

**Schlussbericht 2002, 21. Januar 2003**

# Projekt

## Windverhältnisse

### Mettelimoos - Obwyden

Autor und Koautoren	Roland Aregger
beauftragte Institution	
Adresse	Feldmoos 6162 Rengg
Telefon, E-mail, Internetadresse	+41 (0)41 480 32 86 windpower@freesurf.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	39'572 / 79'349
Dauer des Projekts (von – bis)	Oktober 2000 – Dezember 2002

#### ZUSAMMENFASSUNG

Der Standort Brunnen befindet sich in der Nähe der Güterstrasse, womit die Kosten für die Zufahrt entsprechend tief sind. In der Hauptwindrichtung ist ein Ausläufer eines Hügelzug, was sich auf die Windgeschwindigkeit und Ertragsprognosen auswirkt. Wenn der Wind aus Richtung Süden weht, führt der in unmittelbarer Nähe stehende Wald zu Turbulenzen, hat aber nicht so ein grosser Einfluss auf die Resultate, da er zeitlich ein kleiner Anteil ausmacht.

Der höchst gelegene Standort ist Obwyden. Er ist dadurch frei von Hindernissen, die die Luftströmung stören. Der im Nordosten liegende Wald hat keinen grossen Einfluss auf den Standort. Das stark abfallende Gelände in der Hauptwindrichtung führt im unteren Bereich (Messhöhe 24m) zu Turbulenzen.

#### TABELLE 1 ERGEBNISSE

	Moos	Brunnenwald	Feldmoos	Obwyden
Mittlere Windgeschwindigkeit	4.3 m/s (-7%)	4.3 m/s (-6%)	4.6 m/s	4.9 m/s (+6%)
Ertrag (NM 600/48)	718 MWh (-16%)	758 MWh (-12%)	857 MWh	927 MWh (+8%)



## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	1
Projektziele .....	2
Ausgangslage.....	2
Ziel des Projekts.....	2
Vorgehen.....	4
Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse .....	5
Messmasten .....	5
Messgeräte.....	7
Daten Korrelation .....	10
Referenzstandort Feldmoos.....	12
Angaben .....	12
Beschreibung.....	12
Messergebnisse.....	12
Standort Moos .....	16
Angaben .....	16
Beschreibung.....	16
Messergebnisse.....	16
Standort Brunnenwald.....	20
Angaben .....	20
Beschreibung.....	20
Messergebnisse.....	22
Standort Obwyden .....	26
Angaben .....	26
Beschreibung.....	26
Messergebnisse.....	27
Standortvergleich .....	32
Monatsmittelwerte .....	32
Ertragsprognosen .....	32
Bewertung und Ausblick .....	35
Referenzen .....	35

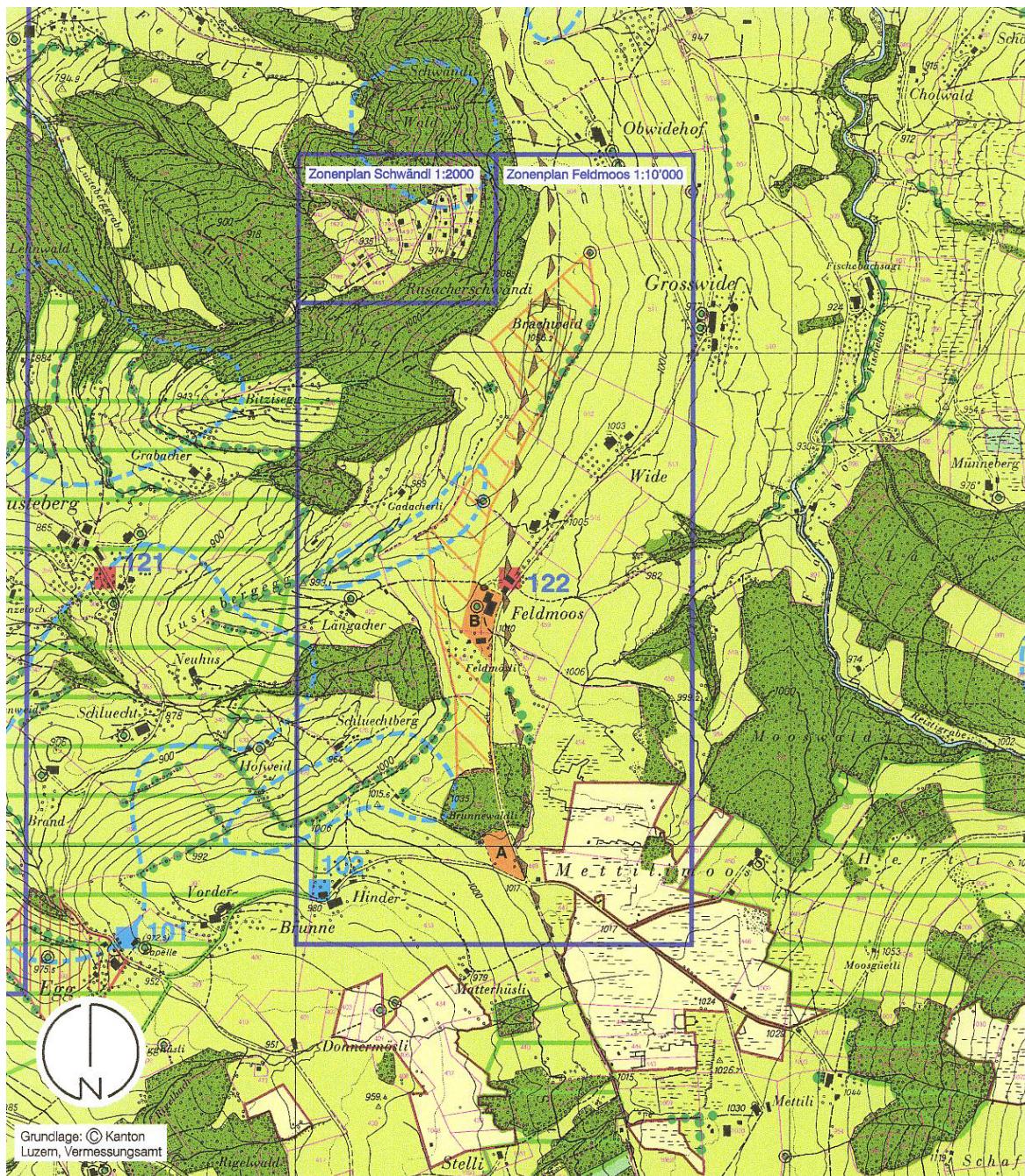
## Projektziele

### AUSGANGSLAGE

Mit dem Projekt 29'728 „Windmessungen Feldmoos“ wurde in den Jahren 1998 und 1999 die Möglichkeit zur Errichtung einer Windkraftanlage am Standort Feldmoos detailliert abgeklärt. Mit Ausnahme der negativen Stellungnahme des in unmittelbarer Nähe wohnenden Nachbarn, sind sämtliche Voraussetzungen für die Installation einer Windkraftanlage an diesem Standort positiv. Insbesondere steht auch die Gemeinde und die Region hinter diesem Projekt, liesse sich dieses Vorhaben doch optimal in das Biosphärenreservat Entlebuch integrieren. Mit der Arbeitsgruppe „Erlebnis Energie“ wird eine optimale und ökologisch verträgliche Besucherführung ausgearbeitet. Diese Gruppe hat zum Ziel die verschiedenen Energiequellen (Torf, Holz, Gas und Wind) in dieser Region den Besucher zu einem Erlebnis zu machen.

### ZIEL DES PROJEKTS

Um mögliche Fehlplanungen zu vermeiden, sind zusätzliche Abklärungen und Messungen unumgänglich. Ziel des nun vorliegenden Projekts ist es, alternative Standorte in unmittelbarer Umgebung des ursprünglichen Vorhabens bezüglich Windressourcen detailliert abzuklären. Im anstehenden Umzonungsverfahren (siehe Abbildung 1) der Gemeinde könnten diese Standorte entsprechend berücksichtigt werden.



# Entwurf



Sonderbauzone Information

SI



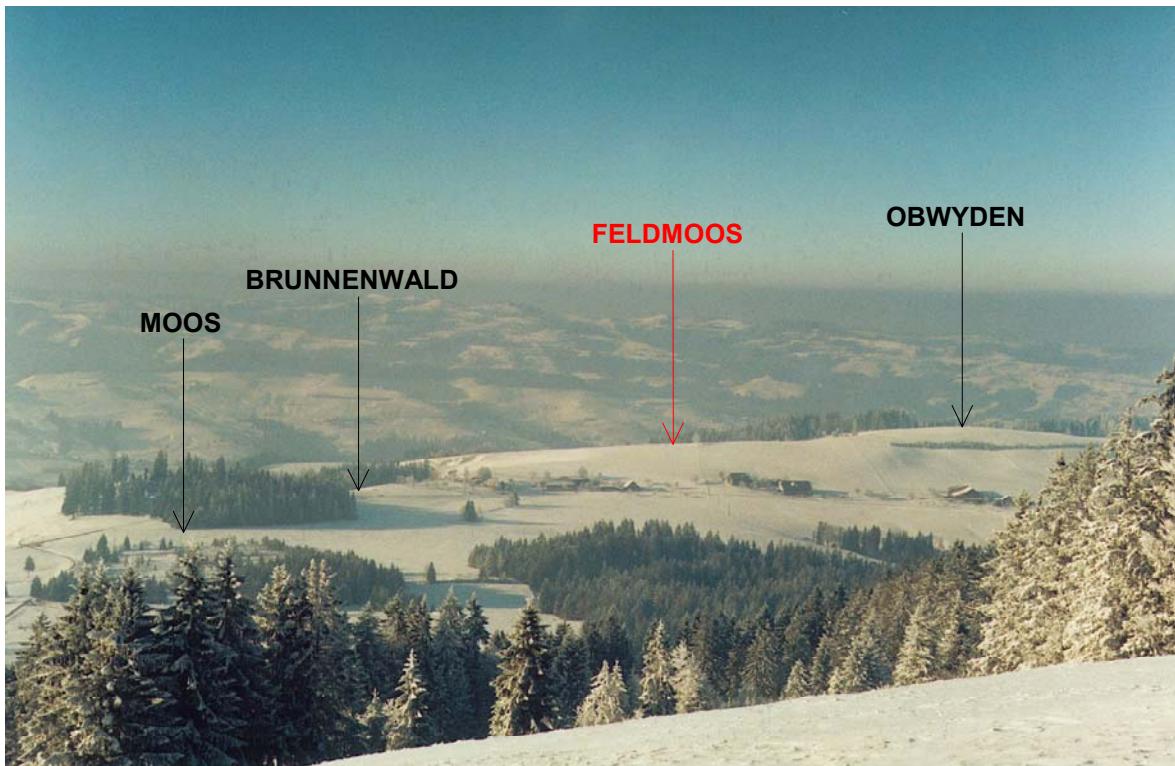
Sonderbauzone Windkraftanlagen

SW

ABBILDUNG 1 ENTWURF ZONENPLAN

## VORGEHEN

Es wurden gleichzeitig Windmessungen am Standort Feldmoos (Referenzstandort) und je vier Monate an den Standorten Mettelimoos (Im Bericht als Standort Moos bezeichnet), Brunnenwald und Obwyden durchgeführt (siehe Abbildung 2). So ist eine Beurteilung der Windverhältnisse während einer kurzen Messperiode (siehe Tabelle 2) an den zusätzlichen Standorten möglich. Es setzte also zwei Messmasten und Messgeräte voraus und wenn möglich wird auf Nabenhöhe von 60m gemessen.



**ABBILDUNG 2 STANDORTE**

**TABELLE 2 MESSPERIODEN**

Standort	Messdauer
Feldmoos (Referenzstandort)	Mai 2001 – April 2002 (12 Monate)
Mettelimoos	April 2001 – Juli 2002 ( 4 Monate)
Brunnenwald	August 2001 – Mitte Dezember 2001 ( 4.5 Monate)
Obwyden	Februar 2002 – Mai 2002 ( 4 Monate)

## Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

### MESSMASTEN

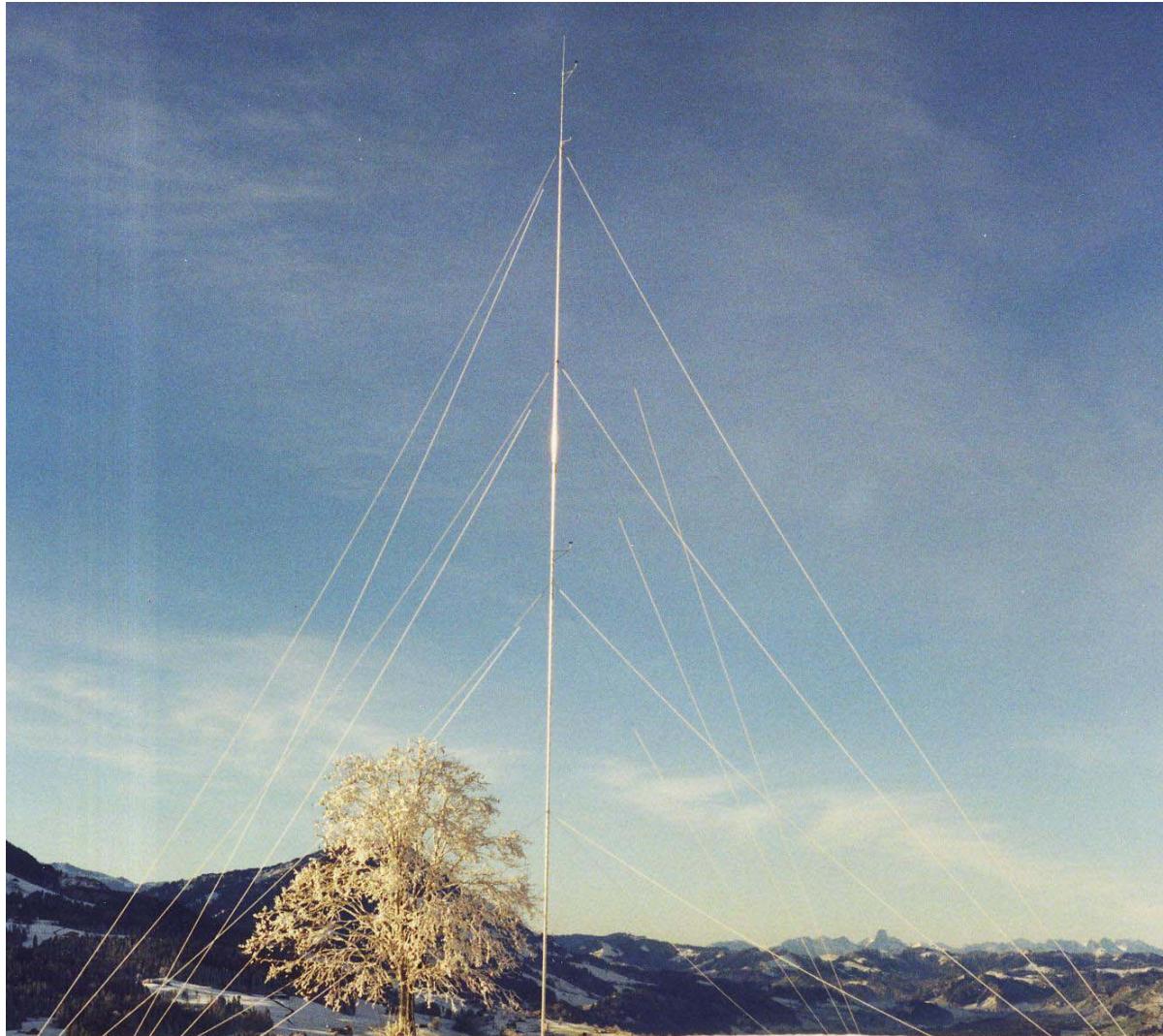
Nach anfänglichen Verzögerungen der Herstellung der Messmasten, da ich damals bei einer Holztransportfirma angestellt war, konnte ich den ersten Masten Ende März 2001 installieren. Auch diese Leichtmetallmaste sind, wie der Vorgänger, einfach zu transportieren und ohne Kran aufzustellen. Da auf dem Standort Moos die Platzverhältnisse knapp waren, begrenzt durch die Stromleitung von 20kV auf der einen und auf der andern Seite durch die Strasse, musste zum Aufstellen des Mastes die Länge auf 48m festgelegt werden. Womit einfach halber an den andern Standorten diese Messhöhen von 24m A2 und 48m A1 übernommen wurden.

Ich habe dieses mal zwei Typen von Masten entwickelt. Der Masten RS60 (siehe Abbildung 3) wurde so konzipiert, das er nur auf zwei Höhen abgespannt werden muss. Somit hat man bei Eisbildung weniger Druck durch die Abspannseile. Der zweite Masten R48 (siehe Abbildung 4) in der Höhe alle 11m mit rund 800m Stahlseil abgespannt.

Bis jetzt haben sich beide Typen bestens bewährt und auch schon stärkere Eisbildung (Abbildung 7 ) mit starken Winden mühelos standgehalten.



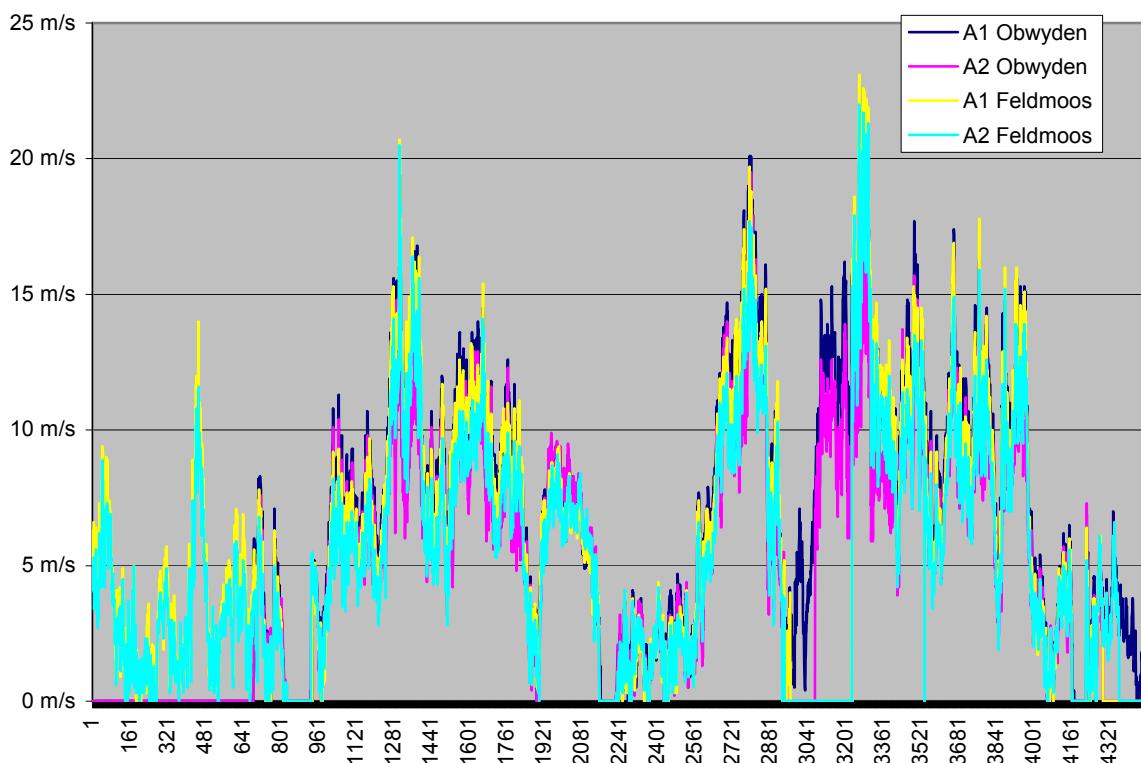
A  
BBILDUNG 3 MESSMASTEN RS60

**ABBILDUNG 4 MESSMASTEN R48**

Obwohl der Masten RS 48 durch die zusätzlichen Stege und Vorspannung des Mastens stabiler wurde, ist die Herstellung zu aufwendig und kostspielig. In Zukunft wird sich der einfache Rohrmast in der Windmessung auch unter extremen Bedingungen, wie Starke Eisbildung, durchsetzen. Für Messhöhen über 60m sind als alternative auch abgespannte Gittermasten zu prüfen.

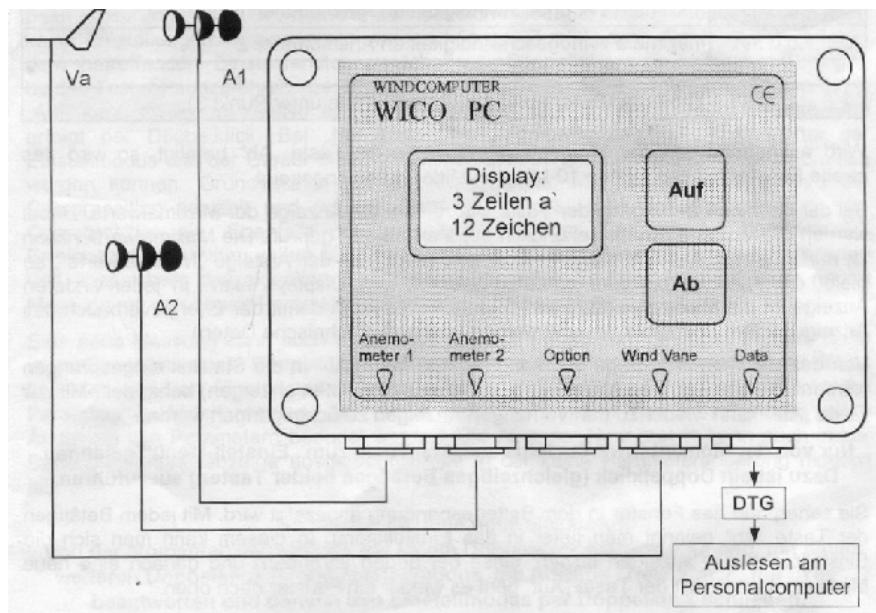
## MESSGERÄTE

Es werden wiederum geeichte Messgeräte des *Ing. Büro Schoder* [1] eingesetzt. Leider waren die neu gelieferten Anemometern etwas heikeler auf Magnetfelder von Blitzen und Entladungen. Sie messen die Drehzahl mit einem Magneten und nicht wie die Vorgängerversion mit Lichtschranken. Im Verlauf des Sommers führten starke Gewitter zu einen Unterbruch der feinen Induktivspulen. Dabei wurde bei beiden Masten die oberen Anemometern in Mitleidenschaft gezogen und somit lieferten diese keine Impulse für das Aufzeichnungsgerät, was zu fehlenden Aufzeichnungen von den Anemometern A1 führte. Mit einer entsprechenden Abschirmung der Spulen konnte dieser Mangel der Anemometer weitgehend behoben werden. Ausserdem wäre es von Vorteil bei Vergleichsmessungen eine funkgesteuerte Uhr einzusetzen, um bei kleineren Unterbrüchen der Spannung im Messgerät die Zeitreihe wieder synchron weiter zu führen. Man kann die beiden Zeitreihen anhand eines Liniendiagramm (siehe Diagramm 1) einfach auf Übereinstimmung prüfen. Es ist aber mit einem entsprechenden Aufwand verbunden, da bis zu 4464 Zeitreihen pro Monat anfallen!



**DIAGRAMM 1 PARALLELVERLAUF DER MESSDATEN**

Es wird bei der Messung die Windrichtung und die Windgeschwindigkeiten auf zwei Höhen erfasst und die Daten im Anzeigegerät «WICO PC» aufgezeichnet.



**ABBILDUNG 5 ANZEIGEGERÄT „WICO PC“**

Die erfassten Windgeschwindigkeiten, Standartabweichungen, Windrichtung und eventuelle Fehlermeldungen werden alle 10 Minuten mit Datum und Uhrzeit in einen Ringspeicher mit einer Kapazität von 90 Tage abgelegt.

**DIAGRAMM 2 AUFZEICHNUNG DER 10 - MINUTENWERTE**

Site :	FELDMOOS	S6
Start :	01.01.99	00:00:00
Intervall:	10	
nAverage :	4462	
Average A1:	49	
Average A2:	43	
	Offset	Windrun
A1:	636	727
A2:	636	727
WSL1:	25	
WSL2:	40	
Battery (int.):	3.4	
Konfig:	31	

Pos.	Time Date	A1-	A2-	A1s	A2s	Va	Errors
1	00:10 1,1,99	49	48	12	14	5	
2	00:20 1,1,99	74	74	12	12	5	
3	00:30 1,1,99	90	86	14	12	3	
4	00:40 1,1,99	90	87	11	12	4	
5	00:50 1,1,99	80	76	9	9	4	
6	01:00 1,1,99	73	67	10	11	4	
7	01:10 1,1,99	63	57	12	14	5	
8	01:20 1,1,99	50	43	11	8	5	
9	01:30 1,1,99	55	51	11	13	5	
10	01:40 1,1,99	79	78	10	13	4	

Zusätzlich erstellt das Gerät für jeden Monat einen Statistikblock. Er enthält folgende Aufzeichnungen:

**TABELLE 3 AUFZEICHNUNG „STATISTIK – BLOCK“**

Datenaufzeichnung:	
Statistik	
Speicher für 14 Statistik- Blöcke	Häufigkeitsverteilung (28 Windklassen)
	Richtungsverteilung (12 Sektoren)
	mittlere Windgeschwindigkeit/Sektor
	maximale Windgeschwindigkeit/Sektor
	Flautenklassierung (2 x 12 Flautenklassen)
	Tagesgang (24 Stundenmittel)
	Standartabweichung (24 Stundenmittel)
+ Zeitreihe	

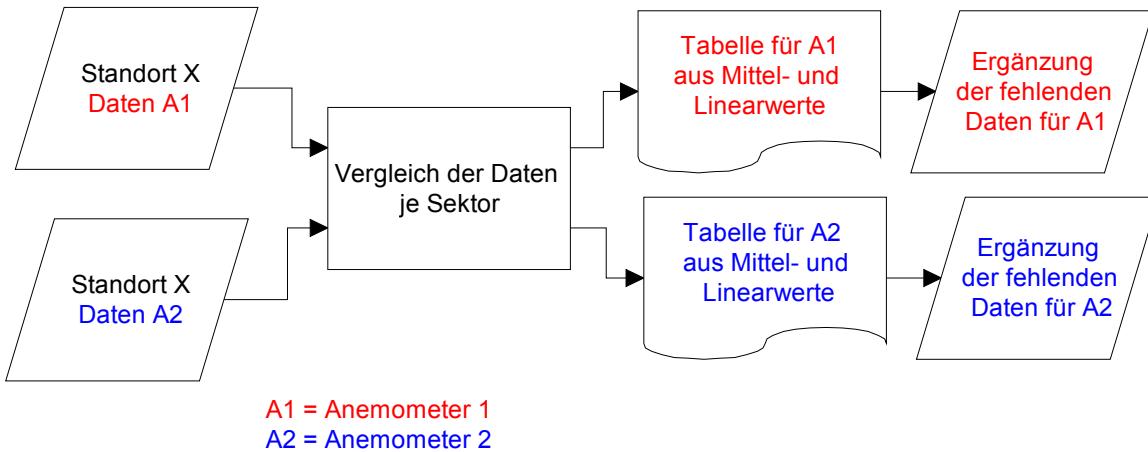


**ABBILDUNG 6 DATENTRANSPORTGERÄT**

Mit dem Datentransportgerät werden die Daten am Messstandort kopiert und anschliessend auf dem Personalcomputer eingelesen und ausgewertet.

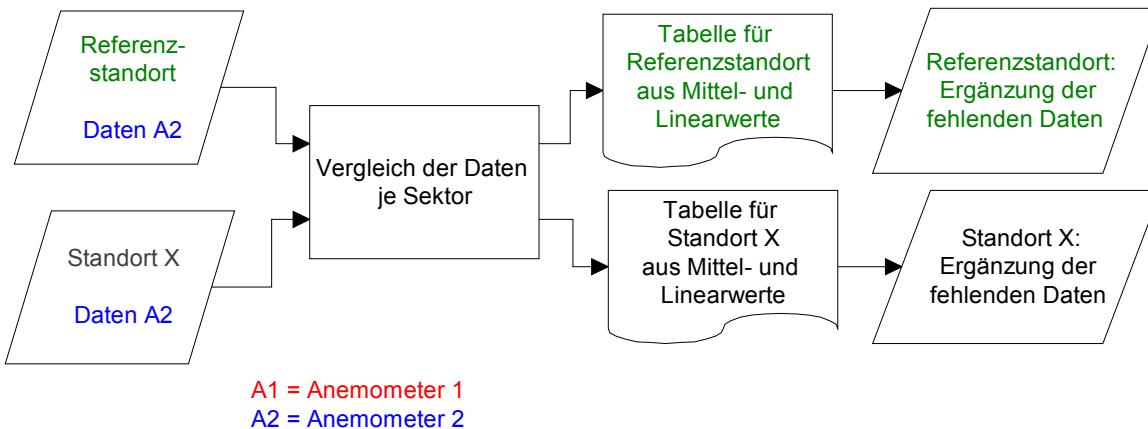
## DATEN KORRELATION

Wie in der Überschrift Vorgehen beschrieben, werden an den Standorten nur Temporärmessungen von jeweils 4 Monate Dauer durchgeführt und mit dem Referenzstandort verglichen. Die restlichen Daten für das gesamte Jahr werden aus den erhobenen Daten berechnet. Als erste wurden die Daten von einzeln aufgefallenen Anemometern ergänzt.



## FLUSSDIAGRAMM 1 ERGÄNZUNG VON A1/A2

Als weiterer Schritt wurden die Daten der einzelnen Standorte vervollständigt.



## FLUSSDIAGRAMM 2 ERGÄNZUNG DER STANDORTE

Das genau Vorgehen der Berechnung siehe im Zwischenbericht Windverhältnisse Mettelimoos - Obwyden vom Dezember 2001.

Alle Berechnungen beruhen auf 10-Minutenwerte (Zeitreihe), um möglichst geringe Fehlberechnung zu erzielen und basieren nicht wie in anderen Programmen für Ertragsprognosen auf Statistiken. Das setzt entsprechende Rechnerleistung voraus. Mit dieser Methode konnten einzelne Ausfälle (Defekte, Vereisung) der Anemometer und auch die Ergänzung einzelner Monate mit hoher Genauigkeit durchgeführt werden.

**TABELLE 4 ANZAHL ZEITREIHEN**

	Anzahl Zeitreihen			
	Korrekt Aufgezeichnet	Vergleichbar mit Referenzst.	Ergänzte Zeitreihen	Total März 01 - Oktober 02
Referenzstandort				
Feldmoos	77'578		7'272	
Moos	13'023	6'087	71'827	
Brunnenwald	19'473	14'692	65'377	
Obwyden	16'521	15'833	68'329	
				je 84'850

Am Standort Moos waren Aufgrund der Ausfälle der obersten Anemometern durch Blitze „nur“ 6'087 Zeitreihen direkt vergleichbar.

**ABBILDUNG 7 VEREISSUNG**

Vor allem bei entsprechenden Wetterlagen um den Gefrierpunkt, Winde aus der Richtung Nord und hoher Luftfeuchtigkeit (Nebel) ist mit Eisbildung zu rechnen. Wie auf Abbildung 7 im Dezember 2001 kann dies zu einem starken Eisansatz von über 10cm führen. Außerdem kamen noch starke Winde bis zu 100 km/h dazu. Unter diesen Bedingungen ist bei einer Windkraftanlage mit entsprechenden Ertragsausfällen zurechnen. Wobei die Messgeräte während dieser Zeit gar keine Windgeschwindigkeit registrierten und keine Korrektur der Mittelwerte möglich ist, sind somit diese Ertragsausfälle weitgehend in der Ertragsberechnung berücksichtigt.

## REFERENZSTANDORT FELDMOOS

### Angaben

Standortbezeichnung: Feldmoos  
 X-Koordinate [km]: 649.340  
 Y-Koordinate [km]: 204.690  
 m. ü. M.: 1'040

### Beschreibung

Siehe die Standortbeschreibung in den Zwischen- und Schlussbericht „Windmessungen Feldmoos“ vom Februar 1998 – Mai 1999.

### Messergebnisse

TABELLE 5 MONATSMITTELWERTE FELDMOOS

Durchschnittliche Windgeschwindigkeit		Höhe: Stunden	10.0 m	24.0 m	48.0 m	Nabenhöhe:	
Messhöhe:	X					X	60 m
<b>März 01</b>	<b>268.3 h</b>	5.4 m/s	5.9 m/s	6.4 m/s	6.7 m/s		
<b>April 01</b>	<b>720.0 h</b>	3.3 m/s	3.7 m/s	4.3 m/s	4.6 m/s		
<b>Mai 01</b>	<b>744.0 h</b>	3.2 m/s	3.5 m/s	3.9 m/s	4.1 m/s		
<b>Juni 01</b>	<b>720.0 h</b>	2.9 m/s	3.3 m/s	3.8 m/s	4.0 m/s		
<b>Juli 01</b>	<b>744.0 h</b>	2.9 m/s	3.3 m/s	3.8 m/s	4.0 m/s		
<b>August 01</b>	<b>744.0 h</b>	2.3 m/s	2.7 m/s	3.1 m/s	3.3 m/s		
<b>September 01</b>	<b>720.0 h</b>	3.3 m/s	3.8 m/s	4.2 m/s	4.4 m/s		
<b>Oktober 01</b>	<b>744.0 h</b>	2.4 m/s	2.8 m/s	3.3 m/s	3.5 m/s		
<b>November 01</b>	<b>720.0 h</b>	4.6 m/s	5.2 m/s	5.8 m/s	6.1 m/s		
<b>Dezember 01</b>	<b>722.5 h</b>	4.2 m/s	4.5 m/s	5.4 m/s	5.6 m/s		
<b>Januar 02</b>	<b>744.0 h</b>	3.1 m/s	3.6 m/s	4.1 m/s	4.3 m/s		
<b>Februar 02</b>	<b>672.0 h</b>	5.3 m/s	6.1 m/s	6.8 m/s	7.1 m/s		
<b>März 02</b>	<b>743.0 h</b>	3.8 m/s	4.2 m/s	4.5 m/s	4.7 m/s		
<b>April 02</b>	<b>720.0 h</b>	3.5 m/s	3.9 m/s	4.1 m/s	4.3 m/s		
<b>Mai 02</b>	<b>744.0 h</b>	2.7 m/s	3.0 m/s	3.2 m/s	3.4 m/s		
<b>Juni 02</b>	<b>720.0 h</b>	2.8 m/s	3.1 m/s	3.4 m/s	3.6 m/s		
<b>Juli 02</b>	<b>744.0 h</b>	3.0 m/s	3.4 m/s	3.8 m/s	3.9 m/s		
<b>August 02</b>	<b>744.0 h</b>	2.5 m/s	2.9 m/s	3.2 m/s	3.4 m/s		
<b>September 02</b>	<b>720.0 h</b>	2.8 m/s	3.0 m/s	3.1 m/s	3.2 m/s		
<b>Oktober 02</b>	<b>743.8 h</b>	3.7 m/s	4.2 m/s	4.6 m/s	4.8 m/s		
<b>Gesamt:</b>	<b>14141.7 h</b>	<b>3.3 m/s</b>	<b>3.7 m/s</b>	<b>4.2 m/s</b>	<b>4.4 m/s</b>		
<b>April 01-März 02</b>	<b>8737.5 h</b>	<b>3.4 m/s</b>	<b>3.9 m/s</b>	<b>4.4 m/s</b>	<b>4.6 m/s</b>		
<b>November 01-Oktober 02</b>	<b>8737.3 h</b>	<b>3.5 m/s</b>	<b>3.9 m/s</b>	<b>4.3 m/s</b>	<b>4.5 m/s</b>		

Wie in Tabelle 5 Monatsmittelwerte Feldmoos ersichtlich ist, sind die Jahresmittelwerte mit 4.6 m/s eher tief. Trotzdem resultiert aus den erhobenen Daten Stromerträge (siehe Tabelle 6 Erträge Feldmoos) wie in früheren Messungen. Dies ist vor allem auf die Häufigkeitsverteilung (siehe Diagramm 4 Häufigkeitsverteilung Feldmoos) zurückzuführen und der Monat Februar 02 mit einem Monatsmittelwert von 6.8 m/s in Messhöhe trägt das seine dazu. Womit bei Standortbeurteilungen nicht die mittleren Windgeschwindigkeit massgebend ist, sondern die spezifisch Leistung des Windes.

## TABELLE 6 ERTRÄGE FELDMOOSEN

Tarif	M1800-600/150kW			Tarif			Tarif			Tarif		
	Betriebs h	60 m	H	N	H	N	Betriebs h	65 m	H	N	H	N
März 01 W	184.2 h	37931 kWh	SFr. 51861.41	SFr. 1820.90	198.0 h	50802 kWh	SFr. 7813.56	SFr. 21458.28				
April 01 S	479.5 h	71396 kWh	SFr. 8330.71	SFr. 1903.30	517.8 h	100041 kWh	SFr. 11507.56	SFr. 2749.70				
Mai 01 S	521.3 h	45592 kWh	SFr. 51234.83	SFr. 1257.87	573.2 h	65104 kWh	SFr. 71498.64	SFr. 1'7784.55				
Juni 01 S	511.5 h	45548 kWh	SFr. 51532.99	SFr. 1105.05	554.0 h	65879 kWh	SFr. 71941.29	SFr. 1'629.11				
Juli 01 S	510.2 h	45137 kWh	SFr. 51201.32	SFr. 1235.97	559.7 h	66511 kWh	SFr. 71598.95	SFr. 1'853.99				
August 01 S	457.0 h	27245 kWh	SFr. 3117.14	SFr. 757.23	516.7 h	40052 kWh	SFr. 4541.26	SFr. 11133.76				
September 01 S	470.7 h	68111 kWh	SFr. 7049.37	SFr. 2264.77	508.5 h	96074 kWh	SFr. 9873.35	SFr. 3229.62				
Oktober 01 W	442.8 h	35329 kWh	SFr. 4707.50	SFr. 2094.91	498.0 h	52208 kWh	SFr. 61918.23	SFr. 3116.15				
November 01 W	601.2 h	114739 kWh	SFr. 18148.52	SFr. 5286.25	631.2 h	157118 kWh	SFr. 24995.82	SFr. 7162.25				
Dezember 01 W	511.5 h	116192 kWh	SFr. 17293.64	SFr. 5928.77	559.2 h	154364 kWh	SFr. 22998.60	SFr. 7864.04				
Januar 02 W	449.2 h	75052 kWh	SFr. 11389.48	SFr. 3713.42	490.3 h	102898 kWh	SFr. 15706.82	SFr. 5042.45				
Februar 02 W	521.3 h	155377 kWh	SFr. 23793.10	SFr. 7574.11	542.5 h	205095 kWh	SFr. 31221.86	SFr. 10095.66				
März 02 W	480.3 h	74540 kWh	SFr. 12718.79	SFr. 2941.42	533.8 h	98933 kWh	SFr. 16847.67	SFr. 3921.68				
April 02 S	491.7 h	58302 kWh	SFr. 61535.55	SFr. 1687.92	534.0 h	81740 kWh	SFr. 9151.19	SFr. 2372.29				
Mai 02 S	459.8 h	27563 kWh	SFr. 2842.75	SFr. 920.60	520.2 h	40135 kWh	SFr. 4105.39	SFr. 1'358.77				
Juni 02 S	489.8 h	30181 kWh	SFr. 3807.01	SFr. 661.85	540.7 h	43997 kWh	SFr. 5526.97	SFr. 1916.26				
Juli 02 S	517.0 h	44952 kWh	SFr. 1265.74	SFr. 110.28	568.3 h	64518 kWh	SFr. 7334.28	SFr. 1816.93				
August 02 S	446.2 h	32433 kWh	SFr. 3765.80	SFr. 873.88	488.2 h	47882 kWh	SFr. 51495.44	SFr. 1'322.21				
September 02 S	413.0 h	28998 kWh	SFr. 31546.24	SFr. 691.69	467.5 h	42168 kWh	SFr. 51132.93	SFr. 1017.81				
Oktober 02 W	441.2 h	80868 kWh	SFr. 11279.94	SFr. 4527.52	483.7 h	109489 kWh	SFr. 15387.13	SFr. 61068.97				
<b>Total:</b>	<b>9399.3 h</b>	<b>1215474 kWh</b>	<b>SFr. 165'266.37</b>	<b>SFr. 48'513.17</b>	<b>10285.3 h</b>	<b>1685008 kWh</b>	<b>SFr. 227'596.93</b>	<b>SFr. 66'974.47</b>	<b>Gesamt:</b>	<b>SFr. 294'571.40</b>		
April 01-März 02	5956.5 h	874257 kWh	SFr. 122'517.39	SFr. 36'063.07	6484.8 h	1204278 kWh	SFr. 167'650.05	SFr. 49'582.96				
November 01-Okttober 02	5822.2 h	839186 kWh	SFr. 120'231.10	SFr. 36'073.17	6359.5 h	1148336 kWh	SFr. 163'904.09	SFr. 49'019.31				
Last				SFr. 156'304.28	Last		15%	Durchs.:				
Verfügbarkeit				SFr. 158'580.46	86 kWh			119 kWh				
								73%				

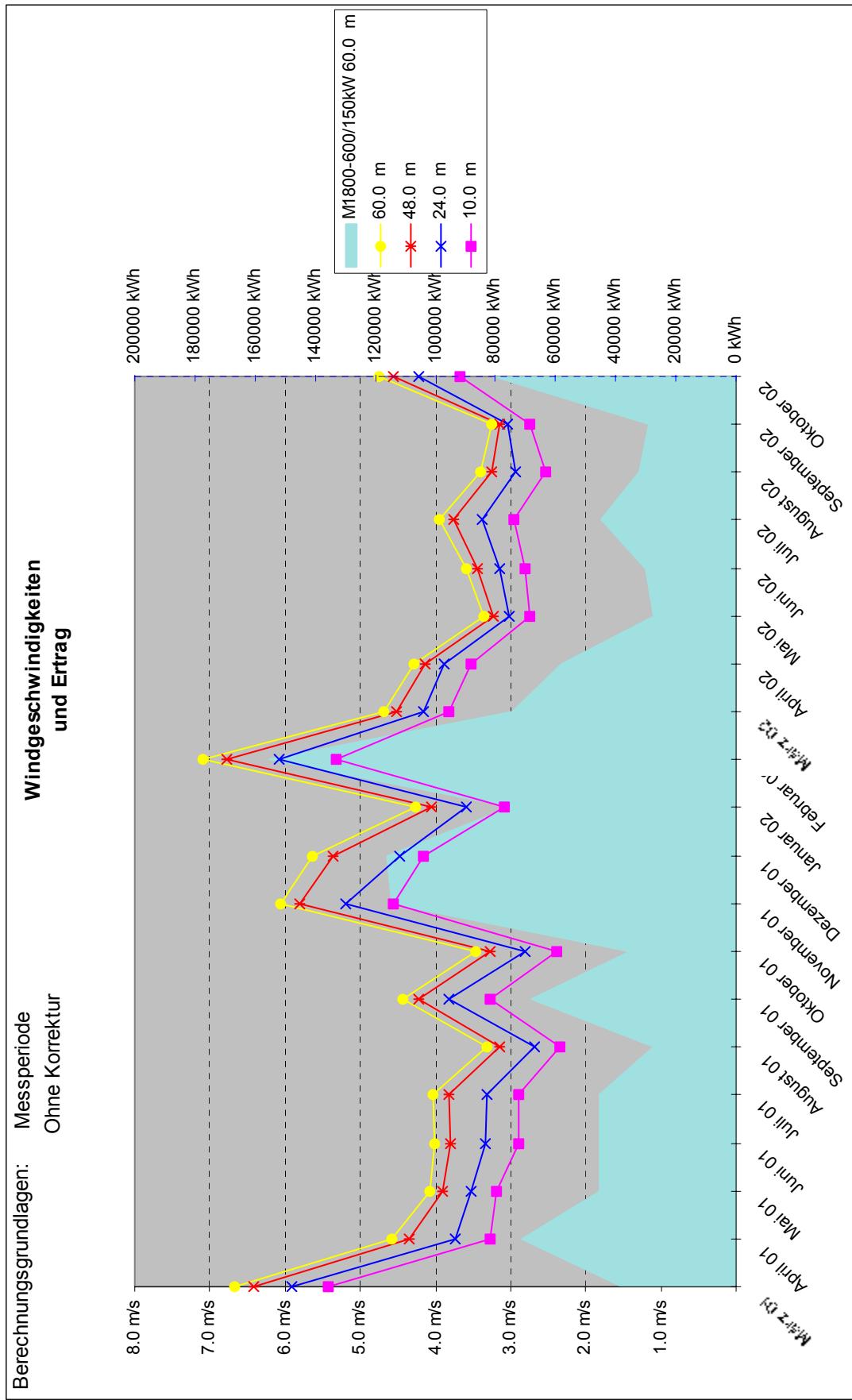


DIAGRAMM 3 WINDGESCHWINDIGKEITEN UND ERTRAG FELDMOOS

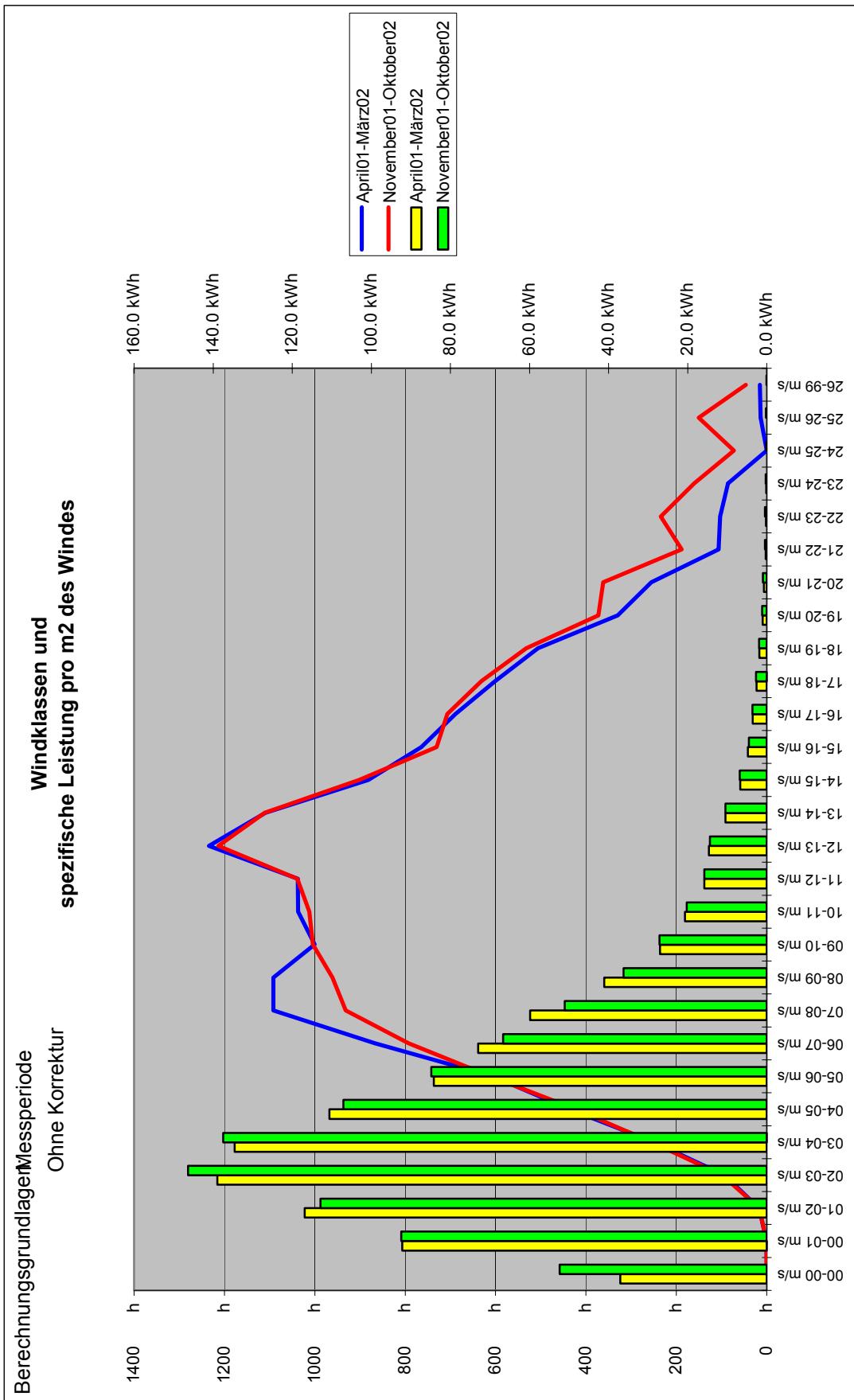


DIAGRAMM 4 HÄUFIGKEITSVERTEILUNG FELDMOOS

## STANDORT MOOS

### Angaben

Standortbezeichnung: Moos  
 X-Koordinate [km]: 649.480  
 Y-Koordinate [km]: 204.020  
 m. ü. M.: 1'020

### Beschreibung

Siehe die Standortbeschreibung in den Zwischenbericht „Windverhältnisse Mettelimoos - Obwyden“ vom 15. Dezember 2001.

### Messergebnisse

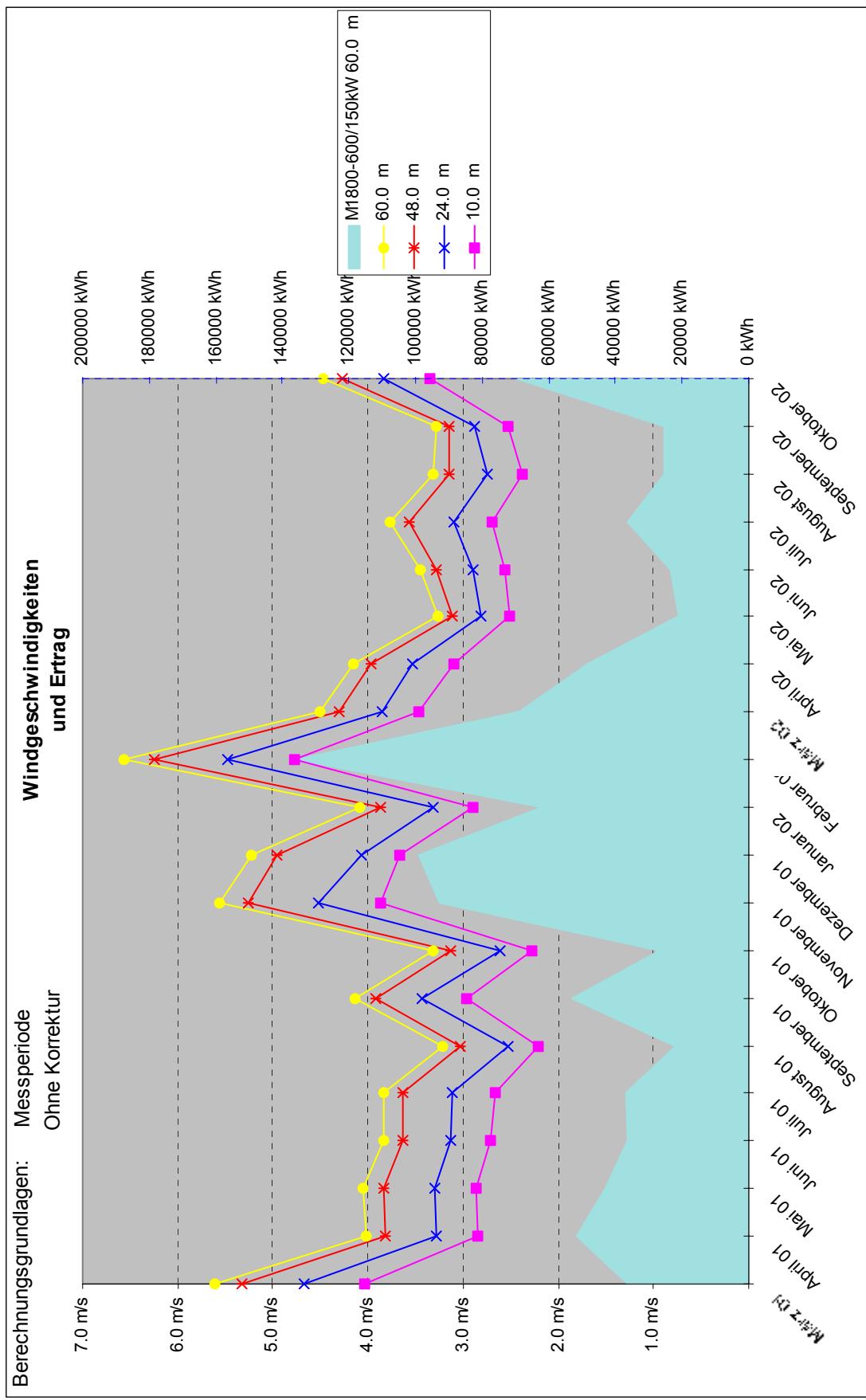
TABELLE 7 MONATSMITTELWERTE MOOS

Durchschnittliche Windgeschwindigkeit		Nabenhöhe:			
Höhe:	Stunden	10.0 m	24.0 m	48.0 m	60 m
<b>Messhöhe:</b>			<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>März 01</b>	268.3 h	4.0 m/s	4.7 m/s	5.3 m/s	5.6 m/s
<b>April 01</b>	720.0 h	2.8 m/s	3.3 m/s	3.8 m/s	4.0 m/s
<b>Mai 01</b>	744.0 h	2.9 m/s	3.3 m/s	3.8 m/s	4.0 m/s
<b>Juni 01</b>	720.0 h	2.7 m/s	3.1 m/s	3.6 m/s	3.8 m/s
<b>Juli 01</b>	744.0 h	2.7 m/s	3.1 m/s	3.6 m/s	3.8 m/s
<b>August 01</b>	744.0 h	2.2 m/s	2.5 m/s	3.0 m/s	3.2 m/s
<b>September 01</b>	720.0 h	3.0 m/s	3.4 m/s	3.9 m/s	4.1 m/s
<b>Oktober 01</b>	744.0 h	2.3 m/s	2.6 m/s	3.1 m/s	3.3 m/s
<b>November 01</b>	720.0 h	3.9 m/s	4.5 m/s	5.3 m/s	5.6 m/s
<b>Dezember 01</b>	722.5 h	3.7 m/s	4.1 m/s	5.0 m/s	5.2 m/s
<b>Januar 02</b>	744.0 h	2.9 m/s	3.3 m/s	3.9 m/s	4.1 m/s
<b>Februar 02</b>	672.0 h	4.8 m/s	5.5 m/s	6.2 m/s	6.6 m/s
<b>März 02</b>	743.0 h	3.5 m/s	3.9 m/s	4.3 m/s	4.5 m/s
<b>April 02</b>	720.0 h	3.1 m/s	3.5 m/s	4.0 m/s	4.2 m/s
<b>Mai 02</b>	744.0 h	2.5 m/s	2.8 m/s	3.1 m/s	3.3 m/s
<b>Juni 02</b>	720.0 h	2.6 m/s	2.9 m/s	3.3 m/s	3.4 m/s
<b>Juli 02</b>	744.0 h	2.7 m/s	3.1 m/s	3.6 m/s	3.8 m/s
<b>August 02</b>	744.0 h	2.4 m/s	2.7 m/s	3.1 m/s	3.3 m/s
<b>September 02</b>	720.0 h	2.5 m/s	2.9 m/s	3.1 m/s	3.3 m/s
<b>Oktober 02</b>	743.8 h	3.3 m/s	3.8 m/s	4.3 m/s	4.5 m/s
<b>Gesamt:</b>	<b>14141.7 h</b>	<b>3.0 m/s</b>	<b>3.4 m/s</b>	<b>3.9 m/s</b>	<b>4.1 m/s</b>
<b>April 01-März 02</b>	8737.5 h	3.1 m/s	3.5 m/s	4.1 m/s	4.3 m/s
<b>November 01-Oktober 02</b>	8737.3 h	3.1 m/s	3.6 m/s	4.1 m/s	4.3 m/s

An diesem Standort wurden die geringsten Windgeschwindigkeiten gemessen, (Siehe auch unter der Überschrift Standortvergleich), obwohl der Südwestwind frei anströmen konnte. Ein Grund könnte auch der Ausfall der oberen Anemometer sein, womit die Berechnungen nicht mit der selben hohen Sicherheit durchführbar waren. Trotz dieser Unsicherheit ist mit den tiefsten Windgeschwindigkeiten im Gesamtmessgebiet zu rechnen und sind entsprechend „geringe“ Jahreserträge erwarten. Leider wurde der Standort aufgrund der Nähe zum Naturschutzgebiet aus dem Zonenplan gestrichen.

**TABELLE 8 ERTRÄGE MOOS**

Tarif	W1800-600/150kW		H		Tarif N		Lagerway LW58		65 m		H		Tarif N	
	Betriebs h	60 m	Betriebs h	60 m	Betriebs h	N	Betriebs h	LW58	Betriebs h	65 m	Betriebs h	H	Betriebs h	N
März 01 W	189.5 h	36410 kWh	SFr. 6'076.67	SFr. 1'508.97	202.8 h	49023 kWh	SFr. 8'086.12	SFr. 2'082.42						
April 01 S	467.7 h	51509 kWh	SFr. 6'049.95	SFr. 1'353.32	512.5 h	74948 kWh	SFr. 8'727.48	SFr. 2'006.85						
Mai 01 S	539.2 h	43235 kWh	SFr. 5'255.10	SFr. 1'047.44	589.7 h	62790 kWh	SFr. 7'608.94	SFr. 1'532.70						
Juni 01 S	510.8 h	36535 kWh	SFr. 4'669.67	SFr. 770.64	566.3 h	53478 kWh	SFr. 6'797.66	SFr. 1'146.82						
Juli 01 S	511.7 h	36942 kWh	SFr. 4'811.79	SFr. 734.14	563.3 h	54835 kWh	SFr. 7119.68	SFr. 1'101.15						
August 01 S	449.7 h	21849 kWh	SFr. 2'572.18	SFr. 571.09	505.3 h	32489 kWh	SFr. 3'790.93	SFr. 866.14						
September 01 S	458.8 h	52915 kWh	SFr. 5'486.18	SFr. 1'754.69	505.5 h	75610 kWh	SFr. 7'794.25	SFr. 2'529.75						
Oktober 01 W	428.5 h	26944 kWh	SFr. 3'545.79	SFr. 1'621.24	483.7 h	40231 kWh	SFr. 5'284.28	SFr. 2'426.17						
November 01 W	606.5 h	92645 kWh	SFr. 14'762.03	SFr. 4'210.88	634.8 h	129533 kWh	SFr. 20'746.09	SFr. 5'831.12						
Dezember 01 W	511.7 h	98967 kWh	SFr. 14'888.99	SFr. 4'1965.43	546.8 h	134403 kWh	SFr. 20'108.26	SFr. 6'802.77						
Januar 02 W	441.3 h	62049 kWh	SFr. 9281.07	SFr. 3141.71	490.2 h	86845 kWh	SFr. 13'088.59	SFr. 4'344.84						
Februar 02 W	519.5 h	136050 kWh	SFr. 21'012.33	SFr. 6'537.14	542.0 h	183215 kWh	SFr. 28'072.44	SFr. 8'922.32						
März 02 W	486.5 h	68868 kWh	SFr. 11'759.05	SFr. 2'713.37	534.8 h	92668 kWh	SFr. 15'811.86	SFr. 3'656.85						
April 02 S	496.8 h	48271 kWh	SFr. 5'355.96	SFr. 1'425.08	539.8 h	69639 kWh	SFr. 7'728.38	SFr. 2'055.15						
Mai 02 S	464.3 h	21291 kWh	SFr. 2'173.76	SFr. 722.87	513.8 h	31626 kWh	SFr. 3'215.44	SFr. 1'080.51						
Juni 02 S	485.7 h	23337 kWh	SFr. 2'913.63	SFr. 526.79	532.5 h	34597 kWh	SFr. 785.96	SFr. 4'309.55						
Juli 02 S	504.0 h	36501 kWh	SFr. 4'140.63	SFr. 1'032.28	566.0 h	53413 kWh	SFr. 6'056.60	SFr. 1'511.80						
August 02 S	451.3 h	25337 kWh	SFr. 3'006.72	SFr. 650.30	483.8 h	37900 kWh	SFr. 4'455.02	SFr. 993.97						
September 02 S	418.7 h	25542 kWh	SFr. 3'143.07	SFr. 599.52	463.5 h	37922 kWh	SFr. 4'649.35	SFr. 888.74						
Okttober 02 W	443.5 h	70024 kWh	SFr. 9703.49	SFr. 3'954.28	481.8 h	96056 kWh	SFr. 13'372.78	SFr. 5'391.57						
<b>Total:</b>	<b>9385.7 h</b>	<b>1015221 kWh</b>	<b>SFr. 140'608.05</b>	<b>SFr. 39'841.18</b>	<b>10249.2 h</b>	<b>1431223 kWh</b>	<b>SFr. 196'823.69</b>	<b>SFr. 55'967.57</b>	<b>Gesamt:</b>	<b>SFr. 252'791.26</b>				
April 01-März 02	5931.8 h	728508 kWh	SFr. 104'094.12	SFr. 29'421.10	6475.0 h	1021046 kWh	SFr. 144'950.45	SFr. 41'167.47						
November 01-Okttober 02	5829.8 h	708882 kWh	SFr. 102'140.73	SFr. 30'479.65	6320.0 h	987817 kWh	SFr. 141'614.35	SFr. 42'275.58						
Last				SFr. 132'620.38	Last	13%	Durchs.:	SFr. 183'889.93						
Verfügbarkeit					Durchs.:	72%	Durchs.:		101 kWh					



## DIAGRAMM 5 WINDGESCHWINDIGKEITEN UND ERTRÄGE MOOS

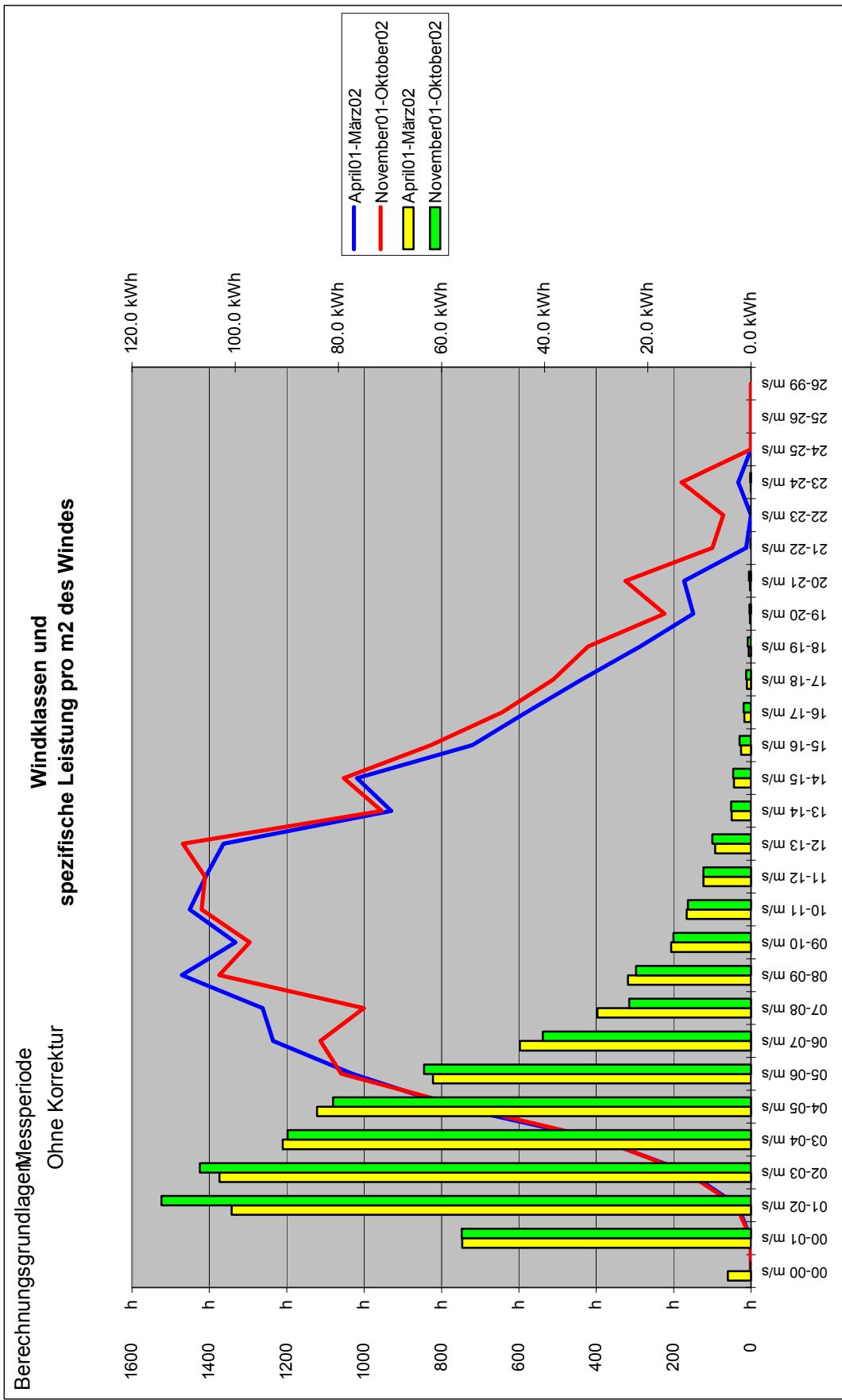


DIAGRAMM 6 HÄUFIGKEITSVERTEILUNG MOOS

## STANDORT BRUNNENWALD

### Angaben

Standortbezeichnung: Brunnenwald  
X-Koordinate [km]: 649.350  
Y-Koordinate [km]: 204.230  
m. ü. M.: 1'025

### Beschreibung

Auf dem neu überarbeiteten Zonenplan (siehe Abbildung 1) wäre dies die südlichste Anlage. Wie auf den anderen Parzellen wird auch an diesem Standort intensive Landwirtschaft betrieben. Er zeichnet sich vor allem durch die Nähe zur Güterstrasse aus. Die Entfernung zur 20kV Ringleitung beträgt etwa 300m.



### ABBILDUNG 8 SICHT RICHTUNG NORDEN

Er ist vor allem in Richtung Nordosten (siehe Abbildung 8) frei von Hindernissen. Aus dieser Richtung sind sicher höhere Erträge und Windgeschwindigkeiten zu erwarten als bei den anderen Standorten. In der Hauptrichtung ist ein Ausläufer eines Hügelzuges, der sich vom Standort bis etwa 1km in Richtung Südwest erstreckt. Dies führt sicher dazu, dass der Wind eher vom Standort weg gelenkt wird und somit wirkt sich das auf den Jahresertrag aus.



#### ABBILDUNG 9 SICHT RICHTUNG SÜDSÜDWEST

Aus Richtung Süden ist eine Waldparzelle (siehe Abbildung 9), die den Südwind behindert und zu Turbulenzen führt. Trotzdem das der Wind aus dieser Richtung stürmisch sein kann, macht er zeitlich einen geringen Anteil aus und somit wird das Hindernis den Ertrag nicht wesentlich beeinflussen.

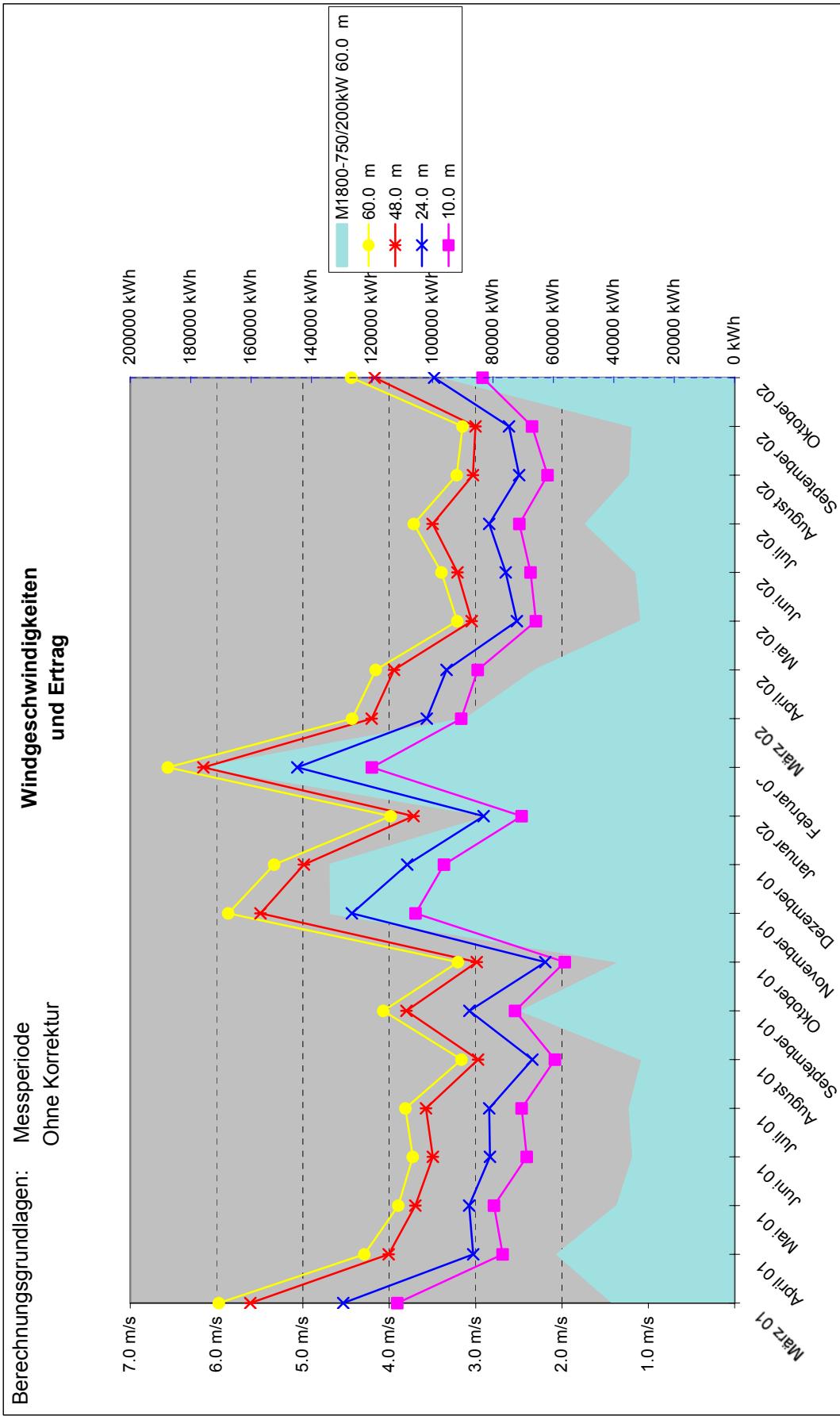
## Messergebnisse

**TABELLE 9 MONATSMITTELWERTE BRUNNENWALD**

Höhe:	Stunden	Durchschnittliche Windgeschwindigkeit			Nabenhöhe: 60 m
		10.0 m	24.0 m	48.0 m	
<b>Messhöhe:</b>					
<b>März 01</b>	268.3 h	3.9 m/s	4.5 m/s	5.6 m/s	6.0 m/s
<b>April 01</b>	720.0 h	2.7 m/s	3.0 m/s	4.0 m/s	4.3 m/s
<b>Mai 01</b>	744.0 h	2.8 m/s	3.1 m/s	3.7 m/s	3.9 m/s
<b>Juni 01</b>	720.0 h	2.4 m/s	2.8 m/s	3.5 m/s	3.7 m/s
<b>Juli 01</b>	744.0 h	2.5 m/s	2.8 m/s	3.6 m/s	3.8 m/s
<b>August 01</b>	744.0 h	2.1 m/s	2.3 m/s	3.0 m/s	3.2 m/s
<b>September 01</b>	720.0 h	2.5 m/s	3.1 m/s	3.8 m/s	4.1 m/s
<b>Oktober 01</b>	744.0 h	2.0 m/s	2.2 m/s	3.0 m/s	3.2 m/s
<b>November 01</b>	720.0 h	3.7 m/s	4.4 m/s	5.5 m/s	5.9 m/s
<b>Dezember 01</b>	722.5 h	3.4 m/s	3.8 m/s	5.0 m/s	5.3 m/s
<b>Januar 02</b>	744.0 h	2.5 m/s	2.9 m/s	3.7 m/s	4.0 m/s
<b>Februar 02</b>	672.0 h	4.2 m/s	5.1 m/s	6.2 m/s	6.6 m/s
<b>März 02</b>	743.0 h	3.2 m/s	3.6 m/s	4.2 m/s	4.4 m/s
<b>April 02</b>	720.0 h	3.0 m/s	3.3 m/s	3.9 m/s	4.2 m/s
<b>Mai 02</b>	744.0 h	2.3 m/s	2.5 m/s	3.0 m/s	3.2 m/s
<b>Juni 02</b>	720.0 h	2.4 m/s	2.7 m/s	3.2 m/s	3.4 m/s
<b>Juli 02</b>	744.0 h	2.5 m/s	2.8 m/s	3.5 m/s	3.7 m/s
<b>August 02</b>	744.0 h	2.2 m/s	2.5 m/s	3.0 m/s	3.2 m/s
<b>September 02</b>	720.0 h	2.3 m/s	2.6 m/s	3.0 m/s	3.2 m/s
<b>Oktober 02</b>	743.8 h	2.9 m/s	3.5 m/s	4.2 m/s	4.4 m/s
<b>Gesamt:</b>	<b>14141.7 h</b>	<b>2.7 m/s</b>	<b>3.1 m/s</b>	<b>3.9 m/s</b>	<b>4.1 m/s</b>
<b>April 01-März 02</b>	<b>8737.5 h</b>	<b>2.8 m/s</b>	<b>3.2 m/s</b>	<b>4.1 m/s</b>	<b>4.3 m/s</b>
<b>November 01-Oktober 02</b>	<b>8737.3 h</b>	<b>2.9 m/s</b>	<b>3.3 m/s</b>	<b>4.0 m/s</b>	<b>4.3 m/s</b>

Die Ergebnisse der Windgeschwindigkeiten und auch der Erträge sind vergleichbar mit dem Standort Moos. Der Hügelzug und die Nähe zum Wald wirkt sich auf beide Standorte mit tieferen Windgeschwindigkeiten und somit auch zu entsprechend tieferen Jahreserträgen aus. Zum Teil wird dieses Manko mit der Nähe zur Infrastruktur (Strasse, Stromleitung) wettgemacht, was zu geringere Baukosten führt.

## TABELLE 10 ERTRÄGE BRUNNENWALD

**DIAGRAMM 7 WINDGESCHWINDIGKEITEN UND ERTRAG BRUNNENWALD**

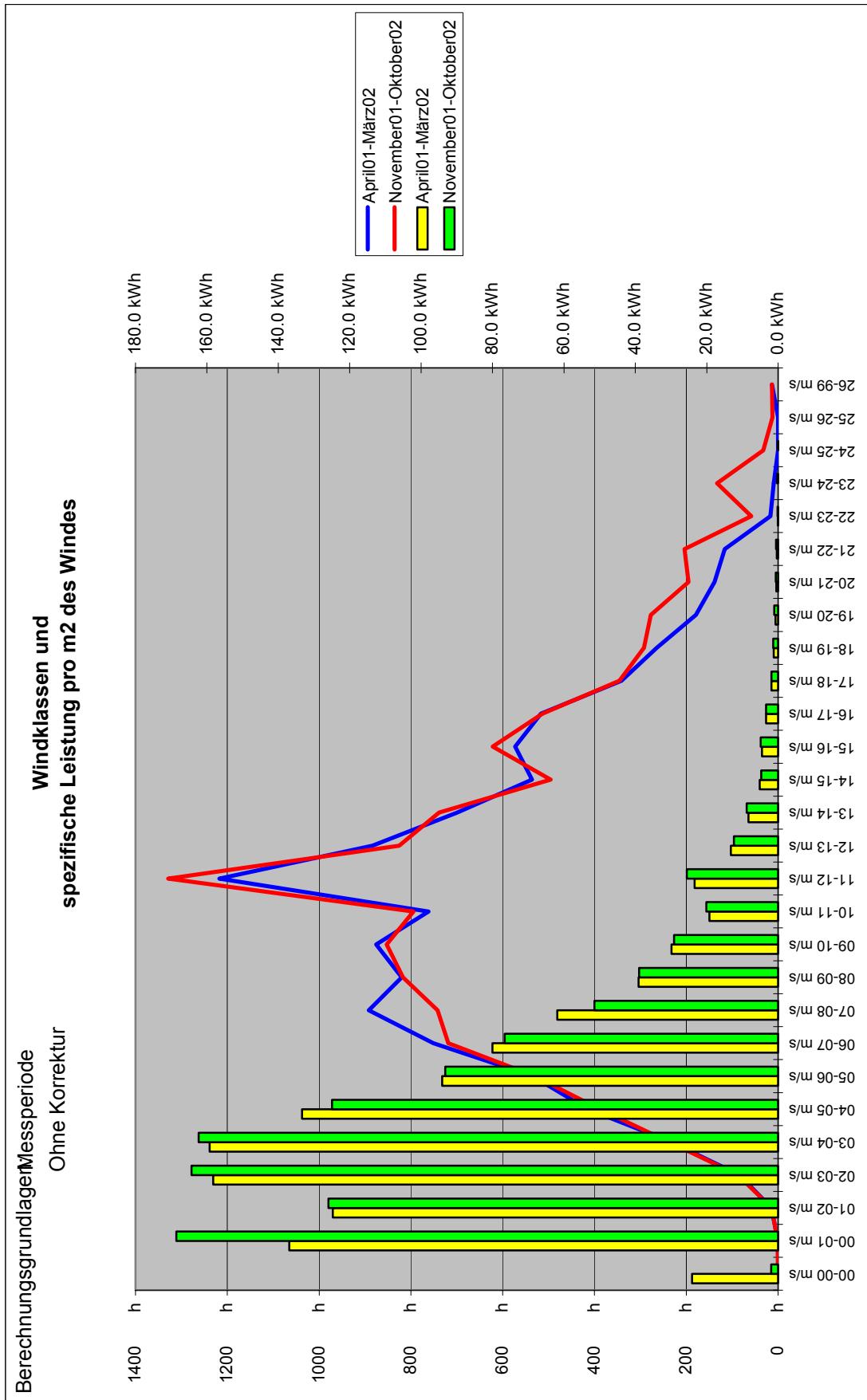


DIAGRAMM 8 HÄUFIGKEITSVERTEILUNG BRUNNENWALD

## STANDORT OBWYDEN

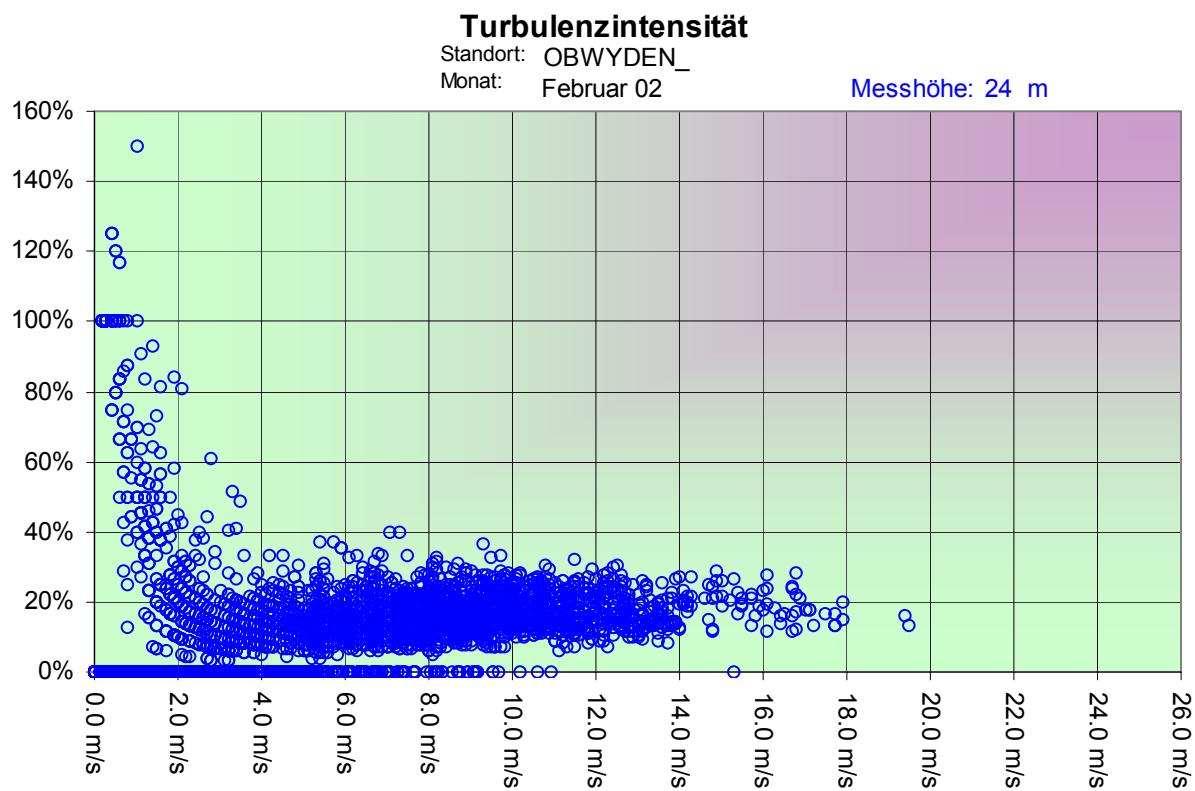
### Angaben

Standortbezeichnung: Obwyden  
 X-Koordinate [km]: 649.480  
 Y-Koordinate [km]: 205.010  
 m. ü. M.: 1'056

### Beschreibung

Auf dem im Zonenplan (siehe Abbildung 1) ist dies der nördlichste und auch der höchst gelegene Standort. Wird nur aus Richtung Nordost von einem leicht abfallenden Waldstück an der Anströmung behindert. In der Hauptwindrichtung fällt das Gelände nach 200m vom Messstandort entfernt stark ab. Was in der Messhöhe von 24m zu leichten Turbulenzen (Standartabweichung von über 20 %) führt (siehe Diagramm 9). In 48m Höhe fällt das Problem mit den Turbulenzen wieder weg. Das heisst, das der Rotor genügend hoch installiert wird, damit die Rotorblätter nicht unnötigen Belastungen ausgesetzt sind.

Nachteilig ist an dem Standort, das für die Zufahrt grösseren Aufwendung erbracht werden muss. Wird aber durch den grösseren Ertag bestens wettgemacht.



**DIAGRAMM 9 TURBULENZINTENSITÄT OBWYDEN**

## Messergebnisse

TABELLE 11 MONATSMITTELWERTE OBWYDEN

Durchschnittliche Windgeschwindigkeit					Nabenhöhe:
Höhe:	Stunden	10.0 m	24.0 m	48.0 m	60 m
<b>Messhöhe:</b>			X	X	
<b>März 01</b>	<b>268.3 h</b>	4.3 m/s	5.1 m/s	<b>6.2 m/s</b>	6.6 m/s
<b>April 01</b>	<b>720.0 h</b>	3.1 m/s	3.5 m/s	<b>4.4 m/s</b>	4.7 m/s
<b>Mai 01</b>	<b>744.0 h</b>	3.3 m/s	3.6 m/s	<b>4.0 m/s</b>	4.2 m/s
<b>Juni 01</b>	<b>720.0 h</b>	2.9 m/s	3.4 m/s	<b>4.0 m/s</b>	4.2 m/s
<b>Juli 01</b>	<b>744.0 h</b>	3.0 m/s	3.4 m/s	<b>4.1 m/s</b>	4.3 m/s
<b>August 01</b>	<b>744.0 h</b>	2.4 m/s	2.8 m/s	<b>3.4 m/s</b>	3.6 m/s
<b>September 01</b>	<b>720.0 h</b>	3.3 m/s	3.9 m/s	<b>4.6 m/s</b>	4.8 m/s
<b>Oktober 01</b>	<b>744.0 h</b>	2.6 m/s	3.0 m/s	<b>3.7 m/s</b>	3.9 m/s
<b>November 01</b>	<b>720.0 h</b>	4.4 m/s	5.1 m/s	<b>5.9 m/s</b>	6.2 m/s
<b>Dezember 01</b>	<b>722.5 h</b>	4.0 m/s	4.4 m/s	<b>5.5 m/s</b>	5.9 m/s
<b>Januar 02</b>	<b>724.3 h</b>	3.2 m/s	3.8 m/s	<b>4.5 m/s</b>	4.8 m/s
<b>Februar 02</b>	<b>672.0 h</b>	5.2 m/s	6.1 m/s	<b>7.2 m/s</b>	7.6 m/s
<b>März 02</b>	<b>743.0 h</b>	3.7 m/s	4.1 m/s	<b>4.6 m/s</b>	4.8 m/s
<b>April 02</b>	<b>720.0 h</b>	3.7 m/s	4.0 m/s	<b>4.3 m/s</b>	4.5 m/s
<b>Mai 02</b>	<b>744.0 h</b>	2.8 m/s	3.0 m/s	<b>3.5 m/s</b>	3.7 m/s
<b>Juni 02</b>	<b>720.0 h</b>	2.9 m/s	3.2 m/s	<b>3.7 m/s</b>	3.9 m/s
<b>Juli 02</b>	<b>744.0 h</b>	3.0 m/s	3.5 m/s	<b>4.0 m/s</b>	4.2 m/s
<b>August 02</b>	<b>744.0 h</b>	2.6 m/s	3.0 m/s	<b>3.5 m/s</b>	3.7 m/s
<b>September 02</b>	<b>720.0 h</b>	3.0 m/s	3.2 m/s	<b>3.4 m/s</b>	3.5 m/s
<b>Oktober 02</b>	<b>743.8 h</b>	3.5 m/s	4.2 m/s	<b>4.8 m/s</b>	5.1 m/s
<b>Gesamt:</b>	<b>14122.0 h</b>	<b>3.3 m/s</b>	<b>3.8 m/s</b>	<b>4.4 m/s</b>	<b>4.6 m/s</b>
<b>April 01-März 02</b>	<b>8717.8 h</b>	<b>3.4 m/s</b>	<b>3.9 m/s</b>	<b>4.6 m/s</b>	<b>4.9 m/s</b>
<b>November 01-Oktober</b>	<b>8717.7 h</b>	<b>3.5 m/s</b>	<b>4.0 m/s</b>	<b>4.6 m/s</b>	<b>4.8 m/s</b>

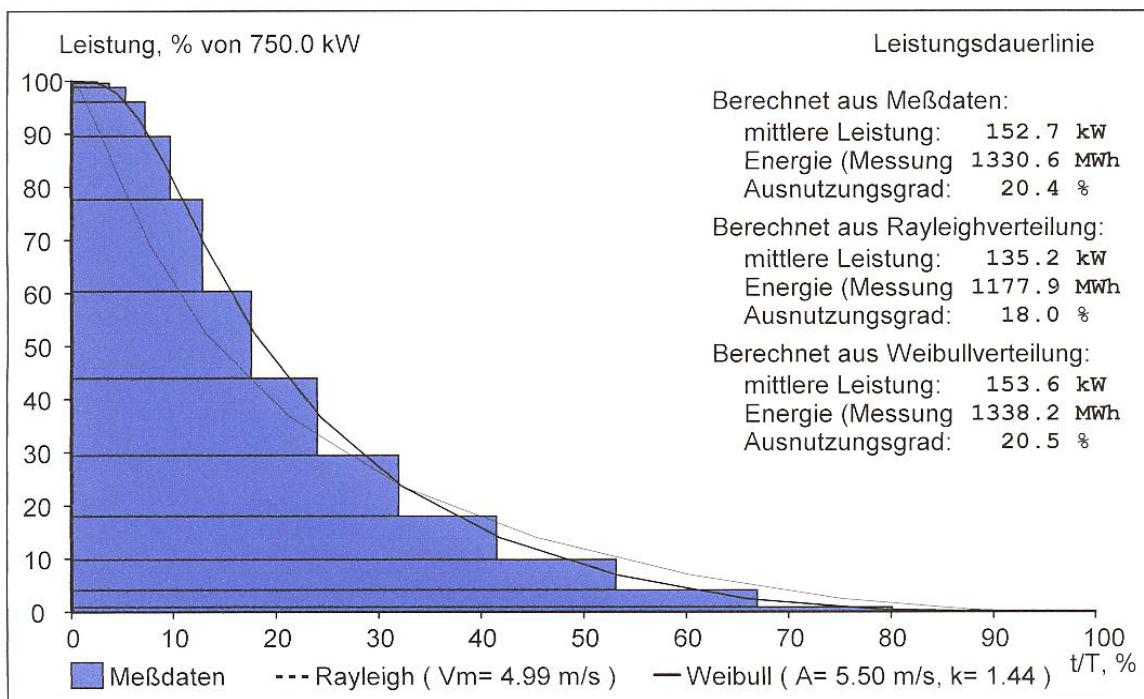
An diesem Standort wurden die höchsten Werte gemessen. Entsprechend hoch fallen auch die Ertragsprognosen aus. Dies ist auf die Höhe des Standortes, sowie auch auf das offene Gelände ohne grosse Hindernisse und, wie auch an den anderen Standorte, durch die Häufigkeitsverteilung zurück zu führen. Dies bestätigt auch die Ertragsprognosen anhand der Software *A/win* [2] (Siehe Tabelle 12). Anhand dieses Programms wäre sogar um 3'000kWh höhere Jahresertrag berechnet worden. Die Berechnungen dieser Software beruhen auf Statistikdaten. Die Luftdichte und den Stromkonsum bei Stillstand der Anlage sind ebenfalls bei beiden Berechnungsmethoden berücksichtigt. Die Windverteilung nach Weibull mit den Faktoren A= 5.5m/s und k 1.44 bestätigt die hohen Erträge, trotz mittleren Windgeschwindigkeiten.

**TABELLE 12 ALWIN ERTRAGSPROGNOSEN OBWYDEN****Obwyden**

Zeit: April01-März02 Meßhöhe: 48.0 m  
Höhe ü. NN: 1020 m Temperatur: 7.0 °C

**Lagerwey LW58**

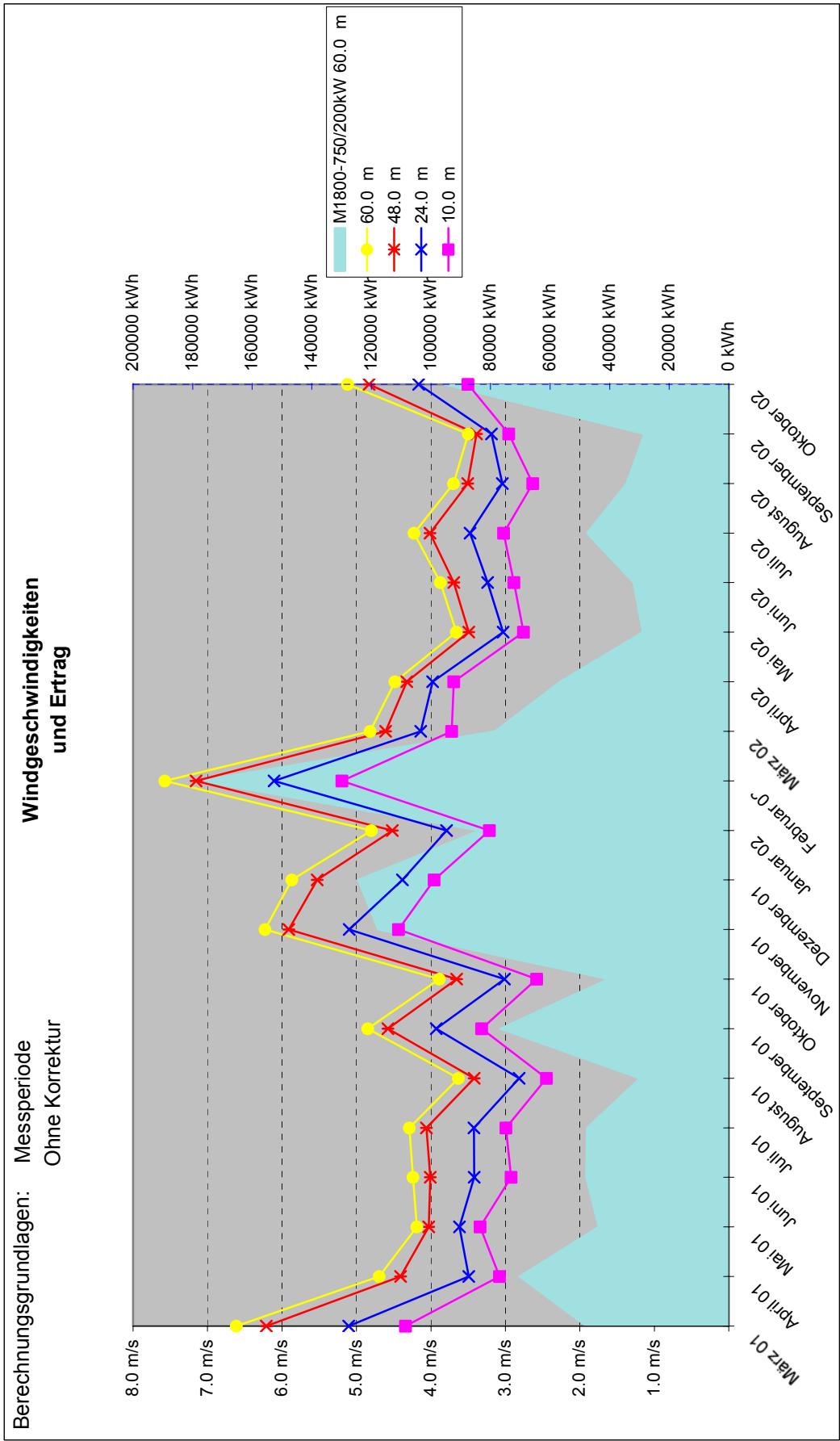
Nabenhöhe: 65.0 m  
Konvertierungsfaktor (log): 1.067 (  $Z_0 = 0.505 \text{ m}$  )



V, m/s	Leistung, kW	t/T(mess), %	t/T(ray), %	t/T(wei), %
0- 1:	0.00 -	-0.95	100.00	100.00
1- 2:	-0.95 -	-0.09	90.88	91.78
2- 3:	-0.09 -	6.78	80.03	79.23
3- 4:	6.78 -	30.39	66.87	65.88
4- 5:	30.39 -	73.44	53.00	53.17
5- 6:	73.44 -	135.67	41.40	41.86
6- 7:	135.67 -	220.68	31.84	32.22
7- 8:	220.68 -	330.12	23.93	24.32
8- 9:	330.12 -	453.12	17.44	18.02
9-10:	453.12 -	582.16	12.72	13.13
10-11:	582.16 -	671.75	9.61	9.41
11-12:	671.75 -	721.17	7.16	6.65
12-13:	721.17 -	741.29	5.21	4.63
13-14:	741.29 -	747.62	3.56	3.18
14-15:	747.62 -	749.51	2.43	2.16
15-16:	749.51 -	750.00	1.76	1.45
16-17:	750.00 -	750.00	1.06	0.96
17-18:	750.00 -	750.00	0.63	0.63
18-19:	750.00 -	750.00	0.34	0.41
19-20:	750.00 -	750.00	0.20	0.26
20-21:	750.00 -	0.00	0.13	0.16
21-22:	0.00 -	0.00	0.06	0.10
22-23:	0.00 -	0.00	0.02	0.06
23-24:	0.00 -	0.00	0.01	0.04
24-25:	0.00 -	0.00	0.00	0.02
25-26:	0.00 -	0.00	0.00	0.01
26-27:	0.00 -	0.00	0.00	0.01

TABELLE 13 ERTRÄGE OBWYDEN

Tarif	M1800-600/150kW		Tarif H		Tarif N		Lagerway LW58		Tarif H		Tarif N	
	Betriebs h	60 m	Betriebs h	60 m	Betriebs h	65 m	Betriebs h	65 m	Betriebs h	65 m	Betriebs h	65 m
März 01 W	193.5 h	40'130 kWh	SFr. 6'112.47	SFr. 1973.60	208.3 h	53'719 kWh	SFr. 8'105.75	SFr. 2'682.48				
April 01 S	496.5 h	71'921 kWh	SFr. 8'217.82	SFr. 2'004.34	543.7 h	102'253 kWh	SFr. 11'535.36	SFr. 2'923.79				
Mai 01 S	563.0 h	46'027 kWh	SFr. 5'250.21	SFr. 1'287.15	591.5 h	65'269 kWh	SFr. 7'478.63	SFr. 1'808.57				
Juni 01 S	549.3 h	50'969 kWh	SFr. 5'981.46	SFr. 1'341.65	578.0 h	74'045 kWh	SFr. 8'615.91	SFr. 1'985.91				
Juli 01 S	548.3 h	50'759 kWh	SFr. 5'718.21	SFr. 1'455.42	598.3 h	74'700 kWh	SFr. 8'346.50	SFr. 2'176.25				
August 01 S	506.8 h	32'647 kWh	SFr. 3'635.60	SFr. 957.19	558.0 h	48'049 kWh	SFr. 5'304.78	SFr. 1'431.78				
September 01 S	507.7 h	78'500 kWh	SFr. 8'030.31	SFr. 2'657.37	546.3 h	111'253 kWh	SFr. 11'331.37	SFr. 3'790.83				
Oktober 01 W	492.8 h	43'499 kWh	SFr. 5'636.19	SFr. 2'664.28	543.2 h	64'323 kWh	SFr. 8'295.82	SFr. 3'960.07				
November 01 W	623.3 h	118'151 kWh	SFr. 1'8743.52	SFr. 54'14.10	650.0 h	162'315 kWh	SFr. 25'815.84	SFr. 7'402.79				
Dezember 01 W	540.8 h	122'054 kWh	SFr. 18'292.99	SFr. 6'160.60	576.0 h	162'256 kWh	SFr. 24'391.04	SFr. 8'151.13				
Januar 02 W	493.5 h	84'455 kWh	SFr. 12'807.78	SFr. 4'183.13	527.8 h	116'088 kWh	SFr. 17'707.53	SFr. 5'695.66				
Februar 02 W	542.0 h	171'434 kWh	SFr. 26'028.43	SFr. 8'475.43	559.8 h	225'341 kWh	SFr. 33'959.81	SFr. 11'274.87				
März 02 W	509.7 h	76'582 kWh	SFr. 12'674.56	SFr. 3'230.41	556.5 h	101'693 kWh	SFr. 16'777.42	SFr. 4'317.78				
April 02 S	538.0 h	59'087 kWh	SFr. 6'300.06	SFr. 1'872.34	586.2 h	82'883 kWh	SFr. 8'801.86	SFr. 2'644.12				
Mai 02 S	515.7 h	32'009 kWh	SFr. 2'986.39	SFr. 1'227.57	578.3 h	46'757 kWh	SFr. 4'365.19	SFr. 1'791.78				
Juni 02 S	529.8 h	35'118 kWh	SFr. 4'314.71	SFr. 827.66	573.2 h	51'532 kWh	SFr. 6'310.60	SFr. 1'224.91				
Juli 02 S	555.8 h	50'466 kWh	SFr. 5'664.35	SFr. 1'457.43	598.5 h	72'606 kWh	SFr. 8'151.30	SFr. 2'095.86				
August 02 S	484.8 h	37'227 kWh	SFr. 4'194.41	SFr. 1'067.07	527.3 h	55'043 kWh	SFr. 6'141.02	SFr. 1'608.13				
September 02 S	455.7 h	30'971 kWh	SFr. 3'707.92	SFr. 778.54	501.0 h	44'847 kWh	SFr. 5'344.91	SFr. 1'139.53				
Oktober 02 W	476.2 h	90'747 kWh	SFr. 12'672.33	SFr. 5'073.06	512.2 h	123'089 kWh	SFr. 17'344.24	SFr. 6'798.51				
<b>Total:</b>	<b>10113.3 h</b>	<b>1322753 kWh</b>	<b>SFr. 176'969.72</b>	<b>SFr. 54'108.33</b>	<b>10914.2 h</b>	<b>183'8063 kWh</b>	<b>SFr. 244'124.90</b>	<b>SFr. 74'904.76</b>	<b>Gesamt:</b>	<b>SFr. 319'029.66</b>		
April 01-März 02	6363.8 h	94'6998 kWh	SFr. 131'017.08	SFr. 39'831.06	6829.2 h	130'7586 kWh	SFr. 179'560.02	SFr. 54'919.43				
November 01-Okttober 02	6265.3 h	90'8301 kWh	SFr. 128'387.46	SFr. 39'767.34	6746.8 h	124'4451 kWh	SFr. 175'110.77	SFr. 54'145.08				
Last		15%	Durchs.:	SFr. 168'154.79	Last	177%	Durchs.:	SFr. 229'255.85				
Verfügbarkeit		72%		94 kWh	Verfügbarkeit	77%		130 kWh				
					Gesamt:							



**DIAGRAMM 10 WINDGESCHWINDIGKEITEN UND ERTRAG OBWYDEN**

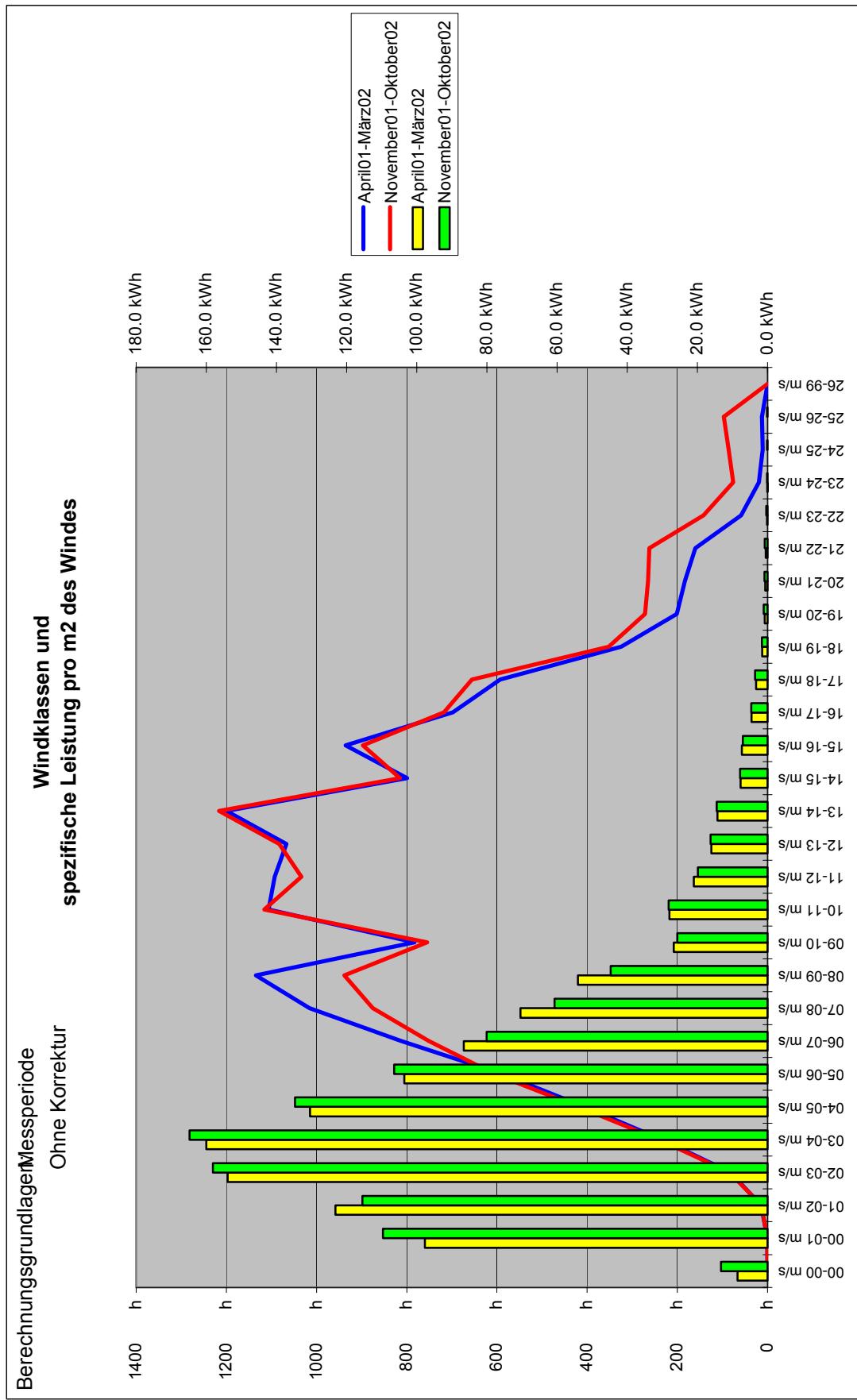


DIAGRAMM 11 HÄUFIGKEITSVERTEILUNG OBWYDEN

## STANDORTVERGLEICH

### Monatsmittelwerte

Die Monatmittelwerte der Windgeschwindigkeit (siehe Tabelle 14) weichen je nach Standort und Windrichtung doch erheblich ab. Dies ist auf die komplexen Geländeformen und Hindernisse wie Bäume, Wälder und Gebäuden zurückzuführen. Dies wirkt sich auch entsprechend auf die Ertragsprognosen aus. Dies bestätigt das ohne Messungen an den Standort kaum sichere Ertragsprognosen mit Computermodelrechnungen möglich ist.

### Ertragsprognosen

Wie man in der Tabelle 15 mit den Ertragsprognosen der NM 48/600 sieht, sind die Stromertragsunterschiede doch erheblich. Die richtige Standortwahl kann also von entscheidender Bedeutung sein für die Gestehungskosten.

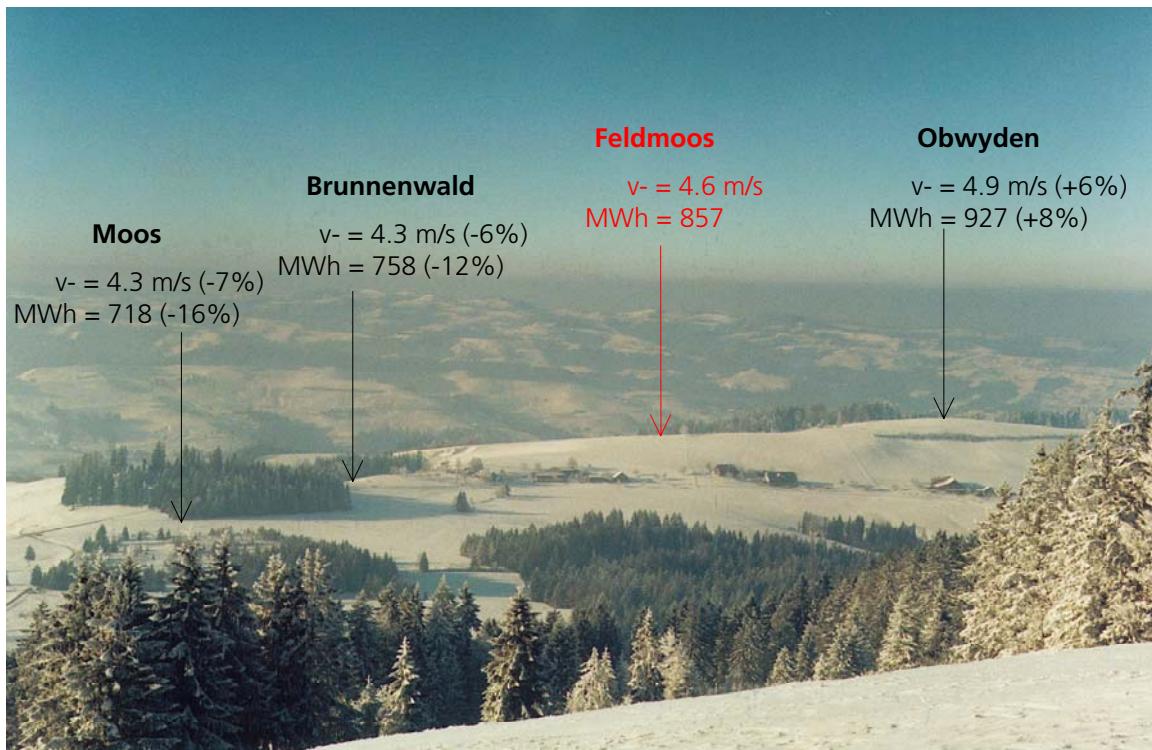


ABBILDUNG 10 STANDORTVERGLEICH

**TABELLE 14 MONATSMITTELWERTE**

Monat	Feldmoos	Moos	Differenz	Brunnenwald	Differenz	Obwyden	Differenz
März 01	<b>6.7 m/s</b>	<b>5.6 m/s</b>	- 1.07 m/s	-16.0%	<b>6.0 m/s</b>	- 0.69 m/s	-10.4%
April 01	<b>4.6 m/s</b>	<b>4.0 m/s</b>	- 0.56 m/s	-12.2%	<b>4.3 m/s</b>	- 0.30 m/s	-6.5%
Mai 01	<b>4.1 m/s</b>	<b>4.0 m/s</b>	- 0.02 m/s	-0.5%	<b>3.9 m/s</b>	- 0.17 m/s	-4.2%
Juni 01	<b>4.0 m/s</b>	<b>3.8 m/s</b>	- 0.17 m/s	-4.3%	<b>3.7 m/s</b>	- 0.28 m/s	-6.9%
Juli 01	<b>4.0 m/s</b>	<b>3.8 m/s</b>	- 0.19 m/s	-4.6%	<b>3.8 m/s</b>	- 0.21 m/s	-5.3%
August 01	<b>3.3 m/s</b>	<b>3.2 m/s</b>	- 0.09 m/s	-2.8%	<b>3.2 m/s</b>	- 0.15 m/s	-4.5%
September 01	<b>4.4 m/s</b>	<b>4.1 m/s</b>	- 0.31 m/s	-6.9%	<b>4.1 m/s</b>	- 0.37 m/s	-8.3%
Oktober 01	<b>3.5 m/s</b>	<b>3.3 m/s</b>	- 0.15 m/s	-4.4%	<b>3.2 m/s</b>	- 0.26 m/s	-7.5%
November 01	<b>6.1 m/s</b>	<b>5.6 m/s</b>	- 0.51 m/s	-8.3%	<b>5.9 m/s</b>	- 0.20 m/s	-3.2%
Dezember 01	<b>5.6 m/s</b>	<b>5.2 m/s</b>	- 0.40 m/s	-7.1%	<b>5.3 m/s</b>	- 0.30 m/s	-5.3%
Januar 02	<b>4.3 m/s</b>	<b>4.1 m/s</b>	- 0.19 m/s	-4.3%	<b>4.0 m/s</b>	- 0.28 m/s	-6.7%
Februar 02	<b>7.1 m/s</b>	<b>6.6 m/s</b>	- 0.53 m/s	-7.5%	<b>6.6 m/s</b>	- 0.53 m/s	-7.5%
März 02	<b>4.7 m/s</b>	<b>4.5 m/s</b>	- 0.18 m/s	-3.9%	<b>4.4 m/s</b>	- 0.25 m/s	-5.3%
April 02	<b>4.3 m/s</b>	<b>4.2 m/s</b>	- 0.13 m/s	-3.0%	<b>4.2 m/s</b>	- 0.13 m/s	-3.0%
Mai 02	<b>3.4 m/s</b>	<b>3.3 m/s</b>	- 0.09 m/s	-2.7%	<b>3.2 m/s</b>	- 0.14 m/s	-4.3%
Juni 02	<b>3.6 m/s</b>	<b>3.4 m/s</b>	- 0.14 m/s	-3.8%	<b>3.4 m/s</b>	- 0.19 m/s	-5.2%
Juli 02	<b>3.9 m/s</b>	<b>3.8 m/s</b>	- 0.17 m/s	-4.4%	<b>3.7 m/s</b>	- 0.22 m/s	-5.7%
August 02	<b>3.4 m/s</b>	<b>3.3 m/s</b>	- 0.08 m/s	-2.4%	<b>3.2 m/s</b>	- 0.18 m/s	-5.4%
September 02	<b>3.2 m/s</b>	<b>3.3 m/s</b>	+ 0.04 m/s	1.3%	<b>3.2 m/s</b>	- 0.10 m/s	-3.0%
Oktober 02	<b>4.8 m/s</b>	<b>4.5 m/s</b>	- 0.27 m/s	-5.8%	<b>4.4 m/s</b>	- 0.31 m/s	-6.6%

berechnet / gemessen

**TABELLE 15 ERTRÄGE**

Monat	Feldmoos	Moos	Differenz	Brunnenwald	Differenz	Ohwyden	Differenz			
März 01	41606 kWh	36410 kWh	-5195 kWh	-34828 kWh	-6777 kWh	-16%	40130 kWh	-1475 kWh	-4%	
April 01	71396 kWh	51509 kWh	-19887 kWh	-60199 kWh	-11197 kWh	-16%	71921 kWh	525 kWh	1%	
Mai 01	45592 kWh	43235 kWh	-2356 kWh	-41246 kWh	-4345 kWh	-10%	46027 kWh	435 kWh	1%	
Juni 01	45548 kWh	36535 kWh	-9013 kWh	-36424 kWh	-9123 kWh	-20%	50969 kWh	5422 kWh	12%	
Juli 01	45137 kWh	36942 kWh	-8195 kWh	-37773 kWh	-7364 kWh	-16%	50759 kWh	5622 kWh	12%	
August 01	27245 kWh	21849 kWh	-5395 kWh	-23241 kWh	-4003 kWh	-15%	32647 kWh	5402 kWh	20%	
September 01	68111 kWh	52915 kWh	-15196 kWh	-54996 kWh	-13115 kWh	-19%	78500 kWh	10389 kWh	15%	
Oktober 01	35329 kWh	26944 kWh	-8385 kWh	-28808 kWh	-6521 kWh	-18%	43499 kWh	8170 kWh	23%	
November 01	114739 kWh	92645 kWh	-22094 kWh	-106532 kWh	-8207 kWh	-7%	118151 kWh	3412 kWh	3%	
Dezember 01	116192 kWh	98967 kWh	-17225 kWh	-106347 kWh	-9845 kWh	-8%	122054 kWh	5862 kWh	5%	
Januar 02	75052 kWh	62049 kWh	-13004 kWh	-63775 kWh	-11278 kWh	-15%	84455 kWh	9402 kWh	13%	
Februar 02	155377 kWh	136050 kWh	-19327 kWh	-138901 kWh	-16476 kWh	-11%	171434 kWh	16057 kWh	10%	
März 02	74540 kWh	68868 kWh	-5672 kWh	-8%	70534 kWh	-4005 kWh	-5%	76582 kWh	2042 kWh	3%
April 02	58302 kWh	48271 kWh	-10031 kWh	-17%	51919 kWh	-6383 kWh	-11%	59087 kWh	784 kWh	1%
Mai 02	27553 kWh	21291 kWh	-6261 kWh	-23%	23629 kWh	-3923 kWh	-14%	32009 kWh	4456 kWh	16%
Juni 02	30181 kWh	23337 kWh	-6844 kWh	-23%	24866 kWh	-5315 kWh	-18%	35118 kWh	4937 kWh	16%
Juli 02	44952 kWh	36501 kWh	-8450 kWh	-19%	38068 kWh	-6884 kWh	-15%	50466 kWh	5514 kWh	12%
August 02	32433 kWh	25337 kWh	-7096 kWh	-22%	26382 kWh	-6051 kWh	-19%	37227 kWh	4794 kWh	15%
September 02	28998 kWh	25542 kWh	-3456 kWh	-12%	26214 kWh	-2783 kWh	-10%	30971 kWh	1973 kWh	7%
Oktober 02	80868 kWh	70024 kWh	-10844 kWh	-13%	71641 kWh	-9226 kWh	-11%	90747 kWh	9880 kWh	12%
<b>Gesamt</b>	<b>1219148 kWh</b>	<b>1015221 kWh</b>	<b>-203927 kWh</b>	<b>-17%</b>	<b>1066325 kWh</b>	<b>-152823 kWh</b>	<b>-13%</b>	<b>1322753 kWh</b>	<b>103605 kWh</b>	<b>8%</b>

## Bewertung und Ausblick

Mit Ausnahme der Blitzschäden konnten die Messungen ohne grösseren Unterbrüche durchgeführt werden.

Obwohl kalibrierte Anemometer eingesetzt wurde, wäre es von Vorteil nach der Messperiode, eine erneute Kalibrierung durch zu früheren. Nach ausgiebigen Recherchen gibt es in der Schweiz keinen Windkanalbetreiber, der nach der europäischen Norm für Schalenanemometer Kalibration für Windenergie eicht [3]. Dieser Nachholbedarf sollte möglichst früh durchgeführt werden, damit auch in der Schweiz die Messgeräte einheitliche nach dieser Norm kalibriert werden.

## Referenzen

- [1] Ing. Büro Schoder **Betriebsanleitung Windcomputer WICO PC** Bilderquelle und Angaben zu den Messgeräten
- [2] **Alwin Software** Ertragsprognose Software von der Firma Ammonit  
<http://www.ammonit.de/>
- [3] **measnet** Europäische Vereinigung der Messnormung in der Windenergiebranche  
<http://www.measnet.com/>