

Richtlinie zur Energieförderungsverordnung (EnFV)
Windenergie

Ausführungen zum Vollzug des Einspeisevergütungssystems (EVS)

Inhaltsverzeichnis

Neuerungen zur letzten Version 3

1. Einleitung 4

2. Anlagendefinition 4

3. Berechnung des Vergütungssatzes 5

 3.1 Stichtag 5

 3.2 Höhenbonus 6

 3.3 Verlängerung des Grundvergütungssatzes bei grossen Anlagen 6

 3.3.1 Referenzstandort 6

 3.3.2 Referenzertrag 7

 3.3.3 Leistungskennlinie 7

 3.3.4 Effektiver Ertrag 8

 3.3.5 Berechnungsbeispiel 8

4. Übertragung von Vergütungsrechten 10

Gesetze und Verordnungen 11

Abkürzungen 11

Anhang 1: Vergütungsregimes i

Neuerungen zur letzten Version

In der vorliegenden Version wurden folgende Themen ergänzt:

Ausgabedatum	Version	Änderungsbeschreibung
01.07.2020	2.0	Grundsätzliche Überarbeitung. Neuauflage als «Richtlinie zur Energieförderungsverordnung (EnFV), Windenergie», Hrsg.: Pronovo

Bisherige Richtlinie

Dieses Dokument orientiert sich am Inhalt der bisher vom Bundesamt für Energie (BFE) unter dem Titel «Richtlinie kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) Art. 7a EnG, Windenergie Anhang 1.3 EnV» herausgegebenen Richtlinie (Versionen 1.0-1.3) und ersetzt diese.

Berechnungsbeispiele

Beispiele von Berechnungen in der vorliegenden Richtlinie sind unverbindlich und stehen insbesondere unter dem Vorbehalt künftiger Rechtsänderungen.

1. Einleitung

Die Richtlinien der Pronovo sollen als Vollzugshilfe zur Förderung erneuerbarer Energien dienen. Sie erläutern insbesondere die Praxis zur Umsetzung der Bestimmungen der Energieförderungsverordnung (EnFV).

Die vorliegende Richtlinie «Windenergie» richtet sich in erster Linie an die Betreiber von Windenergieanlagen, die durch das Einspeisevergütungssystem (EVS) gefördert werden.

Weitere Informationen können der Richtlinie «Allgemeiner Teil»¹ entnommen werden.

2. Anlagendefinition

Windkraftanlagen werden im EVS unabhängig von der installierten Leistung gefördert. Jede Turbine zählt für die Förderung als selbstständige Anlage und muss demzufolge auch separat angemeldet werden, auch wenn sie Teil eines Windparks ist.

Es wird unterschieden zwischen Kleinwindanlagen bis und mit 10 kW installierte elektrische Nennleistung² und Grosswindanlagen über 10 kW.³

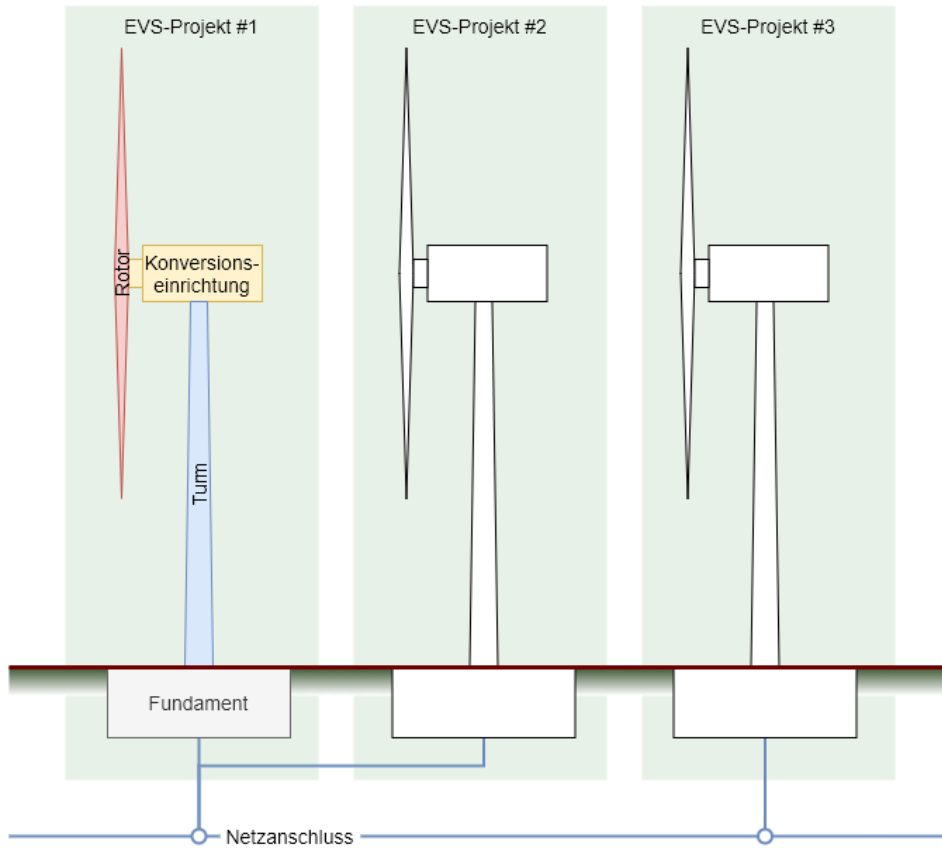
Eine selbstständige Windkraftanlage wird durch die Bestandteile Rotor, Konversionseinrichtung, Turm, Fundament und Netzanschluss definiert.⁴ Sobald alle diese Bestandteile vorhanden sind, zählt die Anlage als selbstständige Windkraftanlage.

¹ Richtlinie zur Energieförderungsverordnung (EnFV), Allgemeiner Teil

² Art. 13 Abs. 3 EnV

³ Anhang 1.3 Ziff. 2 EnFV

⁴ Siehe Anlagendefinition Anhang 1.3 Ziff. 1 EnFV



3. Berechnung des Vergütungssatzes

Die Höhe des Grundvergütungssatzes, die Berechnung der Verlängerung des Grundvergütungssatzes sowie die Vergütungsdauer sind vom jeweiligen Vergütungsregime abhängig und können Anhang 1 entnommen werden.

Der Satz für die Grundvergütung für Grosswindanlagen nach Kapitel 2 wird während der ersten fünf Jahre ab der ordentlichen Inbetriebnahme generell nicht verändert. Danach wird aufgrund des effektiven Ertrags dieser fünf Betriebsjahre eine Verlängerung des Grundvergütungssatzes errechnet, nach Ablauf derer der Vergütungssatz abgesenkt wird. Der Grundvergütungssatz kann minimal gar nicht und maximal bis Ende der nach geltendem Recht vorgesehenen Vergütungsdauer verlängert werden.⁵

Bei Kleinwindanlagen nach Kapitel 2 bleibt der Vergütungssatz über die gesamte Vergütungsdauer gleich.⁶

3.1 Stichtag

Der Stichtag bezeichnet den Zeitpunkt, ab welchem der Vergütungssatz nach fünf Betriebsjahren angepasst wird.

⁵ Anhang 1.3 Ziff. 3.2.3 EnFV

⁶ Anhang 1.3 Ziff. 3.1 EnFV

Fand die Inbetriebnahme bis zum 15. eines Monats statt (im Februar bis zum 14.), so wird die Verlängerung mit Beginn des Monats der Inbetriebnahme berechnet, bei einer Inbetriebnahme ab dem 16. eines Monats (bzw. im Februar ab dem 15.) erfolgt die Berechnung erst im Folgemonat. Bei quartalsweiser Produktionsdatenmessung wird analog auf das Quartal bezogen vorgegangen: Die Stichtage sind dabei die folgenden: 14. Februar, 15. Mai, 15. August, 15. November.

Zur Ermittlung des effektiven Ertrags der ersten fünf Betriebsjahre wird bei lastganggemessenen Anlagen auf die tagesscharfen Produktionsdaten seit dem tatsächlichen Tag der Inbetriebnahme zurückgegriffen. Bei Anlagen ohne Lastgangmessung werden die verfügbaren Daten ab Inbetriebnahmedatum bis zum berechneten Stichtag verwendet.

3.2 Höhenbonus

Für Grosswindanlagen an Standorten mit einer Höhe von 1'700 Metern über Meer oder höher wird der Grundvergütungssatz um von 2,5 Rp/kWh erhöht (Höhenbonus).⁷

3.3 Verlängerung des Grundvergütungssatzes bei grossen Anlagen

Ausschlaggebend für die Dauer der Verlängerung ist die über das Jahr gemittelte effektive Produktion der ersten fünf Betriebsjahre. Erreicht oder überschreitet diese einen Schwellenwert (A) des Referenzertrags, so wird der Grundvergütungssatz nicht verlängert. Wird der Schwellenwert hingegen nicht erreicht, so wird die Verlängerungsdauer D_V wie folgt berechnet:

$$D_V = \left(\frac{A}{100\%} - \frac{E}{R} \right) * \frac{C}{D}$$

D: Dauer der Verlängerung in Monaten

A: Schwellenwert gemäss geltender Verordnung

E: Effektiver Ertrag in kWh (arithm. Jahresmittel)

R: Referenzertrag in kWh

C: Parameter C gemäss geltender Verordnung

D: Parameter D gemäss geltender Verordnung

Die Parameter A, C und D sind vom jeweiligen Vergütungsregime abhängig und können den Vergütungsregimes in Anhang 1 oder der im jeweiligen Fall geltenden Verordnung (aEnV bzw. EnFV) entnommen werden.

Die Verlängerungsdauer D_V entspricht maximal der restlichen Vergütungsdauer (gesamte Vergütungsdauer abzüglich der ersten fünf Betriebsjahre). Die gesamte Vergütungsdauer wird nicht verlängert.

3.3.1 Referenzstandort

Der Referenzstandort Schweiz ist ein virtueller Standort, welcher für die Berechnung des Referenzertrags verwendet wird. Seine Charakteristiken sind im Anhang 1.3 Ziff. 3.2.5, 3.2.6 und 3.2.7 EnFV festgelegt. Ab aEnV, mit Stand am 1. Januar 2014 gilt für Anlagen unter 1'700 Meter über Meer und für Anlagen auf 1'700 Meter über Meer und höher je ein separater Referenzstandort mit unterschiedlichen Charakteristiken.

⁷ Anhang 1.3 Ziff. 3.2.2 EnFV

Massgebend für die Bestimmung der Höhe über Meer einer Anlage ist die Oberkante ihres Fundaments.⁸

3.3.2 Referenzertrag

Der Referenzertrag ist die für jeden Typ einer Windenergieanlage auf ihrer tatsächlichen Nabenhöhe berechnete Strommenge, die dieser Anlagentyp am Referenzstandort Schweiz rechnerisch auf der Basis seiner Leistungskennlinie in einem Jahr erbringen würde.⁹

Der Referenzertrag R errechnet sich wie folgt:

$$R = \sum_{i=1}^n J(v_i)$$

Der Referenzertrag R ist gerundet auf ganze kWh anzugeben. Zu $J(v_i)$ siehe nachfolgendes Kapitel 3.3.3.

3.3.3 Leistungskennlinie

Die Leistungskennlinie ist der für jeden Typ einer Windenergieanlage unabhängig von der Nabenhöhe bestimmte Zusammenhang zwischen Windgeschwindigkeit und Leistungsabgabe.

Für die Berechnung des Referenzertrags ist eine vom Hersteller der Windenergieanlage nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik und auf der Basis der Norm IEC 61400-12-1 bei Standardbedingungen (ISO standard atmosphere) ermittelte und publizierte Leistungskennlinie zu verwenden.

Ist keine vom Hersteller erstellte Leistungskennlinie verfügbar, so kann ausnahmsweise die Leistungskennlinie mit folgender Formel berechnet werden:

$$P_i = c_p * A * \frac{\rho}{2} * v_i^3$$

P_i : Wirkleistung im Bin i
 A : Rotorkreisfläche
 ρ : Luftdichte

c_p : Leistungsbeiwert
 v_i : Windgeschwindigkeit des Bins i

Die Berechnung wird mit einer Luftdichte von $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$ und einem Leistungsbeiwert c_p von 0.38 (entspricht 0 Meter über Meer) durchgeführt (ICAO Normalatmosphäre).

Der Jahresenergieertrag J pro Windgeschwindigkeits-Bin (v_i) ergibt sich aus:

$$J(v_i) = 8760h * (F(v_i) - F(v_{i-1})) * \left(\frac{P_{i-1} + P_i}{2}\right)$$

Mit der Rayleigh-Summenhäufigkeit F der Windgeschwindigkeit:

⁸ Anhang 1.3 Ziff. 3.2.2 EnEV

⁹ Anhang 1.3 Ziff. 3.2.4 EnEV

$$F(v_i) = 1 - \exp\left[-\frac{\pi}{4} * \left(\frac{v_i}{v_{Na}}\right)^2\right]$$

Dabei ist v_i die Windgeschwindigkeit in m/s im Bin i , P_i die Wirkleistung in kW im Bin i und v_{Na} die mittlere Jahreswindgeschwindigkeit in m/s in Nabenhöhe der Windenergieanlage.

Berechnung der mittleren Jahreswindgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_{Na} der Windenergieanlage am Referenzstandort:

$$v_{Na} = v_{ref} * \frac{\ln \frac{h_{Na}}{z_0}}{\ln \frac{h_{ref}}{z_0}}$$

z_0 : Rauigkeitslänge des Referenzstandorts h_{ref} : Referenzhöhe
 h_{Na} : Nabenhöhe der Windenergieanlage gemäss Herstellerangaben v_{ref} : mittlere Jahresgeschwindigkeit des Referenzstandorts

Die Referenzhöhe h_{ref} beträgt 50 m, die dazugehörige Rauigkeitslänge z_0 und die mittlere Windgeschwindigkeit v_{ref} können Anhang 1 entnommen werden.

3.3.4 Effektiver Ertrag

Der effektive Ertrag einer Windenergieanlage ist das arithmetische Jahresmittel der an der Übergabestelle zum Netzbetreiber gemessenen Stromproduktion der ersten fünf Betriebsjahre.

3.3.5 Berechnungsbeispiel

Für eine Turbine mit den folgenden Eckdaten soll der Vergütungssatz und die Anpassung des Vergütungssatzes bestimmt werden:

Zusicherung dem Grundsatz nach	01.07.2018	Ertrag 2015	1'800'000 kWh
Inbetriebnahmedatum	01.01.2015	Ertrag 2016	1'500'000 kWh
Standorthöhe	2'000 m.ü.M	Ertrag 2017	1'700'000 kWh
Nennleistung	1'000 kW	Ertrag 2018	1'600'000 kWh
Nabenhöhe	120 m	Ertrag 2019	1'900'000 kWh
Rotordurchmesser	50 m	5-Jahres-Durchschnitt	1'700'000 kWh

Für Anlagen mit einer Standorthöhe ab 1'700 m.ü.M. beinhaltet der Grundvergütungssatz auch den Höhenbonus. In diesem Beispiel erhält die Anlage aufgrund ihrer Standorthöhe von 2'000 m.ü.M den Höhenbonus von 2,5 Rp./kWh.

Das bedeutet, die Grundvergütung beträgt 25,5 Rp./kWh (23,0 Rp./kWh + 2,5 Rp./kWh).

Leistungskurve (Rotordurchmesser 50 m, Nennleistung 1'000 kW):

Bin	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P _i	0,00	0,46	3,66	12,34	29,25	57,13	98,71	156,8	234,0	333,2	457,0	608,3	789,7
Bin	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
P _i	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000

Mit dem Referenzstandort über 1'700 m.ü.M. des Vergütungsregimes C gemäss Anhang 1 ergeben sich folgende zusätzliche Parameter:

Mittlere Windgeschwindigkeit auf 50 m über Grund	5,5 m/s
Höhenprofil	Log.
Weibull-Verteilung mit	k = 2,0
Rauhigkeitslänge	l = 0,03 m

Die mittlere Jahreswindgeschwindigkeit in Nabenhöhe beträgt damit 6,15 m/s. Daraus folgt:

Bin	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
F(v _i)	0,000	0,021	0,080	0,171	0,283	0,405	0,527	0,639	0,735	0,814	0,875	0,919	0,950
J(v _i)	0,00	41,15	1066	6360	20447	46267	82950	125356	165573	195576	209809	206652	188368
Bin	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
F(v _i)	0,970	0,983	0,991	0,995	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
J(v _i)	159493	112377	67607	38838	21317	11184	5612	2694	1237	543,9	228,9	92,27	35,61

Und somit beträgt der Referenzertrag R als Summe der Jahresenergieerträge je Bin **1'669'724 kWh**.

Mit den Absenkungsparametern von Vergütungsregime c gemäss Anhang 1 und dem durchschnittlichen Ertrag E lässt sich die Verlängerung der Grundvergütung D_v berechnen:

A	130%
B	13,0 Rp/kWh
C	1
D	0,3%
E	1'700'000 kWh

Es ergibt sich eine Verlängerung des Grundvergütungssatzes D_v von 93.96 Monaten, was zu 94 Monaten aufgerundet wird.

Die Anlage erhält somit folgende Vergütungssätze:

07.2018 - 12.2019	25,5 Rp./kWh	Grundvergütungssatz
01.2020 - 10.2027	25,5 Rp./kWh	Verlängerter Grundvergütungssatz
11.2027 - 12.2030	13,0 Rp./kWh	Abgesenkte Vergütung
Vergütungsdauer	15 Jahre	Ab Inbetriebnahme

4. Übertragung von Vergütungsrechten

Die Zusicherung dem Grundsatz nach für ein Windkraft-Projekt kann auf ein anderes Projekt übertragen werden.¹⁰

Ein Antrag für eine Übertragung der Zusicherung dem Grundsatz nach bzw. des positiven Bescheides muss der übertragende Betreiber beim BFE mit dem Formular «Gesuch um Übertragung positiver KEV-Bescheid(e)» stellen.

Wurde ein solcher Antrag vom BFE bewilligt, stellt Pronovo dem neuen Besitzer der Vergütungsrechte eine Verfügung dem Grundsatz nach aus. Gleichzeitig wird die Zusicherung dem Grundsatz nach für das vor der Übertragung berechnete Projekt mittels Verfügung widerrufen.

¹⁰ Anhang 1.3 Ziff. 5.2 EnFV

Gesetze und Verordnungen

EnFV	Verordnung über die Förderung der Produktion von Elektrizität aus erneuerbaren Energien vom 1. November 2017	SR 730.03
EnG	Energiegesetz vom 30. September 2016	SR 730.0
aEnV	Energieverordnung vom 7. Dezember 1998	SR 730.01
EnV	Energieverordnung vom 1. November 2017	SR 730.01

Abkürzungen

BFE	Bundesamt für Energie
EVS	Einspeisevergütungssystem
ICAO	International Civil Aviation Organization

Anhang 1: Vergütungsregimes

Die rechtlichen Grundlagen und damit die entsprechenden Gesetze sowie Verordnungen zur Berechnung des Vergütungssatzes wurden in den vergangenen Jahren revidiert. Die folgende Tabelle schafft einen Überblick, welches Vergütungsregime in welchem Fall für die Berechnung des Vergütungssatzes sowie der Vergütungsdauer anzuwenden ist.

Inbetriebnahme	Bis 29.02.2012	01.03.2012 bis 31.12.2012	01.01.2013 bis 31.12.2013	01.01.2014 bis 31.12.2017	ab 01.01.2018	
					bis 31.12.2017	ab 01.01.2018
PFM						
Positiver Bescheid vor 31.12.2017	a	b1	b1	b2	b2	c
Zusicherung dem Grundsatz nach ab 01.01.2018			c	c	c	c

Tabelle 1: gültige Vergütungsregimes nach den jeweils relevanten Faktoren. Details zu den Vergütungsregimes (a, b1, b2, c) können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

		Vergütungsregime			
	Einheit	a	b1	b2	c
Vergütungsdauer	Jahre	20	20	20	15
Anfangsvergütungssatz	Rp./kWh	20,0	21,5	21,5	23,0
A	%	150	130	130	130
B (abgesenkter Vergütungssatz)	Rp./kWh	17,0	13,5	13,5	13,0
C	Monate	2	1	1	1
D	Prozent	0,75	0,3	0,3	0,3
Referenzstandort unter 1700 m.ü.M.					
Mittlere Windgeschwindigkeit auf 50m über Grund	m/s	4,5	5,0	5,0	5,0
Höhenprofil		Log.	Log.	Log.	Log.
Weibull-Verteilung mit	k =	2,0	2,0	2,0	2,0
Rauhigkeitslänge	m	0,1	0,1	0,1	0,1

		Vergütungsregime			
Einheit		a	b1	b2	c
Referenzstandort ab 1700 m.ü.M.					
Mittlere Windgeschwindigkeit auf 50 m über Grund	m/s	4,5	5,0	5,5	5,5
Höhenprofil		Log.	Log.	Log.	Log.
Weibull-Verteilung mit	k =	2,0	2,0	2,0	2,0
Rauhigkeitslänge	m	0,1	0,1	0,03	0,03