

Inhaltsverzeichnis

Autorenverzeichnis	XXII
--------------------------	------

I Bau, Betrieb, Messtechnik, Koordination

1	Metamorphosen eines Meeres-Windparks	3
	<i>Björn Johnsen</i>	
1.1	Aller Anfang ist Meer	4
1.2	Voraussetzungen und Vorerfahrungen	5
1.3	Gründungskonzepte: Neues auf dem Meeresboden	5
1.4	Verzögerte Fertigstellung	6
1.5	Montage, Logistik und Verkabelung	7
1.6	Betrieb, Wartung & Parkleittechnik	7
1.7	Das liebe Geld und der Nutzen	8
1.8	Quellen	9
2	Wer, was, wann, warum und vor allem – wohin?	11
	<i>Björn Johnsen</i>	
2.1	Quellen	13
3	Tausend Sensoren von der Blattspitze bis in den Meeresboden	17
	<i>Kai Herklotz, Thomas Neumann, Wilhelm Heckmann, Hans-Peter Link, Text bearbeitet von Björn Johnsen</i>	
3.1	Messservice: Einer für alle	18
3.2	Koordinieren, Organisieren, Instrumentalisieren	18
3.3	Tripod auch an Land schwer erreichbar	19
3.4	Hindernislauf vor und auf See	20
3.5	Ebbe, Flut und malträtierte Messbojen	22
3.6	Mit dem Schiff im Winter nur zu 30 % erreichbar	22
3.7	„Festgemauert in der Erden“ auch bei Kolk-tiefen	24
3.8	Logistik: (K)ein Schiff wird kommen	26
3.9	Immer weiter gehen	27
3.10	Quellen	27

II Gründungs- und Tragstrukturen

4	Ein fester Halt in rauer See	31
	<i>Raimund Rolfes, Moritz Häckell, Tanja Griesßmann, Text verfasst von Björn Johnsen</i>	
4.1	Einleitung	32
4.2	Das Dreibein als „Wellenbrecher“	32
4.3	Stahlstruktur mit Idealfigur	33
4.4	Hohlraum und Mörtel	33
4.5	Rost am Rohr	34

4.6	Tauchbad fürs „Problembloch“	35
4.7	Überwachung ist alles.....	36
4.8	Kolk, das (un)bekannte Wesen.....	37
4.9	Betonketten als Kolkschutz.....	37
4.10	Wie viel (er)trägt ein Pfahl?.....	39
4.11	Nah an der Realität	41
4.12	Ein Software-Puzzle setzt sich zusammen	42
4.13	Quellen	44
5	Leben geht weiter	45
	<i>Raimund Rolfes, Tanja Griefmann, Text verfasst von Björn Johnsen</i>	
5.1	Der Weg ist das Ziel	46
5.2	Effizientes Datenmanagement	46
5.3	Von der Forschung in die Praxis „überführt“	47
5.4	Trotz Rost & Co: Geht da noch was nach dem Ende der Betriebszeit?.....	48
5.5	Modellversuche sind gut, Berechnungsmodelle sind besser?	50
5.6	Der gordische Rohrknoten	50
5.7	Wo soll das alles enden – die automatische Lebensdauerbestimmung.....	51
5.8	Quellen	52
6	Schief lagen bitte vermeiden	53
	<i>Werner Rücker, Pablo Cuéllar, Steven Georgi, Krassimire Karabeliov, Matthias Baeßler, Text bearbeitet von Björn Johnsen</i>	
6.1	Am Pfahl hängt alles	54
6.2	Porenwasserdruck: Auch ein Tropfen wiegt schwer	54
6.3	Messen und Dehnen	55
6.4	Zwischen Bodenabsenkung und Porenwasserdruck	57
6.5	Extreme Stürme lockern auf	57
6.6	Die Last mit der Last danach	58
6.7	Quellen	59
7	„Neuland“ auf dem Meeresboden.....	61
	<i>Matthias Baeßler, Pablo Cuéllar, Steven Georgi, Krassimire Karabeliov, Werner Rücker, Text bearbeitet von Björn Johnsen</i>	
7.1	Das richtige Maß finden	62
7.2	Beobachten und überwachen	62
7.3	Aller Anfang: Der PC und ein Systemidentifikationsverfahren	63
7.4	Feldversuch auf dem Boden des Berliner Urstromtals.....	64
7.5	Die jungen Pfähle: Noch nicht sehr belastbar	64
7.6	Kein Signal im Normalbetrieb	65
7.7	Erprobung im Meer noch nicht abgeschlossen	66
7.8	Ausblick: Bitte noch Gegenmaßnahmen entwickeln	67
7.9	Quellen	68

III Anlagentechnik und Monitoring

8	Langlebig trotz rauer Winde	71
	<i>Jan Kruse, Text bearbeitet von Björn Johnsen</i>	
8.1	Das Getriebe – hoch beansprucht	72
8.1.1	Kleiner Kran an Bord statt großer Hubinsel auf See	72
8.1.2	Genügend Kapazität für lange Lebensdauer	73
8.1.3	Online-Öltests gegen Salz im Getriebe	74
8.2	Scada, Schnittstellen & Co.	75
8.2.1	Einheitliche Kommunikationsschnittstelle	75
8.2.2	Eng vernetzt: Datenfluss und Kommunikationstechnik	76
8.3	Die Netzintegration der 5M	76
8.3.1	Kraftwerkseigenschaften	76
8.3.2	Systemdienstleistungen – Die Windenergieanlage am Netz	77
8.3.3	Erfolgreich simulieren: Der Netzsimulator	77
8.4	Intelligente Steuerung	77
8.4.1	Neulich im Turm: Da wackelt nichts.	77
8.4.2	Das Ende der „Hand-Steuerung“	78
8.5	Quellen	79
9	Wind in den Flügeln	81
	<i>Jan Kruse, Text bearbeitet von Björn Johnsen</i>	
9.1	Der Anspruch an Rotorblätter	82
9.2	Die Arbeitspakete für das neue Blatt	82
9.2.1	In Hülle und Fülle	82
9.2.2	Prozessentwicklung und Formenbau	83
9.2.3	Stapelbare Transportgestelle und Prototypenblattsatz	84
9.2.4	Blatttest und Vermessung „im Feld“	84
9.3	Fortschritte bei den anderen	85
9.4	Ausblick: Was hat's gebracht, was wird's noch bringen?	85
9.5	Quellen	86
10	Das klügere Blatt gibt nach	87
	<i>Björn Johnsen</i>	
10.1	100 Millionen Windstöße aushalten – und ausnutzen!	88
10.2	Turbulenzen von vorn	88
10.3	Früh agieren statt spät reagieren	89
10.4	Alles verdrehen statt verstellen?	89
10.5	Auf Biegen und Verdrehen	90
10.6	Je größer die Klappe, umso leichter die Beeinflussbarkeit	91
10.7	Nicht nur nach hinten, sondern auch mal nach vorne arbeiten	92
10.8	Quellen	92

11	Die ausschließliche Offshore-Windenergieanlage	95
	<i>Gerrit Haake, Annette Hofmann, Text bearbeitet von Björn Johnsen</i>	
11.1	Projektziele	96
11.2	Vorbiegung statt Verbeugung	96
11.3	Lernziel Unempfindlichkeit	97
11.4	Vorm Rausfahren: Testen	99
11.5	Noch nicht wie im Wohnzimmer: Turminnenklimatisierung	100
11.6	Nicht auf Wartung warten	101
11.7	In Verbindung bleiben	102
11.8	Bei Starkwind weiterlaufen lassen	102
11.9	Helikopterabsetzplattform: Abseilen!	102
11.10	Triebstrang im Langzeittest	103
11.11	Quellen	104
12	Mit Laserstrahlen in den Wind schießen	105
	<i>Björn Johnsen</i>	
12.1	So funktioniert's	106
12.2	Keine Forschung für die Katz' oder Kunst	106
12.3	Lidar-Technologie	107
12.3.1	Schneefalltest im Schwabenland	107
12.3.2	Scannersystem und Spezifikation Offshore	108
12.3.3	Windmess-Boje auf dem Wellenkamm?	109
12.4	Die Last mit der Leistungskurve	109
12.4.1	Von Omo zu Demo	109
12.4.2	Lidar auf der Gondel	110
12.5	Turbulente Windfelder vorne und hinten	111
12.5.1	Einströmung von vorn, erste Untersuchungen zur Anlagenregelung	111
12.5.2	Zum Testen gehört das Simulieren	112
12.5.3	Wie eine Rauchfahne – die Windbelastungen hinter der Anlage	112
12.6	Wohin damit? Neue Offshore-Messverfahren und FGW-Richtlinien	114
12.7	Wenn die Gondeln Lidar haben	114
12.7.1	Heutige Regelungssysteme reagieren erst beim „Windaufprall“	114
12.7.2	Robust & industrietauglich	114
12.7.3	Kollektive „Blatt-Vorsteuerung“ bevor der Wind aufprallt?	115
12.8	Quellen	115
13	„Geh mir aus dem Wind“	117
	<i>Björn Johnsen</i>	
13.1	Mehr messen mit Multi-Lidar	118
13.2	Ein Defizit ist unübersehbar – beim Wind	119
13.3	Satelliten, Lidargeräte und ein Quellcode	121
13.4	Ohne Großrechner zu mehr Genauigkeit	121
13.5	Quellen	122

14	Erster „Wahrheitstest für Offshore-Anlagen“	123
	<i>Björn Johnsen</i>	
14.1	Wunsch, Wille und Leistung	124
14.2	Luft und Leistungskurve: Bei stabiler Atmosphäre die größte Abweichung	124
14.3	Messung auf Nabenhöhe: Der Standard ist zu wenig	124
14.4	Was ist eigentlich hinter der Turbine los?	126
14.5	Zu wenig Chaos im Simulationsmodell	127
14.6	Wenn Großrechner zu rauchen beginnen – Teil I: In der Anlage, um die Anlage und um die Anlagen herum	127
14.7	Wenn Großrechner zu rauchen beginnen – Teil II: Von der Anströmung zum fernen Nachlauf und zum Nachlauf des gesamten Windparks	129
14.8	Verifikation der Anlagendynamik: Erste Schritte	130
14.9	Integration und Identifikation	130
14.10	Trotz aller Mühe: Noch wenig „Dehnungsverschleiß“	132
14.11	Lastüberwachung nur aus Standarddaten?	134
14.12	Quellen	135
15	Last, Lastmonitoring, Lastreduktion	137
	<i>Björn Johnsen</i>	
15.1	Korrekturen erwünscht	138
15.2	Interaktion einmal anders – der Turm schwingt mit	139
15.3	Lastreduzierende Regelung und Lastmonitoring	140
15.4	Lasten entlang der Rotorblätter	140
15.5	Immer weiter, immer höher?	140
15.6	Unbemanntes Kleinflugzeug: Ohne Dädalus in neue Höhen ...	141
15.7	... und mit Eis an den Rotorblattspitzen	141
15.8	Hat der Sturm gegen das Regelwerk verstoßen?	141
15.9	Quellen	142
16	Anders als bisher gedacht	143
	<i>Stefan Emeis, Text bearbeitet von Björn Johnsen</i>	
16.1	Niemand ist perfekt – auch Fino nicht	144
16.2	Von wegen „nur Luft“: Grenzschichten in der Atmosphäre	144
16.3	Von jungen und alten Wellen	146
16.4	Das Meer beschreiben ohne Wellendaten	147
16.5	Ausblick	148
16.6	Quellen	149
17	Manchmal brodelts fast wie im Spaghetti-Kochtopf	151
	<i>Stefan Emeis, Thomas Neumann, Richard Foreman, Beatriz Cañadillas, Text bearbeitet von Björn Johnsen</i>	
17.1	Montieren geht über studieren	152
17.2	Über dem Meer geht's grundsätzlich aufwärts	153
17.3	Wie in einer Schulklasse: Hinter der ersten Reihe wird's turbulenter	153
17.4	Ausblick: Weiter (be)schreiben!	157
17.5	Quellen	157

18	Künstliche Intelligenz und automatische Selbstorganisation	159
	<i>Stephan Oelker, Marco Lewandowski, Klaus-Dieter Thoben,</i> <i>Dirk Reinhold, Ingo Schlalos, Text bearbeitet von Björn Johnsen</i>	
18.1	Windparks ein halbes Jahr nicht erreichbar?	160
18.2	Der alte Gebrauchtwagen steht Pate	160
18.3	Erst der „Störfall“ stößt den Instandhaltungsprozess an	161
18.4	Von der friedlichen Koexistenz der Systeme	161
18.5	Daten sammeln: Vom Getriebeöl bis zum „Kammerton A“ der Flügeldrehung	162
18.6	Die Prozessmaschine läuft	162
18.7	Auswahl einmal anders: Bitte ein breites Ausfallspektrum präsentieren	163
18.8	Wenn die Offshore-Maschinen miteinander über die Instandhaltung verhandeln	164
18.9	Quellen	164
19	Ja, wie laufen sie denn nun?	165
	<i>Berthold Hahn, Stefan Faulstich, Volker Berkhout, Text bearbeitet von Björn Johnsen</i>	
19.1	Vom Land aufs Meer gehen	166
19.2	Mehr als nur Kilowattstunden-Zählerei	166
19.3	Auf ein Wort: Vertraulichkeit und Einzelauswertungen	167
19.4	Einbindung der Akteure: Überzeugungsarbeit	168
19.5	Ereignisse, Ergebnisse – und eine Bibliothek!	168
19.6	Zeus macht’s möglich	171
19.7	Mehr als nur eine Talkrunde: Der „IEA Wind Task“	171
19.8	Über 200 Offshore-Anlagen sind dabei	172
19.9	Quellen	174
IV	Netzintegration	
20	Wind, der „wilde Geselle“ im Kraftwerksverbund	177
	<i>Arne Wessel, Sebastian Stock, Lüder von Bremen, Text bearbeitet von Björn Johnsen</i>	
20.1	Das Netz und das Nichts	178
20.2	Spannung und Frequenz (er)halten	178
20.3	Gemeinsam ist man stärker – auf zum „Clustern“!	179
20.4	„Entscheidend ist, was hinten rauskommt“	179
20.5	Am häufigsten auf Nennleistung: Energieerträge und Leistungsfluktuation in alpha ventus	180
20.5.1	Fluktuationen: Der Windpark gleicht die Einzelanlage aus	181
20.5.2	Ab der zweiten Reihe wird’s schattig	181
20.5.3	Im Westen stets Neues	183
20.5.4	Flaute ist, wenn’s trotzdem weht: 16 Stunden mau, 20 lau	184
20.6	Alles fließt? Vom Beginn aller Windleistungsprognosen hin zu „Totalfluc“	186
20.6.1	Im Dutzend präziser? Ein Wetterprognosen-Ensemble	186
20.6.2	Fluktuation vor allem bei Nordwestströmen	188
20.7	Vom „Wilden Haufen“ zum Kraftwerksverbund	189
20.7.1	Trans-Europa-Express: Wie ein zukünftiges Offshore-Netz aussehen kann	189
20.7.2	Geordnete Haufenbildung	190
20.7.3	Offshore clustert sich’s leichter und schwieriger zugleich	191

20.7.4	Über 70 Netzberechnungen für eine 4-Stunden-Prognose	191
20.7.5	Betriebsführungsstrategien	192
20.7.6	Nicht Ende, sondern neuer Anfang: Der Windparksimulator	192
20.8	Ausblick: Kontrollsystem und letzte Instanz	193
20.9	Quellen	193

V Umwelt und Ökologie

21	Das bedeutendste Umweltprojekt in einem deutschen Offshore-Windpark ..197	
	<i>Anika Beiersdorf, Maria Boethling, Axel Binder, Kristin Blasche, Nico Nolte, Christian Dahlke, Text bearbeitet von Björn Johnsen</i>	
21.1	Wie alles anfang	198
21.2	Startschuss für Erkenntnis	199
21.3	Wenn man noch nicht weiter weiß, gründet sich ein – Workshop	200
21.4	Die Ergebnisse der Umweltforschung	200
21.4.1	Auswirkungen auf pelagische Fische	200
21.4.2	Auswirkungen auf demersale Fische und Krebse	202
21.4.3	Resultat: Zusammengeführte, einheitliche Umweltdatenbank	202
21.4.4	Der Greifer, das Schleppnetz und der Meeresboden	202
21.4.5	Basstölpel & Co: Die Auswirkungen auf See- und Zugvögel	203
21.4.6	Sichtung und Datenauswertung von Seevögeln	205
21.4.7	Schweinswal & Co: Auswirkungen auf marine Säugetiere	206
21.4.8	Gemeinsame Datenauswertung zu marinen Säugetieren	206
21.4.9	Marine Säuger und ökologische Habitatmodellierung	207
21.4.10	Ramm- und Betriebsschall	207
21.4.11	Unterwasserschall: Neue Messvorschrift	207
21.4.12	Internationale Veröffentlichung	208
21.4.13	Standarduntersuchungskonzept: So geht's weiter	208
21.5	Die wesentlichen Neuerungen im StUK	208
21.6	Quellen	209
22	Viel „Bubbel“ um Nichts?211	
	<i>Raimund Rolfes, Jörg Rustemeier, Tanja Griefmann, Text verfasst von Björn Johnsen</i>	
22.1	Schweinswal-Vergrämung und „Soft Start“	212
22.2	Kleine Luftblase, große Wirkung	213
22.3	Drei Pegel und ein Schleier	214
22.4	Die Strömung macht's	215
22.5	Es herrscht Optimierungsbedarf	216
22.6	Quellen	218
23	Lärm wie in einer Uni-Mensa	219
	<i>Michael Benesch, Hermann van Radecke, Text bearbeitet von Björn Johnsen</i>	
23.1	Bisher fast nur in der Ostsee gemessen	220
23.2	Taucher im Einsatz	220
23.3	Wind & Wellen machen's möglich: Je mehr Leistung, desto weniger Lärm	222
23.4	Im Hintergrund entfernter Schiffsverkehr	222

23.5	Aus 50 Kilometern dringen Offshore-Rammschläge herüber	222
23.6	Hörschäden unwahrscheinlich	223
23.7	Quellen	223
24	Aus den Augen, aus dem Sinn?	225
	<i>Gundula Hübner, Johannes Pohl, Text bearbeitet von Björn Johnsen</i>	
24.1	Einleitung	226
24.2	Intensive Befragungen	226
24.3	2+2-Vergleiche an Nord- und Ostsee	227
24.4	Es gibt Zustimmung, wenn	227
24.5	Sicherheit des Schiffsverkehrs gewünscht	228
24.6	Sorgentiere: Meeressäuger und Vögel	228
24.7	Landschaft, Heimatgefühl, Lebensqualität	228
24.8	„Beruhigende Erfahrungen“ nach der Inbetriebnahme	230
24.9	Fehlende Beteiligungsmöglichkeiten	231
24.10	Welt und Werte nach Fukushima	232
24.11	Konfliktvermeidung und Akzeptanzsteigerung	233
24.12	Geld ist nicht alles	233
24.13	Was tun in der Bau- und Betriebsphase?	234
24.14	Fazit: Beteiligungsprozesse in Infrastruktur-Großprojekten	234
24.15	Quellen	234

VI Sicherheit

25	Wenn U-995 auf Tauchfahrt taumelt	237
	<i>Raimund Rolfes, Moritz Fricke, Tanja Gießmann, Text verfasst von Björn Johnsen</i>	
25.1	Lösungssuche für zwei völlig gegensätzliche Ziele	238
25.2	Ein Transponder kommt selten allein	238
25.3	Zwischen Meer und PC: Schallschlucker und Simulationen	239
25.4	Gutes Wetter geht anders – Messung bei Seegang 4	240
25.5	Gretchen-Frage auf alpha ventus: Wie hältst Du's mit der Öko-Bewertung?	241
25.6	Die „Seehund-Glocke“ läutet zum „Dinner“ am Fischnetz	242
25.7	Kurzfristige Gefahr an der Gründung	242
25.8	Ganz normales Verhalten: Abhauen, Stress, Vermeidung	242
25.9	Empfehlungen, auch für andere	243
25.10	Quellen	243
26	Zuviel vom Salz der Erde	245
	<i>Heiko Hinrichs, Thole Horstmann, Uta Kühne, Monika Mazur, Henry Seifert, Text bearbeitet von Björn Johnsen</i>	
26.1	Nur anschauen, nicht anfassen	246
26.2	Metallplatten wie Handtücher aufgehängt – zum Rosten	246
26.3	Das Bremerhavener Salzkammergut	248
26.4	Abtupfproben: Bitte die Mikroben nicht wegwischen	248
26.5	Temperatur & Feuchtigkeit im Rotorblatt	249

26.6	Temperatur & Feuchtigkeit in der Gondel	250
26.7	Dem Salz auf der Spur: Der Detektiv, der niemals schlief	250
26.8	Salzablagerungen automatisch messen	251
26.9	Labor-Aufzucht von Salzkristallen	252
26.10	Treffpunkt alte Ölbrücke	252
26.11	Ausblick	254
26.12	Quellen	254
27	SOS auf Offshore-Plattform Sieben	255
	<i>Christine Carius, Christoph Jacob, Martin Schultz,</i>	
	<i>Text bearbeitet von Björn Johnsen</i>	
27.1	Was bisher geschah	256
27.2	Im Notfall: Ohne Kommunikation geht nichts	256
27.3	... und ohne WLAN geht auch nichts!	257
27.4	Audio/Video-System: Der Verletzte fühlt sich sicherer	258
27.5	Prototyp zum Mitnehmen: Die TMBox	259
27.6	In der Zukunft eine App statt eines Applikators?	260
27.7	Quellen	260