit den von uns analysierten Daten. Geometrische Anpassungen im Projektverlauf bedürfen einer erneuten Beurteilung durch die MeteoSchweiz. Daher sind solche Projektänderungen dem Guichet Unique unverzüglich zu melden. Diese Stellungnahme ist maximal fünf Jahre ab Ausstellungsdatum gültig.

Für weitere Informationen stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

Freundliche Grüsse
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz



Urs Germann
Leiter der Abteilung Radar, Satelliten, Nowcasting

Stellungnahme Beurteilung Richt- funk zu Windpark | BAKOM



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Kommunikation BAKOM

2501 Biel/Bienne, BAKOM, mig

Guichet Unique Windenergie
Bundesamt für Energie BFE
3003 Bern

Referenz/Aktenzeichen: TBV / Heerbrugg / ID-Nr167
Ihr Zeichen: -
Sachbearbeiter/in: Gordana Mijic
Biel/Bienne, 21. Octobre 2021

Beurteilung Richtfunk zu Windpark TBV / Heerbrugg / ID-Nr 167

Sehr geehrte Damen und Herren

Wir haben Ihre Anfrage vom 10.09.2021 zum Projekt Windpark Heerbrugg (SG), geprüft und können Ihnen im Sinne einer Momentaufnahme der aktuellen Situation der zivilen Richtfunknetze und ohne Rechtsanspruch folgende Beurteilung zusenden.

Im angegebenen Perimeter befinden sich einige Richtfunkstrecken welche durch die Windturbinen gestört werden könnten.

Für eine detaillierte Absprache wenden Sie sich bitte an die Konzessionärin der Richtfunkstrecken,

- A1 Telekom Austria AG [REDACTED]

Wir hoffen Ihnen mit diesen Angaben gedient zu haben.

Mit freundlichen Grüssen

Bundesamt für Kommunikation BAKOM

Gordana Mijic
Frequenzspezialist

Beilage(n): -

Kopie z.K per Mail an die oben aufgeführten Kontaktpersonen

Bundesamt für Kommunikation BAKOM
Konzessionen und Frequenzmanagement
Frequenzzuteilung
Zukunftstrasse 44, 2501 Biel/Bienne
freqfix@bakom.admin.ch
www.bakom.admin.ch

Schattenwurfstudie Windenergieprojekt SFS Heerbrugg | Interwind

SFS Group Schweiz AG
Rosenbergsaustasse 4
9435 Heerbrugg

Schattenwurfstudie Windenergieprojekt SFS Heerbrugg



Zürich, 09.10.2023

Auftraggeber	SFS Group Schweiz AG Claudio Winter, Head of Technical Services Infrastructure Rosenbergsaustrasse 4, 9435 Heerbrugg
Auftragnehmer	Interwind AG Buchzelgweg 5 8053 Zürich
Bearbeitung	Nadine Sussdorf, BSc. Umweltingenieurswesen Mehmet Hanagasioglu, BSc. Physik, Dipl. Biologe
Leistung	Schattenwurfstudie am Standort Heerbrugg, Hauptsitz der SFS Group Schweiz AG mit Schattenwurfkarte und Schattenwurfangaben an mehreren Immissionspunkten
Standort	Am Firmengelände, Hauptsitz der SFS Group Schweiz AG Rosenbergsau, 9434 Au (SG)
Titelbild	Hauptsitz der SFS Group Schweiz AG Heerbrugg, Areal Nord
Datengrundlagen	Anlagedaten Vestas, V-150 Immissionspunkte der Lärmstudie, Meteotest Koordinaten der Windturbine gemäss Claudio Winter, SFS Winddaten des 99m Windmessmastes am Standort, Aug 2022 – Jul 2023 Sonnenscheindauer der Meteostationen Säntis und Vaduz der Meteoschweiz map.geo.admin.ch
Software	WindPro, Version 3.6.366 MS Office 2017 Photoshop, Version 2017.1.1 Google earth Swisstopo DHM25 Modell
Datum Bericht	09.10.2023
Versionenabfolge:	
Verteiler	SFS Group Schweiz AG Interwind AG

Inhaltsverzeichnis

Glossar und Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Zusammenfassung	1
2 Ausgangslage	2
3 Ziel	3
4 Gesetzliche Grundlagen	4
4.1 Immissionsrichtwerte	4
4.2 Massgebliche Immissionsorte	4
4.3 Beurteilung	4
5 Vorgehen	6
6 Resultate	9
6.1 Astronomisch maximal mögliche Schattenwurfdauer	9
6.2 Meteorologisch wahrscheinliche Schattenwurfdauer	11
7 Abschaltung	13
8 Empfehlungen, weiteres Vorgehen	15
Abbildungsverzeichnis	16
Tabellenverzeichnis	17
ANHÄNGE	18
A1 Immissionspunkte	18
A2 Anlagenspezifikation Vestas V-150	19
A3 Hauptergebnis «astronomisch maximal mögliche Schattendauer»	19
A4 Kalender «astronomisch maximal mögliche Schattendauer»	19
A5 grafischer Kalender «astronomisch maximal mögliche Schattendauer»	19
A6 Kalender pro WEA «astronomisch maximal mögliche Schattendauer»	19
A7 grafischer Kalender pro WEA «astronomisch maximal mögliche Schattendauer»	19
A8 Schattenwurfkarte «astronomisch maximal mögliche Schattendauer»	19
A9 Hauptergebnis «meteorologisch wahrscheinliche Schattendauer»	19
A10 Kalender «meteorologisch wahrscheinliche Schattendauer»	19
A11 grafischer Kalender «meteorologisch wahrscheinliche Schattendauer»	19
A12 Kalender pro WEA «meteorologisch wahrscheinliche Schattendauer»	20
A13 Grafischer Kalender pro WEA «meteorologisch wahrscheinliche Schattendauer»	20
A14 Schattenwurfkarte «meteorologisch wahrscheinliche Schattendauer»	20
A15 Hauptergebnis Abschaltung	20
A16 Grafischer Kalender mit Abschaltung	20
A17 Grafischer Kalender pro WEA mit Abschaltung	20
A18 Schattenabschaltung WEA-Abschaltkalender	20

Glossar und Abkürzungsverzeichnis

Beschattungsbereich	Ist die Fläche, in der der periodischer Schattenwurf auftritt.
GW / GWh	Gigawatt / Gigawattstunden
IP	Immissionspunkt, Standort wo die Immission (von zB. Schatten und Lärm) gemessen wird.
kW / kWh	Kilowatt / Kilowattstunde)
m.ü.G.	Meter über Grund
MW / MWh	Megawatt / Megawattstunde
PVA	Photovoltaik Anlage
SFS	SFS Schweiz AG in Heerbrugg, Auftraggeber
Standort	Zusammenhängendes Gebiet, das zur Nutzung der Windenergie geeignet ist. Als Windanlagenstandort ist die Situation der Anlage bezeichnet. In dieser Studie bezeichnet «Standort» auch die Position einer WEA
WEA (WKA)	Windenergieanlage (Windkraftanlage)
WindPRO	Software für Windenergieprojekte von EMD International A/S, Niels Jernes Vej 10, 9220 Aalborg Ø, Denmark
Worst-case	Schlimmter Fall. Hier Annahme, dass während 365 Tagen, jeden Tag von Sonnenaufgang bis -untergang (Sonnenstand 3° über Horizont) die Sonne scheint und es ununterbrochen windet, sodass die Rotorblätter der Windkraftanlage ununterbrochen drehen und periodischen Schatten werfen.

1 Zusammenfassung

Die vorliegende Schattenwurfstudie wurde im Auftrag der SFS Group Schweiz AG erstellt. Sie enthält die Resultate einer ersten Schattenwurfstudie für den Windenergiestandort Heerbrugg, mit einer Windkraftanlage, Vestas V-150, mit 150m Rotordurchmesser und 123 m Nabenhöhe.

Im Sinne eines «worst-case»-Szenarios wurde nur dieser Anlagentyp angeschaut, da dies die grösstmögliche Anlage ist, die in Betracht gezogen wird. Es wird angenommen, dass kleinere Anlagen gleich oder weniger Schatten verursachen.

Die Position der potenziellen Windkraftanlage wurde unter Berücksichtigung der Abstände zu Zonen mit Empfindlichkeitsstufe II, nämlich ARA (öffentliche Bau) und Wohnzonen westlich und südlich ausgewählt. Die Koordinaten der Windkraftanlagen sind: 2'766'040 / 1'254'443. Die Position weicht von der in der Voruntersuchung genannten ab. Sie wurde in Zusammenarbeit mit Claudio Winter, SFS neu definiert. Die neue Position befindet sich jetzt mehr westlich, damit die Anlage in der Verlängerung der SFS-Strasse liegt, da dies einfacher für eine mögliche Zufahrt zur Anlage ist.

Zielsetzung der Studie ist, festzustellen ob und welche Massnahmen getroffen werden müssen, damit die Anforderungen der in der Bundesrepublik Deutschland gültigen Richtlinien¹ bezüglich zulässiger Dauer von Schattenwurf von WEA erfüllt sind (in der Schweiz rechtlich nicht geregelt).

Die Schattenwurfstudie wurde mit WindPRO Software der Firma EMD² erstellt. Datengrundlagen waren

- Swisstopo DHM25 Modell
- Grundlagenkarte³ Heerbrugg
- Anlagendaten Vestas V-150
- Winddaten des 99m Windmessmastes am Standort
- Sonnenscheindauer an den Meteostationen Säntis und Vaduz der Meteoschweiz
- eine Liste der 29 bewohnten Gebäude in einem Umkreis von 2 km um die WKA, erstellt in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber

Es stellt sich heraus, dass bei 24 Gebäuden Grenzwerte überschritten werden. Aus diesem Grund muss

- die Windkraftanlage mit einem Schattendetektor ausgerüstet werden, damit die Grenzwerte während des Betriebs automatisch eingehalten werden können. (Abschaltung während 23:55 Stunden pro Jahr).
- bei Wirtschaftlichkeitsberechnungen eine Ertragsminderung von 1% berücksichtigt werden.
- für das Baugesuch / Beginn der Projektfinanzierung diese Studie mit einer vollständigen Inventarliste mit allen Gebäuden und allen Fenstern, Terrassen und Gartensitzplätzen und mit Katasterplan wiederholt werden.

Die Machbarkeit eines Windenergieprojektes hängt von diversen Themenkreisen ab. In weiteren und vertieften Abklärungen sind unter anderem Umweltverträglichkeit des Projektes und Einflüsse auf übrige Infrastruktur (zB, Luftfahrt, Richtfunk, Meteo Radars) zu prüfen. Dazu kommen weitere Verluste durch Abzüge aufgrund von weiteren Umwelteinflüssen (zB. Flora, Fauna, Lärm) und den Abschaltplänen für Schutzmassnahmen.

¹ Bundesrepublik Deutschland, Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI), Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen. Beschlüsse der 103. LAI-Sitzung (Länderausschuss für Immissionsschutz). Magdeburg, Mai 2002.

² EMD International A/S, Niels Jernes Vej 10, 9220 Aalborg Ø, Denmark

³ www.map.geo.admin.ch

2 Ausgangslage

Die SFS Group Schweiz AG plant eine Windkraftanlage auf ihrem Hauptsitz in Heerbrugg.

Am 1. Juli 2021 nahm Claudio Winter, Head of Technical Services Infrastructure von der SFS Schweiz AG in Heerbrugg (SFS) mit Interwind telefonisch Kontakt auf. Sie haben am Standort Heerbrugg bereits eine Photovoltaikanlage (PVA) mit einer Leistung von ca. 4 MWp. Mit dieser PVA kann aktuell 9-10 % vom Energiebedarf gedeckt werden. Der Ertrag aus einer möglichen Windkraftanlage würde grösstenteils als Ergänzung zur bestehenden Photovoltaikanlage in den Eigenverbrauch eingehen. Das Werk Heerbrugg hat einen Jahresenergieverbrauch von ca. 42 GWh. Von Montag bis Samstag (24h Betrieb) beträgt die Bandlast ca. 5-7.5 MW. Anschluss an Mittelspannungsnetz (20 kV) vorhanden.⁴

Im Jahr 2021 wurde eine Voruntersuchung für Windenergie am Standort Heerbrugg⁵ gemacht und von August 2022 bis Juli 2023 mit einem 99 m Windmessmasten Winddaten gemessen. Im Rahmen der Vorabklärungen betreffend Umweltschutzmassnahmen wurden die Emissionen durch Schattenwurf thematisiert.

⁴ Informationen von C. Winter, SFS Schweiz AG, E-Mail vom 02.07.2021

⁵ Bericht «SFS Schweiz_Voruntersuchung Windenergie Standort Heerbrugg_Rev20220221-2», Interwind AG

3 Ziel

Interwind AG wurde beauftragt eine erste Schattenwurfstudie durchzuführen. Ziel war es, anhand maximal 30 Immissionspunkten (IP) das Verhalten des Schattenwurfs aufzuzeigen. Im Sinne eines «worst case»-Szenarios, wurde für die Berechnungen die grösstmögliche in Betracht gezogene Windkraftanlage, Vestas V-150 mit 150m Rotordurchmesser und 123m Nabenhöhe verwendet (Anhang A2). Zurzeit steht keineswegs fest, welches Model von welchem Anlagenhersteller und welche Nabenhöhe schlussendlich gewählt werden. Erfahrungsgemäss unterscheiden sich die Schattenwurf-Prognosen für ähnliche Anlagengrössen nicht viel voneinander. Eine ausführliche Studie mit Inventarliste aller Gebäude und aller Fenster, Terrassen und Gartensitzplätzen wird empfohlen, wenn die Auswahl des Anlagentyps klar ist.

Zielsetzung der Studie ist, festzustellen ob und welche Massnahmen getroffen werden müssen, damit die gesetzlichen Anforderungen (Kapitel 4) erfüllt sind.

4 Gesetzliche Grundlagen

Die Grenzwerte für die zulässige Dauer von Schattenwurf von WEA auf Wohngebäude und andere betroffene Bauten sind in der Schweiz rechtlich nicht geregelt. Aus diesem Grund wurde für die Beurteilung auf die deutsche Richtlinie⁶ für Immissionsschutz zurückgegriffen, welche auf dem deutschen Gesetz basiert.

4.1 Immissionsrichtwerte

- Die **astronomisch maximal mögliche Schattenwurfdauer** (worst case) ist die Zeit, bei der die Sonne theoretisch während der gesamten Zeit zwischen Sonnenauf- und Sonnenuntergang durchgehend bei wolkenlosem Himmel scheint, die Rotorfläche senkrecht zur Sonneneinstrahlung steht und die Windenergieanlage in Betrieb ist.

Sie wird als nicht störend beurteilt, wenn sie nicht 30 Stunden pro Jahr übertrifft. Ausserdem ist die Dauer begrenzt auf 30 Minuten pro Tag.

- Die **meteorologisch wahrscheinliche Schattenwurfdauer** basiert auf den tatsächlichen meteorologischen Bedingungen und darf 8 Stunden pro Jahr nicht übertreffen.

Die Immissionsrichtwerte sind anzuwenden auf massgebliche Immissionsorte.

4.2 Massgebliche Immissionsorte

Massgebliche Immissionsorte sind schutzwürdige Räume, die als

- Wohnräume, einschließlich Wohndielen,
- Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten und Bettenräume
- in Krankenhäusern und Sanatorien,
- Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen,
- Büroräume, Praxisräume, Arbeitsräume, Schulungsräume und ähnliche Arbeitsräume genutzt werden.
- Direkt an Gebäuden beginnende Außenflächen (z. B. Terrassen und Balkone) sind schutzwürdigen Räumen tagsüber zwischen 6:00 - 22:00 Uhr gleichgestellt.

4.3 Beurteilung

«Immissionsrichtwerte für die jährliche Beschattungsdauer

Bei der Genehmigung von Windenergieanlagen ist sicherzustellen, dass der Immissionsrichtwert für die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer von 30 Stunden pro Kalenderjahr nicht überschritten wird. Bei Beschwerden hinsichtlich des Schattenwurfs durch bereits bestehende Anlagen ist die Einhaltung dieses Immissionsrichtwertes zu überprüfen. Bei Überschreitungen ist durch geeignete Maßnahmen die Einhaltung der Immissionsschutzanforderungen dieser Hinweise zu gewährleisten. Bei Einsatz einer Abschaltautomatik, die keine meteorologischen Parameter berücksichtigt, ist durch diese auf die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer von 30 Stunden pro Kalenderjahr zu begrenzen. Wird eine Abschaltautomatik eingesetzt, die meteorologische Parameter berücksichtigt (z. B. Intensität des Sonnenlichtes), ist auf die tatsächliche Beschattungsdauer von 8 Stunden zu begrenzen.

⁶ Bundesrepublik Deutschland, Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI), Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen, Aktualisierung 2019 (WKA-Schattenwurfhinweise), Stand 23.01.2020

Immissionsrichtwert für die tägliche Beschattungsdauer

Der Immissionsrichtwert für die tägliche Beschattungsdauer beträgt 30 Minuten. In der Laborstudie der Universität Kiel wurde festgestellt, dass bereits eine einmalige Einwirkung des Schattenwurfs von 60 Minuten zu Stressreaktionen führen kann. Aus Vorsorgegründen wird daher die tägliche Beschattungsdauer auf 30 Minuten begrenzt. Dieser Wert gilt bei geplanten Anlagen für die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer, bei bestehenden Anlagen für die tatsächliche Schattendauer. Bei Überschreitung dieses Richtwertes an mindestens drei Tagen ist durch geeignete Maßnahmen die Begrenzung der täglichen Beschattungsdauer auf 30 Minuten zu gewährleisten.»⁷

⁷ Bundesrepublik Deutschland, Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI), Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen, Aktualisierung 2019 (WKA-Schattenwurfhinweise), Stand 23.01.2020

5 Vorgehen

Die Position der potenziellen Windkraftanlage wurde unter Berücksichtigung der Abstände zu Zonen mit Empfindlichkeitsstufe II, nämlich ARA (öffentliche Bau) und Wohnzonen westlich und südlich ausgewählt. Die Position weicht von der in der Voruntersuchung genannten ab. Sie wurde in Zusammenarbeit mit Claudio Winter, SFS neu definiert. Die neue Position befindet sich jetzt mehr westlich, damit die Anlage in der Verlängerung der SFS-Strasse liegt, da dies einfacher für eine mögliche Zufahrt zur Anlage ist. Die Koordinaten der potenziellen Windkraftanlage sind: 2'766'040 / 1'254'443.

In einem ersten Schritt wurde die Anlageposition markiert und die Umgebung im Umkreis von 2'000 m um die potenzielle WEA analysiert (Abb 1). Der Anlagestandort befindet sich inmitten von Industrie- und Wohngebiet mit vielen Wohn- und Bürogebäuden in unmittelbarer Nähe. Von den Umwelteinflüssen der WEA sind zudem schweizerisches und österreichisches Gebiet betroffen.

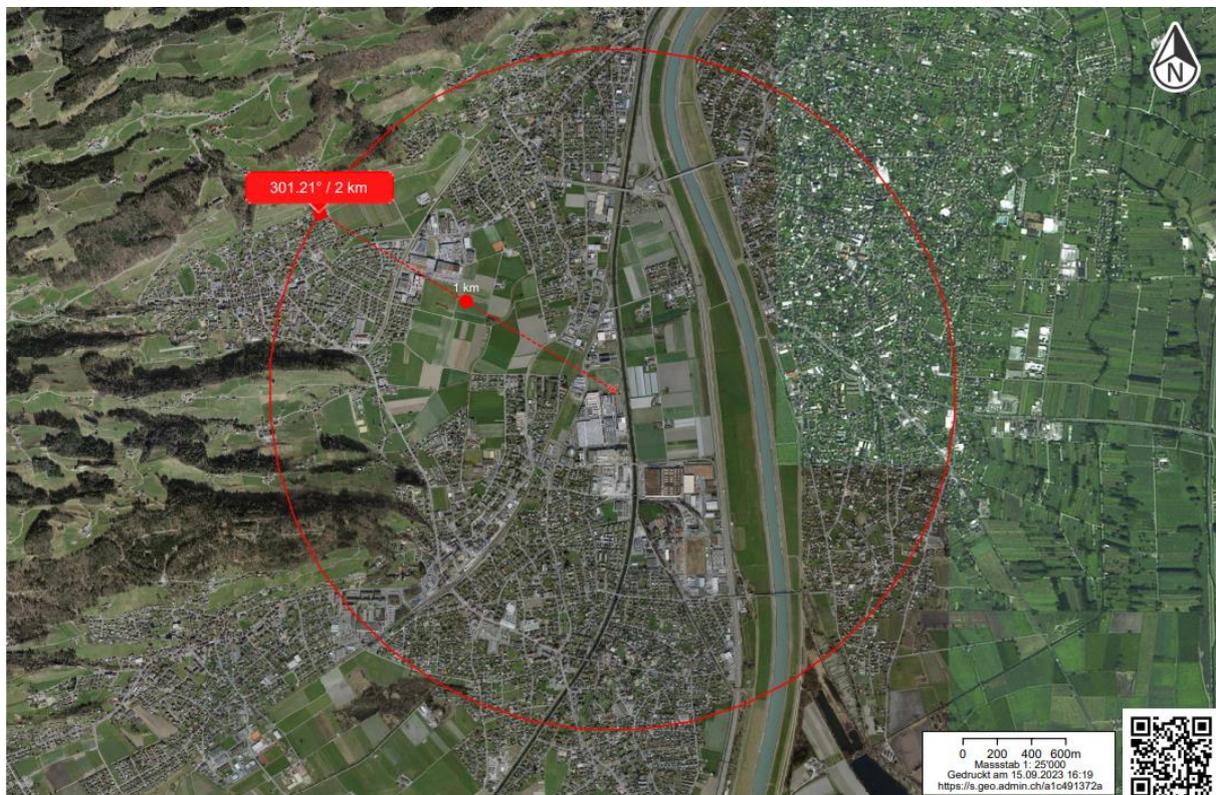


Abb 1 Grundkarte Heerbrugg mit 2000m Umkreis um WKA. Position der Anlage 2'766'040 / 1'254'443

Mittels den Anlagedaten und der Umgebungskarte wurde mit der Software WindPRO der Schattenwurf in einem Umkreis von 2'000m berechnet. Die Schattenwurfkarte zeigt die Reichweite des Schattenwurfs der Windkraftanlage während eines Jahres (Abb 2). Auf die Ergebnisse der Schattenwurfkarte wird im Kapitel «Resultate» eingegangen.



Abb 2 Schattenwurfkarte 1:25'000. grün, gelb und roter Bereich zeigt Schattenwurf bis max. 30min pro Tag. Die freie Fläche in der Mitte überschreitet die Limite von 30min Schatten pro Tag. Blaue Linie= Grenze zu 30 Stunden Schattenwurf pro Jahr.

Innerhalb der Schattenwurfkarte wurden die Immissionspunkte (IP) definiert. Als Immissionspunkte gelten «massgebliche Immissionsorte» gemäss Kapitel 4.2. Die Immissionspunkte 1-13 wurden von der Lärmstudie übernommen, damit an diesen Standorten ein vollumfängliches Immissionsbild über Lärm und Schatten entsteht. IP 14-29 sind weitere, für die Schattenwurfstudie relevante, Standorte. Für einen Gesamteindruck wie sich der Schatten verhält, wurden sie möglichst divers nach den folgenden Kriterien ausgesucht:

- Bewohnten Gebäude / Büroräume in einem Umkreis von 2'000 m
- mit Fenster im 1. Stock in direkter Sichtlinie zur WKA
- mit Fenster im 2. Stock in direkter Sichtlinie zur WKA
- mit Terrasse in direkter Sichtlinie zur WKA
- in unterschiedlichen Himmelsrichtungen, pro umliegendes Quartier mind. 1 IP
- in unterschiedlichen Distanzen zur WKA



Abb 3 Standortkarte der 29 Immissionspunkte (rote Punkte), innerhalb des Bereichs der Schattenwurfkarte (Abb 2) rund um die geplante WEA (rotes Kreuz)

In Abb. 3 aufgeführte bewohnte Gebäude wurden durch den Auftraggeber geprüft. Die Koordinaten der 29 IPs sowie die allgemeine Orientierung der Fenster oder Terrassen wurden mittels map.geo.admin.ch und google earth ermittelt. Eine Liste der Immissionspunkte mit Koordinaten und Bezeichnung ist im Anhang A1 zu finden. Die Schattenwurfimmissionen für diese Fenster oder Terrassen wurde mittels der Software WindPRO berechnet.

Für die Berechnung der meteorologisch wahrscheinlichen Schattenwurfdauer, wurden die Sonnenstunden der Meteostation Vaduz und Säntis gemittelt und verwendet (Tab 1).

Monat	Anz. Tage	Vaduz		Säntis		Anlagestandort		
		h/Monat	h/Tag	h/Monat	h/Tag	h/Tag*	h/Monat	
Aug	31	183	5.9	171	5.5	5.7	177	
Sep	30	147	4.9	158	5.3	5.1	153	
Okt	31	114	3.7	161	5.2	4.4	138	
Nov	30	67	2.2	118	3.9	3.1	93	
Dez	31	55	1.8	111	3.6	2.7	83	
Jan	31	72	2.3	128	4.1	3.2	100	
Feb	28	92	3.3	132	4.7	4.0	112	
Mär	31	131	4.2	155	5.0	4.6	143	
Apr	30	156	5.2	162	5.4	5.3	159	
Mai	31	168	5.4	163	5.3	5.3	166	
Jun	30	181	6.0	160	5.3	5.7	171	
Jul	31	197	6.4	168	5.4	5.9	183	
		365	1563	4.3	1787	4.9	4.6	1675

* Mittelwert aus h/Tag Vaduz und Säntis

Tab 1 Sonnenstunden am Anlagenstandort

6 Resultate

6.1 Astronomisch maximal mögliche Schattenwurfdauer

In Abb. 4 sind die Resultate der Schattenwurfstudie grafisch dargestellt. Hier ist zu beachten, dass die astronomisch mögliche, maximale Schattenwurfausdehnung und Emissionen dargestellt sind. Dabei wird angenommen, dass während 365 Tagen, jeden Tag von Sonnenaufgang bis -untergang (Sonnenstand 3° über Horizont) die Sonne scheint und es ununterbrochen windet, sodass die Rotorblätter der Windkraftanlage ununterbrochen drehen und periodischen Schatten werfen. In der Realität aber scheint weder die Sonne jeden Tag, noch windet es ununterbrochen, weshalb bei diesem Szenario von «worst case» gesprochen wird.

Die grün markierte Fläche zeigt die Zone, in welcher 0-10 Minuten Schatten pro Tag erreicht werden, die gelbe Fläche 10-20 min, die Rote Fläche 20-30 min. Die weisse Fläche in der Mitte der Karte, ist die kritische Fläche, in welcher die Immissionsgrenze von 30 min Schatten pro Tag überschritten wird.

Die Abb 4 zeigt zudem, dass im Bereich zwischen der schwarzen Linie (0 Stunden) und blauen Linie (30 Stunden) der Immissionswert von 30 h Schatten pro Jahr unterschritten wird, ab der blauen Linie überschritten. Siehe dazu auch die Schattenwurfkarte in Anhang A8 und die Schattenwurfkalender in Anhang A5 und A6.

Die Spitzen in den verschiedenen Farbbereichen (besonders auffallend im roten Bereich), sind auf die Berechnungsschritte zurückzuführen (Zeitschritt: 1 Minute, Tagesschritt: 1 Tag). Je engmaschiger die Berechnung, desto flacher die Linien.

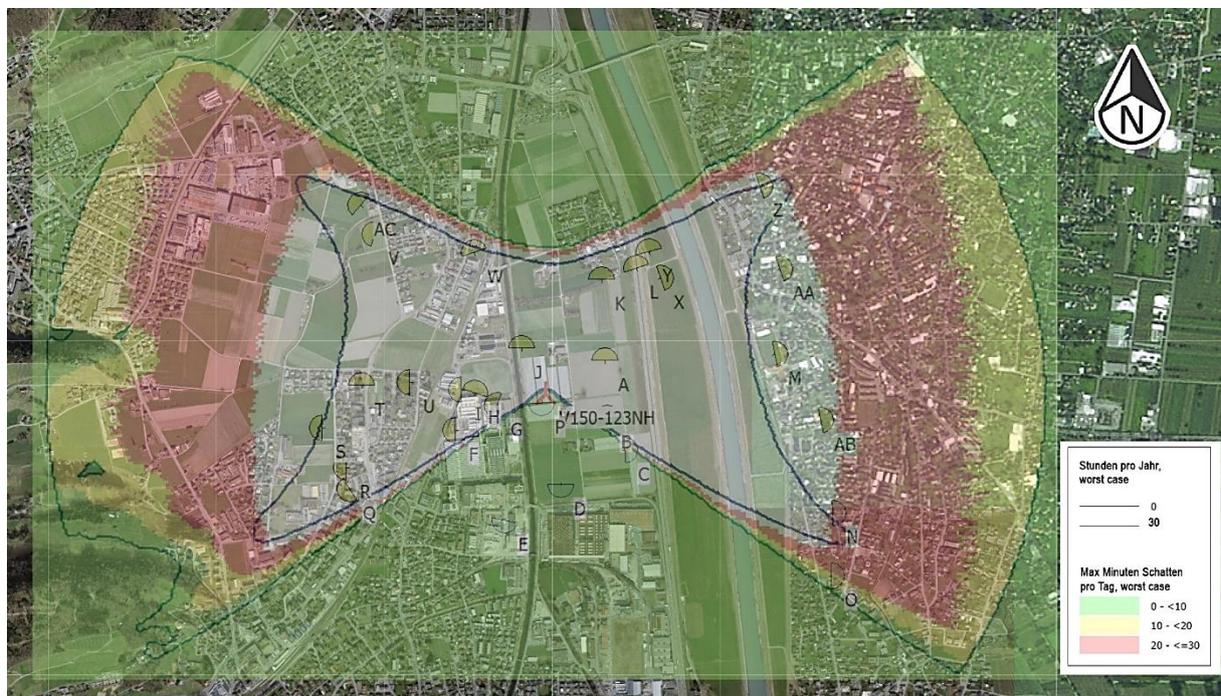


Abb 4 Schattenwurfkarte «astronomisch möglich» 1:25'000. grün, gelb und roter Bereich zeigt Schattenwurf bis max. 30min pro Tag. Die freie Fläche in der Mitte überschreitet die Limite von 30min Schatten pro Tag. Blaue Linie= Grenze zu 30 Stunden Schattenwurf pro Jahr. Buchstaben= Schattenrezeptoren (Immissionspunkte).

Weil alle 29 gewählten Immissionspunkte innerhalb der Schattenwurfzone liegen, ist klar, dass es sich hierbei um Standorte mit erhöhter Schattenwurfimmission handelt.

Die Tab 2 zeigt, dass 20 IP's mehr als 30h Schattenwurf pro Jahr und 24 IP's mehr als 30min Schattenwurf pro Tag ausgesetzt sind (siehe Anhang A3). Daher ist die Windkraftanlage mit einem Schattendetektor auszurüsten, der die Überschreitung dieser Werte ausschliesst.

IP Schattenwurfkarte	IP Standortkarte	Schatten h/Jahr	Schatten h/Tag
A	1	234:59:00	01:59
B	2	132:46:00	01:54
C	3	00:00	00:00
D	4	00:00	00:00
E	5	00:00	00:00
F	6	111:15:00	01:31
G	7	237:45:00	02:34
H	8	294:04:00	01:57
I	9	236:31:00	01:42
J	10	432:48:00	02:33
K	11	94:11:00	01:15
L	12	80:51:00	01:03
M	13	24:36:00	00:39
N	14	25:43:00	00:31
O	15	07:25	00:16
P	16	00:00	00:00
Q	17	61:33:00	00:53
R	18	66:44:00	00:45
S	19	31:13:00	00:41
T	20	41:08:00	00:49
U	21	72:40:00	01:05
V	22	52:36:00	00:42
W	23	41:40:00	00:53
X	24	91:13:00	00:58
Y	25	57:41:00	00:55
Z	26	30:40:00	00:33
AA	27	22:31	00:35
AB	28	17:50	00:33
AC	29	37:34:00	00:37

Tab 2 Schattenwurfdauer «astronomisch max. möglich» (worst case) pro Immissionspunkt

6.2 Meteorologisch wahrscheinliche Schattenwurfdauer

Durch Verwendung am Anlagenstandort gemessener Sonnenstunden, können die effektiven Emissionen / Immissionen geschätzt werden. Mit den tatsächlichen Meteorologischen Daten, ist der Immissionswert von 8 Stunden Schattenwurf pro Jahr anzuwenden (siehe Kapitel 4.3).

Die Gesamtmenge der von der WEA verursachten Schattendauer aller Schattenrezeptoren beträgt 159:38 Stunden im Jahr (siehe Anhang A9). Dies ist die Summe der Beschattungszeiten im "Normalbetrieb", wobei es irrelevant ist, ob die WEA in einem Moment nur einen Schattenrezeptor beschattet oder alle. Wird ein Schattenrezeptor für zB. 10 Minuten beschattet, dann werden in die Gesamtsumme 10 Minuten eingerechnet. Werden alle Schattenrezeptoren für 10 Minuten gleichzeitig beschattet, dann werden in die Summe immer nur 1x 10 Minuten eingerechnet.

Die Schattenwurfkarte für die meteorologische wahrscheinliche Schattenwurfdauer (siehe auch Anhang A10, A11 und A14) zeigt im Gegensatz zur Schattenwurfkarte der astronomisch maximal möglichen Schattenwurfdauer ein deutlich grösseres Gebiet in der die Schattenwurfdauer unter 10 Minuten pro Tag erreicht.



Abb 5 Schattenwurfkarte «meteorologisch wahrsch.» 1:25'000. grün, gelb und roter Bereich zeigt Schattenwurf bis max. 30min pro Tag. Die freie Fläche in der Mitte überschreitet die Limite von 30min Schatten pro Tag. Blaue Linie= Grenze zu 8 Stunden Schattenwurf pro Jahr. Buchstaben= Schattenrezeptoren (Immissionspunkte).

Die Tab 3 zeigt, dass 9 IP's (A, B, F, G, H, I, J, K und X) mehr als 8h Schattenwurf pro Jahr ausgesetzt sind. Daher ist die Windkraftanlage mit einem Schattendetektor auszurüsten, der die Überschreitung dieser Werte ausschliesst.

IP Schattenwurfkarte	IP Standortkarte	Schatten h/Jahr
A	1	22:38
B	2	11:01
C	3	00:00
D	4	00:00
E	5	00:00
F	6	09:24
G	7	18:42
H	8	23:22
I	9	18:59
J	10	49:13
K	11	09:49
L	12	07:57
M	13	02:01
N	14	02:10
O	15	00:39
P	16	00:00
Q	17	05:21
R	18	05:36
S	19	02:33
T	20	03:25
U	21	06:01
V	22	04:47
W	23	04:13
X	24	08:42
Y	25	05:37
Z	26	02:48
AA	27	02:05
AB	28	01:28
AC	29	03:27

Tab 3 Schattenwurfdauer «meteorologisch wahrsch.» pro Immissionspunkt

7 Abschaltung

Gemäss dem mit WindPRO berechneten Abschaltplan, basierend auf der meteorologisch wahrscheinlichen Schattendauer, müsste die Anlage während 23:55 h pro Jahr abgeschaltet werden, um die 8-Stunden-Regel (Kapitel 4) einzuhalten (siehe Anhang A15).

Diese Abschaltzeit bezieht sich nur auf die 29 gewählten IPs und entspricht einer Abschaltung der Anlagen während 0.27% der Zeit (während 1 Jahr). Gemäss Erfahrungswert Interwind liegt der effektive Verlust im Bereich 0.5-1%.

Die Abb 6 zeigt optisch den Unterschied, wenn eine Abschaltautomatik verwendet (rechts) wird oder nicht (links, Anhang A7, A13 und A17).

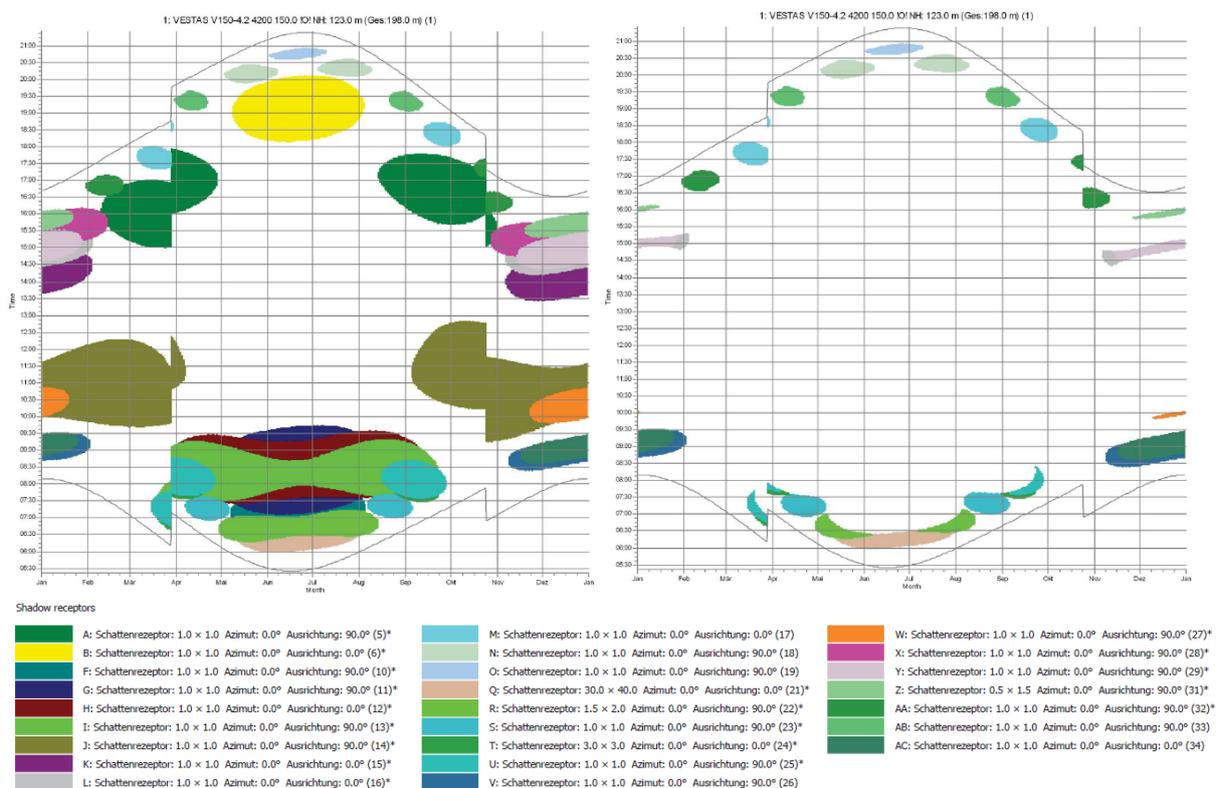
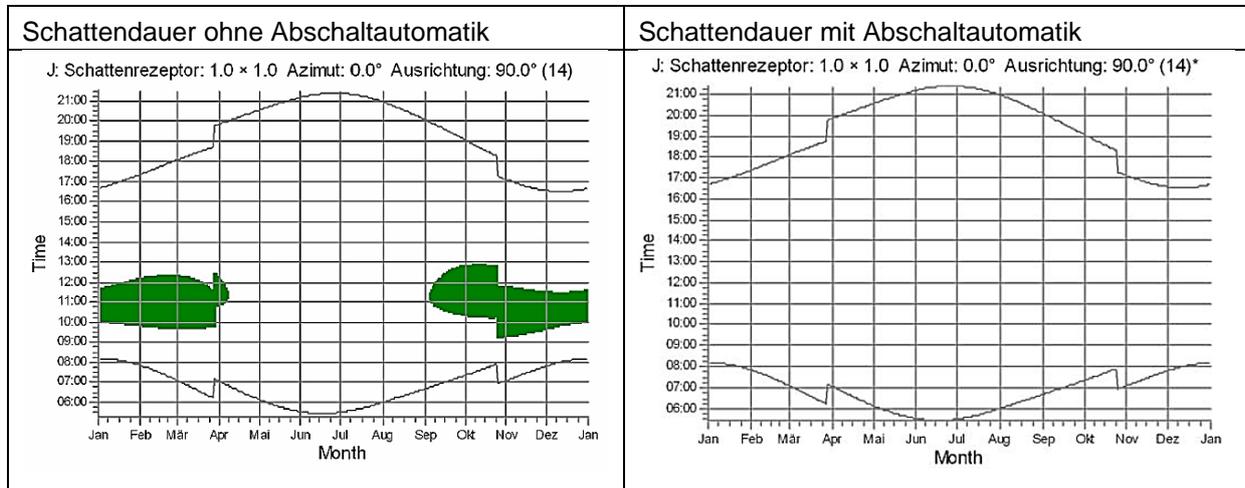


Abb 6 grafischer WEA-Kalender. Links ohne Abschaltautomatik (astronomisch maximal) und rechts mit Abschaltautomatik. Farbige Bereiche zeigen Schattendauer pro IP

Mittels Abschaltautomatik können gesamthaft 1'411:46 Stunden Schattenwurf pro Jahr vermieden werden (Siehe Anhang A15 und A18). Oder im Normalbetrieb rund 135 Stunden pro Jahr (159:38 - 23:55, Beschattungszeit im "Normalbetrieb", siehe Kapitel 6.2).

Die Summe von 1411:46 Stunden pro Jahr stellt die Summe von allen einzelnen vermiedenen Beschattungen dar. Dieses ist aus der Sicht der Schattenrezeptoren. Zum Beispiel wenn die WEA für 10 Minuten wegen Schattenwurf abgeschaltet wird, wobei sie ohne diese Abschaltung, während dieser 10 Minuten gleichzeitig 2 Schattenrezeptoren beschatten würde, dann sind das aus der Sicht der Schattenrezeptoren insgesamt nicht 10 Minuten vermiedener Beschattung, sondern 20 Minuten.

Tab 4 zeigt die Schattendauer mit und ohne Abschaltautomatik am Beispiel IP ARA (J / 10). Ohne Abschaltautomatik hat es am Standort von September bis April von circa 10- 13 Uhr Schatten. Mit der Abschaltautomatik hat es zur selben Periode keinen Schatten, da die WEA (evt. aufgrund anderer Grenzüberschreitungen anderer IPs) abgeschaltet wurde. Siehe zum Vergleich Anhang A5, A11 und A16.



Tab 4 Schattendauer am IP ARA (J / 10). Ohne Abschaltautomatik und mit.

8 Empfehlungen, weiteres Vorgehen

Die vorliegenden Schattenwurfprognosen deuten eindeutig daraufhin, dass bei einigen Immissionspunkten, die im Kapitel 4.1 erwähnten mögliche Maximalwerte überschritten werden. Deshalb wird es notwendig sein die Anlage mit einem Schattendetektor auszurüsten. (Kostenpunkt ca. EUR 20-25'000).

Es wird empfohlen:

- Bei Anfragen an Hersteller sicher zu stellen, dass die Anlage mit einem Schattenwurfmodul geliefert wird.
- Für das Baugesuch / Beginn der Projektfinanzierung diese Studie mit einer vollständigen Inventarliste aller Gebäuden und alle Fenster, Terrassen und Gartensitzplätze und mit Katasterplan zu wiederholen.
- Bei Ertragsberechnungen aufgrund Schattenwurfs einen Verlust von 1% anzunehmen.

Abbildungsverzeichnis

Abb 1	Grundkarte Heerbrugg mit 2000m Umkreis um WKA. Position der Anlage 2'766'040 / 1'254'443	6
Abb 2	Schattenwurfkarte 1:25'000. grün, gelb und roter Bereich zeigt Schattenwurf bis max. 30min pro Tag. Die freie Fläche in der Mitte überschreitet die Limite von 30min Schatten pro Tag. Blaue Linie= Grenze zu 30 Stunden Schattenwurf pro Jahr.....	7
Abb 3	Standortkarte der 29 Immissionspunkten (rote Punkte), innerhalb des Bereichs der Schattenwurfkarte (Abb 2) rund um die geplante WEA (rotes Kreuz).....	8
Abb 4	Schattenwurfkarte «astronomisch möglich» 1:25'000. grün, gelb und roter Bereich zeigt Schattenwurf bis max. 30min pro Tag. Die freie Fläche in der Mitte überschreitet die Limite von 30min Schatten pro Tag. Blaue Linie= Grenze zu 30 Stunden Schattenwurf pro Jahr. Buchstaben= Schattenrezeptoren (Immissionspunkte).....	9
Abb 5	Schattenwurfkarte «meteorologisch wahrsch.» 1:25'000. grün, gelb und roter Bereich zeigt Schattenwurf bis max. 30min pro Tag. Die freie Fläche in der Mitte überschreitet die Limite von 30min Schatten pro Tag. Blaue Linie= Grenze zu 8 Stunden Schattenwurf pro Jahr. Buchstaben= Schattenrezeptoren (Immissionspunkte).....	11
Abb 6	grafischer WEA-Kalender. Links ohne Abschaltautomatik (astronomisch maximal) und rechts mit Abschaltautomatik. Farbige Bereiche zeigen Schattendauer pro IP	13

Tabellenverzeichnis

Tab 1	Sonnenstunden am Anlagenstandort	8
Tab 2	Schattenwurfdauer «astronomisch max. möglich» (worst case) pro Immissionspunkt.....	10
Tab 3	Schattenwurfdauer «meteorologisch wahrsch.» pro Immissionspunkt	12
Tab 4	Schattendauer am IP ARA (J / 10). Ohne Abschaltautomatik und mit.....	14

ANHÄNGE

A1 Immissionspunkte

IP	IP	Koordinaten		M.ü.M	Bezeichnung
A	1	2'766'265	1'254'576	401.5	Böschchen (Landwirtschaftszone) Landwirtschaftliche Betriebe mit angrenzendem Wohnhaus
B	2	2'766'279	1'254'358	402.5	Böschchen (Landwirtschaftszone) Landwirtschaftliche Betriebe mit angrenzendem Wohnhaus
C	3	2'766'348	1'254'237	403.9	Böschchen (Landwirtschaftszone) Landwirtschaftliche Betriebe mit angrenzendem Wohnhaus
D	4	2'766'107	1'254'096	403	Büro DLZ1 SAW (Industriezone I A) Nächstgelegenes Büro ausserhalb SFS-Areal
E	5	2'765'897	1'253'955	404.4	Wohnhäuser Widnau (Wohnzone WEa) Nächstgelegenes Wohnhaus im Süden
F	6	2'765'700	1'254'296	401	Wohnhäuser Heerbrugg (Wohnzone W2b) Nächstgelegenes Wohnhaus im Einfamilienhausquartier im Westen
G	7	2'765'857	1'254'394	400	Geschäftshaus Rosenbergsau (Gewerbe-Industriezone) Firmengebäude mit Büro und Einliegerwohnung
H	8	2'765'768	1'254'440	403.7	Wohnhäuser Heerbrugg (Wohn- Gewerbezone WG2) Nächstgelegenes Wohnhaus im Westen
I	9	2'765'719	1'254'451	406	Wohnhäuser Heerbrugg (Wohnzone W3) Nächstgelegenes Wohnhaus im Westen in der Wohnzone
J	10	2'765'942	1'254'617	404.7	Büro ARA (öffentliche Bauten) Büro und Verwaltungsgebäude der Abwasserwerke. Hohe eigene Lärmemissionen und kein Personal in der Nacht vor Ort.
K	11	2'766'242	1'254'887	403.2	Neugrüt (Landwirtschaftszone) Landwirtschaftliche Betriebe mit angrenzendem Wohnhaus
L	12	2'766'373	1'254'935	403.1	Wohnhäuser Oberfahr (Wohn- Gewerbezone WG2) Nächstgelegenes Wohnhaus im Norden
M	13	2'766'912	1'254'621	402.7	Österreich Nächstgelegener Punkt in Österreich
N	14	2'767'151	1'254'019	407.2	Österreich
O	15	2'767'152	1'253'776	405.8	Österreich
P	16	2'766'025	1'254'410	403.1	Österreich
Q	17	2'765'302	1'254'059	399.7	SFS Werkgebäude (Industriezone)
R	18	2'765'286	1'254'141	403.4	Sportplatz (Wohn- Gewerbezone WG2)
S	19	2'765'188	1'254'289	400.9	Schulhaus (Wohn- Gewerbezone WG2)
T	20	2'765'336	1'254'455	400.6	Einfamilienhaus westlich (Wohnzone)
U	21	2'765'518	1'254'474	402.7	Einfamilienhaus westlich 2 (Wohnzone)
V	22	2'765'371	1'255'039	403.4	Mehrfamilienhaus westlich

W	23	2'765'751	1'254'979	405	Bauernhof west (Landwirtschaftszone)
X	24	2'766'467	1'254'901	400.6	Fussballplatz
Y	25	2'766'420	1'255'001	403.9	Einfamilienhaus Norden
Z	26	2'766'836	1'255'264	407.2	Einfamilienhaus Nord-Ost
AA	27	2'766'922	1'254'948	402	Bürogebäude Nord
AB	28	2'767'096	1'254'373	408.8	Österreich
AC	29	2'765'312	1'255'148	401.5	Österreich

A2 Anlagenspezifikation Vestas V-150

Separate pdf Datei von Vestas, Dez 2021

«Anhang 2_0067-7067.V13--Leistungsspezifikation-V150-4.0-4.2MW-(0067-7067_DE)» (43 Seiten)

A3 Hauptergebnis «astronomisch maximal mögliche Schattendauer»

Separate pdf Datei «Anhang A3_Hauptergebnis_astronomisch maximal» (2 Seiten)

A4 Kalender «astronomisch maximal mögliche Schattendauer»

Separate pdf Datei «Anhang A4_Kalender_astronomisch maximal (33 Seiten)

A5 grafischer Kalender «astronomisch maximal mögliche Schattendauer»

Separate pdf Datei «Anhang A5_grafischer Kalender_astronomisch maximal» (5 Seiten)

A6 Kalender pro WEA «astronomisch maximal mögliche Schattendauer»

Separate pdf Datei «Anhang A6_Kalender pro WEA_astronomisch maximal» (2 Seiten)

A7 grafischer Kalender pro WEA «astronomisch maximal mögliche Schattendauer»

Separate pdf Datei «Anhang A7_grafischer Kalender pro WEA_astronomisch maximal» (1 Seite)

A8 Schattenwurfkarte «astronomisch maximal mögliche Schattendauer»

Separate pdf Datei «Anhang A8_Schattenwurfkarte_astronomisch maximal» (1 Seite)

A9 Hauptergebnis «meteorologisch wahrscheinliche Schattendauer»

Separate pdf Datei «Anhang A9_Hauptergebnis_meteorologisch wahrscheinlich» (2 Seiten)

A10 Kalender «meteorologisch wahrscheinliche Schattendauer»

Separate pdf Datei «Anhang A10_Kalender_meteorologisch wahrscheinlich» (33 Seiten)

A11 grafischer Kalender «meteorologisch wahrscheinliche Schattendauer»

Separate pdf Datei «Anhang A11_grafischer Kalender_meteorologisch wahrscheinlich» (5 Seiten)

A12 Kalender pro WEA «meteorologisch wahrscheinliche Schattendauer»

Separate pdf Datei «Anhang A12_Kalender pro WEA_meteorologisch wahrscheinlich» (2 Seiten)

A13 Grafischer Kalender pro WEA «meteorologisch wahrscheinliche Schattendauer»

Separate pdf Datei «Anhang A13_grafischer Kalender pro WEA_meteorologisch wahrscheinlich» (1 Seite)

A14 Schattenwurfkarte «meteorologisch wahrscheinliche Schattendauer»

Separate pdf Datei «Anhang A14_Schattenwurfkarte_meteorologisch wahrscheinlich» (1 Seite)

A15 Hauptergebnis Abschaltung

Separate pdf Datei «Anhang A15_Hauptergebnis mit Abschaltung» (2 Seiten)

A16 Grafischer Kalender mit Abschaltung

Separate pdf Datei «Anhang A16_grafischer Kalender_mit Abschaltung» (5 Seiten)

A17 Grafischer Kalender pro WEA mit Abschaltung

Separate pdf Datei «Anhang A17_grafischer Kalender pro WEA_mit Abschaltung» (1 Seite)

A18 Schattenabschaltung WEA-Abschaltkalender

Separate pdf Datei «Anhang A18_Schattenabschaltung WEA-Abschaltkalender» (2 Seiten)

**UVB Fledermäuse
Windenergieprojekt
SFS Heerbrugg |
SWILD**

UVB Fledermäuse. Windenergie-Projekt SFS, Heerbrugg SG



STADTÖKOLOGIE
WILDTIERFORSCHUNG
KOMMUNIKATION

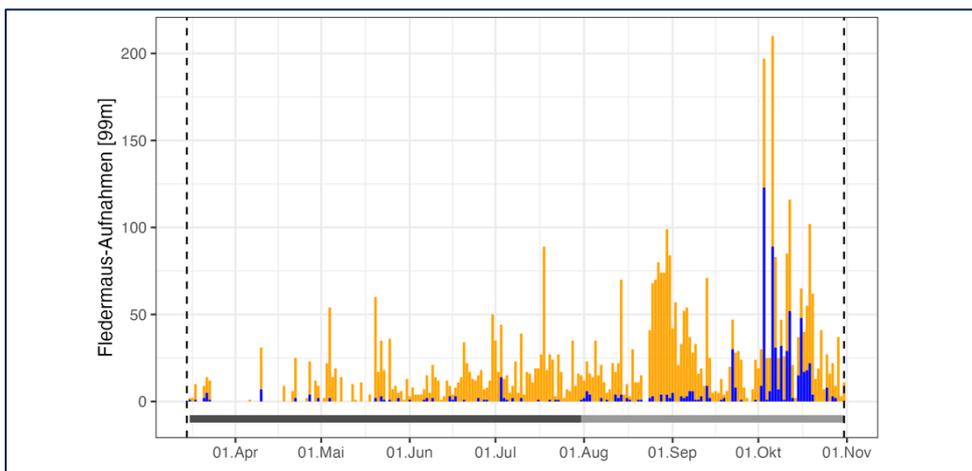


Schlussbericht

Dezember 2023, V2.

Auftraggeber:

SFS Group Schweiz AG
Rosenbergsaustasse 10
CH-9435 Heerbrugg



Auftragnehmerin:

SWILD
Stadtökologie,
Wildtierforschung,
Kommunikation
Sandstrasse 2
8003 Zürich



UVB Fledermäuse.
Windenergie-Projekt SFS,
Heerbrugg SG

Auftraggeber:

SFS Group Schweiz AG
Rosenbergsaustrasse 10
CH-9435 Heerbrugg

Kontaktperson:

Claudio Winter
Projektleiter
—
T +41 71 727 55 31
claudio.winter@sfs.com

Schlussbericht

Dezember 2023, V2.

© SWILD & SFS.
Verwendung auch von
Auszügen nur nach
schriftlicher Abmachung

Auftragnehmerin:

SWILD
Stadtökologie,
Wildtierforschung,
Kommunikation

Projektleitung:

Dr. Fabio Bontadina (Koordination, Bewertungen)
—
+41 44 450 68 05
fabio.bontadina@swild.ch

Dank an:

René Güttinger, Kantonaler
Fledermausschutz-
Beauftragter (KFB-SG)

Sandstrasse 2
8003 Zürich

+41 44 450 68 10
inbox@swild.ch
swild.ch

Mitarbeit:

Mirco Lauper (Auswertungen, Bericht)
Kathi Märki (Artbestimmungen)

Version V2:

Mit korrigierter Bewertungsskala, 20.12.2023.

Bildnachweis Titelbild:

Messmast (27. Juli 2022) mit
BATmode-Aufnahmesystem,
Saisonale Aktivität,
© SWILD
SW-Grafik Fledermaus (cc)

Zitat:

SWILD. 2023. UVB Fledermäuse.
Windenergie-Projekt SFS, Heerbrugg SG – Schlussbericht V2
im Auftrag von SFS Group Schweiz AG, 28 S.

1	Ausgangslage	5
1.1	Probleme Windenergie und Fledermäuse	5
1.2	Gefährdete Fledermausarten als Kollisionsopfer	5
1.3	Unfallrisiko korreliert mit der Fledermausaktivität	5
1.4	Abklärung Umweltverträglichkeit: Gefährdungspotential für Fledermäuse	6
1.5	Rechtliche Grundlagen	6
1.6	Grundlagen Artenschutz	7
1.7	Detaillierte Ziele der Abklärungen	7
2	Projektangaben	8
2.1	Standortbeschreibung	8
2.2	Vorabklärung Fledermausschutz	9
3	Vorgehen & Methoden	10
3.1	Erfassung meteorologischer Daten	10
3.1.1	Akustische Aktivitätserfassung	11
3.1.2	Aufnahmestandort	12
3.1.3	Mikrofonkalibrierung	13
3.1.4	Automatisierte und manuelle Art(gruppen)bestimmung	13
3.2	Berechnung Mortalität	14
3.2.1	Korrektur für Rotordurchmesser	14
4	Resultate	15
4.1	Datengrundlage Bioakustik	15
4.2	Nachweise Fledermäuse & Artenspektrum	16
4.3	Fledermausaktivität	17
4.3.1	Aktivitätsmuster in Abhängigkeit von Wind und Temperatur	19
4.4	Abklärung Vorkommen Fledermausquartier	19
5	Beurteilung	20
5.1	Einschätzung des Konfliktpotentials für Fledermäuse	20
5.1.1	Schätzung der Mortalität ohne Abschaltungen	20
5.2	Zulässiges Kollisionsrisiko für fledermausfreundlichen Betrieb	20
6	Empfehlungen für Massnahmen	21
6.1	Handlungsbedarf	21
6.2	Massnahmenübersicht	21
6.3	Massnahmen in der Bauphase	21
6.4	Massnahmen in der Betriebsphase	21
6.5	Kompensationsmassnahmen	22
7	Literaturgrundlagen	24
8	Anhang	28

Hintergrund und Aufgabe

Kollisionen mit Rotoren von Windenergieanlagen (WEA) können für Fledermäuse eine tödliche Gefahr darstellen. Alle 30 Fledermausarten sind in der Schweiz bundesrechtlich geschützt. Für die geplante Installation einer einzelnen WEA auf dem Firmengelände der SFS Group Schweiz AG in Heerbrugg SG werden im vorliegenden Umweltverträglichkeits-Teilbericht die Auswirkungen auf die Fledermäuse untersucht. Für eine umfangreiche Wirkungsanalyse wurde die Aktivität der Fledermäuse im Zeitraum vom 1. 8. 22 bis 31. 7. 2023 während 7.5 Monaten erfasst und in den Auswertungen detailliert nach Artenspektrum sowie Aktivität dargestellt und bezüglich des Gefährdungspotentials lokaler Fledermauspopulationen und der Fledermausmigration bewertet. Basierend auf dieser Grundlage erfolgen in diesem Fachgutachten eine Einschätzung zum Konfliktpotential und Empfehlungen für Massnahmen.

Vorgehen

Auf Gondelhöhe (96m) eines Messmasten auf dem Firmengelände der SFS Group Schweiz AG in Heerbrugg SG wurden Fledermausabklärungen in Form von permanenten bioakustischen Aktivitätsmessungen durchgeführt. In der Periode vom 15. März bis zum 31. Oktober (standardisierte Fledermausseason) konnten während 99.1% (229) der Nächte erfolgreich Aufzeichnungen durchgeführt werden. Diese Messungen dienen der Einschätzung des Konfliktpotentials, der Bewertung der Konflikte des Windenergieprojekts und als Grundlage für Massnahmen zur Vermeidung und Minderung des Schadens und zur Kompensation der Restmortalität.

Ergebnisse

Insgesamt wurden am Messstandort 4'671 Rufsequenzen (Durchflüge) von Fledermäusen registriert. Diese wurden mindestens 9 Fledermausarten zugeordnet. Es wurden 2 Arten(-Gruppen) von "sehr hoher nationaler Priorität" (Mausohr-Fledermäuse und Zweifarbfledermaus) nachgewiesen und zum ersten Mal im Kanton St. Gallen konnte der seltene Riesenabendsegler registriert werden. Von allen drei Arten zusammen wurden jedoch weniger als 100 Durchflüge registriert. Der Anteil an Fledermausarten der Roten Liste beträgt mindestens 2%. Ein grosser Anteil der Aufnahmen stammt von migrierenden Arten (84%).

In der Migrationszeit im Frühling und im Sommer wurden eine «geringe» Aktivität (1.7 ± 0.3 resp. 4.3 ± 0.4 Seq./Nacht; Mittelwert \pm SF) und in der Migrationszeit im Herbst eine «mittlere bis erhöhte» Aktivität (9.8 ± 1.1 Seq./Nacht) aufgezeichnet.

Bewertung und Empfehlungen

Aufgrund der breiten Artenvielfalt und des mittleren bis erhöhten Aktivitätsniveaus besteht ohne Schutzmassnahmen ein Konfliktpotential mit gefährdeten Fledermausarten. Es besteht deshalb der Bedarf für gezielte Massnahmen zur Reduktion der Konflikte, einer Erfolgskontrolle zur Wirkung der Schutzmassnahmen sowie zur Kompensation der nicht vermeidbaren Mortalität.

Es wird empfohlen, einen optimierten Abschaltplan zum fledermausfreundlichen Betrieb der WEA einzusetzen, womit sich die Auswirkungen des geplanten Windparks auf Fledermäuse auf ein verträgliches Mass reduzieren lassen. Die Umsetzung und Wirkung der Schutz- und Kompensationsmassnahmen sollen nach Start des Betriebs der WEA überprüft werden. Damit wird der Bau und Betrieb der WEA aus Sicht des Fledermausschutzes bewilligungsfähig.

1.1 Probleme Windenergie und Fledermäuse

Seit Windenergieanlagen (WEA) in europäischen Ländern in grosser Zahl eingesetzt werden, gibt es Berichte von Konflikten mit Wildtieren (Bontadina & Sattler 2006, Kunz et al. 2007), insbesondere Unfälle mit den Rotoren. Während das Augenmerk anfänglich auf Unfällen von Vögeln lag, wurde in den letzten Jahrzehnten in Europa und Nordamerika registriert, dass die Unfallzahlen bei Fledermäusen meist deutlich höher sind. Weltweit gehören Kollisionen sowie Tod durch Barotrauma (Grodsky et al. 2011) durch WEA bereits zu den Hauptursachen für gemeldete Todesfälle bei Fledermäusen (O'Shea et al. 2016).

In Europa wurde bisher eine jährliche Mortalität zwischen 0 und 41 Fledermäusen pro Windenergieanlage ermittelt (Brinkmann et al. 2006, Rydell et al. 2017). Bisherige Untersuchungen zeigen, dass insbesondere Standorte auf Hügelkuppen, in insektenreichen Lebensräumen oder in Migrationskorridoren (Baerwald & Barclay 2009) zu einer erhöhten Anzahl an Unfällen führen können.

Bei einer Suche nach Totfunden von Fledermäusen bei 8 WEA in der Schweiz im Auftrag der Bundesämter für Umwelt und für Energie (BAFU & BFE) wurde bestätigt, dass Kollisionen mit Fledermäusen auch in der Schweiz vorkommen und zu einer bedeutenden Mortalität bei Fledermäusen beitragen können (Leuzinger, Lugon & Bontadina, 2008; NATURA & SWILD, 2018).

1.2 Gefährdete Fledermausarten als Kollisionsopfer

In der Schweiz sind 30 Fledermausarten bekannt. Mit Ausnahme von den 4 Fledermausarten, Bartfledermaus *Myotis mystacinus*, Weissrandfledermaus *Pipistrellus kuhlii*, Rauhautfledermaus *Pipistrellus nathusii* und Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus*, welche als „nicht gefährdet“ (LC) eingestuft werden, sind alle Arten auf der Roten Liste (Bohnenstengel et al. 2014) der gefährdeten Tierarten der Schweiz als „potenziell gefährdet“ bis „vom Aussterben bedroht“ kategorisiert (4 Fledermausarten konnten aufgrund ungenügender Datengrundlage nicht beurteilt werden).

Wie jüngere Untersuchungen in der Schweiz gezeigt haben, können auch einheimische Fledermausarten von Kollisionen mit WEA betroffen sein (Natura & SWILD 2018). Es sind insbesondere Fledermausarten, die im freien Luftraum jagen oder solche die zur Migration Langstrecken fliegen. Betroffen sind damit viele Arten, die auf der Roten Liste der gefährdeten Arten der Schweiz stehen und die aufgrund ihres Schutzstatus spezielle Aufmerksamkeit benötigen. Insbesondere kleine, lokale und bereits bedrohte Populationen können durch eine zusätzliche Mortalität weiter gefährdet werden.

1.3 Unfallrisiko korreliert mit der Fledermausaktivität

Während noch nicht abschliessend geklärt ist, warum Fledermäuse mit Rotoren kollidieren, wurde aufgrund des zeitlichen Auftretens von Totfunden klar, dass es an vielen Standorten eine saisonale Häufung von Unfällen während der Hauptaktivitätszeit im Sommer und den Perioden der Fledermaus-Migration (Frühling und Herbst) gibt. Es konnte gezeigt werden, dass bei grosser Fledermausaktivität an einem Standort auch die Unfallgefahr grösser ist.

Da das Risiko für Kollisionen an einem Standort mit der lokalen Fledermausaktivität zusammenhängt, können Messungen der Fledermausaktivität das Gefährdungspotential eines Standortes aufzeigen (Hochradel et al. 2015). Zur Einschätzung der potentiellen Konflikte wird idealerweise die Fledermausaktivität im Zusammenhang mit der Windgeschwindigkeit beurteilt (Korner-Nievergelt et al. 2011; Amorim et al 2012; Korner-Nievergelt et al. 2013; Korner-Nievergelt et al. 2018). Denn Schlagopfer werden vermieden, solange die Rotoren bei tiefen Windgeschwindigkeiten stehen und das Schlagrisiko verändert sich nicht linear mit der Windgeschwindigkeit.

1.4 **Abklärung Umweltverträglichkeit: Gefährdungspotential für Fledermäuse**

Die Kantonalen Fledermausschutz Beauftragten (KFB) erstellen im Rahmen der Schweizerischen Koordinationsstelle für Fledermausschutz (KOF/CCO) für Standorte von geplanten WEA in der Schweiz eine Vorabklärung mit einer ersten Einschätzung des Einflussrisikos einer WEA auf Fledermäuse.

Das projektspezifische Gefährdungspotential der Fledermäuse kann nur mit einer Aufzeichnung der lokalen Fledermausaktivität an einem geplanten Windenergie-Standort ermittelt werden. Ziele eines solchen Fachgutachtens vor dem Bau einer WEA sind:

Die Ermittlung ...

- von Grundlagen zur Bewertung der Auswirkungen einer WEA auf die Umwelt
 - der gefährdeten Fledermausarten: Artenspektrum
 - des Gefährdungspotentials für lokale und / oder migrierende Fledermäuse
 - der kritischen saisonalen Perioden und Nächten für die betroffenen Fledermäuse
-

Solche Untersuchungen vor dem Bau einer WEA erlauben nicht nur die Bewertung eines geplanten Standortes bezüglich der Fledermäuse, sondern ermöglichen auch Empfehlungen zur Standortwahl mit allfälligen notwendigen Einschränkungen oder Kompensationsmassnahmen bei Bau- und/oder Betrieb der WEA. Mit einer solchen Wirkungsanalyse werden die für die kantonalen Bewilligungsphasen notwendigen fachlichen Grundlagen erhoben. Zusammen mit dem Betreiber können so Lösungen zur Vermeidung oder Reduktion der Konflikte festgelegt werden. Damit wird eine frühzeitige Planungssicherheit geschaffen.

1.5 **Rechtliche Grundlagen**

Gemäss Art. 20 (Artenschutz) der Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) vom 16. Januar 1991 (SR 451.1), welche sich abstützt auf Artikel 20 des Bundesgesetzes vom 1. Juli 1966 (SR 451) über den Natur- und Heimatschutz (NHG), sind alle einheimischen Fledermausarten geschützt.

Gemäss der Liste in Anhang 3 des NHV gehören Fledermäuse zu den geschützten Tieren. Es ist untersagt, Fledermäuse

Abs. 2: lit. a: zu töten, zu verletzen oder zu fangen...

Abs. 3: Die zuständige Behörde kann zusätzlich zu den Ausnahmebewilligungen nach Artikel 22 Absatz 1 NHG weitere Ausnahmebewilligungen erteilen,

lit b: für technische Eingriffe, die standortgebunden sind und einem überwiegenden Bedürfnis entsprechen. Ihr Verursacher ist zu bestmöglichen Schutz- oder ansonsten zu angemessenen Ersatzmassnahmen zu verpflichten.

Abs. 5: Wer gegen die Bestimmungen der Absätze 1 und 2 verstösst, ist strafbar nach Artikel 24a NHG.

- Strategie Biodiversität Schweiz SBS
 - Konzept Artenförderung Schweiz
 - Konzept Artenförderung Fledermäuse 2013-2022
-

SWILD – Dezember 2023,
V2.

UVB Fledermäuse.
Windenergie-Projekt SFS,
Heerbrugg SG

1.7 Detaillierte Ziele der Abklärungen

1. Permanente Ultraschall-Aufnahmen auf Rotorhöhe und dadurch Darstellung der **saisonalen Fledermausaktivität** am geplanten Windenergie-Standort.
2. **Erfassung der Bedeutung des Standortes:** Bewertung der Aufnahmen bezüglich lokaler, migrierender Arten und Schutzstatus (Rote Liste, National Prioritäre Arten NPA) am Standort.
3. Prüfung der Nachweise von **Rote Listen Arten und National Prioritären Arten**, sowie von **WEA-sensiblen Arten**.
4. **Konfliktprognose:** Darstellung der Aktivitätsverteilung in Abhängigkeit der Windmessdaten¹. Abschätzung der erwarteten Mortalität pro WEA / pro Windpark ohne und mit Schutzmassnahmen.
5. **Empfehlungen für Massnahmenvorschläge.**

¹ Erfassung der Windmessungen durch Interwind.

2.1 Standortbeschreibung

Die SFS Group Schweiz AG plant an ihrem Standort in Heerbrugg SG eine grosse Windenergieanlage (WEA) auf ihrem Firmengelände (Parzelle 580). Der Standort befindet sich in der Industriezone (BauG I) auf 402 m ü. M. Geplant ist eine ca. 220 m hohe Anlage der 4 - 6 MW-Klasse auf dem Firmengelände. Die geplante Unterkante der Rotoren liegt gemäss aktuellem Planungsstand auf 48m über Boden.



Abb. 1 Geplanter WEA-Standort

Der geplante Standort (roter Punkt) befindet sich auf dem Firmengelände der SFS Group Schweiz AG in Heerbrugg. (Karte von Interwind, <https://map.geo.admin.ch>)

Tab. 1 Windenergieprojekt der SFS Group Schweiz AG

Die SFS Group Schweiz AG plant den Bau einer einzelnen WEA auf dem Firmengelände in Heerbrugg SG.

		Windenergie Projekt
Anzahl WEA		1
Anlagentyp [Planungsklasse:	4 – 6 MW]	Vestas V-150
Rotordurchmesser		150m
Nabenhöhe		123m
Rotorunterkante		48m über Boden
Anlaufgeschwindigkeit		3m/s

2.2 Vorabklärung Fledermausschutz

Gemäss Vorabklärung zur Risikoabschätzung für Fledermäuse (Güttinger 2022) handelt es sich um einen Standort «mit besonderen Fledermaus-Aktivitäten» (Stufe 2, GO).

Zitat: «Mit 17 Fledermausarten, darunter 8 rezent vorkommenden nationalen Zielarten, weist der Untersuchungsperimeter ein überdurchschnittlich hohes Potenzial auf. In arttypischer Jagdflugdistanz vom WEA-Standort muss theoretisch mit Fledermausquartieren gerechnet werden, dies sowohl im Siedlungsraum (vornehmlich Spaltquartiere in Gebäuden) wie im Wald (Gebäude, Baumhöhlen) [...]

Besonders zu beachten ist die ausgeprägte Nähe zum Binnenkanal mit Baumbestand sowie die relative Nähe zum Wald. Damit birgt der Projektperimeter auch von der Lebensraumausstattung her ein Risikopotenzial, dies vor allem durch die vermutliche Aktivität von mehreren, im freien Luftraum jagenden Arten. Saisonal wandernde Arten, welche vergleichsweise oft Totschlagopfer von Windkraftanlagen werden, dürften das Gebiet als Migrationskorridor nutzen.»

Empfehlung:

Standort mit potentiellen Konflikten. Zusätzliche Untersuchungen sind erforderlich, um die potentiellen Einflüsse zu evaluieren.

(siehe die vollständige Vorabklärung im Anhang).

3.1 Erfassung meteorologischer Daten

Die Erfassung von Wind- und Temperaturdaten erfolgte am Messmasten auf 99m Höhe durch die Interwind AG. Temperaturdaten wurden von einem Sensor registriert und zusammen mit den vom Anemometer aufgezeichneten Winddaten als über zehn Minuten gemittelte Werte von der Interwind AG aufbereitet und zur Verfügung gestellt. Dabei beschreibt der Zeitstempel den Anfang des 10min-Messintervalls. Da Temperaturdaten vorlagen, die parallel zu den Winddaten erfasst wurden, war es möglich, das Zeitformat (Zeitzone) der Daten zu kontrollieren: Hierzu wurde die mittlere Temperatur des Tagesverlaufs im Verhältnis zum Sonnenaufgang graphisch ausgewertet. Dieser Schritt ist wichtig für die Synchronisierung der bioakustischen Fledermaus- und Winddaten.

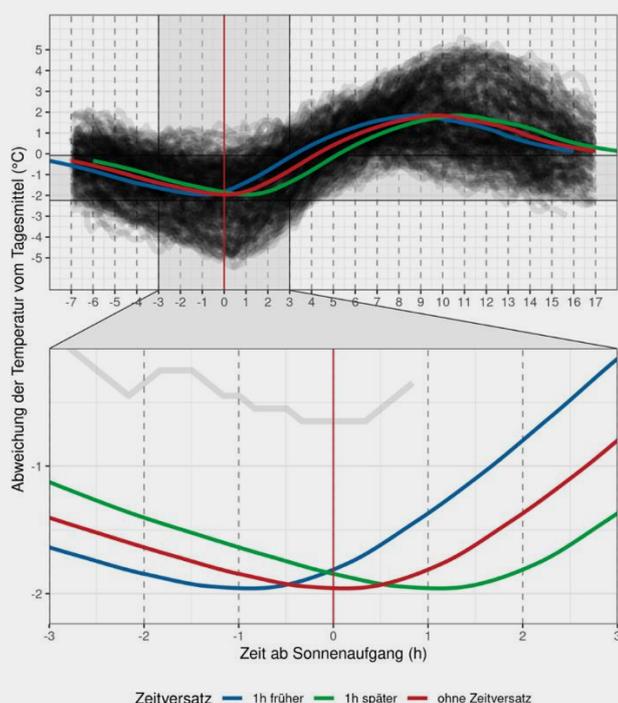


Abb. 2 Überprüfung der Zeiteinstellung der Meteodaten

Da es aufgrund von falschen Annahmen zur Zeitzone-Einstellung bei den Meteodaten zu Fehleinschätzungen des Risikopotentials kommen kann, wird die Zeit anhand von parallelen Temperaturmessungen verifiziert. Die Zeitzone ist richtig eingestellt, wenn die Temperatur vor Sonnenaufgang am tiefsten ist.

3.1.1 Akustische Aktivitätserfassung

Bioakustische Permanentaufnahmen auf dem Messmasten in der Höhe von 96m dienen der Ermittlung der Fledermausaktivität in der Höhe der Rotoren während einer ganzen Saison, um damit das mögliche Kollisionsrisiko für die Fledermäuse zu bestimmen. Der Untersuchungsumfang entspricht den Empfehlungen der Checkliste UVP für Windenergieanlagen (KVV 2023) und wurde in Absprache mit dem kantonalen Fledermausschutz bestimmt.

Die Aufzeichnungen während der Aktivitätsperiode der Fledermäuse (15. März bis 31. Oktober), werden in drei Perioden unterteilt: eine erste Migrationsperiode im Frühling vom 15. März bis 31. Mai, die Reproduktionszeit im Sommer vom 1. Juni bis 15. August und eine zweite Migrationsperiode im Herbst vom 16. August bis 31. Oktober.

Für die Erfassung der akustischen Fledermausaktivität und eine zweite Temperaturmessung (zusätzlich zu den Temperaturdaten der WEA) wurde das BATmode 2S+ System von «Bio acoustic technology» verwendet. Teil der Datenerfassung mit dem BATmode System ist eine tägliche Kontrolle der Detektorsysteme (u.a. Empfindlichkeit der Mikrofone) über eine Mobilfunkverbindung.

Die Geräte für die akustische Fledermauserfassung (BATmode 2S+) wurden gemäß den Angaben im Enderbericht zu RENEBA I (Behr et al. 2011) konfiguriert und mit den entsprechenden software-seitigen Einstellungen (BMU-Settings) eingesetzt.

3.1.2 Bewertung des Aktivitätsniveaus

Aufgrund technischer Fortschritte sind moderne Aufnahmegeräte wie BATmode mit neuen Mikrofonen deutlich empfindlicher und zeichnen daher mehr Fledermausrufe auf als ursprünglich verwendete Geräte. Der Aufnahmebereich (Kugel oder Keule) wird dabei in drei Dimensionen ausgeweitet. Da die meisten Messungen aus dem Vergleichsdatensatz von SWILD (siehe Abb. 5) mit Batcorder (ecoObs, DE; Settings: -36dB, 800ms Posttrigger) durchgeführt wurden, ist bei einem Vergleich der Aktivitätsniveaus mit BATmode-Aufnahmen (-37dB, Avisoft Technologie, 1000ms Posttrigger) eine Standardisierung bezüglich der Empfindlichkeit und der Länge der Aufnahmesequenzen durchzuführen. Diese Standardisierung wurde auf «Batcorder-Sensitivität» und Posttrigger 800ms, basierend auf internen Berechnungs-Grundlagen (SWILD 2023) durchgeführt.

3.1.3 Aufnahmestandort

Die Aufnahmen wurden auf dem Messmast (99m) am geplanten WEA-Standort auf dem Firmengelände der SFS Group Schweiz AG in Heerbrugg SG durchgeführt (Abb. 1 & Abb. 3).

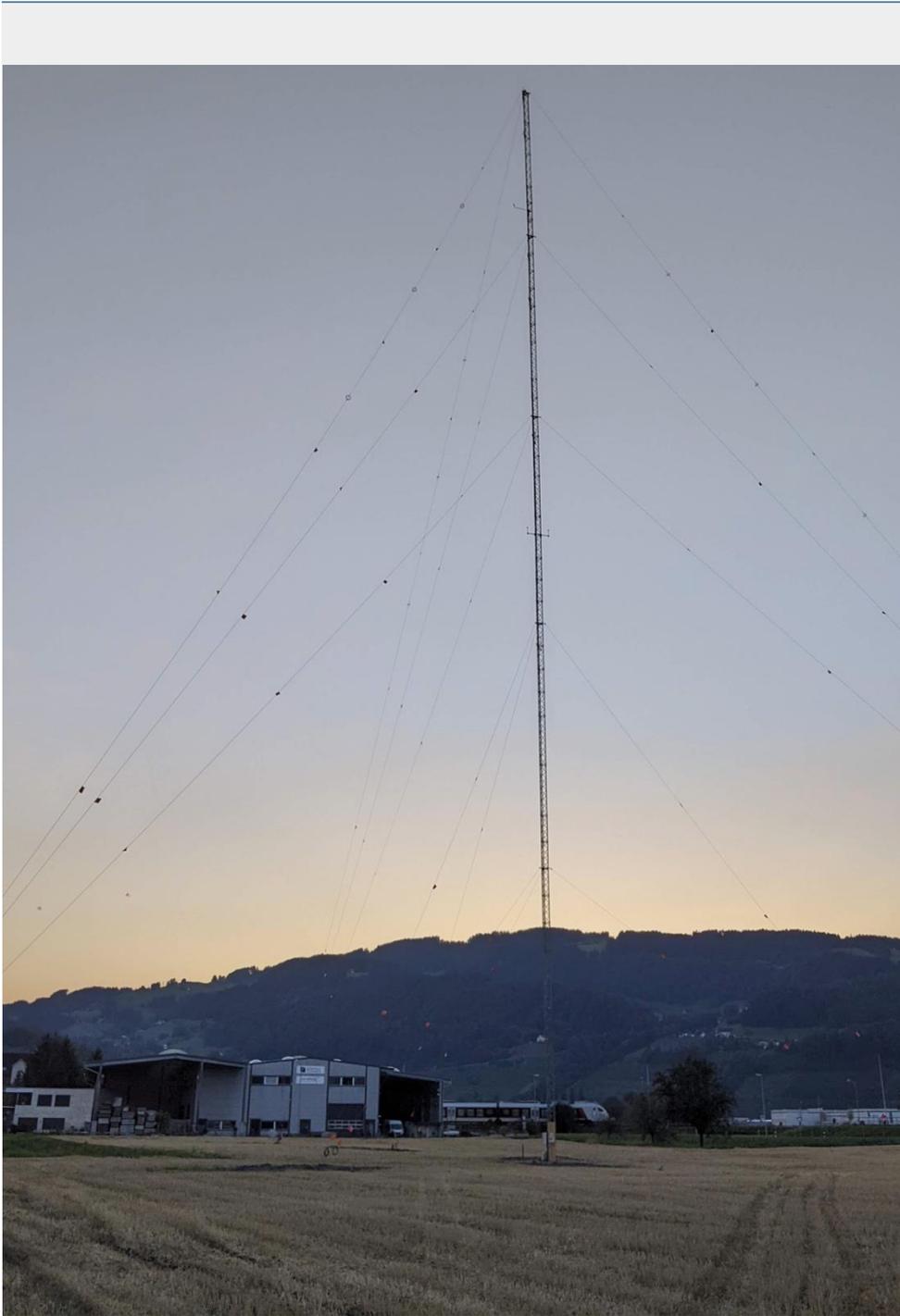


Abb. 3 Messmast für Wind- und Fledermausaktivitätsmessungen

Die Messungen fanden auf einem Messmasten (99m) auf dem Firmengelände der SFS Group Schweiz AG in Heerbrugg statt.

Tab. 2 Messmasten: Lage und Messhöhe

Das bioakustische Monitoring wurde vom 27.7.22 bis zum 21.08.23 durchgeführt.

Typ	Installation	Mast- / Mess- Höhe	X (CH1903+/LV95)	Y (CH1903+/LV95)
Messmast	Interwind AG	99m / 96m	2'765'974	1'254'480

SWILD – Dezember 2023,
V2.

UVB Fledermäuse.
Windenergie-Projekt SFS,
Heerbrugg SG

3.1.4 Mikrofonkalibrierung

Um vergleichbare Ergebnisse mit anderen Studien zu erzielen, ist es erforderlich, dass Mikrofone vor ihrer Installation zu Beginn der Erfassungssaison vom Hersteller kalibriert werden. Es ist jedoch bekannt, dass Mikrofone im Laufe der Zeit an Empfindlichkeit verlieren können. Wenn die Empfindlichkeit stark von der ursprünglich kalibrierten Empfindlichkeit abweicht (mehr als 6 dB), kann die Anzahl der Schlagopfer nicht mehr mithilfe der in den RENEBAAT-Projekten entwickelten Formel aus der Anzahl der Aufnahmen geschätzt werden. Daher wurde die Mikrofonempfindlichkeit täglich überprüft (Abb. 4).

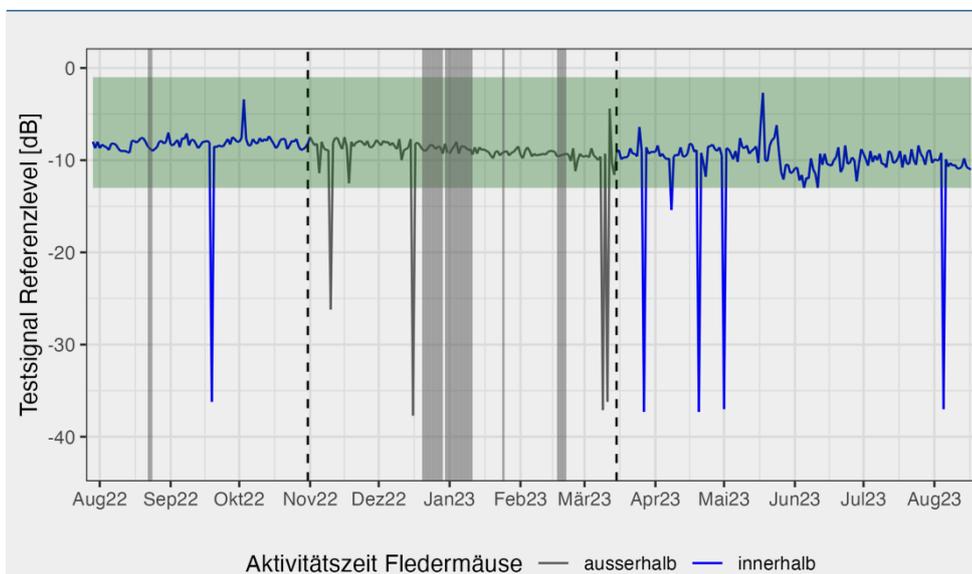


Abb. 4 Mikrofonempfindlichkeit

Im Zeitraum vom 1.8.22 bis 31.7.23 befand sich die Mikrofonempfindlichkeit mehrheitlich innerhalb des (grün markierten) Toleranzbereichs. Die einzelnen Ausreisser sind auf Nächte mit Niederschlag / hoher Luftfeuchtigkeit beschränkt. Diese verminderte Sensitivität beeinträchtigt die Einschätzung des Konfliktpotentials nicht, da bei Regen kaum Fledermausaktivität auftritt.

Die grauen vertikalen Balken markieren einzelne Nächte mit Messausfall. In der Winterperiode (grau markiert, Fledermäuse im Winterschlaf) wurden keine Aufnahmen aufgezeichnet.

3.1.5 Automatisierte und manuelle Art(gruppen)bestimmung

Zunächst wurden alle Aufnahmen aus dem bearbeiteten Zeitraum mit der Software Avisoft-Recorder („BMU“ Settings) automatisch klassifiziert. Danach wurden die Aufnahmen von Avisoft-Recorder als Fledermaus oder Störung kategorisiert. Die automatische Fledermauserkennung mit Avisoft-Recorder ist aus Gründen der Vergleichbarkeit verschiedener Datensätze Voraussetzung für die Verwendung von ProBat. Die „BMU“ Settings sind so gewählt, dass relativ viele Fledermausaufnahmen auch als solche erkannt werden. Entsprechend werden jedoch auch relativ viele Störsignale als Fledermäuse bestimmt (Weber et al. 2018).

Alle von Avisoft-Recorder als Fledermaus identifizierten Aufnahmen, die zwischen drei Stunden vor Sonnenuntergang und nach Sonnenaufgang lagen, wurden im nächsten Schritt manuell auf Störungen kontrolliert. Aufnahmen, die in der groben manuellen Analyse nur akustische oder elektromagnetische Störsignale enthielten, wurden aus dem Datensatz entfernt. Die so aufbereiteten Daten wurden für die weiteren Berechnungen mit ProBat verwendet.

Um eine möglichst vollständige Artenliste der am Standort auftretenden Fledermausarten zu erhalten, wurden die Rufsequenzen parallel mit Hilfe von BatScope 3.2.0 ausgewählt und manuell durch Kathi Märki, SWILD auf Art/Artengruppen bestimmt, zudem wurden einzelne ausgewählte Aufnahmen entsprechend dem SBBG-Standard (Swiss Bat Bioacoustics Group, Schmieder et al. 2019) durch mindestens zwei akkreditierte, unabhängige ExpertInnen

(Kathi Märki, Annie Frey, Benoit Reber, René Gerber und Marzia Mattei) bestimmt. Schlussendlich werden die Daten (Artnachweise) in die Nationale Datenbank CSCF aufgenommen. Dieser Datensatz wurde für die Zusammenstellung der Artnachweise verwendet.

3.2 Berechnung Mortalität

Die potentiell zu erwartende Mortalität wurde mit dem Software-Tool ProBat (<http://www.windbat.techfak.fau.de/tools>) basierend auf den Ergebnissen der Fledermausaktivität und der Winddaten berechnet. Die Modellierung beruht auf umfangreichen Daten, welche in Zusammenhang mit dem Forschungsprojekt RENEBAT I-III (Brinkmann et al. 2011, Behr et al. 2015, Behr et al. 2018) in Deutschland erhoben wurden. Für die Berechnung der Mortalität wurde die Version ProBat 7.1 verwendet.

3.2.1 Korrektur für Rotordurchmesser

Da die geplante Anlage einen grösseren Rotordurchmesser, wie der in RENEBAT I beprobten WEA (etwa 65 bis 75 m) besitzt, wurde dieser Faktor bei der Berechnung mit ProBat berücksichtigt.

4.1 Datengrundlage Bioakustik

Die Datenerfassung erfolgte vom 27.7.2022 bis 2.8.2023 (Aufnahmezeitraum) jeweils von drei Stunden vor Sonnenuntergang bis drei Stunden nach Sonnenaufgang. Für die Auswertungen für den Zwischenbericht wurde die standardisierte Fledermaussaison zwischen 15. März und 31. Oktober berücksichtigt, weshalb die Daten im Zeitraum vom 1.8.22 bis 31.7.23 zur übersichtlicheren Darstellung auf das Jahr 2023 zusammengelegt wurden. Dabei wurde der für Fledermäuse relevante Zeitraum vom 1.8.22 bis 31.10.22 und vom 15.3.23 – 31.7.23 für die folgenden Auswertungen berücksichtigt

Die Datenerfassung umfasst 99.1% der vollständigen Fledermaussaison (N=231 Nächte, Tab. 2) und 97.8% des Kernbereichs dieser Periode. Damit bildet sie eine vollständige Grundlage zur Konfliktanalyse und zur Berechnung eines Abschaltplans mit ProBat.

Tab. 3 Datenerfassung (2022 und 2023 kombiniert)

Es wurde die Fledermaussaison zwischen 15. März bis und mit 31. Oktober (N=231 Nächte) berücksichtigt. Als «Kernbereich» wird der Hauptaktivitätszeitraum der Fledermäuse im Jahresverlauf vom 1.7. bis zum 30.9 bezeichnet. In Bezug auf die untersuchte Zeitperiode vom 15.3 – 31.7.23 wurden an 99.1% der Nächte Aufnahmen durchgeführt. WEA1 bezeichnet den Standort des Messmasten.

	Beprobter Anteil		Anzahl Fledermäusesequenzen
	Zeitraum Fledermausfreundliche Betrieb	Kernbereich	
2022 / 2023			
Messmast	99.1% 229 Nächte	97.8% 90 Nächte	4'671 ¹

¹Die Summe der Sequenzen mit Avisoft-Recorder für die ProBat-Auswertungen beträgt: 4505.

4.2 Nachweise Fledermäuse & Artenspektrum

Im Aufnahme-Zeitraum wurden 6'887 Aufnahmen aufgezeichnet, daraus wurden in mehreren halbautomatischen und manuellen Schritten (siehe Methoden) insgesamt 4'825 Dateien als Fledermausrufe, der Rest als Störungen klassifiziert. Zusammengefasst über die zwei Jahre 2022 und 2023 wurden somit innerhalb der standardisierten Fledermaus-Aktivitätsperiode (15.3-31.10) insgesamt 4'671 Fledermaus-Sequenzen aufgezeichnet.

Insgesamt konnten mit mindestens 9 Arten/Artengruppen ein breites Artenspektrum nachgewiesen werden. Die häufigsten Nachweise sind Bestandteil der Gruppe der *Nyctaloide* (mit den Abendseglern und der Zweifarbfledermaus: 74.8%) oder der Zwergfledermaus-Artengruppe *Pipistrelloide* (*Pipistrellus* sp.: 24.9%). Der Grossteil der Aufnahmen stammt von migrierenden Arten (84%).

Mit der Identifikation von Mausohr-Fledermäusen und der Zweifarbfledermaus *Vespertilio murinus* wurden zwei «verletzliche» (VU) Rote Liste Arten(-Gruppen) nachgewiesen mit ebenfalls höchster nationaler Priorität (1). Zudem konnte eine Sequenz des Riesenabendseglers *Nyctalus lasiopterus* identifiziert werden. Die Datengrundlage zu dieser Art ist ungenügend für einen Einstufung des Rote Liste Status, beim Nachweis handelt es sich um den ersten Nachweis dieser seltenen Art im Kanton St. Gallen und um einen der wenigen Nachweise in der Schweiz. Von allen drei empfindlichen Arten zusammen wurden weniger als 100 Durchflüge registriert. Der Anteil an Fledermausarten der Roten Liste beträgt mindestens 2%.

Tab. 4 Artvorkommen Messstandort Heerbrugg SG
Im Zeitraum vom 1. 8. bis 31. 10. 2022 und 15. 3. bis 31. 7. 2023 konnten insgesamt 4'671 Rufaufnahmen von Fledermäusen aufgezeichnet werden. Damit konnten mindestens 9 Arten / Artgruppen nachgewiesen werden.

# Arten	Deutsch	Latein	Status Rote Liste	NatPrio	Migration	Heerbrugg	%
x	_Gruppe Mmyo-bly: Mausohren	<i>Myotis myotis</i> & <i>M. blythii</i>	VU - CR	1		2	0.0%
x	Grosser Abendsegler	<i>Nyctalus noctula</i>	NT	4		392	8.4%
x	Kleiner Abendsegler	<i>Nyctalus leisleri</i>	NT	4		1	0.0%
x	Riesenabendsegler	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	DD			1	0.0%
x	Zweifarfledermaus	<i>Vespertilio murinus</i>	VU	1		93	2.0%
	_Gruppe Nyctaloid: Grosser & Kleiner Abendsegler, Breitflügel-, Nord- und Zweifarbfledermaus	<i>Nyctalus noctula</i> , <i>N. leisleri</i> , <i>Eptesicus serotinus</i> , <i>E. nilssonii</i> & <i>Vespertilio murinus</i>	NT - VU			3'008	64.4%
x	Zwergfledermaus	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	LC			287	6.1%
x	Mückenfledermaus	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	NT			3	0.1%
x	Rauhhaufledermaus	<i>Pipistrellus nathusii</i>	LC			3	0.1%
	_Gruppe Pmid: Rauhaut- & Weissrandfledermaus	<i>Pipistrellus nathusii</i> & <i>P. kuhlii</i>	LC			445	9.5%
	_Gruppe Pipistrellus: Pipistrellus-Arten	<i>Pipistrellus spec.</i>	LC - NT			423	9.1%
x	Alpenfledermaus	<i>Hypsugo savii</i>	NT			13	0.3%
9	Total					4'671	100%

CR = vom Aussterben bedroht	Statistik	Anteil
EN =stark gefährdet	VU-CR	2%
VU = verletzlich	LC-CR	84%
NT = potenziell gefährdet	migrierend	84%
LC = nicht gefährdet	Nyctaloide	74.8%
DD = ungenügende Datengrundlage	Pipistrelloide	24.9%

4.3 Fledermausaktivität

Das gemessene Aktivitätsniveau wurde am Messstandort in Heerbrugg SG im Vergleich zu anderen Referenz-Messungen in Rotorhöhe im Frühling und Sommer als «gering» und im Herbst als «mittel bis erhöht» eingestuft. (Die in Abb. 5 dargestellten Aktivitätsniveaus (BATmode Messungen), wurden zur Vergleichbarkeit mit dem bestehenden SWILD-Referenzdatensatz auf «Batcorder-Sensitivität» standardisiert (siehe dazu 3.1.2)).

Dabei ist ein deutlicher Peak im Herbst während der Migrationsperiode erkennbar (Abb. 6). Über den Nachtverlauf betrachtet, sind erhöhte Aktivitäten in den Dämmerungszeiten nach Sonnenuntergang und vor Sonnenaufgang erkennbar. Dies könnte darauf hindeuten, dass sich der Standort im Bereich eines Flugkorridors von Fledermäusen befindet, welche jeweils vom Quartierstandort ins Jagdgebiet und zurück ins Quartier fliegen, es entspricht aber auch der Flugaktivität der Gruppe der Abendsegler (Abb. 7).

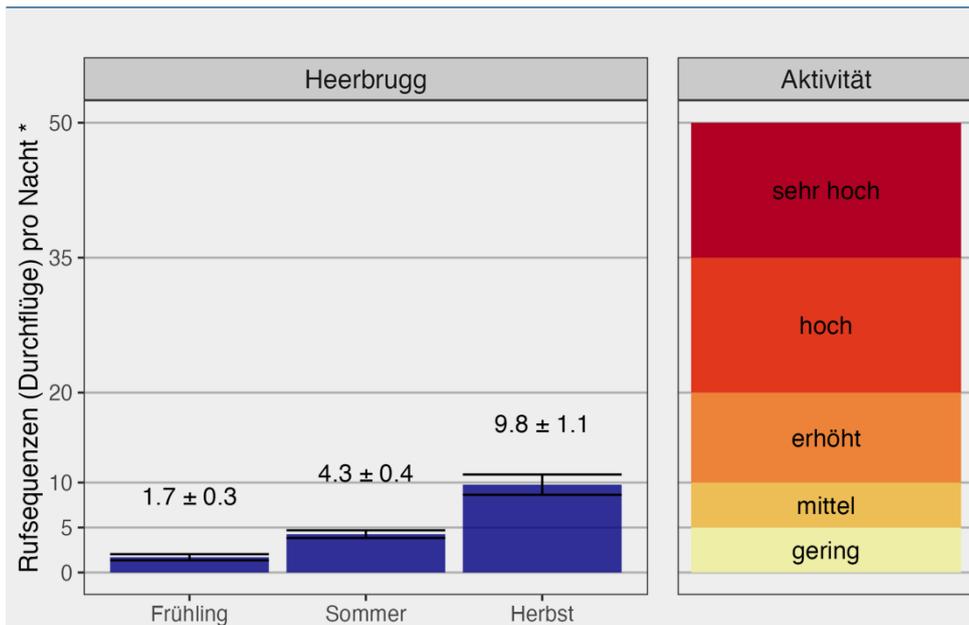


Abb. 5 Aktivitätsniveau in Rotorhöhe

Die durchschnittliche Aktivität (gemessen auf 96m Höhe) wird im Frühling und Sommer als «gering» und im Herbst als «mittel bis erhöht» eingestuft. Die Klassierung in sechs Klassen der Aktivität („keine“ (weiss) bis „sehr hoch“ (rot)) entspricht den Erfahrungswerten aus den Projekten aus der Schweiz (Klassierung © SWILD).

*Die BATmode-Aufnahmen wurden zur Vergleichbarkeit mit den Referenzdaten aus früheren Jahren standardisiert auf «Batcorder-Sensitivität» und Posttrigger 800ms (gemäss SWILD 2023).

SWILD – Dezember 2023,
V2.

UVB Fledermäuse.
Windenergie-Projekt SFS,
Heerbrugg SG

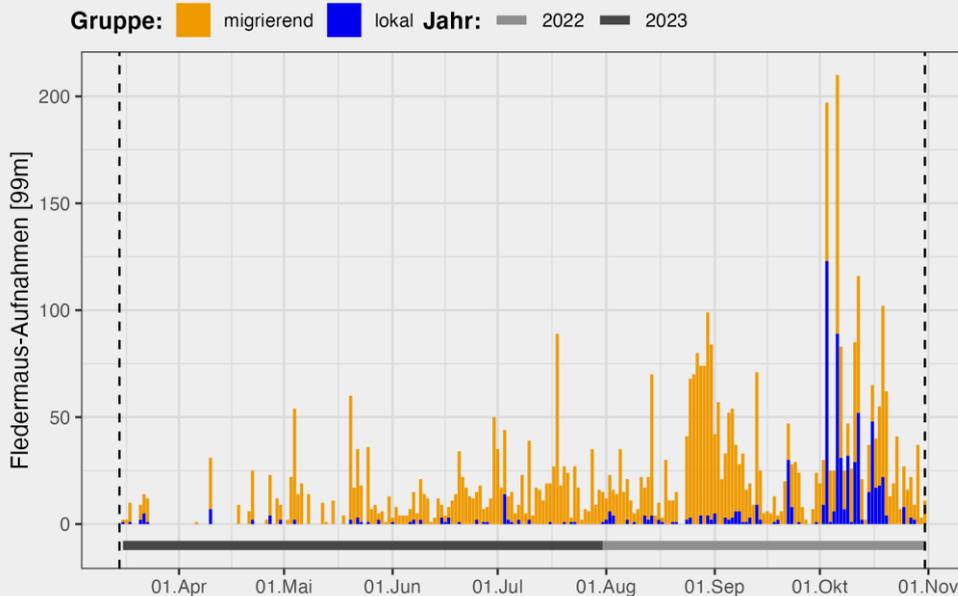


Abb. 6 Aktivitätsverteilung über den gepoolten Aufnahmezeitraum (2022 / 2023).

Die Aktivität hat im Verlaufe der Saison zugenommen, insbesondere ab Ende August und anfangs Oktober, wobei der Grossteil der Aktivität von migrierenden Arten (orange) stammt.

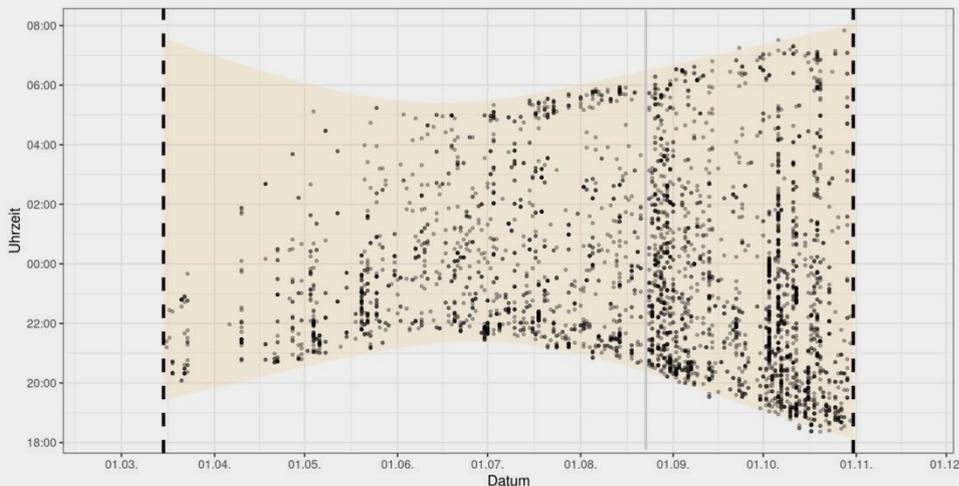


Abb. 7 Fledermausaktivität im Verlaufe der Saison und der Nacht

Die Daten der Jahre 2022 und 2023 wurden zur besseren Übersicht als Jahresverlauf zusammengestellt. Fledermausaufnahmen werden als transparente schwarze Punkte pro 10min-Intervall dargestellt, entsprechend werden die Punkte dunkler, wenn mehrere Aufnahmen im gleichen Zeitfenster stattfanden. Der gelb unterlegte Bereich repräsentiert den Zeitraum (UTC+2) zwischen Sonnenunter- und Sonnenaufgang. Die senkrechten gestrichelten Linien stellen den Anfang bzw. das Ende der standardisierten Fledermaussaison dar. Zeiträume mit Ausfall vom Aufnahmegerät sind grau hinterlegt.

4.3.1 Aktivitätsmuster in Abhängigkeit von Wind und Temperatur

Für die Berechnung des Abschaltplans werden die Aktivitätsmuster bezüglich Windgeschwindigkeit, Temperatur, Jahres- und Nachtzeit analysiert. Eine erste Auswertung der Aktivität in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeit und Temperatur zeigt, dass rund 62% der Aktivität nicht dem Kollisionsrisiko ausgesetzt sind, da diese bei weniger als 3m/s Windgeschwindigkeit und somit unterhalb der Anlaufgeschwindigkeit (cut-in) der WEA stattfinden. Der Hauptteil der Aktivität findet bei Temperaturen über -8°C und bei Windgeschwindigkeiten unter 6m/s statt. Dies zeigt, dass die Konflikte mit dem Fledermausschutz beschränkt sind und grundsätzlich mit einem Abschaltplan gut lösbar sind.

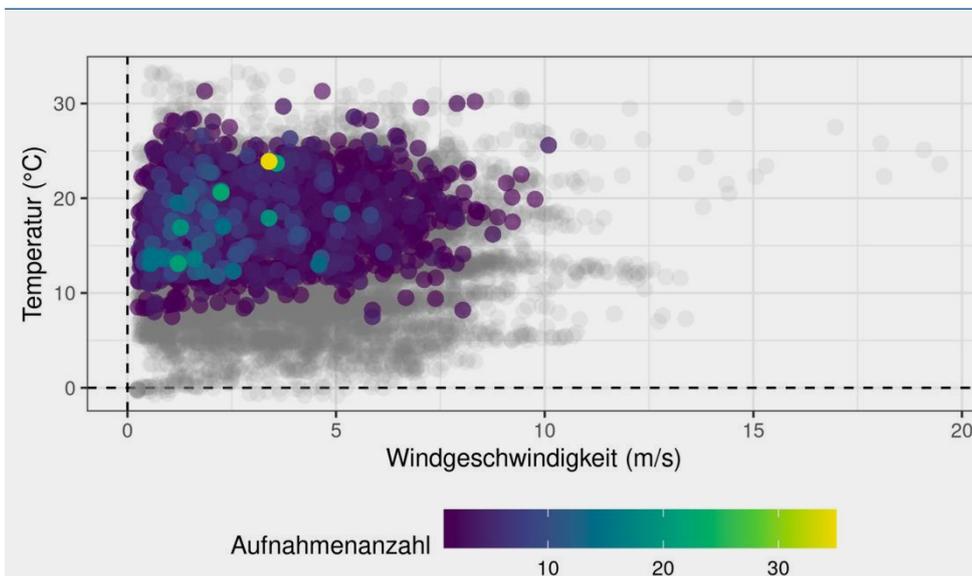


Abb. 8 Aktivitätsverteilung in Abhängigkeit von Wind und Temperatur.

Die Abbildung zeigt die Fledermausaktivität abhängig von Wind und Temperatur auf 96m am Standort des Messmasten. Es ist eine Konzentration der Fledermausaktivität (farbige Kreise) bei niedrigeren Windgeschwindigkeiten und höheren Temperaturen im Verhältnis zu Zeiten ohne Fledermausaktivität (graue Kreise) erkennbar. Rund 62% der Fledermaus-Aufnahmen wurden bei Windgeschwindigkeiten $< 3\text{m/s}$ aufgezeichnet, wo kein Kollisionsrisiko durch drehende Rotoren besteht (cut-in der geplanten WEA).

4.4 Abklärung Vorkommen Fledermausquartier

Gemäss der Anregung vom Kantonalen Fledermausschutz-Beauftragten René Güttinger wurde in der Umgebung des geplanten Standorts der WEA eine Kontrolle zum Nachweis von Fledermaus-Wochenstubenquartieren durchgeführt.

Dazu wurden bei einer abendlichen Begehung mit einem Ultraschalldetektor BatScanner am 27. Juli 2022 von 21:00 bis 22:00 alle benachbarten Gebäude nach ausfliegenden Fledermäusen abgesucht. Es konnten keine Hinweise auf ein Quartier von Fledermäusen im Umfeld vom geplanten WEA Standort festgestellt werden.

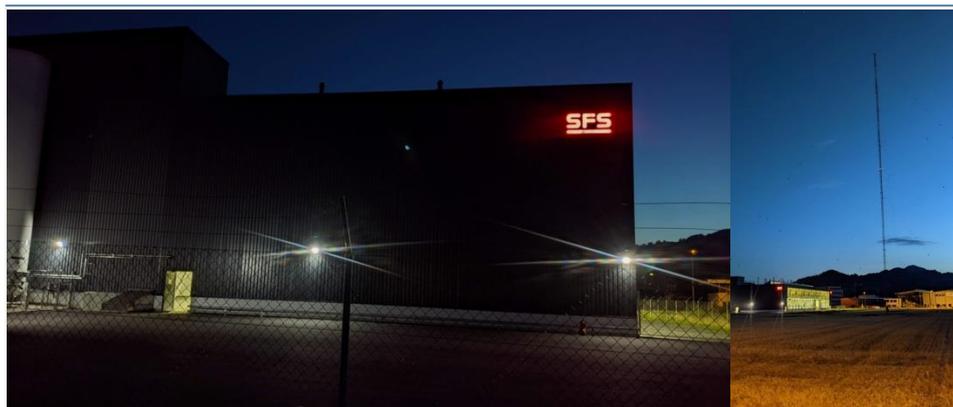


Abb. 9 Ausflugskontrolle zur Überprüfung von Fledermausquartieren.

5.1 Einschätzung des Konfliktpotentials für Fledermäuse

Aufgrund der breiten Artenvielfalt und des hohen Aktivitätsniveaus, vor allem während der Migrationsperiode im Herbst, besteht ohne Schutzmassnahmen ein Konfliktpotential für gefährdete Fledermäuse am geplanten Standort. Dass nur eine WEA geplant ist, wirkt sich dabei mildernd auf die Risikobeurteilung aus.

5.1.1 Schätzung der Mortalität ohne Abschaltungen

Beim Betrieb einer WEA der geplanten Grössenklasse ohne Schutzmassnahmen wird mit 23.6 Schlagopfern pro WEA und Jahr gerechnet.

Die Berechnung des Schlagrisikos, als Anzahl vorhergesagter toter Fledermäuse aus der akustischen Aktivität, beruht auf dem in RENEBAT I entwickelten (Korner-Nievergelt et al. 2011; Korner-Nievergelt et al. 2013) und in RENEBAT II (Behr et al. 2015) erfolgreich getesteten Verfahren, das in RENEBAT III weiterentwickelt wurde (Korner-Nievergelt et al. 2018). Die Grundlage bildet ein Model, dass den Zusammenhang zwischen der vorhergesagten Fledermausaktivität (Anzahl der Aufnahmen pro Nacht) und der Windgeschwindigkeit (Median der Windgeschwindigkeit pro Nacht) auf der einen Seite und der Anzahl gefundener Fledermaus-Schlagopfer auf der anderen Seite beschreibt (Korner-Nievergelt et al. 2011; Korner-Nievergelt et al. 2013).

5.2 Zulässiges Kollisionsrisiko für fledermausfreundlichen Betrieb

Die Aktivitätsmessungen und Artenzusammensetzung werden als Grundlage zur Berechnung des Umfangs der Schadensminderung verwendet. Aufgrund populationsbiologischer Überlegungen ist für einen fledermausfreundlichen Betrieb die maximal tolerierbare Mortalität pro Windpark erreicht, wenn die Mortalität migrierender Fledermäuse ≤ 10 und die Mortalität lokaler Fledermäuse ≤ 5 beträgt (SWILD 2015, KVU 2023).

Der Anteil an migrierenden Arten sowie die Grösse der Rotoren bestimmen den Anteil und damit die Maximalzahl der tolerierbaren Mortalität, solange die oben ausgeführte Mortalität je Artengruppe eingehalten wird. Eine Abschaltplan als Schutzmassnahme muss aufzeigen, dass das zulässige Kollisionsrisiko für einen fledermausfreundlichen Betrieb eingehalten oder unterschritten wird.

6 Empfehlungen für Massnahmen

6.1 Handlungsbedarf

Schutzmassnahmen: Abschaltplan zur Begrenzung der Mortalität auf ein verträgliches Mass.

Zielsetzung: Zur Schadensminderung wird ein Abschaltplan für alle WEA des Windparks eingesetzt, der die Mortalität auf maximal 15 Fledermäuse pro Jahr und Windpark begrenzt (migrierende Fledermäuse ≤ 10 und lokale Fledermäuse ≤ 5 , der exakte Umfang wird aufgrund des Anteils an migrierenden Arten bestimmt, siehe Kapitel 5.2).

Kompensationsmassnahmen: Ausgleich- und Ersatzmassnahmen zur Kompensation der Restmortalität.

6.2 Massnahmenübersicht

Nr.	Beschrieb	Zeitpunkt
Schutzmassnahmen		
FM-1	Schadensminderung: Abschaltplan	Betriebsphase
FM-2	Umsetzungskontrolle der Abschaltpläne	Betriebsphase
FM-3	Wirkungskontrolle: Bioakustisches Monitoring	Betriebsphase
Kompensationsmassnahmen		
FM-4	Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen (punktuelle oder flächige Fördermassnahmen für die betroffenen Zielarten)	Bau- /Betriebsphase

6.3 Massnahmen in der Bauphase

Am Standort der geplanten WEA gibt es keine Hinweise darauf, dass durch die Bauarbeiten Quartierstandorte oder bedeutende Flugrouten betroffen sind. Während der Bauphase ist nicht mit negativen Auswirkungen auf jagende Fledermäuse zu rechnen, da die Tiere vorwiegend nachtaktiv sind. Falls Bauarbeiten im Zeitraum zwischen 15. März und 31. Oktober während der Dunkelheit anfallen sollten, müssen Massnahmen zur Begrenzung der Lichtverschmutzung vorgenommen werden (siehe BAFU 2021).

6.4 Massnahmen in der Betriebsphase

- **FM-1: Schadensminderung: Abschaltplan**

Zur Schadensminderung wird ein Abschaltplan für alle WEA des Windparks eingesetzt, der die Mortalität auf maximal 15 Fledermäuse pro Jahr und Windpark begrenzt (migrierende Fledermäuse ≤ 10 und lokale Fledermäuse ≤ 5 , der exakte Umfang wird aufgrund des Anteils an migrierenden Arten bestimmt, siehe Kapitel 5.2). Der Abschaltplan gilt ab dem Betriebsstart für alle WEA des Windparks während der Fledermaussaison (15. März bis Ende Oktober) mit einem Anpassungsvorbehalt, so dass er während dem Monitoring Fledermäuse (FM-3) noch optimiert werden kann (KVU 2023).

Die Wirksamkeit fledermausfreundlicher Betriebsalgorithmen (Abschaltpläne) wurde weltweit in zahlreichen Experimenten nachgewiesen (Arnett et al. 2009; Baerwald et al. 2009; Arnett et al. 2013; Collins et al. 2019; Smallwood et al. 2020; Peterson et al. 2021; Whitby et al. 202; Rnjak et al 2023). Wir verwenden die Software ProBat 7.1, die aufgrund von Modellierungen umfangreicher Daten beruht, welche in Zusammenhang mit den deutschen Forschungsprojekten RENE BAT I-III (Brinkmann et al. 2011, Behr et al. 2015, Behr et al. 2018) in Deutschland erhoben wurden. Wir überprüfen die Modellvoraussetzungen für die Schweizer Verhältnisse und bei Bedarf

werden projektspezifische Anpassungen durchgeführt, damit die Schutzwirkung optimiert werden kann.

In einem Abschaltplan werden Windgeschwindigkeiten zur Abschaltung für bestimmte Standorte, Monate und Nachtabschnitte ermittelt. Diese differenzierten Windgeschwindigkeiten, ab denen die Windenergieanlage in Betrieb gehen kann, basieren auf standortspezifischen Umweltparametern und der lokalen Fledermausaktivität. Aufgrund der Modelle werden Zeitfenster identifiziert, in denen das Risiko von Fledermaus-Kollisionen hoch ist und der Energieertrag der Anlage gering ausfällt. In diesen Zeiträumen wird die Energieproduktion eingestellt, indem die Rotorblätter aus dem Wind genommen werden ("Pitching"). Auf diese Weise wird das Risiko von Fledermauskollisionen auf den als Zielwert festgelegten jährlichen Durchschnittswert pro Windpark und Jahr reduziert, während gleichzeitig die damit verbundenen Produktionsverluste auf ein Minimum reduziert werden. Die erfolgreiche Umsetzung des Abschaltplans wird mittels einer Umsetzungskontrolle (FM-2) überprüft, die Wirksamkeit des Abschaltplans zur Einhaltung des Zielwertes wird in der Wirkungskontrolle mit einem bioakustischen Monitoring (FM-3) überprüft und bei Bedarf bezüglich der Schutzwirkung und der Energieproduktion optimiert.

▪ **FM-2: Umsetzungskontrolle der Abschaltpläne**

Ziel dieser Umsetzungskontrolle ist es, sicher zu stellen, dass die Programmierung der Abschaltpläne fehlerfrei und vollständig für alle WEA umgesetzt und nachprüfbar dokumentiert wird. Dazu wird von unabhängiger Seite (Fachspezialisten) das folgende Vorgehen durchgeführt:

-
- Es wird von der WEA-Herstellerin (Enercon) eine schriftliche Bestätigung verlangt, welche bestätigt, dass die WEA unter den definierten Bedingungen abgeschaltet wird.
 - Zudem wird ca. einen Monat nach der Programmierung eine unabhängige Prüfung durchgeführt, bei der die Produktionsdaten der WEA mit den Abschaltauflagen geprüft werden. Dabei können fehlerhafte Programmierungen entdeckt und korrigiert werden.
 - Zur jährlichen Kontrolle der erfolgten Abschaltungen wird während der gesamten Betriebsdauer jeweils im November eine Überprüfung der Abschaltungen für das ganze Jahr durch die unabhängigen Fachspezialisten von SWILD durchgeführt. Diese Umsetzungskontrolle wird unaufgefordert der kantonalen Behörde zur Kontrolle und Dokumentation zugestellt (KVU 2023).
-

▪ **FM-3: Wirkungskontrolle: Bioakustisches Monitoring**

Die prognostizierte Schadensminderung muss nach Betriebsaufnahme des Windparks gemäss Empfehlung der KVU-Checkliste (KVU 2023) während 3 Jahren mit der Aufzeichnung der Ultraschallrufe und gleichzeitig vorzunehmender Meteo-Messungen auf Gondelhöhe der WEA überprüft werden. Dabei kann der Abschaltplan bei Bedarf angepasst werden, um die Schutzwirkung und die Energieproduktion zu optimieren. Sollte es zu einem weiteren Ausbau mit zusätzlichen WEA kommen, dann müsste eine Verschärfung des Abschaltplans erfolgen, so dass die kumulierten Effekte berücksichtigt werden. Erfolgt ein solcher Ausbau ausserhalb des 3-jährigen Monitorings, dann muss die Wirksamkeit des neuen Abschaltplans wiederum während eines Jahres geprüft werden.

Dieses Vorgehen ist zielgerichtet (Begrenzung der Mortalität Fledermäuse), erlaubt eine Optimierung der Schadensminderungsmassnahmen und ersetzt dadurch eine Wirkungskontrolle mittels Totfundsuche, die nur mit unverhältnismässigem Aufwand durchführbar ist. Es besteht die Möglichkeit, dass dieses Vorgehen durch eine Kommission mit Vertretern von Fledermausschutz, Kantonalen Behörden und Betreibern begleitet wird oder den Stakeholdern zugänglich gemacht wird.

6.5 **Kompensationsmassnahmen**

Die anfallende Restmortalität (zulässiges Kollisionsrisiko: siehe 5.2) muss durch Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen zu Gunsten der betroffenen Zielarten kompensiert werden. Umfang und Anforderungen an die Kompensationsmassnahmen werden in einem separaten Kompensationskonzept zusammengestellt.

Grundsätzlich gilt: Um Fledermäuse nicht zusätzlich in die Nähe der Rotoren anzulocken, müssen Kompensationsmassnahmen für die Restmortalität einen Mindestabstand von 500m zu den Anlagen aufweisen. Massnahmen für die Kompensation bei lokalen Fledermausarten sollen in einem Umkreis von maximal 5km umgesetzt werden. Massnahmen für die Kompensation bei migrierenden Arten können in der Regel in einer Distanz innerhalb von 15km um die Anlagen, bzw. kantonsweit umgesetzt werden.

- **FM-4: Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen**

Im Rahmen eines Kompensationskonzeptes werden in Absprache mit dem Kantonalen Fledermausschutz-Beauftragten Vorschläge für geeignete Kompensationsmassnahmen vorgeschlagen. Es kann sich dabei um punktuelle Massnahmen zur Förderung von Wochenstubenkolonien von Zielarten in der Umgebung oder um flächige Massnahmen zur Unterstützung der Populationen von lokalen oder migrierenden Zielarten im weiteren Umkreis handeln.

Amorim F, Rebelo H, Rodrigues L. 2012. Factors influencing bat activity and mortality at a wind farm in the mediterranean region. *Acta Chiropterologica*, 14 (2): 439-457.

Arlettaz R, Ruchet C, Aeschimann J, Brun E, Genoud M & Vogel P. 2000. Physiological traits affecting the distribution and wintering strategy of the bat *Tadarida teniotis*. *Ecology*, 81(4), 1004-1014.

Arnett EB, Schirmacher M, Huso MMP & Hayes JP. 2009. Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. An annual report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Austin, Texas, USA, Bat Conservation International.

Arnett EB, Johnson GD, Erickson WP & Hein CD. 2013. A synthesis of operational mitigation studies to reduce bat fatalities at wind energy facilities in North America. A report submitted to the National Renewable Energy Laboratory. Austin, Texas, USA, Bat Conservation International.

Baerwald EF, Barclay RMR. 2009. Geographic variation in activity and fatality of migratory bats at wind energy facilities. *Journal of Mammalogy*, 90 (6): 1341-1349.

Baerwald EF, Edworthy J, Holder M & Barclay RMR. 2009. A large-scale mitigation experiment to reduce bat fatalities at wind energy facilities. *J Wildl Manage* 73: 1077-1081.

BAFU. 2012. Konzept Artenförderung Schweiz. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. 64 Seiten.
file:///Users/mir/Downloads/konzept_artenfoerderungschweiz.pdf

BAFU. 2012. Strategie Biodiversität Schweiz. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. 89 Seiten.
file:///Users/mir/Downloads/strategie_biodiversitaetschweiz.pdf

BAFU. 2021. Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen. 1. aktualisierte Auflage 2021. Erstausgabe 2005. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 2117: 169 S.

Behr O, Brinkmann R, Niermann I & Mages J. 2011. Methoden akustischer Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. In: Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. R. Brinkmann, O. Behr, I. Niermann und M. Reich. Göttingen, Cuvillier Verlag: Umwelt und Raum Bd. 4, 130-144.

Behr O, Brinkmann R, Hochradel K, Hurst J, Mages J, Naucke A, Nagy M, Niermann I, Reers H, Simon R, Weber N & Korner-Nievergelt F. 2015. Experimenteller Test der fledermausfreundlichen Betriebsalgorithmen. In: Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an onshore-Windenergieanlagen (RENEBAT II). O. Behr, R. Brinkmann, F. Korner-Nievergelt et al. Hannover, Institut für Umweltplanung. Umwelt und Raum Bd. 7: 81-100.

Behr O, Brinkmann R, Hochradel K, Mages J, Korner-Nievergelt F, Reinhard H, Simon R, Stiller F, Weber N & Nagy M. 2018. Bestimmung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen in der Planungspraxis (RENEBAT III). Report To The

- Boesch R, Obrist MK. 2013. BatScope - Implementation of a BioAcoustic Taxon Identification Tool. Swiss Federal Research Institute WSL, Birmensdorf, Switzerland.
- Bohnenstengel T, Krättli H, Obrist MKO, Bontadina F, Jaberg C, Ruedi M, Moeschler P. 2014. Rote Liste der Fledermäuse der Schweiz, Stand 2011. Bundesamt für Umwelt, Bern; Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Neuchâtel; Centres suisses de coordination pour l'étude et la protection des Chauves-souris, Genève und Zürich; WSL, Birmensdorf. Umwelt Vollzug.
- Bontadina F, Sattler T. 2006. Windenergie in Deutschland und Frankreich: Sorgen wegen Fledermäusen - und die Lösungssuche. *Fledermaus-Anzeiger* 83: 1-3.
- Bontadina F, Märki K, Deplazes L, Beck A, Burger S. 2023. Bedeutung von Naturwaldreservaten im Kt. AG für Fledermäuse. Vortrag an der Nationalen Tagung Fledermausschutz, 11. März 2023 im Naturhistorischen Museum in Bern.
- Brinkmann R, Schauer-Weissahn H, Bontadina F. 2006. Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg. Regierungspräsidium Freiburg.
- Brinkmann R, Behr O, Korner-Nievergelt F, Mages F, Niermann I & Reich M. 2011. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (RENEBAT I). Report to the Germany Federal Ministry for the Environment. Göttingen, Cuvillier Verlag.
- 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.
- Collins J, Lindsay S Hayes M. 2019. A smart curtailment approach for reducing at fatalities and curtailment time at wind energy facilities. American Fisheries Society & The Wildlife Society 2019 Joint Annual Conference, AFS.
- Fischer MC. 2003. Winter Foraging in the European Free-Tailed Bat *Tadarida teniotis* (Molossidae): Opportunistic or Constrained? Diplomarbeit der Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern.
- Grodsky SM. et al. 2011. Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities, *Journal of Mammalogy*, Volume 92, Issue 5, 14 October 2011, Pages 917–925.
- Güttinger R, Hoch S & Beck A. 2006. Die Nahrung und potenziellen Jagdhabitats des Grossen Mausohrs (*Myotis myotis*) in Triesen, Fürstentum Liechtenstein. *Berichte der Botanisch-Zoologischen Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg*, 32, 165-174.
- Hochradel K, Adomeit U, Heinze N, Nagy M, Stiller F & Behr O. 2015. Wärmeoptische 3D-Erfassung von Fledermäusen im Rotorbereich von Windenergieanlagen. In: Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (RENEBAT II). O. Behr, R. Brinkmann, F. Korner-Nievergelt et al. Hannover, Institut für Umweltplanung. *Umwelt und Raum* Bd. 7: 81-100.
- Korner-Nievergelt F, Behr O, Niermann I & Brinkmann R. 2011. Schätzung der Zahl verunglückter Fledermäuse an Windenergieanlagen mittels akustischer Aktivitätsmessungen und modifizierter N-mixture Modelle. In: Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen.

Korner-Nievergelt F, Brinkmann R, Niermann I & Behr O. 2013. Estimating bat and bird mortality occurring at wind energy turbines from covariates and carcass searches using mixture models. *Plos one* 8: e67997.

Korner-Nievergelt F, Almasi B, Hochradel K, Mages J, Naucke A, Nagy M, Simon R, Weber N & Behr O. 2018. Weiterentwicklung der statistischen Modelle zur Vorhersage des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an WEA aus akustischen Aktivitätsdaten. In: Bestimmung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen in der Planungspraxis - Endbericht des Forschungsvorhabens Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Förderkennzeichen 0327638e). O. Behr, R. Brinkmann, K. Hochradel et Al. Erlangen.

Krättli H, Moeschler P, Stutz HPB, Obrist MK, Bontadina F, Bohnenstengel T, Jaberg C. 2012. Konzept Artenförderung Fledermäuse 2013-2020. Schweizerische Koordinationsstelle für Fledermausschutz. 91.

Kunz TH, Arnett EB, Erickson WP, Hoar AR, Johnson GD, Larkin RP, ... & Tuttle MD. 2007. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(6), 315-324.

KVU 2023. Checkliste UVP für Windenergieanlagen - Fachbereiche Vögel, Fledermäuse, Landschaft, Interessenabwägung.

Leuzinger Y, Lugon A, Bontadina F. 2008. Éolienne en Suisse - Mortalité de chauves-souris. Rapport inédit sur mandat de l'OFEV et l'OFEN, 37 pages.

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.

Oekofor. 2022. Software Probat 7.1, <https://oekofor.shinyapps.io/probat7>

O'Shea TJ, Cryan PM, Hayman DTS, Plowright RK & Streicker DG. 2016. Multiple mortality events in bats: a global review. *Mammal Review*, 46: 175–190. doi: 10.1111/mam.12064

Peterson TS, McGill B, Hein CD & Rusk A. 2021. Acoustic Exposure to Turbine Operation Quantifies Risk to Bats at Commercial Wind Energy Facilities. *Wildlife Society Bulletin*.

R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Rydell J, Ottvall R, Pettersson S and Green M. 2017. The effects of wind power on birds and bats. Naturvårdsverket. Report 6791.

Rnjak D, Janeš M, Križan J & Antonić O. 2023. Reducing bat mortality at wind farms using site-specific mitigation measures: a case study in the Mediterranean region, Croatia. *Mammalia*, 87(3), 259-270.

Schmieder D, Bader E, Schönbacher C, Krättli H, Bontadina F & Obrist MK. 2019. Validierung Bioakustischer Fledermausaufnahmen. N+L Inside.

Smallwood KS & Bell DA. 2020. Effects of wind turbine curtailment on bird and bat fatalities. *The Journal of Wildlife Management* 84: 685-696.

SWILD. 2015. Standortabklärung Fledermäuse: Windpark Grenchenberg, SO – Abschaltplan Fledermausschutz, V3 vom 12. August 2015, SWILD, Zürich, 15. Seiten.

Seite 27

SWILD. 2023. Grundlagen: Konfliktanalyse Fledermäuse und Windenergie. Aktualisierung vom 20.12.2023. Interner Bericht, PDF und XLS.

SWILD – Dezember 2023, V2.

Güttinger R. 2022. Vorabklärung Risikoabschätzung für Fledermäuse – Projekt SFS Windkraftanlage Heerbrugg SG. Im Auftrag von SFS Group Schweiz AG. 8 S.

UVB Fledermäuse.
Windenergie-Projekt SFS,
Heerbrugg SG

Weber N, Nagy M, Hochradel K, Mages J, Schneider A, Behr O & Simon R. 2018. Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. In: Bestimmung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore- Windenergieanlagen in der Planungspraxis - Endbericht des Forschungsvorhabens gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Förderkennzeichen 0327638E). O. Behr, R. Brinkmann, K. Hochradel et al. Erlangen.

Wellig SD, Nusslé S, Miltner D, Kohle O, Glaizot O, Braunisch V, Obrist MK & Arlettaz R. 2018. Mitigating the negative impacts of tall wind turbines on bats: Vertical activity profiles and relationships to wind speed. *PloS one* 13: e0192493.

Whitby MD, Schirmacher MR & Frick WF. 2021. The State of the Science on Operational Minimization to Reduce Bat Fatality at Wind Energy Facilities.

Zambelli N, Martinoli A, Bontadina F, Mattei-Roesli M & Moretti M. 2021. Nottola di Leisler (*Nyctalus leisleri*, Chiroptera), specie emblematica delle selve castanili dell'Alto Malcantone (Cantone Ticino, Svizzera). In: Moretti M, Moretti G & Conedera M (Eds.), *Memorie della Società ticinese di scienze naturali e del Museo cantonale di storia naturale: Vol. 13. Le selve castanili della Svizzera italiana. Aspetti storici, paesaggistici, ecologici e gestionali* (pp. 175-183). Società ticinese di scienze naturali; Museo cantonale di storia naturale.

8.1 Vorabklärung Fledermausschutz (Güttinger 2022)

Projekt SFS Windkraftanlage Heerbrugg SG

Vorabklärung

Risikoabschätzung für Fledermäuse

Verfasser

René Güttinger

Biologe und Fotograf

Regionale Koordinationsstelle für Fledermäuse SG AR AI

Bühl 2288, 9650 Nesslau

rene.guettinger@bluewin.ch

Auftraggeber

Claudio Winter

Head of Technical Services Infrastructures

SFS intec AG, Technology

Rosenbergsaustasse 10

9435 Heerbrugg

claudio.winter@sfs.com

Nesslau, 5. Juli 2022

1. Einleitung

1.1. Projekt SFS Windkraftanlage Heerbrugg

Die Firma «SFS intec AG, Technology» aus Heerbrugg (Kontaktperson Claudio Winter) plant auf ihrem Betriebsgelände eine Windkraftanlage (WKA). Der Anlagetyp ist noch nicht bekannt, jedoch wird von einer Nabenhöhe von rund 135-140 m ausgegangen (Mail von Claudio Winter vom 12. Mai 2022). Der Schreibende erhielt am 12. Mai 2022 den Auftrag für eine Vorabklärung von Gefährdungsrisiken für Fledermäuse. Der geplante Standort für den Windpark liegt in Heerbrugg im Industriereal Rosenbergsau (Bild 1). Zweck der Vorabklärung ist eine erste Risikoabschätzung der möglichen Gefährdung von Fledermäusen durch die geplanten WKA und die Empfehlung für das weitere Vorgehen (Ampelschema).

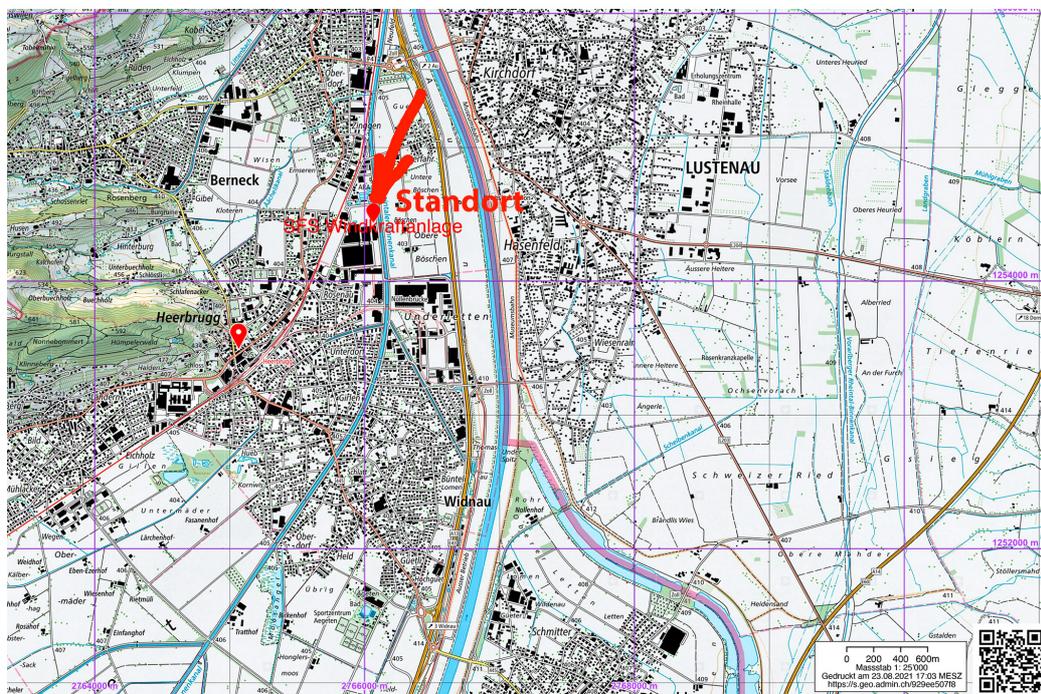


Bild 1:
Standort der geplanten
Windkraftanlage in
Heerbrugg (Gemeinde
Au SG).

2. Potenzielle Einflüsse auf Fledermäuse

2.1. Allgemeines zu Fledermäusen und Windkraftanlagen

Die 30 einheimischen Fledermausarten repräsentieren einen Drittel der wildlebenden Säugetierarten der Schweiz. Die Weibchen bringen meist nur ein Jungtier pro Jahr zur Welt. Um diese geringe Fortpflanzungsrate zu kompensieren, können Fledermäuse bis über 40 Jahre alt werden (durchschnittliche Lebenserwartung rund fünf Jahre). Das Überleben der Fledermauspopulationen hängt somit hauptsächlich von der Langlebigkeit der Tiere ab. Daher kann auch eine nur wenig erhöhte Sterblichkeit adulter Tiere deshalb nachhaltig negative Auswirkungen auf eine ganze Fledermauspopulation haben.

Die Bestände vieler Fledermausarten sind seit der Mitte des 20. Jahrhunderts zusammengebrochen. Fledermäuse sind bedroht und deshalb alle Arten bundesrechtlich geschützt (*Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) sowie Übereinkommen über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume*). Fledermauspopulationen reagieren sehr empfindlich auf anthropogene Mortalitätseinflüsse und können deshalb auch durch Windkraftanlagen bedroht werden.

Der bekannteste direkte Einfluss von Windkraftanlagen auf Fledermäuse sind Kollisionen mit Rotorblättern. Diese verlaufen durchwegs tödlich. Kollisionen treten in verschiedenen Situationen auf – bei der Jagd, auf dem Flugweg ins Jagdgebiet sowie auf saisonalen Kurz- und Langstreckenwanderungen. Der Hauptgrund für die Kollisionen dürfte die grosse Geschwindigkeit der Rotorblätter in Verbindung mit den begrenzten Möglichkeiten der Echoortung der Fledermäuse sein. Fledermäuse können aber auch durch die enormen Luftdruckveränderungen, welche die sich schnell bewegenden Rotoren verursachen, sterben.

Wie bei allen Infrastrukturprojekten gilt zudem, dass für Fledermäuse wichtige Landschaftsstrukturen wie Waldränder und Hecken zerstört werden können. Neuere Studien zeigen auch, dass isolierte Windkraftanlagen Anziehungspunkte für gewisse Fledermäuse bilden können. Die Tiere verwechseln diese mit grossen Bäumen und werden dadurch, analog zu lockeren Baumgruppen oder Waldpartien, angelockt. In diesen Habitaten suchen sie ihre Nahrung oder Baumhöhlen für ihre Tagesschlafverstecke.

Vermutet wird ausserdem, dass Windkraftanlagen die Orientierung der Fledermäuse beeinträchtigen können. Weiter besteht die Befürchtung, dass sich das Beutespektrum und somit das Jagdverhalten der Fledermäuse durch die neue Infrastruktur einer Windkraftanlage verändern könnte (beispielsweise als Anziehungspunkt für Beuteinsekten in der Dämmerung).

Nachfolgend werden die bedeutendsten Situationen skizziert, in welchen Fledermäuse infolge des Einflusses von Windkraftanlagen beeinträchtigt und sterben können.

2.2. Fledermauskolonien in der Nähe: Jagdlebensraum und Flugkorridore

Fledermäuse jagen artspezifisch an ganz bestimmten Standorten. Diese werden durch die vorhandenen Landschaftsstrukturen und dem Vorkommen von Beutetieren, von denen sie abhängen, bestimmt. Die Anwesenheit einer Kolonie in der Nähe einer Windkraftanlage vergrössert die Wahrscheinlichkeit der Nutzung des geplanten Windkraftanlagenstandorts als Jagdlebensraum. Windkraftanlagen selbst können in Jagdlebensräumen stehen oder auf dem Flugkorridor in das Jagdgebiet. In arttypischer Jagdflugdistanz lebende Fledermauskolonien sind dadurch in beiden Fällen potenziell betroffen.

2.3. Migrationskorridore

Wie bei Vögeln gibt es auch bei Fledermäusen wandernde Arten, die bestimmten Zugrouten folgen. Die Migrationskorridore der Fledermäuse sind allerdings weitgehend unbekannt, aber man weiss, dass sie ihren Wanderwegen, die durch Topografie und grosse Zuglinien durch Europa vorgegeben werden, treu sind. Die Anwesenheit einer einzigen Windkraftanlage auf einem Migrationskorridor kann während der Zugzeit im Frühling und im Spätsommer/Herbst mehrere wandernde Fledermausarten beeinträchtigen.

2.4. Winterquartiere / Schwärmquartiere

Eine andere Gefahrenquelle für Fledermäuse ist die Anwesenheit eines Winterquartiers in der Nähe einer Windkraftanlage. Fledermäuse verbringen die kalte Jahreszeit winterschlafend an frostsicheren und vor Fressfeinden geschützten Orten. Bergmassive und die «hohen Plateaus» in der Schweiz können Grotten, Felsrisse und sehr gerne aufgesuchte Tropfsteinhöhlen aufweisen. Daneben sind bei mehreren Fledermausarten Baumhöhlen oder künstliche Winterquartiere in Form von Fledermauskästen als Winterquartiere wichtig. In geeigneten Winterquartieren kann sich eine grosse Individuen- und Artenzahl versammeln. Die Anwesenheit von Windkraftanlagen an oder in der Nähe solcher Orte kann für Fledermäuse ebenfalls eine grosse Bedrohung darstellen.

3. Methode: Datengrundlage und Bezugsraum

Die in diesem Gutachten gemachten Angaben zu Fledermausvorkommen stützen sich auf Expertenwissen ab. Grundlagen sind folgende Datenquellen:

- Swissbat – Nationale Fledermausdatenbank; René Güttinger, Regionale Koordinationsstelle für Fledermäuse St. Gallen, Appenzell Ausserrhoden und Appenzell Innerrhoden), Datenstand 30. Juni 2022;
- Fledermausdaten aus dem Fürstentum Liechtenstein gemäss der Publikation „Die Säugetiere des Fürstentums Liechtenstein (Mammalia)“ sowie gemäss Auskunft von Silvio Hoch, Liechtensteiner Arbeitsgruppe für Fledermausschutz;
- Diverse nicht publizierte Daten, die im Rahmen von Projekten und Gutachten in den Regionen Alpenrheintal und Appenzellerland erhoben worden sind;

Fledermäuse sind hochmobile Säugetiere, die dank ihres Flugvermögens nur schon im Sommerlebensraum nächtlich zwischen Tagesquartier und Jagdgebiet zwei Dutzend und mehr Kilometer zurücklegen können. Deshalb wurden für die Beurteilung der Fledermausvorkommen im Projektperimeter Daten über Fledermauskolonien auch aus dem weiteren regionalen Umfeld miteinbezogen. Aus der Standortgemeinde und der unmittelbaren Umgebung liegen nur wenige Fledermausnachweise vor. Dies entspricht dem Bearbeitungsgrad und damit dem faunistischen Kenntnisstand und keines Falls der tatsächlichen Situation der Fle-

dermäuse. Aus diesem Grund basiert die Beurteilung des WKA-Standorts auf der Einschätzung der potenziellen Situation der Fledermäuse, welche aufgrund des Wissens aus der Grossregion Alpenrheintal und Umgebung abgeleitet werden kann. So werden nebst Vorkommen aus der Ortschaft Heerbrugg (Au SG – Balgach) auch solche aus dem übrigen St. Galler Rheintal (Sargans bis Bodensee), dem Fürstentum Liechtenstein sowie den angrenzenden Gebieten des Appenzellerlands (AR und AI) berücksichtigt.

4. Situationsanalyse

4.1. Lebensraumsituation

Der Projektstandort steht in der Industriezone (BauG I). Gegen Osten, keine hundert Meter entfernt, fliesst der Rheintaler Binnenkanal, welcher in Kombination mit der alleeartigen Baumbestockung ein hohes Potenzial als Wanderkorridor für Fledermäuse sowie als Jagdlebensraum für bestimmte Fledermausarten aufweist. Dieser Korridor ist im weiteren Umfeld an weitere lineare Gehölzstrukturen angebunden, so dass dieser als Teil einer grossräumigen «ökologischen» Lebensraumvernetzung zum Kulturland in der Rheinebene fungieren dürfte. Gegen Westen an der Talflanke liegt, rund ein Kilometer entfernt, eine recht reich strukturierte Kulturlandschaft mit Wald, Waldrand und Rebberg. Die im umliegenden Siedlungsraum vorhandenen Bauten dürften je nach Bauweise ihr Potenzial für Fledermausspaltquartiere ausspielen (sozusagen als künstliche Felsspalten).

4.2. Fledermausarten

Das St. Galler Rheintal (inkl. Fürstentum Liechtenstein) weist eine national überdurchschnittlich reiche Fledermausfauna auf, was sich sowohl in der Artenzahl von mindestens 22 Arten wie im Vorkommen von zahlreichen nationalen Zielarten niederschlägt.

Erfasste Nachweise aus der «Ortschaft» Heerbrugg sind spärlich und umfassen ein Sommerquartier der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), drei Einzelnachweise derselben Art sowie ein Einzelnachweis der seltenen Zweifarbenfledermaus (*Vespertilio murinus*), die als nationalen Zielart ausgewiesen ist. In Heerbrugg sowie dem umliegenden Gebiet (Talgrund, Talflanke) können im Prinzip alle in Tabelle 1 erwähnten Fledermausarten vorkommen. Die auf bisherigen Nachweisen basierende Liste widerspiegelt einzig das Potenzial an möglichen Fledermausarten, welche im Gebiet erwartet werden können. Ausnahmen sind die seltenen Kleinen Hufeisennase und Grossen Hufeisennase, von welchen im nördlichen St. Galler Rheintal vor zirka 20-30 Jahren die letzten Nachweise gelangen.

Die rheintal-typisch reiche Fledermausfauna zeichnet sich aus durch zahlreiche nationale Zielarten, die sich in der Region auch fortpflanzen, sowie durch etliche Arten, die bei saisonalen Fernwanderungen auch durchs Rheintal ziehen dürften (migrierende Arten).

Tabelle 1: Fledermausarten im St. Galler Rheintal (inkl. Liechtenstein) gemäss Expertenwissen, mit Status gemäss Liste der National prioritären Arten der Schweiz (BAFU 2016). Orange markiert sind „Nationale Zielarten“ (Krättli et al. 2012). **Fett gedruckt sind migrierende Fledermausarten.**

Fledermausart	Nachweistyp (Wochenstubenquartiere = Jungenaufzucht-Quartiere)	National Prioritäre Fledermausarten (Prioritätsklasse)
Bechsteinfledermaus <i>Myotis bechsteinii</i>	Sommerquartiere	mässig
Kryptische Fledermaus <i>Myotis crypticus</i>	Wochenstubenquartiere	sehr hoch
Grosses Mausohr <i>Myotis myotis</i>	Wochenstubenquartiere, Sommerquartiere, Männchenquartiere	sehr hoch
Kleines Mausohr <i>Myotis blythii</i>	Wochenstubenquartiere, Männchenquartiere	sehr hoch
Wasserfledermaus <i>Myotis daubentonii</i>	Sommerquartiere, Männchenquartiere	keine
Zwergfledermaus <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Wochenstubenquartiere, Sommerquartiere	keine
Rauhautfledermaus <i>Pipistrellus nathusii</i>	Winterquartiere	keine
Weissrandfledermaus <i>Pipistrellus kuhlii</i>	Bioakustische Nachweise	keine
Mückenfledermaus <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Sommerquartiere, bioakustische Nachweise	keine
Kleinabendsegler <i>Nyctalus leisleri</i>	Winterquartiere	mässig
Grosser Abendsegler <i>Nyctalus noctula</i>	Sommerquartiere, Winterquartiere - Baumhöhlen und Gebäude	mässig
Breitflügel fledermaus <i>Eptesicus serotinus</i>	Wochenstubenquartiere, Sommerquartiere	sehr hoch
Zweifarb fledermaus <i>Vespertilio murinus</i>	Freifunde, bioakustische Nachweise (mutmasslich)	sehr hoch
Mopsfledermaus <i>Barbastella barbastellus</i>	Winterquartiere, Freifunde, bioakustische Nachweise	mittel
Braunes Langohr <i>Plecotus auritus</i>	Wochenstubenquartiere, Sommerquartiere	sehr hoch
Graues Langohr <i>Plecotus austriacus</i>	Wochenstubenquartiere, Sommerquartiere	sehr hoch
Alpenlangohr <i>Plecotus macrobullaris</i>	Wochenstubenquartiere	sehr hoch

5. Risikoabschätzung und Empfehlung

5.1. Risikoabschätzung

Mit 17 Fledermausarten, darunter 8 rezent vorkommenden nationalen Zielarten, weist der Untersuchungsperimeter ein überdurchschnittlich hohes Potenzial auf. In arttypischer Jagdflugdistanz vom WEA-Standort muss theoretisch mit Fledermausquartieren gerechnet werden, dies sowohl im Siedlungsraum (vornehmlich Spaltquartiere in Gebäuden) wie im Wald (Gebäude, Baumhöhlen) gerechnet werden.

Damit besteht am WEA-Standort ein mögliches Konfliktpotenzial, indem theoretischerweise mehrere Fledermausarten, darunter national und regional bedeutende Arten, von der geplanten Windenergieanlage gleichzeitig betroffen sein könnten, indem sie (1) entweder im Gebiet jagen (im obersten Baumkronenbereich oder höher im Luftraum), (2) dieses als Durchflugkorridor zwischen Tagesquartier und Jagdgebiet nutzen oder (3) den Raum als Migrationskorridor durch- bzw. überfliegen.

Besonders zu beachten ist die ausgeprägte Nähe zum Binnenkanal mit Baumbestand sowie die relative Nähe zum Wald. Damit birgt der Projektperimeter auch von der Lebensraumausstattung her ein Risikopotenzial, dies vor allem durch die vermutliche Aktivität von mehreren, im freien Luftraum jagenden Arten.

Saisonal wandernde Arten, welche vergleichsweise oft Totschlagopfer von Windkraftanlagen werden, dürften das Gebiet als Migrationskorridor nutzen. Diesbezüglich ergibt sich ein hohes Konfliktpotenzial durch die belegten Vorkommen migrierender Arten.

5.2. Empfehlung

Die Lage des WEA-Standorts ist aus Fledermaussicht, trotz der Lage im Industrieareal, keineswegs vom Umland isoliert. Er ist «ökologisch» betrachtet an das Kulturland in der Rheinebene angeschlossen und liegt zudem in fledermausrelevanter Distanz zur reich bewaldeten Talflanke im Westen. Das mutmassliche Vorhandensein von Wochenstuben in arttypischer Jagdflugdistanz sowie mögliche Konflikte mit migrierenden Fledermausarten ergeben in der Summe ein vorhandenes Risikopotenzial für diesen Standort. Die effektive Beeinträchtigung der Fledermäuse muss deshalb durch sorgfältige, über das ganze Jahr laufende Datenerhebungen der vorhandenen Fledermausaktivität abgeklärt werden.

Ein besonderes Risikopotenzial besteht für die migrierenden Arten wie Grosser Abendsegler, Kleinabendsegler, Zweifarbenfledermaus und Flughautfledermaus wegen ihrer Flugaktivität in grosser Höhe. Dies dürfte nicht nur die Flugbewegungen auf dem Zug, sondern ebenso während der Jagd im freien Luftraum betreffen. Zu bedenken sind in diesem Zusammenhang auch denkbare kumulative Effekte auf migrierende Arten, welche auf dem Zug durch das Alpenrheintal wegen der Existenz mehrerer Windanlagen (Haldenstein GR, weitere geplante Windparks) zunehmend unter Druck geraten könnten.

Konflikt-Einstufung „GO“:

Status des Standortes	Beschreibung	Empfehlung	
Standort wenig bekannt oder ohne besondere Fledermausaktivitäten	Der Standort der geplanten Windenergieanlage beinhaltet keine Besonderheiten, die auf eine spezielle Bedeutung für Fledermäuse schliessen lassen.	Standort ohne grössere Konflikte, aber zusätzliche Untersuchungen notwendig, um sicherzustellen, dass keine grösseren Risiken bestehen.	GO
besondere Fledermaus-Aktivitäten	Es sind am geplanten Standort besondere Fledermausaktivitäten bekannt oder werden aufgrund der vorhandenen Landschaftsstrukturen vermutet.	Standort mit potentiellen Konflikten. Zusätzliche Untersuchungen sind erforderlich, um die potentiellen Einflüsse zu evaluieren.	GO
Standort von regionaler Bedeutung	Der Standort ist bekannt und ist von «regionaler Bedeutung» (Kolonie, Jagdlebensraum, Migrationskorridor usw.). Der geplante Standort der Windenergieanlage beinhaltet ein wichtiges Beeinträchtigungspotential, das in Bezug auf den gewählten Standort sauber abzuklären ist.	Standort mit klaren Konflikten: umfangreiche Abklärungen sind erforderlich, die eventuell Einschränkungen des Betriebes zur Folge haben können.	GO
Standort von nationaler Bedeutung	Der Standort ist dokumentiert und von «nationaler Bedeutung» (Kolonie, Jagdlebensraum, Migrationskorridor, Winterquartier usw.). Der geplante Standort beinhaltet ein grosses Konfliktpotential. Der Standort ist deswegen ungeeignet.	Standort mit klaren Konflikten an einem für Fledermäuse aussergewöhnlichen Standort. Konflikte im Prinzip unvermeidlich.	NO GO

6. Wichtige Adressen

SFS intec AG, Technology
Claudio Winter
Head of Technical Services Infrastructures
Rosenbergsaustrasse 10
9435 Heerbrugg
claudio.winter@sfs.com

Amt für Natur, Jagd und Fischerei
Pirmin Reichmuth, Abteilung Natur und Landschaft
Davidstrasse 35, 9001 St. Gallen
pirmin.reichmuth@sg.ch | 058 229 31 51

Koordinationsstelle Ost für Fledermausschutz
Dr. Hubert Krättli
Zürichbergstrasse 221, 8044 Zürich
hubert.kraettli@zoo.ch

Schallgutachten Windenergieprojekt Heerbrugg | Meteo- test



Windenergieprojekt Heerbrugg

Schallgutachten

Impressum

Auftraggeber Kontaktperson Adresse	SFS Group Schweiz AG Claudio Winter Rosenbergastrasse 10 9435 Heerbrugg Schweiz
Datum Aktuelle Version Ältere Versionen Projektnummer Datei	10.05.2024 Schlussbericht Schlussbericht V2 vom 18.12.2023 ug_zg_heerbrugg_23 Schallgutachten_Heerbrugg_v3.docx
Erstellt durch Kontrolliert durch Genehmigt durch	Dominik Eggli 16.10.2023 Paul Froidevaux 17.10.2023 Sara Koller
Gewährleistung	Meteotest gewährleistet ihren Kunden eine sorgfältige und fachgerechte Auftragsbearbeitung. Jegliche Haftung, insbesondere auch für Folgeschäden, wird im Rahmen des gesetzlich Zulässigen wegbedungen.

Zusammenfassung

Die Firma SFS Group Schweiz AG plant den Bau einer Windenergieanlage (WEA) an ihrem Standort in Heerbrugg.

Im vorliegenden Gutachten werden die Auswirkungen der geplanten WEA bezüglich Schallimmissionen untersucht.

Die Schallimmissionen durch die WEA wurden entsprechend den kantonalen und nationalen Richtlinien mit der Software WindPRO berechnet und anschliessend nach den Belastungsgrenzwerten der Lärmschutzverordnung (LSV) beurteilt.

Die LSV schreibt für neue Anlagen je einen Planungswert und einen Immissionsgrenzwert für den Tag und die Nacht vor. Diese Werte müssen an den Immissionspunkten eingehalten werden. Insgesamt wurden 13 Gebäude als Immissionspunkte identifiziert.

Für die Berechnungen wurde der Windturbinentyp Vestas V150 mit Nabhöhen von 123 m und 145 m und einem Rotordurchmesser von 150 m verwendet. Es wurden die beiden unterschiedlichen Varianten mit 4.2 MW und 6.0 MW Nennleistung betrachtet.

Die Berechnungen haben ergeben, dass **tagsüber** die **Planungswerte an sämtlichen Immissionspunkten** für beide Varianten auch ohne schallreduzierende Massnahmen **eingehalten** werden. Während der **Nacht** treten nur **an einem Immissionspunkt (IP10) Überschreitungen des Planungswerts** auf. Beim IP10 handelt es sich um die Büroräumlichkeiten der nahegelegenen Abwasserreinigungsanlage (ARA), in denen während der Nacht jedoch kein Personal vor Ort ist.

Inhalt

1	Einleitung	5
2	Wind- und Standortstudie	6
2.1	Projektstandort.....	6
2.2	Begründung der Standortwahl.....	7
3	Rechtliche Grundlagen	10
3.1	Quellen	10
3.2	Beurteilungspegel	10
3.3	Pegelkorrekturen.....	11
3.4	Dauer der Lärmphasen (Betriebsdauer).....	11
3.5	Belastungsgrenzwerte	11
3.6	Immissionspunkte	12
4	Methodik zur schalltechnischen Beurteilung	13
4.1	Schallemissionsberechnungen.....	13
4.2	Schallimmissionsberechnungen.....	14
4.3	Hindernisse.....	14
4.4	Prognoseunsicherheit	15
5	Immissionspunkte	16
6	Ergebnisse	19
6.1	Flächenhafte Ausbreitung der Schallimmissionen.....	19
6.2	Immissions-Beurteilungspegel pro Immissionspunkt.....	19
7	Schlussfolgerungen	22
7.1	Beurteilung.....	22
7.2	Reduktion der Störwirkung gemäss BAFU-Empfehlung	22
Anhang A: Schallimmissionskarten		24
Anhang B: Schalleistungskurven		29
Anhang C: Windgeschwindigkeitsverteilungen		30

1 Einleitung

Die Firma SFS Group Schweiz AG plant den Bau einer Windenergieanlage an ihrem Standort in Heerbrugg. Der Anlagestandort befindet sich unmittelbar nördlich der Firmengebäude knapp 900 m von der Grenze zu Österreich entfernt. Meteotest AG wurde beauftragt, die durch die WEA verursachten Schallimmissionen zu berechnen und zu beurteilen.

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

Das Kapitel 5 beinhaltet eine Übersicht zu den betrachteten Immissionspunkten.

Die Resultate befinden sich in Kapitel 6. Im Kapitel 7 wird das Gutachten mit einer Beurteilung abgeschlossen.

Die Schallimmissionskarten befinden sich in Anhang A. In Anhang B sind die Herstellerangaben zu den Emissionswerten der WEA ersichtlich (Schalleistungskurven). Der Anhang C zeigt die relative Häufigkeit (in %) der Windgeschwindigkeitsklassen am Maststandort, langjährig korrigiert und auf 123 m resp. 145 m extrapoliert.

2 Wind- und Standortstudie

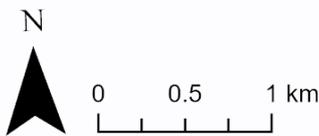
2.1 Projektstandort

Das Projekt besteht aus einer einzelnen Windenergieanlage, auf dem Betriebsreal der SFS Group Schweiz AG. Der Projektstandort befindet sich im süd-östlichen Abschnitt des Grundstückes 580 der Gemeinde Au. Die Abbildung 1 zeigt die Lage der WEA. In Tabelle 1 sind die Koordinaten des Projektstandorts zu finden.

Tabelle 1: Standortkoordinaten und Höhe über Meer der neu geplanten WEA bei Heerbrugg (Landeskoordinaten CH1903+ LV95).

Bezeichnung	X [m]	Y [m]	Höhe über Meer [m]
WEA	2'766'040	1'254'443	403

Die Berechnungen wurden für eine Anlage des Typs Vestas V150 mit Nabenhöhen von 123 m und 145 m und einem Rotordurchmesser von 150 m durchgeführt. Es wurden die beiden Varianten mit 4.2 MW Nennleistung und mit 6.0 MW Nennleistung betrachtet. Die Schalleistungskurven beider Varianten sind im Anhang B zu finden.



Hintergrundkarte: Bern,
swisstopo

Bern,
September 2023



Abbildung 1: Standort der geplanten Windenergieanlage bei Heerbrugg.

2.2 Begründung der Standortwahl

Der in der MBS vermerkte Projektstandort wurde unter Berücksichtigung folgender Punkte festgelegt.

Der kantonale Richtplanentwurf 23 (Stand Vernehmlassung Mai - September 2023) sieht vor, dass Industriebetrieb mit einer energieintensiven Produktion eine einzelne Windenergieanlage auf ihrem Betriebsareal erstellen können. Stand Ende 2023 umfasst das Betriebsareal der SFS Group Schweiz AG den markierten Bereich gemäss Abbildung 2.

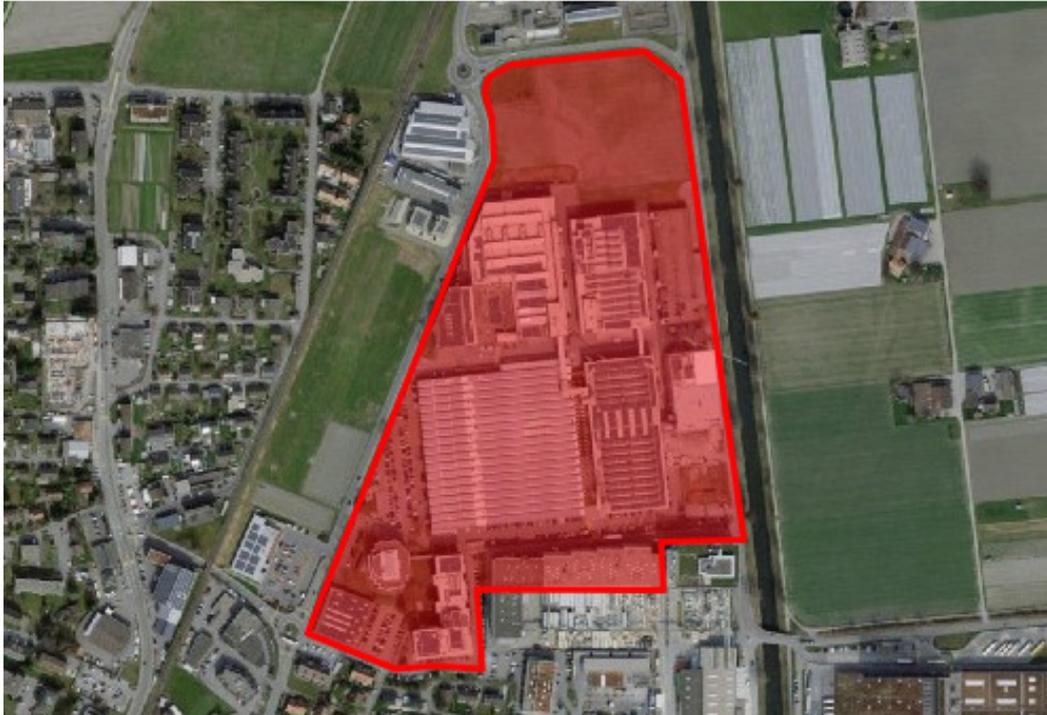


Abbildung 2: Betriebsareal der SFGS Group Schweiz AG.

Der Projektstandort wurde so gewählt, dass dieser ein maximaler Abstand zu Zonen mit Empfindlichkeitsstufe II (LSV) aufweist. Dies entspricht vordergründig der Wohnzone im Westen des Betriebsareals. In Abbildung 3 ist die westliche Wohnzone markiert. Im Norden des Areals befindet sich das Abwasserwerk Rosenbergau welches der Zone für öffentliche Nutzung zugeteilt ist. Aufgrund der Nutzung der Büroräumlichkeiten des Abwasserwerks werden diese nur mit den Tageswerten beurteilt.

Der Projektstandort ist von der östlichen Arealgrenze leicht eingerückt. Das Überragen der Rotorblätter auf die Nachbargrundstücke wird somit minimiert. Eine mögliche Verschiebung hin zur östlichen Arealgrenze wird durch den entsprechenden Strassen- und Gewässerabstand limitiert.



Abbildung 3: Projektstandort und Lage der westlichen Wohnzone mit Empfindlichkeitsstufe II (gemäss LSV).

3 Rechtliche Grundlagen

3.1 Quellen

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

- **LSV¹**: Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember 1986 (LSV; SR 814.41, Stand am 1. Juli 2021).
- **BAFU-Infoblatt²**: Infoblatt zu Lärm von Windkraftanlagen, BAFU, 5. Mai 2011.
- **EMPA-Bericht³**: Lärmermittlung und Massnahmen zur Emissionsbegrenzung bei Windkraftanlagen (Untersuchungsbericht Nr. 452'460), EMPA im Auftrag des BAFU, 22. Januar 2010.
- **AUE-Merkblatt⁴**: Merkblatt der Wirtschafts-, Energie- und Umweltdirektion des Kantons Bern, Lärmschutz bei Windkraftanlagen WKA: Beurteilung nach Lärmschutzverordnung (LSV) vom Juli 2012.

3.2 Beurteilungspegel

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

$$L_r = 10 \cdot \log \sum_i 10^{0,1 \cdot L_{r,i}}$$

Der Teilbeurteilungspegel $L_{r,i}$ wird für die durchschnittliche tägliche Dauer der Lärmphase i wie folgt berechnet:

$$L_{r,i} = L_{eq,i} + K_{1,i} + K_{2,i} + K_{3,i} + 10 \cdot \log(t_i / t_o)$$

Dabei bedeuten:

- $L_{eq,i}$ = A-bewerteter Mittelungspegel während der Lärmphase i
- $K_{1,i} - K_{3,i}$ = Pegelkorrekturen für die Lärmphase i

¹ https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1987/338_338_338/de (Stand Oktober 2023)

² https://www.cerclebruit.ch/enforcement/6/644_BAFU_Info-Blatt_Laerm_Windkraftanlagen.pdf (Stand Oktober 2023)

³ https://www.cerclebruit.ch/enforcement/6/644_EMPA_Laermermittlung_und_Massnahmen_zur_Emissionsbegrenzung_bei_WKA.pdf (Stand Oktober 2023)

⁴ <https://www.weu.be.ch/de/start/themen/umwelt/luft-laerm-strahlung/laerm/laerm-energie-und-versorgungsanlagen.html> (Stand Oktober 2023)

- t_i = durchschnittliche tägliche Dauer der Lärmphase i in Minuten
- $t_o = 720$ Minuten

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

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

3.3 Pegelkorrekturen

Für die Pegelkorrekturen wurden gemäss AUE-Merkblatt folgende Werte eingesetzt:

- K_1 (Art der Lärmquelle) = 5 dB(A)
- K_2 (Hörbarkeit des Tongehalts) = 0 dB(A)
- K_3 (Hörbarkeit des Impulsgehalts) = 4 dB(A)

Bei ausgewiesener Abschirmung kann K_3 reduziert oder gar weggelassen werden. Eine Abschirmung kann gegeben sein, wenn massive Hindernisse wie Gebäude oder Wälder die Sichtlinie zwischen WEA und Immissionspunkt unterbrechen oder wenn sämtliche lärmempfindlichen Räume von den WEA abgewandt sind (AUE-Merkblatt).

3.4 Dauer der Lärmphasen (Betriebsdauer)

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

3.5 Belastungsgrenzwerte

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

Tabelle 2: Belastungsgrenzwerte für Industrie- und Gewerbelärm in der Schweiz nach LSV. Im vorliegenden Gutachten gilt ES III für alle Immissionspunkte.

Empfindlichkeitsstufe (ES) ⁵	Planungswert [dB(A)]		Immissionsgrenzwert [dB(A)]		Alarmwert [dB(A)]	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
	I	50	40	55	45	65
II	55	45	60	50	70	65
III	60	50	65	55	70	65
IV	65	55	70	60	75	70

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

3.6 Immissionspunkte

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

Gemäss AUE-Merkblatt müssen Immissionspunkte berücksichtigt werden sofern sie:

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

⁵ Empfindlichkeitsstufen (Art. 43 LSV):

I: Erholungszonen

II: Wohnzonen

III: Wohn- und Gewerbebezonen (Mischzonen) sowie Landwirtschaftszonen

IV: Industriezonen

4 Methodik zur schalltechnischen Beurteilung

4.1 Schallemissionsberechnungen

Die Schallemissionen werden durch den Beurteilungspegel L_r dargestellt. Wie in Kapitel 3.2 definiert, werden bei der Berechnung des Beurteilungspegels L_r verschiedene Teilbeurteilungspegel $L_{r,i}$ kombiniert, die jeweils einer bestimmten Lärmphase i entsprechen.

Die Lärmphasen einer Windkraftanlage hängen von der Windgeschwindigkeit ab. Die Schalleistungskurve einer WEA definiert, wie viel Lärm die WEA in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit emittiert.

Um also die Dauer (t_i) und die Intensität ($L_{r,i}$) jeder Lärmphase i zu definieren, wurde hier die Häufigkeitsverteilung der lokalen Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe mit der Schalleistungskurve der betrachteten Windkraftanlagen kombiniert.

Die Häufigkeitsverteilungen der lokalen Windgeschwindigkeit während des Tages und der Nacht sind in Anhang C dargestellt. Sie wurden mit Hilfe der Mastmessung am Standort der Anlage ermittelt. Die Mastmessung ist im Windgutachten der Interwind AG ausführlich beschrieben.

Die betrachteten Schalleistungskurven sind in Anhang B dargestellt. Bei beiden Anlagentypen wurden für die Berechnungen die nicht schallreduzierten Betriebsmodi verwendet.

Die aus diesen Daten berechneten Beurteilungspegel L_r für den Tag und die Nacht sind in Tabelle 3 aufgeführt.

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

Anlagentyp	Nabenhöhe [m]	Tag [dB(A)]	Nacht [dB(A)]
WEA V150 4.2 MW	123	103.0	104.1
WEA V150 6.0 MW	123	103.2	104.2
WEA V150 4.2 MW	145	103.4	104.6
WEA V150 6.0 MW	145	103.5	104.6

4.2 Schallimmissionsberechnungen

Die Schallimmissionen wurden mit der Software WindPRO V.3.6⁶ und dem Modul DECIBEL berechnet. Diese Software gilt als Industriestandard für Windenergie-Projekte.

Dabei wurde das internationale Berechnungsmodell ISO 9613-2⁷ angewendet. Der Immissions-Beurteilungspegel $L_r(Immission)$ am Immissionsort wurde folgendermassen berechnet:

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

- $L_r(Emission)$ – standortspezifischer Emissions-Beurteilungspegel der WEA (gemäss Abschnitt 4.1).
- R_{gr} – Der Bodeneffekt wurde mit dem sogenannten «alternativen Verfahren» berechnet. Diese Methode benutzt die Orografie zur Berechnung des mittleren Schallweges.
- D_c – Richtwirkungskorrektur
- A_{div} – Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung.
- A_{atm} – Dämpfung aufgrund von Luftabsorption. Die Luftdämpfung ist von der Temperatur und der Luftfeuchte abhängig. Gemäss dem EMPA-Bericht kann mit den globalen Mittelwerten 8°C Temperatur und 76% relativer Feuchte gerechnet werden. Es wurde eine Luftdämpfung von 1.9 dB/km verwendet.
- C_{met} – Meteorologischer Koeffizient. Zusätzliche Dämpfung aufgrund von speziellen meteorologischen Bedingungen. Ein solcher wird im vorliegenden Gutachten nicht berücksichtigt: $C_{met} = 0$.

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

4.3 Hindernisse

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

⁶ www.emd.dk/WindPRO/

⁷ ISO 9613-2: Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien.

4.4 Prognoseunsicherheit

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

5 Immissionspunkte

Es wurden ausgewählte **Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen** (Abschnitt 3.6) berücksichtigt, welche durch die WEA bei Heerbrugg erhöhte Immissionen erfahren könnten. Es wurden 13 Immissionspunkte identifiziert. Die Immissionspunkte werden unterschiedlichen **Lärmempfindlichkeitsstufen** zugeordnet (Abschnitt 3.5).

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

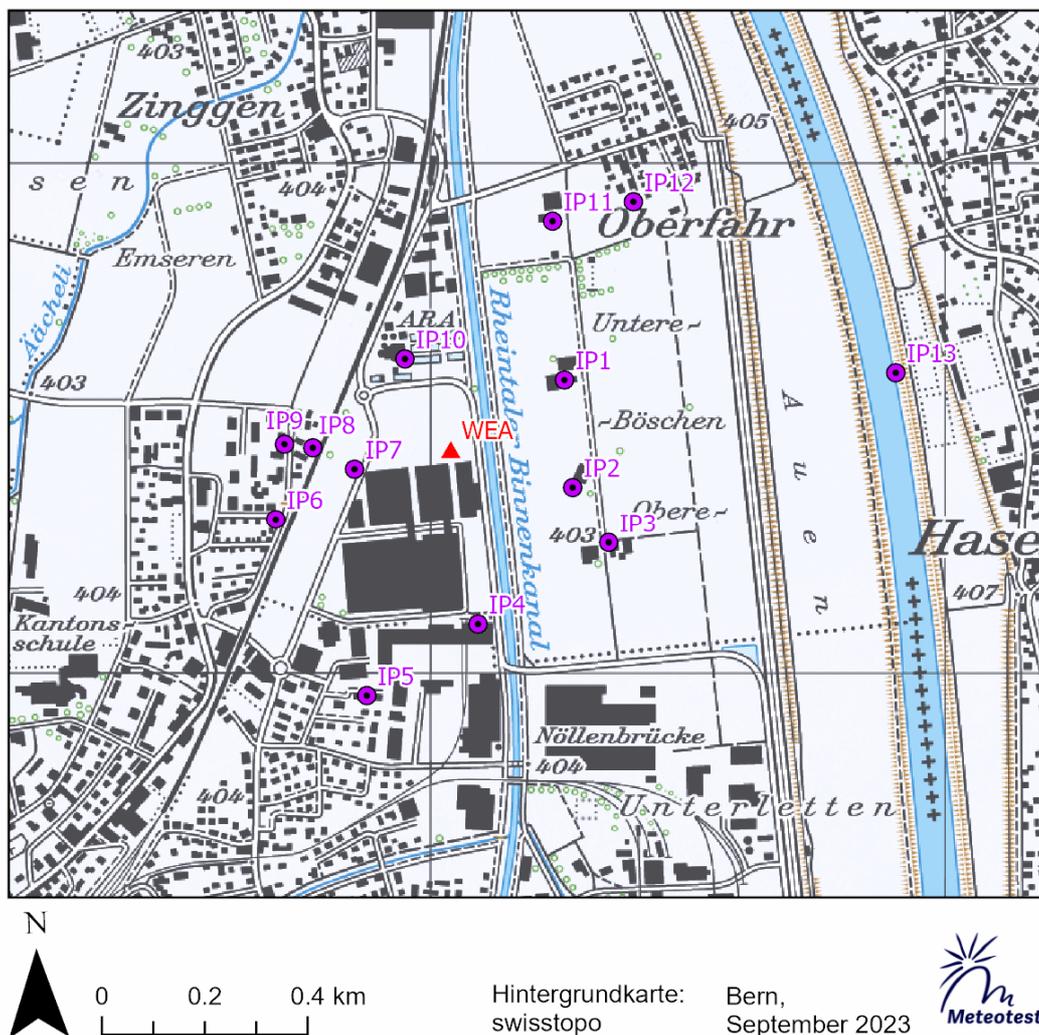


Abbildung 4: Gebäude, welche als Immissionspunkte betrachtet sind. Der WEA-Standort ist mit einem roten Dreieck gekennzeichnet.

Tabelle 4: Standortkoordinaten der ausgewählten Immissionspunkte (Landeskoordinaten CH1903+ LV95) und Angaben zur Empfindlichkeitsstufe und Planungswerten gemäss LSV.

Nr.	X [m]	Y [m]	Empfindlichkeitsstufe	Planungswert [dB(A)] Tag	Planungswert [dB(A)] Nacht
IP1	2'766'261	1'254'577	ES III	60	50
IP2	2'766'277	1'254'366	ES III	60	50
IP3	2'766'347	1'254'257	ES III	60	50
IP4	2'766'093	1'254'097	ES IV	65	55
IP5	2'765'877	1'253'957	ES II	55	45
IP6	2'765'700	1'254'303	ES II	55	45
IP7	2'765'853	1'254'402	ES III	60	50
IP8	2'765'772	1'254'444	ES III	60	50
IP9	2'765'717	1'254'451	ES II	55	45
IP10	2'765'951	1'254'618	ES II	55	45
IP11	2'766'238	1'254'888	ES III	60	50
IP12	2'766'395	1'254'926	ES III	60	50
IP13	2'766'905	1'254'591	ES III	60	50

Die Einteilung in die verschiedenen Empfindlichkeitsstufen gemäss LSV wurde mit Hilfe des Zonenplans des Kantons Sankt Gallen⁸ gemacht. Die Abbildung 5 zeigt den Ausschnitt des Zonenplans für die Region Heerbrugg.

⁸ <https://www.geoportal.ch/>: Kanton St. Gallen - Zonenplan, kommunale Darstellung Gde (Stand September 2023)

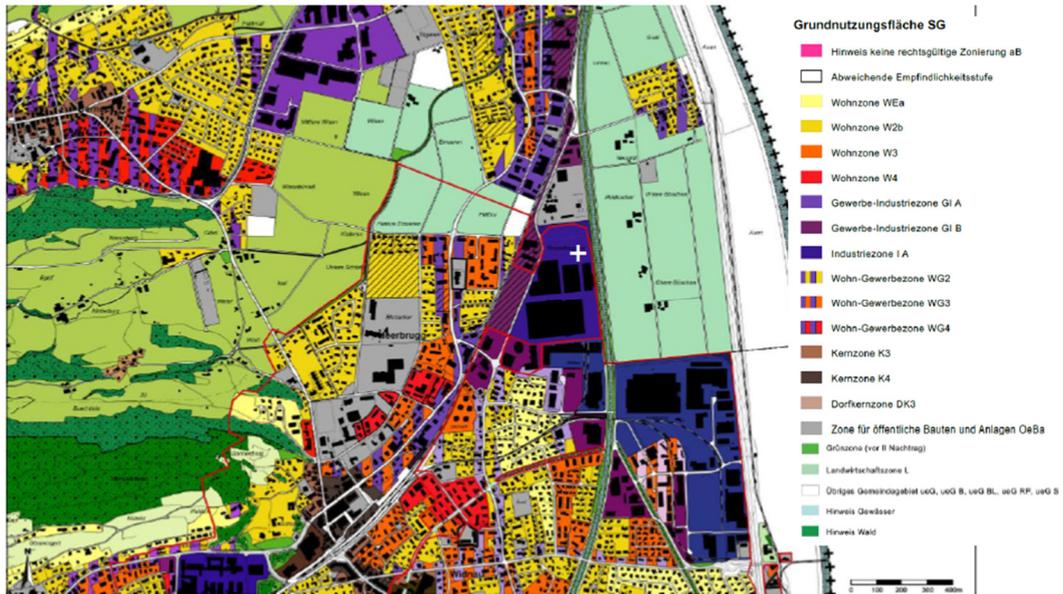


Abbildung 5: Ausschnitt des Zonenplans Sankt Gallen für die Region Heerbrugg.

6 Ergebnisse

6.1 Flächenhafte Ausbreitung der Schallimmissionen

Die Karten der berechneten Schallimmissionen für die Situation am Tag (Abbildung 6 und Abbildung 7) und in der Nacht (Abbildung 8 und Abbildung 9) sind in Anhang A ersichtlich.

6.2 Immissions-Beurteilungspegel pro Immissionspunkt

Die Tabelle 5 zeigt die berechneten Immissions-Beurteilungspegel an den 13 Immissionspunkten für den Anlagentyp Vestas V150 4.2MW mit einer Nabenhöhe von 123 m. In Tabelle 6 ist dasselbe für den Anlagentyp Vestas V150 6.0 MW mit einer Nabenhöhe von 123 m zu finden.

Tabelle 7 zeigt die berechneten Immissions-Beurteilungspegel an den 13 Immissionspunkten für den Anlagentyp Vestas V150 4.2MW mit einer Nabenhöhe von 145 m. In Tabelle 8 ist dasselbe für den Anlagentyp Vestas V150 6.0 MW mit einer Nabenhöhe von 145 m zu finden.

Tabelle 5: Berechnete Immissions-Beurteilungspegel an den Immissionspunkten für den Tag und die Nacht für den Anlagentyp Vestas V150 4.2MW, 123 m Nabenhöhe.

Nr	<i>Lr (Immission)</i> in dB(A) für den Tag	Differenz zum Planungsert in dB(A) für den Tag	<i>Lr (Immission)</i> in dB(A) für die Nacht	Differenz zum Planungsert in dB(A) für den Nacht
IP1	45.3	-14.7	46.4	-3.6
IP2	45.6	-14.4	46.7	-3.3
IP3	42.7	-17.3	43.8	-6.2
IP4	42.9	-22.1	44.0	-11.0
IP5	39.0	-16.0	40.1	-4.9
IP6	42.5	-12.5	43.6	-1.4
IP7	47.4	-12.6	48.5	-1.5
IP8	45.1	-14.9	46.2	-3.8
IP9	43.6	-11.4	44.7	-0.3
IP10	47.3	-7.7	48.4	3.4
IP11	39.7	-20.3	40.8	-9.2
IP12	37.0	-23.0	38.1	-11.9
IP13	32.1	-27.9	33.2	-16.8

Tabelle 6: Berechnete Immissions-Beurteilungspegel an den Immissionspunkten für den Tag und die Nacht für den Anlagentyp Vestas V150 6.0MW, 123 m Nabenhöhe.

Nr	<i>Lr (Immission)</i> in dB(A) für den Tag	Differenz zum Planungsert in dB(A) für den Tag	<i>Lr (Immission)</i> in dB(A) für die Nacht	Differenz zum Planungsert in dB(A) für die Nacht
IP1	45.5	-14.5	46.5	-3.5
IP2	45.8	-14.2	46.8	-3.2
IP3	42.9	-17.1	43.9	-6.1
IP4	43.1	-21.9	44.1	-10.9
IP5	39.2	-15.8	40.2	-4.8
IP6	42.7	-12.3	43.7	-1.3
IP7	47.6	-12.4	48.6	-1.4
IP8	45.3	-14.7	46.3	-3.7
IP9	43.8	-11.2	44.8	-0.2
IP10	47.5	-7.5	48.5	3.5
IP11	39.9	-20.1	40.9	-9.1
IP12	37.2	-22.8	38.2	-11.8
IP13	32.3	-27.7	33.3	-16.7

Tabelle 7: Berechnete Immissions-Beurteilungspegel an den Immissionspunkten für den Tag und die Nacht für den Anlagentyp Vestas V150 4.2MW, 145 m Nabenhöhe.

Nr	<i>Lr (Immission)</i> in dB(A) für den Tag	Differenz zum Planungsert in dB(A) für den Tag	<i>Lr (Immission)</i> in dB(A) für die Nacht	Differenz zum Planungsert in dB(A) für die Nacht
IP1	45.5	-14.5	46.6	-3.4
IP2	45.7	-14.3	46.9	-3.1
IP3	42.9	-17.1	44.1	-5.9
IP4	43.1	-21.9	44.3	-10.7
IP5	39.9	-15.1	41.1	-3.9
IP6	42.7	-12.3	43.9	-1.1
IP7	47.4	-12.6	48.6	-1.4
IP8	45.2	-14.8	46.4	-3.6
IP9	43.8	-11.2	45.0	0.0
IP10	47.2	-7.8	48.4	3.4
IP11	40.3	-19.7	41.5	-8.5
IP12	37.9	-22.1	39.1	-10.9
IP13	32.9	-27.1	34.1	-15.9

Tabelle 8: Berechnete Immissions-Beurteilungspegel an den Immissionspunkten für den Tag und die Nacht für den Anlagentyp Vestas V150 6.0MW, 145 m Nabenhöhe.

Nr	<i>Lr (Immission)</i> in dB(A) für den Tag	Differenz zum Planungsert in dB(A) für den Tag	<i>Lr (Immission)</i> in dB(A) für die Nacht	Differenz zum Planungsert in dB(A) für die Nacht
IP1	45.5	-14.5	46.6	-3.4
IP2	45.8	-14.2	46.9	-3.1
IP3	43.0	-17.0	44.1	-5.9
IP4	43.2	-21.8	44.3	-10.7
IP5	40.0	-15.0	41.1	-3.9
IP6	42.8	-12.2	43.9	-1.1
IP7	47.5	-12.5	48.6	-1.4
IP8	45.3	-14.7	46.4	-3.6
IP9	43.9	-11.1	45.0	0.0
IP10	47.3	-7.7	48.4	3.4
IP11	40.4	-19.6	41.5	-8.5
IP12	38.0	-22.0	39.1	-10.9
IP13	33.0	-27.0	34.1	-15.9

7 Schlussfolgerungen

7.1 Beurteilung

Tagsüber wird der Planungswert an sämtlichen Immissionspunkten deutlich unterschritten. Es kommt selbst unter der zusätzlichen Berücksichtigung der Berechnungsunsicherheit von -6/+3 dB(A) zu keiner Grenzwertüberschreitung.

In der **Nacht** wird der Planungswert an sämtlichen Immissionspunkten ausser IP10 eingehalten. Unter der zusätzlichen Berücksichtigung der Berechnungsunsicherheit von -6/+3 dB(A) kann es zusätzlich bei weiteren drei Immissionspunkten (IP6, IP7, IP9) zu Überschreitungen des Planungswerts kommen.

Beim IP10 handelt es sich um die Büroräumlichkeiten der ARA, in denen während der Nacht kein Personal vor Ort ist. Gemäss LSV Art. 41, Ziffer 3 gilt also für diesen Immissionspunkt kein nächtlicher Planungswert. Dies wurde der SFS Group Schweiz AG durch die kantonale Fachstelle zusätzlich bestätigt.

Die anderen drei Immissionspunkte befinden sich westlich der WEA in Wohnzonen (IP6 und IP9) resp. Wohn- und Gewerbezone (IP7).

7.2 Reduktion der Störwirkung gemäss BAFU-Empfehlung

Obwohl im vorliegenden Gutachten die Planungswerte sowohl tagsüber wie auch in der Nacht, ausser am Immissionspunkt IP10, bei dem jedoch nachts kein Personal vor Ort ist, an allen Immissionspunkten eingehalten werden, gibt es einige Möglichkeiten die Schallwirkungen der Windenergieanlagen weiter zu reduzieren. Diese Möglichkeiten werden hier als zusätzliche Information aufgeführt. Das BAFU empfiehlt die folgenden Massnahmen zur Reduktion der Störwirkung von Windenergieanlagen:

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

- **Sichtbarkeit:** Ist der Rotor einer WEA nicht sichtbar, fühlen sich Anwohner gemäss Studien von Pedersen (2008, 2009⁹) weniger gestört als solche mit Sicht auf den Rotor.

⁹ E. Pedersen, J. Bouma, R. Bakker, F. van den Berg (2008): Response to wind turbine noise in the Netherlands, Acoustics 08 Paris (2008). E. Pedersen, F. van den Berg, R. Bakker, J. Bouma (2009): Response to noise from modern wind farms in The Netherlands, Journal of the Acoustical Society of America, vol. 126, 634-643 (2009).

Anhang A: Schallimmissionskarten

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

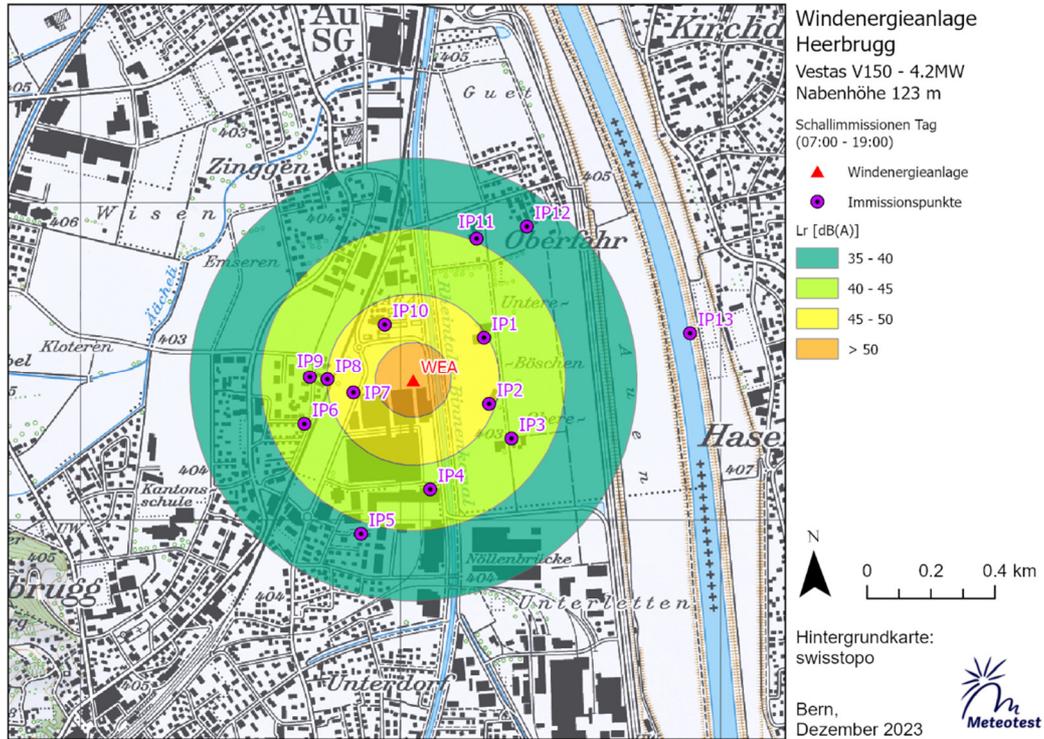


Abbildung 6: Berechnete Immissions-Beurteilungspegel **tagsüber** für die Variante Vestas **V150 4.2 MW**, Nabenhöhe **123 m**.

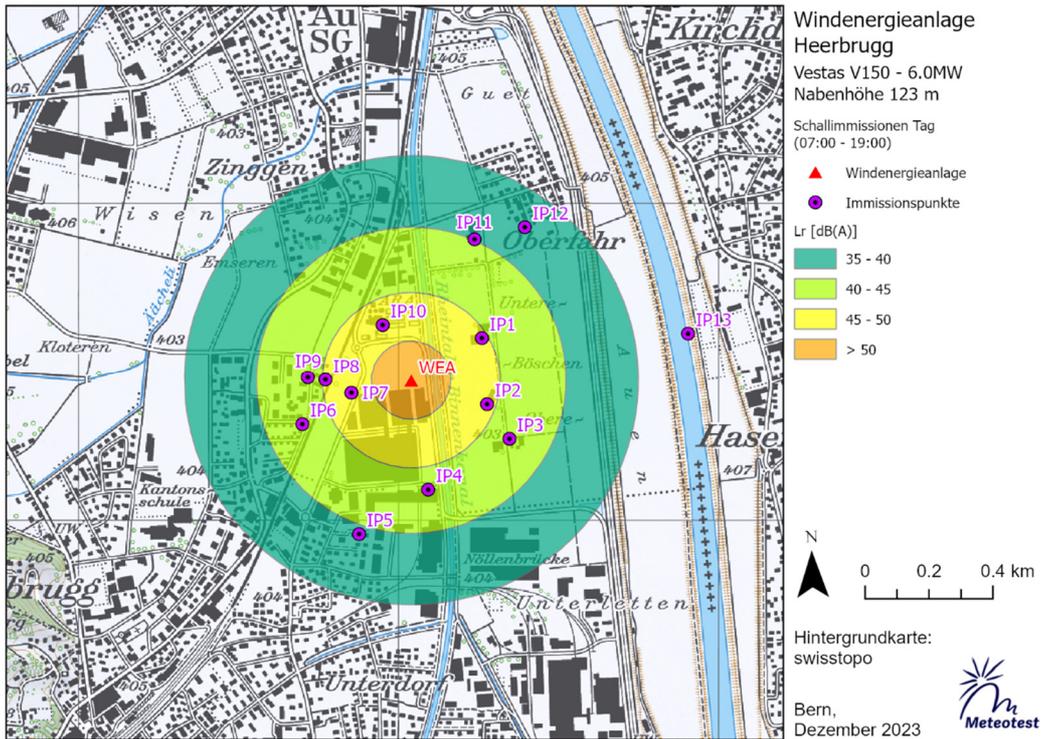


Abbildung 7: Berechnete Immissions-Beurteilungspegel **tagsüber** für die Variante Vestas V150 6.0 MW, Nabenhöhe 123 m.

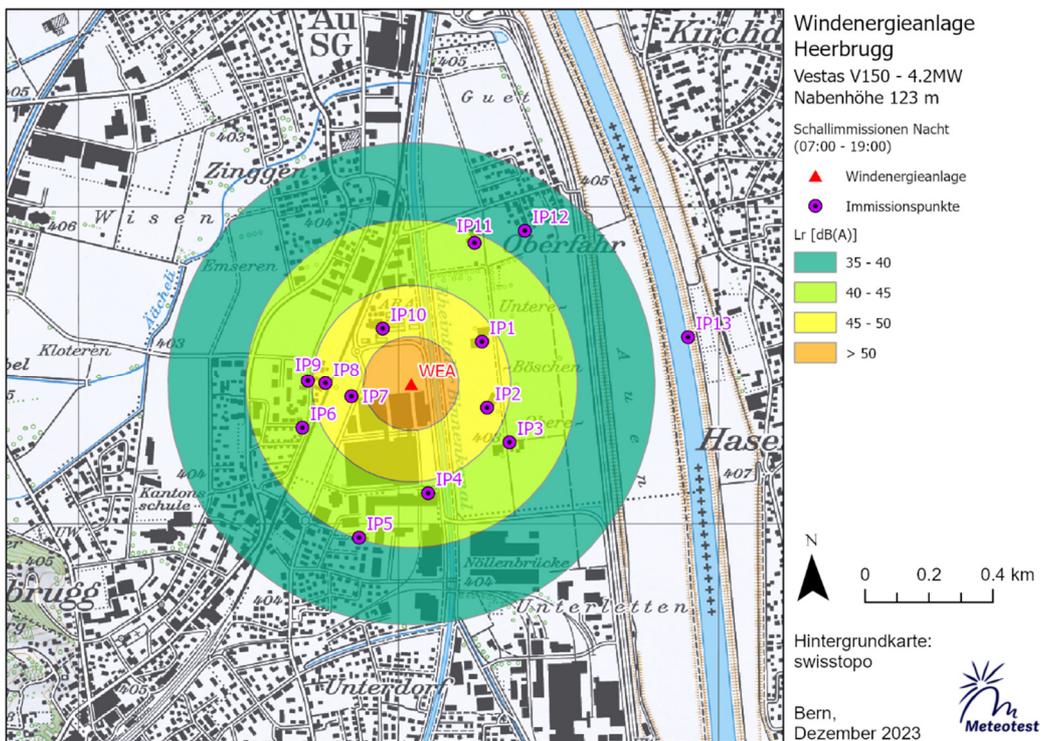


Abbildung 8: Berechnete Immissions-Beurteilungspegel **nachts** für die Variante Vestas V150 4.2 MW, Nabenhöhe 123 m.

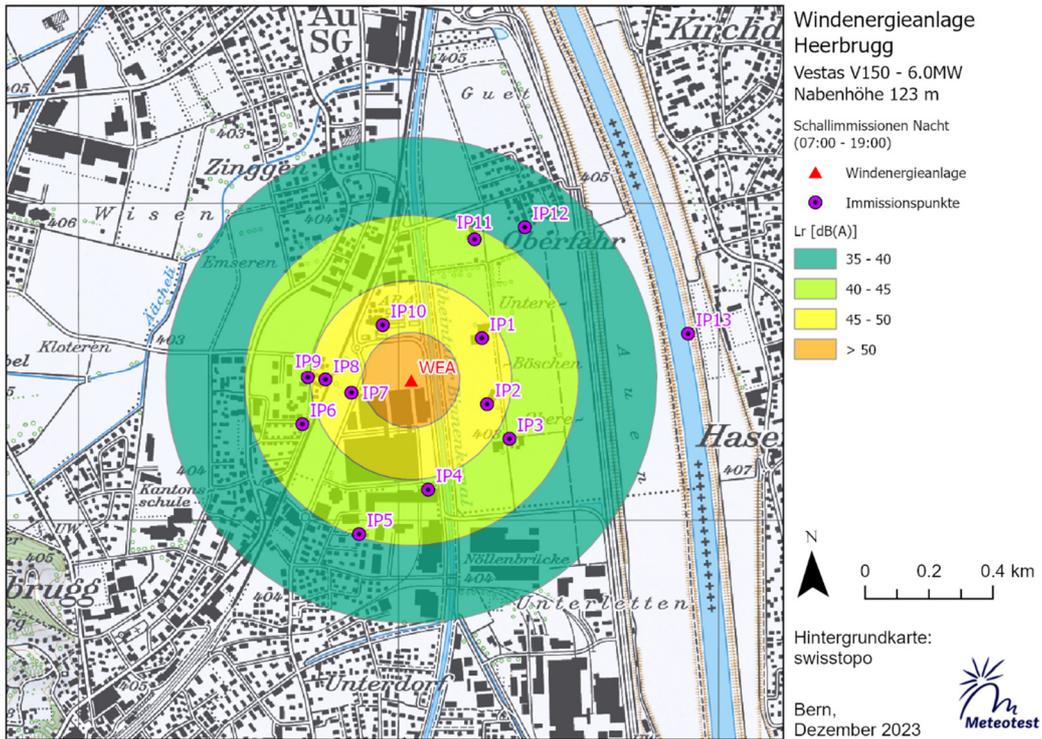


Abbildung 9: Berechnete Immissions-Beurteilungspegel **nachts** für die Variante Vestas V150 6.0 MW, Nabenhöhe 123 m.

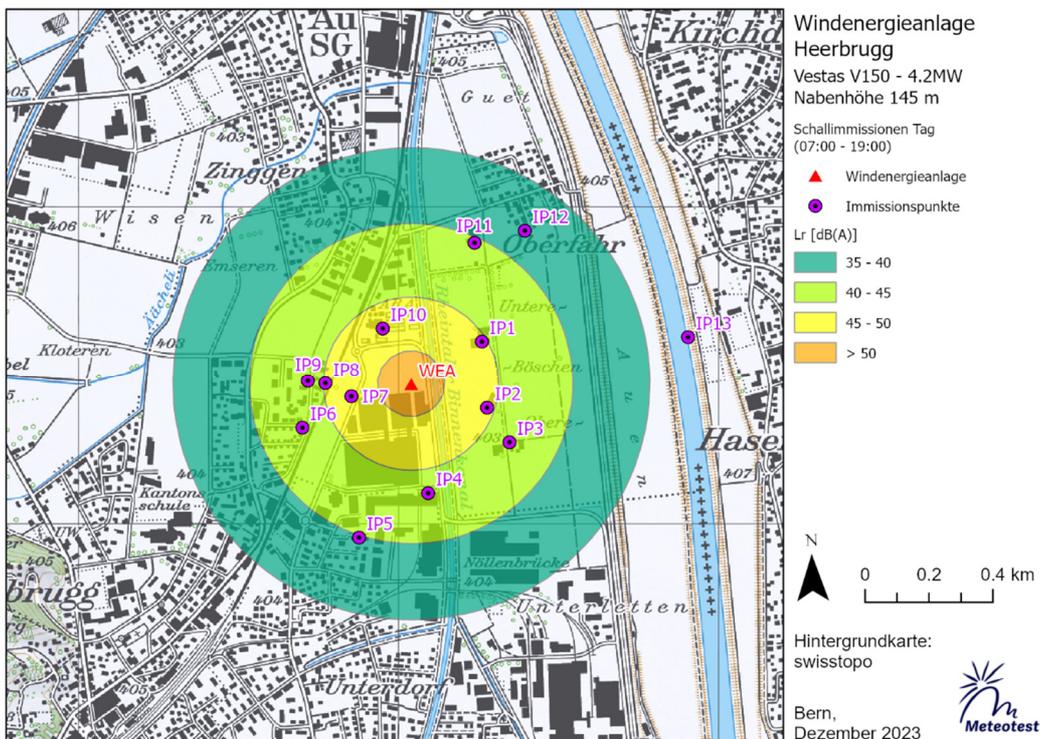


Abbildung 10: Berechnete Immissions-Beurteilungspegel **tagsüber** für die Variante Vestas V150 4.2 MW, Nabenhöhe 145 m.

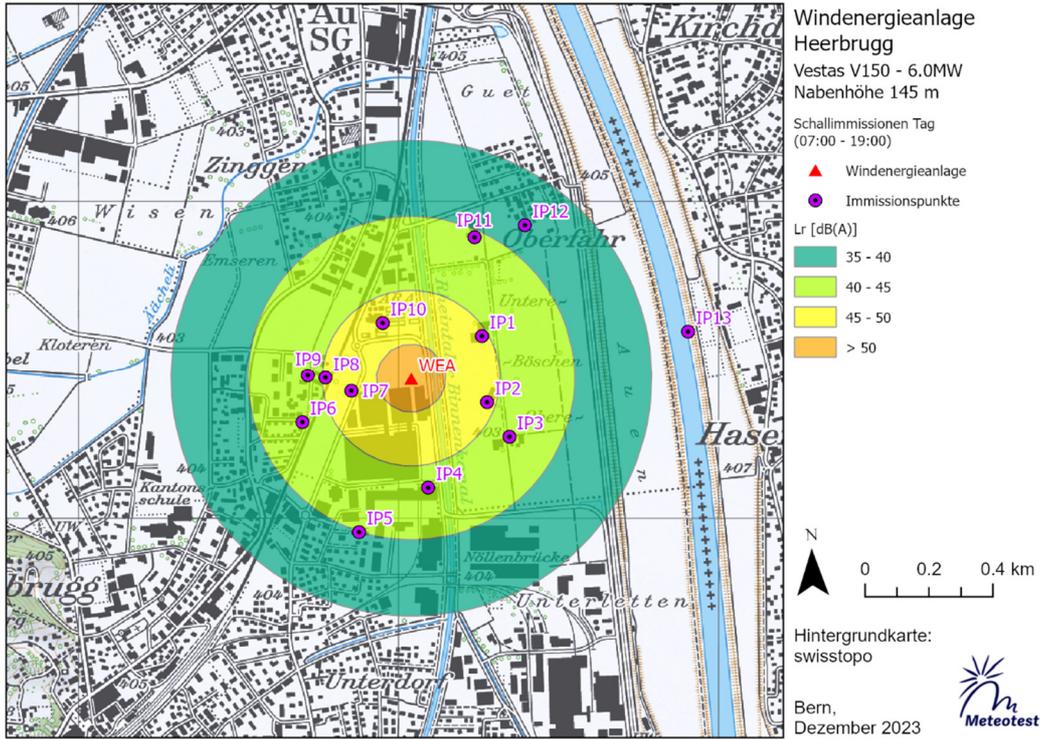


Abbildung 11: Berechnete Immissions-Beurteilungspegel **tagsüber** für die Variante Vestas **V150 6.0 MW**, Nabenhöhe 145 m.

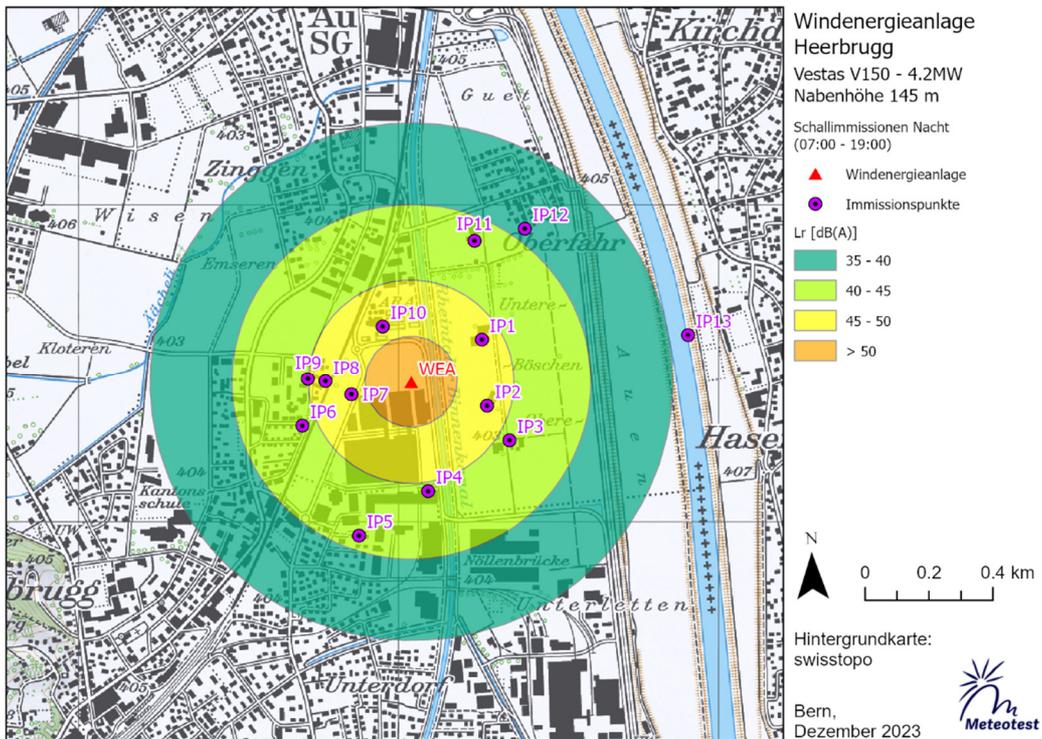


Abbildung 12: Berechnete Immissions-Beurteilungspegel **nachts** für die Variante Vestas **V150 4.2 MW**, Nabenhöhe 145 m.

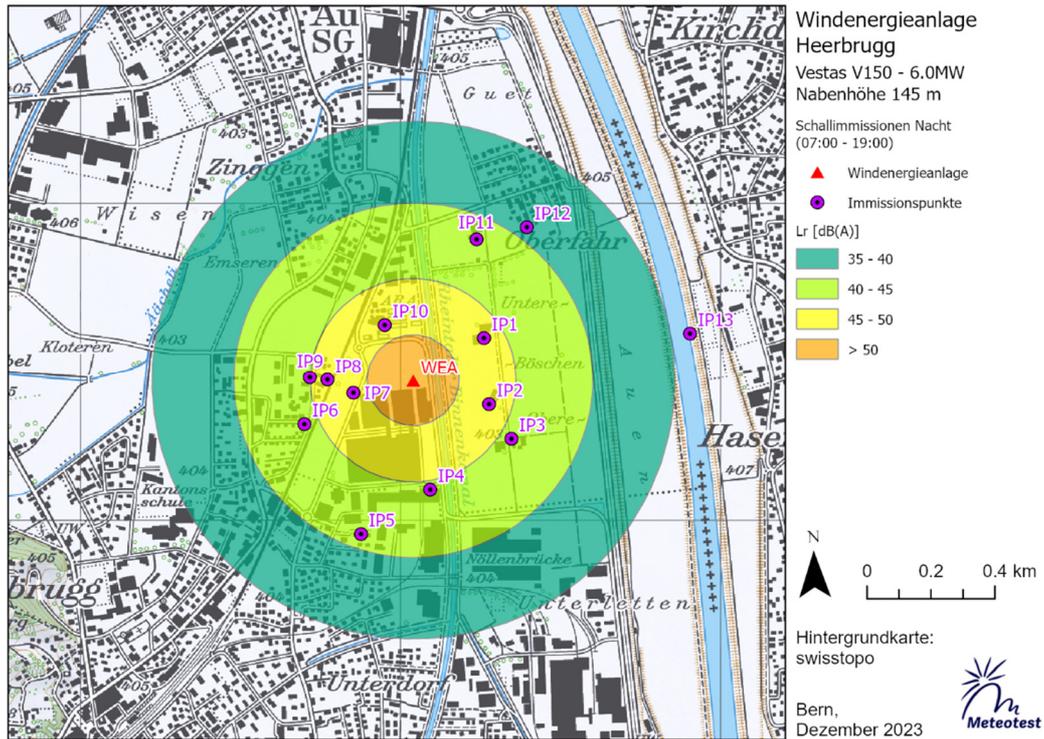


Abbildung 13: Berechnete Immissions-Beurteilungspegel **nachts** für die Variante Vestas V150 6.0 MW, Nabenhöhe 145 m.

Anhang B: Schalleistungskurven

Tabelle 9: Verwendete Schalleistungskurven der Vestas V150 mit 150 m Rotordurchmesser.

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe [m/s]	Schalleistungspegel Vestas V150 4.2 MW auf Nabenhöhe Modus 0 [dBA]	Schalleistungspegel Vestas V150 6.0 MW auf Nabenhöhe Modus 0 [dBA]
0-1	0.0	0.0
1-2	0.0	0.0
2-3	0.0	0.0
3-4	91.1	92.0
4-5	91.3	92.2
5-6	93.2	94.0
6-7	96.4	96.9
7-8	99.9	99.9
8-9	103.3	102.7
9-10	104.9	104.6
10-11	104.9	104.8
11-12	104.9	104.9
12-13	104.9	104.9
13-14	104.9	104.9
14-15	104.9	104.9
15-16	104.9	104.9
16-17	104.9	104.9
17-18	104.9	104.9
18-19	104.9	104.9
19-20	104.9	104.9
20-21	104.9	104.9

Anhang C: Windgeschwindigkeitsverteilungen

Tabelle 10: Relative Häufigkeit (in %) der Windgeschwindigkeitsklassen am Maststandort, langjährig korrigiert und auf 123 m extrapoliert.

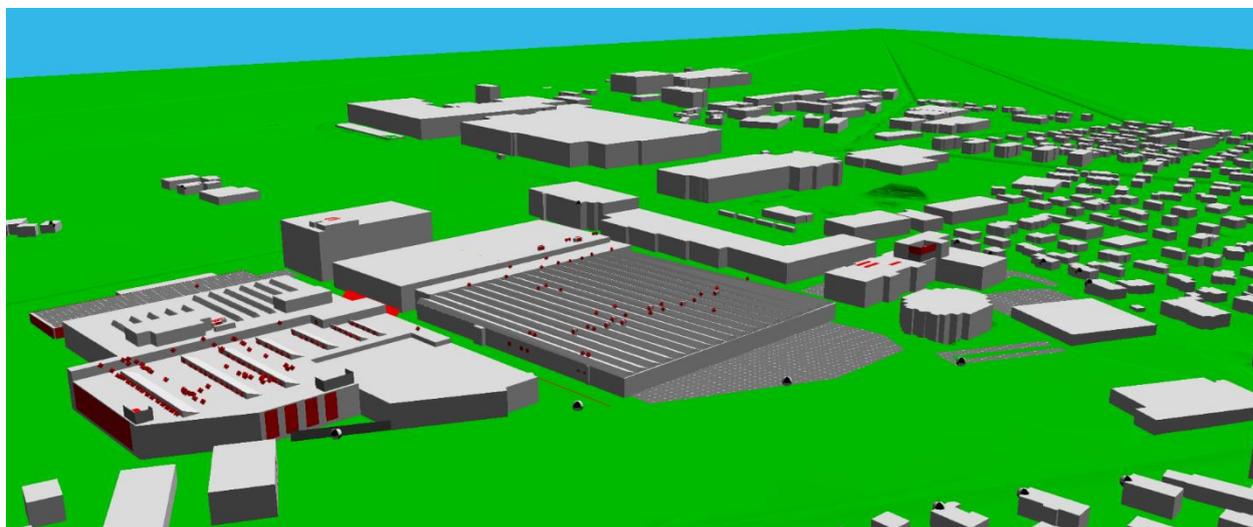
Geschwindigkeitsklasse	Relative Häufigkeit der Geschwindigkeitsklasse tagsüber [%]	Relative Häufigkeit der Geschwindigkeitsklasse während der Nacht [%]
Total	100.00%	100.00%
0-1 m/s	6.69%	9.55%
1-2 m/s	18.25%	18.07%
2-3 m/s	16.90%	14.67%
3-4 m/s	16.89%	12.77%
4-5 m/s	15.92%	12.33%
5-6 m/s	10.44%	11.27%
6-7 m/s	6.72%	9.03%
7-8 m/s	3.55%	5.78%
8-9 m/s	2.17%	3.21%
9-10 m/s	1.29%	1.67%
10-11 m/s	0.73%	0.96%
11-12 m/s	0.25%	0.32%
12-13 m/s	0.14%	0.16%
13-14 m/s	0.03%	0.11%
14-15 m/s	0.02%	0.04%
15-16 m/s	0.00%	0.02%
16-17 m/s	0.00%	0.02%
17-18 m/s	0.00%	0.00%
18-19 m/s	0.00%	0.01%
19-20 m/s	0.00%	0.01%
20-21 m/s	0.00%	0.00%
21-22 m/s	0.00%	0.00%

Tabelle 11: Relative Häufigkeit (in %) der Windgeschwindigkeitsklassen am Maststandort, langjährig korrigiert und auf 145 m extrapoliert.

Geschwindigkeitsklasse	Relative Häufigkeit der Geschwindigkeitsklasse tagsüber [%]	Relative Häufigkeit der Geschwindigkeitsklasse während der Nacht [%]
Total	100.00%	100.00%
0-1 m/s	6.44%	9.25%
1-2 m/s	17.71%	17.57%
2-3 m/s	16.77%	14.34%
3-4 m/s	16.32%	12.50%
4-5 m/s	15.85%	11.90%
5-6 m/s	10.78%	11.24%
6-7 m/s	6.87%	9.17%
7-8 m/s	4.00%	6.15%
8-9 m/s	2.20%	3.85%
9-10 m/s	1.49%	1.90%
10-11 m/s	0.92%	1.21%
11-12 m/s	0.39%	0.44%
12-13 m/s	0.17%	0.20%
13-14 m/s	0.06%	0.15%
14-15 m/s	0.01%	0.04%
15-16 m/s	0.01%	0.03%
16-17 m/s	0.00%	0.02%
17-18 m/s	0.01%	0.01%
18-19 m/s	0.00%	0.00%
19-20 m/s	0.00%	0.01%
20-21 m/s	0.00%	0.01%
21-22 m/s	0.00%	0.00%
22-23 m/s	0.00%	0.00%

Lärmgutachten SFS Produktionswerk Heerbrugg | SINUS AG

Gemeinden Au und Widnau
SFS Produktionswerk Heerbrugg



Lärmgutachten

27. August 2024

Auftraggeber: SFS Group Schweiz AG
Rosenbergsaustasse 10
9435 Heerbrugg

Auftragnehmer: SINUS AG
Lärmschutz und Akustik
Bienenstrasse 24
4702 Oensingen

Telefon: 041 469 40 40
Internet: www.sinusag.ch
E-Mail: thomas.minder@sinusag.ch

Projektleiter: Thomas Minder, dipl. Ing. FH, dipl. Akustiker SGA

Auftrag-Nr.: 23-254

Version: 23-254_Lärmgutachten V2.docx

Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag und Grundlagen	3
1.1	Auftrag	3
1.2	Grundlagen	3
1.3	Situation	4
2	Grundlagen der Lärmermittlung und Beurteilung	5
2.1	Lärmrechtliche Anforderungen	5
2.2	Vorgehen bei der Lärmermittlung	5
3	Empfindlichkeitsstufen und Belastungsgrenzwerte	6
3.1	Massgebende Empfindlichkeitsstufe (ES)	6
3.2	Massgebender Belastungsgrenzwert Lr	7
4	Lärmmessungen	7
5	Emissionsdaten und Pegelkorrekturen	8
5.1	Lärmphasen und Abgrenzung	8
5.2	Einzellärmquellen und Emissionsdaten	8
5.3	Pegelkorrekturen nach Anhang 6 LSV	9
5.4	Modellierung CadnaA	10
6	Resultate I&G-Lärm	11
6.1	Ist-Zustand Altanlagen	11
6.2	Ist-Zustand Gesamtanlage (ohne Windkraftprojekt)	13
6.3	Ist-Zustand Neuanlagen (inkl. Windkraftanlage)	14
7	Lärmschutzmassnahmen	15
7.1	Relevante Lärmquellen	15
7.2	Spezifische Massnahmen relevante Quellen	15
7.2.1	Massnahmen Stufe 1	15
7.2.2	Massnahmen Stufe 2	16
7.3	Beurteilung Neuanlagen mit Massnahmen Stufe 1	17
7.4	Geänderte Gesamtanlage mit Massnahmen Stufe 1	18
7.5	Beurteilung Neuanlagen mit Massnahmen Stufe 2	19
7.6	Geänderte Gesamtanlage mit Massnahmen Stufe 2	20

Revisionsindex

- V0 (21.03.2024) Erstversion
- V1 (19.04.2024) Trennung Altanlagen und Neuanlagen
Begründung für Pegelkorrekturen
Zusätzliche Beurteilungspunkte Parzelle 1790
- V2 (23.08.2024) Pegelkorrekturen bei Immissionspunkten abhängig vom Gebiet
Massnahmen schrittweise mit Zwischenmessung / -beurteilung

1 Auftrag und Grundlagen

1.1 Auftrag

Ausgangslage

Die SFS Group Schweiz AG plant an ihrem Standort in Heerbrugg (Gemeinde Au) den Bau einer Windkraftanlage.

In diesem Zusammenhang wird von den zuständigen Vollzugsbehörden ein Lärmgutachten verlangt, welches den Nachweis erbringt, dass der zukünftige Gesamtbetrieb die gemäss Umweltschutzgesetz (USG) und Lärmschutz-Verordnung (LSV) massgebenden Belastungsgrenzwerte in der Umgebung einhalten kann.

Die Neuanlagen (bewilligt nach 1.1.1985) dürfen dabei die massgebenden Planungswerte nicht überschreiten.

Für die neue Windkraftanlage in Kombination mit allen anderen Neuanlagen sind ebenfalls die Planungswerte gemäss Anhang 6 LSV einzuhalten (mit dem Gutachten von Meteotest vom 6. Oktober 2023 wird dies nur für die Windkraftanlage alleine nachgewiesen).

Die zukünftige Gesamtanlage (bestehender Betrieb und neue Windkraftanlage zusammen) dürfen als geänderte ortsfeste Anlage zu keiner Überschreitung der massgebenden Immissionsgrenzwerte führen.

1.2 Grundlagen

Rechtsgrundlagen

- Umweltschutzgesetz (USG) vom 7. Oktober 1983 (Stand am 1. Januar 2024)
- Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986 (Stand am 1. November 2023)
- Zonenplan der Gemeinde Au (Geoportal Au, Zugriff 19. März 2024)
- Zonenplan Gemeinde Widnau (27. Oktober 1994 mit Nachführungen bis 20. Oktober 2017)
- Baureglement G5 Gemeinden (vom Baudepartement des Kantons St. Gallen genehmigt am 19. Januar 2007)

Fachliche Grundlagen

- Grunddatensatz der amtlichen Vermessung und Höhenkurven
- Vollzugshilfe für Industrie- und Gewerbelärm (BAFU 2016)
- Technischer Bericht: LKW-Studie: Untersuchung von Geräuschemissionen durch logistische Vorgänge von Lastkraftwagen (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, 2024)
- Berechnungsmodell CadnaA (Version 2024 MR1 Datakustik GmbH)

Plangrundlagen

- Areal- und Fassadenpläne SFS

1.3 Situation

Abbildung 1:
Orthofoto (GeoPortal SG)

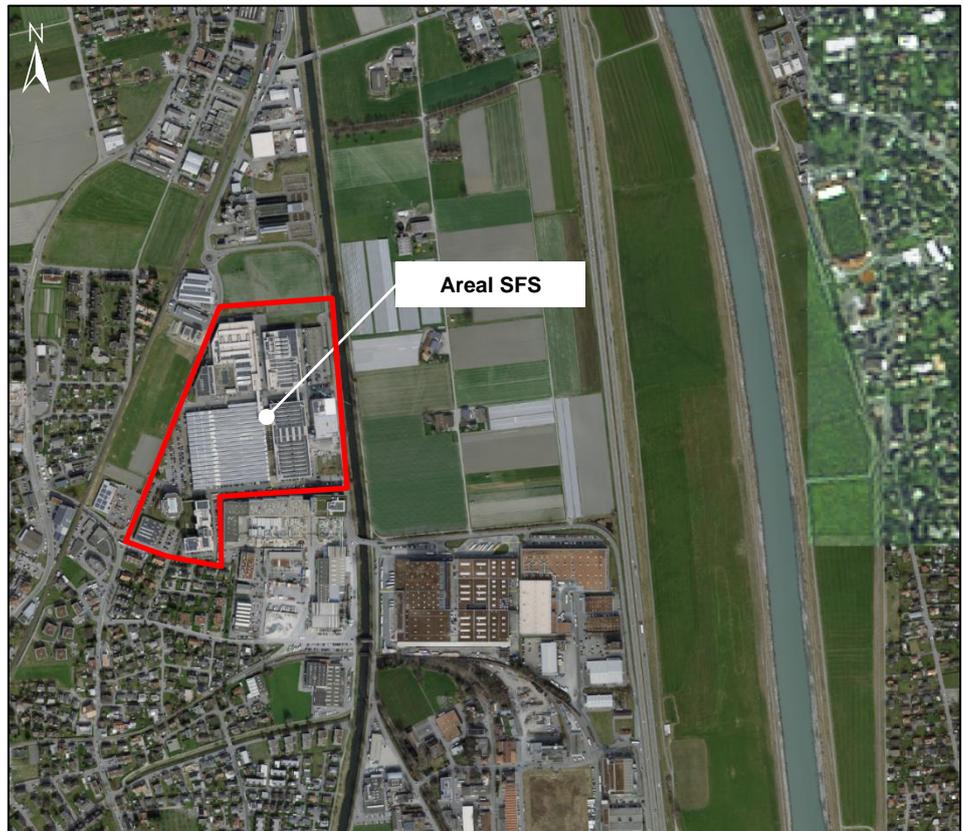


Abbildung 2:
Arealplan SFS



2 Grundlagen der Lärmermittlung und Beurteilung

USG und LSV Die relevanten Bestimmungen aus dem Umweltschutzgesetz (USG) und der Lärmschutz-Verordnung (LSV) befinden sich im Anhang dieses Berichtes.

2.1 Lärmrechtliche Anforderungen

Altrechtliche Anlage Die bestehenden Anlagen (vor dem 1.1.1985 bewilligt) der SFS AG sind im Sinn der Umweltschutzgesetzgebung als bestehende Anlagen einzustufen. Diese dürfen nach Art. 13 nicht dazu führen, dass die Immissionsgrenzwerte wesentlich überschritten werden.

Neuanlagen Anlagen, welche nach Inkrafttreten des Umweltschutzgesetzes neu erstellt wurden resp. erstellt werden, gelten als Neuanlagen. Diese dürfen insgesamt nicht dazu führen, dass in der Umgebung die massgebenden Planungswerte überschritten werden (Art. 25 USG und 7 LSV). Auch die geplante Windkraftanlage gehört zu diesen Neuanlagen und darf zusammen mit den anderen Neuanlagen demzufolge die Planungswerte nicht überschreiten.

Geänderte Anlage Wird eine bestehende Anlage wesentlich geändert oder erweitert, so müssen die Lärmimmissionen der gesamten Anlage mindestens soweit begrenzt werden, dass die Immissionsgrenzwerte nicht überschritten werden. Die neuen Teile allein dürfen die Planungswerte nicht überschreiten.

Vorsorgeprinzip, Einhaltung der Planungswerte Die Lärmemissionen sind im Rahmen der technischen und betrieblichen Möglichkeit sowie der wirtschaftlichen Tragbarkeit zu begrenzen (Vorsorgeprinzip). Zudem müssen die Planungswerte in der Mitte der offenen Fenster lärmempfindlich genutzter Räume bzw. auf der Baulinie bei noch nicht überbauten Bauzonen eingehalten werden.

2.2 Vorgehen bei der Lärmermittlung

Ermittlungsmethode Die Lärmimmissionen können gestützt auf Art. 38 LSV anhand von Berechnungen oder Messungen ermittelt werden. Im vorliegenden Fall kamen beide Ermittlungsmethoden zum Zuge. Für die Lärmberechnungen wurde ein digitales Geländemodell erstellt, mit detaillierten Terraindaten, allen relevanten Hindernissen und Reflektoren. Die Modellierung der Schallquellen erfolgte auf Basis emissionsseitiger Kurzzeitlärmmessungen bei den relevanten Lärmquellen.

Beurteilungsunsicherheit Die berechneten Beurteilungspegel weisen im Sinne einer Standardabweichung erfahrungsgemäss eine Beurteilungsunsicherheit von ca. ± 2.5 dB(A) auf. Für die Lärmbeurteilung massgebend ist der ausgewiesene Mittelwert.

Beurteilungszeiträume Die Lärmschutz-Verordnung (Anhang 6) unterscheidet zwischen den Beurteilungszeiträumen Tag (07 – 19 Uhr) und Nacht (19 – 07 Uhr).

3 Empfindlichkeitsstufen und Belastungsgrenzwerte

3.1 Massgebende Empfindlichkeitsstufe (ES)

In der Gemeinde Au sind die Lärmempfindlichkeitsstufen im Zonenplan festgelegt und ausgewiesen.

Abbildung 3:
Ausschnitt Zonenplan
(Quelle GeoPortal Au)

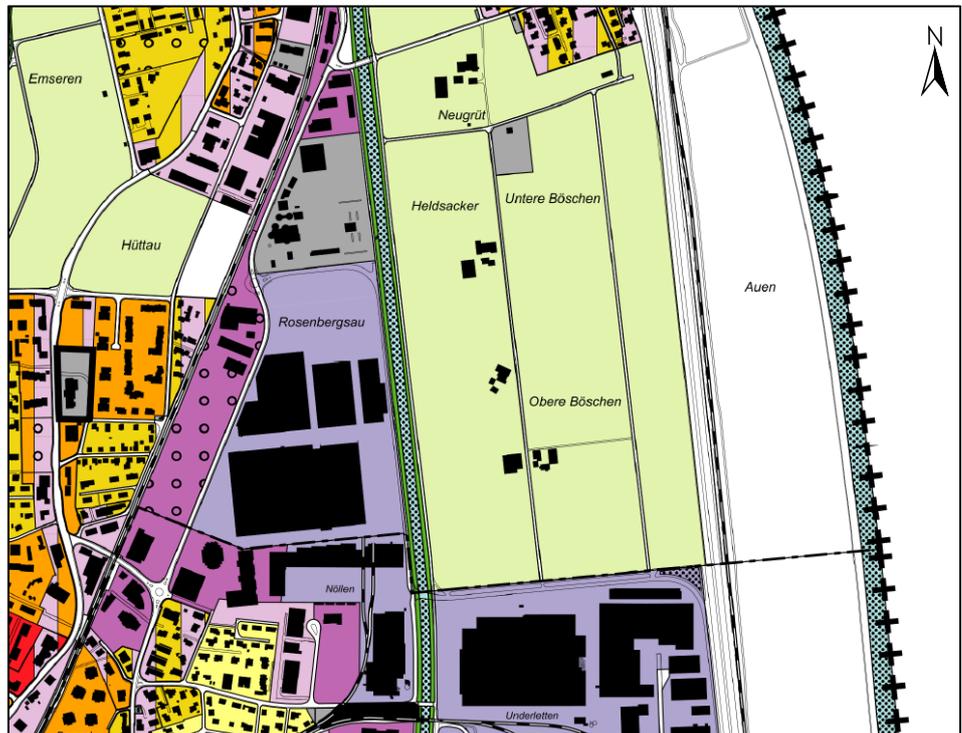


Abbildung 4:
Legende Zonenplan

	Wohnzone WE/W2a (1 - 2 Vollgeschosse)	ES II
	Wohnzone W2/W2b/W2c (2 Vollgeschosse)	ES II
	Wohnzone W3 (3 Vollgeschosse)	ES II
	Wohnzone W4 (4 Vollgeschosse)	ES II
	Wohnzone W5 (5 Vollgeschosse)	ES II
	Gewerbe-Industriezone GIA	ES III
	Gewerbe-Industriezone GIB	ES III
	Gewerbe-Industriezone GIC	ES III
	Industriezone I A	ES IV
	Industriezone I B	ES IV
	Industriezone I C	ES IV
	Wohn-Gewerbezone WG2 (2 Vollgeschosse)	ES III
	Wohn-Gewerbezone WG3 (3 Vollgeschosse)	ES III
	Wohn-Gewerbezone WG4 (4 Vollgeschosse)	ES III

3.2 Massgebender Belastungsgrenzwert Lr

Anhang 6 LSV

Für die Beurteilung der Lärmimmissionen gelten die Belastungsgrenzwerte für Industrie- und Gewerbelärm gemäss Anhang 6 LSV. Wie bereits erwähnt kommen gemäss Art. 8 und Art. 13 LSV für die zukünftige Gesamtanlage die Immissionsgrenzwerte zur Anwendung.

Für die Neuanlagen insgesamt gelten jedoch nach Art. 7 LSV die strengeren Planungswerte.

Tabelle 1:
Belastungsgrenzwerte für Wohnräume (Anhang 6 LSV)

Empfindlichkeitsstufe (Art. 43)	Planungswert		Immissionsgrenzwert		Alarmwert	
	Lr in dB(A)		Lr in dB(A)		Lr in dB(A)	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
I	50	40	55	45	65	60
II	55	45	60	50	70	65
III	60	50	65	55	70	65
IV	65	55	70	60	75	70

Legende:

Lr: Belastungsgrenzwert

Belastungsgrenzwerte für Betriebsräume

Die Belastungsgrenzwerte gelten für lärmempfindliche Räume in Wohnungen. Für Räume in Betrieben in der ES I, II oder III gelten um 5 dB(A) höhere Belastungsgrenzwerte (Art. 42 LSV).

4 Lärmmessungen

Um die Schalleistungspegel der bestehenden Teilanlagen bestimmen zu können, wurden emissionsseitige Messungen durchgeführt. Die Lärmmessungen fanden am 15. Februar 2024 durch die SINUS AG statt.

Verwendete Messgeräte

- Schallanalysator Norsonic SA Typ 140 (S/N 1405502)
- ½"-Messmikrofon Norsonic Typ 1225 (S/N 225545)
- Vorverstärker Norsonic Typ 1209 (S/N 20511)
- Kalibrator Norsonic Typ 1251 (S/N 17257)

Eichung der Messgeräte

Die eingesetzten Messgeräte sind alle innerhalb der letzten zwei Jahre beim Bundesamt für Metrologie (METAS) entsprechend dem Anhang 2 LSV geeicht worden. Sie entsprechen der Klasse 1 gemäss den Empfehlungen der Internationalen Elektronischen Kommission (IEC) und arbeiten innerhalb der erlaubten Toleranz von ± 0.7 dB (Kalibrator ± 0.3 dB). Die Messkette wurde vor und nach der Messung kalibriert.

Messparameter

Die einzelnen Emissionsmessungen wurden mit folgenden Geräteeinstellungen vorgenommen: Variable Messdauer; Erfassung der Mittelungspegel im Terzspektrum zwischen 6.3 Hz und 20 kHz; Messintervall 1 Sekunde; Mittelung der 1 Sekunden-Terzpegel über die gesamte Messdauer. Die Messprotokolle befinden sich im Anhang dieses Berichtes.

Die Messungen fanden während des normalen Betriebs der Anlage statt. Einzelne Aggregate wurden extra für die Messung auf die maximale Betriebsstufe reguliert.

Auf Grund von Fremdeinflüsse benachbarter Quellen ist es möglich, dass einzelne der ausgewiesenen Emissionspegel etwas zu hoch ausfallen, wobei eine exakte Angabe dazu nicht möglich ist (schätzungsweise können dies bis zu 2 dB sein). Die daraus abgeleiteten Schalleistungspegel liegen somit tendenziell auf der sicheren Seite.

5 Emissionsdaten und Pegelkorrekturen

5.1 Lärmphasen und Abgrenzung

Definition Lärmphasen LSV

Lärmphasen sind Zeitabschnitte, in denen am Immissionsort ein nach Schallpegelhöhe sowie Ton- und Impulsgehalt einheitlicher Lärm einwirkt (Anhang 6, Ziff. 31 Abs. 3 LSV).

Räumliche Abgrenzung

Die Lärmermittlung nach Anhang 6 LSV (Industrie- und Gewerbelärm) beschränkt sich auf Aktivitäten innerhalb des Betriebsareals. Die Zu- und Wegfahrten auf dem öffentlichen Strassennetz werden nach Anhang 3 LSV (Strassenverkehrslärm) beurteilt und sind nicht Bestandteil dieses Gutachtens.

Grundlagedaten

Nachfolgend werden die Grundlagen für die Emissionsdaten erläutert. Das Lärmquellenverzeichnis des Berechnungsmodells findet sich im Anhang.

5.2 Einzellärmquellen und Emissionsdaten

Verkehr auf dem Betriebsareal

Für die Anlieferung / Spedition ist gemäss Angaben SFS durchschnittlich 18 LKWs zu rechnen. Diese werden ausschliesslich im Tageszeitraum abgefertigt und können auch nur in der Zeit zwischen 07⁰⁰ und 18⁰⁰ Uhr auf das Gelände fahren. Das Berechnungsmodell beinhaltet eine 240 m lange Zufahrts- und Wegfahrtsstrecke (vorwärts) sowie pro Andockstelle eine 22 m lange Rangierstrecke (rückwärts) auf dem Betriebsareal. Die Modellierung erfolgt als Linienquellen in 1 m Höhe über Boden.

Einzelgeräusche LKW und Güterumschlag

Die LKW-Einzelgeräusche beinhalten Betriebsbremsen, Motorleerlauf, Türenschlagen und Motoranlassen. Zudem wird pro Fahrzeug eine 20-minütige Lärmphase für den Materialumschlag mit einem durchschnittlichen Schalleistungspegel von 88 dB(A) berücksichtigt (Quelle: Hessisches Landesamt für Umwelt, 2005). Die Modellierung erfolgt als Flächenquelle in 1 m Höhe über Boden.

Parkierung Auf dem Areal liegen diverse Parkplätze. Diese werden von unterschiedlichen Nutzergruppen belegt (z.B. Besucher, Schichtarbeiter, etc.). Dies führt zu unterschiedlichen Belegungszahlen:

- Besucher (53 PP) 6 Bewegungen am Tag, 0.25 Bewegungen in der Nacht
- Tagbetrieb (506 PP) 2 Bewegungen am Tag, 0.1 Bewegungen in der Nacht
- Schichtbetrieb (611 PP) 2 Bewegungen am Tag, 1 Bewegungen in der Nacht

Die entsprechenden Emissionsberechnungen basieren auf der VSS-Norm 40578 und sind im Anhang dokumentiert.

Quellen Industrieanlage Für die Quellen der Industrieanlagen werden die vor Ort messtechnisch erfassten Emissionsdaten verwendet. Die entsprechenden Betriebsdaten (Laufzeiten) wurden uns von der SFS für die einzelnen Anlageteile angegeben. Um die Übersichtlichkeit des Berichtes zu gewährleisten, werden an dieser Stelle die einzelnen Quellen (Kamine, Kühler, etc.) nicht aufgeführt. Die entsprechenden Angaben sind in den Quellenlisten im Anhang ersichtlich.

5.3 Pegelkorrekturen nach Anhang 6 LSV

Für die Berechnung des Beurteilungspegels werden Korrekturen für die Lärmart (K1), den Tongehalt (K2) und den Impulsgehalt (K3) zugeschlagen.

Lärmart K1 Die Zuschläge für die Lärmart sind gemäss Anhang 6 LSV klar vorgegeben (Ziff. 33 Abs. 1).

Tongehalt K2 und Impulsgehalt K3 Die Zuschläge K2 bzw. K3 betragen 0 dB (nicht hörbar), 2 dB (schwach hörbar), 4 dB (deutlich hörbar) oder 6 dB (stark hörbar). Diese Zuschläge beinhalten immer eine subjektive Komponente und basieren auf Höreindrücken vor Ort und Erfahrungswerten mit vergleichbaren Anlagen.

Konkrete Zuordnung der Pegelkorrekturen Die Pegelkorrekturen K1 bis K3 nach Anhang 6 LSV werden in dieser Ermittlung / Beurteilung auf Grund der Absprache mit dem Amt für Umwelt SG gebietsweise direkt den Immissionsorten zugeordnet. Die entsprechenden Werte sind den Ergebnistabellen (Tabelle 2 bis Tabelle 6) zu entnehmen.

5.4 Modellierung CadnaA

Lärmquellen, Reflexionen

Die vorstehend aufgeführten Lärmereignisse wurden im Berechnungsmodell CadnaA als Punkt-, Linien- und Flächenquellen definiert. Für die Berechnungen wurden Reflexionen bis zur 3. Ordnung mitberücksichtigt. Die Bodenabsorption G beträgt generell 1.0 (absorbierend). Für befestigte Flächen (Strassen, Parkplätze, etc.) sowie Gewässer ist die Bodenabsorption 0.0 (reflektierend). Die Ausbreitungsberechnung wurde spektral in Oktavbändern gerechnet.

Abbildung 5:
Lärmphasen, Ausschnitt
CadnaA-Modell



6 Resultate I&G-Lärm

6.1 Ist-Zustand Altanlagen

In diesem Kapitel werden die Lärmbelastungen für die heute bestehenden Anlagen, welche bereits vor dem 1.1.1985 bestanden (ohne zusätzliche Massnahmen) ausgewiesen.

Die folgende Abbildung zeigt die Immissionspunkte, für welche die Lärmermittlungen durchgeführt wurden. Dabei entsprechen die IP 01 bis IP 13 den identischen Beurteilungsorten wie diese im Gutachten Meteotest für die Windkraftanlage berücksichtigt wurden.

Abbildung 6:
Lage der Beurteilungspunkte



Genauigkeit

Die nachstehend ausgewiesenen Beurteilungspegel weisen eine Genauigkeit im Sinne einer Standardabweichung von ± 2.5 dB auf. Für die Beurteilung sind die ausgewiesenen Mittelwerte massgebend.

Tabelle 2:
Lärmermittlung
Ist-Zustand Altanlagen

Bezeichnung	Immissionspegel Leq		Immissionsgrenzwert		ES	Pegelkorrektur Tag			Pegelkorrektur Nacht			Beurteilungspegel Lr	
	Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Tag (dBA)	Nacht (dBA)		dB(A)	K1 dB	K2 dB	K3 dB	K1 dB	K2 dB	K3 dB	Tag (dBA)
IP 01	33.3	28.8	65	55	III	5	2	0	5	2	0	40.3	35.8
IP 02	38.1	33.6	65	55	III	5	2	0	5	2	0	45.1	40.6
IP 03	35.6	32.1	65	55	III	5	2	0	5	2	0	42.6	39.1
IP 04 *	49.8	45.9	70	60	IV	5	2	0	5	2	0	56.8	52.9
IP 05	42.4	38.8	60	50	II	5	2	0	5	2	0	49.4	45.8
IP 06	42.1	36.3	60	50	II	5	0	0	10	0	0	47.1	46.3
IP 07	39.0	34.1	65	55	III	5	4	0	5	4	0	48.0	43.1
IP 08	37.2	31.6	65	55	III	5	0	0	10	0	0	42.2	41.6
IP 09	38.5	33.3	60	50	II	5	0	0	10	0	0	43.5	43.3
IP 10 *	34.2	29.7	65	55	II	5	0	0	10	0	0	39.2	39.7
IP 11	28.8	24.5	65	55	III	5	0	0	10	0	0	33.8	34.5
IP 12	28.4	23.9	60	50	II	5	0	0	10	0	0	33.4	33.9
IP 13	25.7	21.5	60	50	II	5	0	0	10	0	0	30.7	31.5
IP 14	34.7	29.2	60	50	II	5	0	0	10	0	0	39.7	39.2
IP 15	38.6	33.1	60	50	II	5	0	0	10	0	0	43.6	43.1
IP 16	37.2	32.2	60	50	II	5	0	0	10	0	0	42.2	42.2
IP 17	42.2	36.2	60	50	II	5	0	0	10	0	0	47.2	46.2
IP 18	41.8	36.0	60	50	II	5	0	0	10	0	0	46.8	46.0
IP 19	40.6	34.6	60	50	II	5	0	0	10	0	0	45.6	44.6
IP 20	37.1	32.7	65	55	III	5	2	0	5	2	0	44.1	39.7
IP 21	40.5	34.5	60	50	II	5	0	0	10	0	0	45.5	44.5
IP 22	40.9	35.1	60	50	II	5	0	0	10	0	0	45.9	45.1
IP 23	39.8	33.9	60	50	II	5	0	0	10	0	0	44.8	43.9
IP 24	39.3	33.5	60	50	II	5	0	0	10	0	0	44.3	43.5
IP 25	39.5	33.6	65	55	III	5	0	0	10	0	0	44.5	43.6
IP 26	38.8	33.0	65	55	III	5	0	0	10	0	0	43.8	43.0
IP 27	37.2	31.7	65	55	III	5	0	0	10	0	0	42.2	41.7
IP 28	40.3	36.7	60	50	II	5	2	0	5	2	0	47.3	43.7
IP 29	34.0	29.9	60	50	II	5	2	0	5	2	0	41.0	36.9
IP 30	28.4	23.2	60	50	II	5	2	0	5	2	0	35.4	30.2
IP 31	33.9	28.7	60	50	II	5	2	0	5	2	0	40.9	35.7
IP 32	39.0	33.2	60	50	II	5	0	0	10	0	0	44.0	43.2
IP 33	39.0	33.7	60	50	II	5	0	0	10	0	0	44.0	43.7
IP 34	39.2	33.7	60	50	II	5	0	0	10	0	0	44.2	43.7
IP 35	39.5	33.8	60	50	II	5	0	0	10	0	0	44.5	43.8
IP 36	40.9	35.6	65	55	III	5	4	0	5	4	0	49.9	44.6
IP 37	51.1	43.4	65	55	III	5	4	0	5	4	0	60.1	52.4
IP 39	48.1	41.6	65	55	III	5	4	0	5	4	0	57.1	50.6
IP 38	52.2	45.4	65	55	III	5	4	0	5	4	0	61.2	54.4

* Betriebsnutzung (nachts in der Regel keine Nutzung -> keine Beurteilung)

Grenzwert bei den roten Beurteilungspegeln überschritten

Resultat

Die massgebenden Immissionsgrenzwerte der ES II (60 dBA tags, 50 dBA nachts), der ES III (65 dBA tags, 55 dBA nachts) und der ES IV (70 dBA tags, 60 dBA nachts) können für die Altanlagen bei allen Beurteilungspunkten eingehalten werden.

6.2 Ist-Zustand Gesamtanlage (ohne Windkraftprojekt)

**Tabelle 4:
Lärmermittlung
Ist-Zustand Gesamtanla-
gen**

Bezeichnung	Immissionspegel Leq		Immissionsgrenzwert		ES	Pegelkorrektur Tag			Pegelkorrektur Nacht			Beurteilungspegel Lr	
	Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Tag (dBA)	Nacht (dBA)		dB(A)	K1 dB	K2 dB	K3 dB	K1 dB	K2 dB	K3 dB	Tag (dBA)
IP 01	39.5	36.6	65	55	III	5	2	0	5	2	0	46.5	43.6
IP 02	42.4	39.5	65	55	III	5	2	0	5	2	0	49.4	46.5
IP 03	40.0	37.2	65	55	III	5	2	0	5	2	0	47.0	44.2
IP 04 *	50.6	46.7	70	60	IV	5	2	0	5	2	0	57.6	53.7
IP 05	48.3	42.5	60	50	II	5	2	0	5	2	0	55.3	49.5
IP 06	45.9	40.5	60	50	II	5	0	0	10	0	0	50.9	50.5
IP 07	55.4	50.0	65	55	III	5	4	0	5	4	0	64.4	59.0
IP 08	47.4	42.4	65	55	III	5	0	0	10	0	0	52.4	52.4
IP 09	46.8	42.1	60	50	II	5	0	0	10	0	0	51.8	52.1
IP 10 *	45.1	41.0	65	55	II	5	0	0	10	0	0	50.1	51.0
IP 11	35.6	32.2	65	55	III	5	0	0	10	0	0	40.6	42.2
IP 12	34.1	30.7	60	50	II	5	0	0	10	0	0	39.1	40.7
IP 13	29.8	27.0	60	50	II	5	0	0	10	0	0	34.8	37.0
IP 14	40.4	35.6	60	50	II	5	0	0	10	0	0	45.4	45.6
IP 15	45.2	40.3	60	50	II	5	0	0	10	0	0	50.2	50.3
IP 16	46.2	41.5	60	50	II	5	0	0	10	0	0	51.2	51.5
IP 17	45.3	39.7	60	50	II	5	0	0	10	0	0	50.3	49.7
IP 18	45.0	39.7	60	50	II	5	0	0	10	0	0	50.0	49.7
IP 19	44.3	39.1	60	50	II	5	0	0	10	0	0	49.3	49.1
IP 20	49.8	42.9	65	55	III	5	2	0	5	2	0	56.8	49.9
IP 21	45.4	40.1	60	50	II	5	0	0	10	0	0	50.4	50.1
IP 22	45.9	40.8	60	50	II	5	0	0	10	0	0	50.9	50.8
IP 23	46.9	41.9	60	50	II	5	0	0	10	0	0	51.9	51.9
IP 24	46.8	41.8	60	50	II	5	0	0	10	0	0	51.8	51.8
IP 25	47.1	42.1	65	55	III	5	0	0	10	0	0	52.1	52.1
IP 26	47.1	42.2	65	55	III	5	0	0	10	0	0	52.1	52.2
IP 27	46.5	41.7	65	55	III	5	0	0	10	0	0	51.5	51.7
IP 28	45.7	40.2	60	50	II	5	2	0	5	2	0	52.7	47.2
IP 29	48.7	41.1	60	50	II	5	2	0	5	2	0	55.7	48.1
IP 30	47.1	39.5	60	50	II	5	2	0	5	2	0	54.1	46.5
IP 31	47.1	40.1	60	50	II	5	2	0	5	2	0	54.1	47.1
IP 32	44.4	39.5	60	50	II	5	0	0	10	0	0	49.4	49.5
IP 33	47.0	42.3	60	50	II	5	0	0	10	0	0	52.0	52.3
IP 34	46.9	42.1	60	50	II	5	0	0	10	0	0	51.9	52.1
IP 35	45.5	40.6	60	50	II	5	0	0	10	0	0	50.5	50.6
IP 36	55.4	50.2	65	55	III	5	4	0	5	4	0	64.4	59.2
IP 37	53.2	46.8	65	55	III	5	4	0	5	4	0	62.2	55.8
IP 39	50.7	44.3	65	55	III	5	4	0	5	4	0	59.7	53.3
IP 38	53.2	45.9	65	55	III	5	4	0	5	4	0	62.2	54.9

* Betriebsnutzung (nachts in der Regel keine Nutzung -> keine Beurteilung)

Grenzwert bei den roten Beurteilungspegeln überschritten

Resultat

Die massgebenden Immissionsgrenzwerte der ES II (60 dBA tags, 50 dBA nachts), der ES III (65 dBA tags, 55 dBA nachts) und der ES IV (70 dB(A) tags, 60 dB(A) nachts) können für die Gesamtanlage im Ist-Zustand nachts **nicht** bei allen Beurteilungspunkten eingehalten werden.

Die maximale Überschreitung in der Nacht 4.2 dB.

Zur Einhaltung der massgebenden Grenzwerte sind somit zusätzliche Massnahmen zur Reduktion der massgebenden Teilemissionen (z.B. Abschirmung relevanter Quellen oder Einbau von Schalldämpfern bei relevanten Quellen) zu realisieren.

6.3 Ist-Zustand Neuanlagen (inkl. Windkraftanlage)

Bei den Immissionspunkten IP 01 bis IP 13 werden auch die Immissionen der geplanten Windkraftanlage mitberücksichtigt (gemäss Gutachten Meteotest).

Tabelle 3:
Lärmermittlung
Ist-Zustand Neuanlagen

Bezeichnung	Immissionspegel Leq		Planungswerte		ES	Pegelkorrektur Tag			Pegelkorrektur Nacht			Beurteilungspegel Lr	
	Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Tag (dBA)	Nacht (dBA)		dB(A)	K1 dB	K2 dB	K3 dB	K1 dB	K2 dB	K3 dB	Tag (dBA)
IP 01	40.5	38.4	60	50	III	5	2	0	5	2	0	47.5	45.4
IP 02	42.0	40.0	60	50	III	5	2	0	5	2	0	49.0	47.0
IP 03	39.4	36.9	60	50	III	5	2	0	5	2	0	46.4	43.9
IP 04 *	43.3	40.1	65	55	IV	5	2	0	5	2	0	50.3	47.1
IP 05	40.1	41.1	55	45	II	5	2	0	5	2	0	47.1	48.1
IP 06	43.8	41.1	55	45	II	5	0	0	10	0	0	48.8	51.1
IP 07	55.4	50.1	60	50	III	5	4	0	5	4	0	64.4	59.1
IP 08	47.7	44.0	60	50	III	5	0	0	10	0	0	52.7	54.0
IP 09	46.2	42.0	55	45	II	5	0	0	10	0	0	51.2	52.0
IP 10 *	44.9	40.9	55	45	II	5	0	0	10	0	0	49.9	50.9
IP 11	34.8	32.1	60	50	III	5	0	0	10	0	0	39.8	42.1
IP 12	32.7	29.7	55	45	II	5	0	0	10	0	0	37.7	39.7
IP 13	27.7	25.5	55	45	II	5	0	0	10	0	0	32.7	35.5
IP 14	39.0	34.5	55	45	II	5	0	0	10	0	0	44.0	44.5
IP 15	44.1	39.5	55	45	II	5	0	0	10	0	0	49.1	49.5
IP 16	45.6	41.0	55	45	II	5	0	0	10	0	0	50.6	51.0
IP 17	42.1	37.3	55	45	II	5	0	0	10	0	0	47.1	47.3
IP 18	42.0	37.5	55	45	II	5	0	0	10	0	0	47.0	47.5
IP 19	41.4	37.1	55	45	II	5	0	0	10	0	0	46.4	47.1
IP 20	41.0	37.3	60	50	III	5	2	0	5	2	0	48.0	44.3
IP 21	43.6	38.8	55	45	II	5	0	0	10	0	0	48.6	48.8
IP 22	44.2	39.6	55	45	II	5	0	0	10	0	0	49.2	49.6
IP 23	45.9	41.2	55	45	II	5	0	0	10	0	0	50.9	51.2
IP 24	45.9	41.2	55	45	II	5	0	0	10	0	0	50.9	51.2
IP 25	46.3	41.4	60	50	III	5	0	0	10	0	0	51.3	51.4
IP 26	46.4	41.7	60	50	III	5	0	0	10	0	0	51.4	51.7
IP 27	46.0	41.2	60	50	III	5	0	0	10	0	0	51.0	51.2
IP 28	38.2	34.1	55	45	II	5	2	0	5	2	0	45.2	41.1
IP 29	31.3	28.0	55	45	II	5	2	0	5	2	0	38.3	35.0
IP 30	34.1	30.5	55	45	II	5	2	0	5	2	0	41.1	37.5
IP 31	38.9	34.8	55	45	II	5	2	0	5	2	0	45.9	41.8
IP 32	42.8	38.4	55	45	II	5	0	0	10	0	0	47.8	48.4
IP 33	46.2	41.7	55	45	II	5	0	0	10	0	0	51.2	51.7
IP 34	46.1	41.5	55	45	II	5	0	0	10	0	0	51.1	51.5
IP 35	44.2	39.7	55	45	II	5	0	0	10	0	0	49.2	49.7
IP 36	55.3	50.1	60	50	III	5	4	0	5	4	0	64.3	59.1
IP 37	49.1	44.3	60	50	III	5	4	0	5	4	0	58.1	53.3
IP 39	43.6	39.2	60	50	III	5	4	0	5	4	0	52.6	48.2
IP 38	45.7	41.3	60	50	III	5	4	0	5	4	0	54.7	50.3

* Betriebsnutzung (nachts in der Regel keine Nutzung -> keine Beurteilung)

Grenzwert bei den roten Beurteilungspegeln überschritten

Resultat

Die massgebenden Planungswerte der ES II (55 dBA tags, 45 dBA nachts), der ES III (60 dBA tags, 50 dBA nachts) und der ES IV (65 dBA tags, 55 dBA nachts) können für die Neuanlagen inkl. Windkraftanlage **nicht** bei allen Beurteilungspunkten eingehalten werden.

Die Windkraftanlage trägt nur marginal zur Gesamtbelastung bei, die massgebenden Quellen sind bei den bestehenden Anlagen zu finden.

Die maximale Überschreitung am Tag beträgt 4.4 dB und in der Nacht 9.1 dB.

Zur Einhaltung der massgebenden Grenzwerte sind somit zusätzliche Massnahmen zur Reduktion der massgebenden Teilemissionen (z.B. Abschirmung relevanter Quellen oder Einbau von Schalldämpfern bei relevanten Quellen) zu realisieren.

7 Lärmschutzmassnahmen

7.1 Relevante Lärmquellen

Aus den Detailergebnissen der Immissionspunkte mit überschrittenen Planungs- resp. Immissionsgrenzwerten können die Teilpegel der einzelnen Quellen an den jeweiligen Immissionspunkten bestimmt werden. Daraus ergeben sich die Lärmquellen, für welche Massnahmen ergriffen werden müssen, um die Planungs- / Immissionsgrenzwerte einhalten zu können. Die folgende Zusammenstellung listet diese Quellen auf.

Massgebende Lärmquellen

- Kühler (14 Ventis) Südwestecke Dach Härterei (Messprotokolle 7 +8)
- Kühler (10 Ventis) Nordwestecke Dach Härterei (Messprotokolle 20 + 21)
- 2 x Abluftkamine Bandöfen Härterei (Messprotokolle 13 + 14)
- Abluftkamin mit Ventilator oben Dach Härterei (Messprotokoll 9)
- Abluftkamin mit Ventilator oben Dach Härterei (Messprotokoll 11)
- Abluftkamin Glühofen Dach Härterei (Messprotokoll 15)
- 11 x Abluftkamine Härterei (Messprotokoll 10)
- 11 x Abluftkamine Batchofen (Messprotokoll 18 + 19)
- Ablufthaube DLZ 2 Dach Halle 2 (Messprotokoll 36)
- Abluftkamin Waschanlage Dach Halle 2 (Messprotokoll 49)
- 2 x Abluftkamin Waschanlage Dach Halle 3 (Messprotokoll 50)
- 2 x Abluftkamine Waschanlage Dach Halle 3 (Messprotokoll 51)
- Ablufthaube Dach Halle 2 (Messprotokoll 61)
- Ablufthaube Dach Halle 2 (Messprotokoll 62)
- Ablufthaube Dach Halle 2 (Messprotokoll 63)

7.2 Spezifische Massnahmen relevante Quellen

Grundsätzlich sind betriebliche oder bauliche resp. auch eine Kombination dieser beiden Massnahmen möglich.

Betriebliche Massnahmen bedeuten in der Regel eine Reduktion der Betriebszeiten in den kritischen Zeiträumen, was auf Grund der Produktion kaum realisiert werden kann.

Bei den baulichen Massnahmen kommen einerseits Schalldämpfer oder (Teil-) Einhausungen mit Lärmschutzwänden in Frage.

Im vorliegenden Fall werden in Absprache mit dem Amt für Umwelt SG Massnahmen in zwei Stufen vorgeschlagen.

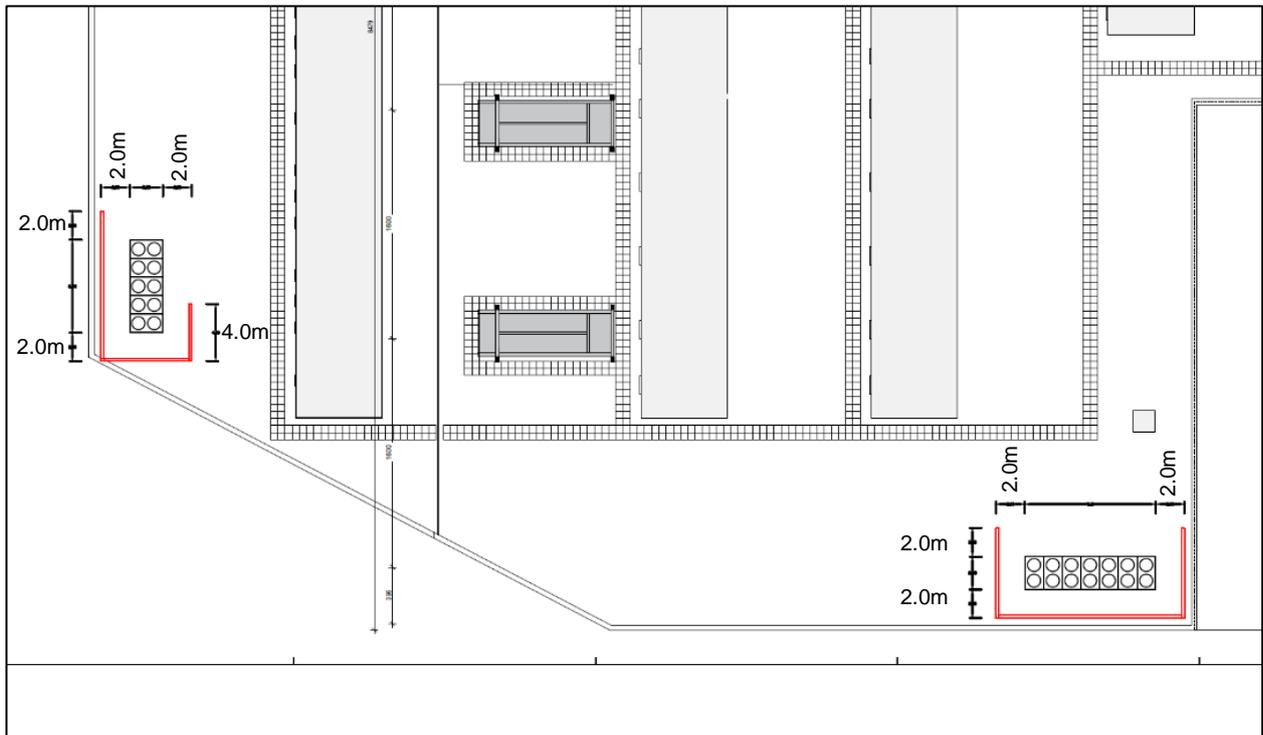
7.2.1 Massnahmen Stufe 1

Abschirmung mit Lärmschutzwänden

Bei den relevanten Kühlern auf dem Dach der Härterei erfolgt die Schallabstrahlung einerseits durch die Ventilatoren nach oben aber andererseits auch über die Kühlflächen zur Seite. Erfahrungsgemäss können zur Reduktion der Schallausbreitung Lärmschutzwände um diese Quellen zu den gewünschten Ergebnissen führen.

Im vorliegenden Fall können die Lärmschutzwände idealerweise gemäss folgender Skizze installiert werden. Die Wände benötigt eine Höhe von mindestens 4.5 m ab Gebäudedach.

Abbildung 7:
Lage / Dimensionen
Lärmschutzwände



7.2.2 Massnahmen Stufe 2

Nach Realisierung der Massnahmen der Stufe 1 sollen an den kritischen Immissionsorten mit erneuten Messungen die erzielten Wirkungen sowie die verbleibenden Lärmbelastungen neu erfasst werden.

Aus den Ergebnissen der neuen Messdaten können in Absprache mit dem Amt für Umwelt einerseits der verbleibende Sanierungsbedarf und andererseits die nach Anhang 6 LSV zu berücksichtigenden Pegelkorrekturen neu definiert werden.

Aus diesen Erkenntnissen lassen sich anschliessend die Massnahmen der Stufe 2 dimensionieren und deren Realisierung planen.

Schalldämpfer

Die zu diesem Zeitpunkt noch relevanten Kaminanlagen und Ablufthauben (vergleiche Abschnitt 7.1) sind mit Schalldämpfern nachzurüsten. Bei der Auslegung der Schalldämpfer soll auf eine gute Wirkung unter Berücksichtigung der Frequenzen gemäss den entsprechenden Messprotokollen geachtet werden.

Bei der Auslegung und Dimensionierung der Schalldämpfer ist unbedingt der Anlagelieferant mit einzubeziehen, um zu gewährleisten, dass die Anlagen nach dem Schalldämpfereinbau noch einwandfrei funktionieren (Druckverluste, Strömungsgeschwindigkeiten, etc.).

7.3 Beurteilung Neuanlagen mit Massnahmen Stufe 1

Diese Beurteilung umfasst alle Neuanlagen inkl. der geplanten Windkraftanlage.

Tabelle 5:
Lärmermittlung
Neuanlagen mit Massnahmen

Bezeichnung	Immissionspegel Leq		Planungswerte		ES	Pegelkorrektur Tag			Pegelkorrektur Nacht			Beurteilungspegel Lr	
	Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Tag (dBA)	Nacht (dBA)		dB(A)	K1 dB	K2 dB	K3 dB	K1 dB	K2 dB	K3 dB	Tag (dBA)
IP 01	40.5	37.5	60	50	III	5	2	0	5	2	0	47.5	44.5
IP 02	42.0	38.6	60	50	III	5	2	0	5	2	0	49.0	45.6
IP 03	39.4	35.7	60	50	III	5	2	0	5	2	0	46.4	42.7
IP 04 *	43.3	40.1	65	55	IV	5	2	0	5	2	0	50.3	47.1
IP 05	39.8	41.0	55	45	II	5	2	0	5	2	0	46.8	48.0
IP 06	42.9	40.6	55	45	II	5	0	0	10	0	0	47.9	50.6
IP 07	54.9	49.7	60	50	III	5	4	0	5	4	0	63.9	58.7
IP 08	47.3	43.7	60	50	III	5	0	0	10	0	0	52.3	53.7
IP 09	45.7	41.7	55	45	II	5	0	0	10	0	0	50.7	51.7
IP 10 *	44.7	40.5	55	45	II	5	0	0	10	0	0	49.7	50.5
IP 11	34.9	31.1	60	50	III	5	0	0	10	0	0	39.9	41.1
IP 12	32.7	28.3	55	45	II	5	0	0	10	0	0	37.7	38.3
IP 13	27.7	23.6	55	45	II	5	0	0	10	0	0	32.7	33.6
IP 14	38.7	34.3	55	45	II	5	0	0	10	0	0	43.7	44.3
IP 15	43.8	39.3	55	45	II	5	0	0	10	0	0	48.8	49.3
IP 16	45.3	40.7	55	45	II	5	0	0	10	0	0	50.3	50.7
IP 17	41.7	37.1	55	45	II	5	0	0	10	0	0	46.7	47.1
IP 18	41.4	36.9	55	45	II	5	0	0	10	0	0	46.4	46.9
IP 19	41.0	36.8	55	45	II	5	0	0	10	0	0	46.0	46.8
IP 20	40.9	37.2	60	50	III	5	2	0	5	2	0	47.9	44.2
IP 21	43.1	38.4	55	45	II	5	0	0	10	0	0	48.1	48.4
IP 22	43.9	39.3	55	45	II	5	0	0	10	0	0	48.9	49.3
IP 23	45.5	40.9	55	45	II	5	0	0	10	0	0	50.5	50.9
IP 24	45.6	40.9	55	45	II	5	0	0	10	0	0	50.6	50.9
IP 25	45.7	41.0	60	50	III	5	0	0	10	0	0	50.7	51.0
IP 26	45.9	41.4	60	50	III	5	0	0	10	0	0	50.9	51.4
IP 27	45.3	40.8	60	50	III	5	0	0	10	0	0	50.3	50.8
IP 28	38.0	34.0	55	45	II	5	2	0	5	2	0	45.0	41.0
IP 29	31.3	28.0	55	45	II	5	2	0	5	2	0	38.3	35.0
IP 30	34.0	30.4	55	45	II	5	2	0	5	2	0	41.0	37.4
IP 31	38.8	34.7	55	45	II	5	2	0	5	2	0	45.8	41.7
IP 32	42.5	38.2	55	45	II	5	0	0	10	0	0	47.5	48.2
IP 33	45.9	41.4	55	45	II	5	0	0	10	0	0	50.9	51.4
IP 34	45.8	41.3	55	45	II	5	0	0	10	0	0	50.8	51.3
IP 35	44.0	39.4	55	45	II	5	0	0	10	0	0	49.0	49.4
IP 36	54.0	49.1	60	50	III	5	4	0	5	4	0	63.0	58.1
IP 37	47.9	43.3	60	50	III	5	4	0	5	4	0	56.9	52.3
IP 39	43.1	38.9	60	50	III	5	4	0	5	4	0	52.1	47.9
IP 38	45.1	40.7	60	50	III	5	4	0	5	4	0	54.1	49.7

* Betriebsnutzung (nachts in der Regel keine Nutzung -> keine Beurteilung)

Grenzwert bei den roten Beurteilungspegeln überschritten

Resultat

Die massgebenden Planungswerte der ES II (55 dBA tags, 45 dBA nachts), der ES III (60 dBA tags, 50 dBA nachts) und der ES IV (65 dBA tags, 55 dBA nachts) können trotz Berücksichtigung der Massnahmen Stufe 1 **nicht** bei allen Beurteilungspunkten eingehalten werden.

Die maximale Überschreitung am Tag beträgt 3.9 dB und in der Nacht 8.7 dB.

Zur Einhaltung der massgebenden Grenzwerte sind Massnahmen der Stufe 2 erforderlich. Diese sollen aber erst nach einer Zwischenmessung und Neubeurteilung nach Realisierung der Stufe 1 dimensioniert und umgesetzt werden.

7.4 Geänderte Gesamtanlage mit Massnahmen Stufe 1

Mit den oben beschriebenen zusätzlichen Lärmschutzmassnahmen ergeben sich für die berücksichtigten Immissionspunkte (siehe Abbildung 6) Beurteilungspegel für die geänderte Gesamtanlage (inkl. Geplanter Windkraftanlage) gemäss der nachfolgenden Tabelle.

Tabelle 6:
Lärmermittlung
Gesamtanlage mit Mass-
nahmen

Bezeichnung	Immissionspegel Leq		Immissionsgrenzwert		ES	Pegelkorrektur Tag			Pegelkorrektur Nacht			Beurteilungspegel Lr	
	Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Tag (dBA)	Nacht (dBA)		dB(A)	K1 dB	K2 dB	K3 dB	K1 dB	K2 dB	K3 dB	Tag (dBA)
IP 01	41.3	38.1	65	55	III	5	2	0	5	2	0	48.3	45.1
IP 02	43.5	39.8	65	55	III	5	2	0	5	2	0	50.5	46.8
IP 03	41.0	37.3	65	55	III	5	2	0	5	2	0	48.0	44.3
IP 04 *	50.7	45.3	70	60	IV	5	2	0	5	2	0	57.7	52.3
IP 05	48.4	43.5	60	50	II	5	2	0	5	2	0	55.4	50.5
IP 06	45.7	41.8	60	50	II	5	0	0	10	0	0	50.7	51.8
IP 07	55.0	49.8	65	55	III	5	4	0	5	4	0	64.0	58.8
IP 08	47.7	44.0	65	55	III	5	0	0	10	0	0	52.7	54.0
IP 09	46.5	42.2	60	50	II	5	0	0	10	0	0	51.5	52.2
IP 10 *	45.1	40.9	65	55	II	5	0	0	10	0	0	50.1	50.9
IP 11	35.8	32.0	65	55	III	5	0	0	10	0	0	40.8	42.0
IP 12	34.1	29.6	60	50	II	5	0	0	10	0	0	39.1	39.6
IP 13	29.8	25.6	60	50	II	5	0	0	10	0	0	34.8	35.6
IP 14	40.2	35.3	60	50	II	5	0	0	10	0	0	45.2	45.3
IP 15	45.0	40.1	60	50	II	5	0	0	10	0	0	50.0	50.1
IP 16	46.0	41.3	60	50	II	5	0	0	10	0	0	51.0	51.3
IP 17	45.1	39.3	60	50	II	5	0	0	10	0	0	50.1	49.3
IP 18	44.7	39.1	60	50	II	5	0	0	10	0	0	49.7	49.1
IP 19	44.1	38.4	60	50	II	5	0	0	10	0	0	49.1	48.4
IP 20	49.8	40.4	65	55	III	5	2	0	5	2	0	56.8	47.4
IP 21	45.0	39.6	60	50	II	5	0	0	10	0	0	50.0	49.6
IP 22	45.7	40.5	60	50	II	5	0	0	10	0	0	50.7	50.5
IP 23	46.6	41.6	60	50	II	5	0	0	10	0	0	51.6	51.6
IP 24	46.5	41.6	60	50	II	5	0	0	10	0	0	51.5	51.6
IP 25	46.7	41.7	65	55	III	5	0	0	10	0	0	51.7	51.7
IP 26	46.7	41.9	65	55	III	5	0	0	10	0	0	51.7	51.9
IP 27	46.0	41.2	65	55	III	5	0	0	10	0	0	51.0	51.2
IP 28	45.7	39.1	60	50	II	5	2	0	5	2	0	52.7	46.1
IP 29	48.7	37.0	60	50	II	5	2	0	5	2	0	55.7	44.0
IP 30	47.1	35.6	60	50	II	5	2	0	5	2	0	54.1	42.6
IP 31	47.1	37.5	60	50	II	5	2	0	5	2	0	54.1	44.5
IP 32	44.2	39.2	60	50	II	5	0	0	10	0	0	49.2	49.2
IP 33	46.7	42.0	60	50	II	5	0	0	10	0	0	51.7	52.0
IP 34	46.7	41.9	60	50	II	5	0	0	10	0	0	51.7	51.9
IP 35	45.3	40.4	60	50	II	5	0	0	10	0	0	50.3	50.4
IP 36	54.2	49.3	65	55	III	5	4	0	5	4	0	63.2	58.3
IP 37	52.8	46.1	65	55	III	5	4	0	5	4	0	61.8	55.1
IP 39	50.6	42.4	65	55	III	5	4	0	5	4	0	59.6	51.4
IP 38	53.1	44.8	65	55	III	5	4	0	5	4	0	62.1	53.8

* Betriebsnutzung (nachts in der Regel keine Nutzung -> keine Beurteilung)

Grenzwert bei den roten Beurteilungspegeln überschritten

Resultat

Die massgebenden Immissionsgrenzwerte der ES II (60 dBA tags, 50 dBA nachts), der ES III (65 dBA tags, 55 dBA nachts) und der ES IV (70 dBA tags, 60 dBA nachts) können trotz Berücksichtigung der Massnahmen Stufe 1 im Zeitraum Nacht **nicht** bei allen Beurteilungspunkten eingehalten werden.

Die maximale Überschreitung in der Nacht 3.8 dB.

Zur Einhaltung der massgebenden Grenzwerte sind Massnahmen der Stufe 2 erforderlich. Diese sollen aber erst nach einer Zwischenmessung und Neubeurteilung nach Realisierung der Stufe 1 dimensioniert und umgesetzt werden.

7.5 Beurteilung Neuanlagen mit Massnahmen Stufe 2

Bei den relevanten Quellen gemäss Abschnitt 7.1 werden Schalldämpfer mit einer Einfügungsdämpfung von $D_E > 12$ dB berücksichtigt. Zusätzlich wird die Pegelkorrektur für die Tonhaltigkeit (K2) westlich der Eisenbahnlinie auf 0dB reduziert.

Tabelle 7:
Lärmermittlung
Neuanlagen mit Massnahmen Stufe 2

Bezeichnung	Immissionspegel Leq		Planungswerte		ES	Pegelkorrektur Tag			Pegelkorrektur Nacht			Beurteilungspegel Lr	
	Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Tag (dBA)	Nacht (dBA)		dB(A)	K1 dB	K2 dB	K3 dB	K1 dB	K2 dB	K3 dB	Tag (dBA)
IP 01	39.3	36.5	60	50	III	5	2	0	5	2	0	46.3	43.5
IP 02	40.9	37.7	60	50	III	5	2	0	5	2	0	47.9	44.7
IP 03	38.2	34.5	60	50	III	5	2	0	5	2	0	45.2	41.5
IP 04 *	40.2	37.7	65	55	IV	5	2	0	5	2	0	47.2	44.7
IP 05	36.1	39.9	55	45	II	5	2	0	5	0	0	43.1	44.9
IP 06	38.5	34.9	55	45	II	5	0	0	10	0	0	43.5	44.9
IP 07	46.7	41.9	60	50	III	5	4	0	5	2	0	55.7	48.9
IP 08	43.3	38.0	60	50	III	5	0	0	10	0	0	48.3	48.0
IP 09	39.9	35.0	55	45	II	5	0	0	10	0	0	44.9	45.0
IP 10 *	40.3	35.8	60	50	II	5	0	0	10	0	0	45.3	45.8
IP 11	32.0	28.6	60	50	III	5	0	0	10	0	0	37.0	38.6
IP 12	29.8	24.9	55	45	II	5	0	0	10	0	0	34.8	34.9
IP 13	25.9	21.3	55	45	II	5	0	0	10	0	0	30.9	31.3
IP 14	33.5	28.7	55	45	II	5	0	0	10	0	0	38.5	38.7
IP 15	38.3	33.2	55	45	II	5	0	0	10	0	0	43.3	43.2
IP 16	39.9	34.6	55	45	II	5	0	0	10	0	0	44.9	44.6
IP 17	36.3	31.3	55	45	II	5	0	0	10	0	0	41.3	41.3
IP 18	36.0	31.1	55	45	II	5	0	0	10	0	0	41.0	41.1
IP 19	35.8	31.2	55	45	II	5	0	0	10	0	0	40.8	41.2
IP 20	38.3	34.7	60	50	III	5	2	0	5	2	0	45.3	41.7
IP 21	37.1	31.9	55	45	II	5	0	0	10	0	0	42.1	41.9
IP 22	37.9	32.7	55	45	II	5	0	0	10	0	0	42.9	42.7
IP 23	39.3	34.1	55	45	II	5	0	0	10	0	0	44.3	44.1
IP 24	39.5	34.2	55	45	II	5	0	0	10	0	0	44.5	44.2
IP 25	39.4	34.2	60	50	III	5	0	0	10	0	0	44.4	44.2
IP 26	39.3	34.2	60	50	III	5	0	0	10	0	0	44.3	44.2
IP 27	39.2	33.9	60	50	III	5	0	0	10	0	0	44.2	43.9
IP 28	34.2	30.2	55	45	II	5	2	0	5	2	0	41.2	37.2
IP 29	30.4	27.2	55	45	II	5	2	0	5	2	0	37.4	34.2
IP 30	32.3	28.9	55	45	II	5	2	0	5	2	0	39.3	35.9
IP 31	34.9	30.9	55	45	II	5	2	0	5	2	0	41.9	37.9
IP 32	36.6	31.5	55	45	II	5	0	0	10	0	0	41.6	41.5
IP 33	39.7	34.6	55	45	II	5	0	0	10	0	0	44.7	44.6
IP 34	40.0	34.8	55	45	II	5	0	0	10	0	0	45.0	44.8
IP 35	38.2	33.1	55	45	II	5	0	0	10	0	0	43.2	43.1
IP 36	46.2	40.9	60	50	III	5	4	0	5	4	0	55.2	49.9
IP 37	41.5	36.3	60	50	III	5	4	0	5	4	0	50.5	45.3
IP 39	39.1	34.8	60	50	III	5	4	0	5	4	0	48.1	43.8
IP 38	40.5	35.9	60	50	III	5	4	0	5	4	0	49.5	44.9

* Betriebsnutzung (nachts in der Regel keine Nutzung -> keine Beurteilung)

Grenzwert bei den roten Beurteilungspegeln überschritten

Resultat

Die massgebenden Planungswerte der ES II (55 dBA tags, 45 dBA nachts), der ES III (60 dBA tags, 50 dBA nachts) und der ES IV (65 dBA tags, 55 dBA nachts) können unter Berücksichtigung der Massnahmen Stufe 2 bei allen Beurteilungspunkten eingehalten werden.

7.6 Geänderte Gesamtanlage mit Massnahmen Stufe 2

Bei den relevanten Quellen gemäss Abschnitt 7.1 werden Schalldämpfer mit einer Einfügungsdämpfung von $D_E > 12$ dB berücksichtigt. Zusätzlich wird die Pegelkorrektur für die Tonhaltigkeit (K2) westlich der Eisenbahnlinie auf 0dB reduziert.

Tabelle 8:
Lärmermittlung
Gesamtanlage mit Mass-
nahmen Stufe 2

Bezeichnung	Immissionspegel Leq		Immissionsgrenzwert		ES	Pegelkorrektur Tag			Pegelkorrektur Nacht			Beurteilungspegel Lr	
	Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Tag (dBA)	Nacht (dBA)		dB(A)	K1 dB	K2 dB	K3 dB	K1 dB	K2 dB	K3 dB	Tag (dBA)
IP 01	40.3	37.2	65	55	III	5	2	0	5	2	0	47.3	44.2
IP 02	42.8	39.1	65	55	III	5	2	0	5	2	0	49.8	46.1
IP 03	40.1	36.4	65	55	III	5	2	0	5	2	0	47.1	43.4
IP 04 *	50.2	44.8	70	60	IV	5	2	0	5	2	0	57.2	51.8
IP 05	48.0	43.0	60	50	II	5	2	0	5	2	0	55.0	50.0
IP 06	43.8	38.3	60	50	II	5	0	0	10	0	0	48.8	48.3
IP 07	47.4	42.5	65	55	III	5	4	0	5	4	0	56.4	51.5
IP 08	44.2	41.4	65	55	III	5	0	0	10	0	0	49.2	51.4
IP 09	42.3	37.9	60	50	II	5	0	0	10	0	0	47.3	47.9
IP 10 *	41.2	36.8	65	55	II	5	0	0	10	0	0	46.2	46.8
IP 11	33.8	30.1	65	55	III	5	0	0	10	0	0	38.8	40.1
IP 12	32.2	27.4	60	50	II	5	0	0	10	0	0	37.2	37.4
IP 13	28.8	24.4	60	50	II	5	0	0	10	0	0	33.8	34.4
IP 14	37.3	31.6	60	50	II	5	0	0	10	0	0	42.3	41.6
IP 15	41.5	35.9	60	50	II	5	0	0	10	0	0	46.5	45.9
IP 16	41.8	36.5	60	50	II	5	0	0	10	0	0	46.8	46.5
IP 17	43.4	36.7	60	50	II	5	0	0	10	0	0	48.4	46.7
IP 18	43.0	36.5	60	50	II	5	0	0	10	0	0	48.0	46.5
IP 19	42.3	35.5	60	50	II	5	0	0	10	0	0	47.3	45.5
IP 20	49.5	39.3	65	55	III	5	2	0	5	2	0	56.5	46.3
IP 21	42.2	35.9	60	50	II	5	0	0	10	0	0	47.2	45.9
IP 22	42.7	36.6	60	50	II	5	0	0	10	0	0	47.7	46.6
IP 23	42.6	36.7	60	50	II	5	0	0	10	0	0	47.6	46.7
IP 24	42.4	36.7	60	50	II	5	0	0	10	0	0	47.4	46.7
IP 25	42.5	36.6	65	55	III	5	0	0	10	0	0	47.5	46.6
IP 26	42.1	36.3	65	55	III	5	0	0	10	0	0	47.1	46.3
IP 27	41.4	35.8	65	55	III	5	0	0	10	0	0	46.4	45.8
IP 28	45.2	38.2	60	50	II	5	2	0	5	2	0	52.2	45.2
IP 29	48.7	36.9	60	50	II	5	2	0	5	2	0	55.7	43.9
IP 30	47.1	35.2	60	50	II	5	2	0	5	2	0	54.1	42.2
IP 31	46.7	35.9	60	50	II	5	2	0	5	2	0	53.7	42.9
IP 32	41.0	35.1	60	50	II	5	0	0	10	0	0	46.0	45.1
IP 33	42.4	37.0	60	50	II	5	0	0	10	0	0	47.4	47.0
IP 34	42.7	37.1	60	50	II	5	0	0	10	0	0	47.7	47.1
IP 35	42.0	36.3	60	50	II	5	0	0	10	0	0	47.0	46.3
IP 36	47.3	42.0	65	55	III	5	4	0	5	4	0	56.3	51.0
IP 37	51.6	43.7	65	55	III	5	4	0	5	4	0	60.6	52.7
IP 39	50.1	41.0	65	55	III	5	4	0	5	4	0	59.1	50.0
IP 38	52.6	43.4	65	55	III	5	4	0	5	4	0	61.6	52.4

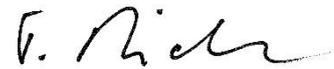
* Betriebsnutzung (nachts in der Regel keine Nutzung -> keine Beurteilung)

Grenzwert bei den roten Beurteilungspegeln überschritten

Resultat

Die massgebenden Immissionsgrenzwerte der ES II (60 dBA tags, 50 dBA nachts), der ES III (65 dBA tags, 55 dBA nachts) und der ES IV (70 dBA tags, 60 dBA nachts) können unter Berücksichtigung der Massnahmen Stufe 2 im Zeitraum Nacht bei allen Beurteilungspunkten eingehalten werden.

Oensingen, 27. August 2024



Thomas Minder, dipl. Ing. FH, dipl. Akustiker SGA

Anhang: relevante Bestimmungen USG und LSV
Emissionsdaten
Lärmquellenverzeichnis CadnaA
Berechnungskonfiguration CadnaA
Protokolle Emissionsmessungen

Anhang

Bestimmungen Umweltschutzgesetz (USG) – Auszug

**Art. 11 USG
Grundsatz**

1 Luftverunreinigungen, Lärm, Erschütterungen und Strahlen werden durch Massnahmen bei der Quelle begrenzt (Emissionsbegrenzungen).

2 Unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung sind Emissionen im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.

3 Die Emissionsbegrenzungen werden verschärft, wenn feststeht oder zu erwarten ist, dass die Einwirkungen unter Berücksichtigung der bestehenden Umweltbelastung schädlich oder lästig werden.

**Art. 13 USG
Immissionsgrenzwerte**

1 Für die Beurteilung der schädlichen oder lästigen Einwirkungen legt der Bundesrat durch Verordnung Immissionsgrenzwerte fest.

2 Er berücksichtigt dabei auch die Wirkungen der Immissionen auf Personengruppen mit erhöhter Empfindlichkeit, wie Kinder, Kranke, Betagte und Schwangere.

**Art. 15 USG
Immissionsgrenzwerte für
Lärm und Erschütterungen**

Die Immissionsgrenzwerte für Lärm und Erschütterungen sind so festzulegen, dass nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung Immissionen unterhalb dieser Werte die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören.

**Art. 23 USG
Planungswerte**

Für die Planung neuer Bauzonen und für den Schutz vor neuen lärmigen ortsfesten Anlagen legt der Bundesrat Planungswerte fest. Diese Planungswerte liegen unter den Immissionsgrenzwerten.

**Art. 25 USG
Errichtung ortsfester Anlagen**

1 Ortschaften dürfen nur errichtet werden, wenn die durch diese Anlagen allein erzeugten Lärmimmissionen die Planungswerte in der Umgebung nicht überschreiten; die Bewilligungsbehörde kann eine Lärmprognose verlangen.

2 Besteht ein überwiegendes öffentliches, namentlich auch raumplanerisches Interesse an der Anlage und würde die Einhaltung der Planungswerte zu einer unverhältnismässigen Belastung für das Projekt führen, so können Erleichterungen gewährt werden. Dabei dürfen jedoch unter Vorbehalt von Absatz 3 die Immissionsgrenzwerte nicht überschritten werden.

3 Können bei der Errichtung von Strassen, Flughäfen, Eisenbahnanlagen oder anderen öffentlichen oder konzessionierten ortsfesten Anlagen durch Massnahmen bei der Quelle die Immissionsgrenzwerte nicht eingehalten werden, müssen auf Kosten des Eigentümers der Anlage die vom Lärm betroffenen Gebäude durch Schallschutzfenster oder ähnliche bauliche Massnahmen geschützt werden.

Bestimmungen Lärmschutz-Verordnung (LSV) – Auszug

Art. 7 LSV Emissionsbegrenzungen bei neuen ortsfesten An- lagen

1 Die Lärmemissionen einer neuen ortsfesten Anlage müssen nach den Anordnungen der Vollzugsbehörde so weit begrenzt werden:

- a. als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist und
- b. dass die von der Anlage allein erzeugten Lärmimmissionen die Planungswerte nicht überschreiten.

2 Die Vollzugsbehörde gewährt Erleichterungen, soweit die Einhaltung der Planungswerte zu einer unverhältnismässigen Belastung für die Anlage führen würde und ein überwiegendes öffentliches, namentlich auch raumplanerisches Interesse an der Anlage besteht. Die Immissionsgrenzwerte dürfen jedoch nicht überschritten werden.

Art. 8 LSV Emissionsbegrenzung bei geänderten Anlagen

1 Wird eine bestehende ortsfeste Anlage geändert, so müssen die Lärmemissionen der neuen oder geänderten Anlageteile nach den Anordnungen der Vollzugsbehörde so weit begrenzt werden, als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist.

2 Wird die Anlage wesentlich geändert, so müssen die Lärmemissionen der gesamten Anlage mindestens so weit begrenzt werden, dass die Immissionsgrenzwerte nicht überschritten werden.

3 Als wesentliche Änderungen ortsfester Anlagen gelten Umbauten, Erweiterungen und vom Inhaber der Anlage verursachte Änderungen des Betriebs, wenn zu erwarten ist, dass die Anlage selbst oder die Mehrbeanspruchung bestehender Verkehrsanlagen wahrnehmbar stärkere Lärmimmissionen erzeugen. Der Wiederaufbau von Anlagen gilt in jedem Fall als wesentliche Änderung.

4 Wird eine neue ortsfeste Anlage geändert, so gilt Artikel 7.

Art. 39 LSV Ort der Ermittlung

1 Bei Gebäuden werden die Lärmimmissionen in der Mitte der offenen Fenster lärmempfindlicher Räume ermittelt. Fluglärmimmissionen können auch in der Nähe der Gebäude ermittelt werden.

2 Im nicht überbauten Gebiet von Zonen mit erhöhtem Lärmschutzbedürfnis werden die Lärmimmissionen 1,5 m über dem Boden ermittelt.

3 In noch nicht überbauten Bauzonen werden die Lärmimmissionen dort ermittelt, wo nach dem Bau- und Planungsrecht Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen erstellt werden dürfen.

Art. 41 LSV Geltung der Belastungs- grenzwerte

1 Die Belastungsgrenzwerte gelten bei Gebäuden mit lärmempfindlichen Räumen.

2 Sie gelten ausserdem:

- a. in noch nicht überbauten Bauzonen dort, wo nach dem Bau- und Planungsrecht Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen erstellt werden dürfen;
- b. im nicht überbauten Gebiet von Zonen mit erhöhtem Lärmschutzbedürfnis.

3 Für Gebiete und Gebäude, in denen sich Personen in der Regel nur am Tag oder in der Nacht aufhalten, gelten für die Nacht bzw. den Tag keine Belastungsgrenzwerte.

Art. 42 LSV Besondere Belastungs- grenzwerte bei Betriebs- räumen

1 Bei Räumen in Betrieben (Art. 2 Abs. 6 Bst. b), die in Gebieten der Empfindlichkeitsstufen I, II oder III liegen, gelten um 5 dB(A) höhere Planungswerte und Immissionsgrenzwerte.

2 Absatz 1 gilt nicht für Räume in Schulen, Anstalten und Heimen. Für Räume in Gasthäusern gilt er nur, soweit sie auch bei geschlossenen Fenstern ausreichend belüftet werden können.

Emissionsdaten

Verkehr auf Betriebsareal

Verkehr auf Betriebsareal tags	$L_{WA,1h}$ dB(A)	t_o Min.	n	l m	$L_{WA'}$ dB(A)	L_{WA} dB(A)
LKW Zufahrt	63	720	18.0	240	64.8	88.6
LKW Rangieren	67	720	2.6	22	60.4	73.8
LKW Wegfahrt	63	720	18.0	240	64.8	88.6
Lieferwagen Zufahrt	57	720	0.0	100		0.0
Lieferwagen Wegfahrt	57	720	0.0	60		0.0
PW Zufahrt	51	720	0.0	25		0.0
PW Wegfahrt	51	720	0.0	25		0.0
Total						91.6

$L_{WA,1h}$ zeitlich gemittelter Schalleistungspegel für 1 Fahrzeug pro Stunde auf einer Strecke von 1 m

t_o Bezugszeit

n Anzahl Fahrzeuge in der Bezugszeit t_o

l Länge des Streckenabschnittes

$L_{WA'}$ auf die Bezugszeit bezogener Schalleistungspegel auf einer Strecke von 1 m

L_{WA} auf die Bezugszeit bezogener Schalleistungspegel der gesamten Strecke

Einzelgeräusche und Güterumschlag LKW

Güterumschlag 3 Andokstellen Nord	L_w dB(A)	t_o Min.	n	t_E Sek.	t_i Min.	K4 dB(A)	$L_{w,t}$ dB(A)
Betriebsbremse LKW	108	720	20.0	0.5	0.17	-36.4	71.6
Motorleerlauf	94	720	5.0	60	5.00	-21.6	72.4
Türenschiagen LKW	100	720	10.0	0.5	0.08	-39.4	60.6
Motoranlassen LKW	100	720	5.0	2	0.17	-36.4	63.6
Be-/Entladung LKW	88	720	5.0	1'200.0	100.00	-8.6	79.4
Be-/Entladung Lieferwagen	85	720	0.0	600	0.00		0.0
Total							80.9

Güterumschlag 4 Andokstellen Süd	L_w dB(A)	t_o Min.	n	t_E Sek.	t_i Min.	K4 dB(A)	$L_{w,t}$ dB(A)
Betriebsbremse LKW	108	720	52.0	0.5	0.43	-32.2	75.8
Motorleerlauf	94	720	13.0	60	13.00	-17.4	76.6
Türenschiagen LKW	100	720	26.0	0.5	0.22	-35.2	64.8
Motoranlassen LKW	100	720	13.0	2	0.43	-32.2	67.8
Be-/Entladung LKW	88	720	13.0	1'200.0	260.00	-4.4	83.6
Be-/Entladung Lieferwagen	85	720	0.0	600	0.00		0.0
Total							85.1

L_w Schalleistungspegel, Mittelwert während der Lärmphase

t_o Bezugszeit

n Anzahl Geräuscheereignisse

t_E Einwirkzeit des Einzelgeräusches

t_i durchschnittliche tägliche Dauer der Lärmphase

K4 Pegelabschlag infolge der Einwirkzeit

$L_{w,t}$ Zeitbezogener Schalleistungspegel

Total Energetische Addition der einzelnen Teilpegel

Oberirdische Parkplätze

oberirdische Parkplätze Sektor A	Abk.	Einheit	Tag	Nacht
Anzahl oberirdische Parkplätze	N	-	328	328
Anzahl Parkierungsvorgänge pro Stunde und Parkfeld	B	-	0.08	0.00
Parkierungsvorgänge je Stunde	B _{total}	-	27.3	0.7
Schalleistungspegel pro Parkierungsvorgang und pro Stunde	L _{w,PV}	dB(A)	66.0	66.0
Pegelkorrektur für Parksuchverkehr	K _P	dB	9.3	9.3
Pegelkorrektur für die Art der Anlage	K1	dB	0.0	0.0
Pegelkorrektur für den Tongehalt	K2	dB	0.0	0.0
Pegelkorrektur für den Impulsgehalt	K3	dB	4.0	4.0
Berechnung des Emissionspegels L ^{*m,E} in 25 m Abstand von der Parkplatzmitte	L ^{*m,E}	dB(A)	57.7	41.7

	Anz. PP	L ^{*m, E,t}	L ^{*m,E,n}
Aufteilung auf einzelne Teilanlagen	22	45.9	29.9
	87	51.9	35.9
	219	55.9	39.9
	328	57.7	41.7

oberirdische Parkplätze Sektor D	Abk.	Einheit	Tag	Nacht
Anzahl oberirdische Parkplätze	N	-	178	178
Anzahl Parkierungsvorgänge pro Stunde und Parkfeld	B	-	0.08	0.00
Parkierungsvorgänge je Stunde	B _{total}	-	14.8	0.7
Schalleistungspegel pro Parkierungsvorgang und pro Stunde	L _{w,PV}	dB(A)	67.0	67.0
Pegelkorrektur für Parksuchverkehr	K _P	dB	7.0	7.0
Pegelkorrektur für die Art der Anlage	K1	dB	0.0	0.0
Pegelkorrektur für den Tongehalt	K2	dB	0.0	0.0
Pegelkorrektur für den Impulsgehalt	K3	dB	4.0	4.0
Berechnung des Emissionspegels L ^{*m,E} in 25 m Abstand von der Parkplatzmitte	L ^{*m,E}	dB(A)	53.8	40.8

	Anz. PP	L ^{*m, E,t}	L ^{*m,E,n}
Aufteilung auf einzelne Teilanlagen	51	48.4	35.3
	61	49.1	36.1
	64	49.3	36.3
	176	53.7	40.7

oberirdische Parkplätze Sektor G	Abk.	Einheit	Tag	Nacht
Anzahl oberirdische Parkplätze	N	-	108	108
Anzahl Parkierungsvorgänge pro Stunde und Parkfeld	B	-	0.08	0.04
Parkierungsvorgänge je Stunde	B _{total}	-	9.0	4.5
Schalleistungspegel pro Parkierungsvorgang und pro Stunde	L _{W,PV}	dB(A)	67.0	67.0
Pegelkorrektur für Parksuchverkehr	K _P	dB	5.4	5.4
Pegelkorrektur für die Art der Anlage	K1	dB	0.0	0.0
Pegelkorrektur für den Tongehalt	K2	dB	0.0	0.0
Pegelkorrektur für den Impulsgehalt	K3	dB	4.0	4.0
Berechnung des Emissionspegels L* _{m,E} in 25 m Abstand von der Parkplatzmitte	L* _{m,E}	dB(A)	50.0	47.0

	Anz. PP	L*_{m, E,t}	L*_{m, E,n}
Aufteilung auf einzelne Teilanlagen	22	43.1	40.0
	86	49.0	46.0
	108	50.0	47.0

oberirdische Parkplätze Sektor P	Abk.	Einheit	Tag	Nacht
Anzahl oberirdische Parkplätze	N	-	183	183
Anzahl Parkierungsvorgänge pro Stunde und Parkfeld	B	-	0.13	0.04
Parkierungsvorgänge je Stunde	B _{total}	-	22.9	7.6
Schalleistungspegel pro Parkierungsvorgang und pro Stunde	L _{W,PV}	dB(A)	67.0	67.0
Pegelkorrektur für Parksuchverkehr	K _P	dB	7.1	7.1
Pegelkorrektur für die Art der Anlage	K1	dB	0.0	0.0
Pegelkorrektur für den Tongehalt	K2	dB	0.0	0.0
Pegelkorrektur für den Impulsgehalt	K3	dB	4.0	4.0
Berechnung des Emissionspegels L* _{m,E} in 25 m Abstand von der Parkplatzmitte	L* _{m,E}	dB(A)	55.8	51.0

	Anz. PP	L*_{m, E,t}	L*_{m, E,n}
Aufteilung auf einzelne Teilanlagen	20	46.1	41.4
	163	55.3	50.5
	183	55.8	51.0

oberirdische Parkplätze Besucher	Abk.	Einheit	Tag	Nacht
Anzahl oberirdische Parkplätze	N	-	53	53
Anzahl Parkierungsvorgänge pro Stunde und Parkfeld	B	-	0.25	0.01
Parkierungsvorgänge je Stunde	B _{total}	-	13.3	0.6
Schalleistungspegel pro Parkierungsvorgang und pro Stunde	L _{W,PV}	dB(A)	67.0	67.0
Pegelkorrektur für Parksuchverkehr	K _P	dB	3.4	3.4
Pegelkorrektur für die Art der Anlage	K1	dB	0.0	0.0
Pegelkorrektur für den Tongehalt	K2	dB	0.0	0.0
Pegelkorrektur für den Impulsgehalt	K3	dB	4.0	4.0
Berechnung des Emissionspegels L* _{m,E} in 25 m Abstand von der Parkplatzmitte	L* _{m,E}	dB(A)	49.7	35.9

	Anz. PP	L*_{m, E,t}	L*_{m, E,n}
Aufteilung auf einzelne Teilanlagen	24	46.3	32.5
	10	42.5	28.7
	9	42.0	28.2
	4	38.5	24.7
	4	38.5	24.7
	2	35.5	21.7
	53	49.7	35.9

Lärmquellenverzeichnis CadnaA

Pegelspektren

Bezeichnung	ID	Typ	Terzspektrum (dB)																	Quelle
			Bew.	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	lin						
Kältemaschine TZ2 seitlich Ansaug	Sp1	Lw (b)		78.3	78.9	83.0	85.3	82.4	83.3	77.4	71.7	63.0	86.4	90.5	SINUS AG 2024					
Kältemaschine TZ2 oberhalb Ventilatoren	Sp2	Lw (b)		108.4	100.4	93.1	86.5	83.9	86.5	81.5	77.3	73.1	89.9	109.2	SINUS AG 2024					
Zuluftöffnung DLZ1	Sp3	Lw (b)		73.6	70.4	80.2	80.7	73.6	73.3	64.3	61.1	51.8	77.5	84.8	SINUS AG 2024					
Zuluftöffnung DLZ 1	Sp4	Lw (b)		68.7	66.2	74.5	68.8	64.6	56.7	50.5	44.5	33.9	65.8	77.1	SINUS AG 2024					
Zuluftöffnung DLZ2	Sp5	Lw (b)		77.1	74.9	82.0	86.0	82.9	73.6	66.8	61.3	53.5	82.7	89.4	SINUS AG 2024					
Zuluftöffnung DLZ2	Sp6	Lw (b)		83.9	78.1	86.1	82.1	79.8	82.3	69.8	67.1	60.0	84.3	90.7	SINUS AG 2024					
Kühler seitlich Zuluft Härterei	SP7	Lw (b)		83.8	84.3	89.1	90.5	84.5	83.4	78.3	71.8	65.6	88.0	94.8	SINUS AG 2024					
Kühler oberhalb Ventilatoren Härterei	Sp8	Lw (b)		104.4	96.9	95.4	92.3	91.3	89.7	84.3	79.2	73.4	93.7	106.0	SINUS AG 20.24					
Abluftkamin mit Venti oben	Sp9	Lw (b)		90.3	81.3	78.6	79.3	82.1	82.1	78.9	76.9	68.6	86.3	92.6	SINUS AG 2024					
Abluftkamin Härterei	Sp10	Lw (b)		87.8	81.1	86.6	87.3	83.5	77.5	71.0	61.2	52.4	84.3	93.1	SINUS AG 2024					
Abluftkamin Härterei mit Venti oben	Sp11	Lw (b)		78.8	74.5	75.1	77.3	75.6	70.9	66.9	70.0	51.4	77.6	84.1	SINUS AG 2024					
schräg gestelltes Shed-Fenster	Sp12	Lw (b)		71.6	70.2	67.0	67.3	61.9	60.8	54.9	50.2	42.1	65.3	75.8	SINUS AG 2024					
Abluftkamin Bandofen Härterei	Sp13	Lw (b)		88.0	90.7	101.8	102.5	89.1	86.6	82.5	73.1	62.8	96.0	105.6	SINUS AG 2024					
Abluftkamin Bandofen Härterei	Sp14	Lw (b)		88.7	92.1	101.0	102.3	87.0	87.3	83.4	73.9	64.2	95.8	105.2	SINUS AG 2024					
Abluftkamin Glühofen Härterei	Sp15	Lw (b)		84.2	85.5	94.6	92.8	84.9	83.9	79.5	72.0	65.6	89.4	97.9	SINUS AG 2024					
Zuluft Monoblock Härterei	Sp16	Lw (b)		84.0	83.6	73.4	70.3	63.5	61.8	54.6	45.1	38.3	67.5	87.2	SINUS AG 2024					
Zuluftöffnung Monoblock Dach Härterei	Sp17	Lw (b)		80.1	81.6	72.7	71.0	66.9	63.1	57.2	51.3	41.2	69.0	84.6	SINUS AG 2024					
Abluftkamin Batchofen Härterei	Sp18	Lw (b)		78.1	85.7	84.0	88.7	85.8	81.2	76.7	65.4	52.9	86.9	93.0	SINUS AG 2924					
Abluftkamin Batchofen Härterei	Sp19	Lw (b)		75.1	76.4	80.3	87.2	81.8	75.4	75.9	62.1	51.6	83.7	89.7	SINUS AG 2024					
Zuluftöffnung Kühler Dach Härterei	Sp20	Lw (b)		84.0	86.7	83.2	77.4	71.7	66.9	65.5	62.5	11.8	75.1	90.0	SINUS AG 2024					
Ventilatoren Kühler Dach Härterei	Sp21	Lw (b)		80.8	83.5	80.4	77.0	71.1	68.7	65.9	62.0	58.7	75.0	87.3	SINUS AG 2024					
Abluftkamin Batchofen Härterei	Sp22	Lw (b)		75.6	73.0	74.9	76.8	76.3	74.4	72.2	68.3	58.9	79.4	83.6	SINUS AG 2024					
Ablufthaube Mschraum	Sp23	Lw (b)		73.9	67.6	73.4	73.0	70.2	70.2	65.9	61.2	55.2	74.1	79.9	SINUS AG 2024					
Abluft Monoblock 7Ar Halle 5	Sp24	Lw (b)		82.7	85.5	90.2	79.0	78.4	69.8	65.0	58.2	52.3	79.3	92.4	SINUS AG 2024					
Kühler Halle 5 mit 4 Ventilatoren	Sp25	Lw (b)		101.8	93.7	85.1	79.0	74.2	71.0	65.8	60.2	54.7	77.6	102.5	SINUS AG 2024					
Kühler YORK Halle 5 Zuluft	Sp26	Lw (b)		76.5	81.7	87.7	87.5	84.2	81.7	75.8	66.6	58.3	86.2	92.5	SINUS AG 2024					
oberhalb 6 Ventilatoren Kühler YORK Halle 5	SP27	Lw (b)		99.8	92.7	94.8	92.9	88.2	85.4	80.2	72.5	65.0	90.7	102.4	SINUS AG 2024					
Ablufthaube klein Halle 4 Süd	Sp28	Lw (b)		91.1	81.7	76.8	65.9	61.3	59.0	55.2	48.9	41.6	66.2	91.7	SINUS AG 2024					
Ablufthaube gross Halle 4 Süd	Sp29	Lw (b)		86.6	80.0	74.9	73.8	67.8	61.3	57.1	53.9	47.1	69.8	87.9	SINUS AG 2024					
Ablufthaube klein Halle 4 Mitte	SP30	Lw (b)		100.9	92.9	79.8	68.0	59.8	57.4	52.9	49.2	43.1	70.3	101.5	SINUS AG 2024					
Ablufthaube gross Halle 4 Mitte	SP31	Lw (b)		95.4	88.1	79.3	72.4	69.2	63.9	60.9	59.5	51.6	72.0	96.3	SINUS AG 2024					
Zuluft Kühler 8 Ventilatoren Halle 4 Süd	Sp32	Lw (b)		79.4	80.4	77.8	87.2	74.6	71.9	65.7	59.6	50.9	80.4	89.2	SINUS AG 2024					
Kühler mit 8 Ventilatoren Halle 4 Süd oberh. Venti	SP33	Lw (b)		97.6	89.5	81.6	88.1	77.4	76.0	69.9	64.6	56.8	82.5	98.8	SINUS AG 2024					
Kühler YORK Halle 4 oberhalb Ventilatoren	Sp34	Lw (b)		91.0	87.8	90.3	90.7	85.7	81.6	78.6	74.9	68.6	88.1	96.7	SINUS AG 2024					
Zuluft Kühler YORK Halle 4 Süd	Sp35	Lw (b)		81.7	93.3	89.6	87.1	83.4	79.7	74.8	68.6	61.3	85.4	96.1	SINUS AG 2024					
Ablufthaube DLZ2 Halle 2	Sp36	Lw (b)		99.6	92.6	93.2	85.4	82.0	80.0	80.2	69.4	64.8	86.3	101.3	SINUS AG 2024					
Ablufthaube DLZ2 Halle 2	Sp37	Lw (b)		85.2	79.4	82.4	77.2	74.5	71.7	68.3	59.8	53.9	77.0	88.4	SINUS AG 2024					
Ablufthaube DLZ1 Halle 1	Sp38	Lw (b)		72.5	71.1	74.9	73.1	71.4	68.0	62.8	53.7	47.0	72.9	80.2	SINUS AG 2024					
Ablufthaube DLZ1 Halle 1	Sp39	Lw (b)		75.8	75.7	76.7	73.5	68.5	63.1	57.9	50.7	39.3	70.3	81.8	SINUS AG 2024					
Zuluft Halle 2 Shed 3	Sp40	Lw (b)		78.7	74.3	70.9	68.5	64.4	59.7	58.5	50.5	40.9	66.7	80.9	SINUS AG 2024					
Ablufthaube Halle 3 Shed 4	Sp41	Lw (b)		88.6	83.1	82.5	67.1	63.9	58.9	55.6	50.5	45.0	69.1	90.5	SINUS AG 2024					
Ablufthaube Halle 2 Shed 4	Sp42	Lw (b)		87.0	80.9	76.9	77.6	71.5	65.8	56.7	54.6	52.9	73.3	88.8	SINUS AG 2024					
Ablufthaube Halle 1 Shed 4	Sp43	Lw (b)		78.6	77.6	78.0	70.2	62.0	57.2	52.6	48.1	45.1	66.8	83.2	SINUS AG 2024					
Zuluft Halle 1 Shed 5	Sp44	Lw (b)		74.7	74.4	70.8	68.0	62.8	62.0	60.3	53.8	42.5	67.3	79.0	SINUS AG 2024					
Zuluft Halle 1 Shed 6	Sp45	Lw (b)		72.7	77.2	69.0	68.4	60.8	58.3	54.9	45.1	34.5	64.7	79.4	SINUS AG 2024					
Zuluft Halle 2 Shed 6	Sp46	Lw (b)		78.5	75.9	69.6	68.5	64.8	59.7	56.0	48.5	37.4	66.3	81.1	SINUS AG 2024					
Abluftkamin Waschanlage Halle 2 Shed 6	Sp47	Lw (b)		97.3	92.3	89.6	92.5	87.5	80.3	77.7	71.2	62.5	88.8	100.2	SINUS AG 2024					
Ablufthaube Halle 2 Shed 7	Sp48	Lw (b)		84.0	79.2	73.6	72.5	67.3	62.4	54.9	49.7	41.3	69.1	85.9	SINUS AG 2024					
Abluftkamin Waschanlage Halle 2 Shed 8	Sp49	Lw (b)		83.6	76.8	82.7	85.8	85.1	80.2	70.7	61.7	54.3	85.2	91.0	SINUS AG 2024					
Abluftkamin Waschanlage Halle 3 Shed 8	Sp50	Lw (b)		93.8	86.7	80.6	83.4	88.6	80.9	76.9	70.1	65.6	87.6	96.1	SINUS AG 2024					
2 Abluftkamine Waschanlage Halle 3 Shed 7	Sp51	Lw (b)		97.3	91.1	84.6	85.8	93.2	87.0	84.0	77.6	69.4	93.0	100.1	SINUS AG 2024					
Ablufthaube Halle 3 Shed 7	Sp52	Lw (b)		82.6	85.5	85.6	68.8	70.0	61.7	56.9	52.8	49.6	72.6	89.7	SINUS AG 2024					
Zuluft Halle 3 Stirnseite Shed 8	Sp53	Lw (b)		80.1	79.7	75.2	76.9	75.9	72.8	86.0	68.7	60.7	87.7	88.7	SINUS AG 2024					
Ablufthaube Halle 1 Shed 8	Sp54	Lw (b)		77.1	69.3	70.9	69.6	70.4	67.4	65.1	54.4	48.3	72.3	80.1	SINUS AG 2024					
Zuluft Halle 2 Shed 9	Sp55	Lw (b)		85.7	74.6	79.0	69.6	71.9	64.8	66.1	63.8	42.4	73.4	87.1	SINUS AG 2024					
Zuluft Halle 1 Shed 11	Sp56	Lw (b)		87.1	75.8	69.7	67.1	65.5	59.7	54.8	48.2	37.0	66.2	87.5	SINUS AG 2024					
Ablufthaube Halle 2 Shed 10	Sp57	Lw (b)		81.8	75.4	71.2	71.5	66.6	61.6	52.9	49.6	41.8	68.1	83.5	SINUS AG 2024					
Abluftkamin in Shed-Nordfassade Shed 12 Halle 1	Sp59	Lw (b)		83.4	83.6	89.4	85.2	82.7	77.7	65.6	63.7	61.4	83.5	92.8	SINUS AG 2024					
Ablufthaube Halle 1 Shed 12	Sp60	Lw (b)		75.4	74.7	75.2	73.4	72.5	67.4	62.0	57.7	44.3	73.2	81.7	SINUS AG 2024					
Ablufthaube Halle 2 Shed 13	Sp61	Lw (b)		88.4	87.2	86.2	89.6	87.5	85.6	79.0	72.3	69.7	89.6	95.6	SINUS AG 2024					
Ablufthaube Halle 2 Shed 15	Sp62	Lw (b)		77.2	80.9	90.8	85.8	83.2	80.3	72.0	66.7	63.5	85.0	93.2	SINUS AG 2024					
Ablufthaube Halle 2 Shed 18	Sp63	Lw (b)		79.5	81.3	90.5	86.2	84.3	82.7	73.9	66.9	63.8	86.4	93.5	SINUS AG 2024					
Ablufthaube Halle 3 Shed 17	Sp64	Lw (b)		75.2	76.9	80.1	72.1	59.9	54.0	49.0	46.3	42.3	67.6	83.1	SINUS AG 2024					
Ablufthaube Halle 3 Shed 15	Sp65	Lw (b)		77.6	83.9	84.5	79.8	80.2	77.0	69.6	64.5	62.3	81.4	89.2	SINUS AG 2024					
Ablufthaube Halle 3 Shed 14	Sp66	Lw (b)		80.2	84.0	76.4	72.7	69.6	69.2	70.0	71.1	64.7	76.9	86.6	SINUS AG 2024					
Ablufthaube Halle 3 Shed 13	Sp67	Lw (b)		78.6	79.4	72.9	66.5	65.2	65.9	62.5	58.0	52.5	70.0	82.9	SINUS AG 2024					
Ablufthaube Halle 3 Shed 12	Sp68	Lw (b)		78.0	86.0	86.5	82.0	77.5	75.2	69.0	62.7	56.7	80.3	90.7	SINUS AG 2024					
Ablufthaube Halle 3 Shed 10	Sp69	Lw (b)		78.0	83.3	81.2	67.2	64.3	56.3	52.8	47.7	43.9	68.2	86.2	SINUS AG 2024					
Zuluft Halle 3 Stirnseite Shed 11	Sp70	Lw (b)		84.7	82.7	75.3	74.4	70.6	70.3	70.2	67.3	58.9	76.3	87.7	SINUS AG 2024					
Hallenpegel Härterei	Hp1	Li		72.3	70.9	80.6	77.1	74.8	68.2	65.4	61.6	54.9	80.2	89.6	SINUS AG 2024					

Schalldämmung

Punktquellen ohne Zusatzmassnahmen

Bezeichnung	Schallleistung Lw		Lw / Li Typ	ID	norm. dB(A)	Dämpfung dB(A)	Einwirkzeit		Richtw.	Höhe (m)	Koordinaten			
	Tag (dB)	Nacht (dB)					Tag (min)	Nacht (min)			X (m)	Y (m)	Z (m)	
Abluftkamin mit Venti oben	86.3	86.3	Lw	Sp9			720	360	(keine)	2.6	g	2765898	1254363	421.1
Abluftkamin Härterei	84.3	84.3	Lw	Sp10			720	180	(keine)	3.6	g	2765895	1254362	422.1
Abluftkamin Härterei	84.3	84.3	Lw	Sp10			720	180	(keine)	3.6	g	2765899	1254363	422.1
Abluftkamin Härterei	84.3	84.3	Lw	Sp10			720	180	(keine)	3.6	g	2765914	1254365	422.1
Abluftkamin Härterei	84.3	84.3	Lw	Sp10			720	180	(keine)	3.6	g	2765926	1254367	422.1
Abluftkamin Härterei	84.3	84.3	Lw	Sp10			720	180	(keine)	3.6	g	2765934	1254366	422.1
Abluftkamin Härterei	84.3	84.3	Lw	Sp10			720	180	(keine)	3.6	g	2765936	1254366	422.1
Abluftkamin Härterei	84.3	84.3	Lw	Sp10			720	180	(keine)	3.6	g	2765942	1254367	422.1
Abluftkamin Härterei	84.3	84.3	Lw	Sp10			720	180	(keine)	3.6	g	2765943	1254367	422.1
Abluftkamin Härterei	84.3	84.3	Lw	Sp10			720	180	(keine)	3.6	g	2765895	1254378	422.1
Abluftkamin Härterei	84.3	84.3	Lw	Sp10			720	180	(keine)	3.6	g	2765900	1254379	422.1
Abluftkamin Härterei Venti oben	84.3	84.3	Lw	Sp10			720	180	(keine)	3.6	g	2765894	1254374	419.5
Abluftkamin Härterei	84.3	84.3	Lw	Sp10			720	180	(keine)	3.6	g	2765894	1254372	419.5
Abluftkamin Härterei	84.3	84.3	Lw	Sp10			720	180	(keine)	3.6	g	2765895	1254370	419.5
Abluftkamin Härterei	84.3	84.3	Lw	Sp10			720	180	(keine)	3.6	g	2765898	1254373	419.5
Abluftkamin Härterei	84.3	84.3	Lw	Sp10			720	180	(keine)	3.6	g	2765901	1254371	419.5
Abluftkamin Härterei	84.3	84.3	Lw	Sp10			720	180	(keine)	3.6	g	2765909	1254378	419.5
Abluftkamin Härterei	84.3	84.3	Lw	Sp10			720	180	(keine)	3.6	g	2765920	1254379	419.5
Abluftkamin Härterei mit Venti oben	77.6	77.6	Lw	Sp11			720	360	(keine)	3.6	g	2765897	1254379	422.1
Abluftkamin Härterei Bandofen	96	96	Lw	Sp13			720	360	(keine)	6	g	2765934	1254375	421.9
Abluftkamin Härterei Bandofen	96	96	Lw	Sp13			0	0	(keine)	6	g	2765941	1254376	421.9
Abluftkamin Härterei Bandofen	95.8	95.8	Lw	Sp14			720	360	(keine)	6	g	2765951	1254377	421.9
Abluftkamin Härterei Glühofen	89.4	89.4	Lw	Sp15			720	300	(keine)	5	g	2765955	1254343	420.9
Zuluftkanal MonoblockDach Härterei	69	69	Lw	Sp17			720	360	(keine)	1.2	g	2765895	1254397	417.1
Zuluftkanal MonoblockDach Härterei	69	69	Lw	Sp17			720	360	(keine)	1.2	g	2765910	1254398	417.1
Zuluftkanal MonoblockDach Härterei	69	69	Lw	Sp17			720	360	(keine)	1.2	g	2765926	1254400	417.1
Zuluftkanal MonoblockDach Härterei	69	69	Lw	Sp17			720	360	(keine)	1.2	g	2765943	1254402	417.1
Abluftkamin Batchofen Härterei	86.9	86.9	Lw	Sp18			720	180	(keine)	4.5	g	2765900	1254392	420.4
Abluftkamin Batchofen Härterei	83.7	83.7	Lw	Sp19			720	180	(keine)	4.5	g	2765898	1254396	420.4
Abluftkamin Batchofen Härterei	83.7	83.7	Lw	Sp19			720	180	(keine)	4.5	g	2765891	1254400	420.4
Abluftkamin Batchofen Härterei	83.7	83.7	Lw	Sp19			720	180	(keine)	4.5	g	2765896	1254399	420.4
Abluftkamin Batchofen Härterei	83.7	83.7	Lw	Sp19			720	180	(keine)	4.5	g	2765896	1254402	423
Abluftkamin Batchofen Härterei	83.7	83.7	Lw	Sp19			720	180	(keine)	4.5	g	2765895	1254403	423
Abluftkamin Batchofen Härterei	83.7	83.7	Lw	Sp19			720	180	(keine)	4.5	g	2765899	1254401	420.4
Abluftkamin Batchofen Härterei	83.7	83.7	Lw	Sp19			720	180	(keine)	4.5	g	2765891	1254402	423
Abluftkamin Batchofen Härterei	83.7	83.7	Lw	Sp19			720	180	(keine)	4.5	g	2765923	1254406	423
Abluftkamin Batchofen Härterei	83.7	83.7	Lw	Sp19			720	180	(keine)	4.5	g	2765929	1254407	423
Abluftkamin Batchofen Härterei	83.7	83.7	Lw	Sp19			720	180	(keine)	4.5	g	2765933	1254406	423
Abluftkamin Batchofen Härterei	83.7	83.7	Lw	Sp19			720	180	(keine)	4.5	g	2765937	1254407	423
Abluftkamin Batchofen Härterei	83.7	83.7	Lw	Sp19			720	180	(keine)	4.5	g	2765943	1254408	423
Abluftkamin Batchofen Härterei	83.7	83.7	Lw	Sp19			720	180	(keine)	4.5	g	2765944	1254408	420.4
Abluftkamin Batchofen Härterei	83.7	83.7	Lw	Sp19			720	180	(keine)	4.5	g	2765944	1254409	420.4
Abluftkamin Batchofen Härterei	83.7	83.7	Lw	Sp19			720	180	(keine)	4.5	g	2765950	1254389	420.4
Abluftkamin Batchofen Härterei	83.7	83.7	Lw	Sp19			720	180	(keine)	4.5	g	2765940	1254415	420.4
Abluftkamin Batchofen Härterei	83.7	83.7	Lw	Sp19			720	180	(keine)	4.5	g	2765933	1254415	420.4
Abluftkamin Batchofen Härterei	83.7	83.7	Lw	Sp19			720	180	(keine)	4.5	g	2765929	1254414	420.4
Abluftkamin Batchofen Härterei	79.4	79.4	Lw	Sp22			720	180	(keine)	4.5	g	2765949	1254417	420.4
Abluftkamin Batchofen Härterei	74.1	74.1	Lw	Sp23			720	720	(keine)	1	g	2765921	1254294	416.9
Abluft Monoblock neu Halle 5	79.3	79.3	Lw	Sp24			720	360	(keine)	4	g	2766041	1254349	419.4
Abluftkamin klein Halle 4 Süd	66.2	66.2	Lw	Sp28			720	360	(keine)	1.7	g	2766006	1254130	418.7
Abluftkamin gross Halle 4 Süd	69.8	69.8	Lw	Sp29			720	360	(keine)	1.9	g	2766006	1254133	418.9
Abluftkamin klein Halle 4 Mitte	70.3	70.3	Lw	SP30			720	360	(keine)	1.7	g	2766004	1254151	418.7
Abluftkamin gross Halle 4 Mitte	72	72	Lw	SP31			720	360	(keine)	1.9	g	2766004	1254154	418.9
Abluftkamin DLZ2 Halle 2	86.3	86.3	Lw	Sp36			720	360	(keine)	414.8	a	2765890	1254256	414.8
Abluftkamin DLZ2 Halle 2	77	77	Lw	Sp37			720	360	(keine)	414.8	a	2765887	1254256	414.8
Abluftkamin DLZ1 Halle 1	72.9	72.9	Lw	Sp38			720	360	(keine)	414.6	a	2765855	1254254	414.6
Abluftkamin DLZ1 Halle 1	70.3	70.3	Lw	Sp39			720	360	(keine)	414.8	a	2765851	1254253	414.8
Zuluftkamin Halle 1 Shed 3	66.7	66.7	Lw	Sp40			720	360	(keine)	414.8	a	2765880	1254240	414.8
Zuluftkamin Halle 1 Shed 3	66.7	66.7	Lw	Sp40			720	360	(keine)	414.8	a	2765880	1254239	414.8
Abluftkamin Halle 3 Shed 4	69.1	69.1	Lw	Sp41			720	360	(keine)	414.8	a	2765972	1254237	414.8
Abluftkamin Halle 2 Shed 4	73.3	73.3	Lw	Sp42			720	360	(keine)	414.8	a	2765881	1254231	414.8
Abluftkamin Halle 1 Shed 4	66.8	66.8	Lw	Sp43			720	360	(keine)	414.8	a	2765877	1254231	414.8
Zuluftkamin Halle 1 Shed 5	67.3	67.3	Lw	Sp44			720	360	(keine)	414.8	a	2765877	1254224	414.8
Zuluftkamin Halle 1 Shed 5	67.3	67.3	Lw	Sp44			720	360	(keine)	414.8	a	2765878	1254222	414.8
Zuluftkamin Halle 1 Shed 6	64.7	64.7	Lw	Sp45			720	360	(keine)	414.8	a	2765876	1254216	414.8
Zuluftkamin Halle 1 Shed 6	64.7	64.7	Lw	Sp45			720	360	(keine)	414.8	a	2765876	1254214	414.8
Zuluftkamin Halle 2 Shed 6	66.3	66.3	Lw	Sp46			720	360	(keine)	414.8	a	2765882	1254216	414.8
Zuluftkamin Halle 2 Shed 6	66.3	66.3	Lw	Sp46			720	360	(keine)	414.8	a	2765882	1254215	414.8
Abluftkamin Waschanlage Halle 2 Shed 6 Halle 2 Shed 6	88.8	88.8	Lw	Sp47			720	180	(keine)	413.8	a	2765897	1254214	413.8
Abluftkamin Halle 2 Shed 7	69.1	69.1	Lw	Sp48			720	360	(keine)	414.8	a	2765883	1254208	414.8
Abluftkamin Waschanlage Halle 2 Shed 8	85.2	85.2	Lw	Sp49			720	180	(keine)	414.3	a	2765898	1254202	414.3
Abluftkamin Waschanlage Halle 3 Shed 8	87.6	87.6	Lw	Sp50			720	180	(keine)	414.3	a	2765937	1254206	414.3
Abluftkamin Waschanlage Halle 3 Shed 8	87.6	87.6	Lw	Sp50			720	180	(keine)	414.3	a	2765948	1254207	414.3

Punktquellen ohne Zusatzmassnahmen (Fortsetzung)

Bezeichnung	Schallleistung Lw		Lw / Li Typ	ID	norm. dB(A)	Dämpfung dB(A)	Einwirkzeit Tag (min)	Nacht (min)	Richtw.	Höhe (m)	Koordinaten			
	Tag (dB(A))	Nacht (dB(A))									X (m)	Y (m)	Z (m)	
2 Abluftkamine Waschanlage Halle 3 Shed 7	93	93	Lw Sp51				720	180	(keine)	414.8	a	2765945	1254214	414.8
Ablufthaube Halle 3 Shed 7	72.6	72.6	Lw Sp52				720	360	(keine)	414.3	a	2765975	1254213	414.3
Ablufthaube Halle 1 Shed 8	72.3	72.3	Lw Sp54				720	360	(keine)	415	a	2765878	1254197	415
Zuluftthaube Halle 2 Shed 9	73.4	73.4	Lw Sp55				720	360	(keine)	414.8	a	2765885	1254192	414.8
Zuluftthaube Halle 2 Shed 9	73.4	73.4	Lw Sp55				720	360	(keine)	414.8	a	2765885	1254191	414.8
Zuluftthaube Halle 1 Shed 11	66.2	66.2	Lw Sp56				720	360	(keine)	414.8	a	2765880	1254174	414.8
Zuluftthaube Halle 1 Shed 11	66.2	66.2	Lw Sp56				720	360	(keine)	414.8	a	2765880	1254176	414.8
Ablufthaube Halle 1 Shed 9	72.3	72.3	Lw Sp54				720	360	(keine)	415	a	2765879	1254189	415
Ablufthaube Halle 2 Shed 10	68.1	68.1	Lw Sp57				720	360	(keine)	414.8	a	2765886	1254184	414.8
Abluftkamin in Shed-Nordfassade Shed 12	83.5	83.5	Lw Sp59				720	360	(keine)	413.3	a	2765896	1254168	413.3
Ablufthaube Halle 1 Shed 12	73.2	73.2	Lw Sp60				720	360	(keine)	414.8	a	2765881	1254167	414.8
Ablufthaube Halle 2 Shed 13	89.6	89.6	Lw Sp61				720	360	(keine)	414.2	a	2765888	1254157	414.2
Zuluftthaube Halle 1 Shed 14	66.2	66.2	Lw Sp56				720	360	(keine)	414.8	a	2765883	1254152	414.8
Zuluftthaube Halle 1 Shed 14	66.2	66.2	Lw Sp56				720	360	(keine)	414.8	a	2765883	1254150	414.8
Ablufthaube Halle 2 Shed 15	85	85	Lw Sp62				720	360	(keine)	414.8	a	2765889	1254144	414.8
Ablufthaube Halle 2 Shed 18	86.4	86.4	Lw Sp63				720	360	(keine)	414.8	a	2765891	1254120	414.8
Ablufthaube Halle 3 Shed 17	67.6	67.6	Lw Sp64				720	360	(keine)	414.8	a	2765983	1254137	414.8
Ablufthaube Halle 3 Shed 15	81.4	81.4	Lw Sp65				720	360	(keine)	414.8	a	2765981	1254153	414.8
Ablufthaube Halle 3 Shed 14	76.9	76.9	Lw Sp66				720	360	(keine)	414	a	2765981	1254160	414
Ablufthaube Halle 3 Shed 13	70	70	Lw Sp67				720	360	(keine)	414	a	2765980	1254169	414
Ablufthaube Halle 3 Shed 12	80.3	80.3	Lw Sp68				720	360	(keine)	414.8	a	2765979	1254178	414.8
Ablufthaube Halle 3 Shed 10	68.2	68.2	Lw Sp69				720	360	(keine)	414.8	a	2765977	1254190	414.8
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765895	1254367	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765899	1254367	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765903	1254368	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765907	1254368	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765911	1254369	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765916	1254369	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765921	1254369	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765925	1254370	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765929	1254370	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765934	1254371	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765939	1254371	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765945	1254372	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765949	1254383	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765897	1254383	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765901	1254383	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765905	1254384	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765910	1254384	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765915	1254385	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765919	1254385	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765924	1254386	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765928	1254386	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765933	1254386	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765937	1254387	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765944	1254387	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765890	1254407	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765894	1254408	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765898	1254408	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765902	1254409	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765906	1254409	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765911	1254410	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765916	1254410	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765920	1254410	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765924	1254411	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765929	1254411	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765934	1254412	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765940	1254412	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765922	1254353	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765927	1254353	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765931	1254354	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765936	1254354	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765940	1254355	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765947	1254355	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765925	1254336	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765930	1254337	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765934	1254337	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765939	1254338	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765943	1254338	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765948	1254339	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765926	1254321	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765931	1254321	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765935	1254321	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765940	1254322	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765944	1254322	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765927	1254312	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765932	1254312	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765936	1254313	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765941	1254313	417
schräggestellte Shedfenster	65.3	65.3	Lw Sp12				720	360	(keine)	417	a	2765945	1254313	417
Stickstoffanlage	85	85	Lw 85				120	45	(keine)	1.5	r	2765867	1254357	404.5

Linienquellen

Bezeichnung	Schallleistung Lw		Schallleistung Lw		Lw / Li Typ	Wert	norm. dB(A)	R	Fläche (m²)	Dämpfung	Einwirkzeit		KO	Freq. (Hz)	Richtw.
	Tag (dB(A))	Nacht (dB(A))	Tag (dB(A))	Nacht (dB(A))							Tag (min)	Nacht (min)			
Rangieren LKW	73.8	73.8	60.5	60.5	Lw 73.8						720.00				

Flächenquellen

Bezeichnung	Schalleistung Lw		Schalleistung Lw'		Lw / Li		Schalldämmung			Dämpfung	Einwirkzeit		Richtw.
	Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Typ	Wert	norm. dB(A)	R	Fläche (m²)		Tag (min)	Nacht (min)	
Kältemaschine 1 TZ2 oberhalb Ventilatoren	89.9	89.9	80.0	80.0	Lw	Sp2					360	180	(keine)
Kältemaschine 1 TZ2 oberhalb Ventilatoren	89.9	89.9	80.0	80.0	Lw	Sp2					360	180	(keine)
Kältemaschine 1 TZ2 oberhalb Ventilatoren	80.5	80.5	67.0	67.0	Lw	71					720	360	(keine)
Kältemaschine 1 TZ2 oberhalb Ventilatoren	81.5	81.5	66.9	66.9	Lw	72					360	180	(keine)
Kältemaschine 1 TZ2 oberhalb Ventilatoren	81.5	81.5	66.9	66.9	Lw	72					360	180	(keine)
Kühler Süd Härtereier oberhalb Ventilatoren	93.7	93.7	80.6	80.6	Lw	Sp8					360	90	Öffnung (OAL28)
Kühler Nord Härtereier oberhalb Ventilatoren	75.0	75.0	63.5	63.5	Lw	Sp21					360	90	(keine)
Kühler Dach Halle 5 mit 4 Ventilatoren	77.6	77.6	67.8	67.8	Lw	Sp25					360	180	(keine)
Kühler Dach Halle 5 mit 4 Ventilatoren	90.7	90.7	83.1	83.1	Lw	SP27					360	180	(keine)
Kühler mit 8 Ventilatoren Halle 4 Mitte oberh. Vent.	82.5	82.5	74.9	74.9	Lw	SP33					360	180	(keine)
Kühler YORK Halle 4 Süd oberh. Vent.	88.1	88.1	80.3	80.3	Lw	Sp34					360	180	(keine)
Kühler TRANE 1 Halle 6	91.0	91.0	78.6	78.6	Lw	91					720	360	(keine)
Kühler TRANE 2 Halle 6	91.0	91.0	78.6	78.6	Lw	91					720	360	(keine)
LKW-Betriebsgeräusche / Umschlag Nord	80.9	80.9	57.5	57.5	Lw	80.9					720	0	(keine)
LKW-Betriebsgeräusche / Umschlag Süd	85.1	85.1	58.3	58.3	Lw	85.1					720	0	(keine)

Vertikale Flächenquellen

Bezeichnung	Schalleistung Lw		Schalleistung Lw'		Lw / Li		Schalldämmung			Dämpfung	Einwirkzeit		K0	Freq.	Richtw.
	Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Typ	Wert	norm. dB(A)	R	Fläche (m²)		Tag (min)	Nacht (min)			
Kältemaschine 1 TZ2	86.4	86.4	76.4	76.4	Lw	Sp1					360.00	180.00	3.0		(keine)
Kältemaschine 1 TZ2	86.4	86.4	76.4	76.4	Lw	Sp1					360.00	180.00	3.0		(keine)
Abstrahlung über Schalldämm-Wetterschutz West Kältemaschine 1 TZ2	82.0	82.0	64.3	64.3	Li	Sp1-5	R1	59.80			360.00	180.00	3.0		(keine)
Abstrahlung über Schalldämm-Wetterschutz Nord Kältemaschine 1 TZ2	84.1	84.1	69.3	69.3	Li	Sp1	R1	30.74			360.00	180.00	3.0		(keine)
Kältemaschine 1 TZ2	86.4	86.4	76.4	76.4	Lw	Sp1					360.00	180.00	3.0		(keine)
Kältemaschine 1 TZ2	86.4	86.4	76.4	76.4	Lw	Sp1					360.00	180.00	3.0		(keine)
Zuluftöffnung DLZ1	65.8	65.8	63.7	63.7	Lw	Sp4					720.00	300.00	3.0		(keine)
Zuluftöffnung DLZ1	67.5	67.5	65.4	65.4	Lw	Sp3			10		720.00	300.00	3.0		(keine)
Zuluftöffnung DLZ2	72.7	72.7	66.2	66.2	Lw	Sp5			10		720.00	300.00	3.0		(keine)
Zuluftöffnung DLZ2	74.3	74.3	67.9	67.9	Lw	Sp6			10		720.00	300.00	3.0		(keine)
Zuluftöffnung DLZ2	72.7	72.7	66.7	66.7	Lw	Sp5			10		720.00	300.00	3.0		(keine)
Zuluft Kühler Süd Härtereier	88.0	88.0	76.1	76.1	Lw	SP7					360.00	90.00	3.0		(keine)
Zuluft Kühler Süd Härtereier	88.0	88.0	76.1	76.1	Lw	SP7					360.00	90.00	3.0		(keine)
Zuluft Monoblock Härtereier	67.5	67.5	60.9	60.9	Lw	Sp16					720.00	300.00	3.0		(keine)
Zuluft Kühler Nord Dach Härtereier	75.1	75.1	64.0	64.0	Lw	Sp20					360.00	90.00	3.0		(keine)
Zuluft Kühler Nord Dach Härtereier	75.1	75.1	64.0	64.0	Lw	Sp20					360.00	90.00	3.0		(keine)
Zuluft Kühler YORK Dach Halle 5	86.2	86.2	78.4	78.4	Lw	Sp26					360.00	180.00	3.0		(keine)
Zuluft Kühler YORK Dach Halle 5	86.2	86.2	78.4	78.4	Lw	Sp26					360.00	180.00	3.0		(keine)
Zuluft Kühler 8 Ventilatoren Halle 4 Mitte	80.4	80.4	71.7	71.7	Lw	Sp32					360.00	180.00	3.0		(keine)
Zuluft Kühler 8 Ventilatoren Halle 4 Mitte	80.4	80.4	71.7	71.7	Lw	Sp32					360.00	180.00	3.0		(keine)
Zuluft Kühler York Halle 4 Süd	85.4	85.4	77.3	77.3	Lw	Sp35					360.00	180.00	3.0		(keine)
Zuluft Kühler York Halle 4 Süd	85.4	85.4	77.3	77.3	Lw	Sp35					360.00	180.00	3.0		(keine)
Zuluft Halle 3 Stirnseite Shed 8	77.7	77.7	72.3	72.3	Lw	Sp53				10	720.00	360.00	3.0		(keine)
Zuluft Halle 3 Stirnseite Shed 11	76.3	76.3	70.9	70.9	Lw	Sp70					720.00	360.00	3.0		(keine)
Glasfassade Härtereier Westen	57.3	57.3	39.9	39.9	Li	Hp1	Glas3fach	55.00			720.00	360.00	3.0		(keine)
Glasfassade Härtereier Westen	57.3	57.3	39.9	39.9	Li	Hp1	Glas3fach	55.00			720.00	360.00	3.0		(keine)
Glasfassade Härtereier Westen	57.3	57.3	39.9	39.9	Li	Hp1	Glas3fach	55.00			720.00	360.00	3.0		(keine)
Glasfassade Härtereier Westen	57.3	57.3	39.9	39.9	Li	Hp1	Glas3fach	55.00			720.00	360.00	3.0		(keine)
Glasfassade Härtereier Norden	67.7	67.7	39.9	39.9	Li	Hp1	Glas3fach	603.88			720.00	360.00	3.0		(keine)
Parkhaus P Abstrahlung Nordfassade Tag	78.7	78.7	54.9	54.9	Li	60.9	2	237.68			720.00	0.00	3.0	500	(keine)
Parkhaus P Abstrahlung Nordfassade Nacht	73.6	73.6	49.8	49.8	Li	55.8	2	237.68			0.00	720.00	3.0	500	(keine)
Parkhaus P Abstrahlung Westfassade Tag	83.8	83.8	54.9	54.9	Li	60.9	2	782.12			720.00	0.00	3.0	500	(keine)
Parkhaus P Abstrahlung Westfassade Nacht	78.7	78.7	49.8	49.8	Li	55.8	2	238.30			720.00	0.00	3.0	500	(keine)
Parkhaus P Abstrahlung Ostfassade Tag	83.8	83.8	54.9	54.9	Li	60.9	2	784.18			720.00	0.00	3.0	500	(keine)
Parkhaus P Abstrahlung Ostfassade Nacht	78.7	78.7	49.8	49.8	Li	55.8	2	782.12			0.00	720.00	3.0	500	(keine)
Parkhaus P Abstrahlung Südfassade Nacht	73.6	73.6	49.8	49.8	Li	55.8	2	238.30			0.00	720.00	3.0	500	(keine)
Parkhaus P Abstrahlung Ostfassade Nacht	78.7	78.7	49.8	49.8	Li	55.8	2	784.18			0.00	720.00	3.0	500	(keine)

Parkplätze

Bezeichnung	Typ	Lwa		L*m,E		Zuschlag Art		Zuschlag Fahrh		Berechnung nach	Einwirkzeit	
		Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Kpa	Parkplatzart	Kstro	Fahrbahnoberfl		Tag (min)	Nacht (min)
22 PP Sektor A	ind	82.1	66.1	45.9	29.9			0.0		SN 640578		
87 PP Sektor A	ind	88.1	72.1	51.9	35.9			0.0		SN 640578		
219 PP Sektor A	ind	92.1	76.1	55.9	39.9			0.0		SN 640578		
51 PP Sektor D	ind	84.6	71.5	48.4	35.3			0.0		SN 640578		
61 PP Sektor D	ind	85.3	72.3	49.1	36.1			0.0		SN 640578		
64 PP Sektor D	ind	85.5	72.5	49.3	36.3			0.0		SN 640578		
22 PP Sektor G	ind	79.3	76.2	43.1	40.0			0.0		SN 640578		
86 PP Sektor G	ind	85.2	82.2	49.0	46.0			0.0		SN 640578		
20 PP Sektor P	ind	82.3	77.6	46.1	41.4			0.0		SN 640578		
163 PP Sektor P	ind	91.5	86.7	55.3	50.5			0.0		SN 640578		
24 Besucher PP	ind	82.5	68.7	46.3	32.5			0.0		SN 640578		

Konfiguration CadnaA

Registerkarte "Land"

Norm „Industrie“: ISO
Norm „Straße“: SONR18
Norm „Schiene“: SEMI
Norm „Fluglärm“: NONE

Registerkarte "Allgemein"

maximaler Fehler (dB): 0.30
Suchradius (m): 1000.00
Mindestabstand Quelle-Immissionspunkt (m): 0.00
Raster 'unter' Häuser extrapolieren Ein/Aus: 1
Schnelle Abschirmung Ein/Aus: 0
Ausbreitungskoeffizient Unsicherheit (Formel Ausdruck): $3 \cdot \log_{10}(d/10)$
Rasterinterpolation Ein/Aus: 17 * 17
Max. Differenz Eckpunkte (dB): 10.00
Max. Differenz Mittelpunkt (dB): 0.10
Winkelscan-Verfahren Ein/Aus: 0
Segmentanzahl: 100
Reflexionstiefe: 0
Mithra Kompatibilität Ein/Aus: 0

Registerkarte "Aufteilung"

Rasterfaktor (-): 0.50
Max. Abschnittslänge (m): 1000.00
Min. Abschnittslänge (m): 1.00
Min. Abschnittslänge (%): 0.00
Projektion Linienquellen Ein/Aus: 1
Projektion Flächenquellen Ein/Aus: 1
Projektion auch an Geländemodell Ein/Aus: 0
maximaler Abstand Quelle-Immissionspunkt (m): 2000.00
Suchradius um Quelle (m): 100.00
Suchradius um Immissionspunkt (m): 100.00
Mindestabschnittslängen bei Projektion berücksichtigen Ein/Aus: 1

Registerkarte "Bezugszeit"

Zeichenkette DEN: NNNNNNDDDDDDDDDDNNNNN
Zuschlag Tag (dB): 0.00
Zuschlag Abend (dB): 6.00
Zuschlag Nacht (dB): 10.00

Registerkarte "Zielgrößen"

Listenfeld "Typ" - 1: Ld
Feld "Bez" - 1: @@TTAG
Feld "Einheit" - 1:
Feld "Formel" - 1:
Listenfeld "Typ" - 2: Ln
Feld "Bez" - 2: @@TNACHT
Feld "Einheit" - 2:
Feld "Formel" - 2:
Listenfeld "Typ" - 3: -
Feld "Bez" - 3:
Feld "Einheit" - 3:
Feld "Formel" - 3:
Listenfeld "Typ" - 4: -
Feld "Bez" - 4:
Feld "Einheit" - 4:
Feld "Formel" - 4:
Option "Kompatibilitätsmodus für Industrie" Ein/Aus: 0

Registerkarte "DGM"

Standardhöhe (m): 400.00
nur explizite Kanten berücksichtigen Ein/Aus: 0
Objekte mit "Höhe/Boden an jedem Punkt" geländebestimmend Ein/Aus: 0
Quellen unter Boden auf Bodenniveau anheben Ein/Aus: 0
Flächenquellen mit relativer Höhe sind geländefolgend Ein/Aus: 1

Registerkarte "Bodenabsorption"

Default-Bodenfaktor G: 1.00

Verwende Puffer-Karte für Bodenabsorptionsberechnung Ja/Nein: 1
Verwende Puffer-Karte für Bodenabsorptionsberechnung Automatisch Ja/Nein: 1
Pufferkarte, Auflösung (m), nur relevant, wenn BABSGRID=1 oder BABSGRIDAUT=1: 1.00
Straßen und Parkplätze sind reflektierend (G==0) Ein/Aus: 1
Gebäude sind reflektierend (G==0) Ein/Aus: 1
Schienen sind absorbierend (G ==1) Ein/Aus: 1

Registerkarte "Reflexion"

max. Reflektionsordnung (1-20): 3
Reflektor-Suchradius um Quelle (m): 100.00
Reflektor-Suchradius um IP (m): 100.00
max. Abstand Quelle-IP (m): 1000.00
dto., interpoliere ab (m): 1000.00
min. Abstand IP-Reflektor (m): 1.00
dto., interpoliere ab (m): 1.00
min. Abstand Quelle-Reflektor (m): 0.10

BERECHNUNGSKONFIGURATION (normen-spezifische Einstellungen)

ISO_9613

Methode Seitenbeugung 0..2: 2
nur bis Abstand (m): 1000.00
Methode Abschirmung & Bodendämpfung 0..2: 0
Methode Schirmmaß Begrenzung 0..3: 1
negative Bodendämpfung nicht abziehen Ein/Aus: 1
negative Umwege nicht abschirmend Ein/Aus: 0
Hindernisse in FQ nicht abschirmend Ein/Aus: 1
Quellen in Haus/Zylinder nicht abschirmen Ein/Aus: 1
Schirmberechnungskoeffizient C1 (dB): 3.00
Schirmberechnungskoeffizient C2 (dB): 20.00
Schirmberechnungskoeffizient C3 (dB): 0.00
VDI, ISO: Methode Bodendämpfung 0..3: 2
Temperatur (°C): 10.00
rel. Feuchte (%): 70.00
PQ: Windgeschw.keit bei Kaminrichtwirkung VDI 3733 (m/s): 3.00
Methode Cmet 0..5: 0
Cmet, C0 konstant, Tag (dB): 0.00
Cmet, C0 konstant, Abend (dB): 0.00
Cmet, C0 konstant, Nacht (dB): 0.00

STL-86

Streng nach ... Ein/Aus: 1
Rechne erste Reflexion Ein/Aus: 0
Rechne keine Seitenbeugung Ein/Aus: 0
Rechne keine Bebauungsdämpfung Ein/Aus: 0
Rechne keine Bewuchsdämpfung Ein/Aus: 0
Rechne die beiden äußeren Fahrstreifen getrennt Ein/Aus: 1
Rechne keine Meteorologie (Cmet siehe Industrie) Ein/Aus: 0
STL86: Ausbreitungsrechnung nach RLS-90 Ein/Aus: 0

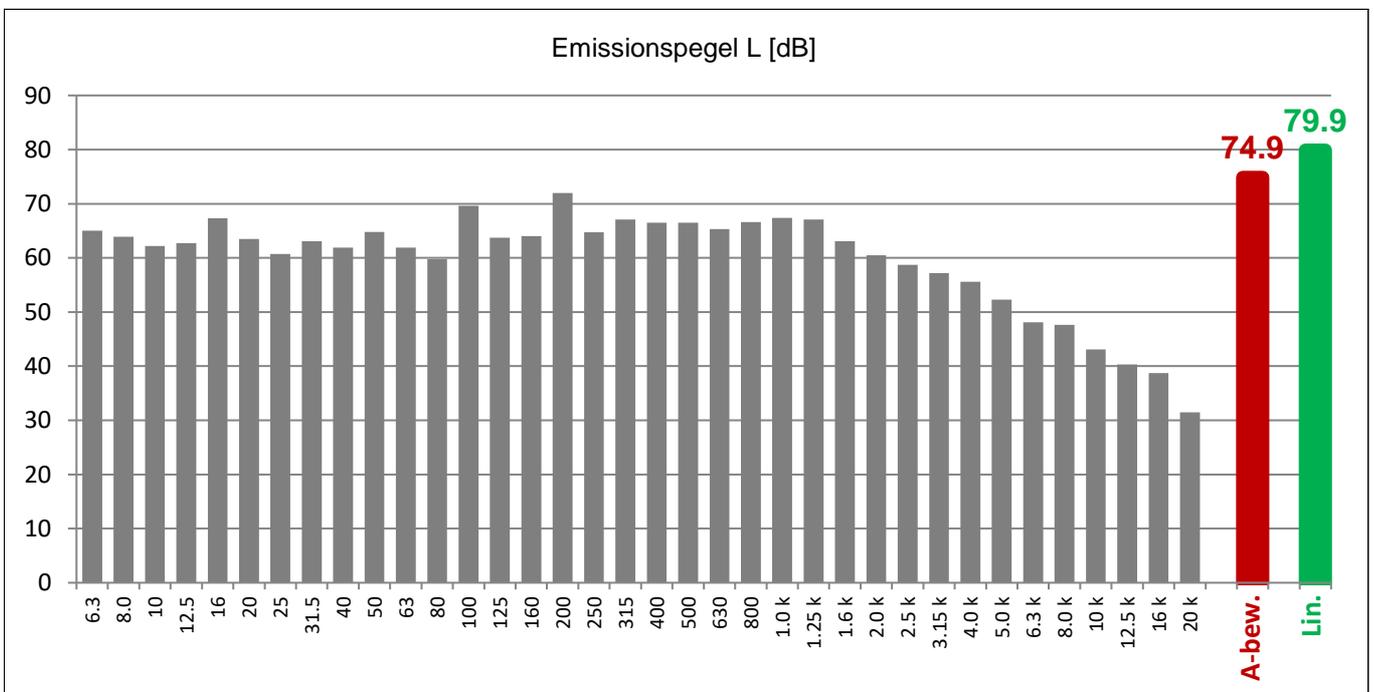
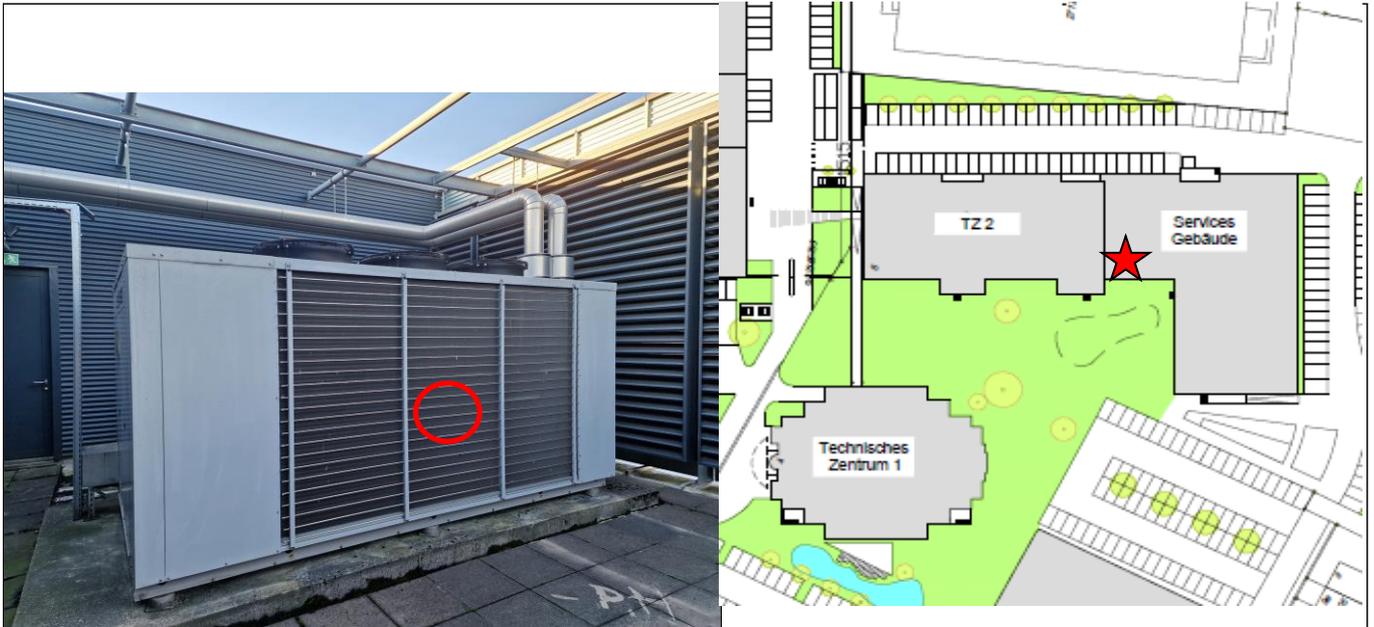
SonRoad

Rechne die beiden äußeren Fahrstreifen getrennt Ein/Aus: 1

Semibel

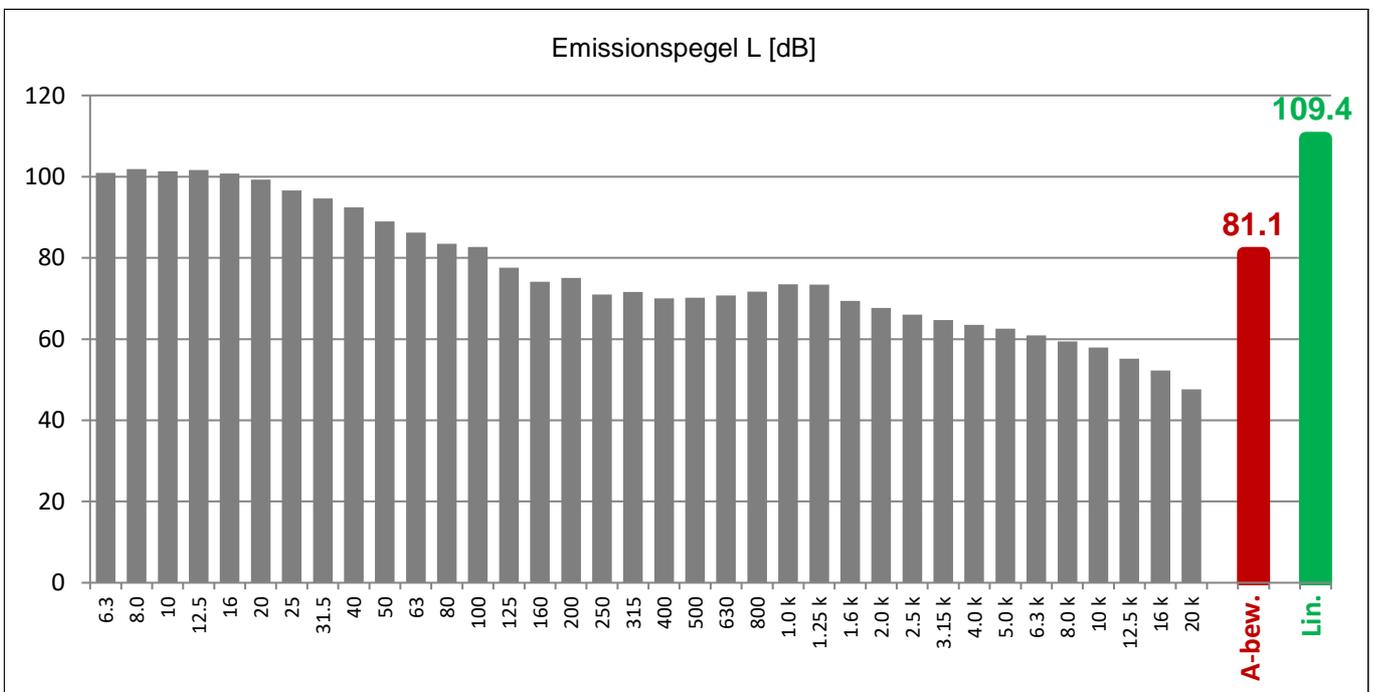
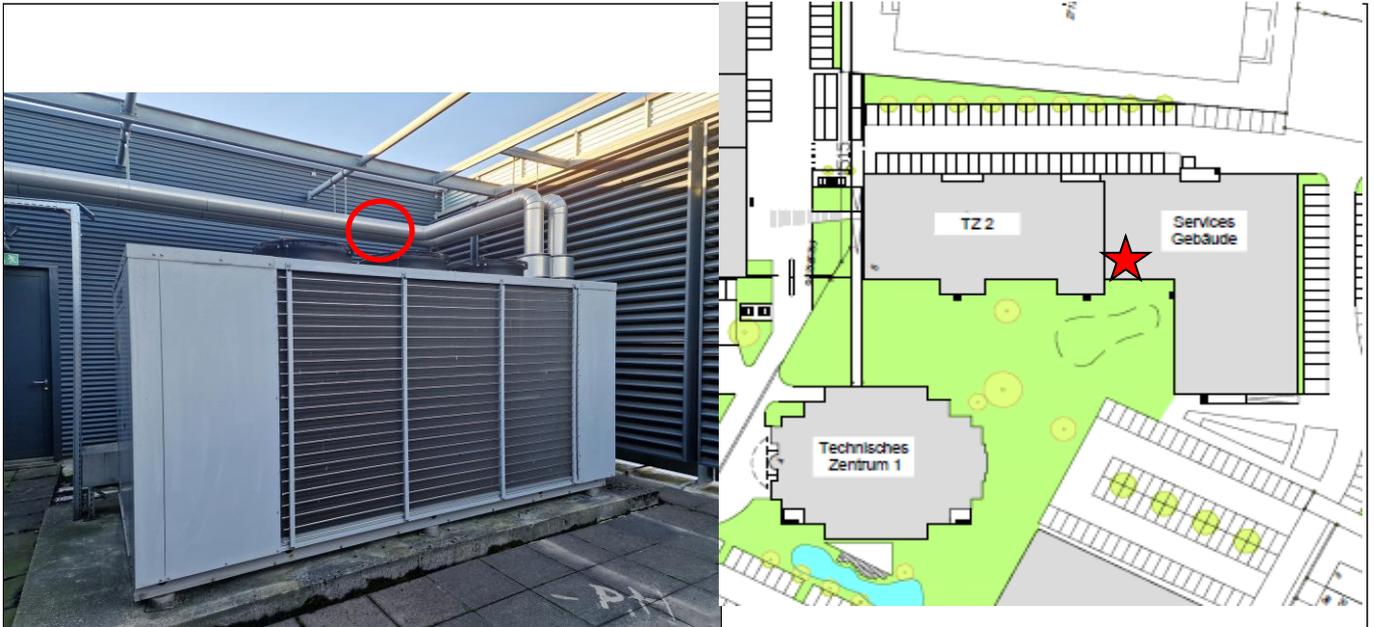
Verwende Bezugszeiten D/E/N Ein/Aus: 0

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	1
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg				
Quelle:	TZ2 Kältemaschine				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	seitlich der Zuluftöffnung (4.4 x 2.2 m)	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



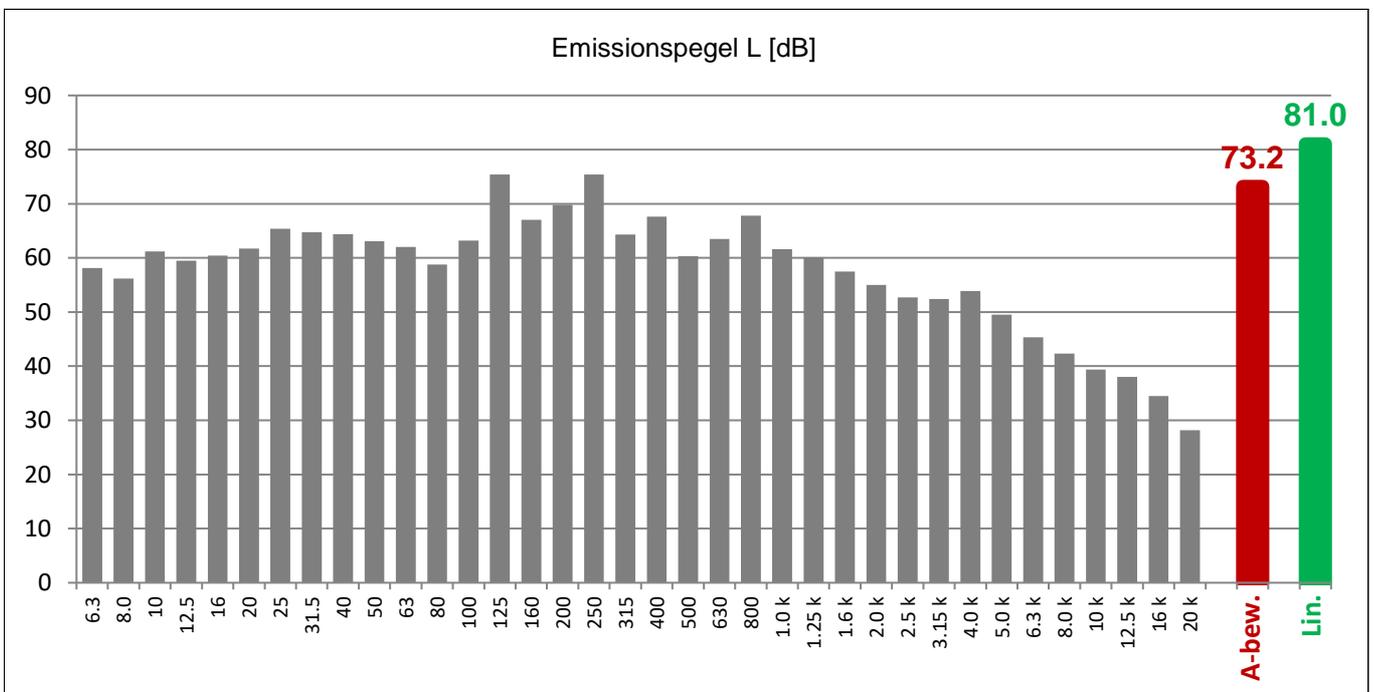
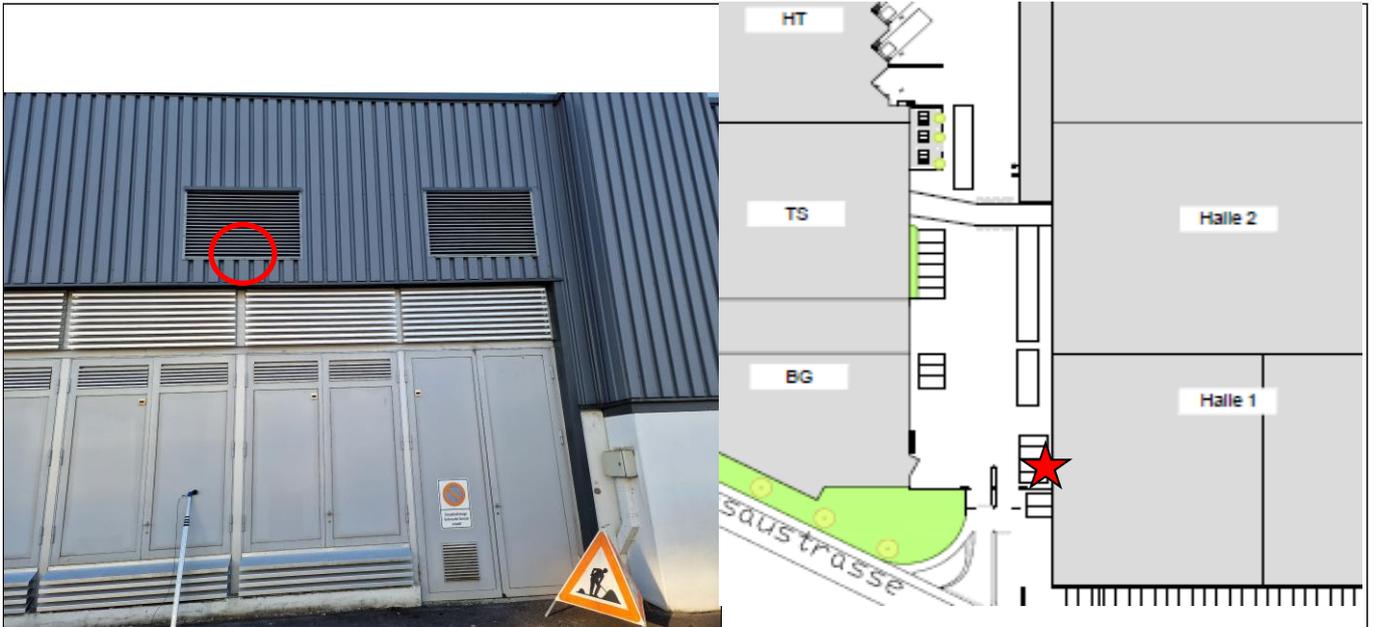
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	65.0	63.9	62.2	62.7	67.3	63.5	60.7	63.1	61.9	64.8	61.9	59.8	69.6	63.7	64.0	72.0	64.7	67.1
		68.6			69.8			66.8			67.4			71.5		73.8		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	66.5	66.5	65.3	66.6	67.4	67.1	63.1	60.5	58.7	57.2	55.6	52.3	48.1	47.6	43.1	40.3	38.7	31.5
		70.9			71.8			65.9			60.2			51.5			42.9	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	2
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg				
Quelle:	TZ2 Kältemaschine				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	oberhalb der 6 Ventilatoren (h = 2.4 m)	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m zwischen den Ventilatoren	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



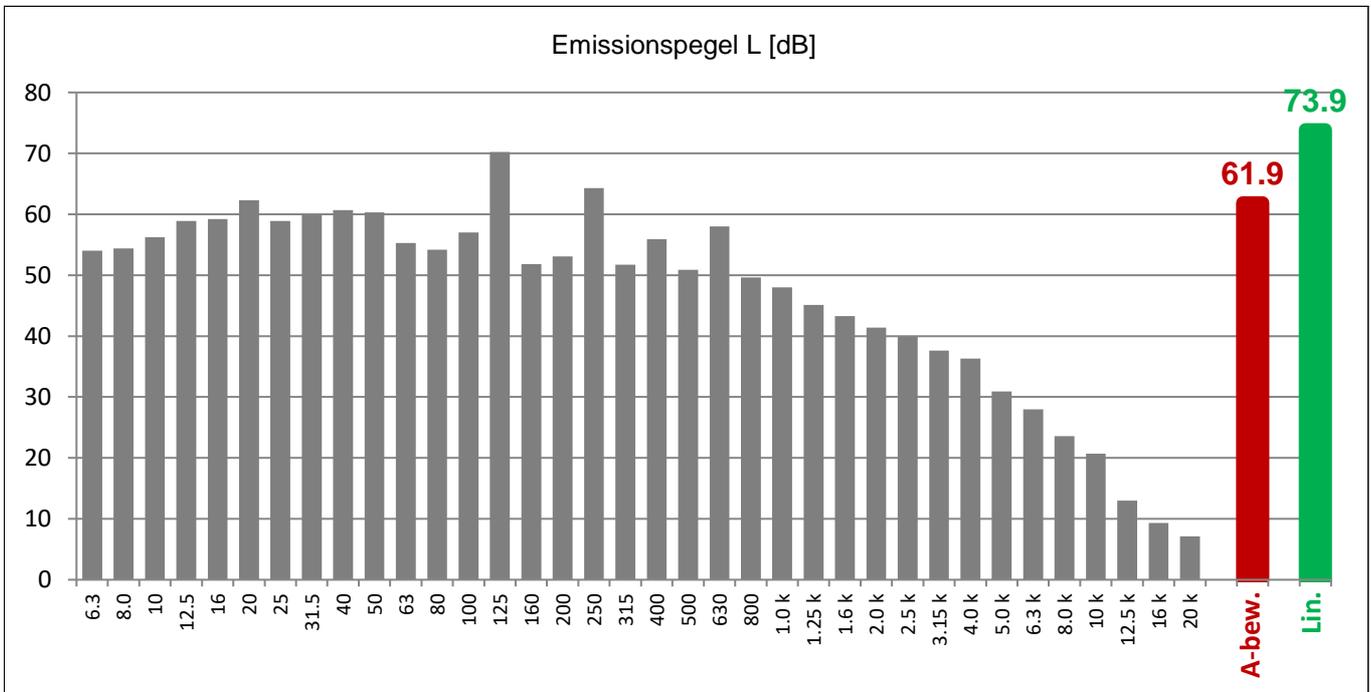
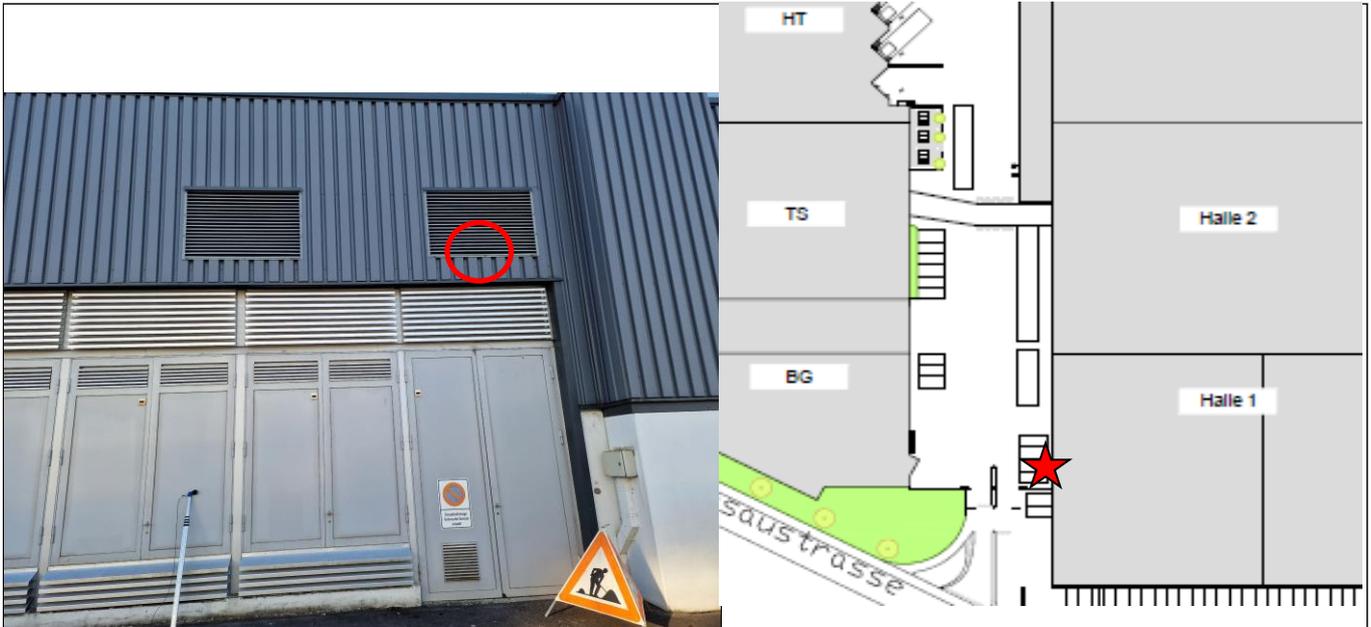
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	100.9	101.9	101.3	101.6	100.8	99.3	96.6	94.6	92.4	89.0	86.2	83.5	82.7	77.6	74.1	75.1	71.0	71.6
	106.2			105.4			99.6			91.6			84.3			77.7		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	70.0	70.2	70.7	71.7	73.5	73.4	69.4	67.7	66.0	64.7	63.5	62.6	60.9	59.4	57.9	55.2	52.3	47.6
	75.1			77.7			72.7			68.5			64.3			57.5		

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	3
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg				
Quelle:	Zuluftöffnung Druckluftzentrale 1				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	vor Öffnung 1.6 x 1.0 m	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



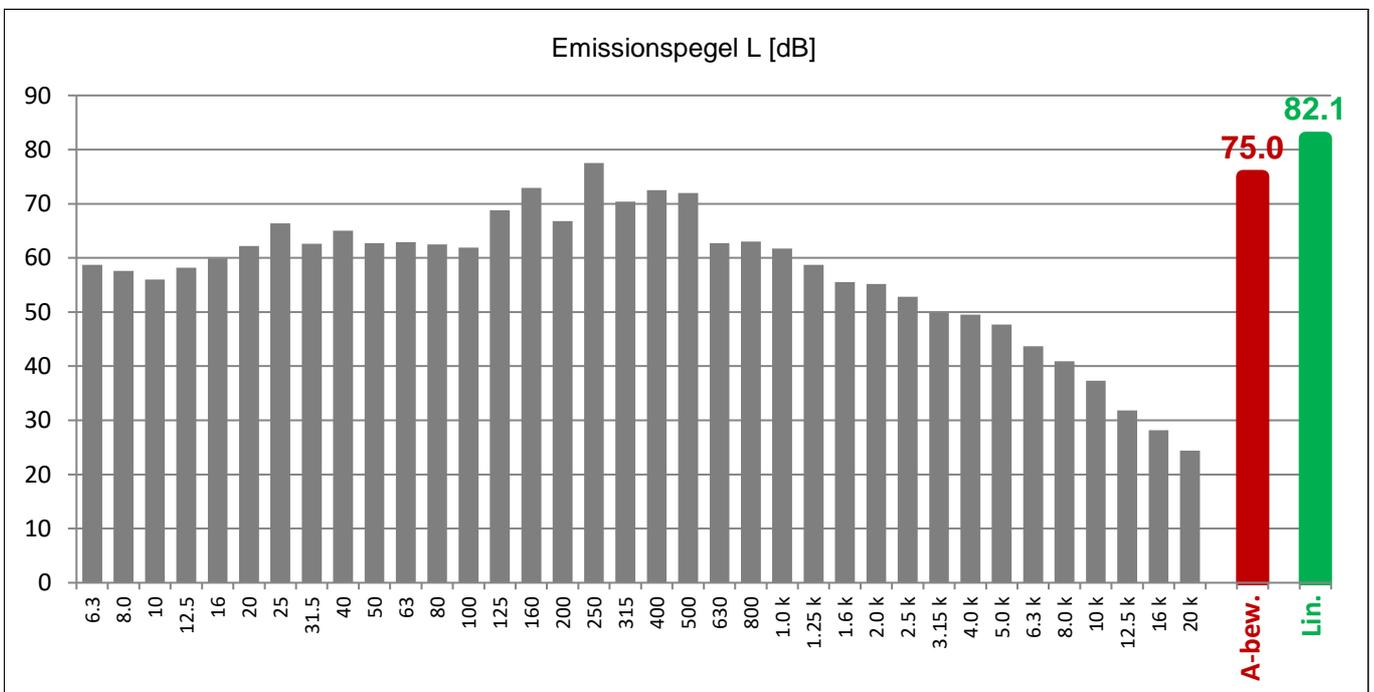
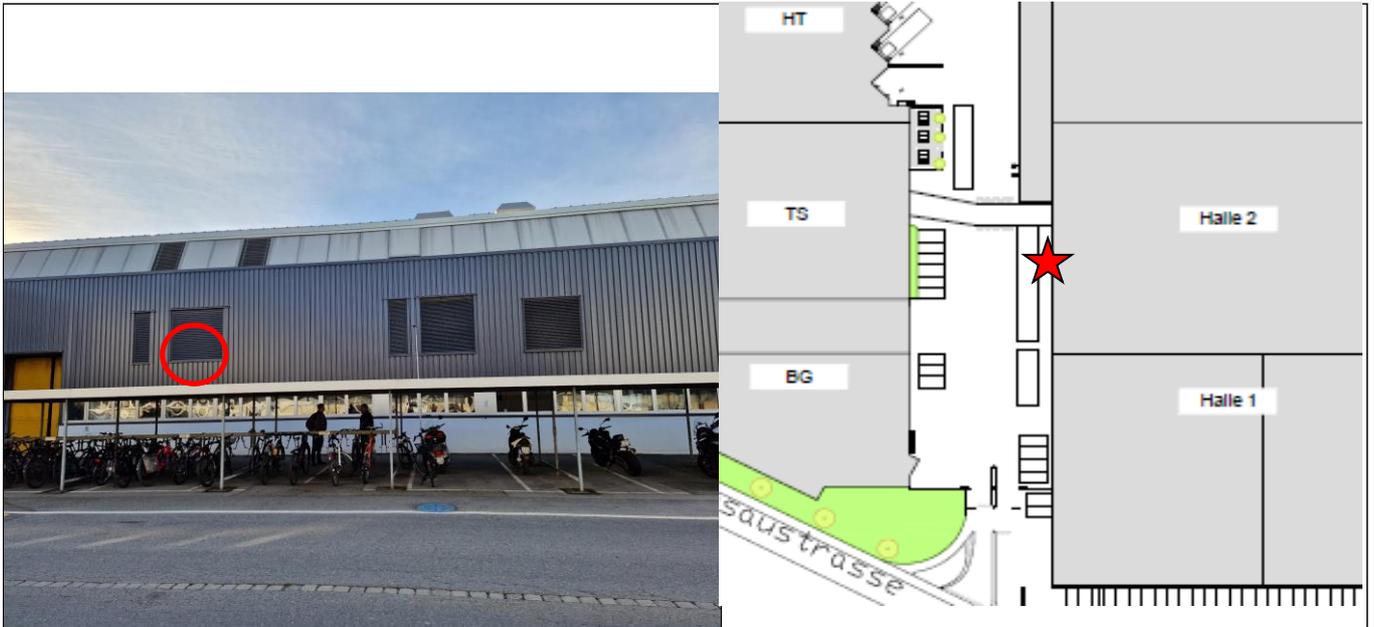
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	58.1	56.2	61.2	59.5	60.4	61.7	65.4	64.7	64.4	63.1	62.0	58.8	63.2	75.4	67.0	69.8	75.4	64.3
	63.8			65.4			69.6			66.4			76.2			76.7		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	67.6	60.3	63.5	67.8	61.6	60.1	57.5	55.0	52.7	52.4	53.9	49.5	45.3	42.3	39.4	38.0	34.5	28.2
	69.6			69.3			60.3			57.1			47.8			39.9		

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	4
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg				
Quelle:	Zuluftöffnung Druckluftzentrale 1				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	vor Öffnung 1.6 x 1.0 m	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



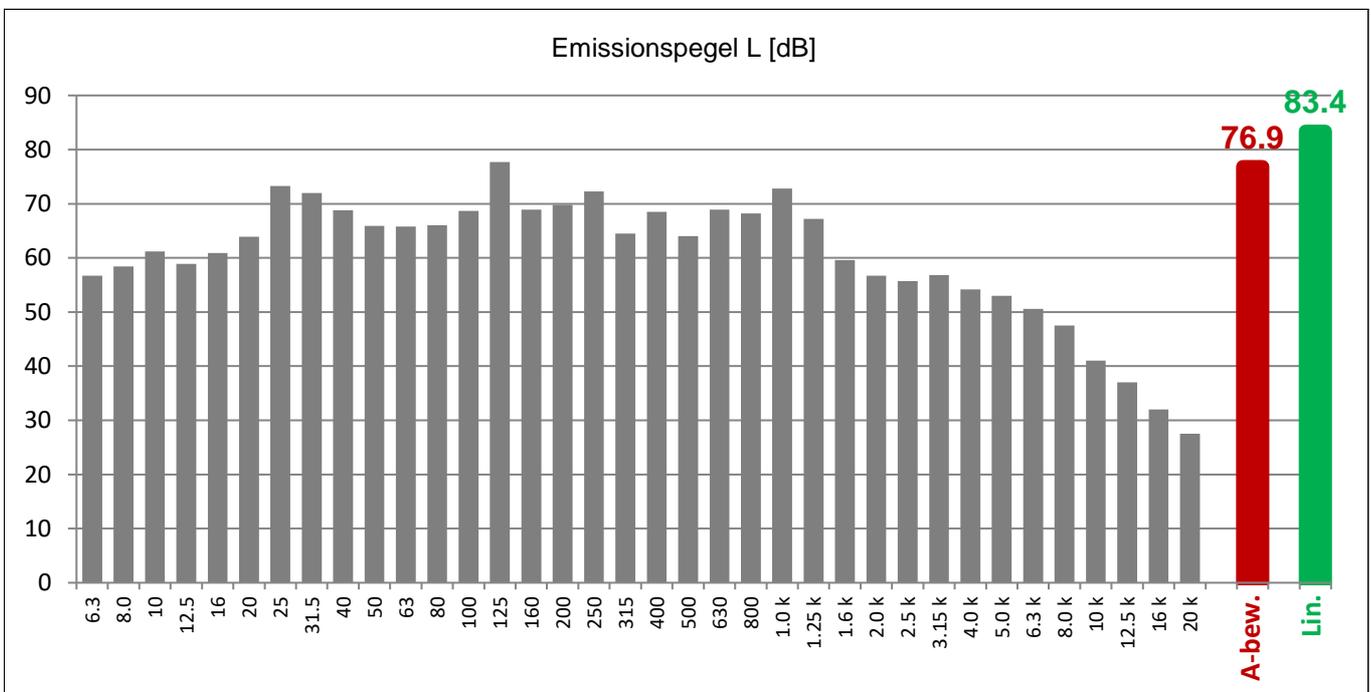
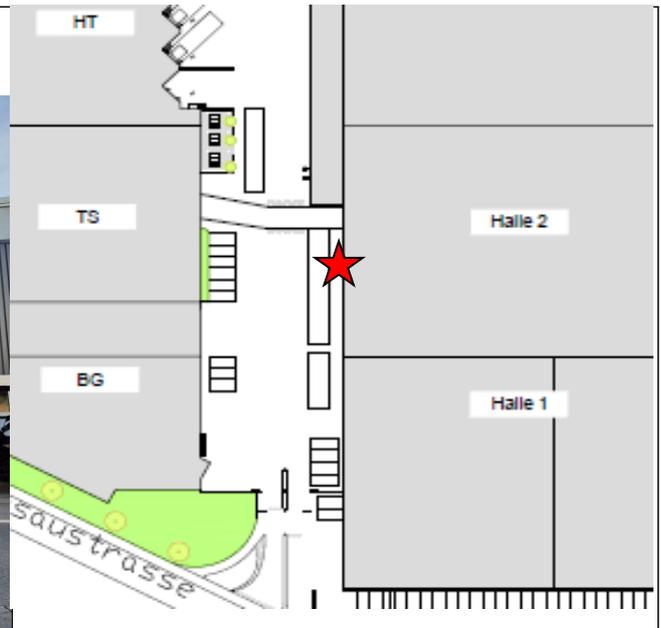
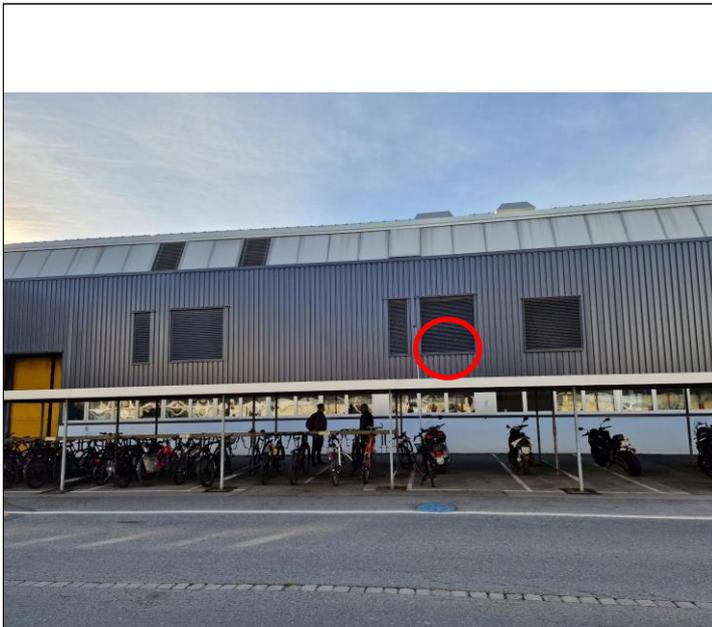
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	54.0	54.4	56.2	58.9	59.2	62.3	58.9	59.9	60.7	60.3	55.3	54.2	57.0	70.2	51.8	53.1	64.3	51.7
		59.7			65.2			64.7			62.2			70.5			64.8	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	55.9	50.9	58.0	49.6	48.0	45.1	43.3	41.4	39.9	37.6	36.3	30.9	28.0	23.6	20.7	13.0	9.3	7.1
		60.6			52.7			46.5			40.5			29.9			15.3	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	5
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg				
Quelle:	Zuluftöffnung Druckluftzentrale 2				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	vor Öffnung 2.2 x 2.0 m	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



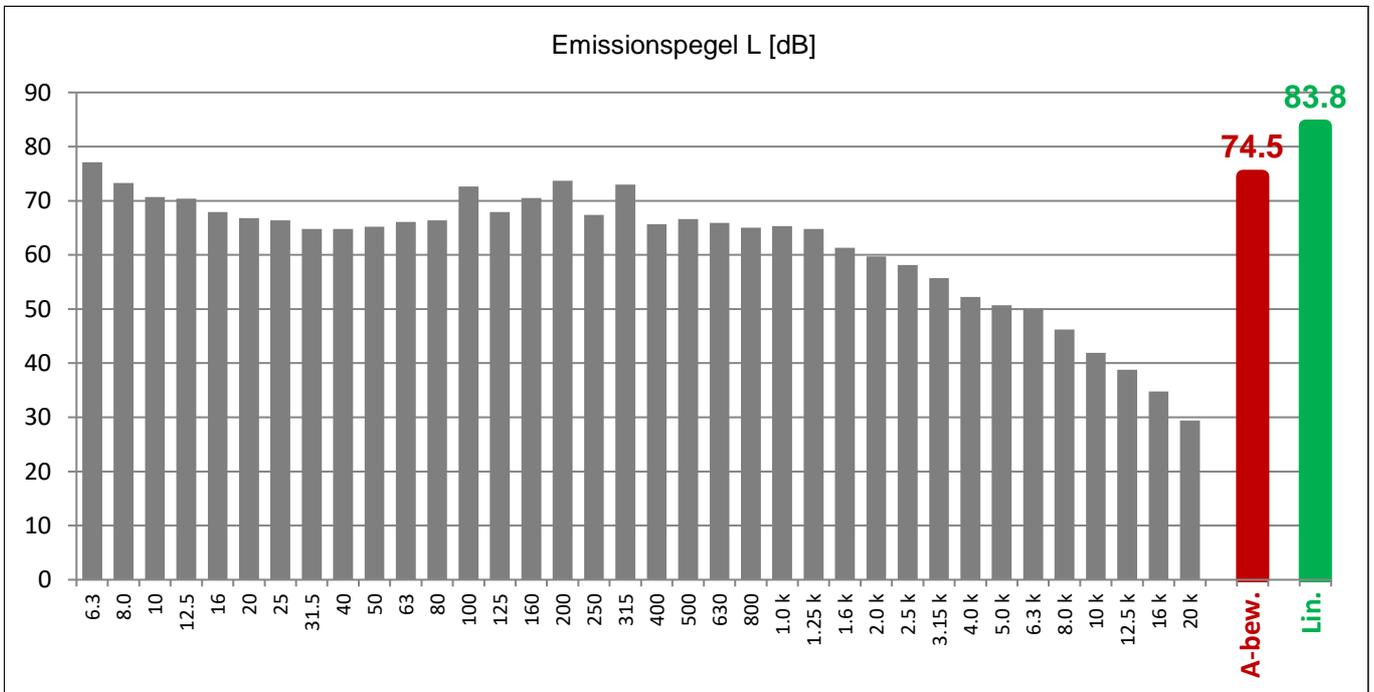
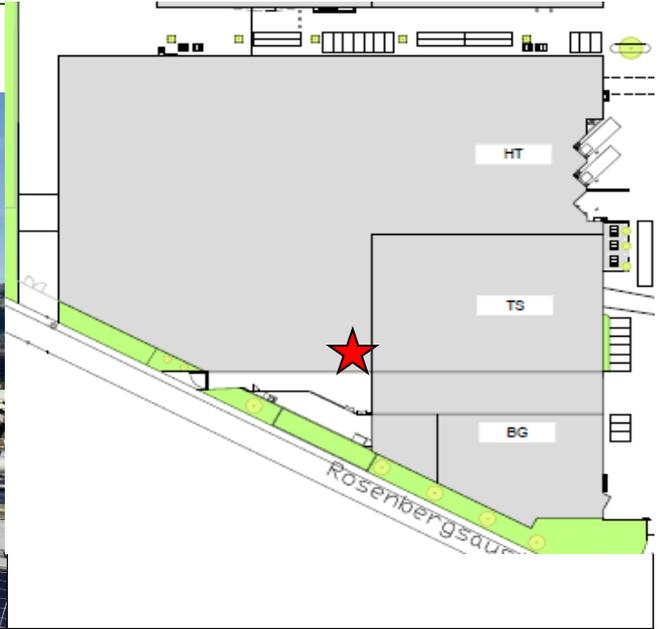
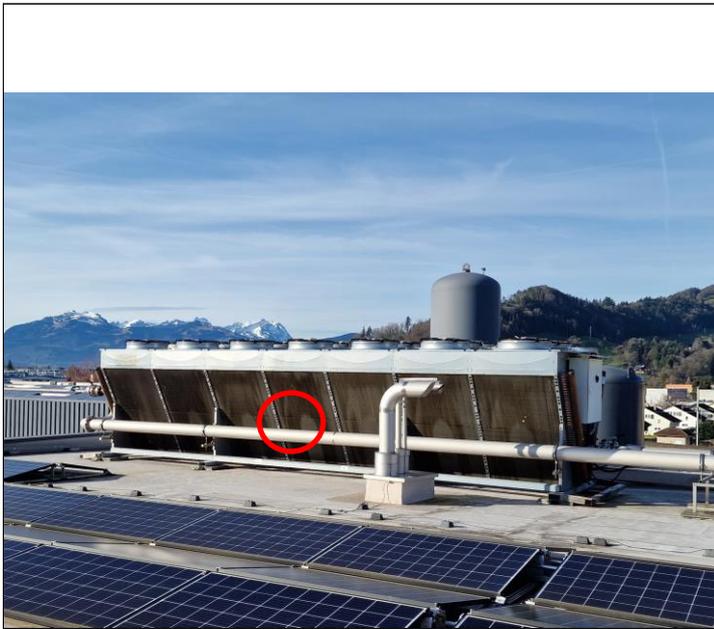
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	58.7	57.6	56.0	58.2	59.9	62.2	66.4	62.6	65.0	62.7	62.9	62.5	61.9	68.8	72.9	66.8	77.5	70.4
	62.3			65.2			69.7			67.5			74.6			78.6		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	72.5	72.0	62.7	63.0	61.7	58.7	55.5	55.2	52.8	49.8	49.5	47.7	43.7	40.9	37.3	31.8	28.2	24.4
	75.5			66.2			59.4			53.9			46.1			33.9		

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	6
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg				
Quelle:	Zuluftöffnung Druckluftzentrale 2				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	vor Öffnung 2.2 x 2.0 m	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



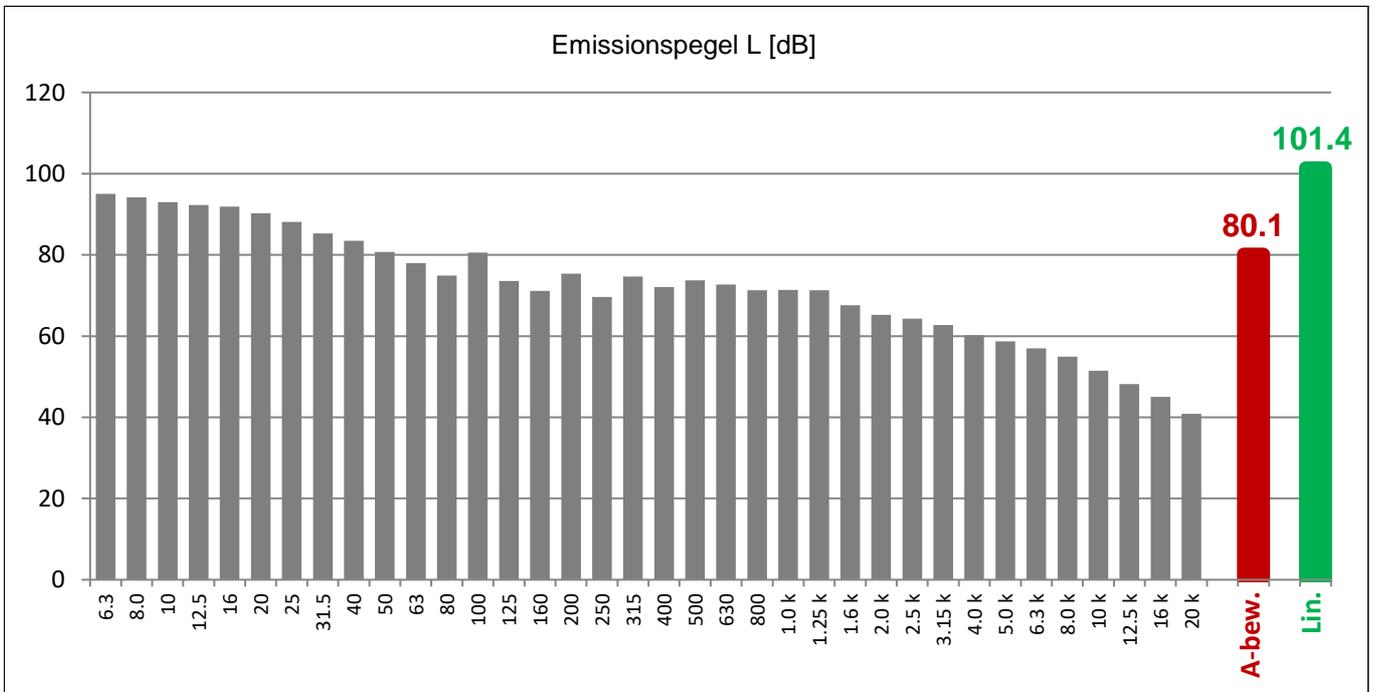
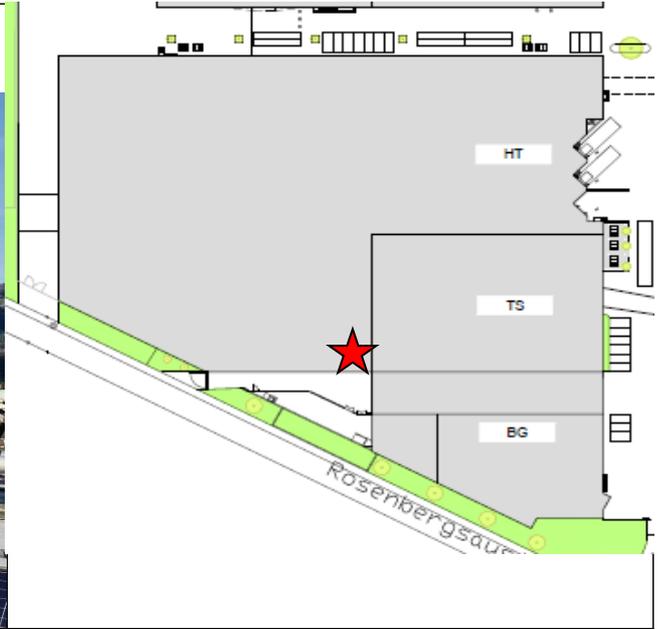
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	56.7	58.4	61.2	58.9	60.9	63.9	73.3	72.0	68.8	65.9	65.8	66.0	68.7	77.7	68.9	69.8	72.3	64.5
		63.9			66.5			76.5			70.7			78.7			74.7	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	68.5	64.0	68.9	68.2	72.8	67.2	59.6	56.7	55.7	56.8	54.2	53.0	50.6	47.5	41.0	37.0	32.0	27.5
		72.4			74.9			62.4			59.7			52.6			38.5	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	7
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg				
Quelle:	Dach Härterei: Kühler mit 14 Ventilatoren				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	seitlich neben Luftansaug	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



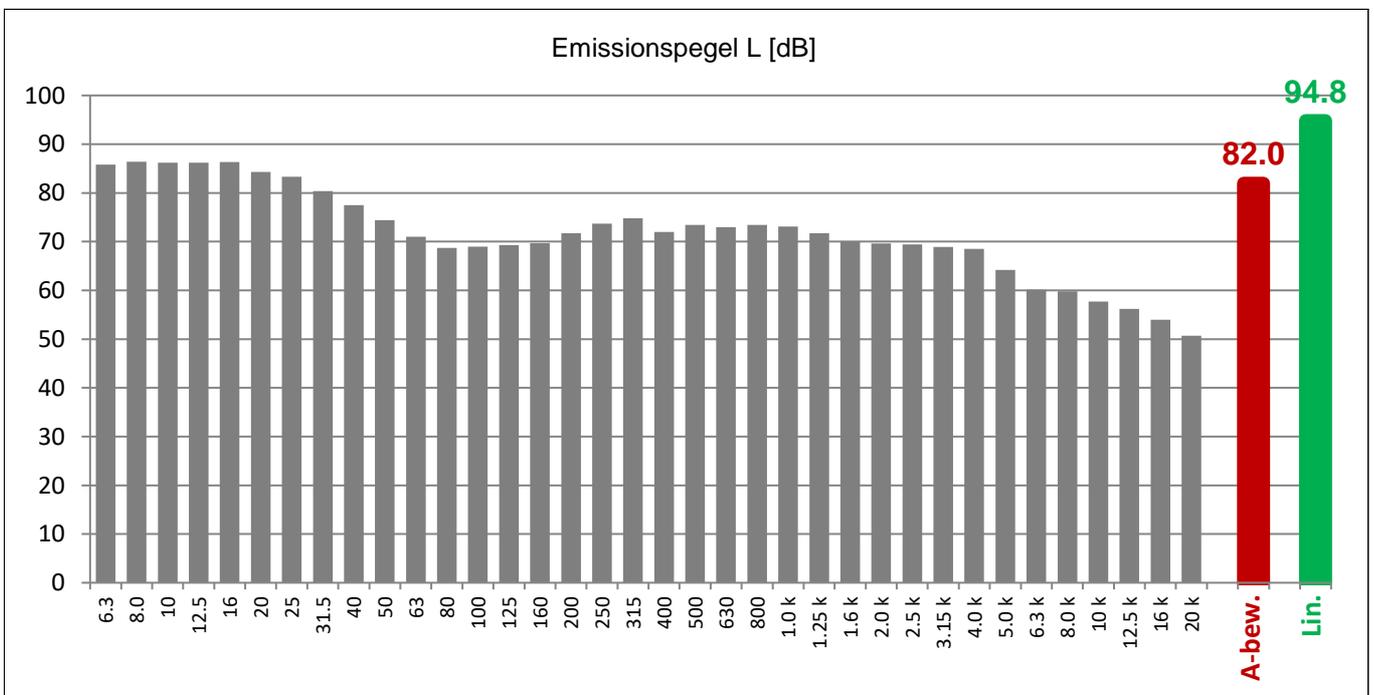
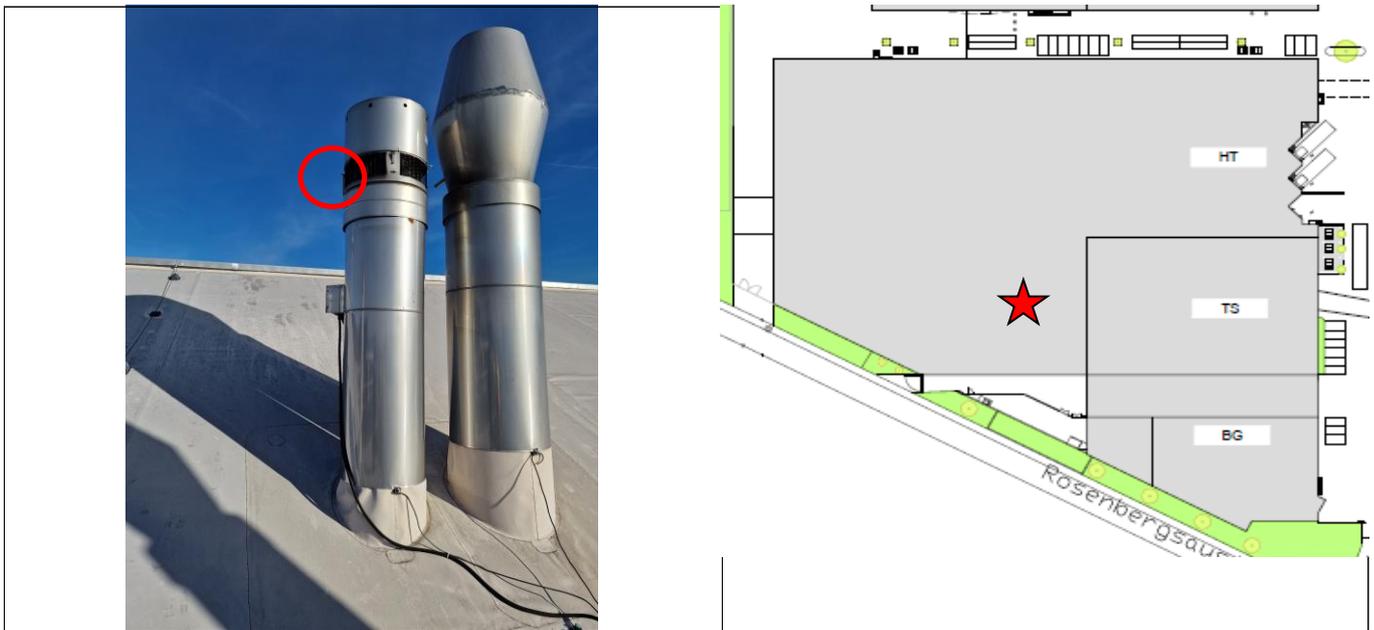
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	77.1	73.3	70.7	70.4	67.9	66.8	66.4	64.8	64.8	65.2	66.1	66.4	72.6	67.9	70.5	73.7	67.4	73.0
		79.3			73.4			70.2			70.7			75.5			76.9	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	65.7	66.6	65.9	65.0	65.3	64.8	61.3	59.7	58.1	55.7	52.2	50.7	50.0	46.2	41.9	38.8	34.8	29.4
		70.9			69.8			64.7			58.2			52.0			40.6	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	8
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg				
Quelle:	Dach Härterei: Kühler mit 14 Ventilatoren				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	oberhalb der Ventilatoren	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m (zwischen Ventilatoren)	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



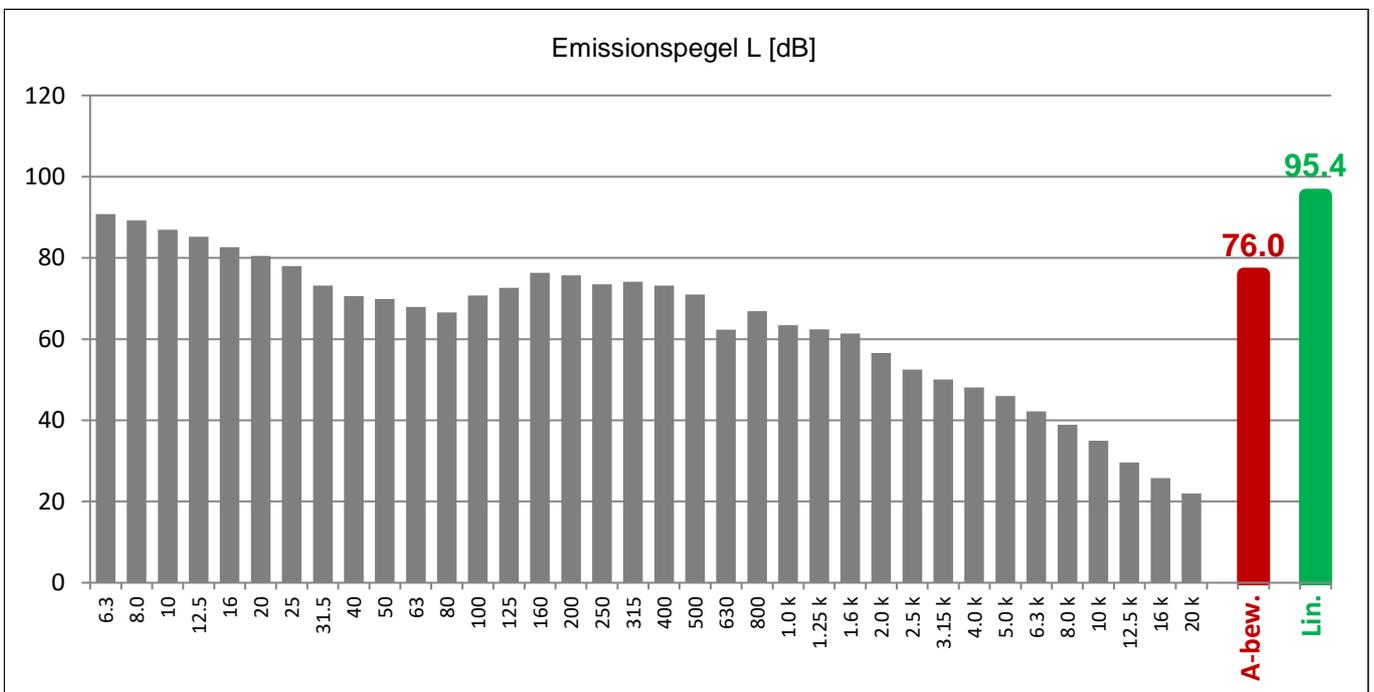
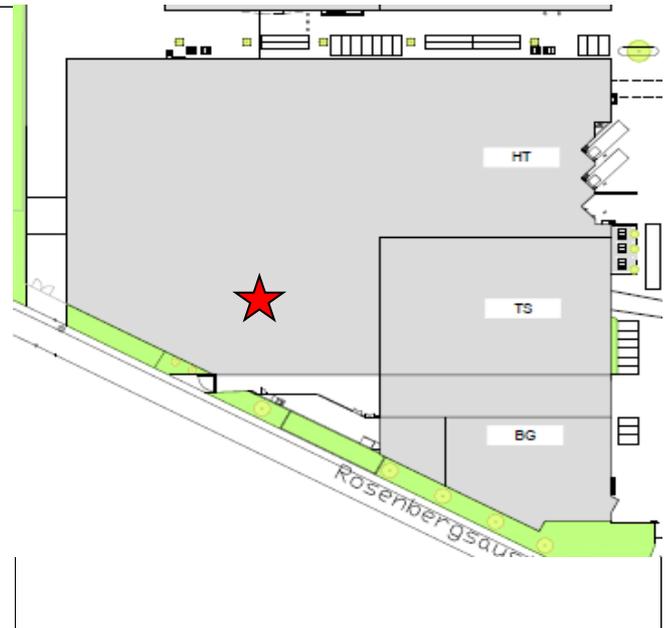
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	95.0	94.2	93.0	92.3	91.9	90.2	88.1	85.3	83.5	80.7	78.0	74.9	80.6	73.6	71.1	75.4	69.6	74.7
		98.9			96.3			90.8			83.3		81.8			78.7		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	72.1	73.7	72.7	71.3	71.4	71.3	67.6	65.2	64.3	62.7	60.2	58.7	57.0	54.9	51.5	48.2	45.0	40.9
		77.7			76.1		70.7			65.6		59.8				50.4		

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	9
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg				
Quelle:	Dach Härterei: Abluftkamin mit Venti oben				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	seitlich der Öffnung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



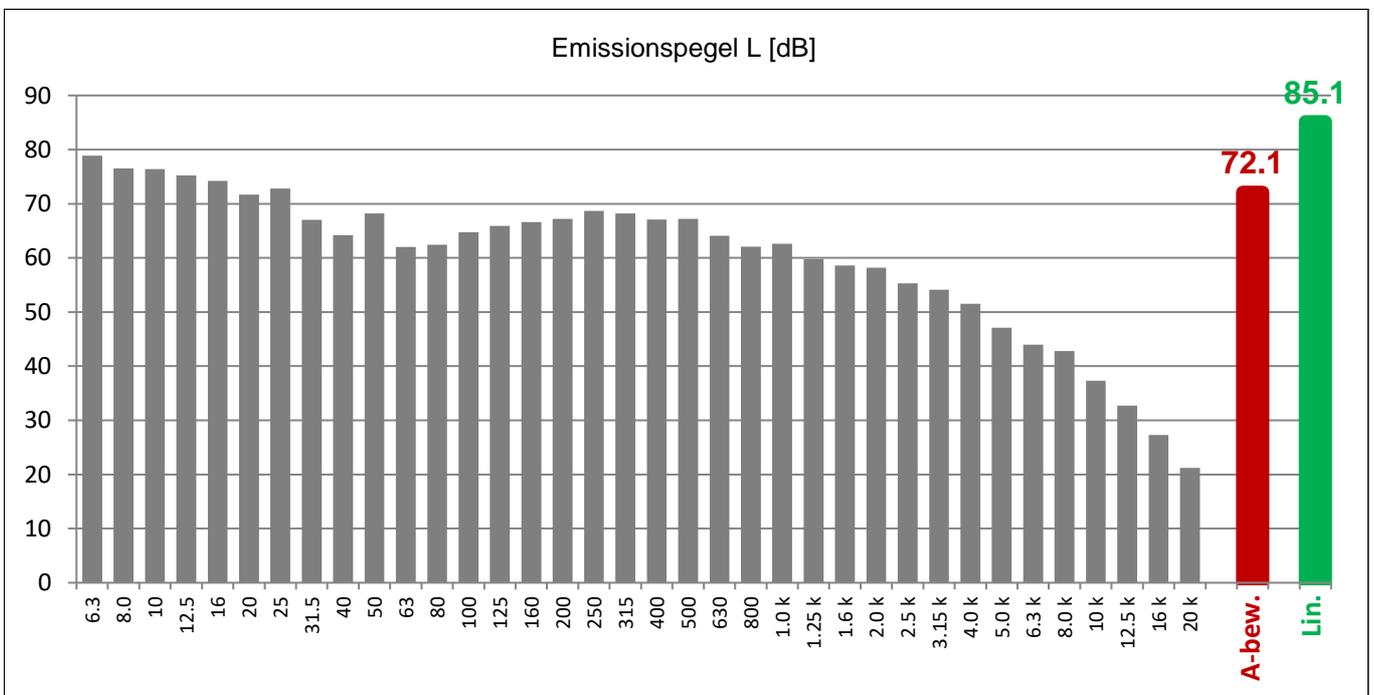
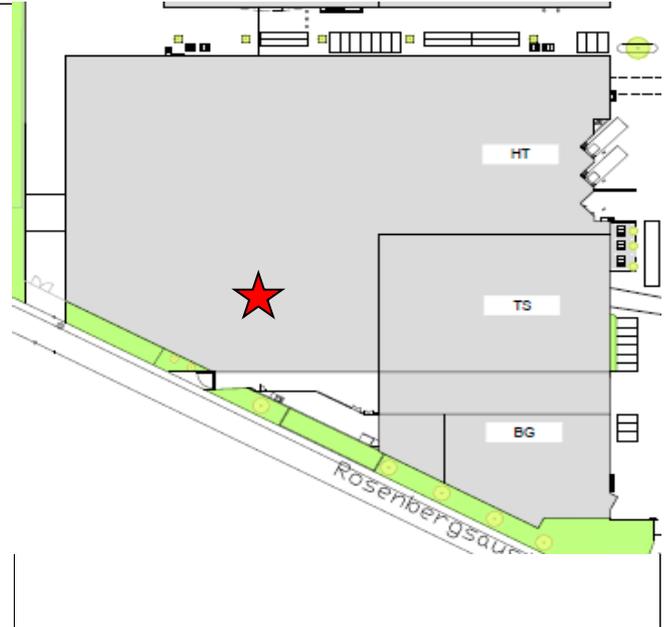
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	85.8	86.4	86.2	86.2	86.3	84.3	83.3	80.4	77.5	74.4	71.0	68.7	69.0	69.3	69.7	71.7	73.7	74.8
		90.9			90.5			85.8			76.8			74.1			78.4	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	72.0	73.4	73.0	73.4	73.1	71.7	70.0	69.6	69.4	68.9	68.5	64.2	60.1	59.8	57.7	56.2	54.0	50.7
		77.6			77.6			74.4			72.4			64.1			59.0	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	10
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg				
Quelle:	Dach Härterei: Abluftkamin				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Öffnung (d = 0.5m, h = 3.6m)	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



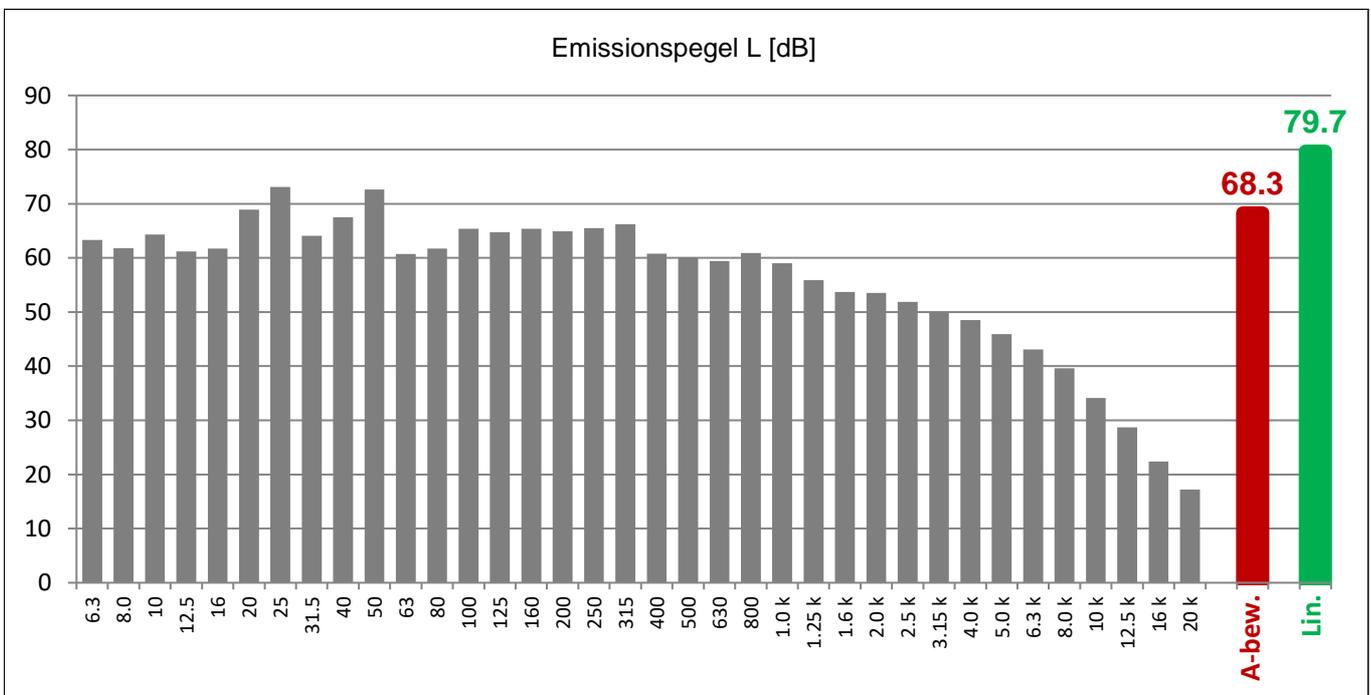
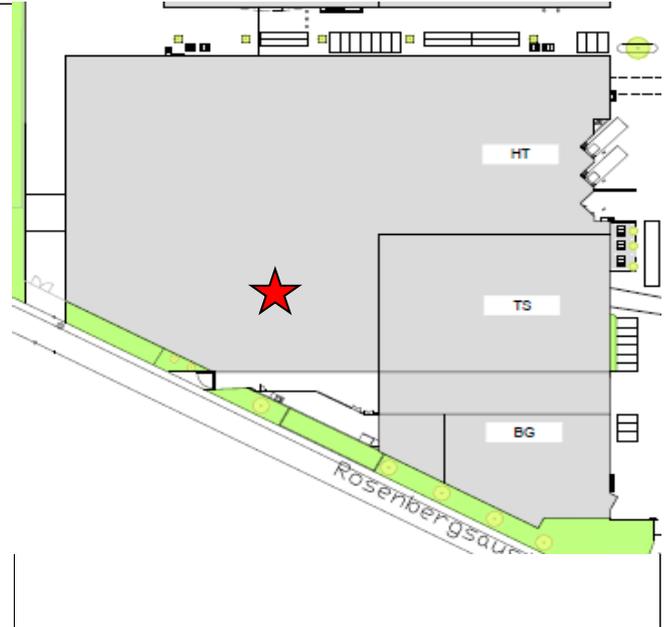
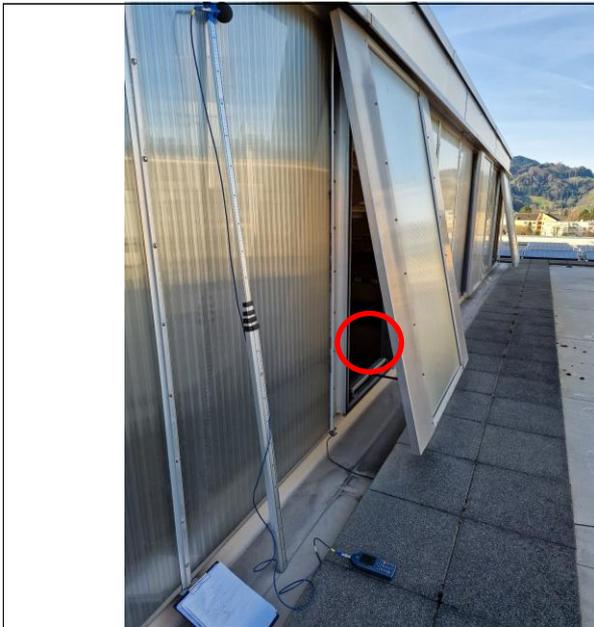
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	90.8	89.2	86.9	85.2	82.6	80.5	78.0	73.2	70.6	69.9	67.9	66.6	70.7	72.6	76.3	75.7	73.5	74.1
		94.0			88.0			79.8			73.1			78.6			79.3	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	73.2	71.0	62.3	66.9	63.4	62.4	61.4	56.6	52.5	50.1	48.1	46.0	42.2	38.9	35.0	29.6	25.8	22.0
		75.5			69.5			63.0			53.2			44.4			31.6	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	11
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg				
Quelle:	Dach Härterei: Abluftkamin mit Venti oben				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	seitlich neben Öffnung (d = 0.5m, h = 3.5m)	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



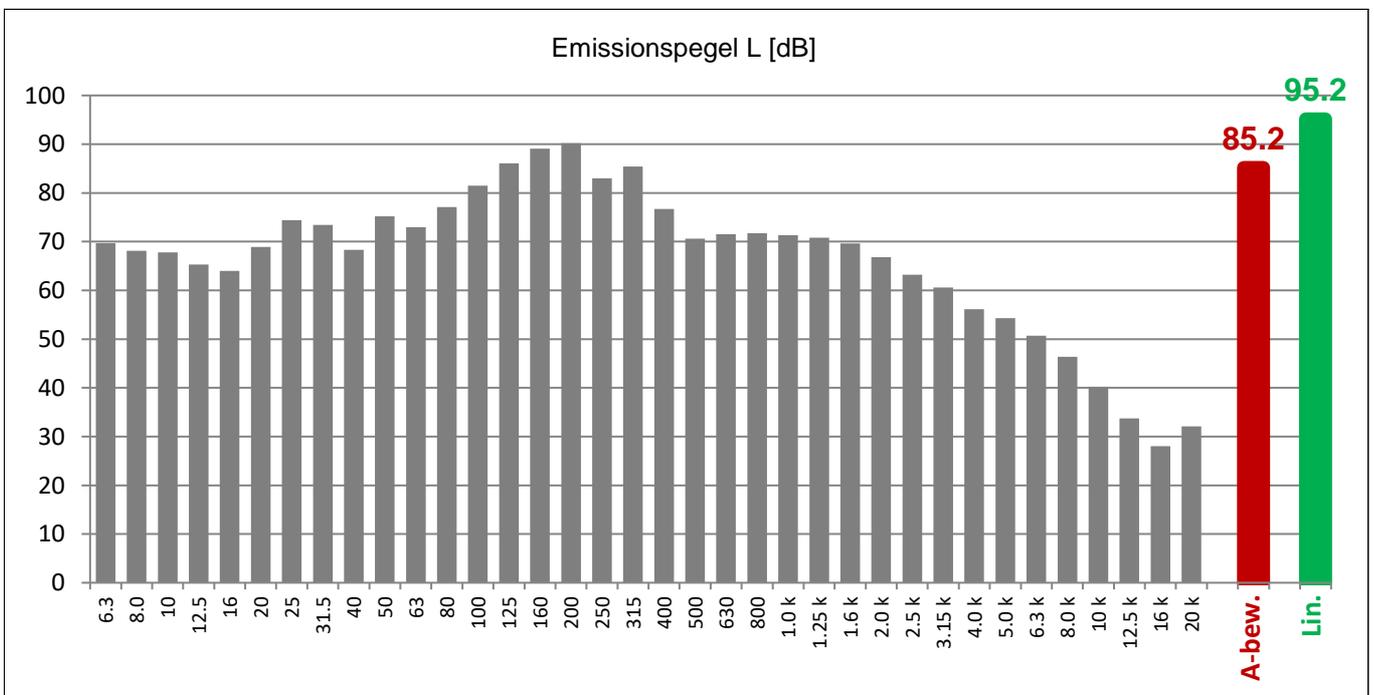
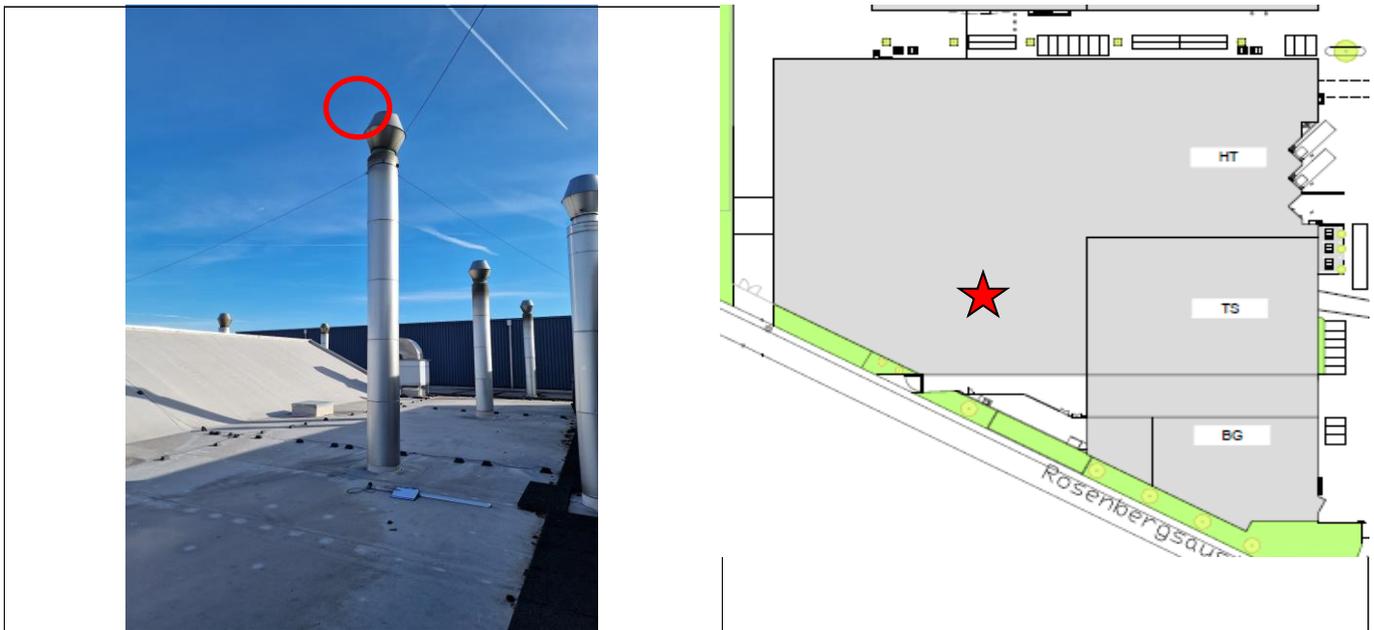
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	78.9	76.5	76.4	75.2	74.2	71.7	72.8	67.0	64.2	68.2	62.0	62.4	64.7	65.9	66.6	67.2	68.7	68.2
		82.2			78.7			74.3			70.0			70.6			72.8	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	67.1	67.2	64.1	62.1	62.6	59.8	58.6	58.2	55.3	54.1	51.5	47.1	44.0	42.8	37.3	32.7	27.3	21.2
		71.1			66.4			62.4			56.5			46.9			34.0	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	12
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg				
Quelle:	Dach Härterei: offene Lucke im Shed				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	seitlich neben Öffnung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	gemessen wurde der Hallenpegel welcher durch die Öffnung austritt				



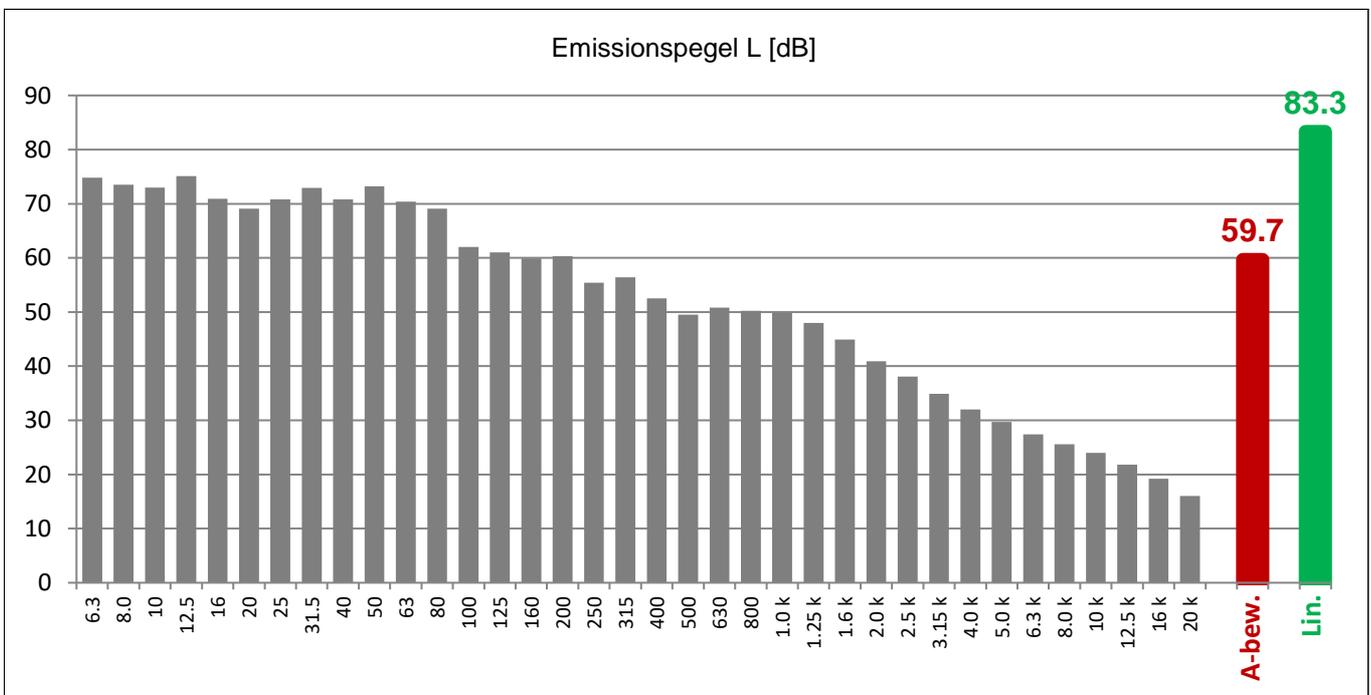
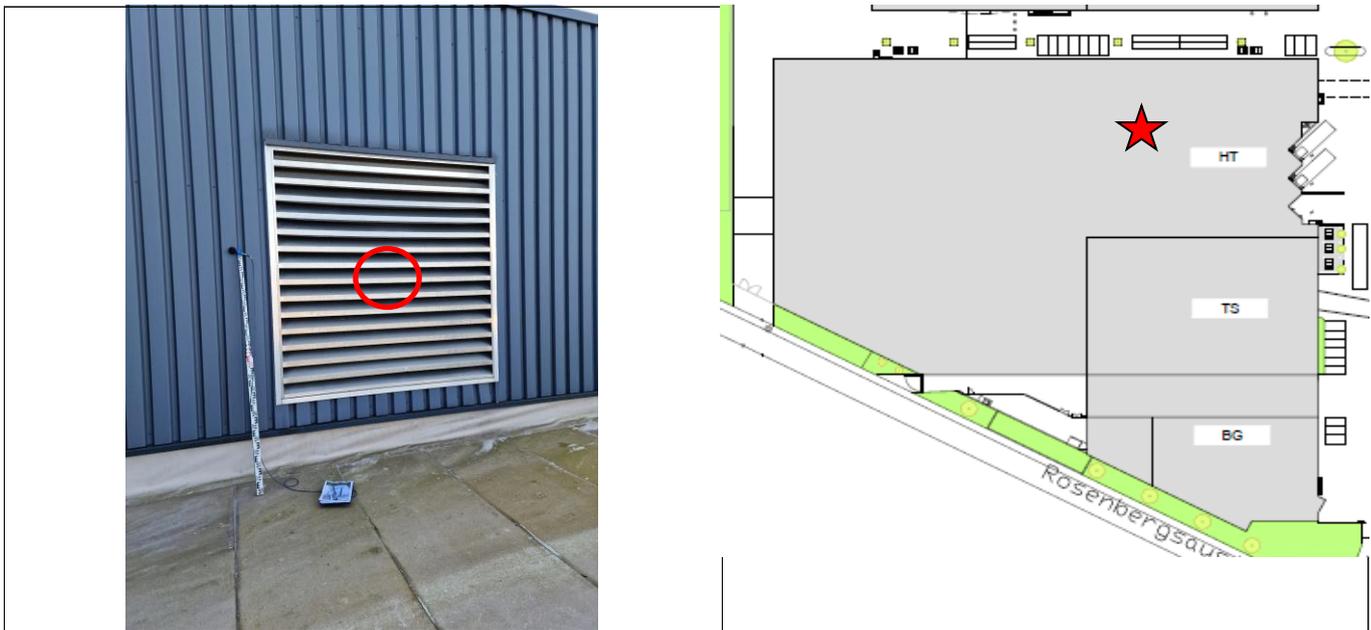
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	63.3	61.8	64.3	61.2	61.7	68.9	73.1	64.1	67.5	72.6	60.7	61.7	65.4	64.7	65.4	64.9	65.5	66.2
		68.0			70.2			74.6			73.2			70.0			70.3	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	60.8	60.1	59.4	60.9	59.0	55.9	53.7	53.5	51.9	49.9	48.5	45.9	43.1	39.6	34.1	28.7	22.4	17.2
		64.9			63.8			57.9			53.2			45.1			29.9	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	13
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg				
Quelle:	Dach Härterei: Kamin Bandofen				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg seitlich Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



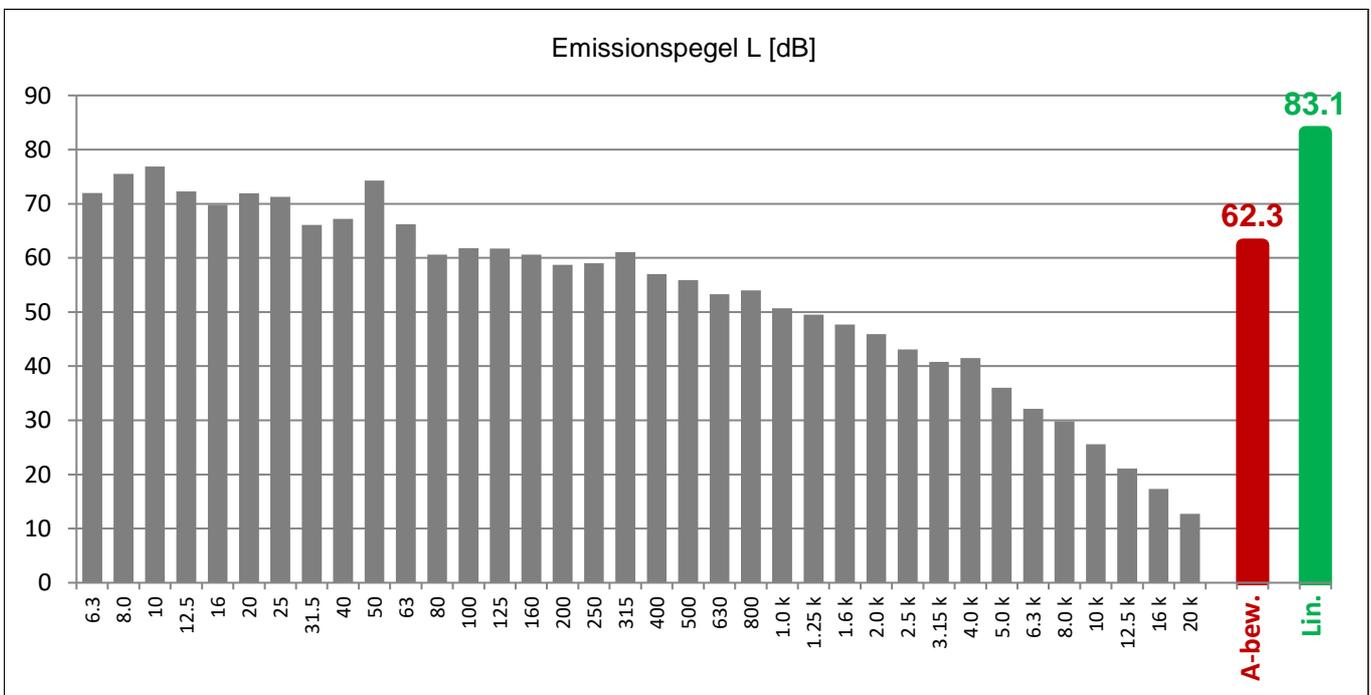
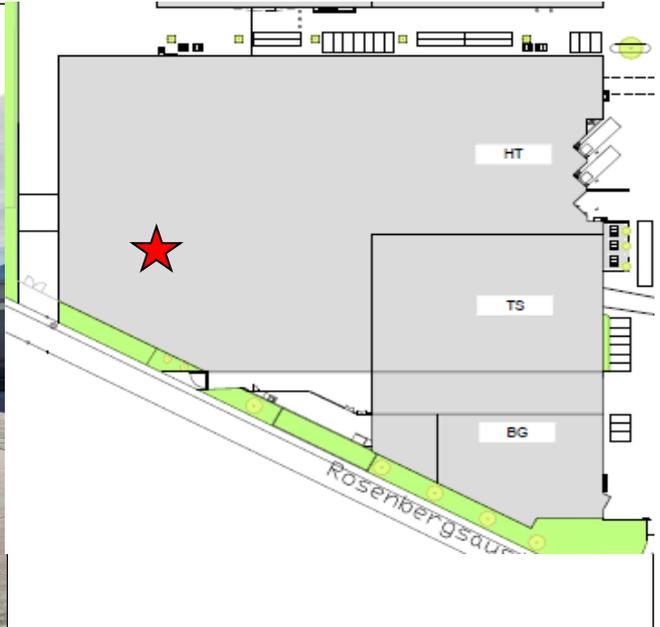
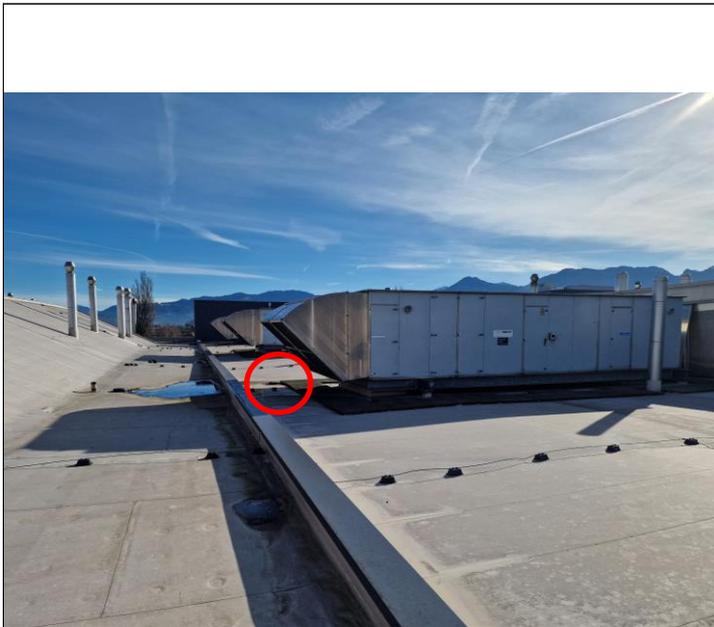
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	69.7	68.1	67.8	65.3	64.0	68.9	74.4	73.4	68.3	75.2	73.0	77.1	81.5	86.1	89.1	90.2	83.0	85.4
		73.4			71.4			77.5			80.2			91.3			92.0	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	76.7	70.6	71.5	71.7	71.3	70.8	69.6	66.8	63.2	60.6	56.1	54.3	50.7	46.4	40.2	33.7	28.0	32.1
		78.6			76.1			72.0			62.6			52.3			36.6	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	16
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg				
Quelle:	Dach Härterei: Zuluftöffnung Monoblock				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	vor der Öffnung (2.3 x 2.0 m)	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



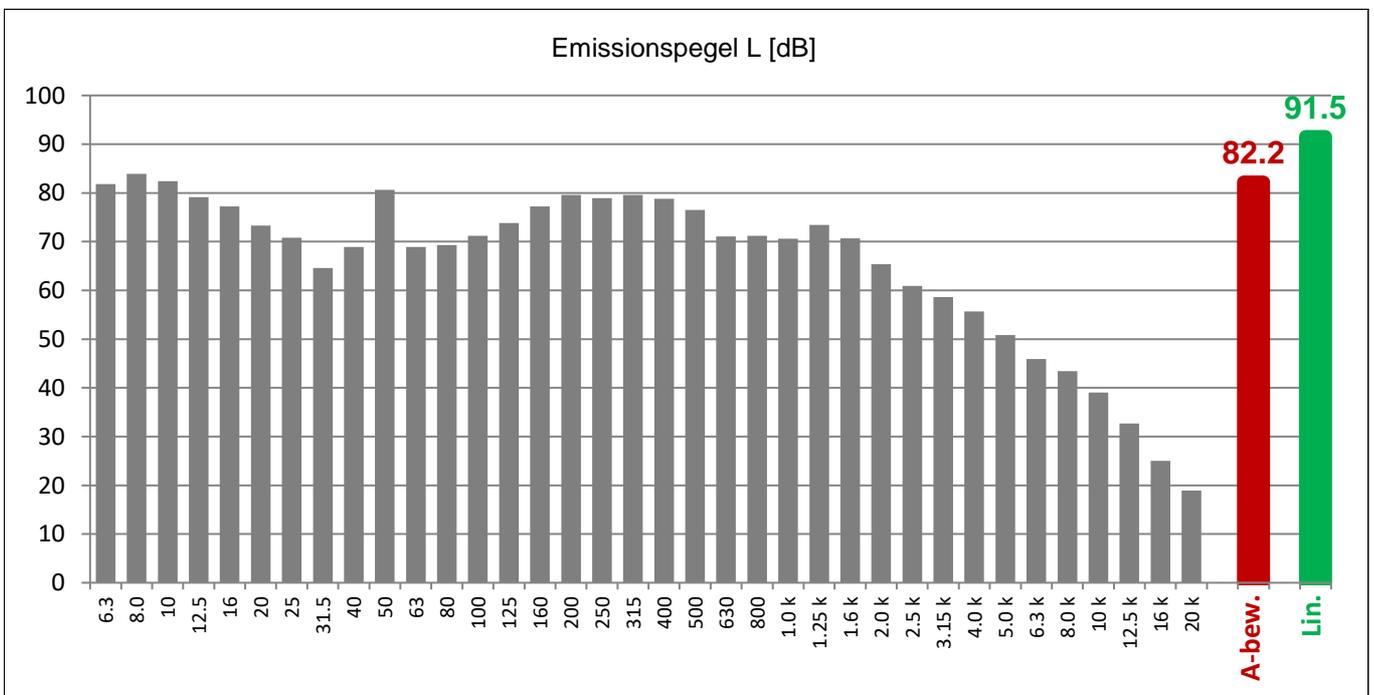
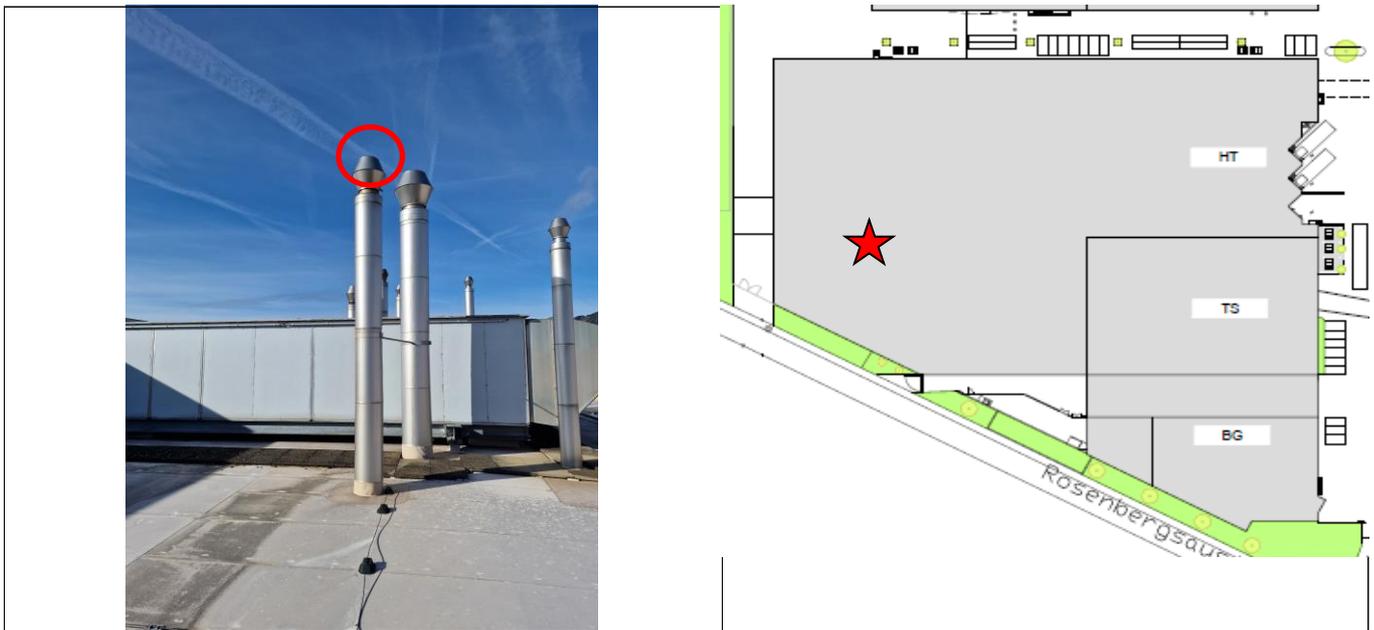
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	74.8	73.5	73.0	75.1	70.9	69.1	70.8	72.9	70.8	73.2	70.4	69.1	62.0	61.0	59.9	60.3	55.4	56.4
		78.6			77.2			76.4			76.0			65.8			62.7	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	52.5	49.5	50.8	50.2	49.8	48.0	44.9	40.9	38.1	34.9	32.0	29.7	27.4	25.6	24.0	21.8	19.2	16.0
		55.9			54.2			47.0			37.5			30.7			24.4	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	17
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg				
Quelle:	Dach Härterei: Zuluftöffnung Monoblock				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	vor der Öffnung 3.0 x 1.5 m)	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



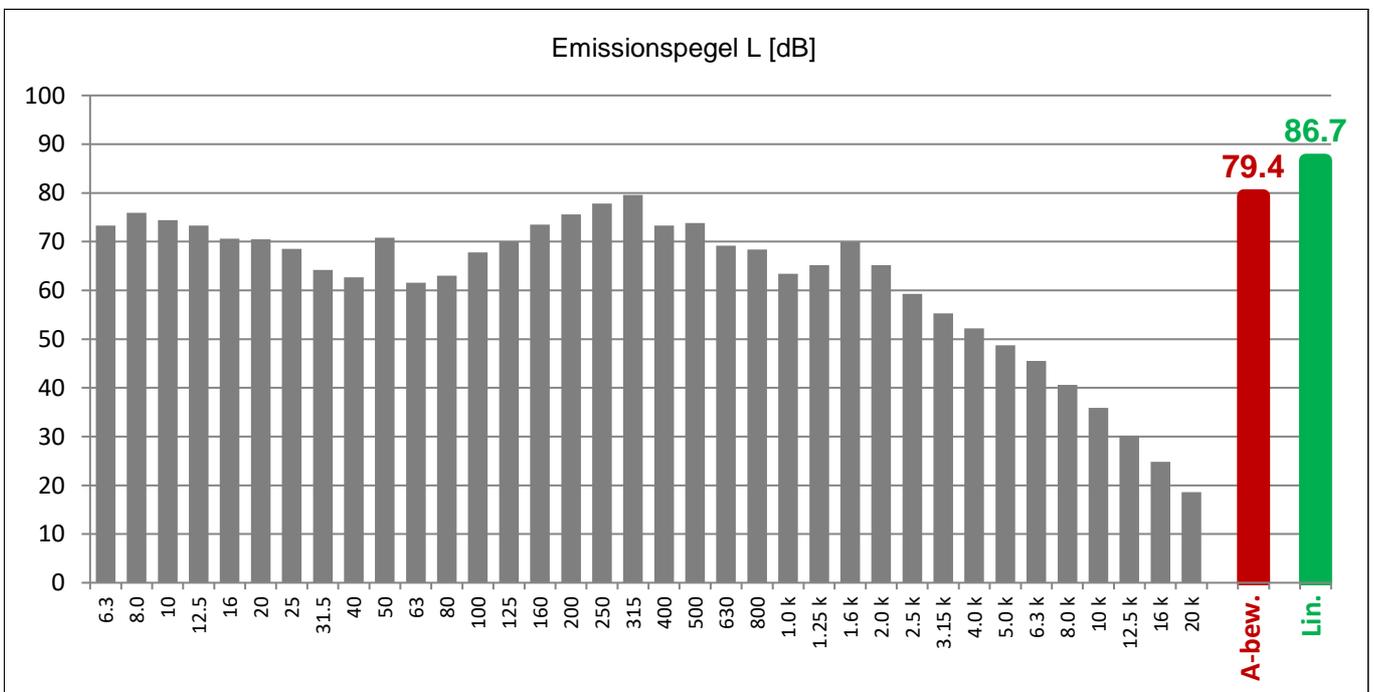
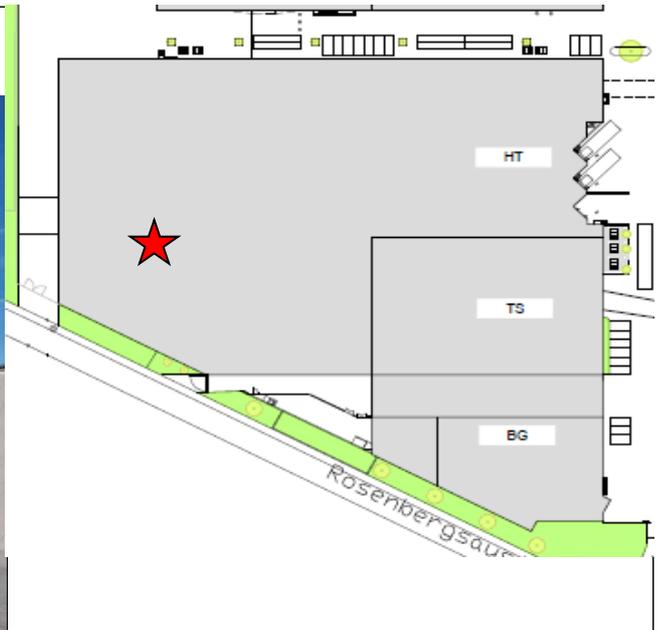
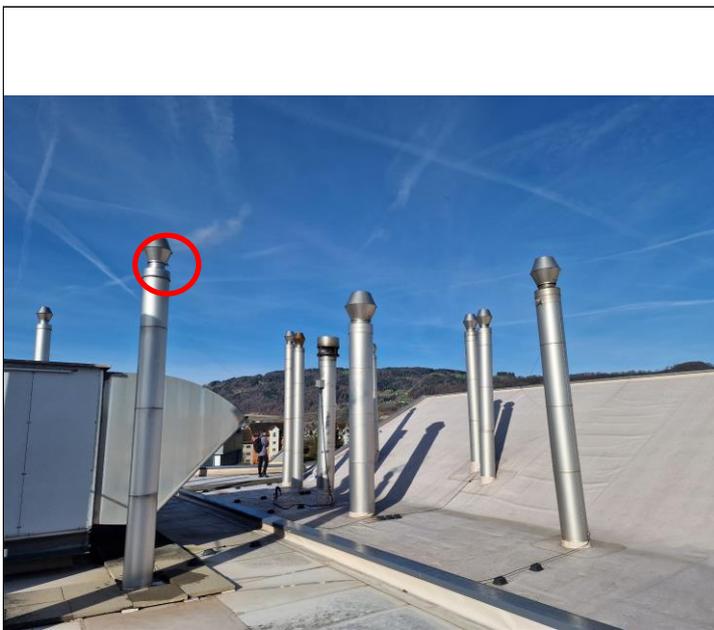
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	72.0	75.5	76.9	72.3	69.8	71.9	71.3	66.1	67.2	74.3	66.2	60.6	61.8	61.7	60.6	58.7	59.0	61.1
		80.0			76.2			73.6			75.1			66.2			64.5	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	57.0	55.9	53.3	54.0	50.7	49.5	47.7	45.9	43.1	40.8	41.5	36.0	32.1	29.8	25.6	21.1	17.3	12.7
		60.4			56.6			50.7			44.8			34.7			23.0	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	18
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg				
Quelle:	Dach Härterei: Kamin Batchofen				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg über Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



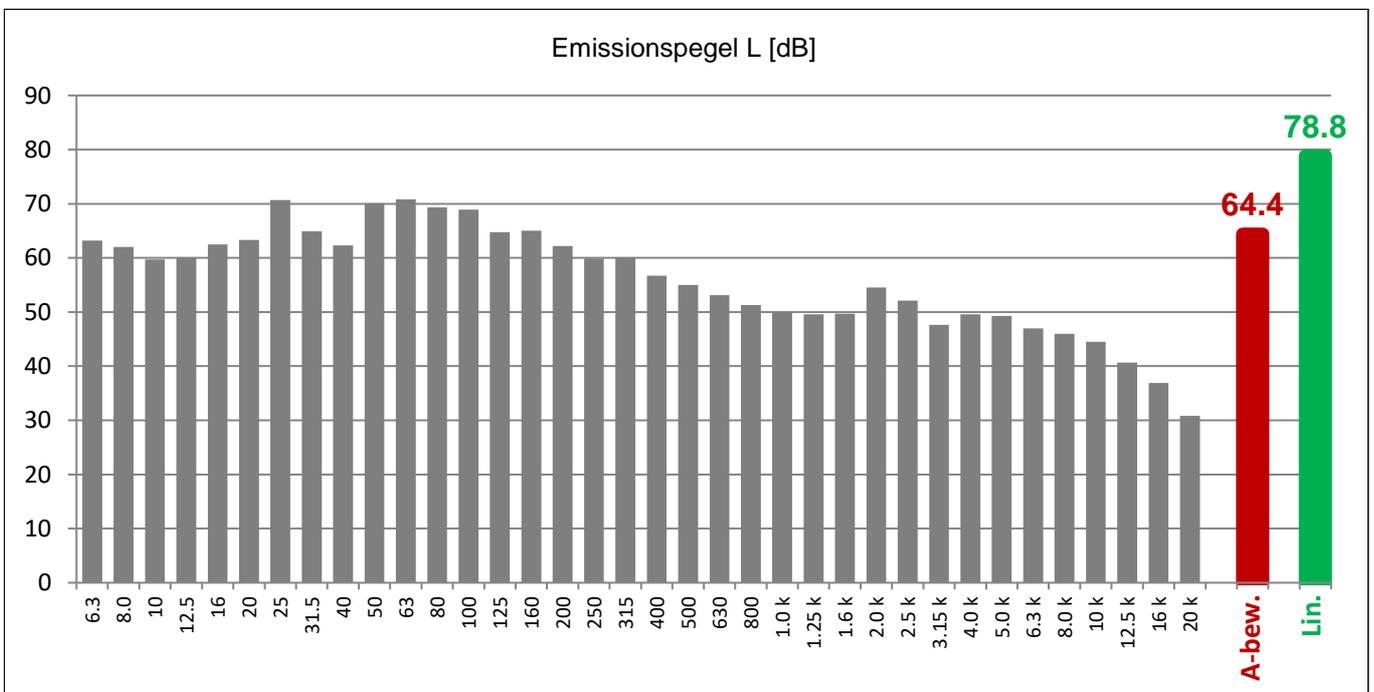
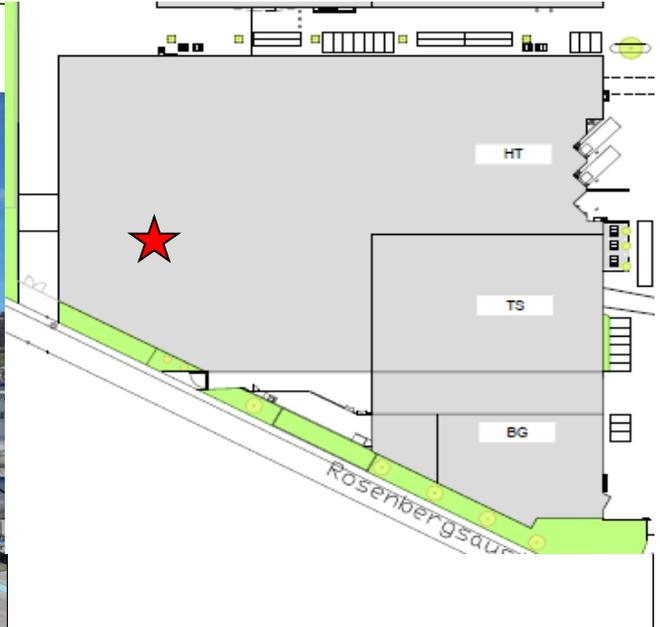
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	81.8	83.9	82.4	79.1	77.2	73.3	70.8	64.6	68.9	80.6	68.9	69.3	71.2	73.8	77.2	79.6	78.9	79.6
		87.6			81.9			73.6			81.2			79.5			84.2	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	78.8	76.5	71.1	71.2	70.6	73.4	70.7	65.4	60.9	58.6	55.7	50.8	45.9	43.4	39.0	32.7	25.0	18.9
		81.3			76.7			72.2			60.9			48.4			33.5	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	19
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg				
Quelle:	Dach Härterei: Kamin Batchofen				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg über Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



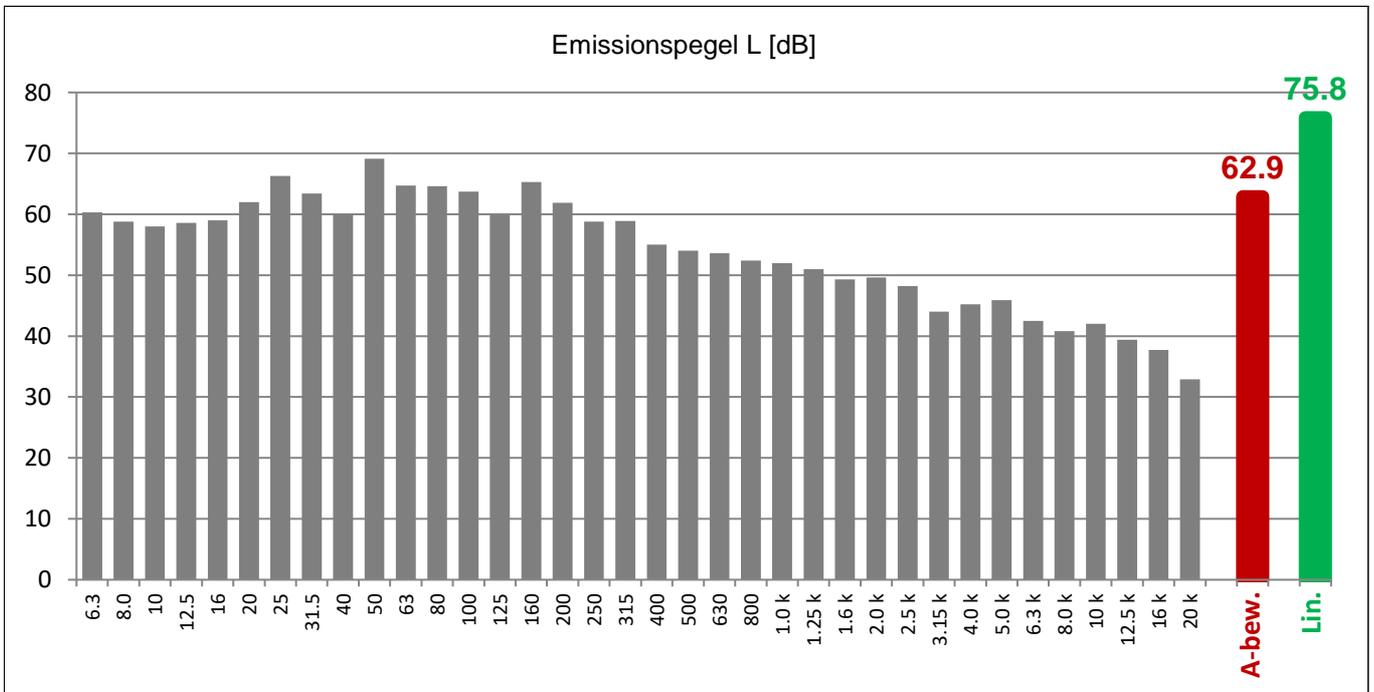
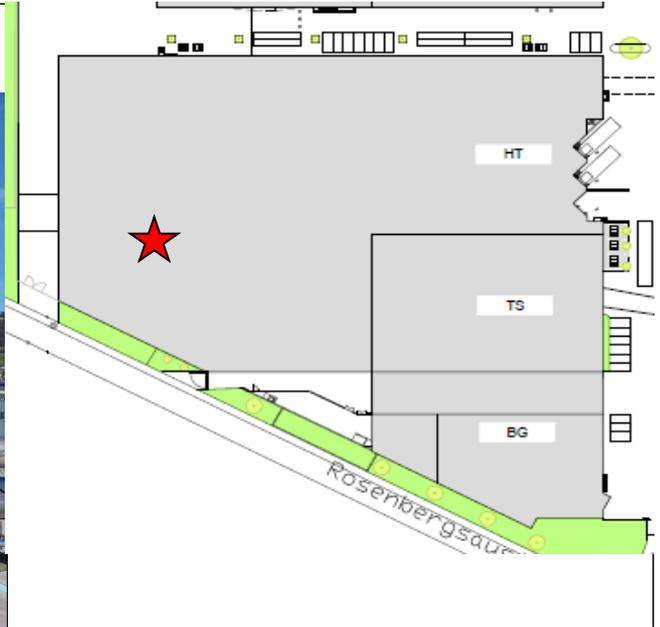
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	73.3	75.9	74.4	73.3	70.6	70.5	68.5	64.2	62.7	70.8	61.6	63.0	67.8	70.0	73.5	75.6	77.8	79.6
		79.4			76.4			70.6			71.9			75.8			82.7	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	73.3	73.8	69.2	68.4	63.4	65.2	69.9	65.2	59.3	55.3	52.2	48.7	45.5	40.6	35.9	30.2	24.8	18.6
		77.3			70.9			71.4			57.6			47.1			31.5	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	20
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg				
Quelle:	Dach Härterei: Kühler mit 10 Ventilatoren				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	seitlich neben Zuluft	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



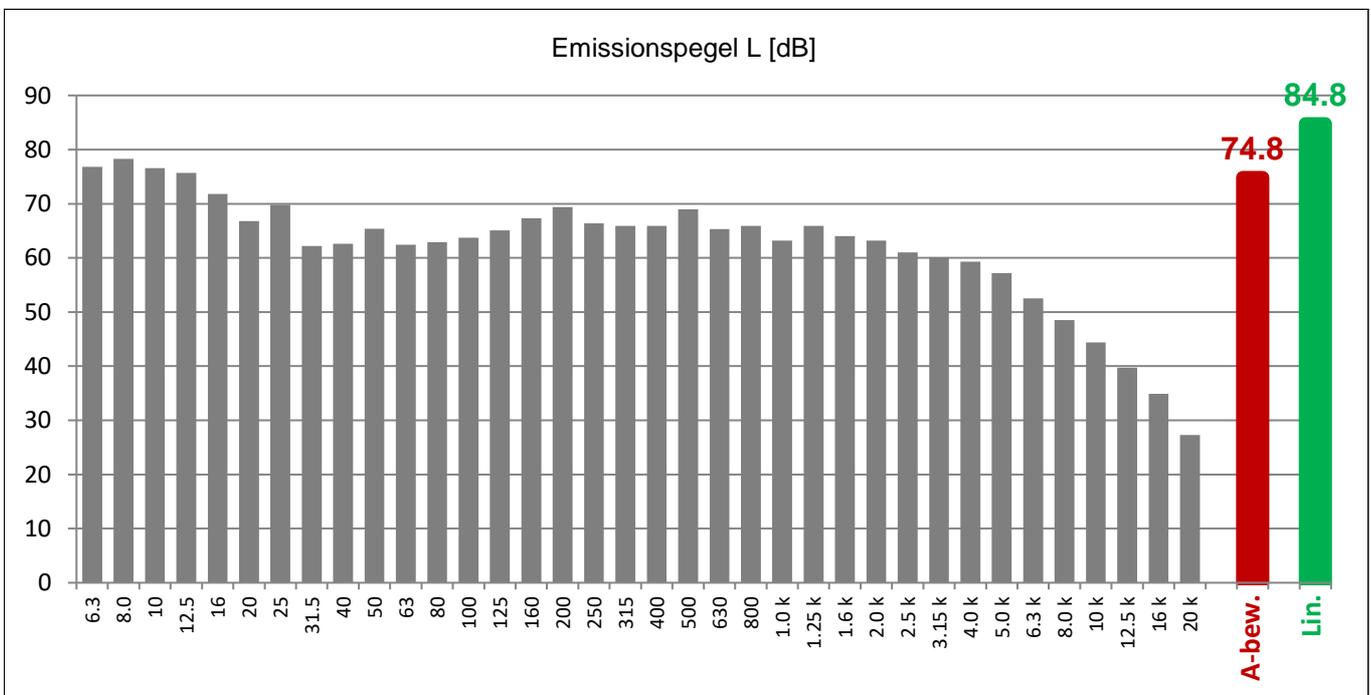
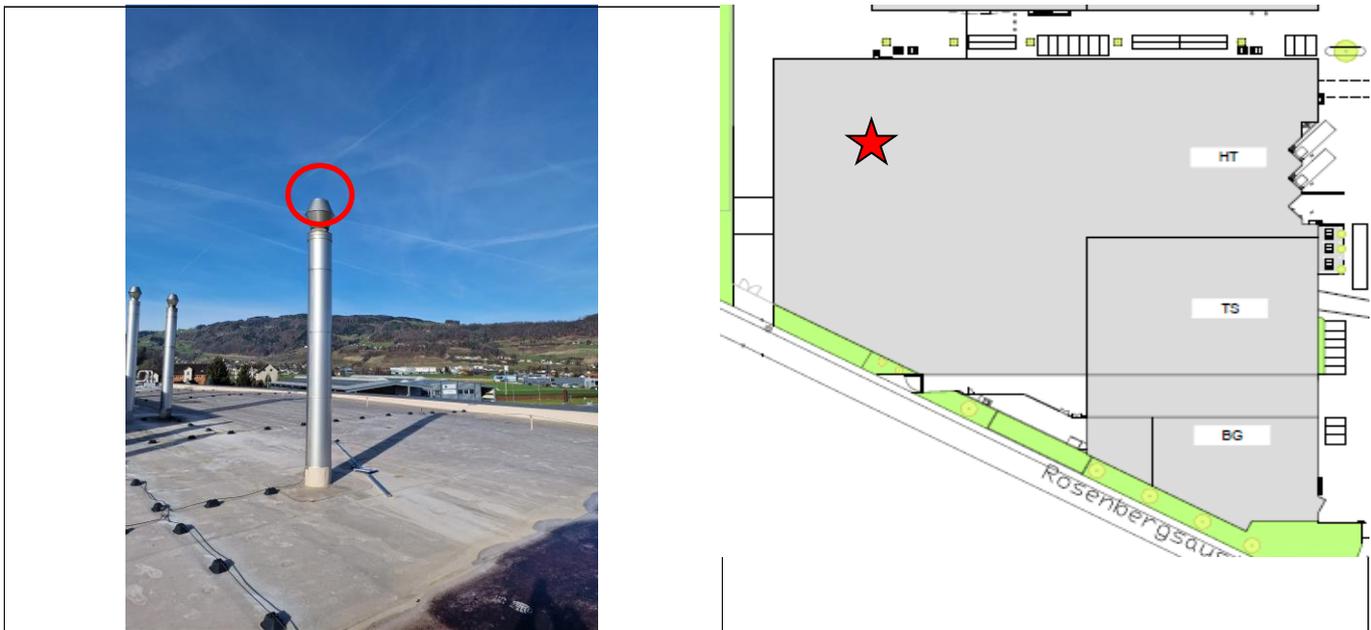
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	63.2	62.0	59.7	60.0	62.5	63.3	70.7	64.9	62.3	70.1	70.8	69.3	68.9	64.7	65.0	62.2	59.9	60.0
		66.6			66.9			72.2			74.9			71.4			65.6	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	56.7	55.0	53.1	51.3	50.0	49.6	49.7	54.5	52.1	47.6	49.6	49.3	47.0	46.0	44.5	40.7	36.9	30.8
		59.9			55.1			57.3			53.7			50.7			42.5	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	21
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Dach Härterei: Kühler mit 10 Ventilatoren				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	oberhalb Ventilatoren	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m (zwischen Ventilatoren)	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



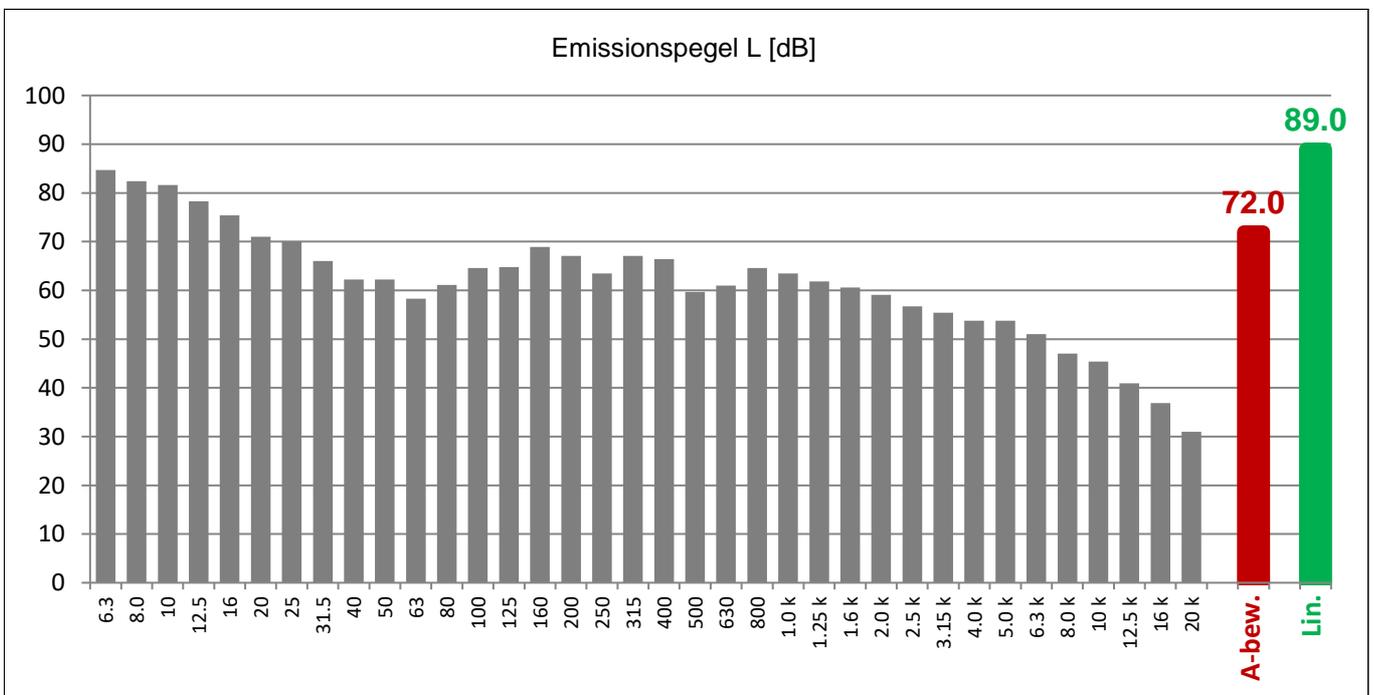
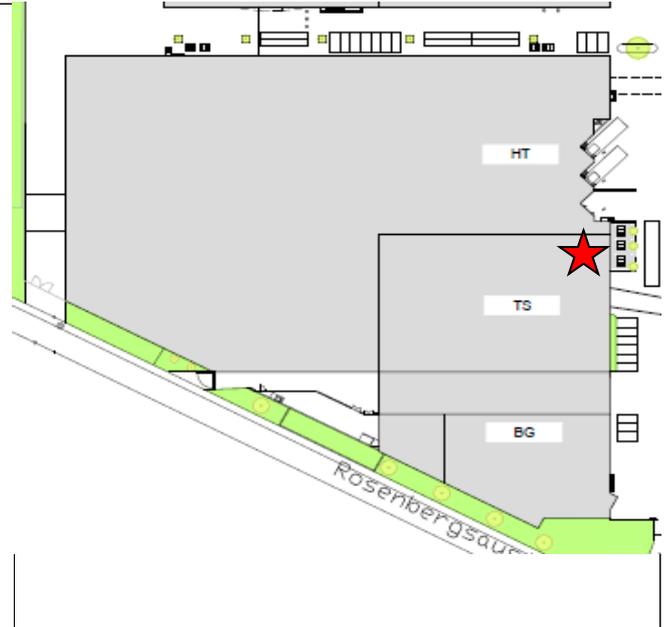
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	60.3	58.8	58.0	58.6	59.0	62.0	66.3	63.4	60.0	69.1	64.7	64.6	63.7	59.9	65.3	61.9	58.8	58.9
		63.9			64.9			68.7			71.4			68.3			64.9	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	55.0	54.0	53.6	52.4	52.0	51.0	49.3	49.6	48.2	44.0	45.2	45.9	42.5	40.8	42.0	39.4	37.7	32.9
		59.0			56.6			53.8			49.9			46.6			42.2	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	22
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Dach Härterei: Kamin Batchofen				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



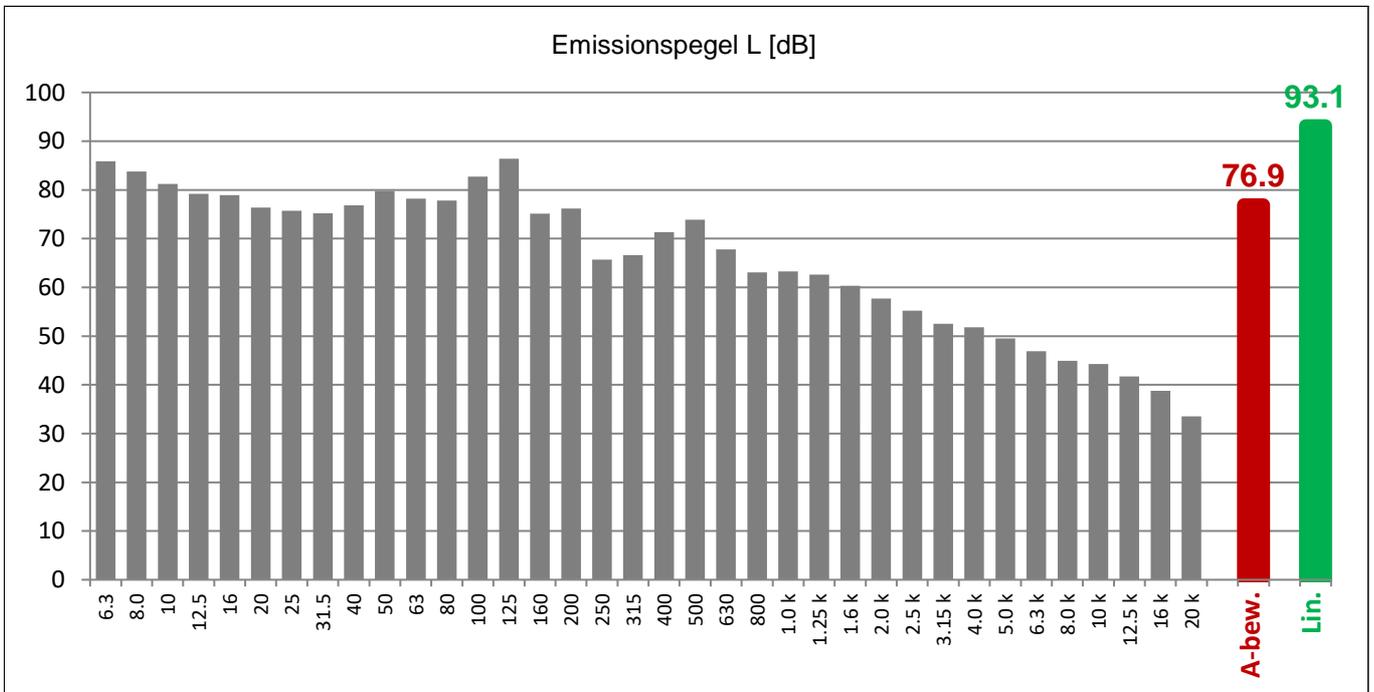
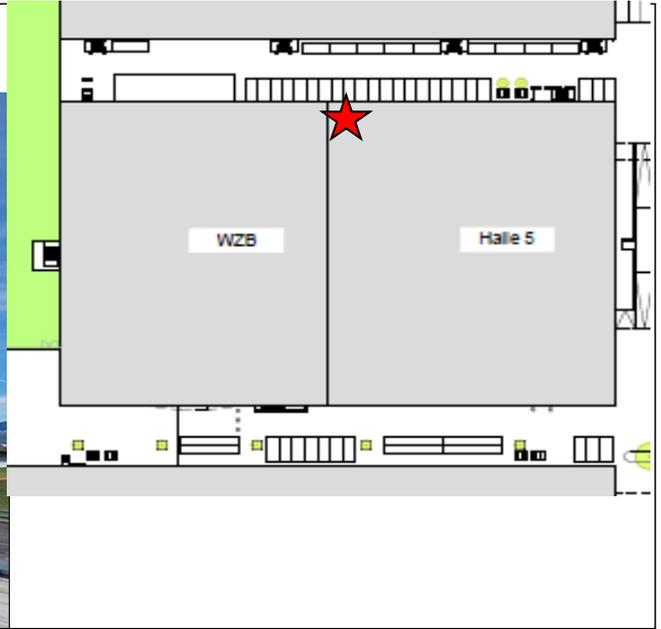
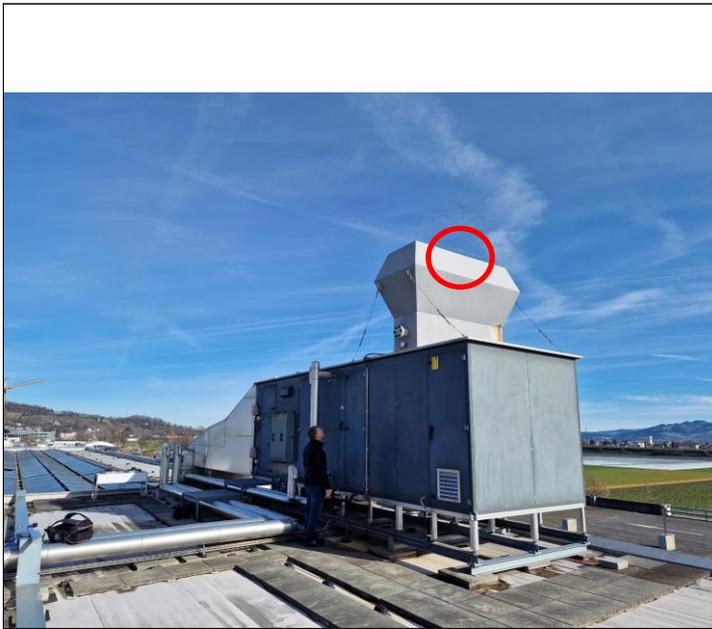
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	76.8	78.3	76.6	75.7	71.8	66.8	69.8	62.2	62.6	65.4	62.4	62.9	63.7	65.1	67.3	69.4	66.4	65.9
		82.1			77.6			71.1			68.5			70.4			72.3	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	65.9	69.0	65.3	65.9	63.2	65.9	64.0	63.2	61.0	60.1	59.3	57.2	52.5	48.5	44.4	39.7	34.9	27.3
		71.8			69.9			67.7			63.8			54.4			41.1	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	23
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Dach Härterei: Abluft Mischraum				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



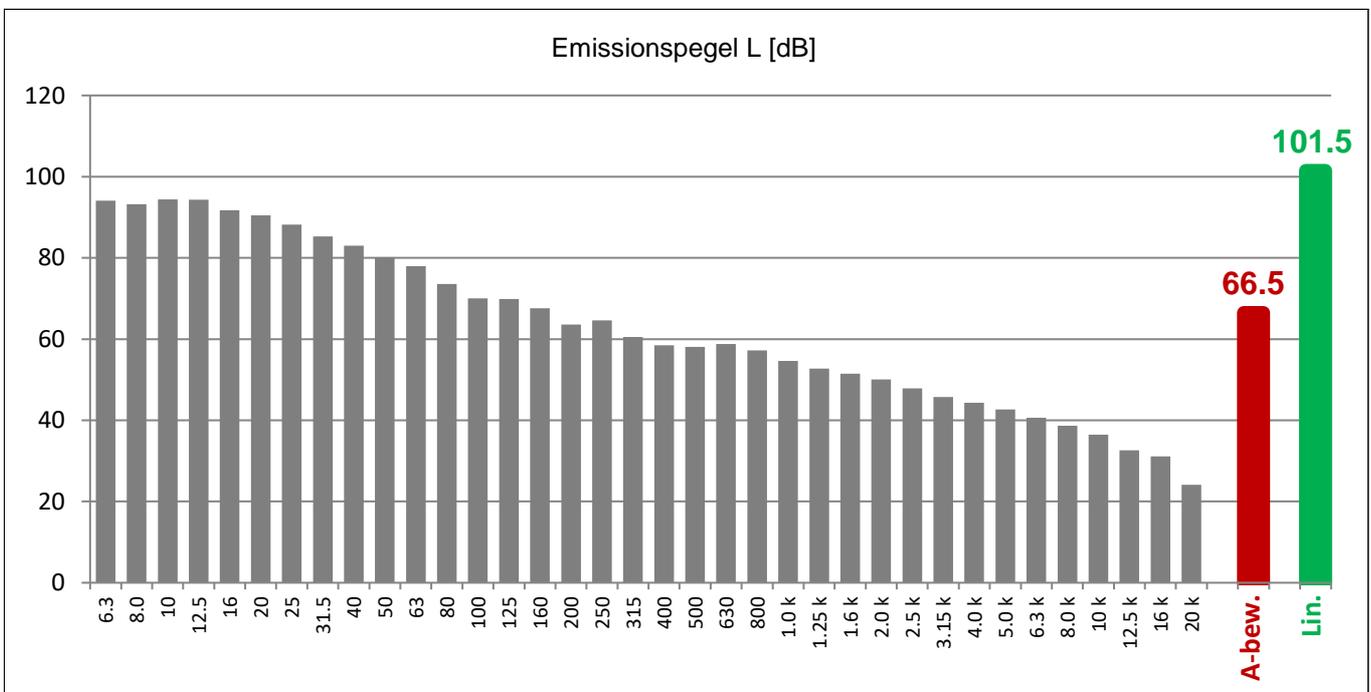
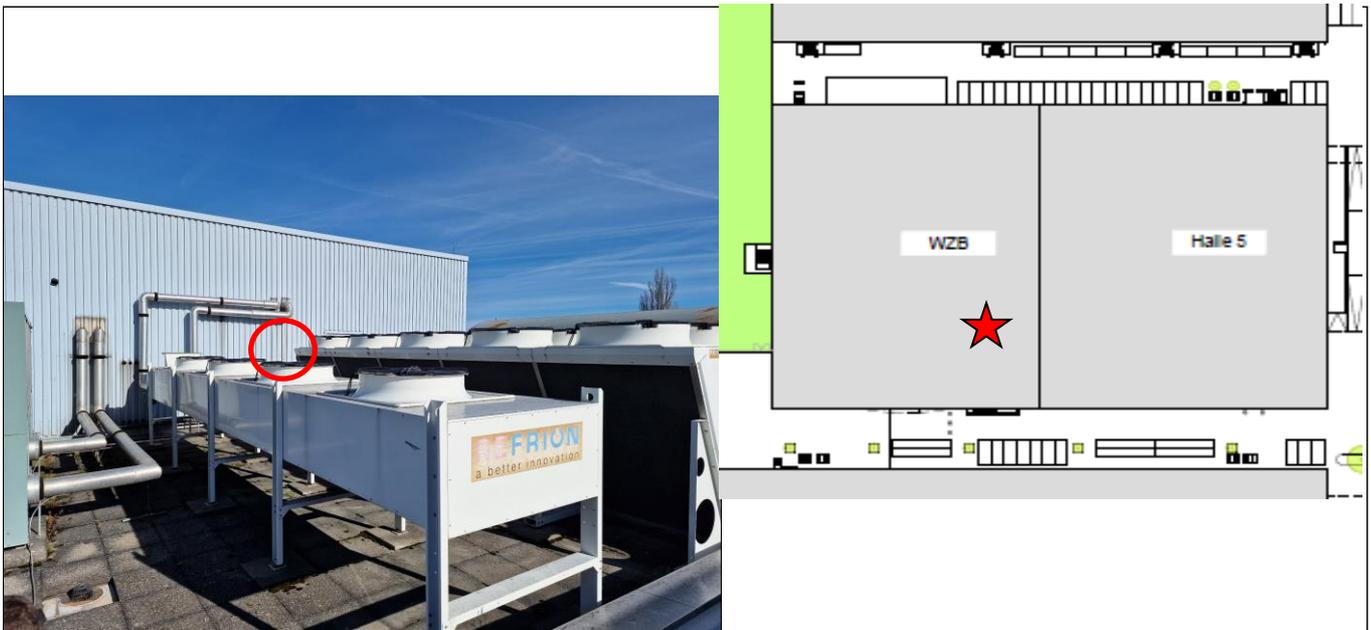
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	84.7	82.4	81.6	78.3	75.4	71.0	70.0	66.0	62.2	62.2	58.3	61.1	64.6	64.8	68.9	67.1	63.5	67.1
		87.9			80.6			71.9			65.6			71.4			71.0	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	66.4	59.7	61.0	64.6	63.5	61.8	60.6	59.1	56.7	55.4	53.8	53.8	51.0	47.0	45.4	40.9	36.9	31.0
		68.2			68.2			63.9			59.2			53.2			42.7	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	24
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 5: Abluftöffnung Monoblock 7Air				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



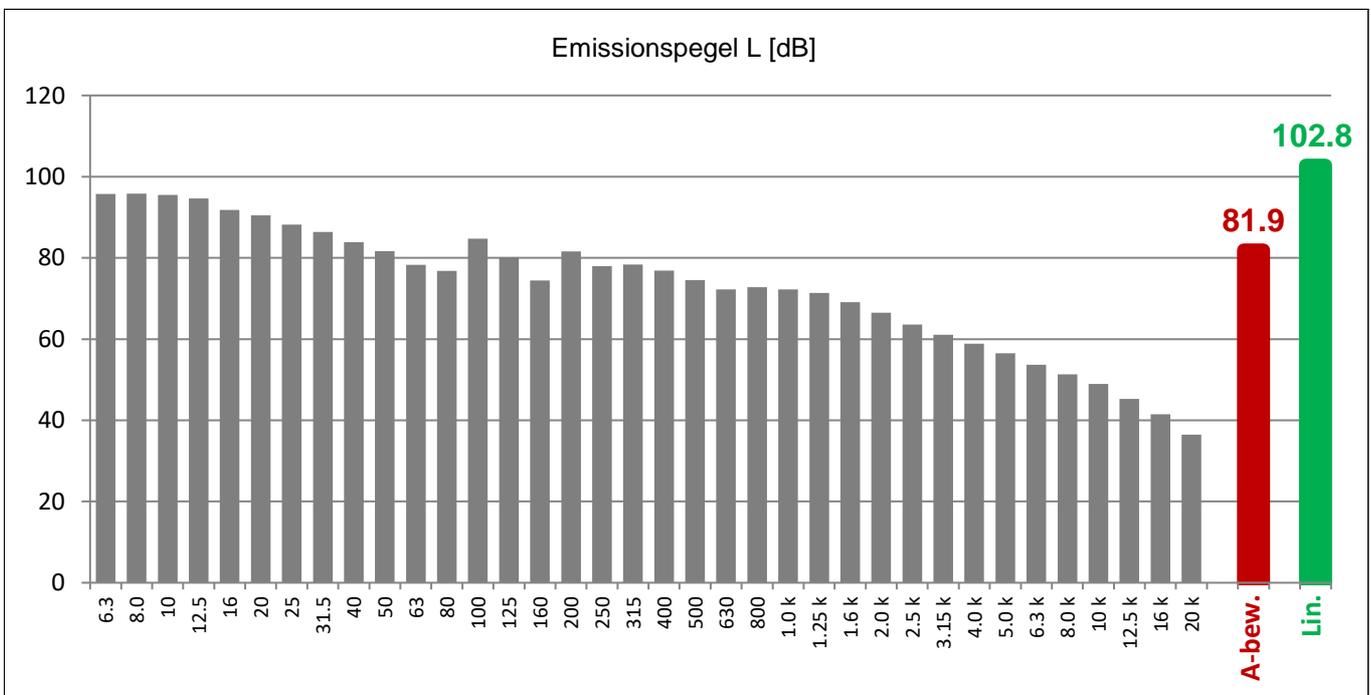
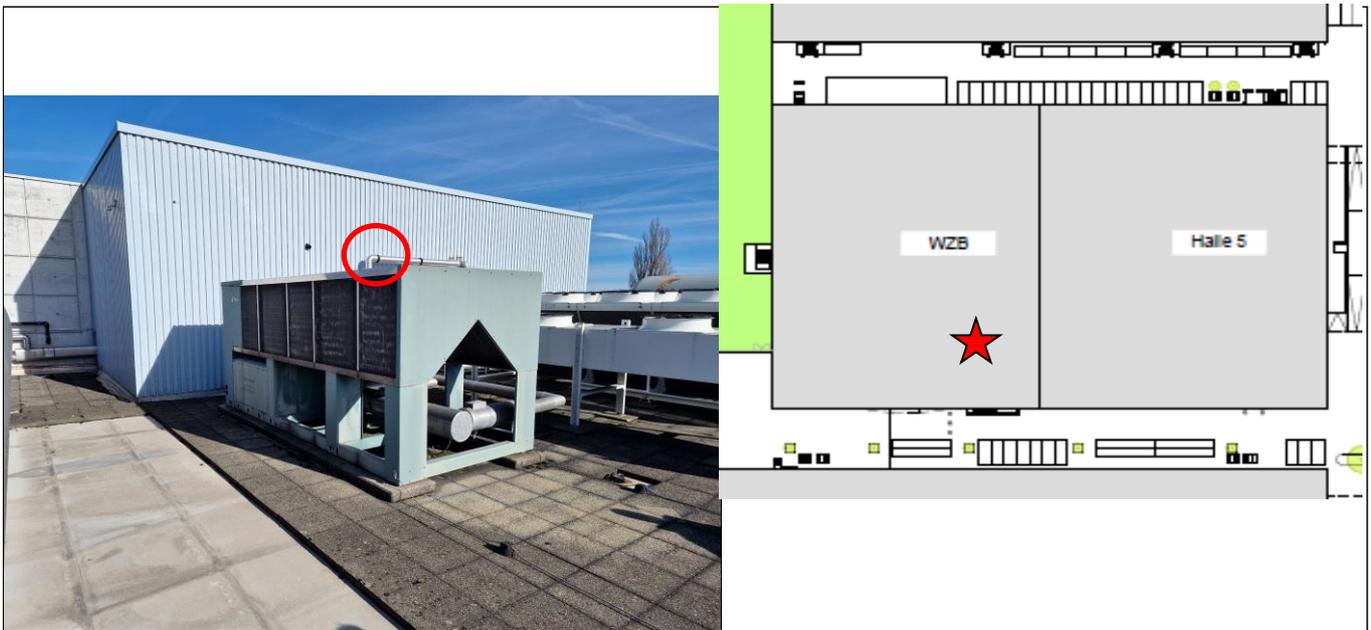
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	85.9	83.8	81.2	79.2	78.9	76.4	75.7	75.2	76.8	79.8	78.2	77.8	82.7	86.4	75.1	76.2	65.7	66.6
		88.8			83.1			80.7			83.5			88.2			77.0	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	71.3	73.9	67.8	63.1	63.3	62.6	60.3	57.7	55.2	52.5	51.8	49.5	46.9	44.9	44.3	41.7	38.8	33.5
		76.4			67.8			63.0			56.2			50.3			43.9	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	25
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 5: Kühler mit 4 Ventilatoren				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	oberhalb Ventilatoren	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



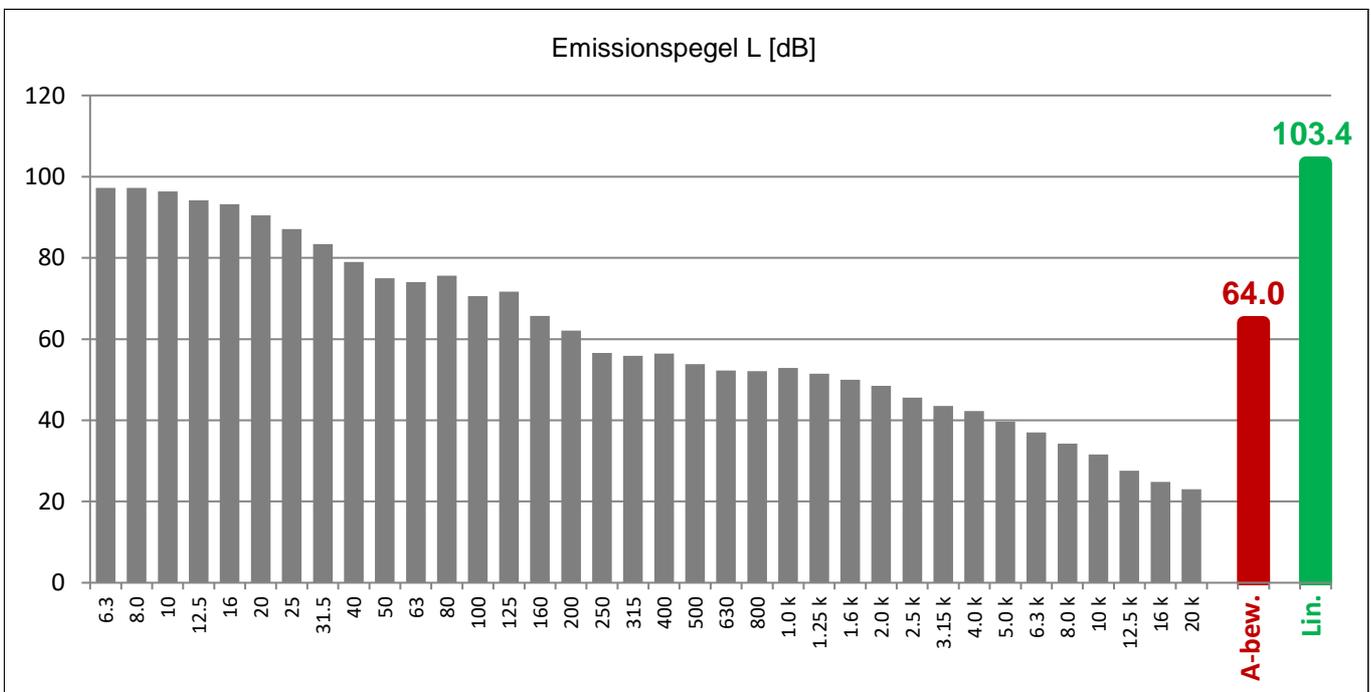
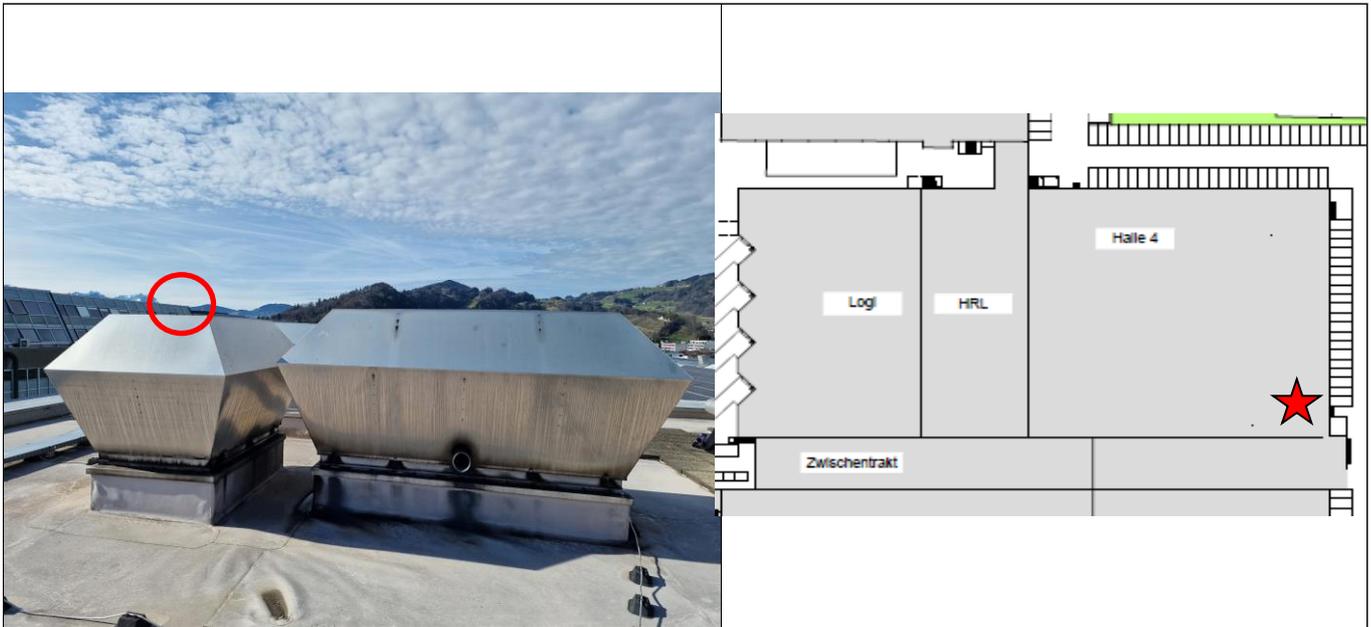
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	94.1	93.2	94.4	94.3	91.7	90.5	88.2	85.3	83.0	80.1	78.0	73.6	70.0	69.9	67.6	63.6	64.6	60.5
		98.7			97.2			90.8			82.7		74.1		68.0			
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	58.5	58.1	58.8	57.2	54.6	52.7	51.5	50.1	47.9	45.7	44.3	42.7	40.6	38.7	36.5	32.6	31.1	24.1
		63.2			60.0		54.8			49.2		43.7				35.3		

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	27
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 5: Kühler YORK mit 6 Ventilatoren				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	oberjhalb der Ventilatoren	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:					



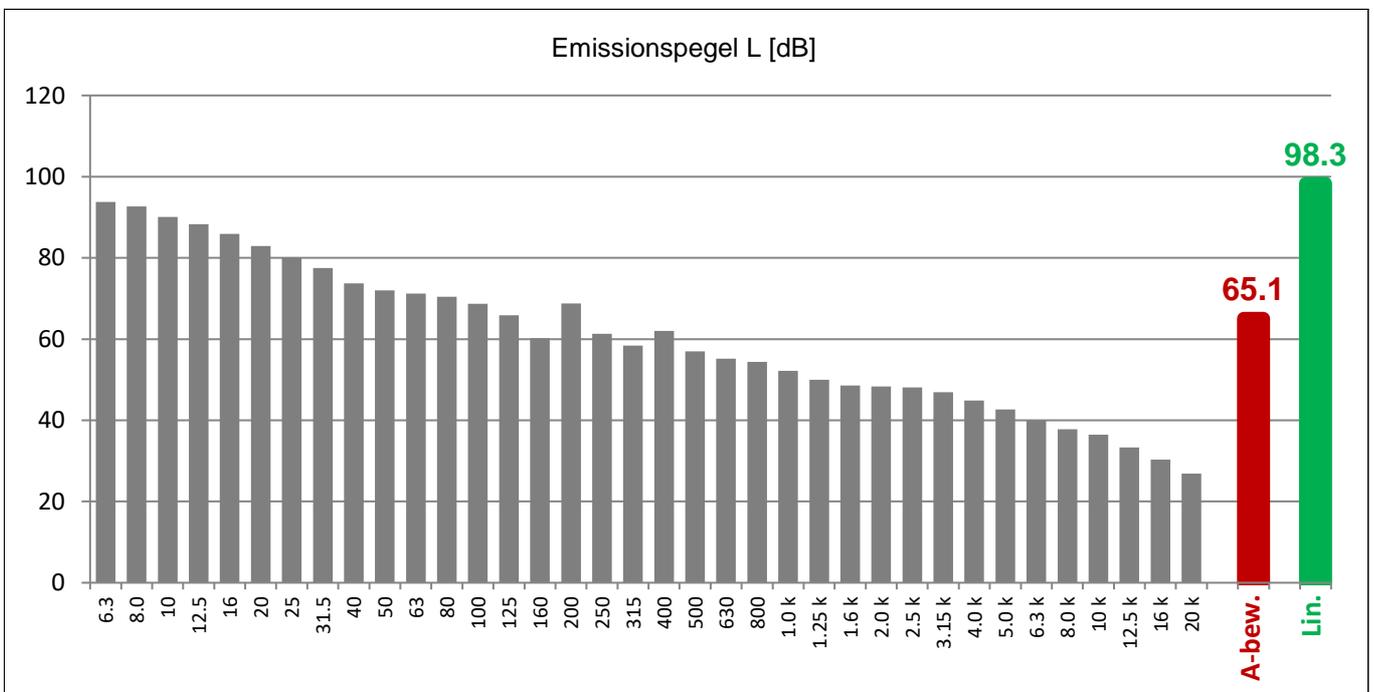
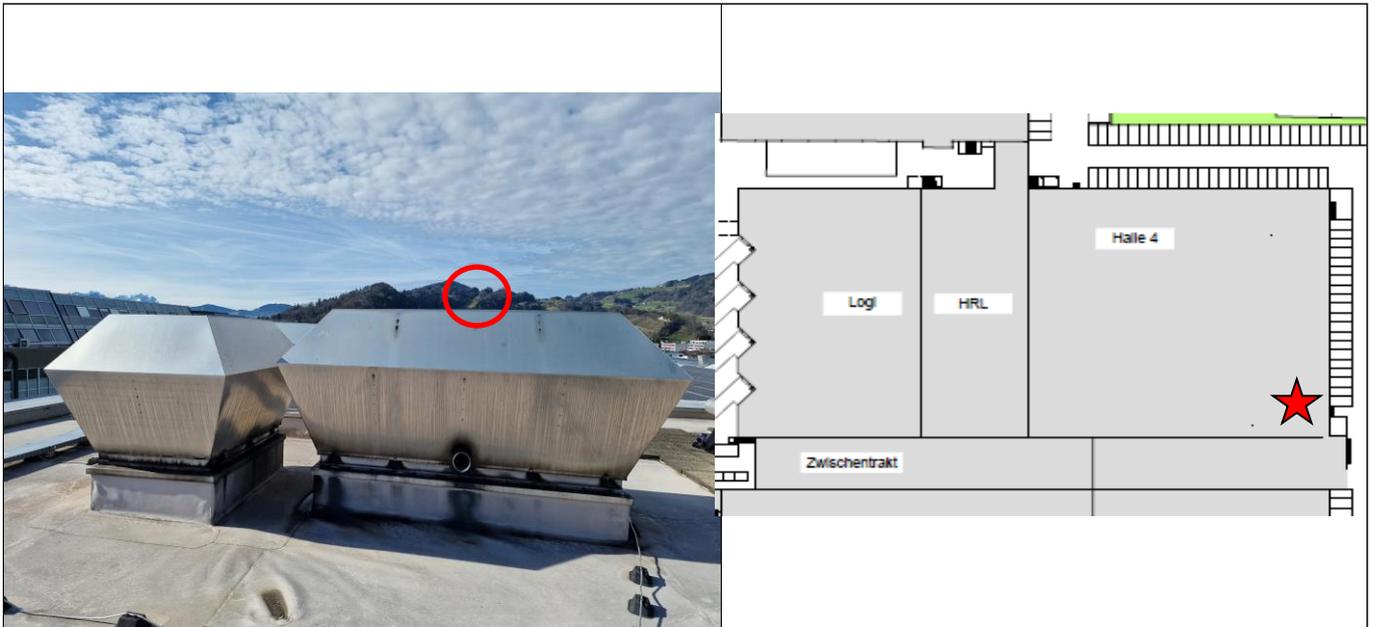
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	95.7	95.8	95.5	94.6	91.8	90.5	88.2	86.4	83.9	81.7	78.3	76.8	84.7	80.2	74.4	81.6	78.0	78.4
		100.4			97.4			91.3			84.2		86.3			84.4		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	76.9	74.5	72.2	72.8	72.2	71.4	69.1	66.5	63.6	61.1	58.9	56.5	53.7	51.3	49.0	45.3	41.5	36.5
		79.7			76.9			71.7			64.0		56.5			47.2		

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	28
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 4: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Öffnung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	0.8 x 1.6 m h = 1.7 m				



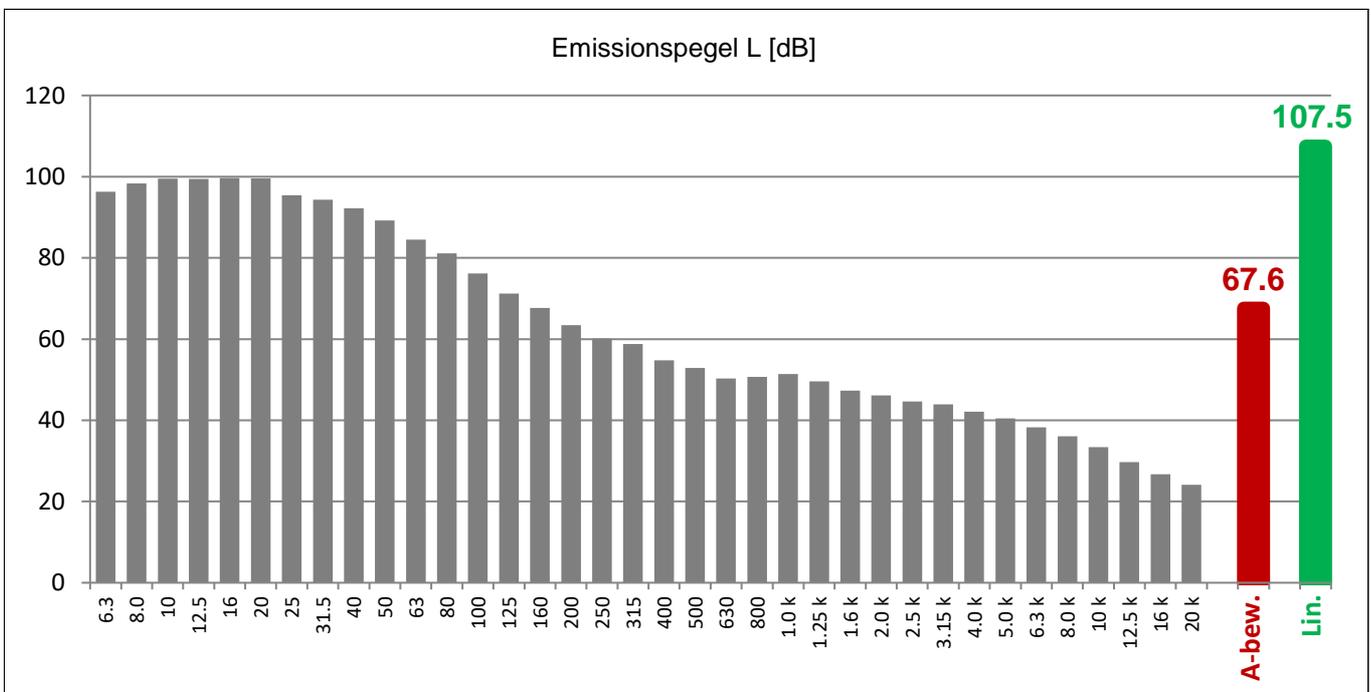
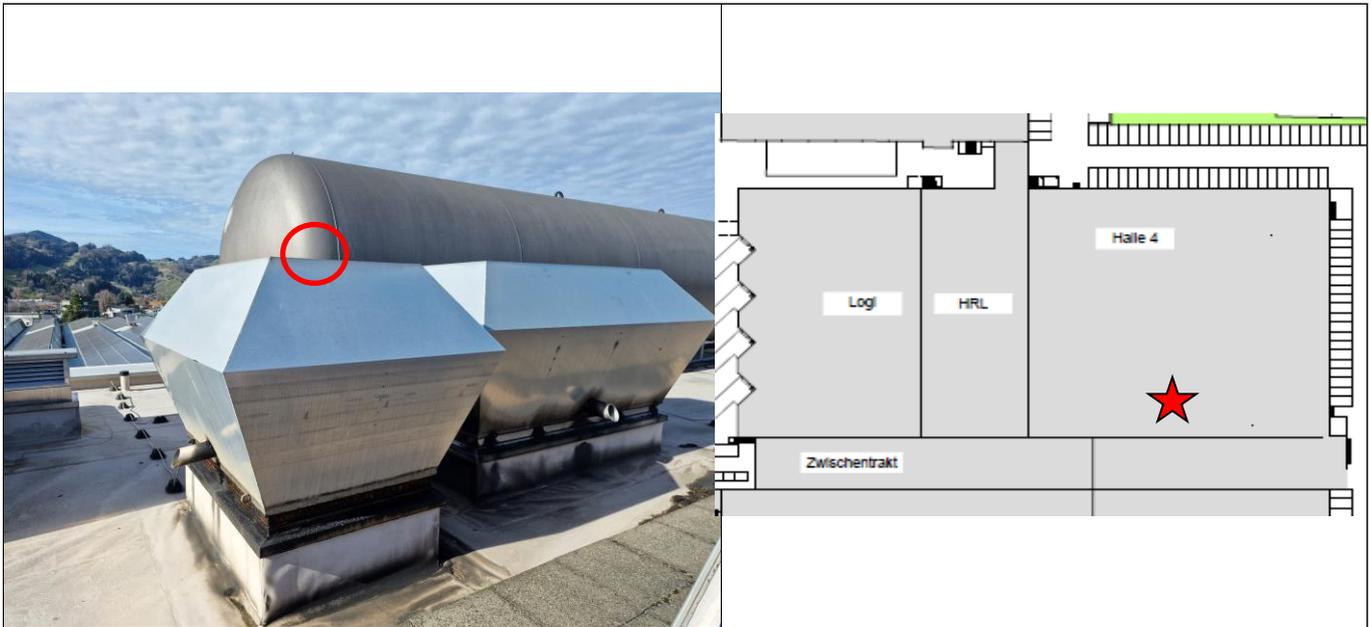
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	
L [dB]	97.2	97.2	96.4	94.2	93.2	90.5	87.1	83.4	79.0	75.0	74.0	75.6	70.6	71.7	65.7	62.1	64.0	63.9	55.9
		101.7			97.7			89.1			79.7			74.8				63.9	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k	
L [dB]	56.4	53.8	52.3	52.1	52.9	51.5	50.0	48.5	45.6	43.5	42.3	39.7	37.0	34.3	31.6	27.6	24.8	23.0	
		59.3			57.0			53.2			46.9			39.6				30.3	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	29
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 4: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Öffnung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	0.9 x 2.25 m h = 1.9 m				



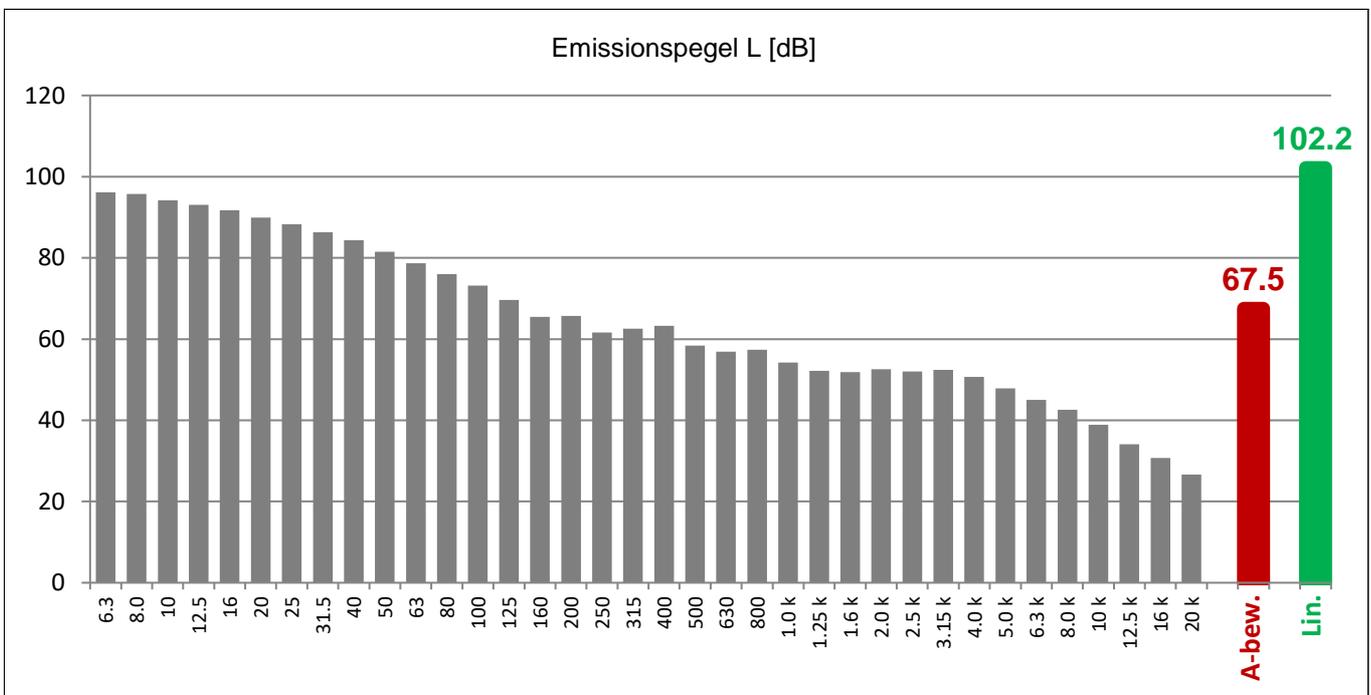
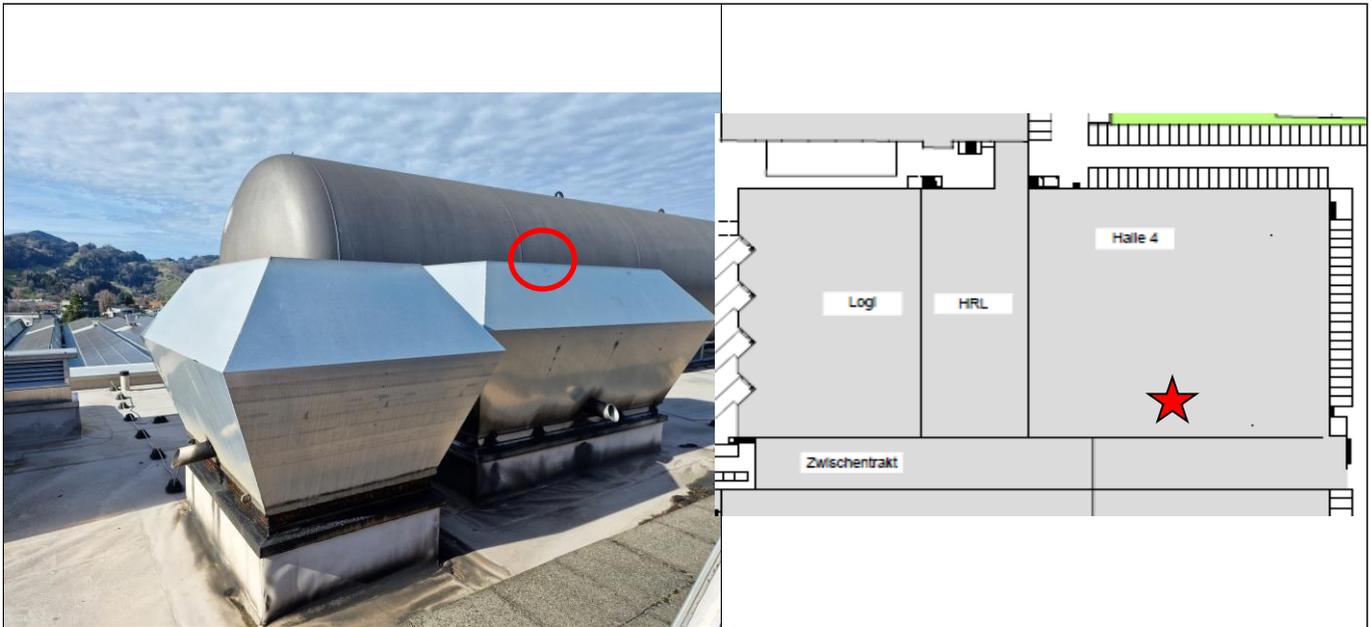
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	93.8	92.7	90.1	88.3	85.9	82.9	80.1	77.5	73.7	72.0	71.2	70.4	68.7	65.9	60.2	68.8	61.3	58.4
		97.2			91.0			82.6			76.0		70.9			69.8		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	62.0	57.0	55.2	54.4	52.2	50.0	48.6	48.3	48.1	46.9	44.9	42.7	40.0	37.8	36.5	33.3	30.3	26.9
		63.8			57.3			53.1			49.9		43.1					35.7

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	30
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 4: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Öffnung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	0.8 x 1.6 m h = 1.7 m				



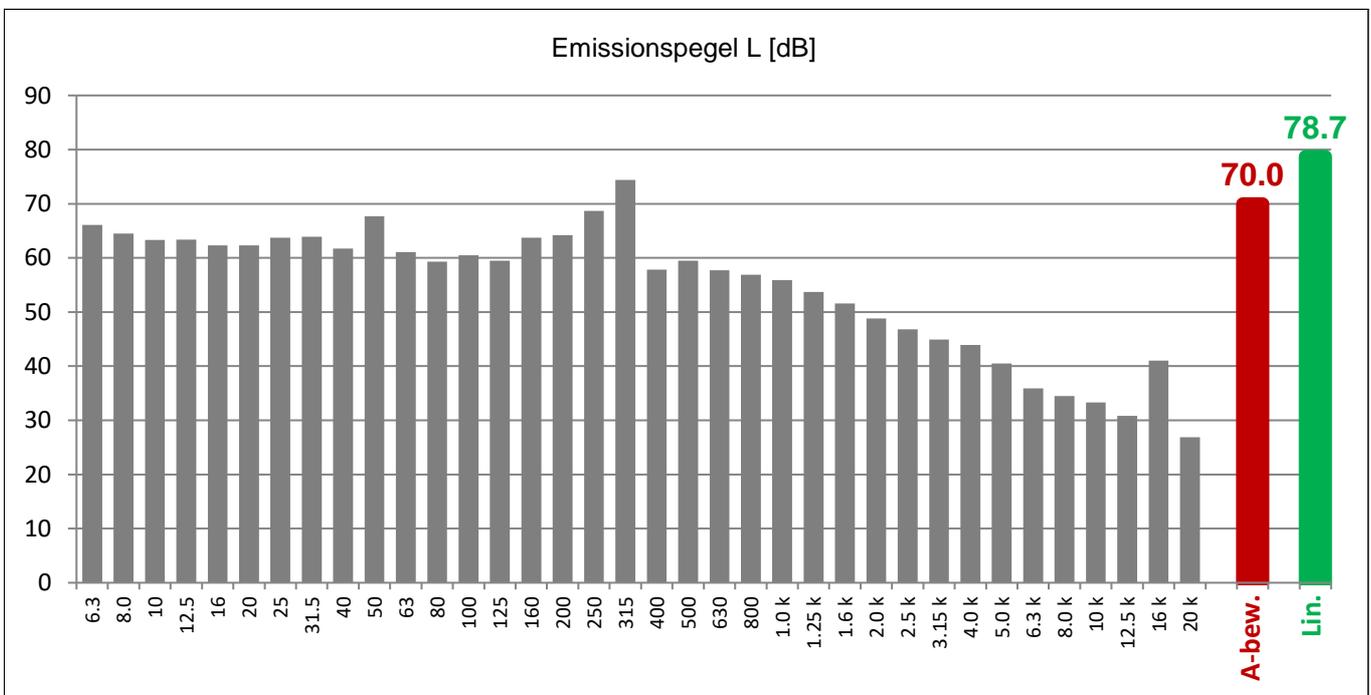
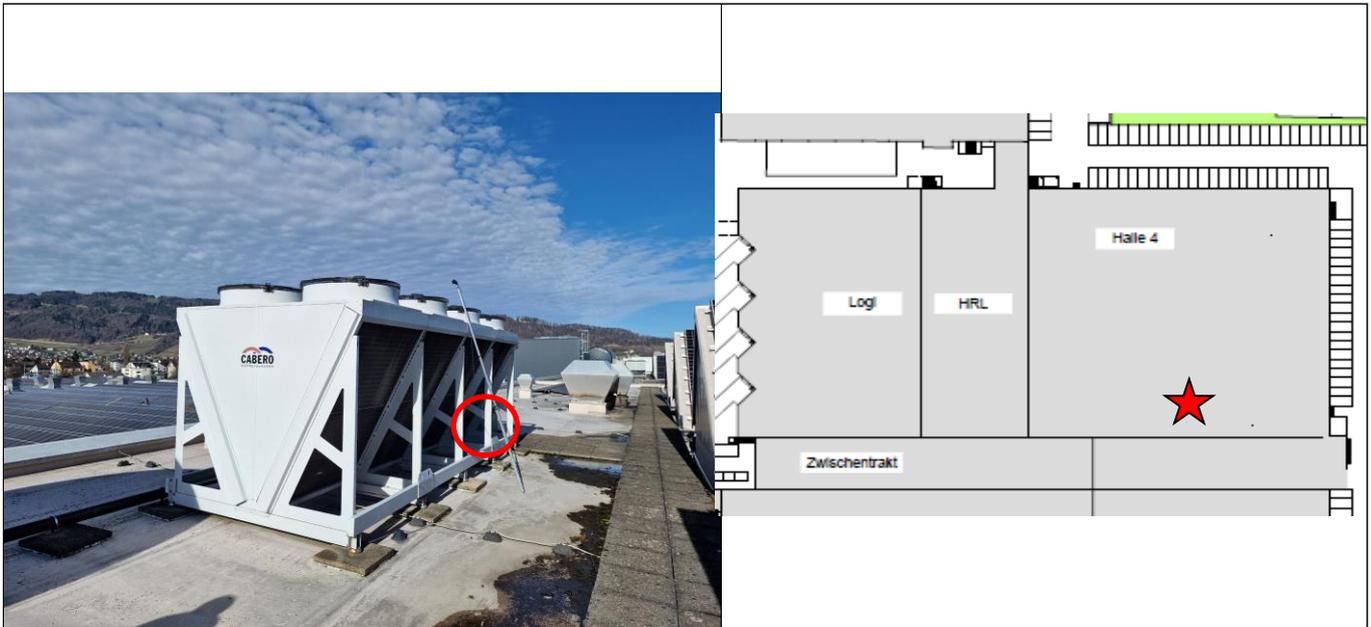
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	96.3	98.3	99.5	99.4	99.7	99.6	95.4	94.3	92.2	89.2	84.5	81.1	76.2	71.2	67.7	63.4	60.1	58.8
		103.0			104.3			98.9			90.9			77.8			66.0	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	54.8	52.9	50.3	50.7	51.4	49.6	47.3	46.1	44.6	43.9	42.1	40.5	38.3	36.1	33.4	29.7	26.7	24.1
		57.8			55.4			50.9			47.2			41.1			32.2	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	31
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 4: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Öffnung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	2.25 x 0.9 m h = 1.9 m				



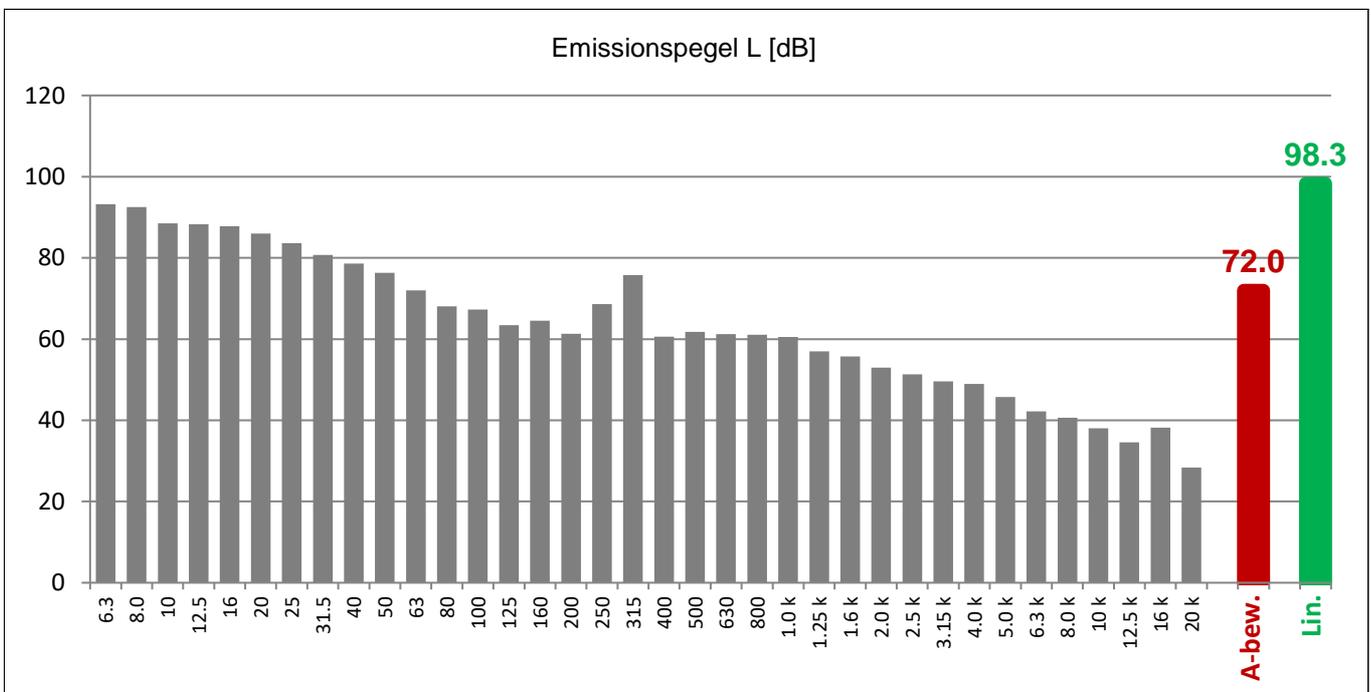
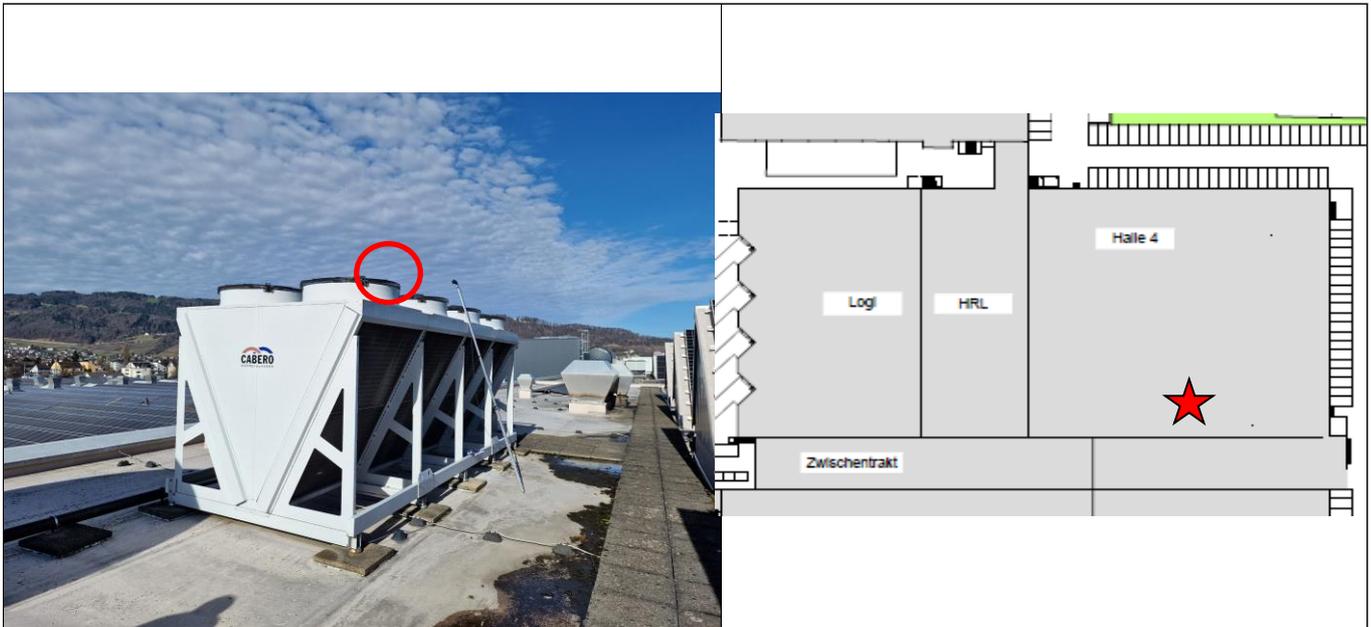
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	96.1	95.7	94.2	93.1	91.7	89.9	88.3	86.3	84.3	81.5	78.7	76.0	73.2	69.6	65.5	65.7	61.6	62.6
		100.2			96.5			91.4			84.1			75.3			68.4	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	63.3	58.4	56.9	57.4	54.2	52.2	51.9	52.6	52.0	52.4	50.7	47.9	45.0	42.6	38.9	34.1	30.7	26.6
		65.2			59.9			56.9			55.5			47.6			36.2	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	32
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 4: Kühler mit 8 Ventilatoren				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	seotlich neben Zuluftöffnung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	5.6 x 2.25 x 2.4 m				



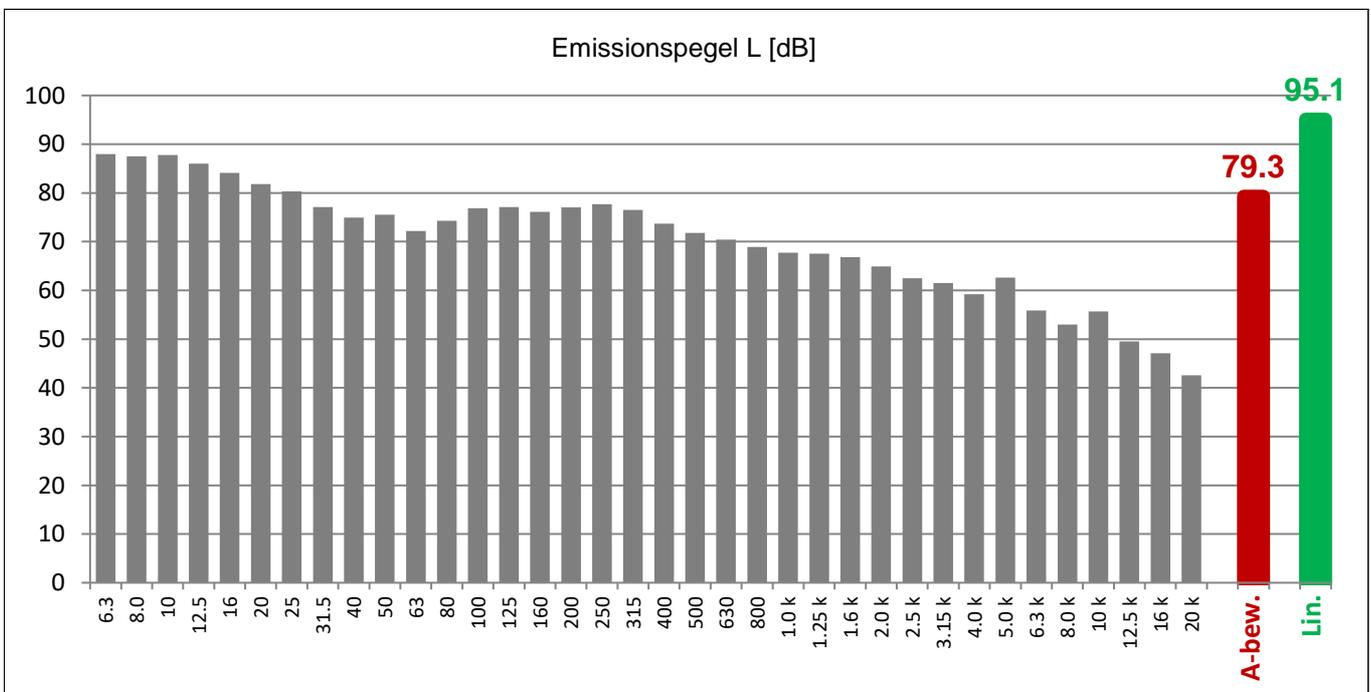
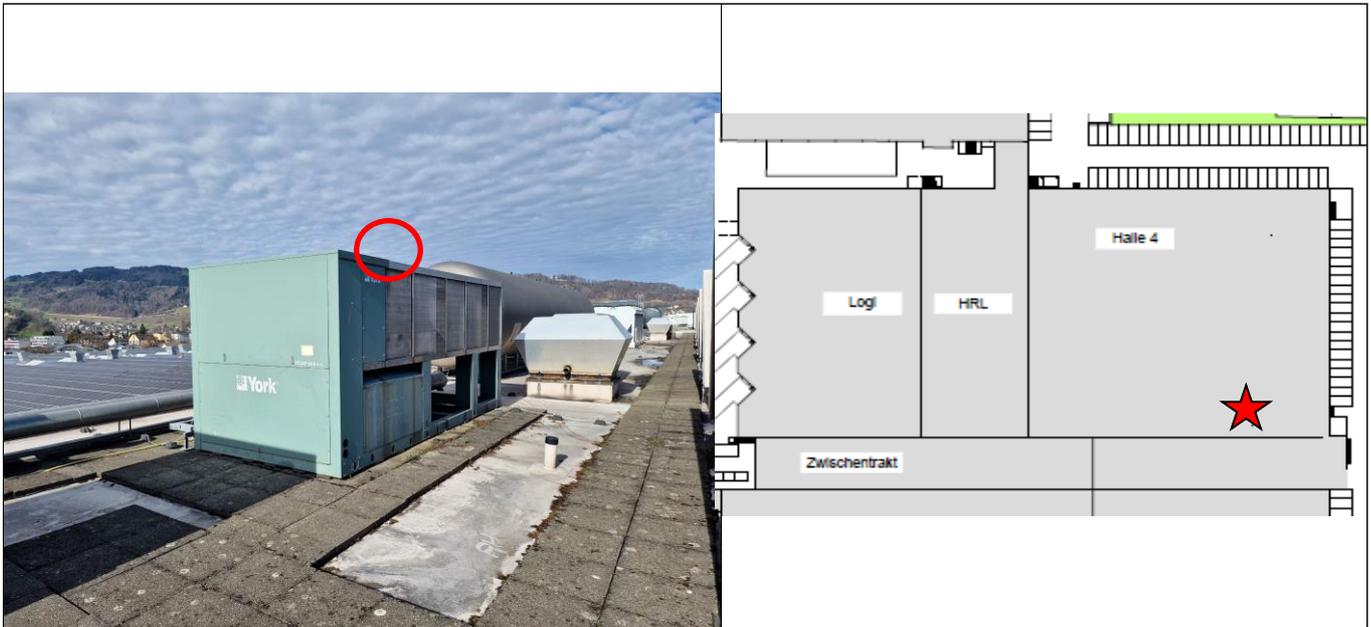
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	66.1	64.5	63.3	63.4	62.3	62.3	63.7	63.9	61.7	67.7	61.1	59.3	60.5	59.5	63.7	64.2	68.7	74.4
	69.6			67.5			68.0			69.0			66.4			75.8		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	57.8	59.5	57.7	56.9	55.9	53.7	51.6	48.8	46.8	44.9	43.9	40.5	35.9	34.5	33.3	30.8	41.0	26.9
	63.2			60.5			54.3			48.2			39.5			41.5		

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	33
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 4: Kühler mit 8 Ventilatoren				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	oberhalb Ventilatoren	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	5.6 x 2.25 x 2.4 m				



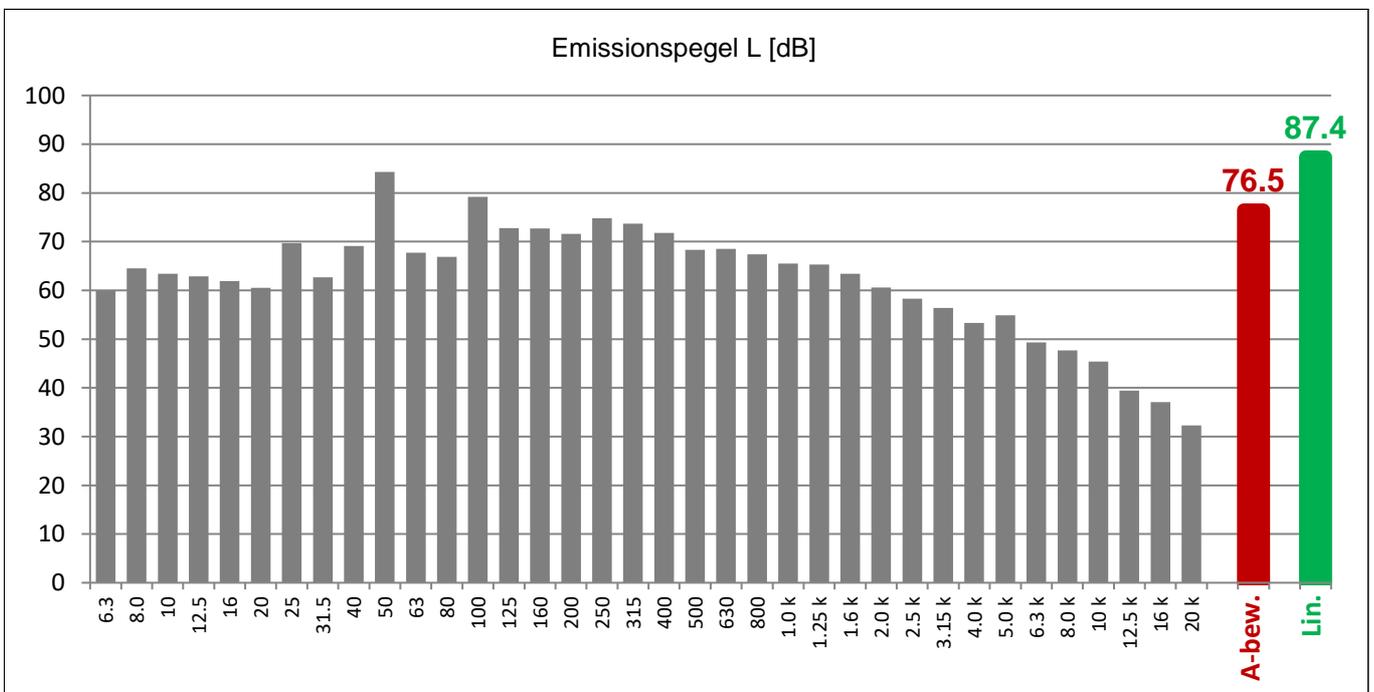
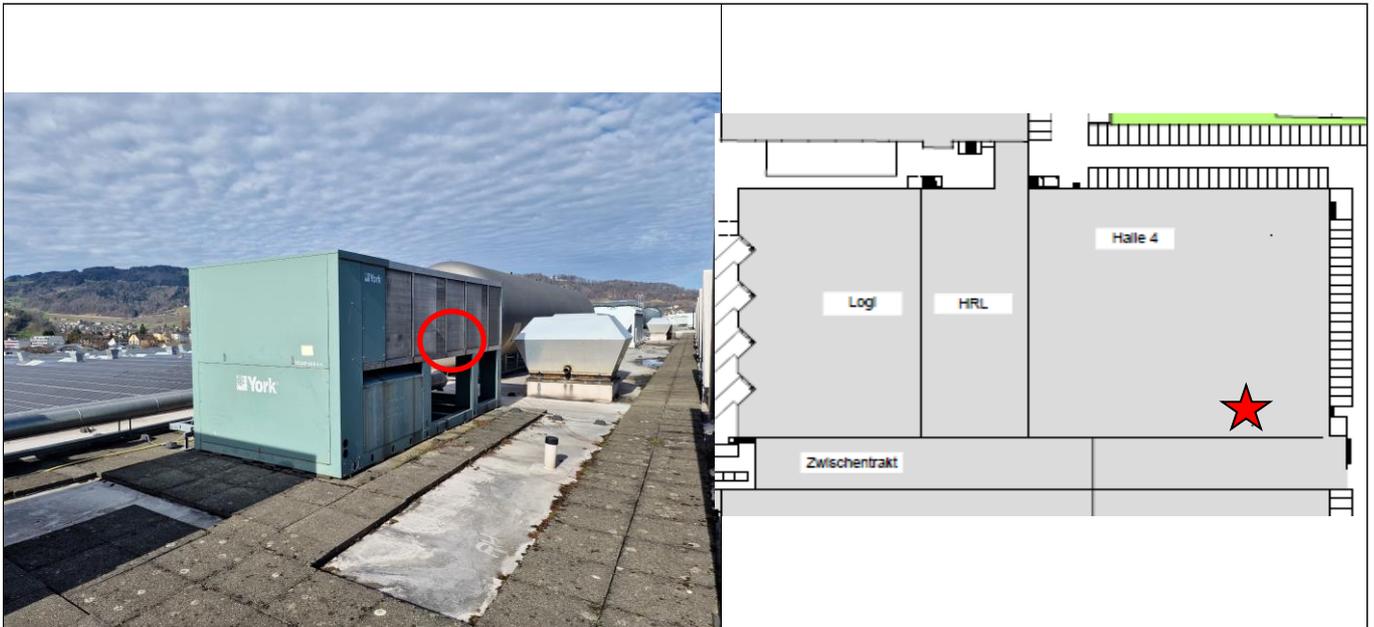
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	93.2	92.5	88.5	88.3	87.8	86.0	83.6	80.7	78.6	76.3	72.0	68.1	67.3	63.4	64.5	61.3	68.6	75.8
		96.6			92.2			86.2			78.1			70.2			76.7	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	60.6	61.8	61.2	61.1	60.5	57.0	55.7	53.0	51.3	49.6	49.0	45.7	42.2	40.6	38.0	34.6	38.2	28.4
		66.0			64.6			58.5			53.2			45.4			40.1	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	34
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 4: Kühler YORK mit 6 Ventilatoren				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	oberhalb Ventilatoren	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	4.85 x 2.25 x 2.2				



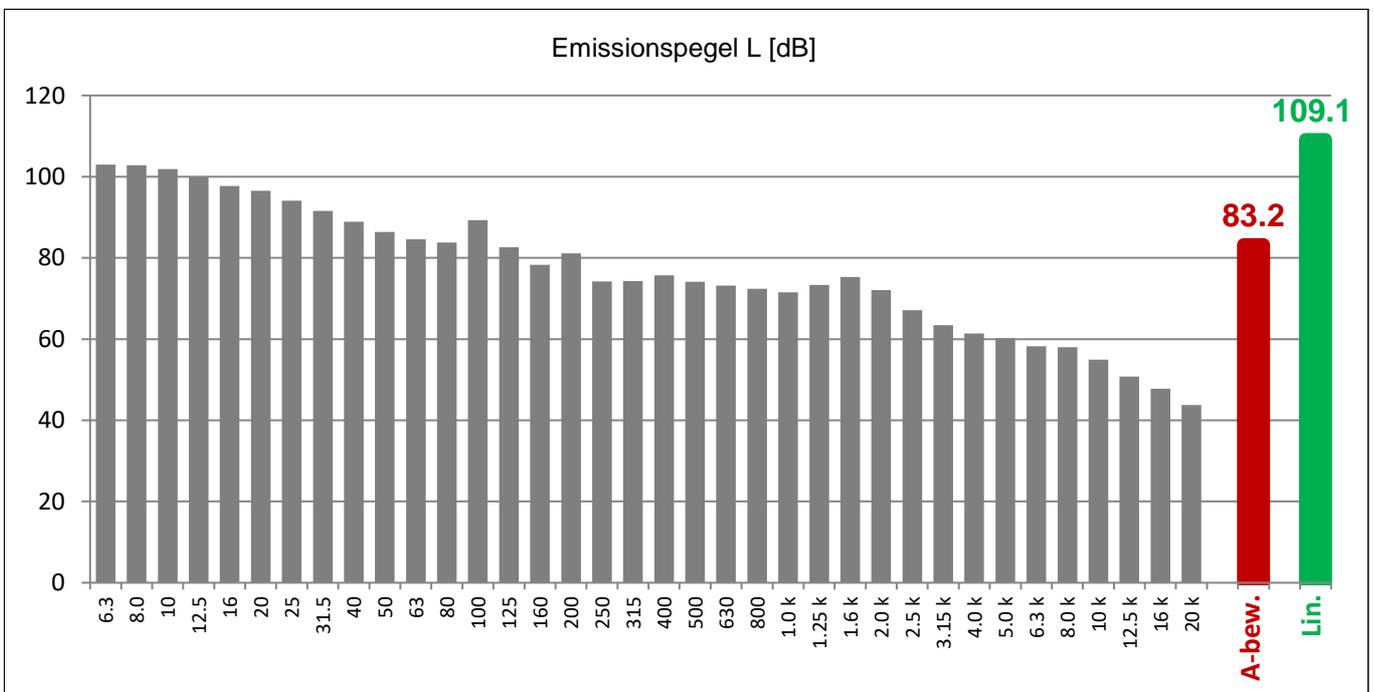
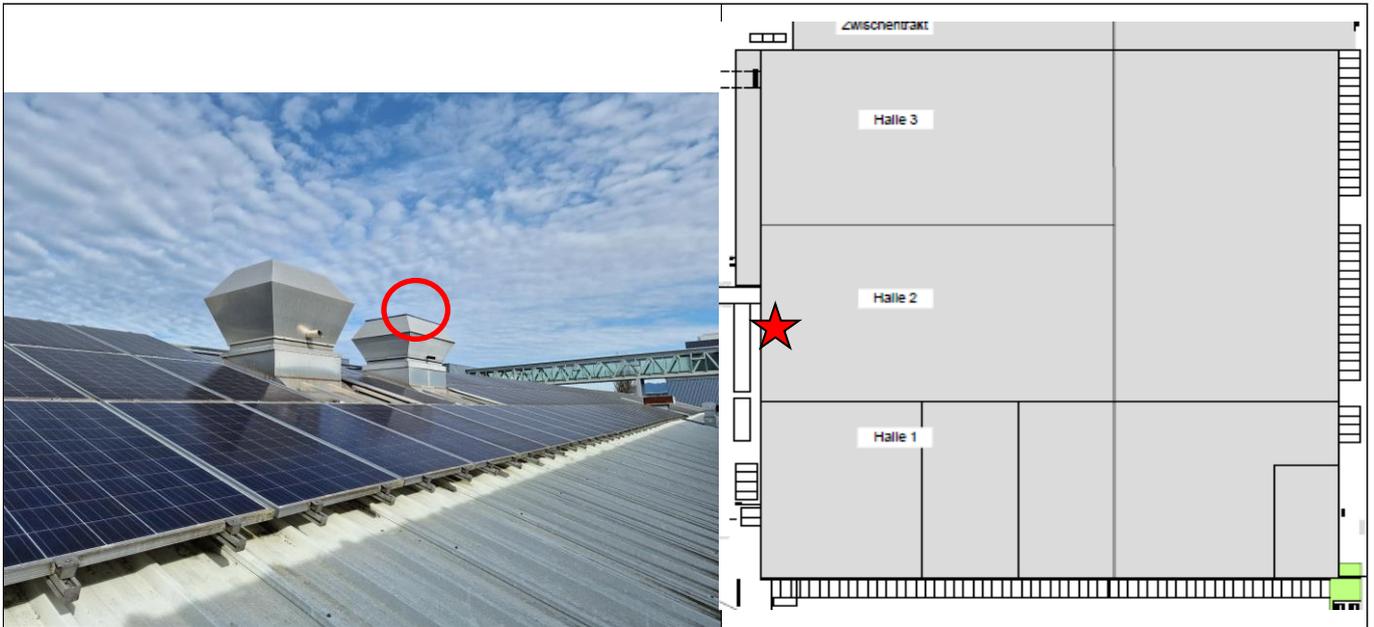
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	88.0	87.5	87.8	86.0	84.1	81.8	80.3	77.1	74.9	75.5	72.2	74.3	76.8	77.1	76.1	77.0	77.7	76.5
		92.5			89.1			82.8			79.0			81.5			81.9	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	73.7	71.8	70.4	68.9	67.7	67.5	66.8	64.9	62.5	61.5	59.2	62.6	55.9	53.0	55.7	49.5	47.1	42.6
		76.9			72.8			69.8			66.1			59.8			52.0	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	35
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 4: Kühler YORK mit 6 Ventilatoren				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	seitlich neben Zuluftöffnung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	4.85 x 2.25 x 2.2				



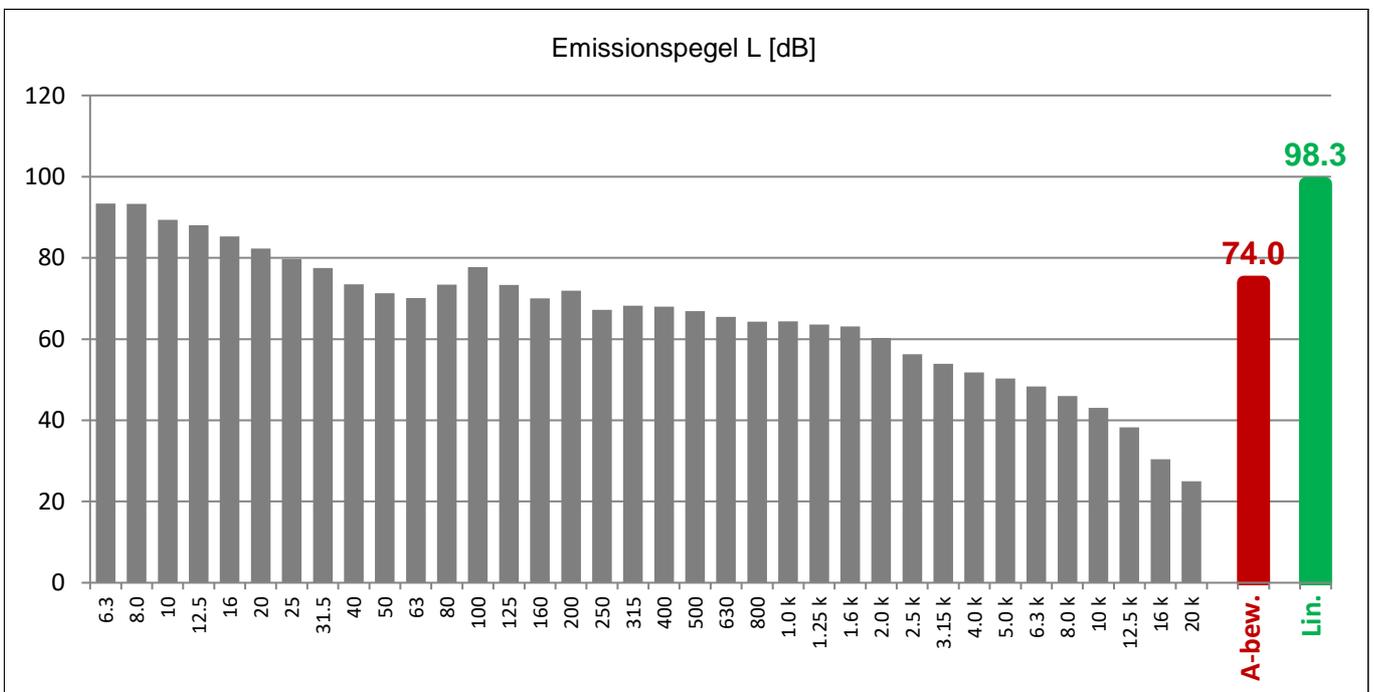
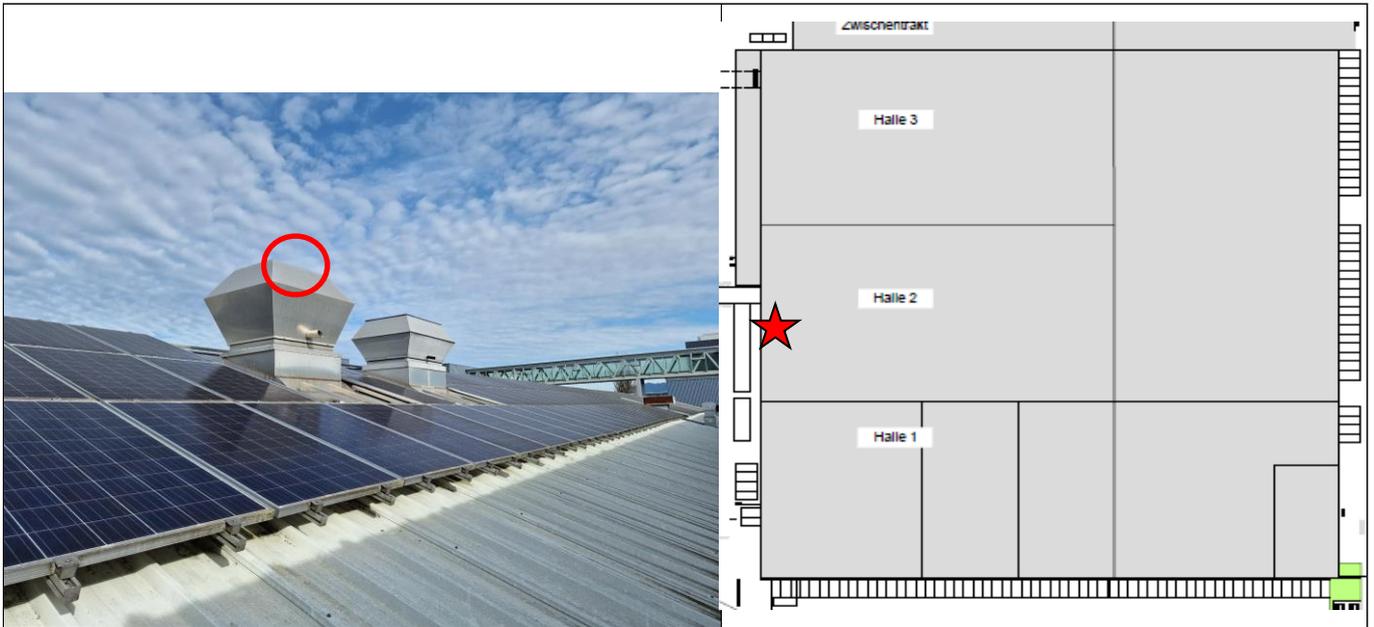
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	59.9	64.5	63.4	62.9	61.9	60.5	69.7	62.7	69.1	84.3	67.7	66.9	79.2	72.8	72.7	71.6	74.8	73.7
		67.8			66.6			72.9			84.5			80.8			78.3	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	71.8	68.3	68.5	67.4	65.5	65.3	63.4	60.6	58.3	56.4	53.3	54.9	49.3	47.7	45.4	39.4	37.1	32.3
		74.6			70.9			66.0			59.8			52.5			41.9	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	36
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 2: Ablufthaube DLZ 2				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	1.5 x 1.0 m, h = 1.0m über First Sheddach				



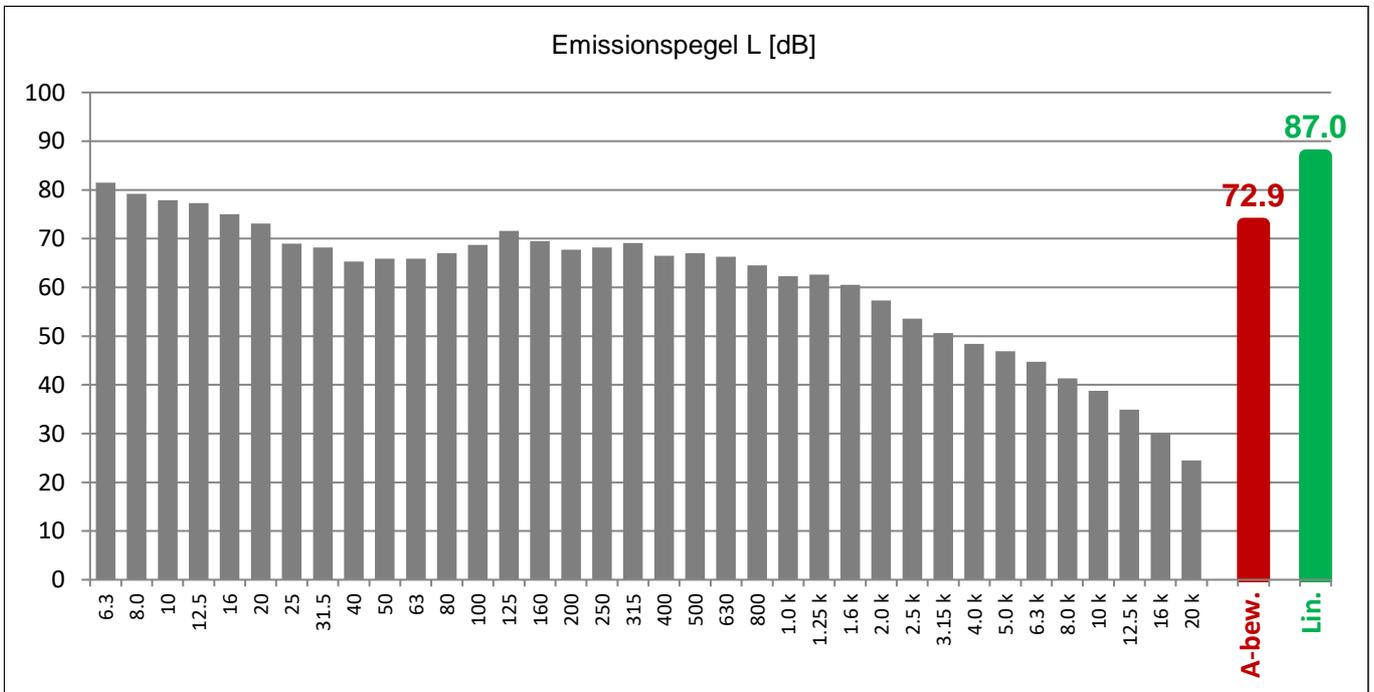
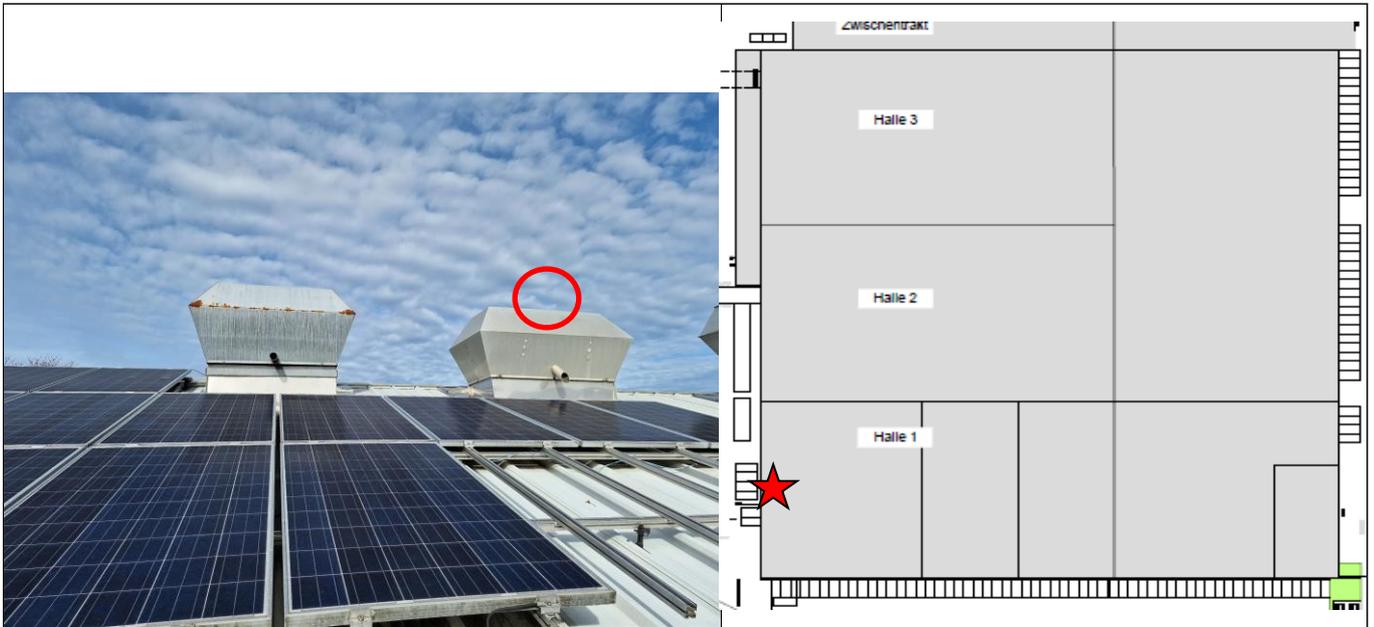
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	103.0	102.8	101.9	99.8	97.7	96.5	94.1	91.6	88.9	86.4	84.6	83.8	89.3	82.6	78.3	81.1	74.2	74.3
		107.4			103.0			96.8			89.8		90.4			82.6		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	75.7	74.1	73.2	72.4	71.5	73.3	75.3	72.1	67.1	63.4	61.4	60.2	58.2	58.0	54.9	50.8	47.8	43.8
		79.2			77.2		77.4			66.6		62.0				53.1		

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	37
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 2: Ablufthaube DLZ 2				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	1.5 x 1.0 m, h = 1.0m über First Sheddach				



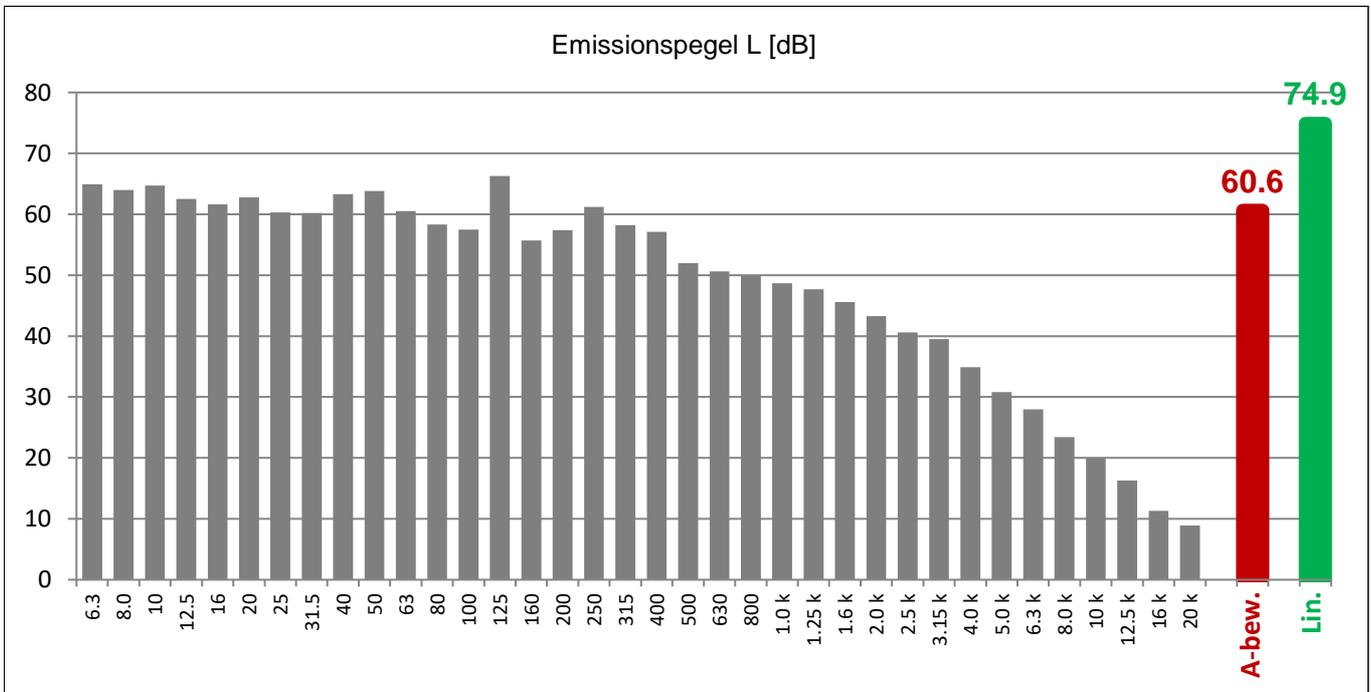
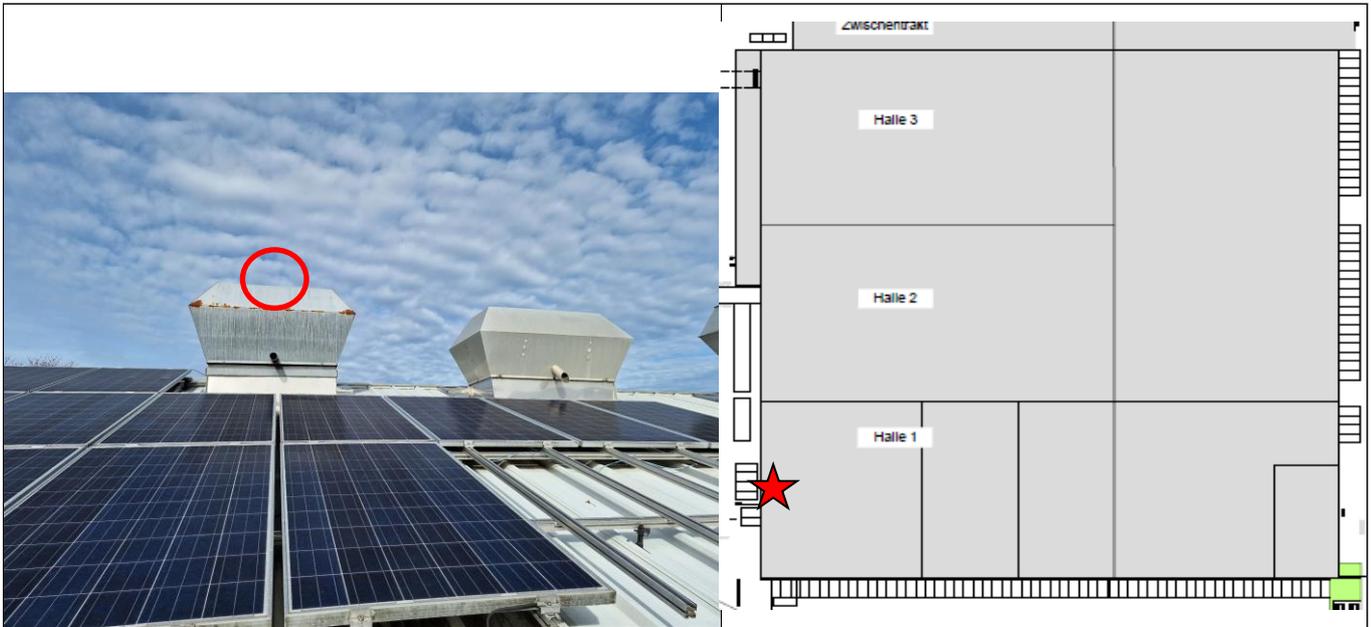
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	93.4	93.3	89.4	88.0	85.3	82.3	79.7	77.5	73.5	71.3	70.1	73.4	77.7	73.3	70.0	71.9	67.2	68.2
		97.2			90.6			82.4			76.6		79.6			74.4		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	68.0	66.9	65.5	64.3	64.4	63.6	63.1	60.3	56.3	53.9	51.8	50.3	48.3	46.0	43.1	38.3	30.4	25.0
		71.7			68.9			65.5			57.0		51.1			39.1		

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	38
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 1: Ablufthaube DLZ 1				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	1.6 x .0.5 m, h = 0.8 m über First Sheddach				



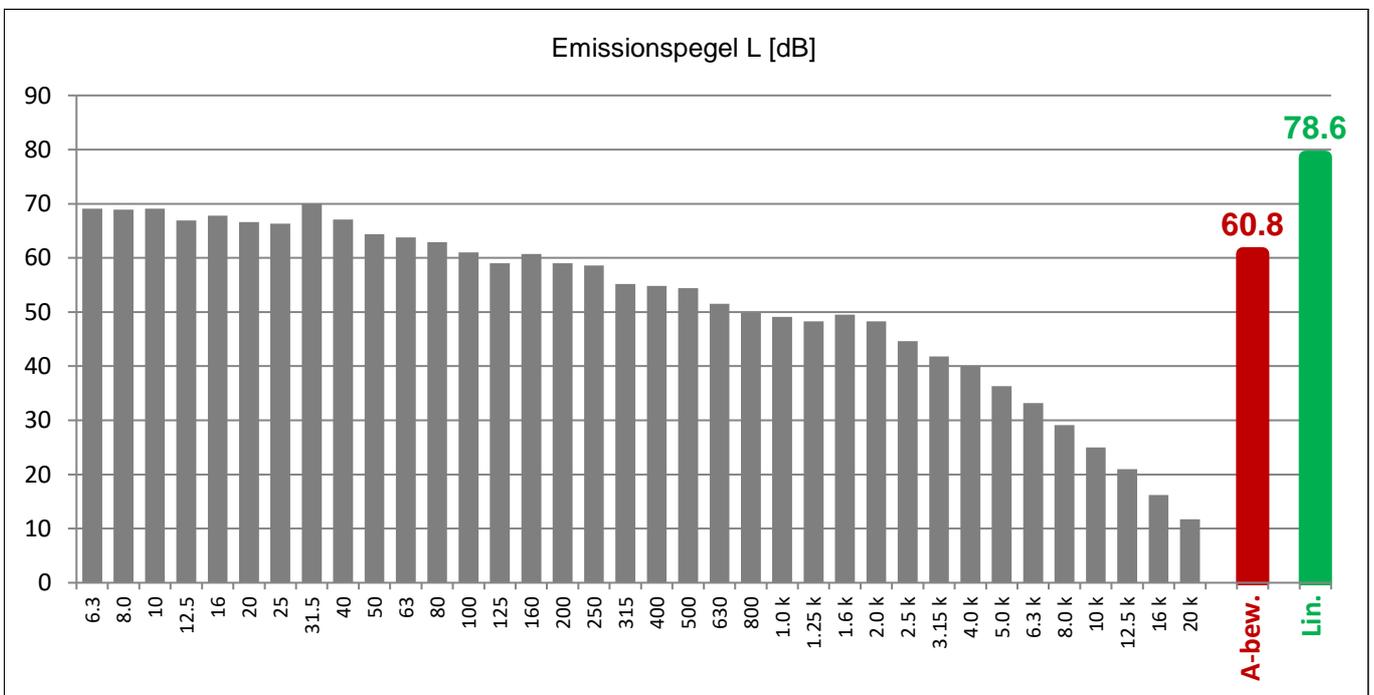
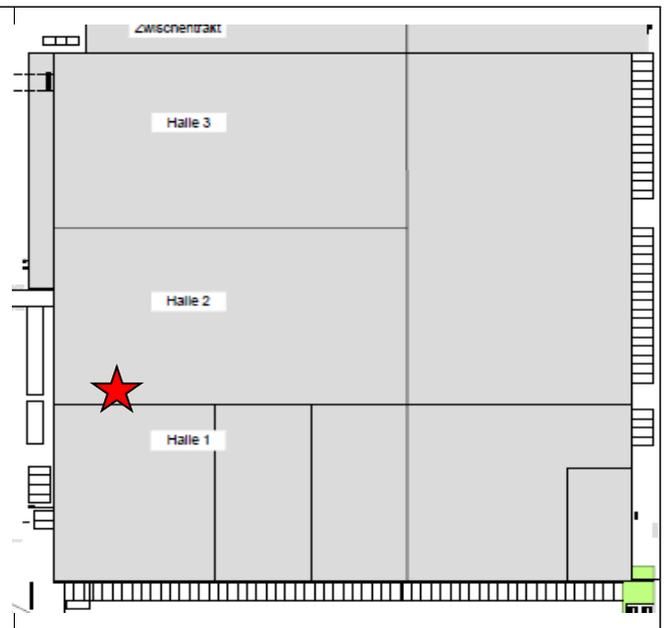
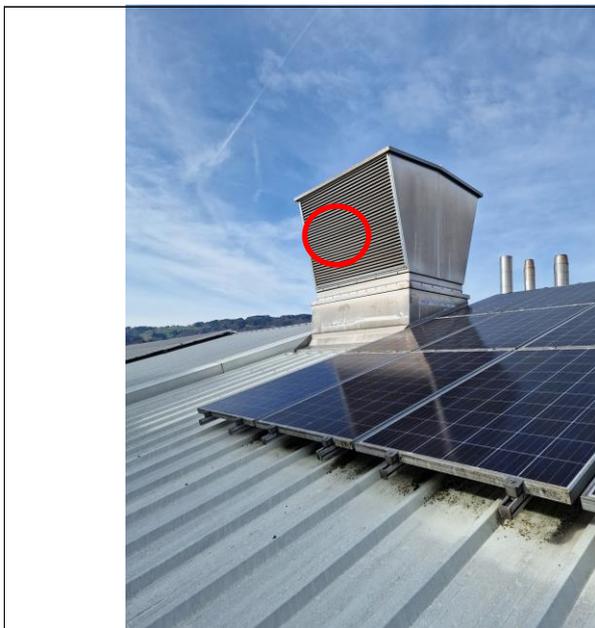
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	81.5	79.2	77.9	77.3	75.0	73.1	69.0	68.2	65.3	65.9	65.9	67.0	68.7	71.6	69.5	67.7	68.2	69.1
		84.6			80.2			72.5			71.1		74.9			73.1		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	66.5	67.0	66.3	64.5	62.3	62.6	60.5	57.3	53.6	50.6	48.4	46.9	44.7	41.3	38.8	34.9	30.1	24.5
		71.4			68.0			62.8			53.7		47.0			36.4		

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	39
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 1: Ablufthaube DLZ 1				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	1.35 x .0.5 m, h = 1.0 m über First Sheddach				



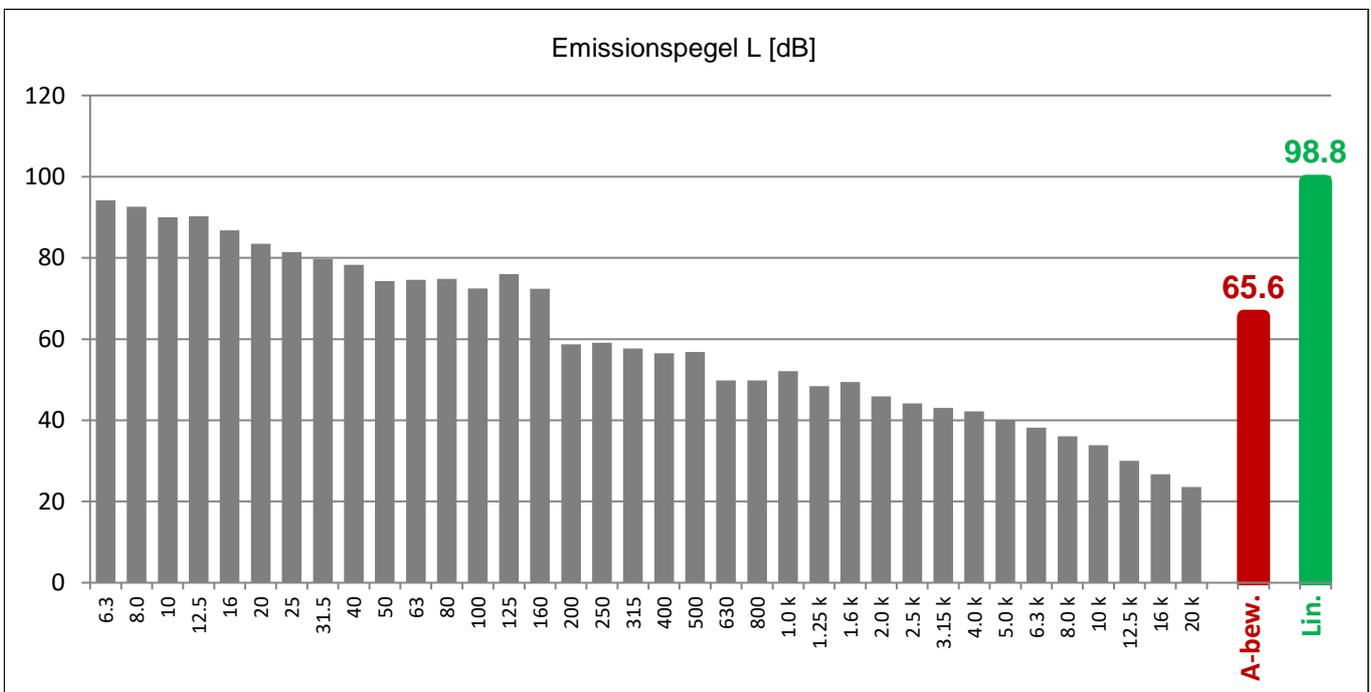
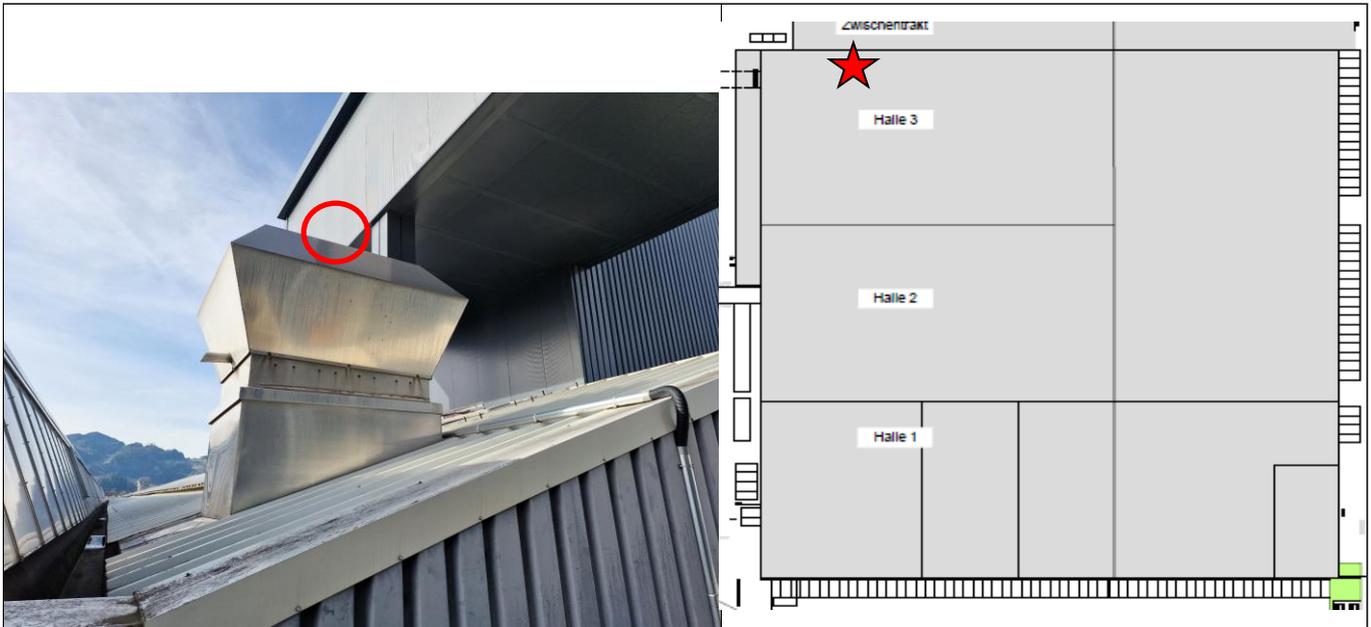
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	64.9	64.0	64.7	62.5	61.6	62.8	60.3	60.2	63.3	63.8	60.5	58.3	57.5	66.3	55.7	57.4	61.2	58.2
		69.3			67.1			66.3		66.2		67.2		64.0				
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	57.1	52.0	50.6	49.9	48.7	47.7	45.6	43.3	40.6	39.5	34.9	30.8	28.0	23.4	20.0	16.3	11.3	8.9
		59.0			53.6		48.4		41.2		29.8					18.1		

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	40
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 2: Zulufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	vor Zuluftöffnung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	2 Öffnungen 2.0 x 1.5 m UK 0.4 m über First Sheddach				



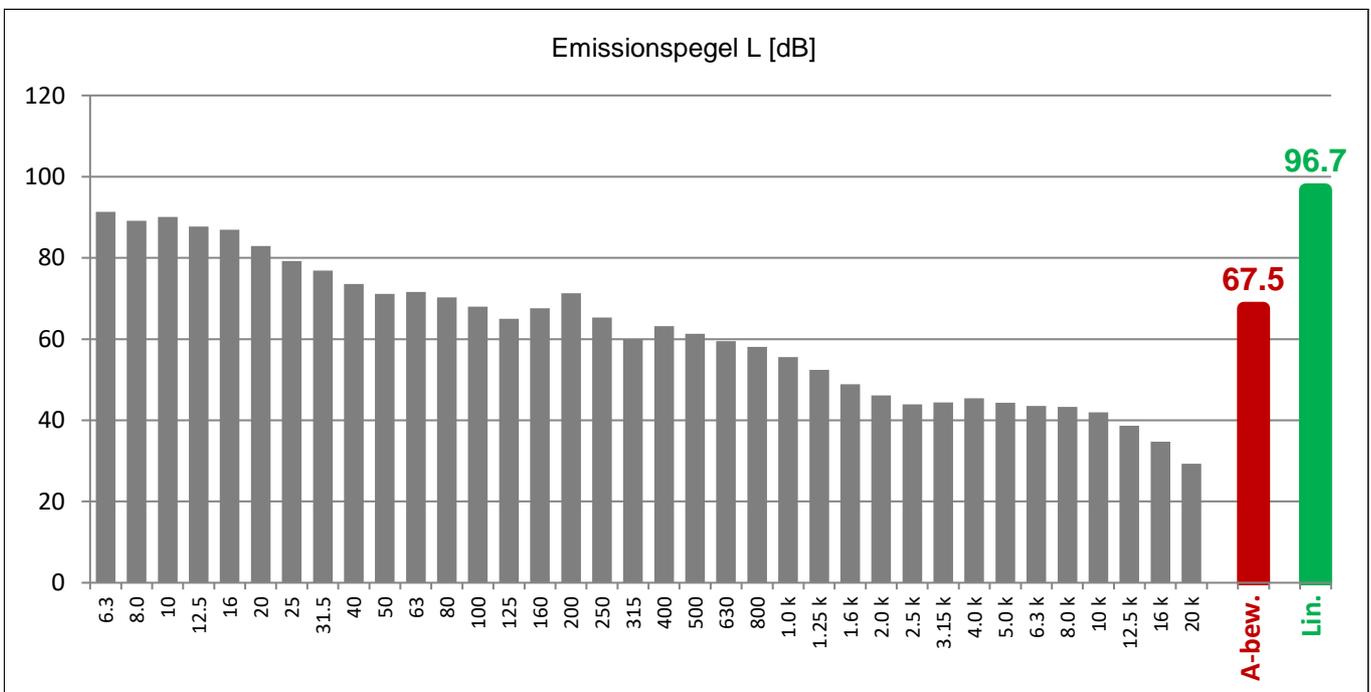
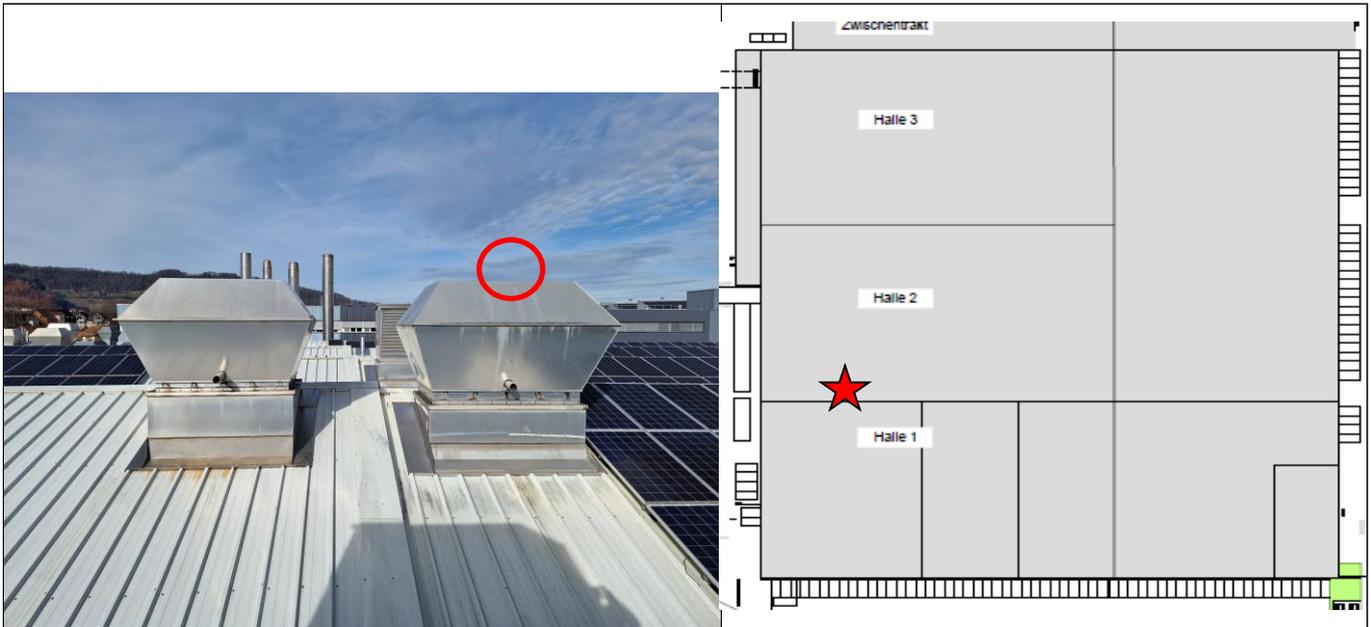
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	69.1	68.9	69.1	66.9	67.8	66.6	66.3	70.0	67.1	64.4	63.8	62.9	61.0	59.0	60.7	59.0	58.6	55.2
		73.8			71.9			72.9			68.5			65.1			62.7	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	54.8	54.4	51.5	49.8	49.1	48.3	49.5	48.3	44.6	41.8	40.0	36.3	33.2	29.1	25.0	21.0	16.2	11.7
		58.6			53.9			52.7			44.7			35.1			22.6	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	41
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 3: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	1.6 x 1.2 m h = 1.0 m über First Sheddach				



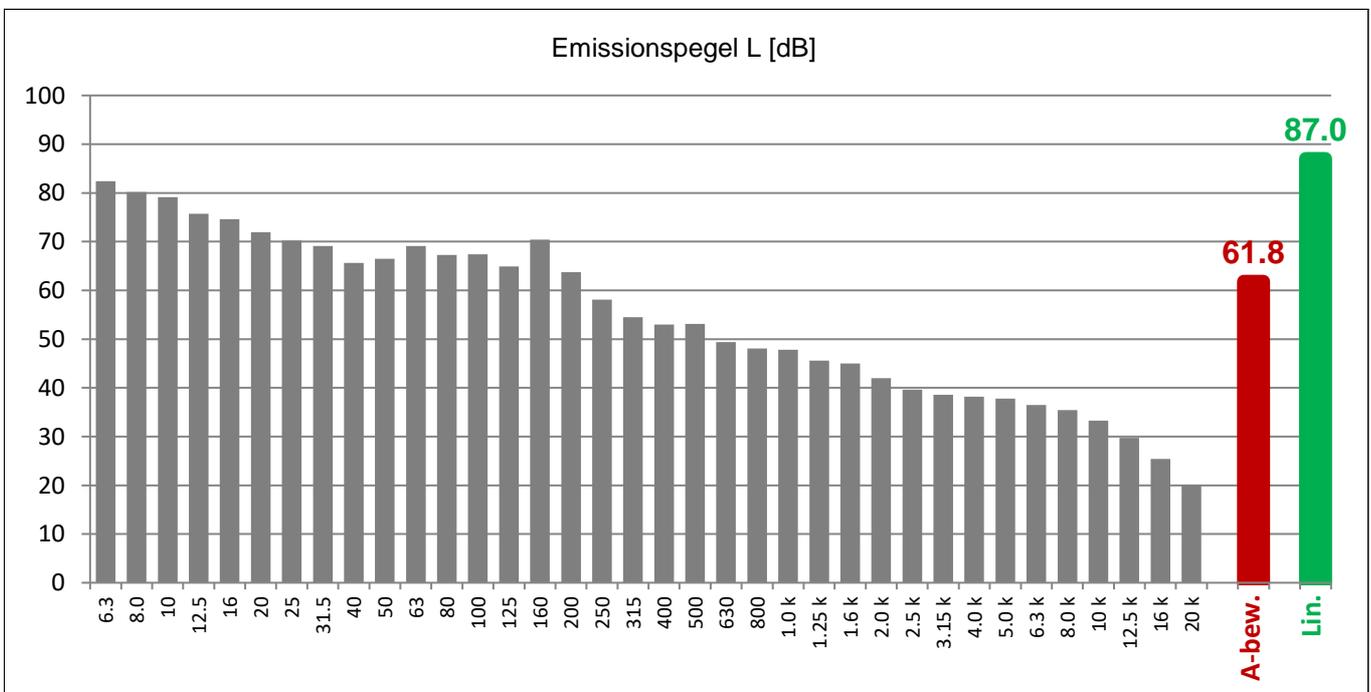
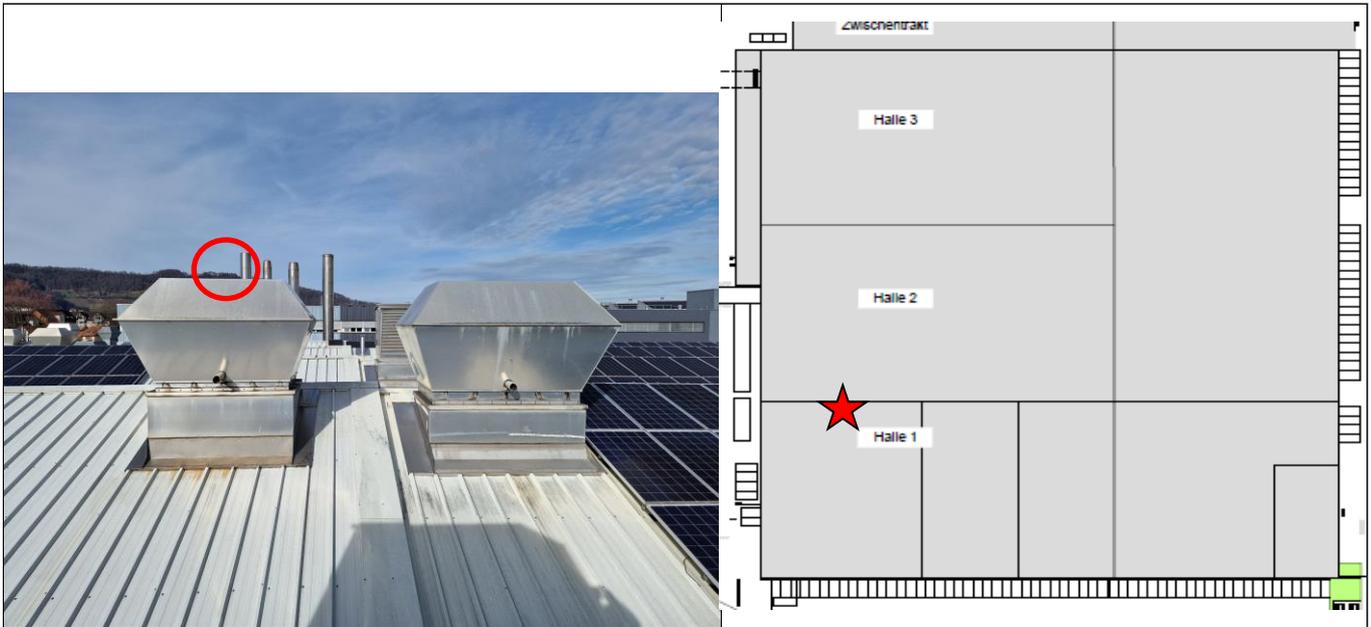
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	94.2	92.6	90.0	90.2	86.8	83.5	81.4	79.7	78.3	74.3	74.6	74.8	72.5	76.0	72.4	58.7	59.1	57.7
		97.4		92.4			84.8			79.3			78.7			63.3		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	56.5	56.8	49.8	49.8	52.1	48.4	49.4	45.9	44.2	43.1	42.2	40.1	38.2	36.1	33.9	30.0	26.7	23.6
		60.1			55.1			51.8			46.7			41.2			32.3	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	42
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 2: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	2.2 x 1.2 m h = 1.0 m über First Sheddach				



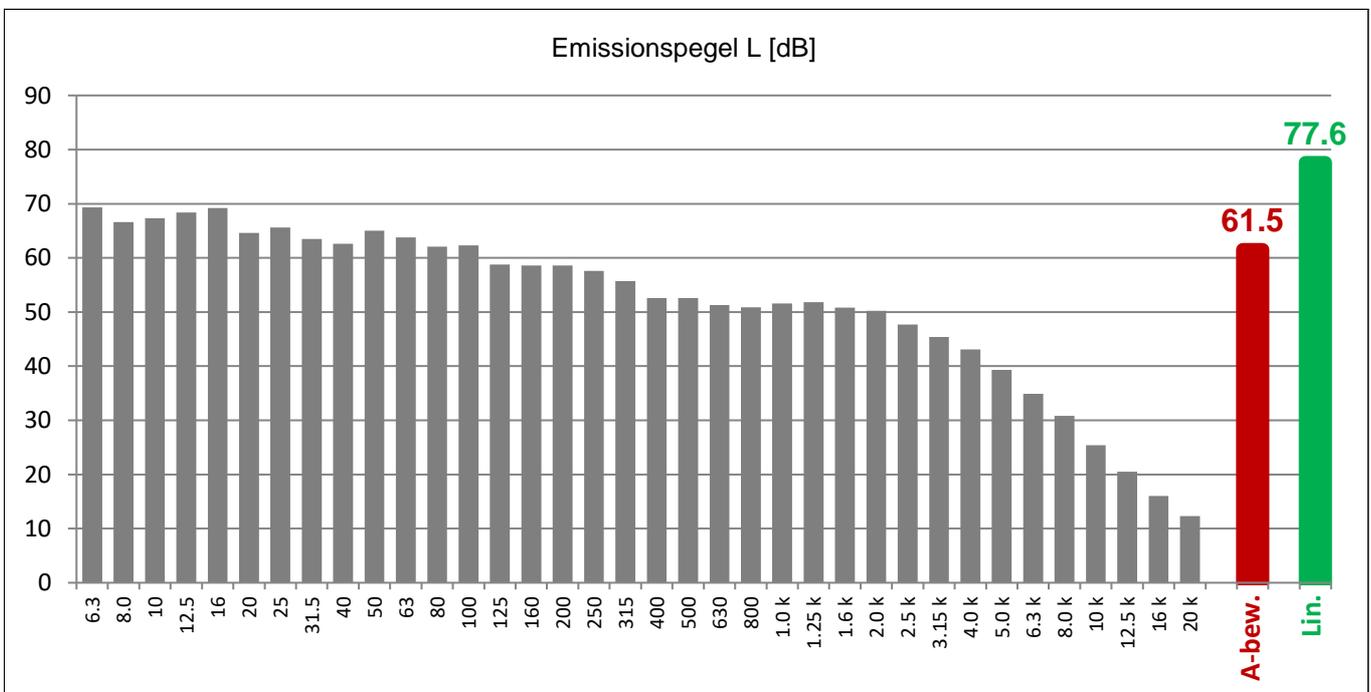
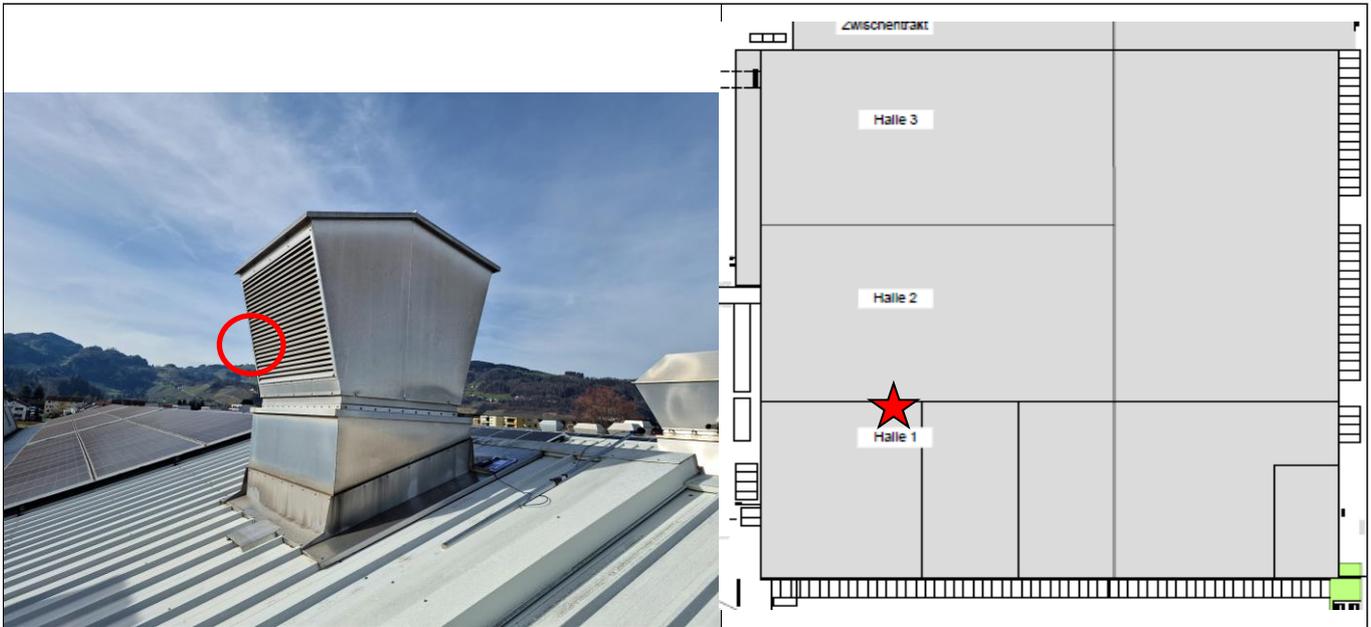
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	91.3	89.1	90.1	87.7	86.9	82.9	79.2	76.9	73.6	71.1	71.6	70.3	68.0	65.0	67.6	71.3	65.3	60.0
		95.0			91.1			81.9			75.8		71.8			72.5		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	63.2	61.3	59.5	58.1	55.6	52.4	48.9	46.1	43.9	44.4	45.4	44.3	43.5	43.3	42.0	38.7	34.7	29.3
		66.4			60.7			51.6			49.5		47.8			40.5		

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	43
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 1: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	2.2 x 1.2 m h = 1.0 m über First Sheddach				



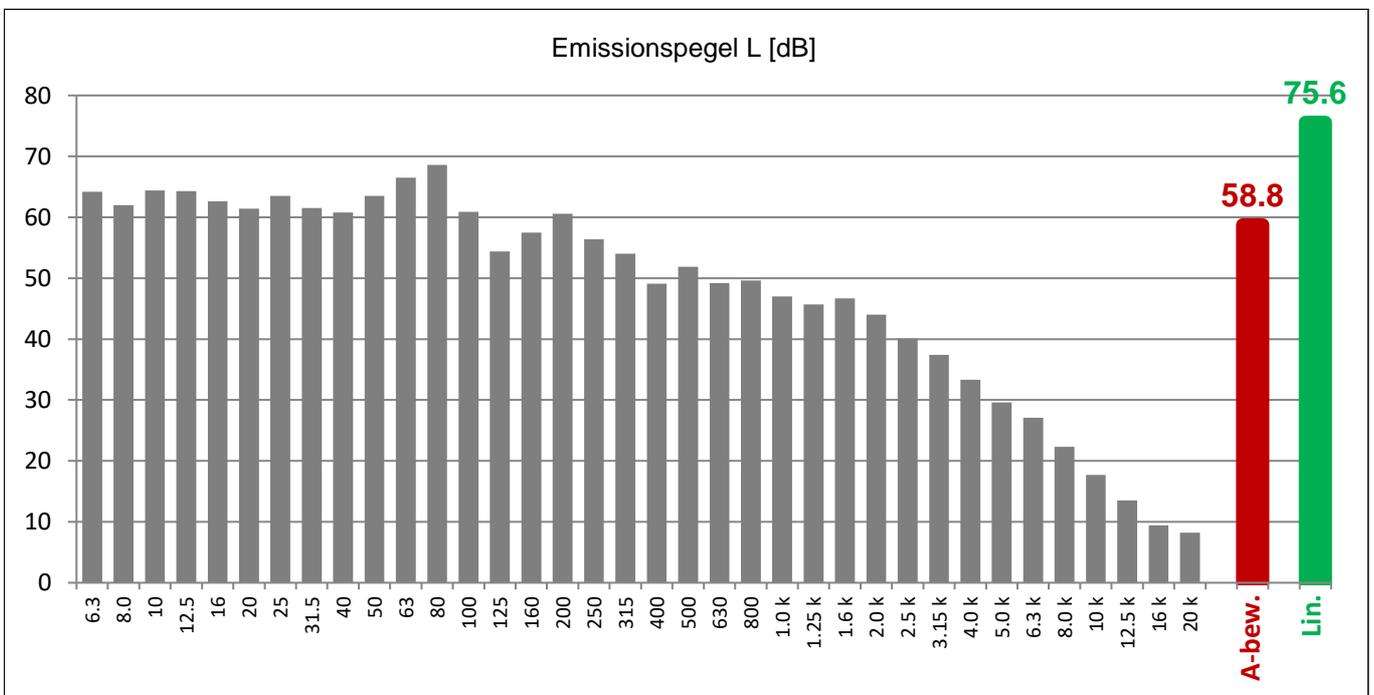
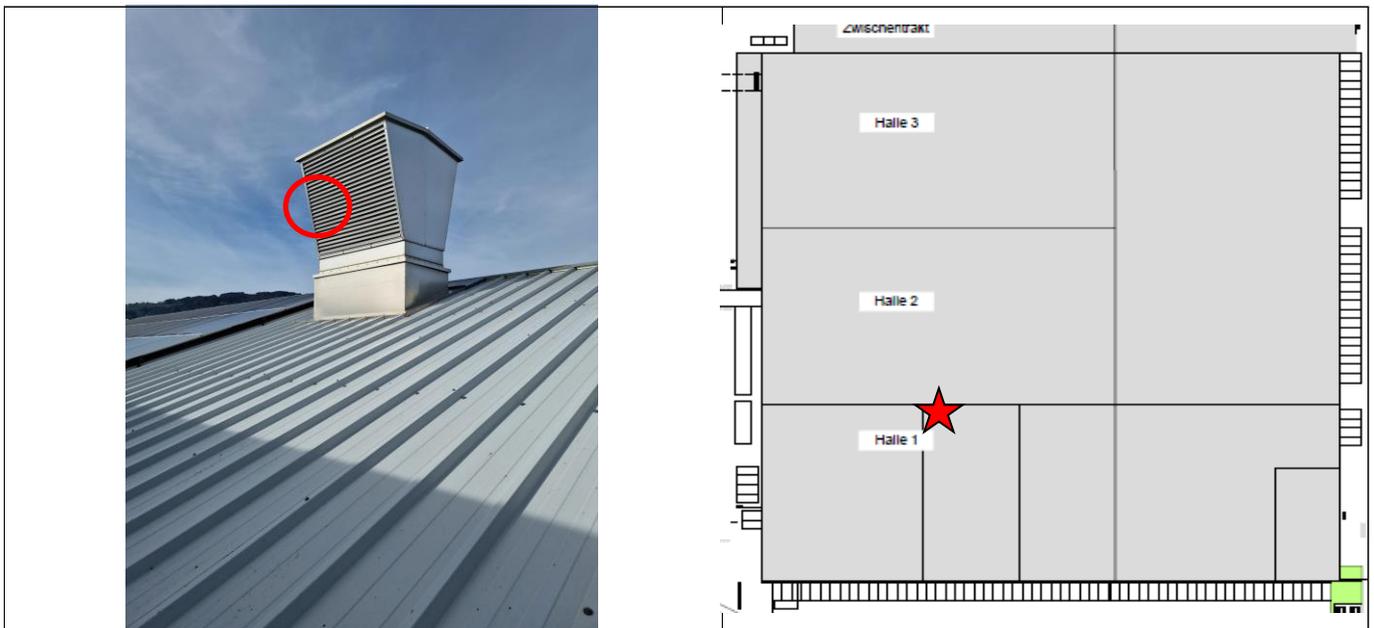
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	82.4	80.2	79.1	75.7	74.6	71.9	70.2	69.1	65.6	66.5	69.1	67.3	67.4	64.9	70.4	63.7	58.1	54.5
		85.6			79.1			73.5			72.5			72.9			65.1	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	53.0	53.1	49.4	48.1	47.8	45.6	45.0	42.0	39.6	38.6	38.2	37.8	36.5	35.4	33.3	29.7	25.4	20.0
		56.9			52.1			47.5			43.0			40.0				31.4

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	44
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 1: Zulufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	vor Zuluftöffnung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	2 Öffnungen 2.0 x 1.5 m UK 0.4 m über First Sheddach				



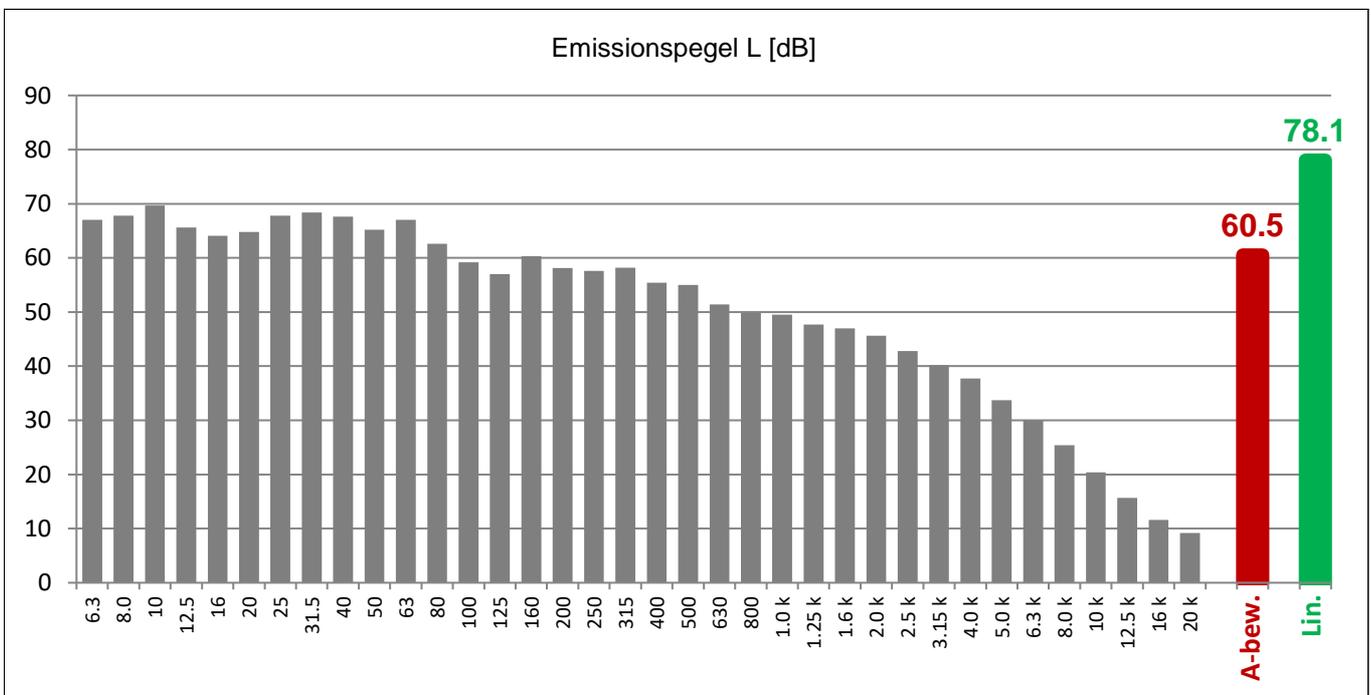
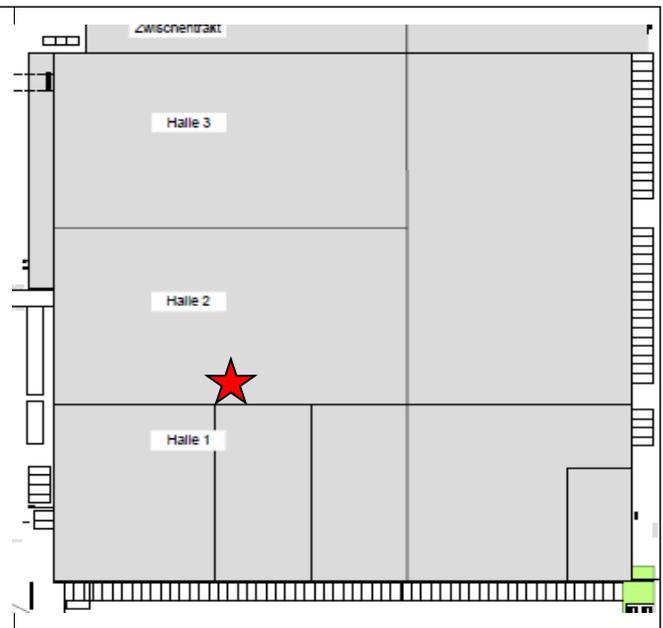
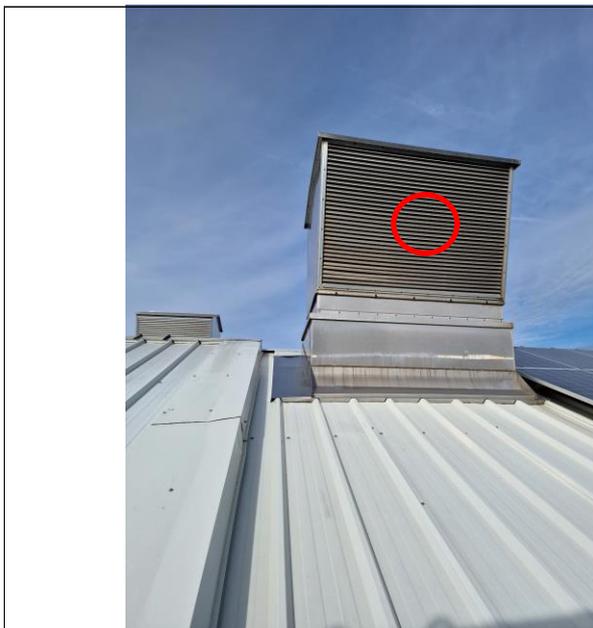
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	69.3	66.6	67.3	68.4	69.2	64.6	65.6	63.5	62.6	65.0	63.8	62.1	62.3	58.8	58.6	58.6	57.6	55.7
		72.7			72.6			68.9			68.6			65.0			62.2	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	52.6	52.6	51.3	50.9	51.6	51.8	50.8	50.2	47.7	45.4	43.1	39.3	34.9	30.8	25.4	20.5	16.0	12.3
		57.0			56.2			54.5			48.0			36.7			22.3	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	45
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 1: Zulufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	vor Zuluftöffnung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	2 Öffnungen 1.5 x 1.5 m UK 0.4 m über First Sheddach				



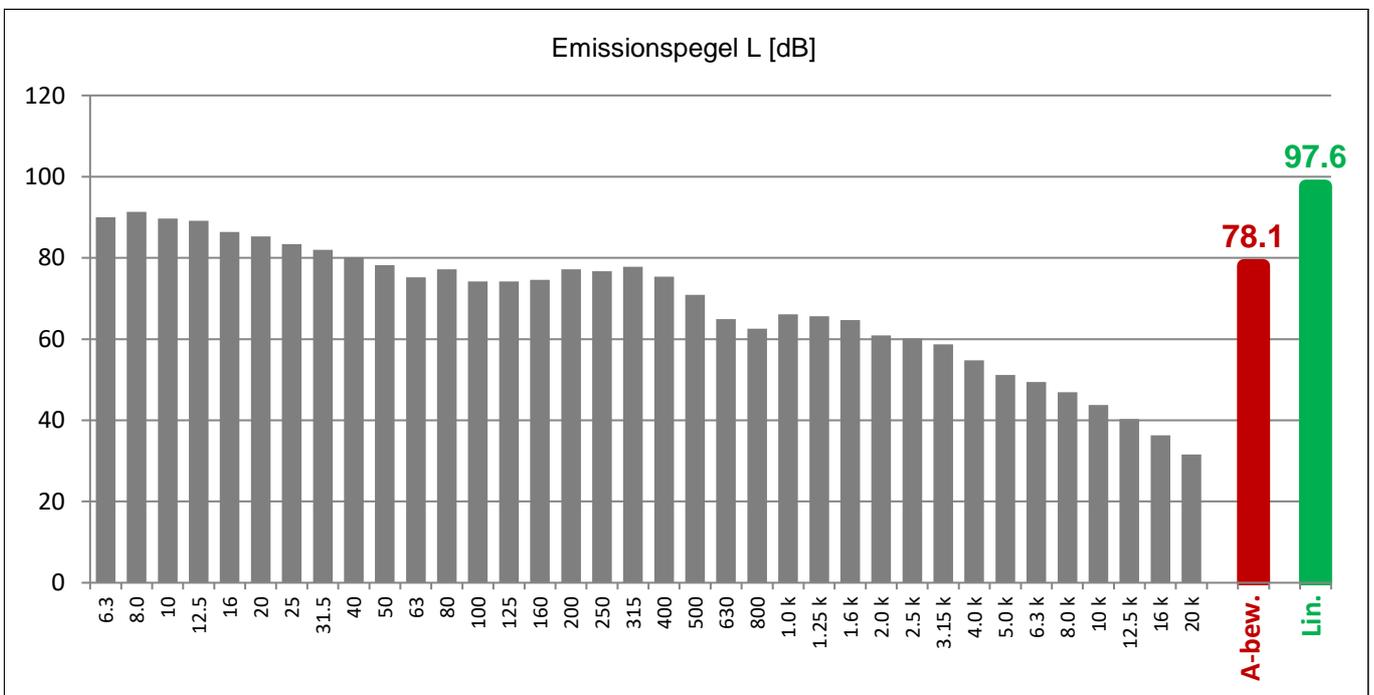
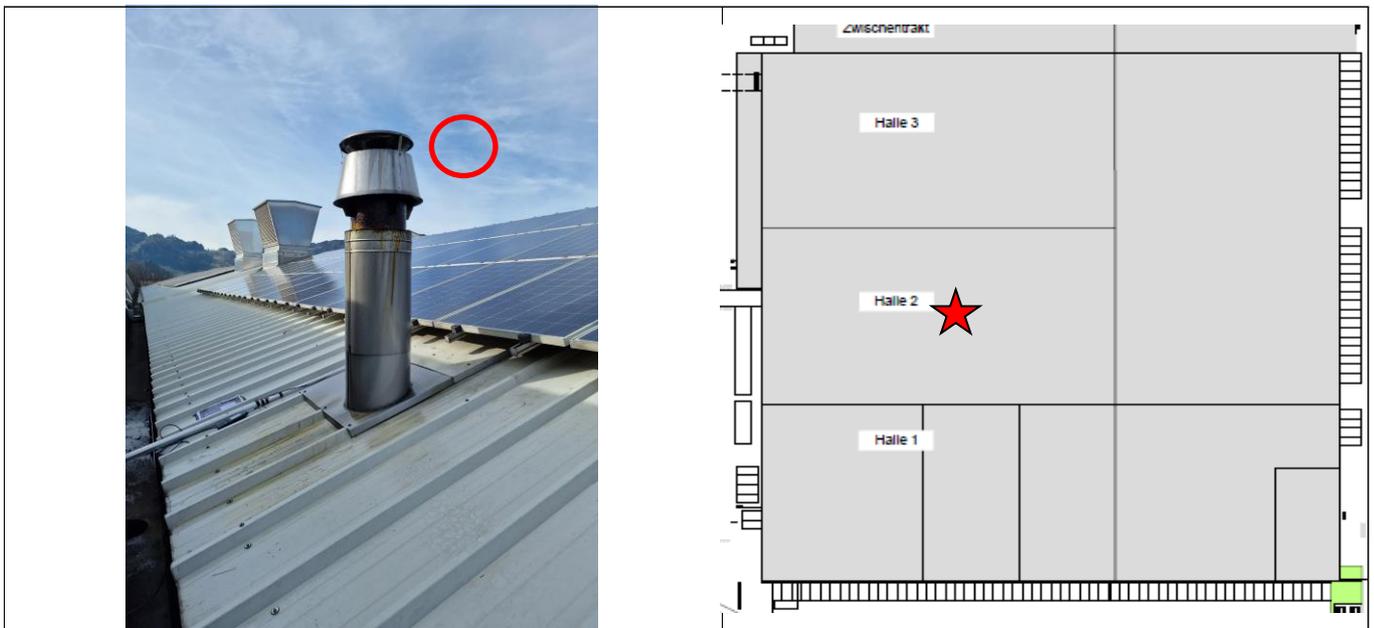
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	64.2	62.0	64.4	64.3	62.6	61.4	63.5	61.5	60.8	63.5	66.5	68.6	60.9	54.4	57.5	60.6	56.4	54.0
		68.4			67.7			66.9			71.4			63.2			62.6	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	49.1	51.9	49.2	49.6	47.0	45.7	46.7	44.0	40.1	37.4	33.3	29.6	27.1	22.3	17.7	13.5	9.4	8.2
		55.0			52.5			49.1			39.3			28.7			15.8	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	46
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 2: Zulufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	vor Zuluftöffnung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	2 Öffnungen 2.0 x 1.5 m UK 0.4 m über First Sheddach				



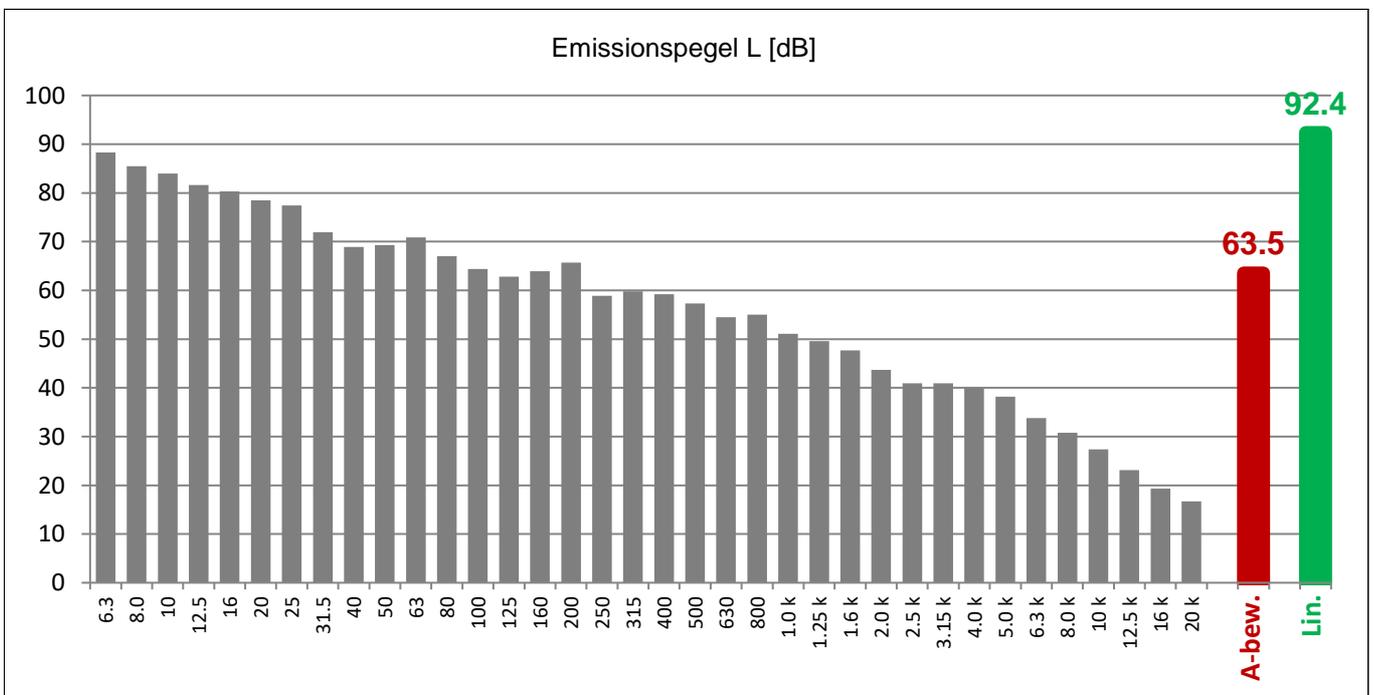
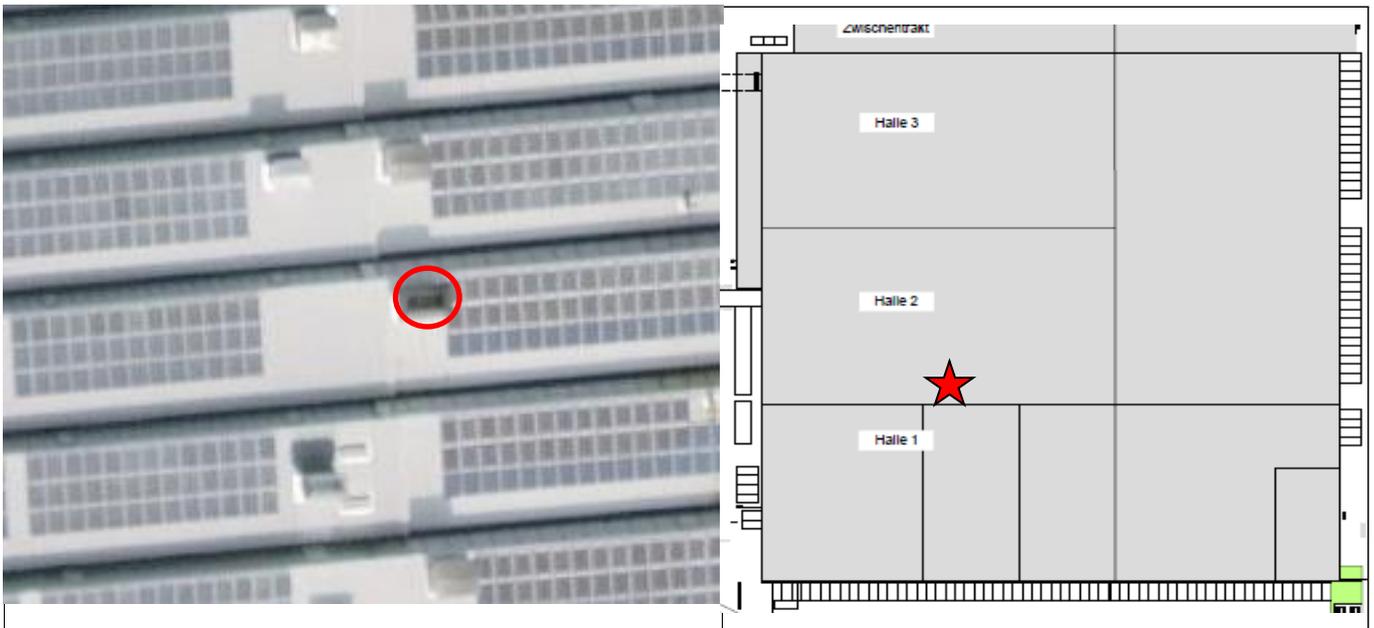
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	67.0	67.8	69.7	65.6	64.1	64.8	67.8	68.4	67.6	65.2	67.0	62.6	59.2	57.0	60.3	58.1	57.6	58.2
		73.1			69.6			72.7			70.1			63.8			62.7	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	55.4	55.0	51.4	49.8	49.5	47.7	47.0	45.6	42.8	40.2	37.7	33.7	30.0	25.4	20.4	15.7	11.6	9.2
		59.0			53.9			50.2			42.7			31.6				17.8

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	47
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 2: Abluftkamin Waschanlage				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	d = 0.4 m, h = 0.0 m über First Sheddach				



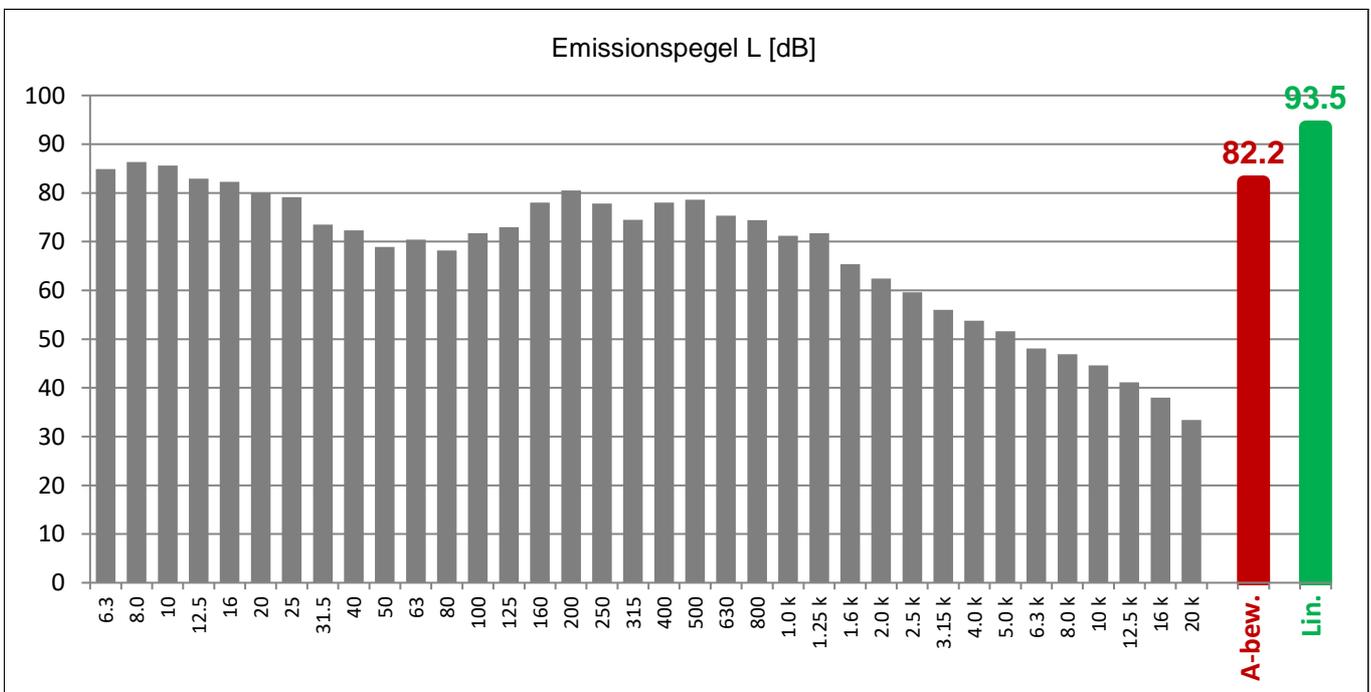
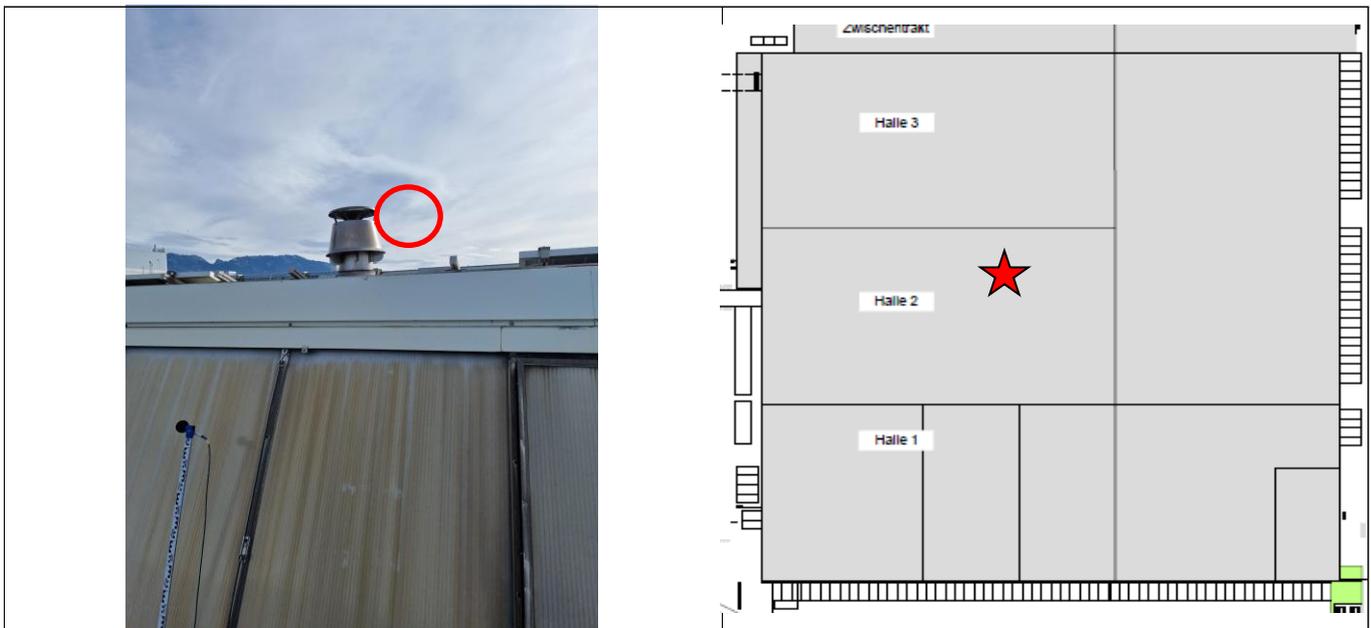
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	90.0	91.3	89.7	89.1	86.4	85.3	83.4	82.0	80.2	78.2	75.2	77.2	74.2	74.2	74.6	77.2	76.7	77.8
		95.2			92.0			86.8			81.8		79.1			82.0		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	75.4	70.9	64.9	62.6	66.1	65.6	64.7	60.9	60.1	58.7	54.8	51.2	49.4	46.9	43.8	40.3	36.3	31.6
		77.0			69.8		67.2			60.7		52.0				42.2		

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	48
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 2: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	2.2 x 1.2 m h = 1.0 m über First Sheddach				



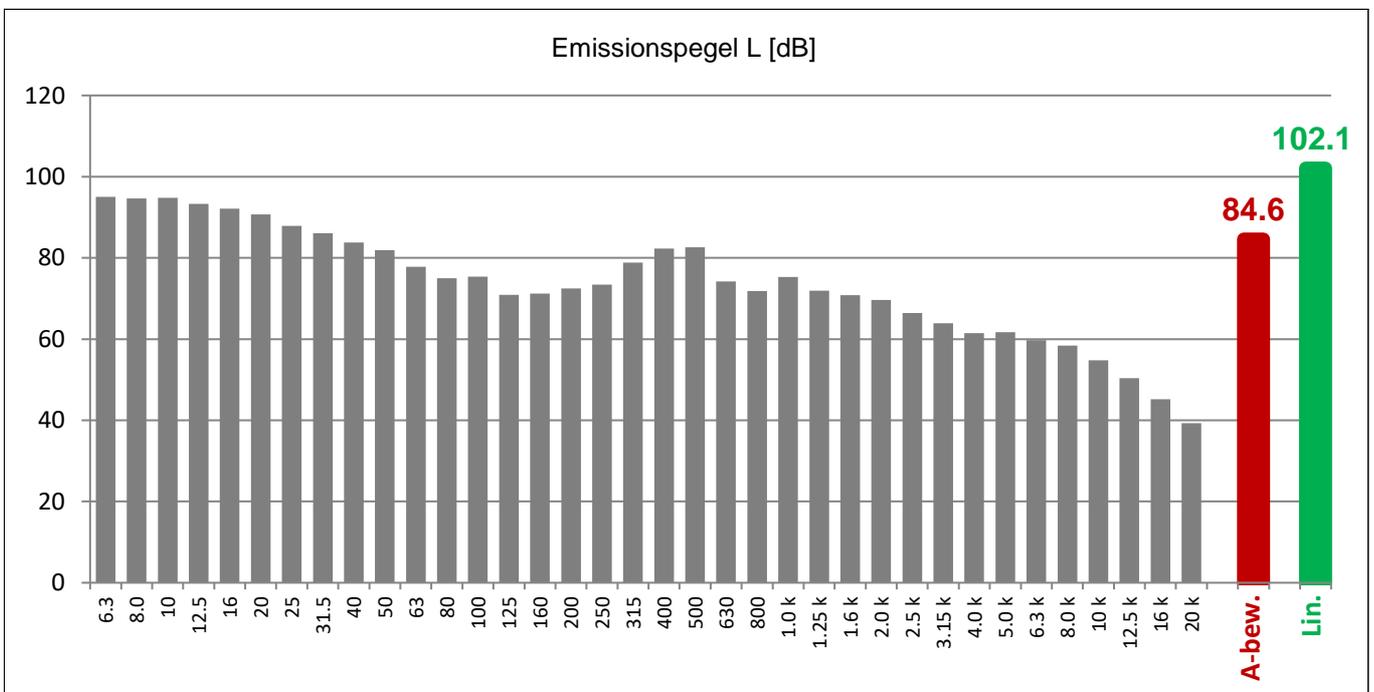
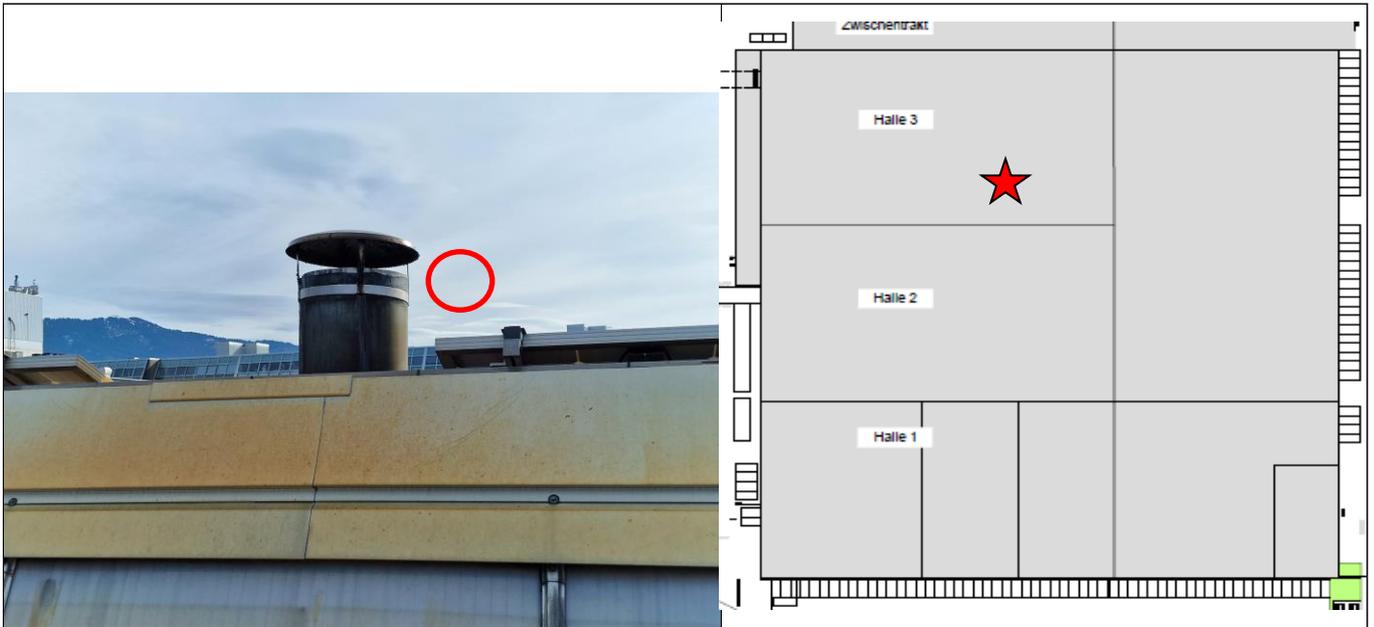
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	88.3	85.5	84.0	81.6	80.3	78.5	77.4	71.9	68.9	69.3	70.9	67.0	64.4	62.8	63.9	65.7	58.9	59.8
		91.1			85.1			78.9			74.1			68.5			67.4	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	59.2	57.3	54.5	55.0	51.1	49.6	47.7	43.7	40.9	40.9	40.0	38.2	33.8	30.8	27.4	23.1	19.3	16.7
		62.2			57.3			49.8			44.6			36.2			25.3	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	49
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 2: Abluftkamin Waschanlage				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	1.0 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	d = 0.4 m, h = 0.5 m über First Sheddach				



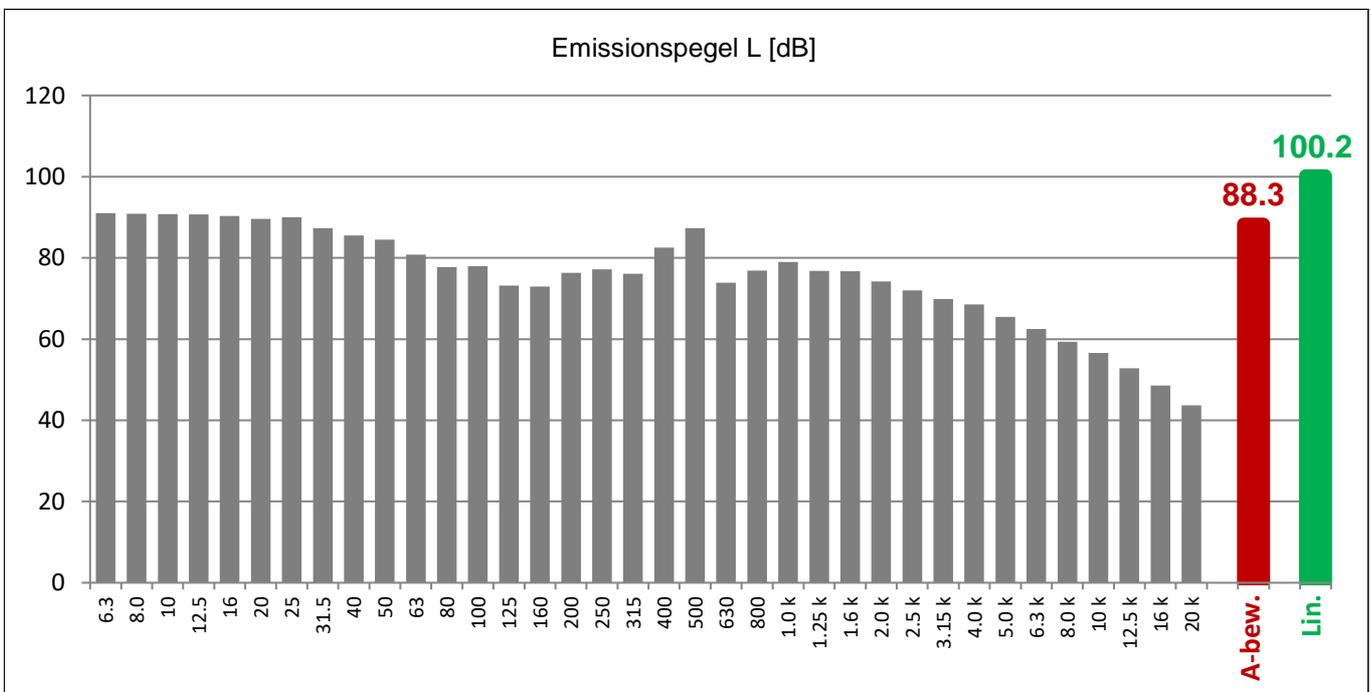
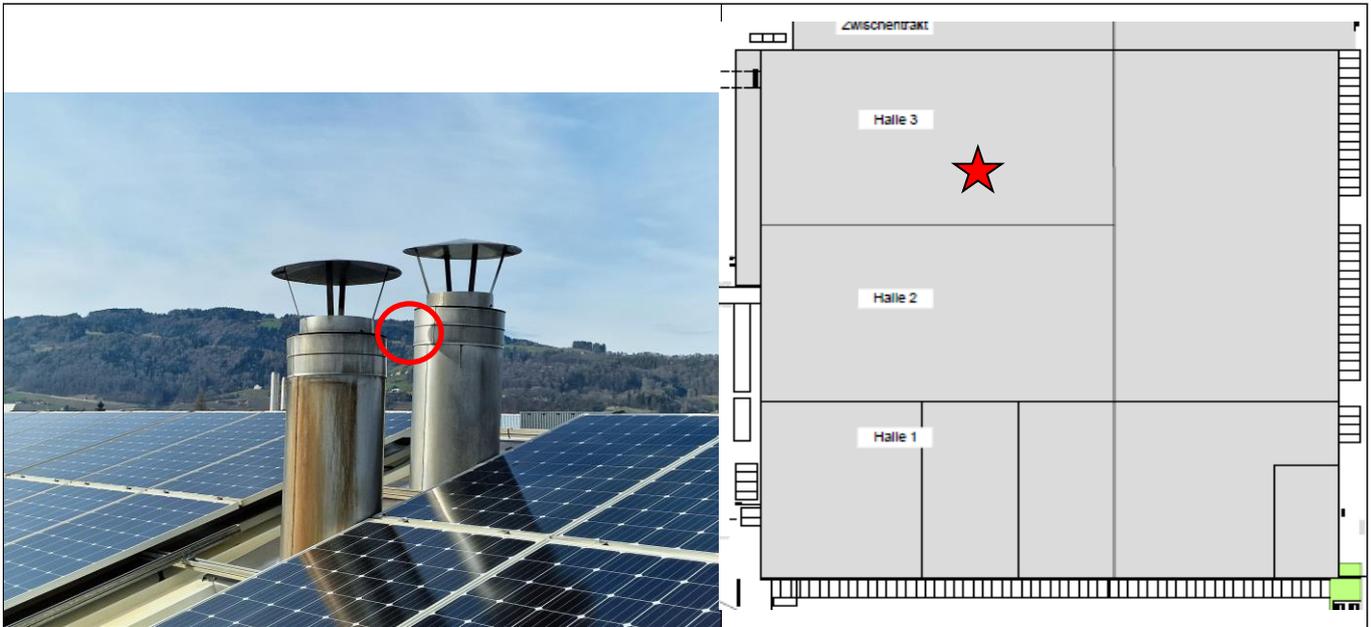
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	84.9	86.3	85.6	82.9	82.3	79.9	79.1	73.5	72.3	68.9	70.4	68.2	71.7	73.0	78.0	80.5	77.8	74.5
		90.4			86.7			80.8			74.0			79.9			83.0	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	78.0	78.6	75.3	74.4	71.2	71.7	65.4	62.4	59.6	56.0	53.8	51.6	48.1	46.9	44.6	41.1	38.0	33.4
		82.3			77.4			67.9			58.9			51.5			43.3	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	50
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 3: Abluftkamin Waschanlage				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	d = 0.4 m, h = 0.5 m über First Sheddach				



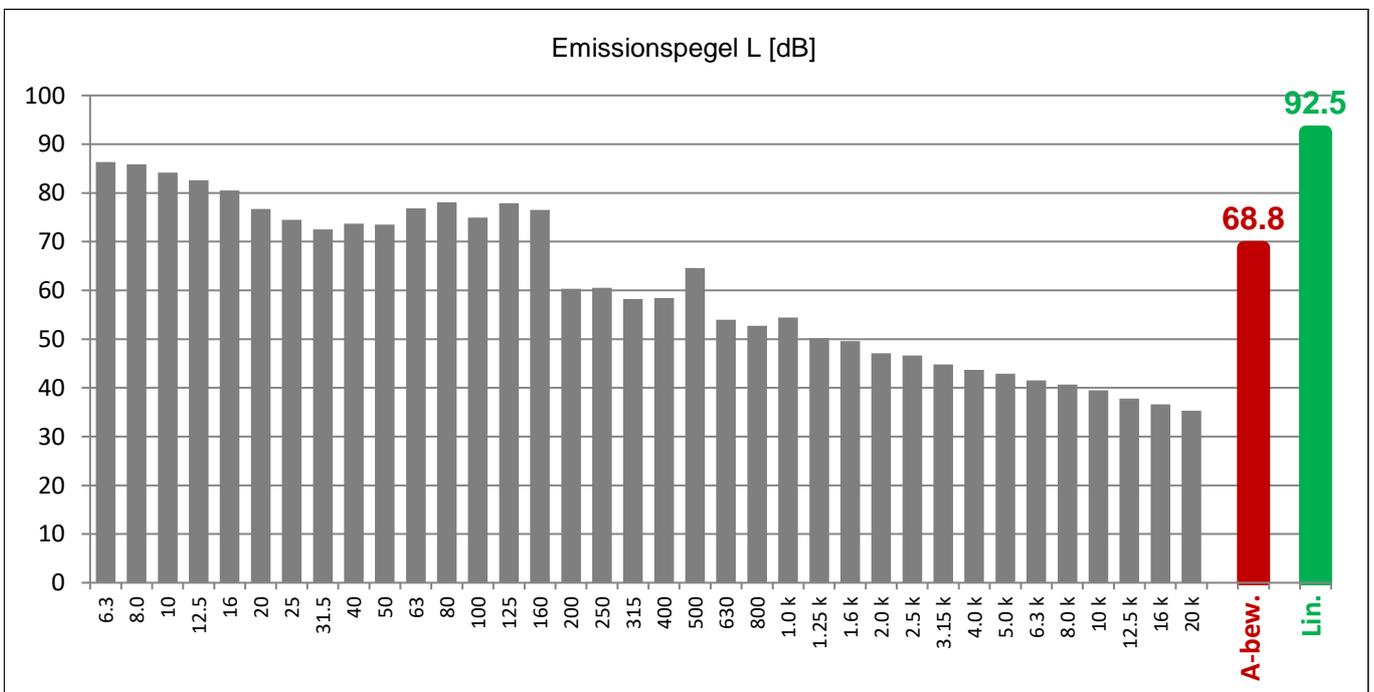
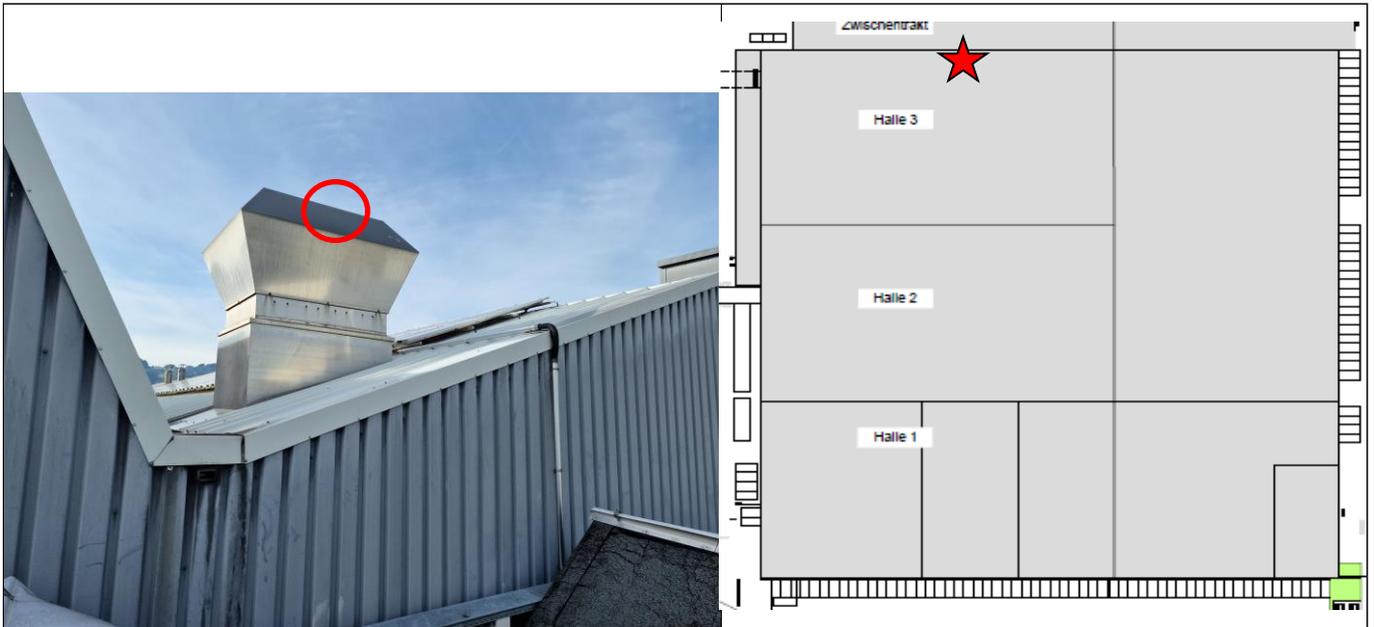
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	95.0	94.6	94.8	93.3	92.1	90.7	87.9	86.1	83.8	81.9	77.8	75.0	75.4	70.9	71.2	72.5	73.4	78.8
		99.6			96.9			91.0			83.9			77.8			80.6	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	82.3	82.6	74.2	71.8	75.3	71.9	70.8	69.6	66.4	63.9	61.5	61.7	59.7	58.4	54.8	50.4	45.2	39.3
		85.8			78.1			74.1			67.3			62.8			51.8	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	51
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 3: 2 x Abluftkamin Waschanlage				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	d = 0.5 m, h = 1.0 m über First Sheddach				



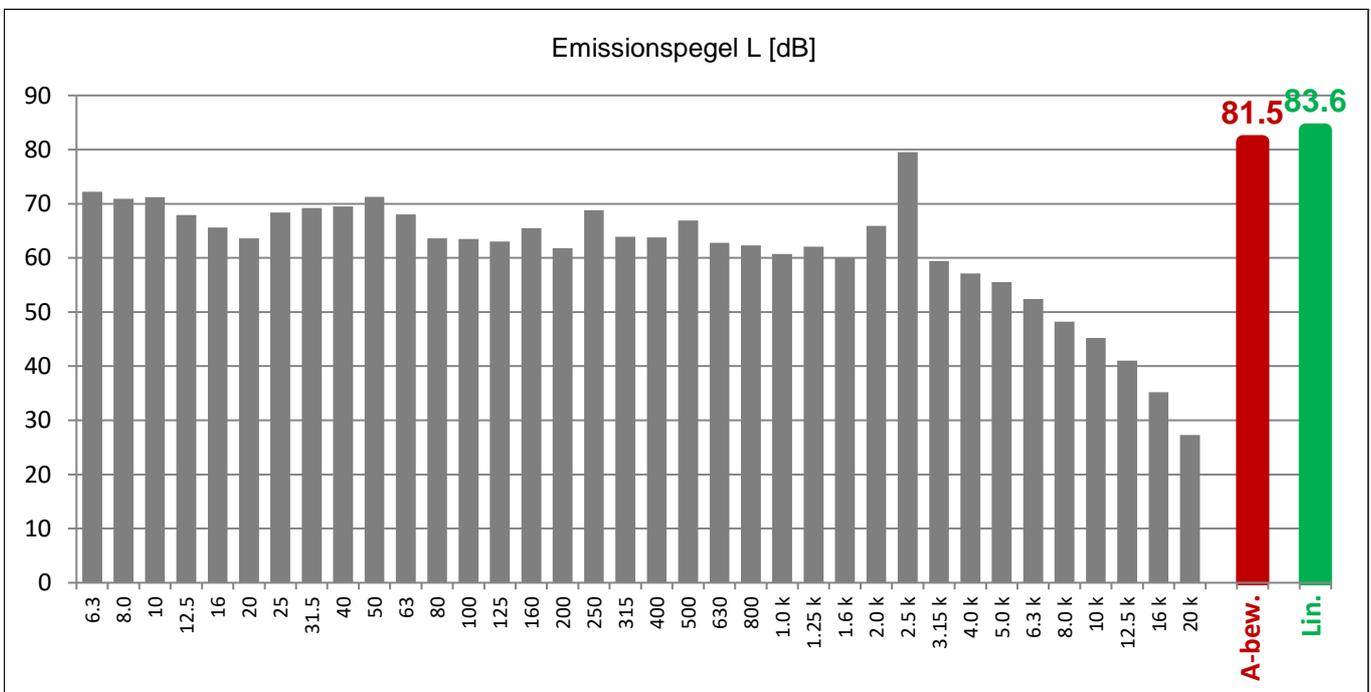
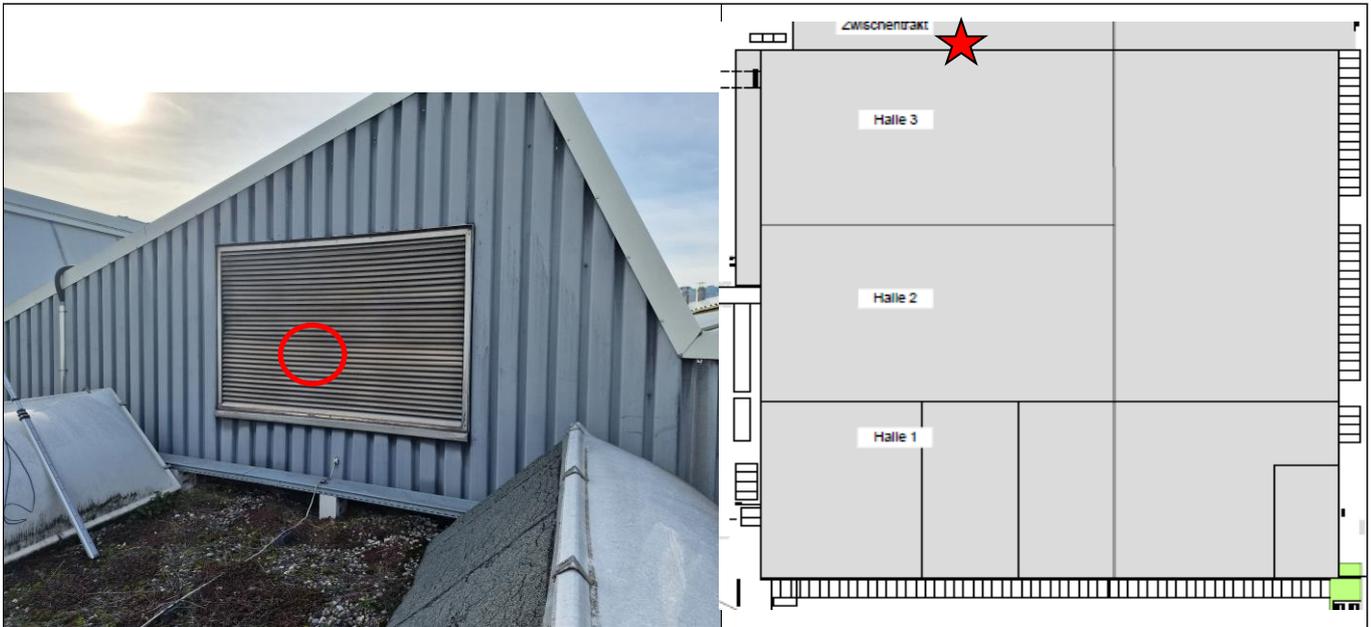
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	91.0	90.9	90.8	90.7	90.3	89.6	90.0	87.3	85.5	84.5	80.8	77.7	78.0	73.2	72.9	76.3	77.2	76.1
		95.7			95.0			92.8			86.6			80.1			81.3	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	82.5	87.3	73.9	76.9	79.0	76.8	76.7	74.2	72.0	69.9	68.5	65.5	62.5	59.3	56.6	52.8	48.6	43.7
		88.7			82.5			79.5			73.1			64.9			54.6	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	52
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 3: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	1.8 x 1.2 m h = 0.4 m über First Sheddach				



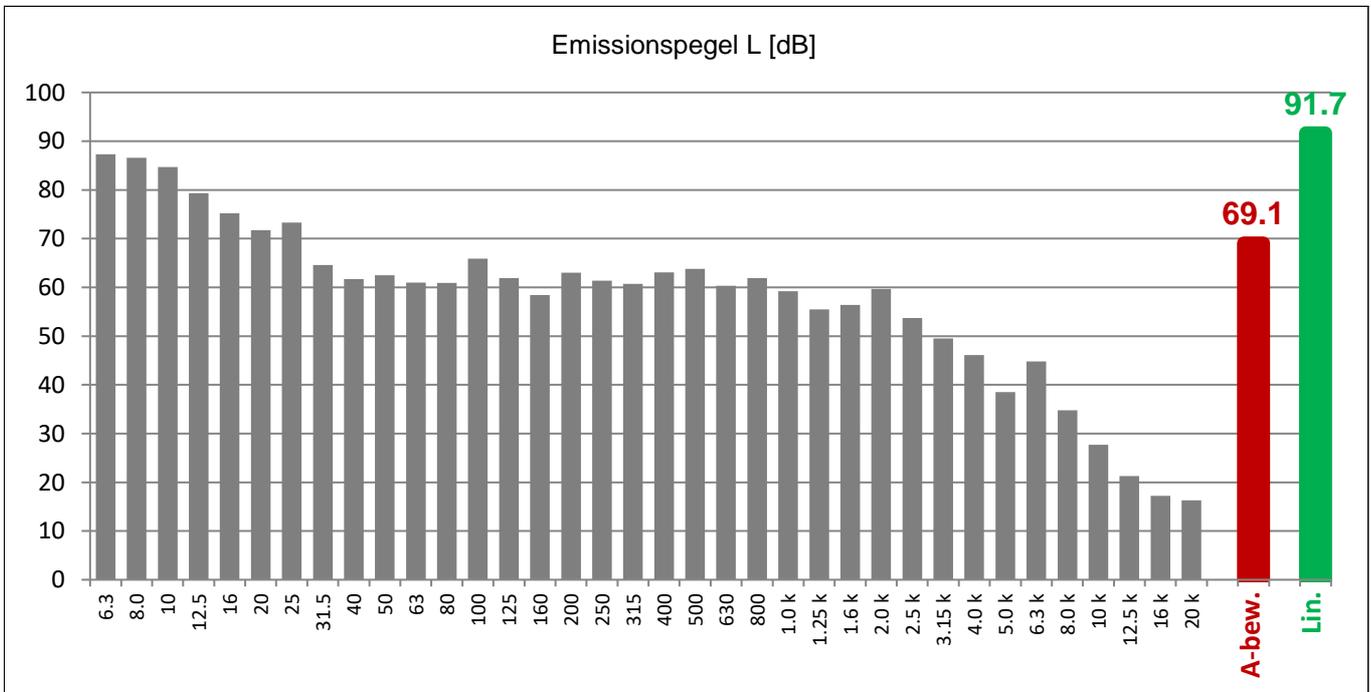
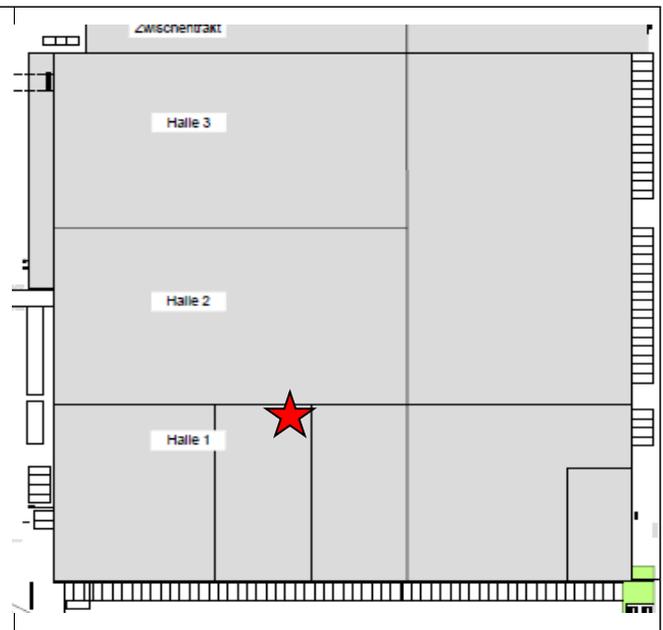
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	86.3	85.9	84.2	82.6	80.5	76.7	74.5	72.5	73.7	73.5	76.8	78.1	74.9	77.9	76.5	60.3	60.5	58.2
		90.3			85.3			78.4			81.3		81.4				64.6	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	58.4	64.6	54.0	52.7	54.4	50.2	49.6	47.1	46.6	44.8	43.7	42.9	41.5	40.7	39.5	37.8	36.6	35.3
		65.8			57.5			52.7			48.6		45.4				41.5	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	53
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 3: Zuluftöffnung in Stirnfassade Shed				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	vor Zuluftöffnung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	2.3 x 1.5 m, UK 0.6 m über Dach				



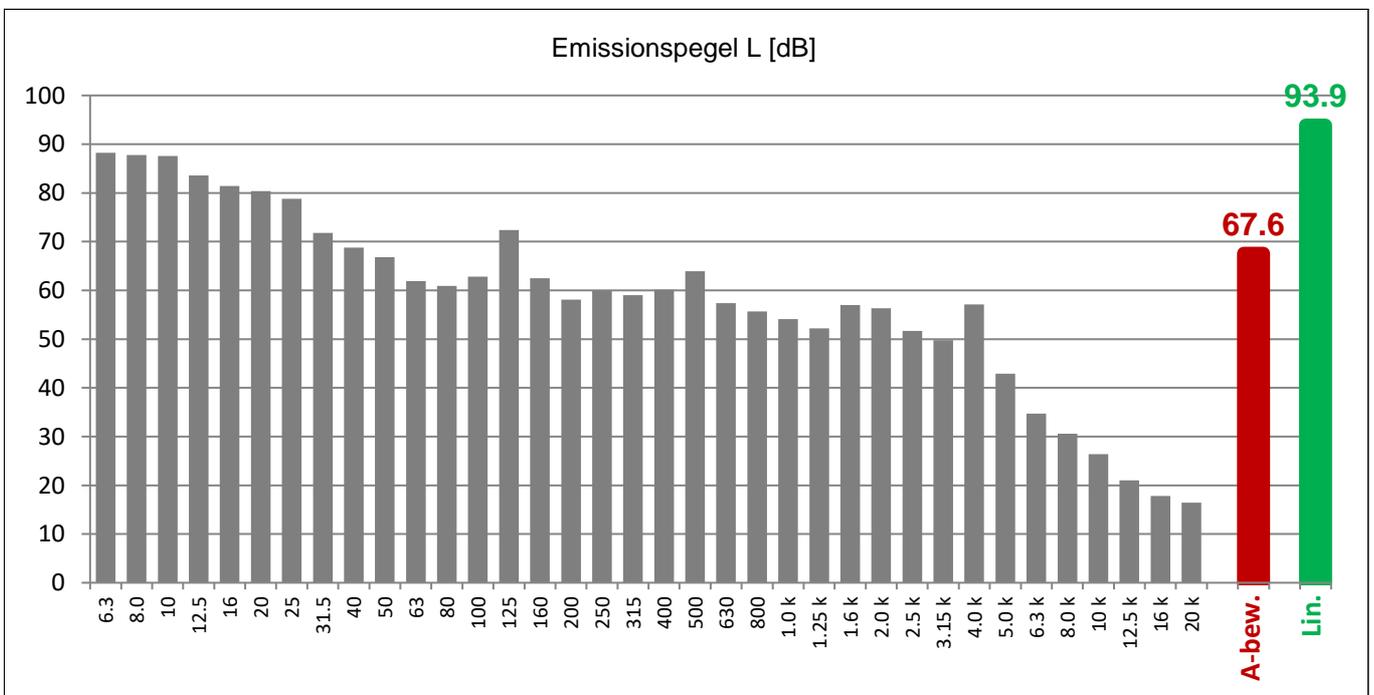
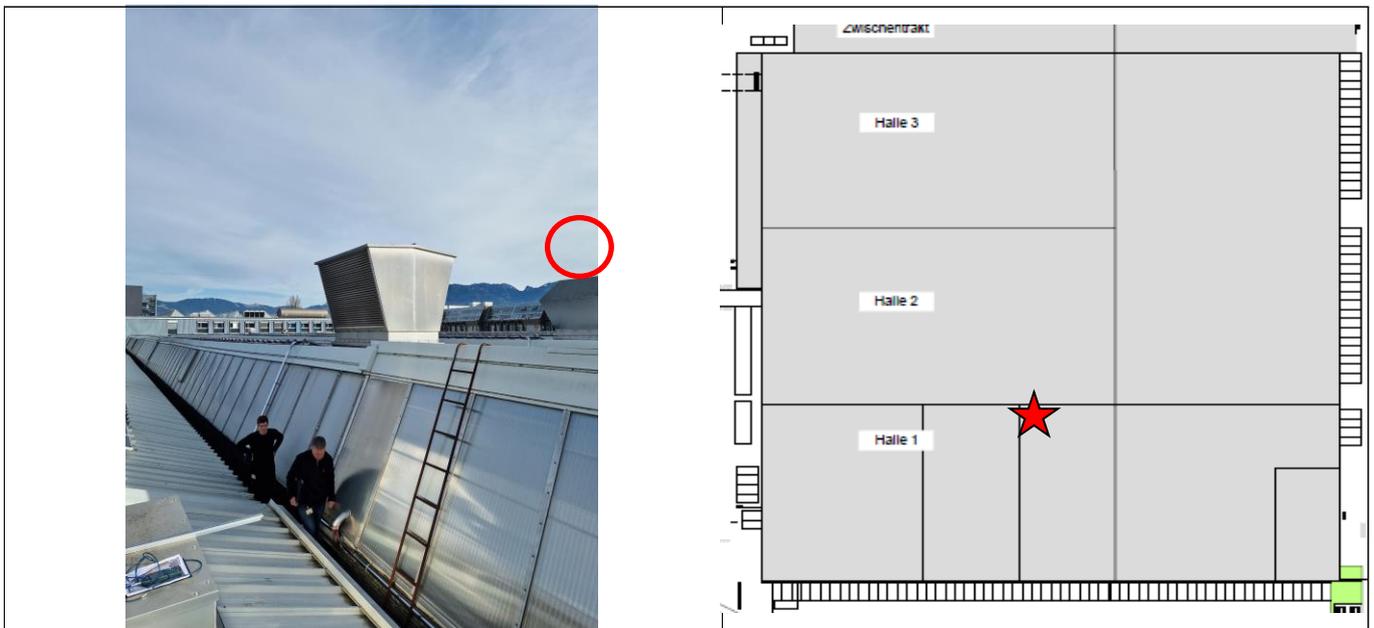
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	72.2	70.9	71.2	67.9	65.6	63.6	68.4	69.2	69.5	71.3	68.0	63.6	63.5	63.0	65.5	61.8	68.8	63.9
		76.2			70.8			73.8			73.4			68.9			70.6	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	63.8	66.9	62.8	62.3	60.7	62.1	60.0	65.9	79.5	59.4	57.1	55.5	52.4	48.2	45.2	41.0	35.2	27.3
		69.6			66.5			79.7			62.4			54.4			42.2	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	54
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 1: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	0.9 x 1.8 m h = 1.2 m über First Sheddach				



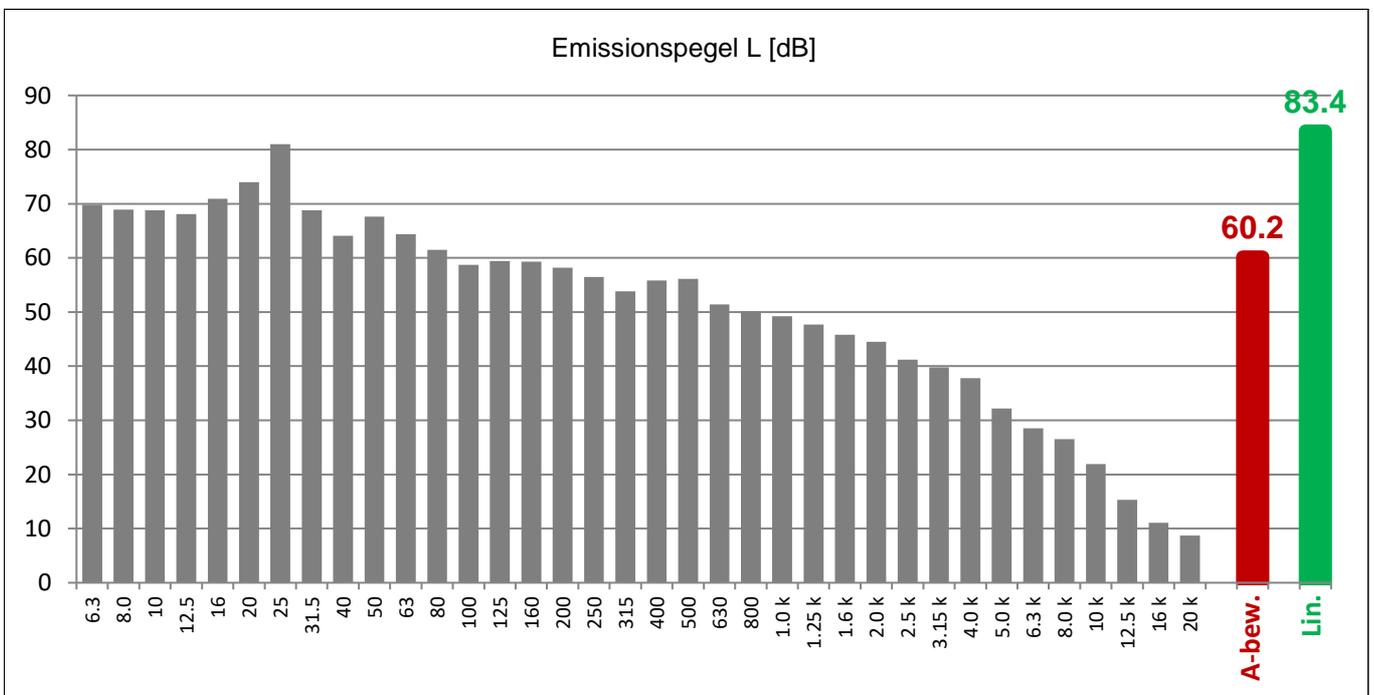
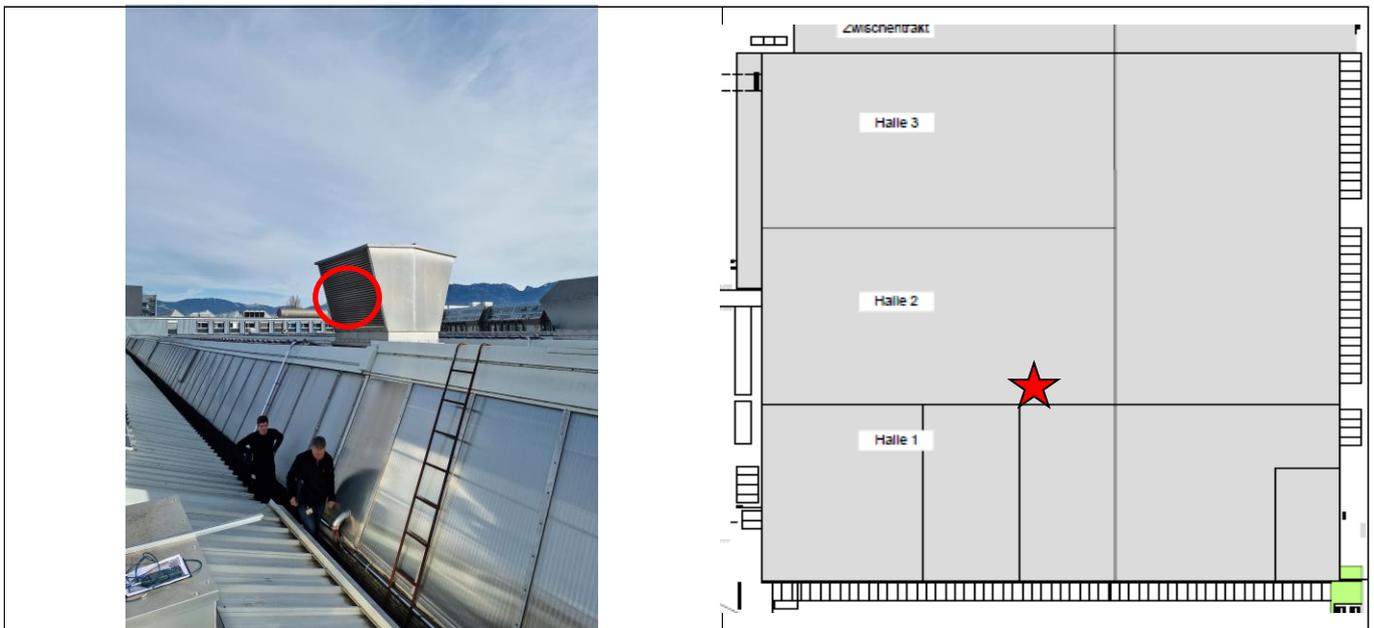
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	87.3	86.6	84.7	79.3	75.2	71.7	73.3	64.6	61.7	62.5	61.0	60.9	65.9	61.9	58.4	63.0	61.4	60.7
		91.1			81.2			74.1			66.3			67.9			66.6	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	63.1	63.8	60.3	61.9	59.2	55.5	56.4	59.7	53.7	49.5	46.1	38.5	44.8	34.8	27.7	21.3	17.2	16.3
		67.4			64.4			62.1			51.4			45.3			23.6	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	55
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 1: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	0.9 x 1.8 m h = 1.0 m über First Sheddach				



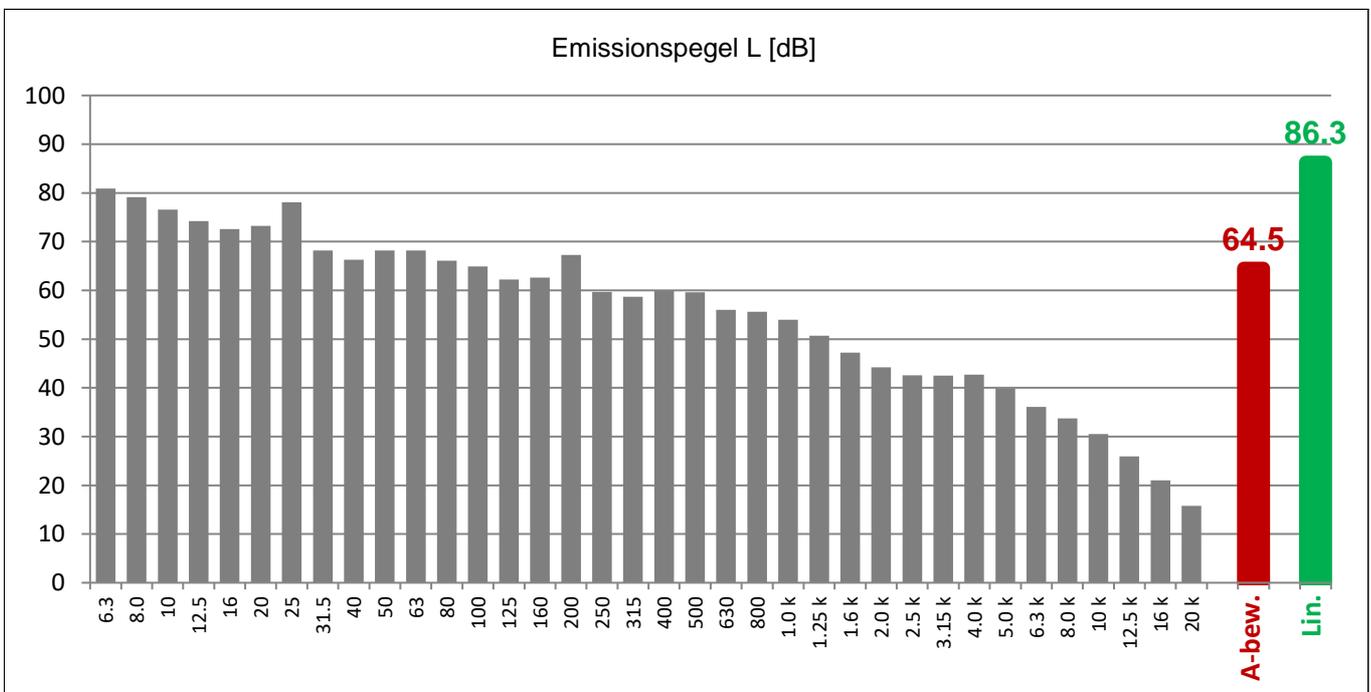
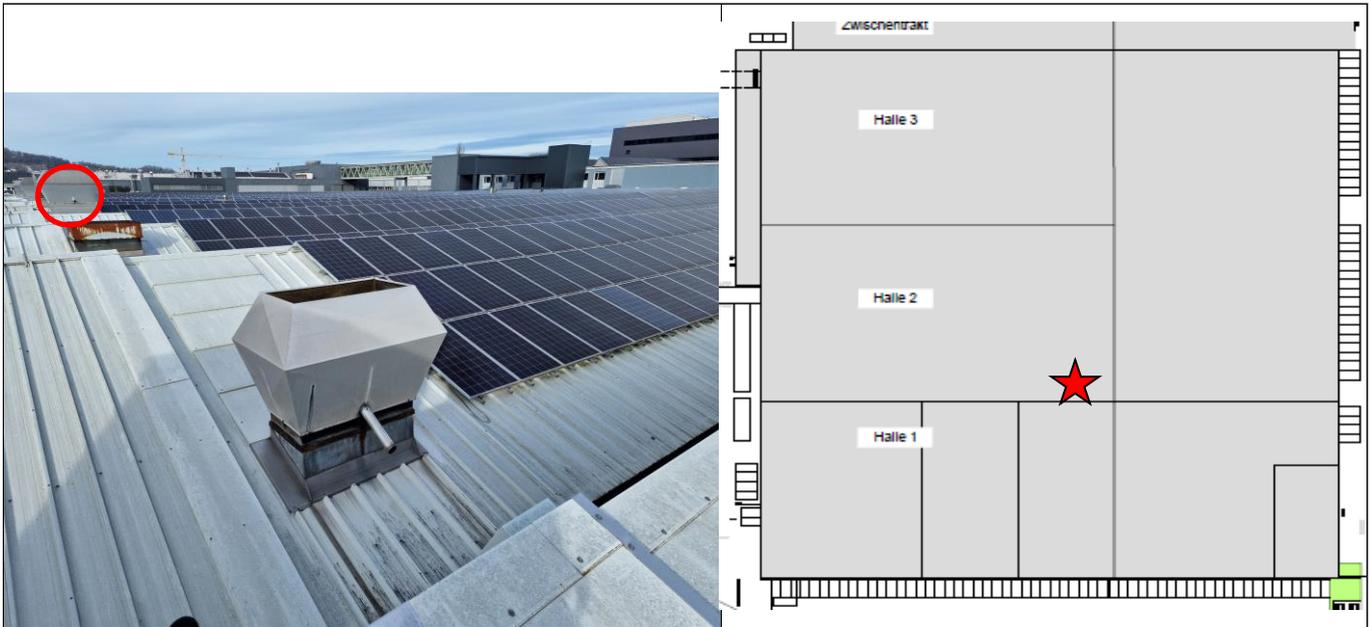
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	88.2	87.8	87.6	83.6	81.4	80.4	78.8	71.8	68.8	66.8	61.9	60.9	62.8	72.4	62.5	58.1	59.9	59.0
		92.6			86.8			79.9			68.8			73.2			63.8	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	60.1	63.9	57.4	55.7	54.1	52.2	57.0	56.3	51.7	49.8	57.1	42.9	34.7	30.6	26.4	21.0	17.8	16.4
		66.1			59.0			60.3			58.0			36.6			23.6	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	56
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 2: Zulufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	vor Zuluftöffnung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	2 x 2.2 x 1.5 m, UK 0.4 m über First Sheddach				



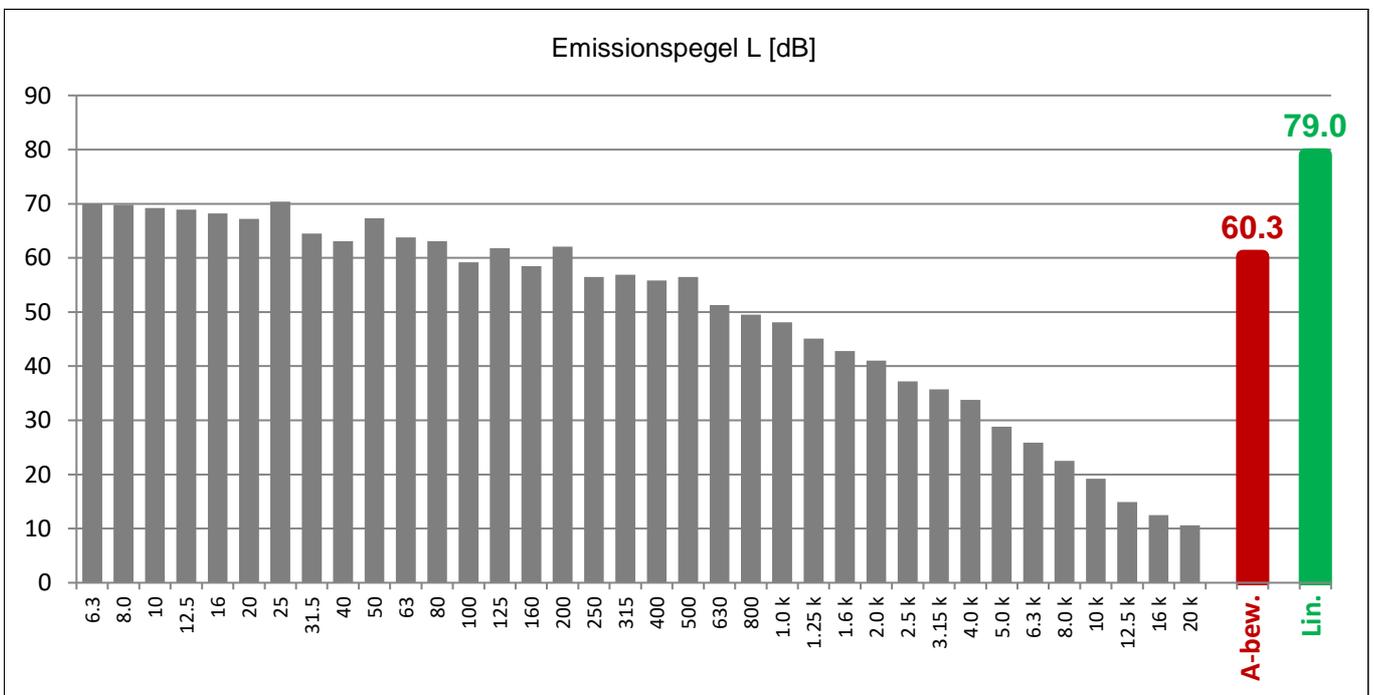
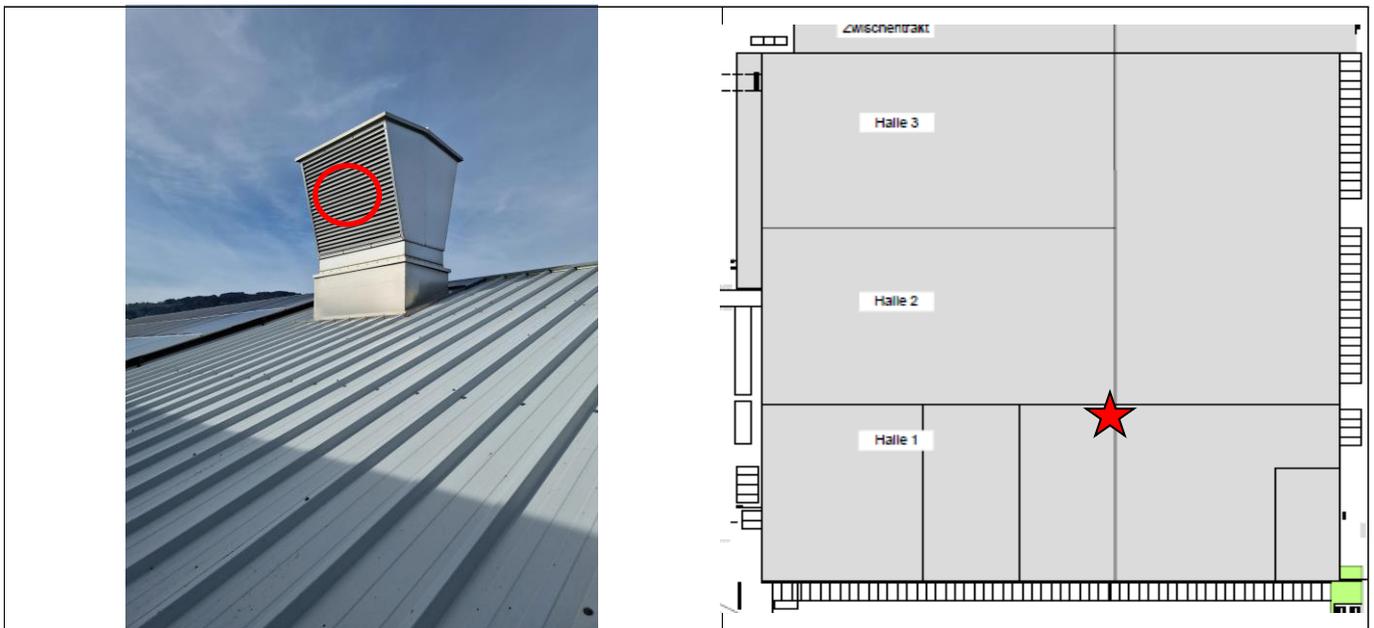
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	69.8	68.9	68.8	68.1	70.9	74.0	81.0	68.8	64.1	67.6	64.4	61.5	58.7	59.4	59.3	58.2	56.5	53.8
		74.0			76.4			81.3			70.0			63.9			61.3	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	55.8	56.1	51.4	50.1	49.2	47.7	45.8	44.5	41.2	39.8	37.8	32.2	28.5	26.5	21.9	15.3	11.1	8.7
		59.7			53.9			49.0			42.4			31.2				17.3

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	57
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 2: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg oberhalb Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	0.9 x 1.8 m h = 1.0 m über First Sheddach				



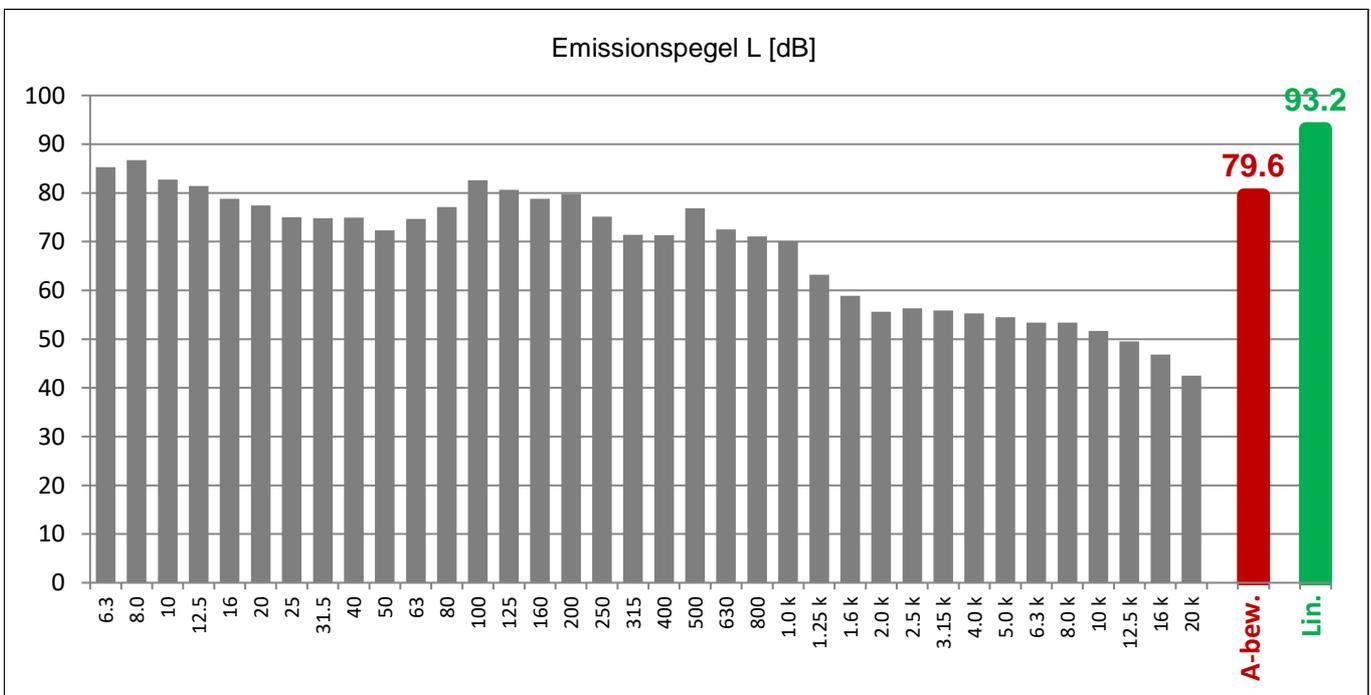
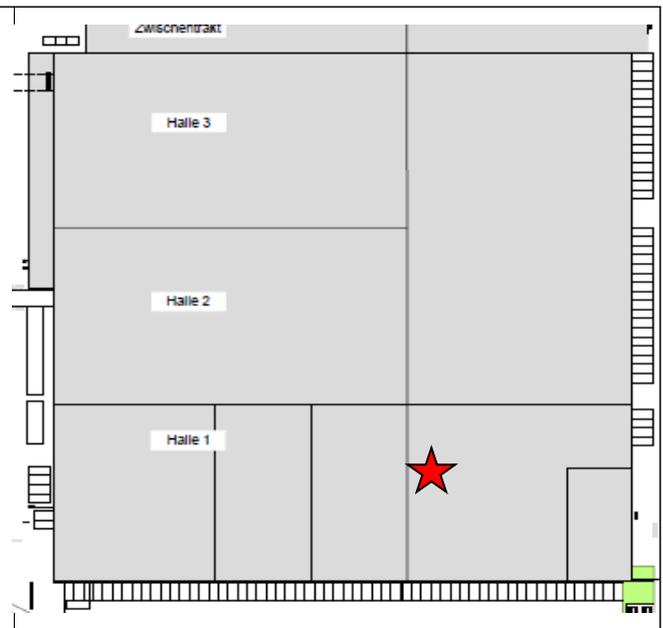
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	80.9	79.1	76.6	74.2	72.6	73.2	78.1	68.2	66.3	68.2	68.2	66.1	64.9	62.2	62.6	67.3	59.7	58.7
		84.0			78.2		78.8			72.4		68.2		68.5				
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	59.9	59.6	56.0	55.6	54.0	50.7	47.2	44.2	42.6	42.5	42.7	39.9	36.1	33.7	30.5	25.9	21.0	15.8
		63.6			58.6		49.9			46.6		38.8						

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	58
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 1: Zulufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	vor Zuluftöffnung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	1.8 x 1.5 m UK 0.5 m über First Sheddach				



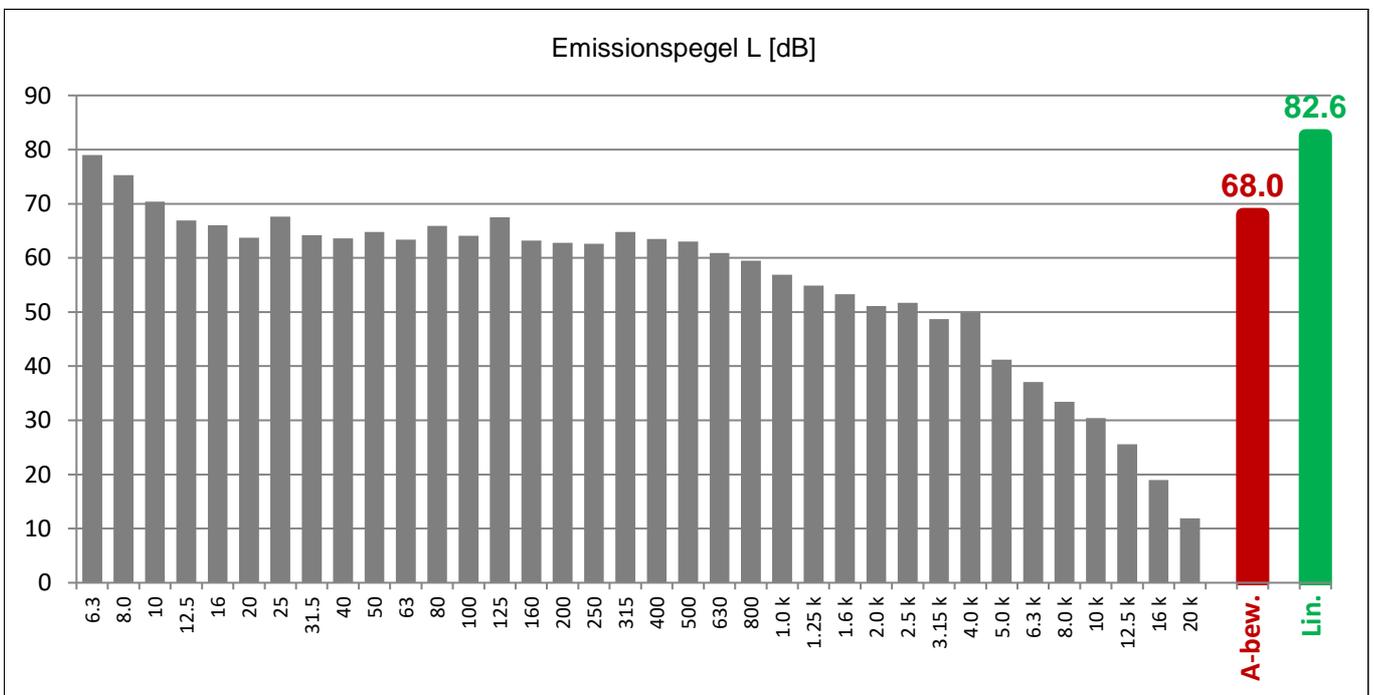
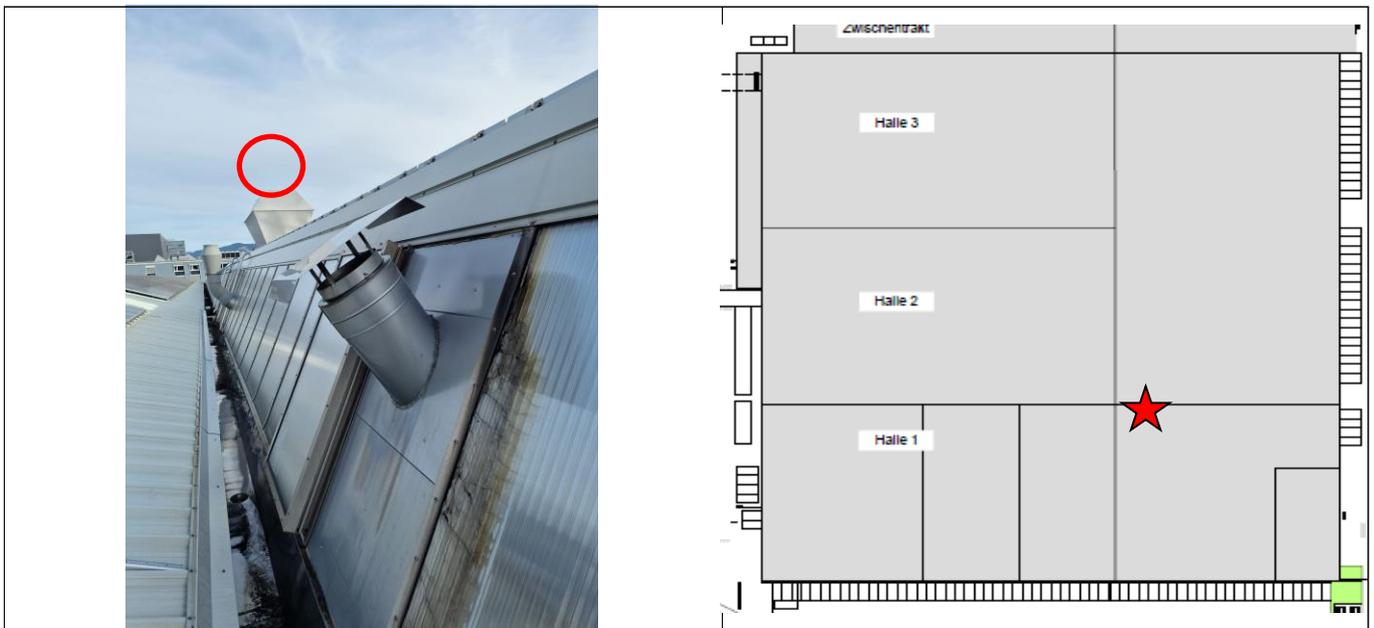
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	69.9	69.8	69.2	68.9	68.2	67.2	70.4	64.5	63.1	67.3	63.8	63.1	59.2	61.8	58.5	62.1	56.5	56.9
		74.4			72.9			72.0			69.9			64.8			64.1	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	55.8	56.5	51.3	49.5	48.1	45.1	42.8	41.0	37.2	35.7	33.8	28.8	25.9	22.5	19.2	14.9	12.5	10.6
		59.8			52.7			45.7			38.4			28.1				17.8

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	59
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 1: Abluftkamin in Shedfassade				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg über Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	d = 0.5 m OK 0.5 m unter First Sheddach				



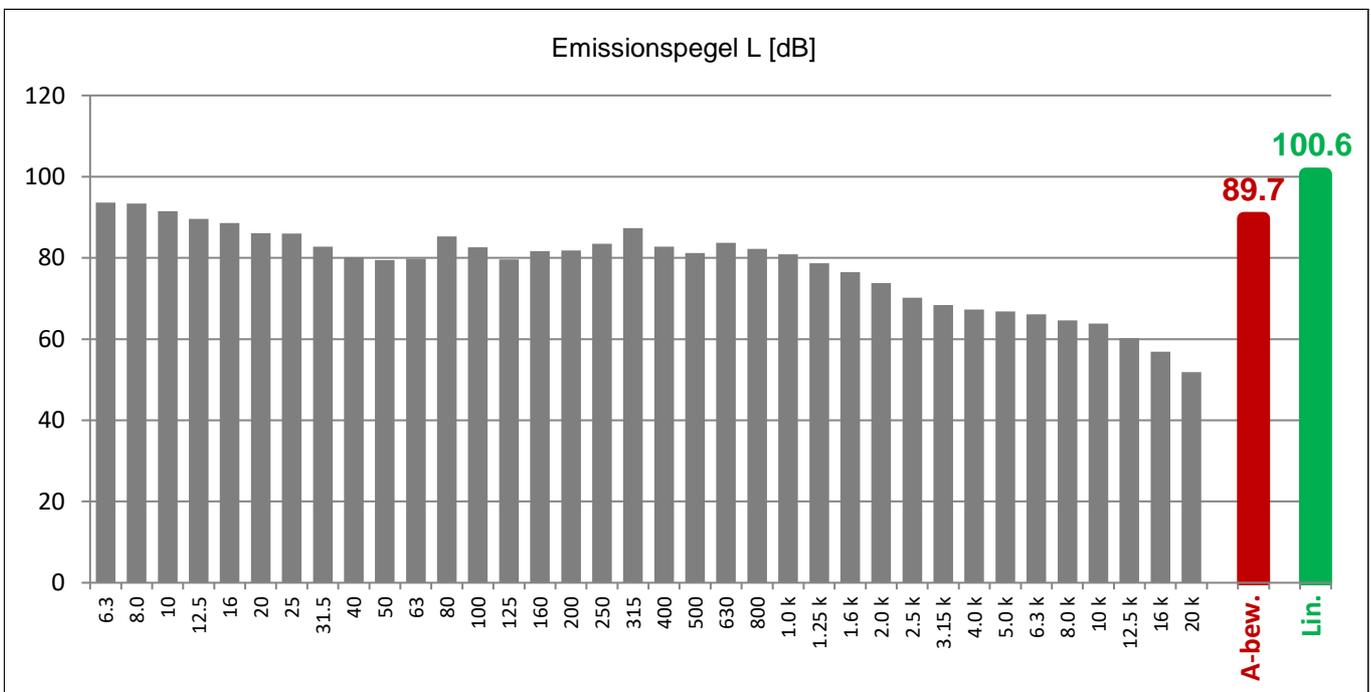
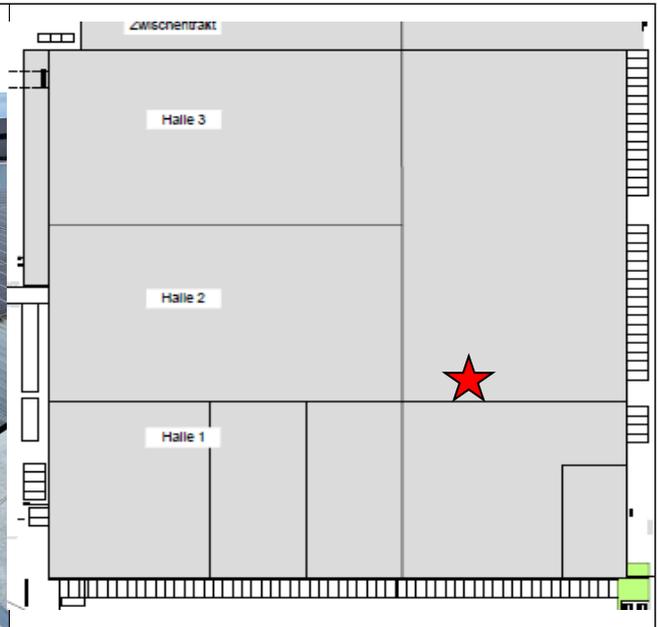
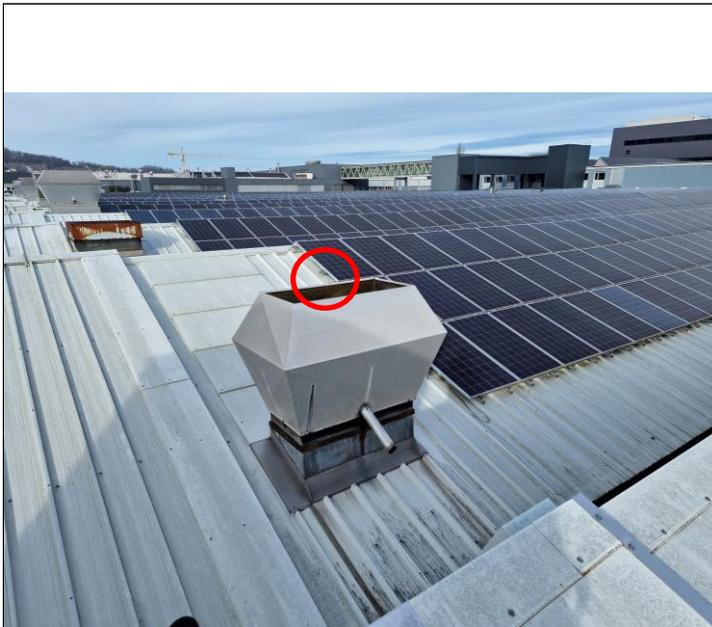
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	85.3	86.7	82.7	81.4	78.8	77.4	75.0	74.8	74.9	72.3	74.7	77.1	82.6	80.6	78.8	79.8	75.1	71.4
		90.0			84.3			79.7			79.9		85.7			81.5		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	71.3	76.8	72.5	71.1	70.1	63.2	58.9	55.6	56.3	55.9	55.3	54.5	53.4	53.4	51.7	49.5	46.8	42.5
		79.0			74.0			61.9			60.0		57.7				51.9	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	60
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 1: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg über Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	2.2 x 1.2 m h = 1.5 m über First Sheddach				



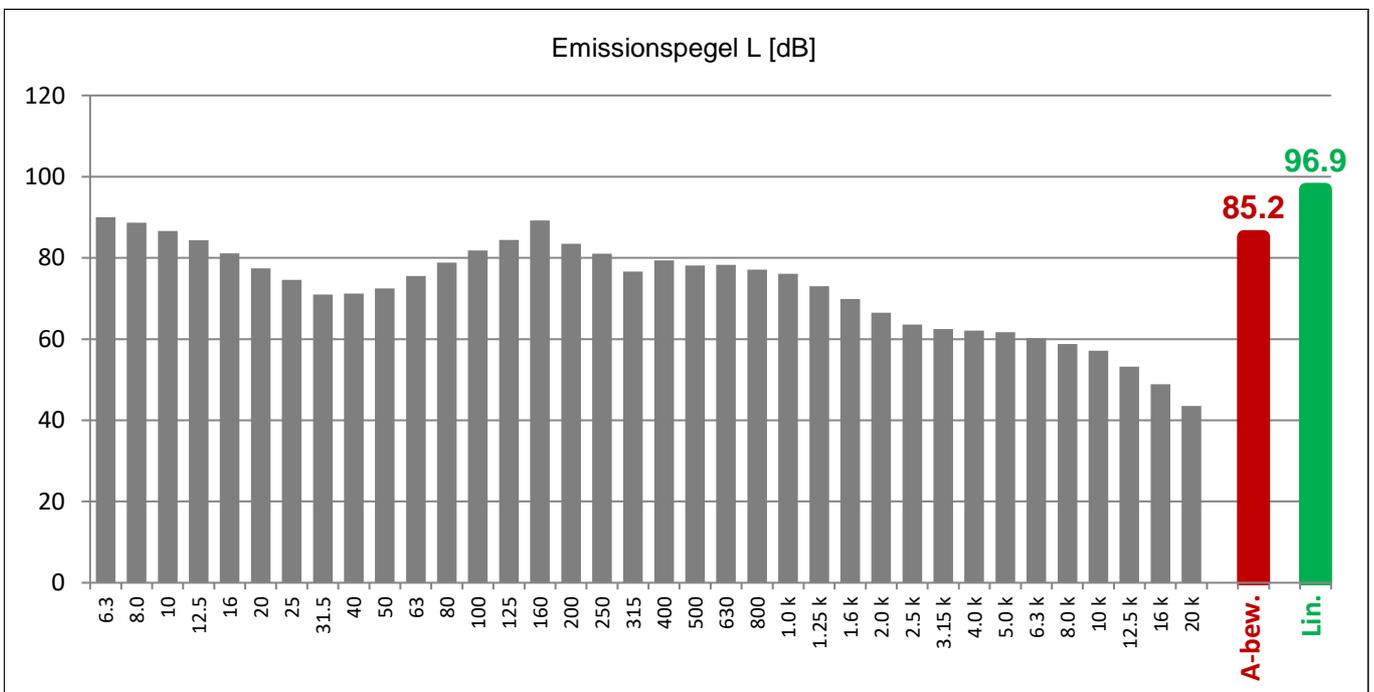
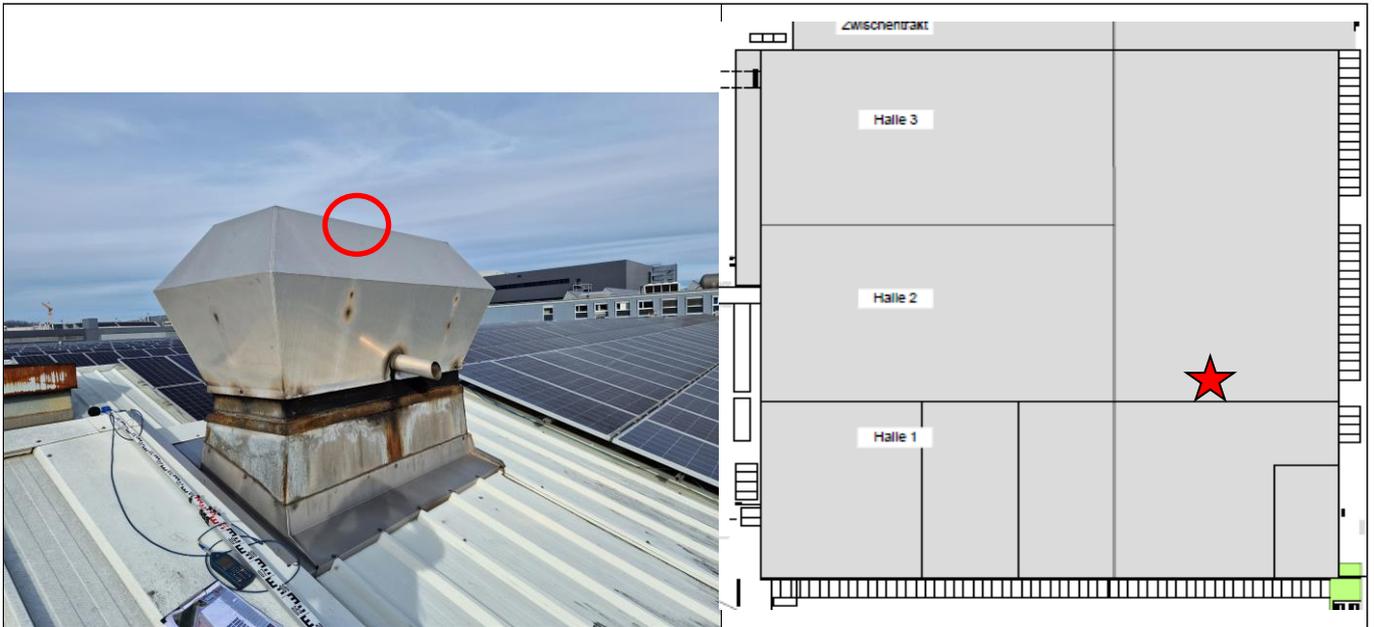
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	79.0	75.3	70.4	66.9	66.0	63.7	67.6	64.2	63.6	64.8	63.4	65.9	64.1	67.5	63.2	62.8	62.6	64.8
		80.9			70.5			70.3			69.6			70.1			68.3	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	63.5	63.0	60.9	59.5	56.9	54.9	53.3	51.1	51.7	48.7	49.8	41.2	37.1	33.4	30.4	25.6	19.0	11.9
		67.4			62.3			56.9			52.6			39.2			26.6	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	61
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 2: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg über Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	1.2 x 0.7 m h = 0.4 m über First Sheddach				



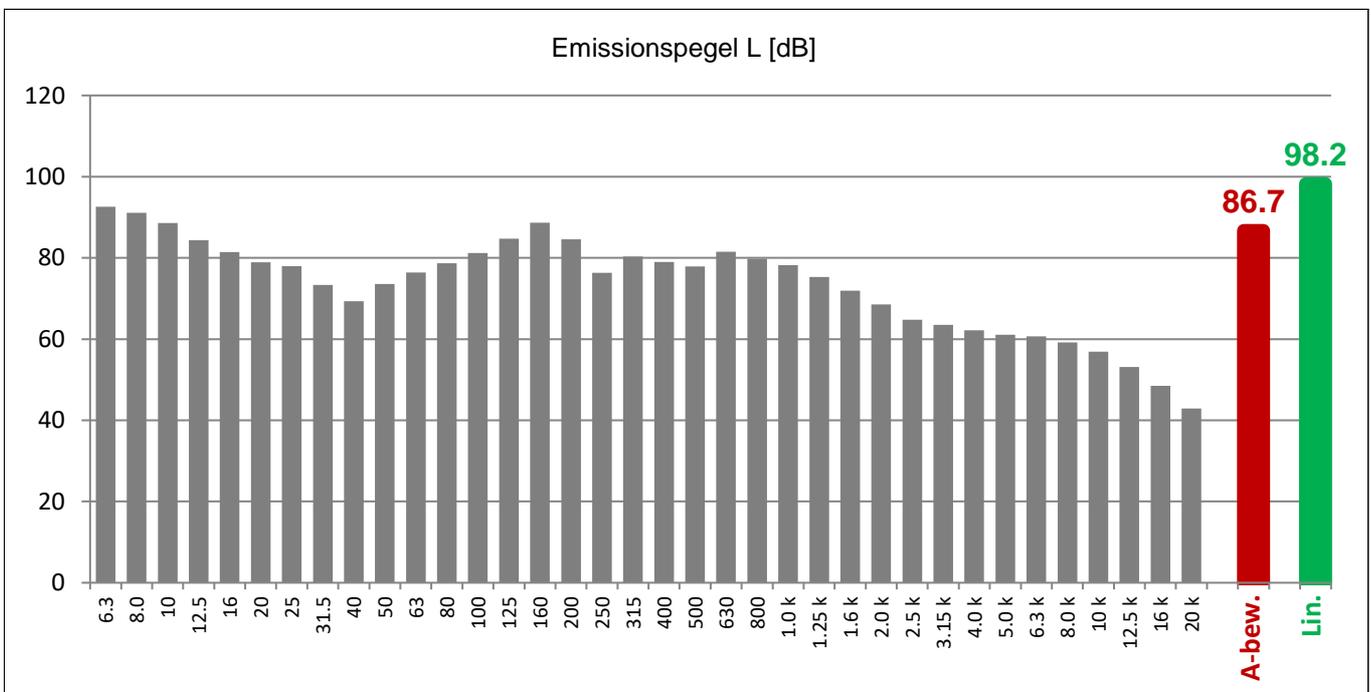
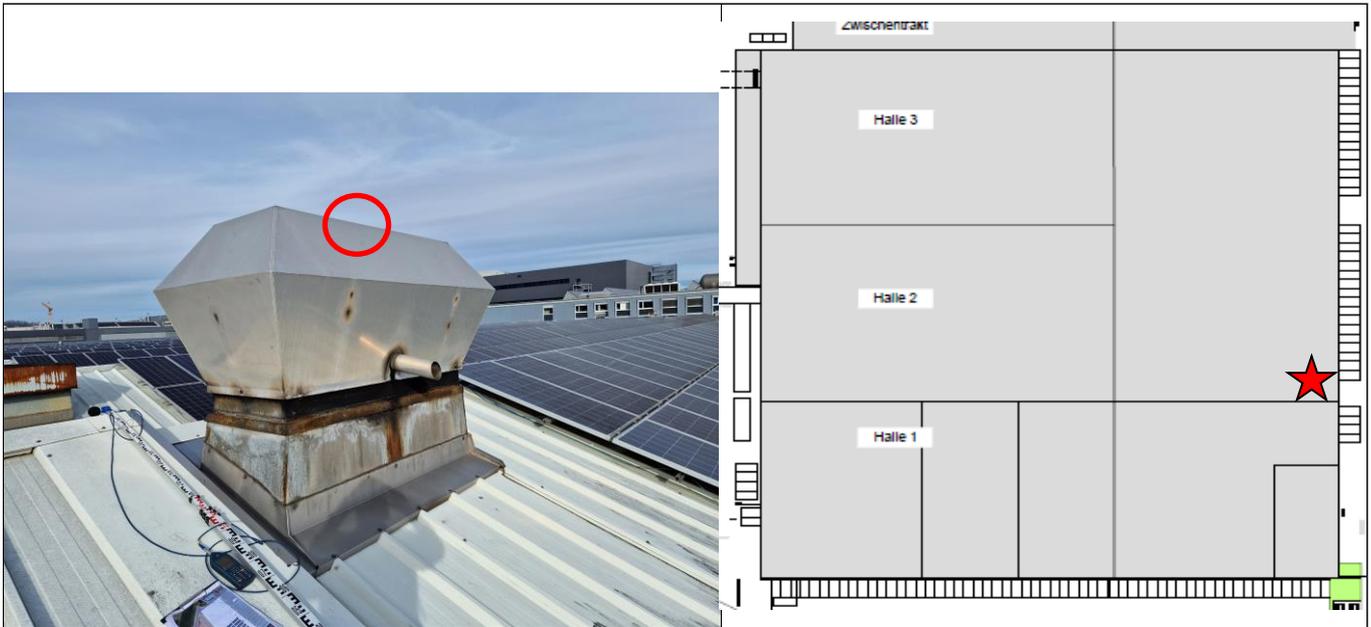
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	93.6	93.4	91.5	89.6	88.6	86.1	86.0	82.8	80.2	79.5	79.8	85.3	82.6	79.6	81.7	81.8	83.5	87.3
		97.7			93.1			88.4			87.2		86.2			89.6		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	82.8	81.2	83.7	82.2	80.9	78.7	76.5	73.8	70.2	68.4	67.3	66.8	66.1	64.6	63.8	60.2	56.9	51.9
		87.5			85.6			79.0			72.3		69.7			62.3		

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	62
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 2: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg über Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	1.5 x 0.5 m h = 1.0 m über First Sheddach				



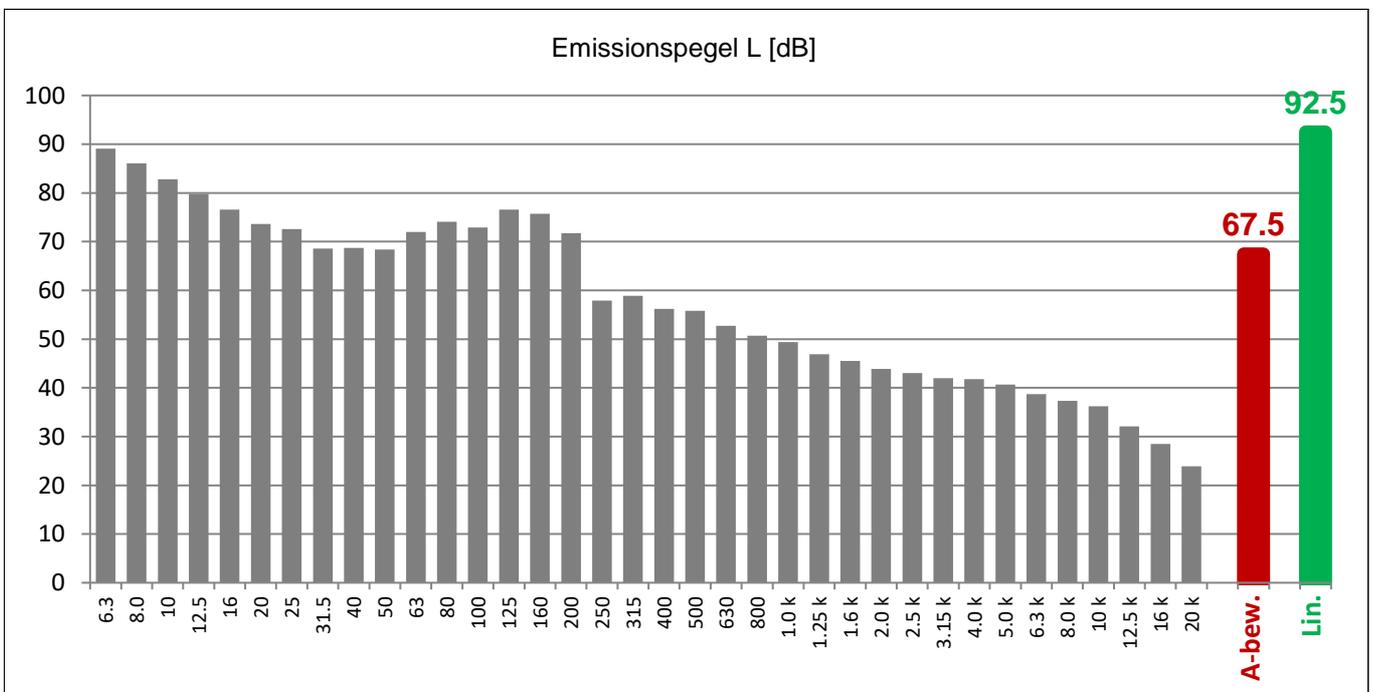
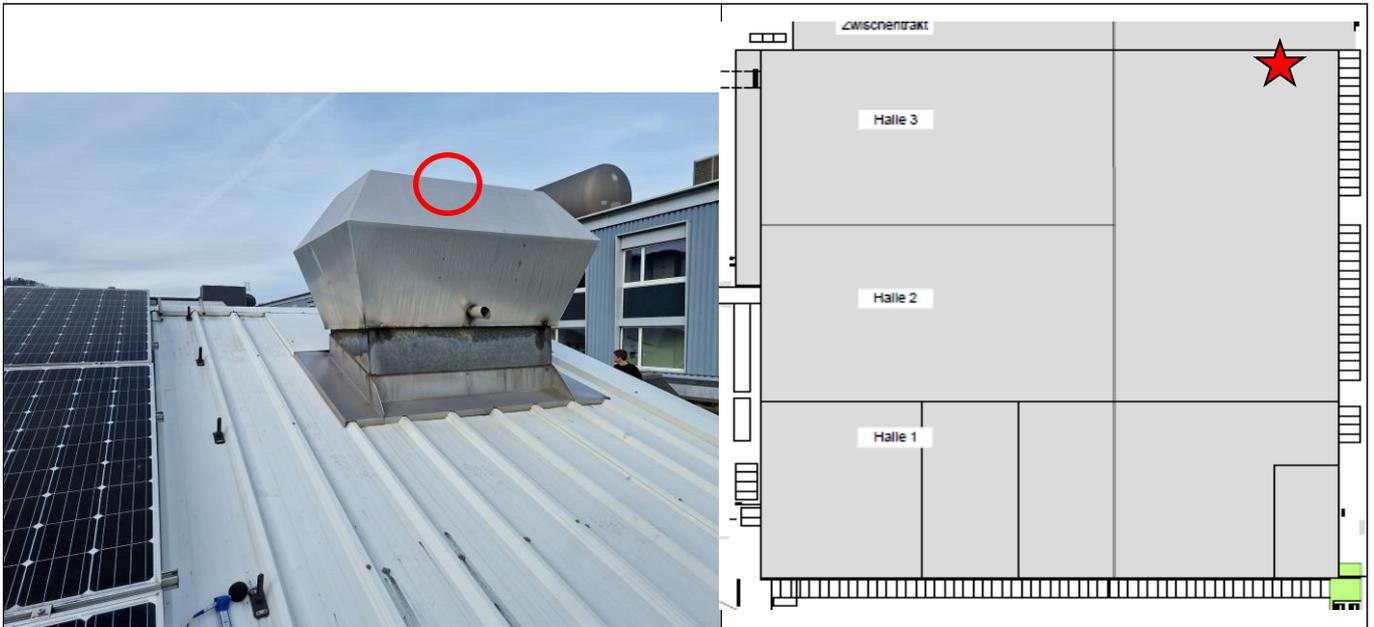
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	90.0	88.7	86.6	84.3	81.1	77.4	74.6	71.0	71.2	72.5	75.5	78.8	81.8	84.4	89.2	83.5	81.0	76.6
		93.4			86.6			77.4			81.1		91.0			86.0		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	79.4	78.1	78.3	77.1	76.1	73.0	69.9	66.5	63.6	62.5	62.1	61.7	60.2	58.8	57.1	53.2	48.9	43.5
		83.4			80.5			72.2			66.9		63.7			54.9		

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	63
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 2: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg über Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	1.5 x 0.5 m h = 1.0 m über First Sheddach				



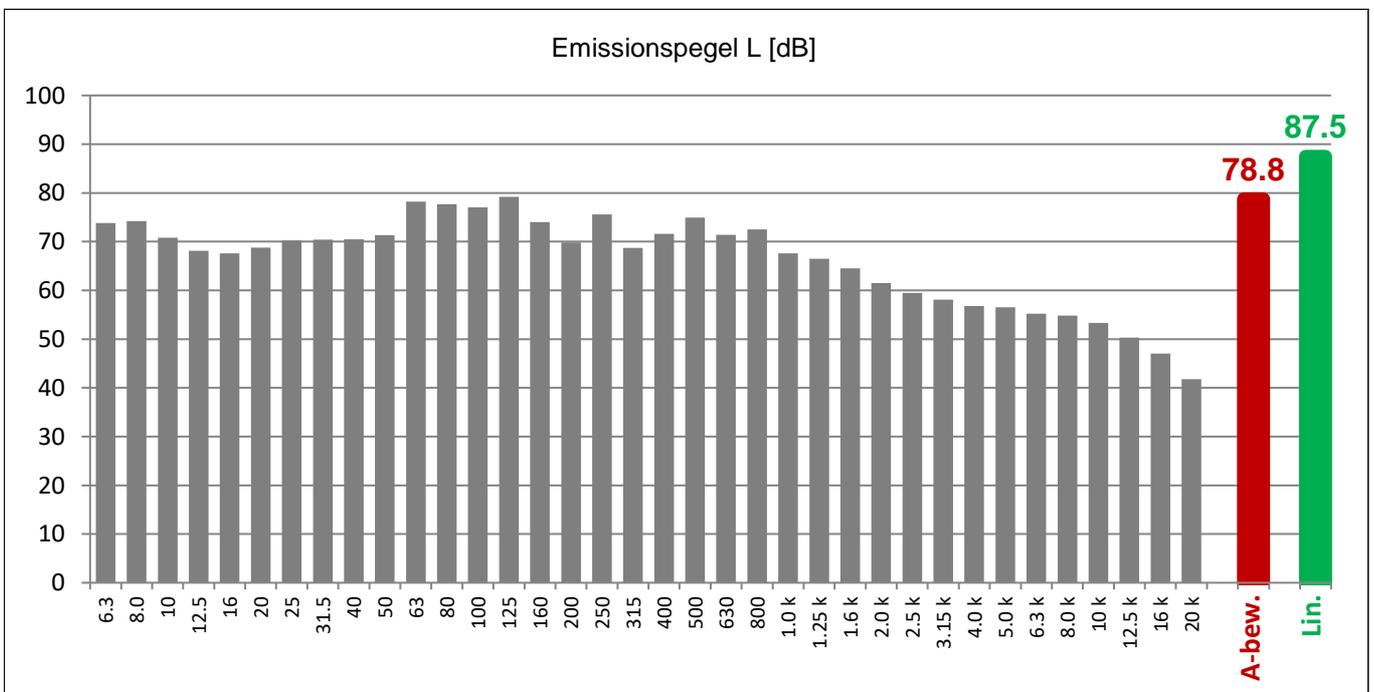
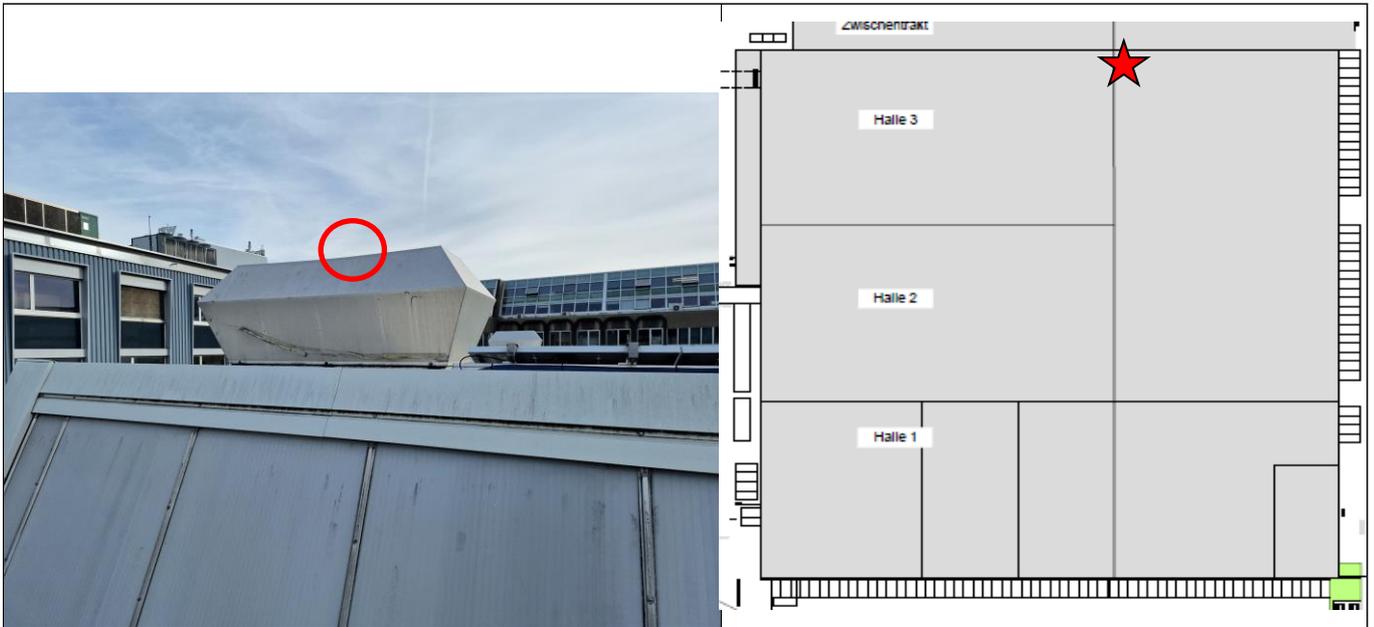
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	92.6	91.1	88.6	84.3	81.4	78.9	78.0	73.3	69.3	73.6	76.4	78.7	81.2	84.7	88.7	84.6	76.3	80.3
		95.8			86.9			79.7			81.5			90.7			86.4	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	79.0	77.9	81.5	79.8	78.2	75.3	71.9	68.5	64.8	63.5	62.2	61.1	60.7	59.2	56.9	53.1	48.5	42.9
		84.5			82.9			74.1			67.1			64.0			54.7	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	64
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 3: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg über Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	1.4 x 0.6 m h = 1.0 m über First Sheddach				



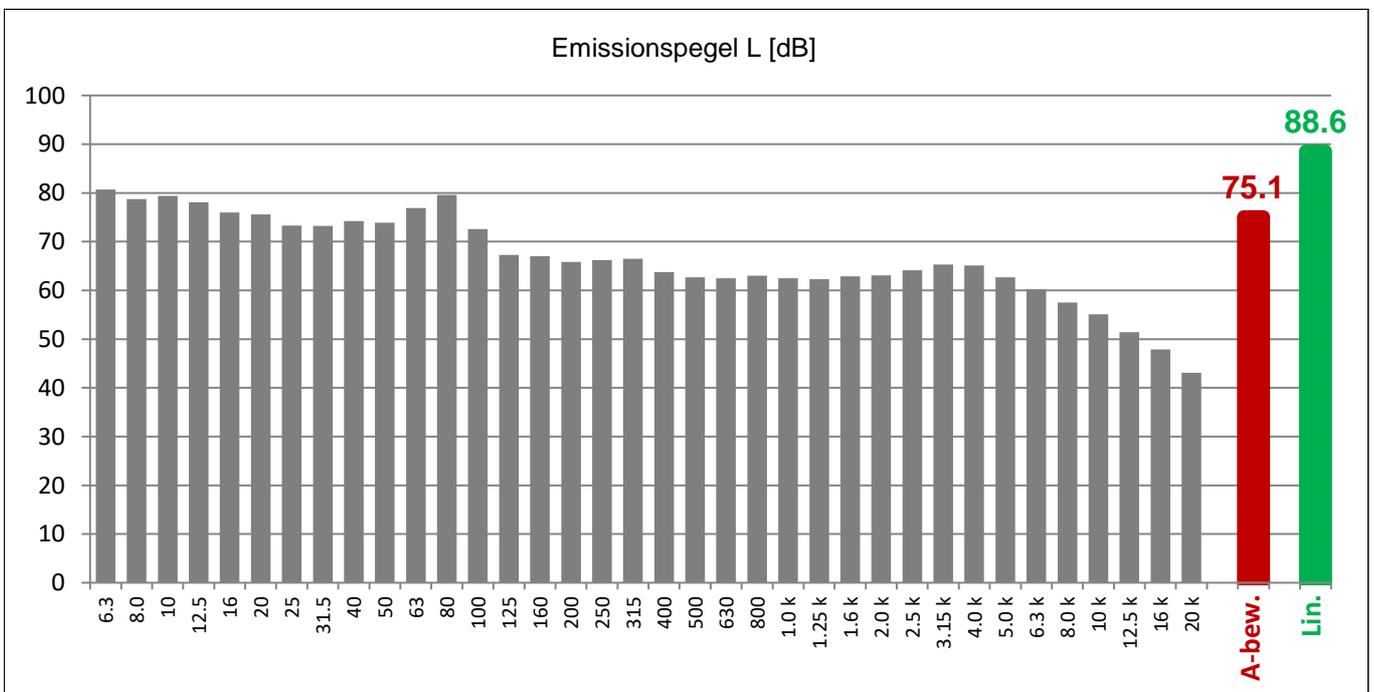
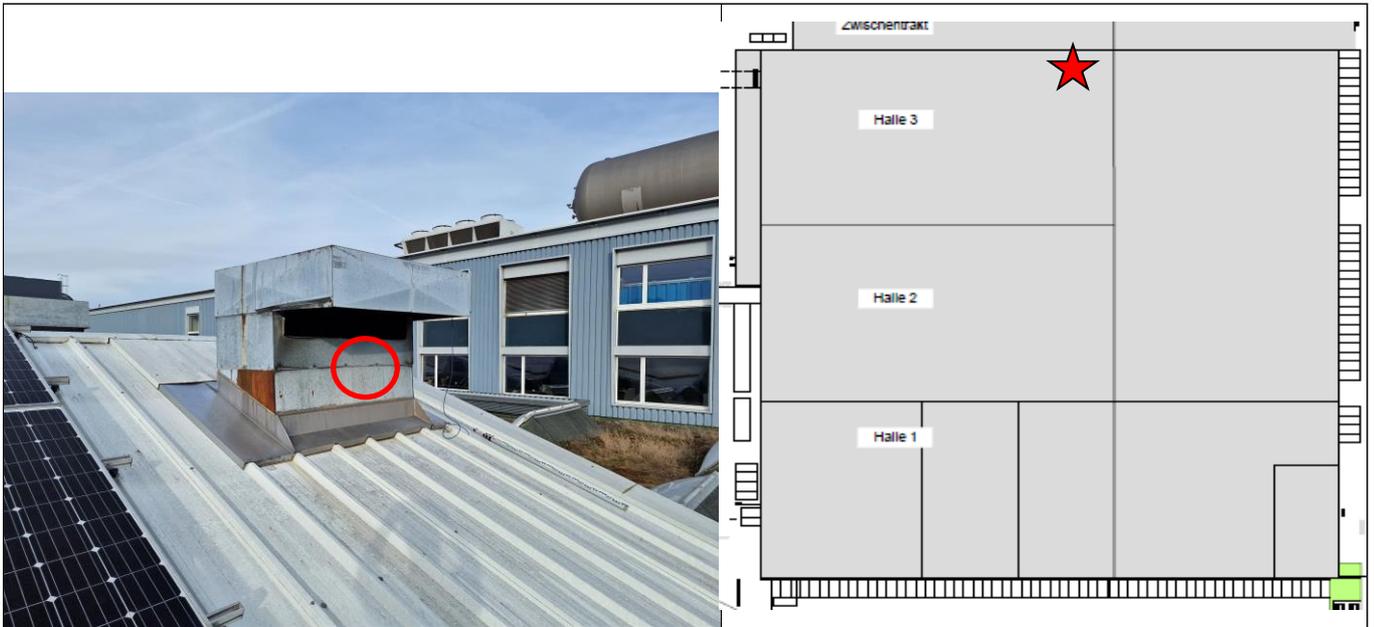
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	89.1	86.1	82.8	79.8	76.6	73.6	72.6	68.6	68.7	68.4	72.0	74.1	72.9	76.6	75.7	71.7	57.9	58.9
		91.5			82.2		75.2			76.9		80.1			72.1			
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	56.2	55.8	52.7	50.7	49.4	46.9	45.5	43.9	43.0	42.0	41.8	40.7	38.7	37.3	36.2	32.1	28.5	23.9
		59.9			54.0		49.0			46.3		42.3				34.1		

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	65
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 3: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg über Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	2.1 x 0.65 m h = 1.0 m über First Sheddach				



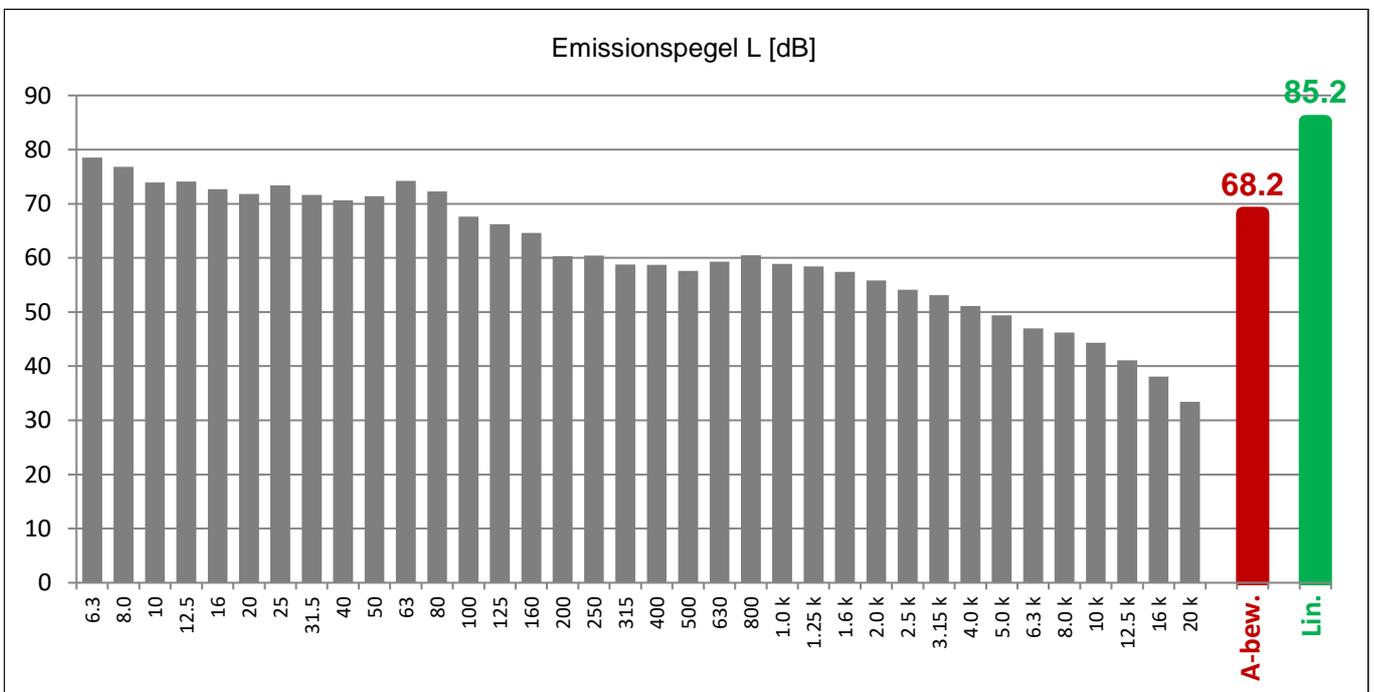
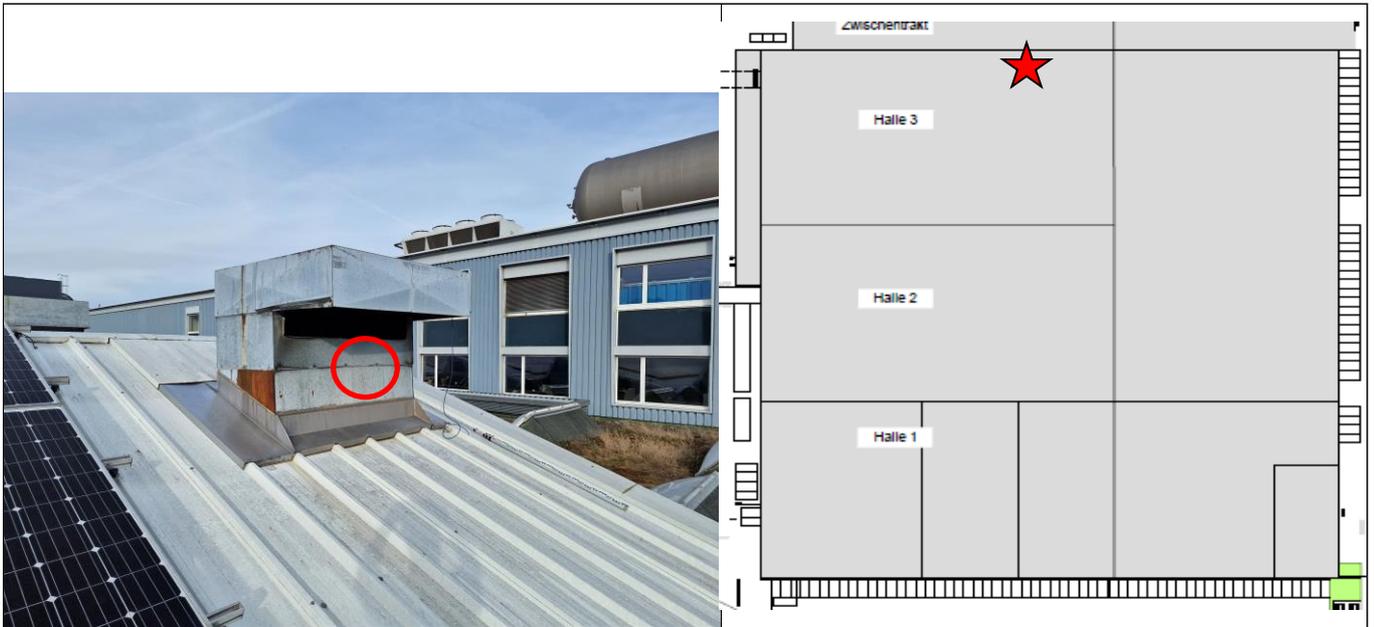
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	73.8	74.2	70.8	68.1	67.6	68.8	70.2	70.4	70.5	71.3	78.2	77.7	77.0	79.2	74.0	69.8	75.6	68.7
		77.9			73.0			75.1			81.4			82.0			77.3	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	71.6	74.9	71.4	72.5	67.6	66.5	64.5	61.5	59.5	58.1	56.8	56.5	55.2	54.8	53.3	50.3	47.0	41.8
		77.7			74.5			67.1			62.0			59.3			52.4	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	66
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 3: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg über Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	2.1 x 0.65 m h = 1.0 m über First Sheddach				



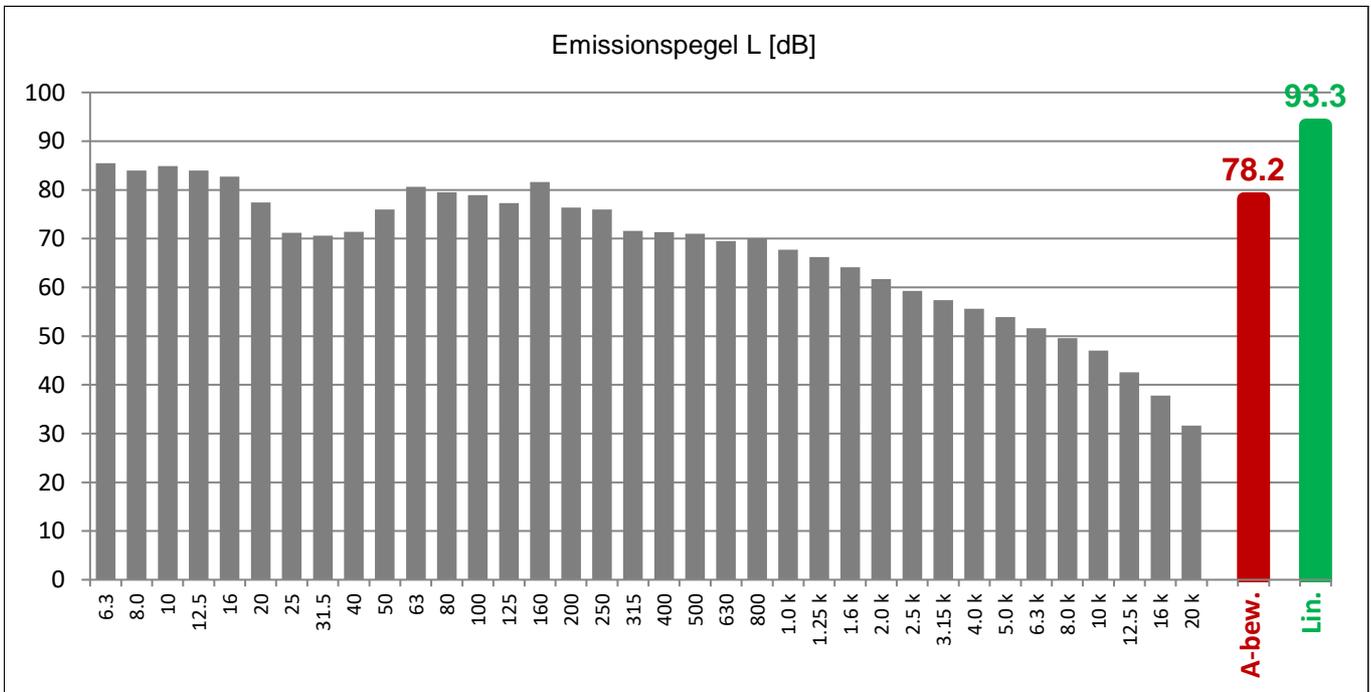
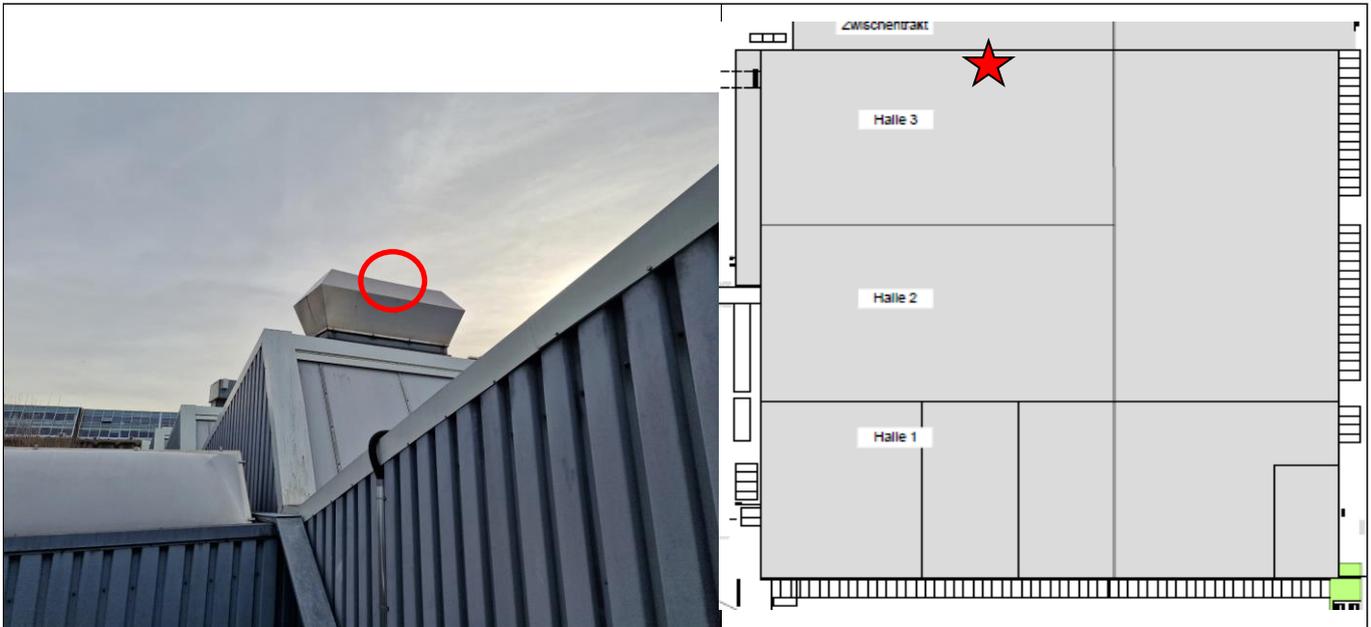
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	80.7	78.7	79.4	78.1	76.0	75.6	73.3	73.2	74.2	73.9	76.9	79.6	72.6	67.3	67.0	65.8	66.2	66.5
		84.5			81.5			78.4			82.2		74.6			70.9		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	63.7	62.7	62.5	63.0	62.5	62.3	62.9	63.1	64.1	65.3	65.1	62.7	60.2	57.5	55.1	51.4	47.9	43.1
		67.8			67.4			68.2			69.3		62.9			53.4		

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	67
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 3: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg über Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	2.1 x 0.65 m h = 1.0 m über First Sheddach				



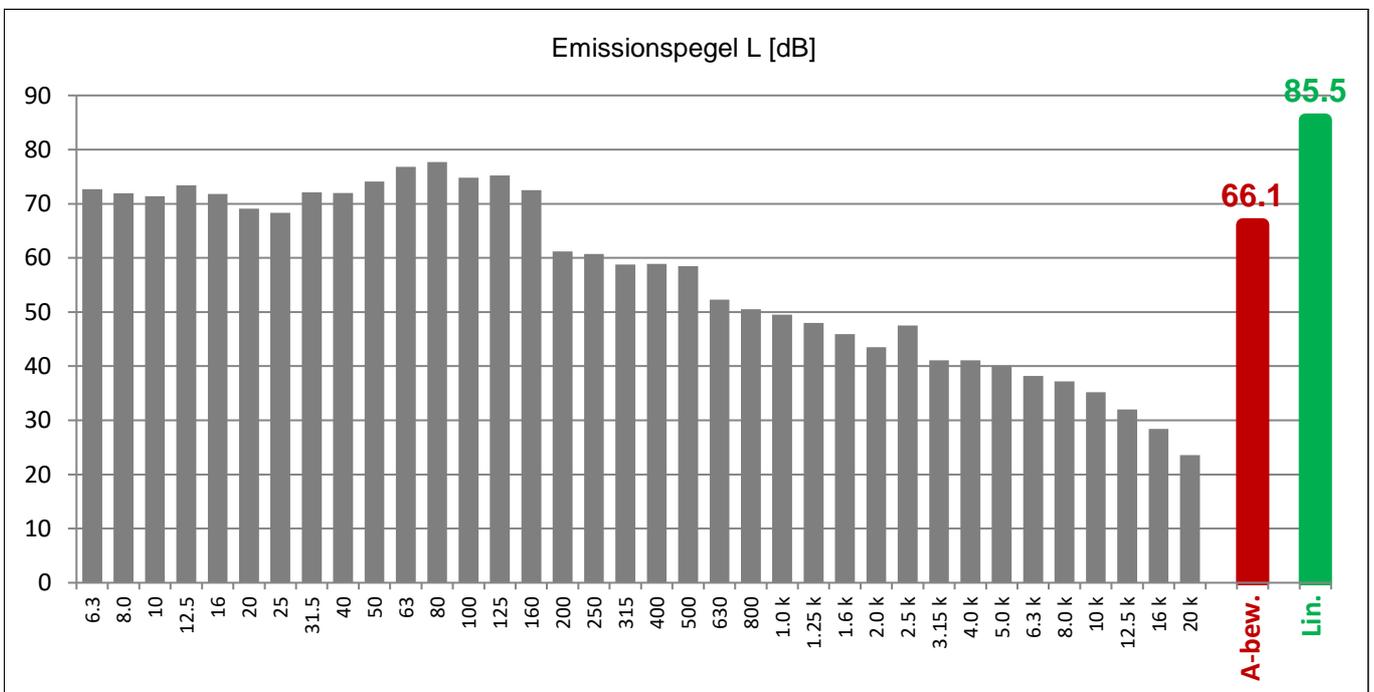
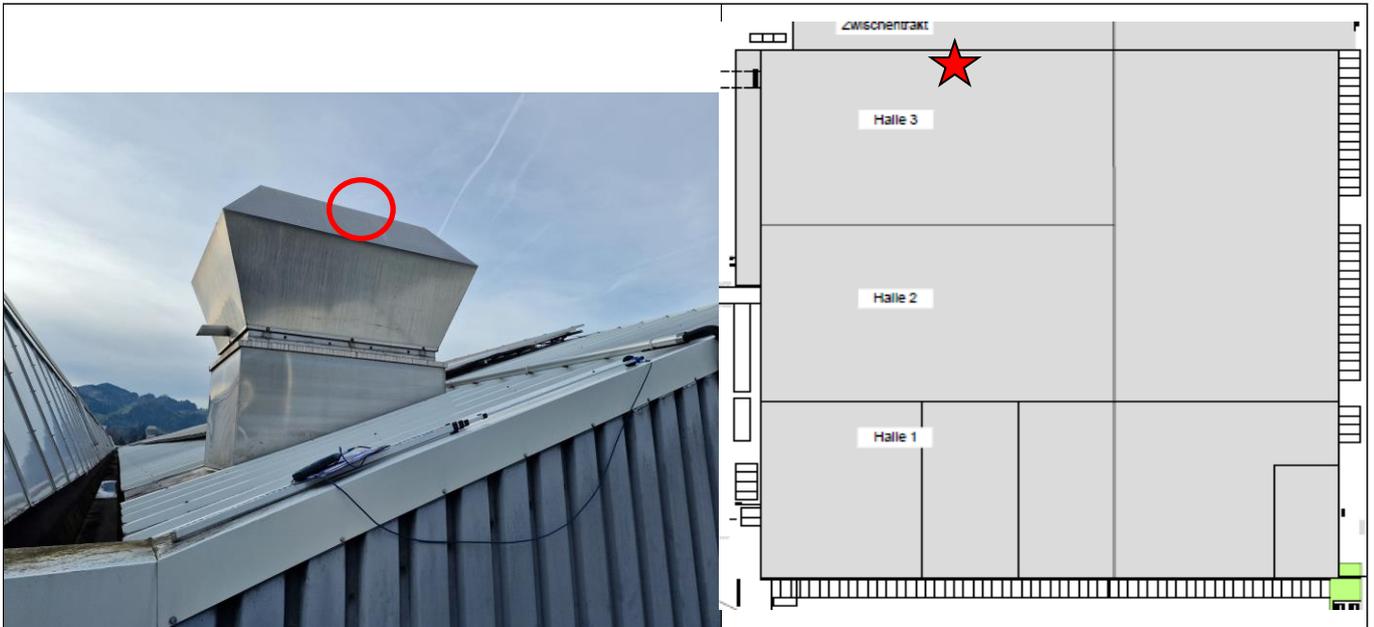
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	78.5	76.8	73.9	74.1	72.7	71.8	73.4	71.6	70.6	71.4	74.2	72.3	67.6	66.2	64.6	60.3	60.4	58.8
		81.6			77.7			76.8			77.6			71.1			64.7	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	58.7	57.6	59.3	60.5	58.9	58.4	57.4	55.8	54.1	53.1	51.1	49.4	47.0	46.2	44.3	41.1	38.1	33.4
		63.4			64.1			60.7			56.2			50.7			43.3	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	68
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 3: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg über Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	2.2 x 0.6 m h = 1.0 m über First Sheddach				



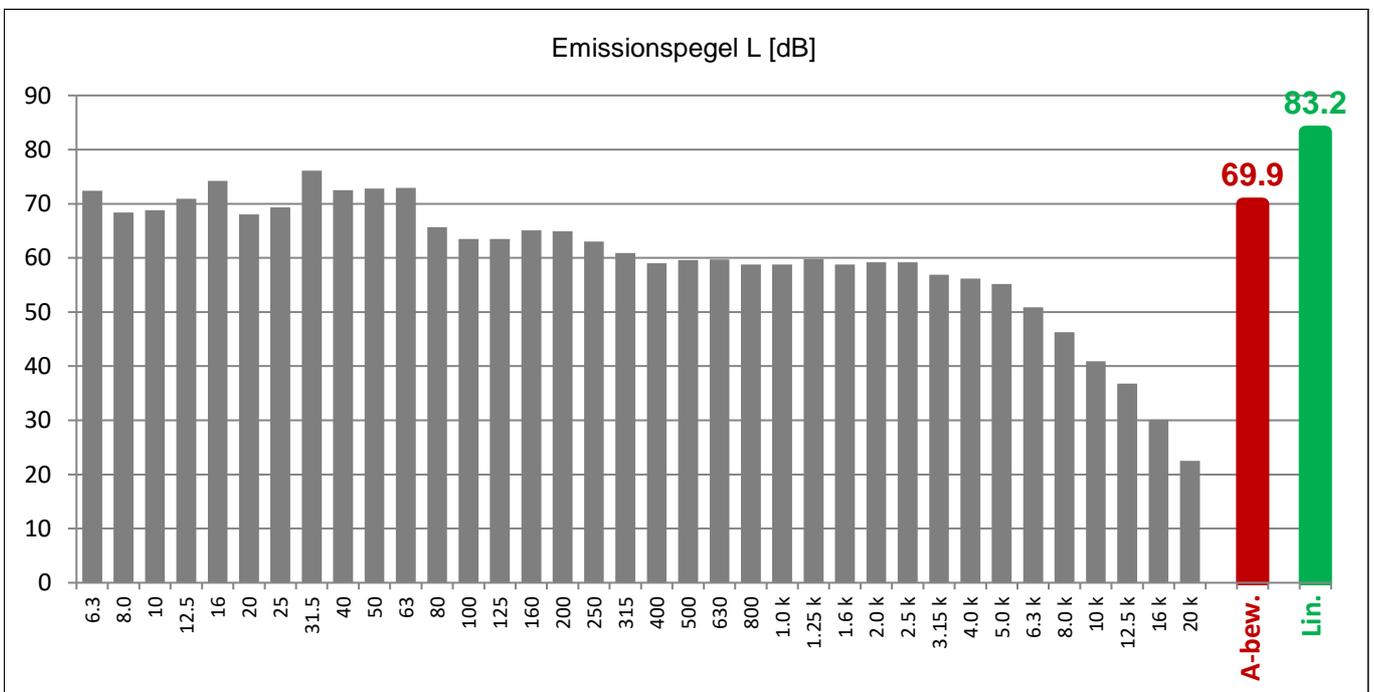
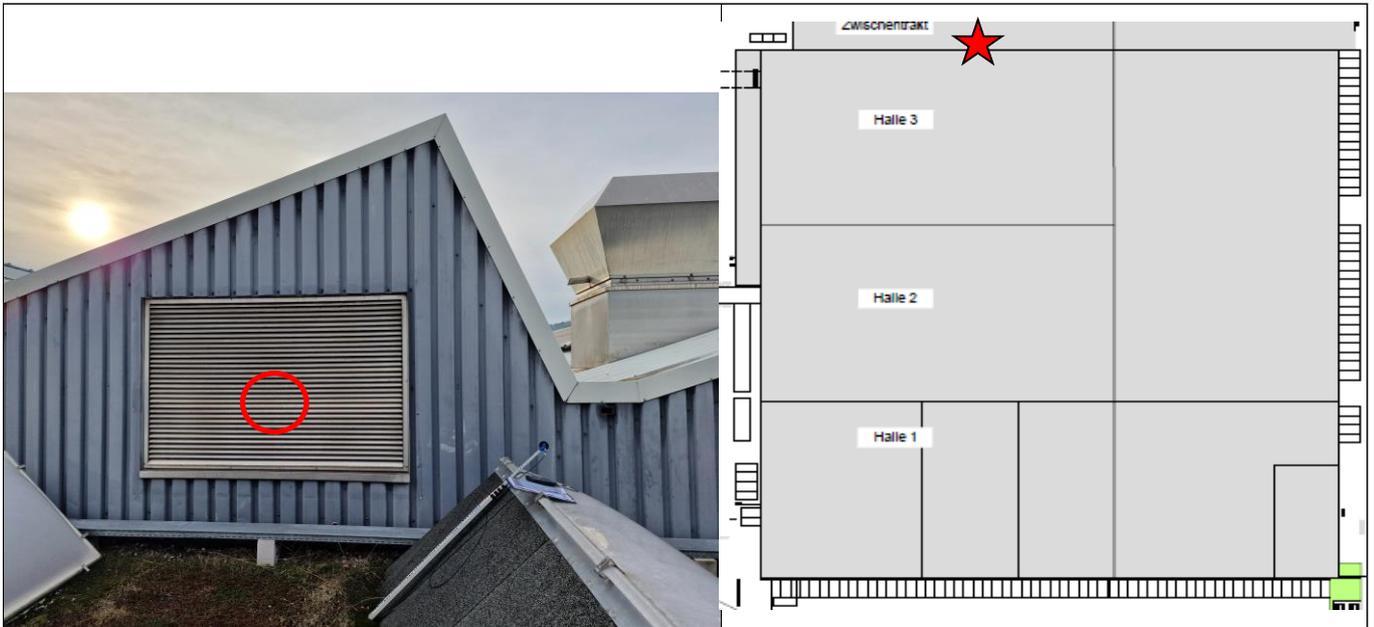
f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	85.5	84.0	84.9	84.0	82.7	77.4	71.2	70.6	71.4	76.0	80.6	79.5	78.9	77.3	81.6	76.4	76.0	71.6
		89.6			86.9			75.9			83.9			84.4			79.9	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	71.3	71.0	69.5	70.1	67.7	66.2	64.1	61.7	59.3	57.4	55.6	53.9	51.6	49.6	47.0	42.6	37.8	31.6
		75.4			73.1			66.9			60.6			54.6			44.1	

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	69
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 3: Ablufthaube				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	30° schräg über Mündung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	2.2 x 0.6 m h = 1.0 m über First Sheddach				



f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	72.7	71.9	71.4	73.4	71.8	69.1	68.3	72.1	72.0	74.1	76.8	77.7	74.8	75.2	72.5	61.2	60.7	58.8
	76.8			76.5			75.9			81.2			79.1			65.1		
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	58.9	58.5	52.3	50.5	49.5	48.0	45.9	43.5	47.5	41.1	41.1	40.1	38.2	37.2	35.2	32.0	28.4	23.6
	62.2			54.2			50.7			45.6			41.8			34.0		

Datum :	15. Februar 2024	Auftrags-Nr. :	23-254	Messprotokoll Nr.:	70
Anlage:	SFS Group Schweiz AG, Heerbrugg21				
Quelle:	Halle 3: Zuluftöffnung in Schedfassade				
Messgerät:	Norsonic Typ SA 140 mit 1/2" Mikrofon	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3744		
Messort:	vor Öffnung	<input type="checkbox"/>	Messung nach ISO 3746		
Messabstand:	0.5 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Vereinfachte Messung		
Messdauer:	30 Sekunden				
Bemerkungen:	2.3 x 1.5 m UK 0.6 m über Dach				



f [Hz]	6.3	8.0	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
L [dB]	72.4	68.4	68.8	70.9	74.2	68.0	69.3	76.1	72.5	72.8	72.9	65.7	63.5	63.5	65.1	64.9	63.0	60.9
		75.0			76.5			78.3			76.3			68.9			68.0	
f [Hz]	400	500	630	800	1.0 k	1.25 k	1.6 k	2.0 k	2.5 k	3.15 k	4.0 k	5.0 k	6.3 k	8.0 k	10 k	12.5 k	16 k	20 k
L [dB]	59.0	59.6	59.7	58.8	58.8	59.8	58.8	59.2	59.2	56.9	56.2	55.2	50.9	46.3	40.9	36.8	30.1	22.5
		64.2			63.9			63.8			60.9			52.5			37.8	



Zur Website →

