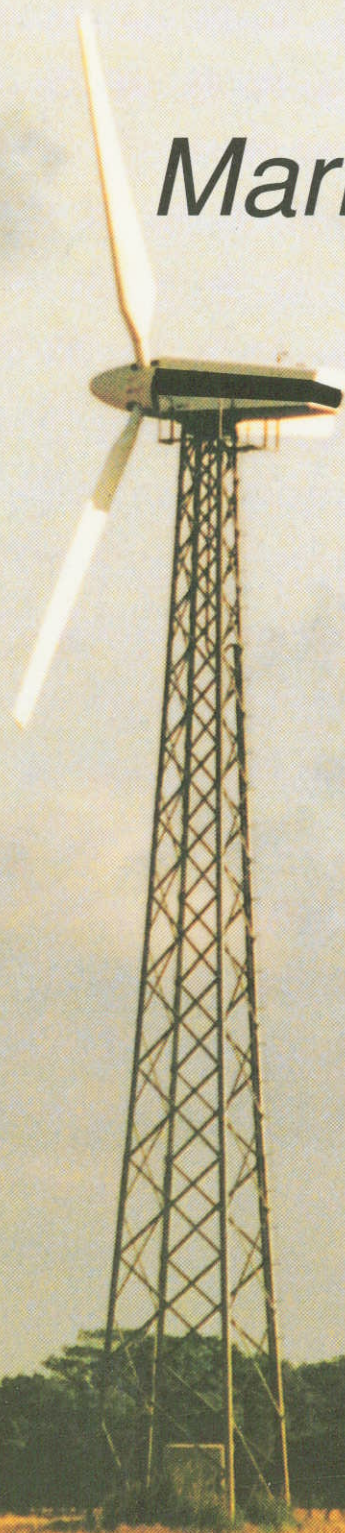


Windkraftanlagen

Marktübersicht 1993



*Interessenverband
Windkraft
Binnenland e.V.*

28 04 93

Windkraftanlagen Marktübersicht '93

vierte Ausgabe

herausgegeben vom Interessenverband Windkraft Binnenland

1. Auflage: 2500

März 1993

Grafische Gestaltung und Satz: Eckhard Eilers, Melle

Druck: STEINBACHER DRUCK GmbH, Osnabrück

ISBN 3-926131-11-X

Bestelladresse

Interessenverband
Windkraft Binnenland
Pottgraben 37
4500 Osnabrück
Tel.: (05 41) 20 15 93
Fax (05 41) 25 93 03

Einzelpreis: DM 25,00

Vorwort zur Marktübersicht

Mit der "Marktübersicht Windkraftanlagen 1993" gibt der Interessenverband Windkraft Binnenland e.V. (IWB) zum 4. Mal einen Überblick über das Marktangebot der europäischen Windkraftbranche.

Der IWB versteht sich als Interessenvertretung der Anlagenbetreiber. Er hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Rahmenbedingungen für die Aufstellung von Windkraftanlagen zu verbessern. Zum einen geht es dabei um das Ziel der Einführung gerechter Netzeinspeisebedingungen für Strom aus Windkraftanlagen, zum anderen um die Mitwirkung bei der Schaffung von für alle Seiten akzeptablen Förderbedingungen oder um Fragen des Baurechtes. In all diesen Fragen ist der IWB als Organisation für die Windenergiepolitik gefragt und hat in diesen Bereichen auch in den vergangenen Jahren erhebliche Verbesserungen für die Betreiber von Windkraftanlagen erreicht. Es liegt uns natürlich auch als Betreiberorganisation sehr am Herzen, daß dann im entscheidenden Moment, wenn die wirtschaftlichen und baurechtlichen Fragen geklärt sind, die richtige Anlage an die richtige Stelle kommt. Daher haben wir auch diesmal die gesammelten Daten am Informationsbedarf der zukünftigen Betreiber orientiert. Zusätzlich haben wir einige Informationsartikel von grundsätzlicher Bedeutung mit aufgenommen. Wir freuen uns über das breite in der Bundesrepublik angebotene Spektrum an Windkraftanlagen, das für unterschiedliche Betreiberinteressen und Windpotentiale ein gutes Angebot darstellt.

Die hier vorliegende Marktübersicht ist in Zusammenarbeit mit den Herstellern von Windkraftanlagen für den bundesdeutschen Markt entstanden. Sowohl der IWB als auch die Hersteller waren dabei sehr bemüht, die Datenblätter der Anlagen sorgfältig auszufüllen und Fehler zu vermeiden. Wir hoffen, daß uns das bei dieser Ausgabe noch besser gelungen ist als bei den vorhergehenden. Trotzdem ist es klar, daß wir keine Gewähr für die in der Marktübersicht gemachten Angaben übernehmen können. Wir möchten hiermit auch noch einmal ausdrücklich den Herstellern für ihre aufgeschlossene Kooperation danken.

Für seine Mitglieder bietet der IWB darüberhinaus ein umfassendes Informations- und Dienstleistungsangebot: über die Geschäftsstelle in Osnabrück (0541-201593) werden Hilfen angeboten bei Problemen im Baugenehmigungsverfahren, in den Verhandlungen mit den Energieversorgungsunternehmen wie auch der Beantragung von Fördergeldern sowie bei der Bildung von Gemeinschaftsprojekten. Im Mitgliedsbeitrag von 80,00 DM/Jahr ist darüberhinaus ein Abonnement der Monatszeitschrift "Neue Energie" enthalten. Dort sind die laufenden Betriebsergebnisse von zur Zeit ca. 800 deutschen Windkraftanlagen dokumentiert.

Jeder Verbandserfolg ergibt sich allerdings nur aus der Summe der Aktivitäten der einzelnen Mitglieder. Im IWB ist daher nicht nur der Vorstand aktiv. Gegenwärtig gibt es in fast allen Bundesländern eine oder mehrere Regio-

nalgruppen, in denen sich Mitglieder für bestimmte, nicht nur gebietspezifische Anliegen engagieren.

In der Jahreshauptversammlung am 19. Juni 1993 soll es in der Atomkraftwerksstadt Lingen insbesondere darum gehen, die Notwendigkeit einer "Energiewende" verstärkt in das Bewußtsein der Öffentlichkeit zu bringen. Das Einführungsreferat wird dort in der Gaststätte Wilhelmshöhe ab 10 Uhr der bekannte Fernsehjournalist Dr. Franz Alt halten. Seine Thesen und die Forderungen der Mitglieder werden anschließend mit den energiepolitischen Sprechern der beiden großen Bundestagsfraktionen diskutiert. Der Weitertransport der politischen Forderungen der IWB-Mitglieder an Landes- und Bundestagspolitiker war immer wieder Haupttätigkeit des IWB und soll dieses auch in Zukunft bleiben.

Wenn Sie nähere Informationen wünschen, wenden Sie sich bitte an den IWB, Pottgraben 37, W-4500 Osnabrück. Und nun bleibt uns nichts, als Ihnen gute Impulse bei der Lektüre dieser Schrift zu wünschen. Vielleicht ist es auch Ihnen möglich, aktiv zu sparsamem Energieverbrauch und schadstofffreier Energieproduktion beizutragen.

Bert Niermann

(1. Vorsitzender)

Interessenverband Windkraft Binnenland e.V.

Inhalt

	Anlagen bis 50 kW	Anlagen 50 – 150 kW
Vorwort	WG 910 _____ 8	Krogmann 15/50 _____ 44
zur Marktübersicht _____ 1	LR 200 (LR 100) _____ 9	HE - 1500L _____ 45
<i>Bert Niermann</i>	Atlantis WB 15 _____ 10	Lagerwey LW 15/50 _____ 46
Umweltschutz Global _____ 4	NEW - Windkraftteichbelüfter _____ 11	HE - 1600 _____ 47
<i>Otto Sprenger</i>	NEW - Windkraftpumpe Typ 2 _____ 12	Tacke TW 60 _____ 48
Zum Gebrauch der Marktübersicht _ 7	C 100-12 _____ 13	NOAH 100 kW _____ 49
	NEW - LMW 250 _____ 14	Pegasus 80/100 _____ 50
	D 300-12 / D 300-24 _____ 15	Lagerwey LW 18/80 _____ 51
	HE - 200L _____ 16	Enercon - 18 _____ 52
	Atlantis WB 20 _____ 17	HE - 2000L _____ 53
	Sonnenwind W 600 _____ 18	Ventis 20-100 _____ 54
	NEW - LMW 600 _____ 19	Seewind 20/110 _____ 55
	Windkraftanlage FD 2.5 _____ 20	Vestas V20/100 kW _____ 56
	Sonnenwind W 1000 _____ 21	Tacke TW 80 _____ 57
	NEW - Windkraftpumpe Typ 5 _____ 22	Fuhrländer astOs 100 _____ 58
	HE - 300L _____ 23	BW 200 _____ 59
	NEW - LMW 1003 _____ 24	
	Rasmus Windflower _____ 25	
	KiKA – 4/18 – W km _____ 26	
	HE - 400L _____ 27	
	Ventis 04-05 _____ 28	
	Sonnenwind W 3000 _____ 29	
	NEW - LMW 2500 / 3600 _____ 30	
	Atlantis WP 60 E _____ 31	
	HE - 600L _____ 32	
	Inventus 6 (13/19 S) _____ 33	
	Peters PG 10 _____ 34	
	NEW 10/7 _____ 35	
	HE - 1000L _____ 36	
	HE - 1000 _____ 37	
	Fuhrländer astOs 30 _____ 38	
	NEW 100 - 25 kW _____ 39	
	Südwind Serie 1200 _____ 40	
	Kano - Rotor 93 - 30 kW - 17m _____ 41	
	Pegasus 36/45 _____ 42	
	BW 160 _____ 43	

Anlagen 150 – 320 kW

Pegasus 200/225 _____	60
Wind Master 200kW/22,5m _____	61
AN BONUS 150/30 kW _____	62
Nordtank 150 XLR _____	63
Wind World W- 2500/220 kW _____	64
Wind Master 300kW/28m _____	65
WTN 200/26 _____	66
Tacke TW 250 _____	67
Wind World W- 2700/150 kW _____	68
Micon M 570-200/40 kW _____	
Micon M 530-250/50 kW _____	69
GET DANWIN 27 _____	70
Lagerwey LW 27/250 _____	71
Vestas V27/225 kW _____	72
Nordex 27 _____	73
Breath 150 _____	74
Südwind N3127/40mp _____	75
Nordtank 300/31 _____	76
H-Rotor 300 _____	77

Anlagen ab 320 kW

Micon 750-400/100 kW _____	78
Micon 750-250/50 kW _____	78
AEV 36/500 _____	79
Tacke TW 500 _____	80
AN BONUS 450 kW/37 _____	81
EUROTURBINE 500 _____	82
Nordtank 500/37 _____	83
Wind World W-3700/500 kW _____	
Wind World W-4100/500 kW _____	84
WTN 500/37 _____	85
Wind Master 550kW/37m _____	86
Vestas V39/500 kW _____	87
ENERCON - 40 _____	88
Micon M 1100 / M 1300 - 600/150 kW _____	89
Wind Master 750kW/40m _____	90
Nordex 41 _____	91
Floda 600 _____	92
Nordex 52 _____	93

Fachbeiträge

Der Wind _____	94
<i>Dipl.-Ing. Ewald J. Seebode</i>	
Welche Genauigkeit wird bei der Vorhersage der Stromproduktion von Windanlagen mit dem Windatlasverfahren erreicht? _____	97
<i>Ingenieur-Werkstatt Energietechnik</i>	
Unabhängige Windgutachter _____	100
<i>Adressenliste</i>	
Die Entwicklung von Generatorsystemen für Windkraftanlagen _____	101
<i>Dipl. Ingenieur Alex Soler</i>	
Aktuelle Betriebsergebnisse _____	105
<i>Ingenieur-Werkstatt Energietechnik</i>	
Windkraftnutzung in Deutschland _____	116
<i>Dr. Norbert Allnoch</i>	
Förderung von Windkraftanlagen _____	121
<i>Dipl. Finanzwirt Reiner Borgmeyer</i>	
Netzeinbindungskosten weiter in der Diskussion _____	125
<i>Heinrich Bartelt</i>	
Das WMEP im Breitentest "250 MW Wind" _____	127
<i>Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET), Projektgruppe Windenergie</i>	
Betreibergemeinschaften realisieren Windkraftprojekte _____	130
<i>Heinrich Bartelt</i>	
Datenfernüberwachung mindert Ausfallrisiko _____	132
<i>Dipl. Ingenieur Michael Franke</i>	
Versicherungsschutz für Windkraftanlagen _____	134
<i>Dipl. Volkswirt Josef Wiechers</i>	

Redaktioneller Hinweis**zu den neuen Postleitzahlen ab 1. Juli 1993**

In den Datenblättern der Marktübersicht werden bei den Adressen der Hersteller- oder Vertriebsfirmen zwei Postleitzahlen angegeben. Bitte beachten Sie, daß die vierstellige Postleitzahl in Verbindung mit der Postbezirksziffer in größeren Städten (z.B.: »2000 Hamburg 61«) nur bis zum 30. Juni 1993 gültig ist. Ab dem 1. Juli 1993 ist die neue fünfstelligen Postleitzahl zu verwenden, die in eckigen Klammern [] hinter der alten Postleitzahl aufgeführt ist. Die Angabe der Bezirksnummer in größeren Städten ist dann nicht mehr erforderlich.

Umweltschutz Global

oder: Was an Information bitter Not tut – Windkraftanlagen auf der Haar –

Otto Sprenger, Windkraftanlagenbetreiber und IWB-Mitglied

im Oktober 1992

Die Welt geht zugrunde, aber keiner will es wahrhaben.

□ »Wie sich der Preis eines Barrel Öl auf dem Futures-Markt bewegt hat«, sagt Lester R. Brown, Direktor des Washingtoner Worldwatch Institutes, »das erfahren wir schnell aus der Morgenzeitung. Daß zwischen Gestern und Heute 55 Millionen Tonnen Kohlendioxyd in die Atmosphäre geblasen wurden, steht nirgends.«
DER SPIEGEL 17/1992, S. 136,
Umweltgipfel Rio de Janeiro

□ »In 24 Stunden werden 55 Millionen Tonnen Kohlendioxyd in die Atmosphäre geblasen. Die Hälfte aller Gase, die den Treibhauseffekt bewirken, stammen aus den Energiequellen Kohle, Erdöl und Erdgas, dem Treibstoff der Zivilisation.«
DER SPIEGEL 17/1992

□ »Wir verlieren derzeit pro Sekunde 3000 m² an die vordringende Wüste, 1000 t Mutterboden und produzieren in der gleichen Sekunde 1000 t Müll und Schutt und fast 1000 t Treibhausgase. Wir rotten täglich ca. 10 Tier- und Pflanzenarten aus.«
Prof. Dr. E. U. von Weizsäcker,
Institut für Europäische
Umweltpolitik,
Noch mehr Vorschriften
– der Umwelt zuliebe?

20% der Weltbevölkerung verbraucht 80% der Ressourcen dieser Welt. Muß das nicht zwangsläufig zur weltweiten Völkerwanderung führen, an dessen Beginn wir erst stehen? Wenn wir das nicht möglichst schnell und nachhaltig ändern, werden wir bald von Wirtschaftsfüchtlingen überschwemmt. Was früher eine lokale Katastrophe war und blieb, droht nun ein weltweites Desaster zu werden.

Die westliche Technologiehilfe ist lebenswichtig zur Entwicklung regenerativer Konzepte, zum Überleben der Riesenvölker in Asien und Lateinamerika und gleichermaßen zu eigenen Überleben. Wir brauchen ein neues Wohlstandsdenken und müssen gleichermaßen in unserem ureigensten Interesse dem Osten und der Dritten Welt helfen. Übrigens ist zu hinterfragen, wer die Entwicklungsländer sind, der Norden oder der Süden. Wir im Norden leiden unter einem galoppierenden Mangel an Naturbeziehung, Sozialverhalten und einer schier unersättlichen Gier nach Konsum, Macht und Wohlstandsstreben. Parallel dazu vollzieht sich eine permanente Verein-samung des Einzelnen.

Was wir, der Norden, dringend brauchen, ist von allem »weniger«: »weniger ist mehr, Bescheidenheit, sich bescheiden, Visionen und sehr viel Mut«. Das Ganze, mit von der Obrigkeit durchgesetzter ökologischer Steuerreform. Denn nur so können

Spannungsfelder zwischen Ökologie und Ökonomie, die immer bleiben werden, ausgeglichen werden.(1)

Die Mitglieder des Club-of-Rome appellieren verzweifelt an Regierungen, Industrielle und Privatpersonen, »sofort eine massive und weltweite Kampagne zur Energieeinsparung und zum effektiven Einsatz von Energie zu beginnen«. So ausweglos hatte die Botschaft noch nie geklungen.

In diesem Spannungsfeld zwischen Ökologie und Ökonomie können **regenerative Energiequellen** schlichtend ihren Beitrag leisten. Nein, nicht nur leisten, sie haben eine Aufgabe zum Überleben der Menschheit zu übernehmen. Ist es für manchen heute noch unvorstellbar, so sind wir Menschen zur Selbsterhaltung auf diese Energiequellen aus Wasser, Sonne, Wind und Biomasse langfristig angewiesen. Dabei ist vor allem das Energiewirtschaftsgesetz von 1935 zu ändern. An die Stelle des »fossilen Energie-Mix Atom-Kohle-Öl« müsse der »lebensfreundliche Energiemix Biomasse-Sonne-Wasser-Wind« treten.(2)

Ebenso sei hier der Bericht der Bundestag-Enquete-Kommission »Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre« erwähnt. Danach muß die »Erste Welt« bis zum Jahr 2020 ihren Energieverbrauch mindestens halbieren, wovon 35 - 45 % der Einsparungen aller Energierohstoffe ohne Komfortver-

lust möglich sind. **Das Zauberwort heißt Energiesparen.** Dazu ist es notwendig, daß die Preise die ökologische Wahrheit sagen und wir unser kulturelles und technisches Selbstverständnis in eine andere, neue Richtung lenken. Wenn nun die Preise für alles, was die Mitwelt belastet, steigen, werden nicht nur Ressourcen geschont, sondern die Wirtschaft wird zwangsläufig die Energieeffizienz verbessern und somit einen Teil der Preissteigerung langfristig ausgleichen.

Deshalb ist eine ökologische Steuerreform mehr als überfällig. Die Energie muß entsprechend ihrem Schadstoffausstoß besteuert werden. Das ist gerechte, freie Marktwirtschaft und würde den regenerativen Energiequellen zu einem schnellen Durchbruch verhelfen. Zum Wohle, wenn nicht sogar zum Überleben der Menschen.(3) Denn das »Tal der Tränen« hat sich schon angekündigt: Waldsterben, Ozonloch, Anstieg des Meeresspiegels, Grundwasserstand, Boden-, Wasser- und Luftverschmutzung.

Das bis jetzt beschriebene war als Hintergrundinformation nötig und gleichzeitig als Einstieg gedacht, nach dem Motto: – Global denken – Lokal handeln – .

Wenn es uns nicht bald gelingt, den regenerativen Energiequellen zum Durchbruch zu verhelfen, werden wir

bald ähnlich Negatives erleben, wie es uns zur Zeit das Duale-System Deutschland (Grüner Punkt) beschert.

Die großen Elektro-Versorgungs-Unternehmen machen schon mobil, um uns mit riesigem Werbeaufwand (ähnlich DSD und blauem Engel) den Atomstrom als beste Lösung zu verkaufen, übrigens genau wie das DSD von unserem Geld. Bei dem Atomstrom wird zwar kein Kohlendioxid freigesetzt, aber das Problem zur Entsorgung ist weiterhin völlig ungeklärt und die Atomkraftwerke sind eine große Gefahr für die Menschen.

Nun zu Windkraftwerken, z.B. auf der Haar

Nach zwei, im Ergebnis gleichlautender Studien (Mainzer Institut, Institut für Geographie Münster) kann ein Drittel unseres Stromverbrauchs durch dezentrale Windenergieanlagen gedeckt werden, die anderen zwei Drittel können durch Biomasse, Sonne, Wasser, Blockheizkraftwerke gedeckt werden (Kraft-Wärme-Kopplung).(4)

Der Wind hat die Menschen von jeher fasziniert und gleichermaßen zur Nutzung angestachelt. Von Sonne, Wind, Wasser und Biomasse haben die Menschen über Jahrtausende gelebt.

Schon vor Christi Geburt wurde der Wind in Asien durch Windmühlen genutzt. Ab dem 7. Jahrhundert nahmen sie ihren Einzug auch in Europa. In Deutschland hatten sie im 17. Jahrhundert mit ca. 60.000 Stück ihren Höhepunkt. 1875 standen allein in Norddeutschland 30.000 Stück. Summiert man ihre damalige Leistung (ca. 50.000), dann kommt man auf eine installierte Gesamtkapazität von ca. 5 Millionen Kilowatt oder ca. 55.000 Megawatt, die Leistung von immerhin 7 Großkraftwerken.

In jüngster Zeit haben, nicht zuletzt durch die Vorreiterrolle der Dänen, die Windkraftanlagen eine neue Bedeutung gewonnen. Der Nordstaat verfügt heute als einziges Land der Welt über eine leistungsfähige Windkraftindustrie. Doch auch in Deutschland etablieren sich inzwischen leistungsfähige Windkraftanlagen-Hersteller.(5) Das schafft auch neue Arbeitsplätze, und der primäre Energieverbrauch einer Windkraftanlage ist weit aus besser als der eines Atom- oder Kohlekraftwerkes.

Kraftwerke in Dänemark werden fast ausnahmslos mit Kraft-Wärme-Kopplungen betrieben. Kraftwerke in Westdeutschland heizen meist sinnlos Flüsse und Luft auf. Atom- und Großkraftwerksanlagen sind in Dänemark schlicht überflüssig, und der Strom des kleinen Nachbarn im Norden ist der preiswerteste in ganz Europa. Kleinere, dezentrale Stromeinspeiser entlasten das Netz, helfen mit, daß die unrationellen Leistungsverluste verringert oder vermieden werden. Die Spitzenmanager der deutschen Stromindustrie haben ständig gemauert und sich somit als vorsätzliche Umwelttäter entlarvt, die Konsumenten mußten und müssen dieses teuer bezahlen.(6)

Dabei ist der Eingriff von Windkraftanlagen in das Landschaftsbild eine gewöhnungsfähige Größe, die nicht zuletzt aus vorgenannten Gründen akzeptiert werden muß. Wenn nun der kritischste und gleichermaßen umweltfreundlichste Landschaftsschützer er-



Mitglieder der Betreibergemeinschaft Möhnewind GbR

kennen muß, was Windkraft jetzt schon und erst in Zukunft leisten muß, wird er sich stündlich mit den Anlagen versöhnen.

Aus diesem Grund und auch aus dem politischen Willen nicht zuletzt in Bonn und Düsseldorf, sind Windkraftanlagen im Außenbereich nach dem Bundesbaugesetz § 35 privilegiert. Ebenso kann das neue Energieeinspeisungsgesetz als positiv gewertet werden. Das Bundesland Schleswig-Holstein geht mit Mut und Überzeugung (auch finanziell) daran, bis zum Jahre 2000 15 % ihres Stromverbrauches aus Windstrom zu decken.

Im Gegenzug zu diesem politischen Willen machen sich erst die EVU's und jetzt auch Landschaftsschützer, hier zumindest als fragwürdige Umweltschützer, ans Werk, den Bau von Windkraftanlagen zu erschweren oder gar zu verhindern. Dieses ist bei allem Verständnis für einen aktiven Landschaftsschutz nur schwer bzw. kaum nachzuvollziehen.

Eine mittelgroße Windkraftanlage, wie die in Möneseede-Dreihausen von der Betreibergemeinschaft Mönnewind, spart im Jahr ca.

300 t	CO ₂	(Kohlendioxyd)
1,5 t	SO ₂	(Schwefeldioxyd)
1,74 t	NO _x	(Stickoxyde)
18 t	Flugasche	
7,2 t	Entschwefelungsprodukte	

Sie kann mit ihren rund 300.000 kWh (prognostizierte Jahresleistung) ca. 75 - 80 Haushalte rechnerisch mit Strom versorgen. Wenn dann nun in 1993 die zweite Anlage erstellt wird, werden sich die o.g. Werte verdoppeln.

Stellt man sich vor, daß sich zu dieser Anlage eine Biogasanlage und/oder eine Photovoltaik-Anlage gesellte, wäre Strom noch entsprechender Abstimmung jederzeit verfügbar. Ebenso muß die Solarerzeugung von Wasserstoff ernstlich zur Energieerzeugung mit bedacht werden.

Wenn dann, wie am Anfang beschrieben, der Stromverbrauch bis zum Jahr 2020 halbiert werden muß und sich die Technik im gesamten regenerativen Energieverbrauch verbessert, könnte man schon in absehbarer Zukunft auf dem Haarstrang umweltfreundlichen Strom für weit mehr als die Haardörfer erzeugen. Dazu könnte man im Mönental schlummernde Wasserkraft ebenfalls zu neuem Leben erwecken.

Das ist kein Traum, etwas Vision, aber hart an der Realität.

Dafür brauchen wir Menschen guten Willens, keine klugen Pessimisten und schlaue Nörgler. Nur Optimisten mit einem kräftigen Gespür für das Machbare können etwas bewegen. Es ist höchste Zeit, daß sich die »Umweltschützer« aus ihrer unsicheren Kontrahaltung heraus bewegen und mit den regenerativen Energieleuten nach Lösungen suchen. Denn die Zeit ist überfällig und die »Regenerativen« haben die Türen immer weit offen.

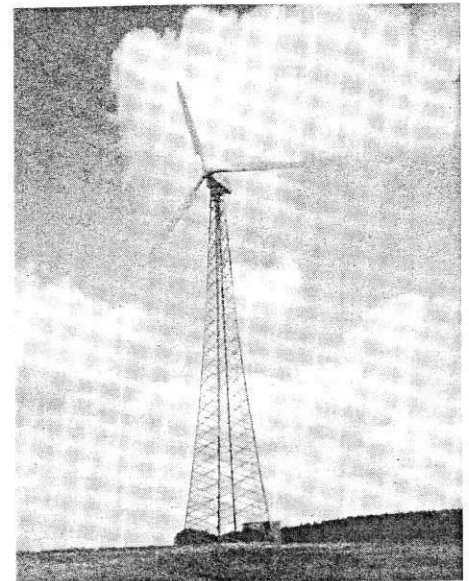
Hubert Weinzirl, Vorsitzender des BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland), hat einmal die folgende Formulierung gebraucht: »Auch wenn das, was wir jetzt tun müssen, sich im Nachhinein nur als halbrichtig herausstellte, ist es um so wichtiger, daß wir es jetzt tun.«

Windkraftanlagenbetreiber sind keine Umweltsünder, sondern Umweltschützer mit viel Mut und einem Auge für das Machbare.

»40 Jahre hat der kalte Krieg unsere Weltsicht geprägt, in den nächsten 40 Jahren wird das Umweltproblem alles bestimmen.«(7) Zusatz des Verfassers: »nicht streiten, sondern im Sinne der Schöpfung unverzüglich handeln.«

Zusammenfassung

Bei allem Verständnis für eine konstruktive Kritik, wenn sie denn nun so ist, bleibt uns nicht mehr viel Zeit, um des Kaisers Bart zu streiten – Handeln ist angesagt. Das gilt besonders für die Bereiche Energie und Verkehr (Ver-



Windkraftanlage »Auf dem Haarstrang« der Betreibergemeinschaft Möneseede GbR an der B 229 (Soest - Arnsberg), 500 m östlich des Bismarckturms.

brennungsmotoren), ebenso für Abfall und Landwirtschaft. Wenn es uns nicht gelingt, in den nächsten 20 Jahren entscheidende Weichen in ein ökologisches Zeitalter zu stellen, nehmen wir unseren Enkeln und Urenkeln die Möglichkeit, sich noch über unseren Kleinmut zu beklagen. Dennoch ist es grundlegend falsch, von Endzeit-Stimmung zu reden. Eine ehrliche Sorge um das Leben muß uns beflügelnd tragen.

»Es gibt viele Dinge, über die brauchen wir nicht reden, wir müssen sie nur tun.«

QUELLEN

- (1) Prof. Dr. E. U. von Weizsäcker, Institut für Europäische Umweltpolitik: Noch mehr Vorschriften – der Umwelt zuliebe?
- (2) Franz Alt, aus: Ökologie Politik
- (3) Prof. Dr. E. U. von Weizsäcker
- (4) Neue Energie 20/1992, Seite 844
- (5) Greenpeace Magazin III/91
- (6) DER SPIEGEL 17/1992
- (7) Michael Oppenheimer, Physiker, USA

Zum Gebrauch der Marktübersicht

Auf den folgenden Seiten finden Sie eine Auflistung der auf dem deutschen Markt angebotenen Windkraftanlagen. Wir haben uns bemüht, die technischen Angaben zu den Anlagen vergleichbar zu halten und alle technischen Kerndaten zusammenzutragen. Diese Zusammenstellung kann Ihnen einen guten Einstieg in den Windkraftanlagenmarkt geben. Sie werden hier sicherlich die drei oder vier interessantesten Maschinen für Ihr geplantes Windkraftprojekt finden und können dann mit den betreffenden Herstellern Kontakt aufnehmen.

Im letzten Jahr gab es von einigen Firmen Kritik an einzelnen Punkten der Datenblätter. So wurde kritisiert, die Angaben zu den bisher aufgestellten Anlagen seien nicht korrekt. Einige Hersteller waren da offensichtlich bei den Zahlenangaben sehr großzügig. Dieser Punkt wird aber von Kaufinteressenten sehr ernst genommen, weil er auch ein Ausdruck für die Erfahrung des Herstellers ist. Wir haben diesen Punkt deshalb überdacht und auf eine Zahlenangabe der Hersteller verzichtet. Statt dessen haben wir bei den Herstellern **Referenzlisten für die in der BRD aufgestellten Anlagen** angefordert. Die Zahlen spiegeln also die Anzahl der Anlagen auf den Referenzlisten wieder. Die zweite Zahl, Anlagen laut Monatsstatistik, zeigt, mit wievielen Anlagen dieser Typ in der Betreibermonatsstatistik geführt wird. Die Betreibermonatsstatistik, die in vorbildlicher Weise vom Ingenieurbüro Jochen Keiler und Helmut Häuser geführt wird, ist ein eminent wichtiges Instrument der Windkraftanlagenbetreiber. Anlagen, deren Erträge in dieser Statistik gemeldet werden, helfen tatsächlich erheblich bei einer realistischen und erfolgreichen Planung zukünftiger Projekte. Da die hier gemeldeten Anlagen relativ weit in das Licht der Öffentlichkeit gerückt sind, können wir uns über diese Maschinen ein gutes Bild

machen. Natürlich ist die Meldung in der Monatsstatik freiwillig, trotzdem halten wir es für gut, wenn das Betreiberwerkzeug Marktübersicht auch das Betreiberwerkzeug Monatsstatistik reflektiert.

Viele Probleme gab es im letzten Jahr auch mit den veröffentlichten Leistungskennlinien. Zwar sind uns all diese Kennlinien von den Firmen zur Verfügung gestellt worden, doch gab es im Nachhinein herbe Kritik daran, daß praktisch nebeneinander Kennlinien veröffentlicht worden waren, die eigentlich nicht vergleichbar waren. Obwohl wir der Überzeugung sind, daß auf die Dauer die Existenz einer fairen Betreiber-Kennlinien-Datenbank absolut wichtig ist, haben wir uns dieses Mal entschlossen, die Kennlinien in dieser Ausgabe vorübergehend nicht aufzunehmen. Der reale Hintergrund ist, daß durch eine Initiative der Küstenländer im Moment eine Neuaufnahme und Testierung der Kennlinien stattfindet. Wir hoffen, daß wir in der nächsten Marktübersicht dann vergleichbare Kennlinien veröffentlichen können. Leider war bei Redaktionsschluß dieser Ausgabe die Sammlung der testierten Kennlinien noch sehr unvollständig.

Da wir in der Marktübersicht einen ganzen Wust von Zahlen zusammengetragen haben, damit aber natürlich nicht zur weiteren Verwirrung beitragen wollen, möchten wir Ihr Augenmerk auf die entscheidenden Daten lenken:

In der Kategorie »Rotor« ist das die überstrichene Fläche. Der Aufsatz von Ewald Seebode zeigt, daß man praktisch sagen kann, je größer diese Fläche ist, desto mehr Jahresertrag können Sie von der Windkraftanlage erwarten. Es gibt es dann zwar noch Unterschiede in der Windausnutzung, doch diese Unterschiede sind bei modernen Windkraftanlagen so gering, daß man sie bei einer vordergründigen Betrachtung vernachlässigen kann.

Das belegen auch die uns bisher vorliegenden testierten Leistungskennlinien. Sie sollten immer daran denken, daß der eigentliche »Motor« der Windkraftanlage der Rotor ist und nicht der Generator. Energie, die der Rotor nicht anbietet, kann auch der Generator nicht umsetzen.

Ein Punkt, der in seiner Wichtigkeit oft überschätzt wurde, ist die **Einschaltwindgeschwindigkeit** der Anlagen. Moderne Windkraftanlagen sollten sich natürlich so früh wie möglich einschalten. Doch ob die Anlage normalerweise bei 2,5 m/s oder bei 4 m/s ans Netz geht, ist für den Jahresenergieertrag selbst in Schwachwindregionen eher unbedeutend. Wenn also ein extrem frühes Anlaufen der Anlage mit großem technischem Aufwand erkaufte werden muß und deshalb den Preis der Anlage in die Höhe treibt, führt das eher dazu, die Anlage unwirtschaftlich zu machen.

Als wesentlich bedeutender hat sich da die **Masthöhe** erwiesen. Hier hat sich in der Praxis gezeigt, daß der von den meisten Firmen heute angebotene 36 oder 40 Meter hohe Mast die Wirtschaftlichkeit der Anlagen sogar in der Küstenregion sehr wohl steigern kann.

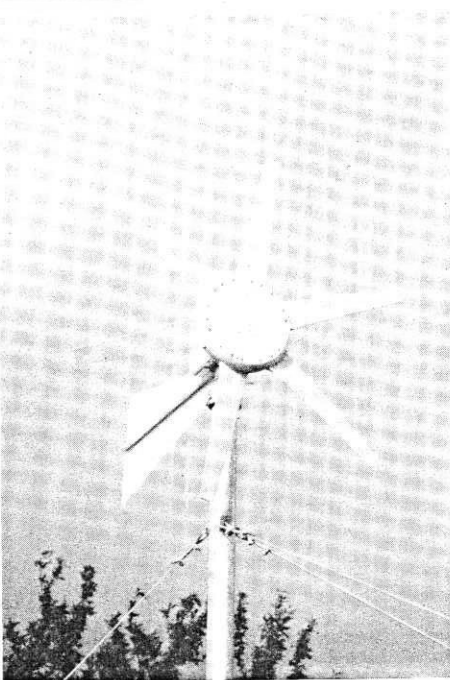
Überhaupt keine Auskunft gibt die Marktübersicht über die **Solidität der angebotenen Windkraftanlagen**. Da können wir Ihnen nur den Rat geben, möglichst einige der Betreiber des entsprechenden Anlagentyps anzurufen und sich über die Störanfälligkeit und die Zuverlässigkeit des Services zu erkundigen. Ansonsten sollten Sie auch die Monatsstatistik im Auge behalten.

Es bleiben also auch nach der Lektüre der Marktübersicht noch eine ganze Reihe von Arbeiten bis zur endgültigen Entscheidung für ein spezielles Windkraftwerk.

WG 910

A. Harbarth
Selbstbaubedarf für Windkraftanlagen
 Hechelner Str. 32
 7769 [78357] Mühlingen
 Tel. 07775/1215

bis 50 kW



GENERATOR	
Bauart	Permanentmagnet
Drehzahl	775 U/min
Energieabgabe	Batterielader
Spannung	12V oder 24 V
Hersteller	

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	0,07 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	2,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	10 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	keine
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST (wird nicht mitgeliefert!)	
Nabenhöhe	min. 4 m
Bauart	2"-Rohr, 61 mm Ø

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	0,183 kg
Maschinengondel ohne Flügel	12,4 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	keine
Drehzahlbegrenzung	keine
Windrichtungsnachführung über	Windfahne

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	839,00 DM
Laderegler	111,00 DM

ROTOR	
Durchmesser	0,91 m
überstrichene Fläche	0,6 m ²
Blattzahl	6
Flügelhersteller	
Anordnung	luvseitig
Material	Vollkunststoff
Drehzahl	775 U/min

GETRIEBE	
Bauart	getriebelos

LR 200 (LR 100)

Dipl. Ing. J. Lutat und O. Ringelstein
Windenergieanlagen und Meßsysteme
Hubertusstraße 63
5100 [52064] Aachen
Tel. 0241/30522



ROTOR	
Durchmesser	1,4 (1,04) m
überstrichene Fläche	1,53 (0,85) m ²
Blattzahl	5 (3)
Flügelhersteller	Lutat / Ringelstein
Anordnung	luvseitig (LR 100) leeseitig (LR 200)
Material	CfK
Drehzahl	550 (760) U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE	
Bauart	Zahnriemen (LR 200) getriebelos (LR 100)
Stufen	1 (-)
Übersetzung	1 : 3 (1 : 1)
Hersteller	Lutat / Ringelstein

GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1650 (750) U/min
Energieabgabe	Batterielader
Spannung	12/24 V
Hersteller	Normgenerator

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	0,2 (0,1) kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,7 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	10 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	3 - 6 m
Bauart	abgespannter Rohrmast
Oberfläche	verzinkt, wahlweise Edelstahl

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	0,25 kg
Maschinengondel ohne Flügel	18,5 kg
Mast	20 - 40 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über Windfahne (LR 100) / passiv (LR 200)	

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	

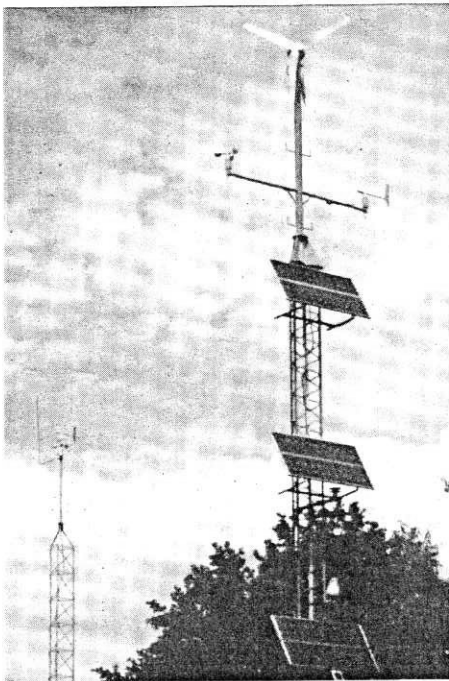
PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	2.250,00 DM (LR 200) 1.590,00 DM (LR 100)
Anlieferung	unterschiedlich
Montage	selbst montierbar
Garantiezeit	6 Monate

SONSTIGES	
Im Anlagenpreis ist ein Laderegler enthalten. Mast gegen Aufpreis in verschiedenen Längen lieferbar. Anlagen lieferbar ab 1.4.1993	

Atlantis WB 15

Atlantis gGmbH
Windkraftanlagen
 Glogauer Straße 19 u. 21
 1000 [10999] Berlin 36
 Tel (Vertrieb) 030/6114394 Fax 030/6189079

bis 50 kW



ROTOR	
Durchmesser	1,5 m
überstrichene Fläche	1,8 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Atlantis gGmbH
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	0 - 900; nom. 750 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE	
Bauart	getriebelos

GENERATOR	
Bauart	synchron, Permanentmagnet, bürstenlos
Drehzahl	0 - 900; nom. 750 U/min
Energieabgabe	über Batterielader
Spannung	12/24 V
Hersteller	Atlantis gGmbH

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	0,3 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	10 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	keine
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	11,5 m
Bauart	Gittermast / Dreibein-Rohrturm
Oberfläche	verzinkt / gestrichen

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	0,35 kg
Maschinengondel ohne Flügel	22 kg
Mast	210 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	aus dem Wind kippen des Rotors
Drehzahlbegrenzung	
Windrichtungsnachführung über	Windfahne

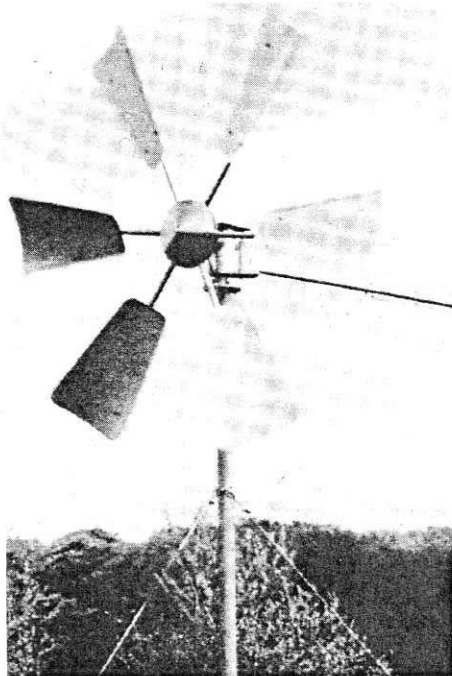
DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLEN	
Anlagen lt. Referenzliste	17
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	17

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage (mit DR-Turm und Laderegler)	7.605,00 DM
Anlieferung (500 km)	ca. 800,00 DM
Montage	ca. 1.000,00 DM
Wartungsvertrag	850,00 DM p.a.
Garantiezeit	6 Monate

NEW - Windkraftteichbelüfter

NEW eG
 Neue Energien Wiehengebirge
 Oppenwehe 218
 4995 [32351] Stemwede 3
 Tel. 05773/8493 Fax 05773/8496



ROTOR	
Durchmesser	1,6 m
überstrichene Fläche	2 m ²
Blattzahl	6
Flügelhersteller	Eigenherstellung
Anordnung	luvseitig
Material	V ₂ A-Blech
Drehzahl	150 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE	
Bauart	Exzentergetriebe

GENERATOR	
Energieabgabe	über Kolbenpumpe

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	1860/Std.
Einschaltwindgeschwindigkeit	2 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	8 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	keine
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	3 und 6 m
Bauart	abgespannter Rohrmast
Oberfläche	feuerverzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	2 kg
Maschinengondel ohne Flügel	25 kg
Mast	je nach Länge unterschiedlich

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	Eclipsenregelung
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Windfahne

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage mit 3m-Mast	2.190,00 DM
Anlieferung	ab Werk
Montage	einfache Selbstmontage
Garantiezeit	1 Jahr

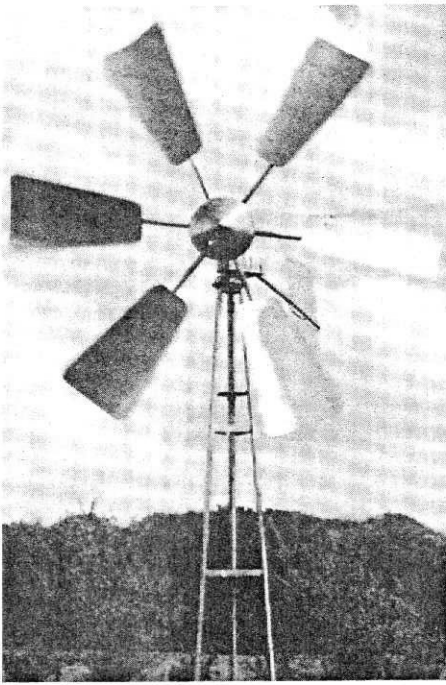
SONSTIGES	
Bisher wurden über 100 Anlagen des Windkraftteichbelüfters installiert.	

bis 50 kW

NEW - Windkraftpumpe Typ 2

NEW eG
 Neue Energien Wiehengebirge
 Oppenwehe 218
 4995 [32351]Stemwede 3
 Tel. 05773/8493 Fax 05773/8496

bis 50 kW



GENERATOR	
Energieabgabe	über Membranpumpe

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	1000l/Std.
Einschaltwindgeschwindigkeit	2 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	8 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	keine
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	3 und 6 m
Bauart	Gittermast
Oberfläche	feuerverzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	2 kg
Maschinengondel ohne Flügel	25 kg
Mast	je nach Länge unterschiedlich

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	Eclipsenregelung
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Windfahne

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage mit 3m-Mast	1.980,00 DM
Anlieferung	ab Werk
Montage	einfache Selbstmontage
Garantiezeit	1 Jahr

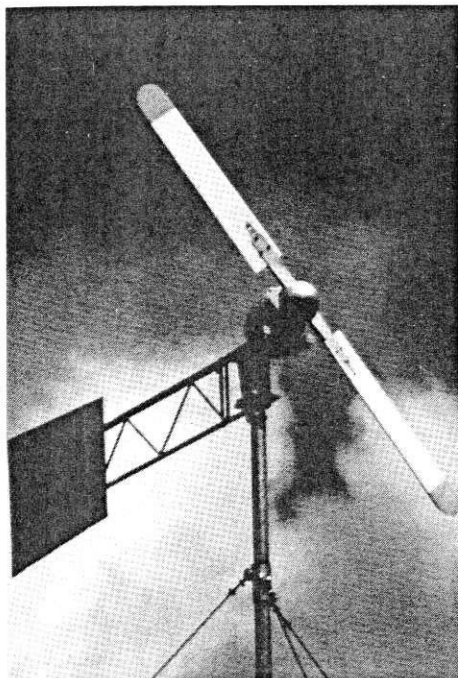
SONSTIGES
 Bisher wurden über 100 Anlagen der Windkraftpumpe Typ 2 installiert.

ROTOR	
Durchmesser	1,6 m
überstrichene Fläche	2 m ²
Blattzahl	6
Flügelhersteller	Eigenherstellung
Anordnung	lufseitig
Material	V ₂ A-Blech
Drehzahl	150 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE	
Bauart	Exzentergetriebe

C 100-12

A. Harbarth
 Selbstbaubedarf für Windkraftanlagen
 Hechelner Str. 32
 7769 [78357] Mühlingen
 Tel. 07775/1215



ROTOR	
Durchmesser	1,65 m
überstrichene Fläche	2,08 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	
Anordnung	luvseitig
Material	Holz / GfK-beschichtet
Drehzahl	950 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE	
Bauart	getriebelos

GENERATOR	
Bauart	Permanentmagnet
Drehzahl	950 U/min
Energieabgabe	Batterielader
Spannung	12V oder 24 V
Hersteller	

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	0,1 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	2,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	11 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	keine
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST (wird nicht mitgeliefert!)	
Nabenhöhe	4,7 m
Bauart	abgespannter Rohrmast

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	0,3 kg
Maschinengondel ohne Flügel	30,4 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	aus dem Wind schwenken des Rotors
Drehzahlbegrenzung	aus dem Wind schwenken des Rotors
Windrichtungsnachführung über	Windfahne

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	mit Gleichrichter 1.557,00 DM (ohne Laderegler)
Laderegler	111,00 DM
Garantiezeit	

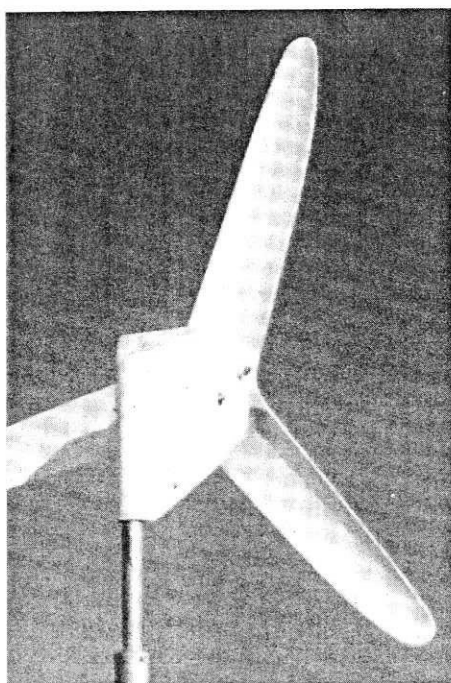
SONSTIGES	
Von dieser Anlage wurden weltweit bisher über 500 Stück verkauft. Ein Katalog über Bauanleitungen und über Bauteile für den Selbstbau kleinerer Windkraftanlagen können gegen eine Gebühr von DM 4,00 in Briefmarken angefordert werden.	

bis 50 kW

NEW - LMW 250

NEW eG
 Neue Energien Wiehengebirge
 Oppenwehe 218
 4995 [32351] Stemwede 3
 Tel. 05773/8493 Fax 05773/8496

bis 50 kW



GENERATOR	
Bauart	synchron, Permanentmagnet
Drehzahl	max 1300 U/min
Energieabgabe	über Gleichrichter
Spannung	alle Spannungen möglich
Hersteller	LMW

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	0,25 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	10 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	keine
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	6, 12, 18 oder 24 m
Bauart	abgespannter Rohrmast
Oberfläche	feuerverzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	kg
Maschinengondel ohne Flügel	20 kg
Mast	je nach Länge unterschiedlich

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall Eclipsenregelung
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Windfahne, passiv

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	12
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage ohne Mast, 12 + 24 V	2.845,00 DM
Anlieferung	ca. 200,00 DM
Montage	einfache Selbstmontage
Garantiezeit	2 Jahre

SONSTIGES	
Von dieser Anlage wurden weltweit bisher ca. 450 Stück verkauft.	

ROTOR	
Durchmesser	1,7 m
überstrichene Fläche	2,26 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Aerpak
Anordnung	leeseitig
Material	GfK
Drehzahl	max. 1300 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE	
Bauart	getriebelos

D 300-12 / D 300-24

A. Harbarth
 Selbstbaubedarf für Windkraftanlagen
 Hechelner Str. 32
 7769 [78357] Mühlingen
 Tel. 07775/1215

**ROTOR**

Durchmesser	1,9 m
überstrichene Fläche	2,6 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	
Anordnung	luvseitig
Material	Nylon, faserverstärkt
Drehzahl	650 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE

Bauart	getriebelos
--------	-------------

GENERATOR

Bauart	Permanentmagnet
Drehzahl	650 U/min
Energieabgabe	Batterielader
Spannung	12 V oder 24 V
Hersteller	

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK

Nennleistung	0,3 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	2,3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	keine
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST (wird nicht mitgeliefert!)

Nabenhöhe	4,6 m
Bauart	abgespannter Rohrmast

MASSEN

einzelnes Rotorblatt	0,3 kg
Maschinengondel ohne Flügel	29,1 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME

Drehzahlregelung	aus dem Wind kippen des Rotors
Drehzahlbegrenzung	aus dem Wind kippen des Rotors
Windrichtungsnachführung über	Windfahne

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG

nein

ANLAGENZAHLN

Anlagen lt. Referenzliste

Anlagen lt. Monatsstatistik
(Umschalten e.V.)
(installierte Anlagen)**PREISE (ohne MWSt.)**

Anlage	2.422,00 DM
Laderegler mit Ersatzlast	259,00 DM

Garantiezeit

SONSTIGES

Von dieser Anlage wurden weltweit bisher über 150 Stück verkauft.
 Ein Katalog über Bauanleitungen und über Bauteile für den Selbstbau kleinerer Windkraftanlagen können gegen eine Gebühr von DM 4,00 in Briefmarken angefordert werden.

bis 50 kW

HE - 200L

H - Energiesystemen B.V.
 Vertrieb: EWS GmbH
 Hagelkreuzweg 17
 4178 [47625] Kevelaer 4
 Tel. 02832/3414 Fax 02832/3552

bis 50 kW



ROTOR	
Durchmesser	2,2 m
überstrichene Fläche	3,8 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	H-Energiesystemen
Anordnung	lufseitig
Material	Holz / Epoxyd
Drehzahl	400 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	2
Übersetzung	1 : 7,5
Hersteller	Bonfoglioni

GENERATOR	
Bauart	synchron
Drehzahl	3000 U/min
Energieabgabe	im Inselbetrieb mit Leistungsschütze
Spannung	400 V
Hersteller	Stamford

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	0,25 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	15 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	keine
Überlebenswindgeschwindigkeit	55 m/s

MAST	
Nabenhöhe	12 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	1 kg
Maschinengondel ohne Flügel	85 kg
Mast	350 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall, pitch
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	Windfahne
Hauptbremse	Blattwinkelverstellung
Überwachung	Schaltanlage

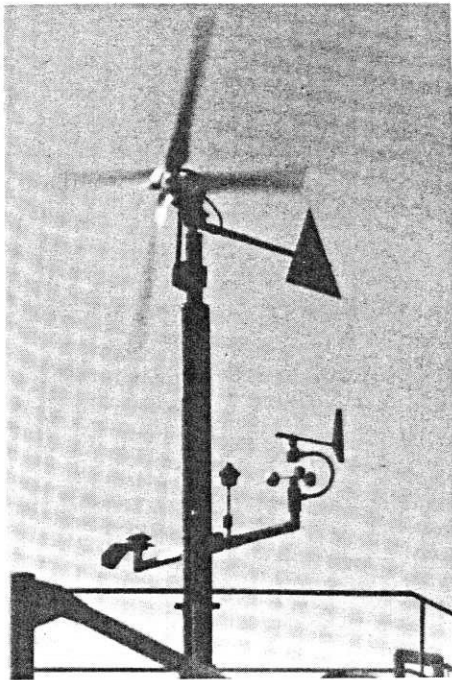
DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	20
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	20

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	6.500,00 DM
Anlieferung	ab Kevelaer
Garantiezeit	1 Jahr

Atlantis WB 20

Atlantis gGmbH
Windkraftanlagen
Glogauer Straße 19 u. 21
1000 [10999] Berlin 36
Tel (Vertrieb) 030/6114394 Fax 030/6189079



ROTOR	
Durchmesser	2,0 m
überstrichene Fläche	3,1 m ²
Blattzahl	3 [4]
Flügelhersteller	Atlantis gGmbH
Anordnung	lufseitig
Material	GfK/CfK (Mischbauweise)
Drehzahl	0 - 900; nom. 650 [550] U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE	
Bauart	getriebelos

GENERATOR	
Bauart	synchron, Permanentmagnet, bürstenlos
Drehzahl	0 - 900; nom. 650 [550] U/min
Energieabgabe	über Batterielader
Spannung	24 V
Hersteller	Atlantis gGmbH

LEISTUNGSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	0,6 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	10 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	keine
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	11,5 m
Bauart	Gittermast / Dreibein-Rohrturm
Oberfläche	verzinkt / gestrichen

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	0,47 kg
Maschinengondel ohne Flügel	35 kg
Mast	210 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	aus dem Wind kippen des Rotors
Drehzahlbegrenzung	
Windrichtungsnachführung über	Windfahne

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	5
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	5

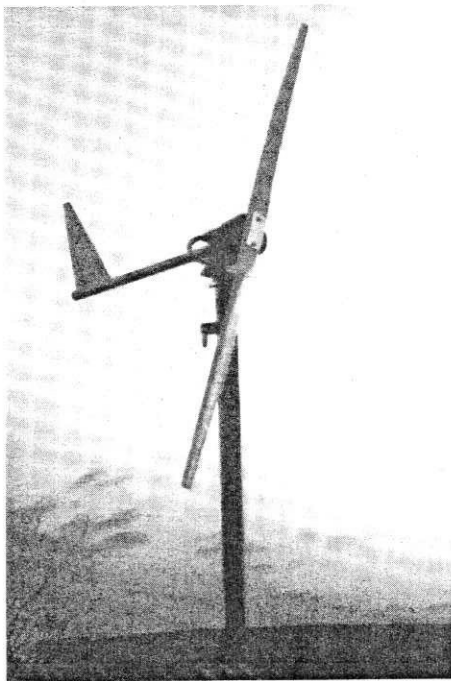
PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage (mit DR-Turm und Laderegler)	8.775,00 DM
Anlieferung (500 km) ca.	800,00 DM
Montage	ca. 1.000,00 DM
Wartungsvertrag	850,00 DM p.a.
Garantiezeit	6 Monate

bis 50 kW

Sonnenwind W 600

Sonnenwind R. P. Schumacher
 Kleinwindkraftanlagen
 Bergstraße 40
 4531 [49504] Lotte 1
 Tel./Fax 0541/131206

bis 50 kW



ROTOR	
Durchmesser	2,1 m
überstrichene Fläche	3,46 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	
Anordnung	leeseitig
Material	GfK, Holz
Drehzahl	1000 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE	
Bauart	getriebelos

GENERATOR	
Bauart	Permanentmagnet
Drehzahl	1000 U/min
Energieabgabe	über Gleichrichter
Spannung	12, 24, 48 V / 60, 120, 240 V
Hersteller	

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	0,6 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	11 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	12-15 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	55 m/s

MAST	
Nabenhöhe	12 - 18 m
Bauart	abgespannter Stahlrohrmast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	2 kg
Maschinengondel	18 kg
Mast	120 - 180 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	aus dem Wind kippen/ drehen des Rotors
Drehzahlbegrenzung	elektr. Bremse (manuell)
Windrichtungsnachführung über	Windfahne

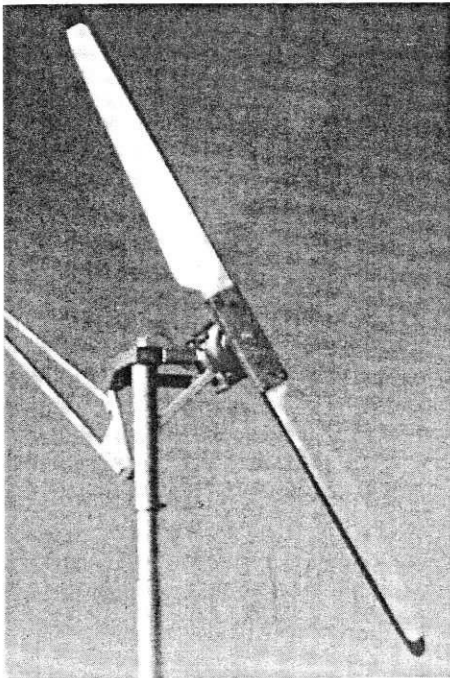
DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	2730,00 DM
Garantiezeit	2 Jahre

NEW - LMW 600

NEW eG
 Neue Energien Wiehengebirge
 Oppenwehe 218
 4995 [32351] Stemwede 3
 Tel. 05773/8493 Fax 05773/8496

**GENERATOR**

Bauart	synchron, Permanentmagnet
Drehzahl	max 1000 U/min
Energieabgabe	über Spannungsregler
Spannung	alle Spannungen möglich
Hersteller	LMW

LEISTUNGSCHARAKTERISTIK

Nennleistung	0,6 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	keine
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST

Nabenhöhe	12, 18, 24 oder 30 m
Bauart	abgespannter Rohrmast
Oberfläche	feuerverzinkt

MASSEN

einzelnes Rotorblatt	kg
Maschinengondel ohne Flügel	47 kg
Mast	je nach Länge unterschiedlich

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME

Drehzahlregelung	stall Eclipsenregelung
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Windfahne

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG

nein

ANLAGENZAHLN

Anlagen lt. Referenzliste	5
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	

PREISE (ohne MWSt.)

Anlage ohne Mast, 24 V	4.395,00 DM
Anlieferung	ca. 200,00 DM
Montage	einfache Selbstmontage
Garantiezeit	2 Jahre

SONSTIGES

Von dieser Anlage wurden weltweit bisher ca. 630 Stück verkauft.

ROTOR

Durchmesser	2,2 m
überstrichene Fläche	3,79 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	Aerpak
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	max. 1000 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE

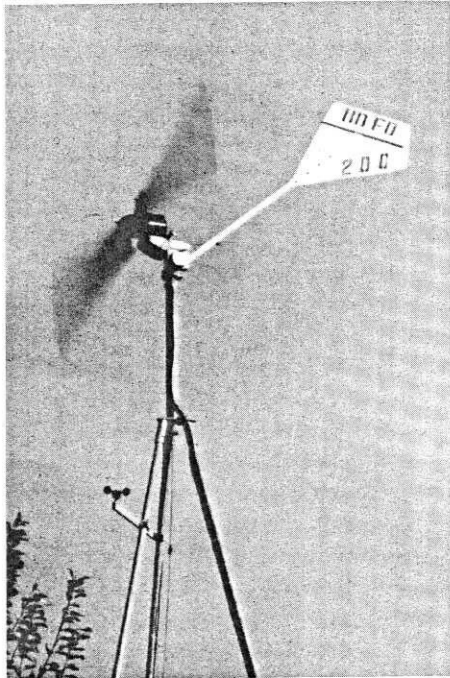
Bauart	getriebelos
--------	-------------

bis 50 kW

Windkraftanlage FD 2.5

Wind Engineering GmbH
 Dipl. Ing. U. Hinz
 Primelstraße 70
 8039 [82178] Puchheim Bhf.
 Fax 089/8005669

bis 50 kW



ROTOR	
Durchmesser	2,5 m
überstrichene Fläche	4,9 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	VR China
Anordnung	luvseitig
Material	Holz, GfK
Drehzahl	220 - 500 U/min
Besonderheiten	Eklipsensystem

GETRIEBE	
Bauart	getriebelos

GENERATOR	
Bauart	Permanentmagnet
Drehzahl	220 - 500 U/min
Energieabgabe	Batterielader
Spannung	24 V
Hersteller	VR China

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	0,35 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	ca. 10 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	ca. 15 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	

MAST	
Nabenhöhe	6 und 7 m
Bauart	Rohrmast (6 m) Dreibein verstrebt (7 m)
Oberfläche	verzinkt (Dreibein)

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	4,4 kg
Maschinengondel ohne Flügel	80 kg
Mast	80 / 150 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	Eklipsenregelung aus dem Wind drehen des Rotors
Drehzahlbegrenzung	Eklipsenregelung
Windrichtungsnachführung über	Windfahne
Hauptbremse	Eklipsensystem

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	

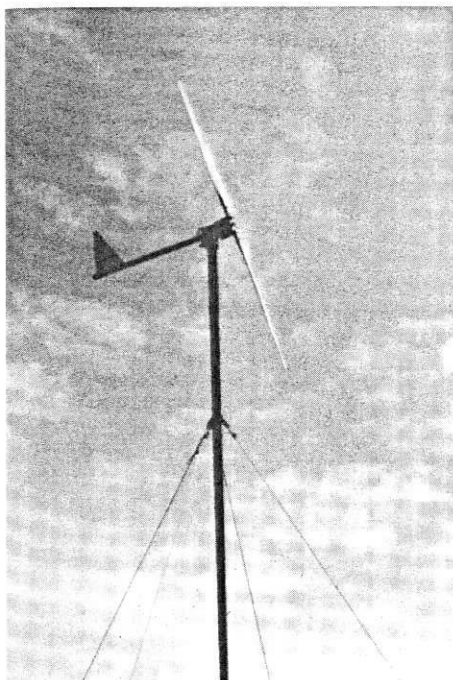
PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	WKA FD 2.5 mit Mast und Laderegler ab 1.980,00 DM (ohne Batterie)
Anlieferung	Abholung ab Celle möglich
Garantiezeit	6 Monate

SONSTIGES

FD 2.5 = WKA im Batteriebetrieb
Power Pyramide FD 2.5 = Wind-Solar-Batteriesystem
 Die Komponenten WKA und Mast werden in China hergestellt. Laderegler, Solarpanel und Batterien werden in Deutschland hergestellt.
 Einige Tausend Windkraftanlagen laufen in China. Vom Wind-Solar-Batteriesystem sind 4 Anlagen installiert.

Sonnenwind W 1000

Sonnenwind R. P. Schumacher
 Kleinwindkraftanlagen
 Bergstraße 40
 4531 [49504] Lotte 1
 Tel./Fax 0541/131206



ROTOR	
Durchmesser	2,7 m
überstrichene Fläche	5,72 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	
Anordnung	leeseitig
Material	GfK, Holz
Drehzahl	850 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE	
Bauart	getriebelos

GENERATOR	
Bauart	Permanentmagnet
Drehzahl	850 U/min
Energieabgabe	über Gleichrichter
Spannung	12, 24, 48 V / 60, 120, 240 V
Hersteller	

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	1 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	11 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	12-15 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	55 m/s

MAST	
Nabenhöhe	12 - 18 m
Bauart	abgespannter Stahlrohrmast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	2,75 kg
Maschinengondel	25 kg
Mast	120 - 180 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	aus dem Wind kippen/ drehen des Rotors
Drehzahlbegrenzung	elektr. Bremse (manuell)
Windrichtungsnachführung	über Windfahne

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	

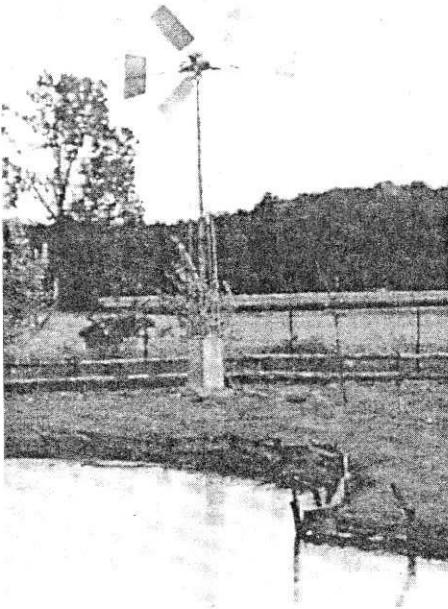
PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	3.826,00 DM
Garantiezeit	2 Jahre

bis 50 kW

NEW - Windkraftpumpe Typ 5

NEW eG
 Neue Energien Wiehengebirge
 Oppenwehe 218
 4995 [32351] Stemwede 3
 Tel. 05773/8493 Fax 05773/8496

bis 50 kW



ROTOR	
Durchmesser	2,85 m
überstrichene Fläche	6,38 m ²
Blattzahl	4
Flügelhersteller	Eigenherstellung
Anordnung	luvseitig
Material	V ₂ A-Blech
Drehzahl	150 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE	
Bauart	Exzentergetriebe

GENERATOR	
Energieabgabe	über Membranpumpe

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	5000l/Std.
Einschaltwindgeschwindigkeit	2 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	8 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	keine
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	6 m
Bauart	Gittermast
Oberfläche	feuerverzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	8 kg
Maschinengondel ohne Flügel	40 kg
Mast	102 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	Eclipsenregelung
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Windfahne

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage mit 6m-Mast	5.655,00 DM
Anlieferung	ab Werk
Montage	einfache Selbstmontage
Garantiezeit	1 Jahr

SONSTIGES
 Von dieser Anlage wurden weltweit bisher über 100 Stück verkauft.

HE - 300L

H - Energiesystemen B.V.
 Vertrieb: EWS GmbH
 Hagelkreuzweg 17
 4178 [47625] Kevelaer 4
 Tel. 02832/3414 Fax 02832/3552



ROTOR	
Durchmesser	3 m
überstrichene Fläche	7,07 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	H-Energiesystemen
Anordnung	luvseitig
Material	Holz - Epoxyd
Drehzahl	250 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	2
Übersetzung	1 : 12,5
Hersteller	Bonfoglioni

GENERATOR	
Bauart	synchron
Drehzahl	3000 U/min
Energieabgabe	im Inselbetrieb mit Leistungsschütze
Spannung	240 V
Hersteller	Stamford

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	1 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	15 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	keine
Überlebenswindgeschwindigkeit	55 m/s

MAST	
Nabenhöhe	12 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	2,4 kg
Maschinengondel ohne Flügel	135 kg
Mast	350 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall, pitch
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	Windfahne
Hauptbremse	Blattwinkelverstellung
2. Bremssystem	Blattwinkelverstellung
Überwachung	Schaltanlage

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	20
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	20

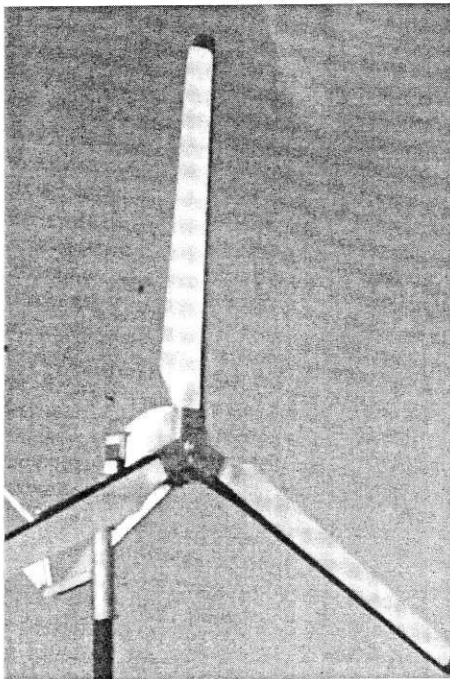
PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	8.900,00 DM
Anlieferung	ab Kevelaer
Garantiezeit	1 Jahr

bis 50 kW

NEW - LMW 1003

NEW eG
 Neue Energien Wiehengebirge
 Oppenwehe 218
 4995 [32351] Stemwede 3
 Tel. 05773/8493 Fax 05773/8496

bis 50 kW



GENERATOR	
Bauart	synchron, Permanentmagnet
Drehzahl	max 775 U/min
Energieabgabe	über Spannungsregler
Spannung	alle Spannungen möglich
Hersteller	LMW

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	1 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	keine
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	12, 18, 24 oder 30 m
Bauart	abgespannter Rohrmast
Oberfläche	feuerverzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	kg
Maschinengondel ohne Flügel	70 kg
Mast	je nach Länge unterschiedlich

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall Eclipsenregelung
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Windfahne

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	19
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	1

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage ohne Mast, 24 V	6.275,00 DM
Anlieferung	ca. 250,00 DM
Montage	einfache Selbstmontage
Garantiezeit	2 Jahre

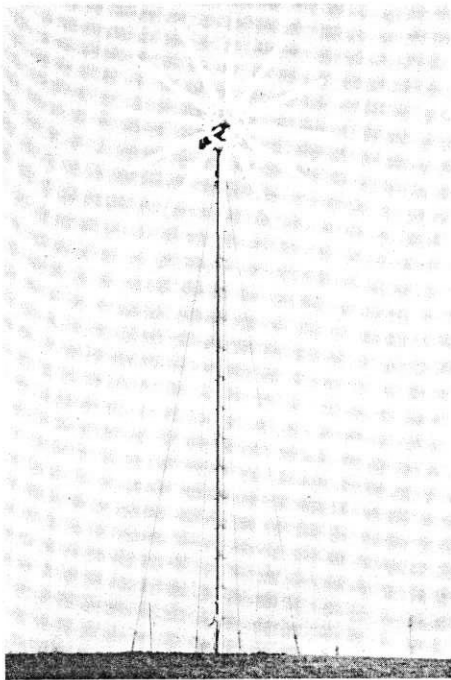
SONSTIGES
 Von dieser Anlage wurden weltweit bisher ca. 490 Stück verkauft.

ROTOR	
Durchmesser	3 m
überstrichene Fläche	7,06 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Aerpak
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	max. 775 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE	
Bauart	getriebelos

Rasmus Windflower

Vertrieb: Ingenieurbüro für Umweltschutz und Technik
 Hans-Peter Zwoch
 Reepschlägerbahn 9
 2390 [24937] Flensburg
 Tel. 0461/20712 Fax 0461/13343



ROTOR

Durchmesser	3,8 m
überstrichene Fläche	11,3 m ²
Blattzahl	12
Flügelhersteller	Windflower Rotors (DK)
Anordnung	lufseitig
Material	GfK
Drehzahl	max. 200 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE

Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	2
Übersetzung	
Hersteller	Flender / Himmel

GENERATOR

Bauart	asynchron
Drehzahl	1500 U/min
Energieabgabe	Heizmühle oder Batterielader oder über Netzaufschaltung mit Wechselrichter
Spannung	24 V DC / 220-380 V AC
Hersteller	WAT

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK

Nennleistung	4 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	2 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	50 m/s

MAST

Nabenhöhe	12 m
Bauart	abgespannter Rohrmast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN

einzelnes Rotorblatt	1,6 kg
Maschinengondel ohne Flügel	140 kg
Mast	500 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME

Drehzahlregelung	elektronisch
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Windfahne
Hauptbremse	aus dem Wind drehen
2. Bremssystem	Trommelbremse

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG

	nein
--	------

ANLAGENZAHLN

Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	4

PREISE (ohne MWSt.)

Anlage	12.500,00 DM (Heizmühle)
Garantiezeit	2 Jahre

SONSTIGES

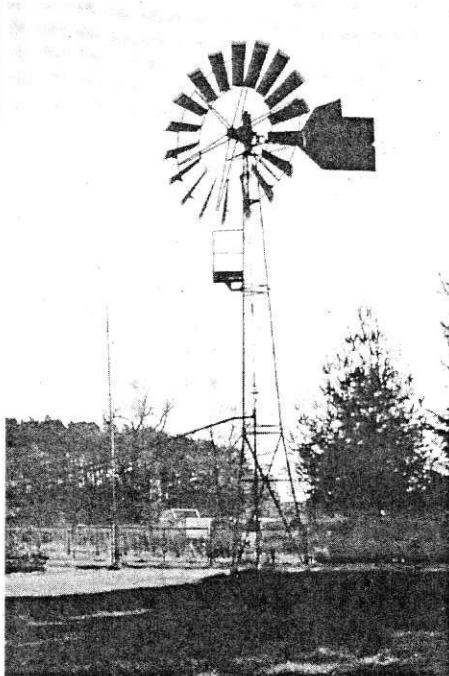
Die Anlage ist als Heizmühle, Batterielader sowie für Inselbetrieb oder Netzparallelbetrieb lieferbar. Preis für Heizmühle s.o., Preise für andere Betriebsarten auf Anfrage.
 Anfragen direkt beim Hersteller:
 Claus Nybrøe, DK 5771 Stenstrup
 Tel./Fax 0045 6226 555

bis 50 kW

KiKA – 4/18 – W km

Metall- und Anlagenbau GmbH
 Dorfstraße 142
 O - 7551 [15910] Krausnick
 Tel. 035472/213 + 214
 Fax 035472/464

bis 50 kW



ROTOR	
Durchmesser	4 m
überstrichene Fläche	9,42 m ²
Blattzahl	18
Flügelhersteller	Metall- und Anlagenbau
Anordnung	lufseitig
Material	Metall
Drehzahl	60 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE	
Bauart	getriebelos

GENERATOR	
Bauart	entfällt
Energieabgabe	Tiefkolbenpumpe

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	10 - 14 m ³ / Tag
Einschaltwindgeschwindigkeit	2,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	5 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	keine
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	9,5 m
Bauart	Gittermast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	2,5 kg
Maschinengondel ohne Flügel	35 kg
Mast	700 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	Last
Drehzahlbegrenzung	durch Seitenwindfahne
Windrichtungsnachführung über	Hauptwindfahne
Hauptbremse	Abschaltung durch Seitenwindfahne und Sicherheitsklinke

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	7
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	7

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	8.900,00 DM
Anlieferung	Lieferpreis nach Aufwand
Montage	nach Montageanleitung oder durch den Hersteller (ca. 1.900,00 DM)
Garantiezeit	2 Jahre auf Gesamtanlage 6 Monate auf bewegliche Kleinteile

SONSTIGES

Die WiKA – 4/18 – W km ist eine Windkraftpumpe zur (Tränke-) Wasserversorgung. Die Pumpe wird direkt über einem Tiefbrunnen installiert, kann aber auch zur Wasserversorgung aus Flachgewässern genutzt werden. Die maximale Einbautiefe beträgt 21 m, die maximale Gesamtförderhöhe 25 m. Die Leistungsauslegung der Pumpe kann nach den örtlichen Gegebenheiten variiert werden.

HE - 400L

H - Energiesystemen B.V.
 Vertrieb: EWS GmbH
 Hagelkreuzweg 17
 4178 [47625] Kevelaer 4
 Tel. 02832/3414 Fax 02832/3552



bis 50 kW

GENERATOR	
Bauart	synchron
Drehzahl	3000 U/min
Energieabgabe	im Inselbetrieb mit Leistungsschütze
Spannung	240 V
Hersteller	Stamford

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall, pitch
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	Windfahne
Hauptbremse	Blattwinkelverstellung
2. Bremssystem	Blattwinkelverstellung

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	2,7 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	18 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	29 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	55 m/s

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ROTOR	
Durchmesser	4 m
überstrichene Fläche	12,5 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	H-Energiesystemen
Anordnung	luvseitig
Material	Holz - Epoxyd
Drehzahl	200 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung

ANLAGENZAHLEN	
Anlagen lt. Referenzliste	17
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	17

MAST	
Nabenhöhe	12 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	verzinkt

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	16.000,00 DM
Anlieferung	ab Kevelaer
Garantiezeit	1 Jahr

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	4 kg
Maschinengondel ohne Flügel	195 kg
Mast	350 kg

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	2
Übersetzung	1 : 15
Hersteller	Bonfoglioni

Ventis 04-05

Ventis
Energietechnik GmbH
Ernst-Böhme-Straße 27
3300 [38112] Braunschweig
Tel. 0531/2110200 Fax 0531/2110140

bis 50 kW



GENERATOR	
Bauart	synchron, Permanentmagnet
Drehzahl	150 - 300 U/min
Energieabgabe	Batterielader alternativ: Pumpe
Spannung	400 V
Hersteller	-

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	5 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	4 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	-
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	12/18 m
Bauart	Gittermast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	5,5 kg
Maschinengondel ohne Flügel	254 kg
Mast	470 kg (12 m) 740 kg (18 m)

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	Eklipsenregelung
Drehzahlbegrenzung	elektr.
Windrichtungsnachführung über	Windfahne

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	3
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	12

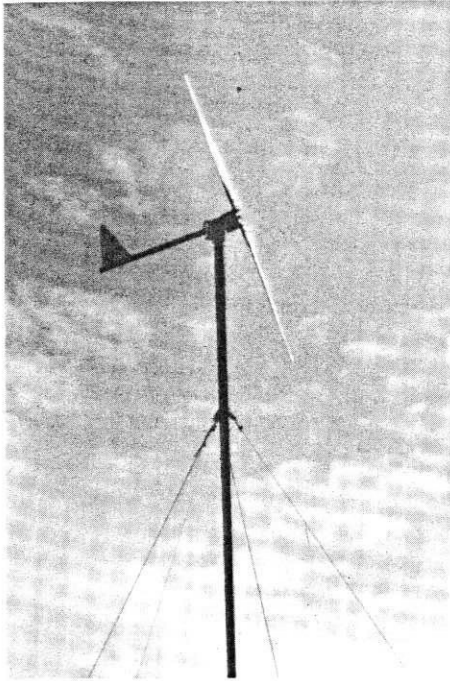
PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	ab 17.400,00 DM
Anlieferung/Montage	3500,00 DM
Garantiezeit	1 Jahr

ROTOR	
Durchmesser	4 m
überstrichene Fläche	12,6 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	-
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	variabel
Besonderheiten	Eklipsenregelung

GETRIEBE	
Bauart	getriebelos

Sonnenwind W 3000

Sonnenwind R. P. Schumacher
Kleinwindkraftanlagen
Bergstraße 40
4531 [49504] Lotte 1
Tel./Fax 0541/131206



GENERATOR

Bauart	Permanentmagnet
Drehzahl	570 U/min
Energieabgabe	über Gleichrichter
Spannung	12, 24, 48 V / 60, 120, 240 V
Hersteller	

LEISTUNGSCHARAKTERISTIK

Nennleistung	3 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	11 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	12-15 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	55 m/s

MAST

Nabenhöhe	12 - 18 m
Bauart	abgespannter Stahlrohrmast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN

einzelnes Rotorblatt	6,6 kg
Maschinengondel	60 kg
Mast	200 - 300 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME

Drehzahlregelung	aus dem Wind kippen/ drehen des Rotors
Drehzahlbegrenzung	elektr. Bremse (manuell)
Windrichtungsnachführung über	Windfahne

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG

nein

ANLAGENZAHLN

Anlagen lt. Referenzliste

Anlagen lt. Monatsstatistik
(Umschalten e.V.)
(installierte Anlagen)

PREISE (ohne MWSt.)

Anlage	7.652,00 DM
Garantiezeit	2 Jahre

ROTOR

Durchmesser	4,5 m
überstrichene Fläche	15,9 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	
Anordnung	leeseitig
Material	GfK, Holz
Drehzahl	570 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE

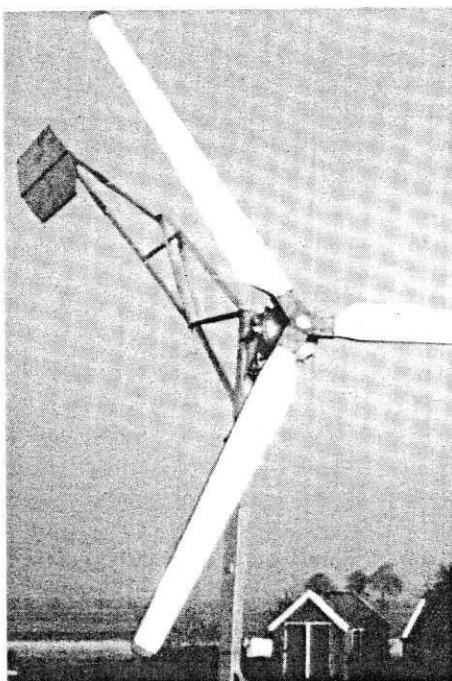
Bauart	getriebelos
--------	-------------

bis 50 kW

NEW - LMW 2500 / 3600

NEW eG
 Neue Energien Wiehengebirge
 Oppenwehe 218
 4995 [32351] Stemwede 3
 Tel. 05773/8493 Fax 05773/8496

bis 50 kW



GENERATOR	
Bauart	synchron, Permanentmagnet
Drehzahl	max 450 U/min
Energieabgabe	über Spannungsregler
Spannung	24 V oder 120 V
Hersteller	LMW

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	2,5 / 3,6 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	2 / 4 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	keine
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	12, 18, 24 oder 30 m
Bauart	abgespannter Rohrmast
Oberfläche	feuerverzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	kg
Maschinengondel ohne Flügel	340 kg
Mast	je nach Länge unterschiedlich

ROTOR	
Durchmesser	5 m
überstrichene Fläche	19,6 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Aerpak
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	max. 450 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE	
Bauart	getriebelos

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall Eclipsenregelung
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Windfahne

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

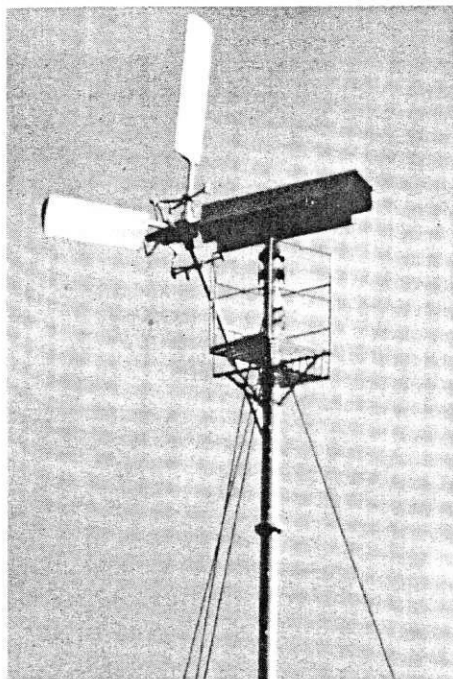
ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	6
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	48

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage ohne Mast, 24 /120 V	
NEW - LWM 2500	16.978,00 DM
NEW - LWM 3600	17.478,00 DM
Anlieferung	ca. 500,00 DM
Montage	einfache Selbstmontage
Wartungsvertrag	wartungsfrei
Garantiezeit	2 Jahre

Atlantis WP 60 E

Atlantis gGmbH
Windkraftanlagen
Glogauer Straße 19 u. 21
1000 [10999] Berlin 36

Tel (Vertrieb) 030/6114394 Fax 030/6189079



ROTOR	
Durchmesser	6 m
überstrichene Fläche	18,3 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Atlantis gGmbH
Anordnung	leeseitig
Material	Holz
Drehzahl	variabel, max. 140 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung, fliehkraftgeregelt

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	2
Übersetzung	1 : 14,5
Hersteller	Flender

GENERATOR	
Bauart	synchron
Drehzahl	900 - 2050 U/min
Energieabgabe	Pumpe mit direkter Kopplung
Spannung	variabel
Hersteller	EME

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	4/6 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	ca. 3,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	10 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	keine
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	18 m
Bauart	Rohrmast/ abgespannter Rohrmast/Gittermast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	28 kg
Maschinengondel ohne Flügel	500 kg
Mast	je nach Ausführung

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	pitch passive Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung	passiv
Hauptbremse	Blattwinkelverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremse

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	1
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	

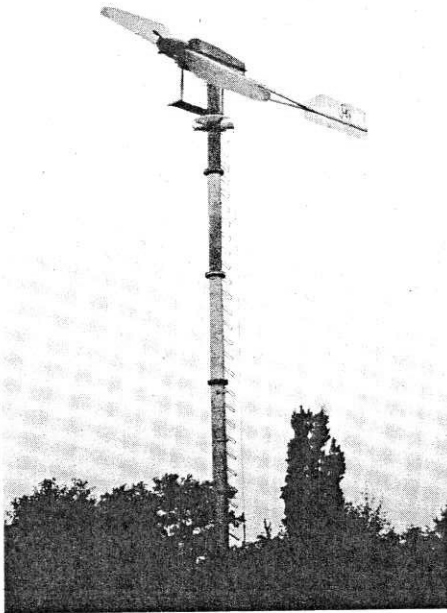
PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	je nach Ausführung ab 35.000,00 DM
Wartungsvertrag	(bis 500 km ab Berlin) 850,00 DM p.a.
Garantiezeit	6 Monate

bis 50 kW

HE - 600L

H - Energiesystemen B.V.
 Vertrieb: EWS GmbH
 Hagelkreuzweg 17
 4178 [47625] Kevelaer 4
 Tel. 02832/3414 Fax 02832/3552

bis 50 kW



GENERATOR	
Bauart	synchron
Drehzahl	1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Leistungsschütze
Spannung	400 V
Hersteller	Stamford

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	5 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	18 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	29 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	55 m/s

MAST	
Nabenhöhe	12, 15 und 18 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	9,6 kg
Maschinengondel ohne Flügel	390 kg
Mast	750 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall, pitch
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	Windfahne
Hauptbremse	Blattwinkelverstellung
2. Bremssystem	Blattwinkelverstellung
Überwachung	Schaltanlage

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	12
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	12

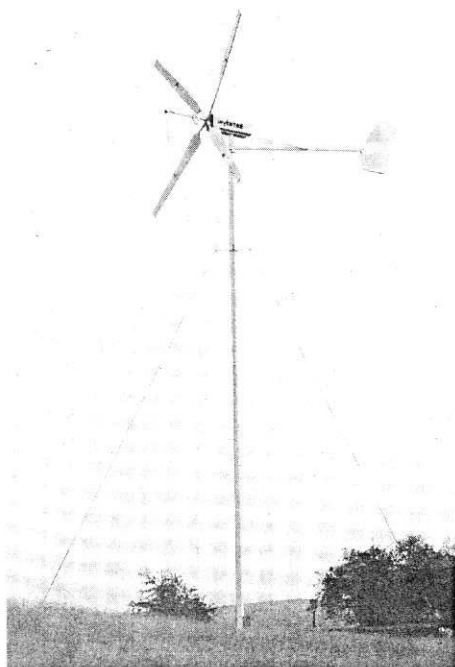
PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	26.000,00 DM
Anlieferung	ab Kevelaer
Garantiezeit	1 Jahr bei Wartungsvertrag 3 Jahre

ROTOR	
Durchmesser	6 m
überstrichene Fläche	28 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	H-Energiesystemen
Anordnung	lufseitig
Material	Holz - Epoxyd
Drehzahl	130 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	2
Übersetzung	1 : 12,5
Hersteller	Bonfoglioni

Inventus 6 (13/19 S)

WENUS
 Windenergie - Nutzungs - Systeme
 Wahlgasse 10 - 12
 5042 [50374] Erfstadt - Erp
 Tel. 02235/74372

**GENERATOR**

Bauart	asynchron
Drehzahl	1000/1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Leistungsschütze
Spannung	380/400 V
Hersteller	Getriebebau-Nord

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK

Nennleistung	5 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	4 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	10,5 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	ca. 25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	50 m/s

MAST

Nabenhöhe	13/19 m
Bauart	abgespannter Rohrmast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN

einzelnes Rotorblatt	12 kg
Maschinengondel ohne Flügel	250 kg
Mast	210 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME

Drehzahlregelung	netzgeführt, polumschaltbar, passive Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	Windfahne
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Blattwinkelverstellung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG

	ja
--	----

ANLAGENZAHLN

Anlagen lt. Referenzliste	16
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	16

PREISE (ohne MWSt.)

Anlage	32.407,00 DM / 36.880,00 DM
Anlieferung	2,70 DM/km ab Erfstadt
Montage	ca. 1500,00 DM
Garantiezeit	1 Jahr

ROTOR

Durchmesser	6 m
überstrichene Fläche	28 m ²
Blattzahl	4
Flügelhersteller	Wenus
Anordnung	luvseitig
Material	GfK, Stahlholm
Drehzahl	83 / 124 U/min
Besonderheiten	passive Blattwinkelverstellung

GETRIEBE

Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	2
Übersetzung	1 : 12
Hersteller	Getriebebau-Nord

bis 50 kW

Peters PG 10

AEE GmbH
 Fahrenheitstr. 1
 2800 [28359] Bremen 33
 Tel. 0421/2208-177 Fax 0421/2208-223

bis 50 kW



GENERATOR	
Bauart	Permanentmagnet
Drehzahl	186 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Wechselrichter und Batterielader
Spannung	380 / 220 V
Hersteller	AEE

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	10 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	13 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	20,3 m
Bauart	konischer Betonmast
Oberfläche	unbehandelt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	12 kg
Maschinengondel ohne Flügel	550 kg
Mast	6000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall passive Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung	passiv
Hauptbremse	Generatorbremse
2. Bremssystem	Blattwinkelverstellung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
Gutachterliche Stellungnahme GL	

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	3

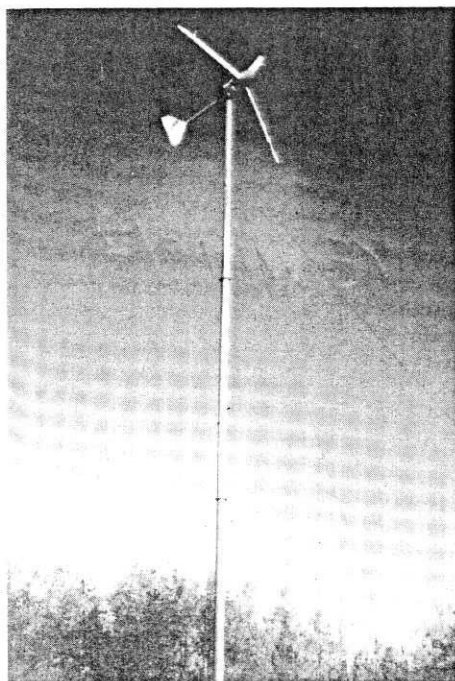
PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage mit Mast und Netzeinspeisung	53.176,00 DM
Anlieferung/Montage	2.500,00 DM
Garantiezeit	1 Jahr

ROTOR	
Durchmesser	6,3 m
überstrichene Fläche	31,2 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Born
Anordnung	leeseitig
Material	Holz
Drehzahl	186 U/min
Besonderheiten	passive Blattwinkelverstellung

GETRIEBE	
Bauart	getriebelos

NEW 10/7

NEW eG
Neue Energien Wiehengebirge
Oppenwehe 218
4995 [32351] Stemwede 3
Tel. 05773/8493 Fax 05773/8496

**GENERATOR**

Bauart	synchron, Permanentmagnet
Drehzahl	0 - 350 U/min
Energieabgabe z.B. über Netzaufschaltung mit Wechselrichter	
Spannung	400 V
Hersteller	Bergey

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK

Nennleistung	10 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,1 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	keine
Überlebenswindgeschwindigkeit	54 m/s

MAST

Nabenhöhe	12, 18, 24 bis 40 m
Bauart	abgespannter Rohrmast
Oberfläche	feuerverzinkt

MASSEN

einzelnes Rotorblatt	kg
Maschinengondel ohne Flügel	400 kg
Mast	je nach Länge unterschiedlich

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME

Drehzahlregelung	stall Eclipsenregelung
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Windfahne

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG

nein

ANLAGENZAHLN

Anlagen lt. Referenzliste	2
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	1

PREISE (ohne MWSt.)

Anlage ohne Mast, incl. Netzkopplung	46.157,00 DM
Anlieferung	ca. 800,00 DM
Montage	ca. 4.000,00 DM
Wartungsvertrag	wartungsfrei
Garantiezeit	2 Jahre

SONSTIGES

Von dieser Anlage wurden bisher weltweit über 350 Stück installiert.

ROTOR

Durchmesser	7 m
überstrichene Fläche	38,5 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Bergey
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	280 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE

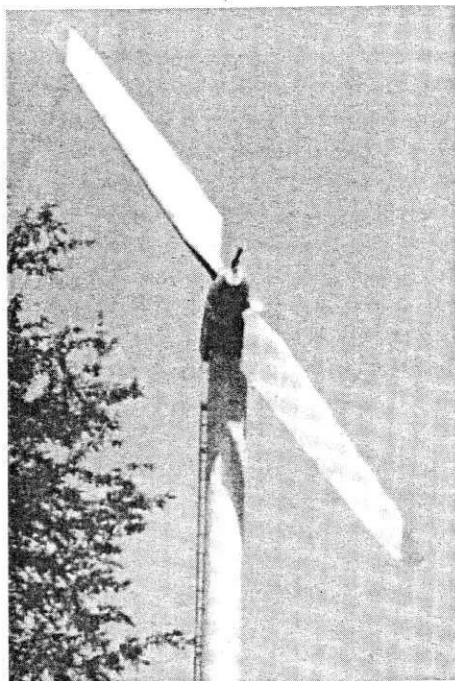
Bauart	getriebelos
--------	-------------

bis 50 kW

HE - 1000L

H - Energiesystemen B.V.
 Vertrieb: EWS GmbH
 Hagelkreuzweg 17
 4178 [47625] Kevelaer 4
 Tel. 02832/3414 Fax 02832/3552

bis 50 kW



GENERATOR	
Bauart	synchron, asynchron
Drehzahl	1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Leistungsschütze und Wechselrichter
Spannung	400 V
Hersteller	Stamford

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	15 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	2,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	18 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	23 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	55 m/s

MAST	
Nabenhöhe	18 und 24 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	45 kg
Maschinengondel ohne Flügel	1200 kg
Mast	2500 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall, pitch
Drehzahlbegrenzung	stall, pitch
Windrichtungsnachführung über	Seitenrad
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Blattwinkelverstellung
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	19
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	19

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	81.800,00 DM
Anlieferung	ab Kevelaer
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	1.200,00 DM p.a.
Wartungsvertrag	2.000,00 DM p.a.
Garantiezeit	bei Wartungsvertrag 3 Jahre

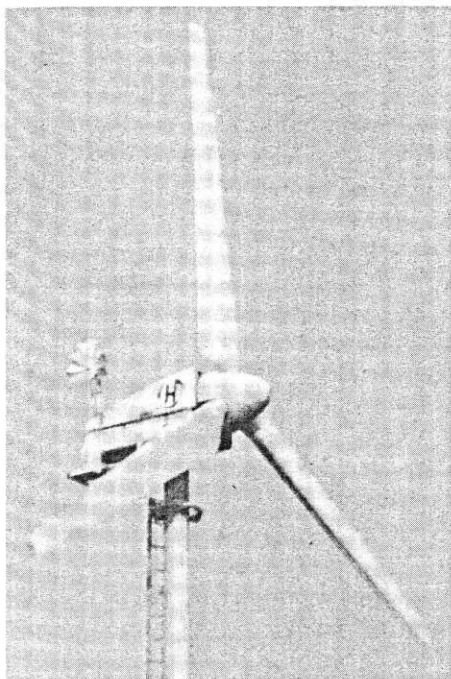
SONSTIGES
 Änderung der Nennleistung und Masthöhe möglich. Preis auf Anfrage.

ROTOR	
Durchmesser	10 m
überstrichene Fläche	78,5 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	H-Energiesystemen
Anordnung	luvseitig
Material	Holz - Epoxyd
Drehzahl	75 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	2
Übersetzung	1 : 20
Hersteller	Bonfoglioni

HE - 1000

H - Energiesysteme B.V.
 Vertrieb: EWS GmbH
 Hagelkreuzweg 17
 4178 [47625] Kevelaer 4
 Tel. 02832/3414 Fax 02832/3552



GENERATOR	
Bauart	synchron, asynchron
Drehzahl	1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Leistungsschütze und Wechselrichter
Spannung	400 V
Hersteller	Stamford

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	25 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	18 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	29 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	55 m/s

MAST	
Nabenhöhe	24 und 30 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	37 kg
Maschinengondel ohne Flügel	1400 kg
Mast	2500 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall, pitch
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	Seitenrad
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Blattwinkelverstellung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	35
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	35

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	89.000,00 DM
Anlieferung	ab Kevelaer
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	1.200,00 DM p.a.
Wartungsvertrag	2.000,00 DM p.a.
Garantiezeit	bei Wartungsvertrag 3 Jahre

SONSTIGES	
Änderung der Nennleistung und Masthöhe möglich. Preis auf Anfrage.	

ROTOR	
Durchmesser	10 m
überstrichene Fläche	78,5 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	H-Energiesystemen
Anordnung	luvseitig
Material	Holz - Epoxyd
Drehzahl	75 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung

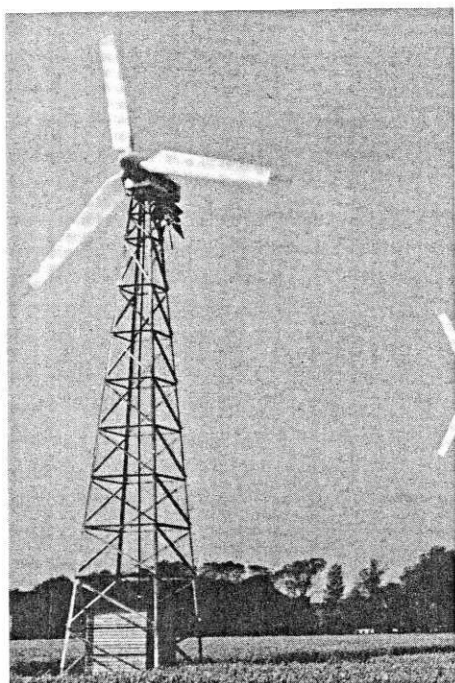
GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	2
Übersetzung	1 : 20
Hersteller	Bonfoglioni

bis 50 kW

Fuhrländer astOs 30

Fa. Theo Fuhrländer GmbH
 Umwelttechnik Windkraftanlagen
 Auf der Höhe 4
 5439 [56477] Waigandshain/Ww.
 Tel. 02664/1762 Fax 02664/6082

bis 50 kW



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1000/1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	400 V
Hersteller	Weier

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	6/30 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12,5 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	67 m/s

MAST	
Nabenhöhe	25 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	kunststoffbehandelt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	85 kg
Maschinengondel ohne Flügel	980 kg
Mast	~ 5000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall netzgeführt, polumschaltbar, starr
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Blattspitzenverstellung
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	4

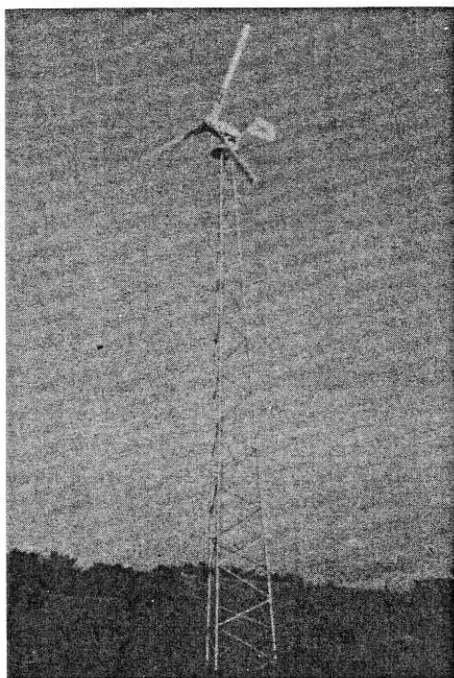
PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	99.800,00 DM
Anlieferung	incl.
Montage	3.000,00 DM
Datenfernüberwachung	DM
Wartungsvertrag	980,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

ROTOR	
Durchmesser	11,2 m
überstrichene Fläche	99 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	
Anordnung	luvseitig
Material	GFK
Drehzahl	47/71 U/min
Besonderheiten	mechanisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	2
Übersetzung	1 : 21
Hersteller	Dorstener

NEW 100 - 25 kW

NEW eG
 Neue Energien Wiehengebirge
 Oppenwehe 218
 4995 [32351] Stemwede 3
 Tel. 05773/8493 Fax 05773/8496



bis 50 kW

GENERATOR	
Bauart	synchron
Drehzahl	500 - 1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Wechselrichter
Spannung	320 V
Hersteller	EME - Ettlingen

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	variabel über Mikroprozessor, passive Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung	über Windfahne
Hauptbremse	Blattwinkelfreigabe
2. Bremssystem	Scheibenbremse
Überwachung	keine

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	25 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	2,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	27 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	67 m/s

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ROTOR	
Durchmesser	11,3 m
überstrichene Fläche	100 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Born
Anordnung	lufseitig
Material	GfK, Holz
Drehzahl	33 - 70 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	4
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	4
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	4

MAST	
Nabenhöhe	31,8 m
Bauart	Gitterrohrmast
Oberfläche	feuerverzinkt

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage incl. Netzkopplung	96.000,00 DM
Anlieferung	ca. 1.000,00 DM
Montage	ca. 6.000,00 DM
Garantiezeit	2 Jahre

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	35 kg
Maschinengondel ohne Flügel	1250 kg
Mast	4600 kg

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	3
Übersetzung	1 : 22
Hersteller	Flender - Himmel

Südwind Serie 1200

Südwind GmbH
 Windkraftanlagen
 Schönleinstraße 15
 1000 [10967] Berlin 61
 Tel. 030/695904-0 Fax 030/695904-77

bis 50 kW



GENERATOR	
Bauart	asynchron, polumschaltbar
Drehzahl	1000/1525 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren und Leistungsschütze
Spannung	400 V
Hersteller	Loher

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	6 - 30/37/45 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	30 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	67 m/s

MAST	
Nabenhöhe	18/30/36 m
Bauart	abgespannter Rohrmast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	45 kg
Maschinengondel ohne Flügel	1500 kg
Mast (30 m)	2000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall netzgeführt, polumschaltbar
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung	passiv
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Scheibenbremse, stall, Flächenverringern
Überwachung	Datenfernüberwachung möglich

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
beantragt beim Landesprüfamt Kiel	

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	24
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	24
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	24

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage (30 kW)	109.400,00 DM (18 m) 119.400,00 DM (30 m) 134.400,00 DM (36 m)
Aufpreis 37 kW	3.100,00 DM
Aufpreis 45 kW	8.550,00 DM

Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernübertragung	2.600,00 DM
Wartungsvertrag	980,00 DM p.a.
Garantiezeit	1 Jahr

ROTOR	
Durchmesser	12,5 m
überstrichene Fläche	123 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Südwind
Anordnung	leeseitig
Material	GfK
Drehzahl	51/73 U/min
Besonderheiten	Schlaggelenke

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	2
Übersetzung	1 : 21,1
Hersteller	Getriebebau Nord

Kano - Rotor 93 - 30 kW - 17m

KANO-Rotor Windenergie-Anlagen
Kähler Maschinenbau GmbH
Hauptstraße 14 - 16
2246 [25779] Norderheistedt
Tel. 04836/202 Fax 04836/340



ROTOR	
Durchmesser	17 m
überstrichene Fläche	227 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Born, Kükels
Anordnung	luvseitig
Material	Fichtenholz Kl 1a, Leimbinder
Drehzahl	45 U/min
Besonderheiten	schwachwindoptimiert (5 m/s)

GETRIEBE	
Bauart	schrägverzahntes Stirnradgetriebe
Stufen	3
Übersetzung	1 : 33,86
Hersteller	Flender / Himmel

GENERATOR	
Bauart	asynchron, 4-polig
Drehzahl	1530 U/min
Energieabgabe	Netzparallelbetrieb
Spannung	3 x 230V / 400 V
Hersteller	Schorch / Loher

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	30 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	2,5 - 3,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	9,5 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	69 m/s

MAST	
Nabenhöhe	30 m
Bauart	Fachwerkgerüstmast
Oberfläche	feuerverzinkt auf Wunsch farbbeschichtet

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	ca. 180 kg
Maschinengondel ohne Flügel	2600 kg
Mast	4200 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall netzgeführt
Drehzahlbegrenzung	stall el. Wächtersystem
Windrichtungsnachführung über Elektromotor, Planeten-/Schneckengetriebe	
Hauptbremse	LKW-Trommelbremse, Federspeicher
2. Bremssystem	Federspeicher, LKW-Trommelbremse
Überwachung	Statusdisplay am Controller

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	17
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	11
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	17

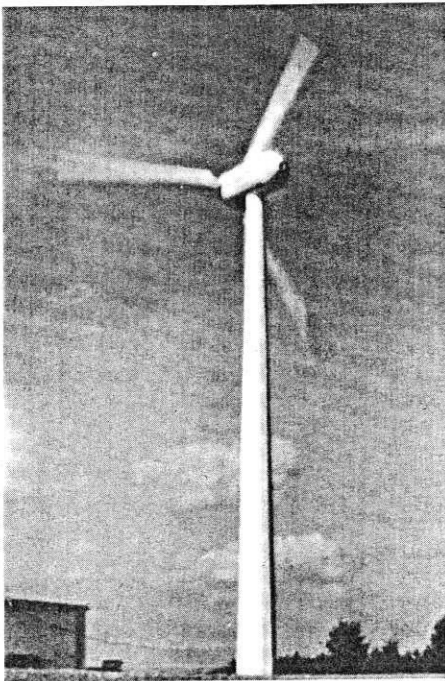
PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	ca. 130.000,00 DM
Anlieferung	ca. 3.000,00 DM
Montage	ca. 3.000,00 DM
Wartungsvertrag	750,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

bis 50 kW

Pegasus 36/45

Konrad Petry
Windkonverterbau GmbH
 Hauptstraße 14
 8911 [86928] Hagenheim
 Tel. 08196/7748 oder 0161/5603166

bis 50 kW



GENERATOR	
Bauart	wahlweise synchron oder asynchron
Drehzahl	1200 oder 1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung wahlweise Wechselrichter, Thyristoren oder Leistungsschütze
Spannung	220 / 380 V
Hersteller	ABB / VEM

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	36 / 45 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,2 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	10,5 / 11,5 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	28 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	18,5; 24,5; 30,5; 34,5 m
Bauart	Stahl, konisch Beton
Oberfläche	wahlweise verzinkt, lackiert

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	125 / 275 kg
Maschinengondel ohne Flügel	2500 kg
Mast	4800 / 6800 / 12500 / 14000 kg (Ausführung: Stahl)

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	pitch, netzgeführt, alternativ variabel über Mikroprozessor, aktive Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Blattverstellung in Kombination mit Scheibenbremse
2. Bremssystem	Scheibenbremse mit Rotornabe verschraubt
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	

PREISE (ohne MWSt)	
Anlage (12,5 m Ø, 18,5m-Turm, 36 kW)	ab 89.000,00 DM
Anlieferung	bis 200 km incl.
Montage	2.500,00 DM ohne Krankkosten
Datenfernüberwachung	4.800,00 DM (einmalig)
Wartungsvertrag	1.500,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

SONSTIGES	
2 Jahre Versicherung im Preis enthalten.	

ROTOR	
Durchmesser	12,5 / 16,0 m
überstrichene Fläche	91,5 / 122 / 201 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	lufseitig
Material	GfK
Drehzahl	max. 95 / 84 / 65 U/min
Besonderheiten	Baukastensystem

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	2
Übersetzung	1 : 15 / 1 : 18 / 1 : 23
Hersteller	Hansen / Dorstener MF

BW 160

Fa. Hermann Brümmer KG
 Windkraftanlagen- und Wasserturbinenfabrik
 Mühlenstraße 8
 3522 [34385] Helmarshausen
 Tel. 05672/2820 Fax 05672/2044



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1030 U/min
Energieabgabe	über Netzaufsaltung mit Leistungsschütze
Spannung	400 V
Hersteller	

LEISTUNGSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	20/40 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	8/11 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	15 - 30 m
Bauart	Rohrmast /abgespannter Rohrmast/Gittermast
Oberfläche	wahlweise verzinkt /gestrichen

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	190 kg
Maschinengondel ohne Flügel	2200 kg
Mast	kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	netzgeführt passive Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung	passiv
Hauptbremse	Blattwinkelverstellung
2. Bremssystem	Blattwinkelverstellung
Überwachung	kann eingebaut werden

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	115.000,00 DM
Montage	8000,00 - 1.2000,00 DM
Datenfernüberwachung	möglich
Wartungsvertrag	möglich
Garantiezeit	2 Jahre

ROTOR	
Durchmesser	17 m
überstrichene Fläche	200 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Brümmer
Anordnung	leeseitig
Material	Stahl
Drehzahl	25 - 50 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung, selbsttätig

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe, Flügelwelle getrennt
Stufen	
Übersetzung	1 :
Hersteller	PIV, Flender

bis 50 kW

Krogmann 15/50

Fa. H. J. Krogmann
 Mühlen- und Maschinenbau
 Sommerweg 12
 2842 [49383] Lohne 2
 Tel. 04442/1330 Fax 04442/4561



50 - 150 kW

ROTOR	
Durchmesser	15 m
überstrichene Fläche	177 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Prince (NL)
Anordnung	lufseitig
Material	CfK, Epoxidharz
Drehzahl	25 - 70 U/min
Besonderheiten	aktive Blattwinkelverstellung

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	2
Übersetzung	1 : 23
Hersteller	Eickhoff

GENERATOR	
Bauart	synchron, bürstenlos
Drehzahl	1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Wechselrichter
Spannung	~ 320 V
Hersteller	EME

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	50 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	2,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	11 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	20 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	30,36 m
Bauart	konischer Betonmast (30 m) Gittermast (30 m, 36 m)
Oberfläche	gestrichen (Betonmast) verzinkt (Gittermast)

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	101,5 kg
Maschinengondel ohne Flügel	2085 kg
Mast	4311 kg (Gittermast, 30 m) 25600 kg (Betonmast)

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	pitch, aktive Blattwinkelverstellung, variabel über Mikroprozessor
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Blattwinkelverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremse
Überwachung	Fernanzeige

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	39
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	27
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	39

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	148.600,00 DM
Anlieferung	nach Aufwand
Montage	nach Aufwand, ca. 9.500,00 DM
Datenfernüberwachung	DM
Wartungsvertrag	1.500,00 DM p.a.
Garantiezeit	1 Jahr

HE - 1500L

H - Energiesystemen B.V.
 Vertrieb: EWS GmbH
 Hagelkreuzweg 17
 4178 [47625] Kevelaer 4
 Tel. 02832/3414 Fax 02832/3552

**ROTOR**

Durchmesser	15 m
überstrichene Fläche	177 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	H-Energiesystemen
Anordnung	luvseitig
Material	Holz - Epoxyd
Drehzahl	60 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE

Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	3
Übersetzung	1 : 25
Hersteller	Flender

GENERATOR

Bauart	synchron, asynchron
Drehzahl	1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Leistungsschütze und Wechselrichter
Spannung	400 V
Hersteller	Stamford

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK

Nennleistung	55 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	2,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	18 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	23 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	55 m/s

MAST

Nabenhöhe	30 und 36 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN

einzelnes Rotorblatt	98 kg
Maschinengondel ohne Flügel	3500 kg
Mast	7900 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME

Drehzahlregelung	stall, pitch
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	Seitenrad
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Blattwinkelverstellung
Überwachung	Schaltanlage

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG

	ja
--	----

ANLAGENZAHLN

Anlagen lt. Referenzliste	14
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	14

PREISE (ohne MWSt.)

Anlage	144.800,00 DM
Anlieferung	ab Kevelaer
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	1.200,00 DM p.a.
Wartungsvertrag	2.500,00 DM p.a.
Garantiezeit	bei Wartungsvertrag 3 Jahre

SONSTIGES

Änderung der Nennleistung und Masthöhe
möglich. Preis auf Anfrage.

Lagerwey LW 15/50

Generalvertrieb in Deutschland durch:
Wistra Windstromanlagen GmbH
 Laggenbecker Str. 210, 4530 Ibbenbüren
 Tel. 05451/3091 Fax 05451/7211
 Filiale: Freyensteiner Chaussee, O-1920 Pritzwalk



50 - 150 kW

ROTOR	
Durchmesser	15,6 m
überstrichene Fläche	191 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	
Anordnung	lufseitig
Material	GfK
Drehzahl	40 - 120 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung Schlaggelenke

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	2
Übersetzung	1 : 20
Hersteller	Flender

GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	800 - 2500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	380 V
Hersteller	ABB

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	50 kW /wahlweise 75 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	2,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	40 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	25, 31, 37 oder 40 m
Bauart	Stahlrohrmast
Oberfläche	thermisch verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	120 kg
Maschinengondel ohne Flügel	2860 kg
Mast	bei 24 m: 5000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	variabel über Mikro- prozessor, passive Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung	über elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Blattwinkelverstellung, pas.
2. Bremssystem	aus dem Wind drehen
Überwachung	Datenfernüberwachung

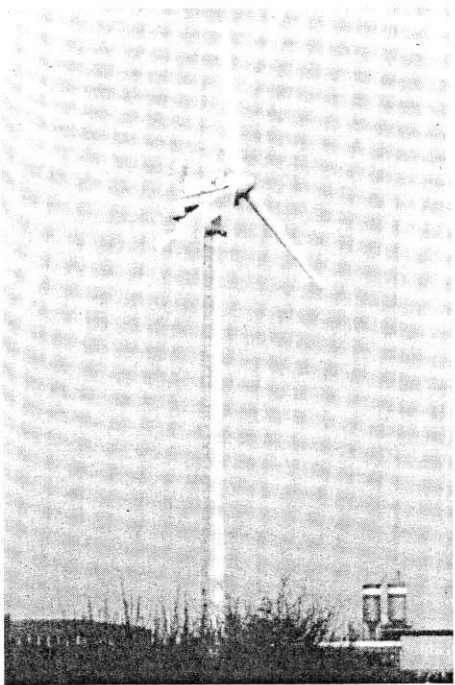
DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	69
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	64
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	150

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	133.000,00 DM (25 m) 154.000,00 DM (31 m) 165.000,00 DM (37 m) ca. 10.000,00 DM zusätzliche Fundamentkosten (40 m)
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	auf Anfrage
Wartungsvertrag	ab dem 4. Jahr ab 900,00 DM p.a
Garantiezeit	3 Jahre

HE - 1600

H - Energiesystemen B.V.
 Vertrieb: EWS GmbH
 Hagelkreuzweg 17
 4178 [47625] Kevelaer 4
 Tel. 02832/3414 Fax 02832/3552



GENERATOR	
Bauart	synchron
Drehzahl	1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Wechselrichter
Spannung	400 V
Hersteller	Stamford

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	80 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	18 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	29 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	55 m/s

MAST	
Nabenhöhe	30 und 36 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	99 kg
Maschinengondel ohne Flügel	4200 kg
Mast	7900 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall, pitch
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	Seitenrad
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Blattwinkelverstellung
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	20
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	12

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	164.000,00 DM
Anlieferung	ab Kevelaer
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	1.200,00 DM p.a.
Wartungsvertrag	2.500,00 DM p.a.
Garantiezeit	bei Wartungsvertrag 3 Jahre

SONSTIGES	
Änderung der Nennleistung und Masthöhe möglich. Preis auf Anfrage.	

ROTOR	
Durchmesser	16 m
überstrichene Fläche	201 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	H-Energiesystemen
Anordnung	luvseitig
Material	Holz - Epoxyd
Drehzahl	U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	3
Übersetzung	1 : 32,5
Hersteller	Flender

50 - 150 kW

TW 60

Tacke Windtechnik GmbH & Co. KG
 Holsterfeld 5 A
 Postfach 1261
 4442 [48499] Salzbergen
 Tel: 05971/88025 [9708-44] Fax 05971/87219 [9708-88]



50 - 150 kW

ROTOR	
Durchmesser	17,5 m
überstrichene Fläche	241 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	lufseitig
Material	GfK
Drehzahl	36/49 U/min
Besonderheiten	mechanisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe, schrägverzahnt Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	2
Übersetzung	1 : 21
Hersteller	Renk Tacke

GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	750/1000 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren und Leistungsschütze
Spannung	400 V
Hersteller	AEG / Siemens

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	60 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	2,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s in 10 m Höhe

MAST	
Nabenhöhe	30 oder 40 m
Bauart	konischer Rohrmast
Oberfläche	Heiß-Aluminium beschichtet, 2-fach lackiert

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	350 kg
Maschinengondel ohne Flügel	2900 kg
Mast	14000/22000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall netzgeführt, polumschaltbar
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Windfahne, elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Blattspitzenverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremse
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

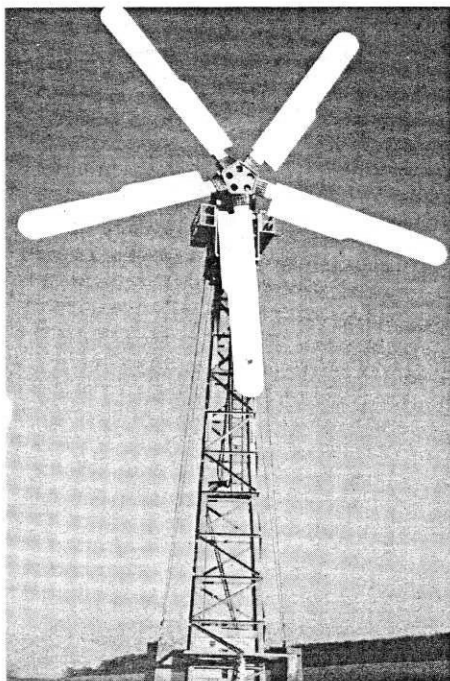
ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	40
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	24
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	41

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	212.000,00 DM (30 m) 231.000,00 DM (40 m)
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	incl.
Wartungsvertrag	850,00 / 930,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

SONSTIGES	
	Versicherung für 2 Jahre

NOAH 100 kW

Walter Schönball
Energietechnik
Gielsdorfer Straße 16
5300 Bonn 1
Tel. 0228/649012



ROTOR	
Durchmesser	17,6 m
überstrichene Fläche	243 m ²
Blattzahl	5
Flügelhersteller	Schönball
Anordnung	luvseitig
Material	GfK, Aluminium
Drehzahl	variabel, 15 - 32 U/min
Besonderheiten	Kippachse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	2
Übersetzung	1 : 47
Hersteller	Schönball

GENERATOR	
Bauart	asynchron (2x)
Drehzahl	1100/1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Wechselrichter
Spannung	400 V
Hersteller	ELIN

LEISTUNGSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	100 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12,5 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	ohne
Überlebenswindgeschwindigkeit	65 m/s

MAST	
Nabenhöhe	19,6 m
Bauart	Gittermast
Oberfläche	verzinkt, gestrichen

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	720 kg
Maschinengondel ohne Flügel	9000 kg
Mast	6000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	netzgeführt variabel über Mikroprozessor
Drehzahlbegrenzung	Netz / stall
Windrichtungsnachführung über	Seitenrad
Hauptbremse	Scheibenbremsen
2. Bremssystem	Seitenverstellung
Überwachung	Rotorwart

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

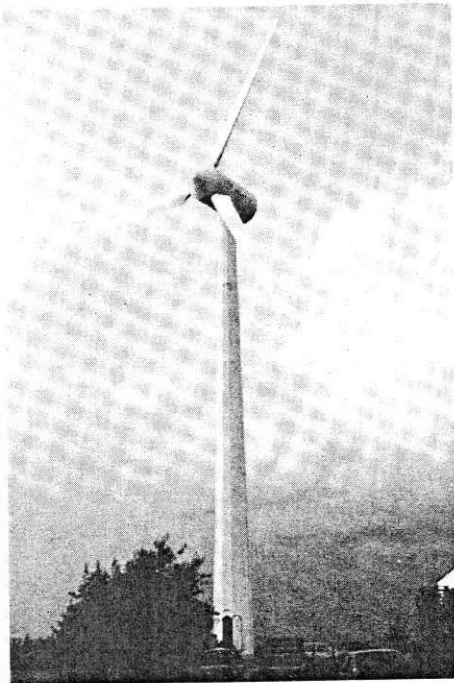
ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	5
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	5

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	295.000,00 DM
Anlieferung	6.000,00 DM
Montage	9.000,00 DM
Datenfernüberwachung	nach Aufwand
Wartungsvertrag	900,00 DM p.a.
Garantiezeit	3 Jahre

50 - 150 kW

Pegasus 80/100

Konrad Petry
Windkonverterbau GmbH
Hauptstraße 14
8911 [86928] Hagenheim
Tel. 08196/7748 oder 0161/5603166



50 - 150 kW

ROTOR	
Durchmesser	17,8 / 19,8 m
überstrichene Fläche	248 / 304 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	U/min
Besonderheiten	Baukastensystem

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe, Planetengetriebe, Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	2
Übersetzung	1 : 25 / 1 : 28
Hersteller	Hansen / Dorstener MF

GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1500 U/min (alternativ 1200 U/min)
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	220 / 380 V
Hersteller	ABB / VEM

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	wahlweise 75, 80, 90, 100, 110 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,2 / 3,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	10,5/11,0/12,5 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	28 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	18,5; 21,5; 24,5; 30,5; 34 m
Bauart	Stahl, konisch Beton, konisch
Oberfläche	lackiert

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	230 / 285 kg
Maschinengondel ohne Flügel	6800 / 7800kg
Mast	7500/9000/12500/14000/17800 kg (bei Ausführung Stahl)

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	netzgeführt Blattverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Blattverstellung in Kombination mit Scheibenbremse
2. Bremssystem	Scheibenbremse (mit Rotornabe verschraubt)
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	ab 178.000,00 DM (mit 21 m-Turm, 17,8 m Ø)
Anlieferung	bis 200 km incl.
Montage	3.500,00 DM ohne Krankkosten
Datenfernüberwachung	4.950,00 DM (einmalig)
Wartungsvertrag	1.950,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

SONSTIGES	
2 Jahre Versicherung im Anlagenpreis enthalten.	

Lagerwey LW 18/80

Generalvertrieb in Deutschland durch:
Wistra Windstromanlagen GmbH
 Laggenbecker Str. 210, 4530 Ibbenbüren
 Tel. 05451/3091 Fax 05451/7211

Filiale: Freyensteiner Chaussee, O-1920 Pritzwalk



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1000 - 2500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Wechselrichter
Spannung	380 V
Hersteller	ABB

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	80 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	2,8 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	14 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	30 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	25, 32, 35, 40 oder 43 m
Bauart	Stahlrohrmast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	150 kg
Maschinengondel ohne Flügel	3000 kg
Mast	bei 24 m: 5000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	variabel über Mikroprozessor, passive Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung	über elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Blattwinkelverstellung
2. Bremssystem	aus dem Wind drehen
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	9
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	9
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	55

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	179.000,00 DM (25 m) 194.000,00 DM (32 m) 215.000,00 DM (40 m)
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	auf Anfrage
Wartungsvertrag	ab dem 4. Jahr ab 900,00 DM p.a.
Garantiezeit	3 Jahre

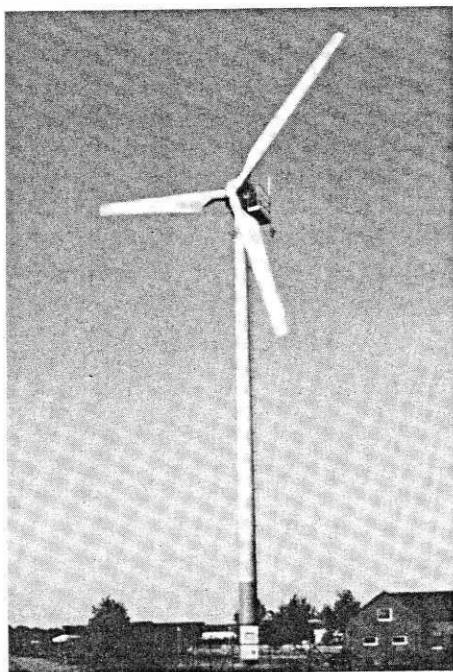
ROTOR	
Durchmesser	18 m
überstrichene Fläche	254 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	
Anordnung	luvseitig
Material	CfK
Drehzahl	60 - 120 U/min
Besonderheiten	Schlaggelenke Blattwinkelverstellung

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	2
Übersetzung	1 : 20
Hersteller	Flender

50 - 150 kW

Enercon - 18

Enercon
Gesellschaft für Energieanlagen mbH & Co.
Postfach
2960 [26581] Aurich 1
Tel. 04941/1794-0 Fax 04941/1794-99



50 - 150 kW

ROTOR	
Durchmesser	19,4 m
überstrichene Fläche	295 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	variabel, 20 - 50 U/min
Besonderheiten	mechanisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe, Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	3
Übersetzung	1 : 29,88
Hersteller	Getriebebau Nord

GENERATOR	
Bauart	synchron
Drehzahl	variabel
Energieabgabe	über Wechselrichter
Spannung	400 V
Hersteller	Weier

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	80 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	67 m/s

MAST	
Nabenhöhe	28,5 - 38,5 m
Bauart	konischer Spannbetonmast
Oberfläche	gestrichen

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	430 kg
Maschinengondel ohne Flügel	5100 kg
Mast	28000 - 44000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall elektronisch, variabel über Mikroprozessor
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor, aktiv
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Blattspitzenverstellung
Überwachung	

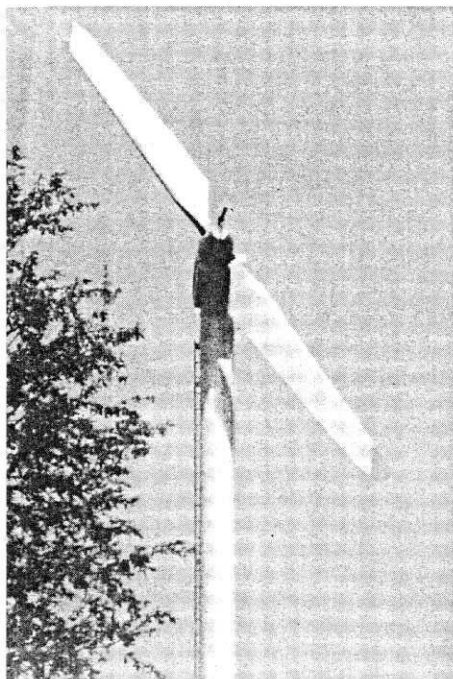
DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	89
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	44
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	218.000,00 DM (28,5 m) 255.000,00 DM (38,5 m)
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	auf Anfrage
Wartungsvertrag	auf Anfrage
Garantiezeit	1 Jahr

HE - 2000L

H - Energiesystemen B.V.
 Vertrieb: EWS GmbH
 Hagelkreuzweg 17
 4178 [47625] Kevelaer 4
 Tel. 02832/3414 Fax 02832/3552

**ROTOR**

Durchmesser	20 m
überstrichene Fläche	314 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	H-Energiesystemen
Anordnung	luvseitig
Material	Holz - Epoxyd
Drehzahl	40 U/min
Besonderheiten	

GETRIEBE

Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	3
Übersetzung	1 : 40
Hersteller	Flender

GENERATOR

Bauart	synchron
Drehzahl	1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Wechselrichter
Spannung	400 V
Hersteller	Stamford

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK

Nennleistung	100 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	18 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	23 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	55 m/s

MAST

Nabenhöhe	30 und 36 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN

einzelnes Rotorblatt	225 kg
Maschinengondel ohne Flügel	5000 kg
Mast	12000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME

Drehzahlregelung	stall, pitch
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	Seitenrad
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Blattwinkelverstellung
Überwachung	

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG

	ja
--	----

ANLAGENZAHLN

Anlagen lt. Referenzliste	5
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	5

PREISE (ohne MWSt.)

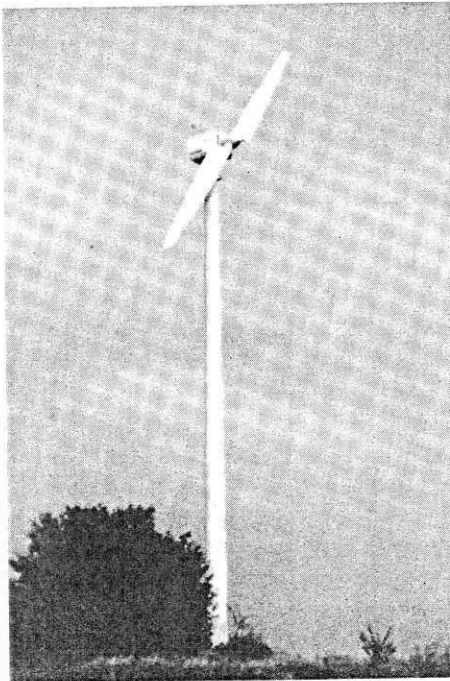
Anlage	221.400,00 DM
Anlieferung	ab Kevelaer
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	1.200,00 DM
Wartungsvertrag	3.000,00 DM p.a.
Garantiezeit	3 Jahre bei Abschluß Wartungsvertrag

SONSTIGES

Änderung der Nennleistung und Masthöhe
möglich. Preise auf Anfrage.

Ventis 20-100

Ventis
Energetechnik GmbH
 Ernst-Böhme-Straße 27
 3300 [38112] Braunschweig
 Tel. 0531/2110200 Fax 0531/2110140



50 - 150 kW

ROTOR	
Durchmesser	20 m
überstrichene Fläche	314 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	-
Anordnung	lufseitig
Material	GfK
Drehzahl	61/40 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe, Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	2
Übersetzung	1 : 25
Hersteller	-

GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1000/1500 U/min
Energieabgabe	Netzaufschaltung mit Leistungsschützen
Spannung	400 V
Hersteller	-

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	100 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	10,7 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	20 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	30,5/42,5 m
Bauart	Rohrmast (30m) konischer Betonm. (30 m)
	Gittermast (42 m)
Oberfläche	verzinkt (42) / gestrichen (30)

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	310 kg
Maschinengondel ohne Flügel	3700 kg
Mast	35000kg (Beton)/ 10700kg (Rohr) / 10000kg (Gitter)

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	netzgeführt, polumschaltbar, aktive Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Blattwinkelverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremse
Überwachung	Datenfernüberwachung

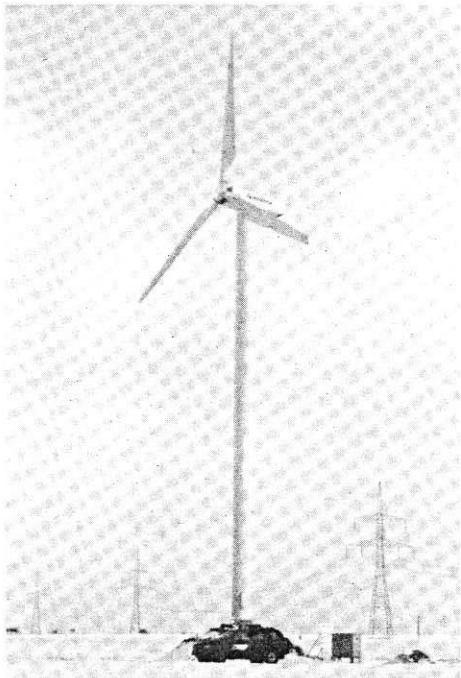
DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	34
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	27
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	44

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	255.000,00 DM
Anlieferung/Montage	18.500,00 DM
Wartungsvertrag incl. Datenfernüberwachung	ab 2.500,00 DM p.a.
Garantiezeit	1 Jahr

Seewind 20/110

Seewind
Windenergiesysteme GmbH
Im Grund 7
7519 Walzbachtal 2
Tel. 07203/7111



GENERATOR

Bauart	asynchron
Drehzahl	1000/1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren (variabel), Leistungsschütze
Spannung	400 V
Hersteller	WEG/AEG/Siemens

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK

Nennleistung	20/110 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12,5 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST

Nabenhöhe	25,2/31,2 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	kunststoffbehandelt

MASSEN

einzelnes Rotorblatt	300 kg
Maschinengondel ohne Flügel	5300 kg
Mast	8000 kg

ROTOR

Durchmesser	20 m
überstrichene Fläche	314 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Seewind
Anordnung	luvseitig
Material	GfK, CfK
Drehzahl	29/44 U/min
Besonderheiten	mechanisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE

Bauart	Planetengetriebe
Stufen	2
Übersetzung	1 : 34
Hersteller	Lohmann + Stolterfoth

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME

Drehzahlregelung	stall netzgeführt, polumschaltbar
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Scheibenbremse, magn. gelüftet
2. Bremssystem	passive Blattspitzenverstellung
Überwachung	Datenfernüberwachung (auf Wunsch)

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG

ja (GL)

ANLAGENZAHLN

Anlagen lt. Referenzliste	4
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	3
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	4

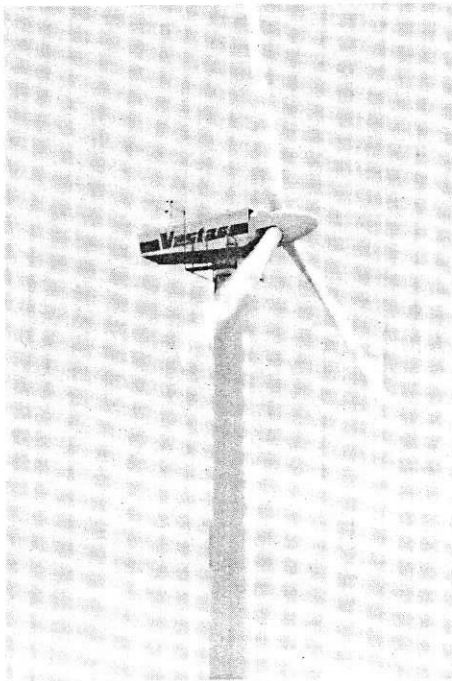
PREISE (ohne MWSt.)

Anlage	210.000,00 DM
Anlieferung	3.000,00 DM
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	3.500,00 DM p.a.
Wartungsvertrag	2.000,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

50 - 150 kW

Vestas V20/100 kW

Vestas Deutschland GmbH
 Postfach 11 25
 2250 [25801] Husum
 Tel. 04841/71005-6
 Fax 04841/71007



50 - 150 kW

GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1012 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	400 V
Hersteller	Siemens o. baugleich

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	110 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	4,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	13 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	56 m/s

MAST	
Nabenhöhe	24,0/40,6 m
Bauart	Rohrturm (24,0 m) Gittermast (40,6 m)
Oberfläche	verzinkt, gestrichen

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	kg
Maschinengondel ohne Flügel	4600 kg
Mast	5600 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall, netzgeführt, aus dem Wind drehen des Rotors
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Windfahne, elektr. Getriebemotoren (2 St.)
Hauptbremse	Blattspitzenverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremse
Überwachung	VMP-Multiprozessor

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	2
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	1
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	52

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	218.000,00 DM
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	keine
Wartungsvertrag	1.990,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

ROTOR	
Durchmesser	20 m
überstrichene Fläche	314 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Vestas
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	46 U/min
Besonderheiten	mechanisch aktivierte Flügelspitzenverstellung

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	2
Übersetzung	1 : 22
Hersteller	Hansen o. baugleich

TW 80

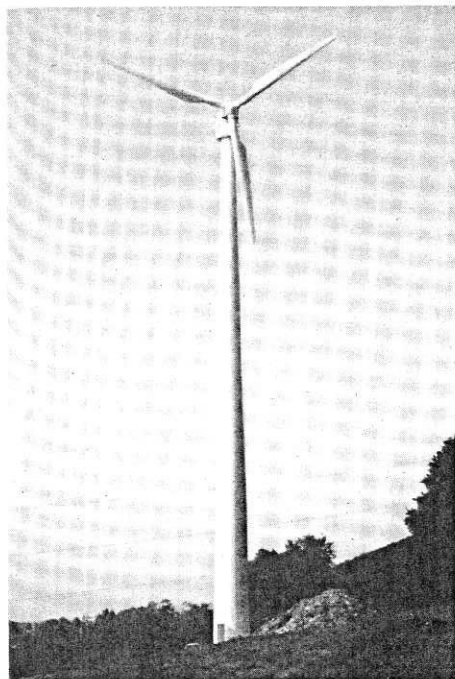
Tacke Windtechnik GmbH & Co. KG

Holsterfeld 5 A

Postfach 1261

4442 [48499] Salzbergen

Tel: 05971/88025 [9708-44] Fax 05971/87219 [9708-88]



ROTOR

Durchmesser	21 m
überstrichene Fläche	346 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	30/40 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE

Bauart	Stirnradgetriebe, schrägverzahnt Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	2
Übersetzung	1 : 25
Hersteller	Renk Tacke

GENERATOR

Bauart	asynchron
Drehzahl	750/1000 U/min
Energieabgabe	über Netzaufsaltung mit Thyristoren und Leistungsschütze
Spannung	400 V
Hersteller	AEG, Siemens

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK

Nennleistung	80 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	2,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	13 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s in 10 m Höhe

MAST

Nabenhöhe	40 m
Bauart	konischer Rohrmast
Oberfläche	Heiß-Aluminium beschichtet, 2-fach lackiert

MASSEN

einzelnes Rotorblatt	450 kg
Maschinengondel ohne Flügel	4500 kg
Mast	22000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME

Drehzahlregelung	stall netzgeführt, polumschaltbar
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Windfahne, elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Blattspitzenverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremse
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG

	ja
--	----

ANLAGENZAHLN

Anlagen lt. Referenzliste	14
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	7
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	14

PREISE (ohne MWSt.)

Anlage	260.000,00 DM
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	incl.
Wartungsvertrag	1.040,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

SONSTIGES

	Versicherung für 2 Jahre
--	--------------------------

50 - 150 kW

Fuhrländer astOs 100

Fa. Theo Fuhrländer GmbH
 Umwelttechnik Windkraftanlagen
 Auf der Höhe 4
 5439 [56477] Waigandshain/Ww.
 Tel. 02664/1762 Fax 02664/6082



50 - 150 kW

GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1000/1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	400 V
Hersteller	Weier

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	20/100 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3-3,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	67 m/s

MAST	
Nabenhöhe	34 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	kunststoffbehandelt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	432 kg
Maschinengondel ohne Flügel	5300 kg
Mast	~ 16000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall netzgeführt, polumschaltbar, starr
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Blattspitzenverstellung
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	4

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	249.000,00 DM
Anlieferung	incl.
Montage	3.000,00 DM
Datenfernüberwachung	DM
Wartungsvertrag	2.900,00 DM p.a.
Garantiezeit	5 Jahre

ROTOR	
Durchmesser	21 m
überstrichene Fläche	346 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	47/31 U/min
Besonderheiten	mechanisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnrad- und Planetengetriebe (Kombiniert), Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert, ohne Hauptrahmen
Stufen	2
Übersetzung	1 : 33
Hersteller	Dorstener

BW 200

Fa. Hermann Brümmer KG
 Windkraftanlagen- und Wasserturbinenfabrik
 Mühlenstraße 8
 3522 [34385] Helmarshausen
 Tel. 05672/2820 Fax 05672/2044

**ROTOR**

Durchmesser	22 m
überstrichene Fläche	340 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Brümmer
Anordnung	leeseitig
Material	Stahl
Drehzahl	20 - 30 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung

GETRIEBE

Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	
Übersetzung	1 :
Hersteller	PIV, Flender

GENERATOR

Bauart	asynchron
Drehzahl	1030 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Leistungsschütze
Spannung	400 V
Hersteller	

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK

Nennleistung	30/60 (100) kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	8/11/15 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST

Nabenhöhe	20 - 30 m
Bauart	Rohrmast /abgespannter Rohrmast/Gittermast
Oberfläche	verzinkt /gestrichen

MASSEN

einzelnes Rotorblatt	280 kg
Maschinengondel ohne Flügel	4000 kg
Mast	kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME

Drehzahlregelung	netzgeführt, pitch passive Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung	passiv
Hauptbremse	
2. Bremssystem	
Überwachung	

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG

	nein
--	------

ANLAGENZAHLN

Anlagen lt. Referenzliste

Anlagen lt. Monatsstatistik
(Umschalten e.V.)
(installierte Anlagen)bisher aufgestellte Anlagen
(weltweit)**PREISE (ohne MWSt.)**

Anlage	140.000,00/160.000,00 DM
Montage	10.000,00/14.000,00 DM
Garantiezeit	2 Jahre

Pegasus 200/225

Konrad Petry
Windkonverterbau GmbH
Hauptstraße 14
8911 [86928] Hagenheim
Tel. 08196/7748 oder 0161/5603166



150 - 320 kW

ROTOR	
Durchmesser	25 m; 29 m
überstrichene Fläche	490; 660 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	45/38 U/min
Besonderheiten	Baukastensystem

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe, Planetengetriebe, Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	3
Übersetzung	1 : 35 / 1 : 39
Hersteller	Hansen / Lohmann & Stolterfoth

GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1500 / 1200 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	220 / 380 V
Hersteller	ABB / VEM

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	150 / 175 / 200 / 225 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,2 / 3,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	10,5 / 11,5 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	28 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	30,8; 34,8; 40,8; 45,0 m
Bauart	konischer Rohrmast oder Beton
Oberfläche	lackiert

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	560 / 830 kg
Maschinengondel ohne Flügel	500/1300 kg
Mast	17800, 19800, 24500, 29500 kg (bei Ausführung Stahl)

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	netzgeführt Blattverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Scheibenbremse in Kombination mit Blattwinkelverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremse mit Rotornabe verschraubt
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	ab 438.000,00 DM (30 m-Turm, 25 m Ø)
Anlieferung	bis 200 km incl.
Montage	4.500,00 DM ohne Krankkosten
Datenfernüberwachung	5.150,00 DM (einmalig)
Wartungsv.	2.100,00 - 2.800,00DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

SONSTIGES	
2 Jahre Versicherung im Anlagenpreis enthalten.	

Wind Master 200kW/22,5m

Wind Master GmbH
 Fahrenheitstraße 1 (Bitz)
 2800 [28359] Bremen 33
 Tel. 0421/2208-145
 Fax 0421/2208-146



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1500/1800 U/min
Energieabgabe	Netzaufschaltung über Thyristoren
Spannung	380/460 V
Hersteller	BBC

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	200 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	15 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	65 m/s

MAST	
Nabenhöhe	22,55 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	173 kg
Maschinengondel ohne Flügel	8200 kg
Mast	10700 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	pitch aktive Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	hydr. Getriebemotor, freilaufend
Hauptbremse	Blattwinkelverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremse
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	140

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	443.496,00 DM
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	incl.
Wartungsvertrag	auf Anfrage
Garantiezeit	nach Vereinbarung

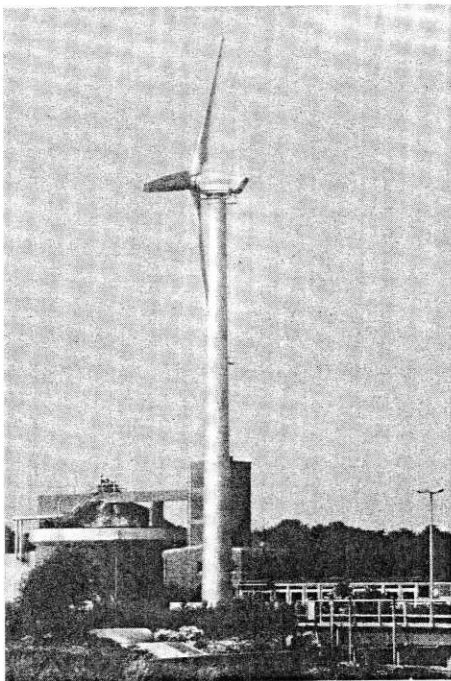
ROTOR	
Durchmesser	22,5 m
überstrichene Fläche	397 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	
Anordnung	lufseitig
Material	GfK
Drehzahl	52 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung

GETRIEBE	
Bauart	Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	3
Übersetzung	1 : 29
Hersteller	PIV

150 - 320 kW

AN BONUS 150/30 kW

**AN Maschinenbau
und Umweltschutzanlagen GmbH**
Waterbergstr. 11
2800 [28237] Bremen 21
Tel. 0421/69458-61 Fax 0421/642283



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1000/750 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	400 V
Hersteller	z.B. ABB

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	150/30 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3-4 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12-13 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	57 m/s

MAST	
Nabenhöhe	30 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	680 kg
Maschinengondel ohne Flügel	8700 kg
Mast	9700 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	netzgeführt, polumschaltbar
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Blattspitzenverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremse
Überwachung	Datenfernübertragung (vorgesehen)

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	53
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	43
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	auf Anfrage

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	365.000,00 DM
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	auf Anfrage
Wartungsvertrag	2 Jahre frei, dann 3.500,00DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

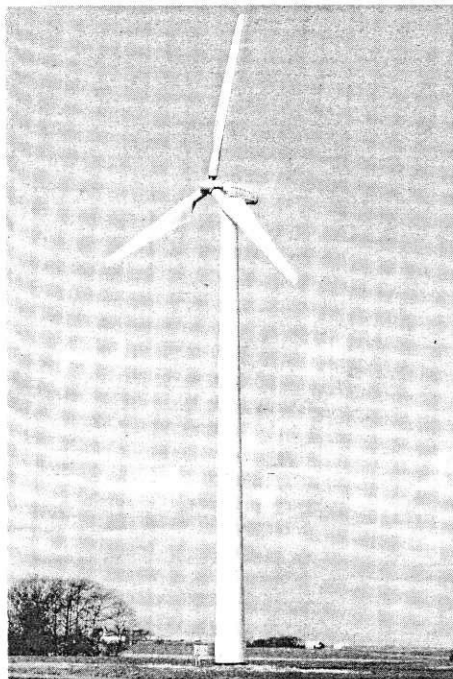
ROTOR	
Durchmesser	23 m
überstrichene Fläche	415 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	40/30 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Rotorspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	2
Übersetzung	1 : 24,77
Hersteller	Flender

150 - 320 kW

NTK 150 XLR

Nordtank
Windkraftanlagen GmbH
Osterport 2
2251 [25872] Osterfeld
Tel. 04845/535 Fax 04845/1318



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1500 U/min
Energieabgabe über Netzaufschaltung mit Thyristoren und Leitungsschütze	
Spannung	400 V
Hersteller	ABB

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	150 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	4,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	13 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	53 m/s

MAST	
Nabenhöhe	32,6 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	verzinkt/kunststoffbehandelt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	700 kg
Maschinengondel ohne Flügel	8000 kg
Mast	12000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall netzgeführt, starr
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über elektrischen Getriebemotor	
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Blattspitzenverstellung
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLEN	
Anlagen lt. Referenzliste	27
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	22
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	366

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	322.000,00 DM
Anlieferung	7.000,00 DM
Montage	6.000,00 DM
Datenfernüberwachung	5.000,00 DM
Wartungsvertrag	3.500,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

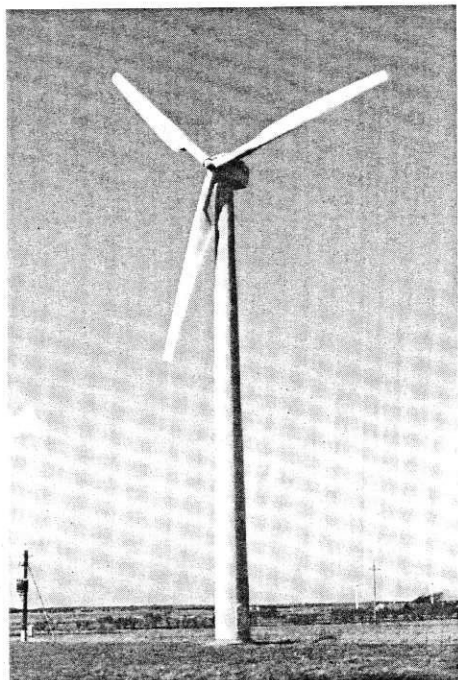
ROTOR	
Durchmesser	24,6 m
überstrichene Fläche	475 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	37 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	2
Übersetzung	1 : 40,5
Hersteller	Flender

150 - 320 kW

Wind World W- 2500/220 kW

Vertrieb:
wind strom frisia GmbH
 Hohe Str. 11
 4950 [32423] Minden
 Tel. 0571/28961 Fax 0571/21651



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1000 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	400 V
Hersteller	Brook-Crompton o.ä.

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	220 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	13,5 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	31 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	kunststoffbehandelt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	840 kg
Maschinengondel ohne Flügel	8000 kg
Mast	13500 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall netzgeführt, starr
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Windfahne, elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Blattspitzenverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremsen
Überwachung	Datenfernübertragung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	2
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	1
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	29

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	409.400,00 DM
Anlieferung	bis Flensburg incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	incl.
Wartungsvertrag	3.800,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre oder 10 Jahre möglich

ROTOR	
Durchmesser	25 m
überstrichene Fläche	491 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	41 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe, Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	2
Übersetzung	1 : 24
Hersteller	Wind World A/S

150 - 320 kW

Wind Master 300kW/28m

Wind Master GmbH
 Fahrenheitstraße 1
 2800 [28359] Bremen 33
 Tel. 0421/2208-145
 Fax 0421/2208-146



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1500/1800 U/min
Energieabgabe	Netzaufschaltung über Thyristoren
Spannung	380/460 V
Hersteller	ABB

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	300 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	13 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	65 m/s

MAST	
Nabenhöhe	29,75 m
Bauart	Stahl-Rohrmast
Oberfläche	Epoxy o. verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	273 kg
Maschinengondel ohne Flügel	12500 kg
Mast	21200 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	pitch aktive Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	hydr. Getriebemotor, freilaufend
Hauptbremse	Blattwinkelverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremse
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
beantragt bei GL	

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	146

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	550.500,00 DM
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	incl.
Wartungsvertrag	auf Anfrage
Garanzzeit	nach Vereinbarung

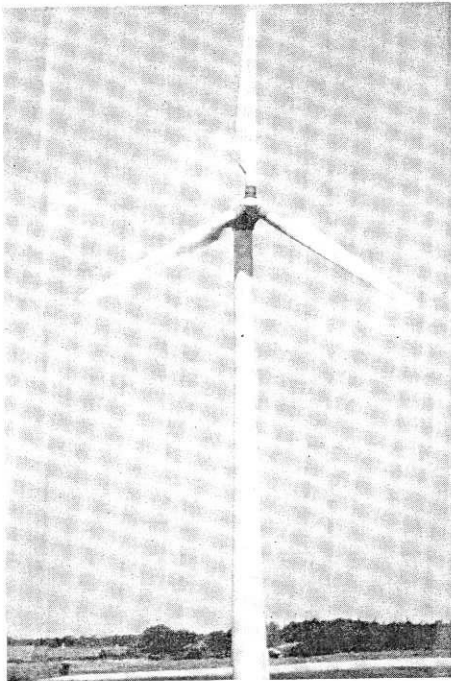
ROTOR	
Durchmesser	28 m
überstrichene Fläche	615 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	52/46 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung

GETRIEBE	
Bauart	Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	3
Übersetzung	1 : 27,8/31,25
Hersteller	PIV

150 - 320 kW

WTN 200/26

Windtechnik - Nord
 Grüner Weg 11
 2263 [25920] Stedesand
 Tel. 04662/1414 Fax 04662/1424



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1000 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren und Leistungsschütze
Spannung	400 V
Hersteller	Siemens

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	200 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	4 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	13 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	67 m/s

MAST	
Nabenhöhe	30/40 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	kunststoffbehandelt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	840 kg
Maschinengondel ohne Flügel	10800 kg
Mast	11000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall, netzgeführt
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotoren (2 St.)
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Blattspitzenverstellung
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	16
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	13
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	378.000,00 DM (30 m) 412.000,00 DM (40 m)
Anlieferung	5.000,00 DM (30 m) 8.000,00 DM (40 m)
Montage	10.000,00 DM (30 m) 12.000,00 DM (40 m)
Datenfernüberwachung/ Wartungsvertrag	3.000,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

ROTOR	
Durchmesser	26 m
überstrichene Fläche	531 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	40 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	3
Übersetzung	1 : 25,3
Hersteller	Flender

150 - 320 kW

TW 250

Tacke Windtechnik GmbH & Co. KG
 Holsterfeld 5 A
 Postfach 1261
 4442 [48499] Salzbergen
 Tel: 05971/88025 [9708-44] Fax 05971/87219 [9708-88]



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1010/1515 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren und Leistungsschütze
Spannung	400 V
Hersteller	AEG / Siemens

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	250 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	14 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s in 10 m Höhe

MAST	
Nabenhöhe	30/55 m
Bauart	konischer Rohrmast (30 m) zylindrischer Rohrmast, letztes Drittel konisch (55 m)
Oberfläche	Heiß-Aluminium beschichtet, 2-fach lackiert

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	830 kg
Maschinengondel ohne Flügel	14000 kg
Mast	23000/68000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall netzgeführt, polumschaltbar
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Windfahne, elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Blattspitzenverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremse
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	20
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	15
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	35

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	495.000,00 DM (30 m) 640.000,00 DM (55 m)
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	incl.
Wartungsvertrag	1.980,00 DM p.a. (30 m) 2.560,00 DM p.a. (55 m)
Garantiezeit	2 Jahre

SONSTIGES	
	Versicherung für 2 Jahre

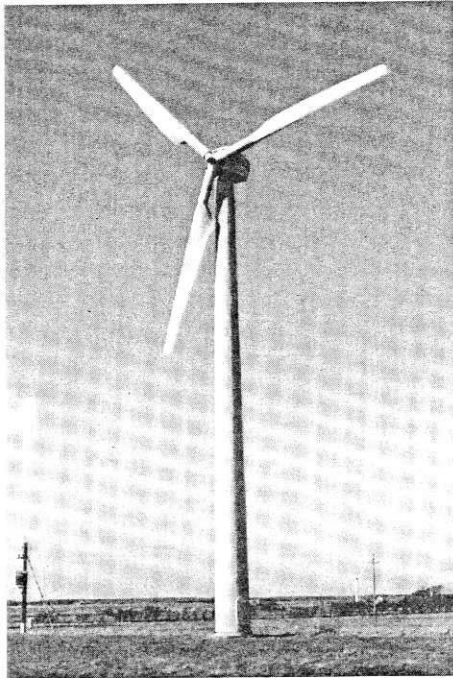
ROTOR	
Durchmesser	26 m
überstrichene Fläche	531 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	lufseitig
Material	GfK
Drehzahl	28/42 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe, schrägverzahnt und Planetengetriebe (Kombination)
Stufen	2
Übersetzung	1 : 35,7
Hersteller	Renk Tacke

150 - 320 kW

Wind World W- 2700/150 kW

Vertrieb:
 wind strom frisia GmbH
 Hohe Str. 11
 4950 [32423] Minden
 Tel. 0571/28961 Fax 0571/21651



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	750 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	400 V
Hersteller	Brook-Crompton o.ä.

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	150 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	11 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	31/41 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	kunststoffbehandelt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	840 kg
Maschinengondel ohne Flügel	8000 kg
Mast	13500 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall netzgeführt, starr
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Windfahne, elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Blattspitzenverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremsen
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	30
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	21
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	108

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	409.400,00 DM (31m) 447.600,00 DM (41m)
Anlieferung	bis Flensburg incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	incl.
Wartungsvertrag	3.800,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre oder 10 Jahre möglich

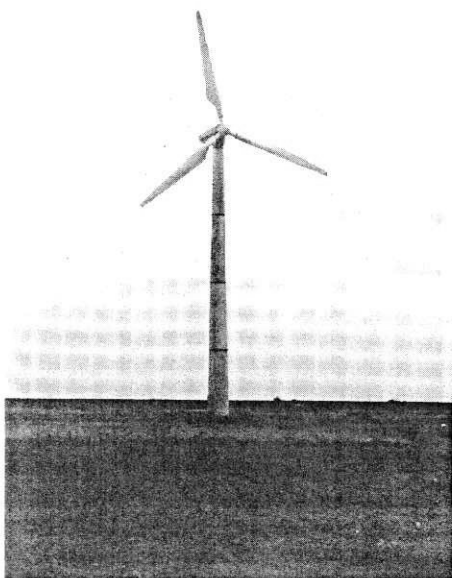
ROTOR	
Durchmesser	27 m
überstrichene Fläche	573 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	35,7 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe, Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	2
Übersetzung	1 : 21
Hersteller	Wind World A/S

150 - 320 kW

Micon M 570-200/40 kW
Micon M 530-250/50 kW

Vertretung für Micon Windkraftanlagen
Fries & Partner
 Eschelsweg 27 IV
 2000 [22767] Hamburg 50
 Tel. 040/389685 Fax 040/3800364



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1000/1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	400 V
Hersteller	Elin

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	200/40; 250/50 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,0 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	11,5 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	30/36 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	gestrichen

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	800 kg
Maschinengondel ohne Flügel	9000 kg
Mast	14000/20000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	netzgeführt, polumschaltbar
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Blattspitzenverstellung
Überwachung	eingebaute Steuerungseinheit

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	47
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	47
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	321

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	390.000,00 DM (M 530-250, 30 m) 408.000,00 DM (M 530-250, 36 m) 400.000,00 DM (M 570-200, 30 m) 418.000,00 DM (M 570-250, 36 m)
Anlieferung	in Schleswig-Holstein incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	auf Anfrage
Wartungsvertrag	3.000 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

ROTOR	
Durchmesser	27/26 m
überstrichene Fläche	573/531 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	37,5/25,0 U/min (M 570) 41,5/27,7 U/min (M 530)
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	2
Übersetzung	1 : 40 / 1:36
Hersteller	Flender / Hansen

150 - 320 kW

GET DANWIN 27

GET
 Gesellschaft für Energietechnik mbH & Co. KG
 Andreas-Gayk-Straße 23-25
 2350 [24103] Kiel 1
 Tel. 0431/978944 Fax 0431/978936



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	400 V
Hersteller	europäisch

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	225 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	4 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	14 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	67 m/s

MAST	
Nabenhöhe	30,4/40,0 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	gestrichen

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	840 kg
Maschinengondel ohne Rotor	7630 kg
Mast	13250/20700 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	netzgeführt
Leistungsbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Elektromot. Az.-antrieb
Hauptbremse	Blattspitzenverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremse
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	341

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	430.000,00 DM (30 m) ca. 471.000,00 DM (40 m)
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	1.800,00 DM
Wartungsvertrag	3.000,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

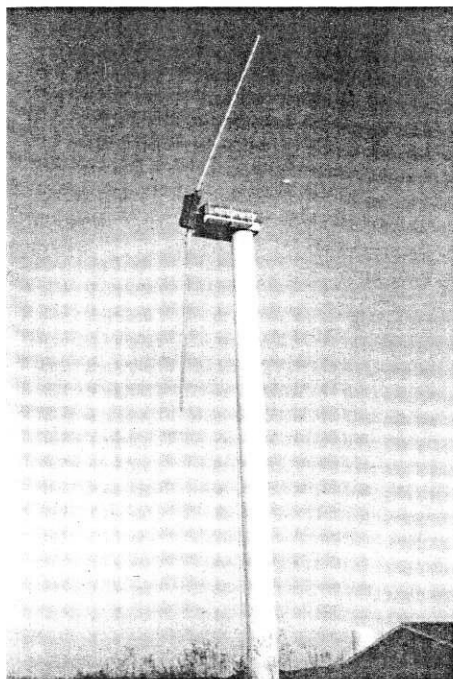
ROTOR	
Durchmesser	27 m
überstrichene Fläche	573 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	37,8 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremsen

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	3
Übersetzung	1 : 39,9
Hersteller	Valmet / J. Kestermann

150 - 320 kW

Lagerwey LW 27/250

Generalvertrieb in Deutschland durch:
 Wistra Windtsromanlagen GmbH
 Laggenbecker Str. 210, 4530 Ibbenbüren
 Tel. 05451/3091 Fax 05451/7211
 Filiale: Freyensteiner Chaussee, O-1920 Pritzwalk



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1000 - 2000 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Wechselrichter
Spannung	380 V
Hersteller	ABB

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	250 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	13 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	30 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	32 oder 40 m
Bauart	Stahlrohmmast
Oberfläche	verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	250 kg
Maschinengondel ohne Flügel	6000 kg
Mast	bei 32 m: 13000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	variabel über Mikroprozessor, passive Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Blattwinkelverstellung
2. Bremssystem	aus dem Wind drehen
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	beantragt bei ECN

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	1

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	385.000,00 DM (32m) 415.000,00 DM (40m)
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	auf Anfrage
Wartungsvertrag	ab dem 3. Jahr ab 1.500,00 DM p.a.
Garantiezeit	3 Jahre

ROTOR	
Durchmesser	27 m
überstrichene Fläche	572 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	
Anordnung	lufseitig
Material	CfK
Drehzahl	35 - 70 U/min
Besonderheiten	Schlaggelenke passive Blattwinkelverstellung

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	2
Übersetzung	1 : 28,57
Hersteller	Flender

Vestas V27/225 kW

Vestas Deutschland GmbH
 Postfach 11 25
 2250 [25801] Husum
 Tel. 04841/71005-6
 Fax 04841/71007



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	760/1008 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	400 V
Hersteller	Siemens o. baugleich

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	225 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	13,5 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	56 m/s

MAST	
Nabenhöhe	31,5 m
Bauart	Rohrturm
Oberfläche	verzinkt, gestrichen

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	kg
Maschinengondel ohne Flügel	7900 kg
Mast	12000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	pitch, netzgeführt, polumschaltbar, akt. Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	Windfahne, elektr. Getriebemotoren (2 St.)
Hauptbremse	Blattwinkelverstellung Scheibenbremse
2. Bremssystem	Scheibenbremse Blattwinkelverstellung
Überwachung	VMP-Multiprozessor

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	53
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	28
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	872

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	475.000,00 DM
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	2.900,00 DM
Wartungsvertrag	3.984,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

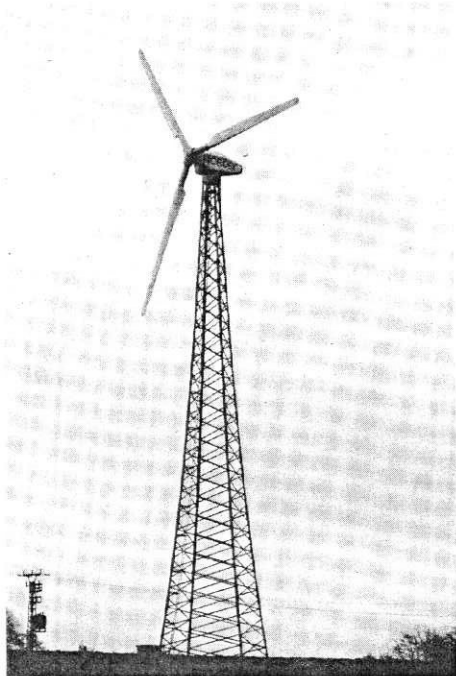
ROTOR	
Durchmesser	27 m
überstrichene Fläche	573 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Vestas
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	32/43 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	2
Übersetzung	1 : 23
Hersteller	Hansen o. baugleich

150 - 320 kW

Nordex 27

Nordex
Energieanlagen GmbH
Sehlingdorfer Straße 26
4520 [49328] Melle/Buer
Tel. 05427/352 Fax 05427/1098



ROTOR	
Durchmesser	27 m
überstrichene Fläche	573 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	30/40 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirradgetriebe Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	3
Übersetzung	1 : 25
Hersteller	Flender / Thyssen

GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	750/1000 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	400 V
Hersteller	Brook

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	250 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	13 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	30 / 36 / 40 m
Bauart	Rohrmast (30/40 m) Gittermast (30 / 36 / 40 m)
Oberfläche	verzinkt (Gittermast) kunststoffbehandelt (Rohrmast)

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	1360 kg
Maschinengondel ohne Flügel	13700 kg
Mast	(40 m Gittermast) 17700 kg

SONSTIGES	
Mit dem gleichen Rotor wird auch eine binnenlandoptimierte 150 kW - Anlage angeboten. Die Drehzahl beträgt 27/36 U/min, die Nenngeschwindigkeit 10,5 m/s.	

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	netzgeführt, polumschaltbar
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	2 hydraulische Getriebemotoren
Hauptbremse	Blattspitzenverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremse
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

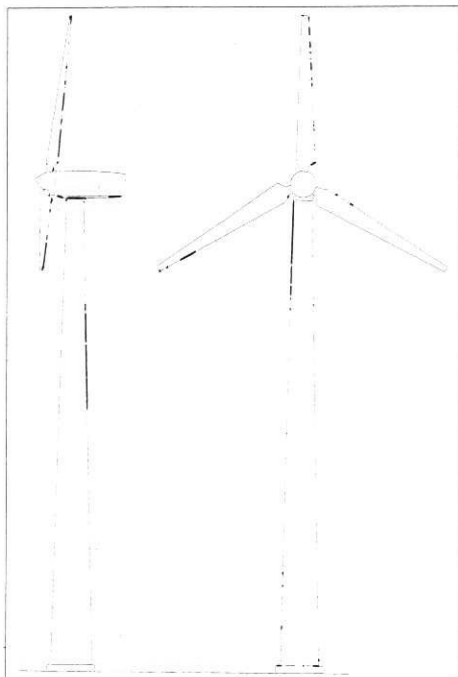
ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	30
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	30
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	107

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage:	250 kW-Anlage
	432.000,00 DM (30m Gittermast)
	441.000,00 DM (36m Gittermast)
	452.000,00 DM (40m Gittermast)
	445.000,00 DM (30m Stahlrohrmast)
	467.000,00 DM (40m Stahlrohrmast)
	150 kW-Anlage
	417.000,00 DM (30m Gittermast)
	426.000,00 DM (36m Gittermast)
	437.000,00 DM (40m Gittermast)
	430.000,00 DM (30m Stahlrohrmast)
	452.000,00 DM (40m Stahlrohrmast)
Anlieferung/Monatge	incl.
Datenfernüberwachung	incl.
Wartungsvertrag	3.900,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

150 - 320 kW

Breath 150

Matech GmbH
 Obere Straße 15
 0-8901 [02899] Kiesdorf a.d. Eigen
 Tel. 035823/824
 Fax 035823/828



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	750/1000 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	400 V
Hersteller	VEM

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	150 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	11,5 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	67 m/s

MAST	
Nabenhöhe	40/50 m
Bauart	konischer Betonmast/Gittermast
Oberfläche	gestrichen/verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	1050 kg
Maschinengondel ohne Flügel	9500 kg
Mast	Gittermast 16000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall netzgeführt, polumschaltbar
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	hydraul. Getriebemotor
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Blattspitzenverstellung
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
beantragt bei GL	

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	370.000,00 DM
Anlieferung	je nach Entfernung
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	n.n.
Wartungsvertrag	ca. 7.500,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

SONSTIGES	
Erste Anlagen können ab Mitte '93 ausgeliefert werden.	

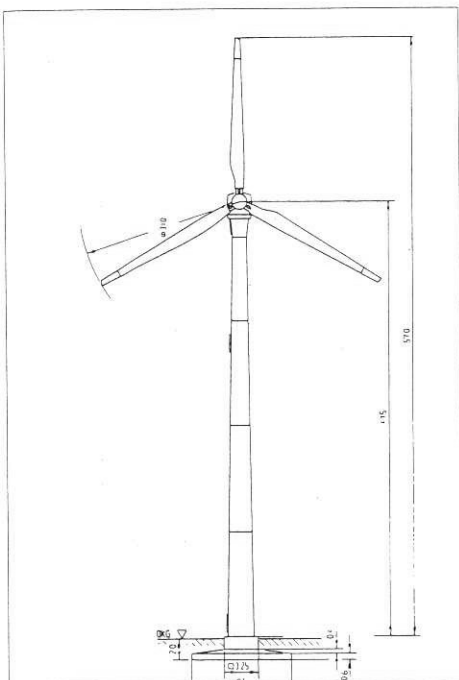
ROTOR	
Durchmesser	28 m
überstrichene Fläche	615 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	26/33 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	3
Übersetzung	1 : 30,3
Hersteller	Flender

150 - 320 kW

Südwind N3127/40mp

Südwind GmbH
 Windkraftanlagen
 Schönleinstr. 15
 1000 [10967] Berlin 61
 Tel. 030/695904-0 Fax 030/695904-77



GENERATOR	
Bauart	asynchron, polumschaltbar
Drehzahl	756/1006 U/min
Energieabgabe	über Netzaufsaltung mit Thyristoren und Leistungsschütze
Spannung	400 V
Hersteller	Loher

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	270 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	13 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	69 m/s

MAST	
Nabenhöhe	41,7 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	gestrichen

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	1150 kg
Maschinengondel ohne Flügel	12000 kg
Mast	(40 m) 20000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall netzgeführt, polumschaltbar
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung	Windfahne, elektr. Getriebemotoren (2 St.)
Hauptbremse	Flügelspitzenbremse
2. Bremssystem	Scheibenbremse, Blattspitzenverstellung
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
beantragt beim Bauamt Hamburg	

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	495.000,00 DM
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	950,00 DM p.a.
Wartungsvertrag	3.000,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

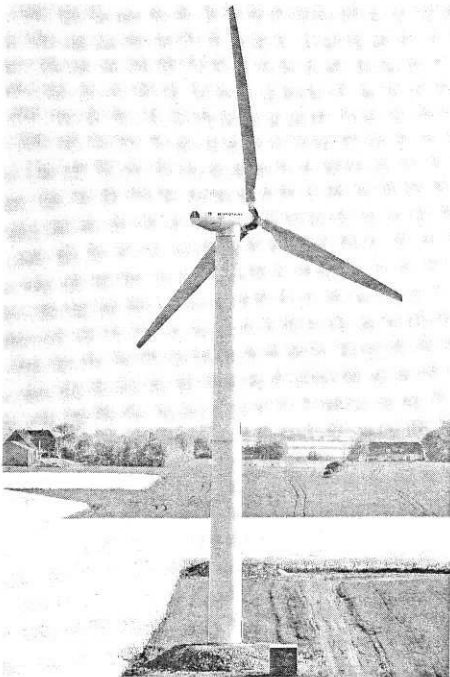
ROTOR	
Durchmesser	31 m
überstrichene Fläche	755 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	24/32 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	3
Übersetzung	1 : 31,468
Hersteller	Flender

150 - 320 kW

NTK 300/31

Nordtank Windkraftanlagen GmbH
 Osterport 2
 2251 [25872] Osterfeld
 Tel. 04845/535 Fax 04845/1318



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1500 U/min
Energieabgabe über Netzaufschaltung mit Thyristoren und Leitungsschütze	
Spannung	400 V
Hersteller	ABB

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	300 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	4,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	13 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	53 m/s

MAST	
Nabenhöhe	31 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	verzinkt/kunststoffbehandelt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	1100 kg
Maschinengondel ohne Flügel	14000 kg
Mast	25000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall netzgeführt, starr
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über elektrischen Getriebemotor	
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Blattspitzenverstellung
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	25
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	24
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	103

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	567.000,00 DM
Anlieferung	7.000,00 DM
Montage	6.000,00 DM
Datenfernüberwachung	5.000,00 DM
Wartungsvertrag	4.000,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

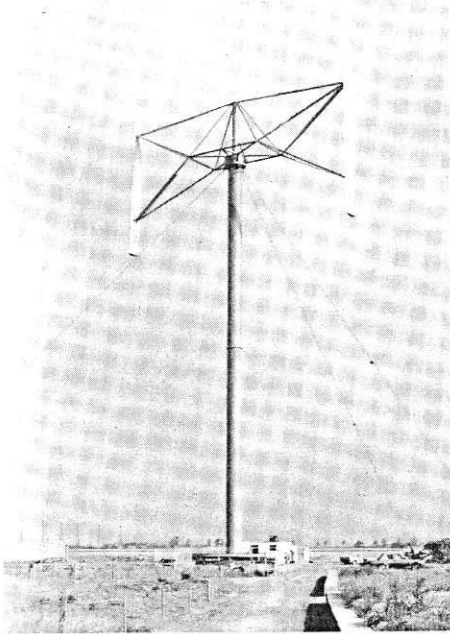
ROTOR	
Durchmesser	31 m
überstrichene Fläche	755 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	33 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	3
Übersetzung	1 : 45
Hersteller	Jahnel-Kestermann

150 - 320 kW

H-Rotor 300

Heidelberg Motor GmbH
Gesellschaft für Energie-Konverter
 Petersbrunner Str. 2
 8130 [82319] Starnberg
 Tel. 08151/262-0 Fax 08151/12478



GENERATOR	
Bauart	Permanentmagnet, integriert
Drehzahl	variabel, max. 20 U/min
Energieabgabe	über Wechselrichter
Spannung	600 V
Hersteller	Heidelberg Motor GmbH

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	300 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12,5 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	28 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	71 m/s

MAST	
Nabenhöhe	50 m
Bauart	Stahlrohr-Dreibein
Oberfläche	gestrichen

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	1900 kg
Maschinengondel	entfällt
Mast	kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	elektronisch, variabel über Mikroprozessor
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung	entfällt
Hauptbremse	generatorisch
2. Bremssystem	Scheibenbremse
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	beantragt bei GL

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	6
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	6

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	DM
Anlieferung	DM
Montage	DM
Datenfernüberwachung	DM
Wartungsvertrag	DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

SONSTIGES	
	1993 werden weitere 3 Anlagen installiert.

ROTOR	
Durchmesser	32 m
überstrichene Fläche	672 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	LM
Anordnung	Vertikalachsenanlage
Material	GfK
Drehzahl	variabel, max. 20 U/min
Besonderheiten	getriebelos

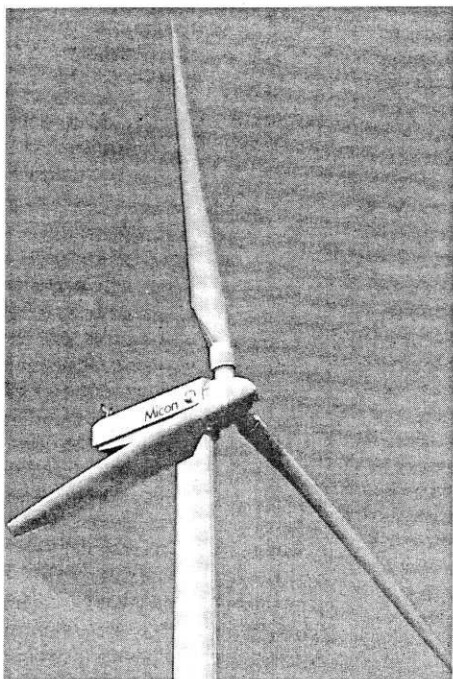
GETRIEBE	
Bauart	getriebelos

150 - 320 kW

Micon 750-400/100 kW

Micon 750-250/50 kW

Vertretung für Micon Windkraftanlagen
Fries & Partner
 Eschelsweg 27 IV
 2000 [22767] Hamburg 50
 Tel. 040/389685 Fax 040/3800364



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1000/1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	690 / 400 V
Hersteller	Elin

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	400/100; 250/50 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,0 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	13 / 15 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	36 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	gestrichen

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	1150 kg
Maschinengondel ohne Flügel	11000 kg
Mast	24000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	netzgeführt, polumschaltbar
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Blattspitzenverstellung
Überwachung	eingebaute Steuerungseinheit

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	4
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	30

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	250 kW: 536.000,00 DM 400 kW: 560.000,00 DM
Anlieferung	in Schleswig-Holstein incl.
Montage	incl.
Wartungsvertrag	in Schleswig-Holstein 3.000 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

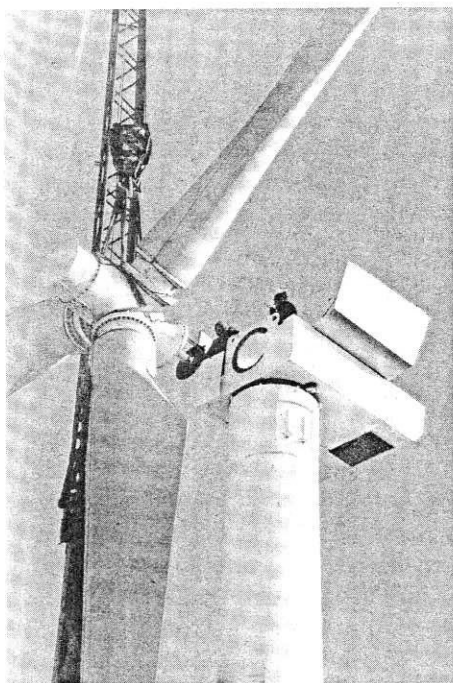
ROTOR	
Durchmesser	31 m
überstrichene Fläche	755 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	400 kW: 23,5/35,5 U/min 250 kW: 20,3/30,5 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Planeten- / Stirnradgetriebe
Stufen	3
Übersetzung	1: 42,6 / 1:49,5
Hersteller	Flender / Hansen

ab 320 kW

AEV 36/500

Anlagenbau und Energieversorgungstechnik
 GmbH Windkraftanlagenbau
 Westerdeich 5
 2221 [25724] Schmedeswuth
 Tel. 04851/8228 Fax 04851/8458

**GENERATOR**

Bauart	asynchron
Drehzahl	1000/1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	690 V
Hersteller	Loher / VEM Dessau

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK

Nennleistung	150/500 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	4 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	15 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	69 m/s

MAST

Nabenhöhe	41 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	Zinkstaubfarbe / kaltverzinkt

MASSEN

einzelnes Rotorblatt	1620 kg
Maschinengondel ohne Flügel	12500 kg
Mast	27000 kg

ROTOR

Durchmesser	36 m
überstrichene Fläche	1014 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	20,7/31 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE

Bauart	Planetengertriebe in Nabe integriert
Stufen	3 oder 2
Übersetzung	1 : 49
Hersteller	Eickhoff / Getriebewerk Leipzig

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME

Drehzahlregelung	netzgeführt polumschaltbar
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Blattspitzenverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremse
Überwachung	Betriebsführungsrechner unabhängiges Sicherheitssystem

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG

beantragt bei Bauamt HH

ANLAGENZAHLN

Anlagen lt. Referenzliste	2
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	

PREISE (ohne MWSt.)

Anlage	750.000,00 DM
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	auf Anfrage
Wartungsvertrag	4.000,00 DM p.a.
Garantiezeit	3 Jahre

TW 500

Tacke Windtechnik GmbH & Co. KG
 Holsterfeld 5 A
 Postfach 1261
 4442 [48499] Salzbergen
 Tel: 05971/88025 [9708-44] Fax 05971/87219 [9708-88]



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1006/1507 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren und Leistungsschütze
Spannung	690 V
Hersteller	AEG / Siemens

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	500 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	2,8 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	15 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s in 10 m Höhe

MAST	
Nabenhöhe	40 m
Bauart	konischer Rohrmast
Oberfläche	Heiß-Aluminium beschichtet, 2-fach lackiert

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	1700 kg
Maschinengondel ohne Flügel	34000 kg
Mast	35000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall netzgeführt, polumschaltbar
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Windfahne, elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Blattspitzenverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremse
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	5
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	1
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	8

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	985.000,00 DM
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	incl.
Wartungsvertrag	3.940,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

SONSTIGES	
	Versicherung für 2 Jahre

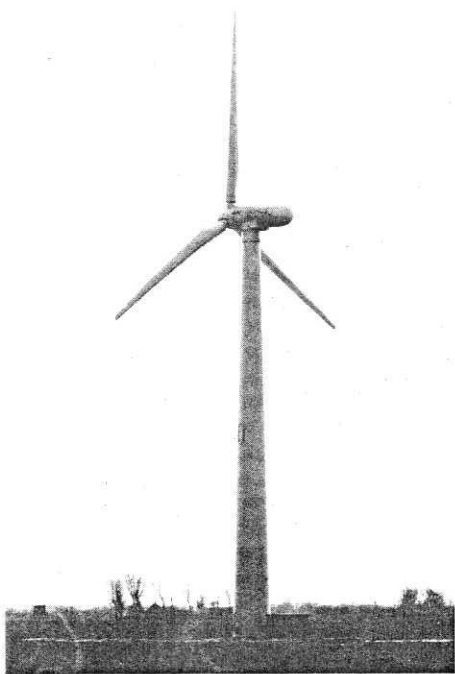
ROTOR	
Durchmesser	37 m
überstrichene Fläche	1075 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	lufseitig
Material	GfK
Drehzahl	20/30 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe, schrägverzahnt und Planetengetriebe (Kombination)
Stufen	3
Übersetzung	1 : 48,64
Hersteller	Renk Tacke

ab 320 kW

AN BONUS 450 kW/37

**AN Maschinenbau
und Umweltschutzanlagen GmbH**
Waterbergstr. 11
2800 [28237] Bremen 21
Tel. 0421/69458-61 Fax 0421/642283



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	400/690 V
Hersteller	z.B. ABB

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	450 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	4-5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	14-15 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	57 m/s

MAST	
Nabenhöhe	35/42,3 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	spritzverzinkt mehrlagige Kunststoffbeschichtung

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	2200 kg
Maschinengondel ohne Flügel	24000 kg
Mast	20000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	netzgeführt, starr
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Blattspitzenverstell., 3fach
2. Bremssystem	Scheibenbremse
Überwachung	Datenfernübertragung (vorgesehen)

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	25
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	15
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	auf Anfrage

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	880.000,00 DM
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	auf Anfrage
Wartungsvertrag	2 Jahre frei, dann 6.500,00DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

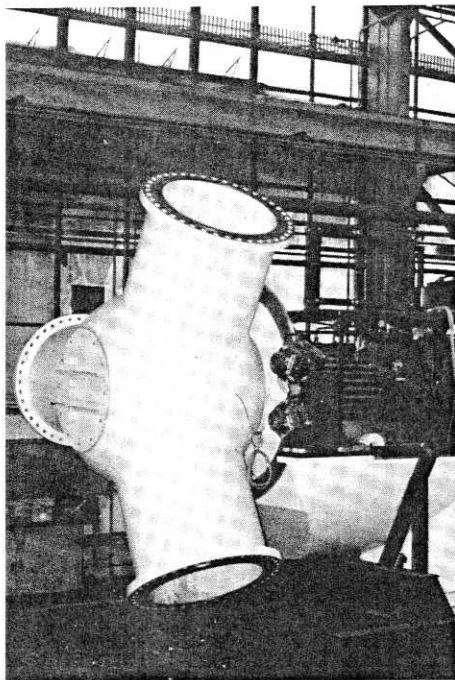
ROTOR	
Durchmesser	37 m
überstrichene Fläche	1075 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	30 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Rotorspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe, Planetengetriebe
Stufen	3
Übersetzung	1 : 50
Hersteller	Flender

ab 320 kW

EUROTURBINE 500

Hanseatische Aktiengesellschaft
 Elektrizitätswerke und Umwelttechnik
 Schloßmühlendamm 1
 2100 [21073] Hamburg 90
 Tel. 040/771432 Fax 040/7773979



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1005/1507 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Leistungsschütze
Spannung	3 x 690 V
Hersteller	Schorch GmbH

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	500 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	15 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	67 m/s

MAST	
Nabenhöhe	32 oder 42 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	gestrichen

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	1620 kg
Maschinengondel ohne Flügel	25000 kg
Mast	30000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall netzgeführt, polumschaltbar
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	2 Scheibenbremsen
2. Bremssystem	Blattspitzenverstellung
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
beantragt bei GL	

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	890.000,00 DM
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	incl.
Wartungsvertrag	6.000,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

SONSTIGES	
Errichtung des Prototyps im April 1993; Anlage serienreif Ende 1993 (mit Typenprüfung)	

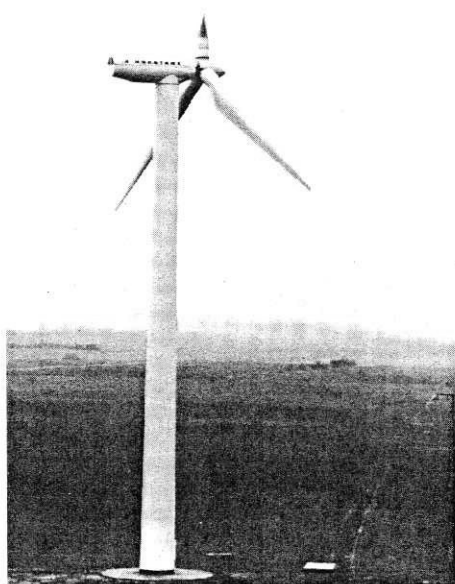
ROTOR	
Durchmesser	37 m
überstrichene Fläche	1075 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	20/30 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Planetengetriebe Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	2
Übersetzung	1 : 50
Hersteller	Sauerwald Getriebe GmbH

ab 320 kW

NTK 500/37

**Nordtank
Windkraftanlagen GmbH
Osterport 2
2251 [25872] Osterfeld
Tel. 04845/535 Fax 04845/1318**



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1500 U/min
Energieabgabe über Netzaufsaltung mit Thyristoren und Leitungsschütze	
Spannung	690 V
Hersteller	ABB

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	500 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	4,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	13 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	53 m/s

MAST	
Nabenhöhe	35 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	verzinkt/kunststoffbehandelt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	1700 kg
Maschinengondel ohne Flügel	18000 kg
Mast	27000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall netzgeführt, stall
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über elektrischen Getriebemotor	
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Blattspitzenverstellung
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	ja

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	4
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	9

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	842.000,00 DM
Anlieferung	10.000,00 DM
Montage	8.000,00 DM
Datenfernüberwachung	5.000,00 DM
Wartungsvertrag	6.000,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

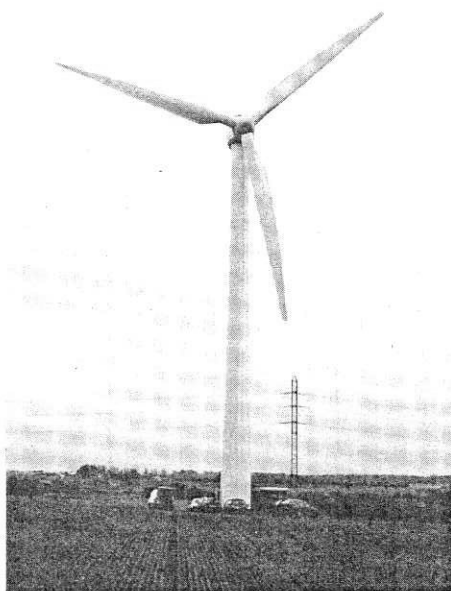
ROTOR	
Durchmesser	37 m
überstrichene Fläche	1075 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	30 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnrad-/Planetengetriebe
Stufen	3
Übersetzung	1 : 50
Hersteller	Flender

ab 320 kW

Wind World W-3700/500 kW / W-4100/500 kW

Vertrieb:
wind strom frisia GmbH
Hohe Str. 11
4950 [32423] Minden
Tel. 0571/28961 Fax 0571/21651



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	690 V
Hersteller	Brook-Crompton

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	500 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	13 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	41,5 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	kunststoffbehandelt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	1620/1800 kg
Maschinengondel ohne Flügel	26100 kg
Mast	27000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall netzgeführt, starr
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Windfahne, elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Blattspitzenverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremsen
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	3

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	885.000,00 DM (37 m Rotor) 920.000,00 DM (41 m Rotor)
Anlieferung	bis Flensburg incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	incl.
Wartungsvertrag	4.400,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre oder 10 Jahre möglich

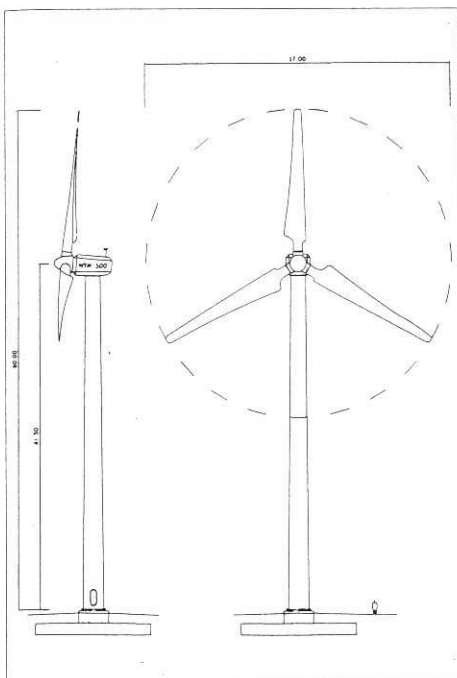
ROTOR	
Durchmesser	37/41 m
überstrichene Fläche	1075/1320 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	30 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe, Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	3
Übersetzung	1 : 24
Hersteller	Wind World A/S

ab 320 kW

WTN 500/37

Windtechnik - Nord
Grüner Weg 11
2263 [25920] Stedesand
Tel. 04662/1414 Fax 04662/1424

**ROTOR**

Durchmesser	37 m
überstrichene Fläche	1075 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	32 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung

GETRIEBE

Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	4
Übersetzung	1 : 46,9
Hersteller	Komera

GENERATOR

Bauart	asynchron
Drehzahl	1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren und Leistungsschütze
Spannung	690 V
Hersteller	Siemens

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK

Nennleistung	500 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	4 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	14 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	67 m/s

MAST

Nabenhöhe	42 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	kunststoffbehandelt

MASSEN

einzelnes Rotorblatt	1620 kg
Maschinengondel ohne Flügel	21000 kg
Mast	30000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME

Drehzahlregelung	stall, netzgeführt
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Blattwinkelverstellung
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG

beantragt bei GL

ANLAGENZAHLN

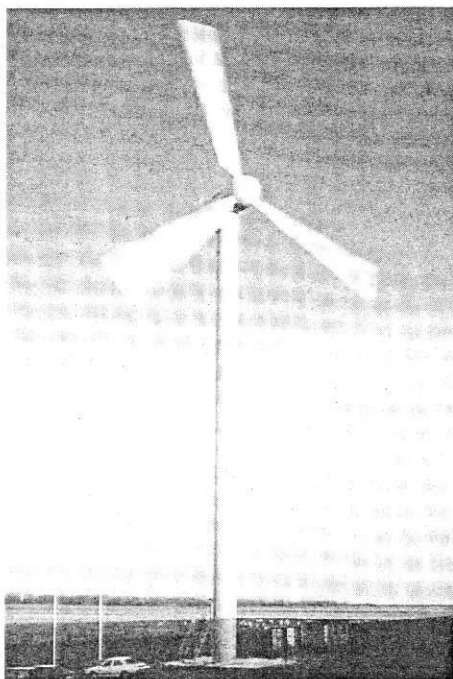
Anlagen lt. Referenzliste

Anlagen lt. Monatsstatistik
(Umschalten e.V.)
(installierte Anlagen)bisher aufgestellte Anlagen
(weltweit)**PREISE (ohne MWSt.)**

Anlage	810.000,00 DM.
Anlieferung	15.000,00 DM
Montage	25.000,00 DM
Datenfernüberwachung/ Wartungsvertrag	6.000,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

Wind Master 550kW/37m

Wind Master GmbH
 Fahrenheitstraße 1
 2800 [28359] Bremen 33
 Tel. 0421/2208-145
 Fax 0421/2208-146



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1520 U/min
Energieabgabe	Netzaufschaltung über Thyristoren
Spannung	660 V
Hersteller	ABB / AEG

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	550 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	15 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	70 m/s

MAST	
Nabenhöhe	40 m
Bauart	Stahlrohrmast
Oberfläche	Epoxy oder verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	533 kg
Maschinengondel ohne Flügel	8000 kg
Mast	kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	pitch aktive Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	hydr. Getriebemotor
Hauptbremse	Blattwinkelverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremse
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	7

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	980.000,00 DM
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	incl.
Wartungsvertrag	auf Anfrage
Garantiezeit	nach Vereinbarung

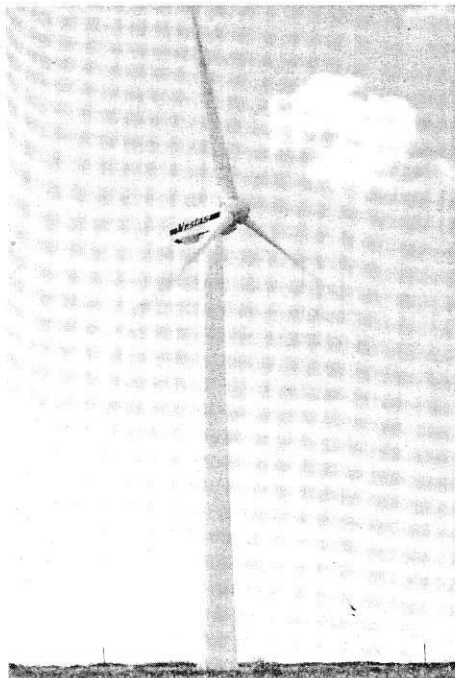
ROTOR	
Durchmesser	37 m
überstrichene Fläche	962 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Aerpac
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	28 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung

GETRIEBE	
Bauart	Planetengetriebe
Stufen	3
Übersetzung	1 : 39,5
Hersteller	LS

ab 320 kW

Vestas V39/500 kW

Vestas Deutschland GmbH
Postfach 11 25
2250 [25801] Husum
Tel. 04841/71005-6
Fax 04841/71007



GENERATOR

Bauart	asynchron
Drehzahl	1522 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	690 V
Hersteller	Siemens, ABB o. baugleich

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK

Nennleistung	500 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	4 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	15 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST

Nabenhöhe	40,5 m
Bauart	Rohrturm
Oberfläche	verzinkt, gestrichen

MASSEN

einzelnes Rotorblatt	1100 kg
Maschinengondel ohne Flügel	18000 kg
Mast	28500 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME

Drehzahlregelung	pitch, netzgeführt, polumschaltbar, akt. Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	Windfahne, elektr. Getriebemotoren (2 St.)
Hauptbremse	Blattwinkelverstellung Scheibenbremse
2. Bremssystem	Scheibenbremse Blattwinkelverstellung
Überwachung	VMP-Multiprozessor

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG

ja

ANLAGENZAHLEN

Anlagen lt. Referenzliste

Anlagen lt. Monatsstatistik
(Umschalten e.V.)
(installierte Anlagen)

bisher aufgestellte Anlagen
(weltweit) 7

PREISE (ohne MWSt.)

Anlage incl. Trafostation	928.000,00 DM
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	2.900,00 DM
Wartungsvertrag	5.800,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

ROTOR

Durchmesser	39 m
überstrichene Fläche	1195 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Vestas
Anordnung	lufseitig
Material	GfK (Polyester/Epoxid)
Drehzahl	30 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung

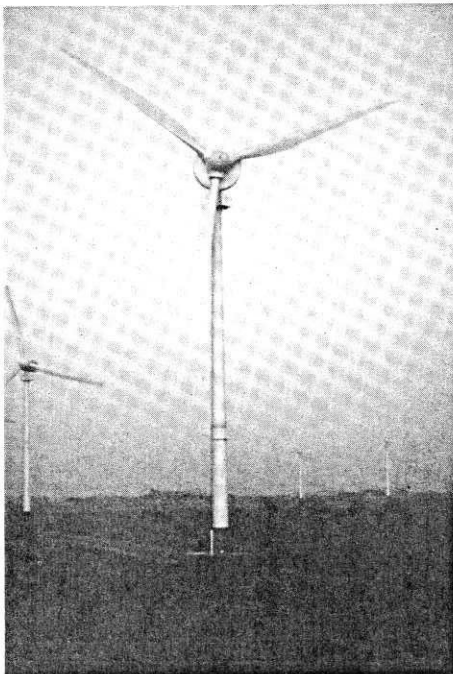
GETRIEBE

Bauart	Planeten-/Zahnradgetriebe
Stufen	3
Übersetzung	1 : 50
Hersteller	Flender/Hansen o. baugleich

ab 320 kW

ENERCON - 40

Enercon
 Gesellschaft für Energieanlagen mbH & Co.
 Postfach
 2960 [26581] Aurich 1
 Tel. 04941/1794-0 Fax 04941/1794-99



GENERATOR	
Bauart	synchron
Drehzahl	variabel, 18 - 40 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung Wechselrichter
Spannung	Einspeisung 20 kV o.ä.
Hersteller	Enercon

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	500 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	12 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	70 m/s (Nabenhöhe)

MAST	
Nabenhöhe	42 oder 50 m
Bauart	konischer Spannbetonturm, 2-teilig
Oberfläche	gestrichen

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	700 kg
Maschinengondel ohne Flügel	24000 kg
Mast	87000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	variabel über Mikroprozessor, aktive Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch, elektronisch
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor, aktiv
Hauptbremse	Blattwinkelverstellung
2. Bremssystem	Blattwinkelverstellung, für jedes Rotorblatt autark
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
beantragt bei GL	

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	2
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	2

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	1.032.000,00 DM (42 m -Turm)
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	auf Anfrage
Wartungsvertrag	auf Anfrage
Garantiezeit	1 Jahr

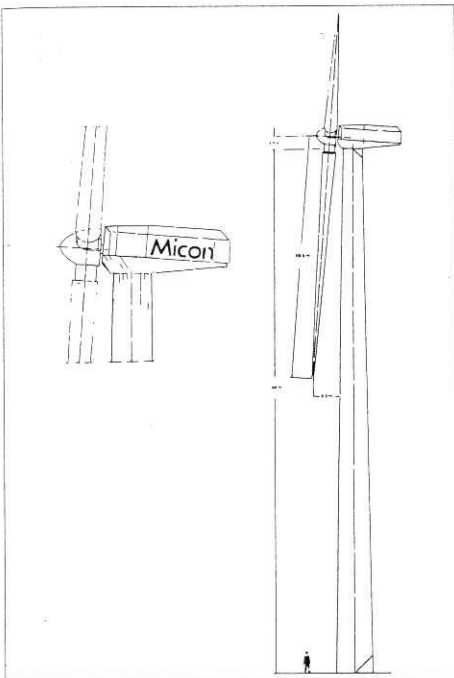
ROTOR	
Durchmesser	40,3 m
überstrichene Fläche	1275 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Enercon
Anordnung	luvseitig
Material	GfK / Epoxydharz
Drehzahl	variabel, 18 - 40 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung

GETRIEBE	
Bauart	getriebelos

ab 320 kW

Micon M 1100 / M 1300 - 600/150 kW

Vertretung für Micon Windkraftanlagen
Fries & Partner
 Eschelsweg 27 IV
 2000 [22767] Hamburg 50
 Tel. 040/389685 Fax 040/3800364



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1000/1500 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	690 V
Hersteller	Elin

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	600/150 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3,0 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	15 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	60 m/s

MAST	
Nabenhöhe	ca. 45 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	gestrichen

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	~1700 kg
Maschinengondel ohne Flügel	~14000 kg
Mast	ca. 40000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	netzgeführt, polumschaltbar
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	elektr. Getriebemotor
Hauptbremse	Scheibenbremse
2. Bremssystem	Blattspitzenverstellung
Überwachung	eingebaute Steuerungseinheit

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
beantragt beim Ministerium für Bauen und Wohnen des Landes Nordrhein-Westfalen	

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	Nullserie 1993
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	erste Anlage in Deutschland im Sommer 1993

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	850.000,00 DM (M 1100) 900.000,00 DM (M 1300)
Anlieferung	in Schleswig-Holstein incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	auf Anfrage
Wartungsvertrag	in SH 3.600,00 p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

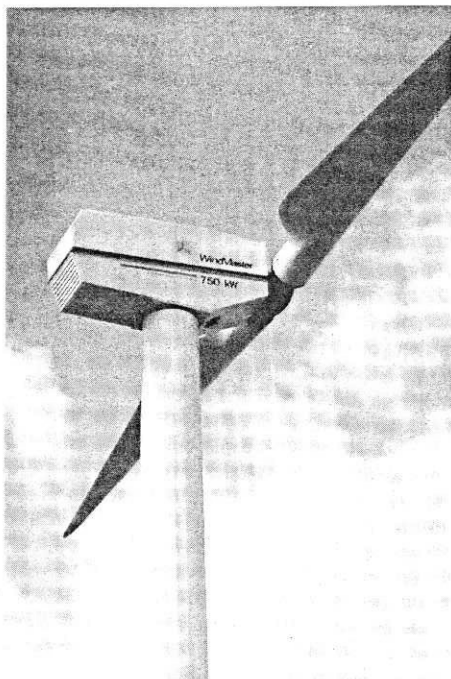
ROTOR	
Durchmesser	37/41 m
überstrichene Fläche	1075/1320 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	30,5/20,3 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Planeten-, Stirnradgetriebe
Stufen	3
Übersetzung	1: 49,5
Hersteller	Flender / Hansen

ab 320 kW

Wind Master 750kW/40m

Wind Master GmbH
 Fahrenheitstraße 1
 2800 [28359] Bremen 33
 Tel. 0421/2208-145
 Fax 0421/2208-146



GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	1508 U/min
Energieabgabe	Netzaufschaltung über Thyristoren
Spannung	660 V
Hersteller	AEG / ABB

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	750 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	5 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	14 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	26 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	55 m/s

MAST	
Nabenhöhe	48 m
Bauart	Stahlrohrmast
Oberfläche	Epoxy oder verzinkt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	1150 kg
Maschinengondel ohne Flügel	48500 kg
Mast	kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	pitch aktive Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung	hydr. Getriebemotor, freilaufend
Hauptbremse	Blattwinkelverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremsen
Überwachung	Datenfernüberwachung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
beantragt bei GL	

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	1
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	1

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	ca. 1.500.000,00 DM
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	incl.
Wartungsvertrag	auf Anfrage
Garantiezeit	nach Vereinbarung

ROTOR	
Durchmesser	40 m
überstrichene Fläche	1268 m ²
Blattzahl	2
Flügelhersteller	Wind Master Design
Anordnung	luvseitig
Material	Holz - Epoxy
Drehzahl	35 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	3
Übersetzung	1 : 42,93
Hersteller	Kestermann oder Flender

ab 320 kW

Nordex 41

Nordex
Energieanlagen GmbH
 Sehlingdorfer Straße 26
 4520 [49328] Melle/Buer
 Tel. 05427/352 Fax 05427/1098



ROTOR	
Durchmesser	41 m
überstrichene Fläche	1320 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	luvseitig
Material	GfK
Drehzahl	19/26 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	Stirnrad- und Planetengetriebe Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert
Stufen	1 (Planeten) + 3 (Stirnrad)
Übersetzung	1 : 38
Hersteller	Flender

GENERATOR	
Bauart	asynchron
Drehzahl	750/1000 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	690 V
Hersteller	Weier / AEG

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	500 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	14,5 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	70 m/s in Nabenhöhe

MAST	
Nabenhöhe	41 / 48 m
Bauart	Rohrmast oder Gittermast
Oberfläche	verzinkt, kunststoffbehandelt

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	1580 kg
Maschinen gondel ohne Flügel	16500 kg
Mast	30000 kg (Gittermast) 42000 kg (Rohrmast)

SONSTIGES	
Die Anlage wird ab Anfang 1994 mit dem neuen Flügel von 41 m Durchmesser ausgeliefert. Der 36 m Rotordurchmesser wird nicht serienmäßig gebaut.	

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall netzgeführt, polumschaltbar
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über Windfahne, 3 hydraul. Getriebemotoren	
Hauptbremse	Blattspitzenverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremse Blattwinkelverstellung
Überwachung	Datenfernüberwachung Nordex-Multiprozessor

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
beantragt bei GL	

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	Prototyp mit 36 m Ø
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	985.000,00 DM (41 m Gittermast) 1.040.000,00 DM (48 m Gittermast)
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	incl.
Wartungsvertrag	5.000,00 DM p.a. incl. Datenfernüberwachung und regelmäßige Inspektionen
Garantiezeit	2 Jahre

Floda 600

Vertrieb in Deutschland:
Südwind GmbH Windkraftanlagen
 Schönleinstr. 15
 1000 [10967] Berlin 61
 Tel. 030/695904-0 Fax 030/695904-77



GENERATOR	
Bauart	synchron
Drehzahl	1200 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Wechselrichter
Spannung	690 V
Hersteller	ABB

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	600 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	11,2 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	35 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	66 m/s

MAST	
Nabenhöhe	43,5 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	gestrichen

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	1350 kg
Maschinengondel ohne Flügel	27000 kg
Mast	54650 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	pitch variabel über Mikroprozessor aktive Blattwinkelverstellung
Drehzahlbegrenzung	pitch
Windrichtungsnachführung über	Windfahne
Hauptbremse	Scheibenbremse Blattwinkelverstellung
2. Bremssystem	Scheibenbremse Blattwinkelverstellung
Überwachung	Datenfernüberwachung zentrale Windparksteuerung

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
Zertifikat GL	

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	18

PREISE	
Anlage	1.507.000,00 DM
Anlieferung	Incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	möglich
Wartungsvertrag	25.500,00 DM p.a. incl. aller Betriebsmittel, Reparaturen und Ersatzteile
Garantiezeit	3 Jahre

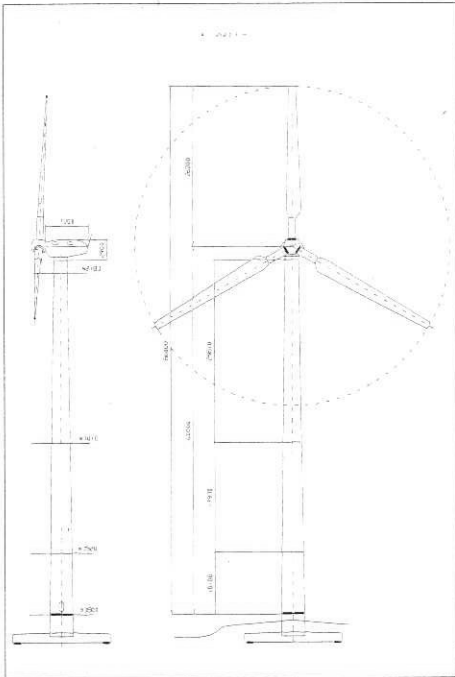
ROTOR	
Durchmesser	45,6 m
überstrichene Fläche	1560 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	Pehr / Österreich
Anordnung	luvseitig
Material	GfK, CfK
Drehzahl	13 - 42 U/min
Besonderheiten	Blattwinkelverstellung drehzahlvariabel

GETRIEBE	
Bauart	Stirnradgetriebe
Stufen	3
Übersetzung	1 : 31,5
Hersteller	Flender

ab 320 kW

Nordex 52

Nordex
Energieanlagen GmbH
 Sehlingdorfer Straße 26
 4520 [49328] Melle/Buer
 Tel. 05427/352 Fax 05427/1098



ROTOR	
Durchmesser	52 m
überstrichene Fläche	2125 m ²
Blattzahl	3
Flügelhersteller	LM
Anordnung	lufseitig
Material	GfK
Drehzahl	15,2 / 20,6 U/min
Besonderheiten	hydraulisch aktivierte Flügelspitzenbremse

GETRIEBE	
Bauart	kombiniertes Stirnrad- und Planetengetriebe, Hauptwelle ins Getriebegehäuse integriert, geräuscharm
Stufen	1 (Planeten) + 3 (Stirnrad)
Übersetzung	1 : 48,5
Hersteller	Flender

GENERATOR	
Bauart	polumschaltbar, asynchron
Drehzahl	750 / 1000 U/min
Energieabgabe	über Netzaufschaltung mit Thyristoren
Spannung	690 V
Hersteller	Siemens / ABB

LEISTUNGSSCHARAKTERISTIK	
Nennleistung	800 kW
Einschaltwindgeschwindigkeit	3 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	13 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit	25 m/s
Überlebenswindgeschwindigkeit	73 m/s in Nabenhöhe

MAST	
Nabenhöhe	60 m
Bauart	Rohrmast
Oberfläche	Schiffskonservierung

MASSEN	
einzelnes Rotorblatt	3500 kg
Maschinengondel ohne Flügel	32500 kg
Mast	88000 kg

REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEME	
Drehzahlregelung	stall netzgeführt, polumschaltbar
Drehzahlbegrenzung	stall
Windrichtungsnachführung über	Windfahne, hydraulischer Getriebemotor
Hauptbremse	Blattspitzenverstellung
2. Bremssystem	2 Scheibenbremsen Blattspitzenverstellung
Überwachung	Datenfernüberwachung Faxstation

DEUTSCHE TYPENPRÜFUNG	
	nein

ANLAGENZAHLN	
Anlagen lt. Referenzliste	Prototyp Ende 1993
Anlagen lt. Monatsstatistik (Umschalten e.V.) (installierte Anlagen)	
bisher aufgestellte Anlagen (weltweit)	

PREISE (ohne MWSt.)	
Anlage	1.400.000,00 DM (incl. Trafostation im Turmfuß)
Anlieferung	incl.
Montage	incl.
Datenfernüberwachung	incl.
Wartungsvertrag	2 Jahre frei dann 9.500,00 DM p.a.
Garantiezeit	2 Jahre

SONSTIGES	
Die Anlage kann ab Sommer 1994 geliefert werden.	

Der Wind

Dipl.-Ing. Ewald J. Seebode, Interessenverband Windkraft Binnenland

In der letzten Marktübersicht »Windkraftanlagen 91/92« habe ich in meinem Beitrag »Bemerkungen zur Technik« mit folgendem Satz begonnen:

Der wichtigste Faktor bei der Windenergienutzung ist zweifellos der Wind, und je mehr davon, desto besser.

Das ist unmittelbar einleuchtend, trotzdem ist es wichtig, sich als Windenergieinteressierter auch die Hintergründe und Folgerungen klar zu machen. Wenn wir die Windenergie wirklich effektiver nutzen wollen, müssen wir uns folgendes stets vor Augen halten:

1. In jedem Wind steckt nur eine begrenzte Menge Energie.

Die Energie steigt rasant mit der Zunahme der Windgeschwindigkeit (mathematisch mit der 3. Potenz). Das bedeutet, daß in einem Luftstrom von der Geschwindigkeit 8 m/s 8mal soviel Energie ist wie in einem Luftstrom von der Geschwindigkeit 4 m/s oder 64mal soviel wie in einem Luftstrom von 2 m/s Geschwindigkeit. Das ist ein Naturgesetz, daran können wir nichts ändern. Auch an Stellen, wo die niedrigen Windgeschwindigkeiten öfter vorkommen, wird ihr Beitrag zur Jahresenergieproduktion immer gering bleiben.

2. Entscheidend ist auch die Größe des Energiewandlers.

Je größer der Rotor ist, desto größer ist die zur Verfügung stehende Energie. Das Energieangebot steigt im selben Maße wie die vom Wind überstrichene Fläche. Ein Rotor von 40 m Durchmesser oder einer Fläche von 1256 m² stellt 4mal soviel Energie

zur Verfügung wie ein Rotor mit 20 m Durchmesser bzw. einer Fläche von 314 m².

3. Auch die Umwandlung der Windenergie in andere Energieformen hat ihre Grenzen.

Es ist physikalisch nicht möglich, mehr als 59 % der im Wind enthaltenen Energie in Bewegungsenergie umzuwandeln. Modernste Windanlagen schaffen heute kurzfristig knapp über 45 %. Wahrscheinlich wird durch die Verluste des Gesamtsystems 50 % eine Traumgrenze bleiben.

Ich möchte hier diese Aussage physikalisch und mathematisch beschreiben, denn nicht nur die Windstärke – ausgedrückt durch die Windgeschwindigkeit und durch die Häufigkeit ihres Auftretens –, sondern auch ihre Umsetzung in elektrische Energie durch moderne Windkonverter ist von entscheidender Bedeutung. Was geschieht nun bei der Umsetzung der kinetischen Energie (Bewegungsenergie) des Windes in mechanische Arbeit?

Dipl.-Ing. Dr. Albert Betz hat bereits in den zwanziger Jahren unter Zuhilfenahme der elementaren Impulstheorie eine physikalische Größe geschaffen, die bis heute noch Gültigkeit hat. Ausgedrückt wird diese Größe durch den **Leistungsbeiwert c_p**.

Diesen Wert finden wir versteckt in den Leistungskennlinien einzelner Windenergieanlagen wieder, bei denen ja bekanntlich die Leistungen über die Windgeschwindigkeiten aufgetragen sind. Obwohl die »Betzsche Theorie« viele Vereinfachungen enthält, sind die

Ergebnisse für Überschlagsberechnungen brauchbar.

Ich möchte versuchen, die Überlegungen von Betz in einfacher Form wiederzugeben, damit für jedermann die folgende Ableitung nachvollziehbar ist.

Fangen wir also beim Wind an. Wenn er stark genug ist, kann er Bäume abbrechen, Häuser abdecken oder auch ganze Landstriche verwüsten. Der Wind kann also große Arbeit verrichten. Über diese Arbeit, will man sie nutzen, müssen wir uns zunächst einen Begriff machen. Fangen wir mit der Frage an, wie groß die Arbeit ist, welche ein Körper mit der Geschwindigkeit V leisten kann.

Ein Körper von der Masse m mit der Geschwindigkeit v ist imstande, eine Arbeit von dem Betrag W zu leisten. Man bezeichnet die Form des Arbeitsvermögens auch als »kinetische Energie«.

$$W = \frac{1}{2} m v^2 \quad (1)$$

Auch die Luft hat ein Gewicht. Die spezifische Dichte ρ (Rho) beträgt bei Normbedingungen (0°C; 760 Torr) 1,293 kg/m³. Betrachtet man eine bestimmte Fläche A, die von der Luft mit der Geschwindigkeit v durchströmt wird, so erhalten wir pro Zeiteinheit einen Volumenstrom V:

$$V = v \cdot A \left[\frac{m^3}{s} \right] \quad (2)$$

Für den **Volumenstrom** V können wir auch schreiben:

$$V = \frac{m}{\rho \cdot t} \quad \left[\frac{m^3}{s} \right] \quad (3)$$

Durch Einsetzen der Gleichung (3) in die Gleichung (2) erhalten wir den **Massenstrom M**.

$$M = v \cdot \rho \cdot A \quad \text{oder}$$

$$\frac{m}{t} = v \cdot \rho \cdot A \quad \left[\frac{kg}{s} \right] \quad (4)$$

Aus den Gleichungen (1) »Kinetische Energie« und (4) »Massenstrom« erhalten wir die Gleichung

$$\frac{W}{t} = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot v^3 \quad \left[\frac{kg \cdot m^2}{s^2} \right] \quad (5)$$

Da wir nicht mit der Masse, sondern mit dem Massenstrom rechnen – dies sehen wir auch aus der Einheit aus Gleichung (5) –, schreiben wir für die Arbeit W jetzt Leistung P

$$P = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot v^3 \quad \left[\frac{Nm}{s} \right] = [W] \quad (6)$$

Die vorstehenden Überlegungen zeigen, wie man das Arbeitsvermögen bewegter Luft ermitteln kann. Wir sehen also, daß das Arbeitsvermögen bewegter Luft mit der Luftdichte (im Winter größer als im Sommer), der Rotorfläche und der 3. Potenz der Geschwindigkeit zunimmt.

Es gilt jetzt herauszufinden, wieviel mechanische Leistung sich durch einen Energiewandler dem Luftstrom entziehen läßt. Da der Entzug von mechanischer Leistung nur auf Kosten der im Windstrom enthaltenen kinetischen Energie möglich ist, heißt dies bei unverändertem Massenstrom, daß die Geschwindigkeit hinter dem Energiewandler abnehmen muß. Bei gleichem Massenstrom und verringerter Geschwindigkeit bedeutet dies aber eine Vergrößerung der Fläche hinter dem Energiewandler. Wir müssen also die physikalischen Gegebenheiten vor und hinter dem Energiewandler betrachten.

In Bild 1 bedeutet v_1 die Windgeschwindigkeit vor dem Wandler und v_2 die verminderte Windgeschwindigkeit hinter dem Wandler.

Die mechanische Leistung, die der Wandler dem Luftstrom entzieht, entspricht der Leistungsdifferenz des Luft-

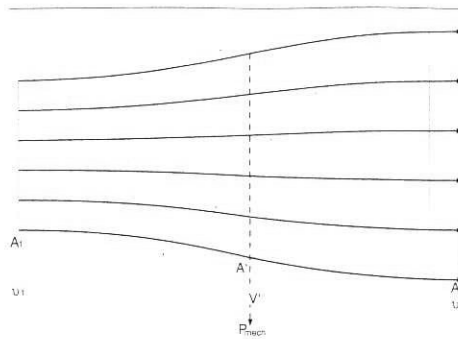


Bild 1

Strömungsverhältnisse beim Entzug mechanischer Leistung aus einem Luftstrom nach der elementaren Betz'schen Impulstheorie.

stromes vor und hinter dem Wandler. Mit Hilfe der Gleichung (6) folgt:

$$P = \frac{1}{2} \rho \cdot A_1 \cdot v_1^3 - \frac{1}{2} \rho \cdot A_2 \cdot v_2^3$$

$$P = \frac{1}{2} \rho (A_1 \cdot v_1^3 - A_2 \cdot v_2^3) \quad [W] \quad (7)$$

Die Erhaltung des Massenstromes fordert:

$$v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2 \quad \left[\frac{m^3}{s} \right] \quad (8)$$

daraus folgt:

$$P = \frac{1}{2} \rho v_1 A_1 (v_1^2 - v_2^2) \quad [W] \quad (9)$$

mit

$$m = \rho \cdot v \cdot A$$

folgt:

$$P = \frac{1}{2} m (v_1^2 - v_2^2) \quad [W] \quad (10)$$

Mathematisch gesehen wäre die größte Leistung bei $v_2 = 0$ zu erzielen. Dies würde aber bedeuten, daß die Luft durch den Energiewandler vollständig abgebremst wird. Wenn aber die Abströmungsgeschwindigkeit $v_2 = 0$ ist, muß auch die Zustromgeschwindigkeit v_2 zu Null werden. Es fände überhaupt keine Strömung mehr statt. Es muß also ein bestimmtes Verhältnis von v_2/v_1 geben, bei dem die entziehbare Leistung maximal wird.

Mit Hilfe des Impulssatzes kann die Kraft berechnet werden, welche die Luft auf den Wandler ausübt.

$$F = m (v_1 - v_2) \quad [N] \quad (11)$$

Diese Kraft muß nach dem Prinzip von »Aktion gleich Reaktion« eine gleich

große Kraft vom Wandler auf den Luftstrom entgegenwirken. Der Schub verschiebt die Luftmenge mit der Luftgeschwindigkeit v' , die in der Strömungsebene des Wandlers herrscht. Die dazu erforderliche Leistung ist:

$$P = F \cdot v' \quad [W] \quad (12)$$

Gleichung (11) in Gleichung (12) setzen:

$$P = m (v_1 - v_2) v' \quad [W] \quad (13)$$

Die mechanische Leistung, die dem Luftstrom entzogen wird, kann also einmal aus der Leistungsdifferenz vor und hinter dem Wandler und zum anderen aus der Schubkraft und der Durchströmungsgeschwindigkeit abgeleitet werden.

Durch Gleichsetzung dieser beiden Ansätze folgt die Beziehung für die Durchströmungsgeschwindigkeit v' durch den Wandler:

Gleichung (10) gleich Gleichung (13):

$$P = \frac{1}{2} m (v_1^2 - v_2^2) = m (v_1 - v_2) v' \quad [W] \quad (14)$$

Daraus folgt:

$$v' = \frac{1}{2} \left(\frac{v_1^2 - v_2^2}{v_1 - v_2} \right) \quad \left[\frac{m}{s} \right] \quad (15)$$

Da aus der mathematischen Umformung von $v_1^2 - v_2^2 = (v_1 - v_2)(v_1 + v_2)$ wird, lautet die Gleichung für die Durchströmungsgeschwindigkeit durch den Wandler:

$$v' = \frac{v_1 + v_2}{2} \quad \left[\frac{m}{s} \right] \quad (16)$$

Der Massendurchsatz wird damit

$$m = \rho \cdot A \cdot v' = \frac{1}{2} \rho \cdot A (v_1 + v_2) \quad \left[\frac{kg}{s} \right] \quad (17)$$

Die mechanische Leistung des Wandlers läßt sich ausdrücken durch:

$$P = \frac{1}{4} \rho \cdot A (v_1^2 - v_2^2) (v_1 + v_2) \quad [W] \quad (18)$$

Um einen passenden Vergleichsmaßstab für diese Leistung zu haben, wollen wir sie mit jener Leistung vergleichen, welche in einer Luftmenge zur Verfügung steht, wenn keine Arbeit abgegeben wird, so daß die Luft

mit ihrer vollen Geschwindigkeit v_1 hindurchströmt. Diese Leistung ist

$$P_0 = \frac{\rho}{2} v_1^3 \cdot A \quad [W] \quad (19)$$

Damit wird

$$c_p = \frac{P}{P_0} = \frac{1}{2} \left[1 - \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^2 \right] \left[1 + \left(\frac{v_2}{v_1} \right) \right] \quad [-] \quad (20)$$

Der Leistungsbeiwert, d.h. das Verhältnis der entziehbaren mechanischen Leistung zu der im Luftstrom enthaltenen Leistung v_2/v_1 , ist also nur noch vom Verhältnis der Luftgeschwindigkeit vor und hinter dem Wandler abhängig.

Wir müssen uns nun die Frage stellen, bei welchem Verhältnis von v_2/v_1 wir unter sonst gleichen Umständen am meisten Energie gewinnen können und wieviel Energie sich damit ergibt.

Rechnen wir nach der Gleichung (20) für verschiedene Werte von v_2/v_1 aus und tragen das Ergebnis in einem Diagramm auf, so erhalten wir Bild 2.

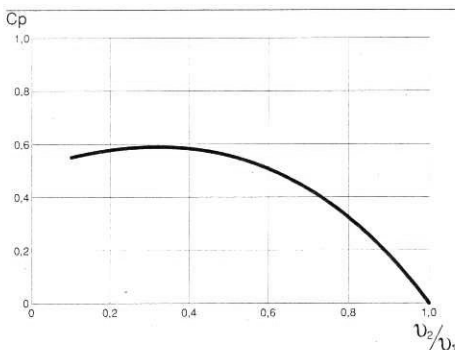


Bild 2
Verlauf des Leistungsbeiwertes c_p über dem Geschwindigkeitsverhältnis v_2/v_1 vor und hinter dem Energiewandler.

Als größten Wert von $\frac{P}{P_0} = c_p$ finden wir dabei den Wert $\frac{16}{27} = 0,593$. Bei $v_2/v_1 = \frac{1}{3}$ wird der sogenannte »ideale Leistungsbeiwert« gefunden.

$$c_{p_{\max}} = \frac{16}{27} = 0,5926 \quad [-] \quad (21)$$

Mit der Erkenntnis, daß der maximale, ideale Leistungsbeiwert bei $v_2/v_1 = \frac{1}{3}$ erreicht wird, lassen sich auch die Durchströmgeschwindigkeit v' :

$$v' = \frac{2}{3} v_1 \quad \left[\frac{m}{s} \right] \quad (22)$$

und die dazu notwendige verringerte Geschwindigkeit hinter dem Wandler v_2 berechnen:

$$v_2 = \frac{1}{3} v_1. \quad (23)$$

Fazit

Die wesentlichen Erkenntnisse aus der »Betzchen Theorie« lassen sich in Worten wie folgt zusammenfassen:

- Die einem Windstrom entziehbare mechanische Leistung steigt mit der **dritten Potenz** der **Windgeschwindigkeit**.
- Die Leistung nimmt linear mit der Querschnittsfläche des durchströmten Wandlers zu, steigt also **quadratisch** mit seinem **Durchmesser**.
- Das Verhältnis von entziehbarer Leistung zu der im Windstrom enthaltenen Leistung ist auch bei idealer Strömung und verlustloser Umwandlung auf den Zahlenwert 0,593 begrenzt. Es können also nur knapp 60 % der Windenergie in mechanische Arbeit umgewandelt werden.

Quellen:

- (1) **Betz, A.:** Windenergie und ihre Ausnutzung durch Windmühlen
- (2) **Molly, J. P.:** Windenergie in Theorie und Praxis
- (3) **Hau, E.:** Windkraftanlagen
- (4) **Gasch, R.:** Windkraftanlagen

WELCHE GENAUIGKEIT WIRD BEI DER VORHERSAGE DER STROMPRODUKTION VON WINDANLAGEN MIT DEM WINDATLASVERFAHREN ERREICHT?

Ingenieur-Werkstatt Energietechnik

Windmessung vor Ort oder Berechnung aus Wetterdaten ?

Für den Betreiber von Windanlagen wie auch für den beratenden Ingenieur stellt sich die Frage, wie verlässlich sind Energieertragsprognosen für Windanlagen an geplanten Windstandorten. Solche Berechnungen benötigen das Windangebot und die Leistungskennlinie der entsprechenden Windkraftanlage. Für das Windangebot werden entweder aktuelle Windmessungen am vorgesehenen Standort oder langjährige Daten benachbarter Wetterstationen herangezogen. Die Umsetzung der Windenergie in elektrische Energie wird mit der Leistungskennlinie beschrieben und ist entweder berechnet oder gemessen worden.

Es wird häufig angenommen, daß eine Windmessung vor Ort die genauesten Ergebnisse liefert. Dies ist jedoch nur theoretisch richtig. Denn in der Praxis ergeben sich eine Reihe von gravierenden Begrenzungen der Genauigkeit von Windmessungen und deren Umrechnung auf langjährige Mittelwerte. Bei der Windmessung vor Ort wird meist aus Gründen des Meßaufwandes in geringerer Höhe als in Nabenhöhe gemessen. Die Ergebnisse können dann zwar auf die endgültige Höhe umgerechnet werden, aber die Messung in niedriger Höhe ist sehr viel stärker durch die Hindernisse der Umgebung beeinflusst als die Messung in Nabenhöhe. Meist ist auch der Meßzeitraum relativ kurz und der Mittelwert während der Meßzeit entspricht nicht

dem langjährigen Mittelwert. Durch die geschilderten Schwierigkeiten haben in den meisten Fällen auch andere Verfahren gute Anwendungschancen.

Das Windatlasverfahren

Als schnelles und kostengünstiges Verfahren ist das sogenannte Windatlasverfahren in Dänemark entwickelt worden und seit 1989 auch in Deutschland als PC-Programm mit 21 Windatlas-Dateien erwerbbar. Ferner können aus Wetterdaten zusätzlicher Stationen weitere Windatlas-Dateien erzeugt werden.

Bei Windatlasverfahren wird der Umgebungseinfluß des Geländes um die verwendeten Wetterstationen auf einheitliche Werte (keine Hindernisse, Bodenrauigkeit 0,03 m) normiert. Das normierte Windangebot ist dann nicht nur lokal sondern für Normstandorte auch regional gültig. Das Windangebot des Normstandortes kann rechnerisch mit dem Einfluß von Hindernissen, Bodenrauigkeit und Relief des tatsächlichen Standortes auf das lokale Windangebot umgerechnet werden.

In der Dokumentation (1) wird auch auf Genauigkeitstests eingegangen. Für die Entfernungsgenauigkeit wurde die mittlere Windgeschwindigkeit der Meßstation in ca. 10 m Meßhöhe mit den Prognoseergebnissen der bis zu ca. 200 km entfernten Windatlasstationen verglichen. Für die Höhengenaugkeit wurden die an Windmeßmasten gemessenen Kennzahlen der Windgeschwindigkeitsverteilung (Weibullparameter) und die Leistungsdichte mit den Prognoseergebnissen verglichen. Es

bleibt jedoch unklar, welche Genauigkeiten mit dem Verfahren im Praxiseinsatz erreicht werden. Denn im Vergleich zu den Wissenschaftlern, die diese Methode entwickelt und bezüglich der Genauigkeitsgrenzen ausgetestet haben, sind wahrscheinlich die Standortgutachter weniger sicher bei komplizierten Standortaufnahmen.

Breitentest der dänischen Betreiber

Einen ersten Anhalt über die Leistungsfähigkeit des Verfahrens können die monatlichen Veröffentlichungen der Betriebsergebnisse der dänischen Windanlagenbetreiber geben, denn sie bieten eine statistisch repräsentante Vergleichsmöglichkeit zwischen Windstromproduktion und Ertragsprognose. An diesem freiwilligen monatlichen Betriebsvergleich, der von den Betreibern von Windanlagen organisiert ist, beteiligen sich 2.336 Anlagen mit insgesamt 331,7 MW (Stand 31.12.92). Der brisante Vergleich enthält aber auch Fehler, die verstanden und berücksichtigt werden müssen, um nicht zu falschen Schlüssen zu gelangen.

Der monatliche Vergleichswert der Stromproduktion mit dem erwarteten Durchschnitt, der monatliche Produktionsindex der Anlage, verändert sich natürlich stark mit dem monatlichen Energiewetter. Für den Produktionsindex "stabilisiert" sich deshalb ein Mittelwert erst nach vielen Monaten. Trotzdem ist auch ein monatlicher Vergleich möglich. Denn das monatlich schwankende Windangebot kann mit einem Windindex, der das Verhältnis

der monatlichen Windenergie zum Durchschnittsmonat anzeigt, recht genau beschrieben werden. Wird der Produktionsindex durch den Windindex geteilt, entsteht der Betriebsindex, von den Dänen Güte genannt. Der Betriebsindex bzw. die Güte weisen nur noch geringe monatliche Schwankungen auf.

Der Windindex ist in den verschiedenen Landesteilen Dänemarks durchaus unterschiedlich. Bei Betriebsunterbrechungen der Anlagen verringert sich der Betriebsindex.

Nach Ausschaltung solcher Fehlerquellen wurden die Mittelwerte und die Streubreite der Ertragsprognosen verschiedener Hersteller bestimmt und veröffentlicht. Die Anlagen erreichten im Mittel zwischen 80 % und 105 % der prognostizierten Erträge. Besonders interessant ist jedoch der Streubereich. Er wurde in der angeführten Untersuchung so festgelegt, daß ca. 95 % aller aufgetretenen Werte innerhalb des Streubereichs liegen (zweifache Standardabweichung). Der Streubereich beträgt nach dieser Festlegung bei den verschiedenen Herstellern etwa 40 % des Mittelwerts, d.h. der Mittelwert wird um 20 % über- bzw. unterschritten. (2)

Die zweifache Standardabweichung bedeutet eine sehr strenge Anforderung, denn wahrscheinlich häufen sich die meisten Werte in der Nähe des Mittelwerts. Hätte man als Breite eine Standardabweichung gewählt, hätten ca. 65 % der Werte den Mittelwert nur um bis zu 10 % verfehlt. Die Größe des Streubereichs zeigt aber das große Risiko des Betreibers. Wer möchte nach einer Investition von vielen hunderttausend DM feststellen, daß seine Anlage weniger als 50 % der berechneten Einkünfte erreicht, auch wenn dieser Fall nur in knapp 3 % der Fälle vorkommt, da ja auch knapp 3 % mehr als 140 % erreichen konnten.

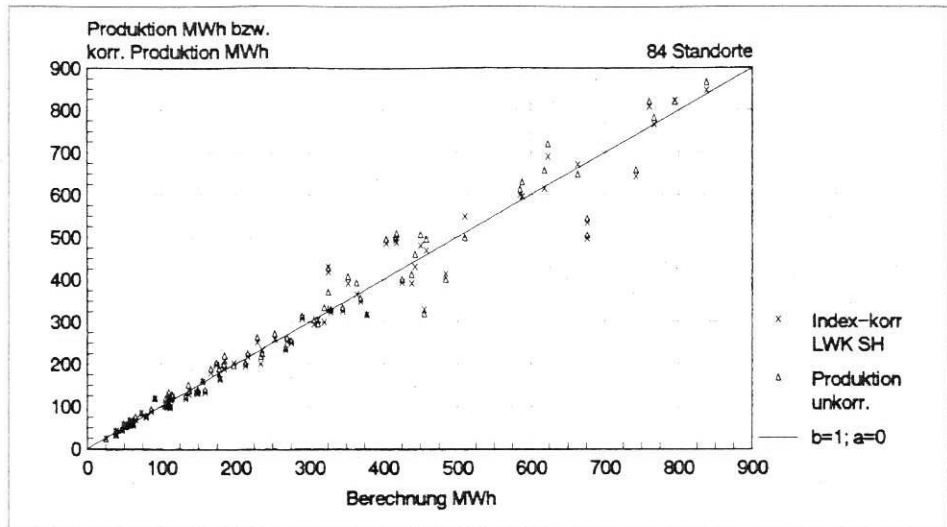


Bild 1
Vergleich Produktion / Berechnung

Untersuchungsergebnisse an deutschen Standorten

Die Verfasser haben die Produktionsergebnisse von Windanlagen, die inzwischen in Produktion gegangen sind, mit den von ihnen angefertigten Standortgutachten verglichen. Dabei wurde ähnlich wie bei der dänischen Untersuchung vorgegangen. (3), (4), (5) Es wurden von allen Standorten im Postleitzahlbereich zwischen 2000 und 5439 zunächst 7 Standorte ausgeschlossen, weil keine glaubwürdige Kennlinie vorlag, bzw. die Voraussetzungen für die Anwendung des Windatlasverfahren eigentlich nicht gegeben waren und das Verfahren nur aus Eigeninteresse oder unter Vorbehalt des Gutachters angewendet wurde. Windparks wurden als Einzelstandort behandelt. Wenn in Windparks mehrere verschiedene Anlagen eingesetzt werden, wurde das wie ein weiterer Standort behandelt. Ebenso wurde verfahren, wenn in weiträumigen Parks große Standortunterschiede im Gutachten ausgewiesen waren. Betriebsmonate mit über 100 Stunden Ausfallzeit wurden nicht berücksichtigt sowie Standorte mit weniger als 6 Monaten vergleichbarer Produktionszeit.

Dann wurde die verwertbare Produktion auf ein Jahr bezogen und mit dem Jahresertrag aus dem Gutachten ins

Verhältnis gesetzt (Produktionsindex). Dabei wurde die theoretische Berechnung des Windatlas-Programms ohne Abzüge für Parkabminderung, Ausfallzeiten oder Sicherheiten verwendet.

Es ergab sich bis Ende 1992 ein Mittelwert bei 83 Standorten und einer Gesamtvergleichszeit von 1.886 Monaten von 101,0 %. Beim Standort mit der längsten Vergleichszeit konnten 36 Monate benutzt werden. Drei Standorte erreichten gerade die minimal erforderlichen 6 Monate. Da bei den betrachteten kurzen Zeiträumen die Wetterschwankungen noch starken Einfluß auf die Mittelwertbildung haben, wurde auch der Windindex für den Zeitraum verwendbarer Produktionsergebnisse jeder Anlage ermittelt und der Produktionsvergleich damit durch Division korrigiert (Betriebsindex). Erwartungsgemäß verringerte sich dann der Mittelwert, da 1990 und 1992 überdurchschnittlich windreich waren. Je nach verwendeten Index- und seinem eigenen Mittelwertfehler bzw. seiner regionalen Gültigkeit - wurden 97,2 % (SH-Index der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein) und 100,0 % (DK-Index Naturlig Energi) erreicht.

Die Streuung als zweifache Standardabweichung betrug 25,4 % ohne Wetterindexkorrektur. Die Extremfälle liegen bei 143,6 % und bei 69,3 % der erwarteten Jahresproduktion. Mit dem

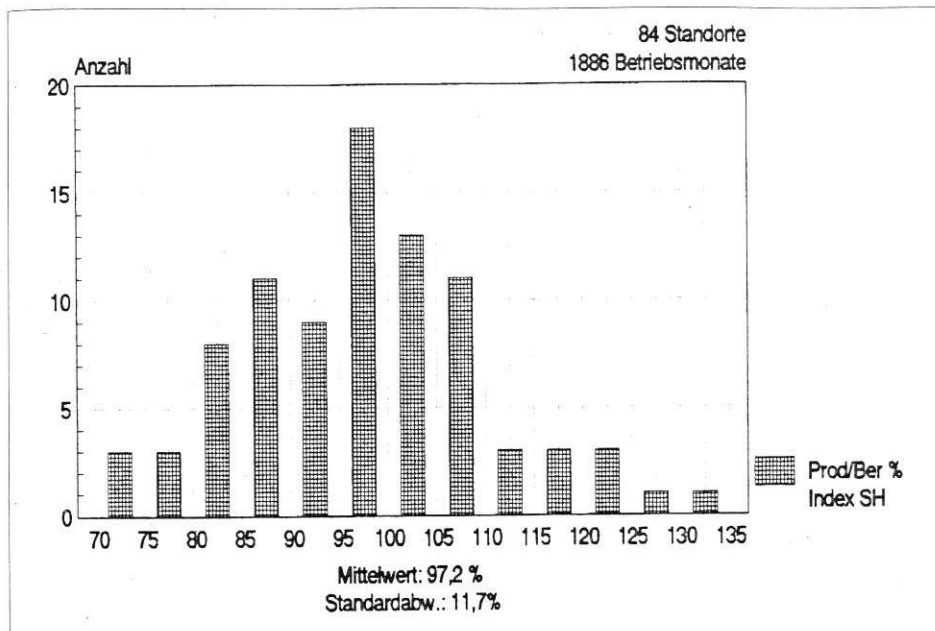


Bild 2

Vergleich Produktion / Berechnung

SH-Index verbessert sich die Streuung auf 23,4 %, mit dem DK-Index auf 23,8 % und der Mischung des Index aus den zwei Wetterstationen List und Hamburg auf 23,6 %. Die Maximalabweichung und die Minimalabweichung haben sich beim SH-Index auf 131,3 % bzw. 71,4 % verbessert.

Das Streudiagramm (Bild 1) veranschaulicht die erreichte Genauigkeit. Die Häufigkeitsverteilung der Genauigkeitsbereiche (Bild 2) zeigt, daß noch nicht genug statistische Masse für eine stetige Verteilungskurve vorhanden ist.

Persönliche Wertung

In Dänemark ist anscheinend der Vergleich zwischen Prognose und Realität ein wichtiges Anliegen. Wir schließen das daraus, daß jeder Betreiber einer Windanlage vom Hersteller eine Angabe über die durchschnittliche Jahresproduktion seiner Anlage am Standort verlangt, die in vielen Fällen nach Abzug von Sicherheitsabschlägen auch als Garantieproduktion angegeben wird. Die monatliche Veröffentlichung des Betriebsindex durch die Betreibervereinigung für alle an der Betreiberstatistik beteiligten Anlagen sowie die umfassende Analyse der Abweichungen zur Kontrolle der Ursachen zei-

gen, daß die Betreiber die Zügel fest in ihrer Hand behalten wollen.

Ähnliche Aktivitäten sind in der Bundesrepublik beim Aufholen des dänischen Vorsprungs in der Windenergienutzung kaum zu verzeichnen. Es ist nicht zu vermeiden, daß die Leistungsfähigkeit des »Werkzeugs« Windatlasverfahren nicht ausgeschöpft wird, wenn es ohne Genauigkeitskontrolle und Kalibrierung eingesetzt wird.

Quellen:

- (1) **European Windatlas**, Troen, Petersen, Risø National Laboratory, Roskilde, DK, 1989
- (2) **Energi- og Miljødata**, I.92, Ålborg, DK
- (3) **umschalten Monatsinfo**, Häuser, Keiler, 5.91, Hamburg, 1991
- (4) **Windenergie IV**, Praxisergebnisse 1991, Eggertsglüß, Landwirtschaftskammer S-H, Kiel, 1992
- (5) **DEWEK 92**, Posterbeitrag, Häuser, Keiler, Wilhelmhaven 1992

Ingenieur-Werkstatt Energietechnik

H.Häuser, Gerstenbergstr.31,
2 Hamburg 52
J.Keiler, Wilstedter Str. 10,
2359 Wakendorf II
A.Buruck, Dahlweg 11, 4500 Münster

Unabhängige Windgutachter

Adressenliste

1000 Berlin

Ökotoop
Jörg Wortmann
Büger Str. 25a
Tel.: 030-8242082

1000 Berlin 36

Ammonit Ges. f. Meßtechnik mbH
Paul-Lincke-Ufer 41
Tel.: 030-6127954

2000 Hamburg 52

Ingenieur-Werkstatt Energietechnik
Schleswig Holstein
Helmut Häuser
Gerstenberg Str. 31
Tel.: 040-824723
Fax.: 040-824020

2126 Adendorf

ANEMOS
Gesellschaft für Umweltmeteorologie
und Windenergiefragen (GbR)
Dr. T. Mengelkamp
Sattlerstr. 1
Tel.: 04131-189577

2300 Kiel 1

Landwirtschaftskammer
Schleswig-Holstein
Dipl.-Ing. W. Eggersglüß
Abt. Landtechnik u. landw. Bauwesen
Postfach 11 12
Tel.: 0431 - 9797-375

2359 Wakendorf 11

Ingenieur-Werkstatt Energietechnik
*Niedersachsen &
"Neue Bundesländer"*
Jochen Keiler
Willstedterstr. 10
Tel/Fax: 04535-1808

2390 Flensburg

Umweltschutz & Technik
Dipl.-Ing. H.-P. Zwoch
Klaus-Groth-Str. 16
Tel.: 0461-56170

2400 Lübeck

Energie- u. Umwelttechnik GmbH
Max Schön
Schwertfeger Str. 1-3
Tel.: 0451-8909080

2400 Lübeck

Projekt Bio-Solar
Eckhard Warnemünde
Kanalstr. 70
Tel.: 0451-7518

0-2551 Sievershagen/Rostock

Wind - Consult GmbH
An der B 105
Postfach 18 03
Tel.: 0381-4898866
Fax.: 0381-4998867

2887 Elsfleth Neuenbrok

Planet
Reiner Dunker
Niederhörne 8

2900 Oldenburg

Ökotec
August-Wegmann-Str. 3-3a

4300 Essen 1

Fa. Gertec
Herrn Hübner
Postfach 101415

4400 Münstetr

Ingenieur-Werkstatt Energietechnik
Binnenland:
Andreas Buruck
Dahlweg 4
Tel.: 0251-796116

4500 Osnabrück

Planungsbüro
für regenerative Energien
Reiner Borgmeyer
Liebigstr. 20
Tel.: 0541-28129

4543 Lienen

SoWiCo
Uwe Hallenga
Holperdorp 68
Tel.: 05483-1491

4770 Soest

Markus Besch
Hammer Weg 27
Tel.: 02921-2693

4800 Bielefeld

Energie-Umweltbüro
Herr Schmidt
August-Bebel-Str. 16-18
Tel.: 0521-173144

5120 Herzogenrath

Dr. Kluttig
Am Beckenberg 1
Tel.: 02406- 3851

7400 Tübingen

Energieberatung - Haustechnik
ökol. Kozepte GbR
Dorfackerstr. 12
Tel.: 07071-82774

Die Entwicklung von Generatorsystemen für Windkraftanlagen

Dipl. Ingenieur Alex Soler, Eutin

1. EINLEITUNG

Die Nutzung der Windenergie zur Stromerzeugung gewinnt zunehmend an Bedeutung. Die Kinetische Energie des Windes kann mit gutem Wirkungsgrad in elektrischen Strom umgewandelt werden. An günstigen Standorten können mittelgroße Anlagen mit einer elektrischen Leistung von 100 bis 500 kW schon wirtschaftlich eingesetzt werden. Dazu sind Windenergieanlagen besonders umweltfreundlich, da sie praktisch keine negativen Umwelteinflüsse haben.

Die wirtschaftliche Erzeugung von elektrischem Strom aus der kinetischen Energie des Windes ist ein ehrgeiziges Ziel, das nicht durch die Lösung eines Kernproblem, sondern nur durch die Optimierung vieler Problembereiche erreicht werden kann. Die mechanisch-elektrische Energieumwandlung einer Windkraftanlage hat ihre eigenen Gesetze und spezifischen Probleme, die von der besonderen Charakteristik des Windrotors als Antriebsaggregat geprägt sind. Aus diesem Grund ist die Auslegung der Anlage keineswegs eine konventionelle Entwurfsaufgabe, sondern eine technologisch innovative und systemtechnische Aufgabe.

2. AERODYNAMISCH-MECHANISCHE ENERGIEWANDLUNG

Der Rotor steht am Anfang der Wirkungskette einer Windkraftanlage. Seine aerodynamischen und dynamischen Eigenschaften prägen das gesamte System. Der Rotor muß die Fähigkeit besitzen, einen hohen Anteil der Windenergie in mechanische Arbeit umzusetzen. Dieser Wirkungsgrad der Energiewandlung ist für die Wirtschaftlichkeit dieses regenerativen Energieerzeugungssystems von großer Bedeutung.

Kaum weniger von Bedeutung sind die aerodynamischen Eigenschaften des Rotors, die das schwankende Energieangebot des Windes in eine möglichst gleichförmige Drehbewegung umsetzen und dabei die unvermeidlichen dynamischen Belastungen für die nachgeordneten mechanischen und elektrischen Komponenten so niedrig wie möglich halten müssen.

2.1 Aerodynamische Leistung

Die Wirkung der Windkraftanlage als Energiewandler beruht auf Betriebskräften, die an den umströmten aerodynamischen Profilen der Flügel auftreten und ein Drehmoment um die Rotorachse hervorrufen. Auftriebskräfte und Drehmoment hängen von den

Anstrombedingungen des Flügelprofils ab.

Die Abhängigkeit aus dem Energieinhalt des Luftstromes der entziehbaren mechanischen Arbeit wird als Leistungsbeiwert gekennzeichnet, d.h. der Leistungsbeiwert ist vom Verhältnis der Energieanteile aus der Drehbewegung des Rotors und der translatorischen Bewegung des Luftstromes abhängig. Dieses Verhältnis wird durch die Umfangsgeschwindigkeit geprägt. Man bezeichnet dieses Verhältnis als Schnelllaufzahl λ . Die Abhängigkeit des Leistungsbeiwertes von der Schnelllaufzahl ist ausschlaggebend für die Leistungscharakteristik eines Rotors.

Die aerodynamische Rotortheorie vermittelt den Zusammenhang zwischen der geometrischen Gestalt einer realen Rotorkonfiguration und seiner Leistungscharakteristik. Mit Hilfe des Leistungsbeiwertes c_p – der für eine bestimmte Schnelllaufzahl ein Optimum zeigt – berechnet sich die Rotorleistung in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit nach

$$P = c_p \cdot \rho \cdot v^3 \cdot A / 2$$

mit

A = Fläche (m²)

v = Windgeschwindigkeit (m/s)

c_p = Leistungsbeiwert

ρ = Luftdichte (kg/m³)

P = aerodynamische Leistung (kW)

Der Leistungsbeiwert wird für ein bestimmtes Verhältnis von Rotordrehzahl und Windgeschwindigkeit, d.h. eine vorgegebene Schnellaufzahl, berechnet. Eine zyklische Berechnung für mehrere Schnellaufzahlen ergibt die Leistungskennlinie des Rotors. Daraus kann der Rotorleistungsbeiwert bei fester Rotordrehzahl für verschiedene Windgeschwindigkeiten oder bei einer Windgeschwindigkeit für unterschiedliche Rotordrehzahlen entnommen werden.

2.2 Leistungsbeeinflussung

Die Leistungsbeeinflussung über die Veränderung des aerodynamischen Anstellwinkels des Rotors ist prinzipiell auf zwei Wegen möglich. Bei zunehmender Windgeschwindigkeit und festgehaltener Umfangsgeschwindigkeit kann der Blatteinstellwinkel zu größeren Anstellwinkeln verstellt werden. Bei dem sogenannten kritischen aerodynamischen Anstellwinkel reißt die Luftströmung an den Rotorblättern ab und begrenzt die aerodynamische Leistungsaufnahme. Das Abreißen der Strömung an den Rotorblättern erfolgt bis zu einem gewissen Grad diskontinuierlich und führt zu hohen dynamischen Belastungen für den Rotor und die Triebstrangkomponenten.

Bei Anlagen mit festem Blatteinstellwinkel wird die Leistung des Rotors nur durch das aerodynamische Abreißen der Strömung an den Rotorblättern bei höheren Windgeschwindigkeiten begrenzt. Dieser Strömungszustand wird »stall« genannt. Um zu gewährleisten, daß die Strömung bei einer bestimmten Windgeschwindigkeit tatsächlich so abreißt, daß der Leistungsanstieg wirksam verhindert wird, muß der Rotor im allgemeinen mit einer Drehzahl unterhalb der aerodynamischen optimalen Drehzahl betrieben werden.

Das sehr stark schwankende Windangebot, das zu entsprechenden kurzfristigen Schwankungen der abgegebenen Leistung führt, stellt hohe Anforderungen an die Festigkeit der

mechanischen Bauteile und an die Geschwindigkeit der Regeleinrichtungen. Die Regeleinrichtungen müssen in der Lage sein, sowohl bei schwachem Wind Energie zu liefern, als auch die Anlage in einen sicheren Betriebszustand bei einer »Jahrhundert-Böe« zu überführen.

2.3 Rückwirkung des Generators auf die Mechanik

Bei der Nutzung von Windenergie besteht das Problem, daß Energiebedarf und Energieangebot nicht übereinstimmen. Das Problem der Speicherung der elektrischen Energie kann durch Einspeisung in ein Verbundnetz umgangen werden. Problematisch sind jedoch bei Großanlagen die schnellen Windfluktuationen, die vollständig ausgeglichen werden sollten, um Unruhen im Netz zu vermeiden. Dies kann durch den Einsatz von drehzahlvariablen Generatoren geschehen, die eine »weiche« Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie aufweisen und somit eine Zwischenspeicherung der schwankenden Windenergie im Sekundenbereich in den rotierenden Massen bewirken. Das führt gleichzeitig zu einer reduzierten mechanischen Beanspruchung der einzelnen Systemkomponenten, wobei die Entlastung und damit die geringere Dimensionierung des Abtriebsstrangs besonders hervorzuheben ist.

Vorteilhaft bei solchen »weichen« Generatorsystemen ist auch bei pitch-geregelten Anlagen die Entlastung des Blattverstellmechanismus, der nur zur Einhaltung von Grenzdrehzahlen aktiviert wird. Außerdem wird eine Erhöhung des Wirkungsgrades im Teillastbereich durch Anpassung der Drehzahl an die herrschenden Windverhältnisse erreicht.

Die Nachteile der drehzahlvariablen Generatoren liegen im höheren Kostenaufwand für die Leistungs- und Regelelektronik und im Auftreten von Strom- und Spannungsschwingungen, die auf die diskontinuierliche Arbeits-

weise der Stromrichterschaltungen zurückzuführen sind. Der Umrichter ist zur Entkopplung der variablen Drehfrequenz des Generators von der konstanten Netzfrequenz erforderlich.

3. MECHANISCH-ELEKTRISCHE ENERGIEWANDLUNG

Obwohl es für eine kostenorientierte Auslegung wichtig ist, die einzelnen Funktionsträger des Energiewandlers nicht isoliert zu betrachten, übernimmt das elektrische System einen größeren Teil der Gesamtfunktion der Windkraftanlage.

Die Regelung und Betriebsführung der Windkraftanlage muß in erster Linie den vollautomatischen Betrieb der Anlage sicherstellen. Die Wirtschaftlichkeit verlangt von der Regelung, daß in jedem Betriebszustand ein möglichst hoher Energiewandlungsgrad erzielt wird. Aber über diese von der Wirtschaftlichkeit diktierte Forderung hinaus wird die Windkraftanlage so ausgelegt, daß die Betriebssicherheit höchste Priorität hat. Technische Störungen und umweltbedingte Gefahrezustände müssen erkannt und die vorhandenen Sicherheitsschaltungen ausgelöst werden. Das Regelungssystem soll darüber hinaus einen Beitrag leisten, die mechanischen Belastungen für die Windkraftanlage so gering wie möglich zu halten.

Die regelungstechnische Struktur einer Windkraftanlage muß auf die Wirkungskette der mechanisch-elektrischen Energiewandler abgestimmt werden. Diese Kette geht von der aerodynamischen Charakteristik der Blätter, über das aerodynamische Antriebsmoment des Rotors, die Dynamik des mechanischen Triebstrangs bis zu der elektrischen Charakteristik des Generators bzw. des Regelkonzeptes.

Je nach Generatorart ergibt sich eine unterschiedliche Momentencharakteristik, auf welche die Regelungsstruktur

der Windkraftanlage angepaßt werden muß.

Abhängig von der Art des verwendeten Generators bzw. Regelung können drei unterschiedliche Betriebskonzepte zum Einsatz kommen, so daß man zwischen drehzahlfestem, drehzahlgestuftem und drehzahlvariablem Generatorsystem unterscheiden kann.

3.1 Drehzahlfestes Generatorsystem

Bei drehzahlfestem Generatorsystem wird der Generator direkt an das vorhandene Netz gekoppelt, wodurch sich eine konstante Betriebsdrehzahl ergibt.

Der Synchrongenerator als sonst typischer Energiewandler von mechanischer in elektrische Energie erweist sich für diesen Anwendungsfall wenig geeignet, da wegen seiner Drehzahlsteifigkeit bei stärkeren Windböen im Antriebsstrang besonders hohe mechanische Beanspruchungen auftreten. Außerdem wird jede Schwankung der vom Rotor aufgenommenen Windleistung ungeglättet ins Netz weitergeleitet, so daß Leistungssprünge bei der Einspeisung entstehen. Bei diesem Betriebskonzept sind deshalb konstruktive Maßnahmen bezüglich Elastizität und Dämpfung im mechanischen Triebstrang erforderlich.

Für den Asynchrongenerator mit Käfigläufer sprechen die Robustheit und Betriebssicherheit infolge des einfachen Aufbaus.

Hauptsächlich bei kleinen Asynchrongeneratoren wirken sich die vergleichsweise hohen Nennschlupfwerte mildernd auf die Härte der Netzan-kopplung aus. Dies hat positive Auswirkungen auf die dynamische Beanspruchung der mechanischen Anlagenstruktur. Weitere Vorteile sind geringere Schaltungs- und Sicherheitseinrichtungen sowie der Wegfall aufwendiger Synchronisier-einrichtungen.

Große Asynchrongeneratoren werden zugunsten eines höheren Wirkungs-

grades und wegen der thermischen Grenzen einer geschlossenen Maschine mit geringerem Nennschlupf ausgelegt. Diese Generatoren haben dann ein ähnliches Netzkopplungsverhalten wie der Synchrongenerator. Dementsprechend fallen die dynamischen Belastungen für die Windkraftanlage ebenfalls wie bei den Synchrongeneratoren hoch aus.

Nachteilige Auswirkungen beim Einsatz von Asynchrongeneratoren hat der Bedarf an Erregerblindleistung. Diese zur Magnetisierung notwendige Blindleistung wird im Netzparallelbetrieb aus dem Netz bezogen. Die Blindleistung kann aber mit Hilfe von Kondensatoren kompensiert werden, um den von den Energieversorgungsunternehmen geforderten Einspeisefaktor einzuhalten.

3.2 Drehzahlgestuftes Generatorsystem

In Abwandlung des Asynchrongenerators mit direkter Netzkopplung kann zur verbesserten Anpassung an die Windverhältnisse eine Abstufung in zwei oder drei feste Drehzahlen erfolgen.

Bei mehreren auf der gleichen Welle sitzenden Asynchrongeneratoren oder bei einem polumschalbaren Generator wird aufgrund des verbesserten Teillastwirkungsgrades eine erhöhte Energieproduktion erreicht. Im Hinblick auf die Regelung und Betriebsführung (z.B. Umschaltbedingungen zwischen den Asynchrongeneratoren) sind ebenfalls zusätzliche Maßnahmen notwendig. Ein drehzahlgestuftes Generatorsystem ist keinesfalls als Ersatz für die variablen Drehzahlssysteme zu betrachten, da die dynamischen Beanspruchungen nicht abgemildert werden.

3.3 Drehzahlvariables Generatorsystem

Ein regelbarer, drehzahlvariabler Betrieb einer Windkraftanlage ist nur mit

einem Generator möglich, der mit einem nachgeschalteten Frequenzumrichter betrieben wird. Die Realisierung eines drehzahlvariablen Generatorsystems ist sowohl auf der Basis eines Synchrongenerators als auch unter Verwendung eines Asynchrongenerators möglich. Während beim Synchrongenerator der gesamte elektrische Strom umgerichtet werden muß, wird beim Asynchrongenerator die Verlustenergie (Schlupfleistung) über geeignete Umrichter dem Leistungszufluß aus dem Stator zugeführt bzw. überlagert. Damit braucht nur ein Teil der erzeugten elektrischen Leistung umgerichtet zu werden.

3.3.1 Synchrongenerator mit statischem Frequenzumrichter

Beim drehzahlvariablen Betrieb von Synchrongeneratoren werden im allgemeinen statische Frequenzumrichter mit Gleichstromzwischenkreis verwendet.

Hierbei wird der vom Generator erzeugte Strom variabler Frequenz zunächst über einen ungesteuerten Drehstrombrückengleichrichter gleichgerichtet. Der Gleichstrom wird mit Hilfe von Drosseln geglättet und mittels Netzstromrichter im Wechselbetrieb ins Netz eingespeist. Der Netzstromrichter ist hierbei eine vom Netz geführte, gesteuerte Thyristorbrückenschaltung.

Mit diesem Konzept kann ein großer Drehzahlbereich abgedeckt werden, da der Gleichstromzwischenkreis eine völlige Entkopplung der Generator- und somit der Rotordrehzahl von der Netzfrequenz bewirkt. Der große Drehzahlbereich erlaubt einen windgeführten Betrieb des Rotors, der zu einer Erhöhung der aerodynamisch bedingten Energieausbeute führt.

Nachteilig wirkt sich der hohe Bedarf an Steuer- und Kommutierungsblindleistung aus. Zudem hat der netzseitige Wechselrichter unerwünschte Netzurückwirkungen durch Oberschwingungen. Durch die von den EVUs ge-

forderte Kompensation der Blindleistung und Oberschwingungen steigt der technische Aufwand und verteuert das ohnehin kostenintensive Anlagenkonzept.

Aus diesen Zusammenhängen heraus wird erkennbar, daß dieses Generatorkonzept für alle Leistungsklassen einsetzbar ist, jedoch teuer ist und ein hochentwickelter Regelungsalgorithmus zum Anlagenbetrieb notwendig sind.

3.3.2 Doppelgespeister Asynchrongenerator

Ein anderes drehzahlvariables Generatorsystem, das zum ersten mal beim »Growian« zum Einsatz kam, ist der doppeltgespeiste Asynchrongenerator mit Direktumrichter. Hier kann nicht nur die Speisung der Schlupfleistung vom Läufer zum Netz erfolgen, sondern auch umgekehrt kann der Läufer vom Netz aus gespeist werden. Auf diese Weise ist sowohl ein übersynchroner wie auch ein untersynchroner Betrieb des Generators möglich.

Der Ständer des Asynchrongenerators ist an das Versorgungsnetz geschaltet. Der Läufer wird über Schleifringe von einem Direktumrichter gespeist, der die Läuferströme in Frequenz, Amplitude und Phasenlage regelt. Die Frequenz wird so geregelt, daß die Summe aus mechanischer und elektrischer Läuferdrehfrequenz immer gleich der Netzfrequenz ist. Durch Änderung der Phasenlage zwischen Direktumrichter-Ausgangsspannung und Läuferstrom können Wirk- und Blindleistung der doppeltgespeisten Asynchronmaschine unabhängig voneinander geregelt werden.

Der Drehzahlbereich wird durch die Frequenz bestimmt, die den Läufer speist. Da die Umrichterleistung jedoch mit dem Drehzahlbereich steigt, wurde aus technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten beim »Growian« ein wesentlich kleinerer Bereich gewählt, als theoretisch möglich ist. Die Ausgangsfrequenz des Direktumrichters betrug 0 bis 5 Hz stationär und

0 bis 7,5 Hz dynamisch. Dieses entspricht einem Läuferschlupf von maximal $\pm 10\%$ bzw. $\pm 15\%$. Der gewählte Drehzahlbereich war in erster Linie als »Drehzahlelastizität« gedacht, um die dynamischen Maschinenbeanspruchungen zu verringern.

Bei diesem Generatorkonzept treten unerwünschte NetZRückwirkungen (Oberschwingungen) auf. Die niedrigfrequenten drehzahlabhängigen Oberschwingungen werden durch die endliche Schaltfrequenz und durch die Wechselrichter-Schutzzeiten verursacht.

4. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die volle Erschließung des Potentials der Windenergie ist in Deutschland und anderen Ländern, wo es nur eine relativ kleine Zahl geeigneter Standorte gibt, mit mittelgroßen Anlagen allein nicht möglich. Es wird deshalb schon seit längerem versucht, die Leistung kostengünstiger Windenergieanlagen zu steigern.

Aus diesem Grund ist es notwendig, Anlagenkonzepte zu entwickeln, in denen die betrieblichen Vorteile der Synchron- und Asynchronmaschine vereinigt werden. Dieses Ziel wird auf die Dauer bei Anlagen ab 1 MW wohl am Ehesten über drehzahlvariable Generatoren erreicht werden.

Diese drehzahlvariablen Systeme bietet zusätzlich die Möglichkeit, bei niedrigen Windgeschwindigkeiten die Drehzahl an die Windverhältnisse anzupassen, so daß am Blatt optimale Anströmverhältnisse entstehen und dem Rotor die maximal mögliche Leistung entzogen wird. Die maximale Energieausbeute wird erreicht, wenn trotz schwankendem Windenergieangebot die Schnelllaufzahl konstant gehalten wird. Ein weiterer Vorteil ergibt sich aus den geringen Drehmoment-schwankungen, denen das Getriebe ausgesetzt ist, weil die Schwankung des Windenergieangebotes als kineti-

sche Energie in dem Rotor dynamisch zwischengespeichert wird.

Die Auslegungsverantwortung von Regelung und Generator wächst zusammen und kann nur in enger Kooperation zwischen Generator- und Windkraftanlagenhersteller erfolgen, denn für eine kostenorientierte Auslegung ist es wichtig, die einzelnen Funktionsträger des Energiewandlers nicht isoliert zu betrachten, sondern als Schritte von der kinetischen Energie des Windes zum elektrischen Strom.

Literarnachweis

- E. Hau:** Windkraftanlagen – Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit – Springer Verlag
- K. Heumann:** Grundlagen der Leistungselektronik Studienbücher Elektrotechnik
- F. Blaschke:** Das Verfahren der Feldorientierung zur Regelung der Asynchronmaschine Siemens Zeitschrift
- P. Albrecht:** Die geregelte doppeltgespeiste Asynchronmaschine als drehzahlvariabler Generator Dissertation bei der Technischen Universität in Braunschweig
- D. Arsudis:** Doppeltgespeister Drehstromgenerator mit Spannungszwischenkreis-Umrichter im Rotorkreis Dissertation bei der Technischen Universität in Braunschweig

Aktuelle Betriebsergebnisse

Die Betreiber-Datenbasis als Entscheidungshilfe für Errichtung und Betrieb von Windkraftanlagen

Ingenieur-Werkstatt Energietechnik

Selbstorganisierte Statistik der dänischen Betreiber

Mit der Wiederaufnahme der Windenergienutzung nach der Ölkrise 1973 durch private dänische Betreiber mußten auch **Entscheidungsgrundlagen für die einzelnen Betreiber geschaffen** werden, denn die relativ kleinen dezentralen Windenergieanlagen können nur schwerlich von zentral organisierten Versorgungsunternehmen wirtschaftlich genutzt und weiterentwickelt werden. Dem einzelnen Betreiber standen aber bei Errichtung und Betrieb nicht die fachlichen Abteilungen eines Versorgungsunternehmens für die Analyse der Betriebsleistungen und für die Vorbereitung von Investitionsentscheidungen zur Verfügung.

Aus dem zunächst privat organisierten Informationsaustausch der einzelnen Betreiber entwickelte sich bald eine professionell betriebene "Energiebuchhaltung". Die Betreibervereinigung veröffentlichte die monatliche Stromproduktion rechtzeitig vor dem nächsten monatlichen Ablesetag zusammen mit einer Beschreibung von Produktionsausfällen und ihren Ursachen. An dieser **freiwilligen Datenmeldung, der regelmäßigen, aktuellen Veröffentlichung der Datentabellen und dem monatlichen Betriebsvergleich von Energielieferung und Betriebsbereitschaft der eigenen Anlage mit jeder anderen Anlage und dem statistischen Mittel**, die bis heute aufrechterhalten und weiterentwickelt wurden, beteiligen sich inzwischen die Betreiber von 2.366 Anlagen mit insgesamt 331,7 MW Gesamtleistung und einer Jahresproduktion 663,7 Mio kWh (Stand En-

de 1992). Diesem Datenbestand nutzen neben der Betreibervereinigung auch die Herstellervereinigung, die Vereinigung der beratenden Ingenieure, die Beratungsgruppen des Energieministeriums und die Universität Ålborg.

Sicher hat die dänische Betreiberstatistik wesentlichen Anteil an der frühzeitigen, kontinuierlichen und schnellen Ausweitung der Windenergienutzung und an der Erzielung hoher Jahreserträge. Die monatlichen Tabellen geben trotz ihrer Einfachheit dem einzelnen Betreiber eine ausreichende Kontrollmöglichkeit seiner Anlage beim ständig wechselnden »Energiewetter«. Für Interessenten an der Errichtung einer eigenen oder gemeinschaftlich betriebenen Anlage reduzierte sich das Risiko einer falschen Produktionserwartung am geplanten Standort. Windreiche Standorte und zuverlässige, leistungsfähige Anlagen wurden schnell bekannt.

Aktuelle Betriebsdaten der deutschen Betreiber

1988 wurde von den Autoren das dänische Verfahren auch für deutsche Windanlagenbetreiber organisiert. Die monatliche Auswertung dieser Betreiber-Datenbasis für Windkraftnutzung wird im »umschalten-Monatsinfo« und der »Neue Energie« veröffentlicht. Der Monatsvergleich enthält neben den Standortangaben (Ort und Windangebot) und den Kenngrößen der Anlagen (Typ, Größe, Nabenhöhe und Prognose der Jahresproduktion) die **im Berichtsmonat erreichte Stromerzeugung einschließlich einer Verfügbarkeitsangabe**, d.h. dem

Anteil an der Betriebszeit, der nicht von Produktionsausfall betroffen war. Für Vergleichsbetrachtungen können solche Produktionsergebnisse dann entsprechend vorsichtig bewertet werden.

Die absoluten Zahlen werden für die bessere Vergleichbarkeit aufgearbeitet. Eine wesentliche **Vergleichszahl** ist die **spezifische Stromerzeugung in kWh pro Quadratmeter Rotorkreisfläche**. Aber auch die prozentuale Erfüllung des Produktionsziels aus den Angaben über die Jahresproduktion durch den Hersteller werden in einer Tabellenspalte aufgeführt. Ebenso können im Einzelfall die Produktionsergebnisse mit den Windangebotsangaben der Gutachter verglichen werden.

In der Zwischenzeit umfaßt die Betreiber-Datenbasis 845 Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 159,7 MW, einer Gesamtrotorkreisfläche von 379 Tsd. Quadratmetern und einer gemeldeten Jahresproduktion im Jahr 1992 von 196,8 Mio kWh. Nicht alle Betreiber melden rechtzeitig und regelmäßig, aber trotzdem ist die Zahl der gemeldeten Ergebnisse und vor allem die durch Verfügbarkeitsangaben ergänzten Produktionsergebnisse ständig gestiegen. Im Januar 1993 meldeten 72 % der Anlagen, 67 % der Gesamtkapazität und 74 % der Gesamtrotorkreisfläche. Da der Wetterindex ca. 220% betrug bedeutet die Monatsmeldung von 37,1 Mio kWh eine wahrscheinliche Jahresproduktion dieser Anlagen von über 200 Mio kWh.

Um Doppelabfragen zu vermeiden, arbeiten wir mit der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein zusammen und tauschen die Daten untereinander

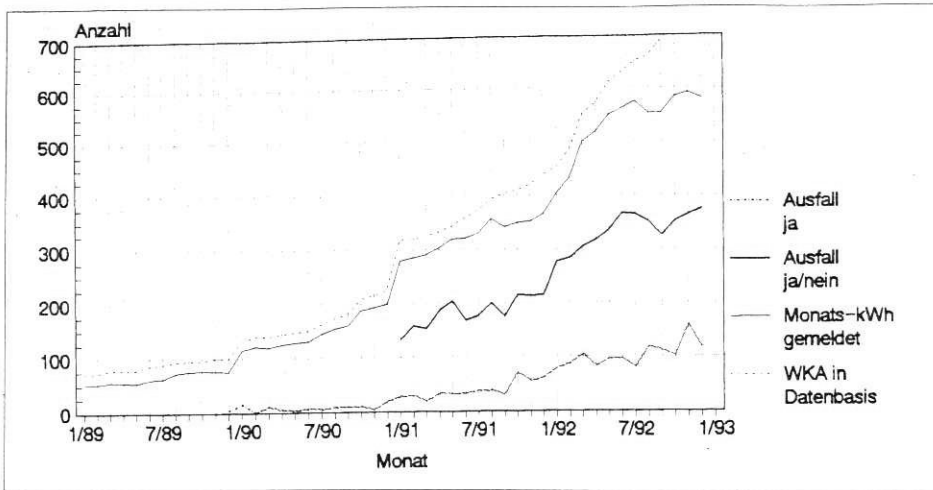


Diagramm 1
Beteiligung am Monatsvergleich – Energie und Verfügbarkeit

aus. Auch einige Hersteller melden regelmäßig monatlich ihre Energiedaten – leider ohne Verfügbarkeits- und Ausfallangaben.

Die Beteiligung wird mit Diagramm 1 veranschaulicht, in dem das Wachstum der beteiligten Anlagen, der Meldungen und der Verfügbarkeitsmeldungen dargestellt werden. Da einige Melder auch noch frühere Ergebnisse nachmelden, ist der Datenbestand noch etwas größer. Der kurzzeitige Rückgang der Meldungen ab Sommer 1992 liegt am Ausscheiden eines Betreuers, der die Daten abfragte und sie uns zur Verfügung stellte. Betreiber, die sich bisher noch nicht beteiligen, sind uns willkommen. Beteiligungsunterlagen erhalten Sie bei der Ingenieur-Werkstatt Energietechnik (Anschrift s.u.). Ebenso können Sie dort auch den Monatsvergleich abonnieren.

Die Stromproduktionstabellen

Windanlagen in bisher dafür wenig genutzten Gebieten zu errichten, ist – rein wirtschaftlich betrachtet – sehr risikoreich. Dieses Risiko versuchen die Betreiber **durch Windmessungen, durch Standortbeurteilung nach dem Windatlasverfahren** oder durch Vergleich **mit anderen Windanlagen** zu verringern. Aber auch nach Errichtung bleibt die Frage, welcher Mittelwert wird langfristig realistisch sein, wenn nur ein paar Monatsergebnisse vorliegen. Wegen des monatlich schwan-

kenden Windangebots sind jedoch **einige Regeln bei der Mittelwertbildung** zu beachten.

Produktions- und Wetterindices als Vergleichshilfen

Bildet man das Verhältnis aus der erreichten Monatsproduktion und der durchschnittlich erwarteten Monatsproduktion, ergibt sich ein erster **Anzeiger für die Produktion der Anlage, der Produktionsindex**. Erwartungsgemäß verändert sich dieser Wert von Monat zu Monat mit dem Wetter. Trotzdem wird von ungeduldigen Betreibern leicht zu schnell von einem oder einigen Monaten auf das langjährige Mittel

geschlossen. Diagramm 2 zeigt drastisch am Beispiel einer Anlage, daß in den Sturmmonaten Januar bis März 1990 der Produktionsindex Rekordhöhen erreichte, daß dafür aber auch gleich drei extrem windarme Monate folgten. Wer ungeduldig schon nach drei Monaten seine Prognose gewagt hätte, lag Ende März fast 215 % über dem dreijährigen Mittel. Wer im Juni zurückblickte, mußte von knapp 50 % Ertrag gegenüber dem erwarteten Schnitt ausgehen. Solche starken Abweichungen nach oben traten noch zweimal mit 130 und 150 % und nach unten dreimal mit 75, 70 und 65 % auf. Mathematisch ausgedrückt lag der Mittelwert bei 1,029 und ca. ein Drittel aller Abweichungen lagen weiter als 34 % vom Mittel entfernt. Deshalb empfehlen besonnene Betreiber, **mindestens 6 Monate zu warten**. Auch dann liegen noch ein Drittel der **Abweichungen außerhalb des Streubereichs von plus/minus 19 % um den Mittelwert**. Erst nach 9 Monaten oder gar einem Jahr hat sich die Situation auf 11 bzw. 8 % verbessert.

Dieser Produktionsindex ist natürlich auch in erster Annäherung ein **Wetterindex**, der die **Abweichung des Windangebots der Region von einem Durchschnittsmonat** anzeigt. Der Wetterindex müßte bei genügend langer Beobachtungszeit den Mittelwert 1 erreichen. Weicht er davon ab, kann er durch einen entsprechenden

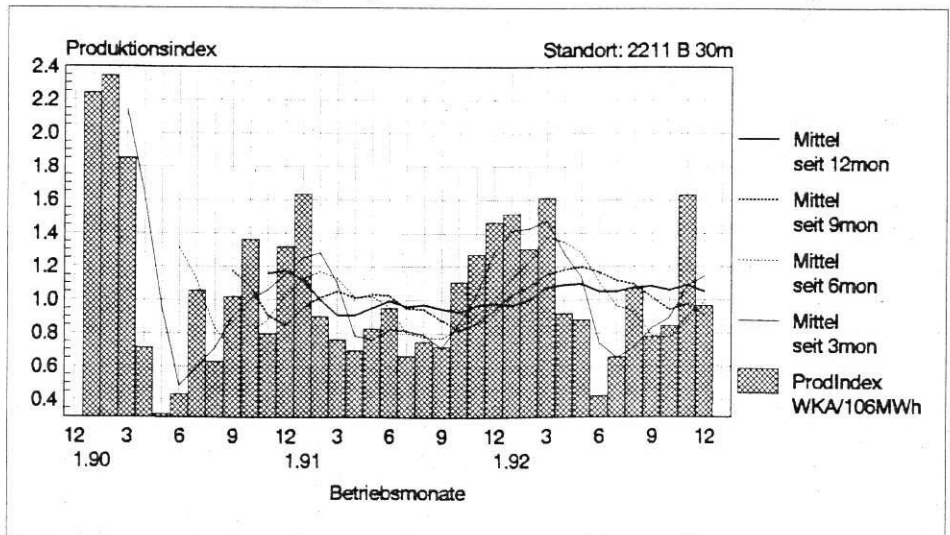


Diagramm 2
Monatsproduktion einer Windanlage

Korrekturfaktor für die Durchschnittsproduktion auf den Wert 1 gebracht werden. Ebenso können Wetterindices aus einer Vielzahl von Produktionsindices gemittelt oder aus Windgeschwindigkeitsmessungen errechnet werden. Diagramm 3 zeigt, daß der durch Rauten dargestellte dänische Wetterindex einen ähnlichen Verlauf wie der Produktionsindex der Windanlage 2211 B hat.

Schnellere Mittelwertbildung mit dem Betriebsindex

Für die Bestimmung des Jahreschnitts muß man nicht erst ein ganzes Jahresergebnis abwarten, um einigermaßen sicher zu gehen. Bildet man den **Betriebsindex** aus dem Verhältnis zwischen Produktionsindex und Wetterindex, verringern sich die erforderlichen Beobachtungszeiten für die gewünschte Genauigkeit.

Im Diagramm 3 ist der Betriebsindex durch die starke Linie dargestellt. Im Gegensatz zum monatlichen Produktionsindex, dessen Streubreite plus/minus 50 % beträgt, streut der Betriebsindex »nur« 18 % und übertrifft damit schon die Genauigkeit des sechsmonatigen Mittelwerts des Produktionsindex. Nach drei Monaten erreicht der Betriebsindex bereits 12 % und nach einem halben Jahr 7 % Streuung.

Diese Genauigkeit läßt sich durch andere Wetterindices noch verbessern. Grundsätzlich läßt sich sagen, daß Indices, die aus mehreren Beobachtungen gemittelt sind, genauer sind und daß auch die Entfernung eine Rolle spielt. Der DK-Index wird aus ca. 500 Anlagen eines riesigen Gebiets gemittelt und bringt 18 % Streuung. Der SH-Index (Schleswig-Holstein), der aus nur 25 Anlagen gebildet wird, reduziert die Streuung auf 14 %, da die Index-Anlagen im Schnitt nur 80 km von der Anlage 2211 B entfernt liegen. Ein Index mit nur zwei Wetterstationen, List 110 km und Hamburg 45 km entfernt, bringen immerhin 17 %, obwohl nur in 10 m gemessen wurde. Diese und andere Windindices werden regelmäßig

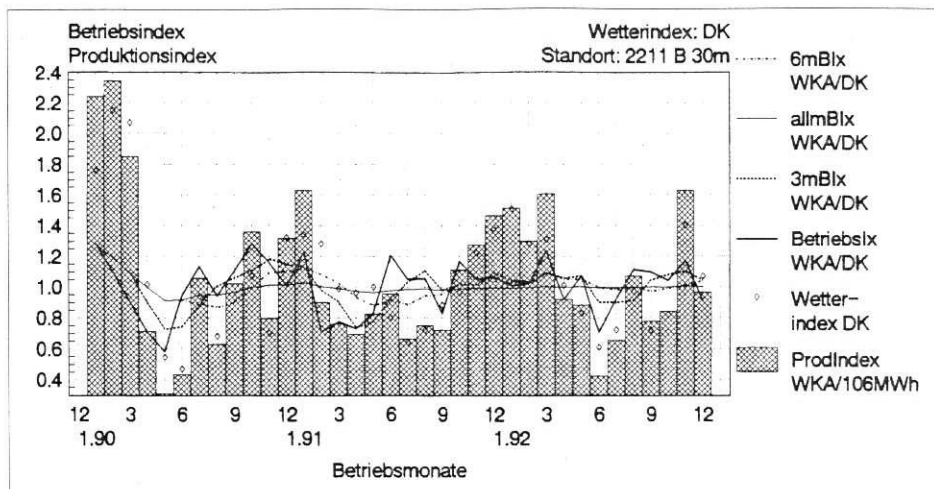


Diagramm 3

Monatsproduktion einer Windanlage

Durchschnittsertrag und Betriebsleistung nach Berücksichtigung des Wetters

im »Energiewetterbericht« des Monatsvergleichs veröffentlicht.

Überwachung der Anlagenleistung mit dem Betriebsindex

Wenn mit dem Betriebsindex schnelle Entscheidungen über die mittlere Stromproduktion an einem Standort getroffen werden können, ermutigt das nicht nur die »Nachahmungsstäter« oder den Betreiber zur Errichtung von weiteren Anlagen. Es lassen sich auch nach kurzer Zeit die Auswirkungen von Verbesserungsmaßnahmen an der Anlage oder eventuelle Verschlechterungen im Betriebsverhalten ablesen, die zu einer frühzeitigen Inspektionsentscheidung führen kann. In Diagramm 3 wurden im April und Mai 1990 durch Windmessungen nachgewiesen, daß die Leistungsfähigkeit bei Normalbedingungen von der Anlage nicht erreicht werden. Die Ursache lag an einer Fehleinstellung des Blattanstellungswinkels. Ebenso sind im Frühjahr 91 und im Frühsommer 92 der Ausfall eines Kompensationskondensators deutlich bemerkbar.

Darstellung der Betriebsereignisse

Obwohl die Anlagen hohe Betriebsbereitschaft (Verfügbarkeit) erreichen, heißt das nicht, daß keine Produktionsausfälle auftreten. Von den durchschnittlich 344 Anlagen, die 1992

Produktionsausfälle meldeten, hatten die Betreiber oder Hersteller im Schnitt an einem Drittel monatlich etwas zu tun. 1.448 Betriebsereignisse verursachten 52.533 Ausfallstunden (2.189 Tage bzw. 6,1 Jahre). Trotz dieser großen Zahl liegt die Ausfallrate nur bei knapp 2 % bzw. die Verfügbarkeit liegt über 98 %. Die Anlagen sind also recht zuverlässig und der Kundendienst ist auch bei größeren Schäden in der Lage, die Betriebsbereitschaft innerhalb kurzer Zeit wiederherzustellen.

Die Anzahl der Ereignisse und die Ausfallstunden werden monatlich, sortiert nach Ausfallursachen und nach betroffenen Baugruppen der Windanlagen in Tabellenform veröffentlicht. Wie in Dänemark sollen zukünftig die Ereignisse nicht nur statistisch anonymisiert sondern zusätzlich auch anlagenbezogen als Bemerkungstext veröffentlicht werden. Diagramm 4 veranschaulicht die monatliche Zahl der Produktionsausfälle und ihre Zuordnung zu den verschiedenen Ursachen.

Diagramm 4 (folgende Seite) zeigt, daß die Monate Januar, März, August und November und Dezember mit Starkwind und Blitzschlag bezüglich Zahl und Dauer der Ausfälle über dem Schnitt lagen. Diagramm 5 gibt einen Überblick über die mittlere Dauer eines Ausfalls je nach betroffener Baugruppe. Die beiden Spitzenwerte für Getriebe und Generator im Februar und

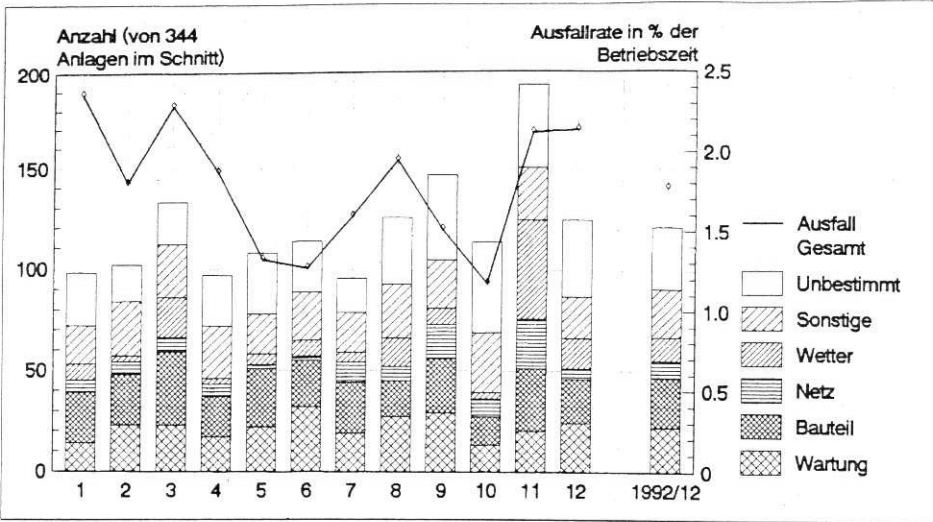


Diagramm 4
Betriebsereignisse Windanlagen 1992
 Ursachen von Produktionsausfällen

September wurden von einigen »Bummelanten« bei der Reparatur in die Höhe getrieben.

Für den Betreiber wird die Meldung und Auswertung der Betriebsereignisse zunehmende Bedeutung erlangen. Wir arbeiten deshalb daran, die Genauigkeit der Meldung und Auswertungen bezüglich Ursache, betroffene Bauteile und Beseitigung der Störung einschließlich der Reparaturkosten zu steigern.

Die finanzielle Situation der Betreiber-Datenbasis

Die Betreiber-Datenbasis und die Veröffentlichung der Monatsauswertungen sind bisher nicht öffentlich gefördert worden. Sie wurden fast vollständig in ehrenamtlicher Arbeit erstellt und die erforderlichen Geldausgaben durch Spenden sowie Kostendeckungsbeiträge aus dem Verkauf des Monatsinfos bzw. der Auswertungen getragen. 1992 standen 25.000 DM zur Verfü-

gung, davon etwa die Hälfte aus Spenden. Für eine kostendeckende Bearbeitung fehlt auch in Zukunft ein Betrag, der die bisherigen Einkünfte weit übersteigt. Nach dem gemeinnützigen Verein »umschalten« fördert auch der »Interessenverband Windkraft Binnenland« mit zweckgebundenen Spenden die Aktualisierung und Weiterentwicklung der Betreiber-Datenbasis.

Spendenkonto:

IWB, Stadtparkasse Osnabrück,
 BLZ 26550001, Kto. 14043,
 Stichwort Betreiber-Datenbasis

Ingenieur-Werkstatt Energietechnik

H.Häuser, Gerstenbergstr.31,
 2000 Hamburg 52
 J.Keiler, Wilstedter Str.10,
 2359 Wakendorf II
 A.Buruck, Dahlweg 11, 4400 Münster

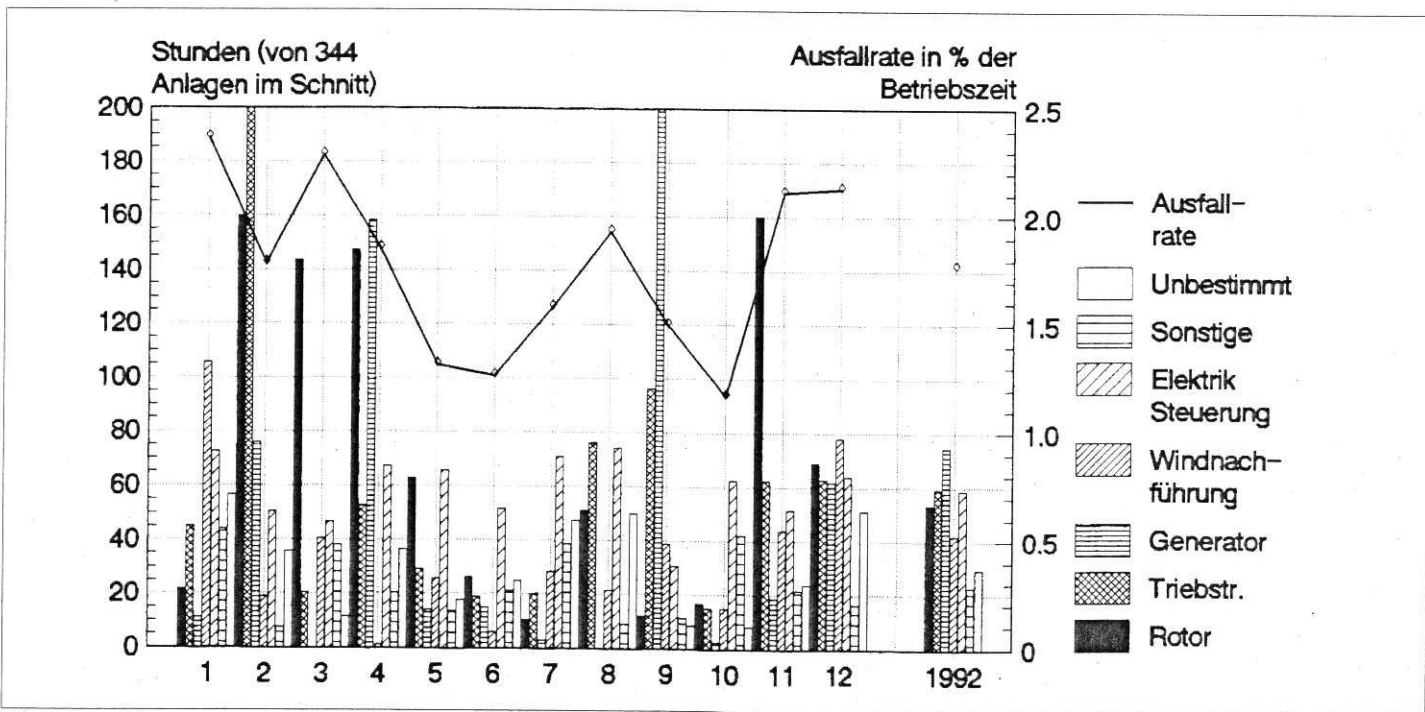


Diagramm 5
Betriebsereignisse Windanlagen 1992
 Mittlere Stillstandszeiten nach Baugruppen

PLZ	Ort	Ø	Nh	kW	Fabrikat	Prog. MW/a	seit	Ertrag													
								1992	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	
2449 B	Westermarlsdorf	17,0	23,4	75	Vestas	0	11/87	214948	23801	19292	22625	13751	13558	10348	13944	18279	15371	19564	25333	18082	
2830 B	Nordwihode	17,0	23,4	75	Vestas	0	4/87	41263	9661	9226	5432	4999	5832	3142	2971	0	0	0	0	0	
2854 A1	Büttel	17,0	23,4	75	Vestas	0	4/88	64697	11711	10807	14212	9102	7220	5925	5720	0	0	0	0	0	
2854 A	Hambergen	17,0	23,4	75	Vestas	0		57116	6593	5826	7066	4384	5268	1648	3199	3836	2954	5186	8319	2827	
2945 A	Sande	17,0	23,4	75	Vestas	0	3/88	42840	8187	6764	9229	5430	5247	4452	3532	0	0	0	0	0	
4285 A	Raesfeld	17,0	24,0	55	DoMaschb.	0	6/88	30722	2681	2401	4850	2992	2395	1290	518	2387	1533	1066	5644	2965	
2067 A	Barnitz	17,2	30,0	80	Enercon	0	12/90	114632	22200	7520	10340	11088	7132	5172	7040	7920	6536	6568	10704	12412	
2253 B	Eidersperrwerk	17,2	28,4	80	Enercon	0	8/90	263516	39156	25580	24280	18360	20520	13240	14600	22428	18576	19684	28040	19052	
2840 A1	Diepholz	17,2	36,1	80	Enercon	120	1/91	96092	8108	9692	11856	8952	8636	3340	4516	6108	5496	6780	14908	7700	
2840 A2	Diepholz	17,2	36,1	80	Enercon	120	1/91	99224	11512	9304	10668	8848	8908	3588	4936	7044	5688	6724	14464	7540	
2840 A3	Diepholz	17,2	36,1	80	Enercon	120	1/91	94360	11076	8440	11028	8424	8468	3196	4596	6532	5304	6228	13960	7108	
2840 A4	Diepholz	17,2	36,1	80	Enercon	120	1/91	96048	9744	8520	10628	8808	9156	3904	5084	6260	5816	6852	13728	7548	
2860 A	Osterholz-Scharmb.	17,2	28,4	80	Enercon	0		30923	6948	4275	7564	3776	3608	2276	2476	0	0	0	0	0	
2993 A1	Hilkenbrook/B	17,2	28,4	80	Enercon	0	12/89	123667	12680	13420	12384	10868	9324	2909	5764	10486	6928	8040	20360	10504	
2993 B1	Hilkenbrook/H	17,2	29,5	80	Enercon	105	12/89	129542	12977	12186	16874	10768	9248	3193	5903	10503	7459	8580	20421	11433	
4320 A	Hattingen	17,2	36,7	80	Enercon	0	10/91	103432	11193	10777	13020	9405	6850	5010	5700	11050	10000	13080	0	7347	
4542 A	Leeden	17,2	36,7	80	Enercon	60	4/91	68824	7520	6720	7760	5680	5488	2368	3128	4912	3516	6140	9292	6300	
5439 A	Westernahe	17,2	29,5	80	Enercon	0	9/91	45555	5688	2806	5607	4069	4247	2175	1693	2883	2094	5293	5656	4344	
5828 A	Ennepetal	17,2	28,4	80	Enercon	0	10/90	45933	7680	7856	11712	7317	5441	2657	3270	0	0	0	0	0	
5828 B	Ennepetal/B	17,2	28,5	80	Enercon	0	1/92	89485	1590	8170	11395	8490	5960	3582	4346	7170	6907	8390	14333	9152	
6424 A2	Hartmannshain	17,2	28,4	80	Enercon	0	12/90	104160	7872	8900	10992	9316	7388	6068	4748	8788	5384	12680	14744	7300	
7424 A1	Heroldstatt	17,2	28,5	80	Enercon	0	10/89	85555	5500	8444	11307	7860	6610	3279	3069	5010	5533	9872	13882	5189	
4290 A	Bocholt	17,5	30,0	60	Tacke	0	4/92	61218	5826	4250	8864	4761	4820	1917	2589	3888	4236	4431	8100	7536	
4425 C	Vreden/A	17,5	30,0	60	Tacke	0	10/91	52198	5626	4520	5520	4200	3760	1800	2527	4251	2681	4406	8095	4812	
4434 A	Ochtrup	17,5	40,0	60	Tacke	0	7/92	32447	0	0	0	0	0	0	1157	5373	3876	5526	9849	6666	
4440 A	Rheine	17,5	40,0	60	Tacke	75	8/92	26102	0	0	0	0	0	0	1310	7408	2592	4012	6668	4112	
5130 A	Gellenkirchen	17,5	30,0	60	Tacke	83	7/92	42381	0	0	0	0	0	0	447	7004	6066	6679	16012	7173	
2381ol	Michaelsdorf	18,0	25,0	80	Lagerwey	0	9/92	55248	0	0	0	0	0	0	0	0	8024	12116	18824	16284	
2914 A	Reekenfeld	18,0	0,0	80	Enercon	0	11/92	22700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12500	10200	
2943 B	Neuharlingersiel	18,0	36,0	80	Enercon	180	10/91	185718	17560	16520	22860	13984	14072	9370	12249	15265	10403	16531	24232	12672	
2993 A2	Hilkenbrook/B	18,0	34,1	80	Enercon	0	1/92	134352	6348	13928	16104	11704	9852	3611	8996	12166	8360	9672	20415	12196	
2993 A3	Hilkenbrook/B	18,0	34,1	80	Enercon	0	1/92	133420	7744	14112	16260	11076	10212	3883	6940	11839	8184	9404	22178	11588	
2993 B2	Hilkenbrook/H	18,0	35,0	80	Enercon	105	10/91	134441	14906	14950	17887	12227	10491	3810	6560	11338	7975	22167	12130		
4137 A	Finkenberg-Rheurt	18,0	40,0	80	Lagerwey	80	11/92	18172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7911	10261	
4230 B	Wesell/D	18,0	25,0	80	Lagerwey	0	11/92	7070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3449	3622	
4320 B	Hattingen/B	18,0	36,7	80	Enercon	0	5/92	62897	0	0	0	0	0	0	7302	4491	8085	6861	9928	10180	
4402 A	Greven	18,0	40,0	80	Lagerwey	0		17231	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2200	9050	5981	
4452 B	Andervenue	18,0	40,0	50	Lagerwey	0	11/92	7100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7100	
4763 C	Ense-Bittingen	18,0	31,4	80	Lagerwey	90	6/92	43677	0	0	0	0	0	0	3591	6011	5090	6890	14602	7493	
2114 A	Dierdorf	18,2	30,0	80	Enercon	0	2/90	69480	7680	5680	5161	4800	7679	4760	4000	5120	4880	4840	9400	5480	
4450 A	Lingen	18,4	34,0	80	Enercon	90	12/90	109050	11047	10499	12520	0	16597	4192	5519	7288	7405	10829	16042	7112	
2342 A	Gelling	18,6	24,0	90	WKZ/Frees	150	1/89	122694	19456	13100	13238	9733	7521	3649	6421	9729	6407	11134	12031	10275	
3110 A	Kl. Süstedt	19,0	36,0	80	Enercon	100	11/92	12960	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12960	
2060 A	Neufresenburg	19,4	30,0	80	Enercon	0	5/90	103810	14677	11561	13826	6452	7639	0	4025	8423	6469	8219	11167	11352	
2161 A	Fredonbeck	19,4	30,0	80	Enercon	0	4/90	101317	12326	10421	13151	7741	6761	3930	4358	8344	6722	5927	13434	8202	
2351 A	Krogspe	19,4	28,4	80	Enercon	0	7/91	103849	13720	11080	12920	7880	8440	7392	5560	7083	5360	7212	10632	6570	
2351 B	Wasbek	19,4	38,0	80	Enercon	0	8/92	35292	0	0	0	0	0	0	0	740	5960	7844	12232	8516	
2361 A	Geschendorf	19,4	30,0	80	Enercon	0	8/90	101400	8148	10044	12740	8268	5992	4324	4884	8520	6680	7840	14400	9560	
2381 C	Alltoischuby	19,4	28,0	80	Enercon	0	9/90	136723	10002	15013	16665	10520	10877	6038	7501	12339	7819	9848	16768	13333	
4152 A	Kempen	19,4	32,5	80	Enercon	90	11/91	87464	7680	7404	11312	7280	6032	3512	4176	5856	5204	8632	13104	7272	
4353 A	Oer-Erkenschwick	19,4	36,4	80	Enercon	0	6/92	54262	0	0	0	0	0	0	1218	4638	7551	6202	9698	16577	9378
4435 A1	Horstmar/WE	19,4	30,0	80	Enercon	120	5/92	81025	0	0	0	0	0	0	5587	7531	12167	9143	12562	20825	13210
4435 A2	Horstmar/WI	19,4	34,0	80	Enercon	120	5/92	81563	0	0	0	0	0	0	5407	7537	11986	9375	12645	21280	13333
4454 A	Kettenkamp	19,4	36,0	80	Enercon	130	10/92	19079	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10395	8684	
5501 A	Trierweiler	19,4	36,7	80	Enercon	0	11/91	124093	11897	9352	12588	11855	9846	5000	4855	10026	7107	13609	16064	11924	
2448 R	Gammendorf	19,8	30,0	55	Micon	160	6/92	108835	0	0	0	0	0	0	5517	11590	18058	14244	19725	23659	16042
4986 A	Rödinghausen	19,8	30,0	55	Micon	0	12/90	58976	5760	4916	7440	5040	3920	1920	2580	7040	2620	4360	8440	5040	
5620 A	Velbert	19,8	30,0	55	Micon	90	11/91	97844	7503	9121	11453	8020	5042	2856	3668	8620	7203	9329	15894	9135	
2220 A	St. Michaelisdonn	20,0	30,0	100	Ventis	0	8/91	168637	20470	16483	20608	15561	15499	0	9426	14025	13069	12258	17203	14035	
2222 E	Katzeple	20,0	30,0	100	Ventis	0	4/91	90181	20700	16841	23000	14359	15281	0	0	0	0	0	0	0	
2839 A	Barenburg	20,0	0,0	70	Eigenbau	0	9/88	15350	2950	1800	2100	2600	2300	2300	1300	0	0	0	0	0	
2890 A	Kloster Inte	20,0	30,5	100	Ventis	220	12/91	147297	16379	19318	19231	11967	13229	11219	7830	0	11942	13360	22822	0	
2944 D2	Borgholt	20,0	31,0	100	Ventis	165	1/92	165681	103755	0	0	0	0	0	12409	11644	14876	22997	0	0	
2974 D	Kloster Miedelsum	20,0	30,0	100	Ventis	0	6/91	213094	16702	18612	17200	15795	15411	8532	2512	21810	18710	23880	33110	20820	
3043 A	Wesseloh	20,0	23,0	100	Vestas	85	11/92	12535	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6575	5960	
6424 A3	Hartmannshain	20,0	25,0	100	Hüllmann Fl	0	2/91	36204	1236	1516											

PLZ	Ort	Ø	Nh	kW	Fabrikat	Prog. MW/a	Ertrag														
							seit	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		
2930 A2	Varel	23,0	30,0	150	AN-Bonus	300	7/91	276971	29291	24781	31894	19388	23114	18362	14681	19621	16291	23172	35072	21307	
2972 B	Borkum	23,0	24,0	150	Tacke	0		303863	26203	24362	29222	21069	19909	17007	30767	18466	21288	32527	34826	28217	
4920 A	Lemgo/WiembeckerB.	23,0	30,0	150	AN-Bonus	200	11/90	266767	29404	25595	32934	20195	18904	4482	10685	18822	18130	20392	43454	25771	
5241 A	Langenbach	23,0	30,0	150	AN-Bonus	230	4/91	216411	19008	18262	27780	19384	18915	6153	7636	14518	14097	19377	31495	21786	
5429 A	Rödelsberg	23,0	30,0	150	AN-Bonus	180	12/91	139051	10601	11750	20248	15058	9010	2487	6192	10621	6850	13052	21025	12157	
6424 A4	Hartmannshain	23,0	30,0	150	AN Bonus	0	11/91	212682	16950	18648	20724	16476	14670	12690	9780	17520	10632	27228	30870	16494	
2222 H3	Kronprinzenkoog/S3	24,0	30,0	150	Micon	0	9/92	132002	0	0	0	0	0	0	0	22897	28622	50693	29790		
2448 P	Johannisberg	24,0	30,0	250	Tacke	0	10/91	472657	42100	44900	52011	34089	36287	32380	24207	0	71746	49545	54299	40193	
4783 A	Anröchte	24,0	30,0	250	Tacke	300	12/91	116100	22300	22700	0	20970	17930	4700	10200	17300					
5372 A	Schleiden-Herhahn	24,0	30,0	150	Micon	0	9/91	222504	17735	15492	28428	21886	12784	3577	9057	18075	15791	20718	40042	18919	
6424 A6	Hartmannshain	24,0	30,0	250	Tacke	0	2/91	192952	13777	20938	21214	19014	9157	8201	7151	14641	9577	27366	30767	11149	
2050 A	HH-Oortkaten	24,6	34,0	150	Nordtank	210	6/91	173029	24547	18476	23019	12893	11240	7946	7587	10086	8625	9850	26070	12690	
2190 A	Cuxhaven	24,6	32,7	150	Nordtank	311	11/90	432448	34149	40584	48706	30758	32586	21218	24807	37765	31639	34802	54323	32011	
2221 B	Barit	24,6	32,7	150	Nordtank	357	4/92	233314	0	0	0	26900	30959	18818	18840	33643	27071	27977	49206	0	
2222 A1	Kronprinzenkoog	24,6	32,7	150	Nordtank	326	10/90	398221	42420	35944	47400	28362	34130	18710	18432	32950	27612	30852	47699	33710	
2222 A3	Kronprinzenkoog/T3	24,6	32,7	150	Nordtank	326	5/92	218726	0	0	0	0	8830	17128	18740	32732	27755	30498	49737	33306	
2222 D	Kronprinzenkoog	24,6	32,7	150	Nordtank	332	5/91	400631	41964	35922	48454	29414	32472	18138	22342	32160	29520	28960	49620	31165	
2251 I	Horsttefeld	24,6	32,7	150	Nordtank	230	11/90	349922	40499	31103	39315	23982	32074	22010	18697	29655	21556	21076	39990	30105	
2251 L	Augustenkoog	24,6	32,7	150	Nordtank	363	1/91	503505	52601	48986	52775	33395	43156	29204	29537	45284	36277	34890	57410	39990	
2251 Z1	Boxlund 1	24,6	32,7	150	Nordtank	300	6/92	137224	0	0	0	0	0	3450	17516	14333	18991	19520	34794	28620	
2251 Z2	Boxlund 2	24,6	32,7	150	Nordtank	300	7/02	151680	0	0	0	0	0	0	17113	28693	19759	19711	38352	28052	
2260 H	Drei Harden	24,6	32,7	150	Nordtank	263	11/90	252836	33563	26180	31707	16530	20006	11521	12658	21943	12761	17770	25497	22700	
2381 A2	Breklingfeld	24,6	32,7	150	Nordtank	229	9/90	262696	31973	25537	28544	16876	24016	15161	13794	19922	14669	18292	31441	23371	
2381 A3	Breklingfeld	24,6	32,7	150	Nordtank	229	8/92	93312	0	0	0	0	0	0	0	2785	15263	18892	32898	23474	
2381 D	Triangel	24,6	33,0	150	Nordtank	211	10/90	265551	35146	28873	29132	18783	23754	13299	13614	20696	13732	16450	30121	22051	
2381 F	Schnarup-Thumby	24,6	32,7	150	Nordtank	287	12/91	301203	36376	32472	34651	20349	26347	15882	15407	26405	16351	19803	33463	25997	
2381 G	Espertoffeld	24,6	32,7	150	Nordtank	270	8/92	91609	0	0	0	0	0	0	5500	15458	16732	30879	23040		
2383 B	Bollingstedt	24,6	32,7	150	Nordtank	256	11/90	234199	31859	24001	29805	17310	21196	13181	11298	16872	10782	12870	25486	19539	
2386 A	Borgwedel	24,6	32,7	150	Nordtank	284	1/92	246067	0	36500	34805	17238	19898	11759	14000	20180	13820	19728	32965	25374	
2391 B	Nordhackstedt	24,6	32,7	150	Nordtank	285	12/91	304993	38424	31199	33203	20915	28459	17570	16095	24704	16180	19820	31424	27000	
2447 A	Heiligenhafen	24,6	32,7	150	Nordtank	351	4/92	269382	0	0	0	0	19270	30079	22995	21798	31742	26374	32617	50436	34071
2448 F	Vadersdorf	24,6	32,7	150	Nordtank	308	11/90	380142	40030	36010	41140	23500	28480	23010	19266	31234	24400	35500	47630	29942	
2221 A1	Barit-Süd	25,0	22,0	165	Adler	0	12/90	375428	40937	37415	47574	28465	28666	14528	18886	31421	22051	26488	49693	29904	
2221 A2	Barit-Nord	25,0	22,0	165	Adler	0	12/90	259360	42022	34122	45200	7754	0	0	0	21420	25412	33168	39662	10600	
2222 B1	Neufelderkoog 1	25,0	30,0	200	Vestas	0	10/90	519580	56240	49300	60640	37760	34640	18640	27400	47520	37600	41280	66400	42160	
2222 B2	Neufelderkoog 2	25,0	30,0	200	Vestas	0	4/91	518450	56380	49200	60320	38220	35210	18820	27250	47300	37100	40890	65900	41860	
2240 A2	Overwisch 02	25,0	30,0	200	Vestas	0	4/90	411290	45360	41040	48840	28320	30640	18480	19870	35170	28320	28160	52120	34960	
2240 A3	Overwisch 03	25,0	30,0	200	Vestas	0	4/90	400590	43440	40350	49700	27680	30140	17200	19610	34710	26720	27120	50480	33440	
2242 B	Hedwigenkoog/H	25,0	31,0	225	Vestas	0	4/92	447278	0	0	0	0	53526	33500	40600	68250	54450	53222	82790	60940	
2250 A2	Husum	25,0	28,5	250	HSW 01	0	4/88	385004	43817	43817	52924	28927	29716	16278	21511	30706	22528	21160	42820	30801	
2250 B1	Husum	25,0	28,5	250	HSW 05	0	5/88	360389	46178	30596	50698	20881	33089	19454	19145	27651	21294	20258	40266	30879	
2250 B2	Husum	25,0	28,5	250	HSW 09	0	1/90	369876	48486	34152	50614	22999	33147	19031	20027	29295	21808	19923	39761	30633	
2250 D1	Südermarsch	25,0	28,5	250	HSW 77	0	4/92	237705	0	0	0	0	45465	19905	18180	34500	22800	24311	44161	28383	
2250 D2	Südermarsch	25,0	28,5	250	HSW 78	0	4/92	225987	0	0	0	0	44940	18315	18345	32850	22650	18078	43280	27529	
2250 D3	Südermarsch	25,0	28,5	250	HSW 79	0	4/92	220228	0	0	0	0	40965	17970	17865	31650	22200	19307	43416	26855	
2250 D4	Südermarsch	25,0	28,5	250	HSW 80	0	4/92	223636	0	0	0	0	42945	19290	17865	31350	21750	19766	42837	27833	
2250 D5	Südermarsch	25,0	28,5	250	HSW 81	0	4/92	225860	0	0	0	0	39720	20865	18015	32700	23700	22771	40507	27582	
2250 D6	Südermarsch	25,0	28,5	250	HSW 82	0	4/92	235878	0	0	0	0	39690	19860	19350	34500	24000	20904	48105	29469	
2250 D7	Südermarsch	25,0	28,5	250	HSW 83	0	4/92	215397	0	0	0	0	37700	18707	16102	32448	20743	22340	42027	25330	
2250 D8	Südermarsch	25,0	28,5	250	HSW 84	0	4/92	239466	0	0	0	0	40680	20325	17295	33300	24000	24577	46762	32527	
2251 D	Osterwittefeld	25,0	22,0	100	Adler	0	2/88	203756	29485	14105	26178	16610	18564	10442	11410	15846	10920	13620	22350	14226	
2251 E	Immenstedt	25,0	30,0	200	Vestas	0	12/89	391600	44350	40000	40470	31450	31340	25300	16160	28890	27980	0	59650	46010	
2251 F	Oldersbek	25,0	30,0	200	Vestas	0	5/90	376800	42480	36320	43440	27200	28240	17440	18720	28800	21440	24000	42880	45840	
2251 G	Osternscho	25,0	30,0	200	Vestas	0	9/90	454440	50880	42240	51840	35840	35920	22160	24080	39520	30240	38960	36000	37760	
2251 J	Dreisdorf	25,0	30,0	200	Vestas	0	12/90	381544	47688	36984	44984	30512									

PLZ	Ort	Ø	Nh	kW	Fabrikat	Prog. MW/a	seit	Ertrag 1992	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2266 C2	F.-W.-L.-Kooq-6	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	559633	67950	54138	70872	44316	50364	24864	35592	67152	42324	41112	61524	-575	
2266 C20	F.-W.-L.-Kooq-29	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	607320	69288	51948	65940	42084	48756	29934	39636	66732	43536	40396	61704	47366	
2266 C21	F.-W.-L.-Kooq-28	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	593586	78570	54744	72954	45618	53400	31440	37854	61914	15912	36840	60708	43632	
2266 C22	F.-W.-L.-Kooq-30	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	589386	43650	52212	69546	39930	50922	31698	39504	66480	43692	40356	53924	47472	
2266 C23	F.-W.-L.-Kooq-31	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	628230	76272	54600	70938	43194	53532	30792	39018	66610	42600	39156	64356	48162	
2266 C24	F.-W.-L.-Kooq-32	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	625622	78030	55104	71184	42666	53064	30954	35202	65538	42420	39948	63226	48186	
2266 C25	F.-W.-L.-Kooq-33	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	604308	74928	52032	66646	42120	49974	29424	37866	60870	41112	39096	62796	45444	
2266 C26	F.-W.-L.-Kooq-34	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	604986	77754	55740	71070	43674	52092	29400	35862	59970	38316	37200	62100	41808	
2266 C27	F.-W.-L.-Kooq-35	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	615360	77748	55368	69468	44088	51912	29652	33642	63870	40830	39510	62604	46688	
2266 C28	F.-W.-L.-Kooq-36	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	448272	71190	36984	41526	28068	33546	19740	26352	60870	27936	26496	43068	32496	
2266 C29	F.-W.-L.-Kooq-41	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	578748	66876	46744	65364	40398	47292	28464	36606	57984	40884	39042	61374	46920	
2266 C3	F.-W.-L.-Kooq-7	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	607764	69804	56412	67332	42156	49464	24000	33660	66840	44364	41784	64776	47172	
2266 C30	F.-W.-L.-Kooq-46	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	588904	69354	53454	68904	42312	51480	28284	36348	50904	40656	38736	62712	45760	
2266 C31	F.-W.-L.-Kooq-47	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	580356	72972	46740	62070	37410	45696	26604	36528	62136	40872	39594	62430	47304	
2266 C32	F.-W.-L.-Kooq-48	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	580002	69664	53436	68760	40794	48336	26482	33756	58966	38964	38604	59664	43686	
2266 C33	F.-W.-L.-Kooq-49	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	378792	69168	46644	60552	37392	42984	27960	36336	0	0	0	0	57756	
2266 C34	F.-W.-L.-Kooq-50	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	604894	70464	55404	70128	42480	50364	27276	35478	64674	40560	39720	61608	46740	
2266 C35	F.-W.-L.-Kooq-51	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	559408	66762	52830	60852	40650	48114	27360	34704	64044	41332	29412	48600	44748	
2266 C36	F.-W.-L.-Kooq-0	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	579399	63900	49860	68002	41828	46848	24525	34207	63307	38896	40260	60225	44086	
2266 C37	F.-W.-L.-Kooq-1	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	570689	65932	50842	68722	42578	46575	23580	33496	56040	36465	39720	60615	46126	
2266 C38	F.-W.-L.-Kooq-2	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	563629	66787	46170	68325	36885	47407	23722	34117	53167	37305	38752	61882	49110	
2266 C39	F.-W.-L.-Kooq-3	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	585639	67762	46807	68932	43448	45292	25462	35722	66617	40860	40850	57195	47692	
2266 C4	F.-W.-L.-Kooq-8	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	611058	70614	54924	70908	43674	49800	26202	37452	66456	41328	40644	59736	49320	
2266 C40	F.-W.-L.-Kooq-4	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	565789	61336	49800	67282	38108	44902	24862	34960	63915	41056	36635	56770	46275	
2266 C41	F.-W.-L.-Kooq-17	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	617422	76440	56692	71280	44694	51354	30564	36942	66246	41340	37966	57946	46968	
2266 C42	F.-W.-L.-Kooq-23	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	593361	74257	54255	69150	42262	47272	22410	36450	62775	41475	36605	60625	45825	
2266 C43	F.-W.-L.-Kooq-27	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	617256	73188	55380	68796	45072	53382	31038	36804	64740	42456	39972	60924	45504	
2266 C44	F.-W.-L.-Kooq-37	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	584694	73638	56712	65892	42168	47958	25806	31872	61512	37626	37122	58884	48504	
2266 C45	F.-W.-L.-Kooq-39	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	600660	74256	54792	62190	43560	51654	28392	36198	63426	40620	38562	59478	47532	
2266 C46	F.-W.-L.-Kooq-42	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	563700	74118	53898	62576	39780	51180	28464	36360	39228	35088	37932	59644	45432	
2266 C47	F.-W.-L.-Kooq-43	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	575772	69744	53412	66852	37572	49872	28500	35664	48948	40158	37758	60156	47136	
2266 C48	F.-W.-L.-Kooq-44	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	574812	71760	53880	68040	41424	50112	27492	34524	46716	39648	37260	60576	43380	
2266 C49	F.-W.-L.-Kooq-45	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	584722	72498	53538	68700	42144	50968	27684	34926	48162	39786	36100	53222	47034	
2266 C5	F.-W.-L.-Kooq-9	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	591294	67974	52614	71436	44244	37740	18696	36036	67566	42048	41604	62592	48654	
2266 C50	F.-W.-L.-Kooq-52	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	606404	71604	55662	72258	43098	50640	29376	35424	62784	40236	39666	57916	46740	
2266 C6	F.-W.-L.-Kooq-10	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	600624	66276	55568	71136	42684	50784	25752	34302	67564	41268	40818	59222	42680	
2266 C7	F.-W.-L.-Kooq-11	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	605240	72990	56370	71282	44076	49482	28064	36210	67638	42636	41772	65748	30972	
2266 C8	F.-W.-L.-Kooq-12	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	612598	65004	56985	71750	43698	48680	26172	37545	64542	42988	41950	63800	49383	
2266 C9	F.-W.-L.-Kooq-13	25,0	28,5	250 HSW	0	9/91	617538	68790	52116	70782	45252	49146	27120	37860	68172	43932	41628	63960	48780	
2266 D	Horsbüll/C	25,0	30,0	200 Vestas	0	6/92	306080	0	0	0	0	0	1400	37400	64366	44058	37915	68951	51980	
2268 A	Aventoft/Park Cen.	25,0	28,5	250 HSW 10 T	0	7/90	380424	40896	38628	47604	30864	34044	19524	20904	34344	21540	19416	40908	31752	
2268 B	Vogelhällig	25,0	30,0	200 Vestas	0	10/90	421984	39004	43272	43386	43392	39618	23862	34092	33210	28956	24618	33366	35208	
2270 B	Wvk/Föhr	25,0	30,0	200 Vestas	0	7/90	547400	56100	49900	61400	35400	47100	35600	28800	48600	40400	47000	57600	39500	
2323 A	Ascheberg	25,0	30,0	200 Vestas	0	6/88	202700	37600	21160	19040	14560	13140	11420	7390	13440	11680	13670	20600	19000	
2341 A	Reuterberg	25,0	30,0	200 Vestas	0	1/91	341232	45968	35944	38104	25640	28008	18968	17936	26856	19000	22424	35240	29144	
2380 A	Schleswig	25,0	28,5	250 HSW 06	0	8/88	265800	36966	26854	34496	21004	20510	12359	15532	13049	14066	20666	27920	23800	
2391 A	Nordangeln	25,0	30,0	200 Vestas	0	3/90	294264	42336	34240	35080	22624	20424	10632	14744	22624	15616	18592	30512	26840	
2400 A1	HL-Brodten1	25,0	28,5	250 HSW 55	291	9/91	255288	31704	27036	30276	19224	13740	12144	13992	18300	12348	24756	32724	19284	
2400 A2	HL-Brodten2	25,0	32,7	165 Adler	313	9/91	263750	31650	27020	30960	19020	16630	13140	14340	20910	14460	24100	30600	20920	
2400 A3	HL-Brodten3	25,0	28,5	250 HSW 55	291	9/91	244152	27096	27144	29556	18672	13764	11484	13296	18072	11448	23688	31368	18564	
2430 A	Neustadt/Holstein	25,0	30,0	200 Vestas	420	10/90	347289	41032	31408	34014	24521	26088	20592	19464	25176	21184	32792	43898	28400	
2442 B	Sutel	25,0	30,0	200 Vestas	0	7/91	403737	46505	41012	43820	27535	26094	30321	16621	31792	32001	32356	45697	29983	
2448 A	Dänischendorf/Fehm	25,0	30,0	200 Vestas	520	10/89	513170	53700	48200	54550	33920	24600	36150	29190	44090	36380	46000	65890	40500	
2448 B	Burg/Fehmarn	25,0	28,5	250 HSW 08	0	8/89	403824	60331	29702	44980	29670	18009	15521	20236	32981	22371	34266	56722	39036	
2448 G1	Westermärkelsdorf	25,0	30,0	200 Vestas	0	11/90	612680	65240	58720	62300	36980	41920	31190	36180	53880	45080	57070	75070	49050	
2448 G2	Westermärkelsdorf	25,0	30,0	200 Vestas	0	11/90	622325	67320	60540	63850	39460	43220	31770	36570	54300	45170	58310	74530	47285	
2448 G3	Westermärkelsdorf	25,0	30,0	200 Vestas	0	11/90	611740	65540	59180	62490	38480	42210	30920	36230	53640	44740	57820	72470	48020	
2448 G4	Westermärkelsdorf	25,0	30,0	200 Vestas	0	11/90	615875	66200	60030	63420	38730	40950	29160	36070	53918	44822	57610	75675	49290	
2448 G5	Westermärkelsdorf	25,0	30,0	200 Vestas	0	11/90	611680	66230	58550	62770	39060	40540	29940	36720	53800	44410	58510	74360		

PLZ	Ort	O	Nh	kW	Fabrikat	Prog. MW/a	seit	Ertrag 1992	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	
2251 W	Poppenbüll	26,0	30,0	250	Micon	420	9/92	174603									23760	54100	64779	31964	
2251 X	Hattstetermarsch/J	26,0	30,0	250	Micon	0	3/92	379500										32600	58400	42000	
2255 B1	Altendeich 1	26,0	30,0	250	Micon	0	2/92	462560	0	25517	63764	40200	45700	29500	30300	45200	36280	36280	36280	44360	
2255 B2	Altendeich 2/H	26,0	30,0	250	Micon	429	2/92	483691	0	27011	66104	39484	46579	28617	30890	53044	36711	36986	70650	48615	
2255 B3	Altendeich 3	26,0	30,0	250	Micon	0	2/92	439015	0	1985	61900	39733	47921	30362	31211	53244	36873	37002	51647	47139	
2257 G	Desmercierskoog	26,0	30,0	250	Micon	0	11/90	526899	65803	48733	61867	40000	40000	25122	26066	49750	29920	34207	57799	47632	
2257 K	Sönke-Nissen-Koog	26,0	30,0	250	Micon	0	12/91	544729	60597	49512	59354	44615	39726	25111	29119	52726	38435	38419	61202	45913	
2257 L	Soph.-Magdalenen-K	26,0	30,0	250	Micon	450	1/92	482713		59018	52435	46820	41818	35460	24546	54590	41802	32900	49418	44006	
2260 K1	Galmsbüll L1	26,0	30,0	200	WTN	0	6/92	229601	0	0	0	0	0	0	24672	44872	31616	28768	56633	43040	
2260 K2	Galmsbüll L1	26,0	30,0	200	WTN	0	6/92	223416	0	0	0	0	0	0	24840	44612	31925	27650	53149	41240	
2260 K3	Galmsbüll L1	26,0	30,0	200	WTN	0	6/92	223144	0	0	0	0	0	0	24600	46014	31657	27155	53738	39980	
2260 K4	Galmsbüll L1	26,0	30,0	200	WTN	0	6/92	220233	0	0	0	0	0	0	21258	44739	32768	27134	53795	40539	
2260 K5	Galmsbüll L1	26,0	30,0	200	WTN	0	6/92	232073	0	0	0	0	0	0	24902	46588	34201	28925	54586	42871	
2260 K6	Galmsbüll L1	26,0	30,0	200	WTN	0	6/92	233023	0	0	0	0	0	0	23939	48131	33436	27524	57097	42896	
2263 A1	Risum-Lindholm	26,0	30,0	250	Micon	450	12/91	478736	59300	43685	54626	34147	36527	20024	24679	45310	32735	27153	51080	47470	
2263 A2	Risum-Lindholm	26,0	30,0	250	Micon	450	12/91	480527	59360	47377	55603	35000	36436	20460	24261	44423	31820	26867	52985	45935	
2263 B	Stedesand	26,0	30,0	200	WTN	0	9/92	110300	0	0	0	0	0	0	0	0	16385	19415	41400	33100	
2265 B	Königsacker	26,0	30,0	200	WTN	0	10/92	94036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7800	44490	41746	
2270 C	Alkersum/Föhr	26,0	30,0	250	Micon	0	12/90	549224	59214	46890	69432	41338	42684	29000	26225	45007	36450	39582	66593	46809	
2270 D	Wyk/Föhr M	26,0	30,0	250	Micon	441	12/90	534419	62291	46121	63901	36413	46337	32502	28890	46334	35240	37934	61610	37446	
2270 E2	Oevenum II	26,0	30,0	250	Micon	0	1/92	586223	26387	56613	77420	42280	49000	37490	34260	52880	44615	37470	73115	54693	
2270 E3	Oevenum III	26,0	30,0	250	Micon	0	1/92	584660	31312	57488	77040	42260	46600	36815	34309	53606	42334	39117	71514	52256	
2270 E4	Oevenum IV	26,0	30,0	250	Micon	0	1/92	591645	32538	57062	77420	43600	48780	37575	34678	54537	43324	39045	71887	51199	
2270 E5	Oevenum V	26,0	30,0	250	Micon	0	1/92	615944	34688	61372	80620	44650	49650	38940	36953	55957	44418	40287	75061	53338	
2307 A	Stohl Marienfelde	26,0	30,0	175	Micon	0	1/91	369540	43093	36759	43725	24086	24646	16779	19480	30521	22812	33041	44109	30489	
2448 K	Burgstaaken	26,0	30,0	250	Micon	0	6/91	465657	49001	46444	50950	30778	26312	21273	24159	36203	29610	43827	63200	43810	
2553aA	Graal-Müntz	26,0	30,0	250	Micon	425	6/92	184018							2005	29475	31810	23580	27962	43138	26048
2974 E	Manslagt/Obersloet	26,0	30,0	250	Micon	548	11/91	548905	48900	47350	67650	40380	37740	22161	28806	47663	39527	44586	72002	43040	
4763 B	Ense-Oberense/B	26,0	30,0	175	Micon	0	6/91	252848	25019	25039	32418	19428	15647	3300	8800	17125	14500	21128	45436	25008	
8591 A	Schönkirch	26,0	30,0	150	Micon	0	12/90	57545	8305	7835	11804	8324	12254	9023	0	0	0	0	0	0	
2168 A	Aschhorn	27,0	31,0	225	Vestas	0	11/92	63284	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44202	19082	
2212 B	Brunsbüttel	27,0	36,0	250	Nordex	450	9/92	158699	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8119	37029	69089	44462
2222 I1	Kronprinzenkoog	27,0	37,0	150	Nordex	440	10/92	113608	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9002	64666	39940
2222 I2	Kronprinzenkoog	27,0	37,0	150	Nordex	440	10/92	99510	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3983	56108	39419
2223 A	August-Viktoria-K	27,0	31,0	150	Nordex	400	9/91	450797	45965	41528	47333	35805	38966	24561	22857	36650	32465	34585	51520	38562	
2223 C1	ChristianskoogSR1	27,0	31,0	225	Vestas	0		152477	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39356	68074	45047
2223 C2	ChristianskoogSR1	27,0	31,0	225	Vestas	0		160127	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42522	69643	47962
2228 A1	Friedrichskoog	27,0	41,0	250	Nordex	484	7/92	244262	0	0	0	0	0	0	21245	41224	37256	38634	64694	41209	
2228 A2	Friedrichskoog	27,0	41,0	250	Nordex	440	11/92	53886	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15071	38815	
2228 A3	Friedrichskoog	27,0	41,0	150	Nordex	440	7/92	217642	0	0	0	0	0	0	21695	37115	33506	35619	53583	36224	
2228 A4	Friedrichskoog	27,0	41,0	150	Nordex	440	7/92	220108	0	0	0	0	0	0	23423	36613	33945	33216	57699	35212	
2228 B1	Friedrichskoogl	27,0	31,0	225	Vestas	0	12/92	9741	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9741	
2228 B2	Friedrichskoogl	27,0	31,0	225	Vestas	0	12/92	9503	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9503	
2240 A4	Overwisch 04	27,0	31,0	225	Vestas	0	11/91	487617	53357	48735	59553	34170	38850	23348	18908	33467	38777	32837	63083	42532	
2240 A5	Overwisch 05	27,0	31,0	225	Vestas	0	11/91	491175	54402	51080	60455	35039	36849	22440	18762	33209	40379	34550	61110	42900	
2240 B1	Wennemannswisch1	27,0	31,0	225	Vestas	0	12/91	536763	58008	54878	60013	36091	41379	25451	26961	47722	36840	38300	67020	44100	
2240 B2	Wennemannswisch2	27,0	31,0	225	Vestas	0	12/91	538372	60988	52089	64704	37343	40195	25574	26146	46278	36125	36800	67030	45100	
2241 A	Währden	27,0	31,0	225	Vestas	0	1/92	472380	0	50730	63840	37580	42240	26402	23980	44434	36450	37987	63876	44881	
2241 B1	Währden2	27,0	31,5	225	Vestas	0	3/92	408738	0	0	50600	34064	43930	20185	25560	45244	37040	38733	66387	46995	
2241 B2	Währden3	27,0	31,5	225	Vestas	0	3/92	413849	0	0	42800	35549	44850	26040	26210	46900	38390	40750	66980	45380	
2241 C1	ChristianskoogSR1	27,0	31,0	225	Vestas	0	10/92	150721	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38233	64869	47619
2241 C2	ChristianskoogSR1	27,0	31,0	225	Vestas	0	10/92	150213	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38813	64315	47085
2242 A	Hedwigencoog/B	27,0	31,0	225	Vestas	0	4/92	415657	0	0	0	0	51786	31700	41700	56514	48085	51959	76722	57191	
2244 C1	Süderdeich1	27,0	31,0	225	Vestas	0	12/91	494076	0	54540	66890	38800	43680	26600	27595	48785	37320	38150	65330	46386	
2244 C2	Süderdeich2	27,0	31,0	225	Vestas	0	12/91	540265	0	82800	68980	41250	40780	25600	30115	52990	39740	39500	71330	47180	
2251 N	Horstedfeld/C	27,0	31,0	150	Wind World	0	4/91	380852	44167	35508	44403	26171	35855	25494	21257	31280	20597	21936	42936	31248	
2257 A2	Cecilienkoog	27,0	31,5	225	Vestas	0	2/92	650160	71500	60713	70687	46288	44875	38493	32451	60163	50399	42118	62266	70207	
2340 A	Kappeln	27,0	37,0	150	Nordex	300	9/91	328807	37103	33150	38123	18960	22790	16800	18900	27974	20580	28146	36360	29921	
2380 A2	Schleswig	27,0	31,0	225	Vestas	0	7/92	182308	0	0	0	0	0	0	730	22128	28460	23680	31560	42040	33720
2381 C2	Altlokschuby II	27,0	41,0	150	Wind World	0	9/92	116520	0	0	0	0	0	0	0	0	14040	25860	42300	34320	
2391 C1	Lindewitt	27,0	41,0	150	Wind World	360	7/92	171858	0	0	0	0	0	0	0	20832	31987	22426	21401	42650	32562
2391 C2	Lindewitt	27,0	41,0	150	Wind World	360	7/92	176180	0	0	0	0	0	0	21391	33099	23018	22074	43496	33102	
2391 C3	Lindewitt	27,0	41,0	150	Wind World	360	7/92	170602	0	0	0	0	0	0	20977	32166	22034	21163	42358	31904	
2448 M	Klausdorf a. F.	27,0	31,0	150	Wind World	0	7/91	436830	47820	38820	44580	28630	28930	20510	23140	38190	31180	41690	54230	39110	
2448 O																					

PLZ	Ort	Ø	Nh	kW	Fabrikat	Prog.		Ertrag														
						MW/a	seit	1992	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		
65010A	Söllmnitz	27,0	36,0	200	Micon	280	12/92	9150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9150
2251 U5	Nordstrand	28,5	28,5	250	HSW 76	0	12/91	464685	56607	41838	50745	35655	36945	23695	23880	42090	32130	28440	53235	39525		
2222 A2	Kronprinzenkoog/T2	31,0	31,0	300	Nordtank	528	9/91	726570	77466	64480	89200	53351	61230	33803	33672	59147	50639	56043	91068	56471		
2222 A4	Kronprinzenkoog/T4	31,0	31,0	300	Nordtank	528	5/92	398508	0	0	0	0	16180	31340	34258	59426	48878	55693	92458	60275		
2222 G	Kronprinzenkoog/G	31,0	31,0	300	Nordtank	571	2/92	617916	0	19099	90100	51960	58578	31785	37164	62027	52923	55206	99872	59202		
2222 J	Kronprinzenkoog/B	31,0	31,0	300	Nordtank	570	10/92	156623	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10317	88742	57564		
2223 B	Thalingburen	31,0	31,0	300	Nordtank	631	2/91	615505	0	23902	87479	51213	59671	32620	38182	64680	52170	53163	92747	59678		
2223 D	Elpersbüttel	31,0	31,0	300	Nordtank	0		206495	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21826	45717	89122	49830	
2251 V1	Nordstrand/A1	31,0	31,0	300	Nordtank	652	3/92	612098	0	0	84057	52605	69657	45711	52003	81107	65151	80364	101443	0		
2251 V2	Nordstrand/A2	31,0	31,0	300	Nordtank	652	3/92	579256	0	0	81073	51988	65295	42702	45551	77766	62002	55455	97424	0		
2251 V3	Nordstrand/A3	31,0	31,0	300	Nordtank	652	3/92	588575	0	0	82852	53313	68212	43961	47255	70409	63571	57563	101439	0		
2266 E	Galmsbüll	31,0	31,0	300	Nordtank	710	10/92	171195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2111	96894	72190		
2381 E	Silberstedt	31,0	31,0	300	Nordtank	465	11/91	476083	61651	46298	57221	35130	41651	32497	24442	38604	25936	21033	51792	39829		
2944 E	Eggelingen	31,0	32,5	300	Nordtank	593	4/92	334995	0	0	42000	38000	27300	22874	43455	35036	47483	78847	0			
2949 D	St. Jooster Groden	31,0	31,0	300	Nordtank	620	9/92	216692	0	0	0	0	0	0	0	0	13640	59250	86426	57376		
2971 A	Wirdum	31,0	31,0	300	Nordtank	617	12/91	549512	65000	56000	80200	45100	41900	22300	28300	50540	36788	37326	85058			
2974 F	Pilsum	31,0	31,0	300	Nordtank	609	3/92	549826	0	0	38672	56336	57135	25446	38277	63720	50081	57946	104692	57521		
2980 F	Süderpolder	31,0	31,0	300	Nordtank	591	12/91	644085	67940	56264	86248	47053	43000	25430	30890	54350	40420	52210	91520	48760		
2980 N	Westermarsch/G	31,0	32,5	300	Nordtank	599	11/92	155651	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99250	56311			
2988 C	Neßmerode	31,0	32,5	300	Nordtank	614	5/92	483163	0	0	0	3545	61637	43410	42074	63573	50899	62694	98639	56692		
2988 D1	Norden 1	32,0	35,1	300	Enercon	0	2/90	476490	69852	66978	91644	59982	42720	37218	44712	63384	0	0	0			
2988 D10	Norden 10	32,0	35,1	300	Enercon	0	8/91	523812	75222	68832	100032	68064	56454	42462	46578	66168	0	0	0			
2988 D2	Norden 2	32,0	35,1	300	Enercon	0	2/90	497736	71112	68772	97368	64116	51834	38868	42360	63306	0	0	0			
2988 D3	Norden 3	32,0	35,1	300	Enercon	0	12/89	423352	66546	68334	95334	6154	51096	35172	43524	57192	0	0	0			
2988 D4	Norden 4	32,0	35,1	300	Enercon	0	2/90	492810	69282	62124	97104	66180	50520	37494	45024	65892	0	0	0			
2988 D5	Norden 5	32,0	35,1	300	Enercon	0	2/90	484056	71238	70044	89208	58062	47034	37896	44142	66432	0	0	0			
2988 D6	Norden 6	32,0	35,1	300	Enercon	0	8/91	510792	72450	69258	99774	66870	49740	40614	45450	66636	0	0	0			
2988 D7	Norden 7	32,0	35,1	300	Enercon	0	8/91	447270	62430	59502	85950	87522	48636	36552	40032	56646	0	0	0			
2988 D8	Norden 8	32,0	35,1	300	Enercon	0	8/91	460452	62682	63414	83676	61476	49326	38604	41826	59448	0	0	0			
2988 D9	Norden 9	32,0	35,1	300	Enercon	0	8/91	510600	66654	67728	99636	66330	52254	39936	44310	64752	0	0	0			
2988 D1	Dornumerode	32,0	35,1	300	Enercon	0	1/92	748675	77570	72458	103963	59951	58226	43959	44230	64343	54981	60664	108340	0		
2988 D10	Dornumerode	32,0	35,1	300	Enercon	0	2/92	672931	0	71317	101451	55947	60834	48664	46638	63689	51794	69589	103008	0		
2988 D11	Dornumerode	32,0	35,1	300	Enercon	0	2/92	662402	0	70936	102932	57094	58491	41747	44027	62711	52501	69589	102374	0		
2988 D2	Dornumerode	32,0	35,1	300	Enercon	0	1/92	785657	81846	73983	105263	61384	58777	44509	46519	69955	57608	75236	110577	0		
2988 D3	Dornumerode	32,0	35,1	300	Enercon	0	1/92	775092	85032	70074	97939	61925	62376	45151	47074	68435	56756	73205	114825	0		
2988 D4	Dornumerode	32,0	35,1	300	Enercon	0	1/92	812933	83650	77072	100845	64716	66223	45342	49320	70284	61140	78859	110782	0		
2988 D5	Dornumerode	32,0	35,1	300	Enercon	0	2/92	711046	0	78120	103804	64123	66664	50926	50514	66903	58924	75994	95074	0		
2988 D6	Dornumerode	32,0	35,1	300	Enercon	0	2/92	746946	0	78230	109912	66120	68330	54883	53112	72094	59561	76760	107944	0		
2988 D7	Dornumerode	32,0	35,1	300	Enercon	0	2/92	747083	0	76115	107924	66555	66555	57420	53809	71089	58528	76107	112981	0		
2988 D8	Dornumerode	32,0	35,1	300	Enercon	0	2/92	718976	0	73116	102924	60384	68217	53328	50150	69586	57934	75410	107927	0		
2988 D9	Dornumerode	32,0	35,1	300	Enercon	0	2/92	707004	0	72991	100742	58935	66707	51750	48638	68229	55671	75810	107531	0		
4500 A	Osnabrück/Plesberg	32,0	33,1	280	Enercon	0	9/90	638693	44050	58789	65296	51133	49470	27627	28421	55079	48800	55715	89843	64489		
2222 C	Kaiser-Wilh.-Koog	33,0	33,1	300	Enercon	0	1/91	971480	106560	92460	109140	76550	73620	49660	47000	77520	70020	72300	115440	81180		
2257 J	Desmerciesekoog	33,0	33,1	300	Enercon	0	8/91	912950	102585	87021	102136	59012	71066	49611	48803	83531	65233	62020	102651	79281		
2257 M1	Brekluener Koog	33,0	35,1	300	Enercon	0	9/92	244324	0	0	0	0	0	0	0	0	49764	56663	69400	68493		
2257 M2	Brekluener Koog	33,0	35,1	300	Enercon	0	9/92	262117	0	0	0	0	0	0	0	0	47912	55701	92991	55517		
2257 M3	Brekluener Koog	33,0	35,1	300	Enercon	0	9/92	271515	0	0	0	0	0	0	0	0	50442	57558	95875	67640		
2257 M4	Brekluener Koog	33,0	35,1	300	Enercon	0	9/92	261610	0	0	0	0	0	0	0	0	39829	56904	93978	70899		
2260 G2	Ulmenhof	33,0	33,1	300	Enercon	0	11/90	898613	99972	80690	97643	68183	71874	43558	49595	91122	61040	57113	98907	78916		
23320A1	Schwarbe-2	33,0	37,5	300	Enercon	0	1/92	851490	50370	90006	78822	75300	64914	59238	52422	73068	65262	85170	73896	83022		
23320A2	Schwarbe-2	33,0	37,5	300	Enercon	0	1/92	815193	20307	81408	79578	75738	63990	60054	52026	65346	48630	84828	101928	81360		
23320A3	Schwarbe-2	33,0	37,5	300	Enercon	0	1/92	833574	36036	77748	78534	72486	63396	58740	52206	71790	62676	63982	100194	75786		
23320A4	Schwarbe-2	33,0	37,5	300	Enercon	0	1/92	720315	38199	79056	78534	67626	56436	48258	46644	64110	56172	72474	55464	57342		
23320B1	Schwarbe-1	33,0	37,5	300	Enercon	0	3/92	686652	0	70776	66486	554										

Windkraftnutzung in Deutschland

Der WKA-Markt legt 1992 kräftig zu

Norbert Allnoch, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Geographie

Der Expansionskurs des Marktes für Windkraftanlagen in Deutschland ist dank der Förderprogramme des Bundes (250 MW-Programm) und der Länder weiterhin ungebrochen. Ziel dieses Beitrages ist in Anlehnung an die bisherigen Marktanalysen (1), (2) eine Betrachtung des Marktes für netzgekoppelte Windkraftanlagen (WKA) mit einer installierten Nennleistung von wenigstens 10 kW, die im Verbund mit den öffentlichen Netzen arbeiten. In Analogie zu den bisherigen Untersuchungen bleiben Kleinanlagen, Eigenbauanlagen, Prototypen und

Tab. 1:
Die installierte Leistung sowie die Marktanteile der "Top 5" im Jahr 1992

Gesamt			Küstengebiete			Binnenland		
Hersteller	MW	%	Hersteller	MW	%	Hersteller	MW	%
1. Enercon	17,6	27,2	1. Enercon	13,9	26,7	1. Enercon	3,7	29,6
2. Vestas	7,7	11,9	2. Nordtank	7,5	14,4	2. Tacke	1,9	14,7
3. Nordtank	7,5	11,6	3. Vestas	7,1	13,7	3. Nordex	1,1	8,4
4. AN- Bonus	7,1	10,9	4. AN- Bonus	6,3	12,1	4. Lagerwey	1,0	8,0
5. Micon	5,4	8,4	5. Micon	4,6	8,8	5. Ventis	0,9	7,2

Versuchsanlagen mit zeitlich befristeter Betriebsdauer unberücksichtigt.

Hohe Steigerungsraten

Mit einer installierten Windkraftleistung von 64,5 MW konnte die bisher höchste Jahresrate aus dem Jahr 1991 (47 MW) deutlich um ca. 37% übertroffen werden. Die gesamte Brutto-Windkraftleistung in Deutschland (1982 - 1992) stieg von 109,4 MW (1991) auf 173,9 MW (Abb.1). Auch der Stückzahlenmarkt verzeichnete eine deutliche Steigerung von 281 auf 364 Einheiten, so daß im internationalen Vergleich nunmehr an die dänischen Aufstellungszahlen der Jahre 1989 - 1991 (ca. 360 WKA mit ca. 70 MW p.a.) (3) aufgeschlossen werden konnte. Aufgrund des drastischen Rückgangs der Aufstellungszahlen in Dänemark (200 Einheiten mit 44,5 MW) im Jahr 1992 wurde in Deutschland erstmals eine höhere Jahres-Windkraftleistung als im Nachbarland installiert.

Mit der steigenden Nachfrage drängen immer noch neue Firmen (+ 15%) auf

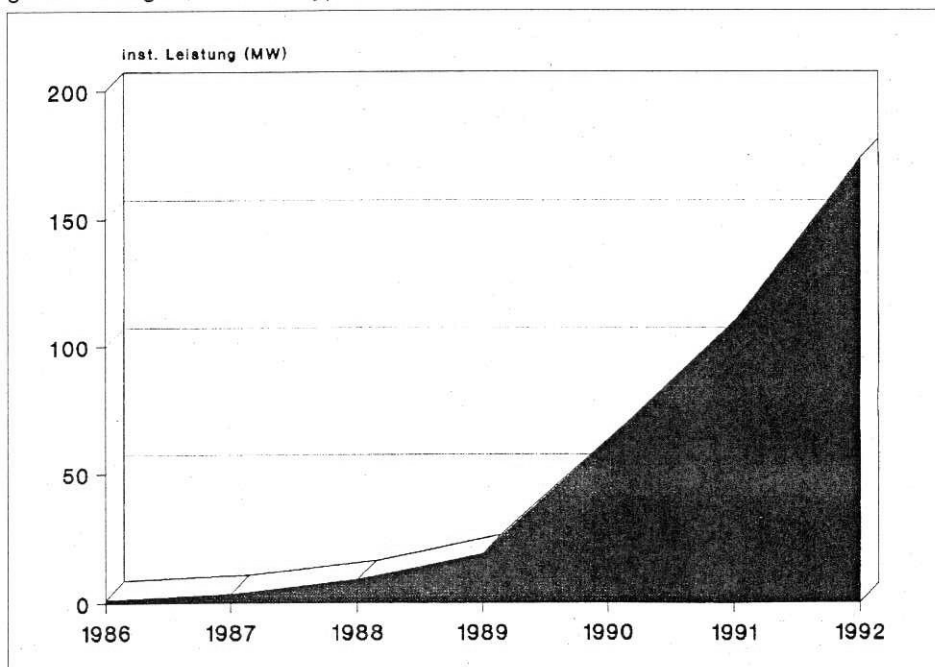


Abb. 1:
Entwicklung der WKA-Gesamtleistung in Deutschland

den deutschen Markt, während auf der anderen Seite 1992 bereits drei Firmen sich teilweise aus bestimmten Leistungsklassen oder ganz vom Markt zurückgezogen haben. Im abgelaufenen Jahr 1992 konnte die Fa. Enercon aus Aurich die Marktführerschaft behalten (Tab. 1) und erreichte mit insgesamt 17,6 MW den mit Abstand höchsten Anteil an der installierten Jahres - Windkraftleistung in Deutschland. Auf dem 2. Platz folgt nunmehr die Fa. Vestas, während der letztjährige Zweite, die Fa. HSW, mit 3,3 MW auf den 7. Rang abrutschte.

Einen deutlichen Sprung vom 6. Rang im Jahr 1991 auf den 3. Platz gelang dagegen der Fa. Nordtank, während AN-Bonus und Micon ihre Positionen halten konnten.

tion vor der Fa. Tacke Windtechnik gegenüber 1991 halten, während die Fa. Nordex vom 8. Rang (1991) auf den 3. Platz stieg. Der Hersteller Ventis mußte zwei Ränge abgeben, während sich Lagerwey von Position 5 auf Rang 4 verbessern konnte.

Strukturen des Marktes

Im Jahr 1992 deckt sich die Rangfolge der Hersteller in den Küstengebieten weitgehend mit der des Gesamtmarktes. Im Binnenland ist dagegen eine abweichende Anbieterstruktur sichtbar. In diesem Landschaftsraum kann die Fa. Enercon ihre führende Marktposi-

Die Aufstellungszahlen aus dem Jahr 1992 reflektieren den aktuellen Markt, oftmals ist jedoch die Betrachtung eines längerfristigen Zeitraumes (1982 - 1992) aussagekräftiger. Unter Einbeziehung der Zahlenwerte aus dem Jahr 1992 haben auf den vorderen Rängen des Stückzahlenmarktes le-

**Gesamtstückzahl: 1.133 Anlagen
Marktanteile (%)**

**Gesamtleistung: 173,9 MW
Marktanteile (%)**

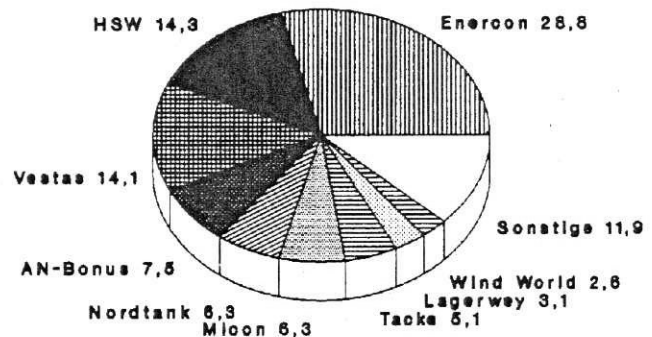
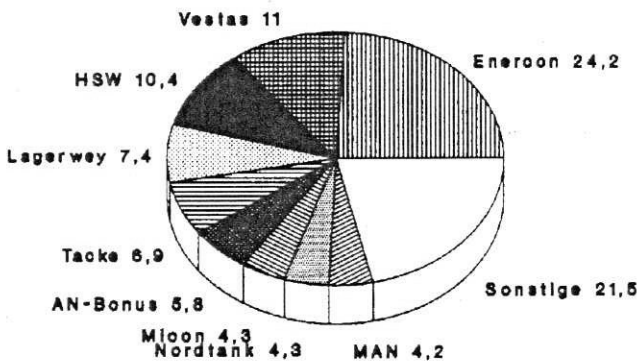


Abb. 2: Der WKA-Markt in Deutschland nach Stückzahlen und Leistung (1982 - 1992)

**Küstengebiete (140,6 MW)
Marktanteile (%)**

**Binnenland (33,3 MW)
Marktanteile (%)**

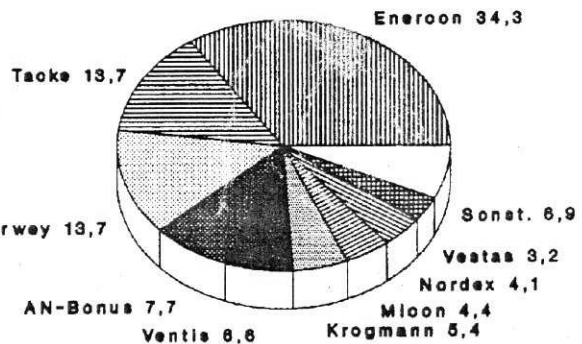
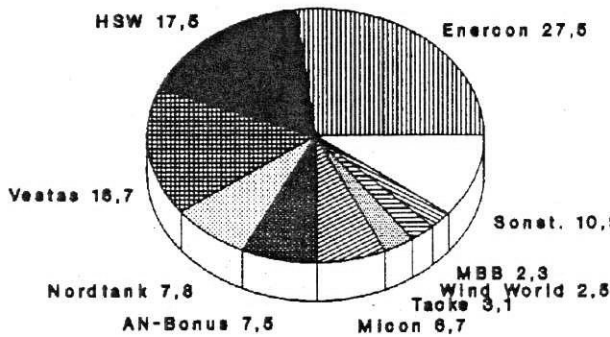


Abb. 3: Der WKA-Markt nach installierter Leistung für die Küstengebiete und das Binnenland (1982 - 1992)

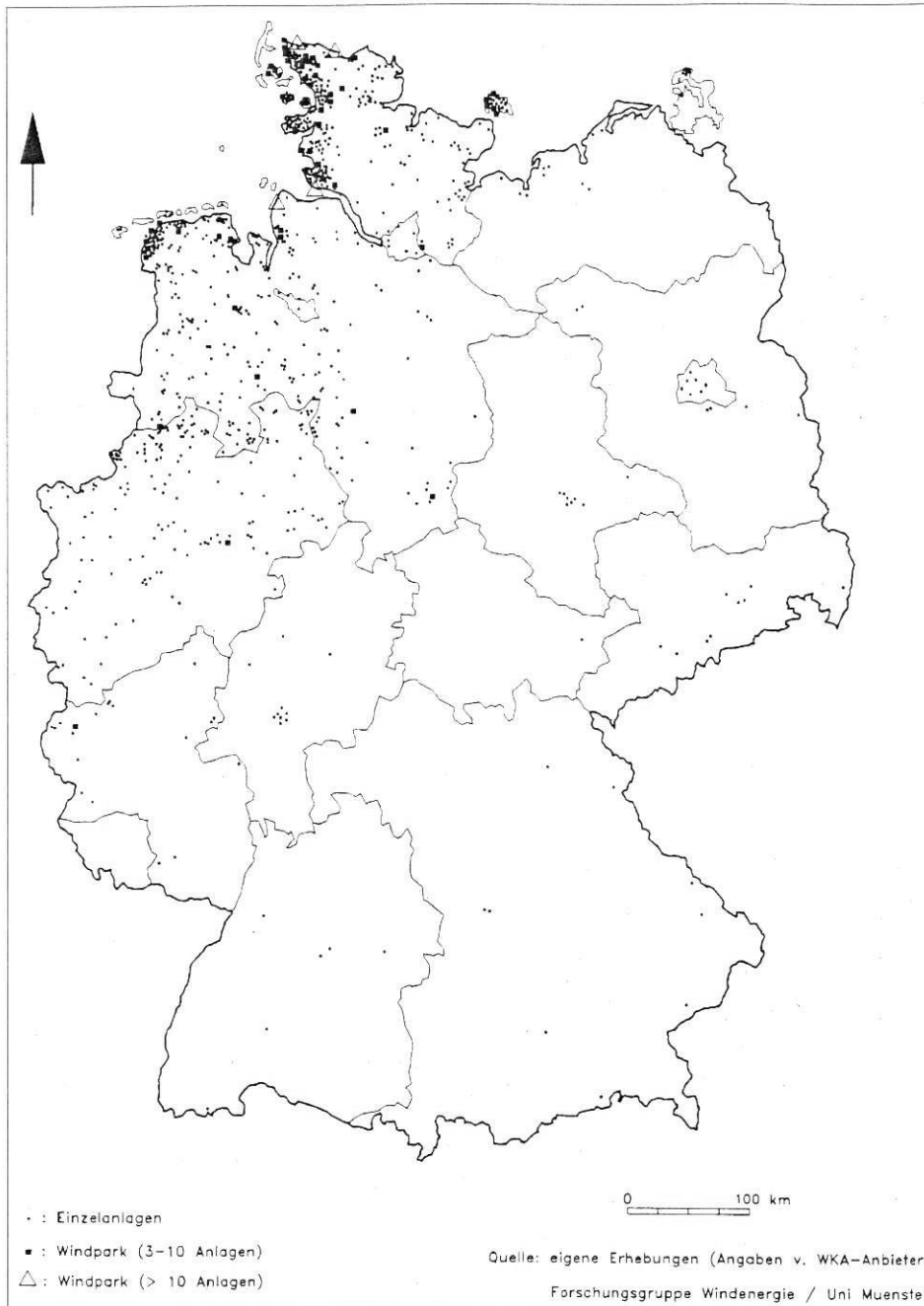


Abb. 4: WKA-Standorte in Deutschland (Stand: 1992)

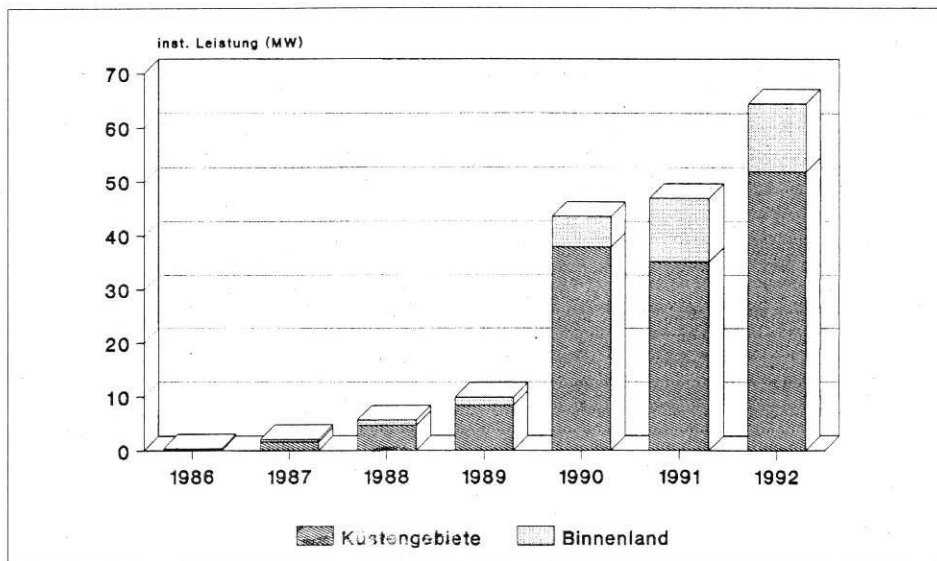


Abb. 5: Die jährlich installierte WKA-Gesamtleistung in Deutschland

diglich die Firmen Vestas und HSW die Plätze 2 und 3 getauscht, während bei der installierten Leistung die Rangfolge auf den ersten 4 Plätzen gegenüber dem Betrachtungszeitraum von 1982 - 1991 gleich geblieben ist (Abb.2). Im Binnenland hat die Fa. Tacke Windtechnik den durch die Fa. Wistra vertretenen Anbieter Lagerwey in bezug auf die installierte Windkraftleistung nunmehr knapp überholt (Abb. 3).

Das höhere Windstrompotential in den norddeutschen Küstengebieten führt zu einer deutlich höheren WKA-Aufstellungsdichte als im Binnenland (Abb. 4). Verschiebungen gegenüber dem Vorjahreszeitraum haben sich in bezug auf die Errichtungszahlen zwischen den Küstengebieten und dem Binnenland ergeben. Während in den Küstengebieten 1992 ein deutlicher Anstieg der WKA- Aufstellungszahlen von 171 (1991) auf 231 (1992) zu verzeichnen ist, wurden im Binnenland 133 (1991: 110) Anlagen aufgestellt. Bezogen auf die in Deutschland installierte Gesamtleistung in Höhe von 64,5 MW wurden 1992 rd. 81% (51,9 MW) der Windkraftleistung in den Küstengebieten, aber lediglich ca. 12,6 MW (19%) im Binnenland errichtet (Abb. 5). Während der Zuwachs an Windkraftleistung im Binnenland mit 6,8% relativ gering ausfiel, stieg dieser Wert in den Küstengebieten um 47,2% gegenüber dem Vorjahr. Die kräftige Gesamtsteigerung sowohl der installierten Leistung als auch die der errichteten Windkraftanlagen ist folglich vornehmlich auf den vermehrten Zuwachs in den Küstengebieten zurückzuführen. Die Ursache könnte u.a. auch auf die nunmehr zügigere Genehmigungspraxis der Behörden zurückzuführen sein. Nach der förderbedingten Antragsflut in den vergangenen Jahren waren oftmals planerische Vorkläarungen zur WKA-Standortsicherung auf Kreis- bzw. Gemeindeebene erforderlich, die

dann zu einer zeitlichen Verzögerung beim Genehmigungsverfahren führten. Die aufgrund fehlender einheitlicher Planungskriterien zunächst eher zurückhaltende Genehmigungspraxis scheint nunmehr der Vergangenheit anzugehören.

Große Anlagen im Trend

Der Trend zu größeren Anlagen hat sich auch 1992 weiter fortgesetzt. Die durchschnittlich installierte Leistung stieg von 167 kW (1991) auf nunmehr 177,2 kW im abgelaufenen Jahr 1992. Während der Durchschnittswert im Binnenland von 107 kW (1991) auf 94,5 kW erstmals sank, stieg dieser Zahlenwert in den Küstengebieten von 205 kW auf 225 kW deutlich an (Abb. 6). Im Binnenland ist der beobachtete Rückgang nicht auf eine Verringerung der Aufstellungszahlen in den höheren Leistungsklassen zurückzuführen, sondern auf den zusätzlich vermehrten Einsatz kleinerer Anlagen. Wie in den vergangenen Jahren hat sich insgesamt der erwartete Trend zu größeren Windkonvertern auch 1992 bestätigt, wenngleich die 500 kW-Klasse derzeit noch kaum die Zahlenwerte beeinflusst. Waren in der Marktübersicht 1991/92 erst fünf Hersteller mit Anlagen über 400 kW-Nennleistung vertreten, so hat sich 1993 die Anbieterzahl verdreifacht. Fast alle größeren Hersteller arbeiten an der Serienreife bzw. Verbesserung ihrer Großanlagen in dieser Leistungsklasse; die neuen Impulse für den Markt dürften sich aber erst 1993/94 in den entsprechenden Zahlen niederschlagen (2).

Das Geschäftsjahr 1992 war für viele Firmen ein neues Umsatz-Rekordjahr. Unter Berücksichtigung der von den Herstellern angegebenen Marktpreise und incl. der zu erwartenden Nebenkosten/WKA nach Meitzen und Harz (4) könnte der Gesamtumsatz für die seriengefertigten Windkraftanlagen mit einer Mindestleistung von 10 kW im vergangenen Jahr auf rd. 210 - 220 Mio DM (Vorjahr: 160 - 170 Mio DM) gestiegen sein. Bei einer Installation von 64,5 MW mußte demnach im

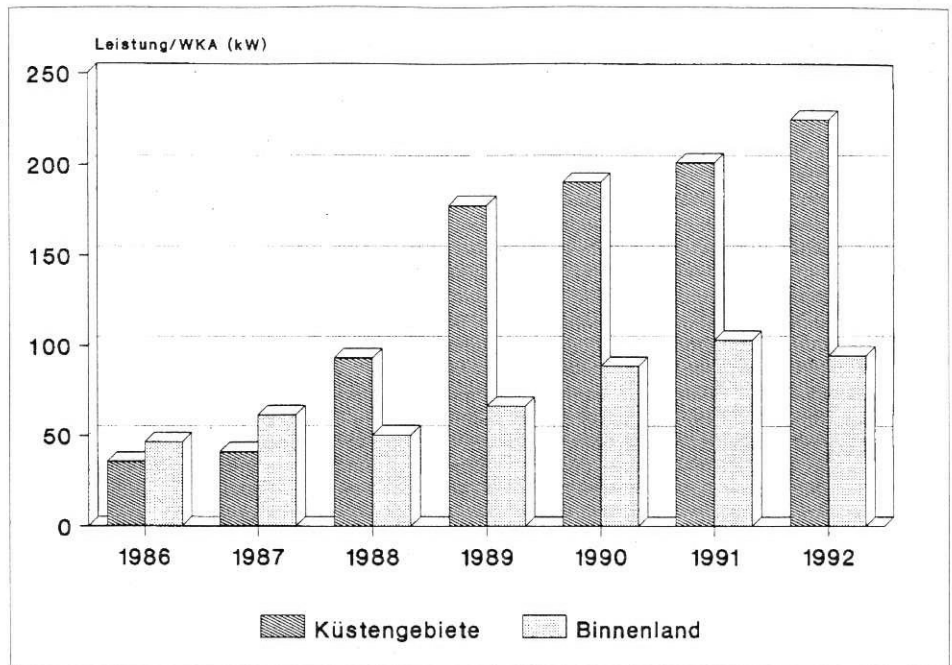


Abb. 6: Entwicklung der jährlich im Durchschnitt installierten Leistung / WKA in Deutschland

Durchschnitt eine Bruttoinvestition von rd. 3,3 Mio DM pro MW Windkraft getätigt werden. Der Rückgang gegenüber 1991 (3,5 Mio DM pro MW Windkraft) ist vor allem auf die insgesamt vergleichsweise niedrigere Stückzahlenquote in der unteren Leistungsklasse (10 kW bis unter 150 kW) - mit den relativ höheren Investitionskosten - zurückzuführen.

Knappe Fördermittel

Bei der Förderung der Windenergie scheint derzeit nur klar zu sein, daß die finanziellen Ressourcen knapper werden und die durchschnittliche Gesamtförderung für die Nutzung der Windenergie weiter zurückgefahren wird (5). Auf der Länderebene wirkt sich z.B. das Aussetzen des REN-Programms am 5.11.1992 in NRW noch nicht unmittelbar aus, da die Altanträge nicht betroffen sind. Die zu erwarten-

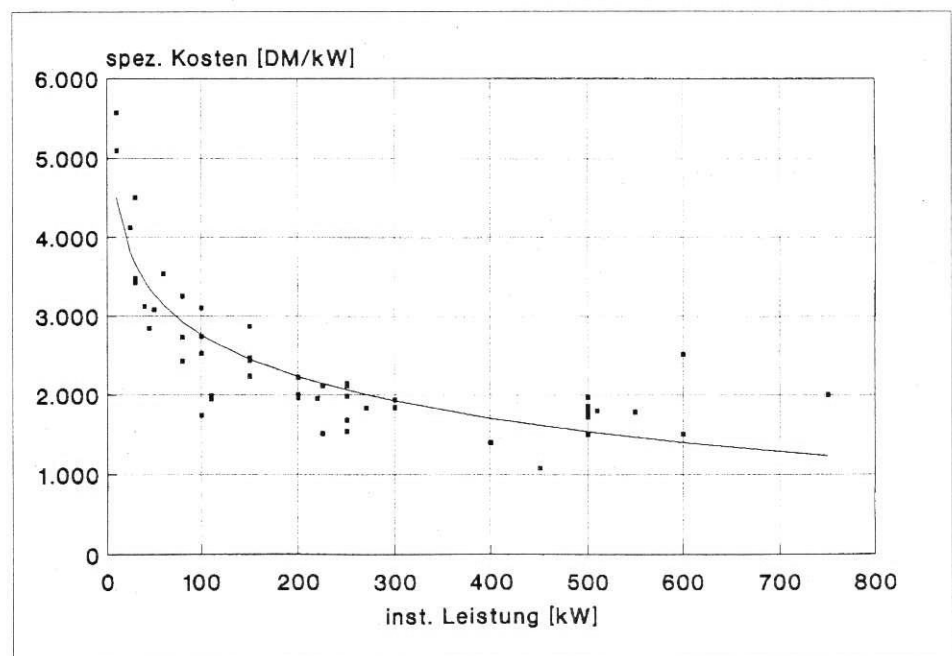


Abb. 7: Die spezifischen Kosten in Abhängigkeit von der WKA-Nennleistung

den neuen Förderrichtlinien für die norddeutschen Küstenländer (Schleswig-Holstein, Niedersachsen, und Mecklenburg-Vorpommern) haben indes auch zu einem verstärkten Bemühen der Hersteller geführt, die Qualität ihrer Anlagen in bezug auf den Energieertrag bzw. die Geräuschemission zu verbessern. Weil die Hersteller jetzt u.a. eine offiziell vermessene Leistungskennlinie für eine Förderung vorlegen müssen, wird dies in Zukunft auch dazu führen, daß vor allem bei Windgutachten aufgrund der unter realen Bedingungen gemessenen WKA-Leistungskennlinien eine höhere Prognosesicherheit der jeweiligen Windstromausbeute erwartet werden kann.

Der gesamte deutsche WKA-Markt befindet sich derzeit noch weitgehend in direkter Abhängigkeit vom BMFT-Programm. Durch die gezielte Aufnahme verschiedener Windkraftanlagentypen im großen Umfang in das Breitentestprogramm wurde bisher der deutsche Markt entscheidend von den BMFT-Kontingenten beeinflusst; die Marktmechanismen waren somit weitgehend ausgeschaltet. Der dadurch in den vergangenen Jahren entstandene "Zuteilungsmarkt" wird aber durch die stufenweise Rückführung der BMFT-Förderkontingente bis zum Jahr 1996/97 nun sukzessive aufgebrochen. Die Folge dürfte ein verstärkter Wettbewerb unter den Herstellern sein.

Preise in Bewegung

Die Verkaufspreise der Windkraftanlagen steigen nach Auswertung der vorliegenden Marktübersicht im Jahr 1993 für vergleichbare Anlagen (aus der Marktübersicht 1991/92) um durchschnittlich 3,9% gegenüber dem Jahr 1992, wobei die Bandbreite - je nach Anlagentyp - von -4,6% bis über +10% reicht. Zur Berechnung des Mittelwertes wurden nur die in der Marktübersicht angegebenen Preise (o. MWSt.) für die Anlage incl. Anlieferung und Montage berücksichtigt. Gleichwohl ließ sich im Vorfeld nicht immer klären, ob in den Anlagenebenenkosten z.B. der

für die Montage benötigte Kran enthalten ist. In der Abb. 7 sind die spezifischen Kosten (Stand: März 1993) in Abhängigkeit von der installierten Leistung dargestellt, wobei für den Preis (incl. Anlieferung und Montage) nach Möglichkeit die auf eine Nabenhöhe von 30 m bezogenen Preise berücksichtigt wurden. Anhand der Kostendegressionsfunktion wird deutlich, daß die spezifischen Kosten (DM pro kW) mit zunehmender installierter Leistung - relativ betrachtet - abnehmen. Die Anlagekosten und -nebenkosten geben einen ersten Anhaltspunkt, dürfen für eine Kaufentscheidung aber keineswegs überinterpretiert werden. So können höhere spezifische Kosten pro kW in einer Leistungsklasse auch beispielsweise dadurch verursacht werden, daß ein Hersteller eine Anlage mit längeren Rotorblättern ausstattet. Eine größere überstrichene Rotorkreisfläche bringt einen höheren Energieertrag, gleichwohl können die spezifischen Anschaffungskosten dadurch vordergründig vergleichsweise hoch erscheinen. Es ist daher ratsam, außer den konkurrierenden technischen Konzepten, das gesamte Leistungsangebot der Hersteller in die Kaufentscheidung einzubeziehen. Neben der Qualität einer Anlage sind auch die verschiedenen Zusatzleistungen wie Kundenservice der Hersteller, Wartungskosten bzw. -inhalte oder die Garantiezeit weitere wichtige Entscheidungskriterien.

Fazit

Auch das Jahr 1993 dürfte förderungsbedingt ein sehr gutes Windjahr werden, wenngleich die Anzeichen eines sich verschärfenden Wettbewerbs bereits erkennbar sind. Die im Februar 1993 von Herstellern vorgenommenen ersten Preissenkungen dürften eine gewisse Signalwirkung für den deutschen Markt haben. Gleichwohl ist diese Entwicklung eine zweiseitige Angelegenheit. Dem Preisvorteil für den Kunden stehen die fehlenden Erlöse der Unternehmen gegenüber, die u.a. für die Forschung und Entwicklung

von neuen bzw. größeren Windkraftanlagen dringend benötigt werden. Viele deutsche Anbieter versuchen sich auf den Wettbewerb einzustellen, indem sie mit ihren Anlagen in möglichst vielen Leistungsklassen präsent sind, bzw. über den Export nach neuen Absatzmärkten suchen.

Quellen:

- (1) **Allnoch, N.** (1991): Der Markt für netzgekoppelte Windkraftanlagen in Deutschland. Stand 1990. In: Wind Energie Aktuell 1,10, S. 13-15.
- (2) **Allnoch, N.** (1992): Expansionskurs hält noch an. Der Markt für netzgekoppelte Windkraftanlagen in Deutschland. In: Energie 44, 10, S. 24-28.
- (3) **Möller, T.** (1993): Domestic sales plummet. In: Windpower Monthly News Magazine 9, No.2, S.19 - 21.
- (4) **Meinzen, F.; Harz, J.** (1990): Ergebnisse einer Parameterstudie zur Wirtschaftlichkeit von kleinen und mittleren Windkraftanlagen in der Bundesrepublik Deutschland. In: Wind Kraft Journal 10, 4, S. 34-41.
- (5) **Carstensen, U.** (1993): Förderung im Tief. In: Wind Energie Aktuell 3,1, S. 8.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Norbert Allnoch
 Institut für Geographie
 Universität Münster
 Robert-Koch-Str. 26
 4400 [48149] Münster

Förderung von Windkraftanlagen

Dipl. Finanzwirt Reiner Borgmeyer, Osnabrück

Die Art und Weise der Finanzierung einer Windkraftanlage (WKA) ist neben dem Windangebot am geplanten Standort und den ertragbestimmenden Eigenschaften der Anlage ein weiterer wichtiger Faktor für die Ermittlung der Wirtschaftlichkeit der Investition in ein WKA-Projekt. Eine solide Finanzierung baut i.d.R. auf den drei Grundpfeilern:

- 1 dem Eigenkapital des Betreibers,
- 2 langfristigem Fremdkapital und
3. eigenkapitalersetzenden Zuschüssen.

Bei Finanzierungsvolumen von ca. einer halben Millionen DM für mittlere Anlagen in der Größenordnung von 150 bis 250 kW Nennleistung erlangen die Landeszuschüsse, welche oftmals in Form eines prozentualen Betrages

auf die Investitionskosten gewährt werden, erhebliche Bedeutung. Projekte, die aufgrund der Standort- und Anlagenwahl ohne Fördermittel unwirtschaftlich erscheinen oder an der Schwelle zur Wirtschaftlichkeit stehen, werden durch die Subventionen oftmals erst attraktiv.

Im Rahmen der Finanzierung mit Fremdkapital werden von der Kreditanstalt für Wiederaufbau und der Deutschen Ausgleichsbank Kredite für Windkraftanlagen-Projekte zur Verfügung gestellt. Nähere Informationen dazu sind erhältlich bei:

Kreditanstalt für Wiederaufbau
Palmengartenstr. 5-9
Postfach 11 11 41, 6000 Frankfurt/M.

sowie:

Deutsche Ausgleichsbank
Wielandstr. 4, 5300 Bonn 2
(Bad Godesberg)

In der nachfolgenden Übersicht werden die derzeit aktuellen Förderrichtlinien des Bundes und der Länder dargestellt. Die Tabelle soll dem Interessierten einen Überblick über den zu erwartenden Zuschuß für ein WKA-Projekt liefern. Für die Beantwortung detaillierter Fragestellungen und die Modalitäten der Beantragung von Förderungen sind jeweils die zuständigen Stellen der einzelnen Bundesländer angegeben.

Förderungsrichtlinien des Bundes und der Länder

Bundesland	Förderprogramm	Ansprechpartner /Zuständige Stelle	Förderung (soweit nicht anders angegeben als nicht rückzahlbarer Zuschuß)	Restriktionen
Bundesminister für Forschung und Technologie (BMFT) - Bundesförderung	"250-MW-Wind"	für Schleswig-Holstein: Herr Joswig, Tel. 02461 - 61 48 60 für NDS, Berlin und neue Bundesl.: Herr Li, Tel. 02461 - 61 52 55 für übrige Bundesländer: Frau Mann, Tel. 02461 - 61 37 53 Forschungszentrum Jülich, Projekträger BEO PF 19 13, 5170 Jülich	Zwei alternative Modelle: 1. Betriebskostenzuschuß (B-Modell) 0,06 DM/kWh eingespeister Strom 0,08 DM/kWh eigenverbraucher Strom 2. Investitionskostenzuschuß (I-Modell) $F = \text{Rotorradius} \cdot \text{Nabenhöhe} \cdot 400 \text{ DM/m}^2$	zu 1.: wird solange gezahlt, bis "die Summe aus vermiedenen Strombezugskosten, Einspeisevergütungen und Zuschüssen ... den doppelten Rechnungsbetrag der Windenergieanlage erreicht [haben]" (maximal über 10 Jahre) zu 2.: höchstens 60 % des Rechnungsbetrages für die WKA und max. 90.000 DM
Baden-Württemberg	kein Förderprogramm	Herr Votteler, Tel. 0711 - 123 23 33 Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie Baden Württemberg Postfach 10 34 51, 7000 Stuttgart 10	über Zuwendungen kann im Einzelfall entschieden werden	

Förderungsrichtlinien des Bundes und der Länder

Bundesland	Förderprogramm	Ansprechpartner /Zuständige Stelle	Förderung (soweit nicht anders angegeben als nicht rückzahlbarer Zuschuß)	Restriktionen
Bayern	1. Richtlinien zur Durchführung des Bayerischen Programms zur verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien vom 14.04.1992 (Breitenprogramm) 2. Richtlinien zur Durchführung des Bayerischen Programms Rationellere Energiegewinnung und -verwendung	Herr Dr. Mack, Tel. 089 - 2162 2784 Bayerisches Oberbergamt PF 22 13 55, 8000 München 22	<ul style="list-style-type: none"> ● 30% der Planungs-, Anschaffungs-, Errichtungs- und Inbetriebnahmekosten; (Breitenprogramm) ● in Ausnahmefällen bis zu 50% der zuwendungsfähigen Kosten 	<ul style="list-style-type: none"> ● max. 30.000 DM pro Anlage (Breitenprogramm) ● andere Zuschüsse (BMFT) werden angerechnet
Bremen		Herr Immel, Tel. 0421 - 361 4414 Senator für Umweltschutz und Stadtentwicklung Am Wall 177, 2800 Bremen 1	Förderung ist abhängig von - Nabenhöhe - Rotordurchmesser - mittl. Windgeschwindigkeit am Standort - Investitionskosten	<ul style="list-style-type: none"> ● max. 33,3 % der Investitionskosten ● bei zusätzlicher Bundesförderung nach dem I-Modell max. 60 % kumulierte Förderung
Brandenburg	1. Richtlinien für die Gewährung von Zuwendungen im Rahmen des Programms: Rationelle Energieverwendung und Nutzung erneuerbarer Energiequellen vom 16.03.1992-31.12.1993 2. Richtlinien über die Gewährung von Finanzhilfen des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung für Vorhaben des Immissionsschutzes und zur Begrenzung energiebedingter Umweltbelastungen v. 01.05.1992	1. Herr Möller, Tel. 0331 - 36 826 Min. f. Wirtsch., Mittelst. u. Technol., Abt. Energiepolitik Heinrich-Mann-Allee 107, O-1561 Potsdam 2. Frau Kloß, Tel. 0331 - 315 393 Min. f. Umw., Natursch. u. Raumord. Abt. Immissionsschutz u. CO ₂ -Minderung Albert-Einstein-Str. 42-46 O-1561 Potsdam	1. 30 % der Planungs-, Material- u. Montagekosten 2. max. 50 % d. Investitionskosten und max. 80 % d. Kosten für Planungs- u. Beratungsleistungen; daneben ist eine Projektförderung durch ein zinsloses Darlehen möglich	<p>zu 1.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● max. 6.000 DM/kW_{el} ● gesamte Projektförderung (inkl. anderer Zuschüsse) max. 70 % <p>zu 2.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● max. 300 DM/m² Rotorfläche ● Voraussetzung ist parallele Förderung durch den BMFT ● gilt nur für Einzelanlagen (für mehr als eine Anlage s. 1.)
Hamburg	Richtlinien für die Gewährung von Finanzierungshilfen zur Förderung von Vorhaben der Energieeinsparung und der Nutzung regenerativer Energiequellen v. 01.10.1990	Herr Falke, Tel. 040 - 2488 4291 Amt für Verwaltung, Grundsatzfragen und Energiepolitik (Energieabteilung) Papenstr. 23, 2000 Hamburg 76	F = Rotorradius * Nabenhöhe * 420 DM/m ² z Zt. werden bevorzugt Windparks mit 3 oder mehr Anlagen gleichen Typs mit einer Nennleistung = 150 kW gefördert	<ul style="list-style-type: none"> ● max. 30 % der Investitionskosten ● bei Förderung nach dem BMFT I-Modell max. 50 % kumuliert ● Datenblätter zu Schallemission und Leistungskennlinie der Anlagen sind vorzulegen (testiert)

Förderungsrichtlinien des Bundes und der Länder

Bundesland	Förderprogramm	Ansprechpartner /Zuständige Stelle	Förderung (soweit nicht anders angegeben als nicht rückzahlbarer Zuschuß)	Restriktionen
Hessen	§§ 5 und 6 Hessisches Energiegesetz (HEng)	Herr Dr. Ahn, Tel. 0611 - 815 1654 Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten Mainzer Str. 80, 6200 Wiesbaden	max. 50 % der Planungs-, Projektierungs- und Errichtungskosten	<ul style="list-style-type: none"> ● WKA bis 1 MW ● bei zusätzlicher Förderung durch BMFT wird Betriebskostenzuschuß mit 20 % angerechnet (→ max. Landesförderung beträgt dann 30 %)
Mecklenburg-Vorpommern	noch kein Förderprogramm; Übergangsregelung bis voraus- sichtl. Ende 1993	Frau Ernet, Tel. 0385-5724 0 Wirtschaftsminister des Landes MV, J.-Stelling-Str. 14, O-2755 Schwerin	max. 20 % d. Anlagen- und Fundamentkosten	
Niedersachsen	Förderung von Windenergieanlagen (WEA) Förderprogramm Niedersachsen	Herr Günzel, Tel. 0511-120 8886 Nieders. Min. für Wirtschaft, Technologie und Verkehr PF 101, 3000 Hannover 1 Bewilligungsstellen (jeweils zuständige Bezirksregierung): <i>Bezirksregierung Hannover</i> Postfach 203, 3000 Hannover Tel. 0511-106 33 70 <i>Bezirksregierung Weser Ems</i> Postfach 2447 2900 Oldenburg Tel. 0441-799 21 54 <i>Bezirksregierung Lüneburg</i> Auf der Hude 2, 2120 Lüneburg Tel. 04131-15 22 46 <i>Bezirksregierung Braunschweig</i> Postfach 3247 3300 Braunschweig Tel. 0531-484 34 42	<ul style="list-style-type: none"> ● Absolutbetrag für jede WKA (bei Herstellern erfragen) ● Unabhängige (vom BMFT) Förderung nach Formel mit Parametern für Leistung und Schallemission der WKA 	<ul style="list-style-type: none"> ● max. 150.000 DM pro Anlage ● keine Landesförderung bei Förderung durch BMFT ("entweder...oder") ● Differenzierung zwischen Küsten- und Binnenlandstandorten
Nordrh.-Westfalen	Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen im Rahmen des Programms "Rationelle Energieverwendung und Nutzung unerschöpflicher Energiequellen")	Frau Bartmann, 0211- 837 02 Herr Dr. Vonderbank Min. für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie PF 101 144, 4000 Düsseldorf 1	25 % der Investitionskosten (z.Zt. werden keine neuen Anträge angenommen)	max. 6.000 DM/kW _{el}
Rheinland-Pfalz	Programm zur Förderung erneuerbarer Energien	Herr Kämpf, (FH Bingen), Tel. 06721-409 135 Ministerium f. Wirtschaft u. Verkehr, Referat 832 Bauhofstr. 4; 6500 Mainz	25% der Investitions- u. Planungskosten	<ul style="list-style-type: none"> ● Anlagen bis max. 500 kW_{el} ● max. 1.000 DM/kW_{el} ● kumulierter Zuschuß (inkl. BMFT) max. 50% der Investitions- u. Planungskosten

Förderungsrichtlinien des Bundes und der Länder				
Bundesland	Förderprogramm	Ansprechpartner /Zuständige Stelle	Förderung (soweit nicht anders angegeben als nicht rückzahlbarer Zuschuß)	Restriktionen
Saarland	Richtlinien für die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung der Markteinführung erneuerbarer Energien v. 01.01. 1993 (Markteinführungsprogramm)	Herr Loschki , Tel. 0681 - 9762 470 ARGE Solar Altenkessler Str. 17 6600 Saarbrücken	<ul style="list-style-type: none"> ● 20 % der Sach- und Fremdleistungskosten ● max. 100.000 DM im Einzelfall ● bei Nennleistung der Anlage 25 kW: 1.000 DM/kW_{el} 25 bis 50 kW: 800 DM/kW_{el} 50 kW: 600 DM/kW_{el} 	mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe muß (gemessen) mindestens 4 m/s betragen
Sachsen	Förderprogramm "Errichtung von Windkraftanlagen" (derzeit – 18.03.1993 – noch nicht in Kraft)	Herr Dr. Werner, Tel. 0351-591 3486 Forschungszentrum Rossendorf Projektgr. Energieförderung PF 19, O-8051 Dresden	<ol style="list-style-type: none"> 1. 30 % der Planungs- und Investitionsausgaben 2. 50 % der Kosten für Standortuntersuchungen 	zu 1.: max. 60.000 DM pro Anlage und max. 240.000 DM pro Windpark (Mehr als 3 Anlagen) zu 2.: max. 800 DM je Standort
Sachsen-Anhalt	Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen für die Errichtung von Windenergieanlagen vom 19.09.1991	Herr Steinmann, Tel. 0391 - 4380 Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Verkehr Ref. 64, PF 3480, O-3037 Magdeburg	30 % der Kosten für die Errichtung und Inbetriebnahme	<ul style="list-style-type: none"> ● Anlagen bis max. 1 MW ● max. 3.000 DM/kW_{el} ● bei BMFT I-Modell kumuliert max. 50 %
Schleswig-Holstein	Richtlinien werden derzeit ausgearbeitet	Herr Markward, Tel. 0431-1695 344 Min. f. Soziales, Gesundh. u. Energie PF 11 21, 2300 Kiel 1	Absolutbetrag für jede WKA (bei Herstellern erfragen) (vom BMFT) unabhängige Förderung	keine Landesförderung bei Förderung durch BMFT ("entweder...oder")
Thüringen	Richtlinien über die Fördermaßnahmen im Energiebereich vom 27.11.1991	Thüringer Min. f. Wirtsch. u. Verkehr Abt. Technik u. Energie PF 242, O-5010 Erfurt	20 % der Kosten für Projektierung, Sachleistungen und Fremdleistungen	<ul style="list-style-type: none"> ● max. 3.000 DM/kW_{el} ● bei BMFT I-Modell kumuliert max. 50 %

Netzeinbindungskostenübernahme weiter in der Diskussion

Heinrich Bartelt, Interessenverband Windkraft Binnenland

Es ist nicht nur ein Ärgernis, sondern auch ein entscheidendes Hemmnis gegen den weiteren Ausbau der schadstofffreien Windenergie, daß die Netzeinbindungskosten (NEK) von den WKA-Betreibern, nicht wie bei konventionellen Kraftwerken üblich, von den EVU bzw. letztlich den Stromverbrauchern getragen werden. Bund und Länder haben mit ihren Windkraft-Förderprogrammen zwar die Entscheidung getroffen, diese neue Energie aus Umweltschutzgründen verstärkt in die bestehenden Netze einzubinden, nicht aber den konsequenten zweiten Schritt getan, die Anpassung der öffentlichen Netze für die dezentralen Energien ebenfalls zur öffentlichen Aufgabe zu machen.

Es muß als eklatanter Verstoß gegen den Gleichbehandlungsgrundsatz angesehen werden, daß der finanzielle Aderlaß für die Betreiber trotz Klagen, Proteste und Petitionen von der Politik wie selbstverständlich hingenommen wird.

Vor diesem Hintergrund kann es bereits als wichtiger Zwischenerfolg gewertet werden, daß der Wirtschaftsausschuß des niedersächsischen Landtages als Reaktion auf ein rundes Dutzend Petitionen das Wirtschaftsministerium mit der Führung einer Gesprächsrunde zwischen Energiewirtschaft, Energieagentur und Betreiberverbänden beauftragt hat. Daß die Energiewirtschaft in der NEK-Frage bereits mit dem "Rücken an der Wand" steht, war der aufgescheuchten, relativ hilflosen und zum Teil ins unseriöse abdriftenden Argumentationsweise der EVU-Vertreter in der ersten Gesprächsrunde zweifelsfrei zu entnehmen (vgl. Zeitschrift "Neue Energie" 3/93). Mit Aufmerksamkeit registriert wurde ein Vorschlag der Energiewirtschaft, die NEK-Übernahme entweder durch einen "Windpfennig" oder durch eine geringfügige Erhöhung der bestehenden Ausgleichsabgabe von z.Zt.

ca. 8,5 % ("Kohlepfennig") um 0,1% zu bewerkstelligen. Ein Ergebnis des Diskussionsprozesses ist im Moment noch nicht abzusehen. Deutlich hervorzuheben ist jedoch, daß das Aktivwerden der Betreiber in Gesprächen mit ihren Abgeordneten und letztlich die Petitionen an den Landtag die Wende in der NEK-Frage eingeleitet haben.

Wenig Hoffnung dagegen verspricht bisher der Versuch, die NEK-Übernahme per juristischem Prozeß zu erzwingen. Enttäuscht wurde in zwei Gerichtsverfahren der jüngsten Vergangenheit die Hoffnung von Windkraftanlagenbetreibern, auf gerichtlichem Wege die Netzeinbindungskostenübernahme durch die Stromunternehmen erstreiten zu können. Die EVU werten die in ihrem Sinne unterschiedenen Verfahren bereits als Erfolg auf der ganzen Linie. Dem ist aber aus der Sicht der Betreiber deutlich zu widersprechen:

Im ersteren Fall ging es vor gut einem Jahr vor dem Landgericht Wuppertal um einen Antrag der Anlagenbetreiber auf Rückerstattung bereits gezahlter Netzverstärkungskosten. Im Vordergrund stand dabei die Frage, ob der

zustandgekommene Vertrag rechtens gewesen sei. Das Gericht formuliert, daß aus dem geschlossenen Vertrag zwischen Betreiber und RWE in diesem Fall zumindestens nicht abzuleiten sei, daß das RWE die Kosten für die Netzverstärkung zu übernehmen habe. Der Anspruch des RWE auf Ersatz der Aufwendungen beruhe auf den §§ 677, 683 und 670 BGB.

Zu der für die Windkraftverbände eigentlich interessanten Frage, ob die Abnahmepflicht aus § 2 des Stromeinspeisungsgesetzes bereits die Einbindungskostenübernahme durch das EVU begründe, unternahm das Gericht keine detaillierte Untersuchung. Lediglich die relativ kostengünstigen direkten Anschlußarbeiten sind aus der Sicht des Gerichtes vom Betreiber zu tragen. Wer die Kosten für die Netzverstärkungsarbeiten zu tragen hat, geht aus dem Urteil eindeutig nicht hervor.

Das Gericht fügt lediglich die wenig substantiiert wirkende Aussage hinzu, aus der Tatsache, daß diese Kosten in Nordrhein-Westfalen öffentlich bezuschußt würden, könne man bereits entnehmen, daß der Betreiber dafür finanziell geradestehen müsse. Ob die Gerichte in Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern, wo die Netzeinbindungskosten nicht förderfähig sind, sich zum Umkehrschluß bereifinden werden?

Eine für die Betreiber sehr positive Feststellung des Gerichtes besagt, daß die EVU entgegen der RWE-Argumentation die Netzeinbindungskostenübernahme nicht durch die "Allgemeinen Bedingungen für Elektri-

zitätsversorgung von Tarifkunden" (AV-BEltV) begründen können, wie dies in der Vergangenheit immer wieder geschehen ist.

Im Ergebnis steht somit fest, daß eine juristische Regelung über die Frage, wer die Netzeinbindungskosten zu tragen hat, noch nicht existiert. Die NEK sind demnach zwischen Betreiber und EVU – zumindestens theoretisch – frei verhandelbar.

In einem weiteren Verfahren vor dem Landgericht Oldenburg kam es Ende vergangenen Jahres erneut zu einem Erfolg des beklagten EVU, in diesem Fall der EWE, welche für den Anschluß einer 80 kW-Anlage knapp 50.000 DM dem zukünftigen Betreiber in Rechnung gestellt hatte. In der zweiten Instanz im März 1993 erfolgte keine Aufhebung dieser Entscheidung. Überraschenderweise stellte das Gericht sogar fest, die Klage sei unzulässig. Der Kläger will dagegen in die Revision gehen. Das Ergebnis wird möglicherweise noch einige Jahre auf sich warten lassen.

Ich persönlich bin der Auffassung, daß sich ein gesetzlicher Anspruch auf NEK-Übernahme durch die EVU aufgrund der heutigen juristischen Lage zwingend noch nicht begründen läßt. Ich meine allerdings, daß sich aus den geänderten energiepolitischen Rahmenbedingungen ein zweifelsfreier politischer Anspruch der WKA-Betreiber auf Gleichbehandlung mit den konventionellen Kraftwerken ergibt. Dem haben die Politiker bisher nicht Rechnung getragen. Die NEK-Frage sollte gemeinsam mit dem Ziel der kostendeckenden Vergütung zentrales Thema der Windkraftverbände im Mammut-Wahljahr 1994 sein. Die Betreiber sollten die antretenden Politiker bei allen möglichen Gelegenheiten: in Telefonaten, Schreiben und Versammlungen so lange befragen, bis eine eindeutige Stellungnahme vorliegt zu unserer Forderung:

- kostendeckende Vergütung für WKA-Betreiber und

- volle NEK-Übernahme durch EVU bzw. letztlich die Stromverbraucher.

Wenn in Niedersachsen alle NEK für 1.000 MW Wind bis zu einer Grenze von 500 DM/kW übernommen würden, entstünde für den Verbraucher eine Mehrbelastung von maximal 0,7% – weniger als 10,00 DM pro Jahr für einen Durchschnittshaushalt. Es gibt somit kein ernstzunehmendes finanzielles Argument gegen die NEK-Übernahme.

Was tun?

Was aber sollen Betreiber tun, die sich jetzt mit (zu) hohen NEK-Forderungen konfrontiert sehen? Sie stehen vor der Frage, entweder in den sauren Apfel der NEK-Zahlung zu beißen oder auf eine Neuregelung zu warten und ggf. Fördermöglichkeiten zu verlieren. Der IWB schlägt den Betroffenen folgende Vorgehensweise vor:

1. Vom EVU ein in allen Einzelheiten nach Material und Arbeit differenziertes kostentransparentes NEK-Angebot einholen.
2. Falls dieses nicht innerhalb von 4 Wochen vorliegt, das EVU schriftlich erinnern.
3. Falls das eingetroffene EVU-Angebot nicht ausreichend detailliert ist, die offengebliebenen Fragen noch einmal schriftlich an das EVU weitergeben.
4. Falls keine befriedigende Beantwortung vorgenommen wird, die Energieaufsichtsbehörde beim Wirtschaftsministerium des betroffenen Bundeslandes anschreiben und um Hilfe bitten, da die EVU nicht nur verpflichtet sind, sondern auch bundesweit zugesagt haben, in jedem Fall kostentransparente NEK-Angebote abzugeben.
5. Einholung von Parallel-Angeboten bei den örtlichen Elektroinstallationsbetrieben oder sonstigen geeigneten Fachfirmen.
6. Verhandlung mit dem EVU über Umfang und Kosten des NEK-Auftrages, am besten und Einschaltung eines Fachmanns des WKA-Lieferanten.

7. NEK-Auftragsvergabe, wobei in einer Marktwirtschaft der Grundsatz gilt, daß der günstigste Anbieter den Zuschlag erhält. Bei vergleichbarer technischer Qualität muß auch das EVU die Auftragsvergabe an einen preisgünstigeren Dritten bei Einhaltung des technisch notwendigen Mindeststandards akzeptieren, um einen Kartellrechtsverstoß zu vermeiden.

8. Die NEK-Zahlung kann mit einem "Rückforderungs-Vorbehalt" versehen werden für den Fall, daß es innerhalb einer bestimmten Frist zu einer anderen NEK-Regelung kommt.

9. Solange eine solche Regelung politisch nicht beschlossen wird, sollten die Betreiber ihre örtlichen Politiker regelmäßig auf den Sachstand wie auch auf die grundsätzliche Ungleichbehandlung hinweisen, wonach EVU-eigene WKA ihre NEK auf den Strompreis umlegen, Privatbetreiber diese aber – noch – selbst finanzieren müssen.

Das WMEP im Breitentest

"250 MW Wind"

Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET), Projektgruppe Windenergie, Kassel

Einleitung

Das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) fördert das Breitentestprogramm "250 MW Wind", um statistisch relevante Erfahrungswerte für den praktischen Einsatz von Windkraftanlagen (WKA) in der Bundesrepublik Deutschland zu gewinnen.

Als technisch-wissenschaftlicher Teil dieser Fördermaßnahme wird vom Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET), Kassel, das "Wissenschaftliche Meß- und Evaluierungsprogramm (WMEP)" durchgeführt. Im Rahmen dieses Programms werden an allen geförderten WKA – mehr als 1250 Anlagen bei einer angenommenen mittleren Leistung von knapp 200 kW – zehn Jahre lang Betriebsdaten erfaßt. In dieser großen Anzahl ist eine Vielfalt von unterschiedlichen Betreibern, Aufstellorten, Herstellern und Typen von Windkraftanlagen vertreten.

Logbuch

Die Teilnehmer im "250 MW Wind" Programm sind im Rahmen der Förderbedingungen verpflichtet, für jede Windkraftanlage ein sogenanntes "Logbuch" zu führen, mit dem folgende Informationen erfaßt werden:

- **Stammdaten:**
Sie umfassen allgemeine Projektdaten sowie technische Daten der WKA, Netzanbindung der WKA, Standorttopographie usw.,
- **WKA-Störungen sowie Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten:**
Ihre Registrierung erfolgt über

Formblätter, die jeweils nach Abschluß von Wartungs- bzw. Instandsetzungsarbeiten an die zentrale Auswertestelle eingesandt werden,

- **Energielieferung und -bezug der WKA:**
Die Erfassung erfolgt durch regelmäßige Ablesungen geeichter, zu Verrechnungszwecken zugelassener Elektrizitätszähler zum Monatsende,
- **Betriebskosten der WKA.**

Meßdatenerfassung per Fernmeßnetz

An ausgesuchten Standorten werden zur Ergänzung der mittels Logbuch erfaßten Daten automatische Datenerfassungsgeräte und Windmeßeinrichtungen installiert. Die DEG sind über MODEM und das öffentliche Fernsprechnet mit der Datenzentrale im ISET verbunden und bilden so das WMEP-Fernmeßnetz. Damit wird es in der letzten Ausbaustufe unter anderem möglich sein, den aktuellen Status von ca. 450 WKA in Deutschland zeitecht abzufragen.

Die folgenden Signale werden mit einer Abtastrate von 10 Hz registriert:

- Elektrische Wirkleistung der Windkraftanlage,
- Status der Netzkopplung,
- Windgeschwindigkeit,
- Windrichtung.

Im Normalbetrieb werden aus den Abtastwerten innerhalb eines Meßintervalls 22 verschiedene statistische Werte abgeleitet und im Datenerfas-

sungsgerät zwischengespeichert. Die Meßintervalllänge ist auf 5 Minuten festgelegt, um die Berechnung sowohl von 10-Minuten-Mittelwerten als auch von 15-Minuten-Mittelwerten zu ermöglichen.

Neben diesen "Langzeitmessungen" besteht die Möglichkeit, bei Überschreitung frei wählbarer Triggerwerte, "Ereignismessungen" zur Erfassung von Extremsituationen durchzuführen. Zusätzlich können 10 Hz-Abtastwerte on-line und über beliebig lange Zeiträume abgerufen werden, ohne die statistische Langzeiterfassung zu unterbrechen.

Zentrale Datenauswertung und Veröffentlichung

Die DEG-Meßdaten und Logbucheintragen werden im WMEP zentral und unter einheitlichen Kriterien ausgewertet. Hierfür werden einmal täglich über MODEM die Datensätze sämtlicher Datenerfassungsgeräte abgerufen.

Die plausibilisierten Meß- und Logbuchdaten werden zunächst für eine allgemeinverständliche, regelmäßige Berichterstattung aufbereitet. Diese sogenannte *Basisauswertung* der WMEP-Daten wird von der zentralen Auswertestelle am ISET aktuell und "aus erster Hand" veröffentlicht. Monatliche Kurzberichte enthalten im wesentlichen den aktuellen Projektstand, sowie Störfallübersichten und besondere Ereignisse, und werden quartalsweise um die Energielieferdaten der erfaßten WKA ergänzt. Zur Veröffentlichung der WMEP-Basisauswertungen dienen darüber hinaus auch ausführli-

che Jahresberichte (diese können im ISET angefordert werden).

Neben diesen überblickgebenden Darstellungen können im Rahmen des WMEP auch Einzelauswertungen, z.B. für WKA-Betreiber und Hersteller bereitgestellt werden. Das WMEP verfügt somit über einen umfangreichen Datenpool, auf den mit Einrichtung einer Benutzerdatenbank in zunehmendem Maße auch Dritte für weitergehende F&E-Aktivitäten zurückgreifen können.

Die Basisauswertung der im WMEP ermittelten Daten liefert Erkenntnisse u.a. auf den folgenden Gebieten:

- **Meteorologie:**
Räumliche und zeitliche Verteilung des Windangebots in Deutschland sowie eine detaillierte Untersuchung der Windverhältnisse unter den spezifischen Standortbedingungen.
- **WKA-Leistungsdaten:**
Energilieferung und Energiebezug der WKA, Korrelationen der Leistungsdaten mit den lokalen Windverhältnissen und den Bedarfszeitgängen der EVU, Veränderung der Leistungscharakteristik in der Betriebszeit.
- **Störfallstatistik:**
Statistiken über Störungsursachen, WKA-Fehlfunktionen, Komponentenausfälle und Reparaturaufwand, Berechnung der WKA-Verfügbarkeit,

Wirtschaftlichkeit der WKA:

Erfassung der Kosten für Wartung und Instandsetzung sowie der Erträge durch den Betrieb der WKA.

Regionalbetreuung

Die Betreuung der Datenerfassung an mehreren hundert räumlich weit verteilten Windkraftanlagen erfordert eine dezentrale Organisationsstruktur. Die regionalen Betreuungsaufgaben werden zur Zeit von vier Institutionen durchgeführt. Zuständig ist für

Niedersachsen, Bremen:

Deutsches Windenergie Institut GmbH Ebertstr. 96, W-2940 Wilhelmshaven

Schleswig-Holstein, Hamburg:

Windtest Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH Sommerdeich 14b, W-2222 Kaiser-Wilhelm-Koog

Neue Bundesländer (ehem. DDR):

WIND-consult GmbH Postf. 1408, O-2510 Sievershagen

Restliche Bundesrepublik:

Universität Gh Kassel Fb. Elektrische Energieversorgungssysteme Wilhelmshöher Allee 73, W-3500 Kassel

Die vier genannten Institute führen die folgenden Aufgaben durch:

- Kontaktaufnahme mit den Betreibern und Information über die im WMEP geforderten Meß- und Zählleinrichtungen,
- Installation der Meßeinrichtungen (automatische Datenerfassungs- und Übertragungsgeräte) und der Windmeßeinrichtungen,
- Aufnahme der WKA in das Meßprogramm per Unterzeichnung der Inbetriebnahmeanzeige,
- Überreichung des Logbuches und Hilfestellung bei der Führung des Logbuches, besonders hinsichtlich der Wartungs- und Instandsetzungsberichte,
- Wartung und Instandsetzung der Meßgeräte,
- regelmäßige Kontakte mit den Betreibern und der Programmleitung des WMEP zur Sicherstellung eines ausreichenden Informationsflusses.

Auf diese Weise wird die Durchführung des WMEP auf eine breite Basis gestellt und gewährleistet, daß alle Teilnehmer des Breitentests über eine regional zuständige Ansprechstelle verfügen.

Mitwirkung der Betreiber

Die Durchführung des Meß- und Evaluierungsprogramms erfordert die aktive Mitwirkung der Betreiber. Das gilt vor allem für das Führen des Logbuches. Die Eintragungen müssen vom Betreiber vorgenommen werden, evtl.

unter Mitwirkung der Herstellerfirma. Das Logbuch hat "Dokumentencharakter".

Der Betreiber der Windkraftanlage übernimmt darüber hinaus die Verpflichtung, die Meßsignale für das automatische Datenerfassungsgerät (Wirkleistung und Statussignal für die Netzkopplung) in der spezifizierten Weise bereitzustellen und das Anbringen der notwendigen Elektrizitätszähler zu veranlassen. Im allgemeinen entstehen den Betreibern durch die Teilnahme im WMEP keine zusätzlichen Kosten, da die meisten der am Markt erhältlichen WKA mittlerweile meßtechnisch für das WMEP ausgerüstet sind.

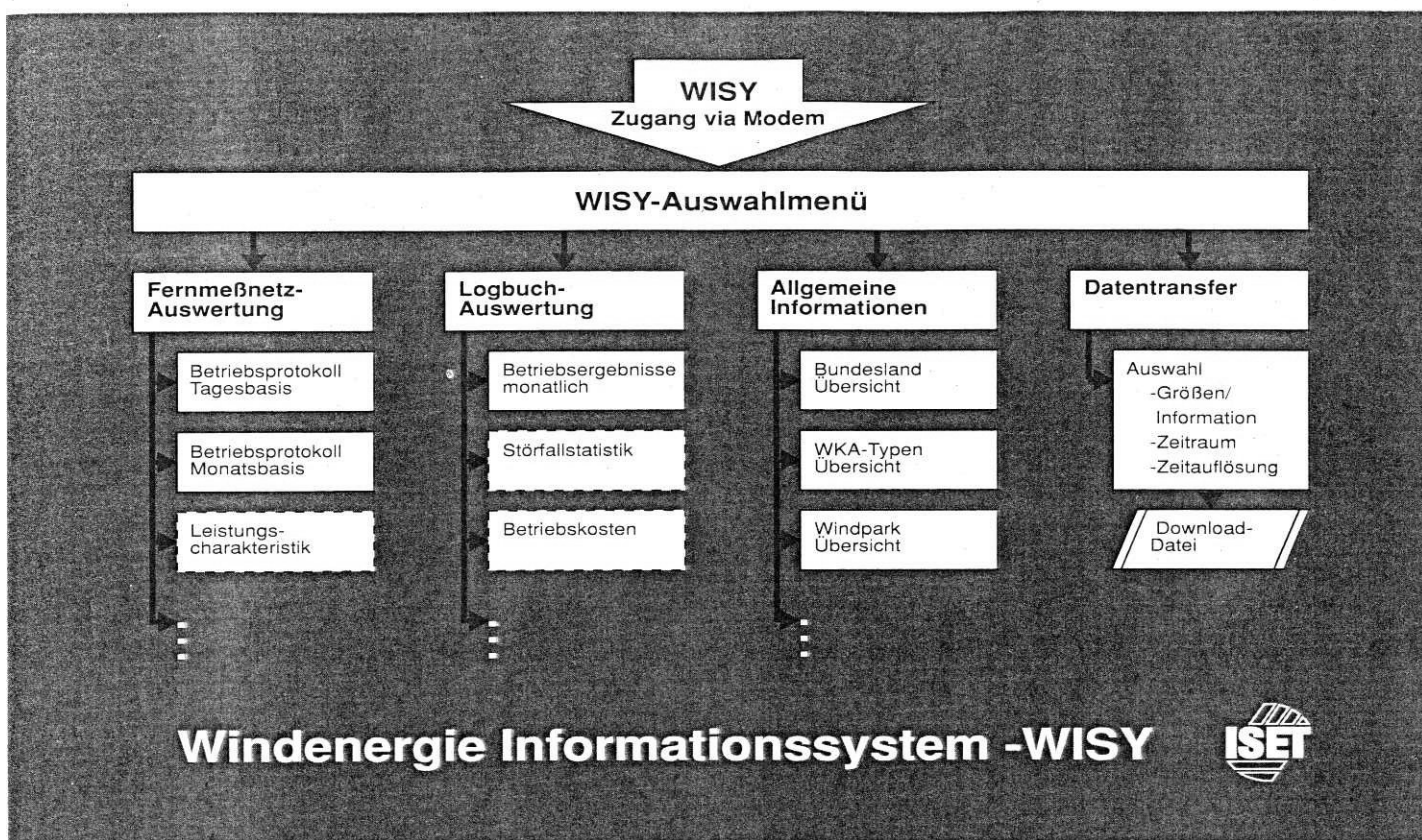
Das WMEP übernimmt die vom Betreiber zur Verfügung gestellten Meß- und Statussignale an einer Klemmleiste. Das DEG und die notwendigen Zusatzeinrichtungen zur Datenfernübertragung werden im Rahmen des WMEP installiert. Die Messung der Windgeschwindigkeit und Windrichtung fällt ebenfalls in den Zuständigkeitsbereich des WMEP.

Windenergie Informationssystem WISY

Mit dem Windenergie Informationssystem WISY wird ein online-Zugriff auf den Datenbestand des WMEP ermöglicht. WISY soll als Plattform zur Weitergabe von Daten und Informationen aus dem 250 MW-Programm dienen. Als potentielle Nutzer des Informationssystems sollen alle Interessierten, wie z.B. WKA-Hersteller und Betreiber, Energieversorgungsunternehmen, andere Forschungsinstitute sowie die Fachöffentlichkeit angesprochen werden. Der Daten- und Informationsabruf kann mittels online-Bildschirmmasken oder per "Download" von Daten erfolgen.

Die technischen Merkmale von WISY lassen sich wie folgt beschreiben:

- schneller Zugriff auf aktuelle Daten,
- rechnergestützte Weiterverarbeitung möglich.



Als technische Voraussetzung zur Kommunikation mit WISY genügt ein PC-Rechner, ein Telefon-Modem sowie Standard-Telekommunikationssoftware. Bei Verwendung der online-Bildschirmmasken wird der Nutzer durch ein einfach bedienbares, hierarchisch gegliedertes Menüsystem unterstützt. Zur Anzeige gebracht werden vorverarbeitete, aggregierte WMEP-Daten. Bislang stehen folgende Masken zur Verfügung:

1. WKA Betriebsprotokolle auf Tages- bzw. Monatsbasis u.a. mit den Größen

- Mittelwerte der Wirkleistung und Windgeschwindigkeit
- Energielieferung- und bezug
- Anzahl der Netzaufschaltungen
- Netzausfälle
- Teillast-Vollastdauer
- mittlere Leistung
- Kapazitätsfaktor

2. Störfallstatistik mit den Unterscheidungen

- Störungsursache
- Störungsauswirkung
- Störungsbehebung

3. Betriebskosten

- Instandsetzung

- Wartungsverträge
- Pacht
- Sonstige

Darüber hinaus sind weitere allgemeine Informationsmasken zum aktuellen Stand des Meßprogramms (vgl. auch Abb.) verfügbar. Hinsichtlich des notwendigen Datenschutzes werden die Zugriffsrechte entsprechend vorher abzusprechender Nutzungsrechte – auch in Rücksprache mit dem BMFT – limitiert. So sollen z.B. die WKA-Hersteller lediglich auf Daten zu WKA aus eigener Fertigung bzw. WKA-Betreiber nur auf Daten zu eigenen WKA zugreifen können.

Ausblick

Mit dem Ausbau des WMEP-Fernmeßnetzes im Verlauf des vergangenen Jahres, der automatischen Datenverarbeitung in der WMEP-Zentrale und dem erreichten Standard bei der Auswertung der Logbuchdaten sind nunmehr die technischen Voraussetzungen geschaffen, die WMEP-Basisauswertungen substanziell zu erweitern und die Daten Dritten zur Nutzung zur Verfügung zu stellen.

Das als Plattform zur Weitergabe von Daten und Informationen aus dem WMEP eingerichtete Informationssystem WISY wird entsprechend den wachsenden und sich erweiternden Anforderungen der Nutzer weiterentwickelt. Zusätzlich werden die Möglichkeiten des Fernmeßnetzes erweitert. Bereits realisierte, jedoch wegen der bindend vorgeschriebenen Schnittstelle nach »Anlage 2« (Beschreibung der Anschlußmöglichkeiten und Zählrichtungen) nicht genutzte Funktionen, werden wesentlich erweitert, um Aufgabenstellungen im Hinblick auf eine komfortable WKA-Fernüberwachung übernehmen zu können. Hierbei ist auch eine Nutzung der WMEP-Fernmeßtechnik durch Dritte zumindest aus technischer Sicht möglich. Bei Rückfragen oder Bedarf an Informationsmaterialien zu WISY und zu den Möglichkeiten des Fernmeßnetzes wenden Sie sich bitte direkt an das

Institut für Solare
Energieversorgungstechnik e. V.
Königstor 59, W-3500 Kassel
Tel. 0561/7294-0, Fax. 0561/7294-100

Betreibergemeinschaften realisieren Windkraftprojekte

Heinrich Bartelt, Interessenverband Windkraft Binnenland

Bei der Durchsicht der Betreiber-Datenbasis fällt neben vielen Einzelbetreibern auch eine bereits überraschend hohe Anzahl von Gemeinschaftsprojekten ins Auge. Der Bau von Windkraftanlagen in Form von Betreibergemeinschaften hat in den Nachbarländern Dänemark und Niederlande bereits eine lange Tradition. Die nebenstehende wahllose Darstellung von 20 Projekten zeigt, daß mittlerweile auch in Deutschland vielfältige Formen realisiert wurden.

Deutlich wird hier, daß auch im Binnenland die installierten Projektgrößen hinsichtlich Leistung im Zunehmen begriffen sind. Die gewählten Gesellschaftsformen sind sehr unterschiedlich. Wichtiges Kriterium ist dabei die Haftungsfrage: Während bei der klassischen "Gesellschaft bürgerlichen Rechts" (GbR) keine Haftungsbegrenzung möglich ist, erlaubt die "GmbH" eine Begrenzung des zu erwartenden Risikos, allerdings mit dem Nachteil erheblicher Gründungskosten. Diese fallen allerdings bei größeren Projekten kaum noch ins Gewicht.

Deutliche Unterschiede sind auch in der Größenstruktur festzustellen. Von Projekten, die fast noch Einzelanlagen-Charakter haben, bis zu großen Betreibergemeinschaften wie UWW oder Gemeinschaftsfinanzierungen auf Fond-Basis (z.B. Nr. 8 GKG). In den meisten Fällen wird der erzeugte Windstrom voll in das öffentliche Netz eingespeist.

Energierichtlich interessant sind einige Fälle von gemeinsamem Stromverbrauch "Weilermodell" z.B. in den Fällen 1, 4 und 5. Trotz der schwieri-

Lfd. Nr.	Betreiber	Sitz	WKA-Standort	Mitgliederzahl	Gesellschaftsform	WKA-Zahl	Inst. Leistung	kWh /qm	vers. Haushalte	Mindesteinlage (DM)	GF-Entschädigung bei 15 J. Nutzung	Verzinsung	Aufstellung	Projektilierung	Eigenverbrauch (in %)	Amortisation (in Jahren)
1	König/Kramer	Melle	4520 Melle	2	GbR	1	50	200	2		keine		1989	privat	20	
2	"umschalten"	Hamburg	versch.	283	GmbH & Co.KG	4	500	419-555	2	500	ca. 10000 pro Jahr	6,60%	Nov 89	Firma	ca. 10	10
3	NEW	Stemweede	versch.	140	Genossenschaft	2	60	900	3	500	ehrenamtlich		Mai 89	Firma	20	10
4	Caritas	Bothopp	5789 Kustelberg		e.V.	1	75	360	6		keine zusätzliche	8,50%	Mai 90	Firma	30	12
5	Pionier WKA	Munhardt Auenberg	7713 Hültingen	108	GbR	1	95	265	0	1000	Unkostenvergütung		Mai 90	ehrenamtlich	0	
6	JFB/Bud-denberg	Stadthohn	4426 Vrieden		e.V./privat	1	50	200	2		keine zusätzliche	8,50%	Aug 90	Firma	40	17
7	Umw. fr. Energien Ennepe-Ruhr	Ennepetal	5628 Ennepetal und Sprockhovel	81	e.V.	2	160	300	0	500	ehrenamtlich	max. 4 %	Okt 90 privat + Jun 93		10	Okt 15
8	GKG: Windkraft-Fond	Bochum	versch.	273	GbR	14				5000	ja	min 5 %	1991			
9	Sunderdeich	Osnabrück	2971 Widdum	19	GbR	1	75	700	0		ehrenamtlich		Dez 91	Firma	0	
10	Windpark Luft-dieksand	Kran-pinzien-Koog	2222 Luft-dieksand	7	GmbH	7	1900	960			ehrenamtlich		Mai 92	Firma	0	7
11	"Wilde Rose"	Melle	4520 Melle	10	GbR	1	50	290	3	500	ehrenamtlich		Jun 92	privat	20	10
12	Hirtstein	Lenge-feld	O 9341 Sitzung	8	GbR	1	75	700	0	8000	ehrenamtlich		Jul 92	privat	0	
13	Windenergie Norzettel	Schieden-Omund	5372 Heinhahn	220	GbR	2	425	500	0	200	noch nicht	ca. 7,5 %	Sep 92	ehrenamtlich	0	
14	Mohnwind	Körbecke	4773 Körbecke	6	GbR	2	300	520	0		ehrenamtlich		Okt 92	privat	0	10
15	Liese.	Lahnstedt	Lahnstedt	2	GbR	2	300	520	0		ehrenamtlich		Okt 92	privat	0	9
16	Finkenberg Dezent	Rheurt Pritzwalk	4137 Rheurt O-1921 Rapsnagen	16	GbR	1	80	400	0	1000	ehrenamtlich		Nov 92	privat	0	
17	Energie	Pritzwalk		30	e.V.	3	460	500	0		hauptamtlich, GF		Nov 92	Firma	0	
18	Gegenwind	Werl	4760 Hilbeck	120	GbR mbH	2	230	450	0	1000	ehrenamtlich		Mar 93	privat	0	17 (ohne Förd.)
19	Windkraft Dörpe	Coppen-brugge	3256 Dörpe	45	GbR	2	160	350	0	3000	ehrenamtlich		Aug 93	privat	0	
20	Windenergie Osnabrück	Osnabrück	4500 Osnabrück	21	GmbH & Co.KG	zu-nächst 1				1000		ca. 8,0 %	1994	ehrenamtlich		ca. 12

gen Genehmigungsvoraussetzungen aufgrund der Drittversorgungsklausel in § 5 des immer noch gültigen Energiewirtschaftsgesetzes gelang hier die Versorgung von bis zu 6 ehemals separat vom EVU versorgten Haushalten. Möglich war dies dadurch, daß die Einzelanschlüsse aufgegeben und eine gemeinsame Stromübergabestelle für Lieferung und Einspeisung geschaffen wurde.

Eine größere Mitgliederzahl bedingt höhere Organisations- und Verwaltungskosten. Deswegen war man in den meisten Fällen bestrebt, die Mindesteinlagesumme nicht zu niedrig zu wählen und klare Vorgaben für die Geschäftsführung zu machen. Wenn mehrere Maschinen projektiert und

später betrieben werden, ist der Arbeitsaufwand so hoch, daß die Geschäftsführung in der Regel ehrenamtlich nicht mehr zu bewältigen ist.

Sehr unterschiedlich ist in den verschiedenen Projekten auch die Gewinnerwartung der Mitglieder. Während häufig auf eine marktorientierte Verzinsung nicht die erste Priorität gelegt wurde oder ökologische Überlegungen sogar deutlich dominierten, steht bei anderen eine angemessene Gewinnerwartung im Vordergrund. Dies ist natürlich abhängig von der windklimatologischen Standortqualität und den Gesamt-Investitionskosten. Der Minimierung von Nebenkosten für Netzeinbindung, etwaige Tiefengrün-

dung und Zuwegungsbau u.a. kommt insbesondere an Küstenstandorten erhebliche Bedeutung zu. Im Binnenland ist bei kleineren Projekten die Eigenverbrauchsrate und die entsprechende Bezugstarifstruktur neben der Standortwahl wichtiges Kriterium.

Die Betreibergemeinschaft "umschalteten Windstrom Wedel GmbH & Co.KG" hat eine sehr aufschlußreiche Aufschlüsselung ihrer drei bisher in Wevelsfleth, Wedel und Schashagen gebauten Anlagen vorgenommen.

Aus dieser Übersicht ist zunächst das theoretische Windangebot bei den Standorten und die daraus sich ergebende maximal dem Wind entnehmbare physikalische Arbeit ersichtlich (1.323.000 kWh). Aufgrund des Wirkungsgrades der eingesetzten Anlagen ergibt sich daraus für alle drei Anlagen eine durchschnittliche Jahreserzeugung von tatsächlich 370.000 kWh (477 kWh/m). Insgesamt entstanden Kosten von 745.400,- DM. UWW vermerkt nicht ohne Stolz, daß mit dieser relativen Investitionssumme von 1.040,- DM pro m Rotorfläche vergleichsweise gute Werte ermöglicht wurden gegenüber professionellen Windparks, die häufig zwischen 1.300 und 1.600,- DM Investitionskosten pro m Rotorfläche liegen. Wenn UWW trotz günstiger anlagenspezifischer Investitionskosten im Schnitt auf 2,04 DM/kWh kommt, erhebt sich die Frage, wie realistisch herkömmliche Windparkbeteiligungsangebote kalkuliert wurden, die gelegentlich mit 1,25 bis 1,50 DM/kWh veranschlagt sind.

Aufgrund der Flächenknappheit in den Siedlungsbereichen des Binnenlandes bei gleichzeitig zunehmendem ökologischen Interesse werden Windkraft-Gemeinschaftsprojekte zur schadstofffreien Stromproduktion eine interessante Alternative bleiben. Ethisch motivierten Geldanlegern, die nicht die Zeit zur Übernahme von Organisationsarbeiten haben, werden dabei den Finanzierungsfond wie bei der GKG bevorzugen oder größere Projekte mit professioneller Geschäftsführung. Wer die politischen und sozialen Aspekte

Anlagen der Betreibergemeinschaft "umschalteten Windstrom Wedel GmbH & Co.KG"					
Kerngrößen	Wevels- fleth	Wedel	Schas- hagen	Gesamt	
Windangebot	201	189	193	583	W/m ²
Rotorfläche	191	415	177	783	m ²
Windleistung	38,4	78,4	34,2	151	kW
Jahresarbeit Wind	336,4	686,8	299,6	1.323	MWh
Ertragserwartung	106.000,0	190.000	74.000	370.000	kWh
Umsetzung Wind	31,5	27,7	24,7	28,0	%
Generatorleistung	75	100	50	225	kW
Generator/Rotorfläche	393	241	282	305	W/m ²
Ertragserwartung/m ²	555	458	418	477	kWh/m ²
Investition	207,7	310,6	227,2	745,4	Tsd. DM
Investition/m ²	1.087	748	1.284	1.040	DM
Investition/kWh	1,96	1,63	3,07	2,01	DM/kWh
Deckungsbeitrag/a	5.853	19.024	1.027	25.904	DM
Deckungsbeitrag/a/kWh	5,52	10,0	1,39	7,00	Pfg.

auch der Vorbildwirkung von Betreiber-gemeinschaften für wesentlich hält, wird geneigt sein, sich an den Aufbau eines überschaubaren kleineren Projektes zu beteiligen. Wesentlicher Punkt dieser Arbeit ist die Ausarbeitung eines Gesellschaftsvertrages, der nicht nur Namen, Sitz und Gegenstand der Firma festlegt, sondern ebenfalls Kapitalbeteiligung, Geschäfts- und Kontenführung, Einlagenverzinsung, Gewinn- und Verlustregelungen, Kündigungs- und Anteilsübertragungsfragen sowie ebenfalls die Rechte der Gesellschaftsversammlung regelt. Wenn kein eigenes Grundstück zur Verfügung steht, ist ebenfalls ein Pachtvertrag auszuarbeiten, der neben Pachthöhe, Vertragslaufzeit, Zuwegungsbenutzung, etwaige Grundbucheintragung, die Frage der eventuellen Demontage von Anlage und Fundament nach Ende der Nutzung die gesamten Nutzungsrechte und eventuelle "Hausmeister-Verpflichtungen" festlegt.

Neben diesen Fragen der internen Organisation wird die weitere Hauptarbeit in die Abwicklung des gesamten Planungsverfahrens (Baugenehmigung, Zuschußanträge, EVU-Vertrag u.a.) zu investieren sein. Hierzu bieten der IWB allen Mitgliedern einen kostenlosen Beratungsdienst an. Ansprechpartner ist mit Dr. Jonas der Mitorganisatoren des Gemeinschaftsprojektes "Bürgerwindpark Osnabrück". Er ist für alle

Ratsuchenden vorerst halbtags in der IWB-Geschäftsstelle zu erreichen (0541-201593).

Datenfernüberwachung mindert Ausfallrisiko

Dipl. Ingenieur Michael Franke, Bruchmühlen

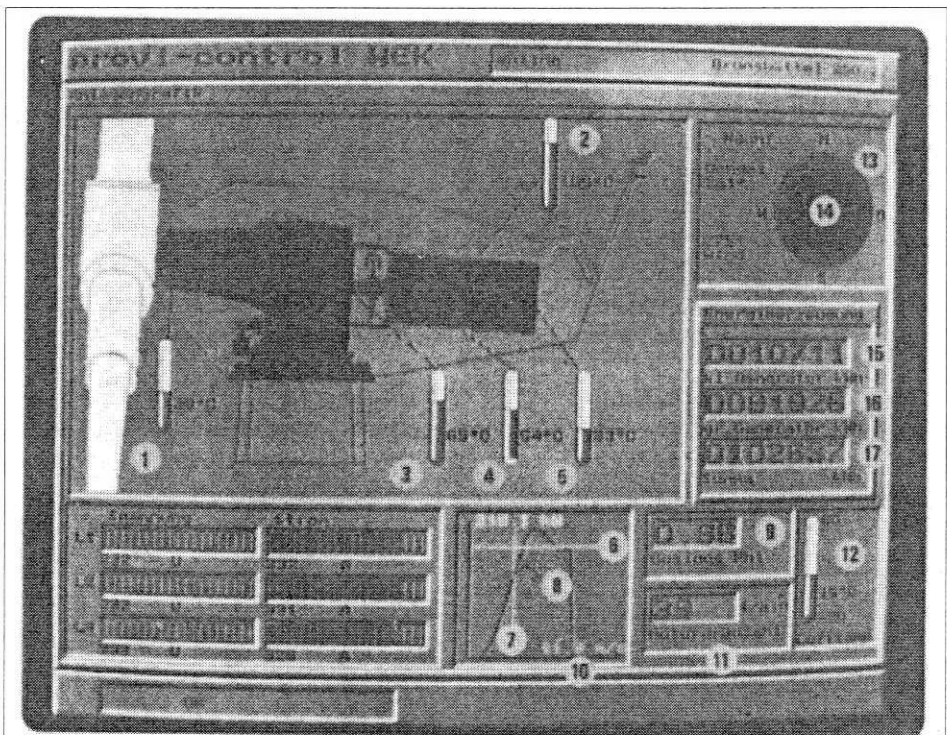
Durch das Inkrafttreten des Strom-einspeisegesetzes haben sich nicht nur die finanziellen Rahmenbedingungen für die Aufstellung von Windkraftanlagen geändert, auch in organisatorischer Hinsicht sind Veränderungen eingetreten. Während vor 1989 die Betreiber von Windkraftanlagen bemüht sein mußten, einen möglichst großen Teil der erzeugten Energie selbst zu verbrauchen, spielt heute der Eigenverbrauch nur noch eine untergeordnete Rolle. Als Folge davon werden Windkraftanlagen nicht mehr in unmittelbarer Nähe der Wohnung des Betreibers errichtet, sondern zum Teil in anderen Orten oder in ganz anderen Landstrichen.

In der Praxis bedeutet das, daß der Betreiber die Anlage nicht mehr direkt optisch kontrollieren kann.

Jeder, der längere Zeit eine WKA betreibt, kennt sehr genau den Druck auf den Wiedereinschaltknopf, wenn die Anlage aufgrund irgendeiner Störung kurzfristig abgeschaltet hat. Solchen Abschaltungen wurden meist keine Bedeutungen zugemessen und sie waren wirtschaftlich auch nicht relevant, weil das Abschalten oft sehr schnell bemerkt wurde und mit einem einfachen Handgriff wieder zurückgesetzt werden konnte. Was passiert jedoch mit einer Anlagen, die praktisch unbeaufsichtigt in einer Gegend steht und plötzlich aufgrund einer Störung ausschaltet. Hier ist es durchaus möglich, daß die Anlage dann tage- oder unter Umständen sogar wochenlang stillsteht und damit einen erheblichen Betriebsausfall erzeugt. Es ist leicht

vorstellbar, daß zum Beispiel eine 250 kW-Anlage in einer Ausfallzeit von 24 Stunden einen Ertragsausfall von 1000 DM verursacht. Bei diesen Zahlen ist es leicht einsehbar, daß es durchaus angebracht ist, die Anlage an einer Datenfernüberwachung zu betreiben, auch wenn das mit einigem technischen und finanziellen Aufwand verbunden ist.

Eine Reihe von Firmen bieten Datenfernüberwachungssysteme für ihre Anlagen an. Das bedeutet, die Anlage bekommt einen eigenen Telefonanschluß, an diesen Anschluß wird ein Modem angeschlossen, das wiederum mit dem Computer verbunden ist, der die Anlage steuert. So ist es dann für den Betreiber und auch den Hersteller möglich, über einfachen Datenabruf



Datenfernüberwachungsmonitor der Fa. profil systems für Nordex-WKA

1	Temperatur des Haupt- oder Nabenlagers	9	Phasenverschiebung
2	Temperatur der Generatorwicklung	10	Momentane Windgeschwindigkeit
3	Temperatur des 2. Getriebelagers	11	Rotordrehzahl
4	Temperatur des 1. Generatorlagers	12	Außentemperatur
5	Temperatur des 2. Generatorlagers	13	Windrichtung
6	Höhe der Momentanleistung	14	Ausrichtung des Windrades
7	Höhe des momentanen Windangebotes	15	Ertrag in der kleinen Generatorstufe in kWh
8	Garantierte Leistungskennlinie	16	Ertrag in der großen Generatorstufe in kWh

die Anlage zu kontrollieren. Das ist die einfachste Methode der Datenfernüberwachung und diese Methode vermeidet tatsächlich längere Ausfallzeiten. Vorausgesetzt, der Hersteller oder der Betreiber rufen bei der Anlage an.

Stand der Technik ist das nicht mehr. Eine Datenfernüberwachung sollte heute unbedingt eine aktive Fehlermeldung beinhalten. Das bedeutet, daß die Anlage im Falle einer Störung selbsttätig, z.B. mit dem Anlagenhersteller Kontakt aufnimmt. Störungen werden so in kürzester Zeit erkannt. In diesem Falle ist es natürlich auch sehr gut, wenn z.B. der Hersteller als Zugangsberechtigter über Datenfernleitung direkt in die Steuerung der Anlage eingreifen und nach Abruf und Auswertung der Daten die Anlage u.U. wieder starten kann.

Wünschenswert ist darüber hinaus auch ein regelmäßiger Zugriff des Herstellers auf die Anlage. So lassen sich z.B. Erträge benachbarter Anlagen vergleichen um festzustellen, ob vielleicht eine Anlage nicht ganz einwandfrei läuft.

Mit zunehmender Vergrößerung der WKA und einer damit auch zunehmenden Vergrößerung des Risikos für den Betreiber, kommt einer funktionierenden Anlagenüberwachung immer größere Bedeutung zu. Bei jetzt neu aufgestellten Maschinen sollte deshalb großer Wert auf eine möglichst umfassende Anlagenüberwachung durch eine Datenfernüberwachung gelegt werden.

Versicherungsschutz für Windkraftanlagen

Dipl. Volkswirt Josef Wiechers, Münster

Wer eine Windkraftanlage installiert, beschäftigt sich aufgrund des hohen wirtschaftlichen Wertes der Anlage zwangsläufig mit den Risiken, die der Betrieb einer Anlage mit sich bringt. Insbesondere der Totalausfall der Anlage aufgrund von Naturereignissen oder unerwartete, aufwendige Reparaturen führen zu unübersehbaren wirtschaftlichen Folgen bis hin zur Existenzbedrohung. Ist zudem die Anlage fremdfinanziert, wird der Betreiber in der Regel der Bank ein ausreichender Versicherungsschutz nachgewiesen müssen.

Darüber hinaus haftet der Betreiber nach dem Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) in unbegrenzter Höhe für Schäden, die durch den Betrieb der Anlage bei Dritten verschuldet werden.

NICHT ALLEIN VERSICHERN

Der Schutz des Eigentums und die wirtschaftlichen Folgen des Haftungsrisikos lassen sich durch den Abschluß geeigneter Versicherungen minimieren.

Wer sich mit der Frage nach Versicherungsschutz beschäftigt, wird feststellen, daß es gar nicht so einfach ist, günstigen Versicherungsschutz zu erschwinglichen Preisen zu erzielen.

Beachten Sie: Soll ein Versicherer Versicherungsschutz für eine oder wenige Anlagen abdecken, kalkuliert er in der Regel eine wesentlich höhere Prämie oder gewährt schlechtere Versicherungsbedingungen, als wenn er viele Anlagen mit einem großen wirtschaftli-

chen Volumen zu versichern hat. Deshalb: **Nutzen Sie die Vorteile von »Gruppen-« oder »Rahmenverträgen« aus.**

Zur Absicherung des Eigentums wird eine Maschinen- und zur Regulierung von Haftpflichtansprüchen Dritter eine Haftpflichtversicherung benötigt.

DIE MASCHINENVERSICHERUNG

Der Versicherungsumfang

Was ist versichert?

Die Maschinenversicherung gehört zum Bereich der sogenannten Allgcfahrenversicherung. Versichert sein sollten insbesondere plötzliche und unvorhersehbare Schäden an der versicherten Anlage, insbesondere verursacht durch:

- **Naturgewalten** wie Erdbeben, Erdsenkung, Erdrutsch, Hochwasser, Überschwemmung, Sturm, Frost;
- **Brand, Blitzschlag oder Explosion** sowie durch Löschen bei diesen Ereignissen;
- **Konstruktions-, Material- und Ausführungsfehler.**
- Ebenfalls mitversichert sind Schäden, die durch **Bedienungsfehler, Ungeschicklichkeit, Fahrlässigkeit, Kurzschluß, Überspannung, Böswilligkeit, Sabotage oder Diebstahl** entstanden sind.

Was ist nicht versichert?

Nicht mitversichert sind Schäden, die

durch Krieg, Kernenergie oder Verschleiß entstanden sind oder durch Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit durch den Betreiber oder dessen verantwortliche Personen herbeigeführt wurden.

Die Versicherungsleistungen

Im **Reparaturfall** werden die schadensbedingten Wiederherstellungskosten (also die tatsächlichen Aufwendungen) ersetzt. Dazu gehören unter anderem:

- Kosten für Ersatzteile, Transport und Montage
- Bergungs- und Aufräumungskosten
- Reparaturkosten für Schweißen, Richten u.ä.

Im **Totalschadenfall** wird der Zeitwert nach Abzug des Wertes der Reste und des vereinbarten Selbstbehaltes ersetzt. Der Versicherer mindert z.B. bei 20jähriger Nutzungsdauer die Entschädigung entsprechend des Alters der Anlage jährlich um 5 %. In der Regel ist der Abzug jedoch wesentlich niedriger als die kalkulierte Abschreibung.

DIE BETRIEBS-UNTERBRECHUNGS-VERSICHERUNG

Den Betreibern droht nicht nur der wirtschaftliche Schaden aus einem der oben aufgeführten Versicherungsfälle. In der Regel hat er im Schadenfall einen Ertragsausfall zu tragen. Durch den Abschluß einer Betriebsunterbre-

chungs-Versicherung wird dieser Ausfall ersetzt.

Tritt ein ersatzpflichtiger Schaden ein, leistet der Versicherer im Rahmen dieses Deckungskonzeptes eine Kostenersatzung für maximal die Dauer der Reparatur. Eine feste Vereinbarung eines Tagessatzes erspart dabei die Auseinandersetzung mit dem Versicherer über die Höhe der erstattungspflichtigen, tatsächlichen Ertrags einbuße.

Niedrigere Beiträge während der Garantiephase

Da während der Garantiephase einige Schäden, insbesondere Konstruktions, Material- und Ausführungsfehler, durch den Hersteller ersetzt werden müssen, kann der Betreiber auswählen, ob er während der Garantiezeit mit reduziertem Versicherungsschutz auskommt, oder ob er von Anfang an den vollen Deckungsumfang in Anspruch nehmen will.

Der reduzierte Versicherungsschutz innerhalb der Garantiezeit erstreckt sich auf Schäden, verursacht durch »Elementarereignisse« wie Feuer, Sturm, Sabotage, Explosion, Brand, Blitzschlag, Erdbeben, Erdrutsch, Frost und Diebstahl.

Der Versicherer sollte für die Dauer der Garantiezeit einen Prämiennachlaß gewähren. Nach Ende der Garantiezeit setzt der komplette Versicherungsschutz ein.

Die Prämien

Im Maschinenversicherungsbereich ist eine Selbstbeteiligung je Schadenfall üblich. Der Selbstbehalt (SB) beträgt je nach Wahl 500 bis 5.000 DM pro Schadenfall. Die Prämien für diesen Versicherungsschutz liegen zwischen 0,5 und 1 % der Versicherungssumme jährlich.

Die Prämie für eine 500.000 DM teure Anlage liegt also zwischen 2.500 DM und 5.000 DM.

Diese Prämien beinhalten oft einen schadenabhängigen Sonderrabatt von z.B. 30 %. Der Rabatt entfällt ab dem Zeitpunkt, ab dem die Schadenquote 60 % der aufgelaufenen Versicherungsbeiträge übersteigt, dann muß also mit einer Prämienhöhung gerechnet werden.

DIE HAFTPFLICHT-VERSICHERUNG

Der Versicherungsumfang

Die Haftpflichtversicherung umfaßt die **gesetzliche Haftpflicht des Betreibers für das Betriebsstättenrisiko** einschließlich des Gewässerschadenrisikos. Der Umfang umfaßt die Entschädigung berechtigter Schadenersatzforderungen einschließlich der Begleichung eventuell notwendiger Gutachter- oder Gerichtskosten. Der Versicherer hat darüberhinaus die Aufgabe, unberechtigte Schadenersatzansprüche abzuwehren und alle dabei entstandenen Kosten zu ersetzen. Somit hat der Betreiber eine Art Rechtsschutzversicherung.

Der Betreiber sollte daran denken, daß er Haftpflichtansprüchen nicht erst mit der Fertigstellung der Anlage ausgesetzt ist. Als Bauherr ist er auch schon in der Aufbauphase für Haftpflichtschäden verantwortlich. Normalerweise muß zur Regulierung möglicher Schäden eine Bauherrenhaftpflicht-Versicherung angeschlossen werden. **In Rahmen einer solchen Konzeption besteht schon während der Bauphase Versicherungsschutz**, denn versichert ist auch die gesetzliche Haftpflicht des Versicherungsnehmers für das zu bebauende Grundstück und das zu errichtende Bauwerk (Bauherrenhaftpflicht). Es muß folglich darauf geachtet werden, den Versicherungsbeginn entsprechend zu terminieren.

Bei einer Deckungssumme von 2 Millionen DM für Personenschäden und 2 Millionen DM für Sachschäden beträgt

der Jahresbeitrag zur Haftpflichtversicherung etwa 270 DM.

Alle Versicherungsbeiträge in den Beispielen verstehen sich zuzüglich 10 % Versicherungssteuer.

Damit Sie in stürmischen Zeiten nicht flügelahm werden

haben wir in enger Zusammenarbeit
mit Energieberatern
und Anwendern spezielle Versicherungskonzepte
für den Betrieb von Windkraftanlagen entwickelt:
- bedarfsgerecht
- fair
- preisgünstig

Fragen kostet nichts.

FAIRSICHERUNGSLADEN

Unabhängige Versicherungsvermittlung · Dipl. Betriebswirt Josef Wiechers
48151 Münster · Ludgeriplatz 8 · Tel.: 02 51 / 53 10 08 · Fax: 02 51 / 52 52 88

