

Datum 20.08.08

Autor Mau

Picokraftwerke in der Landwirtschaft



Maurer
Elektromaschinen

[Wechselrichter](#)

[Generatoren](#)

[Batterien](#)

[Ladegeräte](#)

www.maurelma.ch

Der Einsatz von Kleinstkraftwerke in der Landwirtschaft

Vortrag am Inforama in Zollikofen
im Rahmen der Landwirtschaftlichen Betriebsleiterschule

Von Peter Maurer
Maurer Elektromaschinen
Kirchbühl 9
3402 Burgdorf
www.maurelma.ch

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	3
2	GRUNDLAGEN	4
2.1	GRUNDLAGEN DER WASSERKRAFT	4
2.1.1	Leistung aus dem Wasser.....	4
2.1.2	Verschiedenen Turbinenarten	5
2.1.3	Potential der Wasserkraft	6
2.2	GRUNDLAGEN DER WINDKRAFT	7
2.2.1	Leistung aus dem Wind.....	7
2.2.2	Höhe vom Mast	8
2.2.3	Verschiedene Windturbinen	9
2.2.4	Potential der Windkraft	9
3	EINSPEISUNG ODER INSELANWENDUNG	11
3.1	EINSPEISUNG INS ÖFFENTLICHE STROMNETZ	11
3.1.1	System und Komponenten	11
	Generator	11
	Gleichrichter	11
	Netz-Wechselrichter (Grid-Inverter).....	11
	Stromzähler	11
3.1.2	Wirtschaftlichkeit der Einspeisung.....	11
3.2	INSELBETRIEB	12
3.2.1	System und Komponenten	12
	Generator	12
	Laderegler.....	12
	Batterie.....	12
	Wechselrichter.....	13
3.2.2	Wirtschaftlichkeit der Insellösung.....	13
4	VORGEHEN BEI DER REALISIERUNG	13
4.1	ANALYSE.....	13
4.2	EINBEZUG DER INTERESSEGRUPPEN	13
4.3	BAU DER ANLAGE	14
4.4	EINSPEISEVERGÜTUNG UND INVESTITIONSBEITRÄGE	14
5	LITERATUR UND INFORMATIONEN.....	15
5.1	WASSERKRAFT.....	15
5.2	WIND	15
5.3	BATTERIEN	15

1 Einleitung

Wir leben in einem Zeitalter, in welchem auf Grund der Verfügbarkeit vom Erdöl, die Energie sehr günstig ist. Auch wenn niemand genau sagen kann, wann die Erdölreserven aufgebraucht sind, wissen wir alle, dass dies mal der Fall sein wird.

Selbstverständlich wird das schwarze Gold nicht von einem Tag auf den anderen versiegen, wir werden die Knappheit im Preis spüren. Einen kleinen Vorgeschmack hatten wir bereit 2007/2008.

Die politischen Ereignisse zeigen auch immer wieder, dass wir auf Grund unseres Energiehungers von Regierungen anderer Länder abhängig sind, welche diese Abhängigkeit z.T. schamlos ausnutzen.

Es sollte deshalb unser Ziel sein, von der fossilen Energie unabhängig zu werden. Dies kann nur durch sparen (Isolieren, Wirkungsradoptimierung, usw.) und durch das Nutzen weitere Energiequellen geschehen.

Auch kleinere Kraftwerke können hier mithelfen nach dem Motto: Kleinvieh macht auch Mist.

Es ist klar, Kleinstkraftwerke alleine können unser Energieproblem nicht lösen. Sie sind jedoch ein wichtiger Baustein im Ganzen.

Hier kann die Landwirtschaft einen grossen Beitrag leisten. Die Nutzung eines Kleinkraftwerkes in der Landwirtschaft soll sich aber auch finanziell lohnen.

Der nahe Bach mit anständigem Gefälle oder eine kräftige Quelle mit grossem Höhenunterschied eignen sich für ein kleines Wasserkraftwerk.

Der Hof auf einer Hügelkuppe in Windreichem Gebiet eignet sich für eine Windturbine.

Grosse Flächen auf dem Hof an sonniger Lage sind prädestiniert für eine Photovoltaik-Anlage.

Da die Energie noch günstig, und das Angebot an Kleinstkraftwerke eher bescheiden ist, steckt dieser ‚Wirtschaftszweig‘ jedoch noch eher in den Kinderschuhen.

Die Anlagen werden noch individuell zusammengestellt und die Stückzahlen der Geräte sind noch zu gering um tiefe Preise zu erzeugen.

Doch je nach Situation lohnt es sich auch finanziell, ein Kleinstkraftwerk zu errichten.

Obwohl schon viel und schon lange von Alternativenergie gesprochen wird, betritt man mit jedem neuen Projekt wieder etwas Neuland, da nahezu jedes Projekt andere Randbedingungen hat.

Leider trifft man auch bei den Behörden oft nicht auf das Entgegenkommen, welches man sich für CO2-freie Energiegewinnung wünsch, da die Projekte auch für die Behörden neu sind und immer Risiken befürchtet werden.

Der untenstehende Text soll einen Überblick über die Möglichkeiten und Systeme geben. Es ist nicht als Kochbuch zu verstehen, da nahezu jedes Projekt andere Randbedingungen hat und nicht jedes Detail beleuchtet werden kann.

2 Grundlagen

Stromerzeugung aus Wasser- oder Windkraft macht Sinn, wenn die Randbedingungen stimmen.

Die Physik kann man jedoch nicht überlisten und dort wo keine Leistung drin steckt, lässt sich mit der besten Technik nichts heraus holen.

So mancher wollte schon das Perpetuum Mobile entwickeln und ist dabei gescheitert. Der klassische Fall ist die Person, welche zwei Reservoirs auf unterschiedlichen Höhen hat. Vom oberen Reservoir soll das Wasser ins untere über eine Turbine geführt werden. Mit einem Teil des Stroms der Turbine soll eine Pumpe angetrieben werden, welche dann das Wasser wieder hoch pumpt.

Der restliche Strom soll ins Netz eingespeist werden.

Leider bleibt da kein Strom fürs Netz übrig, ganz im Gegenteil.

Auch aus dem Bächlein, welches ohne Gefälle am Haus vorbei fließt, lässt sich nahezu keine Leistung entnehmen.

Dort wo Leistung drin steckt ist es jedoch schade, wenn diese einfach ‚den Bach runter fließt‘.

Deshalb ist es immer wichtig, abzuschätzen, welche Leistung mit den Gegebenheiten herausgeholt werden kann.

2.1 Grundlagen der [Wasserkraft](#)

2.1.1 Leistung aus dem Wasser

Bevor man sich überhaupt über die Turbine Gedanken machen soll, muss die mögliche Leistung herausgefunden werden.

Grundsätzlich können im Wasser zwei Formen von mechanischer Energie gespeichert sein.

Die Bewegungsenergie, auch kinetische Energie genannt, kann man dem Wasser entnehmen, welches eine gewisse Fließgeschwindigkeit aufweist. Durch Abbremsen des Wassers erhält man dessen Energie. Alle Energie kann man auch theoretisch nicht entnehmen, da ja das Wasser sonst in der Turbine still stehen würde.

Typische Anwendung ist das unterschlächtige Wasserrad. Also das Wasserrad, welches einfach in den Fluss gestellt wird. Auch die Flussturbinen nutzen nur die Bewegungsenergie, weil dort die Fließgeschwindigkeit die entscheidende Grösse ist.

Da bei Wasserkraftwerken meistens Staustufen gebaut werden, kommt diese Anwendung nur selten zum Einsatz.

Bei Wasserkraftwerken wird meistens die potentielle Energie genutzt.

Die Energie pro Zeit ergibt dann die Leistung.

Die Leistung hängt ab von der Höhendifferenz, welche das Wasser zurücklegt und von der Wassermenge, welche in einer bestimmten Zeit über die Turbine fließt. Natürlich hat auch der Wirkungsgrad der gesamten Anlage einen verschlechternden Einfluss.

Unabhängig, welche Turbine später gewählt wird, die Grundformel für die theoretische Leistung ist wie folgt:

$$P = g \cdot Q \cdot h$$

P: Leistung in Watt [W]

g: Fallbeschleunigung (Naturkonstante ~ 9.81)

Q: Volumenstrom in [Liter/s] (Wie viel Wasser passiert in einer Sekunde einen bestimmten Punkt)

h: Fallhöhe in Meter [m]

Selbstverständlich darf diese Formel nur für eine erste Abschätzung genommen werden, etwa um zu entscheiden, ob man überhaupt an eine Nutzung vom Wasser denken kann.

So hat man noch Verluste in der Zuleitung oder bei der Turbine selber. Bei einer bezahlbaren Turbine bis 5kW liegt der Wirkungsgrad so zwischen 40 bis 70%

2.1.2 Verschiedenen Turbinenarten

Je nachdem, ob eine grosse Höhendifferenz oder eine grosse Wassermenge zur Verfügung stehen, werden unterschiedliche Turbinen eingesetzt.

Vom klassischen Wasserrad bis zur Peltonturbine hat jede Turbine ihre Berechtigung.

Wasserrad

Früher oft anzutreffen, heute eher eine Seltenheit.

Bei geringer Fallhöhe (bis 10m) und mittlerer Wassermenge eignet sich auch heute noch ein Wasserrad.

Dabei unterscheidet man zwischen unterschlächtigem und oberflächlichem Wasserrad. Schlägt das Wasser im unteren Teil des Rades auf die Schaufeln, spricht man vom unterschlächtigen Wasserrad. das Drehmoment wird durch den dynamischen Druck des fließenden Wassers auf die Schaufeln des Laufrades erzeugt.

Zur Erhöhung der Zulaufgeschwindigkeit wird oft ein Schütz vor dem Wasserrad hergestellt. Die theoretische Leistung hat den Wert: $P = g Q v^2 / 2g$ (wobei Q den aktiven Durchfluss darstellt), aber der Wirkungsgrad des unterschlächtigen Wasserrades ist relativ gering.

Schlägt das Wasser über dem Rad an die Schaufel und fließt übers Rad, spricht man vom oberflächlichen Rad.

Da für jedes Projekt ein anderes Wasserrad dimensioniert und berechnet werden muss, gibt es keine Standard-Wasserräder. Wasserräder sind zwar dekorativ, jedoch teuer.

Peltonturbinen

Bei grosser Fallhöhe (ab 20m) eignen sich die Peltonturbinen

Diese Turbine wird auch Freistrahlturbine genannt, weil der Wasserstrahl frei zur Düse hinaus auf die Peltonschaufeln strahlt. Die Turbinenschaufeln sind so geformt, dass der Wasserstrahl zurück gelenkt wird. Wenn nun die Umfangsgeschwindigkeit vom Turbinenrad die Hälfte der Austrittsgeschwindigkeit vom Wasserstrahl hat, wird so das umgelenkte Wasser auf 0 abgebremst. Die Turbine arbeitet so im optimalen Arbeitspunkt.

Die Wassermenge kann über eine Düsennadel verstellt und an die zur Verfügung stehende Wassermenge angepasst werden. Bei grösseren Anlagen geschieht dies automatisch. Bei Kleinstkraftwerken wird dies aus Kostengründen meist durch eine Hansverstelldüse gemacht.

Turgo-turbinen

Ähnlich wie die Pelton-turbinen sind auch die Turgo-turbinen Freistrahlturbinen. Der Strahl trifft jedoch nicht tangential auf das Laufrad, sondern von der Seite. Die Turgo-Turbine kann in der Regel mehr Wasser schlucken als die Pelton-turbine. Dafür werden die Turgo-turbinen meistens für eher geringe Fallhöhen konzipiert. Sie eignen sich ideal für Voralpine Gebiete. Auch bei diesen Turbinen kann die Wassermenge über eine Düsen-nadel eingestellt werden.

Unterwasserturbinen

Wie das unterschlächtige Wasserrad bezieht die Unterwasserturbine ihre Leistung aus der freien Strömung. Sie wurde eigentlich für Segelschiffe entwickelt, kann aber auch in einen Fluss mit genügend Strömung und Querschnitt eingebracht werden. Sie sieht aus wie eine Kaplan-turbine hat aber, wie eine Schiffsschraube keine Wasserführung.

Diese Flussturbinen werden fast nur für das Laden von Batterien eingesetzt, da nur eine geringe Leistung erzielt werden kann. Es sind auch keine Anwendungen im höheren Leistungsbereich bekannt.

Kaplan-turbinen

Die Kaplan-turbine wird bei grossen Wassermengen und geringer Fallhöhe eingesetzt. Im Gegensatz zur Pelton- oder Turgo-turbine handelt es sich hier nicht um eine Freistrahlturbine. Die Turbine ist komplett im Wasser und es darf auch über den Abfluss keine Luft dazu kommen, denn der Abfluss wirkt als Saugrohr. Sie arbeitet nach dem Prinzip vom Auftrieb, wie ein Flugzeugflügel.

Bei den Kleinstkraftwerken arbeiten die Niederdruckturbinen oder die Rohrturbine nach diesem Prinzip. Beide brauchen eine Fallhöhe von 1,5m.

Francis-Turbine

Ähnlich wie die Kaplan-turbine handelt es sich hier um eine Überdruckturbine. Die Francis-Turbine nutzt die Reaktionskräfte der Strömungsenergie in Folge der Umlenkung durch die gekrümmten Schaufeln.

Durchströmturbine, auch Ossberger genannt

Sie sieht aus, wie ein Radialventilator und ist bei Kleinkraftwerken unter 1MW recht weit verbreitet. Der Name Durchströmturbine kommt daher, weil das Wasser durch die Turbine hindurch strömt und beim Eintritt in die Walze, wie auch beim Austritt ein Drehmoment erzeugt.

2.1.3 Potential der Wasserkraft

Im Anhang finden Sie eine Karte aus dem Jahre 1928 mit all den kleinen Kraftwerken eingezeichnet, welche zu dieser Zeit im Kanton Bern in Betrieb waren. Diese Karte zeigt deutlich, welches hohe Potential bei der Wasserkraft noch zur Verfügung steht.

Auch wenn die Details wegen der Verkleinerung nicht zu erkennen sind, zeigt doch die Anzahl der Punkte, dass die Wasserkraft dazumal erheblich mehr genutzt wurde als heute resp. das Potential erheblich besser ausgenutzt wurde.

Einer besser aufgelöste Karte im pdf-Format kann unter http://www.maurelma.ch/Infos/Wasserkraftwerk/Wasserkraft_im_Kt_Bern_1928.pdf heruntergeladen werden.

530 Werke unter 10PS (7,5kW) mit einer gesamten installierten Leistung von 3,4 MW. Das ist knapp 1/100 der Leistung vom KKW Mühleberg. Zugegeben, dadurch lässt sich das Kraftwerk noch nicht ersetzen, es ist jedoch nur die Leistung der kleinsten Kraftwerke und nur vom Kanton Bern. Es hätte sicher noch Möglichkeiten, welche nicht auf dieser Karte eingezeichnet sind, da die Kraftwerke meistens direkt neben der Fabrik (oder die Fabrik beim Kraftwerk) gebaut wurden.

Die besseren Standorte wurden bereits von den grösseren Stromkonzernen bezogen. Kleinere Standorte liegen noch (wieder) brach.

2.2 Grundlagen der Windkraft

2.2.1 Leistung aus dem Wind

Wie viel Energie im Wind steckt lässt sich nicht so einfach berechnen, wie dies beim Wasser über die potentielle Energie der Fall war.

Hier muss die kinetische Energie, also die Bewegungsenergie in Betracht gezogen werden. Die Leistungsentnahme passiert durch das Abbremsen der Luft.

Die Formel für die kinetische Energie: $W = \frac{1}{2} mv^2$ (1/2 Masse mal Geschwindigkeit im Quadrat). Da die Leistung ist dann nochmals pro Zeit kommt in der Leistungsbereichung die Geschwindigkeit in der 3ten Potenz vor. Dies bedeutet, dass die Windgeschwindigkeit enorm wichtig ist.

In der nebenstehenden typischen Kennlinie (Ladestrom bei gleichbleibender Batteriespannung zeigt die Leistung) sieht man deutlich, dass bei kleinen Windstärken noch gar nichts passiert und die Leistung dann bei grossen Windstärken sehr stark ansteigt. Diese Kennlinie ist nur in einem sehr geringen Mass von der Bauart der Turbine abhängig.

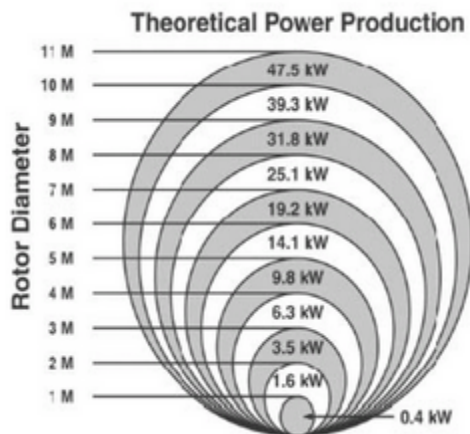
Bei den Windgeneratoren wird zwar darauf geachtet, dass das Anlaufdrehmoment sehr gering ist und die Windturbine schon bei geringen Windgeschwindigkeiten zu drehen beginnt. Leistung wird aber dann noch nicht abgegeben.

Weiter kann beim Wind auch nicht die volle Leistung entnommen werden, da ja der Wind nicht auf 0 abgebremst werden darf. Die Luft muss irgendwie noch weg fließen.

Überstrichene Fläche

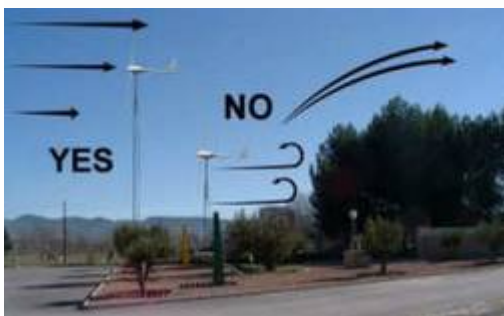
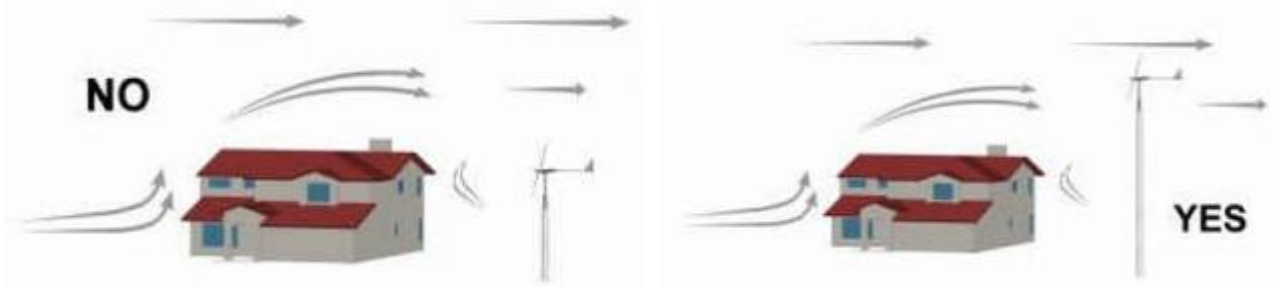
Je grösser der Rotordurchmesser ist, desto mehr Leistung kann die Windturbine dem Wind entnehmen. Die verschiedenen Windturbinen mögen ja unterschiedliche Wirkungsgrade haben, mehr Leistung als im Wind selber steckt, kann kein Windrad aus dem Wind herausholen.

Die untenstehende Graphik zeigt auf, wie viel Leistung in etwa aus der überstrichenen Fläche herausgeholt werden kann bei optimalen Windverhältnissen.

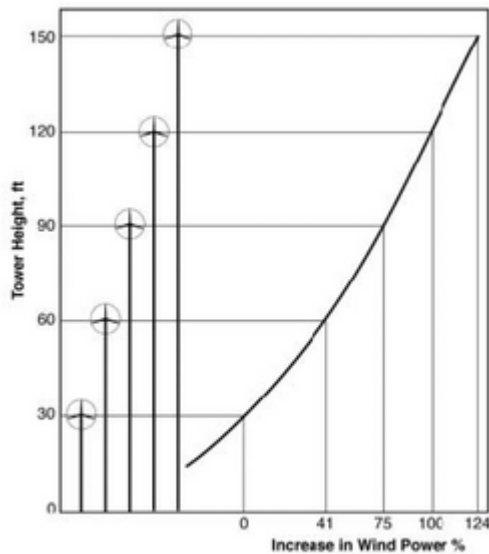


2.2.2 Höhe vom Mast

Zu hoch kann der Mast nicht sein, höchsten zu teuer. Da das Windrad unbedingt in einer Zone platziert werden sollte, wo dem Wind keine anderen Hindernisse entgegenwirken, ist es oft notwendig, einen hohen Mast einzusetzen.



Je höher der Mast, desto grösser ist auch die durchschnittliche Windgeschwindigkeit und somit auch der Ertrag an Energie.



2.2.3 Verschiedene Windturbinen

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen horizontaler und vertikaler Welle.

Am weitesten verbreitet ist schon die Windturbine mit horizontaler Welle. Bei den Grossturbinen findet man fast nur solche.

Vorteile:

- Mit dem Masten können grosse Höhen erreicht werden.
- Der Wind drückt ohne Hebelwirkung axial auf die Lager vom Generator. Somit können die Lager einfacher ausgeführt werden
- Relativ hohe Drehzahlen vereinfachen den Generator. Er kann so leichter und günstiger gebaut werden

Nachteile:

- Die Turbine muss dem Wind nachgeführt werden. Darum muss die Stromübertragung so konstruiert werden, dass sich die Turbine um die eigene Achse drehen kann, ohne das Kabel zu verdrehen.
- Die hohen Geschwindigkeiten an den Rotorblattenden verursachen Geräusche.

Auch bei den horizontalen Drehachsen gibt es Unterschiede. So unterscheidet sich die amerikanische Bauform (welche auch in Afrika recht verbreitet ist) stark von den europäischen Anlagen. Das Westernrad (amerikanische Bauform) wurde vorwiegend für das Pumpen von Wasser entwickelt und wird auch heute noch für das eingesetzt.

2.2.4 Potential der Windkraft

Im Durchschnitt ist die Schweiz nicht ein typisches Windkraftland. Trotzdem gibt es einige Standorte, wo sich die Ausnutzung der Windenergie lohnt.

Die untenstehende Karte zeigt die mittlere Windgeschwindigkeit in der Schweiz.

Datum 20.08.08

Autor Mau

Picokraftwerke in der Landwirtschaft



Maurer
Elektromaschinen

www.maurelma.ch

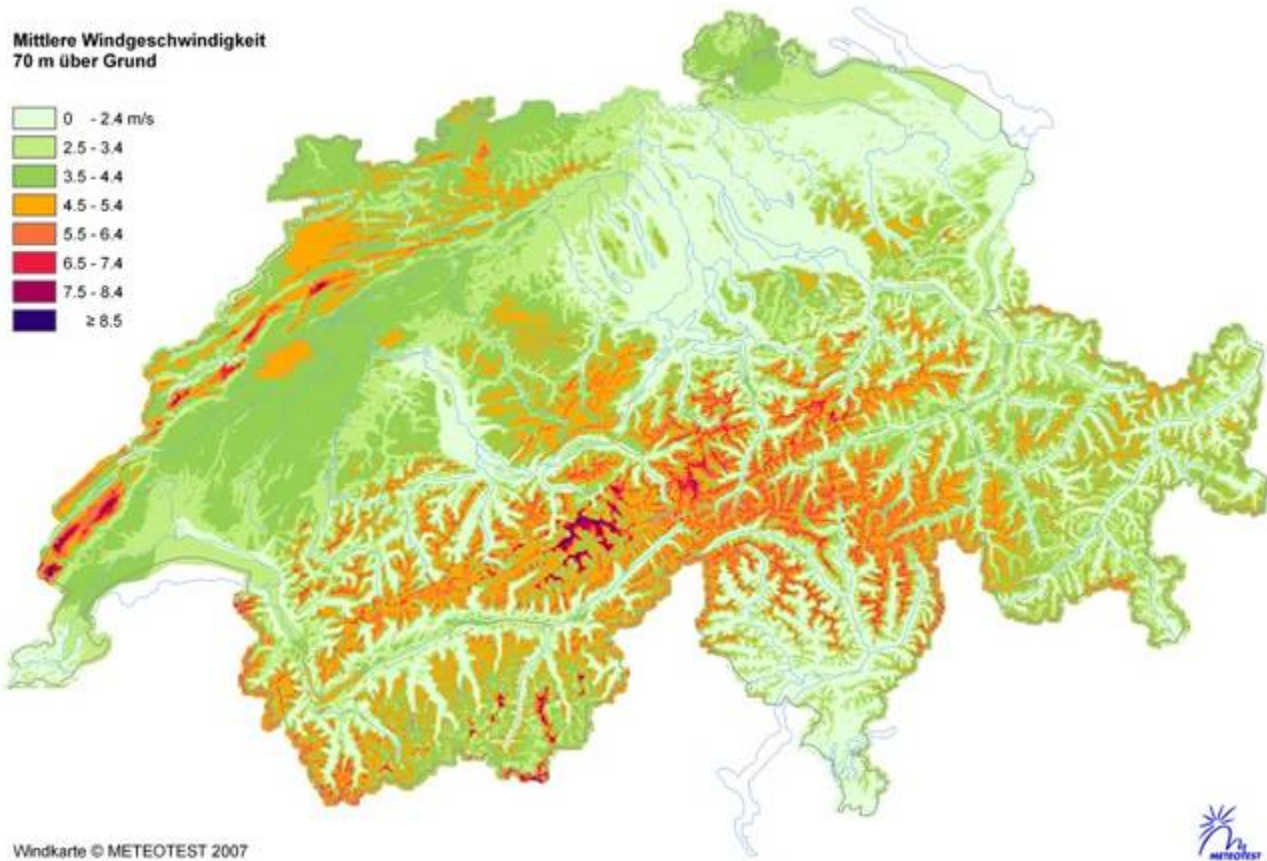
[Wechselrichter](#)

[Generatoren](#)

[Batterien](#)

[Ladegeräte](#)

Man beachte jedoch, dass die Messung 70m über Grund gemacht wurde. Trotzdem gibt dies Karte schon mal einen Anhaltspunkt, wo sich ein Windrad lohnen könnte.



Es zeigt sich, dass vor allem der Jura und die Alpen ein Potential für die Windkraft aufweisen.

3 Einspeisung oder Inselanwendung

Bei Kleinstkraftwerken gibt es im Wesentlichen zwei Anwendungsgebiete: Entweder die Leistung wird in einer Batterie gespeichert und bei Bedarf an die Verbraucher abgegeben oder die Leistung wird direkt ins öffentliche Stromnetz eingespeist.

3.1 Einspeisung ins öffentliche Stromnetz

Vorab gesagt, die Einspeisung ins Stromnetz lohnt sich erst so ab einer Spitzenleistung von 1kW. Darunter gibt es keine Komponenten, bei welchen auch das Preis-Leistungsverhältnis stimmt.

3.1.1 System und Komponenten

Generator

Wind wie auch Wasserturbinen benötigen einen Generator, welcher die mechanische Leistung der Welle in elektrische Leistung umwandelt.

Bei Kleinstkraftwerken ist dies vorwiegend ein Synchrongenerator mit Permanentmagneten. Wenn die Drehzahl vom Generator konstant auf 1500 1/min festgelegt werden kann, passt auch ein Asynchrongenerator. Dieser kann dann über die Synchronisationsschaltung direkt mit dem Netz verbunden werden.

Zum Generator gibt es anzumerken, dass die Ausgangsspannung proportional ist mit der Drehzahl. Natürlich gibt die Spannung dann auch bei der Belastung etwas nach.

Die Synchrongeneratoren mit Permanentmagneten werden meistens so gewickelt, dass diese bei der Nenndrehzahl zwischen 120 bis 300V abgeben.

Weiter ist zu beachten, dass das Drehmoment, welches auf die Welle aufgebracht werden muss proportional ist mit der Leistung, welche vom Generator bezogen wird.

Gleichrichter

Da am Generator meistens eine variable Drehzahl vorliegt (Windturbine), oder die Drehzahl nicht ausreichen bekannt oder nicht einer Synchrodrehzahl entspricht (kleinere Wasserturbinen), wird die Spannung mit einem Gleichrichter auf eine Zwischenspannung gebracht. Diese Spannung ist dann von der Drehzahl des Generators abhängig.

Netz-Wechselrichter (Grid-Inverter)

Aus der Zwischenspannung erzeugt der Wechselrichter die Netzspannung und die Netzfrequenz. Dieser Wechselrichter sollte nicht verwechselt werden mit den Batterie-Wechselrichter, welche eine Netzspannung von der Batterie erzeugen.

Stromzähler

Wenn die Energie nicht komplett selbst verwendet wird, muss auch ein entsprechender Energiezähler eingesetzt werden. Unter Umständen wird dieser vom EW vorgeschrieben oder gleich beige stellt.

3.1.2 Wirtschaftlichkeit der Einspeisung

Ob eine Einspeisung wirtschaftlich ist, hängt ab von der Investition, der Lebensdauer, vom Strompreis und von der durchschnittlichen Leistung ab.

Die meisten dieser Angaben sind stark vom Projekt selber abhängig und es können hier nur Tendenzen wiedergegeben werden.

Die Investition lässt sich leicht über eine Offerte herausfinden.

Bei der Lebensdauer sollte sich die Anlage so ab 5 bis 7 Jahren amortisiert haben. Bei einer Wasserturbine, welche ja 24h am Tag im Einsatz ist, sollten die Lager ab 5 Jahren gewechselt werden. Bei einer Windturbine kann es schon mal zum Blattbruch kommen. Ein Wechselrichter sollte 8 bis 10 Jahre seinen Dienst tun.

Auch der Strompreis kann recht unterschiedlich sein. Wenn der Strom gleich selber genutzt wird, kann der dem EW zu zahlende Strompreis eingesetzt werden.

Siehe dazu auch unter 4.4 Einspeisevergütung.

Die durchschnittliche Leistung kann bei einem Wasserkraftwerk recht leicht ermittelt werden. Bei einer Windturbine wird das einiges schwerer, da die Windgeschwindigkeiten oft nicht bekannt sind und auch die Herstellerangaben bei den Windturbinen oft mit Vorsicht zu geniessen sind.

Denke, die klassischen Investitionsberechnungen werden auch in anderen Lektionen unterrichtet sodass auf das Vorgehen zur Berechnung nicht eingegangen werden muss.

3.2 Inselbetrieb

Kleinkraftwerke im Inselbetrieb werden vor allem dort eingesetzt, wo kein öffentliches Netz zur Verfügung steht, oder auch über längere Zeit eine vom Netz unabhängige Versorgung gewährleistet werden muss.

Z.B.

- Stromversorgung einer Alphütte oder Ferienhaus
- Auch ein Solarviehhüter funktioniert nach diesem Prinzip.

Hier kann eine Anlage mit 100W Dauerleistung (Wasserturbine) oder 350W Spitzenleistung (Windgenerator) schon sinnvoll sein, da oftmals nur kleine Verbraucher wie Licht, Fernseher und Kühlschrank damit betrieben werden müssen

3.2.1 System und Komponenten

Generator

Hier gilt dasselbe wie unter 3.1.1

Laderegler

Der Laderegler verhindert, dass die Batterie nicht überladen wird. Bei Wind- oder Wasserturbinen kann kein klassischer Solarladeregler eingesetzt werden. Dieser hält in der Regel nicht lange. Die meisten Laderegler verheizen die überschüssige Leistung in einem Widerstand. Bei Peltonurbinen besteht auch die Möglichkeit, mittels elektrischen Kugelhahns die Zuleitung zu schliessen, wenn die Batterie voll ist.

Batterie

Das Speicherelement ist die Komponente, bei welcher am ehesten mit einem Ausfall zu rechnen ist, wenn das System nicht gut ausgelegt ist. Sie sollte genügend gross dimensioniert werden, damit sie nicht zu tief entladen wird oder durch die hohen Lade- und Entladeströme leidet. Als Faustregel sollte die Batterie nur etwa 1/3 der Kapazität entladen werden und die Kapazität sollte ca. 10x dem Ladestrom entsprechen.

Als Günstigvariante können Auto- oder Lastwagenbatterien eingesetzt werden. Da diese aber auf den hohen, kurzzeitigen Anlassstrom optimiert sind, wird die Lebensdauer aber gering sein.

Gerade über Batterien gäbe es noch eine Menge zu informieren. Denke aber, dass all die Details den Rahmen sprengen würden.

Wechselrichter

Um von der Batteriespannung die 230VAC Spannung zu erhalten, wird ein Wechselrichter benötigt. Es gibt zwar heute auch einige Verbraucher, z.B. Lampen, welche mit der Batteriespannung 12V oder 24V betrieben werden können. Trotzdem ist es oftmals vorteilhaft, Strom wie aus der Steckdose zu haben.

3.2.2 Wirtschaftlichkeit der Insellösung

Meistens ist die Ausgangslage, dass noch keine Elektrifizierung besteht. Deshalb kann man aus den folgenden Systemen das preisgünstigste System aussuchen. Dabei soll auch hier der Anschaffungspreis, die Unterhaltskosten und die Lebensdauer in Betracht gezogen werden.

- Kein Strom
- Netzleitung erstellen (keine Insellösung mehr)
- Diesel- oder Benzingenerator
- Solarzellen
- Windrad
- Wasserturbine
- Brennstoffzelle

4 Vorgehen bei der Realisierung

Egal ob es sich um ein Windkraftwerk oder eine Wasserturbine, das Vorgehen ist vom Prinzip her ähnlich.

4.1 Analyse

Als erstes sollte man abklären, ob ein Kleinstkraftwerk überhaupt Sinn macht. Welche Leistung steht überhaupt zur Verfügung?

Wie oben bereits erwähnt empfiehlt es bei einer Windturbine vor der Erstellung die Windgeschwindigkeiten über eine längere Zeit zu messen.

Bei einer Wasserturbine sollte man in Erfahrung bringen wie gross die Fallhöhe und die zur Verfügung stehende Wassermenge sind. Weiter ist die Zuleitungslänge, der Querschnitt und die Materialart von Interesse.

Eine Kosten-Nutzenanalyse schadet sicher nicht.

4.2 Einbezug der Interessengruppen

Bei einem Kleinstkraftwerk ist es wichtig, von Anfang an alle Interessengruppen mit im Boot zu haben.

- Bei der örtlichen Gemeinde muss ein Baugesuch eingereicht werden (sofern es sich nicht um eine mobile Anlage handelt). Bei Windkraftwerken werden dabei oft auch Angaben zu den Lärmimmissionen verlangt. Da Lärmmessungen aber fast nicht reproduzierbar gemessen werden können, gibt es bei Kleinwindanlagen meistens auch nur sehr wage Aussagen vom Hersteller.
- Bei einer Einspeisung ins Netz muss mit dem Elektrizitätswerk über Preise, Stromzähler usw. verhandelt werden.
- Bei einem Wasserkraftwerk muss allenfalls mit dem Fischereiverband Kontakt aufgenommen werden. Ev. wird eine Fischtreppe benötigt. Auch muss je nach Anwendung eine Restwassermenge sicher gestellt werden können.

- Zudem müssen bei einem Wasserkraftwerk, sofern es sich nicht um eine eigene Quelle handelt, die Wasserrechte abgeklärt werden. Diese sind z.T. im Grundbuch hinterlegt.
- Bei einer Windturbine sollte das Gespräch mit den Nachbarn wegen allfälligem Schattenwurf oder Lärm gesucht werden.

4.3 Bau der Anlage

Erst nachdem die administrativen Abklärungen mit den Interessengruppen erfolgt sind, sollte mit dem Bau begonnen werden.

Viel mehr kann zum Bau nicht gesagt werden, da nahezu keine Anlage der anderen gleicht.

Zu beachten ist, dass bei den Windturbinen meistens der Mast nicht zum Lieferumfang gehört und dieser selber beschafft werden muss. In vielen Fällen kann zu diesem Zweck ein Wasserrohr oder ein Doppel-T-Träger verwendet werden.

4.4 Einspeisevergütung und Investitionsbeiträge

Bis vor 2008 wurde auf Grund der Empfehlung vom Bund CHF 0.15 /kWh für die Einspeisung ins öffentliche Netz vergütet.

Mit der Revision vom Stromversorgungsgesetzes (StromVG) und Energiegesetz (EnG) kam die Regelung der Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) hinzu mit welchem Kleinkraftwerke je nach Art mehr oder weniger gute Energiepreise erhalten.

Um von dem Gesetz profitieren zu können müssen die Anlagen bei Swissgrid (www.swissgrid.ch/) angemeldet werden. Wie ev. aus den Medien schon erfahren, ist der Topf für die Solaranlagen bereits ausgeschöpft. Für Wind- und Wasserkraft lohnt sich eine Anmeldung.

Da der Preis/kWh von der Anlage abhängt, verweise ich hier auf die Seiten von Swissgrid, welche online-Tarifrechner zur Verfügung stellen unter:

http://www.swissgrid.ch/power_market/renewable_energies/registration_crf/

Zum Teil gewähren Bund, Kantone und Gemeinden auch Beiträge an Wind und Wasserkraftwerke für die Investitionen.

Mehr Infos für die Wasserkraft unter <http://www.kleinwasserkraft.ch/web/deutsch/download/index.html>

5 Literatur und Informationen

Untenstehend ein paar Bücher und Schriften, welche weitere Grundlagen zu diesem Thema bieten. Oft sind die Bücher jedoch auf grössere Anlagen ausgerichtet.

Weitere Informationen finden Sie auch auf den Info-Internetseiten von Maurer Elektromaschinen:
<http://www.maurelma.ch/Info.htm>

Diese werden kontinuierlich mit neuen Erkenntnissen ergänzt.

Oftmals ist auch auf den Produktseiten der jeweiligen Artikel im e-shop (www.maurelma.ch/shop) weiterführende Information zu finden.

5.1 Wasserkraft

Bau von Wasserkraftanlagen

von König Jehle, Praxisbezogene Planungsgrundlagen, ISBN 3-7880-7584-8

5.2 Wind

Wind: Strom für Haus und Hof von Uwe Hallenga, Bauanleitung mit Konstruktionszeichnungen, ISBN 3-936896-12-7

Windkraftanlagen von Siegfried Heier, Systemauslegung, Integration und Regelung
ISBN 978-3-83851-0136-4

5.3 Batterien

Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen von Wolfgang Weydanz, Andreas Jossen;
ISBN 3-937536-01-9

ACHTUNG: Unsachgemässer Umgang mit der Elektrizität kann zu Personen- und Sachschäden führen. Bei unsachgemässer Anwendung der Bauteile wird jede Haftung abgelehnt.

