

Arbeitshilfe kommunale Planung

# Leitfaden Kleinwind- energieanlagen



sh.ch

Baudepartement



## **Impressum**

Herausgeber

Kanton Schaffhausen

Baudepartement

Beckenstube 7

8200 Schaffhausen

Stand: April 2021

Foto Titelblatt: Thomas Volken

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Definitionen .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Standorte für Kleinwindenergieanlagen .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Die fünf zu klärenden Fragen .....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Baubewilligungsverfahren .....</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>Ausserbetriebnahme .....</b>	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>Sonderfall Mikrowindanlage .....</b>	<b>16</b>
<b>8</b>	<b>Empfehlung für Gemeinden.....</b>	<b>17</b>
<b>9</b>	<b>Weiterführende Informationen und Grundlagen.....</b>	<b>18</b>
<b>10</b>	<b>Auskunftsstellen beim Kanton .....</b>	<b>18</b>
	<b>Anhang.....</b>	<b>19</b>

# 1

## Einleitung

Im Richtplan des Kantons Schaffhausen findet sich eine Grundlagenkarte, in der mögliche günstige Standorte für Kleinwindenergieanlagen eingetragen sind, wenn auch nicht parzellen-scharf. Sie bedürfen weiterer Abklärungen. Die Festsetzung bezieht sich auf die zu berücksichtigenden Kriterien. Grundlage dieser Standorte bildet die Windpotenzialstudie aus dem Jahr 2009 des Kantons. Diese befasst sich nicht nur mit Windenergiegebieten für Grosswindanlagen, sondern auch mit den Rahmenbedingungen für Kleinwindenergieanlagen. In Bezug auf die energiepolitischen Ziele stehen Kleinwindenergieanlagen aber nicht im Vordergrund. Auch der Bund weist in seinem Konzept Windenergie vom Juni 2017 darauf hin, dass an der Erstellung von Kleinwindenergieanlagen in der Regel kein übergeordnetes öffentliches Interesse besteht.

Der vorliegende Leitfaden präzisiert die Anforderungen an Kleinwindenergieanlagen und konkretisiert, wie die Einhaltung der Gesetzgebung gewährleistet werden kann. Der Planungsablauf wird erläutert, so dass Zusatzschlaufen bei den Bewilligungsbehörden und den Gesuchstellern<sup>1</sup> möglichst vermieden werden können.

# 2

## Definitionen

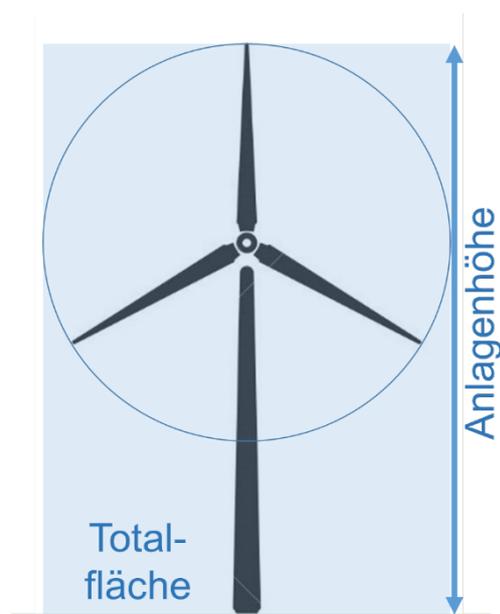
### Was ist eine Kleinwindenergieanlage?

Es wird grundsätzlich zwischen Mikro-, Klein- und Grosswindenergieanlagen unterschieden. Mikrowindenergieanlagen stellen einen Spezialfall der Kleinwindenergieanlagen dar. Kriterium für die Unterscheidung Kleinwind-/Grosswindenergieanlage ist die Anlagenhöhe. Die Anlagenhöhe bemisst sich vom Turmfuss bis zur Rotorblattspitze. Es gilt:

- Anlagenhöhe  $\leq 30$  m → Kleinwindenergieanlage
- Anlagenhöhe  $> 30$  m → Grosswindenergieanlage

Es empfiehlt sich für Gemeinden, die Anlagenhöhe in der kommunalen Bau- und Nutzungsordnung zu definieren, sollte der Bau von Windenergieanlagen auf Gemeindegebiet aktuell werden. Als Muster kann folgende Definition vorgeschlagen werden: Die Anlagenhöhe ist der grösste Höhenunterschied zwischen Rotorblattspitze und dem lotrecht darunterliegenden Punkt des massgebenden Terrains.

<sup>1</sup> Es sind stets Personen männlichen und weiblichen Geschlechts gleichermassen gemeint; aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit wird im Folgenden nur die männliche Form verwendet.



**Abbildung 1** Kleinwindenergieanlage: Anlagenhöhe und Totalfläche

Aufgrund der Erfahrungen aus dem Kanton Schaffhausen mit speziellen Kleinwindenergieanlagen (geringe Höhe, grosse Breite, Tragarm mit mehreren Turbinen, aber nur ein Turm/Fundament) ist bei den Kleinwindenergieanlagen im kantonalen Richtplan der Begriff «Totalfläche» implementiert worden. Die Totalfläche berechnet sich aus der Anlagenhöhe mal Gesamtbreite mal Anzahl Anlagen. Die Gesamtbreite bezeichnet die maximale Breite einer Anlage inklusive Rotorblatt oder -flügel. Überschreitet die Totalfläche gemäss kantonalem Richtplan das Mass von 1050 m<sup>2</sup>, ist eine zonenplanerische Festlegung erforderlich, in der Regel von der Landwirtschaftszone in eine Spezialzone (sog. Windzone). Die Festlegung der Spezialzone muss von den Stimmberechtigten der Standortgemeinde beschlossen werden.

## Was ist ein Windpark?

Von einem Windpark ist dann die Rede, wenn drei oder mehr Windenergieanlagen, die in einem räumlichen Zusammenhang stehen, erstellt werden. Für einen aus Kleinwindenergieanlagen bestehenden Windpark ist ebenfalls eine nutzungsplanerische Festlegung erforderlich. Zwei Windenergieanlagen (zwei Einzelfundamente) gelten gemäss kantonalem Richtplan als zwei Einzelanlagen.

# 3

## Standorte für Kleinwindenergieanlagen

### Innerhalb der Bauzone

Innerhalb der Bauzonen sind Kleinwindenergieanlagen nach Massgabe der kommunalen Nutzungsplanung und des Baureglements möglich.

### Ausserhalb der Bauzone

Ausserhalb der Bauzone ist das Bundesrecht für die Bewilligung von Kleinwindenergieanlagen massgebend. Die Gesuchsteller müssen die Standortgebundenheit und die Standorteignung nachweisen. Erstere begründet einen Standort ausserhalb der Bauzone, Letztere wird anhand verschiedener Abklärungen (s. Kap. 4) durch den Gesuchsteller aufgezeigt. Es ist somit im Einzelfall eine umfassende Interessenabwägung vorzunehmen.

Es sind bis maximal zwei Kleinwindenergieanlagen (zwei einzelne Fundamente) mit einer Totalfläche von maximal 1050 m<sup>2</sup> standortgebunden, soweit

- der landwirtschaftliche Betrieb direkt von deren Stromerzeugung profitieren kann, und
- sie in Bezug stehen zu bestehenden Bauten und Anlagen.

Ausserhalb der Bauzonen können ausnahmsweise einzelne Kleinwindenergieanlagen gestützt auf Art. 24 RPG (positive Standortgebundenheit) bewilligt werden, wenn ausreichendes Wind-potenzial nachgewiesen werden kann und der Kleinwindenergieanlage keine überwiegenden öffentlichen Interessen entgegenstehen. Positive Standortgebundenheit bedeutet, dass eine Baute aus technischen oder betriebswirtschaftlichen Gründen auf einen Standort ausserhalb der Bauzone angewiesen ist. Kleinwindenergieanlagen sind nur im Nahbereich von bestehenden, grösseren Bauten und Anlagen zulässig. Was Nahbereich bedeutet, muss im Einzelfall beurteilt werden. Dabei spielen die Hauptwindrichtung und Hindernisse (z.B. Gebäude, Bäume) eine wichtige Rolle. Als Faustregel gilt: Zwischen dem Hindernis und der Kleinwindenergieanlage sollte in Hauptwindrichtung ein Mindestabstand von der dreizehnfachen Höhe des Hindernisses eingehalten werden (z.B. Hindernishöhe 10 m, Abstand mind. 130 m), dies aufgrund der Turbulenzen hinter dem Hindernis (vgl. Faltblatt «Wann sind Kleinwindenergieanlagen sinnvoll?», ZHAW 2016). Auch Anforderungen in Bezug auf den Landschafts- und Artenschutz, Lär-

mimmissionen und Schattenwurf haben Einfluss auf den Abstand zwischen Kleinwindenergieanlage und Gebäude. Im Weiteren sollen sie möglichst die bestehenden Infrastrukturanlagen (z.B. Netzanschlüsse, Trafostationen) nutzen.



**Abbildung 2** Kleinwindenergieanlagen als Teil eines Gebäudeensembles in der Landwirtschaftszone (Taggenberg, Bildquelle: Adrian Michael - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=25681073>)

# 4

## Die fünf zu klärenden Fragen

### Wo ist die Anlage geplant?

Im kantonalen Richtplan (KRP) sind auf der Grundlagenkarte 33 Standorte für Kleinwindenergieanlagen eingetragen. Sie sind das Ergebnis einer ersten Interessenabwägung, basierend auf der Windpotenzialstudie des Kantons Schaffhausen aus dem Jahr 2009. Die Windpotenzialstudie mit der Beurteilung der Kleinwindstandorte ist unter dem folgenden Link zu finden: <https://rp.sh.ch/k26x3>. In dieser Studie sind unter anderem die Windgeschwindigkeiten auf 25 m über Grund simuliert und berechnet worden. Bei der Flächenanalyse wurden folgende Ausschlusskriterien angewendet:

- Landschaftsschutzgebiete
- Wald
- Siedlung (ohne Mindestabstand)
- Gewässer

Es fand eine Begehung der potenziellen Standorte in der Nähe von Bauernhöfen, Sportanlagen und Reservoirs und mit mehr als 3 m/s durchschnittlich zu erwartender Windgeschwindigkeit statt. Fachleute beurteilten vor Ort die Offenheit in Hauptwindrichtung und Logistik und schätzten aufgrund der Anzahl möglicher Anlagen den Energieertrag ab.

Plant ein Gesuchsteller an einem dieser Richtplanstandorte, entfällt die Abklärung der Standortgebundenheit. Ausserhalb dieser Standorte ist eine Kleinwindenergieanlage grundsätzlich möglich. Der Gesuchsteller muss einen solchen Standort aber anhand derjenigen Kriterien beurteilen, die für die Auswahl der Standorte im Richtplan angewendet wurden.

Jede Windenergieanlage beeinflusst aufgrund ihrer Grösse das Landschaftsbild. Bei der Erarbeitung der Standorte für Kleinwindenergieanlagen 2009 wurden nationale Landschaftsschutzgebiete ausgeschlossen. Ebenso gelten Landschaftsschutz- und Freihaltezonen gemäss Nutzungsplanung als Ausschlussgebiete. Im Gegensatz dazu gelten jedoch schützenswerte Landschaften von kantonaler Bedeutung nicht als Ausschlussgrund. Dies vor dem Hintergrund, dass eine Nutzung von Kleinwindenergieanlagen nicht grundsätzlich verunmöglicht werden sollte. Mit dem kantonalen Richtplan sind die Bedingungen für eine Kleinwindenergieanlage definiert, vom Regierungsrat erlassen und vom Kantonsrat genehmigt worden. Auch wenn Landschaften von kantonaler Bedeutung keinen Ausschluss bedeuten,

muss die Landschaftsverträglichkeit berücksichtigt werden. Dabei steht die Einordnung ins Orts- und Landschaftsbild im Zentrum. Die kantonale Natur- und Heimatschutzkommission (KNHK) wird in diesen Fällen automatisch zur Stellungnahme eingeladen, nachdem das Baugesuch samt Unterlagen beim kantonalen Bauinspektorat eingegangen ist.

Mit dem im Richtplan geforderten Bezug von Kleinwindenergieanlagen zu bestehenden Bauten und Anlagen wird der weiteren Zersiedelung und Möblierung der Landschaft entgegengewirkt. Sind aufgrund anderer Kriterien wie Artenschutz, Lärm oder Schattenwurf grössere Abstände zu bestehenden Bauten und Anlagen notwendig, ist darauf zu achten, dass die Sichtbarkeit der Windenergieanlage und die Dominanz nicht verstärkt werden.

Für die im Richtplan eingetragenen Kleinwindstandorte liegen Sichtbarkeitsanalysen vor. Sie geben einen Eindruck, welcher Anteil der Anlage wie weit sichtbar ist. Visualisierungen sind zudem gute Hilfsmittel, um die Ensemblewirkung (Zusammenspiel von bestehenden Bauten, Anlagen und Kleinwindenergieanlage) einzuschätzen.

Ist ein Standort in einer Fruchtfolgefläche vorgesehen, sind entsprechende Kompensationsmassnahmen zu prüfen.

Auskunftsstelle bei Fragen zu diesem Themenkomplex ist das Planungs- und Naturschutzamt des Kantons Schaffhausen.

## **Wie sind die Windverhältnisse und welche Anlage passt dazu?**

In jedem Fall muss der Gesuchsteller nachweisen, dass der geplante Standort ein ausreichendes Windpotenzial aufweist. Ausreichend bedeutet, dass die durchschnittlich zu erwartende Windgeschwindigkeit am geplanten Anlagenstandort und die typenspezifische Leistungskurve der vorgesehenen Kleinwindenergieanlage zusammenpassen. Der Nachweis des Windpotenzials erfolgt durch Messung auf Nabenhöhe mittels einer qualifizierten Messeinrichtung während mindestens 6 Monaten. Die Auswertung der gemessenen Daten hat durch eine unabhängige Fachperson zu erfolgen. Dazu gehört ein Abgleich mit einer repräsentativen, langjährigen Messreihe, damit eine aussagekräftige Verteilung der am Standort zu erwartenden Windgeschwindigkeiten abgeschätzt werden kann. Aus der Windmessung wird ebenso die Hauptwindrichtung ermittelt. Sie ist entscheidend für die geeignete Lage der Kleinwindenergieanlage und die ausreichenden Abstände zu vorgelagerten Hindernissen (z.B. Gebäude, Silo, Bäume).

Auskunftsstelle bei Fragen zu diesem Themenkomplex ist die Energiefachstelle des Kantons Schaffhausen.

## **Hält die geplante Anlage die Lärmschutzvorschriften ein?**

Grundsätzlich muss eine Kleinwindenergieanlage die Grenzwerte der schweizerischen Lärmschutzverordnung (LSV, SR 814.41) einhalten. Eine erste Einschätzung der Lärmsituation kann mittels Herstellerangaben (qualifizierte Lärmmessung in unterschiedlichen Abständen zur Windenergieanlage) und einem Situationsplan mit den Abständen zu benachbarten Wohnbauten (beurteilungsrelevante Räume) erfolgen. Dabei sind die maximal möglichen Immissionen entscheidend. Liegen die beurteilungsrelevanten Räume in einem Abstand, wo eine Überschreitung der Planungswerte gemäss LSV klar ausgeschlossen werden kann, sind keine weiteren Abklärungen notwendig. Liegen die beurteilungsrelevanten Wohngebäude in einem kritischen Abstand, muss eine Lärmprognose (Basis EMPA Bericht Nr. 452460) erstellt werden, und zwar durch eine Fachperson, in der Regel ein Ingenieurbüro für Akustik und Lärmbekämpfung.

Auskunftsstelle bei Fragen zu diesem Themenkomplex ist das Interkantonale Labor (IKL), Bereich Umweltschutz.

## **Sind durch den Schattenwurf bewohnte Gebäude betroffen?**

Zum Schattenwurf existieren keine gesetzlichen Vorgaben. Dennoch könnte er ein wichtiger Grund für Einsprachen sein, wenn der bewegte Schatten des Rotors auf benachbarte Wohngebäude fällt. Als Abklärung genügt eine einfache Schattenwurfanalyse, aus der ersichtlich wird, ob der Schatten einer Kleinwindenergieanlage auf ein Nachbarwohngebäude fällt. Dazu existieren im Internet einfach zu bedienende Schattensimulationsprogramme, z.B. unter [www.sonnenverlauf.de](http://www.sonnenverlauf.de).

Auskunftsstelle bei Fragen zu diesem Themenkomplex ist die Energiefachstelle des Kantons Schaffhausen und das Interkantonale Labor (IKL), Bereich Umweltschutz.

## **Verträgt sich die geplante Anlage mit dem Artenschutz?**

Kleinwindenergieanlagen bergen ein Kollisionsrisiko für Vögel und Fledermäuse. Insbesondere Fledermäuse können betroffen sein, da sich Insekten, die Hauptnahrung von Fledermäusen, vorwiegend in Bodennähe aufhalten. Fledermäuse und Vögel sind mehrfach geschützt, u.a. über das eidgenössische Jagdgesetz (JSG, SR 922.0) sowie das Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG, SR 451) und deren Verordnungen. Abklärungen zu Vögeln und Fledermäusen sind deshalb verpflichtender Bestandteil des Baugesuchsdossiers. Im Vordergrund steht der Artenschutz und damit die Frage, ob durch ein Windenergieprojekt der Bestand einer seltenen Art (lokal oder regional) gefährdet werden könnte. Es werden im nachfolgenden Ampelsystem insbesondere diejenigen Arten betrachtet, die auf der Roten

Liste (Kategorien CR, EN, VU, NT) stehen oder als national prioritäre Arten eingestuft werden (zusammengefasst als gefährdete Arten im Ampelsystem). Bei den Vögeln erfolgt eine weitere Konzentration auf die windsensiblen Arten. Die Liste der windsensiblen Vogelarten (Grundlage Vogelwarte Sempach) kann beim Planungs- und Naturschutzamt bezogen werden. Die Untersuchungsperimeter richten sich nach den Aktionsradien der einzelnen Arten.

Je nach Standort geht mit einem neuen Bauobjekt auch ein Lebensraumverlust oder eine Lebensraumbeeinträchtigung einher. Ebenso können nahe gelegene Schutzgebiete beeinflusst werden. Diese Effekte sind durch den Gesuchsteller zu beurteilen. Die kantonale Fachstelle Naturschutz steht bereits vor Baueingabe beratend zur Verfügung, falls dies gewünscht wird.

Eine Ersteinschätzung bezüglich Artenschutz erfolgt auf Anfrage des Gesuchstellers beim Kanton. Die kantonale Fachstelle für Naturschutz verfügt über Datenbanken und entsprechendes Kartenmaterial zu Vögeln und Fledermäusen. Sie entscheidet, ob weitere Abklärungen notwendig sind oder nicht (Ampel auf grün oder nicht grün). Nicht grün bedeutet, dass der Gesuchsteller einen unabhängigen Vogel- und/oder Fledermausspezialisten mit einer fachlichen Beurteilung beauftragt. Sie beinhaltet eine Ortsbegehung. Je nach örtlicher Situation und Datenlage sind Kurzerhebungen der vorkommenden Vogel- und Fledermausarten notwendig. Die Einschätzung des oder der Experten liegt in Form eines Kurzberichts vor (vgl. Beispiel der Pilotanlage im Anhang). Der Experte nimmt eine Einteilung des Standorts in die Kategorien gelb, orange oder rot vor. Das Ampelsystem ist wie folgt definiert:

	<b>Vögel</b>	<b>Fledermäuse</b>	<b>Auflagen</b>
	keine windkraftsensiblen Arten und kein Potenzial	keine gefährdeten Fledermäuse und kein Potenzial	keine, gegebenenfalls Beratung präventive Massnahmen
	windkraftsensible, hofbrütende Arten	strukturgebundene Fledermäuse	Optimierung durch Standortverschiebung und/oder Umgebungsgestaltung möglich
		strukturgebundene und frei fliegende Fledermäuse	Standortoptimierung nicht möglich, Abschaltregime
	windkraftsensible, brütende Arten	Flugkorridor oder Nähe zu Wochenstube	keine Baubewilligung bzw. neue Standortsuche

**Tabelle 1** Ampelsystem für Vögel und Fledermäuse

Ist ein Abschaltregime zum Schutze der Fledermäuse unumgänglich (Fall orange), muss die Kleinwindenergieanlage abgeschaltet werden, wenn folgende Bedingungen kumulativ erfüllt sind:

- März bis Oktober (von November bis Februar sind die Fledermäuse im Winterschlaf)
- Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang
- Lufttemperatur mindestens 5 Grad Celsius
- trockene Witterung bis höchstens Nieselregen
- Windgeschwindigkeit nicht über 8 m/s.

Diese Bedingungen gelten als Standardabschaltalgorithmus (sog. Luzerner Modell). Durch ein zusätzliches Monitoring ist es möglich, die Bedingungen näher einzugrenzen, so dass die Abschaltzeiten verringert werden können. Die Anforderungen an das Monitoring werden zusammen mit der Fledermausfachperson und dem Planungs- und Naturschutzamt festgelegt. Die Kosten eines Monitorings trägt der Bauherr.

Auskunftsstelle bei Fragen zu diesem Themenkomplex ist das Planungs- und Naturschutzamt des Kantons Schaffhausen.

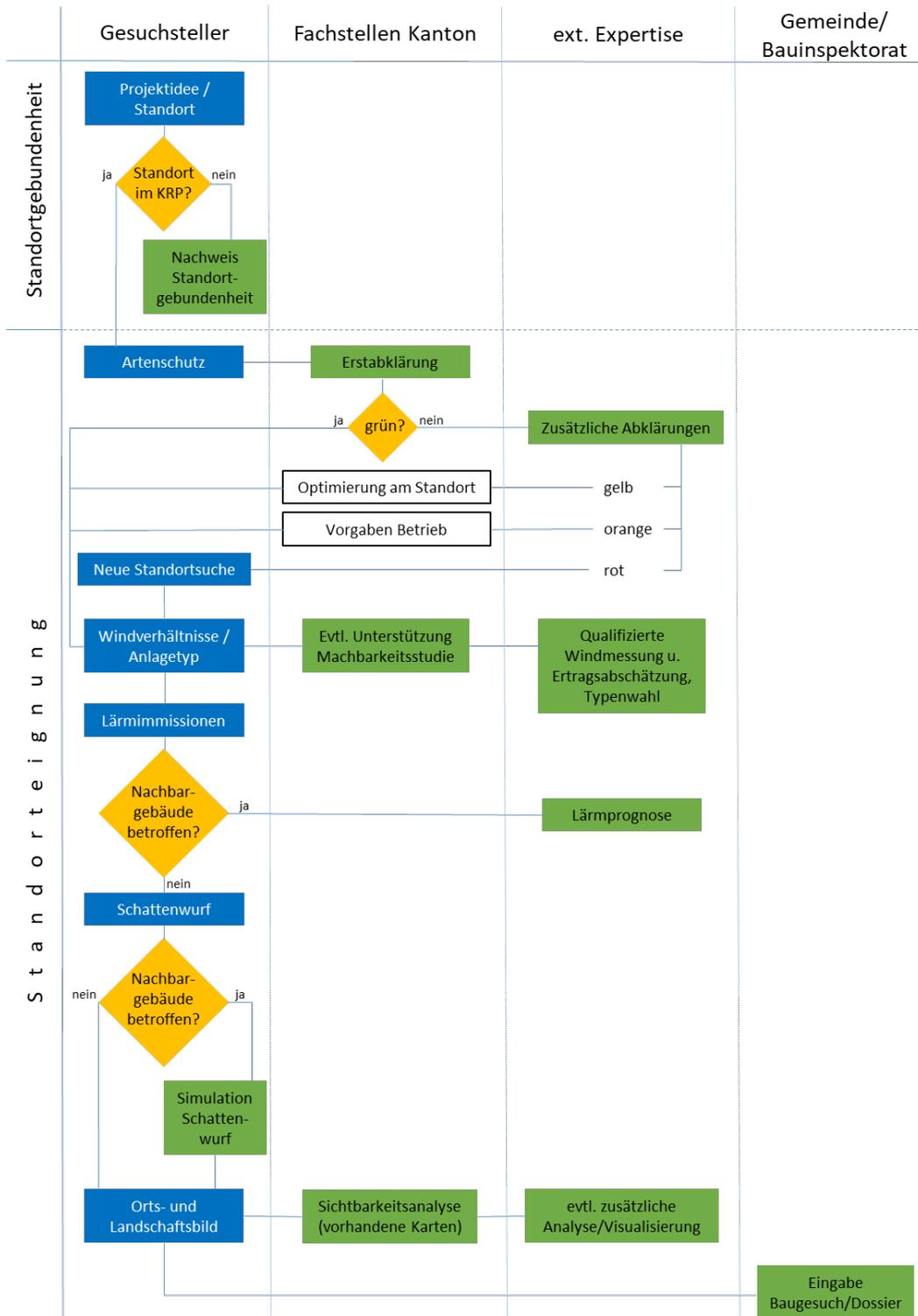
Diese Abklärungen, die schriftlich dokumentiert werden müssen, sind Voraussetzung für das Einreichen des Baugesuchs mit sämtlichen Unterlagen bei der Standortgemeinde. Zum Dossier gehört eine Schlussfolgerung und Bewertung der Anlage auf Basis der verschiedenen Abklärungen.

Falls grosse Unsicherheiten betreffend der Genehmigungsfähigkeit eines Projekts bestehen, kann der Gesuchsteller eine Voranfrage einreichen. Das Projekt wird in diesem Fall durch die zuständigen kantonalen Fachstellen grob geprüft (Vollständigkeit der Unterlagen, Einschätzung der Genehmigungsfähigkeit).

Bestehen Unsicherheiten in Bezug auf allfällige Störungen von Infrastruktureinrichtungen des Bundes (z.B. Windprofiler von MeteoSchweiz, Richtfunk, Anlagen des Militärs) durch Kleinwindenergieanlagen, können die Eckwerte des Projekts über die kantonale Energiefachstelle ans Guichet unique beim Bundesamt für Energie eingereicht werden. Das Guichet unique ist die Koordinationsstelle des Bundes zum Thema Windenergie und leitet die Anfrage an die entsprechenden Bundesstellen weiter. Die Eckwerte beziehen sich insbesondere auf den genauen Standort der geplanten Anlage (Koordinaten), die Typenbezeichnung der Anlage sowie deren Ausmasse. Ein entsprechendes Formular kann beim Guichet unique angefordert werden ([gu@bfe.admin.ch](mailto:gu@bfe.admin.ch)).

Die folgende Abbildung zeigt schematisch den Nachweis der Standortgebundenheit und der Standorteignung. Grundlage für die Standorteignung bilden die Abklärungen betreffend Windverhältnissen/Anlagentyp, Lärmimmissionen, Schattenwurf und Arten- und Landschaftsschutz. Der Ablauf kann chronologisch auch anders verlaufen. In der Regel wird bei der kritischsten Stelle begonnen, so dass unnötige Abklärungen verhindert werden können. Häufig ist die Abklärung ein iterativer Prozess mit mehreren Rückkoppelungen. Einzelne Abklärungen können selbstverständlich auch parallel durchgeführt werden.

## Notwendige Abklärungen bis zur Baugesuchseingabe



**Abbildung 3** Anmerkung zur Abbildung: Einzelne Fragen können auch parallel abgeklärt werden.

# 5

## **Baubewilligungsverfahren**

Die Baubehörde der Standortgemeinde prüft die Unterlagen auf Vollständigkeit und leitet sie weiter ans kantonale Bauinspektorat. Sind die Dokumente vollständig und ausreichend, wird das Baugesuch im Amtsblatt ausgeschrieben und während 30 Tagen in der Standortgemeinde öffentlich aufgelegt.

Gestützt auf die eingereichten Unterlagen nimmt die kantonale Baubewilligungsbehörde eine umfassende Interessenabwägung vor. Dabei werden die KNHK und die von der Materie betroffenen kantonalen Fachstellen zur Stellungnahme eingeladen.

# 6

## **Ausserbetriebnahme**

Nach der Ausserbetriebnahme einer Kleinwindenergieanlage muss sie zurückgebaut werden. Mit der Baubewilligung ist deshalb eine Auflage zu erlassen, wonach die Anlage(n) nach der Ausserbetriebnahme zu entfernen und der ursprüngliche Zustand wiederherzustellen ist. Eine Anmerkung im Grundbuch gemäss Art. 44 Abs. 1 Bst. b der Raumplanungsverordnung (RPV, SR 700.1) sowie eine Kapitalsicherung (z.B. mittels Bankgarantie oder Sperrkonto) sind zu prüfen.

# 7

## **Sonderfall Mikrowindanlage**

Mikrowindenergieanlagen sind Kleinwindenergieanlagen, welche auf bestehenden Wohngebäuden installiert werden können und über eine elektrische Leistung von maximal 5 Kilowatt (kW) verfügen. Die Bewilligung von Mikrowindenergieanlagen liegt innerhalb der Bauzone in der Kompetenz der Gemeinde. Ausserhalb der Bauzone entscheidet der Kanton über solche Anlagen. Zum Baugesuchsdossier gehört ein Lärmschutznachweis (analog Wärmepumpendeklaration), welcher es der Gemeindebehörde erlaubt, die Einhaltung der Lärmschutzgesetzgebung zu prüfen.

Das entsprechende Formular ist unter folgendem Link zu finden: [www.energie.sh.ch](http://www.energie.sh.ch) erneuerbare Energien | Windenergie | Windenergie im Kanton Schaffhausen. Die Prognose berücksichtigt die Herstellerangaben, die lokale Situation (insbesondere die Abstände zu bewohnten Nachbargebäuden und die Lärmempfindlichkeitsstufe der entsprechenden Wohnzone) und die notwendigen Zuschläge. Das Nachweisformular kann durch den Gesuchsteller ausgefüllt werden.

Im Weiteren ist anhand des Naturschutzinventars (Stufe Gemeinde) abzuklären, ob gefährdete Fledermausarten in der näheren Umgebung vorkommen (z.B. eine Wochenstube). Empfehlenswert sind Angaben zum erwarteten Schattenwurf, falls Wohngebäude in der unmittelbaren Umgebung stehen.



**Abbildung 4** Mikrowindenergieanlage auf einem Hausdach (Bildquelle: FuSystems Skywind UG)

# 8

## Empfehlung für Gemeinden

Einige Gemeinden im Kanton Schaffhausen verfügen über kommunale Energie-richtpläne. Falls nicht bereits erfolgt, empfiehlt es sich, dieses Thema auch im Energie-richtplan zu behandeln.

Es wird empfohlen, die Nachbargemeinden frühzeitig über konkrete Projekte zu informieren.

# 9

## Weiterführende Informationen und Grundlagen

Der Kanton Schaffhausen unterstützt Machbarkeitsstudien für Windenergieprojekte. Sie besteht aus einer Windmessung und Auswertung gemäss oben erwähnter Bedingungen. Ebenso gehört eine Ertragsabschätzung anhand einer an die Windverhältnisse angepassten Windenergieanlage dazu. Zusätzlich kann die Abklärung weiterer Fragen in eine Machbarkeitsstudie aufgenommen werden.

Weitere Grundlagen:

- Kantonaler Richtplan, Kapitel Windenergie
- Faltblatt «Wann sind Kleinwindanlagen sinnvoll?», ZHAW 2016
- Konzept Windenergie, Basis zur Berücksichtigung der Bundesinteressen bei der Planung von Windenergieanlagen, Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) 2017
- Broschüre «Energie vom Bauernhof, der Beitrag der Schweizer Bauern zur Energiewende», Landwirtschaftlicher Informationsdienst LID 2010
- Liste der windsensiblen Vogelarten (beim Planungs- und Naturschutzamt zu beziehen)

# 10

## Auskunftsstellen beim Kanton

Fachstelle	Tel. Nr.	E-Mail
Kantonale Planung	052 632 73 23	pna.planung@sh.ch
Nutzungsplanung	052 632 73 87	claudius.neukomm@sh.ch
Bauinspektorat	052 632 73 47	roman.flueckiger@sh.ch
Fachstelle für Naturschutz	052 632 73 24	pna.naturschutz@sh.ch
IKL Lärm	052 632 71 54	niccolo.gaido@sh.ch
Energiefachstelle	052 632 76 37	energie@sh.ch

## **Anhang: Pilotprojekt Oberhallau**

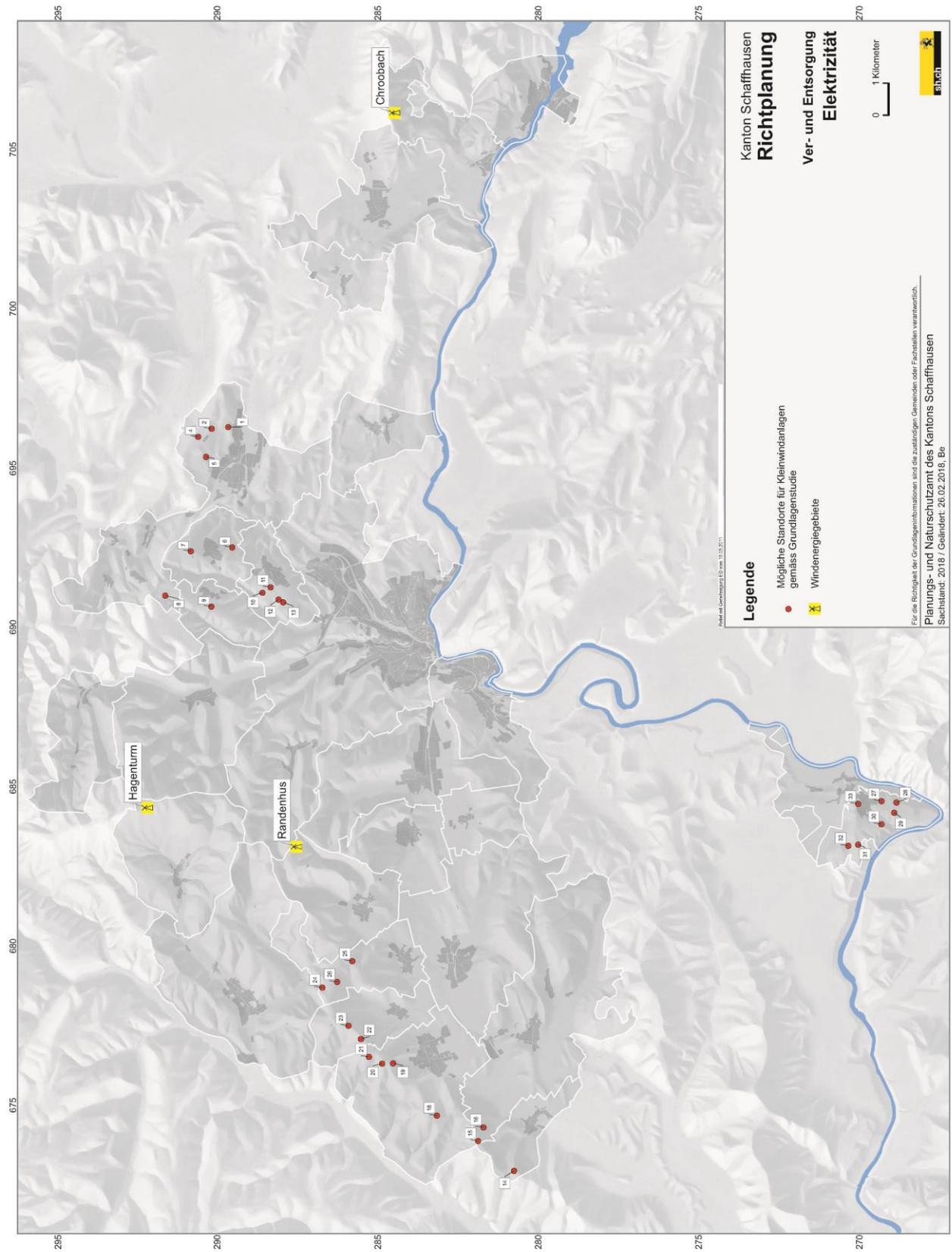
In diesem Anhang zum Leitfaden werden die zu klärenden Fragen anhand eines konkreten Beispiels abgehandelt. Das Beispiel soll dem besseren Verständnis dienen und illustriert, in welcher Qualität und Tiefe die entsprechenden Abklärungen zu erfolgen haben. Es gilt zu betonen, dass die Abklärungstiefe von den Ergebnissen der Erstabklärung abhängt.

Für das vorliegende Projekt wurde im Sommer 2020 ein Baugesuch eingereicht. Das Projekt bildet insofern einen Spezialfall, als dass es sich um eine Gebrauchtanlage handelt, die vom Standort Beringen nach Oberhallau versetzt werden soll.

### **Inhalt:**

- Standort / Standortgebundenheit:
  - Karte der möglichen Standorte für Kleinwindanlagen aus dem kantonalen Richtplan
  - Beurteilung Standort Oberhallau (Hinterer Berghof) aus der Windpotenzialstudie Kanton Schaffhausen 2009
  
- Artenschutz:
  - Ornithologische Fachbeurteilung
  - Fachbeurteilung Fledermäuse
  
- Windverhältnisse / Anlagentyp:
  - Windmessung
  - Ertragserwartung
  
- Lärmimmissionen: Lärmmessung am Standort Beringen und Beurteilung am Standort Oberhallau
  
- Schattenwurf: Beurteilung aufgrund der Schattenwurfsimulation
  
- Orts- und Landschaftsbild: Beurteilung aufgrund der Sichtbarkeitsanalyse
  
- Zusammenfassung und Fazit

**Standort / Standortgebundenheit**



	Standort	Windpotential (25 m ü. G.)		Zuwegung	Netzanschluss	Bemerkung	Anlagen (Anzahl, Typ)	Potential	Investitions kosten	Strom- gestehungs kosten	Kommentar
		1)	2)								
		m/s	m/s								
								3)	4)	5)	
								MWh/a	TCHF	CHF/kWh	
19	Bürgerheim Hallau	2.9 - 3.3	3.10	gut	Im Haus	offene Windlage, aber tiefer gelegen	1 x TN-20	18.5	100	0.51	Schönes Objekt, daher eher kritisch
20	Hallauer Berghöf	2.9 - 3.3	3.30	gut	Im Bauernhaus	offene Windlage, aber tiefer	1 x TN-20	22.0	100	0.43	Hof von Bäumen umgeben
21	Reservior Schorenbuck	3.3-3.8	3.80	gut	Im Berghöf oder Reservoir	offene Windlage	1 x TN-20	30.7	105	0.32	Optimale Windlage, kritisch sind schöne grosse Bäume an der Zuwegung
22	Vorderer Berghöf Hallau	2.9 - 3.3	3.30	gut	Im Bauernhaus	offene Windlage	1 x TN-20	22.0	100	0.43	Bäume in der Umgebung des Hofes, Platzierung daher eher schwierig
23	Hinterer Berghöf Hallau	2.9 - 3.3	3.10	gut	Im Bauernhaus	offene Windlage	1 x TN-20	18.5	100	0.51	Bäume in der Umgebung des Hofes, Platzierung daher eher schwierig
24	Hüstenhof Siblingen	2.9 - 3.3	3.30	gut	Im Bauernhaus	offene Windlage	1 x TN-20	22.0	100	0.43	Optimale Lage, vom Klettgau aus nicht sichtbar
25	Im Berg Siblingen	2.9 - 3.3	3.20	gut	Im Bauernhaus	offene Windlage	1 x TN-20	20.2	100	0.47	Standort auf der anderen Strassenseite
26	Huebhof Siblingen	2.9 - 3.3	3.20	gut	Im Bauernhaus	am Hang, ev. werden SW Winde kanalisiert, NO Winde nicht optimal	1 x TN-20	20.2	100	0.47	Platzierung nicht ganz einfach
27	Sundelen Buchberg	3.3 - 3.8	3.60	gut	Im Bauernhaus	offene Windlage	1 x TN-20	27.2	100	0.35	Im Alpenblick von Buchberg

## **Artenschutz**

# Ornithologische Fachbeurteilung einer Kleinwindanlage bei Oberhallau SH

Stefan Werner



Bericht zuhanden des Planungs- und Naturschutzamts  
Schaffhausen



vogelwarte.ch

# Impressum

## **Ornithologische Fachbeurteilung einer Kleinwindanlage bei Oberhallau SH.**

### **Autor**

Stefan Werner

### **Fotos, Illustrationen (Titelseite)**

Oben: KWEA „Hans“; © Der Landbote; unten: Turmfalke, © M. Burkhardt

### **Zitiervorschlag**

Werner, S. (2019): Ornithologische Fachbeurteilung einer Kleinwindanlage bei Oberhallau SH. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

### **Kontakt**

Stefan Werner, Schweizerische Vogelwarte, Seerose 1, 6204 Sempach

Tel.: 041 462 97 00, 041 462 97 27 (direkt), stefan.werner@vogelwarte.ch

### **© 2019, Schweizerische Vogelwarte Sempach**

Dieser Bericht darf ohne Rücksprache mit dem Planungs- und Naturschutzamt Schaffhausen und der Schweizerischen Vogelwarte Sempach weder als Ganzes noch auszugsweise publiziert werden.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>1. Auftrag</b>	<b>3</b>
<b>2. Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Auswirkungen von KWEA auf Vögel</b>	<b>3</b>
2.1.1 Brut- und Nahrungsgebiet	4
2.1.2 Vogelzug	4
<b>2.2 Verwendung der vorliegenden Beurteilung?</b>	<b>4</b>
<b>3. Anlagentyp</b>	<b>5</b>
<b>4. Beurteilungsgrundlage</b>	<b>5</b>
<b>5. Beurteilung Brutvögel</b>	<b>5</b>
<b>5.1 Ergebnisübersicht</b>	<b>5</b>
<b>5.2 Beurteilung</b>	<b>6</b>
5.2.1 Windkraftsensible Arten	6
<i>Rotmilan und Mäusebussard</i>	6
<i>Turmfalke</i>	6
<i>Wiedehopf</i>	6
<i>Rauchschwalbe</i>	6
<i>Feld- und Heidelerche</i>	7
5.2.2 Nicht windkraftsensible Arten	7
<b>6. Beurteilung Zug- und Gastvögel</b>	<b>7</b>
<b>6.1 Kleinvogelzug</b>	<b>7</b>
<b>6.2 Thermikseglerzug</b>	<b>7</b>
<b>6.3 Gastvögel</b>	<b>7</b>
<b>7. Empfehlungen</b>	<b>8</b>
<b>7.1 Vermeidungsmassnahmen</b>	<b>8</b>
<b>7.2 Monitoring</b>	<b>8</b>
<b>8. Literatur</b>	<b>9</b>

## Zusammenfassung

Im Industriegebiet von Beringen SH steht eine Kleinwindanlage (KWEA) mit drei Rotoren, die zur Optimierung des Energiegewinns an einen windexponierteren Standort oberhalb von Oberhallau verschoben werden soll. Die Anlage mit drei Turbinen weist derzeit eine Höhe von 26,8 m und eine Gesamtbreite von 45 m auf. Jede der drei Turbinen wird von einem Rotor mit jeweils 6 Blättern angetrieben. Am neuen Standort sollen die möglichen Auswirkungen der KWEA auf die Vogelwelt abgeschätzt werden. Aus vorhandenen Datengrundlagen ist ersichtlich, dass das Gebiet eine hohe Artenvielfalt aufweist und zahlreiche gefährdete und prioritäre Vogelarten im näheren Umkreis des geplanten Anlagenstandorts vorkommen. Die meisten festgestellten gefährdeten und prioritären Arten gelten jedoch als nicht windkraftsensibel. Sie sind von Strukturen wie Rebbergen, Hecken, Obstgärten oder Hofstrukturen abhängig. Auf diese Vogelarten ist dann kein Einfluss zu erwarten, wenn deren Lebensräume nicht beeinträchtigt werden und genügend Abstand dazu eingehalten wird. Von den sieben windkraftsensiblen Brutvogelarten im Perimeter kommen drei Arten nicht im näheren Umfeld des geplanten Anlagenstandorts vor (Feld- und Heidelerche sowie Wiedehopf), so dass für diese Arten keine Effekte zu erwarten sind. Bei den vier weiteren windkraftsensiblen Arten stellt sich der Sachverhalt wie folgt dar: Von Rotmilan und Mäusebussard dürften Brutpaare unweit des Standorts bestehen, jedoch ist das Kollisionsrisiko bei diesem Anlagentyp am geplanten Standort für beide Arten als eher gering einzustufen. Für Turmfalke und Rauchschwalbe, die beide im Hofbereich und damit in grosser Nähe des neuen Standorts als Brutvogel vorkommen, besteht jedoch ein erhöhtes Konfliktpotenzial. Beim Turmfalke ist eine Abwägung zwischen Artenförderungsmassnahmen (Nisthilfen im Hofbereich) und Windenergienutzung nötig; bei der Rauchschwalbe sollte der direkte Anflugbereich zu den bestehenden Niststandorten freigehalten werden. Mit einer Verlagerung des aktuell geplanten Standorts weiter weg vom Hof auf den offenen Acker kann der Konflikt mit diesen beiden Arten entschärft werden. Das Konfliktpotenzial mit Zug- und Gastvögeln wird in diesem Fall als gering eingestuft. In vorliegender Beurteilung werden mögliche Vermeidungsmassnahmen und weitere Empfehlungen formuliert.

## 1. Auftrag

Das Planungs- und Naturschutzamt Schaffhausen beauftragte die Schweizerische Vogelwarte am 18. September 2019 damit, einen Standort bei Oberhallau SH für eine Kleinwindanlage (KWEA) bezüglich möglicher Auswirkungen auf die Vogelwelt fachlich zu beurteilen. Im Fokus stehen gemäss Auftrag Vogelarten der Roten Liste und/oder von Nationaler Priorität. Es sollen auch allfällige Vermeide- oder Begleitmassnahmen vorgeschlagen werden.

## 2. Einleitung

### 2.1 Auswirkungen von KWEA auf Vögel

Weltweit steigt die Anzahl errichteter KWEA stetig an. Die Auswirkungen solcher Anlagen auf die Tierwelt sind bis anhin jedoch kaum untersucht worden und daher grösstenteils unbekannt (Park et al. 2013). Bekannt ist, dass unter KWEA ebenfalls Kollisionsopfer von Vögeln und Fledermäusen gefunden werden (Minderman et al. 2015, Thomsen et al. 2017). Für Grossbritannien errechneten Minderman et al. (2015) eine Kollisionsrate von 0,08–0,28 Vögeln pro KWEA pro Jahr (Sucheffizienz und Verschwinde rate wurden dabei berücksichtigt). Die Liste der gefundenen Kollisionsopfer wurde entsprechend dem Standort der untersuchten KWEA von Möwen und Tauben angeführt. Es traten aber

auch Kollisionsopfer bei Krähen, Schwalben, Star, Amsel, Grünfink, Turmfalke und in einem Fall von einer Eule unbestimmter Art auf. In Norddeutschland fanden Thomsen et al. (2017) Schlagopfer bei Dohle, Krähen, Star, Bachstelze, Distelfink und Turmfalke. Sie errechneten eine Kollisionsrate von 1,15 Vögeln pro KWEA pro Jahr (Sucheffizienz und Verschwinderate berücksichtigt). Vor diesem Hintergrund verweisen wir bei der Auswahl von Standorten für KWEA auf denselben Grundsatz, den wir auch für grosse WEA empfehlen: „1. Meiden von Konflikten, 2. Minimieren der Auswirkungen auf Vögel, 3. Falls möglich, Kompensation durch Ersatzmassnahmen“ (Schweizerischen Vogelwarte 2016).

### **2.1.1 Brut- und Nahrungsgebiet**

Brutvögel aus der näheren Umgebung und nahrungssuchende Vögel können mit KWEA kollidieren. Da KWEA meist in Gebäudenähe errichtet werden, scheinen vor allem Arten betroffen zu sein, die sich nahe von Gebäuden aufhalten. Der Bau von KWEA könnte für die Vögel auch zu Habitatveränderungen führen, z.B. für Arten der offenen Landschaft, die Gebiete mit vertikalen Strukturen meiden.

### **2.1.2 Vogelzug**

Der herbstliche Vogelzug über Mitteleuropa erfolgt generell auf breiter Front Richtung Südwesten (Bruderer 1996). Etwa zwei Drittel der Vogelarten fliegen nachts. Auf dem Tagzug fliegen im Schweizerischen Mittelland durchschnittlich 50 % der Vögel in der bodennahen Luftschicht bis 400 m über Boden. Bei Gegenwind und tief hängenden Wolken ist der Zug insgesamt schwächer als bei geeigneteren Wetterbedingungen, doch fliegen dann viele Vögel tagsüber auch in den untersten 50 m über Boden. Unter solchen Bedingungen können auf Kuppen und Bergrücken starke Zugvogelkonzentrationen entstehen. Während der Nacht fliegen durchschnittlich 50 % der Vögel unter 600 m (Bruderer & Liechti 2004), wobei sie in der Regel die untersten 30 m meiden, um Zusammenstösse mit Hindernissen zu vermeiden (Liechti & Bruderer 1986). Bei Gegenwind in höheren Lagen weichen auch nachziehende Vogelarten in bodennähere Luftschichten aus. Die geringe Höhe von KWEA dürfte in den meisten Fällen für den Breitfrontzug der Kleinvögel (Tag- und Nachtzug), kein Hindernis darstellen. Eine Konfliktsituation könnte sich an exponierten Stellen ergeben, wo sich Vögel unter Umständen topografiebedingt ansammeln könnten.

## **2.2 Verwendung der vorliegenden Beurteilung?**

Falls die Planungen weiterverfolgt und die vorliegende Beurteilung als Teil eines Berichts im Rahmen eines Bewilligungsverfahrens verwendet werden sollte, ist die Beurteilung dem Bericht unverändert als Ganzes beizulegen, entweder direkt in den Bericht unter dem entsprechenden Kapitel oder, falls das aus organisatorischen oder administrativen Gründen nicht geht, in dessen Anhang. Falls die Beurteilung in den Anhang kommt, möchten wir darauf hinweisen, dass

- sowohl vorne im entsprechenden Kapitel des Berichts auf die Originalbeurteilung im Anhang hingewiesen wird,
- für das entsprechende Kapitel des Berichts vorne mindestens unsere Zusammenfassung ohne Veränderung übernommen wird,
- und dass wir erwarten, falls zur Zusammenfassung noch zusätzliche Textpassagen verfasst werden, die sich auf unsere Beurteilung beziehen, den Text vor der Abgabe noch gegenzulesen.

Erschliessungen und weitere Infrastrukturen der KWEA werden hier nicht beurteilt.

### 3. Anlagentyp

Im Industriegebiet von Beringen SH steht eine KWEA mit drei Rotoren, die zur Optimierung des Energiegewinns an einen windexponierteren Standort oberhalb von Oberhallau verlagert werden soll. Die Anlage weist derzeit eine Höhe von 26,8 m und eine Gesamtbreite von 45 m auf. Jede der drei Turbinen wird von einem Rotor mit jeweils 6 Blättern angetrieben. Der Durchmesser eines jeden Rotors liegt bei 14 m, die gesamte überstrichene Fläche beträgt etwa 460 m<sup>2</sup>.

Der aktuell anvisierte Standort befindet sich im Bereich einer Krete unweit eines Hofes (Hintere Berghöfe) mit Beständen alter Obst- und Nussbäume. Die Parzelle GB 658, auf der die KWEA neu errichtet werden soll, wird derzeit ackerbaulich genutzt. Das Gelände befindet sich zwischen zwei Strassen und ist geneigt. Um den nötigen Bodenabstand bergwärts zu erreichen, müsste der Sockelfuss erhöht werden. Die Gesamtanlage soll aber eine maximale Höhe von 30 m einhalten (gemessen am Sockelfuss).

### 4. Beurteilungsgrundlage

Vom Kanton Schaffhausen wurde uns ein Auszug der Brutvogelarten aus der **nationalen Datenbank** mit den National und Kantonalen Prioritären Vogelarten im Umkreis von 1,5 km um den geplanten Anlagenstandort zur Beurteilung übermittelt. 2019 wurde zur Brutzeit durch Stephan Trösch in etwa 300 m Umkreis um den geplanten Anlagenstandort eine **Revierkartierung aller Brutvögel** durchgeführt und in einem Bericht erfasst („Ornithologische Bestandsaufnahme. Oberhallauer Berg, „Hintere Berghöfe“ 8216 Oberhallau SH. Projekt für eine Kleinwindanlage auf dem Oberhallauer Berg. Landenergie Schaffhausen“). Die Ergebnisse wurden vom Kartierer ausgewertet, sie sind bislang bezüglich der möglichen Auswirkungen der KWEA aber noch nicht interpretiert. Um diese Interpretation zu ermöglichen fand am 29. Oktober 2019 eine **Vorortbegehung** mit Hansueli Graf, dem Initianten von Landenergie Schaffhausen, Petra Bachmann vom Planungs- und Naturschutzamt Schaffhausen, Thomas Volken von der Energiefachstelle, Hubert Krättli vom Fledermausschutz Schweiz und Stefan Werner von der Schweizerischen Vogelwarte statt. Vor Ort wurden die Vor- und Nachteile des Standorts erläutert und diskutiert.

### 5. Beurteilung Brutvögel

#### 5.1 Ergebnisübersicht

Im Umkreis um den geplanten Anlagenstandort befinden sich mit Rebbergen, Hecken, extensive Wiesen, Ackerflächen, Hofstrukturen und Obstgärten zahlreiche wertvolle Lebensräume für Vögel. In 1,5 km Umkreis um den angedachten Standort wurden acht Kantonal Prioritäre Vogelarten nachgewiesen: Bluthänfling, Feldlerche, Gartenrotschwanz, Grauammer, Heidelerche, Wendehals, Wiedehopf und Zaunammer. Mit der Feld- und der Heidelerche sowie dem Wiedehopf befinden sich darunter drei windkraftsensible Vogelarten.

Bei der Kartierung im Jahr 2019 wurden von Stephan Trösch in drei Begehungen insgesamt 29 Arten im Umkreis von ca. 320 m um den Anlagenstandort erfasst. Unter den 29 Arten, die Reviere in der nächsten Umgebung um den Anlagenstandort aufweisen, befinden sich ebenfalls gefährdete und National und Kantonal Prioritäre Vogelarten. Folgende vier Arten gelten als windkraftsensibel: Turmfalke, Rauchschwalbe, Rotmilan und Mäusebussard. Bei der Schleiereule, die offenbar ehemals im Hofbereich brütete, wurde in der Literatur ebenfalls diskutiert, ob sie gegenüber KWEA als windkraftsensibel gelten müsste.

## 5.2 Beurteilung

Aufgrund der vorliegenden, aktuellen Daten ist eine Einstufung der möglichen Auswirkungen grundsätzlich möglich. Insgesamt ist die Artenvielfalt in etwa 300 m Umkreis um den geplanten Anlagenstandort mit 29 brutverdächtigen Arten beachtlich hoch. Die festgestellten sicheren Brutvogelarten profitieren im Wesentlichen von den Hecken und Strukturen um den Hof. Das Kulturland zwischen den Berghöfen spielt dabei eine wichtige Rolle. Feldvogelarten der Offenlandschaft wurden im untersuchten Nahbereich der KWEA nicht festgestellt.

### 5.2.1 Windkraftsensible Arten

#### Rotmilan und Mäusebussard

Beide Greifvogelarten sind windkraftsensibel. Bei KWEA ist davon auszugehen, dass sich die Effekte der Windkraftnutzung auf diese Arten gegenüber grossen WEA deutlich reduzieren. Die Vogelwarte empfiehlt bei grossen Anlagen keinen Abstand zu Brutvorkommen des Mäusebussards, da dieser weitverbreitet und häufig ist.

Der Rotmilan gilt als an Windkraftanlagen besonders gefährdet (Dürr & Langgemach 2006). Die Schweiz trägt für ihn eine hohe internationale Verantwortung, da sie einen erheblichen Anteil des Bestands beheimatet. Beim Rotmilan empfehlen wir einen Abstand von 1,5 km zu Gebieten mit hoher Brutdichte (ab 0,2 Brutpaare/km<sup>2</sup>) zum Erhalt des Bestands (Werner et al. 2019). Im Nahbereich der Anlage scheint das Revier eines Rotmilan-Brutpaares zu liegen. Aufgrund der auffälligen Bauweise der KWEA gehen wir aber davon aus, dass die Anlage selbst für den Rotmilan gut sichtbar sein sollte, da er sich bei der Nahrungssuche im Flug stets stark Richtung Boden orientiert. Wir schätzen die Kollisionsgefahr an der KWEA als gering ein, dennoch sind Kollisionen mit dem Rotmilan nicht auszuschliessen.

#### Turmfalke

Der Turmfalke ist windkraftsensibel. Bei KWEA ist zwar davon auszugehen, dass sich die Effekte der Windkraftnutzung gegenüber grossen WEA reduzieren. Die Vogelwarte empfiehlt bei grossen Anlagen keinen Abstand zu Brutvorkommen des Turmfalken, der eine National Prioritäre Vogelart in der Schweiz ist, inzwischen aber wieder weitverbreitet vorkommt. Allerdings ist zu beachten, dass das Risiko für diese Art am geplanten Standort erhöht ist, da ein Paar in Hofnähe brütet und auch durch Nisthilfen gefördert wird. Zwischen der Förderung der Art und der Windkraftnutzung besteht ein Interessenskonflikt. Kollisionen sind insbesondere bei einem hofnahen Anlagenstandort als wahrscheinlich zu beurteilen.

#### Wiedehopf

Der Abstand zu Brutvorkommen des windkraftsensiblen Wiedehopfes liegt bei etwa 500–600 m. Die Distanzempfehlung für grosse WEA zum Brutvorkommen des Wiedehopfs wird damit unterschritten, allerdings ist in etwa 500 m Abstand in vorliegender Situation nicht mit Auswirkungen zu rechnen. Der Mindestabstand beim Wiedehopf ist mit Scheueffekten durch die Struktur der bis über 200 m hohen WEA begründet. Diese Effekte schwächen sich bei geringer Höhe einer KWEA entsprechend ab. Die Rebberge in denen der Wiedehopf vorkommt, sind weit genug entfernt und topografisch abgeschirmt. Die Anlage ist von den Brutgebieten aus kaum zu sehen, so dass keine Ausweicheffekte zu erwarten sind.

#### Rauchschwalbe

Schwalben gelten als windkraftsensibel. Vor allem bei KWEA, die sich in der Anflugrichtung zu Brutplätzen an Gebäuden oder Ställen befinden, ist mit vermehrten Konflikten zu rechnen. Bei Schwalben sind daher stärkere Effekte von KWEA zu erwarten als bei sehr grossen WEA. Die Vogelwarte emp-

fehlt bei grossen Anlagen keinen Abstand zu Brutvorkommen von Schwalben. Bei KWEA jedoch sind Kollisionen insbesondere bei einem hofnahen Anlagenstandort als wahrscheinlich zu beurteilen. Daher ist zu beachten, dass die Anlage so platziert wird, dass sie sich weder in der Anflugschneise noch in grosser räumlicher Nähe der Nistplätze befindet. Wird ein Abstand von über 100 m eingehalten, der nicht im direkten Anflugweg befindet dürfte sich der Konflikt nach unserer Einschätzung entschärfen.

### **Feld- und Heidelerche**

Die Standorte der jeweiligen Reviere der windkraftsensiblen Lerchenarten liegen jeweils 500–600 m entfernt. Somit wird zu den Lerchenvorkommen der Abstand eingehalten, der von der Schweizerischen Vogelwarte für grosse Windenergieanlagen empfohlen wird (Werner et al. 2019). Die Brutvorkommen beider Lerchenarten sind weit genug entfernt und zudem topografisch abgeschirmt. Die Anlage ist von den Brutgebieten aus für die Lerchen nicht oder nur minimal zu sehen, so dass keine Ausweichreaktionen zu erwarten sind.

### **5.2.2 Nicht windkraftsensible Arten**

Bei den nicht windkraftsensiblen Arten ist nicht mit wesentlichen Auswirkungen der KWEA zu rechnen. Um den Schutz dieser Arten nicht zu gefährden, sollten wertgebende Strukturen wie Baumreihen, Hecken und Obstgärten in jedem Fall erhalten bleiben. Wird das Projekt umgesetzt, sollte bei der definitiven Festlegung des Standorts gemäss dem Vorsorgeprinzip der Abstand zu diesen Strukturen aber so gross wie möglich gehalten werden.

## **6. Beurteilung Zug- und Gastvögel**

### **6.1 Kleinvogelzug**

Nachts meiden ziehende Kleinvögel in der Regel die untersten 30 m, um Zusammenstösse mit Hindernissen zu vermeiden (Liechti & Bruderer 1986). Tagsüber können insbesondere bei Gegenwind viele Vögel auch in den untersten 50 m über Boden fliegen. Die geringe Höhe von KWEA dürfte in den meisten Fällen für den Breitfrontzug der Kleinvögel also kein Hindernis darstellen. Eine Konfliktsituation könnte sich in der Kretenlage ergeben, wo sich Vögel unter Umständen topografiebedingt ansammeln könnten. Für tagziehende Kleinvögel sollte dies im Bereich der Krete des geplanten Standorts aufgrund diverser räumlicher Ausweichmöglichkeiten und guter Sichtbarkeit der Anlage (Bauweise, jeweils 6 breite Rotorblätter pro Turbine) aber nicht der Fall sein, nachtziehende Arten fliegen höher.

### **6.2 Thermikseglerzug**

Aufgrund der geringen Anlagenhöhe und der guten Sichtbarkeit ist ein Effekt auf tagsüber ziehende Greifvögel und Störche unwahrscheinlich.

### **6.3 Gastvögel**

Der Rotmilan tritt im Gebiet sowohl als Brutvogel als auch als Wintergast und Gastvogel auf. In der näheren Umgebung der Anlage ist kein Rotmilanschlafplatz bekannt. Der traditionelle Rotmilanschlafplatz bei Wilchlingen, an dem bis über 100 Rotmilane nächtigen können, ist vom aktuell geplanten Standort deutlich mehr als den von uns für grosse WEA empfohlenen 5 km entfernt (Werner et al. 2019). Für die tagaktiven Vögel ist die Anlage aufgrund der ihrer Bauweise gut sichtbar.

## 7. Empfehlungen

### 7.1 Vermeidungsmassnahmen

Artenförderungsmassnahmen im näheren Umkreis zugunsten von Lerchen oder Schwalben sowie Turmfalke stehen der KWEA-Nutzung entgegen. Bestehende Nisthilfen für Turmfalken oder Eulen unweit des geplanten Standorts erhöhen das Kollisionsrisiko für diese Arten deutlich. Da artenfördernde Massnahmen für Vögel im Gebiet bestehen, ist eine Abwägung der Interessen mit entsprechenden Konsequenzen nötig. Wir empfehlen eine Verlegung des Anlagenstandorts in grössere Distanz von den Niststandorten und Habitatstrukturen. Falls das Projekt realisiert wird, sollten im Nahbereich der KWEA keine ökologischen Aufwertungen stattfinden, die Vögel anlocken.

Falls das Projekt umgesetzt werden sollte, empfehlen wir, alle neuen Stromleitungen unterirdisch zu führen. Sollte dies nicht möglich sein, ist das Thema Vogelschutz in die Planung der Linienführung einzubeziehen. Zusätzlich sollte der Einfluss aller weiteren Infrastrukturanlagen entsprechend mitberücksichtigt werden.

Auf eine permanente Beleuchtung der Anlagen in der Nacht wäre unbedingt zu verzichten, da des Nachts ziehende Zugvögel bei schlechter Sicht durch Licht angezogen werden. Wenn aufgrund des Luftfahrtgesetzes eine Beleuchtung notwendig sein sollte, empfehlen wir rote Blinklichter, da diese nach aktuellen Kenntnissen deutlich weniger Anziehungswirkung besitzen. Die Anlagen dürften nicht tarntfarben gestrichen werden, damit sie sowohl tags als auch nachts für Vögel sichtbar sind.

Abschaltregelungen für die KWEA bei Mahd im Umfeld der Anlagen zum Schutz des Rotmilans für zwei Tage bzw. eine angepasste Bewirtschaftung zur Vermeidung einer zusätzlichen Anlockung sind als weitere Auflagen bei der Bewilligung sinnvoll. Diese Massnahmen müssten für diesen KWEA-Standort für die gesamte Betriebsdauer im Umkreis von mindestens 150 m gewährleistet sein.

### 7.2 Monitoring

Zum effizienten Nachweis von Kollisionsopfern wäre über ein Jahr eine Suche alle zwei Tage nötig, zudem müsste die Sucheeffizienz und Verschwinderate berücksichtigt werden. Aufgrund der geringen bislang bekannten Kollisionsraten von Vögeln an KWEA (zwischen 0,08 und 1,15 Vögeln pro KWEA pro Jahr) erachten wir ein Schlagopfermonitoring für Vögel daher als unverhältnismässig. Sind allerdings von Seiten des Fledermausschutzes solche Untersuchungen angedacht, sollten Vögel in die Suche miteinbezogen werden.

Ein Bestandsmonitoring der nicht windkraftsensiblen Arten im Umfeld der KWEA erachten wir aufgrund des nicht zu erwartenden Einflusses und der hohen natürlichen Schwankungen im Bestand nicht als sinnvoll. Der Bestand der Rauchschwalben oder der Bruterfolg des Turmfalken könnte bei der Realisierung des Projekts hingegen gezielt beobachtet werden. Ein direkter Schluss auf die potenziellen Auswirkungen der KWEA aufgrund dieser Daten allein wird u.a. aufgrund der Stichprobengrösse und fehlenden direkten Beobachtungen nicht möglich sein, es könnten sich aber zumindest Hinweise ergeben.

## 8. Literatur

- Bruderer, B. (1996): Vogelzugforschung im Bereich der Alpen 1980-1995. *Der Ornithologische Beobachter* 93: 119–130.
- Bruderer, B. & F. Liechti (2004): Welcher Anteil ziehender Vögel fliegt im Höhenbereich von Windturbinen? *Der Ornithologische Beobachter* 101: 327–335.
- Dürr, T. & T. Langgemach (2006): Greifvögel als Opfer von Windkraftanlagen. S. 483–490 in: M. Stubbe & A. Stubbe (Hrsg.): *Populationsökologie von Greifvogel- und Eulenarten*; Band 5, Halle/Saale.
- Liechti, F. & B. Bruderer (1986): Einfluss der lokalen Topographie auf nächtlich ziehende Vögel nach Radarstudien am Alpenrand. *Der Ornithologische Beobachter* 83: 35–66.
- Minderman, J., E. Fuentes-Montemayor, J. W. Pearce-Higgins, C. J. Pendlebury & K. J. Park (2015): Estimates and correlates of bird and bat mortality at small wind turbine sites. *Biodiversity and Conservation* 24: 467–482.
- Park, K. J., A. Turner, J. Minderman & C. Elphick (2013): Integrating applied ecology and planning policy: The case of micro-turbines and wildlife conservation. *J Appl Ecol* 50: 199–204.
- Schweizerische Vogelwarte (2016): *Standpunkt Windenergienutzung und Vogelschutz*. Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- Thomsen, K.-M., H. Hötter, A. Evers, L. Schmidt & J. Sohler (2017): Mortality and displacement of birds at small wind turbines: Conference on wind energy and wildlife impacts, Estoril, Portugal.
- Werner, S., J. Aschwanden, D. Heynen & H. Schmid (2019): *Vögel und Windkraft: Untersuchung und Bewertung von UVP-pflichtigen Windkraftprojekten. Empfehlungen der Schweizerischen Vogelwarte*. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

bat conservation switzerland stiftungfledermausschutz  
fondation protection chauves-souris fondazione protezione  
pipistrelli fundaziun proteziun mez mieurs e mez utschels



Fachbeurteilung Fledermäuse:

**Fallbeispiel Kleinwindanlage «Hans», Oberhallau SH**



Fachbeurteilung Fledermäuse: Fallbeispiel Kleinwindanlage «Hans», Oberhallau SH

**zuhanden des Planungs- und Naturschutzamtes Schaffhausen:**

KANTON SCHAFFHAUSEN  
Baudepartement  
Planungs- und Naturschutzamt

Frau Petra Bachmann, Ressortleiterin Naturschutz  
Beckenstube 11  
8200 Schaffhausen

**Zitervorschlag:**

Krättli H. 2019: Fachbeurteilung Fledermäuse: Fallbeispiel «Hans», Oberhallau. 17 S.

Zürich, 02.12.2019

## Zusammenfassung

In Oberhallau SH, Hinterer Berghof, soll eine dreinabige Windanlage des Modelltyps «Hans» mit jeweils 6 Rotoren erstellt werden. Windkraftanlagen können Fledermäuse gefährden, in erster Linie indem sie bei Kollisionen erschlagen werden oder durch Barotraumata infolge grosser durch die Rotoren erzeugter Druckunterschiede an Embolien sterben. Fledermäuse sind bundesrechtlich geschützt. Viele Arten stehen auf der Roten Liste der bedrohten Arten und ebenso viele werden vom Bund als von «Nationaler Priorität» eingestuft.

Im Auftrag des Planungs- und Naturschutzamtes Schaffhausen wurde die vorliegende Fachbeurteilung erstellt zwecks Risikoanalyse und Massnahmenvorschlägen zur Vermeidung, Verminderung und allfälliger Kompensation einer unvermeidbaren Restmortalität.

Der geplante Standort befindet sich in einer naturnahen Umgebung auf einem Hügelzug bei einem Hof, der strukturell (Bäume, Hecken) gut an die weitere Umgebung angebunden ist. Im Einflussperimeter sind mehrere gefährdete und National Prioritäre Fledermausarten nachgewiesen worden. Über das Vorkommen am Standort selber liegen jedoch nur unzureichende Datengrundlagen vor, weshalb keine abschliessende Beurteilung über negative Einflüsse gemacht werden kann. Das Konfliktpotential am Standort wird jedoch als hoch erachtet, die Anlage kann aus Sicht des Fledermausschutzes aber gebaut werden.

Als grundsätzliche Massnahme sollte Standort der Anlage von der unmittelbaren Hofnähe weiter in Richtung Südwesten verlagert werden, weg von den für Fledermäuse als Jagdlebensräume und Flugkorridor attraktiv eingestuft Gebäuden, Hecken und Bäumen - mehr in die offene Landschaft hinein. Dadurch dürfte sich eine allfällige Mortalität mindern lassen.

Aufgrund der unzureichenden Datenbasis aber dem hohen Konfliktpotential schlägt die Stiftung Fledermausschutz zusätzlich eine der folgenden Massnahmen vor:

- a) Pauschaler Abschaltalgorithmus: Unter bestimmten Umweltbedingungen, d.h. bei erwarteter Fledermausaktivität, soll die Anlage abgeschaltet werden. Standortsspezifische Aktivitäten von Fledermäusen werden dabei nicht berücksichtigt.
- b) Inbetriebnahme der Anlage mit einem pauschalen Abschaltalgorithmus gemäss Szenario a) gefolgt von Untersuchungen zwecks Ermittlung eines standortsspezifischen Abschalt-Algorithmus. Die Ertragseinbussen durch standortsspezifische Abschaltalgorithmen sind in der Regel geringer als beim pauschalen Abschaltalgorithmus.
- c) Verfahren analog UVP-pflichtigen Anlagen: 1 Jahr Pre-construction-Monitoring zwecks Ermittlung eines standortsspezifischen Algorithmus'. Nach dem Bau der Anlage 3 Jahre Erfolgskontrolle und allenfalls Anpassung des Algorithmus'.

## Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage.....	4
2	Einleitung.....	4
2.1	Allgemeine Problematik Fledermäuse und Windenergie .....	5
2.2	Allgemeine Lösungen .....	6
2.3	Allgemeine Einschätzung kleine und mittelgrosse Windenergieanlagen .....	7
3	Fledermausarten und Standort.....	7
3.1	Grundlagen.....	7
3.2	Fledermausarten .....	8
3.1	Standort.....	9
4	Evaluation.....	11
5	Empfehlungen .....	13
5.1	Vermeidungsmassnahmen .....	13
5.2	Verminderungsmassnahmen .....	13
5.3	Kompensationsmassnahmen .....	14
5.4	Rolle des Fledermausschutzes .....	15
6	Literaturverzeichnis und verwendete Quellen .....	16

## 1 Ausgangslage

In Oberhallau SH, Hinterer Berghof, ist eine dreinabige Kleinwindanlage des Modelltyps «Hans» mit jeweils 6 Rotoren geplant. Die Gesamthöhe beträgt je nach Sockelhöhe zwischen rund 24 und 27 Metern. Die Breite der in einer Reihe geschalteten Rotoren beträgt 42.5 m. Die Ausladung der Rotoren 42.5 m x 14 m mit einer Gesamtrorfläche von gut 460 m<sup>2</sup>. Aufgrund der Höhe, der Leistung und der Rotorfläche handelt sich somit um eine mittelgrosse Anlage.

Die Anlage «Hans» soll bereits ab 1.5 m/s Wind Strom produzieren, wodurch sie sich als Schwachwindanlage auszeichnet. Sie soll bei einer Leistung von 400'000 kWh pro Jahr Strom für rund 100 Haushalte liefern.

Das Planungs- und Naturschutzamt Schaffhausen hat die Stiftung Fledermausschutz im September zu einer fachlichen Beurteilung der Auswirkungen der Kleinwindanlage auf Fledermäuse beauftragt. Der Auftrag beinhaltet eine Evaluation der nachgewiesenen Fledermausarten im Einflussperimeter der Anlage, eine örtliche Begehung (Standortevaluation) und Besprechung, sowie eine schriftliche Fachbeurteilung und allfällige Massnahmenvorschläge. Die vorliegende Stellungnahme stützt sich auch auf das schweizweit verwendete *Raster Vorabklärung Einflusssrisiken auf Fledermäuse infolge eines Windkraftprojektes* ab.

## 2 Einleitung

Die 30 einheimischen Fledermausarten repräsentieren rund einen Drittel der wildlebenden Säugetierarten der Schweiz und sind relevant für die Biodiversität. Die Weibchen bringen meist nur ein einziges Jungtier pro Jahr zur Welt. Um diese geringe Fortpflanzungsrate zu kompensieren, können Fledermäuse über 30 Jahre alt werden (durchschnittliche Lebenserwartung rund fünf Jahre, wobei v.a. im ersten Lebensjahr viele Jungtiere umkommen). Das Überleben der einheimischen Fledermauspopulationen hängt somit hauptsächlich von der Langlebigkeit der Tiere ab. Auch eine nur geringe zusätzliche Sterblichkeit von adulten Tieren (im Vergleich mit z. B. Mäusepopulationen) kann deshalb Auswirkungen auf eine ganze Fledermaus-Population haben. Eine erhöhte Mortalität kann bei Fledermäusen nicht durch höhere Geburtsraten kompensiert werden.

Fledermauspopulationen reagieren sehr empfindlich auf jede zusätzliche Mortalität aufgrund von menschlichen Aktivitäten und können deshalb auch durch Windenergieanlagen bedroht werden. Weitere Beeinträchtigungen können durch den Verlust von Lebensraum durch den Bau einer Anlage entstehen (z.B. Verlust von Jagdlebensraum oder Tagesschlafverstecken durch die Rodung von Bäumen oder Beleuchtungen)

Die Bestände vieler Fledermausarten sind seit der Mitte des 20. Jahrhunderts zusammengebrochen. Mehr als die Hälfte der evaluierten Fledermausarten ist bedroht und steht auf der Roten Liste. 19 Fledermausarten werden vom Bund als National Prioritär eingestuft. Fledermäuse sind bedroht und alle Arten sind deshalb bundesrechtlich geschützt (*Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG)* sowie *Übereinkommen über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume*). Die Populationen sind zudem gestützt auf das *UNEP/Eurobats-Abkommen* zu erhalten.

## 2.1 Allgemeine Problematik Fledermäuse und Windenergie

Fledermäuse orientieren sich im Dunkeln mithilfe der Echos ihrer Ultraschalllaute. Da Fledermäuse mittels dieser Echoorientierung nur die nähere Umgebung (meist nur wenige Meter Reichweite) und dies nur in einem engen Schalltrichter von rund 60 Grad erfassen können, können sie die Rotoren, die sich bei Windenergieanlagen an den Enden mit grosser Geschwindigkeit bewegen können, vermutlich nicht oder nicht rechtzeitig erkennen und ausweichen.

Der bekannteste direkte Einfluss von Windkraftanlagen auf Fledermäuse sind denn auch Kollisionen mit den Rotorblättern. Diese verlaufen durchwegs tödlich. Der Hauptgrund für die Kollisionen dürfte die grosse Geschwindigkeit der Rotorblätter in Verbindung mit den begrenzten Möglichkeiten der Echoorientierung der Fledermäuse sein. Fledermäuse können aber auch durch die enormen Luftdruckveränderungen, welche die sich schnell bewegenden Rotoren verursachen, sterben (Barotrauma). Pro Anlage und Jahr können je nach Typ, Grösse und Standort der Anlage zwischen 0 und 50 Fledermäuse getötet werden.

Kollisionen mit Windturbinen treten in ganz verschiedenen Situationen auf: auf der Jagd nach Beuteinsekten, auf der Flugroute vom Tagesschlafversteck ins Jagdgebiet, auf Wanderflügen bei wandernden Arten.

### Kollisionen auf der Jagd

Fledermäuse ernähren sich hauptsächlich von Insekten. Pro Nacht wird bis zur Hälfte des eigenen Körpergewichtes gefressen, was bis zu 2'000 Kleininsekten oder ein Dutzend Grossinsekten sind. Das Jagdgebiet wird bei grosser Insektenaktivität in der Regel kleinräumig beflogen, umfasst aber je nach Art insgesamt mehrere bis mehrere hundert Quadratkilometer. Viele Fledermausarten jagen entlang von oder in vertikalen Strukturen wie Bäumen, Hecken oder Gebäuden. Windkraftanlagen sind Strukturen, an den gejagt werden kann. Einige Arten jagen auch im offenen Luftraum.

### Kollisionen auf der Flugroute

Vom Tagesschlafversteck in den Jagdlebensraum fliegen die meisten Fledermausarten entlang von Strukturen, denn diese bieten Ihnen Schutz und Orientierungsmöglichkeit. Steht eine Windenergieanlage in einem solchen Flugkorridor, dürften sie diese Struktur nutzen und können dabei erschlagen werden.

### Kollisionen auf dem Wanderflug

Einige Fledermausarten ziehen ganz ähnlich wie Zugvögel im Frühjahr und Herbst in den Nordosten bzw. Südwesten und legen dabei Strecken von über 1'000 km zurück. Die Wahrscheinlichkeit beim Durchflug von einer Windkraftanlage erschlagen zu werden, wird zwar auf nur 0.8 bis 2% geschätzt, durchfliegt die Fledermaus aber auf ihrem Zugweg mehrere hundert Anlagen, steigt für sie das Totschlagrisiko. Schätzungen gehen bei ziehenden Arten von bis zu 200'000 toten Tieren pro Jahr aus.

### Beeinträchtigung und Verlust von Lebensraum

Wie bei allen Infrastrukturprojekten gilt zudem, dass für Fledermäuse wichtige Landschaftsstrukturen wie Waldränder und Hecken beim Anlagenbau zerstört werden können. Neuere Studien zeigen auch, dass isolierte Windkraftanlagen Anziehungspunkte für Fledermäuse bilden können, welche sie mit grossen Bäumen verwechseln, in denen sie Baumhöhlen für ihre Tagesschlafverstecke und Balzquartiere suchen. Windkraftanlagen könnten in der Dämmerung auch explizit angefliegen werden, da sie Orientierungspunkte am Horizont bilden.

### Weitere mögliche Einflüsse

Insbesondere Windkraftanlagen im Wald können durch die Schaffung von Lichtungen die Fledermausbiodiversität am Standort sogar erhöhen.

Vermutet wird ausserdem, dass Windkraftanlagen die Orientierung von Fledermäusen beeinträchtigen können und dass sich das Beutespektrum und somit das Jagdverhalten von Fledermäusen durch die neue Infrastruktur einer Windkraftanlage verändern könnte (z. B. Anziehungspunkt für Beuteinsekten in der Dämmerung).

## 2.2 Allgemeine Lösungen

Fledermäuse sind bundesrechtlich geschützt (NHG Art. 20 bzw. NHV Art. 20 mit Anhang 3 NHV; Berner Konvention, UNEP/Eurobats-Abkommen). Mehr als die Hälfte der evaluierten Arten steht auf der Roten Liste<sup>1</sup> der bedrohten Tierarten und 19 Arten sind von Nationaler Priorität. Die Ökosystemdienstleistungen unserer einheimischen Fledermäuse dürften zudem mehrere hundert Millionen Franken pro Jahr betragen, insbesondere in der Landwirtschaft und im Wald.

Windkraftanlagen können Fledermauspopulationen beeinträchtigen (Töten und Lebensraumverluste). Projektentwickler dürfen auf der Basis der gesetzlichen Grundlagen keine Fledermauspopulationen gefährden. Analog dem Prinzip bei UVP-pflichtigen Anlagen sollen bei Bedarf Massnahmen zur Vermeidung, Verminderung oder Kompensation negativer Auswirkungen umgesetzt werden.

Die *Koordinationsstellen für Fledermausschutz CCO und KOF* sowie die *Kantonalen Fledermausschutz-Beauftragten* beraten Projektplaner und Behörden bei der biologisch und juristisch korrekten Abklärung der Auswirkungen auf Fledermäuse und ermöglichen so eine konfliktarme Umsetzung von Windenergieprojekten.

In der Praxis können das Vorgehen und die Untersuchungen je nach geplantem Standort variieren. Grundsätzlich müssen in den meisten Fällen vorgängig permanente akustische Datenaufnahmen in der Höhe sowie eventuell zusätzliche Untersuchungen am Boden wie Netzfänge, Quartiersuche und akustische Aufnahmen durchgeführt werden. Diese Untersuchungen können bei hohem Konfliktpotential in einer Verschiebung des Windenergie-Standorts resultieren oder verlangen für die Windenergieanlagen einen standortspezifischen Abschaltalgorithmus bei erwarteter Fledermausaktivität.

### Grundsätzlicher Lösungsansatz

Windkraftanlagen sollten nicht an Hotspots von Fledermausvorkommen erstellt werden. In solchen Fällen soll die Anlage zur Vermeidung von Totschlägen versetzt werden.

Mit Ausnahme von ziehenden Fledermausarten sinkt die Aktivität von Fledermäusen grundsätzlich mit zunehmender Windgeschwindigkeit. Die Energieproduktion hingegen steigt exponentiell mit zunehmender Windgeschwindigkeit. Allfällige Ertragseinbussen infolge Betriebsalgorithmen - abschalten bei Fledermausaktivität - sind deshalb an windreichen Standorten wirtschaftlich grundsätzlich gut verkraftbar und sind in ihrer Wirkung eine effiziente Verminderungsmassnahme von Totschlägen. In der Praxis ergeben sich Eintragseinbussen meist zwischen durchschnittlich 1 und 3%. Windenergieanlagen sollten deshalb ausschliesslich an windreichen Standorten errichtet werden, um die Einbussen infolge allfälliger Abschaltalgorithmen zur Verminderung der Fledermausmortalität gering zu halten.

Sind auch ziehende Fledermausarten betroffen, sollen standortspezifische Lösungen erarbeitet werden inklusive Erwägung einer Standortverschiebung.

## 2.3 Allgemeine Einschätzung kleine und mittelgrosse Windenergieanlagen

Die Auswirkungen von kleinen und mittelgrossen Windenergieanlagen sind kaum untersucht und teilweise widersprüchlich. So wurde bei einigen Anlagen ein gewisses Meideverhalten dokumentiert, bei anderen Untersuchungen mit Wärmebildkameras konnte hingegen gar kein Meideverhalten beobachtet werden. Pauschale Einschätzungen werden zudem durch eine grosse Palette an unterschiedlichen Grössen und Typen von kleineren Anlagen erschwert.

Grundsätzlich dürfte wie bei grossen Anlagen die Standortwahl einen grossen Einfluss auf die Mortalität von Fledermäusen haben. Der Standort sollte in einer möglichst strukturlosen Landschaft mit wenig Fledermausvorkommen und windreich sein.

Da die Rotorfläche grundsätzlich kleiner ist als bei grossen Anlagen, dürfte die Mortalität pro Anlage grundsätzlich geringer sein. Demgegenüber steigt aber die Fledermaus-Aktivität mit geringerer Höhe über Boden, was die Mortalität bei den bodennahen Anlagen grundsätzlich erhöhen dürfte. Je nach Standort sind zudem eher Struktur gebundene Arten betroffen als frei fliegende.

## 3 Fledermausarten und Standort

Fledermäuse sind schwer zu erfassen. Tagsüber verstecken sie sich und nachts sind sie für uns im Dunkeln beinahe unsichtbar. Infolgedessen sind Kenntnisse im Einflussperimeter einer Windenergieanlage immer unvollständig und es wurde deshalb nicht nur das vorhandene Wissen für diese Beurteilung herangezogen, sondern zusätzlich eine Standortbeurteilung, um die Attraktivität als Jagdlebensraum, Flugroute und Migrationsroute zu beurteilen.

### 3.1 Grundlagen

#### Nachgewiesene Fledermausvorkommen

Als eine wichtige Basis für die Beurteilung diente die Fledermausfauna-Datenbank [www.swissbat.fledermausschutz.ch](http://www.swissbat.fledermausschutz.ch), in welcher die Fledermausvorkommen des Kanton Schaffhausens erfasst sind. Der Einflussperimeter der Anlage wurde in Abhängigkeit der artspezifischen Jagdflugdistanz einer Fledermaus festgelegt.

Eine weitere Grundlage bildeten die Abklärungen von Christian Ehrat (2019) sowie Untersuchungen zur Fledermausfauna im grenznahen deutschen FFH-Gebiet «Wutach» von Friedrich Kretzschmar et al (2003) sowie zur Mopsfledermaus von Nicole Duvoisin et al. (2004).

#### Standortbeurteilung

Am 29.10.2019 am 29. Oktober 2019 fand eine Begehung vor Ort mit Hansueli Graf, dem Initianten von Landenergie Schaffhausen, Petra Bachmann vom Planungs- und Naturschutzamt Schaffhausen, Thomas Volken von der Energiefachstelle, Stefan Werner von der Schweizerischen Vogelwarte und Hubert Krättli der Stiftung Fledermausschutz statt. Ebenso wurden Orthofotos für die Standortbeurteilung verwendet.

### 3.2 Fledermausarten

Tab. 1: Im Einflussperimeter (abh. von der artspezifischen Jagdflugdistanz in den Jagdlebensraum) der geplanten Windenergieanlage «Hans» wurden folgende Fledermausarten nachgewiesen:

Art	max durchschnittliche Flugdistanzen (km) ins Jagdgebiet	Status Rote Liste	Nationale Priorität	Nachweistyp / nächste Nachweise
Grosses Mausohr <i>Myotis myotis</i>	25	VU (verletzlich)	1 (höchste Priorität)	Tagesverstecke, 2km
Brandtfledermaus <i>Myotis brandtii</i>	10	VU (verletzlich)	1 (höchste Priorität)	Tagesverstecke, 5km
Wasserfledermaus <i>Myotis daubentonii</i>	6	NT (potenziell gefährdet)	n (nicht prioritär)	Freifund, 4 km
Zwergfledermaus <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2	LC (nicht bedroht)	n (nicht prioritär)	Freifunde vor Ort*; Tagesverstecke, 1 km
Rauhautfledermaus <i>Pipistrellus nathusii</i>	5	LC (nicht bedroht)	n (nicht prioritär)	Tagesverstecke, 5km
Kleiner Abendsegler <i>Nyctalus leisleri</i>	10	NT (potenziell gefährdet)	4 (mässige Priorität)	Freifund, 10 km
Mopsfledermaus <i>Barbastella barbastellus</i>	5	EN (gefährdet)	3 (mittlere Priorität)	Freifunde vor Ort*; Tagesverstecke, 2 km
Gattung Langoohren <i>Plecotus sp.</i>	2	EN/VU (verletzlich)	1 (höchste Priorität)	Freifunde vor Ort*
Gattung Myotis <i>Myotis sp.</i>	2-25	LC-CR		Freifunde vor Ort*
Gattung <i>Eptesicus/Nyctalus sp.</i>	10	NT/VU		Freifunde vor Ort*
Fledermäuse (unbestimmt) <i>Chiropera (unbestimmt)</i>	-	-	-	Tagesverstecke, 1km

\* Nachweise aus der Arbeit von Christian Ehrat. Es wurden nur Nachweise berücksichtigt, die als sicher eingestuft werden können. Unsichere Nachweise wurden auf die nächsthöhere taxonomische sichere Nachweiskategorie zurückgestuft.

Aufgrund der geringen Stichprobengrösse der Arbeit von Christian Ehrat (2019) mit nur zwei Nächten bioakustischer Feldaufnahmen können keine Angaben über die Häufigkeit der Nutzung des Standortes durch Fledermäuse gemacht werden.

Tab. 2: Im Einflussperimeter erwartete, aber nicht explizit nachgewiesene Fledermausarten:

Art	max durchschnittliche Flugdistanzen (km) ins Jagdgebiet	Status Rote Liste	Nationale Priorität	Nachweistyp / nächste Nachweise
Graues Langohr <i>Plecotus austriacus</i>	2	CR (vom Aussterben bedroht)	1 (höchste Priorität)	Tagesverstecke, 3 km
Braunes Langohr <i>Plecotus auritus</i>	2	VU (verletzlich)	1 (höchste Priorität)	Tagesverstecke, 8 km
Breitflügel­fledermaus <i>Eptesicus serotinus</i>	10	VU (verletzlich)	1 (höchste Priorität)	Tagesverstecke, 15 km
Fransenfledermaus <i>Myotis nattereri</i>	3	NT (potenziell gefährdet)	1 (höchste Priorität)	Freifund, 10 km
Bartfledermaus <i>Myotis mystacinus</i>	2	LC (nicht bedroht)	n (nicht prioritär)	Tagesverstecke, 4 km
Zweifarb­fledermaus <i>Vespertilio murinus</i>	5	VU (verletzlich)	1 (höchste Priorität)	Tagesverstecke, 15 km
Weissrandfledermaus <i>Pipistrellus kuhlii</i>	2	LC (nicht bedroht)	n (nicht prioritär)	Tagesverstecke, 5 km
Grosser Abendsegler <i>Nyctalus noctula</i>	10	NT (potenziell gefährdet)	4 (mässige Priorität)	Tagesverstecke, 12 km

Zwei weitere Fledermausarten, die Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*) und die Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*) kommen ebenfalls in der weiteren Umgebung vor, nutzen in der Regel aber andere Jagdlebensraumtypen als diejenigen am Standort und dessen unmittelbarer Umgebung.

### 3.1 Standort

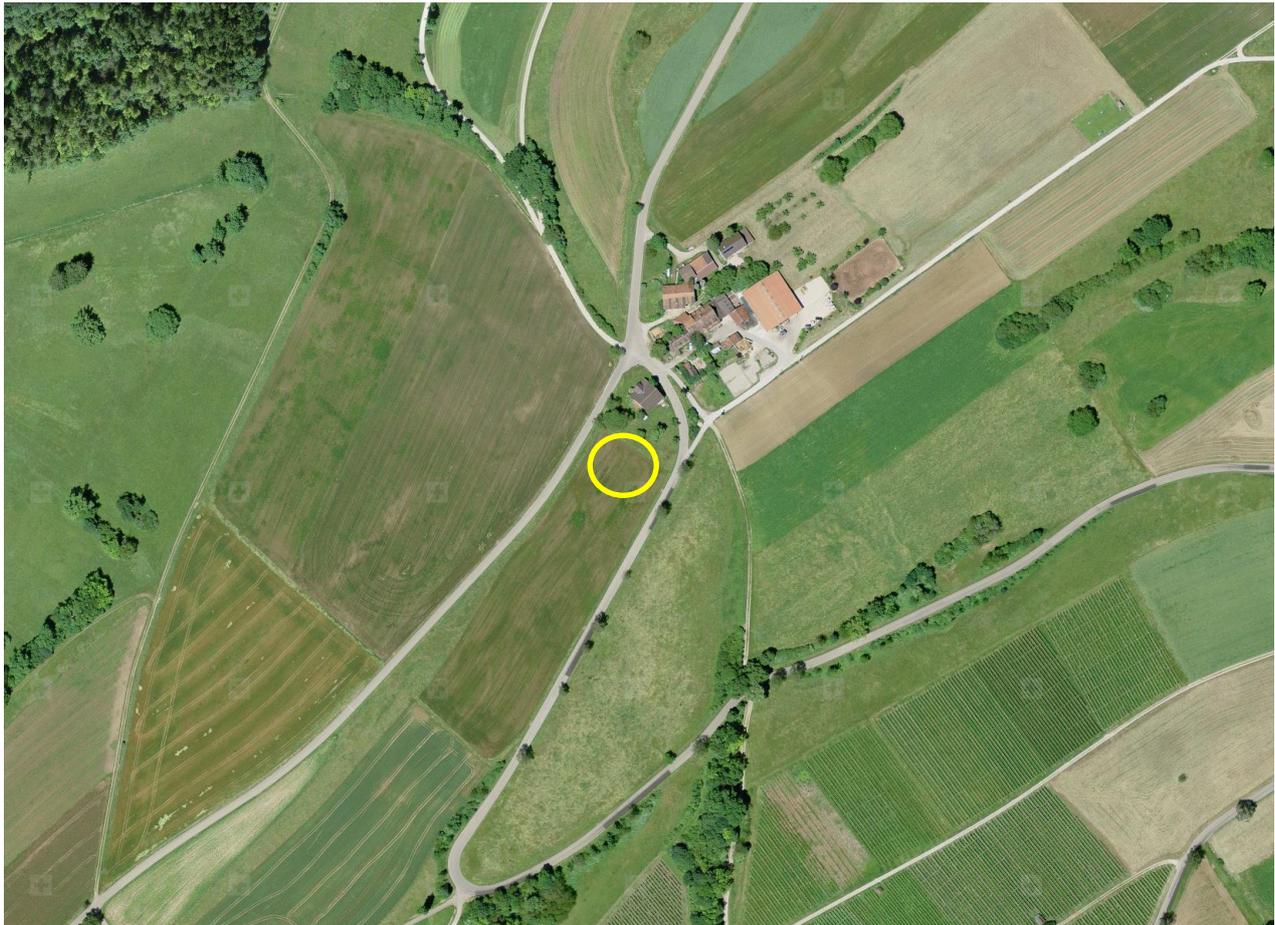
Der geplante Standort (gelb) liegt etwas unterhalb einer Hügelkuppe unmittelbar neben einem Bauernhof. Der Standort ist von alten Obstbäumen mit Baumhöhlen umgeben. Strukturell ist er im Norden in Richtung deutscher Grenze durch Hecken an Wälder angebunden. Im Süden durch Einzelbäume und weitere Gehölze bis nach Oberhallau und weitere Gehölze in der Umgebung. Gegen Osten ist der Standort entlang des Hügelzuges trotz einer Strukturlücke von rund 100 Metern strukturell gut vernetzt mit kleineren Waldflächen.

Von Süden könnte sich in der Dämmerung die Silhouette der Anlage von der Hügelkuppe abheben. Von Norden dürfte die Anlage hingegen weniger oder gar nicht sichtbar sein, da sie sich etwas unterhalb der Hügelkuppe befindet.

Es ist nicht bekannt, ob das Gehölz Hinterberg und die umgebenden Baumhöhlenbäume eventuell Tagesschlafverstecke für Fledermäuse beherbergen.

Die grossräumige Landschaft ist allgemein von stark landwirtschaftlichem Charakter. Der Boden wird teilweise intensiv bewirtschaftet. Nebst Weinbau werden Ackerbau und Viehwirtschaft betrieben. Allgemein sind die Gehöfte und Siedlungen strukturell noch gut vernetzt, was durch die hügelige topographie mitbedingt ist. Ähnliche Landschaften finden sich noch entlang des Jurafusseses z.B. in den Kantonen Solothurn und Aargau. Sie beherbergen generell eine hohe Biodiversität mit teilweise ausserordentlich seltenen Arten und werden aus biologischer Sicht als sehr wertvoll erachtet. Die Nordseite des Hügelzuges ist dominiert von grösseren zusammenhängenden Wäldern.

Abb. 1: Lage der geplanten Anlage (gelber Kreis)



© swisstopo

## 4 Evaluation

Der Einflussperimeter des Standorts beherbergt mit mindestens 9 nachgewiesenen Fledermausarten (Tab. 1) eine hohe Fledermausbiodiversität. Zusätzlich können weitere 7 Fledermausarten (Tab. 2) regelmässig im Einflussperimeter erwartet werden. Unter diesen Fledermausarten befinden sich teilweise stark bedrohte Arten wie das Graue Langohr (*Plecotus austriacus*), die Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*), das Grosse Mausohr (*Myotis myotis*) und die Brandtfledermaus (*Myotis brandtii*). Diese Arten haben eine hohe Nationale Priorität und werden gefördert.

Aufgrund der strukturellen Anbindung des Standorts im Norden und Süden sowie dem Bauernhof und den umgebenden Obstbäumen, wird der Standort als sehr attraktiv für Fledermäuse eingeschätzt. Einerseits als Jagdlebensraum und andererseits als Flugkorridor, um vom Norden der Hügelkuppe in den Süden zu fliegen und umgekehrt. Aufgrund der Telemetriearbeiten von Friedrich Kretzschmar et al. (2003) und Nicole Duvoisin (2004) ist zu erwarten, dass die Mopsfledermaus die Hügelkuppe regelmässig in der Nähe des Standorts quert.

Die Arbeiten von Hansueli Alder (2017 & 2018) dokumentieren mittels Wärmebildaufnahmen mehrere Fledermaustotschläge durch den Anlagentyp «Hans» selbst bei geringen Windgeschwindigkeiten. Es besteht also ein klares Totschlagrisiko für Fledermäuse bei diesem Anlagentyp.

Der Rotorbereich der Windenergieanlage beginnt zwischen 12 und 15 Metern über dem Untergrund und erstreckt sich bis auf 23 bis 27 Metern - je nach Sockelhöhe. Dadurch sind im Unterschied zu vielen Grossanlagen sowohl Struktur gebundene Fledermausarten als auch frei fliegende Fledermausarten potentielle Totschlagopfer. Die strukturelle Anbindung des Standortes dürfte das Totschlagrisiko für nord-süd-querende Fledermausarten zusätzlich erhöhen.

Von Süden anfliegende Fledermäuse könnten die sich eventuell vom Horizont abhebende Silhouette der Anlage als Attraktionspunkt wahrnehmen. Ebenso könnten sich in der Dämmerung schwärmende Insekten an der Anlage orientieren und gegen sie zufliegen, was wiederum die Attraktivität als Jagdlebensraum für Fledermäuse steigern könnte.

Aufgrund der festgestellten und erwarteten Fledermausvorkommen werden klare Konflikte erwartet, die Fledermauspopulationen gefährden können. Unter der Berücksichtigung von Vermeidungs-, Verminderungsmassnahmen kann die Anlage aber aus Sicht des Fledermausschutzes erstellt werden.

Tab. 3: Standortcharakterisierung gemäss Raster Vorabklärungen Fledermausschutz

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	GO
besondere Fledermaus-Aktivitäten	Es sind am geplanten Standort besondere Fledermausaktivitäten bekannt oder werden aufgrund der vorhandenen Landschaftsstrukturen vermutet.	Standort mit potentiellen Konflikten	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	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

## 5 Empfehlungen

### 5.1 Vermeidungsmassnahmen

Der Kanton Schaffhausen und das angrenzende Deutschland ergreifen für durch die Anlage potentiell betroffene National Prioritäre Fledermausarten teilweise spezifische Fördermassnahmen. Diese Anstrengungen dürfen durch den Anlagenbau nicht gefährdet werden.

Aufgrund der Konfliktrichtigkeit wird deshalb empfohlen den Standort der Anlage 100 bis 150 Meter nach Südwesten in den strukturärmeren Raum zu verschieben. Dadurch ist die Anlage nicht mehr direkt strukturell an die potentielle Nord-Südpassage und den Jagdlebensraum angebunden. Am neuen Standort sollen keine Massnahmen ergriffen werden, welche die Attraktivität für Fledermäuse steigern, also keine Bäume, Hecken oder Naturwiesen geschaffen werden.

Das Totschlagrisiko für die Struktur gebundenen Fledermausarten aus der Gattung *Myotis* und der Langohren (*Plecotus sp.*) dürfte mit dieser Massnahme gesenkt werden können. Frei fliegende Fledermausarten wie die Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) oder Abendsegler (*Nyctalus sp.*) sowie Arten, die auch halboffene Lebensräume nutzen (*Eptesicus sp.*, *Pipistrellus sp.*) dürften von dieser Massnahme aber nur bedingt profitieren, weshalb weitere Massnahmen als notwendig erachtet werden.

### 5.2 Verminderungsmassnahmen

Als zusätzliche Verminderungsmassnahmen werden drei verschiedene Varianten vorgeschlagen, welche gleichermassen die Fledermausmortalität senken dürften. Im Folgenden werden diese 3 Varianten vorgestellt.

#### Variante A: Pauschaler Abschaltalgorithmus

Beim pauschalen Abschaltalgorithmus soll die Anlage bei erwarteter Fledermausaktivität abgeschaltet werden. Da frei fliegende Fledermausarten und ziehende Fledermausarten noch bei höheren Windgeschwindigkeiten fliegen als Struktur gebundene Fledermausarten, sollte der Abschaltalgorithmus auch bei höheren Windgeschwindigkeiten wirken.

Auf der Basis des Luzerner Modells (Kanton Luzern 2011) wird folgender Abschaltalgorithmus vorgeschlagen.

Die Anlage kann unter folgenden Bedingungen uneingeschränkt betrieben werden:

- von **Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang**
- bei **anhaltendem Regen (stärker als Nieselregen)**
- bei **Temperaturen < 5°C**
- bei **Windgeschwindigkeiten über 8 m/s**

Weitere Untersuchungen entfallen.

Der Betreiber müsste die entsprechenden Massnahmen zur Implementierung ergreifen und sicherstellen.

### **Variante B: Standortspezifischer Abschaltalgorithmus**

Die Anlage wird gebaut und zunächst mit dem unter Variante A aufgeführten pauschalen Abschaltalgorithmus in Betrieb genommen.

Nachfolgend wird im 1. Betriebsjahr ein standortspezifischer Abschaltalgorithmus ermittelt. Von März bis Oktober soll die Fledermausaktivität mit bioakustischen Methoden durch spezialisierte Experten erfasst werden. Von Juni bis August sollen zusätzlich Aufnahmen mit Wärmebildkameras durchgeführt werden. Gleichzeitig sollen die Umweltparameter Windgeschwindigkeit, Temperatur, Niederschlag und Tageszeit erfasst werden, um einen standortspezifischen Abschaltalgorithmus zu ermitteln und nachfolgend zu implementieren.

In der Regel führen standortspezifische Abschaltalgorithmen zu kleineren Ertragseinbussen als pauschale Abschaltalgorithmen. Im Rahmen des wissenschaftlichen Settings für die Wärmebildaufnahmen kann unter Einbezug der Fachstelle Naturschutz des Planungs- und Naturschutzamts gegebenenfalls eine engmaschig überwachte temporäre Lockerung des pauschalen Abschaltalgorithmus geprüft werden.

Weitere Untersuchungen entfallen. Der Betreiber müsste die entsprechenden Massnahmen zur Eruierung und Implementierung ergreifen und sicherstellen.

### **Variante C: Vorgehen wie bei UVP-pflichtigen Anlagen mit standortspezifischem Abschaltalgorithmus**

Bei Variante C wird ein Verfahren wie bei UVP-pflichtigen Anlagen gewählt: Vor dem Bau der Anlage wird ein Jahr mittels eines bioakustisches Monitorings die Fledermausaktivität durch spezialisierte Fledermausexperten vor Ort ermittelt. Daraus wird ein standortspezifischer Algorithmus gemäss Variante B 2. Teil berechnet.

Nach dem Bau der Anlage wird im Rahmen der Erfolgskontrolle die Wirkung des implementierten Algorithmus 3 Jahre bioakustisch erfasst zwecks Optimierung des standortspezifischen Abschaltalgorithmus.

Weitere Untersuchungen entfallen. Der Betreiber müsste die entsprechenden Massnahmen zur Eruierung und Implementierung ergreifen und sicherstellen.

## **5.3 Kompensationsmassnahmen**

Wirkungsvolle Kompensationsmassnahmen für eine unvermeidliche Restmortalität zugunsten betroffener Fledermausarten sind nur mit grossem Aufwand festzustellen und insgesamt schwierig festzulegen. Aufgrund der Kleinheit der Anlage sind bei der Berücksichtigung der oben aufgeführten Vermeidungs- und Verminderungsmassnahmen (Variante A, B oder C) aus Sicht des Fledermausschutzes keine Kompensationsmassnahmen für eine unvermeidliche Restmortalität notwendig.

## 5.4 Rolle des Fledermausschutzes

Die Stiftung Fledermausschutz betreibt mit Unterstützung des BAFU die Koordinationsstelle Ost für Fledermausschutz. Sie kann sowohl Windenergieplaner als auch Behörden im Umgang mit dem potentiellen Konflikt Windenergie und Fledermausschutz beraten und Untersuchungen validieren. Sie führt selbst keine Untersuchungen zur Ermittlung von Konflikten durch, um eine unabhängige wissenschaftliche Beurteilung zu garantieren.

## 6 Literaturverzeichnis und verwendete Quellen

- Alder H. 2017: Begleituntersuchung Fledermäuse an der Kleinwindanlage «Hans» in Beringen, SH. Abschlussbericht. Batec – Elektronische Beobachtungshilfen für die Feldbiologie. 19 S.
- Alder H. 2018: Windenergieanlagen im Kontext zum Fledermausschutz. Präsentation für das Planungs- und Naturschutzamt Schaffhausen. Batec – Elektronische Beobachtungshilfen für die Feldbiologie. 23 S.
- Arnett E. B., Baerwald E. F., Mathews F., Rodrigues L., Rodriguez-Duran A., Rydell J., Villegas-Patracá R., Voigt C.C. 2016: Impacts of wind energy development on bats: A global perspective. In: Bats in the Anthropocene. Edited by Voigt, C.C. & Kingston T. Springer Verlag.
- BAFU 2019: Liste der Nationalen Prioritären Arten. Arten und Lebensräume. In der Schweiz zu fördernde prioritäre Arten und Lebensräume.. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1709. 99 S.
- Baerwald E.F., D'Amours G.H., Klug B.J., Barclay M.R. 2008: Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18: R695–R696.
- Bellard C., Bertelsmeier C., Leadley P., Thuiller W., Courchamp F. 2012: Impacts of climate change on the future of biodiversity: Biodiversity and climate change. *Ecology Letters* 15: 365–377.
- Behr O., Brinkmann R., Hochradel K., Mages J., Korner-Nievergelt F., Reinhard H., Nagy M., 2018: Bestimmung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen in der Planungspraxis. Endbericht des Forschungsvorhabens gefordert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Report No. RENEBA 3, Universität Erlangen-Nürnberg Lehrstuhl für Sensorik, Erlangen/Freiburg/Ettiswil.
- Bohnenstengel T., Krättli H., Obrist M.K., Bontadina F., Jaberg C., Ruedi M., Moeschler P. 2014: Rote Liste Fledermäuse. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2011. Bundesamt für Umwelt, Bern; Centre de Coordination Ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris, Genève; Koordinationsstelle Ost für Fledermausschutz, Zürich; Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna, Neuenburg; Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf. Umwelt-Vollzug Nr. 1412: 95 S.
- Brinkmann R., Behr O., Korner-Nievergelt F., Mages J., Niemann I., Reich, M. 2011: Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen Cuvillier Verlag, Göttingen. 457 S.
- Duvoisin N., Sproll A., Fiedler W., Alder H. 2004: Vorkommen und Habitatnutzung der Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) im Klettgau und im Wutachgebiet. 15 S.
- Ehrat C. 2019: Abklärungen in Bezug auf Fledermausvorkommen und Empfehlungen zur geplanten Kleinwindkraftanlage beim „Hinteren Berghof“ in Oberhallau. ceBilArt / Bildung und Artenschutz. 6 S.
- Ehrat C. 2019: Anhang: Abklärungen in Bezug auf Fledermausvorkommen und Empfehlungen zur geplanten Kleinwindkraftanlage beim „Hinteren Berghof“ in Oberhallau. ceBilArt / Bildung und Artenschutz. 4 S.
- Frick W. F., Baerwald E. F., Pollock J. F., Barclay R. M. R., Szymanski J. A., Weller T. J., Russell A. L., Loeb S. C., Medellín R. A., McGuire L. P. 2017: Fatalities at wind turbines may threaten population viability of a migratory bat. *Biology Conservation* 209:172-177.
- Kanton Luzern 2011: Merkblatt Fledermausschutz und Vogelschutz bei Windkraftanlagen. Landwirtschaft und Wald (Iawa). 3 S.
- Krättli H., Brossard C., Moeschler P., Bontadina F. 2014: Integration des Fledermausschutzes bei der Realisierung von Windenergieprojekten in der Schweiz. Tagung Landschaft und Energie, 25.11.2014, WSL Birmensdorf. Poster. 1 S.
- Kretzschmar F., Schauer-Weisshahn H., Brinkmann R. 2003: Untersuchungen zu den Lebensraumansprüchen der Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) im FFH-Gebiet «Wutach» (8016-301). Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg. 85 S.
- Minderman J., Fuentes-Montemayor E., Pearce-Higgins J.W., Pendlebury C.J., Park K.J. 2015: Estimates and correlates of bird and bat mortality at small wind turbine sites. *Biodiversity and Conservation* 24: 467–482.
- Schweizerische Koordinationsstelle für Fledermausschutz (2015): Merkblatt: Kleine und mittelgrosse Windenergieanlagen: Angewendete Verfahren bei der Planung und Umsetzung in der Schweiz. 8 S.

Schweizerische Koordinationsstelle für Fledermausschutz (2016): Raster Vorabklärung: Einflussrisiken auf Fledermäuse infolge eines Windkraftprojektes. 7 S.

Voigt C.C., Straka T.M., Fritze M. 2019: Producing wind energy at the cost of biodiversity: A stakeholder view on a green-green dilemma. Journal of Renewable and Sustainable Energy 11, 063303. 9 S.

[www.swissbats.fledermausschutz.ch](http://www.swissbats.fledermausschutz.ch): Fledermaus-Faunadatenbank Koordinationsstelle Ost für Fledermausschutz und 19 Kantone der östlichen Landeshälfte.

## **Windverhältnisse / Anlagentyp**

# Windmessungen Schaffhausen

Schlussbericht 2019



**Auftraggeber:** Verein Landenergie Schaffhausen  
Wiesengrundstrasse 2  
CH-8216 Oberhallau

**Auftragnehmer:** *kollegger e-projects*  
Aspermontstrasse 17  
CH-7000 Chur

## Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	2
<b>Zusammenfassung der Ergebnisse</b> .....	2
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	3
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	4
<b>Tabellen</b> .....	5
<b>Lage der Messstandorte</b> .....	6
<b>Messtechnik</b> .....	7
<b>Zeitraum der Messung</b> .....	7
<b>Bilder der Messstandorte</b> .....	8
<b>Windpotenzial gemäss Windatlas Schweiz</b> .....	12
<b>Ergebnisse und Auswertung der Windmessungen</b> .....	18
<b>Vergleich der drei Messstationen</b> .....	29
<b>Vergleich mit Langzeitmessung Schaffhausen</b> .....	30
<b>Schlussfolgerung zur potenziellen Windnutzung</b> .....	31

## Lage der Messstandorte

Die Windmessungen wurden an drei Standorten im Kanton Schaffhausen vorgenommen und zwar in den Ortschaften Hallau, Oberhallau und Gächlingen. Die Messung wurde jeweils an einem möglichst exponierten Standort durchgeführt.

In der nachfolgenden Karte sind die drei Standorte verzeichnet:

Standort 2: Hanspeter Neukomm, Berghof Oberhallau

(nachfolgend Standort 2-Neukomm),  
CH-Koordinaten: 2 677 492/1 285 847;

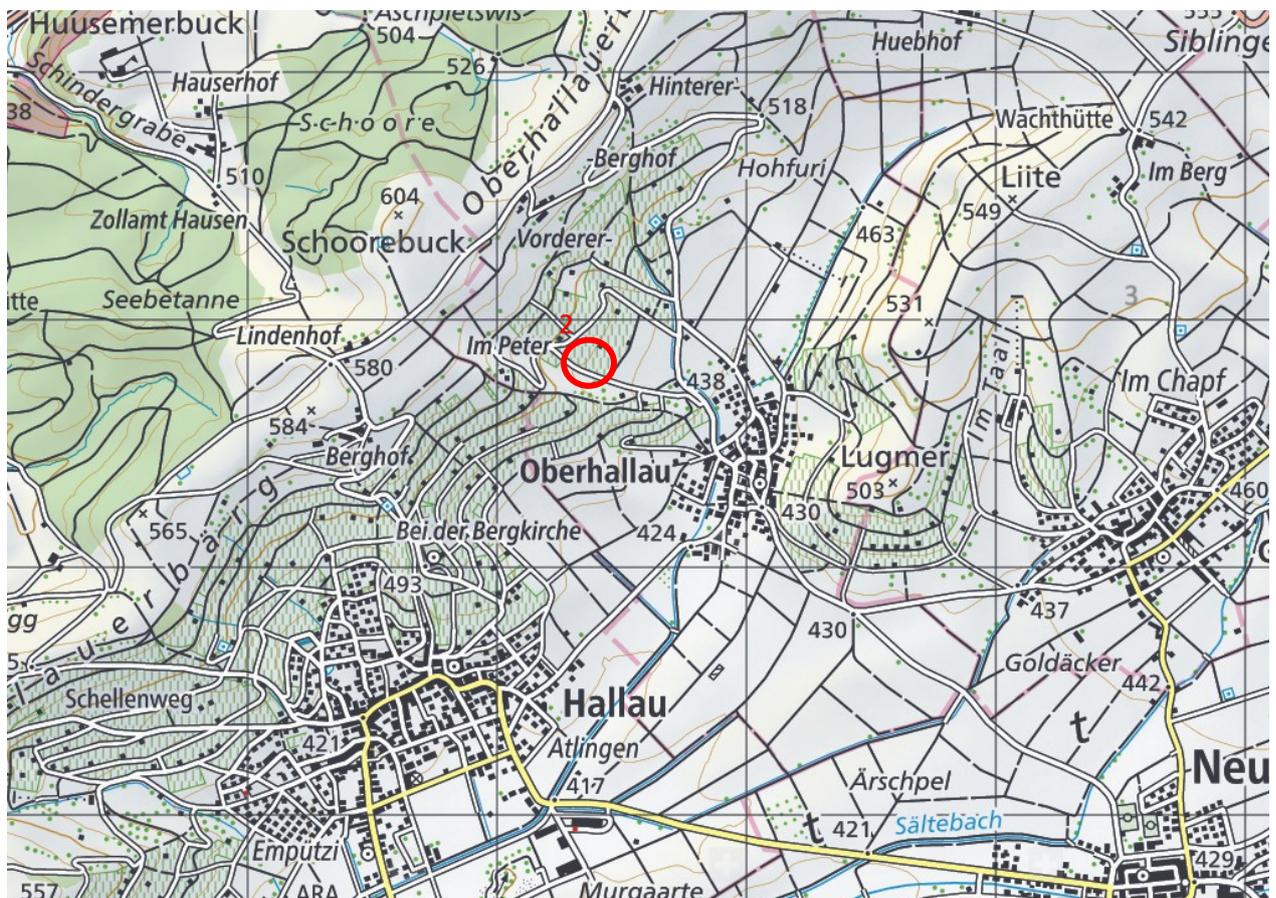


Abbildung 1: Lage der drei Messstandorte

## Messtechnik

Am Standort 1-Alder wurde der Sensor Lufft V200A-UMB – Ultraschall Windsensor Kunststoff-Ausführung mit 20W-Heizung verwendet. Die Messung mit dem Sensor erfolgte mit folgenden Parametern:

### Lufft V200A-UMB – Ultraschall Windsensor:

- misst Windrichtung (0 bis 360 °, Auflösung 0,1 °, Genauigkeit +/-3 °) und Windgeschwindigkeit (0-90 m/s, Auflösung 0,1 m/s, Genauigkeit +/- 0.3 m/s);
- Messung pro Sekunde als 10-Minuten-Mittelwerte gespeichert;
- gemessen wurde in 15 m Höhe über Grund.

An den Messstandorten 2-Neukomm und 3-Walter wurden die Windmessungen mit einem Sensor des Typs WGWR 1M (Anemometer) von Reinhardt System- und Messelectronic GmbH durchgeführt.

### Sensor WGWR 1M (Anemometer):

- misst Windrichtung, vorherrschende Windrichtung (0 bis 360 °, Auflösung 0,1 °, Genauigkeit < 3°) und Windgeschwindigkeit (0-90 m/s, Auflösung 0,1 m/s, Genauigkeit +/- 0,2 m/s) einschließlich Windspitze und Winddurchschnitt;
- Messung alle 2 Sekunden als 5-Minuten-Mittelwerte gespeichert;
- gemessen wurde in 15 m Höhe über Grund.

## Zeitraum der Messung

Die Messung wurde an den drei Standorten für mindestens 6 Monate angelegt. Sie waren letztlich aber im Sinne eines Entgegenkommens aber länger in Betrieb. Die Messungen erfolgten zudem zeitlich parallel.

Die Messungen wurden in den folgenden Zeiträumen durchgeführt:

Standort 2-Neukomm: 04.07.2018 – 02.05.2019

**Bild vom Messstandort 2-Neukomm:**



*Abbildung 4: Messmast am Standort 2-Neukomm*

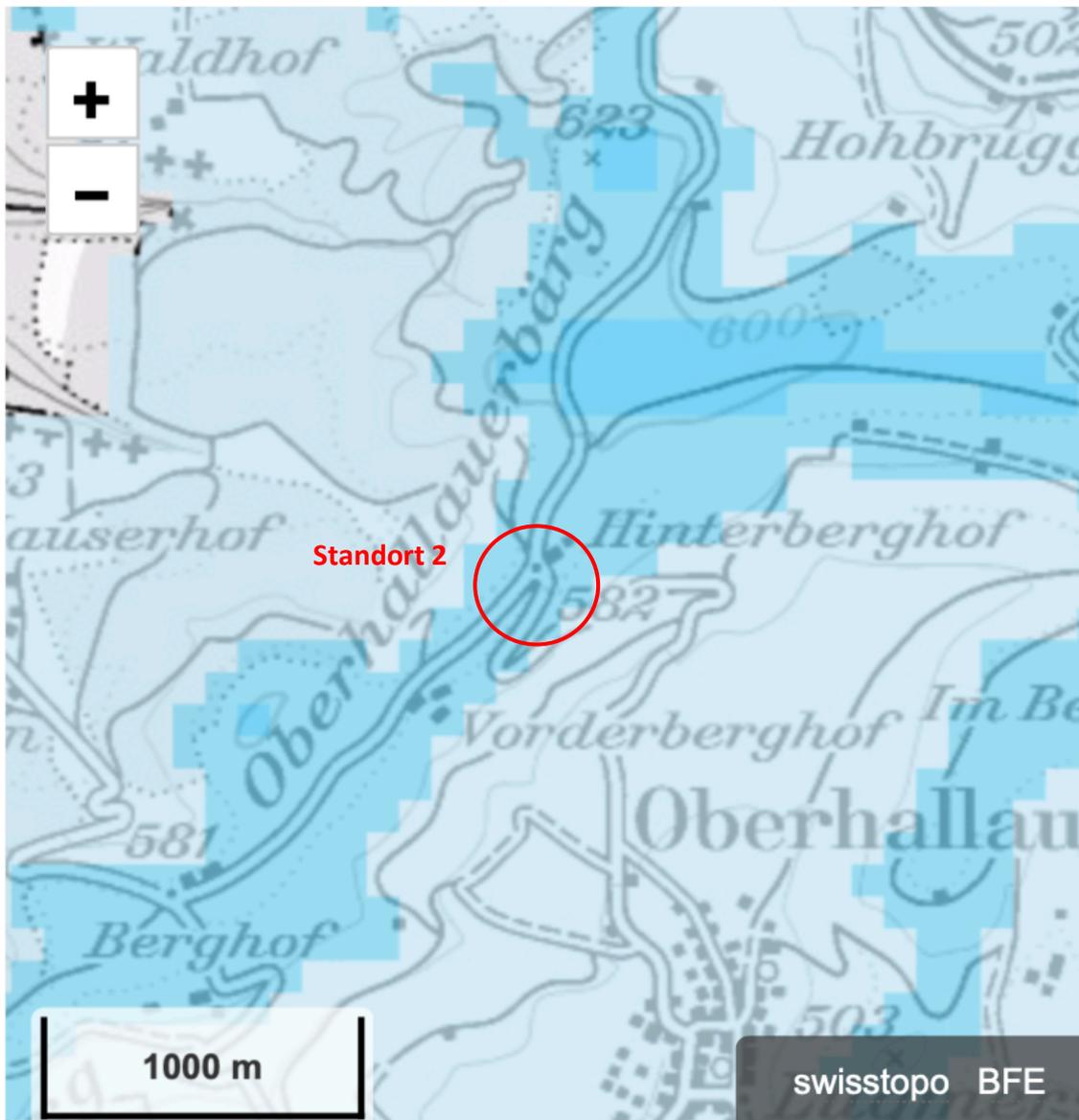
## **Windpotenzial gemäss Windatlas Schweiz**

Das Bundesamt für Energie stellt für eine erste Beurteilung des Windpotenzials im Internet den Windatlas Schweiz zur Verfügung. Der Windatlas Schweiz gibt Auskunft über Jahresmittel der modellierten Windgeschwindigkeit und Windrichtung auf fünf Höhenstufen über Grund, Windpotenzialgebiete, welche im Rahmen der kantonalen Richtplanung abzuklären sind, sowie die wichtigsten Bundesinteressen, welche bei der Planung von Windenergieanlagen zu berücksichtigen sind.

Bezüglich der Windgeschwindigkeiten basieren die Daten auf einer schweizweiten Modellierung mit einer horizontalen Gitterweite von 100 m. Die niedrigste Simulationshöhe liegt bei 50 m über Grund. Die angegebenen Werte sind als Richtwerte anzusehen. Das modellierte Windpotenzial an den 3 Messstandorten soll nachfolgend aufgezeigt werden.

## Standort 2-Neukomm

Der Standort 2-Neukomm befindet sich östlich vom Standort 1. Die nachfolgende Karte illustriert die Lage sowie das modellierte Windpotenzial.



Vollbild

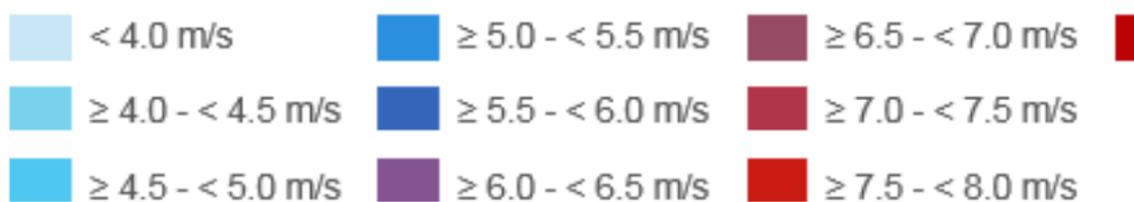


Abbildung 9: Modellierte Windgeschwindigkeiten auf 50 m über Grund am Standort 2-Neukomm aus dem Windatlas Schweiz des BFE

Für den Standort 2-Neukomm wird im Windatlas Schweiz auf einer Höhe von 50 m über Grund ebenfalls eine mittlere Windgeschwindigkeit von 4,2 m/s

angegeben, wobei es nur eine geringe vorherrschende Windrichtung aus West-Südwest zu geben scheint. Die durchschnittlich stärksten Winde kommen aus Nordwest.

#### Windrose mit der Windgeschwindigkeits-verteilung pro Windrichtungssektor

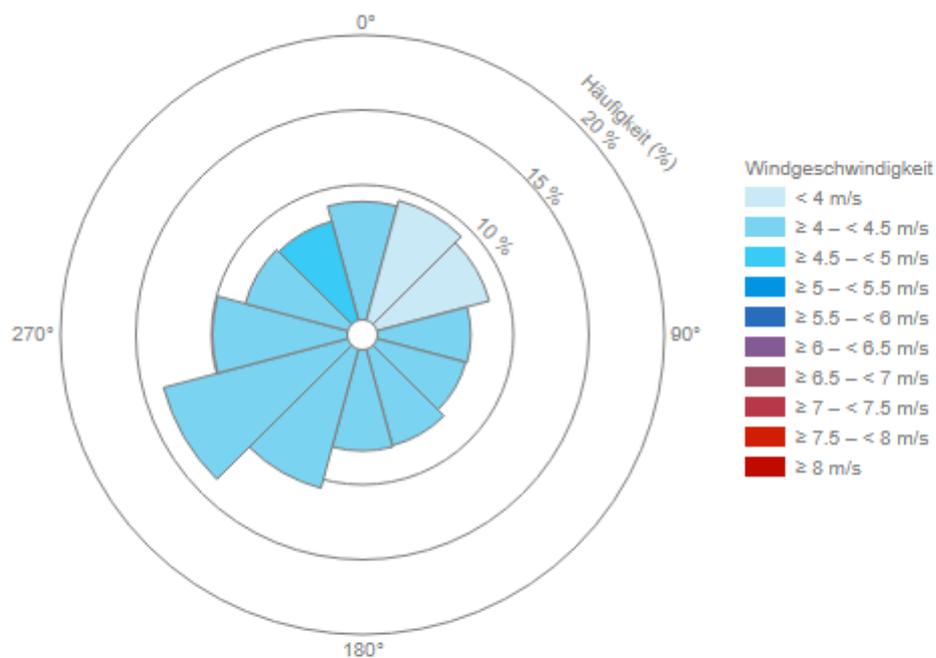


Abbildung 10: prognostizierte Windrose mit Windgeschwindigkeitsverteilung nach Windsektoren am Standort 2-Neukomm aus dem Windatlas Schweiz des BFE

## Standort 2-Neukomm:

Die Messwerte wurden s-sekündlich gemessen und in 5-Minuten-Intervallen gespeichert. Für den Standort 2-Neukomm wurden ca. 70'000 Datensätze ausgewertet.

Im Ergebnis wurde am Standort 2-Neukomm eine **mittlere Windgeschwindigkeit von 3,32 m/s auf 15 m über Grund** gemessen. Die maximale Windgeschwindigkeit lag bei 28.19 m/s und wurde am 22.02.2019 gemessen.

Die extrapolierte Windgeschwindigkeit auf 30 m über Grund liegt bei 3.74 m/s unter Berücksichtigung einer Rauheitslänge  $z_0=0,2\text{m}$  (Beschreibung siehe weiter vorne). Dies stellt ein gutes Windvorkommen dar.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die monatlichen Mittelwerte der Windgeschwindigkeit in m/s sowie die monatlichen Maximalwerte in m/s gemessen auf 15 m über Grund.

Monat	Jul 18	Aug 18	Sep 18	Okt 18	Nov 18	Dez 18	Jan 19	Feb 19	Mär 19	Apr 19
Durchschnitt. Windgeschwindigkeit (m/s)	3.15	3.20	3.18	3.23	2.31	2.71	6.04*	3.25	5.21	3.36
Max. (m/s)	14.31	17.78	27.13	18.69	14.31	11.44	11.62	25.22	28.19	17.78

Tabelle 2: durchschnittliche Windgeschwindigkeiten (m/s) und Windmaxima (m/s) pro Monat für den Standort 2-Neukomm

Die mittlere Windgeschwindigkeit für Januar 2019 ist nicht repräsentativ, da für den Monat aufgrund eines Stromausfalls zu wenig Messwerte vorliegen. Der Wert für Januar wird daher bei der Interpretation der Daten nicht berücksichtigt.

Ähnlich wie beim Standort 1-Alder ist auch am Standort 2-Neukomm der März 2019 der windreichste Monat mit 5,21 m/s, gefolgt vom April 2019 (3,36 m/s) und vom August 2018 (3,2 m/s). Ähnlich wie am Standort 1-Alder weisen die Wintermonate verhältnismässig niedrige Werte auf.

Neben den mittleren Windgeschwindigkeiten wurde auch für den Standort 2-Neukomm die Verteilung der vorherrschenden Windrichtungen ausgewertet. Die nachfolgende Grafik veranschaulicht dies.

Die Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten wurde sowohl nach Windsektor als auch nach Windgeschwindigkeit (Windgeschwindigkeitsklassen unterteilt in 1 m/s-Schritte) vorgenommen. Anhand der Kreislinien ist die Anzahl der Ereignisse abzulesen. Die Farben zeigen die aufgetretenen Windstärken.

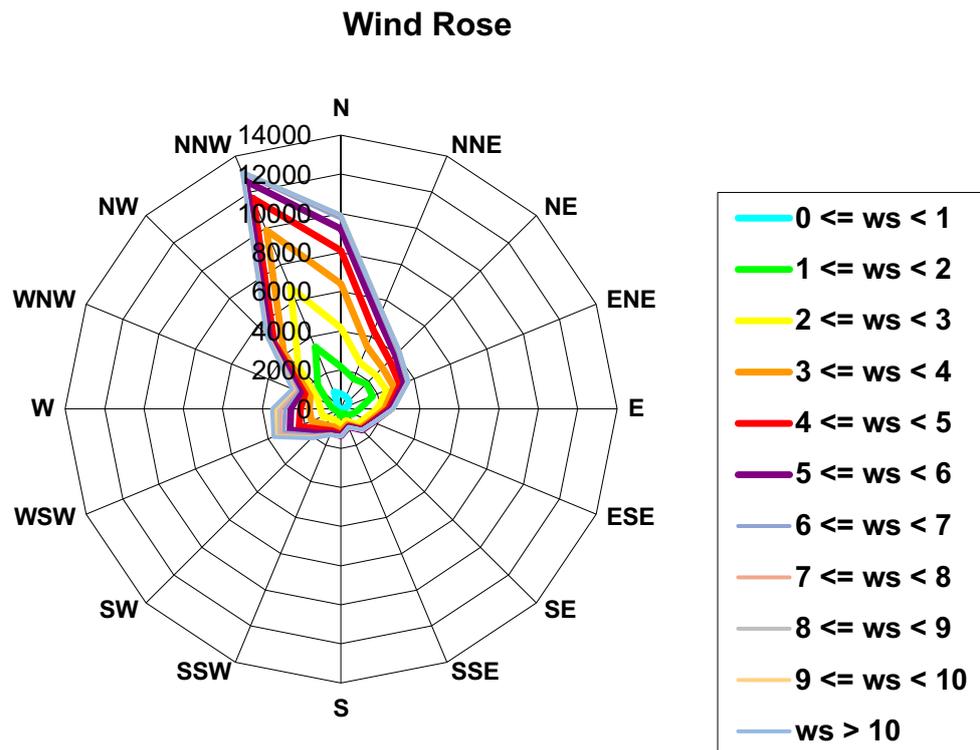


Abbildung 16: Windrose: Verteilung des Windaufkommens nach Sektoren und Windgeschwindigkeit (m/s) für den Standort 2-Neukomm

Die vorherrschende Windrichtung am Standort 2-Neukomm ist ähnlich wie beim Standort 1-Alder Nordnordwest und scheint von den ähnlichen lokalen Windsystem geprägt zu sein wie am Standort 1-Alder. Die klassischen Westwind- und Biseinflüssen sind in der oben dargestellten Abbildung ebenfalls nicht zu erkennen.

Für die einzelnen Windsektoren wurde ebenfalls die durchschnittliche Windgeschwindigkeit berechnet und in der folgenden Abbildung veranschaulicht. Unabhängig von der Häufigkeit einer Windstärke veranschaulicht die Abbildung die mittleren Windgeschwindigkeiten.

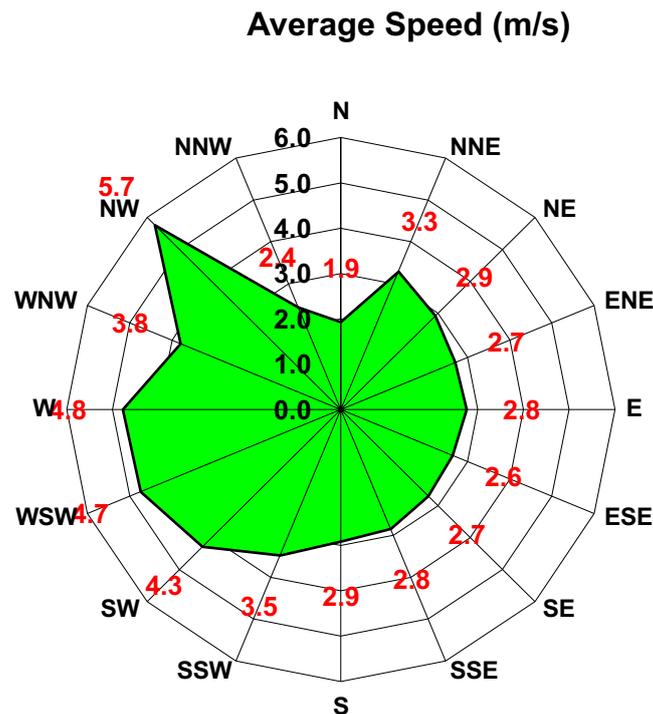


Abbildung 17: Durchschnittliche Windgeschwindigkeiten in m/s nach Windsektoren am Standort 2-Neukomm

Die durchschnittlich stärksten Winde kommen am Standort 2-Neukomm aus westlicher Richtung mit 5,7 m/s aus Nordwest, 4,8 m/s aus West und 4,7 m/s aus West-Südwest. Die vorherrschende Hauptwindrichtung, die der Windrose (Abbildung 16) zu entnehmen ist, weist hingegen eine niedrige Durchschnittsgeschwindigkeit von 2,4m/s aus Nord-Nordwest auf.

Weilbullverteilung:

Für die Bewertung des möglichen Energieertrags des Standortes wurde auch für Standort 2-Neukomm die Weilbullverteilung berechnet. Die relevanten Faktoren betragen:

$$A = 3.71 \text{ m/s}$$

$$k = 1.74$$

In der nachfolgenden Grafik wird zum einen tabellarisch die Häufigkeitsverteilung der Windklassen sowie grafisch die Weilbullverteilung dargestellt.

Klasse	Häufigkeit in %
0 - 1 m/s	6.13
1 - 2 m/s	20.52
2 - 3 m/s	23.31
3 - 4 m/s	19.11
4 - 5 m/s	13.37
5 - 6 m/s	8.91
6 - 7 m/s	4.75
7 - 8 m/s	1.89
8 - 9 m/s	0.85
9 - 10 m/s	0.48
10 - 11 m/s	0.32
11 - 12 m/s	0.20
12 - 13 m/s	0.09
13 - 14 m/s	0.04
14 - 15 m/s	0.02
15 - 16 m/s	0.01
16 - 17 m/s	0.00
17 - 18 m/s	0.00
18 - 19 m/s	0.00
19 - 20 m/s	0.00
<b>Summe</b>	<b>100.00</b>

Resultat

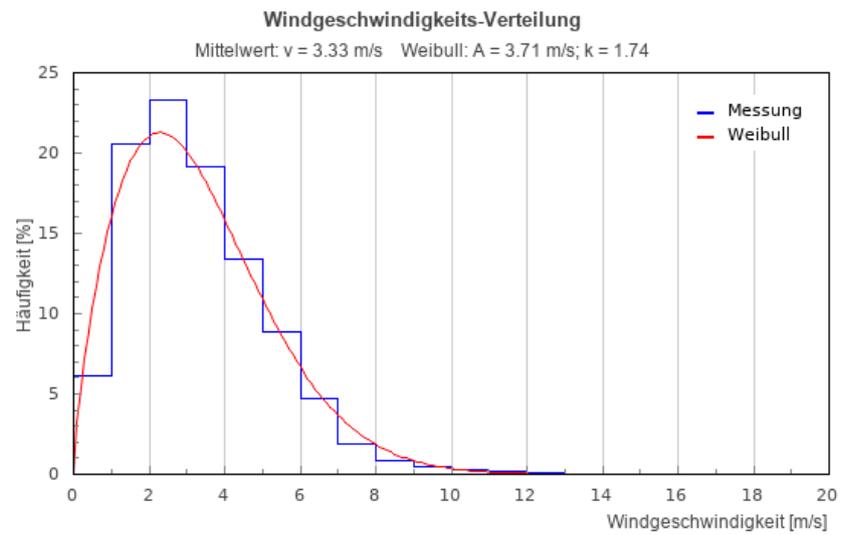


Abbildung 18: Tabelle mit Häufigkeitsverteilung der Windklassen und grafische Darstellung der Weibullverteilung am Standort 2-Neukomm

## Vergleich mit Langzeitmessung Schaffhausen

Die Messstation in Schaffhausen ist ca. 15 km entfernt von den Messstandorten und zeichnet seit über 20 Jahren die durchschnittlichen Monatswerte auf 50 m über Grund auf. Sie bildet daher eine gute Grundlage für einen Vergleich mit den oben beschriebenen Messdaten.

Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht sowohl den langjährigen Jahresmittelwert in m/s (rot dargestellt), sowie die Monatsmittelwerte basierend auf einer 20-jährigen Messreihe von 1999 bis 2018 (blaue Linie).

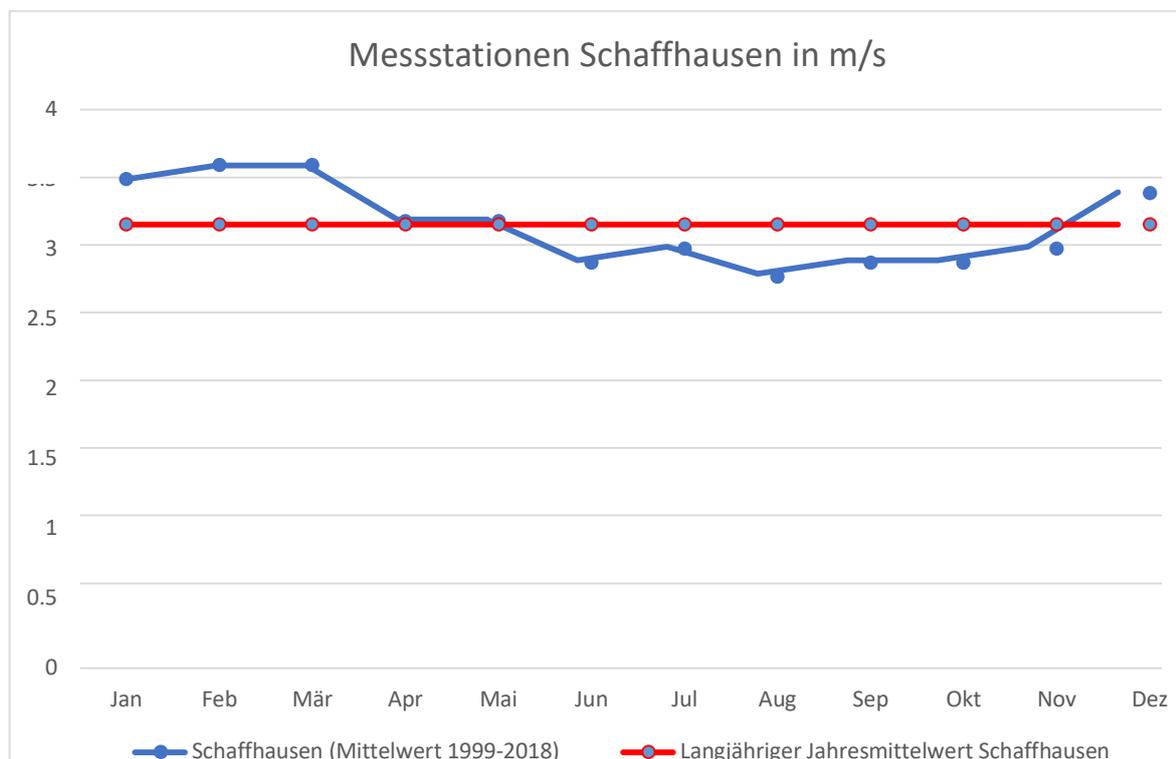


Abbildung 23: Langjähriges Jahresmittel der Messstation Schaffhausen und die monatlichen Mittelwerte basierend auf den Werten der letzten 20 Jahre

Die Abbildung verdeutlicht das grundsätzlich höhere Windaufkommen in den Wintermonaten von Dezember bis März sowie das tiefere Windaufkommen in den Sommermonaten.

Der Vergleich von Abbildung 22 und 23 zeigt, dass an den Messstandorten 1 bis 3 im Messzeitraum die Mittelwerte der Wintermonate (mit Ausnahme März 2019) nicht signifikant höher sind als die gemessenen Sommerwerte der drei Messstandorte. Entgegen dem Langzeittrend von Schaffhausen liegen die Monate November 2018 bis Februar 2019 teils sogar unter den Monatswerten von Juli bis September bei allen drei Messstationen. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass es

sich beim Winter 2018/19 an den drei Messstandorten um einen vergleichsweise windarmen Winter handelt.

Eine Korrelation mit den langjährigen Windverhältnissen wurde nicht durchgeführt. Mittels einer Korrelation würden die Messergebnisse des jeweiligen Messstandorts mit permanenten SwissMetNet-Wetter-Stationen abgeglichen (Messnetz des Bundesamts für Klimatologie und Meteorologie Meteotest). Meteotest stellt die dazu notwendigen Winddaten aller SwissMetNet-Stationen von 1999 bis heute zur Verfügung. Das Resultat des langjährigen Abgleichs ist eine langjährig abgeglichene Zeitreihe und deren Weibull-Verteilung. Diese Arbeiten sind aufwendig und es ist mit Kosten pro Standort in Grössenordnung von CHF 1'500 (ohne detaillierten Bericht) bis CHF 2'500 (mit detailliertem Bericht) zu rechnen. Diese Korrelations-Berechnungen waren nicht Gegenstands des Auftrags des Vereins Landenergie an unser Büro. Gerne können diese Berechnungen auf Wunsch noch beigebracht werden. Wir würden bei der Auftragsabwicklung mit Meteotest zusammen arbeiten.

## **Schlussfolgerung zur potenziellen Windnutzung**

Anhand der Weibullverteilung des jeweiligen Standorts, kann der für dieses Windaufkommen am besten geeignete Turbinentyp evaluiert werden. Bei den berücksichtigten Turbinentypen handelt es sich um Typen, die technisch ausgereift, erprobt, zertifiziert und in grossen Stückzahlen auf dem Markt bzw. im Einsatz sind. Von diesen Turbinentypen liegen Leistungskurven vor, anhand welcher sich mit dem gemessenen Wind die erwartete Stromproduktion bestimmen lässt. Wichtig: Die Berechnung gibt lediglich eine Grössenordnung wieder anhand welcher sich mit hinreichender Genauigkeit abschätzen lässt, ob ein wirtschaftlicher Betrieb an einem Standort denkbar ist oder nicht.

Es hat sich gezeigt, dass für alle drei Standorte der gleiche Turbinentyp am effizientesten (d.h. höchste Energieausbeute) ist, nämlich die WES-50 vom niederländische Hersteller *Wind Energy Solutions* ([www.windenergysolutions.nl](http://www.windenergysolutions.nl)). Es handelt sich hierbei um eine vertikal drehende 50 kW-Anlage mit zwei Rotoren a je 9 m Länge. Bei einer Nabenhöhe von 20 m ergibt sich daraus eine Gesamthöhe von unter 30m. Allerdings ist die Energieausbeute nur eine der relevanten Grössen. Die anderen relevanten Grössen sind die Investitions- und Betriebskosten sowie der zu erwartende Finanzertrag. Daraus lassen sich die Gestehungskosten rechnen.

Die anhand der vorliegenden Messresultate vorgenommenen Berechnungen zeigen folgendes Bild:

Standort	Mittlere Windgeschwindigkeit auf 15 m in m/s	Mittlere Windgeschwindigkeit auf 20 m in m/s	Weibullfaktoren A-Wert/k-Wert	Mögliche Produktionsmenge auf 20 m in kWh mit WES-50
2-Neukomm	3.32	3.61	3.71/1.74	44'000

Ob sich mit diesen Produktionszahlen ein wirtschaftlicher Betrieb realisieren lässt, hängt im Wesentlichen von zwei Faktoren ab:

1. Die Erstellungskosten der Anlage: eine lange Planungsphase mit vielen planerischen Hürden sowie hohe Anschaffungskosten verteuern das Projekt und machen es schnell zu einer unwirtschaftlichen Angelegenheit.
2. Der Anteil Eigenverbrauch: da keine neuen Projekte mehr von einem Einspeisevergütungssystem profitieren können, ist es entscheidend, wieviel vom produzierten Strom vor Ort verbraucht werden kann. Ist dieser Anteil hoch, kann das Projekt wirtschaftlich werden. Ist der Wert jedoch tief, ist das Projekt mit Sicherheit unwirtschaftlich.

Vertieftere Aussagen sind nicht Gegenstand dieses Auftrags, werden bei Bedarf aber gerne vorgenommen.



# ERTRAGSERWARTUNG DER WEPFAIR 250

## AM STANDORT HINTERER BERGHOF IN OBERHALLAU

Abbildung von WEPFAIR 250 Beringen (<https://www.eks.ch/news/2017/07/05/messungen-am-windrad-hans-sind-abgeschlossen>; 14.6.2020)

# ERTRAGSERWARTUNG DER WEPFAIR 250

## AM STANDORT HINTERER BERGHOF IN OBERHALLAU

### AUSGANGSLAGE

Hansueli Graf klärt im Rahmen des Engagements von Landenergie Schaffhausen das Potential von Windenergiestandorten für Kleinwindenergieanlagen im Kanton Schaffhausen ab. Silvio Frei hat im Rahmen seiner Bachelorarbeiten an den entsprechenden Standorten mit einem LIDAR Messungen vorgenommen. Diese Kurzzeitmessungen wurden mit den Langzeitmessungen der Firmen Kollegger und Wepfair verglichen (vgl. Abbildung 1). Mit dem bereinigten Datensatz wurden für jeden Standort die Parameter für die Weibull-Verteilung und die Durchschnittsgeschwindigkeit bestimmt. Für jeden dieser Standorte konnte so mithilfe der Leistungskurve von drei Kleinwindanlagen und ihrer entsprechenden Nabenhöhe das jährliche Ertragspotential abgeschätzt werden.



ABBILDUNG 1 KORRELATIONSMESSUNGEN ZWISCHEN DEM LIDARGERÄT (LINKS) UND DEM MESSMASTEN (RECHTS), STANDORT 1. QUELLE: (BA SILVIO FREI, ZHAW, 2019)

Das EKS betreibt in Beringen eine WEPFAIR 250 mit einer Maximalleistung von 250kW (vgl. Titelbild) an einem Standort mit einer durchschnittlichen Windgeschwindigkeit von 1.8m/s und möchte diese entweder an einem geeigneteren Standort aufstellen oder verkaufen.

## INHALT

Dieses Dokument beschreibt die Herleitung der Ertragserwartung einer Wepfair 250 von am Standort Hinterer Berghof in Oberhallau.

Lesezeit etwa:  
10 Minuten

(Quelle: EKS News 2018) In diesem Dokument wird das Potential von WEPFAIR 250 am Standort Hinterer Berghof in Oberhallau vorgestellt.

## METHODIK

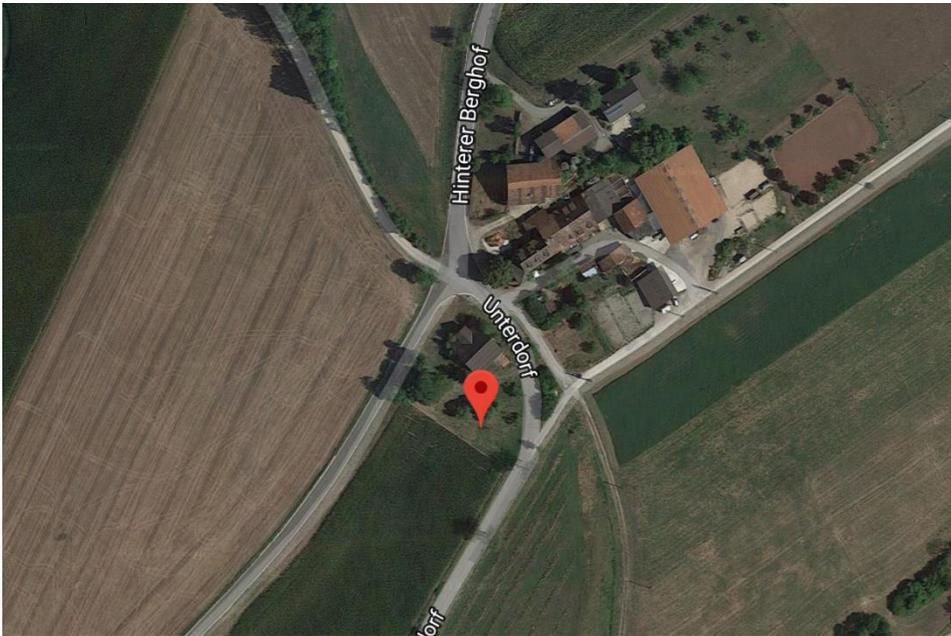


ABBILDUNG 2 VOGELPERSPEKTIVE DES ZWEITEN MESSSTANDORTS AM HINTEREN BERGHOF IN OBERHALLAU. QUELLE: (BA SILVIO FREI, ZHAW, 2020)

Die Parameter für die Weibull-Verteilung am Standort Hinterer Berghof in Oberhallau (vgl. Abbildung 2) wurden der Bachelorarbeit von Silvio Frei entnommen. Die Leistungskurve für die WEPFAIR 250 stammt von Herr Wepfer. Diese beiden wurden Datensätze wurden in das Ertragsberechnungstool von Wind-Energie Schweiz eingepflegt. Für die Luftdichte am Standort wurde der Wert  $1.18\text{kg/m}^3$  berechnet und eingesetzt.

## RESULTATE

Mit dem A-Wert von  $3.7\text{m/s}$  und dem k-Wert von  $1.7$  und einem spezifischen Gewicht für die Luft am Standort von  $1.18\text{kg/m}^3$  erhält man für die WEPFAIR 250 einen Ertrag von  $73'577\text{ kWh/Jahr}$ .

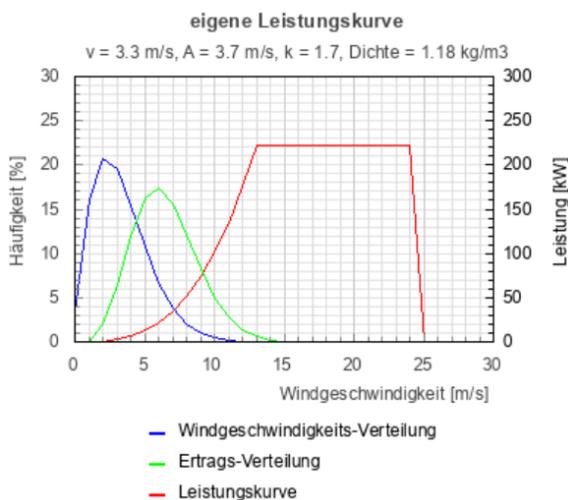


ABBILDUNG 3 LEISTUNGSKURVE DER WEPFAIR 250 (QUELLE: SUISSE ÉOLE; 21.6.2020)

Die Leistungskurve von Herr Wepfer (Anhang A) gibt eine Leistung mit Windgeschwindigkeiten bis  $13\text{m/s}$  wieder. Nimmt man nun an, dass die Windenergieanlage bis zu einer Windgeschwindigkeit von  $24\text{m/s}$  mit der Höchstleistung bei  $13\text{m/s}$  weiterarbeitet, wie es für viele Windenergieanlagen üblich ist, erhält man einen Ertrag von  $73'811\text{ kWh/Jahr}$  (vgl. Abbildung 3).

Dies entspricht gemäss einer Publikation von Energie Schweiz dem Stromverbrauch von etwa 14 bis 15 durchschnittlichen Einfamilienhäusern in der Schweiz. (Quelle: Energie Schweiz; 2019)

## LITERATUR

Bachelorarbeit von Silvio Frei, ZHAW. (2019) Parameter der Weibull-Verteilung am Standort 2; Seite 36

EKS NEWS. (2018) Windgeschwindigkeit am Standort in Beringen; Zugriff: am 21.06.2020; Verfügbar unter: <https://www.eks.ch/news/2017/07/05/messungen-am-windrad-hans-sind-abgeschlossen>

Energie Schweiz. (2019) Durchschnittlicher Verbrauch von elektrischer Energie in einem Einfamilienhaus in der Schweiz; Vertrieb: [www.bundespublikationen.admin.ch](http://www.bundespublikationen.admin.ch) Artikelnummer 805.902.D

suisse-eole. (2019) Ertragsberechnungstool; Schweizerische Vereinigung zur Förderung der Windenergie Zugriff: am 21.06.2020; Verfügbar unter: <https://wind-data.ch/tools/powercalc.php?type=ak&a=3.7&k=1.7&v=5&d=1.18&turbine=own&p%5B0%5D=0&p%5B1%5D=0.82&p%5B2%5D=2.85&p%5B3%5D=6.75&p%5B4%5D=13.17&p%5B5%5D=22.74&p%5B6%5D=36.12&p%5B7%5D=53.91&p%5B8%5D=76.77&p%5B9%5D=105.3&p%5B10%5D=140.16&p%5B11%5D=181.95&p%5B12%5D=231.33&p%5B13%5D=231.33&p%5B14%5D=231.33&p%5B15%5D=231.33&p%5B16%5D=231.33&p%5B17%5D=231.33&p%5B18%5D=231.33&p%5B19%5D=231.33&p%5B20%5D=231.33&p%5B21%5D=231.33&p%5B22%5D=231.33&p%5B23%5D=231.33&p%5B24%5D=0&p%5B25%5D=0&p%5B26%5D=0&p%5B27%5D=0&p%5B28%5D=0&p%5B29%5D=0&abfrage=+Ertrag+berechnen+>

Wepfer, H. (2019, Juni 12). Leistungskurve Wepfer-Turbine. (Anhang A)

## Lärmimmissionen

# Kleinwindenergieanlage «Hans», Beringen

## Lärmmessung



**Kanton Schaffhausen | Energiefachstelle | 8200 Schaffhausen**

Auftragsnummer: 20 385

Datum: 5.2.2021 [210205 Bericht Lärmmessung Hans\_Mv.docx]

—

Geologie Umwelt Planung  
Spitalstrasse 27  
CH-8200 Schaffhausen  
Telefon: 052 630 06 60  
Fax: 052 630 06 66  
info@magma-ag.ch  
www.magma-ag.ch

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Ausgangslage und Zielsetzung .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Messanordnung und Messbedingungen .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Messergebnisse .....</b>	<b>5</b>
3.1	Messbedingungen und Beobachtungen.....	5
3.2	Auswertung Terzbandmessungen .....	5
3.3	Summenschallpegel.....	7
3.4	Tongehalt .....	7
<b>4</b>	<b>Beurteilung .....</b>	<b>7</b>

# 1 Ausgangslage und Zielsetzung

Die derzeit im Industriegebiet Beringen installierte Kleinwindenergieanlage «Hans» soll an den Oberen Berghof am Oberhallauerberg versetzt werden. Im Rahmen des Baugesuchs muss mittels Lärnmachweis nachgewiesen werden, dass die Vorschriften der Lärmschutz-Verordnung<sup>1</sup> (LSV) eingehalten werden. Für diesen Nachweis werden in der Regel die vom Anlagenhersteller pro Windgeschwindigkeitsklasse angegebenen Schalleistungspegel benötigt. Mit den Schalleistungspegeln können die Lärmimmissionen in Abhängigkeit der Distanz zur Windenergieanlage berechnet werden.

Für die Kleinwindanlage «Hans» liegen keine Informationen zu Schalleistungspegeln vor, weshalb diese im Rahmen von Schallpegelmessungen ermittelt werden sollten.

Die Ermittlung der Schalleistungspegel von Windenergieanlagen richtet sich in der Regel nach der Norm DIN EN 61400-11 [2], das Verfahren hierzu wird auch in [1] erläutert. Da dabei die Ermittlung der Schalleistungspegel für verschiedene Windgeschwindigkeitsklassen vorgesehen ist, sind aufwendige Messungen über längere Zeiträume erforderlich. Für die vorgesehene Erstbeurteilung wurde Aufwand einer solchen Messkampagne als nicht verhältnismässig beurteilt, zumal am heutigen Standort in Beringen aufgrund von Reflexionen an benachbarten Gebäuden und den nicht repräsentativen Windverhältnisse auch bei aufwendigen Messungen mit grösseren Unsicherheiten gerechnet werden muss.

Als Alternative bietet sich eine Kurzzeit-Messung bei mittleren Windverhältnissen an, wie sie die Fachstelle Lärmschutz des Kantons Zürich für Kleinwindanlagen empfiehlt [3]. Dabei wird einzig der Schalleistungspegel bei der durchschnittlichen Windgeschwindigkeit (in der Regel 5 m/s) für die weitere Immissionsberechnung verwendet. Dieser kann bei sorgfältiger Planung mit Kurzzeitmessungen an einer Messposition ermittelt werden.

Für die vorliegende Arbeit wurden die folgenden Grundlagen verwendet:

- [1] EMPA (2010): Lärmermittlung und Massnahmen zur Emissionsbegrenzung bei Windkraftanlagen. – Untersuchungsbericht 452'460 vom 22.01.2020 der Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU.
- [2] DIN EN 61400-11: 2019-05, Windenergieanlagen – Teil 11: Schallmessverfahren (IEC 61400-11:2012 + A1:2018)
- [3] Baudirektion des Kantons Zürich (2010): Lärm von Kleinwindanlagen, Hintergründe und Informationen zur Beurteilung der Lärmemissionen von kleinen Windkraftanlagen. – Bericht der Fachstelle Lärmschutz des Tiefbauamts und der Baudirektion des Kantons Zürich vom Juli 2010.

---

<sup>1</sup> Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986. – SR 814.41.

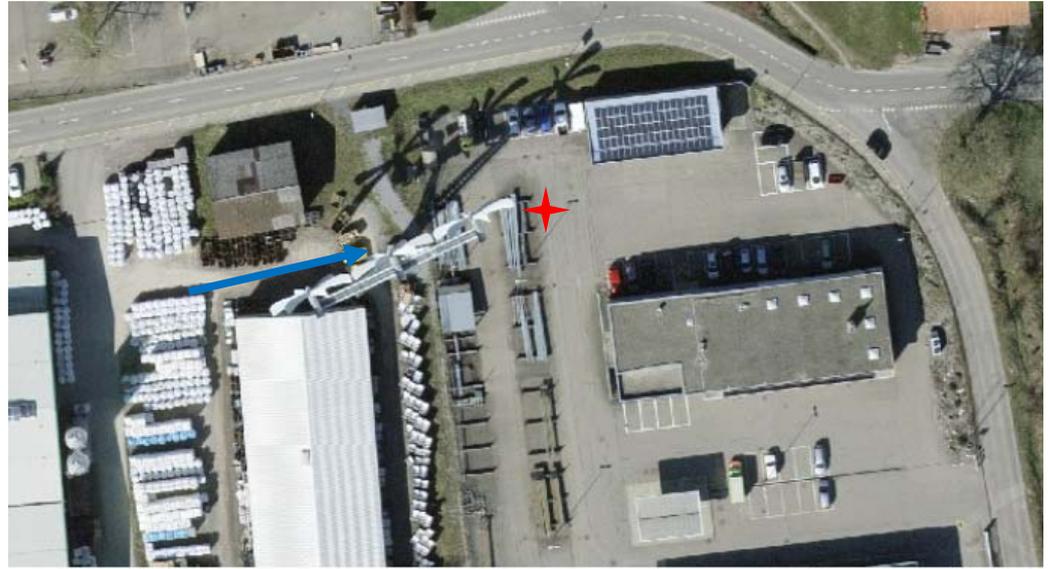
Mit den durchgeführten Arbeiten wurde der Schallleistungspegel der Kleinwindanlage «Hans» abgeschätzt. Dazu wurden Schallpegelmessungen bei verschiedenen Betriebszuständen und Windgeschwindigkeiten über wenige Stunden durchgeführt und ausgewertet. Mit dem Schallleistungspegel kann der Immissionspegel in beliebigem Abstand zur Windenergieanlage berechnet werden.

## 2 Messanordnung und Messbedingungen

**Tab. 1:**  
Messanordnung.

Messort	Werkhof EKS, Wiesengasse 30, Beringen Distanz zur Mitte der WEA: 27 m (horizontal 22 m) in Windrichtung Mikrofon am Boden auf harter Unterlage mit Windschirm, Ausrichtung zur WEA.
Datum	22.12.2020
Zeit	Messung 1: 09:40–10:35 Messung 2: 13:20–14:05
Witterung	bewölkt, schwach windig, 10°–12°, Strassen nass
Messmittel	Schallpegelmessgerät CESVA SC310, akustischer Kalibrator CESVA CB006 Mikrofonkabel 10 m.
METAS-Eichung	Schallpegelmessgerät und Kalibrator geeicht bis 09/2021
Kalibrierung	Messung 1: 93.7 dB(A) vor Messung, 93.8 dB(A) nach Messung Messung 2: 93.6 dB(A) vor Messung, 93.7 dB(A) nach Messung
Aufzeichnung	unbewertete Terzbandpegel A-bewertete und unbewertete Summenschallpegel Fast (125 ms)
Gegenstand der Messung	Bestimmung der Schallleistungspegel bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten
Messdauer	55 und 45 min
Windmessung	Anemometer auf der WEA, Höhe Rotorachse, 15.6 m Höhe, Messung alle 5 s

**Abb. 1:**  
Messaufstellung, roter Stern; Mikrofonstandort, blau: vorherrschende Windrichtung, nicht massstäblich.



**Abb. 2:**  
Messaufstellung, roter Pfeil: Mikrofon; Foto magma AG, 22.12.2020.



## 3 Messergebnisse

### 3.1 Messbedingungen und Beobachtungen

Die Messungen, die schlussendlich zur Auswertung geeignet waren, erfolgten in vier Zeitabschnitten mit jeweils leicht unterschiedlichen Betriebs- und Windbedingungen.

Tab. 2:  
Messabschnitte.

Zeitabschnitt	Windgeschwindigkeit	Drehzahl Windräder	Bemerkung
09:40 – 10:05	0.8 m/s	12 – 17 U/min	
10:05 – 10:35	0.4 m/s	0 U/min	Rotorblätter in Segelstellung
13:20 – 13:40	1.3 m/s	15 – 25 U/min	
13:40 – 14:05	2.8 m/s	25 – 30 U/min	

Aufgezeichnet wurden die 125 ms und 1 s Mittelungspegel in Terzbändern sowie die unbewerteten und A-bewerteten Summenpegel. Die Hintergrundgeräusche bestanden aus Verkehrslärm, Arbeitsgeräuschen von den Tätigkeiten im Werkhof (Autos waschen, umladen, Fahrzeugbewegungen) sowie Geräuschen aus den benachbarten Betrieben. Die Hintergrundgeräusche waren über den Beobachtungszeitraum recht einheitlich, aber kurzzeitig deutlichen Schwankungen unterworfen (Vorbeifahrten, Abladen von Fahrzeugen, etc.), weshalb Messabschnitte von mindestens 20 min aufgezeichnet und ausgewertet wurden.

Das Geräusch der WEA war vor Ort nicht wahrnehmbar. Bei den vorhandenen Hintergrundgeräuschen konnte ein Beobachter in 15 m Entfernung und ohne Sichtkontakt zur WEA nicht feststellen, ob die Windräder drehten oder stillstanden. Schwach hörbar waren lediglich die Motorgeräusche, wenn die Rotorblätter in Segelstellung und zurück gedreht wurden.

### 3.2 Auswertung Terzbandmessungen

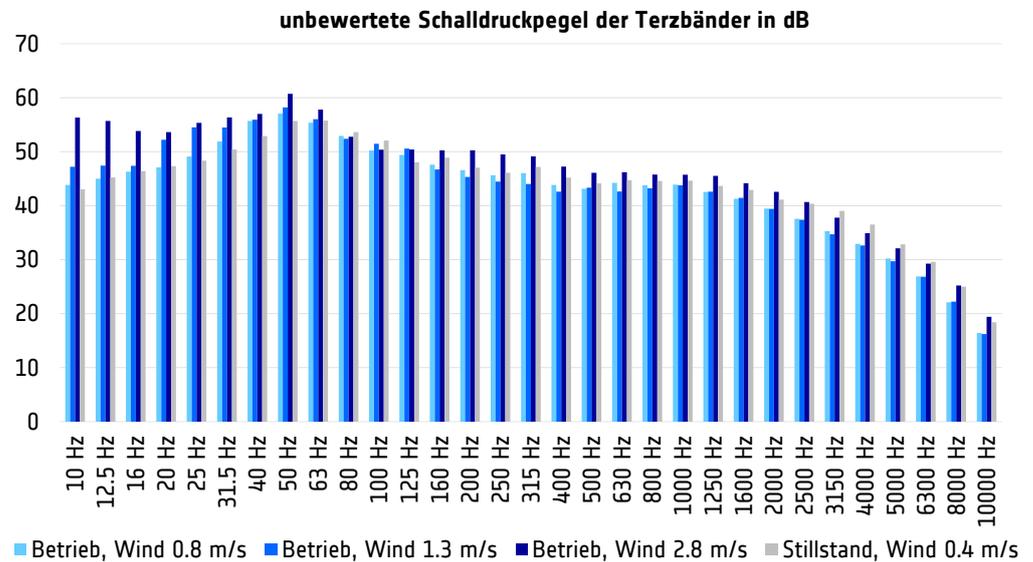
Aufgrund der meist sehr geringen Pegelunterschiede zwischen den Messungen im Betrieb und beim Stillstand war eine systematische Auswertung der Messungen gemäss [2] nicht durchführbar. Die Pegeldifferenzen in den Terzbändern lagen nur in Einzelfällen über der minimalen Differenz von 3 dB, die für eine Auswertung nötig ist.

Die folgende Abb. 3 zeigt die unbewerteten Pegel der Terzbänder für die verschiedenen Betriebszustände. Es ist erkennbar, dass beim Betriebszustand mit der höchsten Windgeschwindigkeit von 2.8 m/s in den tiefen Frequenzbändern von 10 bis 50 Hz eine Pegeldifferenz von bis zu 13.3 dB (bei 10 Hz) auftritt. In den höheren Frequenzbändern ist diese Differenz nicht mehr vorhanden. Bei den tieferen Windgeschwindigkeiten sind die Pegeldifferenzen in allen Frequenzbändern gering und nicht mehr signifikant. In den höheren Frequenzen ab 200 Hz liegen die Pegel beim Stillstand der WEA sogar meist höher als beim Betrieb.

Die Quelle dieser tieffrequenten Pegel sind unklar. Es ist bekannt, dass WEA tieffrequente Geräusche abstrahlen. Durch die Messanordnung am Standort mit Gebäuden in weniger als 20 m Abstand zum Mikrofon, Gewerbegebäuden mit Betrieben in der

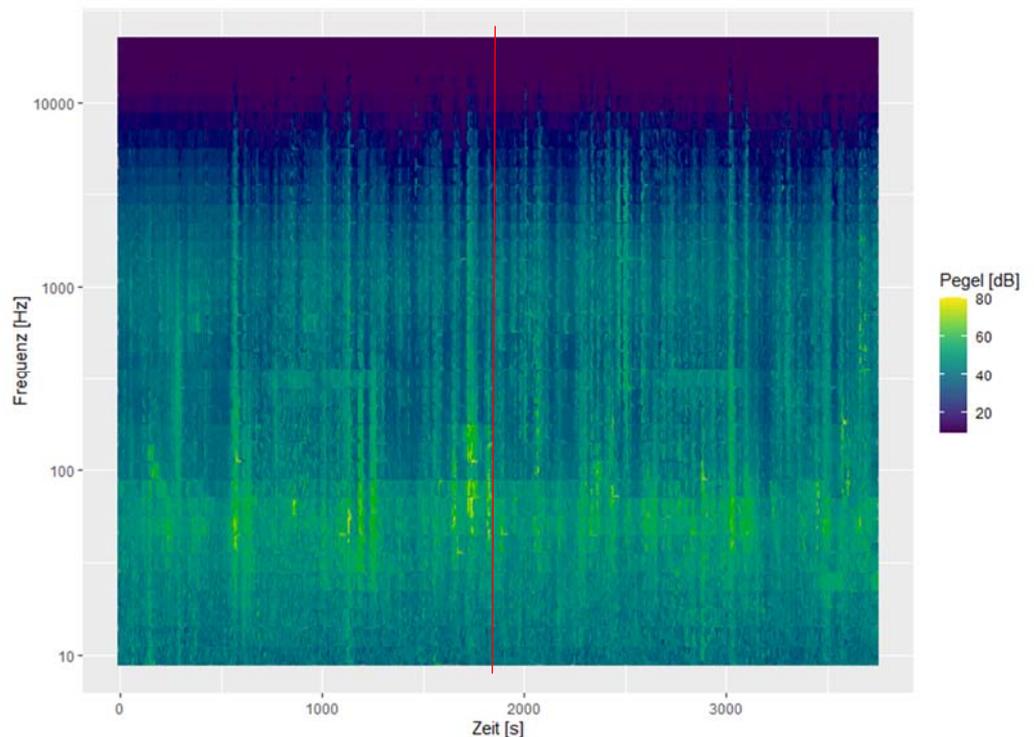
Nachbarschaft und dem laufenden Betrieb des Werkhofs kommen auch andere Quellen in Frage. Für die weiteren Überlegungen wird aber davon ausgegangen, dass die Geräusche von der WEA stammen.

**Abb. 3:** Darstellung der unbewerteten Schalldruckpegel pro Frequenzband (Terzbandmittenfrequenz) bei verschiedenen Betriebszuständen.



In der Abb. 4 sind die gemessenen Pegel für die Frequenzbänder im Verlauf der Messung vom Vormittag (09:40 bis 10:35) als Farbverlauf dargestellt. Im Verlauf dieser Messung wurde die WEA nach der Hälfte der Zeit (ca. bei 1'800 s) abgeschaltet. In keinem der Frequenzbereiche ist ein klarer Unterschied zwischen Betrieb und Stillstand erkennbar.

**Abb. 4:** Darstellung der unbewerteten Schalldruckpegel in allen Frequenzbändern im Verlauf der Zeit. Zeitraum 09:40 bis 10:35, Stillstand der WEA ab 1'800 s (rote Linie).



### 3.3 Summenschallpegel

Die A-bewerteten Summenpegel zeigen nur geringe Differenzen zwischen den Betriebszuständen. Die grossen Unterschiede in den tiefen Frequenzbändern wirken sich in der A-Bewertung kaum aus. Aus den Differenzen der Summenpegel lässt sich der Anteil der WEA am Gesamtgeräusch berechnen. Da die Differenzen aber klein sind, ist die Unsicherheit entsprechend gross. Gemäss [2] sollten so kleine Differenzen gar nicht für die Auswertung verwendet werden.

**Tab. 3:**  
A-bewertete Summenpegel bei den verschiedenen Betriebszuständen.

Betriebszustand	Summenpegel dB(A)
Betrieb, Wind 0.8 m/s	52.2
<i>Einfluss der WEA (Differenz zu Stillstand)</i>	<i>(-1.3)</i>
<i>Berechneter Pegel WEA</i>	<i>-</i>
Betrieb, Wind 1.3 m/s	51.8
<i>Einfluss der WEA (Differenz zu Stillstand)</i>	<i>(-1.7)</i>
<i>Berechneter Pegel WEA</i>	<i>-</i>
Betrieb, Wind 2.8 m/s	54.8
<i>Einfluss der WEA (Differenz zu Stillstand)</i>	<i>1.3</i>
<i>Berechneter Pegel WEA</i>	<i>49.0</i>
Stillstand, Wind 0.4 m/s	53.4

Wenn trotzdem eine Aussage gewagt werden soll, ergibt sich bei der höchsten Windgeschwindigkeit ein berechneter Schalldruckpegel der WEA von 49 dB(A) bei 27 m Distanz. Daraus lässt sich ein Schalleistungspegel der WEA von rund 89 dB(A) berechnen, was für eine solche Anlage ein plausibler Wert ist. Für kleinere Windgeschwindigkeiten ist keine signifikante Pegelzunahme feststellbar, eine Auswertung deshalb nicht möglich. Die Unsicherheit des so berechneten Schalleistungspegels ist gross und dürfte mindestens bei  $\pm 5$  dB(A) liegen.

### 3.4 Tongehalt

Die Auswertung der Messdaten ergab keine Hinweise auf eine Tonhaltigkeit des Geräusches. Hinweise darauf wären lokale Maxima in den Terzbandpegeln oder vor Ort wahrnehmbare Töne. Beides war nicht zu beobachten.

## 4 Beurteilung

Die Resultate lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- ▶ Bei tiefen Windgeschwindigkeiten (0.8 und 1.3 m/s) ist die WEA mit Rotordrehzahlen von 12 – 25 U/min in Betrieb. Bei diesen Verhältnissen ist in der gegebenen Umgebung mit den vorhandenen Hintergrundgeräuschen kein signifikanter Schall messbar.

- ▶ Bei Windgeschwindigkeiten von 2.8 m/s resp. bei 25 – 30 U/min ist in tiefen Frequenzbereichen zwischen 10 und 50 Hz eine Pegelzunahme messbar. Ob diese vollständig von der WEA stammt ist unklar, es kommen weitere Quellen in Frage. Wenn die Pegelzunahme vollständig der WEA zugeordnet wird, ergibt sich am Messort ein A-bewerteter Summenschallpegel von 49 dB(A) und ein Schalleistungspegel der WEA von 89 dB(A). Diese Werte sind mit grossen Unsicherheiten behaftet.
- ▶ Eine Tonhaltigkeit des Schalls ist nicht feststellbar.
- ▶ Bei der Beobachtung vor Ort ist der Schall der WEA in 15 m Entfernung von der Anlage bei allen Windgeschwindigkeiten als nicht sicher wahrnehmbar zu bezeichnen. Hörbar sind lediglich Motorengeräusche beim Drehen der Anlage und dem Verstellen der Rotorblätter.
- ▶ Eine Schallmessung bei höheren Windgeschwindigkeiten war wetterbedingt nicht möglich. Die Rotordrehzahlen können dann bis zu 50 U/min betragen.
- ▶ Für den geplanten Standort am Oberhallauerberg kann mit dem oben ermittelten Schalleistungspegel am nächstgelegenen Immissionsort mit lärmempfindlicher Nutzung (Distanz: 100 m) ein Beurteilungspegel von 46 dB(A) bestimmt werden. Dabei wurde von einer Schallabstrahlung in den Halbraum ausgegangen und die Beurteilung nach Anhang 6 Ziff. 1 Abs. 1 Bst. a LSV ohne Impuls- und Tongehalt (K1 = 5 dB(A), K2 = 0 dB(A), K3 = 0 dB(A)) durchgeführt. Die in der Landwirtschaftszone geltenden Planungswerte der Empfindlichkeitsstufe III von 60 dB(A) am Tag und 50 dB(A) in der Nacht können somit eingehalten werden.

magma AG, Schaffhausen, 5.2.2021

Sachbearbeiter: Christian Gruber, dipl. phil. II, Geologe SIA



Christian Gruber  
dipl. phil. II, Geologe SIA



Valentin Müller  
MSc ETH Umwelt-Ing. SIA

**Verteiler:**

Auftraggeber  
magma AG (intern)

Version	Korreferat	Korrekturen	Schlusskontrolle
1.1 (5.2.2021)	05.02.2020 Mv	05.02.2021 Gr	Gr

Wir bestätigen, dass bei der Durchführung der vorliegenden Untersuchung die Sorgfaltspflicht angewendet worden ist, dass die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem aktuellen und im Bericht angegebenen Kenntnisstand beruhen und dass diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebiets und nach bestem Wissen ermittelt worden sind.

Wir gehen davon aus,

- ▶ dass uns seitens des Auftraggebers bzw. der von ihm benannten Drittpersonen vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt worden sind,
- ▶ dass der Auftraggeber nicht auszugsweise von den Resultaten der Untersuchung Gebrauch macht und
- ▶ dass der Auftraggeber die Resultate nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet bzw. nicht auf geänderte Verhältnisse anwendet.

Andernfalls lehnen wir gegenüber dem Auftraggeber jede Haftung für dadurch entstandene Schäden ab. Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, so wird die Haftung für direkte oder indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

mitglied  



## Schattenwurf

In einem für den Schattenwurf relevanten Umkreis befinden sich folgende Gebäudegruppen:

- Vorder Berghof im Südwesten des Anlagestandorts
- Im Äpli im Südwesten des Anlagestandorts
- Hinterer Berghof im Nordosten des Anlagestandorts

Aufgrund der Luftbildauswertung befindet sich im Gebiet Vorderer Berghof/Im Äpli nur ein bewohntes Gebäude. Im Gebiet Hinterer Berghof sind es insgesamt vier Gebäude, die bewohnt sind. Bei den übrigen Gebäuden handelt es sich um landwirtschaftlich genutzte Liegenschaften.

Den längsten Schatten wirft ein Objekt bei Sonnenauf- und Sonnenuntergang. Für die Gebäude südwestlich des Anlagenstandorts könnte die Situation dann kritisch werden, wenn die Sonne möglichst weit im Nordosten aufgeht. Dies ist zum Zeitpunkt der Sommersonnenwende der Fall, also um den 21. Juni. Mit Hilfe des im Internet kostenlos verfügbaren Hilfsmittels [www.sonnenerlauf.de](http://www.sonnenerlauf.de) kann der Schattenverlauf für ein Objekt mit der gleichen Höhe wie die WEA (23.8 m) und der korrekten Position annäherungsweise simuliert werden (vgl. Abbildung 1).

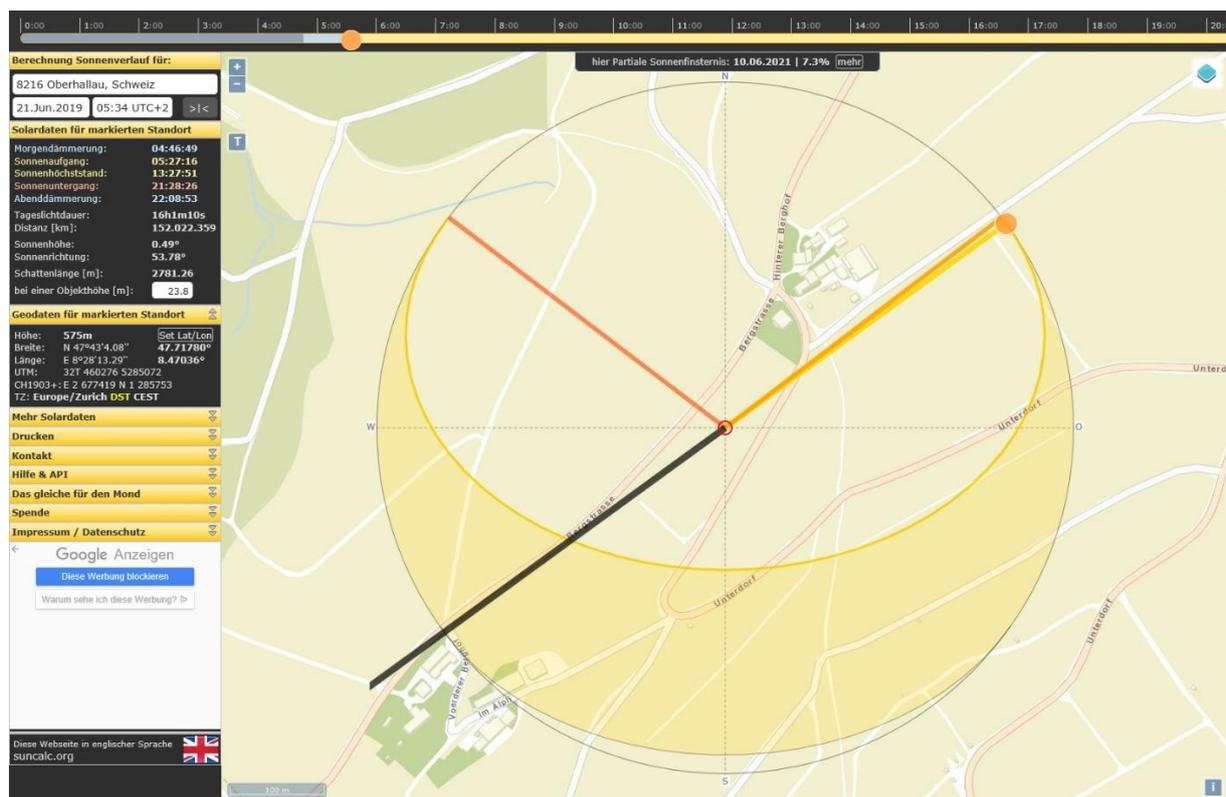


Abbildung 1: Maximaler Schattenwurf gegen Südwesten am 21. Juni bei Sonnenaufgang ([www.sonnenerlauf.de](http://www.sonnenerlauf.de))

Die Abbildung zeigt, dass der Schatten bei Sonnenaufgang (5.34 Uhr) knapp am nördlichsten Gebäude (Scheune/Stall) vorbeizieht. Auch bei der Annahme eines breiteren Schattens wäre das bewohnte Gebäude durch die davorstehenden Gebäude geschützt, so dass nie ein Schatten auf dieses Gebäude fallen kann.

Für die Gebäudegruppe im Gebiet Hinterer Berghof könnte der Schatten aus Südwesten kritisch werden, wenn die Sonne sehr tief steht. Der Extremfall tritt kurz vor Sonnenuntergang zum Zeitpunkt der Wintersonnenwende ein, also am 21. oder 22. Dezember.

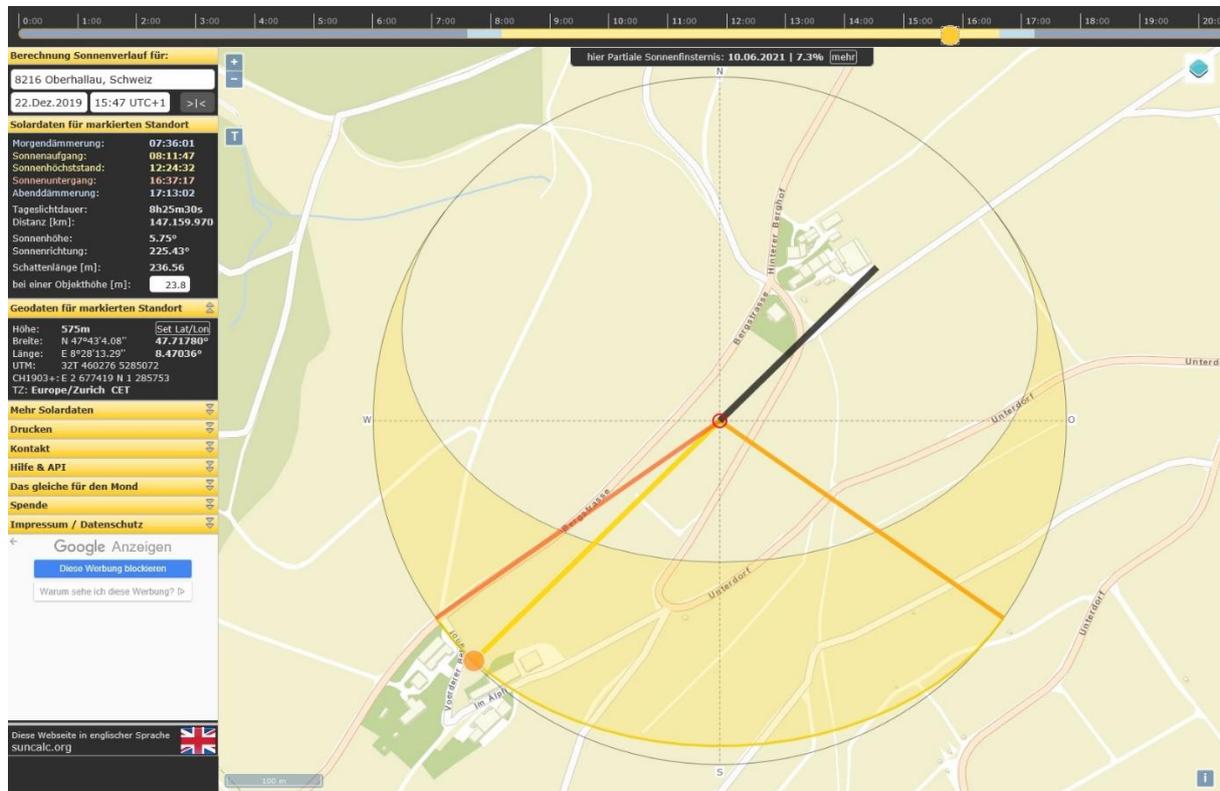


Abbildung 2: Maximaler Schattenwurf gegen Nordosten am 22. Dezember kurz vor Sonnenuntergang ([www.sonnenverlauf.de](http://www.sonnenverlauf.de))

Abbildung 2 zeigt diese Situation schematisch auf. Der längste Schattenwurf zieht südlich an dem Gebäudeensemble vorbei. Ein breiterer Schatten würde allenfalls das südlichste Gebäude treffen. Dieses ist jedoch unbewohnt (Stall/Scheune).

Bei allen anderen Sonnenständen tangiert der Schattenwurf die relevanten Gebäudegruppen nicht.

Fazit: Der Schattenwurf stellt aufgrund der Grobbeurteilung für die Gebäude im Umkreis der geplanten Windenergieanlage kein Problem dar. Aufgrund der klaren Situation kann auf eine Detailuntersuchung verzichtet werden.

## Orts- und Landschaftsbild

Die geplante Kleinwindenergieanlage ist an einem der im Kantonalen Richtplan (KRP) vorgesehenen Kleinwindstandorte (Standort Nr. 23, Hinterer Berghof) vorgesehen. Damit ist das Kriterium der Standortgebundenheit erfüllt. Es gilt anzumerken, dass nur wenige der insgesamt 33 Kleinwindstandorten des KRP in der Lage wären, eine maximale elektrische Leistung von 250 Kilowatt (kW), wie sie beim vorgesehenen Anlagentyp möglich sind, ohne Ausbau des Stromnetzes aufnehmen könnten.

Der Standort befindet sich in der Landwirtschaftszone, die durch eine Landschaftsschutzzone überlagert wird. Schützenswerte Landschaften von kantonaler Bedeutung sind ausdrücklich kein Ausschlusskriterium. Jedoch werden an Kleinwindenergieanlagen gemäss Kantonaalem Richtplan folgende Anforderungen gestellt:

- Das landwirtschaftliche Gewerbe muss direkt von deren Stromerzeugung profitieren können.
- Die Kleinwindenergieanlage muss in Bezug stehen zu bestehenden Bauten und Anlagen.

Das erste Kriterium ist erfüllt, weil die geplante Anlage als Eigenverbrauchsanlage angeschlossen wird. Dies bedeutet, dass der erzeugte Strom in erster Linie dem Eigenverbrauch der umliegenden Gebäude dient und erst in zweiter Linie ins Stromnetz eingespeisen wird. Die geplante Anlage ist jedoch ein Spezialfall, weil es sich um eine Gebrauchtanlage mit bestehendem KEV-Vertrag handelt.

Der Anlagenstandort befindet sich 120 m vom nächsten Gebäude des Hinteren Berghofs entfernt. Aufgrund der gemessenen Hauptwindrichtung aus Nord-Nordwest könnte die Anlage grundsätzlich näher an die Gebäude rücken. Aus Gründen des Artenschutzes (insbesondere Fledermäuse und Schwalben) empfiehlt es sich, diesen Mindestabstand von den Gebäuden einzuhalten. Die Ensemble-Wirkung ist mit diesem Abstand gewährleistet, wird die Windenergieanlage immer noch klar als Teil der Gebäude am Standort Hinterer Berghof wahrgenommen.

Es liegt in der Natur der Sache, dass Windenergieanlagen an exponierten Stellen, also an Standorten mit ausreichend Wind, stehen müssen. Damit sind auch Anlagen mit einer Gesamthöhe von maximal 30 Meter weitherum gut sichtbar. Die vorgesehene Kleinwindenergieanlage "Hans" wirkt primär aufgrund ihrer Breite (42.5 m), weniger aufgrund ihrer Höhe von 23.8 m, die damit deutlich unter 30 m liegt.

Im Zusammenhang mit der Sichtbarkeitsanalyse stellt sich zunächst die Frage nach einem sinnvollen Untersuchungsradius rund um den geplanten Anlagenstandort.

Bei Grosswindanlagen spricht man vom Wirkzonenradius. Die Wirkung der Sichtbarkeit einer Windenergieanlage nimmt mit der Entfernung ab. Ab einer gewissen Entfernung gilt die visuelle Wirkung grundsätzlich als nicht mehr erheblich und ist damit vernachlässigbar. Diese maximale Wirkdistanz ist abhängig von der Nabenhöhe und dem Rotordurchmesser. Für Grosswindanlagen mit 200 m Gesamthöhe berechnet sich ein Wirkzonenradius von 10 bis 11 km. Bei einer Gesamthöhe von 23.8 m beträgt die Distanz 285 m, bei 30 m Gesamthöhe wäre es rund 100 m mehr. Die Formel scheint daher nicht geeignet für Kleinwindenergieanlagen. Als sinnvoll erachtet wird ein Radius von maximal 2 km. Als Vergleich: Ein Objekt von 30 m Höhe in einem Abstand von 1 km erscheint im Auge des Betrachters wie ein Objekt von 3 cm direkt 1 m vor dem Auge. Bei einem Abstand von 2 km wäre das Objekt 1 m vor dem Auge noch 1.5 cm gross.

Die folgende Sichtbarkeitsanalyse stützt sich auf die vom Planungs- und Naturschutzamt des Kantons Schaffhausen bei der Firma Magma AG in Auftrag gegebene Auswertung zur Anlagensichtbarkeit. Als Grundlage diente das digitale Oberflächenmodell (DOM) der amtlichen Vermessung. In diesem Modell sind neben der Topografie auch Wald sowie Gebäude enthalten. Der Sichtschutz, den Gebäude und Wald bieten können, wird also berücksichtigt. Die folgende Abbildung zeigt das Ergebnis der Analyse:

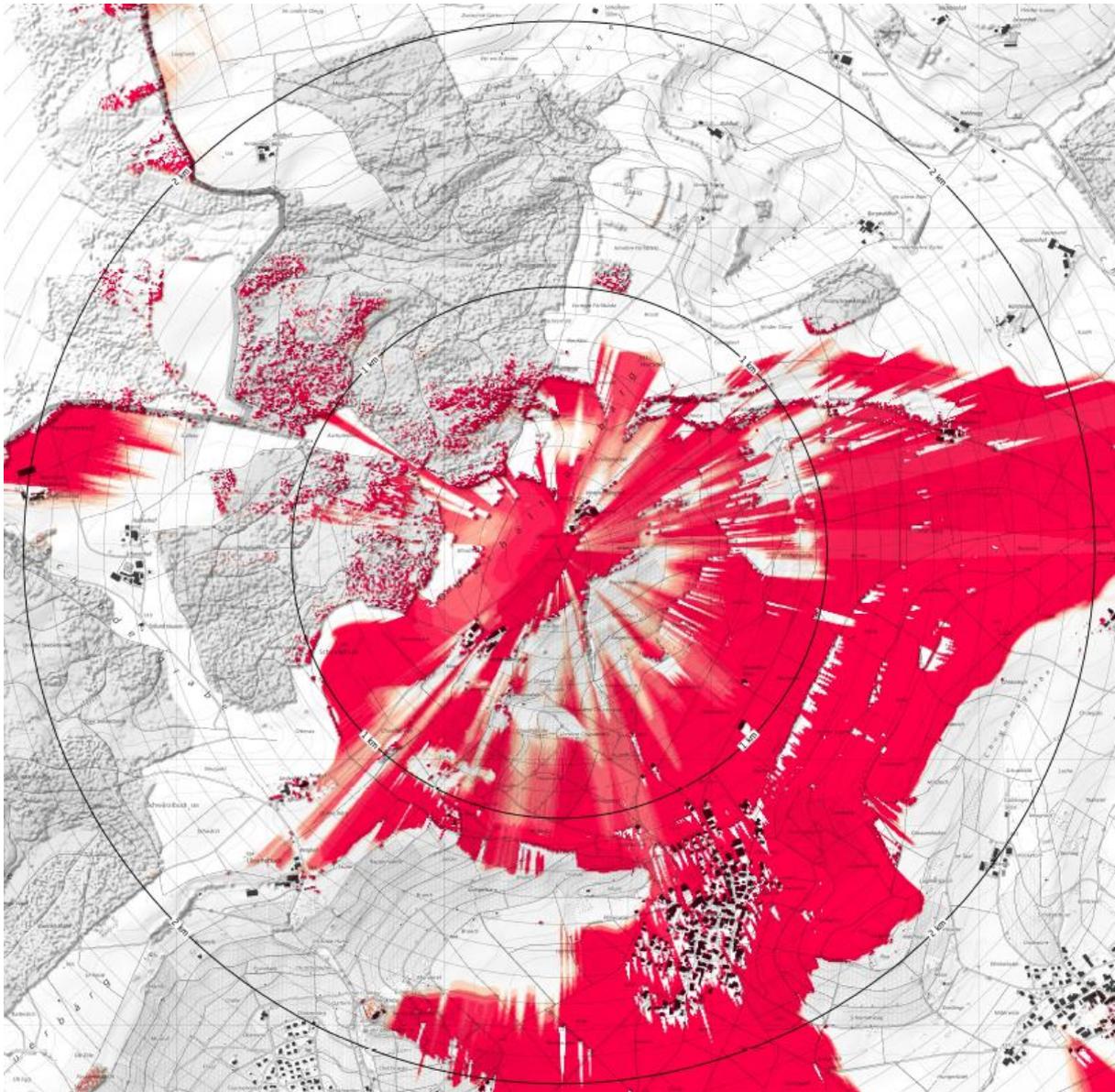


Abbildung: Ausschnitt aus der Sichtbarkeitsanalyse. Der äusserste Kreis hat einen Radius von 2 km (Massstab 1:15'000).

Der Anlagenstandort hat vom südlichsten Gebäude des Hinteren Berghofs einen Abstand von rund 120 m. Rot eingefärbt bedeutet, dass 100 Prozent der Anlage von einem Punkt aus sichtbar ist. Keine rötliche Einfärbung bedeutet, dass die Anlage von einem solchen Standort nicht sichtbar wäre oder durch ein Hindernis (z.B. Gebäude oder Wald) verdeckt wird. Schattierungen dazwischen deuten darauf hin, dass nur ein bestimmter Teil der Anlage sichtbar wäre.

Grob betrachtet, beschränkt sich die Sichtbarkeit der geplanten Anlage auf den Sektor Ost bis Süd. Gegen Norden und Westen wäre die Anlage nur im Nahbereich sichtbar.

Im Umkreis von 1 km befinden sich nur an den Standorten Vorderer Berghof und Hinterer Berghof ganzjährig bewohnte Gebäude. Am Standort Vorderer Berghof versperren Scheunen- oder Stallgebäude mehrheitlich die direkte Sicht auf die Anlage. Auch die bewohnten Gebäude vom Hinteren Berghof erhalten durch die davorliegenden Gebäude teilweise einen Sichtschutz. Zwischen dem 1- und 2-km-Radius befindet sich das Dorf Oberhallau mit etwas mehr als 400 Einwohnerinnen und Einwohnern. Grundsätzlich ist die geplante Kleinwindenergieanlage in Oberhallau sichtbar. Da die Wohnhäuser dicht beieinanderstehen, versperren die nördlich liegenden Gebäude häufig den Blick der südlich anschliessenden Gebäude auf die geplante Anlage. Von weiteren vereinzelt Gebäuden im Abstand von 1 bis 2 km wäre die Anlage ebenfalls sichtbar.

Fazit: Die Standortgebundenheit muss nicht speziell nachgewiesen werden, da es sich beim Standort Hinterer Berghof und einen der im kantonalen Richtplan festgelegten Kleinwindstandorte handelt. Die Sichtbarkeit der geplanten Kleinwindenergieanlage kann als sehr moderat bezeichnet werden. Die Anlage ist mit 23.8 m Gesamthöhe nicht sehr hoch, wirkt aber im Nahbereich durch ihre Breite von 42.5 m mächtig. Im Nahbereich sind aber nur zwei Gebäudegruppen "betroffen". An beiden Orten werden die bewohnten Gebäude vollständig oder teilweise durch Scheunen oder Ställe abgeschirmt. Im Fernbereich, also zwischen 1 und 2 km Entfernung, befindet sich das Dorf Oberhallau. Die geplante Anlage ist hier nur noch als kleines Objekt wahrnehmbar (etwa 3 auf 1.5 cm, 1 m vor dem Auge des Betrachters). Weil die Gebäude im Dorf dicht stehen, verdeckt die vorderste Häuserzeile grösstenteils den Blick auf die Anlage.

## Zusammenfassung und Fazit

In der Gemeinde Oberhallau soll am Standort Hinterer Berghof/Langer Hag eine Kleinwindenergieanlage realisiert werden. Der Standort gehört zu den 33 Kleinwindstandorten, die im kantonalen Richtplan festgelegt sind (Standort Nr. 23). Sie stammen aus der Windpotenzialstudie aus dem Jahr 2009, in welcher u.a. das Windpotenzial auf 25 m über Grund abgeschätzt wurde. Anhand von Ausschlusskriterien und einer Begehung wurden die Standorte ausgeschieden und beurteilt. An diesen Standorten soll eine Windenergienutzung grundsätzlich möglich sein, sofern die Kriterien der Standorteignung erfüllt werden.

Gemäss Windpotenzialstudie weist der Standort Hinterer Berghof eine durchschnittliche Windgeschwindigkeit von 3.1 m/s aus. Dieser Wert wird durch die **Windmessung**, die zwischen dem 4. Juli 2018 und dem 2. Mai 2019 am Standort auf 15 m über dem Boden durchgeführt wurde, klar bestätigt. Diese Messungen ergaben im Durchschnitt den Wert von 3.3 m/s. Mit einem LIDAR-Gerät wurden anlässlich einer Bachelorarbeit an diesem Standort die Messresultate nochmals vertieft bestätigt. Diese zweimalige Messung ergibt eine solide Grundlage für den wirtschaftlich möglichen Betrieb an diesem Standort. Die Hauptwindrichtung weicht mit Nord-Nordwest deutlich von der zu erwartenden Hauptwindrichtung West-Südwest ab. Die lokale Topographie und das Relief beeinflussen die lokalen Windverhältnisse. Die typische Sommer-/Winterverteilung der Windgeschwindigkeiten, wie sie auf Nabenhöhe von Grosswindenergieanlagen beobachtet werden kann, spiegelt sich in der Messreihe nicht. Es gibt jedoch keinen Grund, warum dies nicht auch auf rund 15 m über dem Boden der Fall sein sollte. Mit Ausnahme des Monats März 2019 galt der Winter 2018/2019 in der Region Schaffhausen als vergleichsweise windarm. Dies erklärt die ausgeglichene Situation zwischen Sommer 2018 und Winter 2018/2019.

Physikalisch gesehen kann eine geringere Windgeschwindigkeit bis zu einem gewissen Grad mit einer grösseren Rotorfläche kompensiert werden. Mit ihren drei Rotoren ist der vorgesehene Anlagentyp auf die moderaten Windgeschwindigkeiten auf Nabenhöhe angepasst. Dank der sechs Rotorblätter pro Rotor stellt die Anlage dem Wind eine grosse Angriffsfläche entgegen. Gemäss Leistungskurve des Herstellers wird das Leistungsmaximum von 250 kW bei einer Windgeschwindigkeit von rund 13 m/s ausgeschöpft. Die Häufigkeitsverteilung (Weibull-Kurve) zeigt, dass solche Windgeschwindigkeiten am vorgesehenen Standort selten sind. Die Leistungsreserve erlaubt es jedoch, höhere Gesamterträge zu erzielen. Die **Ertragsabschätzung** kommt auf einen Wert von rund 73'500 Kilowattstunden (kWh) pro Jahr. Bei einem jährlichen Stromverbrauch von durchschnittlich 4'500 kWh könnten damit – in einer Jahresbetrachtung – rund 16 Haushalte versorgt werden.

In Bezug auf den **Schattenwurf** sind keine der Nachbargebäude betroffen. Die Simulation der kritischsten Situationen zum Zeitpunkt der Sommersonnenwende (längster Schatten bei Sonnenaufgang Richtung Südwesten) und zum Zeitpunkt der Wintersonnenwende (längster Schatten bei Sonnenuntergang Richtung Nordosten) zeigen, dass die Gebäude im Vorderen und Hinteren Berghof vom Schattenwurf nicht betroffen sind.

Da für die geplante Anlage vom Hersteller keine Schalleistungspegel bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten zur Verfügung standen, wurde die Firma Magma AG mit einer **Lärmmessung** am heutigen Standort der Anlage in Beringen und mit einem **Lärmgutachten** für den neuen Standort beauftragt. Aufgrund der Messungen kann von einem A-bewerteten Summenschallpegel von 49 dB(A) und einem Summenschallpegel von 89 dB(A) ausgegangen werden. Eine Ton- und Impulshaltigkeit des Schalls konnte nicht festgestellt werden. Für den geplanten Standort kann am nächstgelegenen Immissionsort (Distanz 120 m) ein Beurteilungspegel von 46 dB(A) bestimmt werden. Die in der

Landwirtschaftszone geltenden Planungswerte der Empfindlichkeitsstufe (ES) III von 60 dB(A) am Tag und 50 dB(A) in der Nacht gemäss Lärmschutzverordnung können somit eingehalten werden.

Aufgrund der Windverhältnisse stehen Kleinwindenergieanlagen an exponierten Stellen und sind damit gut sichtbar. Die geplante Anlage "Hans" ist mit 23.8 m Gesamthöhe nicht sehr hoch, mit 42.5 m Gesamtbreite und drei Rotoren aber auffällig. Es kann davon ausgegangen werden, dass die geplante Anlage ab 2 km Sichtdistanz als nicht mehr relevant oder störend wahrgenommen wird. Im Nahbereich (1 km Radius) stehen lediglich die bewohnten Gebäude der beiden Standorte Vorderer und Hinterer Berghof. Die direkte **Sichtbarkeit** ist teilweise durch Ställe oder Scheunen eingeschränkt. Zwischen 1 und 2 km Radius befindet sich das Dorf Oberhallau. Die Gebäude im Norden des Dorfes haben direkten Sichtkontakt auf die geplante Anlage, wirken aber als Sichtschutz für die meisten südlich anschliessenden Wohngebäude. Die Anlage wäre aus dieser Distanz nur als sehr kleines Objekt wahrnehmbar. Eine weitere Verschiebung des Standorts weiter Richtung Südwest würde keine Vorteile in Bezug auf die Sichtbarkeit bringen und stände im Konflikt zu der Bedingung, dass Kleinwindenergieanlagen gemäss kantonalem Richtplan in Nähe zu bestehenden Anlagen und Gebäuden stehen müssen.

Der Standort oberhalb von Oberhallau weist sowohl in Bezug auf Vögel als auch auf Fledermäuse eine hohe Biodiversität auf. Trotz des Vorkommens von gefährdeten und prioritären **Vogelarten** gelten die meisten als nicht windkraftsensibel. Vorsicht geboten ist beim Turmfalke und der Rauchschnalbe, die beide in Hofnähe brüten. In Bezug auf den Turmfalken werden die existierenden Nisthilfen entfernt. Bei der Rauchschnalbe muss darauf geachtet werden, dass die Windenergieanlage nicht in der Anflugschneise zu den Nestern steht. Der ursprünglich vorgesehene Anlagenstandort ist aus diesem Grund um 80 m nach Südwesten verschoben worden, also weg von den Gebäuden. Dies deckt sich mit der Empfehlung aus der Fachbeurteilung zu den Fledermäusen. Der Bezug zu bestehenden Bauten und Anlagen, wie er im kantonalen Richtplan gefordert wird, ist auch mit dieser Distanz erfüllt.

Die Fachbeurteilung **Fledermäuse** kommt zum Schluss, dass der Standort von regionaler Bedeutung sei. Bei Kleinwindenergieanlagen sei deshalb mit klaren Konflikten zu rechnen. Gemäss Leitfaden des Kantons zur Planung von Kleinwindenergieanlagen ist unter diesen Bedingungen ein Abschaltregime notwendig. Sind gewisse Bedingungen kumulativ erfüllt, d.h., wenn aufgrund jahres-/tageszeitlicher und meteorologischer Bedingungen mit einer hohen Flugaktivität der Fledermäuse zu rechnen ist, muss die Anlage abgeschaltet werden. Es soll deshalb der Standardabschaltalgorithmus (sog. Luzerner Modell) gewählt werden. Auf ein standortspezifisches Monitoring in der ersten Betriebsphase zur Eingrenzung der Abschaltbedingungen wird aus Kostengründen verzichtet.

## Fazit

Aufgrund der im Rahmen des Baugesuchs durchgeführten und vom Kanton geforderten Abklärungen zum Windpotenzial und zu den Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie aufgrund der zu treffenden Massnahmen, namentlich die Verschiebung des ursprünglichen Anlagenstandorts in südwestlicher Richtung und das Abschaltregime zum Schutz von Fledermäusen, erfüllt die geplante Anlage vom Typ "Hans" am Standort Hinterer Berghof aus Sicht des Gesuchstellers die an Kleinwindenergieanlagen gestellten Anforderungen.