

Schlussbericht 2002, 21. Januar 2003

Projekt

Windverhältnisse

Mettelmoos - 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

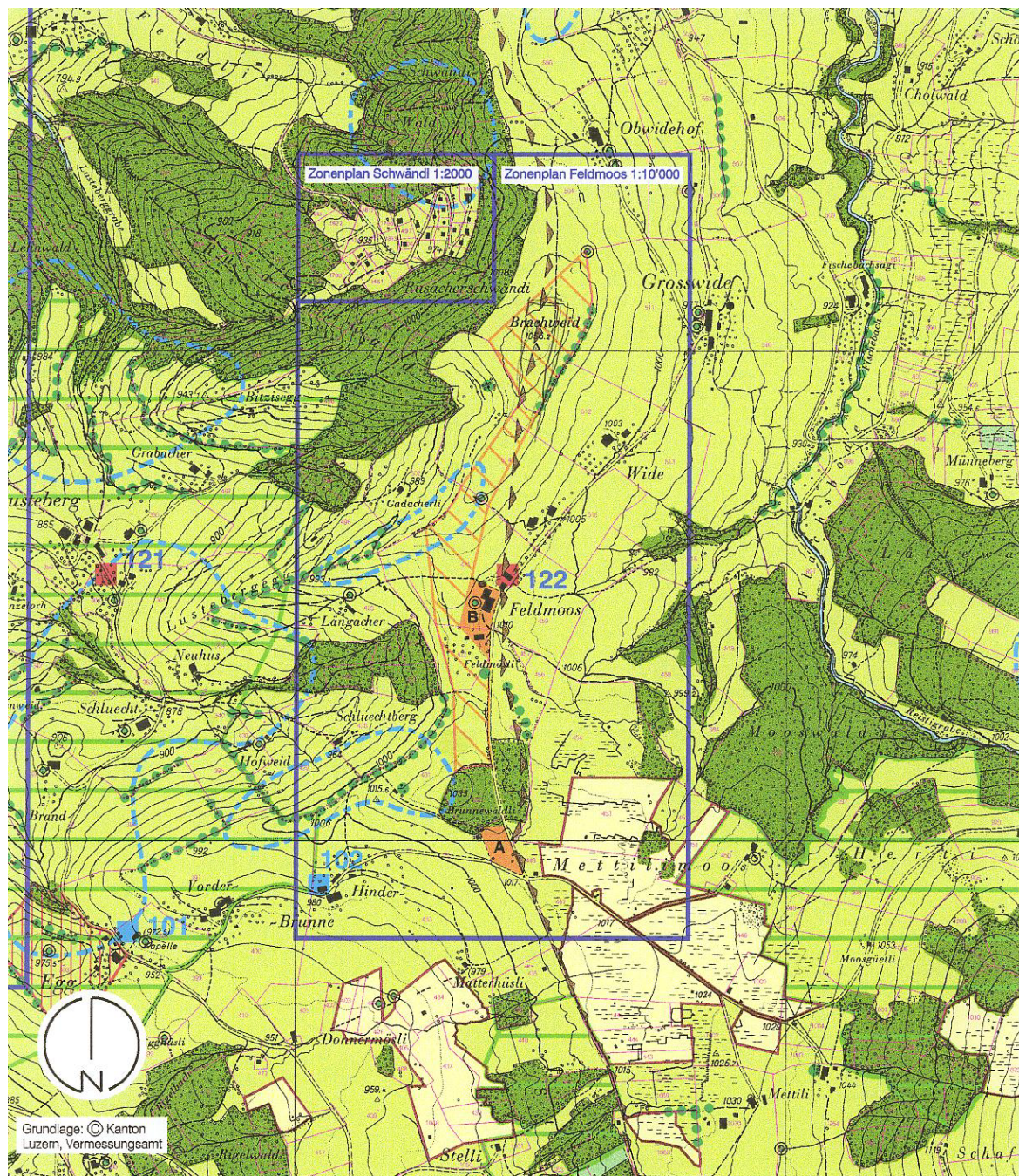
Projektziele

AUSGANGSLAGE

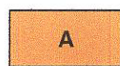
Mit dem Projekt 29'728 „Windmessungen Feldmoos“ wurde in den Jahren 1998 und 1999 die Möglichkeit zur Errichtung einer Windkraftanlage am Standort Feldmoos detailliert abgeklärt. Mit Ausnahme der negativen Stellungnahme des in unmittelbarer Nähe wohnenden Nachbarn, sind sämtliche Voraussetzungen für 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.

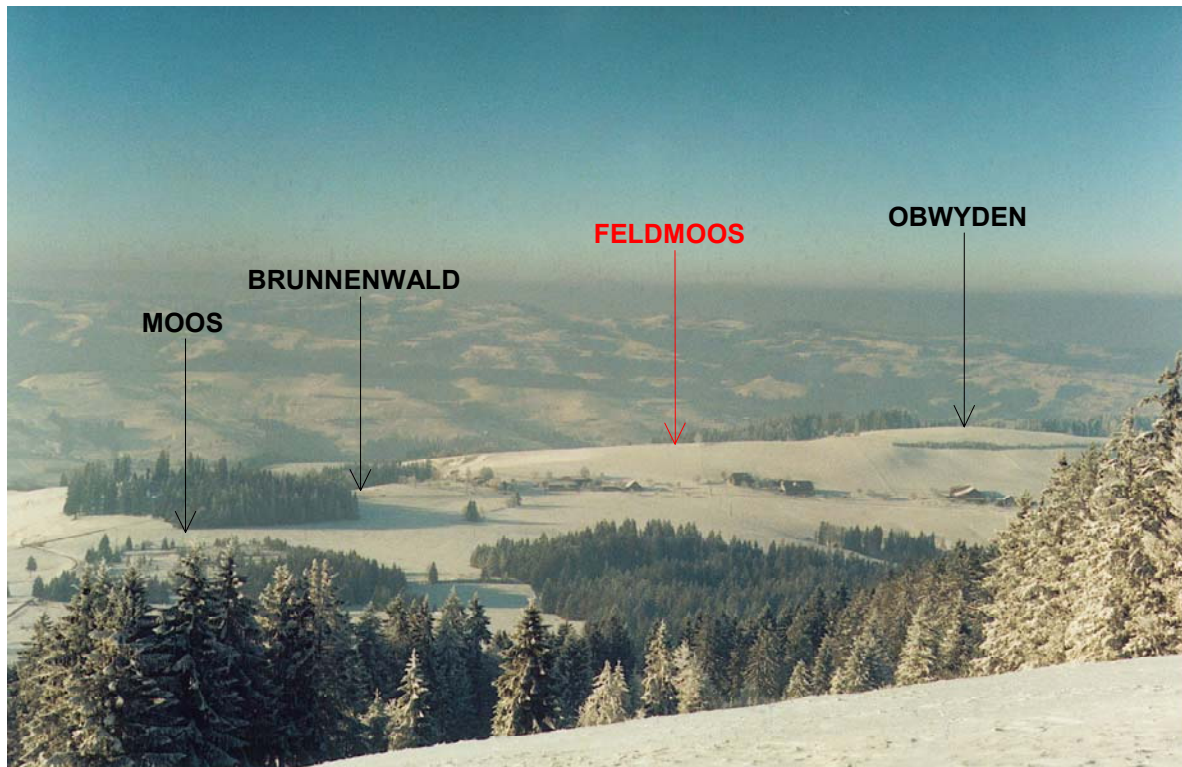


ABBILDUNG 2 STANDORTE

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 Leichtmetallmasten 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

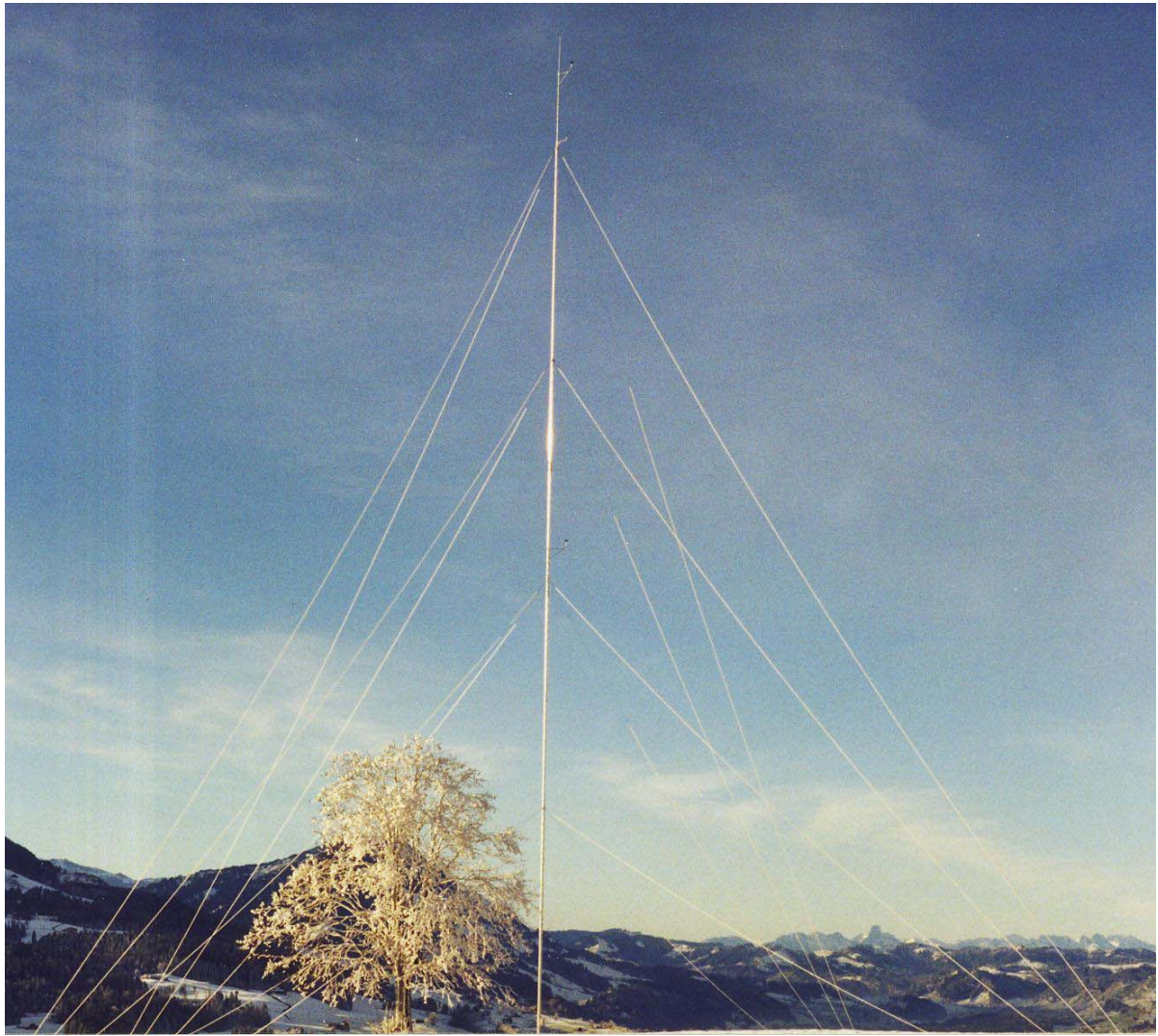


ABBILDUNG 4 MESSMASTEN R48

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 Liniendiagram (siehe Diagramm 1) einfach auf Übereinstimmung prüfen. Es ist aber mit einem entsprechenden Aufwand verbunden, da bis zu 4464 Zeitreihen pro Monat anfallen!

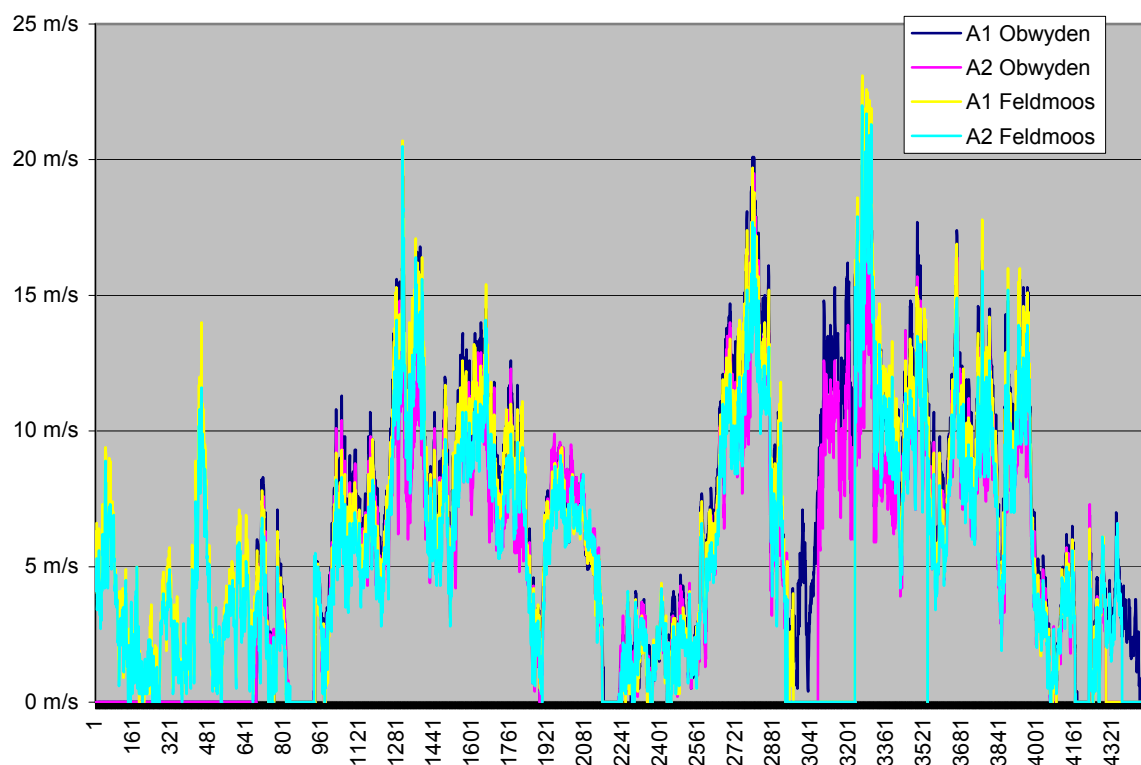


DIAGRAMM 1 PARALLELVERLAUF DER MESSDATEN

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

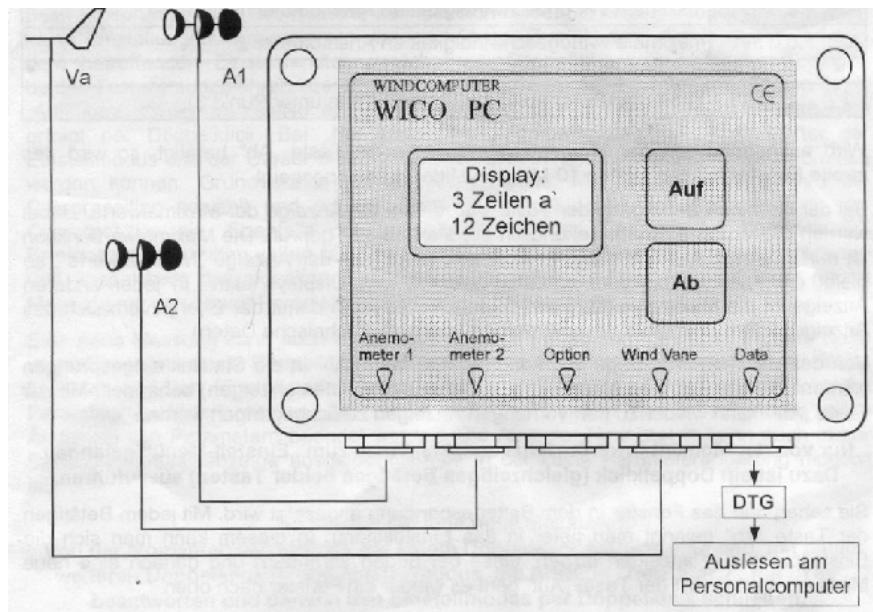


ABBILDUNG 5 ANZEIGEGERÄT „WICO PC“

Die erfassten Windgeschwindigkeiten, Standardabweichungen, 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	
<div> <div> Speicher für 14 Statistik- Blöcke </div> </div>	Häufigkeitsverteilung (28 Windklassen)
	Richtungsverteilung (12 Sektoren)
	mittlere Windgeschwindigkeit/Sektor
	maximale Windgeschwindigkeit/Sektor
	Flautenklassierung (2 x 12 Flautenklassen)
	Tagesgang (24 Stundenmittel)
	Standartabweichung (24 Stundenmittel)
+ Zeitreihe	

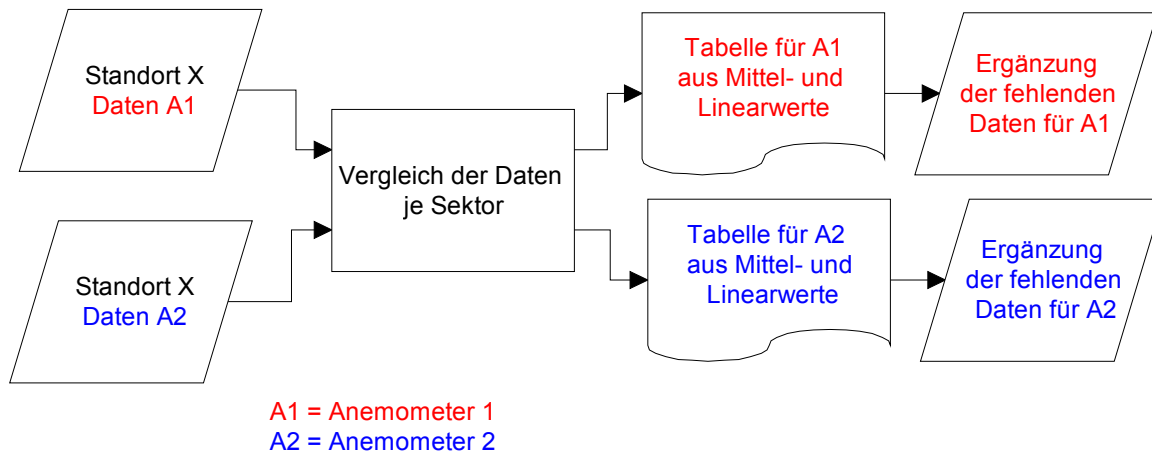


ABBILDUNG 6 DATENTRANSPORTGERÄT

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

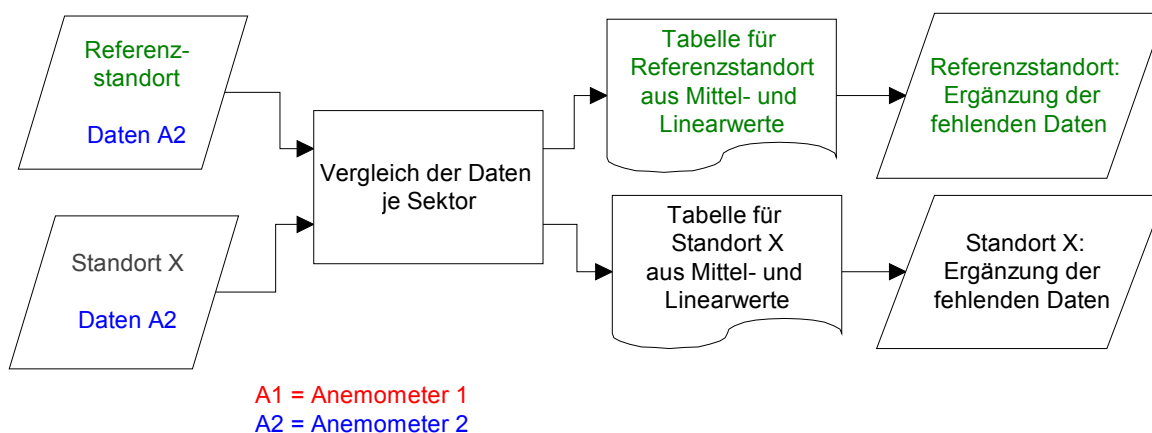
DATEN KORRELATION

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 ERGÄNZUG 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	je 84'850
Moos	13'023	6'087	71'827	
Brunnenwald	19'473	14'692	65'377	
Obwyden	16'521	15'833	68'329	

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

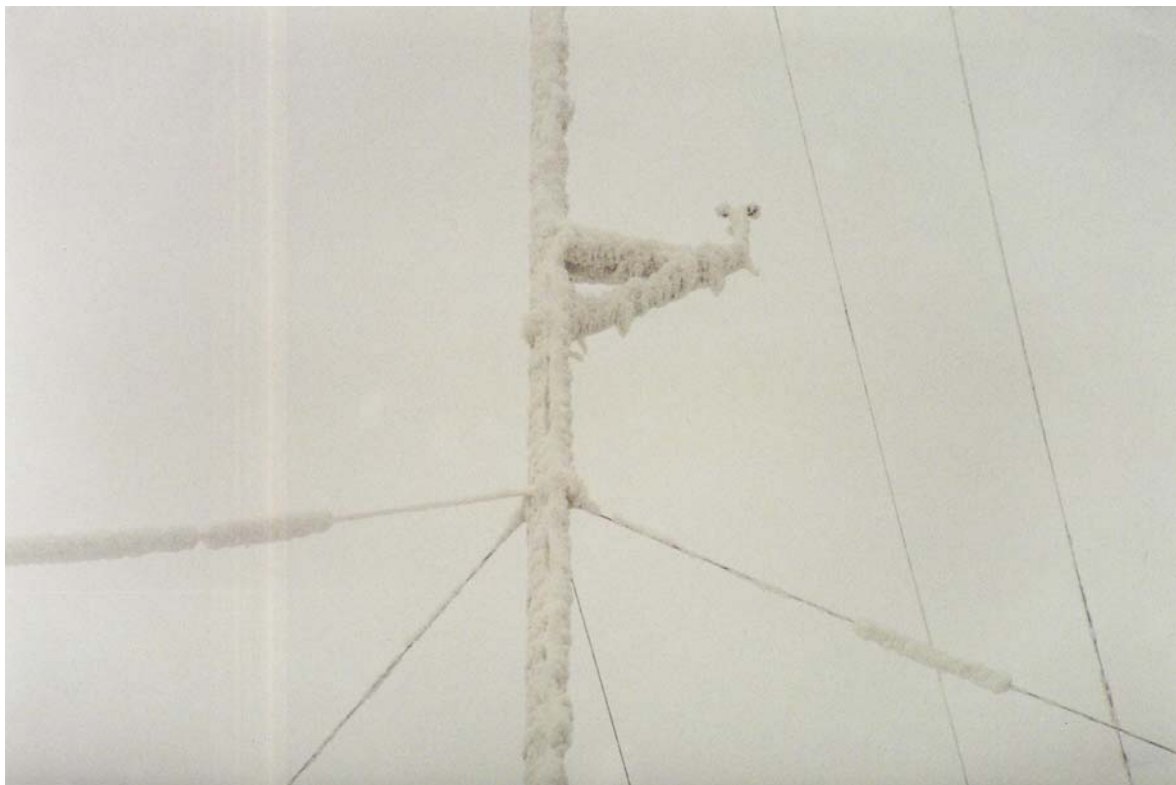


ABBILDUNG 7 VEREISSUNG

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

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, sonder die spezifisch Leistung des Windes.

TABELLE 6 ERTRÄGE FELDMOOS

Tarif	M1800-600/150kW		Tarif		Lagerway LW58		Tarif	
	Betriebs h	60 m	H	N	Betriebs h	65 m	H	N
März 01 W	184.2 h	37931 kWh	SFr. 5'861.41	SFr. 1'820.90	198.0 h	50802 kWh	SFr. 7'813.56	SFr. 2'458.28
April 01 S	479.5 h	71396 kWh	SFr. 8'330.71	SFr. 1'903.30	517.8 h	100041 kWh	SFr. 11'507.56	SFr. 2'749.70
Mai 01 S	521.3 h	45592 kWh	SFr. 5'234.83	SFr. 1'257.87	573.2 h	65104 kWh	SFr. 7'498.64	SFr. 1'784.55
Juni 01 S	511.5 h	45548 kWh	SFr. 5'532.99	SFr. 1'105.05	554.0 h	65879 kWh	SFr. 7'941.29	SFr. 1'629.11
Juli 01 S	510.2 h	45137 kWh	SFr. 5'201.32	SFr. 1'235.97	559.7 h	66511 kWh	SFr. 7'598.95	SFr. 1'853.99
August 01 S	457.0 h	27245 kWh	SFr. 3'117.14	SFr. 757.23	516.7 h	40052 kWh	SFr. 4'541.26	SFr. 1'133.76
September 01 S	470.7 h	68111 kWh	SFr. 7'049.37	SFr. 2'264.77	508.5 h	96074 kWh	SFr. 9'873.35	SFr. 3'229.62
Oktober 01 W	442.8 h	35329 kWh	SFr. 4'707.50	SFr. 2'094.91	498.0 h	52208 kWh	SFr. 6'918.23	SFr. 3'116.15
November 01 W	601.2 h	114739 kWh	SFr. 18'148.52	SFr. 5'286.25	631.2 h	157118 kWh	SFr. 24'995.82	SFr. 7'162.25
Dezember 01 W	511.5 h	116192 kWh	SFr. 17'293.64	SFr. 5'928.77	559.2 h	154364 kWh	SFr. 22'998.60	SFr. 7'864.04
Januar 02 W	449.2 h	75052 kWh	SFr. 11'389.48	SFr. 3'713.42	490.3 h	102898 kWh	SFr. 15'706.82	SFr. 5'042.45
Februar 02 W	521.3 h	155377 kWh	SFr. 23'793.10	SFr. 7'574.11	542.5 h	205095 kWh	SFr. 31'221.86	SFr. 10'095.66
März 02 W	480.3 h	74540 kWh	SFr. 12'718.79	SFr. 2'941.42	533.8 h	98933 kWh	SFr. 16'847.67	SFr. 3'921.68
April 02 S	491.7 h	58302 kWh	SFr. 6'535.55	SFr. 1'687.92	534.0 h	81740 kWh	SFr. 9'151.19	SFr. 2'372.29
Mai 02 S	459.8 h	27553 kWh	SFr. 2'842.75	SFr. 920.60	520.2 h	40135 kWh	SFr. 4'105.39	SFr. 1'358.77
Juni 02 S	489.8 h	30181 kWh	SFr. 3'807.01	SFr. 661.85	540.7 h	43997 kWh	SFr. 5'526.97	SFr. 976.26
Juli 02 S	517.0 h	44952 kWh	SFr. 5'110.28	SFr. 1'265.74	568.3 h	64518 kWh	SFr. 7'334.28	SFr. 1'816.93
August 02 S	446.2 h	32433 kWh	SFr. 3'765.80	SFr. 873.88	488.2 h	47882 kWh	SFr. 5'495.44	SFr. 1'322.21
September 02 S	413.0 h	28998 kWh	SFr. 3'546.24	SFr. 691.69	467.5 h	42168 kWh	SFr. 5'132.93	SFr. 1'017.81
Oktober 02 W	441.2 h	80868 kWh	SFr. 11'279.94	SFr. 4'527.52	483.7 h	109489 kWh	SFr. 15'387.13	SFr. 6'068.97
Total:	9399.3 h	1215474 kWh	SFr. 165'266.37	SFr. 48'513.17	10285.3 h	1685008 kWh	SFr. 227'596.93	SFr. 66'974.47
			Gesamt:	SFr. 213'779.54			Gesamt:	SFr. 294'571.40
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
				SFr. 158'580.46				SFr. 217'233.01
November 01-Oktober 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	14%		SFr. 156'304.28	Last	15%		SFr. 212'923.41
	Verfügbarkeit	66%	Durchs.: 86 kWh		Verfügbarkeit	73%	Durchs.: 119 kWh	

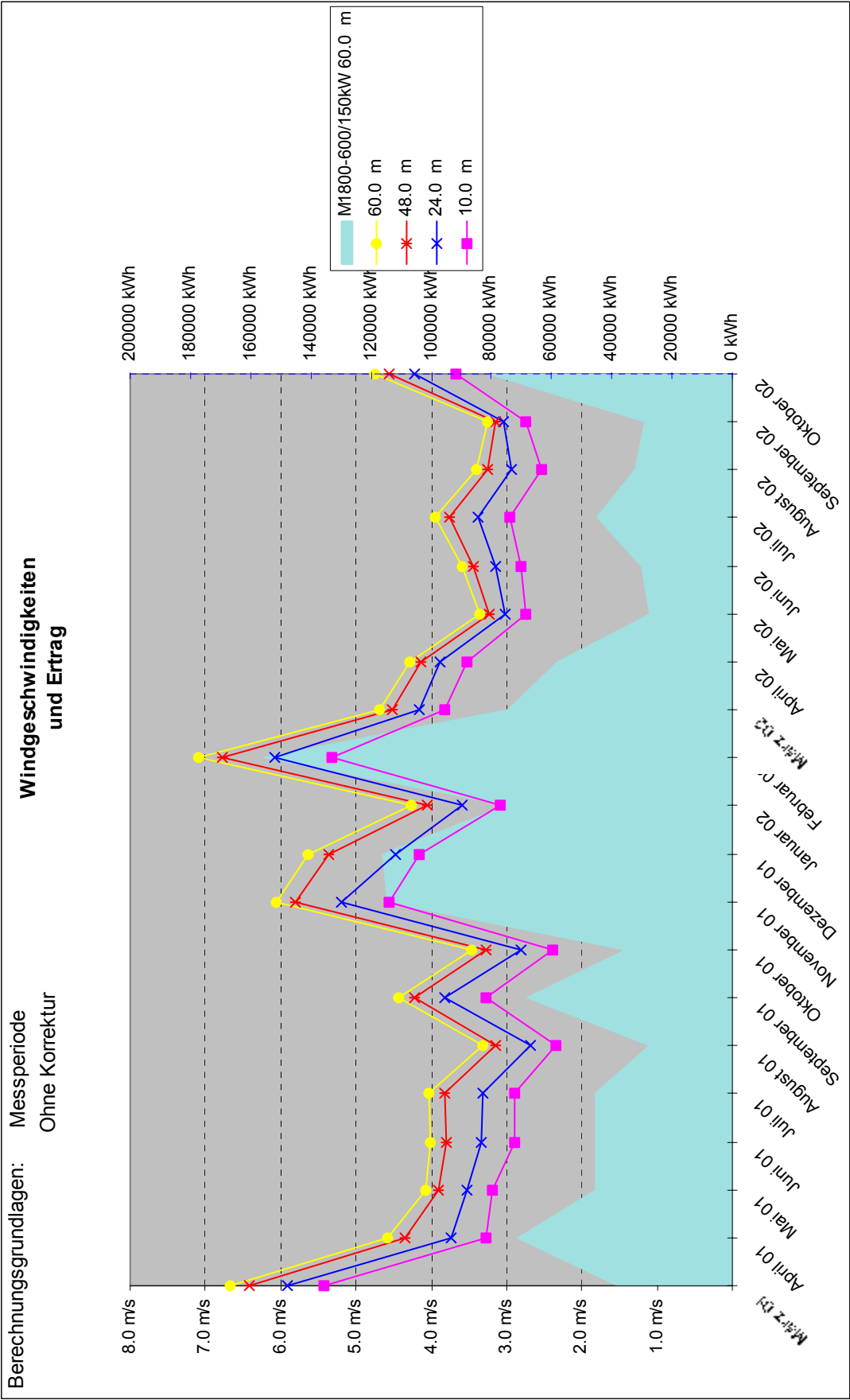


DIAGRAMM 3 WINDGESCHWINDIGKEITEN UND ERTRAG FELDMOOS

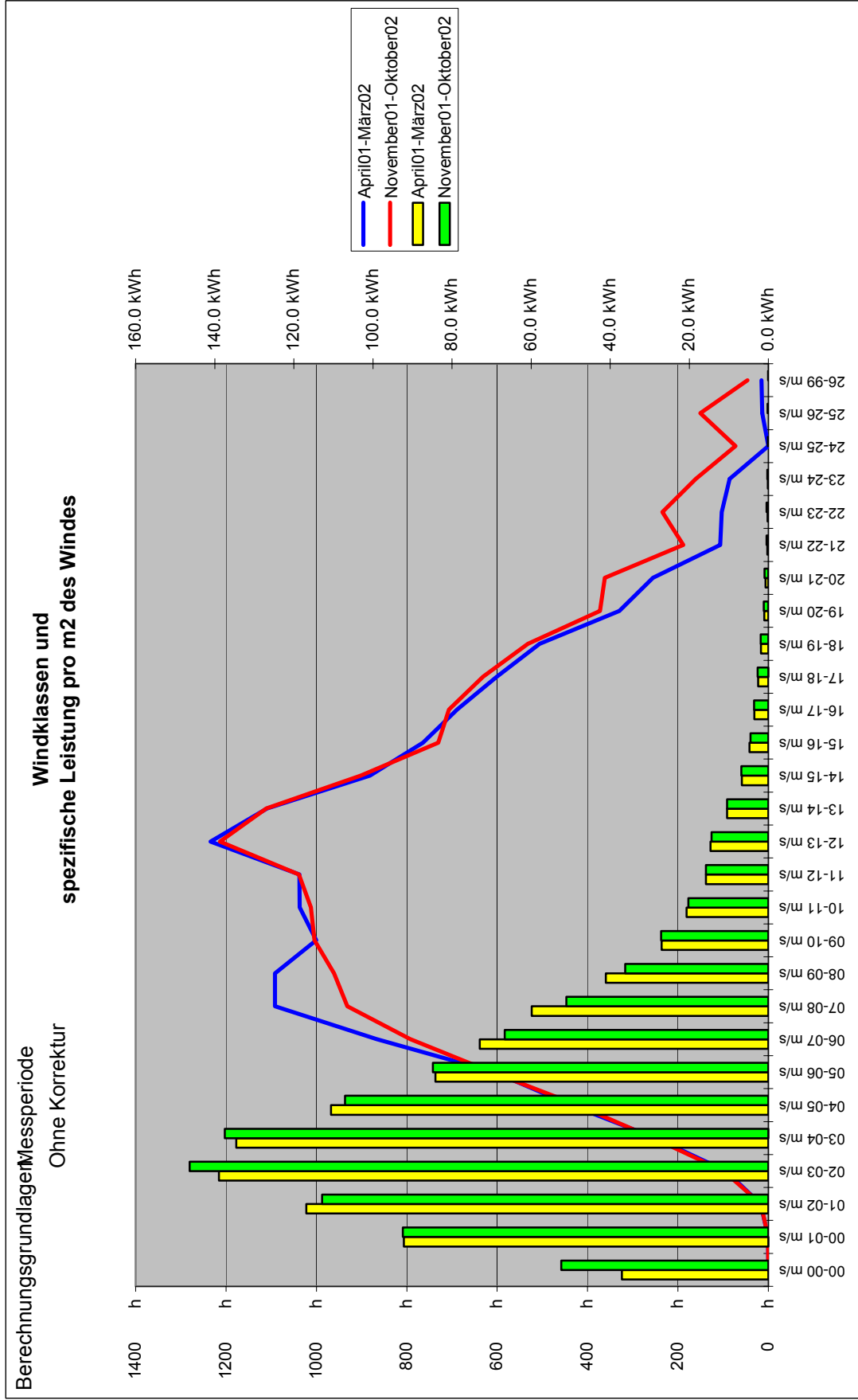


DIAGRAMM 4 HÄUFIGKEITSVERTEILUNG FELDMOOS

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
Messhöhe:			X	X	
März 01	268.3 h	4.0 m/s	4.7 m/s	5.3 m/s	5.6 m/s
April 01	720.0 h	2.8 m/s	3.3 m/s	3.8 m/s	4.0 m/s
Mai 01	744.0 h	2.9 m/s	3.3 m/s	3.8 m/s	4.0 m/s
Juni 01	720.0 h	2.7 m/s	3.1 m/s	3.6 m/s	3.8 m/s
Juli 01	744.0 h	2.7 m/s	3.1 m/s	3.6 m/s	3.8 m/s
August 01	744.0 h	2.2 m/s	2.5 m/s	3.0 m/s	3.2 m/s
September 01	720.0 h	3.0 m/s	3.4 m/s	3.9 m/s	4.1 m/s
Oktober 01	744.0 h	2.3 m/s	2.6 m/s	3.1 m/s	3.3 m/s
November 01	720.0 h	3.9 m/s	4.5 m/s	5.3 m/s	5.6 m/s
Dezember 01	722.5 h	3.7 m/s	4.1 m/s	5.0 m/s	5.2 m/s
Januar 02	744.0 h	2.9 m/s	3.3 m/s	3.9 m/s	4.1 m/s
Februar 02	672.0 h	4.8 m/s	5.5 m/s	6.2 m/s	6.6 m/s
März 02	743.0 h	3.5 m/s	3.9 m/s	4.3 m/s	4.5 m/s
April 02	720.0 h	3.1 m/s	3.5 m/s	4.0 m/s	4.2 m/s
Mai 02	744.0 h	2.5 m/s	2.8 m/s	3.1 m/s	3.3 m/s
Juni 02	720.0 h	2.6 m/s	2.9 m/s	3.3 m/s	3.4 m/s
Juli 02	744.0 h	2.7 m/s	3.1 m/s	3.6 m/s	3.8 m/s
August 02	744.0 h	2.4 m/s	2.7 m/s	3.1 m/s	3.3 m/s
September 02	720.0 h	2.5 m/s	2.9 m/s	3.1 m/s	3.3 m/s
Oktober 02	743.8 h	3.3 m/s	3.8 m/s	4.3 m/s	4.5 m/s
Gesamt:	14141.7 h	3.0 m/s	3.4 m/s	3.9 m/s	4.1 m/s
April 01-März 02	8737.5 h	3.1 m/s	3.5 m/s	4.1 m/s	4.3 m/s
November 01-Oktober	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	M1800-600/150kW			Lagerway LW58			65 m		Tarif	N
	Betriebs h	60 m	Tarif	H	Tarif	N	Betriebs h	65 m		
März 01 W	189.5 h	36410 kWh	SFr. 6'076.67	SFr. 6'076.67	SFr. 1'508.97	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. 6'049.95	SFr. 1'353.32	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. 5'255.10	SFr. 1'047.44	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. 4'669.67	SFr. 770.64	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. 4'811.79	SFr. 734.14	SFr. 734.14	563.3 h	54835 kWh	SFr. 7'119.68	SFr. 1'101.15
August 01 S	449.7 h	21849 kWh	SFr. 2'572.18	SFr. 2'572.18	SFr. 571.09	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. 5'486.18	SFr. 1'754.69	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. 3'545.79	SFr. 1'621.24	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. 14'762.03	SFr. 4'210.88	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. 14'888.99	SFr. 4'965.43	SFr. 4'965.43	546.8 h	134403 kWh	SFr. 20'108.26	SFr. 6'802.77
Januar 02 W	441.3 h	62049 kWh	SFr. 9'281.07	SFr. 9'281.07	SFr. 3'141.71	SFr. 3'141.71	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. 21'012.33	SFr. 6'537.14	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. 11'759.05	SFr. 2'713.37	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. 5'355.96	SFr. 1'425.08	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. 2'173.76	SFr. 722.87	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. 2'913.63	SFr. 526.79	SFr. 526.79	532.5 h	34597 kWh	SFr. 4'309.55	SFr. 785.96
Juli 02 S	504.0 h	36501 kWh	SFr. 4'140.63	SFr. 4'140.63	SFr. 1'032.28	SFr. 1'032.28	556.0 h	53413 kWh	SFr. 6'056.60	SFr. 1'511.80
August 02 S	451.3 h	25337 kWh	SFr. 3'006.72	SFr. 3'006.72	SFr. 650.30	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. 3'143.07	SFr. 599.52	SFr. 599.52	463.5 h	37922 kWh	SFr. 4'649.35	SFr. 898.74
Oktober 02 W	443.5 h	70024 kWh	SFr. 9'703.49	SFr. 9'703.49	SFr. 3'954.28	SFr. 3'954.28	481.8 h	96056 kWh	SFr. 13'372.78	SFr. 5'391.57
Total:	9385.7 h	1015221 kWh	SFr. 140'608.05	SFr. 140'608.05	SFr. 39'841.18	SFr. 39'841.18	10249.2 h	1431223 kWh	SFr. 196'823.69	SFr. 55'967.57
			Gesamt:	Gesamt:	SFr. 180'449.23	SFr. 180'449.23			Gesamt:	SFr. 252'791.26
April 01-März 02	5931.8 h	728508 kWh	SFr. 104'094.12	SFr. 104'094.12	SFr. 29'421.10	SFr. 29'421.10	6475.0 h	1021046 kWh	SFr. 144'950.45	SFr. 41'167.47
					SFr. 133'515.22	SFr. 133'515.22				SFr. 186'117.92
November 01-Oktober 02	5829.8 h	708882 kWh	SFr. 102'140.73	SFr. 102'140.73	SFr. 30'479.65	SFr. 30'479.65	6320.0 h	987817 kWh	SFr. 141'614.35	SFr. 42'275.58
	Last	11%			SFr. 132'620.38	SFr. 132'620.38	Last	13%		SFr. 183'889.93
	Verfügbarkeit	66%	Durchs.:	Durchs.:	72 kWh/h	72 kWh/h	Verfügbarkeit	72%	Durchs.:	101 kWh/h

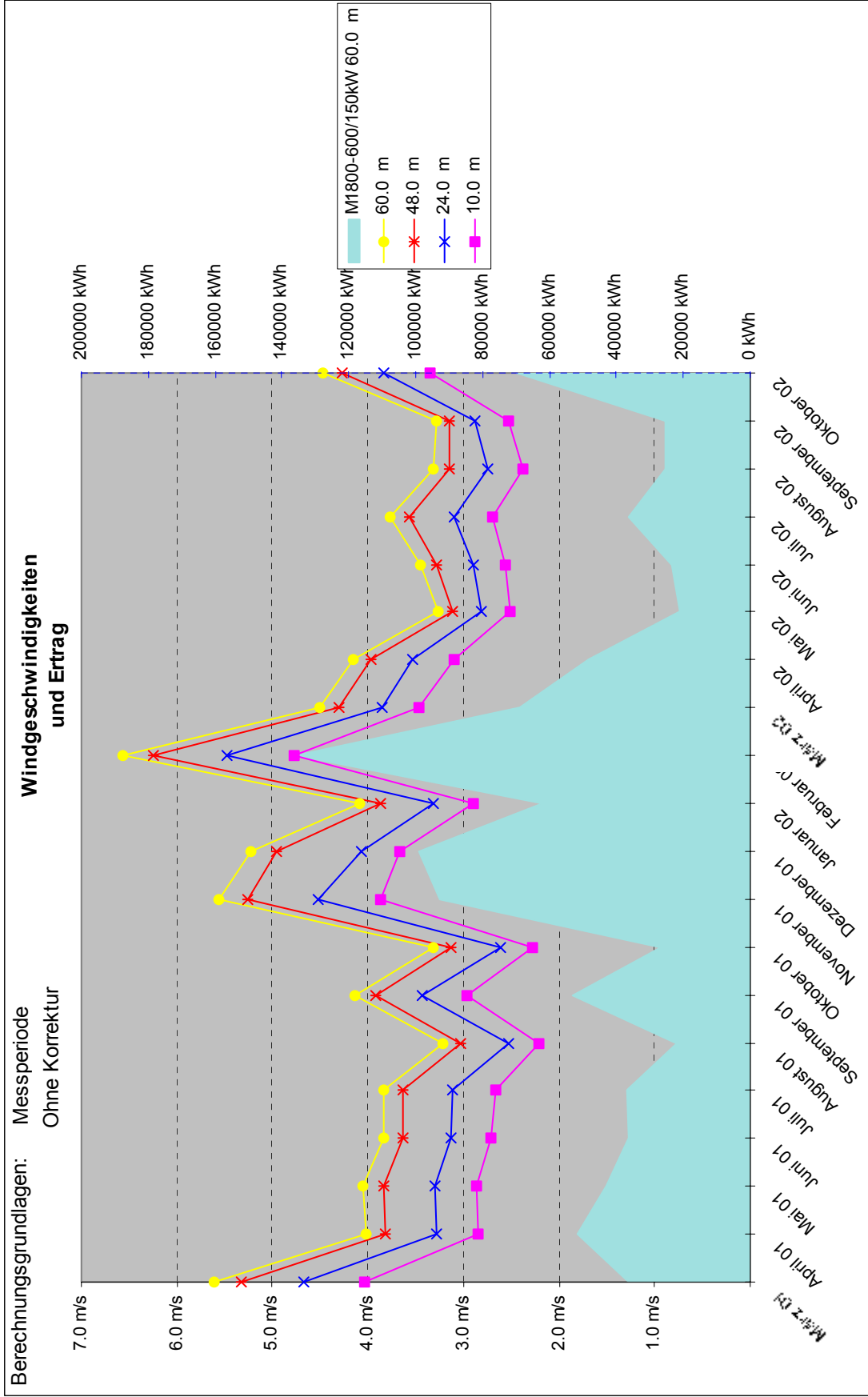


DIAGRAMM 5 WINDGESCHWINDIGKEITEN UND ERTRÄGE MOOS

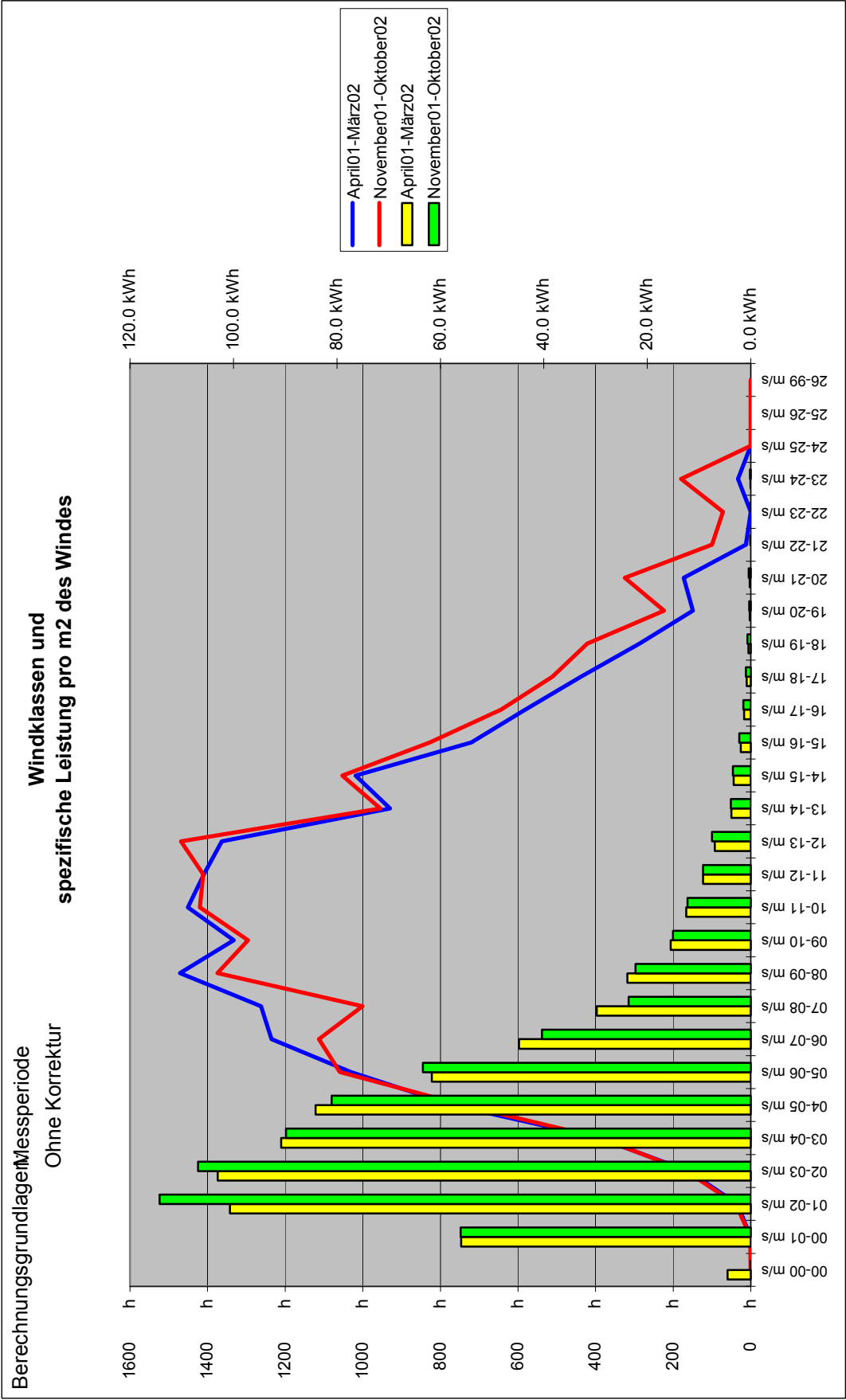


DIAGRAMM 6 HÄUFIGKEITSVERTEILUNG MOOS

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**

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

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

Tarif	M1800-600/150kW		Tarif		Tarif		Lagerway LW58		Tarif	
	Betriebs h	60 m	H	N	Betriebs h	65 m	H	N		
März 01 W	185.0 h	34828 kWh	SFr. 5'625.82	SFr. 1'542.53	197.3 h	46640 kWh	SFr. 7'405.00	SFr. 2'134.06		
April 01 S	471.7 h	60'199 kWh	SFr. 7'181.14	SFr. 1'526.38	503.0 h	85852 kWh	SFr. 10'090.97	SFr. 2'251.92		
Mai 01 S	517.2 h	41'246 kWh	SFr. 4'765.08	SFr. 1'123.40	564.7 h	59806 kWh	SFr. 6'945.70	SFr. 1'610.65		
Juni 01 S	499.3 h	36'424 kWh	SFr. 4'497.50	SFr. 847.31	549.0 h	54'049 kWh	SFr. 6'616.88	SFr. 1'285.74		
Juli 01 S	501.2 h	37'773 kWh	SFr. 4'480.72	SFr. 970.33	547.3 h	56'790 kWh	SFr. 6'680.41	SFr. 1'486.94		
August 01 S	454.0 h	23'241 kWh	SFr. 2'804.50	SFr. 573.27	521.8 h	34'496 kWh	SFr. 4'110.77	SFr. 876.79		
September 01 S	459.2 h	54'996 kWh	SFr. 5'868.36	SFr. 1'740.49	504.3 h	79'729 kWh	SFr. 8'452.28	SFr. 2'550.80		
Oktober 01 W	421.0 h	28'808 kWh	SFr. 3'967.72	SFr. 1'639.72	483.5 h	43'453 kWh	SFr. 5'954.54	SFr. 2'489.31		
November 01 W	613.0 h	106'532 kWh	SFr. 16'672.83	SFr. 5'002.34	641.8 h	149'457 kWh	SFr. 23'502.11	SFr. 6'958.86		
Dezember 01 W	504.8 h	106'347 kWh	SFr. 15'964.46	SFr. 5'354.19	547.8 h	145'229 kWh	SFr. 21'752.09	SFr. 7'337.88		
Januar 02 W	438.2 h	63'775 kWh	SFr. 9'582.91	SFr. 3'205.89	485.8 h	90'074 kWh	SFr. 13'618.55	SFr. 4'483.49		
Februar 02 W	519.7 h	138'901 kWh	SFr. 21'429.74	SFr. 6'686.27	539.0 h	188'440 kWh	SFr. 28'863.32	SFr. 9'181.96		
März 02 W	477.0 h	70'534 kWh	SFr. 12'154.46	SFr. 2'720.17	524.3 h	95'407 kWh	SFr. 16'355.47	SFr. 3'724.44		
April 02 S	490.8 h	51'919 kWh	SFr. 5'761.45	SFr. 1'532.41	537.7 h	74'769 kWh	SFr. 8'299.29	SFr. 2'205.70		
Mai 02 S	456.5 h	23'629 kWh	SFr. 2'455.06	SFr. 780.95	509.2 h	35'346 kWh	SFr. 3'641.44	SFr. 1'183.72		
Juni 02 S	481.0 h	24'866 kWh	SFr. 3'143.24	SFr. 541.96	530.7 h	37'042 kWh	SFr. 4'675.27	SFr. 810.94		
Juli 02 S	503.2 h	38'068 kWh	SFr. 4'329.38	SFr. 1'071.07	553.8 h	55'982 kWh	SFr. 6'370.69	SFr. 1'573.15		
August 02 S	441.5 h	26'382 kWh	SFr. 3'154.42	SFr. 665.22	482.5 h	39'666 kWh	SFr. 4'686.58	SFr. 1'028.35		
September 02 S	408.7 h	26'214 kWh	SFr. 3'243.58	SFr. 606.44	463.3 h	38'824 kWh	SFr. 4'778.84	SFr. 910.65		
Oktober 02 W	438.2 h	71'641 kWh	SFr. 9'958.43	SFr. 4'029.30	483.7 h	99'190 kWh	SFr. 13'826.01	SFr. 5'558.51		
Total:	9281.0 h	1066325 kWh	SFr. 147'040.81	SFr. 42'159.63	10170.7 h	1510242 kWh	SFr. 206'626.24	SFr. 59'643.86		
			Gesamt:	SFr. 189'200.44			Gesamt:	SFr. 266'270.09		
April 01-März 02	5876.2 h	768778 kWh	SFr. 109'369.42	SFr. 31'389.76	6412.5 h	1082781 kWh	SFr. 152'943.10	SFr. 44'238.78		
				SFr. 140'759.18				SFr. 197'181.88		
November 01-Oktober 02	5772.5 h	748808 kWh	SFr. 107'849.97	SFr. 32'196.20	6299.7 h	1049427 kWh	SFr. 150'369.67	SFr. 44'957.65		
	Last	12%		SFr. 140'046.17	Last	14%		SFr. 195'327.33		
	Verfügbarkeit	66%	Durchs.:	75 kWh	Verfügbarkeit	72%	Durchs.:	107 kWh		

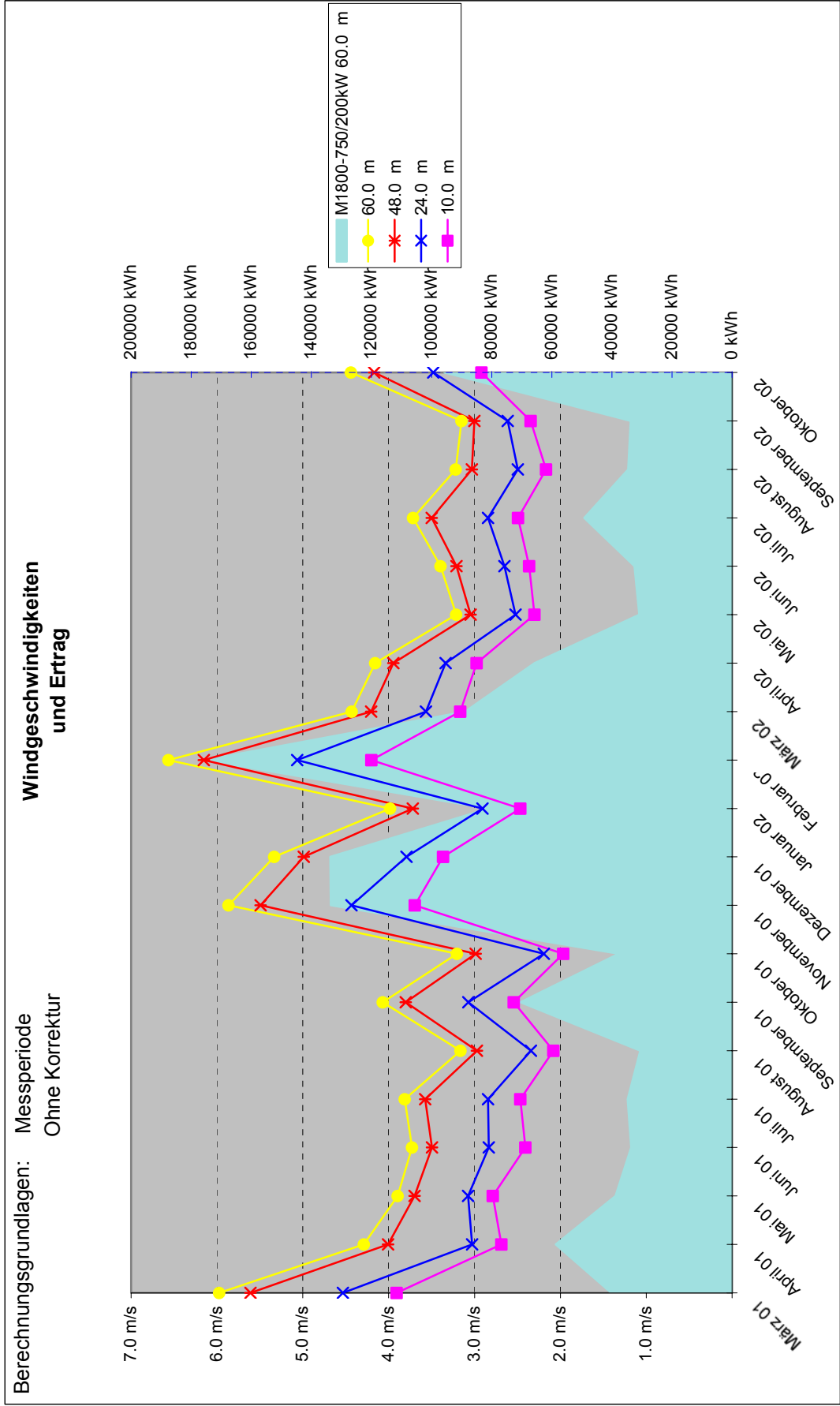


DIAGRAMM 7 WINDGESCHWINDIGKEITEN UND ERTRAG BRUNNENWALD

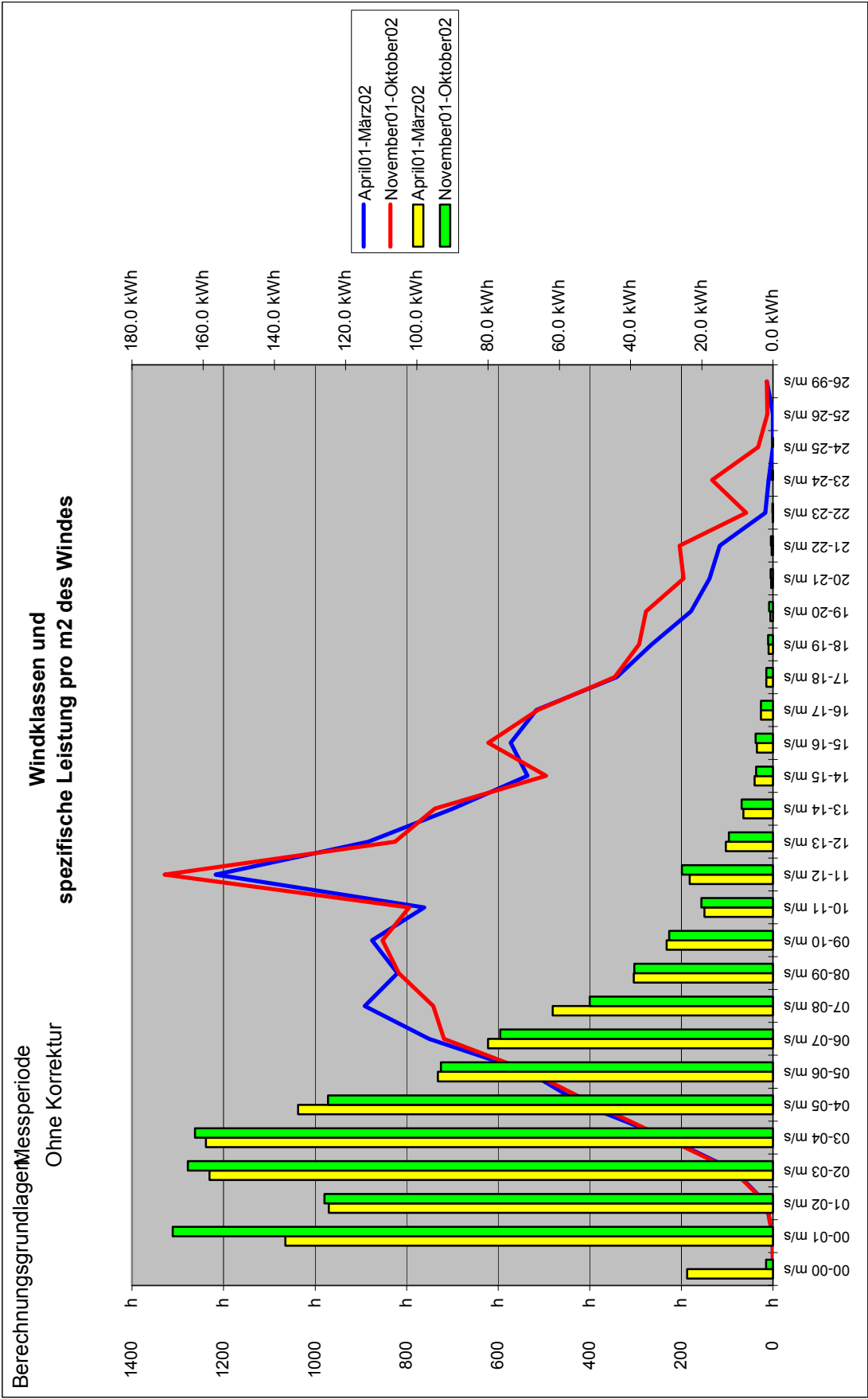


DIAGRAMM 8 HÄUFIGKEITSVERTEILUNG BRUNNENWALD

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 gelegenste 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 Aufwand erbracht werden muss. Wird aber durch den grösseren Ertrag bestens wettgemacht.

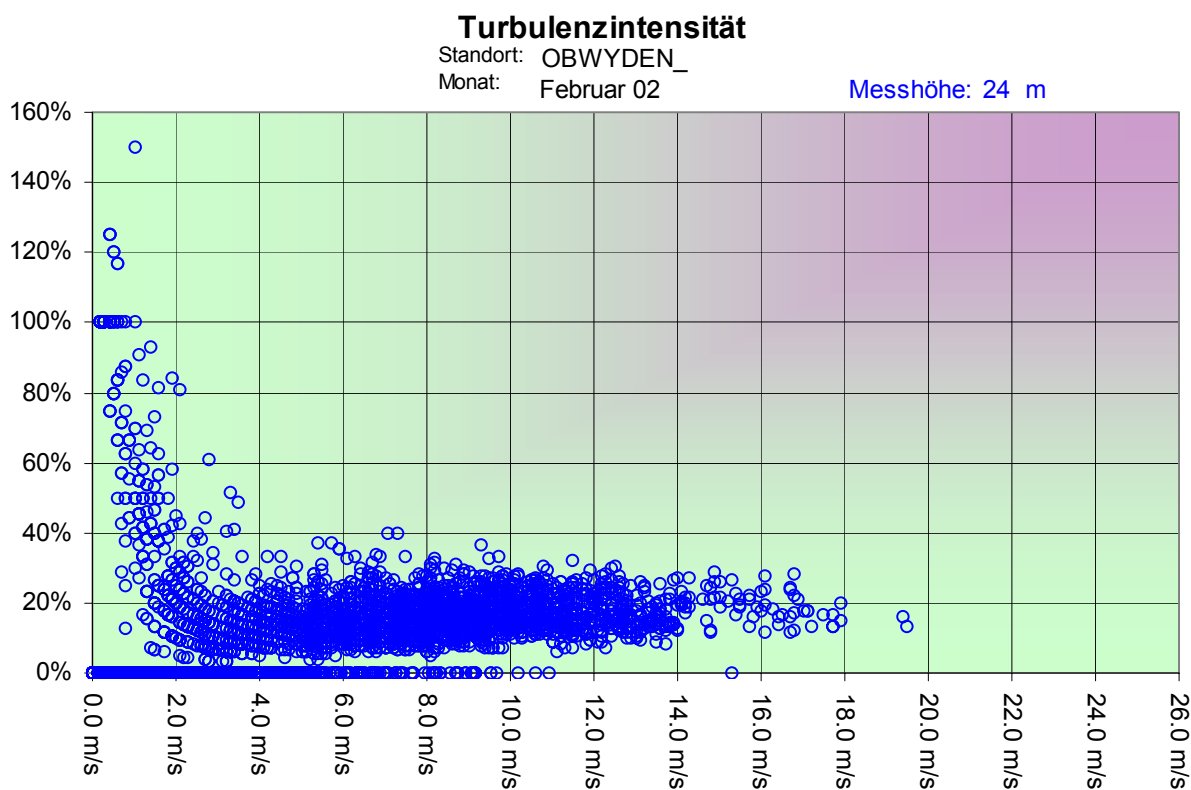


DIAGRAMM 9 TURBULENZINTENSITÄT OBWYDEN

Messergebnisse

TABELLE 11 MONATSMITTELWERTE OBWYDEN

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

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/wind* [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 $A= 5.5\text{m/s}$ und $k 1.44$ bestätigt die hohen Erträge, trotz mittleren Windgeschwindigkeiten.

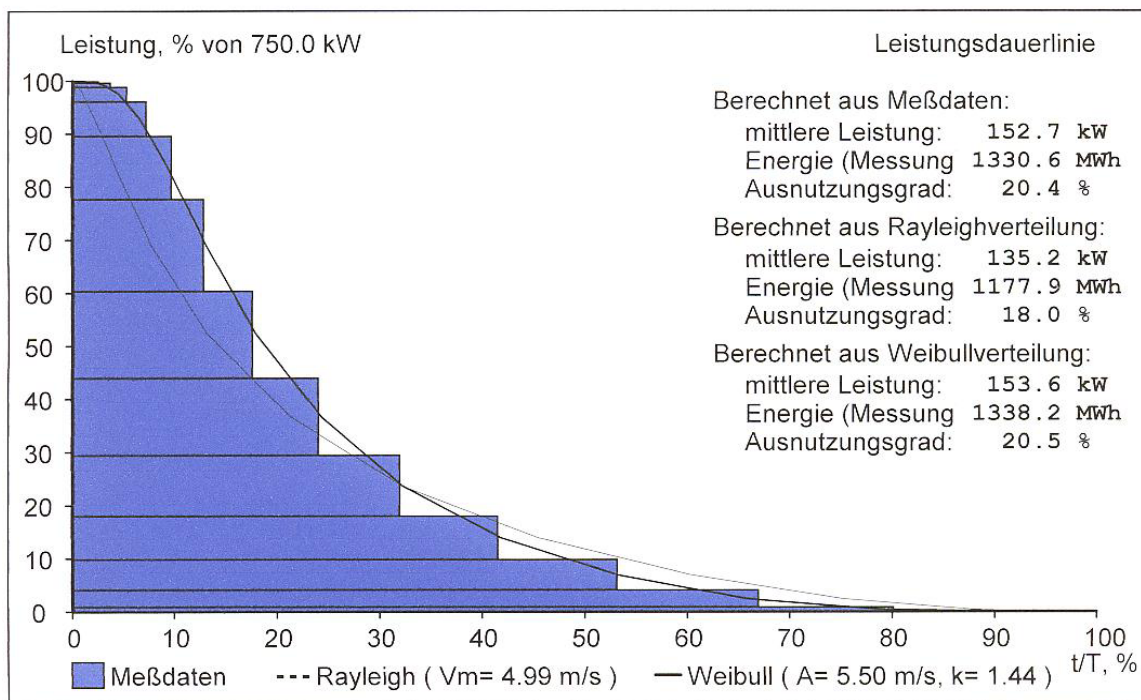
TABELLE 12 ALWIN ERTRAGSPROGNOSEN OBWYDEN

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 (Z0 = 0.505 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	100.00
1- 2:	-0.95 - -0.09	90.88	96.90	91.78
2- 3:	-0.09 - 6.78	80.03	88.15	79.23
3- 4:	6.78 - 30.39	66.87	75.30	65.88
4- 5:	30.39 - 73.44	53.00	60.39	53.17
5- 6:	73.44 - 135.67	41.40	45.47	41.86
6- 7:	135.67 - 220.68	31.84	32.15	32.22
7- 8:	220.68 - 330.12	23.93	21.34	24.32
8- 9:	330.12 - 453.12	17.44	13.30	18.02
9-10:	453.12 - 582.16	12.72	7.78	13.13
10-11:	582.16 - 671.75	9.61	4.28	9.41
11-12:	671.75 - 721.17	7.16	2.21	6.65
12-13:	721.17 - 741.29	5.21	1.07	4.63
13-14:	741.29 - 747.62	3.56	0.49	3.18
14-15:	747.62 - 749.51	2.43	0.21	2.16
15-16:	749.51 - 750.00	1.76	0.08	1.45
16-17:	750.00 - 750.00	1.06	0.03	0.96
17-18:	750.00 - 750.00	0.63	0.01	0.63
18-19:	750.00 - 750.00	0.34	0.00	0.41
19-20:	750.00 - 750.00	0.20	0.00	0.26
20-21:	750.00 - 0.00	0.13	0.00	0.16
21-22:	0.00 - 0.00	0.06	0.00	0.10
22-23:	0.00 - 0.00	0.02	0.00	0.06
23-24:	0.00 - 0.00	0.01	0.00	0.04
24-25:	0.00 - 0.00	0.00	0.00	0.02
25-26:	0.00 - 0.00	0.00	0.00	0.01
26-27:	0.00 - 0.00	0.00	0.00	0.01

TABELLE 13 ERTRÄGE OBWYDEN

Tarif	M1800-600/150kW				Tarif		Lagerway LW58		Tarif	
	Betriebs h	60 m	H	N	Betriebs h	65 m	H	N		
März 01 W	193.5 h	40130 kWh	SFr. 6'112.47	SFr. 1'973.60	208.3 h	53719 kWh	SFr. 8'105.75	SFr. 2'682.48		
April 01 S	496.5 h	71921 kWh	SFr. 8'217.82	SFr. 2'004.34	543.7 h	102253 kWh	SFr. 1'535.36	SFr. 2'923.79		
Mai 01 S	553.0 h	46027 kWh	SFr. 5'250.21	SFr. 1'287.15	591.5 h	65269 kWh	SFr. 7'478.63	SFr. 1'808.57		
Juni 01 S	549.3 h	50969 kWh	SFr. 5'981.46	SFr. 1'341.65	578.0 h	74045 kWh	SFr. 8'615.91	SFr. 1'985.91		
Juli 01 S	548.3 h	50759 kWh	SFr. 5'718.21	SFr. 1'455.42	598.3 h	74700 kWh	SFr. 8'346.50	SFr. 2'176.25		
August 01 S	506.8 h	32647 kWh	SFr. 3'635.60	SFr. 957.19	558.0 h	48049 kWh	SFr. 5'304.78	SFr. 1'431.78		
September 01 S	507.7 h	78500 kWh	SFr. 8'030.31	SFr. 2'657.37	546.3 h	111253 kWh	SFr. 1'1331.37	SFr. 3'790.83		
Oktober 01 W	492.8 h	43499 kWh	SFr. 5'636.19	SFr. 2'664.28	543.2 h	64323 kWh	SFr. 8'295.82	SFr. 3'960.07		
November 01 W	623.3 h	118151 kWh	SFr. 18'743.52	SFr. 5'414.10	650.0 h	162315 kWh	SFr. 25'815.84	SFr. 7'402.79		
Dezember 01 W	540.8 h	122054 kWh	SFr. 18'292.99	SFr. 6'160.60	576.0 h	162256 kWh	SFr. 24'391.04	SFr. 8'151.13		
Januar 02 W	493.5 h	84455 kWh	SFr. 12'807.78	SFr. 4'183.13	527.8 h	116088 kWh	SFr. 17'707.53	SFr. 5'695.66		
Februar 02 W	542.0 h	171434 kWh	SFr. 26'028.43	SFr. 8'475.43	559.8 h	225341 kWh	SFr. 33'959.81	SFr. 11'274.87		
März 02 W	509.7 h	76582 kWh	SFr. 12'674.56	SFr. 3'230.41	556.5 h	101693 kWh	SFr. 16'777.42	SFr. 4'317.78		
April 02 S	538.0 h	59087 kWh	SFr. 6'300.06	SFr. 1'872.34	586.2 h	82883 kWh	SFr. 8'801.86	SFr. 2'644.12		
Mai 02 S	515.7 h	32009 kWh	SFr. 2'986.39	SFr. 1'227.57	578.3 h	46757 kWh	SFr. 4'365.19	SFr. 1'791.78		
Juni 02 S	529.8 h	35118 kWh	SFr. 4'314.71	SFr. 827.66	573.2 h	51532 kWh	SFr. 6'310.60	SFr. 1'224.91		
Juli 02 S	555.8 h	50466 kWh	SFr. 5'664.35	SFr. 1'457.43	598.5 h	72606 kWh	SFr. 8'151.30	SFr. 2'095.86		
August 02 S	484.8 h	37227 kWh	SFr. 4'194.41	SFr. 1'067.07	527.3 h	55043 kWh	SFr. 6'141.02	SFr. 1'608.13		
September 02 S	455.7 h	30971 kWh	SFr. 3'707.92	SFr. 778.54	501.0 h	44847 kWh	SFr. 5'344.91	SFr. 1'139.53		
Oktober 02 W	476.2 h	90747 kWh	SFr. 12'672.33	SFr. 5'073.06	512.2 h	123089 kWh	SFr. 17'344.24	SFr. 6'798.51		
Total:	10113.3 h	1322753 kWh	SFr. 176'969.72	SFr. 54'108.33	10914.2 h	1838063 kWh	SFr. 244'124.90	SFr. 74'904.76		
			Gesamt:	SFr. 231'078.06			Gesamt:	SFr. 319'029.66		
April 01-März 02	6363.8 h	946998 kWh	SFr. 131'017.08	SFr. 39'831.06	6829.2 h	1307586 kWh	SFr. 179'560.02	SFr. 54'919.43		
				SFr. 170'848.15				SFr. 234'479.46		
November 01-Oktober 02	6265.3 h	908301 kWh	SFr. 128'387.46	SFr. 39'767.34	6746.8 h	1244451 kWh	SFr. 175'110.77	SFr. 54'145.08		
				SFr. 168'154.79				SFr. 229'255.85		
	Last	15%	Durchs.:	94 kWh	Last	17%	Durchs.:	130 kWh		
	Verfügbarkeit	72%			Verfügbarkeit	77%				

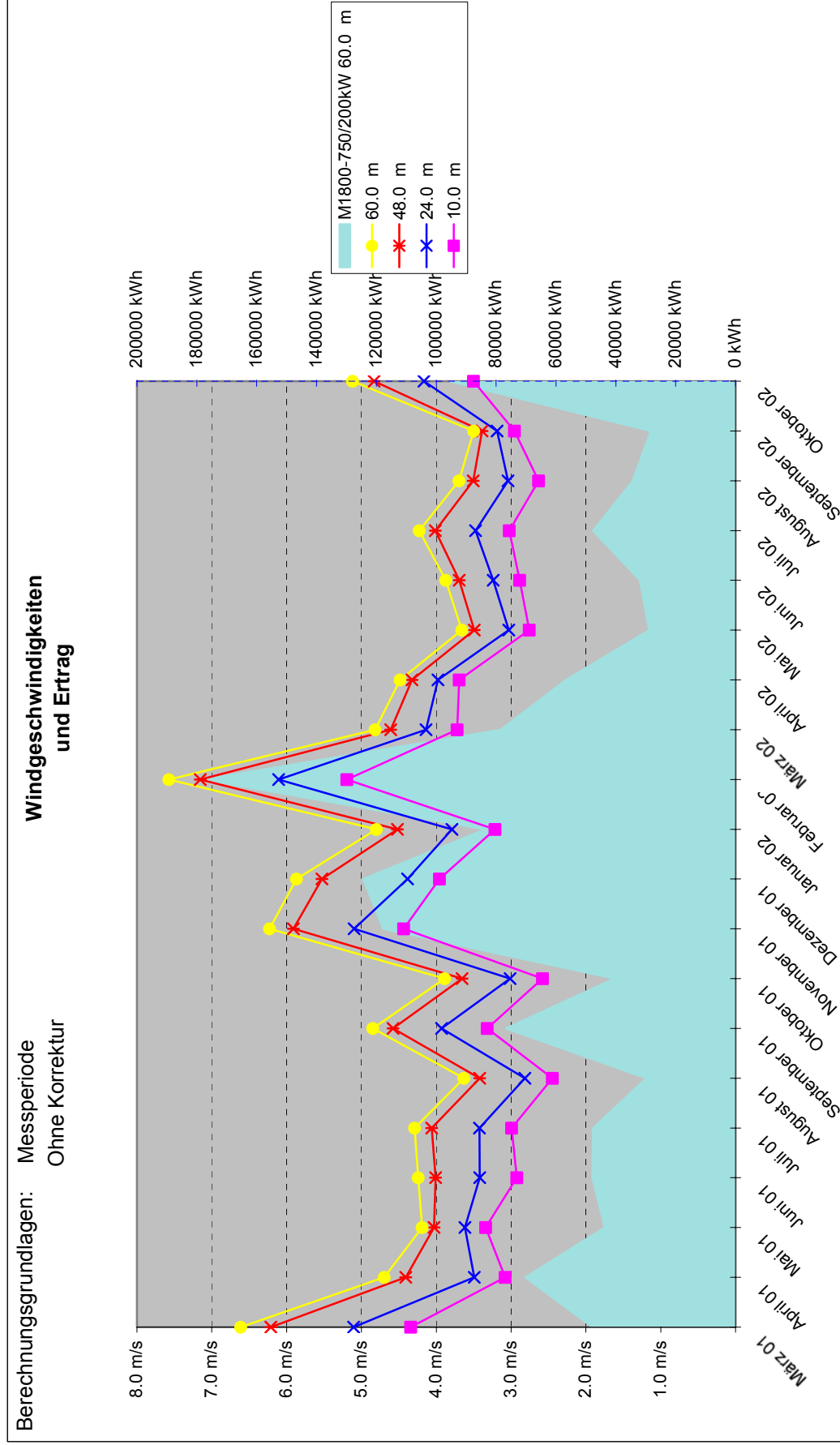


DIAGRAMM 10 WINDGESCHWINDIGKEITEN UND ERTRAG OBWYDEN

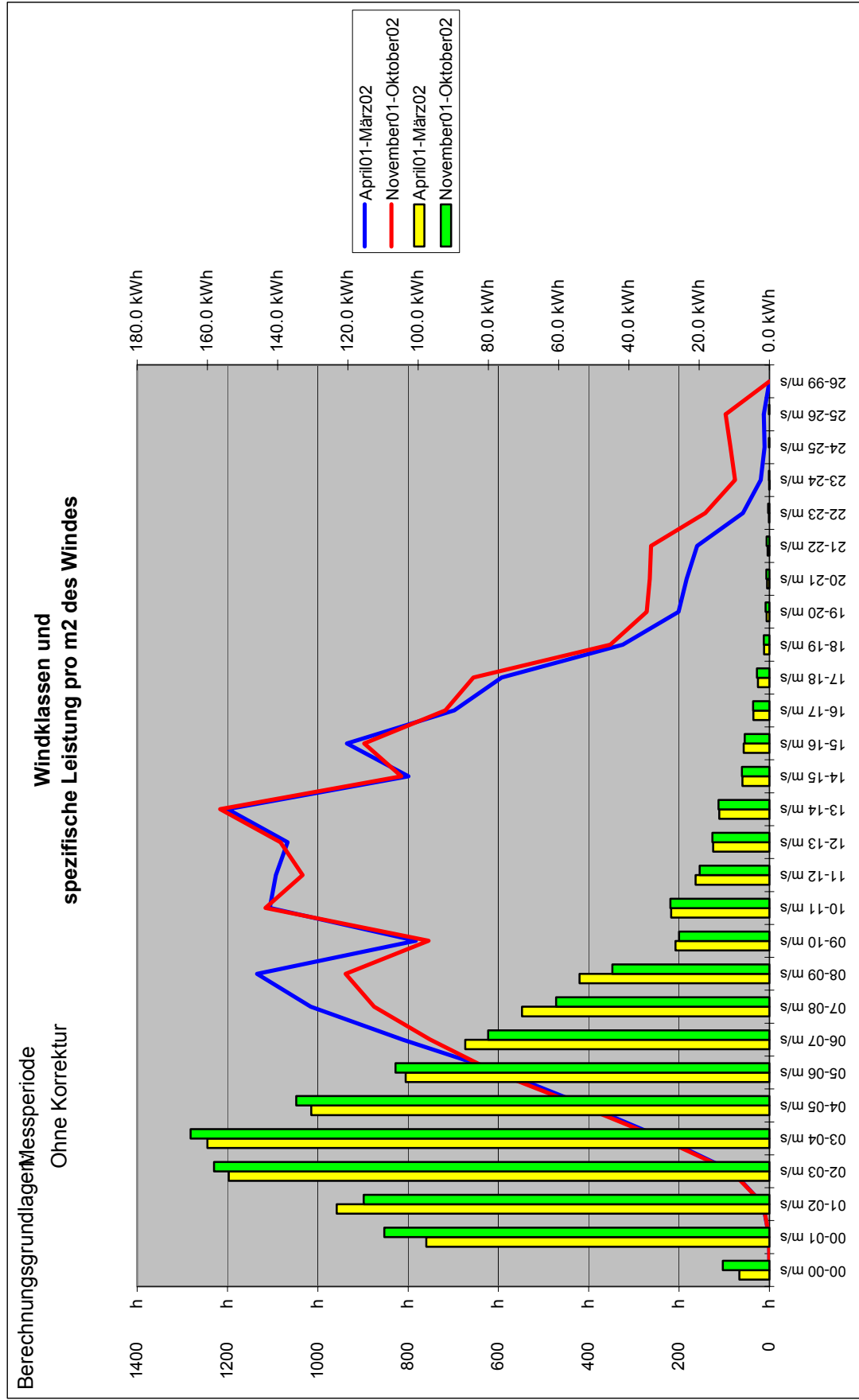


DIAGRAMM 11 HÄUFIGKEITSVERTEILUNG OBWYDEN

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 Computermodellrechnungen 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.

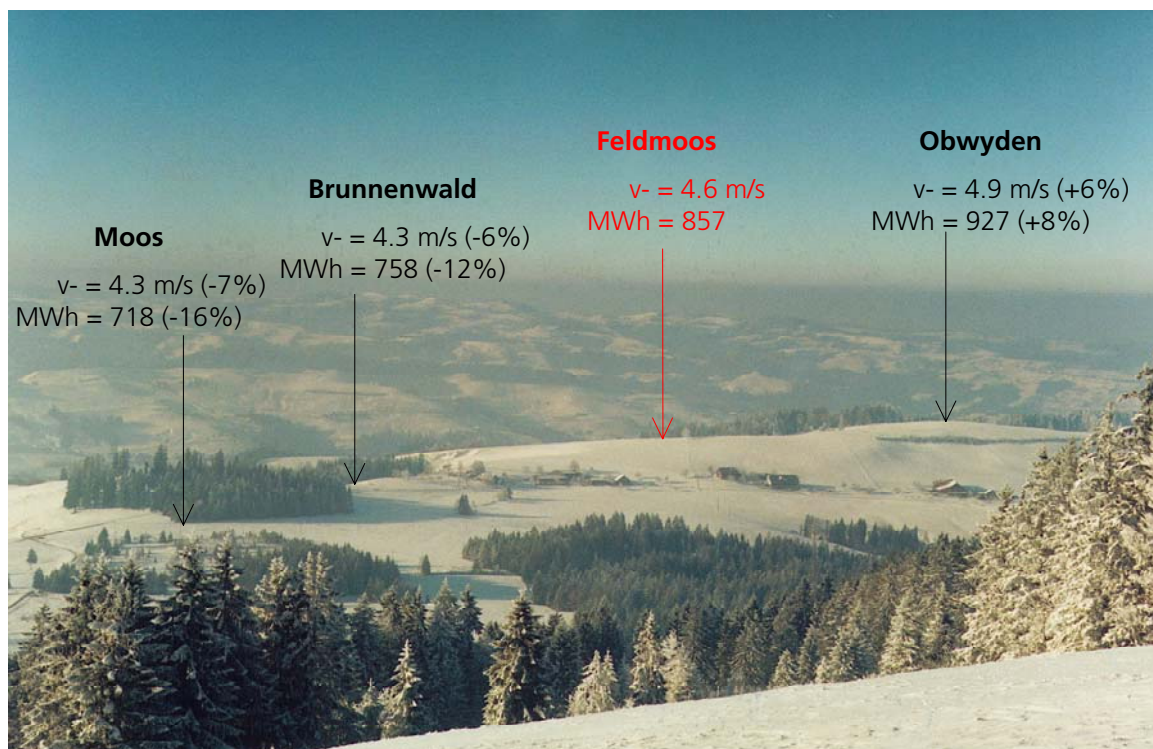


ABBILDUNG 10 STANDORTVERGLEICH

TABELLE 15 ERTRÄGE

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

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 durchzuführen. 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 einheitlich 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/>