
Inhaltsverzeichnis

Vorwort	8
1 Stand und Perspektiven der Windenergienutzung	9
1.1 Technik und Rahmenbedingungen in Deutschland	10
1.2 Stand der Technik von marktbeherrschenden Anlagen	14
1.3 Giganten der 5-MW-Klasse	15
1.4 Anlagenmarkt	17
1.5 Windenergie und Stromnetze	18
1.6 Standorte	19
1.7 Wirtschaftliche Auswirkungen	21
1.8 Arbeitsplätze	21
1.9 Gute Gründe für die Windenergie	22
2 Windenergie international	25
2.1 Globale Situation	25
2.2 Nationale Vergütungs- und Förderstrategien	25
2.3 Ausbauzustand und Entwicklungsrahmen in Europa	26
2.4 Nordamerika	27
2.5 Südamerika	29
2.6 Asien	29
2.7 Afrika	30
2.8 Australien-Pazifik-Region	31
3 Der Wind – seit 3 000 Jahren im Dienste der Menschheit	33
3.1 Historische Anfänge der Windkraft	33
3.2 Pumpen und Mühlen im Mittelmeerraum und in angrenzenden Gebieten	33
3.3 Bock- und Holländerwindmühlen in Nordwesteuropa	35
3.4 Massenfertigung von »Westernrädern«	37
3.5 Begründung der Aerodynamik in der Windkrafttechnik	38
3.6 Neue Windkrafttechnologie	38
4 Meteorologische und physikalische Grundlagen	41
4.1 Bewegungsabläufe in der Erdatmosphäre	41
4.2 Gebiete zur Windenergienutzung	44
4.3 Energie aus dem Wind	47
5 Bauformen von Windkraftanlagen und Systemen am Markt	53
5.1 Anlagen mit vertikaler Achse	53
5.2 Anlagen mit horizontaler Achse	54
5.3 Sonderbauformen	57
5.4 Merkmale von Standardanlagen	58
5.5 Anlagen am Markt	59

6	Komponenten und Technik von marktgängigen Anlagen	62
6.1	Turbine	62
6.2	Triebstrangausführungen	66
6.3	Generator- und Umrichtersysteme	68
6.4	Maschinenhausausführungen	73
6.5	Windrichtungsnachführung	75
6.6	Turm	76
6.7	Regelung und Betriebsführung	76
6.8	Sicherheitssysteme und Überwachungseinrichtungen	83
6.9	Betriebserfahrungen	85
6.10	Entwicklungstendenzen	88
7	Windparks	90
7.1	Parkeffekte	90
7.2	Parkausführungen	90
8	Netzintegration	94
8.1	Anforderungen der Netzbetreiber	94
8.2	Netzeinwirkungen und Abhilfemaßnahmen	94
8.3	On- und Offshore-Windparks	97
8.4	Auswirkungen eines starken Windenergieausbaus	99
9	Inselsysteme	102
9.1	Besonderheiten von Inselsystemen	103
9.2	Einsatz in Deutschland	103
9.3	Einsatz in netzfernen Gebieten	104
10	Planung, Aufbau und Repowering von Windkraftanlagen Potenziale in Deutschland	107
10.1	Standortfragen	107
10.2	Planung und Bau von Anlagen	111
10.3	Repowering	114
10.4	Potenzial und Ausbau in Deutschland	115
11	Betrieb von Windkraftanlagen	118
11.1	Organisationsmodelle	118
11.2	Finanzierung	119
11.3	Kosten	120
11.4	Erträge von Windkraftanlagen	123
12	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	124
12.1	Entwicklung und Trends der Einspeisevergütung	124
12.2	Stromgestehungskosten	124
12.3	Betriebswirtschaftliche Berechnungsmethoden	125

13	Ökobilanz	128
14	Windenergieforschung und -entwicklung	132
14.1	Grundlagen- und Anwendungsforschung	132
14.2	Neuentwicklungen und Großanlagen	134
15	Zitierte Literatur und Abbildungsverzeichnis	139
15.1	Zitierte Literatur	139
15.2	Abbildungsverzeichnis	149
16	Forschungsvorhaben der Bundesregierung	151
16.1	Laufende und kürzlich abgeschlossene Forschungsvorhaben	151
16.2	Forschungsberichte	153
17	Weiterführende Literatur	156
18	Zum Autor	158