



Interreg
Deutschland - Danmark



CROSSWIND

Work package 3

Dieses Projekt wird gefördert mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung.

List of Content

Project details	3
Contact details	3
INTERREG 5a Region	4
Work package 3.1 Benchmarking [English]	5
Additional work.....	5
Outlook.....	5
Work package 3.2 Regulations as origin languages [Deutsch / Dansk]	9
Deutschland	9
Ökonomische Betrachtung einer Kleinwindenergieanlage am Beispiel	12
Standortbedingte Windverhältnisse für Schleswig-Holstein.....	12
Anschaffungskosten der Kleinwindenergieanlage	12
Energieertrag einer Kleinwindenergieanlage	13
Genehmigungskosten des Bauamtes nach der Baugebührenverordnung – BauGebVO	13
Fixkosten einer Kleinwindenergieanlage.....	14
Anwendungsbeispiele	14
Interviews von zwei Nutzern, Installation einer Kleinwindenergieanlage in Schleswig-Holstein	15
Fazit	16
Danmark	17
Forvaltningsmæssige rammer.....	17
Økonomiske rammer.....	18
References	19

Project details

Project: CROSSWIND / CROss-border Open-Source Small-WIND
Funding: INTERREG 5a
Project duration: 01.01.2021 – 31.12.2021

Contact details

Lead partner: Wind Energy Technology Institute der Hochschule Flensburg
Name: Prof. Dr.-Ing. Torsten Faber / Kai Mommsen M.Sc.
E-Mail: torsten.faber@hs-flensburg.de / kai.mommsen@hs-flensburg.de

Project partner: Fakultät für Mechanik und Elektronik der Syddansk Universitet
Name: Prof. Morten Hartvig Hansen / Assist. Prof. Hamid Arionfard
E-Mail: mortenhhansen@mci.sdu.dk / arionfard@mci.sdu.dk

INTERREG 5a Region

Germany	Danmark
Nordfriesland	Region Syddanmark
Flensburg	Region Sjælland
Schleswig-Flensburg	
Rendsburg-Eckernförde	
Kiel	
Plön	
Ostholstein	
Lübeck	
Neumünster	



Abbildung 1 - Map INTERREG Region 5a

Source: <https://www.interreg5a.eu/en/>

Work package 3.1 Benchmarking [English]

The issue of small wind turbines is that the price of purchasing is too high, compared to other renewable energy systems. The specific cost for renewable energies are as follow,

- Megawatt wind turbines ~ 1.000 [€/kW] [1]
- Wind turbines <100kW 3.000 – 9.000 [€/kWh] [2]
- Solar power 1.200 – 1.500 [€/kWp] [3]

More renewable energy systems are available, but it is only necessary to point out that small wind turbines smaller than 100 [kW] have a high and wide range in specific cost, compared to megawatt wind turbines and solar power.

With this knowledge, to investigate the specific cost a benchmarking list of small wind turbine manufacturer is established. Only wind turbines up to 50 [kW] were considered to achieve a good overview, because the higher the nominal power of a wind turbine the lower the specific cost.

Within the benchmarking list a wide range of different global manufacturer of small wind turbines are documented. The amount of 169 small wind turbines of 78 manufacturers are documented with the details of wind speed conditions, blade material, type of gearbox, generator configuration and voltages, tower configurations, implemented control systems, existing certificates, lifetime estimation, noise level, estimated annual energy production, cost. Due to the benchmarking list the specific cost of ~ **4.300 [€/kW]** for the small wind turbines has been determined. It does fit into the range of the above shown cost for wind turbines up to 100kW. It is to assume that the specific cost might be higher as investigated. The reason is that the manufacturer provide only information about purchasing the small wind turbine and neglect the tower cost for example.

To achieve during the project a higher accuracy of the collected data, most of the manufacturer were contacted. Some manufacturer did sent some details to update the benchmarking list and blank cell implies no given data or information.

Additionally, a press article in Denmark and Germany has been send to the local newspapers to motivate local owner to share their experiences with the project, to collect user experiences with the small wind turbines. In Germany two future owner contacted the Hochschule Flensburg and two owners in Denmark contacted the SDU in Denmark. See WP 3.2 for more details.

Additional work

For the work package 4 “Case Study”, the power curve of each individual small wind turbine out of the benchmarking list is documented, if the manufacturer provides the diagram. This task established due to the estimation of the Annual Energy Production of small wind turbines. If a manufacturer provides a diagram (such as table or picture) of a measured power curve, with the help of the tool WebPlotDigitalizer [4] the power curve documented. This online tool is able to extract the measured power curve data from a diagram.

Outlook

With the help of the benchmarking list, a good overview of existing small wind turbines is established. In the following INTERREG 6 application, new tasks like a detailed investigation about the different small wind turbine concepts can take place. The focus should point out

- which components are under or overestimate in dimension / cost
- which materials are sustainable and reliable at the same time

New manufacturing methods can lead to decrease the cost and to increase the reliability. Therefore a deeper investigation is required to achieve the target of a cost-optimised concept of a small wind turbine in the INTERREG 6 application.

Work package 3.2 Regulations as origin languages [Deutsch / Dansk]

Deutschland

In dem folgenden Kapitel wird beschrieben, was zu berücksichtigen ist, um eine Kleinwindenergieanlage (KWEA) in Deutschland aufzustellen. Erläutert wird der Genehmigungsprozess, Abstandsregelungen, visuelle Beeinträchtigung und verschiedene Einbindungskonzepte mit einer Gegenüberstellung einer ökonomischen Betrachtung anhand eines Beispiels. Vereinzelt werden Kosten angegeben, die im Rahmen der Untersuchung erkenntlich wurden. Dem Leser sollte somit eine gute Übersicht zur Verfügung stehen. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden online bezogen und sind für jede Person einsehbar, erkenntlich aus der Referenzliste. Weiter wurden Kenntnisse aus Interviews oder Telefonaten gewonnen. Am Ende des Kapitels wird von zwei Kleinwindenergieanlagen berichtet, die im Jahr 2021 im Norden Schleswig-Holsteins für eine Installation bzw. Aufstellung geplant werden. Die zukünftigen Betreiber haben sich aufgrund des herausgebrachten Artikels in Deutschland im Institut für Windenergie-technik gemeldet [5]. Dieser wurde im Rahmen des Arbeitspaketes 2 dieses Projektes in den regionalen Zeitungen in Deutschland und Dänemark veröffentlicht. Es wird darauf hingewiesen, dass dieses Kapitel kein Leitfaden ist, da der Autor keine fachlichen Qualifikationen hat in Bezug auf Rechtsbasis oder Wirtschaftlichkeit.

Folglich wird das Baurecht der einzelnen Genehmigungsverfahren kurz beschrieben und alle zusätzlichen zu beachtenden Punkte für eine Aufstellung einer Kleinwindenergieanlage. Anteilig wurden Auszüge aus der Landesbauordnung für Schleswig-Holstein zitiert, damit der Leser direkt mit dem Bauordnungsrecht für Schleswig-Holstein in Verbindung kommt, da die meisten Kreise und kreisfreien Städte der INTERREG Region angehören, wie auf Seite 4 zu sehen ist.

1. Bauordnungsrecht

Die Größe einer Kleinwindenergieanlage (Blattspitze und/oder Rotorfläche) entscheiden darüber, welches Genehmigungsverfahren bei der örtlichen Baubehörde anzuwenden ist.

- 1.1. Verfahrensfreies Vorhaben:** Hier gilt bis zu einer Blattspitzenhöhe oder Nabenhöhe von $H \leq 10$ m und einen maximalen Rotordurchmesser von drei Metern ($D \leq 3,00$ m).
Vorteil: Sofortiger Beginn der Baumaßnahmen, keine Baugenehmigungskosten
Nachteil: Keine Rechtssicherheit, ggf. sofortiger Rückbau der KWEA

1.1.1. Verfahrensfreies Vorhaben und Aufstellungsgebiete nach der Landesbauordnung Schleswig-Holstein [6§63 (1) 3c]

Windenergieanlagen bis zu 10 m Höhe gemessen von der Geländeoberfläche bis zum höchsten Punkt der vom Rotor bestrichenen Fläche und einem Rotordurchmesser bis zu drei Meter in Kleinsiedlungs-, Kern-, Gewerbe- und Industriegebieten sowie in vergleichbaren Sondergebieten und im Außenbereich, soweit es sich nicht um geschützte Teile von Natur und Landschaft im Sinne des § 20 Absatz 2 des Bundesnaturschutzgesetzes oder um Natura 2000-Gebiete im Sinne von § 7 Absatz 1 Nummer 8 des Bundesnaturschutzgesetzes handelt.

1.1.2. Genehmigungsfreistellung

Es ist möglich, Kleinwindenergieanlagen in den meisten Bundesländern als Nebenanlage zu betrachten oder als Anlage der TGA (technische Gebäude-Ausrüstung) bzw. den Generator der KWEA. Dies ist vom Bundesland abhängig und aus der jeweiligen Landesbauordnung zu entnehmen.

1.1.3. LBO – Schleswig Holstein [6 §68 (1)]

Ein Bauvorhaben nach Absatz 1 Satz 1 ist genehmigungsfrei gestellt, wenn

1. es im Geltungsbereich eines Bebauungsplans im Sinne des § 30 Abs. 1 oder 2 des Baugesetzbuchs liegt,

2. es den Festsetzungen des Bebauungsplans nicht widerspricht; wenn ein Widerspruch zu den Festsetzungen des Bebauungsplans vorliegt, bedarf es eines entsprechenden Antrags auf Erteilung einer Ausnahme oder Befreiung,
 3. die Erschließung gesichert ist und
 4. die Gemeinde keine vorläufige Untersagung nach § 15 Absatz 1 Satz 2 des Baugesetzbuchs beantragt oder nicht innerhalb der Frist nach Absatz 3 Satz 2 erklärt, dass ein vereinfachtes Baugenehmigungsverfahren durchgeführt werden soll; die Erklärung kann auch erfolgen, wenn Bauvorhaben innerhalb des angemessenen Sicherheitsabstandes nach § 3 Absatz 5c des Bundes-Immissionsschutzgesetzes oder innerhalb des Achtungsabstands des Betriebsbereichs errichtet werden sollen.
- Mögliche Bezugsquelle:
 - Digitaler Atlas NORD: Bauleitpläne SH → [LINK](#)

1.2. Bauantrag im vereinfachten Baugenehmigungsverfahren

Hier wird auf eine Anlagenhöhe oder Nabenhöhe von 10 Meter bis zu 30 Meter angewendet und bezieht sich in dem BauGB (Bau Gesetz Buch) ausschließlich auf §§29-38 [7].

Vorteil: Rechtssicherheit

Nachteil: Zeitintensiv, Bürokratischer Aufwand, zusätzliche Kosten

1.3. Bauantrag im Baugenehmigungsverfahren

Hier wird eine Anlagenhöhe oder Nabenhöhe von 30 Meter bis zu 50 Meter betrachtet.

Vorteil: Rechtssicherheit

Nachteil: Zeitintensiv, Bürokratischer Aufwand, zusätzliche Kosten

1.4. BImSch-Genehmigungsverfahren

Das BImSch Verfahren wird für Anlagen ab 50 Metern angewendet. Dies wird hier jedoch nicht weiter betrachtet und unterliegt definitionsgemäß über der maximalen Rotorfläche von 200 m² und wird nicht mehr als Kleinwindanlage, sondern als Windenergieanlage bezeichnet [8].

	Verfahrensfreies Vorhaben	vereinfachten Baugenehmigung	Bauantrag	BImSch
Rotordurchmesser	≤3,00 m	Keine Angaben	Keine Angaben	Keine Angaben
Anlagenhöhe	≤10 m	10-30 m	30 – 50 m	> 50 m

Tabelle 1 - Übersicht der Genehmigungsverfahren und Bedingungen

2. **Aufstellung einer Kleinwindenergieanlage**

Die Gebiete, in denen Kleinwindenergieanlagen aufgestellt werden dürfen, sind aus der jeweiligen Landesbauordnung des Bundeslandes zu entnehmen, da die Aufstellungsgebiete sich ggf. in jedem Bundeland unterscheiden. Für Schleswig Holstein gilt, siehe 1.1.1.

3. **Abstandsregelung**

Die Abstandsregelung unterliegt wieder den örtlichen Bauämtern. Eine Einheitliche Regelung ist jedoch nicht gegeben. In dem Journal von Patrick Jüttemann wird erwähnt, dass unterschiedliche Mindestabstandsregelungen je nach Bundesland und Gebietstyp eingehalten werden müssen, wobei der höchste Wert bei 1H (1x die Höhe der Kleinwindenergieanlage) anzunehmen ist [9]. Leider wurde hierzu keine Quelle angegeben oder gefunden. Stattdessen wurde vom wissenschaftlichen Dienst des Deutschen Bundestages im Feb. 2021 ein Sachstand veröffentlicht [10] "Regelung des Mindestabstandes von Windenergieanlagen zu Wohngebieten in ausgewählten europäischen Staaten". Hier wird kurz beschrieben, dass jedes Bundesland über die Mindestabstände von Windkraftanlagen entscheiden kann. Dies schließt Kleinwindenergieanlagen ein. Aus einem Interview geht hervor, dass die Abstände zu Gebäuden einzuhalten sind, jedoch werden keine konkreten Angaben gemacht [11]. Dementsprechend ist es standortabhängig.

4. **Geräuschimmission (Auf Objekte oder Personen einwirkend)**

Die Geräusche einer Kleinwindenergieanlage sind nicht in der Landesbauordnung verankert. Dafür ist die TA Lärm unter Punkt 6 zuständig. Hier werden die Geräuschimmissionen außerhalb von Gebäuden in den verschiedenen Gebietstypen [12] angegeben. Zum Beispiel gilt für allgemeine Wohn- und Kleinsiedlungsgebiete, einer der sieben verschiedenen Gebietstypen, die Einhaltung der Geräuschimmissionen am Tag 55 dB(A) und in der Nacht 40 dB(A) [12]. Diese Angaben müssen von den Herstellern eingehalten werden.

5. Schattenwurf und visuelle Beeinträchtigung

Die Bestimmung des Schattenwurfs richtet sich auf die visuellen Immissionsorte Wohn-, Schlaf-, Unterrichts-, Büro-, Praxis-, Schulungsräume und ähnliche Räume. Die maximal mögliche astronomische Beschattungsdauer (worst case scenario) beträgt 30 Stunden pro Kalenderjahr und 30 Minuten pro Kalendertag. Ist eine Abschaltautomatik vorhanden, welche z.B. die Intensität des Sonnenlichts misst, dann wird von einer sogenannten meteorologischen Beschattungsdauer gesprochen und auf 8 Stunden pro Jahr herabgesetzt. [13]. So werden große Windenergieanlagen bemessen. Wie der Schattenwurf von Kleinwindenergieanlagen bemessen wird, ist dem Autor unklar. Aus einem der Interviews ist hervorgegangen, dass bei der visuellen Beeinträchtigung durch Kleinwindenergieanlagen keine Vorgaben existieren [11].

6. Natur- und Artenschutz:

Generell ist die Aufstellung im Bereich von Naturschutzgebieten sowie in Natura- 2000-Gebieten zur Erhaltung von gefährdeten Lebensräumen und Arten nicht erlaubt [14].

- Mögliche Bezugsquelle:
 - Eine Auflistung aller Naturschutzgebiete in SH als PDF → [LINK](#)
 - Ausführliche Informationen über 30 Naturschutzgebiete und 4 Natura-2000-Gebiete → [LINK](#)

Vorgehensweise: Vor jeder Aufstellung oder Installation einer Kleinwindenergieanlage sollte eine Bauvoranfrage beim Bauamt gestellt werden. Dazu sollte ein Standort mit Koordinaten, Datenblättern über die gewünschte Kleinwindenergieanlage des Herstellers etc. beigefügt werden. So kann der zuständige Sachbearbeiter eine grobe Einschätzung zu dem geplanten Vorhaben geben. Im Hintergrund des Bauamtes werden verschiedene untere Behörden kontaktiert, um eine Stellungnahme zu dem Vorhaben abzugeben. Dies sind zum Beispiel das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, das Landesamt für Naturschutz, Bundeswehr etc. Nach Rückmeldung der Baubehörde kann das Verfahren übergehen zur Baugenehmigung oder die Anfrage wird abgelehnt. Für die Bauanfrage wird eine Bearbeitungsgebühr erhoben und es ist eine Bearbeitungsdauer von 1-2 Wochen zu erwarten.

Es ist zu erwähnen, dass die Baubehörden der genannten Kreise oder Stadtgebiete keinen Leitfaden für den Genehmigungsprozess einer Kleinwindenergieanlage haben. Somit wurde durch Telefonate in Erfahrung gebracht, dass einige Bauämter in Schleswig-Holstein damit vertraut sind und andere nicht, eine Genehmigung für eine Kleinwindenergieanlage zu erteilen. Im Journal von Patrick Jüttemann, im Unterpunkt der Genehmigungspraxis für Kleinwindenergieanlagen, wird auch davon berichtet, dass die Anforderungen und Entscheidungen der einzelnen Bauämter und zu jedem einzelnen Bundesland unterschiedlich ausfallen [15]. Es ist zu erwähnen, dass für die Untersuchung innerhalb des Projektes keine weitere Auskunft seitens des Bauamtes gegeben wurden, wenn kein Vorhaben eingereicht wird, da die Auslastung der Bauämter sehr hoch ist.

Ökonomische Betrachtung einer Kleinwindenergieanlage am Beispiel

Für die Planung und Aufstellung einer Kleinwindenergieanlage ist die genaue Standortermittlung erforderlich. Dies beinhaltet verschiedene Faktoren, die zu berücksichtigen sind und eigenständig ermittelt werden können. Es wird kurz erläutert, welche Punkte zu berücksichtigen sind.

Standortbedingte Windverhältnisse für Schleswig-Holstein

Die Werte zur Ermittlung der Windgeschwindigkeitsverteilung über das Jahr erfolgt unter der Verwendung der Weibullverteilung. Dies wird in der Abbildung gezeigt. Allgemein gilt für Schleswig-Holstein/Hamburg Nordseeküste [16]:

- Weibull a-Wert : 6,23 [m/s]
- Weibull k-Wert: 2,04
- Messhöhe: 10 [m]

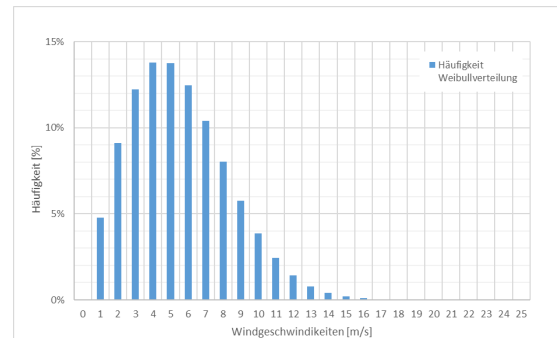


Abbildung 2 - Beispiel Weibullverteilung (Häufigkeit der Windgeschwindigkeiten über das Jahr verteilt)

Mögliche Bezugsquellen:

- New Europe Atlas (newa), Auswählen "Micro" → Other Layers → Weibullparameter A und k → [LINK](#) ACHTUNG: Es werden hier ausschließlich Angaben in den Höhen 50 m, 100 m und 200 m angegeben, eine Ermittlung auf die gewünschte Anlagenhöhe ist unter Punkt 13.3.2 im Buch Erich Hau nachzulesen[17].
- Meteoblue, zusätzlich zu der Windgeschwindigkeit wird hier auch die Richtung mit angegeben. Für grobe Angaben ist es kostenlos. Detaillierte Angaben können über einen historischen Zeitraum privat für 119 € oder geschäftlich 100 € erworben werden → [LINK](#)
- Es ist möglich, den Service der Internetplattform [www.mywindturbine.com](#) [17] um eine detaillierte Analyse des Ertrags einer KWEA an einem Standort zu ermitteln für 59 €.

Anschaffungskosten der Kleinwindenergieanlage

Eine Beispiel KWEA mit einer Nennleistung von 5kW, nach dem ermittelten spezifischen Wert aus der Gegenüberstellung aus dem Arbeitspaket 3.1 ergibt einen Anschaffungspreis von

$$5 \text{ kW} * 4300 \text{ €/kW} = \mathbf{21.500 \text{ €}}$$

Ggf. können zusätzliche Kosten für die Aufstellungsarbeiten einer Kleinwindenergieanlage anfallen. Diese können stark variieren, in Abhängigkeit vom Standort und der Nutzung. Deswegen wurden keine Werte angenommen. Jeder Einzelfall ist zu prüfen.

- Turmkonzept
- Kranarbeiten zur Aufstellung
- Fundament
- Tiefbauarbeiten für Kabelverlegung und Fundament
- Separater Stromzähler für Netzeinspeisungen
- Fledermausschutz-Monitoring ca. 700€ [11], anstatt eines Fledermausschutz-Gutachtens [18]

Energieertrag einer Kleinwindenergieanlage

Zur Bestimmung des Energieertrages ist die jeweilige Leistungskurve der Kleinwindenergieanlage erforderlich und wird mit der Windverteilung am gegebenen Standort ermittelt. Folglich wird eine Leistungskurve einer 5kW Beispiel-Kleinwindenergieanlage verwendet und die o.g. Windverteilung. Somit würde sich eine

Energieerzeugung von **ca. 9.300 [kWh/Jahr]**

ergeben. In der Realität ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Windverhältnisse auf einer niedrigen Höhe von 10 m unter dem Einfluss vieler Störfaktoren liegen und davon auszugehen ist, dass der Ertrag niedriger ausfällt. Deswegen ist eine standortspezifische Untersuchung der Windverhältnisse unbedingt erforderlich. Diese Berechnung dient ausschließlich als Beispiel.

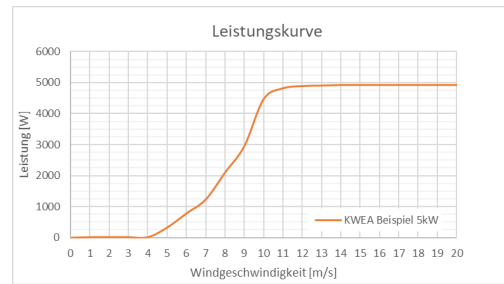


Abbildung 3 - Beispiel Leistungskurve KWEA 5kW

Genehmigungskosten des Bauamtes nach der Baugebührenverordnung – BauGebVO

Anrechenbarer Bauwert einer Windenergieanlage beträgt 375 € je kW Nennleistung [[19] §2 Abs.(3) a].

Somit gilt für die Beispiel-Kleinwindenergieanlage

- $5 \text{ [kW]} * 375 \text{ [€/kW]} = 1.875\text{€}$

Je nach Baugenehmigungsverfahren je **angefangene** 1.000 € des Bauwertes

- $\text{Bauwert} = 1.875 \text{ €} / 1000 \text{ €} = 2$ (gerundet auf ganze Zahl)

Baugenehmigungsverfahren nach LBO §67. Hinweis: ab 30 m – 50 m Anlagenhöhe

- $\text{Bauwert} * 11 \text{ €} = \text{Genehmigungskosten} = \mathbf{22 \text{ €}}$

Vereinfachtes Baugenehmigungsverfahren nach LBO §67. Hinweis: 10 m – 30 m Anlagenhöhe

- $\text{Bauwert} * 7 \text{ €} = \text{Genehmigungskosten} = \mathbf{14 \text{ €}}$

Genehmigungsfreistellungsverfahren (§ 68 LBO). Hinweis: bis 10 m Anlagenhöhe/Nabenhöhe

- $\text{Bauwert} * 4 \text{ €} = \text{Genehmigungskosten} = \mathbf{8 \text{ €}}$

Anfallende Kosten zur Genehmigung

- Auszug Katasterplan **10 – 25 €**
Mögliche Bezugsquellen:
 - Digitaler Atlas NORD Katasterqualität SH → [LINK](#)
 - Geolytics, Flurstücksuche Deutschland → [LINK](#)
- Ausgleichsfläche muss erschaffen werden, Festlegung durch untere Umweltschutzbehörde [11]

Falls keine Zertifizierungen der Kleinwindenergieanlage des Herstellers vorliegen. Ggf. anfallende Kosten, welche vom Standort abhängig sind:

- Gutachten Standsicherheit und ein entsprechendes Bodengutachten
- Gutachten Schallemissionen (von der KWEA ausgehend, und/oder
- Gutachten Schallimmissionen (von der KWEA auf Objekte eintreffend)
- Gutachten Schattenwurf
- Gutachten Fledermausschutz

Fixkosten einer Kleinwindenergieanlage

Wartung- und Instandhaltungsarbeiten bei 20 Jahren Laufzeit können jährlich bis zu 3% des Anschaffungswertes betragen [20]. Somit fallen bei der Beispiel-Kleinwindenergieanlage ca. 645 [€/Jahr] an.

Anwendungsbeispiele

Kleinwindenergieanlagen / Inselsystem / keine EEG-Umlagepflicht

Eine EEG-Umlagepflicht eines Inselsystems entfällt im Ganzen, da das System nicht an das öffentliche Stromnetz angebunden ist.

Kleinwindenergieanlagen / Eigenverbrauch und/oder Netzeinspeisung / Befreiung bzw. Entfall der EEG-Umlagepflicht

In dem Gesetz für Erneuerbare Energien 2017 wird unter [21 §61a (4)] beschrieben, dass der Anspruch auf die EEG-Umlage bei einer Eigenversorgung entfällt, wenn die installierte Leistung von 10 [kW] und eine jährlich verbrauchte Strommenge von 10 [MWh/Jahr] = 10.000 [kWh/Jahr] nicht überschritten wird.

EEG-Umlagepflicht

In dem Gesetz für Erneuerbare Energien 2017 wird unter [21 §61] beschrieben, dass die Netzbetreiber dazu berechtigt und verpflichtet sind, die EEG-Umlage vom Letztverbraucher zu verlangen. Der Letztverbraucher ist hier in dem Sinne die Person, die den Strom produziert und gleichzeitig verbraucht. Somit ist für Kleinwindenergieanlage bis zu einer Nennleistung von 50 kW ein Vergütungssatz im Jahr 2021 von **7,79 [ct/kWh]** festgelegt [22] ¹. Auf Grundlage der ermittelten vollen EEG-Umlage für das Jahr 2021 [23] von 6,5 [ct/kWh] erfolgt eine Verringerung auf 40 [%] = **2,6 [ct/kWh]** für Kleinwindenergieanlagen. Diese muss vom Letztverbraucher an den Netzbetreiber abgeführt werden. Somit erhält der Betreiber einer Kleinwindenergieanlage mit Einspeisung an das öffentliche Stromnetz abzüglich der verringerten EEG-Umlage als Letztverbraucher und Eigenversorger **5,19 [ct/kWh]**.

	Inselsystem / 100% Eigenverbrauch	Eigenverbrauch und Netzeinspeisung	100% Netzeinspeisung	100% Netzeinspeisung
Erzeugte Energie	9.300 [kWh/Jahr]	9.300 [kWh/Jahr]	9.300 [kWh/Jahr]	10.100 [kWh/Jahr]
Eigenverbrauch	9.300 [kWh/Jahr]	5.000 [kWh/Jahr]	0 [kWh/Jahr]	0 [kWh/Jahr]
Einspeisung	0 [kWh/Jahr]	4.300 [kWh/Jahr]	9.300 [kWh/Jahr]	10.100 [kWh/Jahr]
EEG-Umlagepflicht	Nein	Nein	Nein	Ja
Anschaffungskosten	-21.500€			
Wartungskosten jährlich max. 3% der Anschaffung	-645€/Jahr			
Strombezugskosten 31,00 [cent/kWh]	+2.883€/Jahr	+1.333€/Jahr	0€/Jahr	0€/Jahr
Einspeisung öfftl. Netz 7,79 [cent/kWh]	0€/Jahr	+345€/Jahr	+725€/Jahr	+787€/Jahr
EEG-Umlage auf 40% verringert 2,6 [ct/kWh]	0€/Jahr	0€/Jahr	0€/Jahr	-263€/Jahr
Jährlicher Gewinn	= +2.133€/Jahr	= +1.033€/Jahr	= +80€/Jahr	= -121€/Jahr
Amortisation	11,7 Jahre	20,8 Jahre	268,8 Jahre	= ∞ Jahre

Tabelle 1 - Gegenüberstellung Nutzungskonzepte

Bei der Gegenüberstellung wurden die jährlichen steigenden Strombezugskosten, der fallende Vergütungssatz ins öffentliche Netz, die Inflationsrate, ggf. steigende/fallenden Wartungskosten nicht berücksichtigt. Die Übersicht dient zur Veranschaulichung der Amortisation der einzelnen Energienutzungskonzepte.

¹ Die Bestimmung des Vergütungssatzes wird hier nicht weiter berücksichtigt.

Interviews von zwei Nutzern, Installation einer Kleinwindenergieanlage in Schleswig-Holstein

Der erste zukünftige Nutzer bzw. Betreiber einer Kleinwindenergieanlage kommt aus dem Kreis Nordfriesland zwischen Dagebüll und der dänischen Grenze, 800 m hinter dem Deich der Nordseeküste. Die Zielsetzung bzw. Motivation des Betreibers liegt im autarken biodynamischen und klimaneutralen landwirtschaftlichen Betrieb sowie eines anteiligen Ferienhofes. Für die Umsetzung hat der Betreiber eine 6kW Kleinwindenergieanlage von Easywind zur Aufstellung geplant und eine Photovoltaikanlage von 100kWp bereits installiert. Im autarken Betrieb wünscht sich der Betreiber, die erzeugte Energie in einem 4 m³ großen Warmwasserspeicher zu speichern. Ausschließlich bei Bedarf an elektrischer Leistung soll eine künstliche Intelligenz die Energie an die entsprechenden Verbraucher direkt liefern bzw. umlenken. Eine Speicherung an elektrischer Energie soll mittels der hofeigenen Elektrofahrzeuge erfolgen, da die Anschaffung eines Energiespeichers laut Aussage des Betreibers nicht wirtschaftlich ist. Das Energiekonzept ist wesentlich umfangreicher und wird deshalb im Rahmen dieses Projektes nur grob erläutert.

Zur Umsetzung bzw. Genehmigung der Kleinwindenergieanlage wurden vom Hersteller der Kleinwindenergieanlage alle erforderlichen Vorgaben an den zukünftigen Anlagenbetreiber übermittelt. Ein Antrag zur Baugenehmigung wurde zusammen mit einem Architekturbüro erstellt und beim zuständigen Bauamt in Husum eingereicht, da die Turmhöhe der Kleinwindenergieanlage 19 Meter beträgt. Die Position der KWEA ist ca. 300-400 m vom Grundstück entfernt. Dort ist nach Angaben des Anlagenbetreibers ein Freifeld ohne Hindernisse bzw. Störfaktoren, welche Einfluss auf die Anlage bzw. auf den Ertrag nehmen werden. Die Nähe zur Nordsee lässt daraus schließen, dass die Windverhältnisse sehr gut sind. Außerdem bietet dieser Standort nach Aussage des zukünftigen Betreibers einen ausreichenden Abstand zu umliegenden Häusern und hat keinen großen Einfluss auf Geräuschmissionen oder visuelle Beeinträchtigung sowie auf den Artenschutz der Fledermäuse aufgrund des Freifeldes.

Nach Eingang des Bauantrags wurde in der Eingangsbestätigung erwähnt, dass auf ein Nachfragen des Stands zu dem Bauvorhaben aufgrund der hohen Auslastung des Bauamtes zu verzichten ist.

Der zweite zukünftige Nutzer bzw. Betreiber einer Kleinwindenergieanlage kommt aus dem Kreis Schleswig-Flensburg in der Nähe von Bockholmwik, auch ca. 800 m von der Ostseeküste entfernt. Die Motivation zur Aufstellung einer Kleinwindenergieanlage liegt im technischen und ökologischen Interesse und gleichzeitig möchte der Betreiber einen Beitrag zur Energiewende leisten.

Der Betreiber ist Unternehmer für Softwareentwicklung und betreibt eine Serverfarm. Eine Photovoltaikanlage ist vor einigen Jahren mit einer Leistung von ca. 23 kWp installiert worden. Somit ist der Betreiber in der Lage, mit einem ca. 13 kWh großen Lithium-Ionen-Energiespeicher sich zu 80% über das Jahr verteilt selbst zu versorgen. Eine Kleinwindenergieanlage soll dabei zum vollständigen autarken Betrieb die restlichen 20% liefern. Überschüssige erzeugte Energie wird ins öffentliche Netz zum Vergütungssatz nach EEG eingespeist. Für die Aufstellung der Kleinwindenergieanlage steht eine ca. 1 ha große Fläche im Außenbereich zur Verfügung. Aufgrund des niedrigen Vergütungssatzes wird das Energiekonzept mit Aufstellung einer KWEA höchstwahrscheinlich modifiziert. Dann sollte die erzeugte Energie der KWEA in den Eigenverbrauch einfließen und die überschüssige Energie aus der PV-Anlage wird ins öffentliche Stromnetz eingespeist.

Zu dem Genehmigungsprozess: Der Betreiber hat vorerst telefonisch beim zuständigen Bauamt in Schleswig angefragt. Eine erste Prüfung ergab, dass das Vorhaben prüfenswert sei. Aufgrund der positiven Rückmeldung wurde vom Betreiber für eine genauere Untersuchung eine offizielle Bauvoranfrage in dreifacher Ausfertigung eingereicht. Eingereicht wurden ein Anschreiben, Auszug des Flurstücks (ca. 25 €) mit genauer Position der Kleinwindenergieanlage und alle zur Verfügung stehenden Datenblätter des Herstellers der 7,5 kW Kleinwindenergieanlage der Firma Braun mit einer Turmhöhe von 24 Metern. Somit wurden für die Bauvoranfrage Bearbeitungskosten in Höhe von 106 € erhoben. Das Bauamt hat auf die Bauvoranfrage die Bundeswehr, einen archäologischen Bereich

und den technischen Umweltschutz für eine weitere Stellungnahme zum Vorhaben kontaktiert. Für die Ausarbeitung eines vereinfachten Baugenehmigungsverfahrens hat das Bauamt verschiedene Auflagen erteilt, dass der bestehende Bestand nicht verändert werden darf, der Fledermausschutz aufgrund des gewählten Standortes einzuhalten ist. Zudem muss für die versiegelte Fläche durch das Fundament der Kleinwindenergieanlage eine Ausgleichsfläche erschaffen werden. Zusätzlich müsste ein Bodengutachten eines Bauvorlagenberechtigten für ca. 1200 € angefertigt werden. Als Anmerkung wurde dem Antragsteller mitgeteilt, dass die Abstände zu den umliegenden Gebäuden einzuhalten sind, es wurden jedoch keine konkreten Angaben übermittelt. Außerdem muss der Hersteller der KWEA einen Schalldruckpegel einhalten. Des Weiteren wurden keine Vorgaben gemacht bezüglich der visuellen Beeinträchtigung.

Aus zeitlichen Gründen und unter Berücksichtigung anderer Konzepte zur Energienutzung sowie unter Betrachtung eines geringen Vergütungssatzes zur Einspeisung und der damit entstehenden Kosten für separate Einspeisezähler etc. hat der Betreiber noch keinen Bauantrag im vereinfachten Verfahren gestellt. Er tendiert zu einer 3,5kW mit maximaler Blattspitzenhöhe von 10 m und verfolgt damit das verfahrensfreie Vorhaben. Der Betreiber hat unter der Betrachtung der Turmhöhe von 24 m mit einer KWEA 7,5 kW und der Anlagenhöhe von 10 m mit einer KWEA von 3,5 kW festgestellt, dass das ROI (Return of Investment) für beide Varianten unter der Berücksichtigung aller Aspekte wie Windgeschwindigkeiten, Anlagenverhalten, Abschaltzeiten, Wartung, Nutzungskonzept, Bauantrag etc. fast identisch sind.

Fazit

Nach einer umfangreichen Untersuchung und Recherche ist schon lange bekannt, dass Kleinwindenergieanlagen nicht wirtschaftlich zu betreiben sind, wenn der Strom ins öffentliche Stromnetz eingespeist wird. Die erzeugte Energie muss selbst genutzt werden, damit sich eine Kleinwindenergieanlage amortisiert in einem für den Betreiber angemessenen Zeitraum.

Der Bundesverband für Kleinwindenergieanlagen e.V. BVKE beurteilte die Situation wie folgt:

Die einzige sinnvolle Refinanzierung geht über die vermiedenen Strombezugskosten. Das bedeutet, die Energie aus einer Kleinwindanlage kann nur dem Eigenverbrauch dienen und muss in ihrer Größe exakt dem Anwendungsbereich angepasst werden. Die Einspeisung des überschüssigen Stroms ist nicht sinnvoll. Aus dieser Situation heraus ist ein nur langsames Wachstum der Branche möglich. [8]

Auch in der Studie des Bundesverbandes für WindEnergie e.V. BWE: Qualitätssicherung im Sektor der Kleinwindenergieanlagen wurde 2011 beschrieben:

Generell wurde festgestellt, dass sich das Segment unabhängig von der Wirtschaftlichkeit erst durch gesteigerte Qualität der angebotenen Turbinen und einer stärkeren Standardisierung des Genehmigungsprozesses im großen Maßstab entwickeln kann. [24]

Derzeit ist die Motivation zur Aufstellung einer Kleinwindenergieanlage gering, außer das Interesse liegt in einem vollständig autarken Betrieb oder in der Beteiligung an der Energiewende, wie es bei den oben genannten Nutzern der Fall ist. Wie im beschriebenen Kapitel erwähnt, sind die Anschaffungskosten sehr hoch und das Genehmigungsverfahren zeitintensiv.

Weiterhin ist kein Leitfaden oder, wie im Zitat oben erwähnt, keine Standardisierung des Genehmigungsprozesses für die örtlichen Baubehörden in Sicht. Auch aktuelle Bauleitpläne sind nicht für die Aufstellung von Kleinwindenergieanlagen ausgearbeitet, sondern lediglich für Photovoltaikanlagen. Nachzulesen in den örtlichen Bauleitplänen Schleswig-Holsteins [LINK](#).

Damit eine Kleinwindenergieanlage wirtschaftlich zu betreiben ist, müsste der Anschaffungspreis sinken, der Einspeisetarif steigen und/oder das Genehmigungsverfahren für eine schnellere und reibungslose Bearbeitung standardisiert werden.

Danmark

Dette afsnit forsøger at sammenfatte de forvaltningsmæssige og økonomiske rammer for opstilling af en husstandsmølle i Danmark. Forfatteren har ingen forudgående forvaltningsindsigt eller juridiske og økonomiske fagligheder. Det kan således ses som et billede af, hvordan en borger ville forstå de informationer, som kan findes online, og som opnås gennem spørgsmål til myndigheder, inden den egentlige ansøgningsproces for opstilling af møllen indledes.

Afsnittet er ikke tænkt som en guide til kommende mølleejere. Der findes pt. en officiel "Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller" [25] på Erhvervsstyrelsens hjemmeside, som er udgivet i 2015 af Naturstyrelsen². Vejledningen omfatter også husstandsmøller og beskriver i et bilag proceduren for opnåelse af tilladelse. Denne tilladelse til opstilling af en husstandsmølle gives af kommunerne. Omkring halvdelen af kommunerne i Region Syddanmark har pt. en kortere eller længere vejledning på deres hjemmeside om opstilling af en husstandsmølle i netop deres kommune. Desuden findes der pt. over 10 danske hjemmesider med råd og vejledning om husstandsmøller [27], oftest med et kommercielt sigte. Det er dog uklart for forfatteren, i hvilket omfang alle disse offentlige og private vejledninger er opdaterede i forhold til de seneste love og bekendtgørelser.

Afsnittet består af to underafsnit: Først en oversigt over de forvaltningsmæssige rammer for opstilling af en husstandsmølle i Danmark baseret på love og bekendtgørelser på området. Dernæst en kort oversigt over de økonomiske rammer for husstandsmøller.

Forvaltningsmæssige rammer

Opstilling af en husstandsmølle kræver tilladelse fra kommunen, hvis vurdering indeholder flg. punkter:

1. **Størrelseskrav:** Husstandsmøllens totalhøjde må ikke overstige 25 m [[28] (§2 stk. 9)], dens nominelle effekt må ikke overstige 25 kW [[29] (§1 stk. 2)], og dens rotorareal må ikke overstige 200 m². Hvis dens rotorareal overstiger 5 m², så skal møllen have et typecertifikat [5(§6)], se liste over certifikater på møller godkendt i Danmark [30].
2. **Zonekrav:** Husstandsmøller kan som udgangspunkt ikke opstilles i byzone [25]. Opstilling i landzone kræver en landzonetilladelse fra kommunen, hvilket gives af kommunalbestyrelsen/byrådet efter vurdering af de næste fire punkter. Der er ikke krav om forudgående VVM-screening for husstandsmøller i landzone [[31] (bilag 2)]. Det er dog uklart for forfatteren om husstandsmøller i landzone kan kræve en VVM-undersøgelse, som beskrevet i vejledningen fra 2015 [25]; eller om denne vejledning bare ikke er opdateret i forhold til Miljøvurderingsloven [31], hvori bilag 2 er opdateret med en specifik nævnelser af husstandsmøller, som ikke var nævnt i den dengang gældende VVM-bekendtgørelse [32].
3. **Afstandskrav:** En husstandsmølle skal opstilles i "umiddelbar tilknytning til eksisterende bygningsanlæg" [[28] (§2 stk. 7), 9] og minimum fire gange møllens totalhøjde fra naboer [[28] (§2 stk. 2)]. Kommunerne må ikke lave "retningslinjer med generelle bestemmelser i kommuneplanen ..., der øger det afstandskrav til nabobeboelse" [[28] (§2 stk. 3)]. I vejledningen [25] fortolkes "umiddelbar tilknytning til eksisterende bygningsanlæg" som omkring 20 m, men kravet behandles som samlet vurdering af møllens visuelle indvirkning på landskabet som en del af bebyggelsen [25].
4. **Støjkrav:** Møllens målte støj må ikke overstige 42 dB(A) ved 6 m/s og 44 dB(A) ved 8 m/s i det mest støjbelastede punkt udendørs højst 15 m fra nabobeboelse, og ikke overstige 20 dB lavfrekvent støj (10-160 Hz) indendørs i nabobeboelse [33,34]. Støjgrænserne gælder ikke for mølle ejerens beboelse.

² Naturstyrelsen har også udgivet "Vejledningsnotat om planlovens regler ved opstilling af husstandsmøller" [26], som pt. stadig findes på deres hjemmeside.

5. **Skyggekast:** Møllen anbefales placeret således at dens vinger højst kaster skygge på nabobebyggelse i 10 timer om året [25]. Der er ingen grænseværdier for skyggekast og vurderes samlet under hensynet til naboer.
6. **Hensyn til naboer og landskabet:** Vurderingen af opfyldelsen af ovenstående krav kan kvantificeres, men vurderingen af hensynet til møllens naboer og den visuelle indvirkning på landskabet er subjektiv. Derfor skal naboer til møllen ifølge Planlovens bestemmelser om landzonetilladelser [35] høres før kommunens afgørelse, hvis det skønnes, at de har en "væsentlig interesse i sagens udfald" [36]. Foruden hensynet til naboer, så skal "landskabelige hensyn" også vurderes i landzonetilladelsen [36]. Det er uklart for forfatteren, hvilke retningslinjer kommunerne anvender i denne vurdering. Konkrete forespørgsler til en kommune i regionen om disse retningslinjer er pt. ikke blevet besvaret. I folderen "Husstandsmøller – en undersøgelse af de visuelle forhold ved opstilling af husstandsmøller i det åbne land" fra 1994 [37], der gøres et forsøg på at kvantificere vurderingen af det landskabelige hensyn gennem illustration af udvalgte eksempler. En vejledning til visualiseringsmetoder kan findes i en folder fra 2000 [38].

Opstillingen i landzone kræver landzonetilladelse, som beslutes af kommunalbestyrelsen/byrådet. Forfatteren antager, at beslutningen kan være præget af byrådsmedlemmernes personlige holdninger til vindmøller, hvor specielt punkt 6 om hensyn til naboer og landskabet kan gøre forudsigelser af udfaldet vanskelig. De økonomiske og tidlige omkostninger i en ansøgning om opstilling af en husstandsmølle kan derfor være spildte. Mange kommuner anbefaler derfor på deres hjemmesider ansøgere om at komme i dialog med forvaltningen så tidligt i processen som muligt. Interviews med to nuværende møllejejer tyder på, at specielt dokumentationen af den visuelle indvirkning er bekostelig, omkring 10.000 kr til en konsulent, og årsagen til en langvarig ansøgningsproces.

Økonomiske rammer

Der er pt. to indtægtskilder fra en husstandsmølle i Danmark. 1) Nettoafregning af forbrug og produktion betyder, at man ikke betaler for det forbrug som kan selv produceres, idet man fritages for "offentlige forpligtigelser" (PSO-afgiften) [39–41]. 2) Overskydende produktion kan sælges til spotmarkedsprisen til en "produktionselleverandør" [42]. Indtil 2020 var det muligt at få et betydeligt "pristillæg" fra staten, men den seneste pulje er opbrugt og der er ingen planer om forlængelse af denne støtteordning [43,29,44].

Nettoafregningen er langt den største indtægtskilde. Der findes tre forskellige modeller/grupper for denne afregning. Her er en beskrivelse fra Camilla Muff Kræn Stephansen fra Energistyrelsen [45]:

"Gruppe 1 er en timeafregning, hvor den samlede elproduktion sælges og forbruget købes. Begge dele sker via en produktionselleverandør. Al køb og salg af el i gruppe 1 foregår på markedsvilkår."

"Gruppe 2 er en timeafregning, som kendetegnes ved at en eventuel overskudsproduktion kan lagres i op til en klokke time. Inden for denne klokke time kan ejeren af anlægget forbruge strømmen. Er overskudsproduktionen ikke brugt i den indeværende time, sælges den til elnettet."

"... øjeblikafregning i gruppe 3. Her skal strømmen forbruges i samme øjeblik, som den produceres. Eventuel overskudsproduktion sælges til elnettet med det samme. Anlægsjejer skal også her sælge overskudsproduktionen via en produktionselleverandør, som man selv indgår en aftale med. I gruppe 3 skal der betales almindelig PSO-afgift for køb af el og anlægget kan helt eller delvist PSO-fritages for egenproduktion."

Yderligere information om gruppe 1 og 2 findes i en vejledning lavet af Energistyrelsen i 2018 [46]. Information om øjeblikafregning findes på ens.dk [47]. Det har ikke været muligt at finde beskrevet,

hvilken aflæsningsfrekvens som man bruger i øjebliksafregning. Aflæsningsfrekvensen af produktions- og forbrugsmålere, dvs. tidsintervallet for afregningen, er væsentlig for den indtægt, som man kan opnå i form af besparelse af forbrugsudgift. Det er væsentligt at forbruget er højt når produktionen er høj. Forbruget kan derfor med fordel udjævnes med et husstands batteri, som kan optage en al eller væsentlig del af overskudsproduktionen. For given husstand med et givet forbrug og produktion fra en given mølle på den givne placering er det muligt at beregne økonomien i et indkøb af en given batterikapacitet. Sådanne beregninger kan baseres på forudsigelser [17] eller på målinger fra et eksisterende anlæg.

Til sidst bør de faste udgifter til en husstandsmølle nævnes:

1. Vedligeholdelse. En husstandsmølle skal serviceres efter producentens anvisninger [48]. Hyppigheden og prisen på denne service varierer med møllens størrelse og producent. En Solid Wind Power 25 kW mølle opstillet i 2017 efterses hvert år til en pris på omkring 10.000 kr, hvorimod en 10 kW Thy mølle efterses hvert andet år til en pris på omkring 3.500 kr [49].
2. Forsikring. En husstandsmølle skal være ansvarsforsikret, mens det tilrådes at forsikre møllen mod lyn-, brand- og stormskade [27]. Derudover kan det muligt at forsikre mod driftstop [49].

Forfatteren er ikke bekendt med husstandsmøller opsat efter muligheden for pristillæg er ophørt i 2020. Tal opgivet af to nuværende husstandsmølleejere i Sønderborg kommune [49] tyder på, at der ikke er økonomi i husstandsmøller uden denne støtteordning. Prisniveauet for møllen og dens installation er for højt til, at indtægten/besparelsen fra nettoafregningen kan betale den i dens levetid. Hvis der skal være et marked for husstandsmøller i Danmark, så kræver det signifikant lavere møllepriser.

References

- [1] Windenergy.Expert. 2018, "Was kosten Windenergieanlagen? - Der Windenergy.Expert beantwortet Fragen," <http://windenergy.expert/was-kosten-windenergieanlagen/>, accessed August 27, 2021
- [2] Kleine Windkraftanlagen | klein-windkraftanlagen.com. 10.02.2021, "Kosten und Wirtschaftlichkeit kleiner Windkraftanlagen," <https://www.klein-windkraftanlagen.com/basisinfo/wirtschaftlichkeit/beurteilung-der-wirtschaftlichkeit-einer-investition-in-klein-windkraft/>, accessed August 27, 2021
- [3] G. Fuchs. 2021-08-d 08:32AM GMT, "Die Photovoltaik-Preise im Jahr 2021,"
- [4] 15.08.2021, "WebPlotDigitizer - Extract data from plots, images, and maps," <https://automeris.io/WebPlotDigitizer/>, accessed August 27, 2021
- [5] HS Flensburg. 22/03/2021, "Windenergieanlage im eigenen Garten? Hochschule erforscht Voraussetzungen | Hochschule Flensburg," <https://hs-flensburg.de/hochschule/aktuelles/2021/3/22/windenergieanlage-im-eigenen-garten-hochschule-erforscht>, accessed August 30, 2021
- [6] "LBO - Landesbauordnung für das Land Schleswig-Holstein," 2009/01/22
- [7] B. K. B. e.V. 10.09.2021, "Bauordnungsrecht | Bundesverband Kleinwindanlagen BVKW e.V," <http://bundesverband-kleinwindanlagen.de/rechtliches/bauordnungsrecht/>, accessed September 10, 2021
- [8] B. K. B. e.V. 31.08.2021, "Definition Kleinwindanlagen | Bundesverband Kleinwindanlagen BVKW e.V," <http://bundesverband-kleinwindanlagen.de/definition-kleinwindanlagen/>, accessed August 31, 2021

- [9] Kleine Windkraftanlagen | klein-windkraftanlagen.com. 31.08.2016, "Kleinwindanlagen FAQ | Garten, Grundstück und Abstände," <https://www.klein-windkraftanlagen.com/eignung-garten-grundstueck-kleinwindanlage/>, accessed August 31, 2021
- [10] "Regelungen des Mindestabstands von Windenergieanlagen zu Wohngebieten in ausgewählten europäischen Staaten,"
- [11] 01/06/2021, Interview / Telefongespäch
- [12] 28.08.2021, "Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm)," https://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund_26081998_IG19980826.htm, accessed August 31, 2021
- [13] 23/01/2020, "Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen - wka_schattenwurfhinweise_stand_23_1588595757.01: Schattenwurf," https://www.lai-immissionsschutz.de/documents/wka_schattenwurfhinweise_stand_23_1588595757.01, accessed August 27, 2021
- [14] Bundesumweltministeriums. 01.09.2021, "Natura 2000," <https://www.bmu.de/themen/naturschutz-artenvielfalt/naturschutz-biologische-vielfalt/gebietsschutz-und-vernetzung/natura-2000>, accessed September 1, 2021
- [15] Kleine Windkraftanlagen | klein-windkraftanlagen.com. 31.12.2020, "Genehmigung, Baugenehmigung und Recht zu Kleinwindanlagen," <https://www.klein-windkraftanlagen.com/basisinfo/genehmigung-rechtliche-grundlagen/>, accessed September 1, 2021
- [16] Kleine Windkraftanlagen | klein-windkraftanlagen.com. 01.08.2017, "Kleinwindanlagen Rechner | Windenergie in Strom umrechnen," <https://www.klein-windkraftanlagen.com/kleinwindanlagen-rechner/>, accessed September 7, 2021
- [17] 27.08.2021, "myWindTurbine 1.0.13966: Online værktøj til analyse af husstandsmøllers placeringsspecifikke økonomi, udviklet af DTU Wind Energy og EMD International A/S," <http://www.mywindturbine.com/>, accessed August 27, 2021
- [18] BRAUN Windturbinen GmbH. 2014, "Fledermausschutz," <https://www.braun-windturbinen.com/produkte/fledermausschutz/>, accessed August 27, 2021
- [19] "Baugebührenverordnung - BauGebVO,"
- [20] Kleine Windkraftanlagen | klein-windkraftanlagen.com. 2012, "Alles über Preise für Kleinwindkraftanlagen," <https://www.klein-windkraftanlagen.com/allgemein/preise-fuer-kleinwindkraftanlagen-fehlinvestitionen-vermeiden/>, accessed September 7, 2021
- [21] "Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2017),"
- [22] w. Bundesumweltministerium (BMU), "Vergütungssätze, Degression und Berechnungsbeispiele nach dem neuen Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vom 04. August 2011 (EEG 2012),"
- [23] "2021Prognose der EEG-Umlage 2021 nach EEV: 2020-10-15 Veröffentlichung EEG-Umlage," 2020/10/15
- [24] "Qualitätssicherung im Sektor der Kleinwindenergieanlagen_2011,"
- [25] Naturstyrelsen Miljøministeriet. 2015, "Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller," https://planinfo.erhvervsstyrelsen.dk/sites/default/files/media/publikation/vejledning_06012015_web.pdf, accessed August 26, 2021
- [26] Naturstyrelsen Miljøministeriet. 2012, "Vejledningsnotat om planlovens regler ved opstilling af husstandsmøller," https://naturstyrelsen.dk/media/nst/Attachments/Vejledningsnotat_husstandsvindmøller130412.pdf, accessed August 26, 2021
- [27] "Private hjemmesider med råd og vejledning: <https://cirkelenergi.dk/vi-tilbyder/vindmoeller/> <https://bomagaset.dk/husstandsvindmoelle/> <https://www.greenmatch.dk/vindkraft/husstandsvindmoelle> <https://energikoeb.dk/husstandsvindmoelle/> <https://www.bolius.dk/husstandsvindmoeller-saadan-er-reglerne-3907> <https://spareenergi.dk/forbruger/el/vindmoeller> <https://www.nettopower.dk/nyheder/husstandsmoelle/> <https://bygoghus.dk/husstandsvindmoeller/> <https://energitilskud.info/husstandsvindmoelle/>

- <https://www.lavenergi.dk/hustandsvindmoeller-faa-din-egen-hustandsvindmoelle/>
<https://bedrebyg.dk/husstandsvindmoeller/> <https://sonderso-energi.dk/vindmoeller/>
<http://www.zeteco.dk/> <https://enrgi.dk/husstandsvindmoelle/> <https://www.vindogsol.dk/>,”
- [28] Erhvervsministeriet. 06.09.2019, “Bekendtgørelse om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller,” <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2019/923>, accessed August 26, 2021
- [29] E. F. Klima. 03/06/2019, “Bekendtgørelse om pristillæg for vindmølleproduceret elektricitet m.v,” <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2019/617>, accessed August 26, 2021
- [30] CAS | Energistyrelsen. 26.08.2021, “Liste over godkendte vindmøller i Danmark,” <https://cas.ens.dk/certifikater/>, accessed August 26, 2021
- [31] Miljø- og Fødevarerministeriet. 25/06/2020, “Bekendtgørelse af lov om miljøvurdering af planer og programmer og af konkrete projekter,” <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/973>, accessed August 26, 2021
- [32] Miljø- og Fødevarerministeriet. 23/06/2014, “Bekendtgørelse om vurdering af visse offentlige og private anlægs virkning på miljøet (VVM) i medfør af lov om planlægning,” <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2014/764>, accessed August 26, 2021
- [33] Miljø- og Fødevarerministeriet. 16/05/2012, “Vejledning om vindmøller,” <https://www.retsinformation.dk/eli/retsinfo/2012/9214>, accessed August 26, 2021
- [34] Miljø- og Fødevarerministeriet. 07/02/2019, “Vindmøllebekendtgørelsen,” <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2019/135>, accessed August 26, 2021
- [35] Erhvervsministeriet. 01/07/2020, “Planloven,” <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/1157>, accessed August 26, 2021
- [36] Erhvervsministeriet. 05/06/2018, “Vejledning om landzoneadministration,” <https://www.retsinformation.dk/eli/retsinfo/2019/10076>, accessed August 26, 2021
- [37] Haslov and Dan Borgen. 1994, Husstandsmøller : en undersøgelse af de visuelle forhold ved opstilling af hus{s}tandsmøller. Kbh.
- [38] Skov- og Naturstyrelsen, Miljø- og Energiministeriet, “Visualiseringer og VVM,” https://naturstyrelsen.dk/media/nst/11770239/visualiseringer_og_vvm.pdf, accessed August 27, 2021
- [39] E. F. Klima. 29/06/2016, “Bekendtgørelse om nettoafregning for egenproducenter af elektricitet,” <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2016/999>, accessed August 27, 2021
- [40] E. F. Klima. 26/12/2017, “Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om nettoafregning for egenproducenter af elektricitet,” <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2017/1749>, accessed August 27, 2021
- [41] E. F. Klima. 27/05/2021, “Øjebliksafregningsbekendtgørelsen,” <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2021/1045>, accessed August 27, 2021
- [42] “Sider på energinet.dk om aftagepligten: <https://energinet.dk/El/Elmarkedet/Produktionseleverandoer> og <https://energinet.dk/El/Elmarkedet/Produktionseleverandoer/Oversigt-over-produktionseleverandoerer>,”
- [43] E. F. Klima. 01/05/2019, “Lov om ændring af lov om fremme af vedvarende energi,” <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2019/499>, accessed August 27, 2021
- [44] E. F. Klima. 07/02/2020, “Bekendtgørelse af lov om fremme af vedvarende energi,” <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/125>, accessed August 27, 2021
- [45] Camilla Muff Kræn Stephansen i Energistyrelsen, cmks@ens.dk. 28.05.2021, “Nettoafregningen,”
- [46] T. Knudsen-Leerbeck. 21/12/2018, “Vejledning om beregning af nettoafregning og opgørelse af egenproducentens køb og salg af elektricitet på elmarkedet,” https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Stoette_vedvarende_energi/energistyrelsens_vejledning_om_beregning_af_nettoafregning_og_opgoerelse_.pdf, accessed August 27, 2021
- [47] Energistyrelsen. 2017, “Øjebliksafregning (afregningsgruppe 3),” <https://ens.dk/ansvarsomraader/stoette-til-vedvarende-energi/husstands-vindmoeller/ansoegningsproces>, accessed August 27, 2021

- [48] E. F. Klima. 30/11/2020, "Bekendtgørelse om teknisk certificering og servicering af vindmøller m.v," <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/1773>, accessed August 26, 2021
- [49] 03/2021, "Interviews af to nuværende husstandsmøllejere i Sønderborg kommune gennemført,"