

Erste Analyse über die Machbarkeit der Windenergienutzung im Landkreis Ebersberg

Ausgangslage

Das Landratsamt Ebersberg ist mit der Aufgabe an uns herangetreten, zu prüfen, ob im Landkreis Ebersberg die Möglichkeit der Windenergienutzung gegeben ist.

Das Thema wurde im ULV-Ausschuss behandelt und beschlossen, dass die Windsituation im Landkreis Ebersberg in einer groben Erstbetrachtung begutachtet zu lassen und dabei auch die Schafweide mit einzubeziehen.

BEERMANN Energiesysteme ist bereit eine erste Analyse im Rahmen einer Powerpoint-Präsentation einem Ausschuss zu präsentieren.

Allgemeines

Energie im Wind

Die Windgeschwindigkeit ist extrem wichtig in Bezug auf die Energie, die eine Windkraftanlage in Elektrizität umwandeln kann: der Energiegehalt des Windes steigt kubisch mit der mittleren Windgeschwindigkeit. Wenn sich z.B. die Windgeschwindigkeit verdoppelt, steigt der Energieertrag um das Achtfache.

Ebenso wichtig ist die zeitliche Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeit. Sie sollte einen möglichst hohen zeitlichen Anteil höherer Windgeschwindigkeiten haben. Wenn z.B. der Wind über 30 Tage mit einer gleichmäßigen mittleren Geschwindigkeit von 6 m/s bläst wird wesentlich weniger Strom erzeugt, als wenn in dem gleichen Zeitraum 15 Tage Windstille herrscht und in dem zweiten 15-Tageabschnitt der Wind mit 12 m/s bläst. In beiden Fällen beträgt die mittlere Windgeschwindigkeit 6 m/s. Im zweiten Fall wird der Stromertrag das Vierfache betragen. (Grund: 3. Potenz)

Einfluss des Geländes, Rauigkeit und Windscherung

Hoch über dem Boden, in rund 1 Kilometer Höhe, wird der Wind kaum mehr von der Oberflächenbeschaffenheit der Erde beeinflusst. In den niedrigeren Luftschichten der Atmosphäre sind jedoch die Windgeschwindigkeiten von der Bodenreibung betroffen. In der Windindustrie unterscheidet man zwischen der Rauigkeit des Terrains, dem Einfluss von Hindernissen und dem Einfluss der Geländekonturen, was auch als Orographie des Geländes bezeichnet wird.

Normalerweise wird der Wind umso mehr gebremst, je ausgeprägter die Rauigkeit des Bodens ist. Wälder und Großstädte bremsen den Wind natürlich beträchtlich, während betonierte Startbahnen

auf Flughäfen den Wind nur geringfügig verlangsamen. Noch glatter sind Wasserflächen, sie haben daher einen noch geringeren Einfluss auf den Wind, wogegen hohes Gras, Sträucher und Buschwerk und insbesondere Waldflächen den Wind erheblich bremsen.

Rauhigkeitsklassen und Rauhigkeitslängen

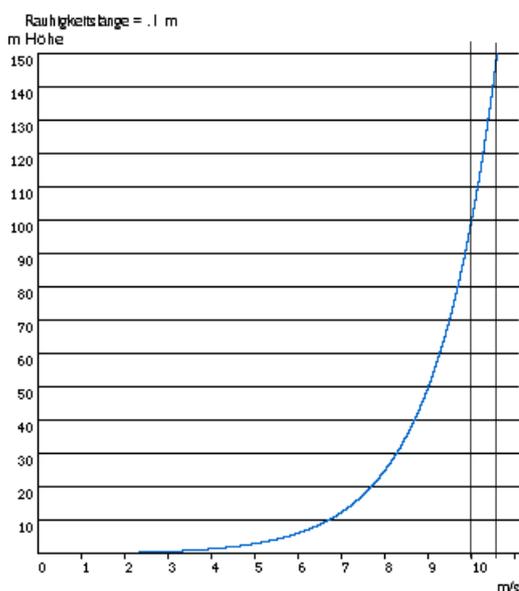
In der Windindustrie verweisen die Techniker oft auf Rauhigkeitsklassen und Rauhigkeitslängen, wenn es darum geht, die Windverhältnisse einer Landschaft zu bewerten. Eine hohe Rauhigkeitsklasse von 3 bis 4 bezieht sich auf eine Landschaft mit vielen Bäumen und Gebäuden, während eine Meeresoberfläche in Rauhigkeitsklasse 0 fällt. Betonierte Startbahnen auf Flughäfen sind in Rauhigkeitsklasse 0.5. Das gleiche gilt für eine ebene, offene Landschaft, die von Schafen abgeweidet wurde. Der Begriff Rauhigkeitslänge ist eigentlich die Höhe über dem Boden, in der die Windgeschwindigkeit theoretisch Null ist. Einen Eindruck von der Rauhigkeit des Geländes gibt die anliegende Karte „Perspektive“ wieder.

Die genaue Definition der Rauhigkeitsklassen und Rauhigkeitslängen ist der Fachliteratur zu entnehmen.

Die Abnahme der Windgeschwindigkeit mit abnehmender Höhe wird als Windscherung bezeichnet. Die Grafik zeigt deutlich die Abnahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhenabnahme. Die Windenergienutzung im Binnenland mit hohen Rauhigkeitslängen erfordert daher sehr hohe Nabenhöhen. Als Faustregel kann man davon ausgehen, dass mit jedem Meter Erhöhung der Nabenhöhe 1% Ertragszuwachs verbunden ist.

Im Landkreis Ebersberg ist bedingt durch die Geländestruktur und die Bewaldung eine Nabenhöhe von 130 bis 140 m erforderlich.

Beispiel der Windscherung bei einer Rauhigkeitslänge von 1 m



Windgeschwindigkeitserhöhung
um 0,6 m/s
entspricht einen Mehrertrag
von 12%

Um die konkreten Bedingungen an einem bestimmten Standort zu ermitteln, muss ein Windgutachten erstellt werden. Wegen der großen Auswirkungen der Windbedingungen am Standort auf die Wirtschaftlichkeit der Windenergieanlage (WEA) ist es eventuell erforderlich zusätzlich eine Windmessung am konkreten Standort durchzuführen.

Windenergienutzung im Landkreis Ebersberg

Voraussetzungen für die Windenergienutzung

- **Windhöffigkeit** (ausreichende mittl. Windgeschwindigkeit von mindestens 5,2 bis 5,4 m/s)
- **Freie Anströmbarkeit** des Standortes von allen Seiten, insbesondere aus der Hauptwindrichtung. (Freie Sicht vom Standort über ca. 10 km)
- **Aufnahmefähiges Stromnetz** in der Nähe
- **Straßen und Wege**, die für Schwertransporte geeignet sein müssen
- **Abstand zur Wohnbebauung** (Geräusche und Schattenwurf)
- **Abstand der Anlagen zueinander** (Windabschattung)

Hierzu im Einzelnen:

Windhöffigkeit

Im Bayerischen Solar- und Windatlas ist der Landkreis Ebersberg mit einer Windhöffigkeit in 50 m Höhe von 3,4 bis 4,2 m/s klassifiziert. Erfahrungen aus diversen Windmessungen und Daten von bestehenden Windenergieanlagen zeigen jedoch, dass das tatsächliche Windpotential höher liegt. So herrschten z.B. in Schweitenkirchen, Lkr. Pfaffenhofen a.d. Ilm, bei einer Atlasklassifizierung von 3,4 bis 3,8 m/s in 50 m Höhe tatsächliche Windgeschwindigkeiten in 100 m Nabenhöhe von 5,9 m/s im Jahr 2005, von 5,5 m/s im Jahr 2006 und von 5,7 m/s im Jahr 2007.

Auf dem Müllberg in München Fröttmaning herrschten 2005: 5,1 m/s, 2006: 5,3 m/s und 2007: 5,9 m/s bei 67 m Nabenhöhe. Der Windatlas geht in Fröttmaning bei 50 m Nabenhöhe von 2,6 bis 3,4 m/s Windgeschwindigkeit aus.

Es kann also davon ausgegangen werden, dass im Landkreis Ebersberg ähnliche Windgeschwindigkeiten angetroffen werden. Voraussetzung ist jedoch eine Nabenhöhe von mindestens 100 m, besser 138 m. Bei diesen Bedingungen ist davon auszugehen, dass ein wirtschaftlicher Betrieb möglich sein wird.

Freie Anströmbarkeit

Nach der großflächigen Münchner Schotterebene, die sich bis in den Landkreis Ebersberg erstreckt und östlich großräumig durch die Landshuter Schwelle und kleinräumig durch den Ebersberger Forst begrenzt wird, erhebt sich das Gelände um ca. 50 m und verläuft dann Richtung Osten ziemlich hügelig weiter. Dadurch ergeben sich sehr große Rauigkeitslängen wodurch die Windenergienutzung nur auf den Anhöhen mit sehr hohen Nabenhöhen möglich ist. (Siehe Karte „Perspektive“) Vom Standort aus sollte eine freie Rundumsicht ohne Hindernisse von mindestens 10 km möglich sein. Innerhalb von Waldflächen und an Waldrändern ist die Rauigkeitslänge oberhalb der Baumwipfel sehr groß, so dass auch bei Nabenhöhen von 100 m noch mit erheblich verminderten Windgeschwindigkeiten zu rechnen ist. Erfahrungen bei bestehenden Anlagen bestätigen dieses eindrucksvoll, so dass in diesen Bereichen Nabenhöhen von 138 m zwingend sind.

Durch die westlich vorgelagerte Münchner Schotterebene ist mit einer guten Anströmbarkeit aus Richtungen Südwest bis Nordost auszugehen. Bei großen Nabenhöhen ist auch aus den anderen Richtungen mit einer ausreichend guten Anströmbarkeit zu rechnen.

Siehe **Anlagen 3 und 4**

Aufnahmefähiges Stromnetz

Der Anschluss einer Windenergieanlage erfolgt an das Mittelspannungsnetz (20 kV). Die Anschlussmöglichkeit sollte innerhalb einer Entfernung von 1,5 km möglich sein. Wegen der Kosten der Kabeltrasse wirken sich größere Entfernungen schon sehr stark auf die Wirtschaftlichkeit aus.

Straßen und Wege

Der Standort muss über Straßen und Wege erreichbar sein, die Schwertransporte bis zu einem Gewicht von 100 to aufnehmen können. Dieses ist in der Regel gegeben. Bei der Nutzung von Feldwegen ist ein Ausbau auf mind. 3 m Breite erforderlich.

Abstand zur Wohnbebauung

Der Abstand zur Wohnbebauung richtet sich nach den Immissionen, die auf die Wohngebäude einwirken. Diese resultieren in erster Linie aus dem Schall und dem Schattenwurf.

Schall

Beim Schall sollte darauf geachtet werden, dass ein Anlagentyp gewählt wird, der einen möglichst geringen Schallleistungspegel aufweist. Hier sind getriebelose Anlagen im Vorteil.

Die Grenzwerte, die nach der TA-Lärm am Immissionsort (Wohnhaus) eingehalten werden müssen, betragen auf den Nachtwert (22:00 - 06:00 Uhr) bezogen:

35 dB(A)	für reine Wohn-, Erholungs- und Kurgebiete
40 dB(A)	für allgemeine Wohn- und Kleinsiedlungsgebiete (vorw. Wohnnutzung)
45 dB(A)	für Kern-, Misch- und Dorfgebiete (ohne Überwiegen einer Nutzungsart)
50 dB(A)	für Gewerbegebiet (vorw. gewerbliche Nutzung)

Ausgehend von der Annahme, dass eine moderne getriebelose, binnenlandoptimierte Anlage mit 2 MW Nennleistung und einer Nabenhöhe von 138 m aufgestellt wird und keine weiteren Schallquellen vorhanden sind, ergeben sich folgende Anhaltswerte der Mindestabstände zur Wohnbebauung:

35 dB(A)	770 m
40 dB(A)	550 m
45 dB(A)	330 m

Bei einer Nabenhöhe von 108 m reduzieren sich die Abstände um ca. 20 m.

Die Abstandswerte stellen Ca.-Werte dar, bei denen die Grenzwerte mit Sicherheit unterschritten sind. Für die genaue Ermittlung ist ein Schallgutachten erforderlich, bei dem auch die Geländeform mit berücksichtigt werden muss.

Schatten

Es muss sichergestellt sein, dass Anwohner nicht durch den Schatten der drehenden Rotorblätter belästigt werden. In Gerichtsurteilen der letzten Jahre wurde wiederholt bestätigt, dass der bewegte Schattenwurf ab einer Einwirkdauer von mehr als 30 Minuten pro Tag und insgesamt mehr als 30 Stunden pro Jahr unzumutbar belästigend ist. Bei der Ermittlung dieser Einwirkdauer handelt es sich um theoretisch (astronomisch) mögliche, in der Praxis aber wegen der auch bewölkten oder bedeckten Wetterlagen so nicht erreichbare Werte.

Auf Grund des unterschiedlichen Sonnenstandes zu verschiedenen Tageszeiten sind besonders in westlicher und östlicher Richtung zu einer Anlage grundsätzlich große Schattenreichweiten möglich. Allerdings wird die Intensität des Schattens mit zunehmender Entfernung auch immer geringer. Die Belästigungsgrenze liegt auf Grund geringen Schattenkontrastes in einer Entfernung von etwa 1.300 m vom Anlagenstandort. Bei prinzipiellen Berechnungen zur tatsächlichen Schattenwurfzeit zeigte sich, dass es schon in 500 m Entfernung zur WEA nur noch wenige Punkte im Westen und Osten der Anlage gibt, die mehr als 10 Stunden im Jahr beschattet werden. Für die genaue Ermittlung ist ein Schattengutachten erforderlich, bei dem auch die Geländeform mit berücksichtigt werden muss.

Für in Frage kommende Standorte sind als **Anlage 6A bis 6F** Pläne mit Schattenbildern dargestellt. Innerhalb der schraffierten Fläche werden die Grenzwerte überschritten.

Abstand der Anlagen zueinander

Bei der Aufstellung mehrerer Anlagen zu einem Windpark ist die Aufstellungskonfiguration für die Wirtschaftlichkeit von entscheidender Bedeutung, weil sich die Anlagen gegenseitig abschatten.

Der Rotor nimmt die Strömungsenergie des Windes auf. Die Windströmung (Windgeschwindigkeit) wird hinter dem Rotor auf ca. die Hälfte reduziert und füllt sich von den Seiten wieder langsam auf. Nach einer Entfernung von dem 8- bis 10-fachen Rotordurchmesser hat sich die Windströmung erst wieder normalisiert.

Wenn Anlagen zu dicht hinter einander stehen, nehmen sie sich gegenseitig den Wind. In der dargestellten Grafik ist dieser Effekt deutlich zu sehen, wenn die Anlagen nur mit einem Abstand von dem 4-fachen Rotordurchmesser aufgestellt sind.

Dabei ist zu bedenken, dass physikalisch begründet, bei der halben Windgeschwindigkeit nur ein Achtel des Ertrages erzeugt wird.

Bei der Standortanalyse für den Landkreis Ebersberg ist also zu berücksichtigen, dass die möglichen Standorte bei der Aufstellung mehrerer Anlagen weit genug auseinander liegen. Bei der in Frage kommenden Anlagengröße von 2 MW und 82 m Rotordurchmesser ergibt sich ein Abstand von mindestens 500 m, möglichst 650 m.

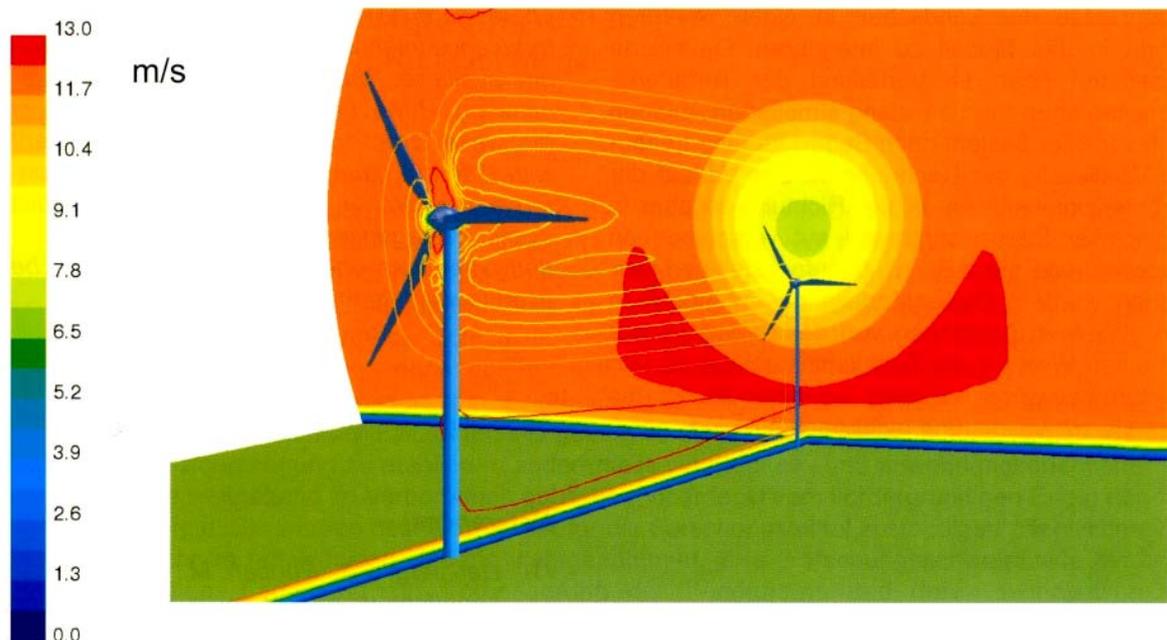


Abb. 4: Isolinien der Windgeschwindigkeit hinter einer Windenergieanlage (Abstand 4 D). In Windrichtung und in der Ebene der 2. Anlage (ausgefüllt). 13 % Turbulenzintensität, 12,5 m/s Windgeschwindigkeit.

Anlagentyp und Anlagengröße

Aus schalltechnischen, umweltschutztechnischen und wirtschaftlichen Gründen sollte auf binnenslandoptimierte, getriebelose Anlagen mit einer möglichst hohen Nabenhöhe zurückgegriffen werden.

Sehr gute Erfahrungen wurden mit den 2 MW-Anlagen der Firma Enercon vom Typ E82 gemacht. Getriebelose Enercon-Anlagen wurden auch in München auf dem Müllberg und im Landkreis Pfaffenhofen eingesetzt. In Vilsbiburg wird Ende 2009 von den Stadtwerken eine E82 mit den hier dargestellten Abmessungen aufgestellt. Die Anlage wird 10% des Strombedarfs der Stadtwerke erzeugen.

Abmessungen siehe **Anlage 1**

Mögliche Standorte im Landkreis Ebersberg

Entsprechend der Aufgabenstellung wurde das gesamte Kreisgebiet analysiert. Unter den Gesichtspunkten Windhöffigkeit, offensichtliche Ausschlusskriterien (Schatten, Schall) und notwendiger Anlagenabstand zu einander ergeben sich nach dieser ersten Analyse im Kreisgebiet insgesamt 19 mögliche Standorte. Die aus der Sicht der Windhöffigkeit in Frage kommenden Flächen müssen sich höhenmäßig aus der Umgebung abheben und sollten über 590 m ü NN liegen. Sie ziehen sich daher an der Höhenkante östlich des Ebersberger Forstes und von Kirchseeon bis zum Egmatinger Forst hin.

In der **Anlage 2** werden die geeigneten Flächen und die Standorte aufgezeigt.

Zum besseren Verständnis sind die Standorte zusätzlich auf der Relief-Karte dargestellt **Anlage 5**.

Um innerhalb der dargestellten windhöffigen Flächen mögliche Standorte ermitteln zu können, sind die notwendigen Abstände zu berücksichtigen:

- Abstand zur Wohnbebauung wegen Schall- und Schattenemissionen.
- Abstand der Anlagen zueinander (500 – 800 m) wegen der gegenseitigen Wind-Abschattung.

Da die Schattenemissionen als kritisch zu betrachten sind, wurden Pläne mit den möglichen Standorten erstellt und die Schattenflächen eingezeichnet in denen die Grenzwerte überschritten werden.

Siehe **Anlagen 6A bis 6F**

Die einzelnen möglichen Standorte sind in den anliegenden Plänen dargestellt.

Siehe **Anlagen 7A bis 7F**

Zusammenfassung

Vom Windpotential ausgehend wird im Raum Ebersberg mit modernen binnenlandoptimierten Windkraftanlagen und einer hohen Nabenhöhe (>100 m, möglichst 138 m) ein wirtschaftlicher Betrieb möglich sein. Allerdings sind genaue Standortanalysen und standortbezogene Windgutachten erforderlich. Windgutachten geben wegen der zur Verfügung stehenden Ertragsdaten aus der weiteren Umgebung recht präzise Ergebnisse. Trotzdem sind Windmessungen empfehlenswert.

Die möglichen Standorte im Landkreis Ebersberg beschränken sich auf einen schmalen Streifen südöstlich des Ebersberger Forstes und im weiteren Verlauf auf der Linie Kirchseeon-Aying der Hangkante zur Münchner Schotterebene folgend.

In dem Bereich zwischen Schafweide und Kirchseeon sind wegen der dichteren Bebauung die notwendigen Abstände nicht einhaltbar, so dass dieser Bereich für die Windenergienutzung mit modernen Großanlagen nicht möglich ist.

München, den 05.09.2008

Günter Beermann

Anlagen 1 bis 7E

Dipl.-Ing.
Günter Beermann
Sollner Straße 10
D-81479 München

Telefon:
089 / 791 36 53
0172 / 851 84 82
Telefax
089 / 791 34 80

Internet: www.beermann-energiesysteme.de
e-mail: beermann-energiesysteme@t-online.de