

# Kleinwindkraftanlagen im Stadtgebiet von Lörrach

–

## Hinweise für Aufstellungswillige



Diese Dokumentation stellt keinen Anspruch auf vollständige Zusammenführung aller Grundlagen zu Kleinwindkraftanlagen dar. Vielmehr soll er Installationswilligen Hinweise geben, worauf sie bei der Aufstellung einer Kleinwindkraftanlage in Lörrach achten sollten, somit die standortspezifischen und häufige diskutierten Aspekte in Bezug auf Kleinwindanlagen darstellen. Als Leitfaden ist diese Zusammenstellung jedoch nicht ausreichend, daher wird im Text und am Schluss auf fachliche Leitfäden verwiesen.

## Inhalt

1	Grundlagen .....	4
1.1	Definition - Wann ist eine Windkraftanlage/ eine Kleinwindkraftanlage? .....	4
1.2	Muss ich für die Installation in Lörrach eine Genehmigung beantragen? .....	4
1.3	Anlagenarten .....	5
2	Standortwahl - Wo stelle ich meine Kleinwindkraftanlage auf? .....	6
2.1	Windgeschwindigkeiten - Grundlagen .....	6
2.2	Gibt es Hinweise auf das Windangebot? in Lörrach? .....	8
2.2.1	Windatlas Baden-Württemberg .....	8
2.2.2	Messergebnisse Geotechnisches Institut der Universität Basel, Lange Erlen .....	9
2.2.3	Klimaanalyse der Stadt Lörrach .....	11
2.2.4	Turbulente Standorte in der Stadt .....	12
2.3	Wie sieht der Stromertrag an meinem gewünschten Standort aus? Messung .....	15
3	Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit in Lörrach .....	16
4	Auswahl eines Kleinwindrades .....	19
5	Bei der Planung zu beachtende Punkte .....	21
5.1	Naturschutzrechtliche Belange .....	22
5.1.1	Schutz von Fledermäusen .....	22
5.1.2	Schutz von Vögeln .....	23
5.2	Sichtbarkeit im Stadtbild – städtebauliche Belange .....	25
5.3	Lärmschutzrechtliche Belange .....	25
5.3.1	KWEAs und Lärm .....	25
5.3.2	KWEAs und Infraschall .....	27
5.3.3	Körperschall .....	27
5.4	weitere Wechselwirkungen der Kleinwindanlage mit der Umgebung .....	28
5.4.1	Schattenwurf und Lichteffekte .....	28
5.4.2	Blitzschutz .....	29
5.4.3	Stürme/ Standsicherheit / Statik .....	29
5.4.4	Abstandsflächen zu Nachbargrundstücken .....	30
5.5	Meldung Marktstammdatenregister .....	30
5.6	Meldung bei zuständigen Niederspannungsnetzbetreiber .....	31
6	Weiterführende Informationen .....	31

# 1 Grundlagen

## 1.1 Definition - Wann ist eine Windkraftanlage eine Kleinwindkraftanlage?

Mikrowindkraftanlagen sind solche mit einer Anlagenleistung von 0-1,5 kW. Kleinwindkraftanlagen, jene zwischen 1,5 bis 5 kW, teilweise auch 10 kW Leistung. Für private Besitzer bzw. im Zusammenhang mit einem Gebäude, sind Hauswindanlagen in den Leistungsklassen zwischen 1,5 bis 5 kW zumeist geeignet.



Abbildung 1: Mikrowindanlage<sup>1</sup>

Kleinwindkraftanlagen werden teilweise noch in Miniwindanlagen und Mittelwindanlagen unterteilt: vgl. <http://bundesverband-kleinwindanlagen.de/definition-kleinwindanlagen/>

Das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) teilt die Windanlagen gemäß der Einspeisevergütung ein: Alle Anlagen unter 50 kW Leistung gelten als Kleinwindkraftanlagen und der erzeugte Strom wird bei Netzeinspeisung entsprechend besser vergütet.

## 1.2 Muss ich für die Aufstellung in Lörrach eine Genehmigung beantragen?

Verfahrensfreie Vorhaben nach §50 LBO BW (i. d. Fassung vom 5. März 2010) sind...

„(1) Die **Errichtung** der Anlagen und Einrichtungen, die im Anhang aufgeführt sind, ist verfahrensfrei. ...

(3) Der Abbruch ist verfahrensfrei bei ...

....sonstigen Anlagen, die keine Gebäude sind, mit einer Höhe bis zu 10 m ...

(5) Verfahrensfreie Vorhaben müssen ebenso wie genehmigungspflichtige Vorhaben den öffentlich-rechtlichen Vorschriften entsprechen.

§57 Bauvorbescheid

(1) Vor Einreichen des Bauantrags kann auf schriftlichen Antrag des Bauherrn ein schriftlicher Bescheid zu einzelnen Fragen des Vorhabens erteilt werden (Bauvorbescheid). Der Bauvorbescheid gilt drei Jahre.

---

<sup>1</sup> Mikrowindanlage im Kleingartenbereich, Photographie der Autorin August 2019, Einmaliges Nutzungsrecht durch dieses Dokument und den Abschlussbericht zum Projekt

## Anhang (zu § 50 Abs. 1) Verfahrensfreie Vorhaben

### 3. Feuerungs- und andere Energieerzeugungsanlagen ....

#### d) Windenergieanlagen bis 10 m Höhe;

Bei vertikalen Anlagen sind dies 10m Masthöhe inkl. Rotor und bei horizontalen Anlagen beziehen sich die 10m auf Nabenhöhe (die Nabe bezieht sich auf die Mitte des Rotors). Diese baurechtliche Regelung bezieht sich auf Anlagen, die als Nebenanlagen in direktem Bezug zum Verbraucher des Stroms aufgestellt werden.

**Für genehmigungsfreie Anlagen müssen Sie also keinen Bauantrag stellen oder ein Kenntnisgabeverfahren durchführen. Sie sind aber verpflichtet, in eigener Verantwortung zu prüfen, ob Sie Ihr Vorhaben wie geplant umsetzen dürfen und müssen alle gesetzlichen Aspekte am Ort der Aufstellung beachten.**

*Hinweis: Sie könnten auch bei verfahrensfreien Vorhaben die Vereinbarkeit mit den öffentlich-rechtlichen Vorschriften durch die Baurechtsbehörde überprüfen und in einem Bescheid feststellen lassen, dann bestünde Rechtssicherheit über die Betriebsdauer hinweg.*

### 1.3 Anlagenarten

Grundsätzlich wird zwischen sogenannten Horizontalläufern (die Achse dreht sich horizontal) und Vertikalläufern (Achse dreht sich vertikal), unterschieden. Vertikalläufer, welche den Widerstand des Windes nutzen, wie z.B. das Schalenkreuzanemometer, sind jene, die auch den Auftrieb des Windes nutzen können. Widerstandsläufer haben den schlechtesten Wirkungsgrad.

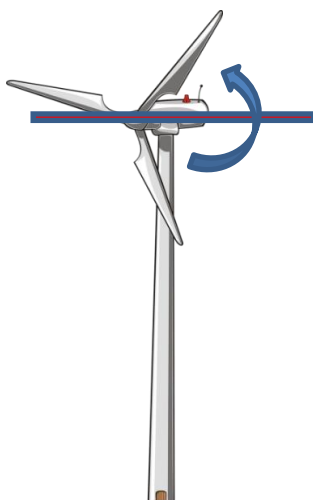


Abbildung 2: Horizontalläufer<sup>2</sup>

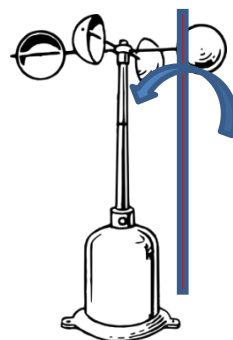


Abbildung 3: Vertikalläufer zur Windmessung (Anemometer)<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Bild von [Francis Ray](#) auf [Pixabay](#) ergänzt von Autorin

<sup>3</sup> Bild von [OpenClipart-Vectors](#) auf [Pixabay](#) angepasst von Autorin

Fakt ist: Da der Wind seitlich kommt, wird die maximale Energieausbeute bei der Ausrichtung in Windrichtung erzielt. Allein aus der Historie der Windmühlen in Europa, den Niederlanden, Mallorca, etc., kann solch ein Rückschluss gezogen werden. Des Weiteren sind Horizontalläufer mit verschiedener Anzahl an Flügeln weltweit zu finden. Wichtig gilt hierbei vor allem die Rotorgroße bzw. die damit verbundene kreisförmig überstrichene Fläche des Windes (vgl. nachfolgende Grundlagen in Kapitel 2.1).

*Hinweis: Im Nachfolgenden wird nur **von Kleinst- oder Kleinwindkraftanlagen (KWEA)** gesprochen, welche in Bezug auf die Genehmigung verfahrensfrei gestellt sind. Zumeist wird davon ausgegangen, dass die KWEA zum Zweck der Eigenversorgung aufgestellt wird. Zusätzlich wird in der Regel, wenn nicht besonders hervorgehoben, von horizontalen Anlagen gesprochen, da sie dem Stand der Technik entsprechen und am Effizientesten sind.*

## 2 Standortwahl - Wo stelle ich meine Kleinwindkraftanlage auf?

### 2.1 Windgeschwindigkeiten - Grundlagen

Die Leistung des Windes ( $P_{\text{Wind}}$ ) (in Watt) nimmt mit der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit ( $V_{\text{Wind}}$ ) und der überstrichenen Fläche des Rotors zu, vgl. nachfolgende Formel:

$$P_{\text{Wind}} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A_{\text{Rotor}} \cdot V_{\text{Wind}}^3$$

#### Formel 1: Leistung des Windes

$\rho$  = Luftdichte – bei normalem atmosphärischen Luftdruck und 15° Celsius wiegt Luft 1,225 kg pro  $\text{m}^3$

$A_{\text{Rotor}}$  = Fläche des überstrichenen Rotors =  $\pi \cdot r^2$

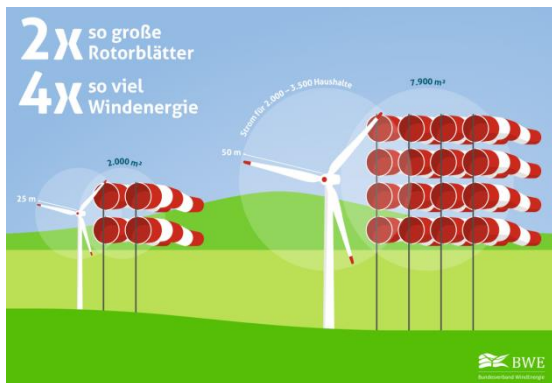


Abbildung 4: Leistungszunahme bei Vergrößerung der überstrichenen Rotorfläche<sup>4</sup>

Von dieser Leistung des Windes kann nach dem Betzschen Gesetz<sup>5</sup> durch eine Windkraftanlage maximal  $16/27=0,5925$  genutzt werden. Dies ist der physikalisch maximal mögliche Wirkungsgrad einer Windkraftanlage.

<sup>4</sup> Bundesverband Windenergie, <https://www.wind-energie.de/service/publikationen/infografiken/>

<sup>5</sup> Betz, Wind-Energie und ihre Ausnutzung durch Windmühlen, 1926

$$P_{WKA} = 0,5925 * \frac{1}{2} * \rho * A_{Rotor} * V_{Wind}^3$$

### Formel 2: max. Leistung Windkraftanlage

In der Praxis muss statt der Konstante von Betz ein realistischer Wirkungsgrad (sogenannter Leistungsbeiwert) der gesamten Anlage multipliziert werden. z.B. der Wechselrichter (ein Windrad erzeugt Gleichstrom) setzt den Leistungsbeiwert herunter. Die Wirkungsgrade der gesamten Anlage liegen dann ggf. bei 30%

Die theoretische Leistung des Windes (ohne Wirkungsgrad) auf einem Quadratmeter Rotorfläche kann der nachfolgenden Tabelle entnommen werden:

m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>
0	0	5	76,25
1	0,61	6	131,76
2	4,88	7	209,23
3	16,47	8	312,32
4	39,04	9	444,69

**Tabelle 1 : theoretische Windleistung pro Quadratmeter bei mittleren Windgeschwindigkeiten**

Diese Windleistung muss mit einem Wirkungsgrad der Anlage (Leistungsbeiwert) multipliziert werden. Der Leistungsbeiwert einer WEA<sup>6</sup>, berechnet sich aus den Teilwirkungsgraden für Reibung, Mechanik und Elektrik.

$$c_p = \text{Betz-Konstante} * \eta_{Reibung} * \eta_{Mechanik} * \eta_{Elektrik}$$

### Formel 3: Leistungsbeiwert (Wirkungsgrad) einer Windkraftanlage

Um die Güte einer Aussage durch den Hersteller zu verifizieren, rechnen Sie die theoretisch- maximal-Werte (vgl. Tabelle 1) mit der Betz-Konstante (0,5925) durch. Wenn Windkraftanlagen angeboten werden, die pro Quadratmeter Rotorfläche über diesen Werten liegen, kann die Angabe des Herstellers physikalisch also nicht stimmen und gilt als Falschaussage.

Um die Anlagen zu vergleichen und zur Anlagenauswahl, macht es Sinn, deren sogenannte spezifische Leistung pro m<sup>2</sup> Rotorfläche der Anlagen zu vergleichen ( -> Nennleistung<sup>7</sup> durch Rotorfläche).

Aus den Formeln ergibt sich, dass die Windgeschwindigkeit erheblichen Einfluss auf die „gewinnbare Bewegungsenergie“ hat. Mit einer Verdoppelung der Windgeschwindigkeit geht eine achtfache Leistungssteigerung einher (2 hoch 3). Schwachwind hat daher aber auch eine sehr geringe Leistung.

<sup>6</sup> WEA = Windenergieanlage

<sup>7</sup> Nennleistung ist die Leistungsangabe des Herstellers, bei der eine Anlage dauerhaft wirtschaftlich in Bezug auf Energieeinsatz und Verschleiß betrieben werden kann.

Die Leistung einer Windkraftanlage in kW<sup>8</sup> sogenannte Nennleistung liegt häufig bei 10m/s, d.h. eine Windkraftanlage mit 5 kW hat diese Leistung nur bei einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s, darunter verringert sich die Leistung.

Bei der sogenannten Auslegungsgeschwindigkeit, das ist die Windgeschwindigkeit bei der der Wirkungsgrad (Leistungsbeiwert) am Höchsten ist (diese ist i.d.R. ungleich der Nennleistung und zumeist darunterliegend), kann die Kleinwindkraftanlage den größten Teil des „eingefangenen“ Winds als Strom generieren. Wird die Anlage beim Betriebsoptimum betrieben, führt dies zu den geringsten Widerständen, z.B. bei Reibung sowie Mechanik und damit zu den geringsten Wartungskosten. Die Auslegungsgeschwindigkeit sollte daher kompatibel zu den gemessenen mittleren Jahresgeschwindigkeiten des Standorts sein.

Der Energieertrag einer Windkraftanlage kann nicht aus der mittleren Jahreswindgeschwindigkeit mal den Stunden ermittelt werden. Er wird aus den einzelnen Windgeschwindigkeiten multipliziert mit deren Dauer berechnet. Mit der Windmessung (vgl. Kapitel 2.3) kann die genaue Ertragsanalyse einer Anlage erhoben werden.

Um einen Hinweis zu erhalten, wie hoch die mittlere Jahreswindgeschwindigkeit ist, oder die vorherrschende Windrichtung und die Dauer der Bewindung sind, ergeben sich folgende bekannte Winddaten:

## **2.2 Gibt es Hinweise auf das Windangebot in Lörrach?**

Die lokalen bekannten Winddaten können Hinweise auf das allgemeine städtische Windangebot liefern.

### **2.2.1 Windatlas Baden-Württemberg**

In Lörrach sind die Bedingungen für große Windkraftanlagen bis auf den Höhenlagen nicht allzu gut. Im neuen Windenergieatlas des Landes Baden-Württemberg vom Mai 2019 (errechnete Werte), liegen die Windgeschwindigkeiten auf 100 m Masthöhe unter 4m/s.

---

<sup>8</sup> kW = Kilowatt



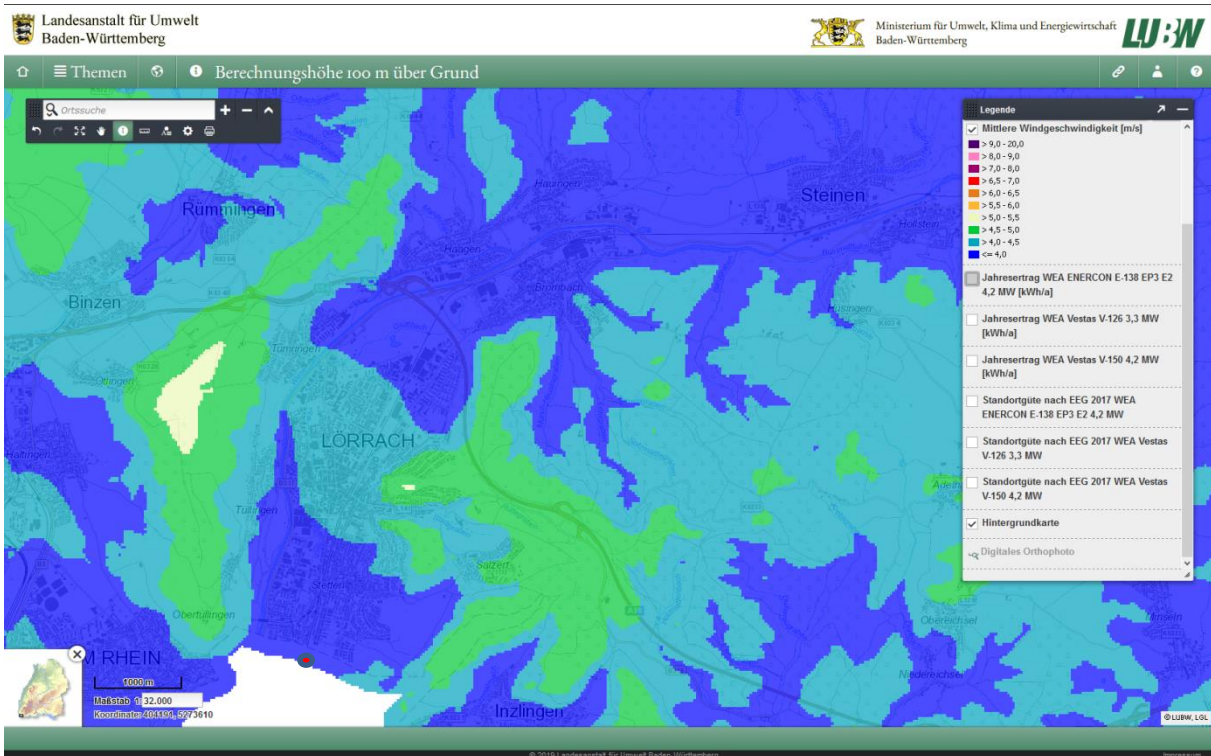


Abbildung 5: Ausschnitt Windatlas Baden-Württemberg, LUBW, mit lokalisiertem Standort Lange Erlen

## 2.2.2 Messergebnisse Geotechnisches Institut der Universität Basel, Lange Erlen

Die im Windatlas 2019 errechneten Ergebnisse ähneln den seit Jahren gemessenen Werten an einem Messpunkt des geotechnischen Instituts der Uni Basel auf Schweizer Gemarkung (Lange Erlen) kurz vor Lörrach Stetten. Der Standort ist auf der Schweizer Seite auf freiem Feld direkt an der Grenze zur Gemarkung Lörrach (urban) stehend, rückwärtig die Bebauung Lörrachs.



Abbildung 6: Messstandort des geotechnischen Instituts der Uni Basel an der Schweizer Grenze zu Lörrach

Gemessen wird bis heute auf 10m Höhe, was zufälligerweise der Aufstellung einer Windkraftanlage auf Bodenhöhe ohne Genehmigung entspräche. Die Messungen erfolgen seit rd. 1992. Im Jahr 2013 wurden die Messwerte durch eine Bachelorarbeit ausgewertet und damit öffentlich zugänglich gemacht.

Sie geben Hinweise auf das Windangebot in Lörrach:

1. *der sogenannte Wiesentäler (nächtlicher Nordostwind), Berg-Tal-Windsystem<sup>9</sup> ist deutlich zu erkennen und macht vermutlich den Großteil von möglichen Windgeschwindigkeiten in Bodennähe aus; wobei der Tagwind an der Messstation (Talwind) stärkere Windgeschwindigkeiten (Windrichtung Nordwest) aufweist; evtl. durch die geographische Situation, dass der Talwind im Wiesental auf den Berg hinauf stärker kanalisiert wird, als in umgekehrter Richtung durch das in Richtung Lörrach immer breiter werdende Wiesental*

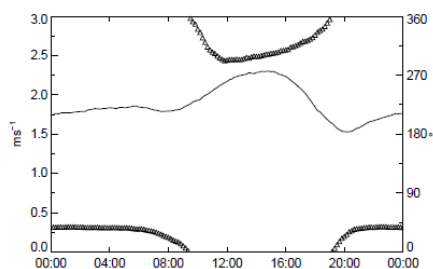


Abbildung 4.14: Tagesgang mit 10min Mitteln. Ausgezogene Linie: Windgeschwindigkeit auf der linken Achse, Dreiecke: Windrichtung auf der rechten Achse (vektorielle Mittel). Zeitraum 1991-2012

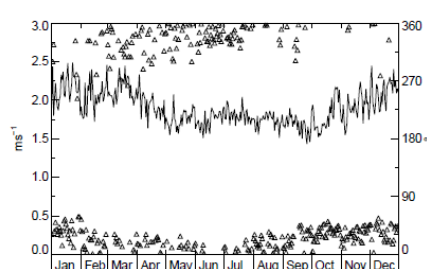


Abbildung 4.15: Jahresgang mit Tagesmitteln. Ausgezogene Linie: Windgeschwindigkeit auf der linken Achse, Dreiecke: Windrichtung auf der rechten Achse (vektorielle Mittel). Zeitraum 1991-2012

Quelle: Feigenwinter, 2013

2. *Im Jahresgang der Windgeschwindigkeiten zeigt sich, dass das Maximum eher in den Wintermonaten bis in den Frühling auftritt und sich im Sommer abschwächt. Des Weiteren zeigt sich, dass das Maximum im Tagesgang und das Minimum nach Sonnenuntergang und dem Drehen der Windrichtung vorliegt.*

<sup>9</sup> Bergwind = Wind der in der Nacht zumeist vom Berg hinunterfließt, in Lörrach also vom Wiesental kommend nach Basel, Talwind = Wind, der vom Tal aufsteigt, also von Basel das Wiesental entlang Richtung Berg fließt

Erklärung des Bergwindsystems = <http://drømstørre.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/de/tour/wres/mount.htm>

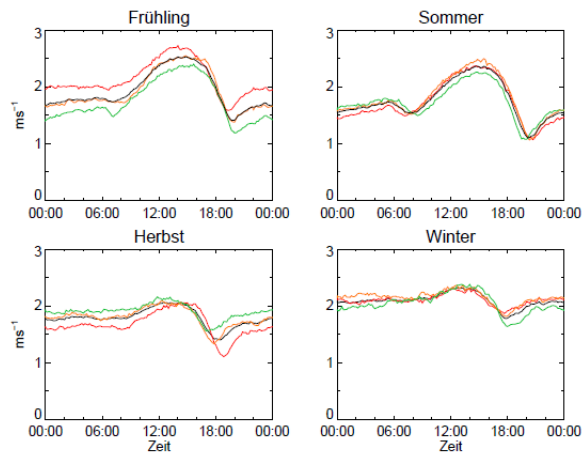


Abbildung 4.16: Mittlerer Tagesgang der Windgeschwindigkeit nach Jahreszeiten für den jeweils ersten Monat der Jahreszeit (rot), den zweiten (orange) und den dritten (grün)(z.B. Frühling: März, April, Mai), Jahreszeitenmittel (schwarz). Datenzeitraum: 1991-2012

Quelle: Feigenwinter, 2013

3. Das tagsüber vorherrschende Windregime wird mehr durch Turbulenzen beeinflusst als in der Nacht und die Windrichtung dreht häufiger. Die Windrose (Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten in Abhängigkeit der Windrichtung) zeigt in der Nacht ab 18.00 Uhr ein klares Vorherrschen einer Windrichtung (Nordost) mit Werten zwischen 1m/s-4m/s.

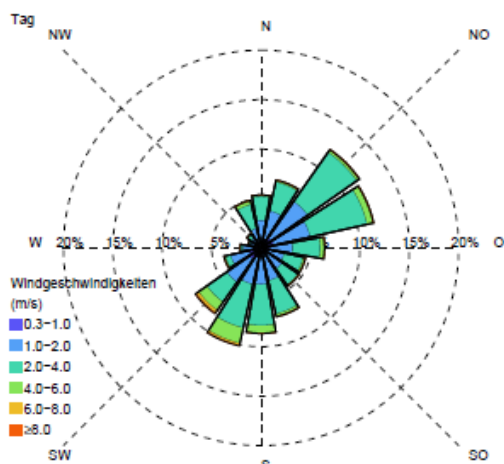


Abbildung 4.18: Windrose mit Tageswerten ab 06:00

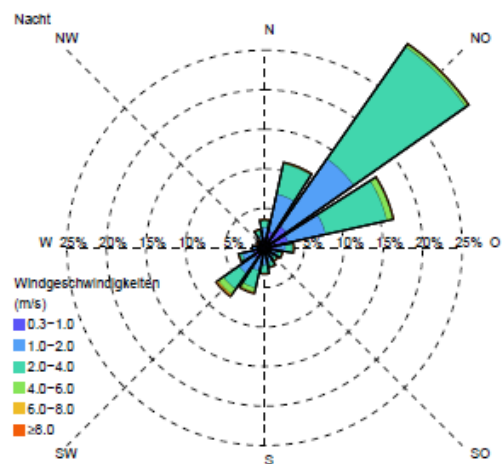


Abbildung 4.19: Windrose mit Nachtwerten ab 18:00

Quelle: beides Feigenwinter, 2013

## 2.2.3 Klimaanalyse der Stadt Lörrach

Im Rahmen der raumplanerischen Stadtplanung wurde durch die Stadt Lörrach im Jahr 2016 eine Studie zur Klimaanalyse der Stadt Lörrach erstellt, welche ebenfalls Windwerte ermittelte.

„An der Meteomedia-Messstelle auf dem Tüllinger Berg (429 m ü. NN) ist die Strömung relativ ungestört. Hier treten in über 40% der Jahresstunden westliche Windrichtungen (230°–320°) und an ca. 30% der Jahresstunden östliche bis nordöstliche Windrichtungen (30°–90°) auf.“

An der Meteomedia-Messstelle im Wiesenweg in Lörrach (283 m ü. NN) treten hauptsächlich nordnordwestliche Windrichtungen (300° – 360°) auf. Ein zweites, relativ kleines Maximum findet man bei Windrichtungen aus südlicher Richtung. Hier macht sich die strömungskanalisierende Wirkung des Wiesentals deutlich bemerkbar.

Auch am Ausgang des Wiesentals, an der sich die LUBW-Station „Lange Erlen“ befindet, wird die Kanalisierung im Übergang zum Basler Becken noch beobachtet. Hier herrschen nordöstliche Windrichtungen vor. Das Einströmen ins Wiesental ist mit südwestlichen Windrichtungen verbunden, die jedoch deutlich seltener vorkommen.

In Weil am Rhein dominieren östliche Windrichtungen, gefolgt von Winden aus West. Die Windgeschwindigkeiten an den Talstationen liegen im Jahresmittel bei ca. 1,9 m/s. Auf dem Tüllinger Berg werden dagegen ca. 3,0 m/s gemessen.<sup>10</sup>

Tabelle 4-1: Windmessstationen im Raum Lörrach

Lage	Messhöhe	Auflösung <sup>3</sup>	Referenz
Lörrach Wiesenweg (10907)	15 m	10°	Meteomedia, ArguSoft
Lörrach-Tüllingen (10906)	18 m	10°	Meteomedia, ArguSoft
Lörrach Lange Erlen	10 m	30°	LUBW
Weil am Rhein	10 m	30°	LUBW

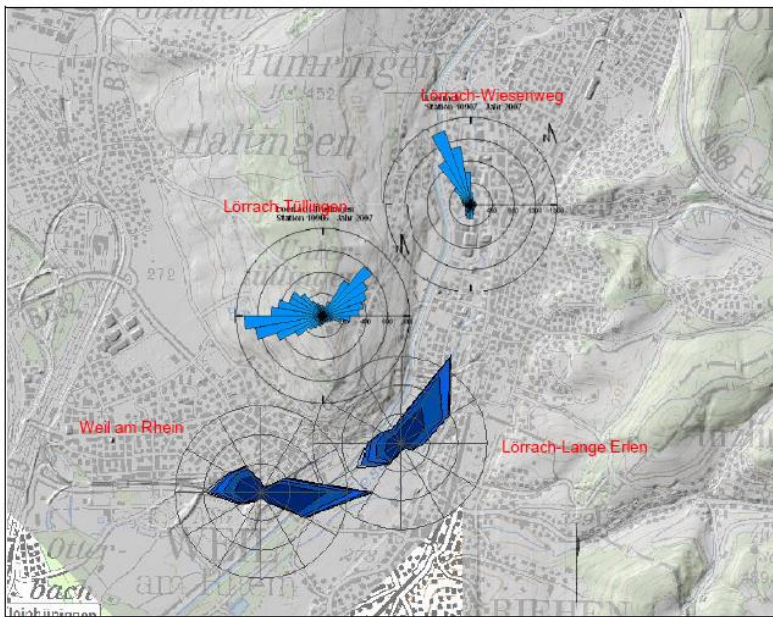


Abbildung 4-1: Gemessene Windrichtungsverteilungen im Raum Lörrach

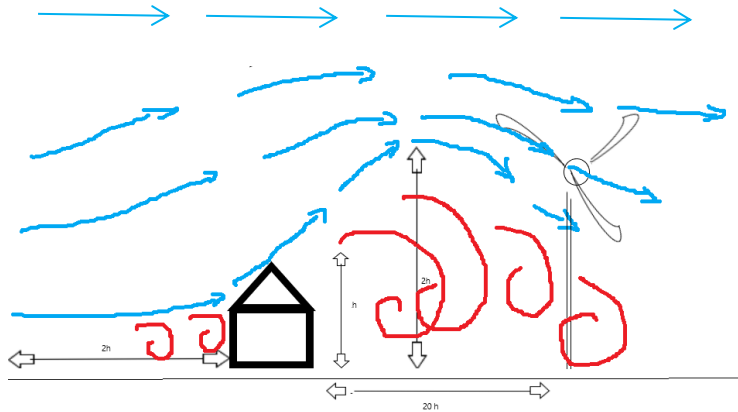
Quelle: Klimaanalyse Stadt Lörrach, iMA, Richter&Röckle Freiburg, Januar 2016

## 2.2.4 Turbulente Standorte in der Stadt

Im städtischen Gebiet wird der Wind durch die sogenannte Rauigkeit der Oberfläche stark verwirbelt und fließt nicht laminar. Insbesondere in Bodennähe bzw. an der Dachkante ist dies der Fall.

Dies „zeigen“ die „errechneten“ Werte des Windatlasses in 100m im Vergleich mit den Messergebnissen des geotechnischen Instituts in Bodennähe auf 10 m Höhe. Aus all den Informationen ist davon auszugehen, dass die Lörracher Standorte eher schlechte Windbedingungen haben.

<sup>10</sup> Quelle: Klimaanalyse Stadt Lörrach, iMA, Richter&Röckle Freiburg, Januar 2016



**Abbildung 7: Laminare (blau) und verwirbelte Windströmung (rot)**

Hindernisse z.B. Gebäude, Sträucher, Bäume etc. können die Windgeschwindigkeit erheblich herabsetzen. Hinter den Hindernissen kommt es in der vertikalen Ausdehnung von rd. 2-3 x der Höhe des Hindernisses zu Verwirbelungen bzw. Turbulenzen. In größerer Höhe (genehmigungspflichtige Anlagen) fließt der Wind laminarer.

Nicht nur hinter dem Hindernis kann es zu Verwirbelungen kommen. Auch an der Kante z.B. eines Hochhauses kommt es zu Dachkantenwirbeln. Trifft die Strömung des Windes auf die Hauswand, weicht diese nach oben aus und drückt die weiter oben ankommenden Winde ebenfalls nach oben weg. An der windzugewandten Seite entsteht eine nach oben gerichtete Strömung. Dies kann nach Erkenntnissen der TU Berlin bis zu 1/5 der Bauhöhe auf dem Flachdach als „windarm“ bezeichnet werden. In diesem Fall könnten nur KWEAS an der Dachkante sinnvoll eingesetzt werden. Da sie gegenüber der Anströmung von schrägen Winden nicht so problematisch sind, macht es Sinn, in diesem Fall Vertikalläufer einzusetzen.

In Hauptwindrichtung ist erst einmal zu sichten, ob sich ggf. dort ein direktes Hindernis befindet, welches ggf. auch einen Windschatten erzeugt, denn der Wind kommt seitlich, nicht von oben.

Günther Hacker, Experte und Entwickler von Kleinwindkraftanlagen rät dazu<sup>11</sup>, vor der Aufstellung einer Anlage und vor der Messung zunächst ein Absperrband von 1,5 m Länge auf einen Mast in der Höhe bzw. am Standort der zukünftigen Windkraftanlage anzubringen und dies ein paar Tage zu beobachten. Zum einen können damit gleich Nachbarschaftsinteressen festgestellt werden, welche erheblichen Ärger bringen könnten, zum anderen kann damit über einen Zeitraum beobachtet werden, ob das Band sich um den Mast wickelt. Ist das Band ständig um den Mast gewickelt, handelt es sich vermutlich um ständig ändernde Windbedingungen oder ggf. Turbulenzen.

Ein Beispiel für einen turbulenten Standort am Gebäude konnte durch die Autorin selbst besichtigt werden. Beim Fotografieren der Anlage drehte sich die Anlage in derselben Minute ständig und lief immer nur kurz an. Anmerkung: Die Anlage weist in verschiedene Richtungen.

<sup>11</sup> mündlich G. Hacker, 25.04.2013, Kleinwindkraft mit Hausenergieanschluss - Vortrag mit Demonstrationsmodellen, Stadtwerke Emmendingen bzw. Veranstaltung der VHS Emmendingen und 13.11.2012, Seminar Kleinwindkraftwerke, Bildungshaus Kloster St. Ulrich, 79283 Bollschweil St. Ulrich

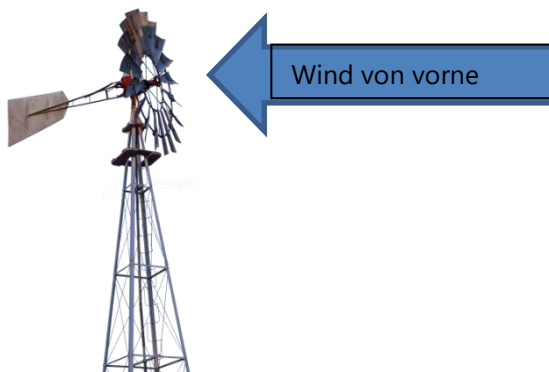


**Abbildung 8: Mikrowindanlage an einem Gebäude<sup>12</sup>**

Auch eine Messung würde die von Herrn Hacker vorgeschlagene „Visualisierung“ bestätigen, die Messkosten können in dem Fall gespart werden. Grund hierfür ist, dass sich selbst im Wind einstellende System der Kleinwindkraftanlagen (siehe Nachführung). Wenn die Nachführung (vgl. nachfolgend) zu häufig dreht, werden keine konstanten Erträge zustande kommen können.

In Lörrach sind vermutlich die Winde vielen Richtungsänderungen unterworfen (vgl. Abbildung 4.18 (Feigenwinter) und Abbildung 4.1. Klimaanalyse iMA).

### **Nachführungen in Windrichtung**



**Abbildung 9: Luvläufer mit Windfahne<sup>13</sup>**

Windanlagen, bei denen der Rotor auf der windzugewandten Seite sitzt, sogenannte **Luvläufer** haben den Vorteil, dass der Mast keinen Windschatten auf die Rotorfläche wirft. Diese Anlagen benötigen eine Windnachführung, um den Rotor im Wind zu halten. Bei großen Windkraftanlagen wird dies elektronisch gesteuert. Bei kleinen Windkraftanlagen sorgen sogenannte Windfahnen passiv für die Nachführung.

---

<sup>12</sup> Photographie der Autorin, Bildrechte privat zur einmaligen Nutzung für diesen und den Abschlussbericht zum Projekt, Aufnahme August 2019

<sup>13</sup> Bild von Gerhard Janson auf Pixabay, ergänzt

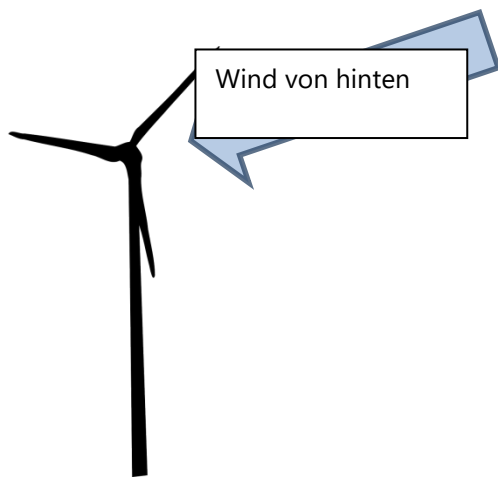


Abbildung 10: Leeläufer<sup>14</sup>

Windanlagen, bei denen der Rotor auf der windabgewandten Seite sitzt, sog. **Leeläufer**, brauchen keinen Nachführungsmechanismus, da sie passiv dem Wind folgen. Vertikale Anlagen benötigen keine Nachführung in den Wind.

## 2.3 Wie sieht der Stromertrag an meinem gewünschten Standort aus? Messung

Um eine genauere Aussage über den Stromertrag zu erhalten, ist unbedingt eine Windmessung der mittleren Jahreswindgeschwindigkeit am Standort, bzw. Windgeschwindigkeiten und deren Dauer in derselben Höhe der geplanten KWEA **möglichst über ein Jahr** notwendig. Teilweise können zwar Werte aus 4 Monaten Messung hochgerechnet werden jedoch saisonale Schwankungen – wie Abbildung 4.16 der Analyse der Uni Basel, Feigenwinter zeigt, werden damit gegebenenfalls beschönigt.

Ein guter Standort hat mittlere Jahresschwindgeschwindigkeiten von mindestens 4 m/s. Die Windgeschwindigkeiten am Standort Erlen lassen demnach keine guten Erträge in Lörrach erwarten.

Da die Thermik, welche Winde verursacht, ständigen Schwankungen ggf. auch jährlich unterworfen ist, können auch Messungen über ein Jahr keine 100%ige Sicherheit bieten. Allerdings bieten sie auf jeden Fall valablere Informationen zur Wirtschaftlichkeit.

Die Windmessung kann selbstständig durchgeführt werden. Als Messsystem werden in der Regel Schalenkreuzanemometer eingesetzt. Fachleute raten, ein Windmessgerät guter Qualität, nicht Wetterstationen mit einem Minischalenkreuzanemometer zu kaufen. Die Messstation (umso größer, umso genauer), sollte einen Datenlogger und eine Windfahne haben. Wichtig ist eine möglichst hohe Genauigkeit. Zum Vergleich: Messgenauigkeiten zwischen +/-5% oder +/-3% bedeuten 2% mehr Windgeschwindigkeit oder weniger. Und da diese in der 3. Potenz in die Leistung des Windes eingeht, sind die Unterschiede zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Anlage eminent. Gute Windmessgeräte liegen schnell über Tausend Euro, sie können aber auch für Beträge um 400€ ausgeliehen werden, bitte klären Sie aber vorher die Zeit der Datenerfassung (Datenlogging) ab. Entsprechende Fachfirmen werden in den im Anhang genannten Leitfäden benannt.

---

<sup>14</sup> Bild von OpenClipart-Vectors auf Pixabay, ergänzt

Hinweise für den Aufstellungsort der Anlage können der Grafik entnommen werden, als da sind:

- Windschneisen und Häuserschluchten können sich positiv auswirken
- Mittlere Windgeschwindigkeit in Rotorhöhe: mindestens 4 Meter pro Sekunde (m/s)
- Rotorhöhe möglichst doppelt so hoch wie die Nachbargebäude, ggf. auch eine Baugenehmigung prüfen, um bessere Erträge zu erreichen
- Abstand von hohen Hindernissen: mindestens das 20-fache der Höhe des Hindernisses

### 3 Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit in Lörrach

Über die Wirtschaftlichkeit von Kleinwindkraftanlagen wird viel geschrieben. Fakt ist, die Einspeisevergütung von erzeugtem Strom pro kWh ins Netz gilt mit rd. 8 ct. /kWh (Stand 2019) für Kleinwindkraftanlagen unter 50 kW Leistung höher als bei großen Windkraftanlagen, aber ein Verkauf des Stromes rechnet sich für kleine private Anlagen nicht. Die Erzeugung mittels einer Kleinwindkraftanlage oder Mikrowindanlagen dient in allererster Linie der Selbstversorgung. Die Anlagen speisen häufig ins Hausnetz ein und haben ggf. nicht mal Netzanschluss, denn es braucht geeignete Wechselrichter für die spezifischen Besonderheiten der Kleinwindkraftanlagen. Die Selbstversorgung rechnet sich, wenn die Stromgestehungskostengeringer sind, als der Preis pro kWh für den Kauf des Stromes am Netz.

Die Wirtschaftlichkeit hängt von folgenden Faktoren ab:

- a. Stromgestehungskosten = Anschaffungspreis der Anlage inkl. Kosten für Fundierung, Gutachten, Steuerberaterkosten und Aufstellung etc. geteilt durch die erzeugbare Menge in rd. 20 Jahren Nutzungsdauer der Anlage
- b. Einkaufspreis pro kWh Strom (Stand 2019) rd. 25-30 c.t/kWh.

*„Der durchschnittliche Strompreis für einen Haushalt mit 3.500 kWh Jahresverbrauch lag 2013 bei 28,84 Cent/kWh. 2018 liegt der durchschnittliche Preis bei 29,44 Cent/kWh.“<sup>15</sup>*

Für die Investitionskosten müssen rd. 5.000 €/KW ggf. auch bis zu 10.000€/KW veranschlagt werden. Allein dies zeigt, dass Solarenergie sofern auf dem eigenen Dach geeignet, günstiger ist. Die Preise liegen bei rd. 1.500€/KW installierter Leistung. Dazu kommen jährliche Betriebskosten für Wartung, Instandhaltung und Versicherung in Höhe von rd. 2 Prozent der Investitionskosten. Die Lebensdauer hängt wesentlich von Produktqualität, dem Standort und Wartung ab und liegt etwa zwischen 10 und 20 Jahren.

Wird der Investitionspreis für Anschaffung der Anlage mit allen Komponenten, etwaige Gutachten, (Steuerberatungskosten, Aufstellungskosten, Wartungskosten und Versicherung), etc. durch die erzeugbare Menge über die Lebensdauer der ausgewählten Anlage geteilt und ist dieser Preis pro kWh niedriger als der Einkaufspreis des Stromes, so rechnet sich die jeweilige Anlage.

Wesentlich ist, wieviel Stromertrag mit der Windkraftanlage erzeugt und selbstständig genutzt werden kann, da in Deutschland für die Einspeisung ins Netz zu geringe Vergütungen im Verhältnis zu den Kosten „Erzeugungstrompreis“ bzw. Stromgestehungskosten gezahlt werden. Solaranlagen werden im Verhältnis immer noch besser bei Einspeisung vergütet.

---

<sup>15</sup> [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms\\_docId=95840](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms_docId=95840)



Die erzeugbare Menge ist insbesondere abhängig von der Windstärke und falls gegeben, von der Rotorgröße bzw. Rotorfläche, vgl. Formel 1 und Formel 2 ab.

Bei einer Kalkulation werden immer auch Komponenten in die zukünftige Entwicklung „eingepreist“. z.B. die Strompreissteigerungsrate. Hier verschätzt man sich jedoch innerhalb zukünftiger Prognosen leicht. Daher ist es sinnvoll aus der vergangenen Strompreissteigerung (pro kWh) Rückschlüsse zu ziehen und diese langfristig anzunehmen. Darüber hinaus kann überlegt werden, ob eine Verzinsung des eigenen Kapitals zugrunde gelegt werden muss. Konservativ gesehen lohnt sich eine Kleinwindkraftanlage nur, wenn man diese mit Eigenkapital und ohne Kredit und dessen Verzinsung installieren lässt. Da derzeit keine Verzinsungen für Sparkonten gezahlt werden, ggf. sogar negativ-Zinsen zu erwarten sind, kann man auch von einer Null-Prozent-Verzinsung ausgehen. Das Geld, welches man einem Kraftwerksbetreiber bezahlen würde, würde schließlich auch nicht verzinst.

Die Kosten für ein kurzes naturschutzrechtliches Ergänzungsgutachten wie es im Kapitel „naturschutzrechtliche Belange im Bedarfsfall“ vorgeschlagen wird, wurden ebenfalls im Rahmen der TRUZ Studie überschlägig ermittelt. Danach käme ein entsprechendes Vor-Ort-**Ergänzungs**-Gutachten auf ca. 4.000-5.000€. Genauere Kosten-Angaben im Einzelfall können beim Trinationalen Umweltzentrum (TRUZ) in Weil am Rhein erfragt werden. Die Kosten zur Einschätzung der artenschutzrechtlichen Aspekte wurden zwar mit der erstellten Grundlage reduziert und diese ändern zwar die Möglichkeiten, dass ein naturschutzrechtliches Gutachten die Anlage gesamthaft verhindert, jedoch wirken sich andere Komponenten bei der Wirtschaftlichkeit wesentlich stärker aus.

Die Preise von Kleinwindkraftanlagen haben sich in den letzten Jahren nicht wesentlich nach unten entwickelt, weil die entsprechenden Abnahmemengen fehlen und die Stückkosten sich dadurch nicht wesentlich reduzierten. Eine Konsolidierung am Markt fand zwar zum Teil seit Beginn des Projektes statt, war aber eher auf Anlagenhersteller schlechter Qualität und deren Haftung beschränkt. Die Preise für die Komponenten wie z.B. Foundation, Aufstellung des Mastes mittels Kran etc. haben sich kaum verändert. Bei gegebenen Windverhältnissen kann daher nur ein optimal großer Rotor und damit die „Windfangflächenvergrößerung“ eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit bringen. Wesentliche Stückkostenreduktionen werden erst mit höheren Mengenzahlen zu erwarten sein, wie es auch bei den Photovoltaikanlagen der Fall war. Hierzu können allerdings nur grundsätzlich geklärte z.B. Artenschutzrechtlich gesicherte Ergebnisse z.B. aus einer Studie des BfN in der Kleinwindkraftanlagenherstellerbranche zu verlässlichen Entscheidungen führen.

Auf der Homepage des Experten Patrick Jüttemann findet sich ein Rechner für eine erste Wirtschaftlichkeitsberechnung:

<https://www.klein-windkraftanlagen.com/kleinwindanlagen-rechner/>

Daran lässt sich leider schnell ermitteln, dass Kleinwindkraftanlagen zumeist nicht wirtschaftlich in der Nutzungszeit von 20 Jahren sind, wenn die Windgeschwindigkeiten im geringen Bereich von rd. 2-3 m/s liegen, wie in Lörrach anzunehmen ist. (Die Anlagen könnten zwar anfahren, aber aus dem Wind ist häufig erst bei höheren Windgeschwindigkeiten ein Ertrag möglich). Eine Amortisation der Anlage in der Nutzungsdauer von rd. 20 Jahren ist in Lörrach aufgrund der geringen Windgeschwindigkeiten vermutlich nicht zu erwarten.

Trotzdem kann der spezielle Standort für den Einzelnen interessant sein. Die Wirtschaftlichkeit ist nicht immer das allein ausschlaggebende Kriterium zur Entscheidung für Investitionswillige. Eine Gasheizung wird beispielsweise auch nicht nach Rückspeisung, also Amortisation ausgesucht, sondern weil sie

benötigt wird. Installationswillige können auch andere Kriterien, wie Unabhängigkeit vom Stromnetz als ein Pro- Entscheidungskriterium empfinden.

### **Exkurs Hinweis - EEG-Umlage für netzgebundene Anlagen**

Seit dem 1. August 2014 (EEG 2014 §61 ist grundsätzlich aller Strom, welcher nicht ins Netz gespeist wird und vor Ort verbraucht ebenso mit einer EEG-Umlage<sup>16</sup> zu belegen. Für Eigenversorgungsanlagen gilt eine reduzierte EEG-Umlage mit 40% entspricht rd. 2 ct./kWh (EEG-Umlagen in den letzten Jahren rd. 6-6,5 ct./kWh).

Jedoch gibt es einen Ausnahmetatbestand nach §61 EEG 2014.

*„Der Anspruch nach Absatz 1 entfällt bei Eigenversorgungen,*

*...wenn Strom aus Stromerzeugungsanlagen mit einer installierten Leistung von höchstens*

**10 Kilowatt erzeugt wird, für höchstens 10 Megawattstunden (=10.000 kWh) selbst verbrauchten Stroms pro Kalenderjahr;**

*dies gilt ab der Inbetriebnahme der Stromerzeugungsanlage für die Dauer von 20 Kalenderjahren zuzüglich des Inbetriebnahme Jahres; § 32 Absatz 1 Satz 1 ist entsprechend anzuwenden.“<sup>17</sup>*

Dieser wurde auch in der Fassung 2017 des EEG nicht geändert, nur in einen anderen § verlagert neu findet sich die „Kleinverbrauchsregelung“ unter §61a EEG 2017).

Grundsätzlich ist also für KWEA aufgrund der erzeugten geringen Jahresstromertragsmenge wahrscheinlich keine EEG-Umlage zu zahlen. Allerdings hängt dies auch vom Messkonzept ab, vgl. nachfolgend.

**Achtung - Die vorgenannte Bagatellgrenze gilt eben nur für Eigenversorgungsanlagen:** Strom der vom Besitzer der Anlage in das Gebäude zum Eigenverbrauch eingespeist wird, sollte im Gebäude messtechnisch so angeschlossen werden, **so dass es technisch unmöglich ist, dass eine dritte Person von diesem Strom profitiert. Andernfalls wird der KWEA Besitzer zum Energieversorgungsunternehmen und es handelt sich um keine Eigenversorgungsanlage mehr.** Selbst das Verschenken des Stromes an eine dritte Person ist eine Energielieferung! Sobald eine Lieferung an einen Dritten erfolgt, handelt es sich nicht mehr um eine Eigenverbrauchsanlage – damit fällt für allen, von der Anlage erzeugtem Strom, der im Gebäude genutzt wurde, die volle EEG- Umlage von rd. 6-6,5 ct./kWh an.

Dieser Fall kann schnell eintreten, wenn z.B. wenn 1 Mieter im Gebäude wohnt, oder wenn der Lebenspartner mit im Hause wohnt und nicht Miteigentümer der Anlage ist, selbst Kinder ab 18 Jahre, die noch im Haus leben, können hierbei als Dritte angesehen werden. Obwohl bei Lebenspartnern, als auch Kindern der Strom verschenkt wird, gilt hier die Regelung ebenfalls. Hinweise auf eine derartige Auslegung des EEGs durch den zuständigen Übertragungsnetzbetreiber bei Solarstromanlagen (ebenfalls EEG-Anlagen), sind bei der Stadt Lörrach eingegangen.

---

<sup>16</sup> EEG-Umlage = Differenz zwischen den Kosten der EEG-Förderung (garantierte Einspeisevergütung) und dem Verkaufserlös des erneuerbaren Stromes – wird umgelegt auf die Stromendverbraucher

<sup>17</sup> EEG 2014

Mit dieser Regelung könnten schnell hohe EEG-Umlagesummen nachgefordert werden, die die Wirtschaftlichkeitsberechnung der Anlage vollends sprengen.

Daher muss von vorne herein ausgeschlossen sein:

- rechtlich- Besitzer sind alle Profiteure von der Anlage persönlich und namentlich
- technischer Anschluss hinter dem eigenen Stromzähler (bei Vermietung hinter dem Stromzähler des Besitzers) direkt ins eigene Hausverbrauchsnetz oder wahlweise Abgrenzung mittels eines Lastganggemessenen Stromzählers (sog. RLM-Messung). Die Lastgangmessung jedoch verursacht jährliche Kosten von rd. 400-500 €.

## 4 Auswahl eines Klein-Windrades

Die Auswahl der Kleinwindkraftanlage sollte sorgfältig erfolgen. Schließlich geben Sie eine Menge Geld aus.

Insbesondere wichtig sind:

- **Energieerträge bei den zu erwartenden, gemessenen Windgeschwindigkeiten** bzw. Dauer am Standort in Lörrach bzw. Rotorgröße bei bekannter Windsituation
- Auslegungsgeschwindigkeit der Anlage (vgl. Kapitel 2.1) (= betriebsoptimale Windgeschwindigkeit)
- Einschaltgeschwindigkeit (die Anlage sollte bei den vorhandenen Windverhältnissen bereits Strom produzieren und nicht nur anlaufen)
- Abschaltgeschwindigkeit oder Abschaltschutz  
Auch in Lörrach kann es bedingt durch klimatische Veränderungen zu vermehrten Unwettern kommen. In solchen Fällen muss die Windkraftanlage schützbar sein.
- Soll die Anlage netzgekoppelt sein -> ein zur Anlage und für Wind passender Wechselrichter, Achtung: Die Wechselrichter von PV-Anlagen sind nicht geeignet
- Standsicherheit des Mastes, keine Abspannvorrichtungen
- Es muss eine einfache Wartungsmöglichkeit an der Anlage gegeben sein, z.B. Zugänglichkeit des Generators durch Lösen einiger Schrauben
- ggf. den Einbau/ Ergänzung eines Stromspeichers prüfen (Achtung: auch hier gibt es Fallstricke des EEGs bzgl. der Umlage)
- Lärmemissionen bei den am Standort in Lörrach gemessenen Windgeschwindigkeiten
- wenn möglich, Zertifizierung der Anlagen mit den nachfolgenden Normen:  
Bekannte Zertifizierungen für Kleinwindkraftanlagen sind: IEC61400-2 / EN61400-2 (EU), MCS (UK); Norm 9.1 AWEA (USA), Grotmji (DK). Bei der Zertifizierung werden u.a. auch Sicherheitsprüfungen (z.B. Abfallen von Rotorblättern) überprüft.
- Rotorblätter, die mit matten, nicht reflektierenden Farben gestrichen sind, um Blendwirkung bei Nachbarn zu vermeiden.

Fordern Sie vom Hersteller ein Leistungsblatt mit der elektrischen Leistung bzw. bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten und der Windleistung pro m<sup>2</sup> Rotorfläche ein. Ein seriöser Anbieter kann diese Angaben liefern. Vergleichen Sie dies mit dem maximalen Windertrag, den der Wind pro Quadratmeter bei den in Lörrach vorherrschenden Windgeschwindigkeiten liefern kann.

In der Norm DIN EN / IEC 61400-2 sind die Auslegungskriterien für kleine Windenergieanlagen geregelt. Hersteller, die nach dieser oder den oben genannten ausländischen Normen hergestellte Anlagen vertreiben, beachten die geforderten Sicherheitskriterien. Da die Kosten für die Zertifizierung hoch sind, sind eher wenige auf dem Markt verfügbare Anlagen zertifiziert. Zertifizierte Anlagen sind ggf. teurer, aber sie garantieren Langlebigkeit, Sicherheit und auch die Einhaltung von geringen Umweltemissionen z.B. Lärm. Anlagen, die nach dieser Norm oder nach der MCWS- Norm aus Großbritannien zertifiziert sind, müssen im Rahmen der Zertifizierung Schallmessungen durchführen.

Vertikale Anlagen haben auf jeden Fall einen geringeren Energieertrag, da der Wirkungsgrad physikalisch immer geringer ist (eine Seite der Anlage muss immer gegen den Wind gedrückt werden), daher sind zur Optimierung des Ertrags zumeist horizontale Anlagen zu empfehlen, insbesondere, wenn der Windschwach ist. Für die Gestehungskosten, die ja durch den Ertrag geteilt werden, sind vertikale Anlagen daher teurer. Ausnahmen für die Effizienz können z.B. Anlagen an Hochhäusern sein, weil der Dachkantenwirbel die Windrichtung nach oben ändert (vgl. Kapitel Verwirbelungen in der Stadt).

Ein Vorteil von vertikalen Anlagen ist die geringe Empfindlichkeit gegenüber schnellen Windrichtungsänderungen. Da eine Windrichtungsnachführung bei einer Vertikalachsanlage nicht notwendig ist, kann die Energie selbst bei schneller und häufiger Änderung der Anströmungsrichtung genutzt werden.<sup>18</sup> Nachteilig ist aber der geringere Wirkungsgrad. Wenn die Windgeschwindigkeiten gering sind, ist es trotz dessen nicht effizienter, dass die vertikale Anlage die verschiedenen Anströmungen besser nutzt.

Fakt ist: In Siedlungsgebieten wie Lörrach bleiben die Windverhältnisse und somit die Erträge eher gering. Anbieter liefern teilweise geschönte Ertragsprognosen. Solche Daten enthalten teilweise zu hohe Werte für die bei einer bestimmten Windgeschwindigkeit gelieferte Leistung (vgl. Kapitel 2.1 - Windgeschwindigkeiten - Grundlagen). Für verwirbelte Strömungen, die im Stadtgebiet praktisch immer vorliegen, gelten die Leistungsangaben daher nicht, denn die Leistungsangaben beziehen sich zumeist auf 10 m/s Nennleistung, was in Lörrach nicht zu erreichen ist.

Eine Windkraftanlage bringt den meisten Ertrag im Winter. Da der Netzbetrieb nicht einfach ist, werben manche Hersteller damit, dass der Strom der Kleinwindkraftanlage bei Überkapazität auch zu Heizzwecken genutzt werden könnte. Im Grundsatz würden die zwei Aspekte zueinander passen. Jedoch ist einerseits diese Nutzung des Stroms wirtschaftlich nicht interessant, weil Quellen für Heizenergie pro kWh sicher günstiger sind, zum anderen kann ein Wasserspeicher aufgrund der chemischen Speicherkapazität zwar viel Energie speichern, aber es benötigt auch sehr viel Energie zum Erhitzen.. Dies kann man sehen, wenn man die hohen Leistungen eines elektrischen Wasserkochers in kW sieht. Solch hohen Leistungen werden nur bei starken Windgeschwindigkeiten erreicht. In Lörrach ist daher von dieser Idee abzuraten.

Bei der Anlagengröße spielt das Nutzungskonzept eine große Rolle. Wird die Anlage als Eigenverbrauchsanlage mit Netzzugang aufgestellt, sollte die Nennleistung der Anlage der Grundlast<sup>19</sup> im Gebäude entsprechen.

---

<sup>18</sup> Empfehlungen zum Einsatz kleiner Windenergieanlagen im urbanen Raum - Ein Leitfaden, hTW Berlin, Januar 2013

<sup>19</sup> Minimale Leistungsanforderung in kW des Gebäudes

Der Bundesverband Windenergie hat einen käuflich erwerbbaaren Marktreport herausgegeben, welcher aber veraltet ist, da einige Hersteller die Produktion aufgeben mussten.

Eine Übersicht der besten Anbieter findet sich kostenlos auf der Homepage des Kleinwindkraftanlagenportals von Patrick Jüttemann:

<https://www.klein-windkraftanlagen.com/allgemein/made-in-germany-die-besten-anbieter-kleiner-windkraftanlagen-aus-deutschland/>

Des Weiteren gibt Herr Jüttemann einen jährlich aktuellen Marktreport über bestehende Anlagenhersteller heraus. Dieser ist zwar kostenpflichtig, jedoch verhindert dies ggf. Fehlkäufe. Werden mehrere tausend Euro für eine Windkraftanlage ausgegeben, macht der Ankauf eines solchen Marktreports gerade mal rd. 1% der Kosten für ein Kilowatt [kW] installierte Leistung aus.

Zusätzlich gibt es auf dem Portal von Günter Hacker kostenlose Hinweise und ein Fachbuch (Wind ins Netz).

<http://www.wind-mobil.de/test.html>

Insbesondere bei der Einspeisung ins Netz, spielen die Anforderungen der VDE<sup>20</sup> eine Rolle, welche nicht alle Anbieter erfüllen. Auch ist die Windanlage auf die technischen Anschlussbedingungen des Netzbetreibers zu prüfen.

Da Installationswillige Laien sind, macht es Sinn, zu Beginn einen Elektriker einzubinden bzw. mit dem Netzbetreiber Kontakt aufzunehmen, welche Netzanschlussbedingungen die Anlage erfüllen muss. Dies sollte dann mit dem Hersteller besprochen werden und nach Auswahl der Anlage, VOR Auftragserteilung nochmals mit dem Netzbetreiber, um die technischen Details der Anlage an den Netzbetreiber zu übermitteln und ggf. Einwände auszuschließen. Diese Prüfung gilt nicht bei Anlagen, die nicht ins Netz einspeisen bzw. netzgekoppelt sind.

Auf der Seite von Uwe Hallenga finden Sie ebenfalls Daten zu Kleinwindkraftanlagen, allerdings keine Wertung.

<https://www.kleinwindanlagen.de/>

Sicher gibt es auch andere Lieferanten und Händler von Kleinwindkraftanlagen. Achten Sie auf Referenzen innerhalb der Anlagen und fragen Sie dort nach.

## **5 Bei der Planung zu beachtende Punkte**

Ist das Vorhaben verfahrensfrei, ist der Bauherr trotzdem für die Einhaltung der sonstigen gesetzlichen Auflagen zuständig.

Die Einhaltung der nachfolgenden Aspekte sollte im ureigenen Interesse des Aufstellungswilligen stehen, um im Falle einer Meldung an die Behörde z.B. durch Nachbarn (mit berechtigtem Interesse) und einer behördlichen Prüfung der KWEA - es nicht zu einer Rückbauforderung kommt.

---

<sup>20</sup> Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.

Sinn dieser Zusammenstellung ist also, insbesondere spätere Rückbauverfügungen für Lörracher Bürger – Enttäuschungen und Fehlinvestitionen -zu vermeiden.

## 5.1 Naturschutzrechtliche Belange

Gemäß Art 44 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) gelten Vorschriften für besonders geschützte und bestimmte andere Tier- und Pflanzenarten

(1) Es ist verboten,

1. wild lebenden Tieren der besonders geschützten Arten nachzustellen, sie zu fangen, **zu verletzen oder zu töten** oder ihre Entwicklungsformen aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören,
2. wild lebenden Tiere der streng geschützten Arten und der europäischen Vogelarten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten **erheblich zu stören**; eine erhebliche Störung liegt vor, wenn sich durch die Störung der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert,
3. **Fortpflanzungs- oder Ruhestätten** der wild lebenden Tiere der besonders geschützten Arten aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder **zu zerstören**,
4. wild lebenden Pflanzen der besonders geschützten Arten oder ihre Entwicklungsformen aus der Natur zu entnehmen, **sie oder ihre Standorte zu beschädigen oder zu zerstören**

Auch wenn Verfahrensfreiheit bis 10 m über Grund gegeben ist, so sind durch Installationswillige die Verordnungen und Schutzziele und das Bundesnaturschutzgesetz zu beachten.

In Lörrach gibt es FFH-Gebiete<sup>21</sup>, Waldschutzgebiete, sowie Landschaftsschutzgebiete. Des Weiteren gehört das Stadtgebiet Lörrach zum Naturpark „Südschwarzwald“.<sup>22</sup>

Da die Kenntnisse über bestehende Schutzgebiete und das Vorkommen von Arten und die Situation in Lörrach ggf. nicht besonders groß sind, wurde im Rahmen des Projektes eine Studie innerhalb des Trinationalen Umweltzentrums durch die Stadt beauftragt, welche Hinweise gibt und damit für Installationswillige zu Erleichterungen und einfacheren Entscheidungsgrundlagen führt.

### 5.1.1 Schutz von Fledermäusen

In Bezug auf Fledermäuse sind mit hoher Wahrscheinlichkeit Wirkungen zu erwarten. Eine Kollision mit Rotorblättern, ggf. auch allein der Luftdruck in der unmittelbaren Umgebung der Rotorblätter, führt unmittelbar zum Tod der betreffenden Fledermaus. **Der Gefährdungsbereich liegt bei kleinen Windkraftanlagen in den üblichen Flughöhen der meisten heimischen Fledermausarten, daher ist keine Beschränkung / Ausscheiden von artenschutzrechtlichen Untersuchungen im Vorfeld auf bestimmte Fledermausarten möglich.** Insbesondere für unerfahrene Jungtiere wird ein erhöhtes Kollisionsrisiko angenommen. Daher ist die Errichtung von KWEAs in der Umgebung von Quartieren

---

<sup>21</sup> **FFH-Gebiete** sind spezielle europäische Schutzgebiete in Natur- und Landschaftsschutz, die nach der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie ausgewiesen wurden und dem Schutz von Pflanzen (Flora), Tieren (Fauna) und Lebensraumtypen (Habitaten) dienen, die in mehreren Anhängen zur **FFH**-Richtlinie aufgelistet sind.

<sup>22</sup> FFH- Röttler Wald, FFH Dinkelberg, FFH Tüllinger Berg und Tongrube Rümmlingen, Vogelschutzgebiet (SPA) Tüllinger Berg und Gleusen, Bannwald Röttlerwald = FFH-Gebiet Röttler Wald, Schonwald Salzert (Buchen/Eichen/Altholz) LSG Tüllingerberg bis Burg Rötteln, LSG Südwestlicher Dinkelberg

und im Bereich von wichtigen Flugrouten besonders kritisch. Aufgrund erster Untersuchungen ist auch von einer Störwirkung auszugehen. Insbesondere in der Nähe von Quartieren, wichtigen Strukturen und essentiellen Jagdgebieten bestimmter Arten ist artenschutzrechtlich eine Relevanz gegeben (Eintreten einer erheblichen Störung). Dies ist bedingt durch ein vermutetes und beobachtetes Meideverhalten durch Fledermäuse.

In Lörrach sind aktuell 16 Fledermausarten nachgewiesen, die unter Naturschutz stehen. Im gesamten Landkreis sind 18 Arten nachgewiesen.

Damit Installationswillige in Lörrach nicht in Konflikte mit den naturschutzrechtlichen Gegebenheiten kommen, wurde eine Kartierung der bekannten Fledermausvorkommen durchgeführt und Hinweise zu schützenswerten Bereichen gegeben, bzw. eine Art Eignungskarte für das Stadtgebiet erstellt. Diese alleine führt nicht zur Positiv-Entscheidung für einen Standort. Vielmehr führt diese dazu, dass Bereiche in der Nähe z.B. von bekannten Fledermausquartieren direkt als Standorte ausgeschlossen werden können und Installationswillige somit direkt wissen, dass eine Kleinwindkraftanlage vermutlich in Konflikt mit dem Artenschutz käme.

Desweiteren war es Ziel der Untersuchung, Gebiete auszuweisen, die gegebenenfalls als Fledermausvorkommen möglich wären. Die Untersuchung, welche alle bekannten Gutachten enthält, **soll und kann keine vollständige Prüfung vor Ort ersetzen**. Sie soll ferner dazu führen, dass ein ergänzendes Kleingutachten schneller und damit kostengünstiger für den Installationswilligen erarbeitet werden könnte, da die zusammengetragenen Informationen wesentliche Grundlagen liefern.

Die Untersuchung und Eignungskarte ist bei der Stadt Lörrach Fachbereich Umwelt und Klimaschutz erhältlich. Die zuständige untere Naturschutzbehörde finden Sie im Landratsamt Lörrach.

### 5.1.2 Schutz von Vögeln

In Bezug auf Vögel sind nach den Zusammenführungen des Trinationalen Umweltzentrums folgende Wirkungen zu erwarten: Eine Kollision mit Rotorblättern führt unmittelbar zum Tod des betreffenden Vogels, Vogelschlag. Der Gefährdungsbereich liegt bei kleinen Windkraftanlagen in den üblichen Flughöhen der meisten heimischen Vogelarten. Vögel zeigten nach ersten Hinweisen aus einer Studie im ländlichen Raum in Schleswig-Holstein kein Meideverhalten von Kleinwindkraftanlagen, daher ist eine Störwirkung nicht anzunehmen. Da die Tiere in der Nähe von KWEAs kein Meideverhalten zeigen, ist die Gefahr von Kollisionen hoch und scheint im ländlichen Raum mit der Zunahme des Struktureichtums anzusteigen. Im städtischen Raum sind Gebiete mit hoher Vogelaktivität die Bereiche, in welchen Gebäudebrüter<sup>23</sup> ihre Neststandorte haben.

In Lörrach ist der Haussperling eine flächendeckend verbreitete Gebäudebrüterart. Die Gebäudebrüter wurden in Lörrach im Rahmen einer von der Stadt Lörrach in Auftrag gegebenen Kartierung soweit wie möglich aufgenommen. Die Kartierung bzw. Informationen hierzu können bei der Stadt Lörrach, Fachbereich Umwelt und Klimaschutz erfragt werden. Um Tötungstatbestände zu vermeiden, sollten ein in Absprache mit der unteren Naturschutzbehörde festzulegender Mindestpufferbereich zu Nistplätzen der bekannten Gebäudebrüterstandorte eingehalten werden. Im Außenbereich<sup>24</sup> erscheint es praktikabel

---

<sup>23</sup> Mehlschwalben, Alpen- und Mauersegler, Haussperling, Rauchschwalbe, Gartenrotschwanz, Hausrotschwanz

<sup>24</sup> Außenbereich = alle Grundstücke, die nicht im Geltungsbereich eines qualifizierten Bebauungsplans liegen und nicht zu einem bebauten Ortsteil gehören

eine Errichtung in strukturreichen Gebieten eher zu vermeiden oder im Rahmen eines Kleingutachtens Hinweise zu erhalten und entsprechende Maßnahmen umzusetzen.

In Lörrach bestehen im Stadtgebiet höhere Gebäude, auf denen ebenfalls KWEAs mit 10m genehmigungsfrei errichtet werden könnten.

In Lörrach ist der große und kleine Abendsegler (zwischen 10-40m Flughöhe) aktiv. Gemäß Beobachtungen des TRUZ orientieren sich diese Arten in ihrem Flug teilweise an höheren Gebäuden z.B. Kirchen. Daneben sind vor allem von einer möglichen Aufstellung von KWEA auf höheren Gebäuden verschiedene Greifvögel potentiell betroffen: Turmfalke (*Falco tinnunculus*), Wanderfalke (*Falco peregrinus*), Rot- und Schwarzmilan (*Milvus milvus* und *M. migrans*) sowie Mäusebussard (*Buteo buteo*) werden regelmäßig über der Stadt kreisend bzw. diese überfliegend gesichtet v.a. Lörrach-Stetten). Zumindest Falken nutzen den Luftraum über der Stadt zumindest gelegentlich auch zur Jagd.

Zu Zugzeiten können auch kleinere Ansammlungen von Greifvögeln (z.B. Rotmilan, Mäusebussard) kreisend etwa im Bereich Tüllinger Berg und Lörrach-Stetten beobachtet werden. Zu weiteren, auch nachts ziehenden Vogelarten liegen keine Informationen vor; es ist aber wahrscheinlich, dass auch hier eine potentielle Gefährdung besteht, zumal der Rhein einen wichtigen Zugkorridor darstellt.

Nachts konnten verschiedene Eulen, die in unterschiedlicher Flughöhe die Stadt überqueren (Waldkauz, Schleiereule, Waldohreule), potentiell von Schlag betroffen sein. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass bestimmte gebäudebrütende Eulen wie Schleiereulen höhere markante Gebäude zur Erkundung anfliegen, da sich hier möglicherweise Quartiere/Einstände befinden könnten. Des Weiteren könnte der Weißstorch (Nahrungsflüge 50-150 m) betroffen sein.

Eine nicht unwichtige Rolle spielt die direkte Nachbarschaft von großen Teilen des Lörracher Stadtgebiets zum Vogelschutzgebiet „Tüllinger Berg“. Gebietsarten sind u.a. Rot- und Schwarzmilan.

Bei geplanter Errichtung von KWEA auf höheren Gebäuden in Lörrach wäre eine Durchführung einer Natura 2000-Verträglichkeitsprüfung<sup>25</sup> mit hoher Wahrscheinlichkeit erforderlich.

Gegebenenfalls können technische Maßnahmen wie z.B. Einhausungen oder Abschaltzeiten (sofern die Anlage diese Möglichkeit bietet) eine sinnvolle Möglichkeit sein, Konflikten aus dem Weg zu gehen, denn auch in Lörrach liegt der meiste Ertrag / die größten Windgeschwindigkeit in den Wintermonaten, wo die Tiere nicht aktiv sind.

---

<sup>25</sup> Natura 2000 ist ein europäisches ökologisches Schutzgebietsnetz, das von der Europäischen Union auf Grundlage der Vogelschutzrichtlinie und der FFH-Richtlinie (Flora = Pflanzenwelt, Fauna = Tierwelt, Habitat = Lebensraum) errichtet wurde. Innerhalb dieses Schutzgebietsnetzes sind bestimmte, europaweit bedeutsame natürliche Lebensräume sowie wild lebenden Tiere und Pflanzen geschützt. So soll die biologische Vielfalt und das europäische Naturerbe bewahrt werden.

Nach den Richtlinien muss jeder Mitgliedstaat der Europäischen Union seine Natura 2000-Gebiete der Europäischen Kommission melden. In Deutschland sind dafür die Bundesländer zuständig. Die Natura 2000-Gebiete wurden und werden aufgrund fachlich vorgegebener Kriterien und einschlägiger wissenschaftlicher Informationen ausgewählt. Baden-Württemberg hat seine Natura 2000-Gebiete (Vogelschutzgebiete und FFH-Gebiete) an die Europäische Kommission bereits gemeldet.



Jedoch bei einer eh recht schwachen Wirtschaftlichkeit kommt dieser Aspekt stärker in Lörrach zum Tragen, denn es müsste wenn möglich der Ertrag des ganzen Jahres genutzt werden können. Zeitweilige Abschaltungen schmälern die ohnehin recht geringe Wirtschaftlichkeit noch stärker.

## 5.2 Sichtbarkeit im Stadtbild – städtebauliche Belange

In Lörrach besteht keine Satzung, die die Aufstellung von Kleinwindkraftanlagen im Stadtgebiet regelt. Im Stadtgebiet sind Anlagen grundsätzlich vorstellbar, die nicht dem Genehmigungsrecht unterliegen. Allerdings: Bei einer Aufstellung im Zusammenhang mit schützenswerten Bauten oder ganzen schützenswerte Ensembles wie z.B. Röttelnweiler sind diese nicht erwünscht und die Aufstellung sollte zumindest mit dem Baurecht vorbesprochen werden. Hinweise, ob ein Schutz besteht, kann der Bebauungsplan (bebaubare Höhe) und das Denkmalkataster der Stadt Lörrach im Geoinformationssystem liefern.

## 5.3 Lärmschutzrechtliche Belange

Der Aspekt von Lärm muss aus drei Winkeln betrachtet werden:

- 5.3.1. Zum einen können Emissionen beim Nachbarn aufgrund von Schallemissionen der Anlage die Grenzwerte der TA Lärm überschreiten
- 5.3.2. Die KWEA kann Schallemissionen erzeugen, die im nicht hörbaren Bereich liegen (sogenannter Infraschall)
- 5.3.3. Bei Anbringung am Gebäude können die Anlagen Schwingungen/Erschütterungen (Fachbegriff Körperschall) produzieren, die den Eigentümer der Anlage oder im Haus befindliche Mieter stören könnten

### 5.3.1 KWEAs und Lärm

KWEA verursachen Schallemissionen. Mit zunehmender Windgeschwindigkeit werden diese, aber auch die natürliche Lärmbelastung durch den Wind größer. Bei der Auswahl der KWEA, sollte auf den emittierenden Schalldruckpegel geachtet werden. Gemäß der Norm 61400 für Windenergieanlagen der IEC (Internationale Elektrotechnische Kommission) und der Britischen Norm MCS ist eine Schallmessung Teil des Zertifizierungsprozesses der Kleinwindkraftanlage. Ggf. kann auch der Hersteller der Kleinwindanlage Informationen zu den Mindestabständen in Gebieten (siehe nachfolgend TA Lärm) machen und eine entsprechende Grafik bieten. Als Beispiel einer Schallmessung kann im Leitfaden „Empfehlungen zum Einsatz kleiner Windenergieanlagen im urbanen Raum“ der Hochschule für Wirtschaft und Technik, welcher frei im Internet verfügbar ist, kann auf deren Homepage eingesehen werden. Als Windgeschwindigkeit für den Emissionswert sollten in Lörrach die maximal erreichbaren Windgeschwindigkeiten - siehe vorangestellte Kapitel bzw. die gemessene maximale Geschwindigkeit, geprüft werden. Da die Emissionen bei der Nenngeschwindigkeit 10 m/s gemessen werden, jedoch sind diese Windgeschwindigkeiten in Lörrach nicht zu erwarten.

Durch die Kleinwindanlage dürfen insbesondere am maßgeblichen<sup>26</sup> schutzbedürftigen Immissionsort z.B. Schlafzimmerfenster des Nachbarn die nachfolgenden Immissionsgrenzwerte der TA Lärm nicht überschritten werden:

---

<sup>26</sup> maßgeblicher Immissionsort gem. TA Lärm 0,5 m außerhalb vor der Mitte des geöffneten Fensters des vom Geräusch am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes

Art des Gebietes	tags (6-22 Uhr)	nachts (22-6 Uhr)
in Industriegebieten	70 dB(A)	70 dB(A)
in Gewerbegebieten	65 dB(A)	50 dB(A)
in urbanen Gebieten	63 dB (A)	45 dB (A)
in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten	60 dB(A)	45 dB(A)
in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	55 dB(A)	40 dB(A)
in reinen Wohngebieten	50 dB(A)	35 dB(A)
in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45 dB(A)	35 dB(A)

**Tabelle 2: Grenzwerte Lärmimmissionen TA Lärm nach Gebieten**

In welchem Gebiet man sich mit dem Aufstellungsort der KWEA befindet, kann bei der zuständigen Baurechtsbehörde in Lörrach erfragt werden.

In den gelb markierten Bereichen ist nach TA Lärm für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit ein Zuschlag von 6 db beim Beurteilungspegel am Immissionsort zu berücksichtigen.

Diese sind:

Werktag 6.00-7.00 Uhr und 20.00-22.00 Uhr

Sonn- und Feiertagen 6.00-9.00 Uhr + 13.00-15.00 und 20.00-22.00 Uhr

Ohne die schalltechnische Einschätzung, sollte keine Kleinwindanlage ausgesucht werden, denn Überschreitungen der Immissionen am schützenswerten Ort, führen höchstwahrscheinlich zur Rückbauverfügung, da eine Lärminderung durch Schallschutzsysteme wie Lärmschutzwände zu Verwirbelungen und Abbremsen des Windes führen würden, also auch keine adäquate Lösung darstellen.

Tagsüber ist die Einhaltung der Immissionswerte zumeist kein Problem. Achtet man auf leise laufende Kleinwind bzw. Mikrowindanlagen liegen Emissionspegel bei rd. 45 db(A) – 60 db(A) und zumeist ist zwischen dem schützenswerten Immissionsort und der Anlage doch ein gewisser Abstand gegeben. Zudem werden in Lörrach zumeist nicht die Nenngeschwindigkeiten von 10 m/s erreicht. Jedoch könnte es nachts bei sehr lauten Anlagen zu Problemen kommen.

Ist die Lärmsituation aufgrund von Hintergrundlärm schon stark beeinflusst, spielt dies jedoch für die Anlage an sich keine Rolle, diese muss selbständig die Immissionswerte einhalten (vgl. TA Lärm).

Insbesondere in solchen Fällen sollte der Installationswillige der Kleinwindanlage die nachbarschaftliche Situation zuvor geklärt haben. Denn häufig empfinden Menschen, die bereits einer Hintergrundbelastung ausgesetzt sind, weitere Geräusche als „Spitze des Eisbergs“. Zwar würde ein Schallgutachten vermutlich dazu führen, dass die zuständige Behörde die Verhältnismäßigkeit prüft, allerdings verursacht dies Kosten, die die Wirtschaftlichkeit weiter infrage stellen.

Vertikale Windkraftanlagen haben zwar oft nicht solche Lärmemissionen wie die üblichen 3-flügeligen horizontallaufenden Rotoren, jedoch eben auch nicht die Erträge.

### 5.3.2 KWEAs und Infraschall

Windkraftanlagen erzeugen durch die Rotorbewegung Geräusche im gesamten Frequenzbereich, also auch tieffrequente Infraschallwellen. Infraschall sind tiefe Schallwellen unterhalb des menschlichen Hörbereichs<sup>27</sup>.

Generell erzeugen langsamer laufende GROSSE Windanlagen deutlich geringere Geschäuschpegel als die schneller drehenden Propeller der Kleinwindanlagen, aber ggf. Infraschall. Des Weiteren erzeugen Windkraftanlagen, bei denen der Rotor auf der Luvseite dreht, weniger Infraschall als Leeläufer (vgl. Abbildung 9 und Abbildung 10), somit fällt bei Kleinwindkraftanlagen dieser Aspekt mehr ins Gewicht. Allerdings müssen die Pegel für Infraschall sehr hoch sein, dass Menschen den Infraschall hören und spüren können.<sup>28</sup> Gesundheitliche Auswirkungen *auf den Menschen* wie sie auch vom hörbaren Schall bekannt sind, haben Infraschallwellen jedoch nur, wenn sie vernehmbar sind. Gemäß den Erfahrungen in der Schweiz (Schweizerische Unfall- und Versicherungsanstalt SUVA) müssen diese über 120 dB liegen.<sup>29</sup> Solche Schalldruckpegel werden auch von kleineren Windkraftanlagen nicht erreicht. Auch das bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit kommt zum Schluss der Unschädlichkeit für große Windkraftanlagen in den Mindestabständen zu Wohnbebauungen. Die Rotorengeräusche von Kleinwindkraftanlagen sind aber eher hörbar und liegen nicht in den genannten Dezibelbereichen, wie festgestellt. Die Rotorengeräusche von Kleinwindkraftanlagen sind aber eher vernehmbar und liegen nicht in den genannten Dezibelbereichen, wie festgestellt. Daher ist mit der Einhaltung der hörbaren Immissionsgrenzwerte in Bezug auf Schall davon auszugehen, dass eventuell entstehender Infraschall von Kleinwindkraftanlagen ebenfalls genug abgeschirmt ist.

### 5.3.3 Körperschall / Schwingungen

Wird das Windrad am Gebäude angebracht, kann es zu Körperschall führen. Körperschall wird über das Gebäude übertragen und ist nur durch Schwingungsentkopplung tatsächlich abzuwenden. Zum Verständnis von Körperschall kann man sich das Bohren in einem anderen Stockwerk vorstellen. Obwohl die Bohrmaschine, wenn man direkt danebensteht, ebenfalls Lärm verursacht, hört man aber in einem anderen Raum den Körperschall des Bohrens viel stärker. Ob die Schwingungsentkopplung funktioniert ist allerdings nicht immer gesichert. Der Markt von Kleinwindkraftanlagen hat lt. Experten in den letzten Jahren eine gewisse Konsolidierung erfahren. Hinterfragen Sie, ob der Anbieter eine Schwingungsentkopplung anbietet.

Wenn der Anbieter hierzu keine Lösung hat, sollten Sie eine Kleinwindkraftanlage nicht am Gebäude anbringen, in dem sie sich dauerhaft aufhalten. ggf. wäre eine Garage besser. Die Schwingungen des Mastes bzw. via Rotor können, sofern nicht entkoppelt aber auch das Gebäude schädigen.

In Bezug auf Mieter im Gebäude sind die Vorgaben der TA Lärm für Innenräume einzuhalten:

---

<sup>27</sup> der hörbare Bereich beginnt bei rd. 20 Hz

<sup>28</sup> vgl. „Windanlagen beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?“ Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, aktualisierte Auflage August 2016

<sup>29</sup> vgl. „Windkraftanlagen in der Schweiz- Raumplanerische Grundlagen und Auswirkungen“, Bundesamt für Energie BFE, Juni 2008, Seite 40/41

Bei Geräuschübertragungen innerhalb von Gebäuden oder bei Körperschallübertragung betragen die Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel für betriebsfremde schutzbedürftige Räume nach DIN 4109, Ausgabe November 1989, unabhängig von der Lage des Gebäudes in einem der genannten Gebiete:

tags 35 dB(A)

nachts 25 dB(A)

Die htw Berlin hat sich mit der Thematik der Schwingungsentkopplung u.a. in ihrem frei im Internet verfügbaren eBook „Empfehlungen zum Einsatz kleiner Windenergieanlagen im urbanen Raum, ein Leitfaden“ im Jahr 2013 beschäftigt. Das Kapitel „technische Maßnahmen für Installation, Anschluss und Betrieb“ ist sehr zu empfehlen und aufgrund der physikalisch immer gleichbleibenden Informationen, ist eine Veralterung der technischen Inhalte in diesem Kapitel nicht zu erwarten.

Die eigentliche Entkopplungslösung muss aber an jeder Anlage separat geregelt werden, da die Schwingungen, die durch die Anlagen induziert werden. Sprechen Sie hierrüber unbedingt mit dem Hersteller und fragen Sie nach der Zertifizierung. In der europäischen Norm 61400-2 und der BCS- Norm aus Großbritannien muss eine Lärmschutzmessung durch den Anlagenbetreiber erfolgen.

## 5.4 weitere Wechselwirkungen der Kleinwindanlage mit der Umgebung

### 5.4.1 Schattenwurf und Lichteffekte

Ein drehender Rotor einer Windkraftanlage kann einen sich bewegenden Schlagschatten oder Lichtreflexe werfen. Dies kann in der benachbarten Wohnnutzung als Belästigung empfunden werden.

Zur Visualisierung des Schattenwurfs, hat das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie ein Erklärvideo online gestellt.

[https://www.energieatlas.bayern.de/thema\\_wind/faq.html#schattenwurf](https://www.energieatlas.bayern.de/thema_wind/faq.html#schattenwurf)

Zunächst gibt es auch bei großen Windkraftanlagen keine Erkenntnisse, dass Schattenwurf eine Gesundheitsgefährdung darstellt. Daher handelt es sich bei Schattenwurf also um eine Belästigung im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes. Ziel eines Leitfadens der der LAI (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz) vom 13. März 2002 ist die sichere Vermeidung erheblicher Belästigungen, durch periodische Lichteinwirkungen (optische Immissionen), die durch Windkraftanlagen entstehen können.<sup>30</sup>

Der Schattenwurf einer Windkraftanlage auf (bestehende) Wohnhäuser sollte jeweils nicht mehr als 30 Stunden pro Jahr und 30 Minuten pro Tag betragen. Wird einer dieser Immissionswerte überschritten, ist von einer erheblichen Belästigung des Menschen auszugehen. Die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg gibt hierzu an, dass in der Praxis die tatsächliche Belastung von etwa sieben bis acht Stunden im Jahr pro Immissionspunkt auftreten und dies insbesondere bei großen Windanlagen. Kleinere Windkraftanlagen sind erheblich niedriger und der Rotor wesentlich kleiner, daher ist mit einer noch viel geringeren Schattenbelästigung zu rechnen. Des Weiteren müssen Betreiber von privaten Anlagen gemäß dem Bundesimmissionsschutzgesetz die Regelungen nicht einhalten. In Baden-

---

<sup>30</sup> vgl. <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/erneuerbare-energien/schattenwurf>

Württemberg gibt es kein weiteres Landesimmissionsschutzgesetz, welches weitergehende Regelungen treffen würde.

Für Betreiber privater Kleinwindkraftanlagen **auf privaten Grundstücken**, die Eigenversorgung verfolgen, gelten folgende immissionsschutzrechtliche Pflichten:

**§ 22 Pflichten der Betreiber nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen, Bundesimmissionsschutzgesetz**

*„Für Anlagen, die nicht gewerblichen Zwecken dienen und nicht im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden, gilt die Verpflichtung des Satzes 1 nur, soweit sie auf die Verhinderung oder Beschränkung von schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche oder von Funkanlagen ausgehende nichtionisierende Strahlen gerichtet ist.“*

Gewerbliche Anlagen müssten die Regelungen in Bezug auf Schattenwurf einhalten.

Gemäß dem Baden-Württembergischen Windenergieerlass, ist ein Schattenwurf von geringer Dauer hinzunehmen.<sup>31</sup>

Die Regelung der maximalen Beschattungsdauer bezieht sich auf die Wohnnutzung, nicht auf das Grundstück.<sup>32</sup> Ein Recht auf Schattenfreiheit besteht auch für Betreiber von Photovoltaikanlagen auf Nachbargebäuden nicht. Ein anderer nach dem Bebauungsplan zulässiger Anbau in der Höhe wäre durchaus auch möglich. Allerdings könnte eine Beschattung einer Photovoltaikanlage nachbarschaftliche Konflikte hervorbringen, da eine Beschattung der Anlage eine Ertragsminderung nach sich ziehen kann. Sprechen Sie mit Ihrem Nachbarn, sollte dieser ggf. eine Photovoltaikanlage auf dem Dach installiert haben, die von der Kleinwindkraftanlage beschattet sein könnte.

Ein Blinkeffekt, sogenannter Disko-Effekt stellt heutzutage aufgrund der matten Beschichtung der großen Windenergieanlagen kein Problem mehr da. Entsprechend den Empfehlungen der Umweltbehörden, sollen bei der Rotorbeschichtung mittelreflektierende Farben und matte Glanzgrade verwendet werden. Beim Ankauf einer Anlage sollte hierauf geachtet werden.

## 5.4.2 Blitzschutz

Wetterextreme mit stärkeren Gewittern sind in den letzten Jahren zu verzeichnen. Die Stadt Lörrach hat bereits bei einer Photovoltaikanlage auf einem höheren Schuldach die leidvolle Erfahrung eines Blitzschutzschadens machen müssen. Eine Kleinwindkraftanlage, die auf einem Gebäude erstellt wird, muss unbedingt mit einem Blitzschutz versehen werden. Sollte daher die Möglichkeit einer Bodenmontage möglich sein, können diese Investitionskosten im Abstand zum Gebäude gespart werden.

## 5.4.3 Stürme/ Standsicherheit / Statik

Wir haben gelernt, dass mit zunehmender Geschwindigkeit die Leistung des Windes in der dritten Potenz zunimmt. Daher nimmt diese bei einem Sturm exponentiell zu. Eine Kleinwindkraftanlage muss daher standsicher befestigt werden und es muss eine Sturmsicherung (Abschaltmöglichkeit) vorhanden sein,

---

<sup>31</sup> Windenergie erlass Baden-Württemberg

<sup>32</sup> vgl. Windenergiehandbuch von M. Agatz, <http://windenergie-handbuch.de/windenergie-handbuch/>

sonst könnten Stürme, die auch mit zunehmenden Extremwetterlagen häufiger vorkommen, die Anlage und Weiteres zerstören. Auch hier musste die Stadt Lörrach schon die leidvolle Erfahrung eines Sturmschadens mit einer älteren Schul-Photovoltaikanlage machen.

Die Sturmsicherung erfolgt in der Regel entweder durch Kippvorrichtungen (bei starkem Wind kippt der Rotor nach hinten, so dass der Rotor nur noch wie eine Helikopterschraube dreht)<sup>33</sup> oder durch Generatorkurzschluss.

Zur Standabsicherung zu empfehlen ist aber gemäß den Hinweisen des Naturschutzes aus einer Studie im ländlichen Raum in Schleswig-Holstein, keine Abspannvorrichtungen zu verwenden, da diese von Vögeln als Ansitz genutzt werden könnten und damit Vögel sogar anlocken. (vgl. Abschnitt Naturschutz).

Für die Standsicherheit empfiehlt es sich beim Ankauf der Anlage auf deren Typenprüfung zu achten. Fragen Sie die Experten noch einmal dazu.

Wird eine Kleinwindkraftanlage auf dem Dach eines Gebäudes angebracht, muss das Tragwerk des Daches die Anlage „tragen“ können. Die Tragfähigkeit muss also mit einem Statiker genau berechnet werden.

#### 5.4.4 Abstandsflächen zu Nachbargrundstücken

Gemäß der Landesbauordnung Baden-Württemberg §5 müssen Kleinwindkraftanlagen wie sonstige bauliche Anlagen Abstände zu Nachbargrundstücken einhalten:

*„(7) Die Tiefe der Abstandsflächen beträgt*

- 1. allgemein 0,4 der Wandhöhe,*
- 2. in Kerngebieten, Dorfgebieten, urbanen Gebieten und in besonderen Wohngebieten 0,2 der Wandhöhe,*
- 3. in Gewerbegebieten und in Industriegebieten, sowie in Sondergebieten, die nicht der Erholung dienen, 0,125 der Wandhöhe.*

*Sie darf jedoch 2,5 m, ... nicht unterschreiten.*

*(5) Auf die Wandhöhe werden angerechnet ...*

- 3. bei Windenergieanlagen nur die Höhe bis zur Rotorachse, wobei die Tiefe der Abstandsfläche mindestens der Länge des Rotorradius entsprechen muss.“*

#### 5.5 Meldung Marktstammdatenregister

Eine netzangeschlossene Anlage muss zeitnah 1 Monat nach Eintritt des Ereignisses beim Bundesanlagenregister der Bundesnetzagentur angemeldet werden.

---

<sup>33</sup> Hier kann die Helikopterstellung – aus dem Wind drehen, bildlich angesehen werden: <https://www.kleinwindkraftanlagen.com/allgemein/praxisbericht-aus-dem-allgaeu-kleine-windkraftanlage-fuer-die-private-energiewende/>

Die Registrierung ist für **sämtliche** Stromerzeugungs-Anlagen verpflichtend, unabhängig davon, ob sie eine Förderung nach dem EEG oder nach dem KWKG erhalten und unabhängig vom Inbetriebnahmedatum und der Größe der Anlage. Entscheidend ist nur die Anbindung an das Stromnetz.

- Solaranlagen
- Windenergieanlagen
- Stromspeicher

Die Registrierung ist online über die Homepage der Bundesnetzagentur zu tätigen:

<https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>

## 5.6 Meldung bei zuständigen Niederspannungsbetreiber

Wird die Kleinwindkraftanlage an das Haus-Netz angeschlossen, selbst wenn die Anlage allen Strom ins Hausnetz speist, muss trotzdem eine Meldung der Anlage an den zuständigen Niederspannungsbetreiber erfolgen. Sprechen Sie mit dem Elektrofachbetrieb, der die Anlage anschließt und ins Netz einbindet. Dieser kann die Meldung machen, ggf. ist eine Abstimmungstechnik (Steuerempfänger), wie es auch Photovoltaikanlagen aufweisen müssen, erforderlich. Dies richtet sich nach den jeweiligen technischen Anschlussbedingungen.

## 6 Weiterführende Informationen

**Technische Hintergrundinformationen allgemein zu Windanlagen** auch großen Windkraftanlagen, jedoch zum Verständnis der Anlagenkomponenten und Grundlagen sehr sinnvoll:

<http://drømstørre.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/de/stat/unitsw.htm>

**Leitfäden zur Aufstellung von Anlagen sind erhältlich bei:**

„Kleinwindkraftanlagen – Ratgeber für Privat&Gewerbe“ [www.klein-windkraftanlagen.com](http://www.klein-windkraftanlagen.com)

„WIND INS NETZ -Netzeinspeisung und Akkuladung mit neuen Kleinwindrädern“ –

<http://www.wind-mobil.de/buecher.html>

**Übersichten für den Kleinwindkraftanlagenmarkt:**

[www.kleinwindanlagen.de](http://www.kleinwindanlagen.de)

Marktreport (=Übersicht über den Markt) der Kleinwindkraftanlagenhersteller:

<https://www.klein-windkraftanlagen.com/kauf/marktbericht-kleinwindanlagen/>

**Rechtliche Aspekte von großen aber auch kleinen Windkraftanlagen:**

<http://windenergie-handbuch.de/>

**Technische Aspekte der Anlagenaufstellung:**

Empfehlungen zum Einsatz kleiner Windenergieanlagen im urbanen Raum, - Ein Leitfaden, htw Berlin

[http://www.aee-now.at/cms/fileadmin/downloads/allgemein/Kleinwind/Kleinwind\\_Handlungsempfehlungen\\_HTW-Berlin.pdf](http://www.aee-now.at/cms/fileadmin/downloads/allgemein/Kleinwind/Kleinwind_Handlungsempfehlungen_HTW-Berlin.pdf)

## Genutzte Literatur

- Windenergieerlass Baden-Württemberg
- Factsheet, Windenergie und periodischer Schattenwurf, Energieagentur NRW
- Marktreport Kleinwindkraftanlagen 2016, Patrick Jüttemann – eBook
- BWE-Marktübersicht, Kleinwindanlagen, Handbuch der Technik, Genehmigung und Wirtschaftlichkeit kleiner Windräder, Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE)
- Wirtschaftlichkeit und Vergütung von Kleinwindenergieanlagen, BWE, 1. Aufl. 2011
- Bachelorarbeit von Iris Feigenwinter - Eine klimatologische Übersicht des Standorts Basel-Lange Erlen 2013, UNIVERSITÄT BASEL Philosophisch-Naturwissenschaftliche Fakultät Departement Umweltwissenschaften
- Monika Agatz, Windenergiehandbuch, e-book, Version 2018
- Sachinformation Optische Immissionen von Windenergieanlagen - Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
- WIND TURBINES AND BAT MORTALITY: INTERACTIONS OF BAT ECHOLOCATION PULSES WITH MOVING TURBINE ROTOR BLADES, Long 2009
- Wind turbines and bat mortality: Doppler shift profiles and ultrasonic bat-like pulse reflection from moving turbine blades, Long 2010
- Experimental Evidence for the Effect of Small Wind Turbine Proximity and Operation on Bird and Bat Activity, Mindermann 2012
- Estimates and correlates of bird and bat mortality at small wind turbine sites, Mindermann 2014
- Landscape-scale effects of single- and multiple small wind turbines on bat activity, Mindermann 2017
- The impacts of small and medium Wind Turbines on Bats, Moyle 2016
- Klimaanalyse Stadt Lörrach, iMA Richter&Röckle, Januar 2016
- Kleinwindkraft- anlagen, Hintergrundinformationen und Handlungsempfehlungen, C.A.R.M.E.N. e.V., 2015
- Windenergieanlagen- beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit? Bayerisches Landesamt für Umwelt und Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, August 2016
- Empfehlungen zum Einsatz kleiner Windenergieanlagen im urbanen Raum - Ein Leitfaden, hTW Berlin, Januar 2013
- Schallimmissionen von Windenergieanlagen, Repowering info Börse, 2011
- Wegweiser Kleinwindkraft, Patrick Jüttemann, November 2017
- Windkraftanlagen in der Schweiz, Raumplanerische Grundlagen und Auswirkungen, Juni 2008
- Newsletter des [www.klein-Windkraftanlagen.com](http://www.klein-Windkraftanlagen.com)



## **Impressum**

Stadt Lörrach

Fachbereich Umwelt und Klimaschutz

Luisenstraße 16

79539 Lörrach

## **Recherche und Zusammenstellung**

Christine Wegner-Sänger

## **Redaktion**

Christine Wegner-Sänger, Britta Staub-Abt

Juni 2021



<https://www.badenova.de/web/%C3%9Cber-uns/Engagement/Innovativ/index.jsp>