

# Studie

---

## Windenergieanlagen Grundlagen und Wertermittlung

HypZert Fachgruppe Energie & Umwelt  
Prof. Dr. Jürgen Piehler

Stand: Juli 2012

---

---

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des HypZert GmbH unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen und Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Abspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Autoren haben die Studie mit großer Sorgfalt erstellt, übernehmen aber keine Gewähr für die Aktualität, Korrektheit, Vollständigkeit und Qualität der Studie. Soweit die Studie Aussagen zu rechtlichen Fragestellungen trifft, ersetzt sie auch nicht die konkrete Rechtsberatung im Einzelfall. Schadensersatzansprüche gegen die Autoren der HypZert GmbH sind ausgeschlossen, sofern seitens der Autoren oder HypZert GmbH kein vorsätzliches oder grobfahrlässiges Verschulden oder eine zurechenbare Körper- und Gesundheitsschädigung vorliegt.

---



# Inhaltsverzeichnis

---

Vorwort	7
<b>1 Entwicklung der Windenergienutzung</b>	<b>9</b>
1.1 Historische Entwicklung	9
1.2 Entwicklung in Deutschland seit 1990	10
1.3 Prognose	15
1.4 Einfluss der Windenergie auf den Strompreis	16
1.5 Rolle der Windenergienutzung weltweit	17
<b>2 Technik</b>	<b>19</b>
2.1 Bestandteile von WEA	19
2.1.1 Gondel und Rotor	19
2.1.2 Turm	23
2.1.3 Gründung	25
2.1.4 Sonderausrüstungen	26
2.1.5 Besonderheiten von Offshore-Anlagen	26
2.1.6 Typenklasse (Windklasse)	27
2.1.7 KleinWEA	28
2.2 Regelung von WEA	28
2.2.1 An- und Abschalten	28
2.2.2 Regelkonzepte	29
<b>3 Ermittlung der Jahresenergieerträge von Windenergieanlagen</b>	<b>33</b>
3.1 Einige physikalische Zusammenhänge	33
3.2 Einige technisch-wirtschaftliche Zusammenhänge	34
3.3 Modellierung der Windverhältnisse	35

3.4	Ermittlung des Jahresenergieertrages in der Praxis _____	38
3.4.1	Grundsätzliche Vorgehensweise _____	38
3.4.2	Leistungskennlinien und Verfügbarkeit _____	38
3.4.3	Ermittlung der örtlichen Winddaten _____	40
3.4.4	Betriebsdauer _____	43
3.5	Unsicherheiten in der Energieertragsermittlung _____	43
3.5.1	Unsicherheiten in den Berechnungen _____	43
3.5.2	Betriebsbedingte Unsicherheiten _____	47
<b>4</b>	<b>Umweltwirkungen von WEA _____</b>	<b>49</b>
4.1	Vogelschutz und Artenschutz _____	49
4.2	Landschaftsverbrauch _____	51
4.3	Schattenwurfproblematik _____	51
4.4	Schallpegel _____	52
<b>5</b>	<b>Planung und Genehmigung von WEA _____</b>	<b>55</b>
5.1	Onshore-WEA und Windparks _____	55
5.1.1	Planungsvoraussetzungen _____	55
5.1.2	Genehmigungsbedingungen _____	57
5.2	Offshore-Windparks _____	62
<b>6</b>	<b>Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit von WEA _____</b>	<b>63</b>
6.1	Energierücklaufzeit als Kriterium der Nachhaltigkeit _____	63
6.2	Wirtschaftlichkeit und staatliche Förderung _____	64
<b>7</b>	<b>Rahmenbedingungen für die Wertermittlung und Besicherung von WEA (Eigentumsverhältnisse) _____</b>	<b>67</b>
7.1	Variante 1: Der Betreiber der WEA ist auch Eigentümer des Grundes und Bodens _____	67
7.2	Variante 2: Der Betreiber besitzt ein Erbbaurecht _____	68
7.3	Variante 3: Der Betreiber ist nicht der Grundstückseigentümer und besitzt kein Erbbaurecht _____	68
7.4	Variante 4: Verschiedene Betreiber in einem Windpark _____	71
7.5	Zusammenfassung aus Sicht der Besicherung _____	72

<b>8</b>	<b>Bodenwertermittlungen für Grundstücke, die für WEA in Anspruch genommen werden</b>	<b>75</b>
8.1	Grundstücksarten unter dem Aspekt der Bewertung	75
8.2	Bodenwerte für potenzielle Windparkflächen (Typ A + Typ B)	76
8.3	Bodenwerte für Typ A	77
8.3.1	Potenzielle Flächen	77
8.3.2	Gebrauchte Flächen	77
8.4	Bodenwerte für Typ B	79
<b>9</b>	<b>Wertermittlung von WEA</b>	<b>81</b>
9.1	Begründung der Verfahrenswahl	81
9.2	Ertragswertermittlung	83
9.2.1	Ermittlung des Rohertrages	83
9.2.2	Bewirtschaftungskosten	90
9.2.3	Wirtschaftliche Nutzungsdauer und Restnutzungsdauer	94
9.2.4	Rückbaukosten	96
9.2.5	Kapitalisierungszinssatz	96
9.2.6	Ertragswert/Excel-Tabellen zur Berechnung	97
9.2.7	Marktwert	104
9.3	Sachwertermittlung	104
9.3.1	Normalherstellungskosten	104
9.3.2	Alterswertminderung	107
9.3.3	Abschläge wegen Mängel und Schäden bzw. Instandhaltungsstau	107
9.3.4	Rückbaukosten	108
9.4	Vergleichswertermittlung	108
<b>10</b>	<b>Einfluss von WEA auf den Marktwert von Wohngrundstücken</b>	<b>111</b>
	<b>Anlagen</b>	<b>115</b>
Anlage 1:	Technische Daten einer 7,5 MW Windenergieanlage ENERCON E-126	115
Anlage 2:	Die ersten deutschen Offshore-Windparks	116
Anlage 3:	Simulationsprogramme für Energieertragsberechnungen	117
	<b>Glossar</b>	<b>131</b>
	<b>Quellen und Literatur</b>	<b>135</b>