

## Windenergie in der Türkei

Allgemeine Erfahrungen und Aktivitäten des DEWI

Türkiyede Rüzgar Enerjisi

DEWI'nin genel tecrübe ve faaliyetleri

Klug, Helmut; Varlik, Müslüm; DEWI

In der Türkei sollen in den nächsten 10 Jahren 5 % des Stroms aus erneuerbaren Energien erzeugt werden. Somit wurde das ursprünglich gesetzte Ziel von 2 % mehr als verdoppelt. Im Rahmen einer im letzten Jahr gestarteten Ausschreibung, bei der die Ausschreibungsfrist im Mai 2000 endete, sind in insgesamt 9 Provinzen in der Türkei Windparks mit einer Gesamtkapazität von 390 MW vorgesehen. Am 21. Mai 2001 müssen die Bewerber einen Kilowattstundenpreis anbieten, aufbauend auf einer einjährigen Windmessung in mindestens 30 m Höhe. Eine Bietergarantie in Höhe von 1 % des Projektvolumens muß in Form einer Bankbürgschaft zusammen mit den Ausschreibungsunterlagen eingereicht werden. Der Anbieter, der den Zuschlag für ein Projekt erhält, muß eine weitere Bankbürgschaft über ca. 3 % des Projektvolumens vorweisen, um zu gewährleisten, daß innerhalb einer noch festzusetzenden Frist von ca. 6 Monaten mit dem Projekt begonnen wird. Außerdem sind 5 % des Projektvolumens an die für die Standortflächen zuständige Forstbehörde abzuführen. Die Projektausschreibung erfolgt nach dem BOT-Modell (Build-Operate-Transfer), d.h. nachdem der Windpark finanziert und 20 Jahre betrieben wurde, wird er dem Staat übergeben.

Außerhalb dieser Ausschreibung können auch andere Windparks in den nicht ausgeschriebenen Regionen beantragt werden. Es müssen auch hierbei Windmessungen durchgeführt werden, die innerhalb von 10 Tagen nach Meßbeginn dem Energieministerium anzuzeigen sind. Nach einem halben Jahr ist ein Zwischenbericht über die Windmessungen vorzulegen. Erste Projekte, die jetzt schon genehmigt wurden, liegen bei einem mittleren Kilowattstundenpreis von ca. 0.06 bis 0.065 US \$. Es wird allerdings davon ausgegangen, daß größere Windparkprojekte auch mit einem Kilowattstundenpreis von 5 bis 6 cents angeboten werden. Ein vereinfachtes Genehmigungsverfahren ist für Eigenverbraucher vorgesehen. Bis Ende des Jahres 2001 sollen ca. 1200 MW genehmigt werden, davon ca. 580 MW vor dem Ende der Ausschreibungsfrist für das 390 MW-Programm.

Auf dem 4. Windenergie-Workshop in Sarigerme (Juni 2000, Teilnehmerkreis: ca. 100

*Türkiyede önümüzdeki 10 yıl içerisinde elektrigin % 5'inin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması düşünülmektedir. Bununla başlangıçta öngörülen % 2'lik hedef 2 katından fazlasına ulaşmaktadır. Geçtiğimiz yıl içerisinde başlatılan ve başvuru süresi 2000 yılının mayıs ayında sona eren bir ilan kapsamında Türkiye'de dokuz değişik alanda toplam 390 MW kapasiteli rüzgar parki kurulması öngörülmüştür. Yatırımcıların 21 Mayıs 2001 tarihinde en az 30 m. yükseklikte yapılan rüzgar ölçümlerine dayanarak üretilen elektrik için kilowatsaat fiyatı teklif etmeleri gerekmektedir. Başvurucu garantisi olarakta gerekli diğer evraklarla birlikte projedegerinin %1'i nispetinde bir teminat sunulması gereklidir. İhaleyi kazanan yatırımcıdan henüz kesinleşmemiş olmasına rağmen 6 ay ile 1 yıl arasında olması düşünülen bir sürede projeye başlayacağını garantisi olarak projedegerinin % 3'ü nispetinde yeni bir teminat daha istenmektedir. Verilen garantiler dışında yatırımcı projedegerinin % 5'i gibi bir meblağı Orman Genel Müdürlüğüne ödeyecektir. Projelerin gerçekleştirilmesi YID (Yap- İstet- Devret) modeline göre yapılmaktadır. Buna göre yatırımcı 20 yıllık işletmeden sonra rüzgar parkini hazineye devreder.*

*İlan kapsamı dışında kalan alanlarda da rüzgar parki kurmak için başvuruda bulunulabilir. Bu alanlarda da başlanmasından itibaren en geç 10 gün içerisinde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına bildirilerek ölçümlerin yapılması, 6 aylık ölçüm sonuçları elde edildikten sonra Bakanlığa bir ara raporun verilmesi gerekmektedir.*

*Temmuz 2000 tarihine kadar onaylanmış olan projelerde kilowatsaat elektrige ödenen ortalama fiyat 0,06 ile 0,065 amerikan dolari arasında degismektedir. Ancak bundan sonra gerçekleştirilmesi düşünülen daha büyük rüzgar parkları için 0,05 ile 0,06 amerikan dolari arasında teklif geleceği tahmin edilmektedir. Kolaylaştırılmış bir onay sistemi kendi ihtiyacı için rüzgar parki (Auto Produktion) kurulmasında öngörülmektedir. Yaklaşık 580 MW'lık bölümü Mayıs ayı sonuna kadar olmak üzere 2001 yılı içinde yaklaşık 1200 MW gücünde projeye onay verilecektir.*

*Katılımcıları yatırımcı, üretici, planlamacı, bakanlık, üniversite, teknik hizmet veren enstitü,*

Personen aus den Bereichen Hersteller, Genehmigungsbehörden, Planer, Finanziierer, Forschungsinstituten, Meßinstituten, Anbieter von Meßgeräten und Planungssoftware) wurde das Ausschreibungsmodell stark kritisiert. Es wurde am Beispiel anderer Länder gezeigt, daß in den Anfangsjahren einer erfolgreichen Windenergiepolitik nur ein Festpreis zu einer Etablierung eines Windenergiemarktes führen kann.

bankacı, ölçü aletleri üreticisi ve programcı çevrelerinden oluşan yaklaşık 100 kişinin katılımıyla 2000 Haziranında Sarıgerme'de gerçekleştirilen 4. Rüzgar Enerjisi Sempozyumunda bakanlığın ilan ve onay verme usulü eleştirilmiş, değişik ülkelerden örnek gösterilerek başarılı bir rüzgarenerjisi politikasının başlangıç yıllarında, yalnızca sabit fiyatlar uygulanarak rüzgar enerjisi pazarının etablenilebileceği dile getirilmiştir.



Abb. 1: Standorte der Windmessungen  
Rüzgar Ölçümü yapılan alanlar

Copyright der Karte: © Rand McNally/Westermann Schulbuchverlag, Braunschweig

Das DEWI führt zur Zeit in der gesamten Türkei 43 Windmessungen im Auftrag der Kunden BEST, Yelen, AKSA, BIM, InnoVent, Projekt GmbH, Taboglu und TÜRK DE WIND durch (Standorte s. Abb. 1). Bei einigen Messungen liegt inzwischen ein Abschlußbericht über einen Meßzeitraum von 12 Monaten vor. Das DEWI ist zur Zeit dabei, Langzeitmeßstationen des Meteorologischen Dienstes in der Nähe dieser Windmessungen aufzusuchen, um die Qualität der Langzeitmessungen im Gespräch mit dem zuständigen Meteorologen zu beurteilen, und gegebenenfalls diese Daten im Auftrag unserer Kunden zu erwerben. Die Langzeitdaten sind unter Umständen auch dann geeignet, die Windverhältnisse an dem Standort der Einjahresmessung (geplanter Windpark) auf die Langjahreswindverhältnisse umzurechnen (MCP-Verfahren: Measure-Correlate-Predict), wenn die Kalibration der Anemometer nicht bekannt ist und der Mast nicht völlig frei angeströmt wird. Da beim MCP-Verfahren rela-

DEWI zu an Türkiyenin değişik yörelerinde BEST A.S., YELEN Enerji A.S., AKSA Enerji Üretim A.S., BIM Ltd. Sti., InnoVent, Projekt GmbH, Taboglu Holding, TÜRK DE WIND adına 43 rüzgar ölçümü yapmaktadır. (Ölçüm yapılan mevkiler için yukarıdaki haritaya bakınız.) Bu mevkilerden bazılarında 12 aylık ölçüm sürecini içeren sonuç raporları hazır durumdadır. DEWI personeli tarafından su sıralarda ayrıca ölçüm yapılan mevkilerin çevresinde yer alan Meteoroloji istasyonları ziyaret edilmekte, yetkili meteorologlarla görüşmek suretiyle uzun süreli ölçümlerin kalitesi değerlendirilmekte ve uygun görüldüğünde bu ölçümler müşterilerimiz adına temin edilmektedir. Meteoroloji istasyonlarından temin edilen bu ölçümler anemometrelerin kalibrasyonu bilinmiyor, anemometreler serbest rüzgar almıyor iseler dahi şartlara göre rüzgar parki planlanan alanlarda yapılan yıllık ölçümlerle kıyaslanarak (MCP- Measure-Correlate-Predict) kullanılabilir. MCP-yönteminde relatif rüzgar ölçümleri önem tasidigi

tive Winddaten relevant sind, ist jedoch sehr genau zu überprüfen, ob in den letzten 20 Jahren Veränderungen an der Meßstation vorgenommen wurden (Ersetzen des Anemometers durch einen anderen Anemometertyp, Lager-schäden am Anemometer, Veränderungen am Aufbau, längere Datenausfälle, hinzukommende Hindernisse, wie neue Gebäude oder wachsende Bäume). An einigen Meßstationen hat sich gezeigt, daß die Ergebnisse der Meßstationen auf einen Abfall der Windgeschwindigkeiten in den letzten 5 Jahren hindeuten, während in Wahrheit innerhalb der letzten Jahre errichtete Gebäude verantwortlich sind, deren Höhe über der Meßhöhe des Anemometers liegen. Die Überprüfung der Meßdaten erfordert sehr viel Erfahrung, um beurteilen zu können, wieviele Jahre der Windmessung zur Bestimmung der Langzeitverhältnisse herangezogen werden können, und welche Stationen aufgrund ihrer Entfernung zu geplanten Windparks und ihrer Komplexität geeignet sind, Langzeitdaten für den Windparkstandort zu berechnen. Für das MCP-Verfahren sind Zeitreihen der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung (z.B. Stundenwerte) notwendig, da nicht nur das Verhältnis der mittleren Windgeschwindigkeit interessant ist, sondern für eine Windparkplanung die Langzeitwindverteilung pro Windrichtungssektor (unter Berücksichtigung von Windrichtungs-drehungen im komplexen Gelände) berechnet werden muß. Leider ist bisher bei keiner käuflich erwerbbaaren Planungssoftware die windrichtungsabhängige Langzeitkorrelation ausreichend berücksichtigt.



Abb. 2: Anemometer der Langzeitmeßstation  
Met. Istasyonunun ölçüm aleti

Abb. 2 und 3 zeigen beispielhaft den „üblichen“ Aufbau einer Langzeitmeßstation. Das Anemometer befindet sich auf einem Mast, ca. 2 m über einem turmähnlichen Aufbau auf dem Flachdach eines Gebäudes. Leider wurde in einem Hauptwindrichtungssektor vor einigen

çin, son 20 sene zarfında ölçüm istasyonlarında herhangi bir degisiklik yapilip yapilmadiginin çok titiz bir sekilde incelenmesi gerekmektedir (Anemometrenin yeni bir aletle degistirilmesi, anemometre yataginda bozukluk, montaj degisikligi, uzun süre ölçümlerin kesilmesi, yeni bina insasi veya büyümekte olan ağaçlar gibi çevrede olusan degisiklikler). Bazi istasyonlardan temin edilen ölçümler son bes yilda rüzgar hizinda bir düşüsü göstermekte, ama incelemelerimizde ölçümlerdeki bu düşüsün asil sebebinin meteoroloji binasinin yakinina yüksek bir binanın insa edilmesi oldugu açiga çikmaktadir. Rüzgar parki için uzun süreli hesaplamaların yapilabilmesinde; kurulacak rüzgar parkina olan uzakliklari ve cografi konumdan ötürü hangi meteoroloji istasyonundan alinacak ölçümlerin ve kaç yil süre için kullanilabileceklerinin degerlendirilmesi oldukça tecrübe gerektirmektedir. Rüzgar parki planlamasinda önemli olan yalnızca ortalama veriler degil, bunun yanisira rüzgarin her yön sektörüne göre dagilimininda (cografi konumun sebebiyet verdigi rüzgaryönü degisikliklerinde gözönüne alinarak) hesaba katilmasi gerektiginden MCP-yönteminde kullanilacak rüzgar hizi ve yönünü içeren verilerin belli zaman birimleri için (örneğin saatlik) olmaları gerekmektedir. Su an piyasadan satin alinabilen planlama programlarinin hiçbirinde ne yazikki rüzgar yönüyle baglantili uzun süreli korelasyon gerektigince dikkate alinmamaktadır.



Abb. 3: Blick in Hauptwindrichtung  
Ana rüzgar yönüne bir bakis

2 ve 3 No.lu fotoğraflar anemometrelerin meteoroloji istasyonlarındaki tipik montajini göstermektedir. Anemometre kuleyi andiran meteoroloji binasinin üzerinde bulunan yaklaşık 2m. yüksekligindeki bir diregin tepesine monte edilmistir. Ne yazikki 3 nolu fotoğrafta görüldüğü

Jahren ein Gebäude errichtet (s. Abb. 3), das etwa die gleiche Höhe wie das Anemometer aufweist, so daß von den 20 Jahren Meßdaten nur die letzten drei herangezogen werden konnten. Von dieser Station konnten trotzdem sehr wichtige Ergebnisse für die Windparkplanung gewonnen werden, da sich gezeigt hat, daß die Windrichtungsverteilung der Einjahresmessung nicht repräsentativ war und die Planung nur mit der Einjahresmessung zu Energiertragsverlusten durch Abschattung der Anlagen innerhalb des Windparks geführt hätte. Mit den Langzeitwindverhältnissen am Meßmaststandort werden nun vom DEWI die Windverhältnisse und Erträge an jedem Anlagenstandort (für unterschiedliche Nabenhöhen und Anlagentypen) bestimmt (micro siting) und unter Berücksichtigung der Infrastrukturkosten (Wege, Netzanschluß) eine Windparkoptimierung vorgenommen.

Im komplexen Gelände werden vom DEWI auch SODAR-Messungen des Windprofiles an einzelnen Anlagenstandorten bis zu einer Höhe von 120 m angeboten (Siehe Artikel Seite 16).

*gibi birkaç sene öncesi ana rüzgar yönünde yaklaşık anemometre ile aynı yükseklikte bir bina inşa edildiginden, 20 yıllık ölçümlerden sadece son 3 yıllık ölçümler kullanılmaya elvermektedir. Böyle olmasına rağmen bu meteoroloji istasyonundan rüzgar parki planlaması için çok önemli bilgiler elde edilmistir. Buna göre bir yıllık ölçümlerden sağlanan rüzgar yönüne ilişkin veriler reprezentatif olmadiginden sadece bu verilere dayanılarak yapılacak bir rüzgar parki planlaması direklerin birbirlerini gölgelemesi neticesinde önemli üretim kaybına yol açacaktır.*

*DEWI gelecek adım olarak ölçüm yapılan mahallerde her dikilecek kule yeri için (değişik tip ve değişik yüksekliklerde) rüzgar oranı ve randımanı belirleme (micro siting) ve altyapı giderlerini de (Yol, hat bağlantısı) hesaba katarak rüzgar parki optimizasyonuna başlayacaktır.*

*Ayrıca DEWI, rüzgarprofilinin belirlenmesinde rüzgar kulesi yerleri için 120 m yüksekliğe kadar SODAR-ölçümleride hizmete sunmaktadır. (Daha geniş bilgi için 16. sayfadaki makaleye bakınız).*