

# 1Jahr Messbetrieb mit dem Haus-Wienrad



D.I. Helmut Söllinger  
1020 Wien  
9.9.2010

## Motivation für das private Forschungsprojekt „Hauswienrad“:

Im Oktober 2008 gewinnt Familie Söllinger in 1020 Wien den Energy Globe Austria 2008, Kategorie Heimwerker für seine Energy Power Maisonette.



Die Energiesparfamilie Söllinger hat 2006 eine Dachgeschosswohnung im 6.Stock über ihrer ersten Wohnung erworben und aus beiden Wohnungen bis 2008 eine Energy Power Maisonette geschaffen.

### Eckpunkte der Energy Power Maisonette:

- Thermische Sanierung des Terrassenbodens
- Beseitigung der Wärmebrücken entlang des Dachsimses aus Beton
- Dämmung der Terrassenwand mit 30 m<sup>2</sup> Vakuumdämmung von 38 mm Stärke (U-Wert Dämmung: 0,15 W/m<sup>2</sup>K).
- Einbau von Passivhausfenstern und Türen entlang der Terrasse (U-Wert Verglasung 0,5 W/m<sup>2</sup>K, U-Wert Fenster gesamt 0,76 W/m<sup>2</sup>K)
- kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung für beide Wohnungen
- 6 m<sup>2</sup> thermische Solaranlage mit 300 l Boiler im Kinderzimmer (ein größerer Boiler ist statisch nicht tragbar, da der Boiler außerdem im Wohnraum ist, wird die Kollektorfläche knapp dimensioniert um sommerliche Überhitzung im Zimmer zu vermeiden)
- 2,3 KW<sub>peak</sub> Photovoltaikanlage mit 13,9 m<sup>2</sup> Kollektorfläche. Weil insgesamt nicht viel mehr als 20 m<sup>2</sup> südorientierte Dachfläche für PV und Solarthermik zur Verfügung stehen, werden 10 Stück der leistungsstärksten Module von Sanyo mit je 230 W<sub>peak</sub> genommen um Fam. Söllinger zum Nettostromproduzenten zu machen (Jahreserzeugung größer als Jahresverbrauch)

Da alle Möglichkeiten das Projekt Energy Power Maisonette zu perfektionieren ausgereizt werden sollten, wurde 2009 der Probebetrieb mit einer kleinen Hauswindanlage aufgenommen. Ziel des Probebetriebes war es einerseits die Sinnhaftigkeit der Dauerinstallation einer größeren Hauswindanlage zu testen und andererseits erstmals belastbare Daten mit einer Hauswindanlage der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen.

## Daten des „Hauswienrades“:

Das Kleinwindrad wurde in ca. 28 m Höhe über dem Umgebungsniveau von 171 m Seehöhe und ca. 3,15 m über dem Dachgiebel des sechsstöckigen Mehrfamilienhauses zwischen 2 Kaminreihen, rund 2,3 m über der Kaminoberkante installiert.



Wienrad und Windmessgerät rechts vom Windrad

## Technische Daten des Kleinwindrades:

Typ/Marke: AIR Breeze Land (made in USA), 24 Volt

Rotor: 1,17 m Durchmesser, 1,075 m<sup>2</sup> Fläche

Nennleistung lt. Hersteller: 200 W bei 13m/s

Einschaltgeschwindigkeit: 3 m/s

Gewicht: 6 kg

Wechselrichter: deutsches Fabrikat, speziell für die Breeze konstruiert

Vertrieb von Windrad samt Wechselrichter: Solar-Wind-Team G.m.b.H. Deutschland

Preisbasis 2009 inkl. Wechselrichter und Messgerät aber ohne Mast: 1300 €



## Montage:

Das Windrad wurde am 29.5.2009 auf einem ca. 5,3 m langem Stahlrohr mit 2 Zoll, am oberen Ende verjüngt auf 1,5 Zoll, montiert und in Betrieb genommen. Das Rohr

wurde im Dachboden mittels zwei Maschinenfüßen mit Gummieinlage am Boden bzw. seitlich an einem Balken verankert. Der Balken wurde an den Kaminen fixiert. Die Gummis mit 10.000 N Belastbarkeit trennten Windrad und Stahlrohr schall- und schwingungstechnisch vom Boden und den Kaminen.



Bodenverankerung

### Windmessung:

Dank Herrn Mag. Hans Winkelmeier, dem Geschäftsführer des Technischen Büros für Erneuerbare Energie beim Verein Energiewerkstatt ([www.energiewerkstatt.org](http://www.energiewerkstatt.org)) wurde der Familie Söllinger ein Jahr lang gratis eine Windmessstation mit Datenaufzeichnung zur Verfügung gestellt. Die per Datenlogger als 10 Minuten-Mittelwerte aufgezeichneten Windmessdaten wurden von der Energiewerkstatt automatisch per GSM-Sender ausgelesen, ausgewertet und Fam. Söllinger zur Windertragskalkulation mit dem Programm ALWIN zur Verfügung gestellt.



Schalenkreuz-Anemometer

## Windmessdaten:

Die Messung ergab eine mittlere Windgeschwindigkeit übers Jahr von 3 m/s und eine mittlere jährliche Windleistungsdichte von 38,31 W/m<sup>2</sup>. Obwohl der gegebene Standort in Wien sicher zu den besseren verbauten Windgebieten in Österreich zählt, waren die gemessenen Windgeschwindigkeiten eher enttäuschend. Dies liegt sicherlich daran, dass für eine ungestörte Anströmung des Windrades ein Mast mit etwa doppelter Gebäudehöhe nötig wäre, was am Standort praktisch unmöglich ist.

Monat	Jan. 10	Feb. 10	Mär. 10	Apr. 10	Mai. 10	Jun. 09	Jul. 09	Aug. 09	Sep. 09	Okt. 09	Nov. 09	Dez. 09	Jahr
Mittl. Windgeschwindigkeit (m/s)	2,94	2,98	3,50	3,00	3,46	3,16	3,33	2,79	2,46	3,19	2,42	2,82	<b>3,00</b>
Max. Windgeschwindigkeit (m/s)	11,8	12,8	15,4	12,0	14,4	17,5	18,9	15,9	13,1	13,9	13,1	13,4	<b>18,9</b>
Mittl. Leistungsdichte (W/m <sup>2</sup> )	33,56	32,60	62,67	34,00	53,44	33,41	48,13	25,49	21,96	56,95	23,44	31,36	<b>38,31</b>

Standort:

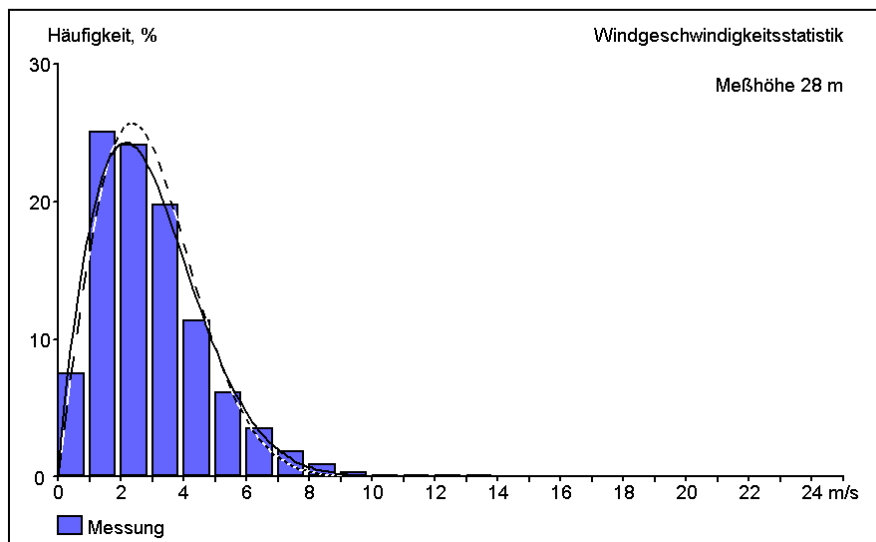
**Wienrad**

Meßbeginn: 06.06.09 18:00

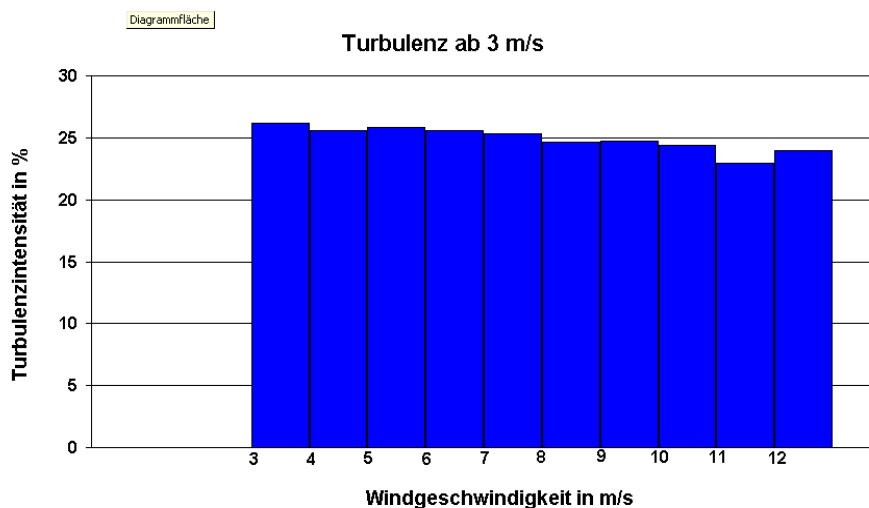
Höhe ü. NN: 171 m

Temperatur: 15,0 °C

Messungen: 365 Tage (52596 à 10 min.)



Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit



Wie die Auswertung der Windmessdaten hinsichtlich Turbulenz zeigt, herrschen am Messort erhebliche Turbulenzen mit einer mittleren Turbulenzintensität um etwa 25 % ab 3 m/s Windgeschwindigkeit mit leicht fallender Tendenz hin zu höheren Windgeschwindigkeiten. Normal an guten Windstandorten sind Turbulenzintensitäten von etwa 5%.

### **Ertragsprognose:**

Mit ALWIN und der vom Hersteller angegebenen Leistungskurve der Breeze wurde eine Ertragsprognose durchgeführt. Diese ergab einen Wert von 80,1 KWh/Jahr entsprechend einem spezifischen Ertrag von 74,5 KWh pro m<sup>2</sup> Rotorfläche und Jahr. Im Vergleich dazu liefern gute Windstandorte mit Großwindrädern in Österreich zwischen 700 bis 900 KWh pro m<sup>2</sup> Rotorfläche und Jahr.

Bedenkt man, dass der Ertrag mit der 3. Potenz der Windgeschwindigkeit steigt, so würde sich bei einer doppelt so hohen mittleren Windgeschwindigkeit von 6m/s der prognostizierte Wert verachtfachen, also fast 600 KWh/m<sup>2</sup> und Jahr betragen.

### **Tatsächlicher Ertrag:**

Der tatsächliche Ertrag des Wienrades wurde mittels zwei hintereinander geschalteter Strommessgeräte unterschiedlichen Fabrikats erfasst, sodass im Falle des Defektes eines der Geräte das andere Gerät eine lückenlose Aufzeichnung gewährleisten würde. Außerdem konnten so die zwei gemessenen Werte miteinander verglichen und auf Plausibilität geprüft werden. Beide Geräte funktionierten ein Jahr lang störungsfrei und ergaben mit geringfügiger Abweichung die selben Messwerte.

Mit dem ersten Gerät wurde ein Jahresertrag von 22,93 KWh ermittelt. Das entspricht einem spezifischen Ertrag von 21,3 KWh/m<sup>2</sup> Rotorfläche und Jahr. Ein mehr als marginaler Wert der nur 29% des prognostizierten Wertes ergibt.

Im Vergleich dazu erbrachte die Photovoltaikanlage 2009 trotz Teilverschattung in den Morgen- und Abendstunden einen spezifischen Ertrag von 118 KWh/m<sup>2</sup> Kollektorfläche und Jahr.

Wie obige Graphik zur Turbulenz am Standort zeigt, kann als Hauptgrund für den Unterschied zwischen prognostiziertem und gemessenem Ertrag die stark turbulente und nicht horizontale Anströmung des Windrades aufgrund der Nähe zum Hausdach gesehen werden. Tatsächlich war häufiges Drehen des Windrades verbunden mit oftmaliger Abbremsung bis zum Stillstand und nachfolgendem Neustart auch bei stetig wehendem Wind zu beobachten. Die dadurch stark schwankende Leistung, welche oft binnen Sekunden zwischen 0 und 100 W pendelte war sehr gut an den Messgeräten zu beobachten.

Wie aus der folgenden Tabelle weiter hervorgeht, war das Windrad 784 h im Jahr in Betrieb, das entspricht knapp 9% der Jahreszeit. Während der 784 Betriebsstunden lieferte es durchschnittlich 29,3 W also etwa 14,6 % seiner Nennleistung. Bezogen auf die Nennleistung von 200 W entspricht der Ertrag von 22,93 KWh nur 114,7 Vollaststunden/Jahr. An guten Windstandorten kann mit über 2000 Vollaststunden bei großen Windkraftanlagen gerechnet werden.

Monat	Ertrag/Monat KWh	Betriebs- h/Monat	mittlere Leistung in W	Prognose Alwin in KWh	Verhältnis Prognose zu tats. Ertrag
Juni	2,19	118,8	18,4	5,75	38%
Juli	2,42	115,0	21,0	8,7	28%
August	0,79	41,8	18,9	4,3	18%
September	0,79	31,7	24,9	3,5	23%
Oktober	3,59	84,6	42,4	10,2	35%
November	0,91	31,7	28,7	3,9	23%
Dezember	1,205	37,0	32,6	5,6	22%
Jänner	1,295	34,7	37,3	5,8	22%
Februar	1,05	32,7	32,1	5,2	20%
März	3,52	93,2	37,8	11,5	31%
April	1,88	67,8	27,7	5,9	32%
Mai	3,29	94,9	34,7	9,7	34%
Summe	22,93	783,9	29,3	80,1	29%

Ertragstabelle

### Diskussion des Ergebnisses:

Bei einer gemessenen mittleren Windgeschwindigkeit von 3m/s erscheint es müßig darüber zu diskutieren, ob etwa ein anderer Windradtyp (z.B. Vertikalläufer) mehr Ertrag bringen würde. Vielmehr stellt sich aufgrund der Erfahrungen die Frage, ob bzw. unter welchen Bedingungen Windräder auf Gebäuden Sinn ergeben. Sicherlich müsste dazu der Abstand zwischen Dach und Windrad erheblich vergrößert werden, was allerdings mit beträchtlichen statischen Problemen verbunden wäre.

Zu bedenken ist nämlich, dass das Windrad und das Gebäude jedenfalls schall- und schwingungstechnisch zu entkoppeln sind. Dies ist beim Wienrad einigermaßen gut gelungen. Obwohl ein Restgeräusch auf das Gebäude übertragen wurde, kam es zu keinen Beschwerden der Bewohner, da dieses Restgeräusch kaum vom üblichen Pfeifen des Windes ums Gebäude zu unterscheiden war und deshalb als natürlich empfunden wurde.

Das Windrad und der Mast, der aufgrund der Gummidämpfung bei böigen Windstößen am oberen Ende ca. ein Viertelmeter hin- und herschwingen konnte, waren hohen dynamischen Belastungen ausgesetzt. Während der Mast und die Verankerung diesen Belastungen tadellos standhielten, hatte das Windrad gegen Ende des Betriebsjahres bereits einen Lagerschaden, denn es machte zuletzt tac, tac, tac wenn es sich drehte.

Am 18.9.2010 wurde die Breeze demontiert und in Augenschein genommen. Dabei zeigte sich, dass auch die Rotorblätter bereits beträchtliche Annützungerscheinungen aufweisen. Sie bestehen aus glasfaserverstärktem Kunststoff. Greift man sie nunmehr mit bloßen Händen an, verspürt man sofort den für Glaswolle typischen Juckreiz auf der Haut, weil durch die Abnützung die äußerst dünnen Glasfasern bis zur Blattoberfläche reichen. Wie aber ein Blick auf das Verhältnis prognostizierter zu gemessener Leistung der Ertragstabelle zeigt, waren nach einem Jahr Betrieb noch keine signifikanten Auswirkungen der Abnützung zu erkennen.

Sowohl das kaputte Lager als auch die Rotorblätter wurden vom Lieferanten ohne Probleme auf Gewährleistung getauscht. Laut Angabe der Servicefirma seien die neuen Rotorblätter besser gegen UV-Licht beständig als die alten. Aufgrund des geringen Ertrages ist allerdings nicht geplant die Breeze wieder am Standort zu montieren.

Obwohl das Wienrad alle umliegenden Gebäude bzw. Hindernisse überragte und so für den Wind aus allen Himmelsrichtungen frei anströmbar montiert war, war der Ertrag des Kleinwindrades insgesamt ernüchternd. Dies liegt allerdings weniger an den Windverhältnissen am Standort Wien 2. Bezirk, als vielmehr an der Nähe des Windrades zum Hausdach.

Der Windatlas zum Projekt Beauvort ( <http://wms1.zamg.ac.at/beauvort/index.php> ) der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) weißt nämlich für den Standort (Koordinaten: Länge= 16.39° / Breite= 48.23°) die relativ gute Windleistungsdichte von 151-200 W/m<sup>2</sup> in 70 m Höhe aus. Diese Leistungsdichte entspricht einer mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit in der Größenordnung von etwa 5m/s. Im Vergleich dazu wurden in der Nabenhöhe des Wienrades nur 38,31 W/m<sup>2</sup> bzw. 3m/s gemessen.

Als guter Referenzstandort für die beim Wienrad vorgenommene Windmessung kann die Wetterstation Wien Innere Stadt der ZAMG dienen, welche sich in nur 3,4 km Luftlinie südsüdwestlich vom Wienradstandort befindet (Beschreibung der Station unter [http://wms1.zamg.ac.at/beauvort/pdfs/Wien\\_Innere\\_Stadt.pdf](http://wms1.zamg.ac.at/beauvort/pdfs/Wien_Innere_Stadt.pdf) ). Während sich die Wetterhütte der Messstation auf dem Dach eines niedrigen Vorbaus befindet, ist das Anemometer der Station auf dem Dach des alle anderen Bauten überragenden Gebäudes Operngasse Nr. 17-21 montiert. Der 10 m hohe Windmessmast auf dem Gebäudedach ist von der Wiedner Hauptstrasse aus gut sichtbar.

Wie man auf der Homepage der ZAMG findet, beträgt das langjährige Mittel der am Standort Wien Innere Stadt gemessenen Windgeschwindigkeit 3,9 m/s ( [http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten\\_oesterreich\\_1971\\_frame1.htm](http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm) ). 3,9 m/s ist im Vergleich ein relativ guter Wert, was für das lokale Windaufkommen spricht. Auf der ZAMG-Homepage finden sich beispielsweise auch folgende langjährige Mittel der Windgeschwindigkeit, gemessen an der jeweiligen Wetterstation:

Feuerkogel OÖ, 1618 Seehöhe:	3,9 m/s	Schwechat, NÖ	4,2 m/s
Ried im Innkreis, OÖ:	3,2 m/s	Wiener Neustadt, NÖ	3,4 m/s
Neusiedl, B	3 m/s	St. Pölten, NÖ	2,7 m/s
Eisenstadt, B	3 m/s		

Allerdings können der Jahresmittelwert der Messung am Wienradstandort, welcher auf 10 Minutenmittelwerten basiert und die Jahresmittelwerte der ZAMG-Wetterstationen unter anderem deshalb nicht direkt miteinander verglichen werden, weil die ZAMG-Mittelwerte aus drei Tagesmesswerten, erfasst um jeweils 7, 14 und 19 Uhr, errechnet wurden. Auf Nachfrage hat die ZAMG dankenswerterweise auch einen Jahresmittelwert basierend auf 10-Minutenmittelwerten für den Messzeitraum Juni 2009 bis Mai 2010 bekannt gegeben. Dieser liegt ebenfalls bei 3m/s.

Daraus kann geschlossen werden, dass der Wienradstandort sich hinsichtlich Windaufkommen im Vergleich zu anderen als windreich bekannten Gebieten durchaus sehen lassen kann.

So gesehen sind jedenfalls die Ergebnisse des Privatforschungsprojektes Wienrad nach dem Motto „learning by doing“ ein wichtiger Anhaltspunkt für alle die sich für das Thema Hauswindrad interessieren.