

Leitfaden zur Errichtung einer Kleinwindkraftanlage

Wozu eine Kleinwindkraftanlage?

Die steigenden Preise der Energiewirtschaft veranlassen uns, darüber nachzudenken, etwas gegen die Preistreiberei zu unternehmen. Es liegt nahe, die kostenlose Energie zu nutzen, um den eigenen Stromverbrauch zu unterstützen. Sie ist leicht aufzubauen und preislich attraktiv.

Hier wollen wir gezielt auf die Möglichkeiten eingehen, die uns die Windenergiebranche bietet.

Zunächst einmal müssen wir drei Formen der Kleinwindkraftanlagen und ihrer Nutzung unterscheiden:

1. *Anlagen zur Netzeinspeisung* nach EEG(Erneuerbares Energie Gesetz)
2. *Anlagen zur Hausnetzeinspeisung* (Selbstverbrauch)
3. *Anlagen zur autarken Versorgung* (Inselanlagen)

zu 1.

Bei den *Anlagen zur Netzeinspeisung* kommt es darauf an, einen möglichst hohen Ertrag zu erzielen, bei dem der produzierte Strom ins öffentliche Netz eingeleitet wird. Ein Zähler hält die Anzahl der erzeugten Kilowattstunden fest, nach dem dann eine Vergütung durch den Energieversorger erfolgt. Hier werden pro Kilowattstunde derzeit je nach Tarif zwischen 7 und 9 €cent vergütet (Stand 2010/11).

Der Anlagenbetreiber ist selbstständiger Unternehmer und mit dem Energieunternehmen vertraglich verbunden.

Diese Anlagen müssen schon sehr groß ausgelegt sein, damit sich eine Anschaffung durch hohe Ertragswerte rechnet. Wir finden diese Anlagen meist auf landwirtschaftlichen, ausgewiesenen Flächen in sogenannten Windparks.

zu 2.

Bei den *Anlagen zur Hausnetzeinspeisung* soll der erzeugte Strom direkt ins eigene Hausnetz einfließen. Dieser Strom wird vorrangig verbraucht, so dass nur noch der Mehrbedarf vom Energieversorger eingekauft wird.

Dies erfolgt mittels einem Netzwechselrichter, wie wir ihn von Photovoltaikanlagen kennen. Einige Netzwechselrichter müssen vom Elektriker fest angeschlossen werden, andere Modelle wiederum können einfach in eine Steckdose eingesteckt werden, was den Montageaufwand und damit entstehende Kosten erheblich reduziert.

Hierbei handelt es sich meist um kleine Anlagen, die speziell in Wohngebieten Einzug finden. Man sieht sie auf Dächern oder als Freilandaufstellung.

zu 3.

Bei den *Anlagen zur autarken Versorgung* handelt es sich um sogenannte Inselanlagen. Diese Inselanlagen kommen überall dort zum Einsatz, wo entweder kein Feststromanschluss vorhanden ist, oder als sogenannte Backup Systeme, um bei einem evtl. Stromausfall eine Versorgung sicherzustellen.

Bei diesen Anlagen wird die erzeugte Energie mittels einem sogenannten Laderegler in spezielle Batterien geleitet. Aus diesen Batterien lässt sich dann bei Bedarf der Strom entnehmen, entweder als Niederspannung von z.B. 12 oder 24Volt, oder aber mittels Spannungswandler auf 230V umformen und Verbrauchern zuführen.

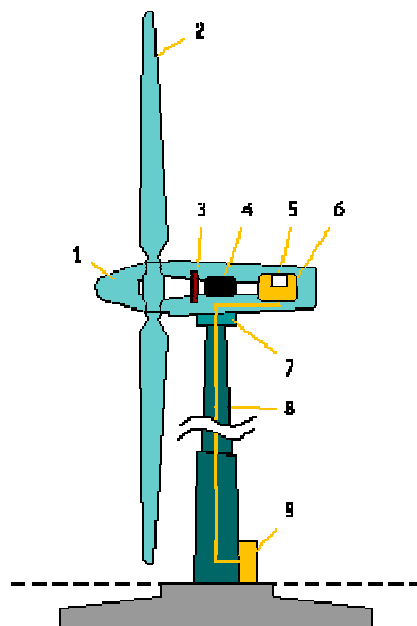
Wie funktioniert eine Windkraftanlage?

Um ein besseres Verständnis zu erhalten, wie eine Windkraftanlage aufgebaut ist, wollen wir uns einige verschiedene Varianten anschauen und vergleichen. Dazu wollen wir jedoch nicht allzu technisch ausführen, um den Überblick zu behalten.

Es gibt zwei grundlegende Bauarten von Windgeneratoren:

Mit Getriebe

Die im Wind enthaltene Strömungsenergie setzt den Rotor (1-3) einer Windkraftanlage (WKA) in Bewegung. Durch die Drehung des Flügels entsteht mechanische Energie, die auf einen Generator (6) übertragen wird. Dieser Generator wandelt die mechanische Energie in elektrische Energie um.



Windkraftanlage

- 1 Rotornabe mit Blattstellmechanismus
- 2 Rotorblatt
- 3 Rotorbremse
- 4 Getriebe
- 5 Elektrische Schaltanlage und Regelsystem
- 6 Generator
- 7 Windrichtungsnachführung
- 8 Turm
- 9 Netzanschluß

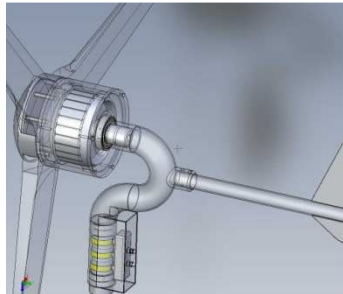
Entsprechend der Generatorbauart ist zwischen Rotor und Generator ein Getriebe (4) geschaltet. Durch die Veränderung der Windgeschwindigkeit ändern sich auch die Drehzahl einer WKA und die Stromfrequenz am Generator. Der so nicht nutzbare Strom (ungleichmäßiger Wechselstrom) wird dann durch nachgeschaltete Frequenzumrichter (9) erst in Gleichstrom und dann in netzverträglichen Wechselstrom umgewandelt.

Vorteil: langsamere Drehzahlen ermöglichen durch Übersetzung und Getriebe eine hohe Spannung
Nachteil: hoher Wartungsaufwand, somit kostenintensiver Unterhalt

Getriebelos

Die Windenergie setzt den Generator in Bewegung. Die Energie wird direkt als Bewegungsenergie mittel einem Magneten in Strom umgewandelt und abgeführt.

Diese Art von Generatoren gibt es als Innen- oder Außenläufer, je nach Anordnung der Magnete. Dieses Prinzip finden wir z.B. in Fahrraddynamos wieder.



Vorteile:

- Einfach aufgebaut, ohne Wartungsaufwand
- hohe Drehzahl lässt die Flügelsilhouette schnell "verschwinden" und transparent erscheinen
- hohe Effizienz bei kleiner Bauform

Geschichte der Windkraftanlagen

Die heutigen Windkraftanlagen entwickelten sich aus der Windmühlentechnik und dem Wissen über die Aerodynamik. Die ersten Anlagen zur Stromerzeugung sind Ende des 19. Jahrhunderts entstanden.

1920 zeigte Albert Betz, dass physikalisch bedingt höchstens 59,3 Prozent der Energie des Windes nutzbar sind. Seine Theorie zur Formgebung der Rotorblätter ist auch heute noch Grundlage für die aerodynamische Auslegung der Anlagen.

Mit dem Stromeinspeisungsgesetz von 1991 begann der Aufschwung der Windenergie auch in Deutschland. Ende der 1990er-Jahre sorgten die politischen Rahmenbedingungen für einen Boom der Windkraftanlagenhersteller und förderten die industrielle Fertigung. Die Entwicklung führte zu immer größeren Anlagen mit verstellbaren Rotorblättern und variabler Drehzahl, aber auch zu politischen Auseinandersetzungen zwischen Investoren, Gegnern und Befürwortern der Windenergienutzung.

Heutige Bauformen

Es gibt unterschiedliche Arten von Windgeneratoren. Folgende Bauformen sind am Markt zu finden:

- Horizontalläufer: Windkraftanlagen mit horizontaler Rotorachse müssen der Windrichtung nachgeführt werden. Der Generator ist horizontal drehbar auf dem Mast angebracht. Eine Windfahne dreht den Generator automatisch in den Wind.
- Vertikalläufer: Windkraftanlagen mit vertikaler Rotationsachse gibt es unter anderem als Savonius-Rotor oder Darrieus-Rotor. Hierbei wird die Anlage nicht in den Wind nachgeführt.

Wenn man sich an den großen Windanlagenbauern orientiert, stellen wir schnell fest, dass für effektive Anlagen ausschließlich die Horizontalläufer, d.h. die klassischen "Windmühlen" zum Einsatz kommen. Dies beobachten wir, wenn wir durch das Land fahren und die Windparks betrachten.

Daher werden wir zunächst auf die klassische Bauform unsere Überlegungen zur Anschaffung einer Kleinwindanlage ausweiten.

Leistung einer Windanlage

Die Nennleistung, manchmal auch als installierte Leistung bezeichnet, gibt eine Windkraftanlage bei der Nennwindgeschwindigkeit ab. Sie ist immer größer als die Auslegungswindgeschwindigkeit und liegt meist zwischen 12 und 16 m/s (Windstärke 6 bis 7 Bft). Oberhalb der Nennwindgeschwindigkeit wird die Leistung der Anlage konstant gehalten, da sonst die Belastungen auf alle Anlagenkomponenten zu Überlastungen führen würden. Bei sehr großen Windgeschwindigkeiten (Sturm) wird die Anlage abgeschaltet, um Schäden zu vermeiden.

Kleinwindanlagen für den Hausgebrauch liegen meist zwischen 300W und 1500Watt Nennleistung. Größere Anlagen sind vom Installationsaufwand in Wohngebieten meist nicht mehr machbar und vor allem finanziell nicht mehr als wirtschaftlich zu betrachten.

Bei einer Windanlage ist davon auszugehen, dass die angegebene Nennleistung meist nur selten und in Böen erreicht werden kann. Vielmehr ist die Dauerleistung entscheidend, die in der Regel mit ca. 22-25% der Nennleistung erreicht werden kann.

Beispiel: Wir entscheiden uns für eine Kleinwindanlage mit einer Nennleistung von 300W. Diese werden bei einer Windgeschwindigkeit von 9m/s erreicht. Da wir jedoch keine konstante Durchschnittswindgeschwindigkeit von 9m/s haben, legen wir einen Durchschnitt von 4-5m/s zugrunde (Durchschnittliche Werte für norddeutsche Tiefebene).

Hier werden bei unserer Beispielanlage ca. 60-75 Watt an Dauerleistung erzeugt. Diese Dauerleistung führt uns am Tag zu 1,56 kw Leistung. (65Wx24Std.)
Der Jahresertrag solch einer Anlage kann mit ca. 560 kw angegeben werden (vorausgesetzt die Windverhältnisse stimmen).

Viele Standorte werden sicherlich weniger als die vorausgesagten Wert erreichen, da unterschiedliche Faktoren der Aufstellung unterschiedliche Wirkungen auf die Erträge haben werden.

In Zeiten des Internets können wir uns jedoch in verschiedenen Internetforen die Erträge von Kleinwindanlagen unseres ausgewählten Typs von Betreibern ansehen.

Wichtig bei Windanlagen ist die sogenannte Anlaufgeschwindigkeit. Dies ist die Geschwindigkeit, bei der die Anlage anfängt sich zu drehen. Dabei wird allerdings noch kein Strom produziert. Erst wenn die sogenannte Einschaltgeschwindigkeit erreicht wird, ist die Anlage in der Lage, den erzeugten Strom umzusetzen.

Viele Anlagen haben ein magnetischen Haltmoment, der wie bei einem Fahrraddynamo einen Anlaufwiderstand bietet. Erst wenn der Wind stark genug weht, kann dieser überwunden werden, so dass die Anlage anläuft. Einige Anlagen laufen ohne Haltmoment. Diese sind dann klar im Vorteil, wenn andere noch nicht genug Wind bekommen, um anzulaufen.

Wichtig ist bei der Produktauswahl eine Anlage rauszusuchen, die bei möglichst wenig Wind anläuft. Wir werden viele Tage im Jahr haben, an denen der Wind nicht optimal weht. Dann ist es von Vorteil, eine Anlage zu besitzen, die zumindest etwas Strom produziert, anstatt zu stehen.

Viele Hersteller werben mit horrenden Leistungskurven und Angaben von Nenngeschwindigkeiten. Diese Leistungen sind dann meist bei so hohen Windgeschwindigkeiten, die wir im Jahresdurchschnitt wohl niemals erreichen werden.

Wichtig bei der Herstellerwahl sind die Erfahrungen anderer Besitzer und Referenzanlagen, die ein Hersteller benennen sollte. Bei den Leistungskurven sollen keine PC-Animationen, sondern reell erzeugte Daten aufgeführt sein. Das erkennen wir leicht an der Ausführung und Darstellung der Leistungskurven.

Überlegungen zur Anschaffung

Bevor wir uns überlegen, eine Kleinwindanlage zu errichten gibt es einige Punkte, über die es nachzudenken gibt.

Zunächst einmal muss geklärt werden, wozu die Windanlage dienen soll. Zur Hausnetzeinspeisung oder als Inselanlage.

Wenn wir uns über den Einsatzzweck im Klaren sind, werden wir den ausgewählten Standort prüfen müssen. Bei der Aufstellung eines Windgenerators spielen eine Vielzahl von Faktoren eine Rolle.

- Ist die Hauptwindrichtung frei von Hindernissen, die Verwirbelungen verursachen können?
- Ist der Generator hoch genug, um die Windenergie optimal auszunutzen?
- Welche durchschnittliche Jahreswindgeschwindigkeit habe ich vor Ort?
- Kann der Generator gefahrlos auf- und zu Wartungsarbeiten wieder abgebaut werden, bzw. erreicht werden?
- Brauche ich eine Genehmigung? (Nachbar, Baubehörde, sonstiges)

Da wir uns eine Windanlage für das Eigenheim anschaffen möchten, sollte die Anlage nicht größer sein als 1,80m im Rotordurchmesser. Für diese Anlage braucht man in der Regel noch keine großen Genehmigungsverfahren und man kann sie auch auf Hausdächern platzieren, ohne große statische Berechnungen auszuführen.

Wind

Sicherlich ist das Windvorkommen von größter Bedeutung für die Errichtung einer Kleinwindanlage. Die meisten Leute haben "immer Wind". Das mag in den meisten Fällen zunächst auch richtig sein. Nun kommt es aber vornehmlich auf die Windenergie an, nicht auf die verwirbelten Winde, die uns jede Woche den Gelben Sack durch den Garten wirbeln, oder Sonntags das Kaffeegedeck vom Tisch wehen. Leider überschätzen wir die gefühlten Winde immer mit der tatsächlichen Windgeschwindigkeit, die uns ein Messgerät anzeigen wird.

Eine Kleinwindanlage kann nur effektiv arbeiten, wenn der Energiegeladene Windstrom ausgenutzt werden kann. Dazu gibt eine ganz einfache Methode, wie wir den Windstrom feststellen können.

Wir nehmen uns an einem windigen Tag eine Dachlatte oder eine lange Angelrute. An der Spitze und einen Meter darunter befestigen wir jeweils einen Streifen Baustellenabsperrband mit ca. 4m Länge daran.

Nun gehen wir zu dem gewünschten Standort der Windanlage und halten das "Flutterband" in den Wind. Jetzt werden wir folgendes beobachten können:

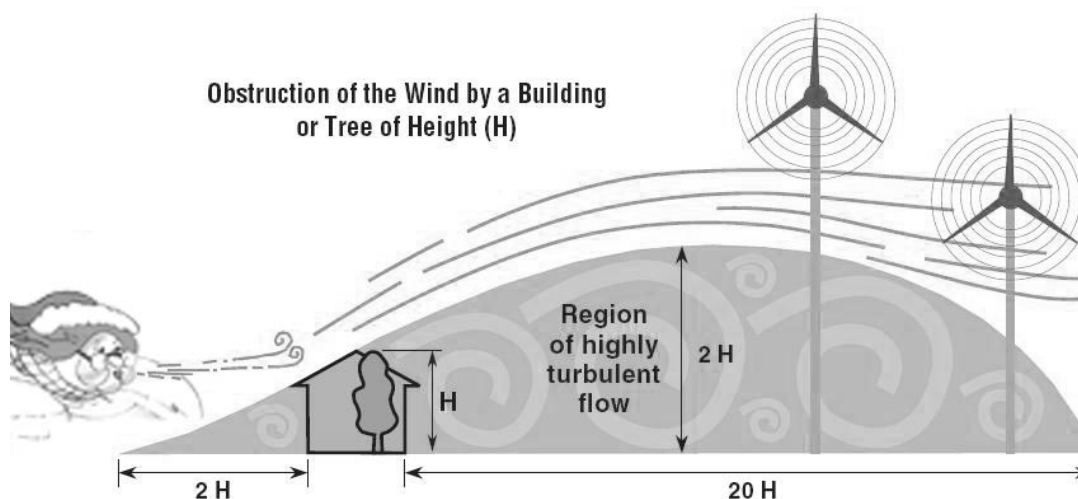
Das Band weht sehr unruhig im Wind, dreht sich vielleicht sogar um die Stange. Ziel ist es, das Band, besser beide Bänder so stramm im Wind anliegen zu haben, dass ein spürbarer Druck auf die Angelrute oder Dachlatte lastet. Das erreichen wir nur durch ausreichende Höhe.

Wenn wir also die Latte aus der Dachluke halten und merken, dass bei einem Meter über dem First die Bänder sehr unruhig wehen, hilft nur die Ausbringung in die Höhe. Wenn die Bänder stramm stehen, sollten wir noch einen guten Meter "Nachschlag" geben.

Wenn es um die Jahresdurchschnitts-Windgeschwindigkeit geht, finden wir Hilfe im Internet. Dort gibt es vom Deutschen Wetterdienst Windkarten für die jeweilige Region, auch Seewetterstationen und Surfstationen geben Auskunft über die vorherrschenden Winde. Im Idealfall ist uns jedoch der Anbieter der Anlage bei der Beurteilung behilflich.

Der Anbieter der Windanlagen sollte die aktuellen Daten haben und kann sich auch vor Ort ein Bild machen, ob der Aufstellort geeignet ist oder nicht.

Als Hilfe, kann auch die folgende Grafik genutzt werden, jedoch muss ergänzend dazu gesagt werden, dass die dort angegebenen Punkte immer Plus einen Mast von mindestens 4 besser 6 m zu sehen sind.



Mast

Ist nun der passende Ort für eine Installation gefunden, muss der Mast ausgesucht werden. Da der Mast recht hoch sein sollte, wäre es sinnvoll, das man den Mast so ausführt, das man zu Wartungsarbeiten an den Windgenerator kommt, also am besten klappbar mit einem Gegengewicht wie eine Schranke. Wird der Mast dünn ausgeführt muss dieser je nach Höhe mehrmals abgespannt werden. Bitte haben Sie dafür Verständnis, dass wir nicht näher auf einen Mast eingehen können, da die Möglichkeiten der Montage eines Mastes schier unbegrenzt sind.

Der Mast und die Befestigung des Mastes, müssen so beschaffen sein, dass dieser den entstehenden Kräften durch die Windlast und schwellenden Belastung standhält. Dazu sollte eine Fachkraft beauftragt werden, welche in der Lage ist, die Gefahren und die Installation zu beurteilen.

Beachten Sie beim Aufstellen des Mastes, dass Sie dies mindestens zu zweit durchführen und die Vorschriften der Berufsgenossenschaft ausreichend befolgen. Unter dem aufzustellenden Mast, dürfen sich keine Personen aufhalten. Lasten sind während des Hebens durch Seilzüge oder andere Hebeegeräte gegenzusichern.

Genehmigung

Ob wir eine Baugenehmigung für unsere Kleinwindanlage brauchen oder nicht, hängt in der Regel immer vom jeweiligen Mitarbeiter des örtlichen Bauamtes ab. Zunächst einmal gibt es eine Landesbauordnung, die für jedes Bundesland unterschiedlich gefasst ist.

Die einzelnen Landkreise haben einen ermessensspielraum, den wiederum kann der Mitarbeiter oftmals individuell auslegen. Daher kann eine Bauanfrage leider in einigen Regionen zu einem Speißrutenlauf ausarten. Vielmehr ist dann meist eine Errichtung ohne Zustimmung der Behörde der Fall.

In erster Linie sollten wir uns mit dem evtl. betroffenen Nachbarn über unsere Pläne unterhalten. Wenn dieser positiv eingestellt ist, steht eine Errichtung eigentlich nichts im Wege.

Daher sollte auf jeden Fall eine Anlage aufgebaut werden, die zu keinen Beeinträchtigungen führen kann, sowohl von der Geräusentwicklung als auch von der Visuellen Beeinträchtigung (Schlagschatten, Discoeffekt etc.).

Warum Strom selber Nutzen

Ist die Anlage nun ausgesucht, aufgebaut und steht im Wind, kann einer erfolgreichen Windernte eigentlich nichts mehr entgegenstehen.

Eine Kleinwindanlage in unserem Garten oder auf dem Dach ist nicht dazu gedacht, uns vom Energieversorger unabhängig zu machen. Dazu sind die Anlagen zu klein. Hier kommt es vielmehr auf die Unterstützung des Energiebedarfs an, der sich positiv auf die Umwelt und auf unseren Geldbeutel auswirkt.

Es hilft schon ein ganzes Stück weiter, wenn wir 10-20% unseres Energiebedarfs selbst erzeugen können, ohne großen Aufwand. Wenn wir nur die gesamten Dauerverbraucher, wie Netzgeräte, PC, Telefonanlagen, selbst den Klingeltrafo und Heizungspumpen abdecken können, werden wir eine deutliche Entlastung spüren können.

Ein Kilowatt selbst erzeugter Strom erspart zudem ca. 560g CO² ein.

Bevor wir uns einen Stromanschluss zu unserem Gartenhaus oder Angelhütte legen lassen, ist es um ein Vielfaches preiswerter, eine kleine Inselanlage zu installieren, um den Strombedarf vor Ort zu decken.

Kosten einer Kleinwindanlage

Die Kosten für die Anschaffung einer Kleinwindanlage sind überschaubar und je nach Installationsaufwand für nahezu jedermann zu realisieren. Inselanlagen können schon für ca. 600,00€ realisiert werden, im Vergleich zu einem neu zu verlegendem Stromanschluss ein Schnäppchen. Eine Hausnetzeinspeisung kann schon ab 1300,00€ bezogen werden.

Wir sollten uns jedoch immer im Vorfeld über die verschiedenen Anlagentypen und Leistungsklassen ausführlich informieren, am besten über den Fachhandel und über Betreiberforen.

Nachdem wir uns jetzt einige Aspekte zur Kleinwindanlage angesehen haben, können wir gut vorbereitet verschiedene Anlagen vergleichen und die richtige Wahl treffen.