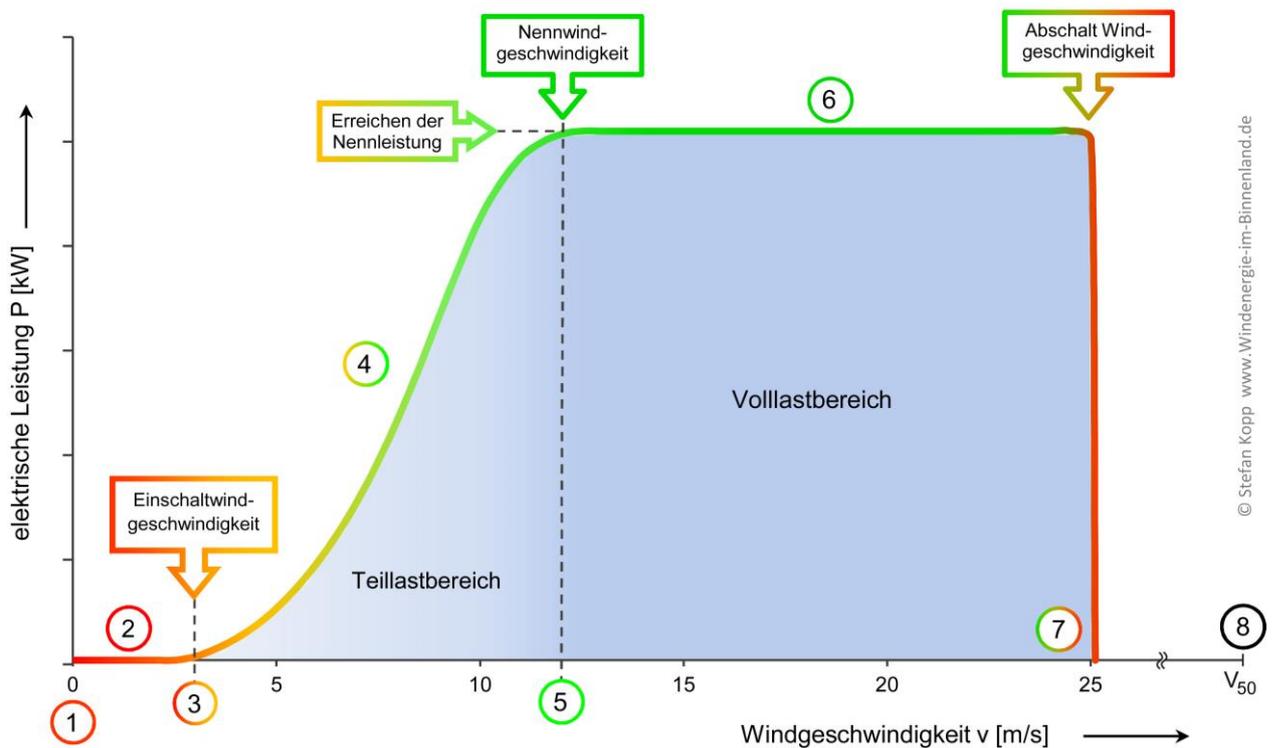


# Charakteristische Punkte einer Leistungskurve:

Auf dem Bild sehen Sie die typische Leistungskurve einer modernen pitchgeregelten Windkraftanlage mit allen wichtigen Kenngrößen. In Worten ausgedrückt bedeutet die Kurve, dass die abgegebene elektrische Leistung  $P$  überproportional mit steigender Windgeschwindigkeit  $v$  zunimmt.



- ① **Windstille  $v_{\text{Wind}}=0$  m/s:** Das einzige was sich hier dreht sind die Pumpen und Lüfter in der WEA-Gondel. Kein Wind -> keine kinetische Energie -> der Rotor steht! Zur Versorgung der Steuerung, Computer, Ölheizung, Hydraulik, Befuerung usw. nimmt die Anlage Energie aus dem Versorgungsnetz auf. Dieser Eigenenergiebedarf liegt bei ca. 11.000kWh/a für eine 2MW Anlage und bei ca. 15.000kWh/a für eine 2.5MW Anlage.
- ②  **$v_{\text{Wind}}$  unterhalb der Einschaltwindgeschwindigkeit:** Solange der Wind zu schwach weht, um die Reibungs- und Trägheitsmomente der Anlage zu überwinden, steht die Windenergieanlage still. Wenn der Wind zunimmt und es schafft die Reibungskräfte der Massen des Rotors, des Getriebes und des Generators zu überwinden, beginnt sich der Rotor langsam frei zu drehen. Die WEA ist im Leerlauf- oder Trudelbetrieb.
- ③ **Einschaltwindgeschwindigkeit / Cut-in speed  $v \geq 3$  m/s:** Wenn die Windgeschwindigkeit etwa 3 m/s erreicht, startet die Windrichtungsnachführung und dreht die WEA-Gondel in den Wind. Dabei wird die Bewegungsenergie des Windes auf die Rotorblätter übertragen und der Rotor beginnt sich schneller zu drehen.
- ④ **Teillastbereich mit flexibler Rotor- & Generatordrehzahl:** Da der Wind noch nicht stark genug weht, um die Nennleistung der Anlage zu erreichen, nennt man diesen Betriebsbereich Teillastbereich. Um eine maximale Leistungsausbeute zu erreichen, wird die Drehzahl der Anlage in diesem Bereich flexibel auf das optimale Verhältnis zwischen Umfangsgeschwindigkeit des Rotors und Windgeschwindigkeit eingestellt.
- ⑤ **Nennwindgeschwindigkeit:** Das ist die Windgeschwindigkeit von ca. 12-13m/s, bei der die Anlage gerade ihre elektrische Nennleistung erreicht. Die Nennleistung jedes Windrades wird immer vom Generator und seiner Bauart vorgegeben und entspricht seiner maximal dauerhaft abzugebenden elektrischen Leistung. Der Generator ist also das beschränkende Element jeder Windkraftanlage.
- ⑥ **Nennleistung - Volllastbereich  $v > 12$  m/s mit konstanter Rotor- & Generatordrehzahl:** Um den Generator vor Überdrehzahl zu schützen werden ab Erreichen der Nennwindgeschwindigkeit die Pitchwinkel der Flügel "abgeregelt". Der Generator wird ab jetzt mit konstanter Windleistung und Drehzahl versorgt.
- ⑦ **Abschaltwindgeschwindigkeit / Cut-out speed 20 - 25m/s:** Überschreitet die Windgeschwindigkeit diesen Wert, gibt die Anlagensteuerung den Befehl, die Rotorblätter aus dem Wind zu drehen. In dieser "Fahnenstellung" (Pitchwinkel 90°) erzeugen die Blätter keinen Auftrieb mehr und der Rotor kommt zum Stillstand. Der Sturm kann ungehindert hindurchströmen und der WEA keinen Schaden zufügen.
- ⑧ **Überlebenswindgeschwindigkeit:** Dies ist die maximale Windgeschwindigkeit, für die das Bauwerk aus Fundament, Turm, Gondel und Rotor ausgelegt werden muss. Je nachdem für welche IEC Windklasse / DIBt Windzone die WEA zertifiziert ist, kann die geforderte Überlebenswindgeschwindigkeit bis zur doppelten Orkanstärke (67m/s) gehen! Bei dieser Windstärke bleibt in der Regel kein Baum mehr stehen.