

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
1 Stand und Perspektiven der Windenergienutzung	11
1.1 Technik und Rahmenbedingungen in Deutschland	12
1.2 Stand der Technik von marktbeherrschenden Anlagen	13
1.3 Prototypen der 5-MW-Klasse	14
1.4 Anlagenmarkt	15
1.5 Windenergie und Stromnetze	17
1.6 Standorte	19
1.7 Wirtschaftliche Auswirkungen	20
1.8 Arbeitsplätze	21
1.9 Gute Gründe für die Windenergie	21
2 Windenergie international	24
2.1 Globale Situation	24
2.2 Nationale Vergütungs- und Förderstrategien	24
2.3 Ausbauzustand und Entwicklungsrahmen in Europa	25
2.4 Nordamerika	26
2.5 Südamerika	28
2.6 Asien	28
2.7 Afrika	29
2.8 Australien-Pazifik-Region	31
3 Der Wind – seit 3.000 Jahren im Dienste der Menschheit	32
3.1 Historische Anfänge der Windkraft	32
3.2 Pumpen und Mühlen im Mittelmeerraum und in angrenzenden Gebieten	33
3.3 Bock- und Holländerwindmühlen in Nordwesteuropa	34
3.4 Massenfertigung von »Westerrädern«	36
3.5 Begründung der Aerodynamik in der Windkrafttechnik	37
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	46

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	58
5.4	Merkmale von Standardanlagen	59
5.5	Anlagen am Markt	59
6	Komponenten und Technik von marktgängigen Anlagen	63
6.1	Turbine	63
6.2	Triebstrangausführungen	68
6.3	Generator- und Umrichtersysteme	69
6.4	Maschinenhausausführungen	74
6.5	Windrichtungsnachführung	75
6.6	Turm	76
6.7	Regelung und Betriebsführung	77
6.8	Sicherheitssysteme und Überwachungseinrichtungen	84
6.9	Betriebserfahrungen	86
6.10	Entwicklungstendenzen	89
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	107
10.1	Standortfragen	107
10.2	Planung und Bau von Anlagen	111
10.3.	Repowering	114

11	Betrieb von Windkraftanlagen	116
11.1	Organisationsmodelle	116
11.2	Finanzierung	117
11.3	Kosten	118
11.4	Erträge von Windkraftanlagen	120
12	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	121
12.1	Entwicklung und Trends der Einspeisevergütung	121
12.2	Stromgestehungskosten	122
12.3	Betriebswirtschaftliche Berechnungsmethoden	122
13	Ökobilanz	125
14	Windenergieforschung und –entwicklung	129
14.1	Grundlagen- und Anwendungsforschung	129
14.2	Neuentwicklungen und Großanlagen	131
15	Zitierte Literatur und Abbildungsverzeichnis	137
15.1	Zitierte Literatur	137
15.2	Abbildungsverzeichnis	144
16	Forschungsvorhaben der Bundesregierung	146
16.1	Laufende und kürzlich abgeschlossene Forschungsvorhaben	146
16.2	Forschungsberichte	148
17	Weiterführende Literatur	151
17.1	Technik und Nutzung	151
17.2	Netzintegration	153
17.3	Offshore-Nutzung	153
17.4	Marktübersichten	154
17.5	BINE Informationsdienst	155
18	Zum Autor	156