BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE

Standard Konstruktion

Mindestanforderungen an die konstruktive Ausführung von Offshore-Bauwerken in der ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ)

BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE

Standard Konstruktion

Mindestanforderungen an die konstruktive Ausführung von Offshore-Bauwerken in der ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ)

1. Fortschreibung
28.07.2015 – Berichtigung vom 01.12.2015

Folgender Personenkreis hat an der 1. Fortschreibung mitgewirkt:

Prof. Dr.-Ing. Martin Achmus
Dipl.-Ing. Angelika Alpen
Dipl.-Ing. Heino Axnick
Dipl.-Ing. Stefan Baars
Dr. Glenn Bannister
Dipl.-Ing. Daniel Bartminn CEng MICE
Dr.-Ing. Matthias Baeßler
Dipl.- Ing. Joachim Berger
Dipl.-Ing. Tim Bethke
Dr.-Ing. Florian Biehl
Dr. rer. nat. Günter Binder
Dr.-Ing. Mario Binder
Michael Cunitz
Dipl.-Ing. (FH) Jan Ole Degenhardt
Dipl.-Ing. (FH) Thomas Dietz
Dipl.-Ing. Klaus Ulrich Drechsel
Candy Drescher
Dr.-Ing. Björn Frettlöhr
Wirt.-Ing. (BA) Fabian Fuchs
Dr.-Ing. Galal Galal
Dipl.-Ing Jana Gehrmann-Vorbau
Dr. Birte Gerdes
Dipl.-Ing. Uwe Gierer
Dipl.-Ing. (FH) Bernd Grählert
Dipl.-Ing. Harald Grützmacher
Dipl.-Ing. (FH) Matthias Gutgesell
Dr.-Ing. Gerrit Haake
Dipl.-Ing. Thomas Hartig
Dipl.-Ing. Dieter Heller
Prof. Dr. Gert Hentschel
Dr.-Ing. Ulf Hinterscheid
Dipl.-Ing. (FH) Sven Höpfner
Dr.-Ing. habil. Yifeng Hu
Dr.-Ing. Ulrich Jäppelt
Dipl.-Ing. (FH) El-Hossein Khalife
Dipl.-Ing. Mussie Kidane
Dr.-Ing. Fabian Kirsch
Dipl.-Ing. Marcus Klose
Dipl.-Ing. Markus Kochmann
Dipl.-Ing. Thorsten Köpke
Dipl.-Ing. Björn Kramer
Dipl.-Ing. Matthias Laatsch
Dipl.-Ing. Sascha Lindemann
Dr.-Ing. Falk Lüddecke
Dipl.-Ing. Volker Mahlmann
Ulrich Maier
Dipl.-Ing. Manuela Medrow
Dipl.-Ing. Frank Mester
Dipl.-Ing. (FH) Victor Moor
Dr.-Ing. Matthias Portmann
Dipl.-Ing. Matthias Römer
Dir. Prof Dr.-Ing. Werner Rücker
Prof. Dr.-Ing. Stavros Savidis
Dipl.-Ing. Rüdiger Scharff
Prof. Dr.-Ing. Peter Schaumann
Dipl.-Ing. Madeleine Schmidt
M.Sc. Elena Schäfer
Dipl.-Ing. (FH) Axel Schweighardt
Dr.-Ing. Marc Seidel
Prof. Dr.-Ing. Michael Siems
Herr Caspar Stein
Dr. Constantijn Steinhusen
Michael Still
Dr.-Ing. Hendrik Sturm
Hinnerk Sunderdiek
Dipl.-Ing. Marcus Thiele
Dipl.-Ing. Eckart Tippelmann
Dipl.-Ing. Jörn Uecker
Dr. Michael Umbreit
Jorge Vallebueno
B. Eng. Sergej Warkentin
Christoph vor dem Brocke
Dr.-Ing. Felix Weise
Dr.-Ing. Florian Tom Wörden

Arbeitsgruppen:

- Global Design Konstruktion
  Leitung: Prof. Dipl.-Ing. Peter Dalhoff
- Global Design Offshore-Stationen
  Leitung: Dipl.-Ing. Malte Lossin
- Sicherheitstechnik (Offshore-Stationen)
  Leitung: Dipl.-Ing. (FH) Anja Rasche
- Betrieb und Wiederkehrende Prüfungen (Offshore-Stationen)
  Leitung: Dr. Björn Heise
- Technische Ausrüstung Topside (Offshore-Stationen)
  Leitung: Dipl.-Ing. Thomas Köther
- Gründungen/Geotechnik
  Leitung: Prof. Dr.-Ing. Harry Harder
- Tragstrukturen
  Leitung: Prof. Dipl.-Ing. Horst Bellmer
- Ausführung, Betrieb und Rückbau
  Leitung: Dipl.-Ing. Hans Kahle
- Normen, Begriffe und Definitionen
  Leitung: Dipl.-Ing. Christian Nath
- Redaktion
  Leitung: Dipl.-Phys. Andreas Puls

© Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
Hamburg und Rostock 2015
www.bsh.de

BSH-Nr. 7005

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des BSH reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Umschlagfotos mit freundlicher Genehmigung von:
Global Tech I, WindMW und Bundespolizei

Inhalt

Abkürzungen ... 9

Teil A: Allgemeines ... 11

1 Einleitung ... 11
2 Grundlagen ... 11
2.1 Rechtsgrundlage ... 11
2.2 Gegenstand dieses Standards ... 12
2.3 Standardanordnungen der Genehmigungspraxis ... 12
2.4 Weitere Standardvorgaben für Offshore-Bauwerke ... 16
3 Abweichungen und Ergänzungen ... 17
4 Fortschreibung ... 18
5 Übergangsregelung ... 18

Teil B: Nachweise und Genehmigungserfordernisse ... 19

1 Zeitlicher Ablauf und Standortbedingungen ... 19
1.1 Vorbemerkungen ... 19
1.2 Sprache ... 21
1.3 Zeitlicher Ablauf ... 21
1.3.1 Vorbemerkungen ... 21
1.3.2 Entwicklungsphase ... 22
1.3.3 Konstruktionsphase ... 28
1.3.4 Ausführungsphase ... 29
1.3.5 Betriebsphase ... 30
1.3.5.1 Bereitzustellende Unterlagen für die Wiederkehrenden Prüfungen ... 30
1.3.6 Rückbauphase ... 31
2 Tragstrukturen ... 32
2.1 Vorbemerkungen ... 32
2.1.1 Bauwerksverhalten im Fall einer Schiffskollision mit einer Offshore-Station ... 33
2.2 Entwicklungsphase ... 34
2.2.1 Allgemeines ... 34
2.2.2 Anforderungen und erforderliche Nachweise ... 34
2.2.2.1 Erforderliche Grundlagen ... 34
2.2.2 Einzureichende Unterlagen zur Beantragung der 1. Freigabe ... 34
2.3 Konstruktionsphase ... 35
2.3.1 Technische Regelwerke ... 35
2.3.2 Anforderungen und erforderliche Nachweise ... 37
2.3.3 Einzureichende Unterlagen zur Beantragung der 2. Freigabe ... 39
2.3.4 Errichtungshandbuch ... 39
2.3.5 Errichtungsplanung ... 40
2.3.6 Einzureichende Unterlagen zur Beantragung der 3. Freigabe ... 41
2.4 Ausführungsphase ... 41
2.4.1 Technische Regelwerke ... 41
2.4.2 Anforderungen und erforderliche Nachweise ... 42
2.4.2.1 Fertigungsüberwachung ... 42
2.4.2.1.1 Allgemeine Anforderungen an die Fertigungsüberwachung ... 43
2.4.2.1.2 Fertigungsüberwachung (Stahlbau) ... 45

2.4.2.1.3 Fertigungsüberwachung (Betonbau) ... 46
2.4.2.1.4 Fertigungsüberwachung (Grouting) ... 48
2.4.2.1.5 Fertigungsüberwachung (Gussbauteile der Tragstruktur) ... 48
2.4.2.2 Inbetriebnahmeüberwachung ... 48
2.4.2.3 Baubestandsplan ... 49
2.4.3 Einzureichende Unterlagen für die Beantragung der Betriebsfreigabe ... 49
2.5 Betriebsphase ... 50
2.5.1 Vorbemerkungen ... 50
2.5.2 Technische Regelwerke ... 51
2.5.3 Anforderungen und erforderliche Nachweise ... 51
2.5.4 Einzureichende Unterlagen ... 52
2.6 Rückbau ... 53
2.6.1 Vorbemerkungen ... 53
2.6.2 Technische Regelwerke ... 54
2.6.3 Anforderungen und erforderliche Nachweise ... 54
2.6.4 Einzureichende Unterlagen für die Beantragung der Rückbaufreigabe ... 55
2.6.5 Einzureichende Unterlagen zum Abschluss der Rückbauphase ... 55
3 Gründungselemente ... 56
3.1 Vorbemerkungen ... 56
3.2 Entwicklungsphase ... 58
3.2.1 Technische Regelwerke ... 58
3.2.2 Anforderungen und erforderliche Nachweise ... 58
3.2.3 Einzureichende Unterlagen für die 1. Freigabe ... 58
3.3 Konstruktionsphase ... 58
3.3.1 Technische Regelwerke ... 58
3.3.1.1 Vorschriftenhierarchie ... 58
3.3.1.2 Regelwerke für Einwirkungen ... 59
3.3.1.3 Regelwerke für Bemessung und Ausführung ... 59
3.3.2 Anforderungen und erforderliche Nachweise ... 60
3.3.2.1 Sicherheitsnachweiskonzept und -verfahren, Standsicherheitsniveau ... 60
3.3.2.2 Materialbezeichnungen und -kenngrößen ... 61
3.3.2.3 Baugrundmodell und charakteristische Werte der Bodenparameter ... 61
3.3.2.4 Grenzzustände für Nachweise ... 61
3.3.2.5 Erforderliche Nachweise ... 61
3.3.2.5.1 Nachweis der Stabilität des Meeresbodens ... 61
3.3.2.5.2 Nachweise für Gründungselemente ... 62
3.3.2.5.3 Nachweise der Interaktionsverträglichkeit zwischen Gründungselementen und Tragstruktur ... 63
3.3.2.5.4 Geotechnische Bauteilversuche ... 63
3.3.2.5.5 Weitere geotechnische Angaben und Nachweise ... 64
3.3.3 Einzureichende geotechnische Unterlagen ... 64
3.3.3.1 Geotechnischer Entwurfsbericht ... 64
3.3.3.2 Die Geotechnische Bestandsdokumentation (Geotechnischer Installationsbericht) ... 65
3.3.3.3 Ergänzungsberichte zum Geotechnischen Entwurfsbericht ... 65
3.3.3.4 Einzureichende Unterlagen für die 2. Freigabe ... 65
3.3.3.5 Einzureichende Unterlagen für die Beantragung der 3. Freigabe ... 66
3.4 Ausführung ... 66
3.4.1 Vorbemerkungen ... 66
3.4.2 Technische Regelwerke ... 66
3.4.3 Anforderungen und erforderliche Nachweise ... 66
3.4.4 Geotechnische Unterlagen für die Betriebsfreigabe ... 67
3.5 Betrieb ... 67

3.5.1 Vorbemerkungen ... 67
3.5.2 Technische Regelwerke ... 67
3.5.3 Anforderungen und erforderliche Nachweise ... 67
3.5.4 Einzureichende Unterlagen zur Aufrechterhaltung der Betriebserlaubnis ... 67
3.6 Rückbau ... 68
3.6.1 Vorbemerkungen ... 68
3.6.2 Technische Regelwerke ... 68
3.6.3 Anforderungen und erforderliche Nachweise ... 68
3.6.4 Einzureichende Unterlagen für die Rückbaufreigabe und die Abschlusserklärung ... 68

4 Rotor-Gondel-Baugruppe ... 69
4.1 Vorbemerkungen ... 69
4.1.1 Technische Regelwerke ... 70
4.2 Entwicklungsphase ... 70
4.2.1 Vorbemerkungen ... 70
4.2.2 Anforderungen und erforderliche Nachweise ... 70
4.3 Konstruktionsphase ... 71
4.3.1 Vorbemerkungen ... 71
4.3.2 Anforderungen und erforderliche Nachweise ... 71
4.3.3 Einzureichende Unterlagen für die Beantragung der 2. Freigabe ... 72
4.4 Ausführungsphase ... 72
4.5 Betriebsphase ... 73
4.5.1 Anforderungen und erforderliche Nachweise ... 73
4.5.1.1 Bewertungskriterien für die Wiederkehrenden Prüfungen ... 73
4.5.1.2 Umfang der Wiederkehrenden Prüfungen ... 73
4.5.1.3 Prüfintervalle der Wiederkehrenden Prüfungen ... 73
4.5.2 Einzureichende Unterlagen für die Aufrechterhaltung der Betriebserlaubnis ... 74
4.6 Rückbau ... 74

5 Betriebsstruktur von Offshore-Stationen (Topside) ... 75
5.1 Vorbemerkungen ... 75
5.1.1 Einteilung in Gefahren-, Schutz- und Sicherheitsbereiche ... 75
5.2 Entwicklungsphase ... 76
5.2.1 Vorbemerkungen ... 76
5.2.2 Technische Regelwerke ... 77
5.2.3 Anforderungen und erforderliche Nachweise ... 77
5.2.4 Einzureichende Unterlagen für die 1. Freigabe ... 78
5.3.1 Vorbemerkung ... 78
5.3.1.1 Lasthandhabungskonzept ... 78
5.3.1.2 Brand- und Explosionsschutzkonzept ... 79
5.3.1.3 Zugangskonzept ... 81
5.3.1.4 Raumnutzungsplan ... 81
5.3.2 Technische Regelwerke ... 82
5.3.3 Anforderungen und erforderliche Nachweise ... 82
5.3.4 Einzureichende Unterlagen für die Beantragung der 2. Freigabe ... 82
5.3.5 Fortschreibung der Konzepte ... 82
5.3.6 Errichtungshandbuch ... 83
5.3.7 Einzureichende Unterlagen für die Beantragung der 3. Freigabe ... 83
5.4 Ausführung ... 83
5.4.1 Vorbemerkung ... 83
5.4.2 Anforderungen und erforderliche Nachweise ... 83
5.4.3 Einzureichende Unterlagen für die Beantragung der Betriebsfreigabe ... 83
5.5 Betrieb ... 84

5.5.1 Vorbemerkung 84
5.5.2 Technische Regelwerke 84
5.5.3 Anforderungen und erforderliche Nachweise 84
5.5.4 Einzureichende Unterlagen zur Aufrechterhaltung der Betriebserlaubnis 85
5.6 Rückbau 85
6 Seekabel 86
6.1 Vorbemerkungen 86
6.2 Technische Regelwerke 86
6.2.1 Parkinterne Verkabelung 86
6.2.2 Anbindungsleitungen 86
6.2.2.1 Wechselstrom-Übertragung 86
6.2.2.2 Gleichstrom-Übertragung: 87
6.3 Einzureichende Unterlage für die Freigabe 87

Anhänge 89

Anhang 1: Schiffskörpererhaltende Tragstruktur für Offshore-WEA und Offshore-Stationen 89
Anhang 2: Zustimmung im Einzelfall (ZIE) 93
Anhang 2-I: Allgemeine Verfahrenshinweise 93
2-I.1 Grundlage 93
2-I.1.1 Erfordernis einer Zustimmung im Einzelfall 93
2-I.1.2 Antrag auf Zustimmung im Einzelfall 93
2-I.2 Generelle Verfahrensweise 93
2-I.3. Sonstige Hinweise 94
2-I.4. Zeitliche Abfolge 94
2.I.5. Vereinfachtes ZiE-Verfahren 94
Anhang 2-II: Spezielle Verfahrenshinweise in Bezug auf Groutverbindungen 94
2-II.1 Grundlage 94
2-II.2 Generelle Verfahrensweise 94
2-II.3 Fachliche Hinweise 95
Anhang 3: Anwendungshinweise für Geotechnische Nachweise 96
Anhang 3-I Berücksichtigung zyklischer Einwirkungen beim Entwurf der Gründungselemente 96
3-I.1 Vorbemerkungen 96
3-I.2 Zyklische Einwirkungen auf Offshore-Windenergieanlagen 96
3-I.2.1 Bemessungsereignis 96
3-I.2.2 Äquivalentes Belastungskollektiv 98
3-I.2.3 Lastfälle, Bemessungssituationen und zugehörige Teilsicherheitsbeiwerte 98
3-I.3 Zyklische Einwirkungen auf Plattformen 98
3-I.4 Zyklische Einwirkungen auf Messmasten, Kabeltürme und vergleichbare Strukturen 101
Anhang 3-II Nachweise der Grenzzustände für Gründungselemente unter Einbeziehung zyklischer Einwirkungen 101
3-II.1 Vorbemerkungen 101
3-II.2 Flachgründungen (Schwergewichtsgründung) 101
3-II.3 Pfahlgründungen 101
3-II.3.1 Axiale zyklische Einwirkungen 101
3-II.3.2 Zyklische Einwirkungen quer zur Pfahlachse 102
Anhang 3-III Dynamische Pfahlprobebelastungen 102
Anhang 3-IV Anwendung der Beobachtungsmethode nach dem Eurocode 7 104

Anhang 3-V Anwendung numerischer Modelle für geotechnische Nachweise 104
Anhang 3-VI Besondere Literaturhinweise für Gründungselemente 105

Anhang 4: Ergänzungen zu den Nachweisen im Grenzzustand der Ermüdung für Offshore-Windenergieanlagen 107

Anhang 5: Anwendungshinweise für den Standard „Mindestanforderungen an die konstruktive Ausführung von Offshore-Bauwerken“ des BSH 108

Anhang 5-I Anlass und Zweck 108
Anhang 5-II Normative Verweise 108
Anhang 5-III Nachweiszustände und Einwirkungen 109
5-III.1 Nachweismethodik 109
5-III.2 Einwirkungen 109
5-III.3 Einwirkungskombinationen und Teilsicherheitsbeiwert 110
Anhang 5-IV Anwendungshinweise zu DIN EN 1993-1-9 – Ermüdungsnachweise 111
5-IV.1 Allgemeines und Teilsicherheitsbeiwerte 111
5-IV.2 Strukturspannungskonzept 111
Anhang 5-V Anwendungshinweise zu DIN EN 1993-1-10 – Stahlsortenauswahl 112
5-V.1 Werkstoffnormen und Bestellung 112
5-V.2 Stahlsortenauswahl im Hinblick auf die Bruchzähigkeit 112
5-V.3 Zusätzliche Anforderungen bei mehraxialen Spannungszuständen 113
Anhang 5-VI Hinweise zur Fertigung nach DIN EN 1090-2 114

Anhang 6: Korrosionsschutzkonzept zum Nachweis der Dauerhaftigkeit während der Betriebszeit für die 2. Freigabe 115

Anhang 7: Begriffe und Definitionen 116

Abkürzungen

AC	Alternating Current (Wechselstrom)
ALARP	as low as reasonably practicable (so niedrig wie vernünftigerweise praktikabel)
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
AWZ	ausschließliche Wirtschaftszone
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
BAS	Burial Assessment Study (Seekabelverlegungsuntersuchung)
BauPG	Bauproduktengesetz
BAW	Bundesanstalt für Wasserbau
BFO	Bundesfachplan Offshore
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
BÜV	Bauüberwachungsverein
CIGRE	Conseil International des Grands Reseaux Électriques (Internationales Gremium für große Netze)
CMS	Condition Monitoring System
DC	Direct Current (Gleichstrom)
DGGT	Deutsche Gesellschaft für Geotechnik
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DNV	Det Norske Veritas
EA Pfähle	Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik
EC	Eurocode (Serien DIN EN 199x)
EV	Entwurfsverfasser
EN	Euronorm
EXC	Ausführungsklasse (Execution Class)
FLS	Grenzzustand der Lebensdauer (Fatigue Limit State)
FPGt	Fachplaner für Geotechnik
GL	Germanischer Lloyd
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
HAZID	Hazard Identification Study (Gefahrenanalyse)
HAZOP	Hazard and Operability Study (PAAG-Verfahren: Prognose, Auffinden der Ursache, Abschätzen der Auswirkungen, Gegenmaßnahmen)
IEC	International Electrotechnical Commission (Internationale Elektrotechnische Kommission)

IIW	International Institute of Welding
NA	Nationaler Anhang
NDT	Zerstörungsfreie Prüfung (Non-Destructive Testing)
OFK	Offshore Fahrzeug Koordinator
OM	Betriebshandbuch (Operation Manual)
OSS	Umspannstation (Offshore Substation)
Offshore-WEA	Windenergieanlage auf offener See gemäß IEC 61400-3
PPVO	Landesverordnung für Prüfingenieurinnen und Prüfingenieure
RGB	Rotor-Gondel-Baugruppe
QM	Qualitätsmanagement
QS	Qualitätssicherung
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SeeAnlV	Verordnung über Anlagen seewärts der Begrenzung des deutschen Küstenmeeres (Seeanlagenverordnung)
SEL	Sound exposure level (Schallexpositionspegel)
SFI	Schweißfachingenieur
SFM	Schweißfachmann
SLS	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (Serviceability Limit States)
StUK	Standarduntersuchungskonzept „Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt“ des BSH
SVGt	Sachverständiger für Geotechnik
ULS	Grenzzustände der Tragfähigkeit (Ultimate Limit States)
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
UT	Ultraschallprüfung (Ultrasonic Testing)
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie
WEA	Windenergieanlage
WGS 84	World Geodetic System 1984
WKP	Wiederkehrende Prüfungen
WPQR	Bericht über die Qualifizierung des Schweißverfahrens (Welding Procedure Qualification Record)
WPS	Schweißanweisungen (Welding Procedure Specifications)
ZFP	Zerstörungsfreie Prüfung
ZiE	Zustimmung im Einzelfall

Teil A: Allgemeines

1 Einleitung

Dieser Standard dient der Rechts- und Planungssicherheit bei der Entwicklung, Konstruktion, Ausführung, dem Betrieb und Rückbau von Offshore-Bauwerken im Geltungsbereich der Verordnung über Anlagen seewärts der Begrenzung des deutschen Küstenmeeres (Seeanlagenverordnung – SeeAnlV). Er versteht sich als dynamisch und integrativ, sodass neue Erkenntnisse und Entwicklungen ebenso berücksichtigt werden können wie das Bedürfnis, bisher hier nicht enthaltene Standards im Sinne einer Standardisierung eines Gesamtsystems einbauen zu können. Dementsprechend wurden die nach der Herausgabe dieses Standards in der 1. Fassung (2007) bekanntgemachten ergänzenden Hinweise in den Standard implementiert.

Die ersten Erfahrungen mit der Praxis seit dem Jahr der Herausgabe haben die Zulassungsbehörde sowie die ihr als Berater zur Seite stehenden Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) und die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) zu der Überzeugung geführt, dass ein weitergehender systematischer Ansatz für die übergreifende Nachweisführung erforderlich wäre. Deswegen werden die Normungen der verschiedenen einschlägigen Eurocodes (EC) in ihrer nationalen Umsetzung als einheitliche Basis verwendet, um noch mehr Rechtsklarheit zu erzeugen. In der hier vorliegenden 1. Fortschreibung wurde entsprechend dem aus der Branche artikulierten Bedarf auch ein ausführlicherer Abschnitt für Offshore-Stationen für Konverter, Umspannstationen und Unterkünfte erarbeitet und in das Werk integriert.

An der Entwicklung dieser Neufassung des Standards haben – wie auch bei der vorherigen Fassung – eine Vielzahl von Vertretern fachkundiger Stellen und Institutionen engagiert und konstruktiv mitgewirkt. Vertreter aus der Wirtschaft und Wissenschaft haben wertvolle Beiträge eingebracht. Ferner hat das BSH bei der Erstellung des Entwurfs den Verbänden (Stiftung Offshore Windenergie, Offshore Forum Windenergie, Wirtschaftsverband Windkraftwerke, WAB Windenergie Agentur, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenhersteller und Verband Schiffbau und Meerestechnik) sowie den Übertragungsnetzbetreibern (TenneT Offshore GmbH und 50Hertz Transmission GmbH) die Gelegenheit zur Stellungnahme eingeräumt und ihre Einwände in einem Fachgespräch sowie in einem Erörterungstermin gemeinsam mit den Leitern der Arbeitsgruppen des BSH und den Beratern der BAW und BAM diskutiert. Insgesamt konnte auf diese Weise eine solide Basis für eine konstruktive Zusammenarbeit am Maßstab der Anlagensicherheit sowie zum Schutz der Meeresumwelt fortgeschrieben werden.

Hinweis:
Dieser Standard beschreibt die Mindestanforderungen an die konstruktionsbezogenen und baulichen Komponenten von Offshore-Bauwerken zur Nutzung der Offshore-Windenergie in Bezug auf ihre strukturelle Integrität aus Sicht der Zulassungsbehörde; **er ist nicht als Unterlage für Ausschreibungen der Wirtschaft geeignet.**

Die Anforderungen aus den Zulassungsentscheidungen bleiben unberührt.

2 Grundlagen

2.1 Rechtsgrundlage

Anlagen, die der Zulassungspflicht nach SeeAnlV unterfallen, müssen dem Stand der Technik entsprechen; § 4 Abs. 1 SeeAnlV setzt dies sowohl für die Konstruktion und die Errichtung als auch für den Betrieb der Anlagen voraus.

Nach § 5 Abs. 2 SeeAnlV kann die Zulassungsbehörde einzelne Maßnahmen zur Errichtung oder die Inbetriebnahme unter dem Vorbehalt einer Freigabe zulassen, die zu erteilen ist, wenn der Nachweis über die Erfüllung angeordneter Auflagen erbracht worden ist. Auf Anforderung der Zulassungsbehörde erfolgt der Nachweis durch die Vorlage eines Gutachtens eines anerkannten Sachverständigen. Im Sinne dieses Standards ist dies der Prüfbeauftragte. Der Nachweis der Einhaltung der vorgeschriebenen Standards stellt danach die Basis für die Freigabe und damit die Feststellung der zulassungsrechtlichen Konformität von Konstruktion, Errichtung und Betrieb der Anlage dar.

2.2 Gegenstand dieses Standards

Regelungsgegenstand sind die baulichen Komponenten von Offshore-Bauwerken in der ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ).

Hierzu zählen z. B. Offshore-Windenergieanlagen (WEA), die parkinterne Verkabelung, Messmasten, Offshore-Stationen und stromabführende Kabelsysteme.

Die Offshore-Bauwerke, insbesondere die Tragstrukturen für Offshore-WEA und Offshore-Stationen, werden sowohl in ihren einzelnen Komponenten als auch als Gesamtsystem betrachtet. Die dabei zu durchlaufenden Abschnitte gliedern sich grundsätzlich in die folgenden Projektphasen, die in Kapitel B 1 und den Tabellen 1 (Offshore-WEA) und 2 (Offshore-Stationen) ausführlicher beschrieben werden:

- Entwicklung,
- Konstruktion,
- Ausführung, d. h. Fertigung, Verladung, Transport, Errichtung bzw. Installation, Inbetriebnahme,
- Betrieb und
- Rückbau.

Die Vorgabe der Einhaltung des Stands der Technik bzw. hilfsweise des Stands von Wissenschaft und Technik bezieht sich auf den Abschluss der jeweils betreffenden Projektphase bzw. im Falle der Konstruktionsphase des jeweiligen Abschnitts. Die Projektphasen enden im Sinne des Standards Konstruktion mit der jeweiligen Freigabe.

Für die jeweiligen Freigaben sind Unterlagen in geprüfter Form bei der Zulassungsbehörde einzureichen. Einzelheiten werden im Teil B beschrieben. Die Prüfung hat der Antragsteller bzw. Genehmigungsinhaber zu veranlassen und hierfür einen Prüfbeauftragten frühzeitig einzuschalten, der die Unterlagen im Hinblick auf Vollständigkeit, Konsistenz und Richtigkeit bzw. Plausibilität prüft. Die Zulassungsbehörde unterzieht mit Unterstützung der BAM und BAW die eingereichten Unterlagen ausschließlich einer Prüfung auf Plausibilität („Plausibilitätsprüfung“).

2.3 Standardanordnungen der Genehmigungspraxis

In den bisher erteilten Genehmigungen sind für die hier geregelte Materie projektkonkretisierende Anordnungen erlassen worden, die z. T. als eine standardisierte Praxis angesehen werden können, auch wenn diese im derzeit dynamischen Entwicklungsprozess einer stetigen Überprüfung unterliegen.

Diese Anordnungen einschließlich ihrer Erläuterung werden im Folgenden dargestellt. Dabei wird der aktuelle Stand der Standard-Nebenbestimmungen – für Offshore-WEA und Offshore-Stationen zusammengefasst – herangezogen:

- Gegenstand der Zulassung sind die Errichtung und der Betrieb der einzelnen Offshore-WEA einschl. der Nebenanlagen wie der parkinternen Verkabelung und der Offshore-Stationen für Umspannwerke und ggf. Unterkünfte bzw. die Offshore-Konverterstation mit den stromabführenden Kabelsystemen.

Begründung:
Die Bestimmung umreißt und definiert Art und Umfang des Gegenstandes der Zulassung in räumlicher wie baulicher Hinsicht.

- Die genauen Positionen der einzelnen Offshore-Bauwerke sind einzumessen. Die genaue Kilometrierung und Tiefenlage (sog. „As Laid-Dokumentation) der Kabel sind einzumessen.

  Nach Fertigstellung der Offshore-Bauwerke ist der Zulassungsbehörde ein Bestandsplan vorzulegen, der u. a. alle errichteten baulichen Anlagen einschl. der endgültigen geographischen Koordinaten bezogen auf WGS 84 enthält.

  Der Bestandsplan für die Kabel muss ihre genaue Position und Tiefenlage bezogen auf den Meeresboden zurzeit der Einmessung sowie Kreuzungspunkte mit Seekabeln und Rohrleitungen in geographischen Koordinaten bezogen auf WGS 84 beinhalten.

Begründung:
Die Anordnung dient der Konkretisierung der Zulassungsinhalte. Da die Konstruktionsweise der Anlagen bzw. die Details der Kabelverlegung im Zeitpunkt der Zulassung nicht abschließend entschieden und damit auch noch nicht konkret darstellbar ist, können noch keine Baupläne vorgelegt werden. Diese vorzulegenden Unterlagen, insbesondere der Bestandsplan, sind nach Fertigstellung der Anlagen mit ihrer eingemessenen Position als Grundlage für die Kontrolle der Zulassung sowie für das weitere Verfahren anzusehen und werden dann Gegenstand der Zulassung.

- Die einzelnen Offshore-Bauwerke müssen in Konstruktion und Ausstattung dem Stand der Technik entsprechen. Selbiges gilt für deren Errichtung einschl. bauvorbereitender Maßnahmen.

  Bei der bautechnischen Vorbereitung der Gründungsarbeiten sowie der anschließenden Überwachung des Anlagenbetriebes ist der vom BSH herausgegebene „Standard Baugrunderkundung – Mindestanforderungen an die Baugrunderkundung und -untersuchung für Offshore-Windenergieanlagen, Offshore-Stationen und Stromkabel“ einzuhalten. Bei Entwicklung, Konstruktion, Ausführung, Betrieb und Rückbau der Anlagen ist der vom BSH herausgegebene Standard Konstruktion – Mindestanforderungen an die konstruktive Ausführung von Offshore-Bauwerken in der ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) einzuhalten. Dabei ist – auch für Nebenbestimmungen und Anordnungen – jeweils die geltende Fassung der Standards zugrunde zu legen. Etwaige Abweichungen sind gegenüber der Zulassungsbehörde zu beantragen und bzgl. ihrer Gleichwertigkeit zu begründen. Die Offshore-Bauwerke müssen entsprechend den Vorgaben des Standards Konstruktion geprüft worden sein.

Die Einhaltung der Anforderungen des Standards Baugrund und des Standards Konstruktion sind der Zulassungsbehörde gegenüber so zu dokumentieren, dass die Unterlagen von einem sachkundigen Dritten ohne Weiteres nachvollzogen werden können. Die Art der einzureichenden Unterlagen und Nachweise – einschl. der Anforderungen hinsichtlich der Prüfung und Zertifizierung – und der Zeitplan für deren Einreichung in Bezug auf die Errichtung der Anlagen ergeben sich im Einzelnen aus dem Standard Baugrunderkundung und dem Standard Konstruktion.

Begründung:
Die Erfüllung der Bedingungen der Einhaltung des Qualitätsstandards des Stands der Technik sowie der Zertifizierung der Anlagen und Bauteile gewährleistet die bauliche Anlagensicherheit. Die vom Genehmigungsinhaber für die Errichtung bestimmte Konstruktions- und Ausrüstungsvariante, die zum Zeitpunkt der Zulassung noch nicht bestimmt werden kann, wird danach von dritter sachverständiger Stelle auf das Vorliegen der üblichen Qualitätsanforderungen überprüft. Auf dieser Grundlage wird sichergestellt, dass die Zulassung wirksam erteilt werden kann, ohne dass endgültige, ausführungsreife Bau- und Konstruktionszeichnungen vorliegen. Diese Unterlagen und Nachweise müssen zur Ermöglichung der Überprüfung vor Errichtung der Anlagen in dem genannten angemessenen Zeitraum vorgelegt werden. Eine frühere Vorlage der Unterlagen ist nicht nur möglich, sondern auch wünschenswert, um erforderlichenfalls noch Änderungen vornehmen zu können. Der Standard Baugrunderkundung enthält Mindestanforderungen, die konkrete Vorgaben für die geologisch-geophysikalische und geotechnische Baugrunderkundung enthalten. Der Standard wird fortgeschrieben. Es ist jeweils die aktuelle Fassung anzuwenden. Über Abweichungen im Einzelfall entscheidet die Zulassungsbehörde, die sich dabei ausdrücklich vorbehält, auf Kosten des Antragstellers eine Prüfbegutachtung durch einen anerkannten Sachverständigen zu veranlassen (§ 5 Absatz 2 SeeAnlV).

- Die Konstruktion und Gestaltung der Offshore-Bauwerke muss zusätzlich zu den Anforderungen des Standards Baugrund und des Standards Konstruktion insbesondere folgenden Anforderungen genügen:

  Die bauliche Anlage muss in einer Weise konstruiert sein, dass
  - Belange des Arbeits- und Brandschutzes bei der Ausführung, dem Betrieb und Rückbau ausreichende Berücksichtigung finden,
  - weder bei der Errichtung noch bei dem Betrieb nach dem Stand der Technik vermeidbare Emissionen von Schadstoffen, Schall und Licht in die Meeresumwelt eintreten oder – soweit diese durch Sicherheitsanforderungen des Schiffs- und Luftverkehrs geboten und unvermeidlich sind – möglichst geringe Beeinträchtigungen hervorgerufen werden,
  - im Fall einer Schiffskollision der Schiffskörper so wenig wie möglich beschädigt wird und
  - keine elektromagnetischen Wellen erzeugt werden, die geeignet sind, übliche Navigations- und Kommunikationssysteme sowie Frequenzbereiche der Korrektursignale in ihrer Funktionsfähigkeit zu stören. Die dabei einzuhaltenden Grenzwerte ergeben sich aus der IEC 60945 auf ihrem jeweils aktuellen Stand.

  Der Außenanstrich ist unbeschadet der Regelung zur Luft- und Schifffahrtskennzeichnung möglichst blendfrei auszuführen.

  Der Korrosionsschutz muss möglichst schadstofffrei sein. Die Verwendung von Tributylzinn (Tributyltin – TBT) ist zu unterlassen. Die (Unterwasser-)Konstruktion ist im Bereich der Spritzwasserzone mit ölabweisenden Anstrichen zu versehen; ein regelmäßiges Entfernen von marinem Bewuchs wird in diesem Zusammenhang nicht gefordert.

Für diese Anordnungen haben die Genehmigungsinhaber zur 2. Freigabe gemäß Standard Konstruktion – spätestens jedoch vor Inbetriebnahme – Nachweise vorzulegen, die Darstellungen und gutachtliche Prognosen über

– die in und an den Offshore-Bauwerken verwendeten Stoffe und
– die bei der konkret gewählten Konstruktions- und Ausrüstungsvariante auftretenden Emissionen, insbesondere Art und Umfang der Schalleinträge in den Wasserkörper enthalten. Diese Unterlagen werden Bestandteil der Zulassung, sofern damit die Erfüllung der jeweiligen Nebenbestimmungen hinreichend nachgewiesen werden konnte. Auf die vom BSH veröffentlichten Mindestanforderungen wird hingewiesen.

Begründung:
Diese Anordnungen dienen sowohl der Vermeidung von Verschmutzungen und Gefährdungen der Meeresumwelt als auch der Sicherheit des Verkehrs gemäß § 3 Satz 1 SeeAnlV. Wie die Formulierung zur Emissionsvermeidung zeigt, können die aus Umwelt- und Naturschutzgründen aufgenommenen Anforderungen und die für eine sichere Schifffahrt bestehenden Anforderungen in einem Spannungsverhältnis stehen.

Während die Anordnung einer bei Kollisionen Schiff – Offshore-WEA möglichst schiffskörpererhaltenden Konstruktion beiden Zielen aus § 3 SeeAnlV gleichzeitig dient, bilden z. B. bei Lichtemissionen die Sicherheitsanforderungen des Schiffs- und Luftverkehrs eine Grenze für eine unbedingte Emissionsvermeidung während Bau- und Betriebsphase.
Hierdurch wird eine ständige Optimierung der Anlagen in ökologischer Hinsicht nach dem wachsenden Stand der Erkenntnisse und der Technik vorgeschrieben, soweit dies nach Maßgabe von nicht verzichtbaren Maßnahmen der Gefahrenabwehr möglich und zumutbar ist.

Die Anknüpfung dieser Anforderung an den Stand der Technik soll erreichen, dass bereits durch die Konstruktion und Ausrüstung etwaige Auswirkungen vermieden oder vermindert werden, deren Eintritt zum Zeitpunkt der Zulassung nicht mit Sicherheit vorhersehbar ist, im Falle des späteren Eintritts jedoch zu deren Versagung oder Aufhebung führen könnte. Sofern eine Vermeidung von Schadstoff-, Schall- und Lichtemissionen nicht erreicht werden kann, beinhaltet die Anordnung entsprechend dem Vorsorgeprinzip eine Minimierung der hervorgerufenen Beeinträchtigungen. Zu denken ist hier z. B. an die Entwicklung und Anwendung von Vergrämungsmaßnahmen für nachteilig beeinträchtigte Tierarten, der Einsatz einer nach dem Stand der bestverfügbaren und naturverträglichsten Verkehrssicherungsbefeuerung im Sinne einer selbststeuernden Anlage, die die Lichtstärke flexibel an die Sichtverhältnisse anpasst, an die Verwendung möglichst umweltverträglicher Betriebsstoffe und eine möglichst umfassende Kapselung von schadstoffführenden Leitungen und Behältnissen.

Den genannten Zwecken dienen auch die konkreten Anordnungen zur Ausführung des Korrosionsschutzes sowie der Farbgebung der Anlagen. Mit der Anordnung zur Farbgebung der Anlagen soll eine Blendwirkung durch unnötige Reflektionen an glatten Oberflächen der Anlagen verhindert werden. In Bezug auf Korrosionsschutz von Offshore-Anlagen hat das BSH zwischenzeitlich Mindestanforderungen herausgegeben, die in diesen Standard integriert wurden. Die Schadstofffreiheit ist insbesondere auch in einem Emissionsgutachten darzulegen. Soweit zum Zeitpunkt der Bestellung der Baukomponenten allgemeine Mindestanforderungen gelten, sind diese zu erfüllen. Die Anordnung zur Verwendung ölabweisender Anstriche im von der Meeresoberfläche betroffenen Bereich stellt sicher, dass in den Bereich des Vorhabens driftendes Öl sich nicht an den Bauteilen festsetzt und dann nicht mehr aufgenommen werden kann. Dies soll verhindern, dass das festgesetzte Öl über einen längeren Zeitraum kontinuierlich in das Gewässer ausgewaschen wird.

In einem engen Zusammenhang hierzu ist der zu erwartende Eintrag von Schall in den Wasserkörper zu nennen, der ebenfalls dem angeordneten Minimierungsgebot unterliegt. Einer möglichen Potenzierung von Schalleintrag und dessen Vermeidung trägt die entsprechende Anordnung Rechnung.

2.4 Weitere Standardvorgaben für Offshore-Bauwerke

Der bereits genannte „Standard Baugrunderkundung – Mindestanforderungen an die Baugrunderkundung und -untersuchung für Offshore-Windenergieanlagen, Offshore-Stationen und Stromkabel“ des BSH wird in seiner jeweils aktuell geltenden Fassung Bestandteil dieses Regelwerkes.

Die Umweltverträglichkeitsstudie ist auf eine Projektbeschreibung abzustellen, die für die beantragten gängigen Pfahlgründungstypen auf dem geprüften Vorentwurf basiert. Bei neuartigen Gründungstypen oder bisher noch nicht in der deutschen AWZ erprobten Gründungstypen sind ggf. weitere Unterlagen erforderlich.

Die Einhaltung des Planungsgrundsatzes 5.3.2.9. im Bundesfachplan Offshore (2K-Kriterium) ist sicherzustellen. Die bestehende standardisierte Berechnungsmethode wurde als Ergänzung zur aktuellen Fassung des Standards „Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt“ (StUK) auf der Internetseite des BSH eingestellt. Sicherheits- und Vorsorgemaßnahmen bleiben einer gesonderten Regelung vorbehalten. Ein etwaiger Standard für ein Schutz- und Sicherheitskonzept kann herangezogen werden. Konstruktionsbezogene Anforderungen, die sich aus Vorgaben des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG) einschl. des Bauproduktengesetzes (BauPG), des Produktsicherheitsgesetzes (ProdSG) und den jeweils dazugehörigen Verordnungen sowie aus der Beteiligung der zuständigen Stellen für den Arbeitsschutz ergeben, sind frühzeitig in der Entwicklungs- und Konstruktionsphase zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang hat der Antragsteller bzw. Genehmigungsinhaber von Beginn an dafür Sorge zu tragen, dass ein Konzept zur Betriebs- und Arbeitssicherheit im Rahmen des Schutz- und Sicherheitskonzepts sowie ein Brandschutzkonzept erstellt und fortgeschrieben wird; beide Dokumente hat der Prüfbeauftrage für die jeweiligen Freigaben im Hinblick auf bauliche Belange umfänglich zu berücksichtigen. Für die Belange des Brandschutzes wird an dieser Stelle zur Information auf den Leitfaden des Gesamtverbands der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) verwiesen. Die Vorgaben des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) sowie der Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS) zu verkehrlichen Sicherheitsaspekten bleiben unberührt.

Im Hinblick auf die Einhaltung des Lärmwertes von 160 dB SEL in 750 m Entfernung zur Emissionsstelle bei schallintensiven Gründungsarbeiten sind – sofern erforderlich – schallmindernde Maßnahmen frühzeitig in der Konstruktionsphase zu berücksichtigen. Das Schallschutzkonzept einschl. der gewählten Arbeitsmethode und der die Auswahl begründenden Erwägungen sowie der vorgesehenen immissionsminimierenden und/oder schadensverhütenden Maßnahmen sowie eine darauf basierende aktualisierte Schallprognose sind der Genehmigungsbehörde daher zusammen mit den Unterlagen zur 2. Freigabe zur Überprüfung schriftlich darzulegen. Spätestens zur 3. Freigabe sind zudem Unterlagen mit der Darlegung des operativen Aufbaus der schallmindernden Maßnahmen einzureichen, die auf den jeweils zu Anwendungen kommenden Gründungstyp abgestellt sind.

Speziell für bestimmte Einzelkomponenten oder Systeme bereits bestehende allgemein anerkannte Regeln der Technik werden als Basisstandardbestimmungen bei den entsprechenden Regelungsmaterien aufgeführt. Soweit für Offshore-Bauwerke anwendbar, sind die Vorgaben der einschlägigen Eurocodes sowie gültige deutsche technische Vorschriften vorrangig. Fehlende Regelungen können aus anderen Regelwerken ergänzt werden, wenn eine sachverständige Zulässigkeitsanalyse vorgenommen wird. Eine Vermischung verschiedener Regelwerke

ist grundsätzlich nicht gestattet. Die Kombination oder die gegenseitige Ergänzung unterschiedlicher oder konkurrierender Regelwerke oder von einzelnen Bestimmungen daraus bedarf in jedem Fall einer sachverständigen Zulässigkeitsanalyse und -bewertung. Die Normenhierarchie der Nachweisführung ist frühzeitig – in der Regel mit den Dokumenten für die 1. Freigabe – festzulegen und darzulegen.

3 Abweichungen und Ergänzungen

Es ist nach den Eurocodes vorzugehen; dazu sind die Normen des DIN in der jeweils jüngsten als Weißdruck veröffentlichten Fassung anzuwenden. Die Zulassungsbehörde behält sich vor, einzelne Normen oder Teile davon von der Verpflichtung zur Anwendung auszunehmen.

Abweichungen von den hier geregelten Vorgaben und Anforderungen sind möglich, soweit diese aufgrund neuerer Erkenntnisse allgemein oder aufgrund der vorhabenspezifischen Besonderheiten erforderlich oder den genannten Schutzzwecken in mindestens gleichwertiger Weise zu dienen geeignet sind. Sie sind kenntlich zu machen und gegenüber der Zulassungsbehörde bezüglich ihrer Gleichwertigkeit zu begründen. Die Zulassungsbehörde behält sich eine Zustimmung zu Abweichungs- oder Ergänzungsanträgen vor und kann dazu geeignete Prüfer einschalten.

Der Antrag auf Abweichung ist vom Antragsteller bzw. Genehmigungsinhaber so frühzeitig zu stellen, dass eine Entscheidung mit beigefügten Maßgaben zeitlich in den geplanten Projektverlauf integriert werden kann. Auf Abweichungen ist besonders hinzuweisen; sie sind zu begründen und durch den Prüfbeauftragten zu bewerten.

Über die Zulässigkeit der Abweichungen im Einzelfall entscheidet die Zulassungsbehörde, die sich dabei ausdrücklich vorbehält, auf Kosten des Antragstellers eine Begutachtung durch geeignete Gutachter zu veranlassen.

Die in den jeweiligen Kapiteln genannten Normen sind durch weitere Regelwerke, Richtlinien und Empfehlungen zu ergänzen, soweit sie Aspekte der Bemessung von Gründungselementen und Tragstrukturen für Offshore-Bauwerke nicht berücksichtigen.

Weitere technische Regelwerke können in ihrer jeweils aktuellen Fassung ergänzend dort hinzugezogen werden, wo die o. g. Vorschriften keine Regelungen treffen oder wo sie aus Gründen der Besonderheit von Offshore-Bauwerken zur Nutzung der Windenergie nicht oder nicht zweckmäßig anwendbar sind.

Zur Anwendung von Regelwerken, die Offshore-spezifische Abweichungen von und Ergänzungen zu genannten deutschen und europäischen Normen in den jeweiligen Kapiteln enthalten, gelten im Einzelnen die folgenden prozeduralen Grundsätze:

- Abweichungen sind bei der Zulassungsbehörde zu beantragen, detailliert darzustellen, zu begründen und benötigen eine Aussage zur Gleichwertigkeit des gewählten Vorgehens mit den Vorgaben des Standards. Der Abweichungsantrag ist durch den Prüfbeauftragten zu bewerten.
- Ergänzungen sind bei der Zulassungsbehörde zu beantragen, detailliert darzustellen, zu begründen und benötigen eine sachverständige Zulässigkeitsanalyse. Der Ergänzungsantrag ist durch den Prüfbeauftragten zu bewerten.

4 Fortschreibung

Der vorliegende Standard stellt den gegenwärtigen Stand der Technik dar und bezieht sich hilfsweise auf den Stand von Wissenschaft und Technik. Da insbesondere bei der künftigen Realisierung weiterer Vorhaben neue Erkenntnisse gesammelt werden und ebenso technische Weiterentwicklungen zu erwarten sind, wird dieser Standard in angemessenen Zeitintervallen einer fortschreitenden Entwicklung unterzogen.

5 Übergangsregelung

1. Die 1. Fortschreibung des Standards Konstruktion ist für alle Verfahren nach SeeAnlV mit dem Ablauf von 6 Monaten nach dem Tag der Veröffentlichung gültig, sofern für die jeweiligen Anlagen bis zu diesem Zeitpunkt noch keine vollständigen Unterlagen für die 1. Freigabe beim BSH eingereicht worden sind. Für den Fall, dass das BSH zu dem Ergebnis kommt, dass die Unterlagen unvollständig sind, wird dem Antragsteller eine Frist zur Nachreichung bzw. Vervollständigung von 3 Monaten ab Mitteilung der Unvollständigkeit gewährt.

   Davon ausgenommen sind die Vorgaben zur Aufrechterhaltung der Betriebserlaubnis. Die Regelungen zum Ablauf der Statusbesprechungen während der Betriebsphase, Inhalte des Betriebshandbuches und des WKP-Konzeptes sowie die Umsetzung der Wiederkehrenden Prüfungen anhand der Prüfpläne sind grundsätzlich ab dem Tag der Veröffentlichung anzuwenden.

2. Für die Verfahren, für die der Standard Konstruktion in seiner Fassung vom 17. Juni 2007 noch zur Anwendung kommen kann, gilt diese Regelung nur weiter, wenn die geprüften Unterlagen für die 2. Freigabe spätestens 24 Monate nach dem Tag der Veröffentlichung der 1. Fortschreibung beim BSH eingereicht werden. Für den Fall, dass das BSH zu dem Ergebnis kommt, dass die Unterlagen unvollständig sind, wird dem Antragsteller eine Frist zur Nachreichung bzw. Vervollständigung von 6 Monaten ab Mitteilung der Unvollständigkeit gewährt, ohne dass die Anwendung der 1. Fortschreibung des Standards Konstruktion verpflichtend wird.

Teil B: Nachweise und Genehmigungserfordernisse

1 Zeitlicher Ablauf und Standortbedingungen

1.1 Vorbemerkungen

Die in diesem Standard formulierten Mindestanforderungen betreffen die konstruktionsbezogenen baulichen Komponenten von Offshore-Bauwerken zur Nutzung der Offshore-Windenergie.

Hierzu zählen insbesondere:

- die lokal fixierte Einbindung in den Meeresboden (Gründungselemente),
- die Tragstruktur (bei Offshore-WEA: Turm und Unterstruktur, bei Offshore-Stationen: Unterstruktur sowie ggf. tragende Bestandteile der Betriebsstruktur),
- Betriebsstruktur (bei Offshore-WEA die Rotor-Gondel-Baugruppe bestehend aus Gondel, Nabe und Rotorblättern, bei Offshore-Stationen die sog. „Topside“),
- die parkinterne Verkabelung der Einzelanlagen eines Offshore-Windparks einschließlich Zusammenführung an der Umspannstation,
- das Stromabführungssystem von der Umspannstation über die Offshore-Konverterstation bis zur Netzanbindung an Land und
- ggf. weitere Offshore-Anlagen (z. B. Messmast, Wohnplattform) eines Offshore-Windparks.

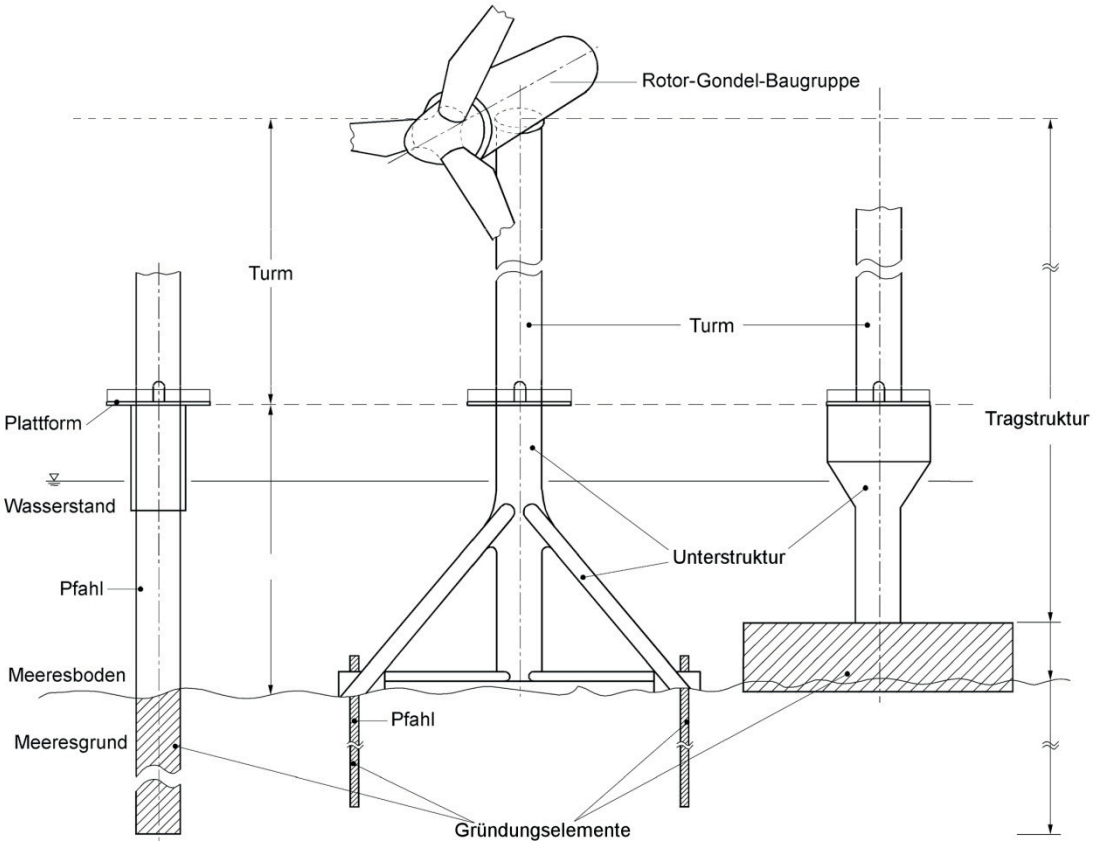

Abbildung 1-1: Komponenten des mechanischen Gesamtsystems „Offshore-WEA“.

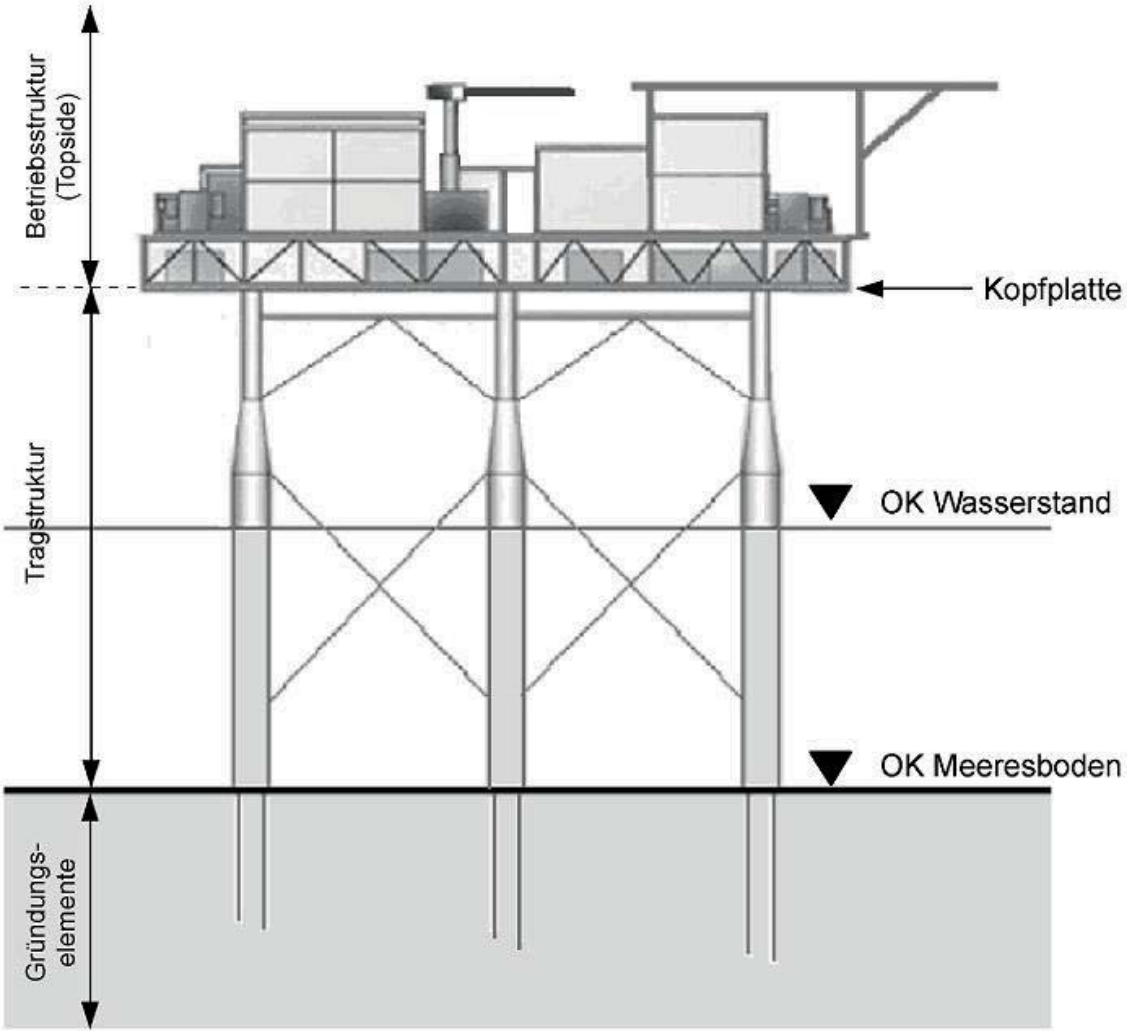

Abbildung 1-2: Komponenten des mechanischen Gesamtsystems „Offshore-Station“.

Das mechanische Gesamtsystem der Offshore-Station besteht aus den Komponenten Betriebsstruktur (Topside), Tragstruktur und Gründungselemente (Abbildung 1-2). Die Betriebsstruktur (Topside) schließt die Befestigungselemente zur Kopfplatte ein. Die Kopfplatte selbst ist Bestandteil der Tragstruktur.

Für die Offshore-Bauwerke einschl. ihrer typenzertifizierten Komponenten ist die Konformität mit den anzuwendenden Normen und Richtlinien nachzuweisen. Hierbei sind die standortspezifischen externen Bedingungen wie Baugrundverhältnisse, Wind, Seegang, Strömung, Bathymetrie, Gezeiten, Eisgang, Eigenschaften des elektrischen Netzes, Windparkkonfiguration sowie ggf. örtliche Besonderheiten zu berücksichtigen.

Weiterhin ist im Zuge einer unabhängigen Überwachung der Ausführung (Fertigung, Transport, Installation und Inbetriebnahme) durch den Prüfbeauftragten festzustellen, ob die Offshore-Bauwerke in Konformität mit den geprüften Ausführungsunterlagen stehen.

Durch Wiederkehrende Prüfungen (WKP) ist der Zustand der Offshore-Bauwerke in der Betriebsphase zu überwachen. WKP sind zur Aufrechterhaltung der Betriebserlaubnis erforderlich.
Bei allen im Folgenden aufgeführten (Komponenten-)Nachweisen ist stets zu prüfen, ob der Nachweis oder zumindest Teile davon am mechanischen Gesamtsystem zu führen ist bzw. sind. Dies ist bspw. bei Lastannahmen und Eigenfrequenzen der Offshore-WEA der Fall.

Der Prüfvorgang umfasst im Wesentlichen die folgenden Elemente und Schritte:

(1) Typenzertifikat für die Rotor-Gondel-Baugruppe bei Offshore-WEA, funktionale Beschreibung und Konzepterstellung bei Offshore-Stationen,

(2) Prüfung der Entwurfsgrundlagen einschl. der Standortbedingungen wie z. B. Baugrundeigenschaften (Standortbewertung),

(3) Prüfung der standortspezifischen Lastannahmen und der Tragstruktur sowie der Gründungselemente (standortspezifische Konstruktionsbewertung).

(4) Prüfung, ob im Fall von Offshore-WEA das Typenzertifikat (1) der Rotor-Gondel-Baugruppe alle Standortbedingungen abdeckt, im Fall von Offshore-Stationen Fortschreibung und weitere Konkretisierung der Konzepte,

(5) Konformitätsbescheinigung und Prüfbericht für die standortspezifische Konstruktion der Offshore-Bauwerke nach Erfüllung der Punkte (1) bis (4),

(6) Prüfung und Bewertung der Einrichtungen zur Überwachung der Offshore-WEA als Gesamtsystem (Supervisory Control and Data Acquisition, SCADA einschl. des Condition Monitoring System – CMS für die Rotor-Gondel-Baugruppe),

(7) Prüfung und Bewertung von Seeoperationen und Rückbaukonzept,

(8) Fertigungs- und Montageüberwachung,

(9) Überwachung von Verladung ab Kaikante zum Installationsort, Transport, Installation und Inbetriebnahme,

(10) Konformitätsbescheinigung und Prüfbericht für die Überwachungsleistungen nach Erfüllung der Punkte (6) bis (9),

(11) Projektzertifikat gemäß dieses Standards,

(12) Wiederkehrende Prüfungen zur Aufrechterhaltung der Betriebserlaubnis und

(13) Prüfung und Überwachung des Rückbaus und Ausstellung der zugehörigen Konformitätsbescheinigung bzw. des zugehörigen Prüfzeugnisses.

Eine frühzeitige Einschaltung eines Prüfbeauftragten sowie der inhaltliche Austausch mit dem Prüfbeauftragten wird dringend empfohlen, um bereits die Entwurfsgrundlagen (Ermittlung der Standortbedingungen einschl. der Baugrundsituation sowie die Festlegung anzuwendender Richtlinien und Methoden in den Entwurfsgrundlagen (Design Basis)) frühzeitig mit dem Prüfbeauftragten abzustimmen.

1.2 Sprache

Amtssprache ist Deutsch. Alle Dokumente, die im Rahmen des Zulassungsverfahrens bei der Zulassungsbehörde rechtsverbindlich sind oder werden können, sind in deutscher Sprache einzureichen. Dies gilt insbesondere für alle Berichte und Dokumente, die der Prüfbeauftragte erstellt (Prüfberichte, Überwachungsberichte, Konformitätsbescheinigungen, etc.).

Technische Unterlagen können i. d. R. in englischer Sprache eingereicht werden.

1.3 Zeitlicher Ablauf

1.3.1 Vorbemerkungen

Der zeitliche Ablauf der Realisierung eines Offshore-Bauwerks ist im Allgemeinen in die folgenden Phasen (Projektphasenverlauf) gegliedert:

- Entwicklung,
- Konstruktion,

- Ausführung,
- Betrieb und
- Rückbau.

In Tabelle 1-1 ist der zeitliche Ablauf für Offshore-WEA in einer Übersicht dargestellt. Zu jeder Phase sind die übergeordneten Ziele definiert, die mit Abschluss der jeweiligen Phase zu erreichen sind. In den ersten beiden Phasen (Entwicklung und Konstruktion) werden drei Dokumententypen unterschieden:

Grundlagendokumente: Dokumente, welche die ermittelten und gemessenen Standortbedingungen enthalten.

Konstruktionsregeln: Regeln, Normen, Richtlinien und Vorgehensweisen, welche die ingenieurmäßige Anwendung der Standortbedingungen sowie die Bemessung der Konstruktion definieren. Diese stellen die Entwurfsgrundlage (Design Basis) für die Offshore-Bauwerke dar.

Planungsergebnisse: Auf Konstruktionsregeln und Grundlagendokumenten basierende Berechnungsergebnisse und -nachweise, Zeichnungen, Spezifikationen, Ausführungshinweise.

Die mindestens einzureichenden Dokumente werden jeweils zum Ende der einzelnen Fachkapitel benannt; im Einzelfall sind bei Bedarf ergänzende Unterlagen ein- oder nachzureichen. Jedes Fachkapitel bildet dabei in sich den oben genannten Projektphasenverlauf ab.

Grundsätzlich sind technische Unterlagen vor der Einreichung bei der Zulassungsbehörde durch einen Prüfbeauftragten zu prüfen. Die jeweils erforderlichen vom Prüfbeauftragten erstellten Dokumente sind bei der Zulassungsbehörde zusammen mit den erforderlichen technischen Unterlagen in den einzelnen Projektphasen rechtzeitig zur Plausibilisierung und Freigabe vorzulegen. Darüber hinaus hat der Antragsteller bzw. Genehmigungsinhaber sicherzustellen, dass die Zulassungsbehörde in den Projektphasen kontinuierlich eingebunden wird.

In Tabelle 1-2 ist der zeitliche Ablauf für die Betriebsstruktur in einer Übersicht dargestellt. Es wird hier darauf hingewiesen, dass für die Betriebsstruktur eine andere zeitliche Strukturierung als für die Tragstruktur bzw. die Offshore-WEA empfohlen wird. Dies ist darin begründet, dass sich die angestrebten Funktionalitäten aus z. B. der Betriebsführung, den Sicherheits- und Notsystemen direkt auf die Konstruktion auswirken und somit zu einem frühen Zeitpunkt des Projektes festgelegt werden sollten. Darunter ist keine Detailplanung wie sie für die 2. bzw. 3. Freigabe erforderlich ist, zu verstehen.

1.3.2 Entwicklungsphase

In der Entwicklungsphase werden die Standortbedingungen soweit erfasst, wie sie für die Beurteilung der grundsätzlichen technischen Machbarkeit des Vorhabens erforderlich sind. Auf dieser Grundlage wird ein Vorentwurf möglicher und vom Bauherrn in Betracht gezogenen Gründungsvarianten erstellt. Hierbei sind Umweltauswirkungen und die Kollisionsfreundlichkeit zu berücksichtigen.

Die Zusammenstellung aller standortspezifischen Daten erfolgt in Grundlagendokumenten.

Phase	Ziele	Kapitel	Prüfbeauftragter	Zulassungsbehörde
Entwicklung	Zusammenstellung der standortspezifischen Daten Festlegung der Entwurfsgrundlagen Vorentwurf	1 1.3.2 2.2 3.2 4.2	Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung	Plausibilitätsprüfung* Vorentwurfsfreigabe 1. Freigabe, ggf. mit Maßgaben)
Konstruktion	Finale Festlegung des Baugrundmodells für jeden Standort der OWEA und der Offshore-Station Weiterführende Festlegung der Entwurfsgrundlagen	1.3.3 2.3 3.3 4.3	Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung	Plausibilitätsprüfung* Konstruktionsfreigabe (2. Freigabe, ggf. mit Maßgaben)
	Ausführungsplanung der primären und sekundären Tragstrukturen		Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung	
	Planung zu Errichtung, Betrieb und Rückbau		Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung	Plausibilitätsprüfung* Ausführungsfreigabe zur Ausführung (3. Freigabe, ggf. mit Maßgaben)
Ausführung	Fertigung	1.3.4 2.4 3.4 4.4	Inspektionsberichte und Konformitätsbescheinigung zur Fertigungsüberwachung	Plausibilitätsprüfung* Betriebsfreigabe (ggf. mit Maßgaben)
	Transport		Inspektionsberichte und Konformitätsbescheinigung zur Transportüberwachung	
	Errichtung/Installation		Inspektionsberichte und Konformitätsbescheinigung zur Errichtungs- und Installationsüberwachung	
	Inbetriebnahme		Inspektionsberichte zur Inbetriebnahmeüberwachung Konformitätsbescheinigung zur Inbetriebnahmeüberwachung	
	Baubestandsplan, Betriebshandbuch, Prüf- und Inspektionsplan für WKP		Prüfberichte für Baubestandsplan, Betriebshandbuch und Konzept für WKP inkl. Prüf- und Inspektionsplan Projektzertifikat	
Betrieb	Betrieb, Unterhaltung und Überwachung	1.3.4 2.5 3.5 4.5	Wiederkehrende Prüfungen Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung	Plausibilitätsprüfung* Aufrechterhaltung oder vorübergehender Entzug der Betriebserlaubnis
Rückbau	Rückbauplanung	1.3.6 2.6 3.6 4.6	Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung für die Rückbauplanung	Plausibilitätsprüfung* Genehmigung des Rückbaus (u. U. mit Auflagen)
	Durchführung des Rückbaus		Inspektionsberichte und Konformitätsbescheinigung für den Rückbau	Plausibilitätsprüfung* und Erklärung des Abschlusses der Maßnahme

Tabelle 1-1: Zeitlicher Ablauf für Offshore-WEA

* Plausibilitätsprüfung durch BSH mit BAM und BAW, ggf. unter Hinzuziehung eines gesondert beauftragten Prüfers

Phase	Ziele und Maßnahmen	Kapitel	Vom Genehmigungsinhaber zu erstellende Unterlagen, die beim BSH einzureichen sind	Vom Prüfbeauftragten zu erstellende Unterlagen, die beim BSH einzureichen sind	Zulassungs-behörde
Entwicklung	Erstellung von Grundlagendokumenten für die grundlegende Konzeption (funktionale Beschreibung) der Offshore-Station im Hinblick auf Nutzung, Sicherheit und Meeresumweltschutz	5.1		Prüfbericht (auf Basis der Grundlagendokumente)	Plausibilitätsprüfung 1. Freigabe (ggf. mit Maßgaben)
	Zusammenstellung der standortspezifischen Daten Standortbewertung für die Gründungsstruktur	1.3.2 2.2 3.1 3.2	Geologischer Bericht (sofern gemäß Standard Baugrunderkundung gefordert) Baugrunduntersuchungsbericht Baugrund- und Gründungsgutachten Meteorologische und ozeanographische Gutachten	Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung	
	Festlegung der Entwurfsgrundlagen	2.2 5.2	Entwurfsgrundlage (Design Basis) • Festlegung der Normenhierarchie • Beschreibung der funktionalen Spezifikationen und Anforderungen an primäre und sekundäre Tragstrukturen		
	Vorentwurf der Tragstruktur (einschl. einer belastbaren Abmessung der vorgesehenen Gründungsstrukturen für die UVS)	2.2	Vorentwurf der Tragstruktur	Prüfbericht (Stellungnahme)	
Konstruktion	Fortschreibung von Grundlagendokumenten in Form von detaillierteren Konzepten: • Lasthandhabungskonzept • Brand- und Explosionsschutzkonzept • Zugangskonzept • Raumnutzungsplan	5.3.1		Prüfbericht (auf Basis der Grundlagendokumente)	Plausibilitätsprüfung 2. Freigabe (ggf. mit Maßgaben)
	Fortschreibung der standortspezifischen Daten	3.3	Baugrunduntersuchungsbericht Baugrund- und Gründungsgutachten Geotechnischer Entwurfsbericht ggf. Bericht zur Ausführung der dynamischen Pfahlprobebelastung ggf. Bestätigung der Machbarkeit der dynamischen Pfahlprobebelastungen	Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung	
	Fortschreibung der Entwurfsgrundlagen	2.3	Fortschreibung der Entwurfsgrundlage (Design Basis)	Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung	
	Ausführungsplanung der primären und sekundären Tragstrukturen	2.3	Ausführungsplanung der primären und sekundären Tragstrukturen	Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung	

Phase	Ziele und Maßnahmen	Kapitel	Vom Genehmigungsinhaber zu erstellende Unterlagen, die beim BSH einzureichen sind	Vom Prüfbeauftragten zu erstellende Unterlagen, die beim BSH einzureichen sind	Zulassungs-behörde
Konstruktion	Fortschreibung von Grundlagendokumenten in Form von einer weiteren Konkretisierung der Konzepte: • Festlegung von Brandabschnitten für die Betriebsstruktur (Topside) • Beschreibung aktiver und passiver Brandbekämpfungseinrichtungen • Festlegung der Transport- und Zugangssysteme bei der Trag- und Betriebsstruktur • Fortschreibung des Betriebskonzepts und der Auslegung der Offshore-Station • Fertigstellung des Brandschutzkonzepts für die Offshore-Station • Fertigstellung des Ausrüstungskonzepts für die Offshore-Station • Umsetzung der konstruktiven Anforderungen der Offshore-Station auf Grundlage der Sicherheits- und Funktionsanforderungen aus der Gefährdungsbeurteilung • Fertigstellung des endgültigen Transport- und Zugangskonzepts	5.3		Prüfbericht (auf Basis der Grundlagendokumente)	Plausibilitäts-prüfung 3. Freigabe (ggf. mit Maßgaben)
	Ausführungsplanung für die Errichtung	2.3.4	Errichtungshandbuch	Prüfbericht	
	Fertigstellung der Ausführungsplanung für die Errichtung der Offshore-Station, u. a.: • Erstellung eines Inbetriebnahmekonzepts • Vorlage von Berichten zu durchgeführten Tests • detaillierte Beschreibung von Transport- und Errichtungsvorgängen Erstellung des Umsetzungskonzepts • Erstellung der Schleppvorgänge • Transport- und Installationsvorgänge	2.3.5		Prüfbericht	
	Rückbaukonzept	1.3.3	Rückbaukonzept	Prüfbericht und Konformitäts-bescheinigung	

Phase	Ziele und Maßnahmen	Kapitel	Vom Genehmigungsinhaber zu erstellende Unterlagen, die beim BSH einzureichen sind	Vom Prüfbeauftragten zu erstellende Unterlagen, die beim BSH einzureichen sind	Zulassungs-behörde
Ausführung	Fertigungs- und Montageüberwachung Überprüfung der QM-Zertifikate der Hersteller Erstellung von ZFP-Berichten u. a. Überwachung von Transport, Errichtung und Installation und Inbetriebnahme	2.4		Inspektionsberichte und Konformitätsbescheinigung über Fertigungs- und Montageüberwachung, Transportüberwachung, Installationsüberwachung und Inbetriebnahmeüberwachung	Plausibilitätsprüfung Betriebsfreigabe (ggf. mit Maßgaben)
	Dokumentation des Baubestands	2.4.2.3	Baubestandsplan	Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung	
	Betriebsüberwachung	1.3.5 2.4.3 2.5.3	Konzept für WKP inkl. Prüf- und Inspektionsplan	Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung	
		2.4.3	Betriebshandbuch	Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung Projektzertifikat	
Betrieb	Wiederkehrende Prüfungen	1.3.5 2.5 3.5 5.5		Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung	Plausibilitätsprüfung; Aufrechterhaltung der Betriebserlaubnis
Rückbau	Rückbauplanung	2.6 3.6	Detaillierte Beschreibung des Rückbauvorgangs Entsorgungsnachweise	Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung	Plausibilitätsprüfung; Erklärung über ordnungsgemäßen Rückbau und Entsorgung
	Überwachung von Außerbetriebnahme, Rückbau der Komponenten, Transport und Entsorgung	2.6		Inspektionsberichte und Konformitätsbescheinigung	

Tabelle 1-2: Zeitlicher Ablauf für Offshore-Stationen

Weitere Grundlagendokumente sind die meteorologischen und ozeanographischen Gutachten, die u. a. folgende Grundlagendaten bereitstellen:

- Wasserstände,
- Streudiagramme der signifikanten Wellenhöhen,
- Wind-, Wellen- und ggf. Eisparameter,
- Korrelation von Wind, Welle und ggf. Eis,
- Strömung,
- Bathymetrie,
- Seewassercharakteristik (Dichte, Salzgehalt, Temperaturbandbreite usw.),
- Kolkbildungsbeeinflussende Bedingungen,
- Bewuchs und
- korrosionsbeeinflussende Bedingungen.

Es ist zu zeigen, dass die Tragstrukturen der Offshore-Bauwerke im Kollisionsfall schiffskörpererhaltend sind („Kollisionsfreundlichkeit“). Für Offshore-Stationen gelten besondere Bewertungskriterien im Sinne einer bestmöglich schiffskörpererhaltenden Auslegung der Tragstruktur (vgl. auch Kap. 2.1.1).

Die Konstruktionsregeln werden in den Entwurfsgrundlagen (Design Basis) festgeschrieben. Hierbei sind die heranzuziehenden Auslegungsnormen und Richtlinien sowie deren Hierarchie für die Ausführungsplanung des Offshore-Bauwerks eindeutig festzulegen. Es ist nachvollziehbar darzustellen, welches Regelwerk für den jeweiligen Nachweis angewendet werden soll. Die Normenhierarchie berücksichtigt ebenfalls die Belange der Ausführungsphase unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen durch den Standort „Offshore“. Weiterhin sind die funktionalen Spezifikationen und Anforderungen an die primären und sekundären Tragstrukturen der Offshore-WEA und Offshore-Station zu definieren.

Neben den Grundlagendokumenten und den Konstruktionsregeln sind auch Planungsergebnisse vorzulegen. Zu den ersten Planungsergebnissen zählt eine detaillierte Projektbeschreibung.

Die Projektbeschreibung beinhaltet u. a. folgende Angaben:

- vorläufiges Windparklayout (Standorte der Offshore-WEA, der Offshore-Station und ggf. weiterer Bauwerke),
- Einflugschneise für Hubschrauberlandeplatz (sofern vorgesehen),
- vorläufige Kabelanordnung (sog. „Kabel-Layout“),
- grundlegende Angaben zu den vorgesehenen Gründungskonzepten:
  - max. Flächenverbrauch,
  - max. Oberfläche,
  - Abschätzung des Nettodurchströmungsquerschnitt,
  - max. zu erwartende Eindringtiefe in den Meeresgrund,
- grundlegende Anlagendaten:
  - Anlagentyp (z. B. „Dreiblatt, Luv-Läufer, drehzahlvariabel mit Blattverstellung“),
  - max. Nabenhöhe, max. Rotordurchmesser, max. Bemessungsleistung der Offshore-WEA,

- grundlegende Angaben zu Offshore-Stationen:
  - Einsatzzweck (Konverter, Umspannwerk, Unterkünfte usw.),
  - max. Abmessungen der Offshore-Station,
  - grundlegende Angaben zu den vorgesehenen Gründungskonzepten (s. o.).

Die Projektbeschreibung bildet die Grundlage für die Erstellung der Umweltverträglichkeitsstudie, welche auf die in Betracht kommenden Gründungskonzepte abzustellen ist.

Eine Festlegung der Offshore-WEA ist in dieser Phase noch nicht erforderlich, jedoch ist dessen max. Größe bzw. eine Bandbreite der oben genannten grundlegenden Anlagendaten anzugeben. Vorläufige Lastannahmen der Offshore-WEA sind nur in dem Maß erforderlich, wie sie für einen Vorentwurf von Gründungskonzepten erforderlich sind.
Die Entwicklungsphase schließt mit der Vorentwurfs-Freigabe (1. Freigabe).

1.3.3 Konstruktionsphase

Die Tätigkeiten der Projektphase „Konstruktion“ sind in drei Abschnitte unterteilt.
Im ersten Abschnitt erfolgt zunächst die endgültige Festlegung der Entwurfsgrundlagen und die endgültige Festlegung des Baugrundmodells für jeden Standort eines Offshore-Bauwerks (z. B. Standort einer Offshore-WEA oder Offshore-Station). Die mindestens erforderlichen Inhalte der Grundlagendokumente, der Konstruktionsregeln sowie der Planungsergebnisse sind den jeweiligen Fachkapiteln zu entnehmen.

Die Grundlagendokumente, die Konstruktionsregeln sowie die weiteren Planungsergebnisse sind durch den Prüfbeauftragten zu prüfen. Hierdurch wird die Planungssicherheit für den zweiten Abschnitt, der Ausführungsplanung der primären und sekundären Tragstrukturen, grundlegend erhöht, indem die Entwurfsgrundlagen und die standortspezifischen Randbedingungen in endgültiger und geprüfter Form vorliegen.

Die Ausführungsplanung der primären und sekundären Tragstrukturen erfolgt im zweiten Abschnitt. In diesem Abschnitt werden keine weiteren Grundlagendokumente mehr erstellt, sondern die Konstruktionsregeln werden ggf. aktualisiert. Der Fokus liegt in diesem Abschnitt auf der Festlegung der Planungsergebnisse.

Der dritte und letzte Abschnitt der Projektphase „Konstruktion“ hat das Ziel, die Planung der Errichtung und des Betriebs sowie ein Rückbaukonzept fertigzustellen. Es werden keine Grundlagendokumente mehr erstellt oder Anpassungen an den Konstruktionsregeln vorgenommen.

Es sind folgende Planungsergebnisse zu erreichen:

- Errichtungshandbuch,
- Betriebshandbuch,
- Rückbaukonzept.

Mit der Erteilung der Freigabe zur Ausführung (3. Freigabe) ist die Konstruktionsphase des Offshore-Windparks abgeschlossen.

1.3.4 Ausführungsphase

Die Ausführungsphase unterteilt sich in die Abschnitte Fertigung, Transport, Errichtung sowie Inbetriebnahme, die von einem Prüfbeauftragten durch unabhängige Inspektionen dokumentiert und überwacht werden.

Am Ende eines jeden Abschnitts wird vom Prüfbeauftragten eine Konformitätsbescheinigung ausgestellt, welche die Inspektionsberichte zusammenfasst. Mit der Konformitätsbescheinigung zur Inbetriebnahmeüberwachung und bei Vorlage aller notwendigen Konformitätsbescheinigungen wird das Projektzertifikat ausgestellt.

Die Überwachungsleistungen beauftragt der Antragsteller, sie erfolgen durch den Prüfbeauftragten und dienen der Sicherstellung, dass die konstruktiven Anforderungen und Vorgaben aus Konstruktionsunterlagen und den zugrunde liegenden Normen und Richtlinien an Fertigung, Transport, Lagerung, Errichtung, Inbetriebnahme und Betrieb erfüllt werden.

Zwischen Antragsteller, Hersteller(n) und Prüfbeauftragtem ist im Vorfeld ein Überwachungsplan abzustimmen. Dieser ist der Zulassungsbehörde in geprüfter Form vor Fertigungsbeginn im Rahmen der Konstruktionsphase vorzulegen. Im Überwachungsplan ist festzulegen, welche Bauteile zu überwachen sind und welcher Stichprobenumfang zu wählen ist. Hierbei sind in jedem Fall die Komponenten und Bauteile zu berücksichtigen, deren Versagen die strukturelle Integrität des gesamten Offshore-Bauwerkes gefährden können (s. a. Kapitel 2.4.2.1).

Die Qualifikation der jeweiligen Fertigungsstätten ist vor Beginn der Fertigung zu prüfen.

Der Überwachungsplan für die Fertigungsstätten der Hauptkomponenten basiert auf einem Erstaudit des Prüfbeauftragten, das vor Beginn der Fertigung durchzuführen ist und eine Beurteilung der Fertigungsstätte im Hinblick auf die Erreichung der Fertigungsqualität beinhaltet.

Im Detail sind die jeweils geltenden Normen und Richtlinien sowie die geprüften Ausführungsunterlagen zu berücksichtigen. Die besonderen Anforderungen des Einsatzortes „Offshore“ sind insbesondere für alle qualitätssichernden Maßnahmen zu berücksichtigen.

Die Planung der Ausführung für den Errichtungsprozess umfasst die Vorgänge der Verladung, des Transportes und der Installation von der Kaianlage des Basishafens bis zur Lokation auf See. Die Schnittstellen zur Konstruktion der Komponenten sind durch den Antragsteller zu gewährleisten.

Die Errichtung (im Sinne dieses Standards) beginnt mit der physischen Umsetzung des Windparks in Form der Ausbringung der Gründungselemente und der Unterstrukturen und endet mit dem Beginn der Inbetriebnahme.

Zur Beantragung der 3. Freigabe ist das Errichtungshandbuch (s. Kapitel 2.3.4) vorzulegen. Dieses muss für das Offshore-Bauwerk sowie für Seekabel mindestens 3 Monate vor Beginn der Arbeiten eingereicht werden.

Der Antragsteller ist als Aufsteller für das Errichtungshandbuch und dessen Aktualisierung im Vollzugsverfahren sowie für die Konformität mit den ermittelten standortspezifischen Daten, deren Auslegung, speziell für Baugrund und Umwelt, dem standortspezifischen Design und den Prüfrichtlinien bis zur tatsächlichen Errichtung uneingeschränkt verantwortlich.

Der elektrische Anschluss des parkinternen Seekabels an die elektrische Infrastruktur der Offshore-WEA bzw. des stromabführenden Seekabels an die jeweilige Offshore-Station unterliegt nicht mehr der Dokumentation im Errichtungshandbuch.

Eine Fortschreibung des Errichtungshandbuchs nach der Erteilung der 3. Freigabe ist nicht erforderlich; Abweichungen und Änderungen sind nach Beginn der Errichtung im Vollzugsverfahren zu dokumentieren und mit der Zulassungsbehörde abzustimmen.

1.3.5 Betriebsphase

Die Betriebsphase umfasst den Betrieb, die Unterhaltung und Überwachung der Offshore-Bauwerke. Während dieser Phase sind regelmäßig Wiederkehrende Prüfungen durchzuführen. Der Prüfbeauftragte stellt die Konformitätsbescheinigung gemäß Prüf- und Inspektionsplan für die Wiederkehrenden Prüfungen aus.

Bei den Prüfungen von Offshore-Bauwerken wird zwischen wiederkehrenden und ereignisgesteuerten Prüfungen unterschieden. Die wiederkehrenden Prüfungen dienen insbesondere der Überprüfung sich abzeichnender, möglicher Änderungen des Zustandes der Tragstruktur. Ereignisgesteuerte Prüfungen müssen durchgeführt werden, wenn aufgrund des Ereignisses zu erwarten ist, dass ein Schaden entstanden ist. Falls Bestandteile und Strukturelemente im Rahmen einer ereignisgesteuerten Prüfung umfassend geprüft wurden, beginnt das Intervall der Wiederkehrenden Prüfung von neuem. Es handelt sich bei den Prüfelementen und den Intervallen um Richtwerte. Diese müssen an den Standort und die Art der Offshore-Bauwerke angepasst werden und sind entsprechend im Prüf- und Inspektionsplan zu erfassen.

Der Betreiber reicht die Inspektionsberichte der Wiederkehrenden Prüfungen beim Prüfbeauftragten ein. Der Prüfbeauftragte beurteilt die Ergebnisse der Wiederkehrenden Prüfungen mit Bezug zur strukturellen Integrität des Gesamtbauwerks und erstellt einen zusammenfassenden Bericht.

Werden die untersuchten Offshore-Bauwerke ordnungsgemäß und regelkonform betrieben und regelmäßig (nach Prüf- und Inspektionsplan für die Wiederkehrenden Prüfungen) hinsichtlich ihrer strukturellen Integrität überprüft, wird die Konformitätsbescheinigung zum Prüf- und Inspektionsplan für die Wiederkehrenden Prüfungen durch den Prüfbeauftragten ausgestellt.

Der Prüfbericht und die Konformitätsbescheinigung werden durch den Betreiber bei der Zulassungsbehörde eingereicht.

Im Rahmen der i. d. R. jährlich durchzuführenden Statusbesprechung beim BSH stellt der Betreiber den technischen Zustand der Offshore-Bauwerke dar. Die Zulassungsbehörde kann zusätzliche geeignete Maßnahmen für den sicheren Betrieb der Offshore-Bauwerke anordnen. Danach entscheidet die Zulassungsbehörde über eine Aufrechterhaltung oder einen vorübergehenden Entzug der Betriebsfreigabe.

Bauliche Änderungen an den Anlagen sind nach Abschluss der jeweiligen Arbeiten in der Bestandsfeststellung zu dokumentieren.

Analog zu den erforderlichen Nachweisen der Ausführungsphase ist in der Betriebsphase für alle wesentlichen Einbauteile und Montagen vom Produktions- bis zum Aufstellungsort ein sicherer Transport nachzuweisen.

1.3.5.1 Bereitzustellende Unterlagen für die Wiederkehrenden Prüfungen

Für Offshore-Strukturen werden durch die Lage der zu prüfenden Teile und deren unterschiedliche Qualität (z. B. konstruktive Sicherheitsfaktoren) unterschiedliche Prüfinterintervalle zu Grunde gelegt. Basierend auf den Prüfergebnissen können diese Prüfintervalle nach einer entsprechenden Laufzeit und Häufigkeit der Prüfung durch einen Antrag auf Abweichung ange-

passt werden. Ausgenommen sind Intervalle, die gesetzlichen Bestimmungen oder Verordnungen unterliegen.

Folgende Bereiche sind mindestens bei jeder Wiederkehrenden Prüfung einer Offshore-Struktur zu erfassen:

- alle lasttragenden Strukturelemente der Offshore-Struktur, die maßgeblich für die Standsicherheit wichtig sind,
- andere Tragelemente die für die Standsicherheit maßgeblich sind (z. B. strukturelle Bolzen),
- Meeresbodenbeschaffenheit,
- mariner Bewuchs und
- Korrosionsschutz (Beschichtungen und Anoden).

Welche Teile der Tragstruktur jeweils geprüft werden müssen, hängt vom Strukturtyp ab. Hierbei muss z. B. zwischen Beton- und Stahlkonstruktion unterschieden werden. Im Prüf- und Inspektionsplan sind nur die für die Standsicherheit des Gesamtbauwerks relevanten Teile der Struktur zu berücksichtigen.

Im Hinblick auf die Tragstruktur sind die folgenden Unterlagen beim Prüfbeauftragten einzureichen:

- Prüf- und Inspektionsplan, sowie
- Berichte über die zuletzt durchgeführten Prüfungen (Überwachungsberichte)

Für die Ausrüstung, welche Auswirkungen auf die strukturelle Integrität der Tragstruktur hat, sind die folgenden Unterlagen beim Prüfbeauftragten einzureichen:

- Wartungsnachweise,
- Betriebsbücher der zu prüfenden technischen Anlagen,
- Technische Unterlagen und
- Berichte der zuletzt durchgeführten Prüfungen (Überwachungsberichte).

Prüf- und Inspektionsberichte sowie -nachweise sind über die gesamte Lebensdauer der Offshore-Bauwerke zu archivieren.

1.3.6 Rückbauphase

Rechtzeitig vor dem Ende der Betriebsphase ist eine Rückbauplanung zu erstellen, die auf dem im Rahmen der Konstruktionsbewertung geprüften Rückbaukonzept aufbaut.

Soweit der Stand der Technik zwischen der Konstruktionsphase und dem Ende der Betriebsphase weiterentwickelt wurde, so sind Anpassungen der Rückbauplanung an den aktuellen Stand der Technik vorzunehmen. Die mit dem Prüfbeauftragten abgestimmte Rückbauplanung ist der Zulassungsbehörde vorzulegen, die sich die Plausibilitätsprüfung vorbehält.

Die Realisierung der Rückbauplanung erfolgt mit begleitender Detailprüfung und Überwachung durch den Prüfbeauftragten. Der erfolgreiche Abschluss der Rückbauphase wird mit einer Konformitätsbescheinigung dokumentiert, die die einzelnen Inspektionsberichte zusammenfasst und die der Zulassungsbehörde vorzulegen ist. Die Rückbauphase endet mit der Erklärung des Abschlusses der Maßnahme durch die Zulassungsbehörde.

2 Tragstrukturen

2.1 Vorbemerkungen

In Bezug auf die verwendeten Materialien (Beton, Betonstahl, Spannstahl, Stahl usw.) sind die allgemeinen Materialkennwerte, insbesondere die Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften aufzuführen. Grundsätzlich sind für die tragenden Bauteile (Primär- und Sekundärstruktur) allgemein zugelassene Baustoffe entsprechend der Liste der geregelten Bauprodukte zu verwenden, sofern nicht zusätzliche Regelungen im BSH Standard aufgenommen sind (z. B. Stahlsortenwahl nach Anhang 5). Werden im Ausnahmefall nicht geregelte Produkte verwendet (z. B. Grouting), ist eine „Zustimmung im Einzelfall“ (ZiE) durch die Zulassungsbehörde erforderlich (siehe Anhang 2). Dazu können durch das BSH geeignete Prüfsachverständige zur Beurteilung des betrachteten Bauprodukts eingeschaltet werden. Die Verwendung nicht geregelter Bauprodukte ist durch den Antragsteller frühzeitig anzuzeigen.

Sofern neben bewährten Korrosionsschutzsystemen neuartige Produkte oder Verfahren den Nachweis der Dauerhaftigkeit und Schadstofffreiheit erbringen und den ordnungsgemäßen Zweck darstellen können, ist ihre Verwendung im Zuge eines Offshore-Tests an Nebenanlagen wie z. B. Messmasten zweckmäßig und zulässig, um die Weiterentwicklung der Korrosionsschutzsysteme zu fördern.

Dabei ist folgendermaßen vorzugehen:

1. Vorlage eines Konzepts zur Durchführung der Prüfung abweichend von den unter Kapitel 2.3.1 aufgeführten Regelwerken,
2. Nachweis der entsprechenden Prüfung durch eine geeignete Institution (z. B. BAW) unter Darlegung der Vorgehensweise, des Umfangs und der Ergebnisse der Prüfung sowie ggf. Auflagen aus der Prüfung und
3. Vorlage der Stellungnahme des Prüfbeauftragten.

Die unter Kapitel 2.4.2.1 genannten Anforderungen an die Fertigungsüberwachung gelten ebenfalls für Gründungselemente und tragende Komponenten der Betriebsstruktur.

Für Offshore-Tragstrukturen werden durch die Lage der zu prüfenden Teile und deren unterschiedliche Qualität (z. B. konstruktive Sicherheitsfaktoren) unterschiedliche Prüfintervalle (s. Tabelle 2-1) zu Grunde gelegt. Basierend auf den Prüf- und Inspektionsergebnissen können diese Prüfintervalle nach einer entsprechenden Laufzeit und Häufigkeit der Prüfung durch einen Antrag auf Abweichung angepasst werden. Ausgenommen sind Intervalle, die gesetzlichen Bestimmungen oder Verordnungen unterliegen. Folgende Bereiche sind mindestens bei jeder Wiederkehrenden Prüfung einer Offshore-Tragstruktur zu erfassen:

- alle lasttragenden Strukturelemente, die maßgeblich für die Standsicherheit wichtig sind,
- andere Tragelemente die für die Standsicherheit maßgeblich sind (z. B. strukturelle Bolzen),
- die Meeresbodenbeschaffenheit (z. B. Kolkbildung),
- mariner Bewuchs und
- der Korrosionsschutz (Beschichtungen und Anoden).

Welche Teile der Tragstruktur jeweils geprüft werden müssen, hängt vom Strukturtyp ab. Hierbei muss z. B. zwischen Beton- und Stahlkonstruktion unterschieden werden. Im Prüf- und Inspektionsplan sind nur die für die Standsicherheit der Tragstruktur relevanten Teile zu berücksichtigen.

Der Korrosionsschutz ist insbesondere unter folgenden Aspekten von Relevanz für den Vollzug der Genehmigungen:

- sowohl die technische Komponente des Korrosionsschutzes, die sicherstellt, dass die nachgewiesene Standsicherheit und Integrität des Bauwerks für die avisierte technische Lebensdauer erhalten bleibt,
- als auch die möglichst emissionsarme und damit umwelt- und naturverträgliche Ausführung zum Schutz der Meeresumwelt dieser Schutzvorrichtungen sind Gegenstand der behördlichen Prüfung und Überprüfung.

Die verschiedenartigen Strategien der Bauherren beim Korrosionsschutz sind einerseits nach der Örtlichkeit (Atmosphäre, Spritzwasser, Wasserwechsel, Unterwasser) und andererseits nach stofflichen Eigenschaften einschließlich der Art der Verarbeitung zu differenzieren. Strategien wären bspw.:

- ausschließlich Beschichtung,
- Beschichtung in Kombination mit kathodischem Korrosionsschutz (KKS),
- Fremdstromanlagen und/oder
- Korrosionszuschlag, meist in Kombination mit den obigen drei Verfahren.

Aus den in Kapitel 2.3.1 aufgeführten Listen der BAW lassen sich dazu Zulassungen an Hand von Korrosionsschutzsystemen (auch in Kombination verschiedener Systeme), Korrosionszonen und Eignungsprüfungen ableiten. Die Listen der BAW haben empfehlenden Charakter. Maßgebend ist die Erfüllung der aufgeführten technischen Regelwerke.

Bei den örtlichen Anwendungsbereichen ist zwischen Aufbringen des jeweiligen Korrosionsschutzsystems an den Anlagenteilen über Wasser, in der Wasserwechselzone sowie unter Wasser zu unterscheiden.

Bei der Analyse der Stofflichkeit ist das chemische Produkt ebenso zu betrachten, wie die Be- und Verarbeitung an den konkreten Bauteilen eines Offshore-Bauwerks.

2.1.1 Bauwerksverhalten im Fall einer Schiffskollision mit einer Offshore-Station

Bei der Bewertung des Bauwerksverhaltens im Fall einer Schiffskollision mit einer Offshore-Station genießt die Standsicherheit eine besondere Bedeutung, da die Personen- und Versorgungssicherheit zu gewährleisten ist.

Eine Kollisionsanalyse ist entsprechend der Ausführungen in Anhang 1 vorzunehmen. Dabei ist zu dokumentieren, welches Konzept im Falle einer Kollision eines Schiffes mit der Betriebs- und ihrer Tragstruktur geplant ist. Hierbei sind z. B. folgende Themen zu erläutern:

- Die Struktur wird nicht versagen, und entsprechende schiffskörpererhaltende Maßnahmen sind zu dokumentieren.

Gleichzeitig ist in dieser Analyse darzulegen, wie die größtmögliche schiffskörpererhaltende Auslegung sichergestellt wird.

2.2 Entwicklungsphase

2.2.1 Allgemeines

Zur Prüfung und Beurteilung der einzureichenden Entwurfsgrundlagen (Design Basis) ist der Prüfbeauftragte möglichst früh vor Beginn von konstruktiven Auslegungen oder Vorauslegungen der Anlagenkonstruktion vom Antragsteller einzubinden.

2.2.2 Anforderungen und erforderliche Nachweise

2.2.2.1 Erforderliche Grundlagen

Aus einer ersten Betriebs- und Sicherheitskonzeption, die sich aus den Anforderungen aus der Sicht der Sicherheit und der Leichtigkeit der Schifffahrt und des Arbeitsschutzes ergeben (z. B. Kennzeichnung und Beleuchtung der Anlagen, Notfallpläne), sowie einer funktionalen Beschreibung im Fall von Offshore-Stationen (Kapitel 5.2.1) sind die baulichen Belange für die Entwurfserstellung abzuleiten.

2.2.2 Einzureichende Unterlagen zur Beantragung der 1. Freigabe

[Dok.-Nr. 210] Entwurfsgrundlagen (Design Basis) einschl. der dazugehörigen Gutachten

[Dok.-Nr. 211] Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung zu Dok.-Nr. 210

[Dok.-Nr. 212] Vorentwurf

[Dok.-Nr. 213] Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung zu Dok.-Nr. 212

Für die Standortbedingungen sind mindestens folgende Daten in den Entwurfsgrundlagen darzustellen:

- Windparklayout wie z. B. Standort und Konfiguration der Offshore-Bauwerke mit Koordinaten für alle Offshore-WEA, Offshore-Station und ggf. weitere bauliche Komponenten (s. Kapitel 1.3.2),
- Baugrunddaten (Dokumente gemäß Kapitel 3.2.3),
- Winddaten,
- maritime Bedingungen:
  - Wassertiefen,
  - Wasserstände, Wellendaten,
  - Gezeiten,
  - Korrelation von Wind und Wellen,
  - Eisgang,
  - Strömung,
  - Kolkbildung und morphodynamische Veränderungen des Meeresbodens,
  - Bewuchs u. a.

Ferner haben die Entwurfsgrundlagen folgende Angaben zu enthalten:

- Definition der zu untersuchenden Lastfälle,
- Festlegung von anzuwendenden Normen und Richtlinien (und deren Hierachie) für Bemessung, Werkstoffe etc. sowie

- die Beschreibung besonderer Nachweismethoden, wenn diese nicht aus Normen oder Richtlinien hervorgehen.

Im Hinblick auf den Korrosionsschutz sind folgende Angaben in die Entwurfsgrundlagen (Design Basis) aufzunehmen:

- Angaben über die anzuwendenden Regelwerke („Normenhierarchie für Korrosionsschutz“),
- Darstellung der geplanten Korrosionsschutzsysteme, d. h. für welches Bauteil sind welche Arten von Korrosionsschutz vorgesehen, und allgemeine Angaben zur Haltbarkeit sowie
- Hinweis auf Konkretisierung im Korrosionsschutzkonzept für die 2. Freigabe, welche dann auf die Ausführungsplanung (Final Design) abzustellen sind.

Zusätzliche Anforderungen an Offshore-Stationen sind in Kapitel 5.2.3 aufgeführt.

2.3 Konstruktionsphase

2.3.1 Technische Regelwerke

Beim Entwurf der Tragstrukturen ist nach dem Eurocode vorzugehen; dazu sind die Normen des DIN in der jeweils jüngsten, als Weißdruck veröffentlichten Fassung anzuwenden. Das BSH behält sich vor, einzelne Normen oder Teile davon von der Verpflichtung zur Anwendung auszunehmen.

Die nachfolgend aufgeführten technischen Regelwerke sind in ihrer jeweils aktuellen Fassung zugrunde zu legen, die Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Bei der Anwendung der Bemessungsnormen sind die von üblichen Hochbaukonstruktionen abweichenden, für Offshore-Bauwerke relevanten Anforderungen durch Hinzunahme geeigneter Regelwerke (s. u.) angemessen zu berücksichtigen.

In Bezug auf die stahlbauliche Bemessung der Tragstruktur für Offshore-Stationen wird auf den Anhang 5 (Anwendungshinweise für den Standard „Konstruktive Ausführung von Offshore-Windenergieanlagen“ des BSH) hingewiesen.

Normen und Richtlinien für Einwirkungen:

DIN EN 1991	Einwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1991-1-4	Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1–4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten (nur für Offshore-Stationen)
DIN EN 61400-3	Design requirements for offshore wind turbines
API RP 2A-WSD	Planning, Designing, and Constructing Fixed Offshore Platforms – Working Stress Design
GL-IV-2	GL Rules and Guidelines, IV Industrial Services, 2 Guideline for the Certification of Offshore Wind Turbines
DNV-OS-J101	Design of Offshore Wind Turbine Structures
GL-IV-7	GL Rules for the Certification and Construction, IV Industrial Services, 7 Offshore Substations
DNV-OS-J201	Offshore Substations for Wind Farms
DNV-RP-C205	Environmental Conditions and environmental loads

Bemessungsnormen:

DIN EN 1993-1-1 bis -1-10 + NA

DIN EN 1992-1-1 und -1-2 + NA

DIN EN 206-1 + Änderung A1 und Änderung A2

Normen und Richtlinien für die Materialauswahl bezogen auf Stahlkonstruktionen:

DIN EN 10025-1 bis -4:	„Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen“, Teile 1–4; Ausgabe 11/2004
DIN EN 10225	Schweißgeeignete Baustähle für feststehende Offshore-Konstruktionen - Technische Lieferbedingungen Hinweis: In Bezug auf die Verwendung der DIN EN 10225 wird auf den Anhang 5 (Anwendungshinweise für den Standard „Konstruktive Ausführung von Offshore-Windenergieanlagen“ des BSH), Abschnitt 5-V verwiesen. Die dort festgelegten Anwendungshinweise zur Stahlsortenauswahl gelten auch für Offshore-Windenergieanlagen.
DIBt	Windenergieanlagen – Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung; Oktober 2012

Normen und Richtlinien für den Korrosionsschutz:

DIN EN ISO 12944	Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme
DIN EN 61400-3	Auslegungsanforderungen für Windenergieanlagen auf offener See (IEC 61400-3:2009); Anhang H; alternativ: GL-Richtlinie oder DNV-Standard
DIN EN 12495	Kathodischer Korrosionsschutz von ortsfesten Offshore-Anlagen aus Stahl
ISO 20340	Paints and varnishes – Performance requirements for protective paint systems for offshore and related structures
DIN EN 12473	Allgemeine Grundsätze des kathodischen Korrosionsschutzes in Meerwasser; Deutsche Fassung EN 12473
DIN EN 12495	Kathodischer Korrosionsschutz von ortsfesten Offshore-Anlagen aus Stahl; Deutsche Fassung EN 12495
DIN EN 12496 (E)	Galvanische Anoden für den kathodischen Korrosionsschutz in Meerwasser; Deutsche Fassung EN 12496
BAW	Liste der zugelassenen Systeme II (für Meerwasser und Böden, Im 2/3),
BAW	Liste der empfohlenen Beschichtungssysteme für den Korrosionsschutz im Stahlwasserbau,
NORSOK M-501	Surface preparation and protective coating
NORSOK M-503	Cathodic protection
GL-IV-2	GL Rules and Guidelines, IV Industrial Services, 2 Guideline for the Certification of Offshore Wind Turbines
GL-IV-7	GL Rules for the Certification and Construction, IV Industrial Services, 7 Offshore Substations
DNV-OS-J101	Design of Offshore Wind Turbine Structures
DNV-RP-401	Cathodic Protection Design

Hinweise:

- Für den Nachweis der Ermüdungsfestigkeit von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen wird auf das DASt-Heft 439 (Berlin 1994) Ermüdungsfestigkeit von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen mit Erläuterungen zu den Nachweisen gemäß CEB-FIP Model Code 1990 hingewiesen.
- Für die Bemessung von Massivkonstruktionen wird auf die Richtlinie DNV-OS-C502 „Offshore Concrete Structures“ in ihrer aktuellen Fassung hingewiesen.
- Für Nachweise mit Hilfe der Finite Element-Methode wird auf die GL Guideline for the Certification of Offshore Wind Turbines, Kapitel 5.A „Strength Analysis with the Finite Element Method“ hingewiesen.

2.3.2 Anforderungen und erforderliche Nachweise

Die Ausführungsplanung ist vom Prüfbeauftragten durch eine unabhängige Parallelberechnung hinsichtlich der strukturellen Integrität des Offshore-Bauwerks zu verifizieren. Die Ergebnisse der Verifizierung sind im Prüfbericht nachvollziehbar darzustellen.

Der Nachweis für die Tragstruktur muss unter Beachtung aller Bauzustände, d. h. vorübergehende, zeitlich begrenzte Zustände während der Aufstellphase und des Transports (u. a. Wellenlasten) geführt werden. In diesen unterschiedlichen statisch-dynamischen Systemen sind sowohl die Lagerbedingungen als auch die Materialeigenschaften infolge kurz- und langzeitiger Belastungen zu berücksichtigen.

Hält ein solcher Bauzustand länger als sechs Monate an, so ist die entsprechende Abrostrate für die Zeit des Aufbaus in den Nachweisen zu berücksichtigen. Alternativ kann ein tem-poräres Korrosionsschutzsystem für die Bauphase zum Einsatz kommen.
Berücksichtigung der dynamischen Wirkung der WEA:

- Die Schnittgrößen zur Bemessung der Tragstruktur einschl. der Gründungselemente sind durch eine gesamtdynamische Berechnung zu ermitteln.

  Nachzuweisen ist grundsätzlich, dass Erregerfrequenzen aus der Anlage und Eigenfrequenzen der Tragstruktur einen ausreichend großen Abstand voneinander haben. Der rechnerische Nachweis ist durch die beiden folgenden Gleichungen zu führen:

  – $f_R/f_{0,1} \leq 0{,}95$
    mit fR = max. Drehfrequenz des Rotors im normalen Betriebsbereich sowie $f_{0,1}$ = erste Eigenfrequenz der Tragstruktur und

  – $f_{R,m}/f_{0,n} \leq 0{,}90$ bzw. $\geq 1{,}05$
    mit $f_{R,m}$ = Durchgangsfrequenz der m Rotorblätter und $f_{0,n}$ = n-te Eigenfrequenz der Tragstruktur.

Ist ein Betrieb innerhalb des gefährdeten Bereichs geplant, ist eine betriebliche Schwingungsüberwachung erforderlich.
Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Ultimate Limit State – ULS):

- Festigkeitsnachweise,
- Stabilitätsnachweise und
- Nachweise der Krafteinleitungen und Verbindungen.

Nachweise im Grenzzustand der Ermüdung (Fatigue Limit State – FLS):

- Im Rahmen der Nachweisführung ist im Rahmen der Ermüdungsnachweise neben den Bestimmungen bauaufsichtlich eingeführter Regeln der Technik besonderen Aspekten der Ermüdung von Offshore-Bauwerken angemessen Rechnung zu tragen. Besondere Randbedingungen, wie der Einsatz im Meerwasser der Nord- und Ostsee (vergleiche Regelungen im Offshorebereich für Korrosion), unter freier Korrosion oder Aspekte in Bezug auf die erhöhten Lastwechselzahlen (vergleiche DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen) sind durch geeignete Maßnahmen im Entwurf zu berücksichtigen.
- Ergänzungen zu den Nachweisen im Grenzzustand der Ermüdung: s. Anhang 4 (für Offshore-WEA) und Anhang 5 (für Offshore-Stationen)

Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (Serviceability Limit State – SLS):

- Begrenzung der Verformungen, ggf. Beschleunigungen,
- Begrenzung der Betondruckspannungen, der Beton- bzw. Spannstahlspannungen und der Dekompression und
- Begrenzung der Betonrissbreiten.

Nachweise der Dauerhaftigkeit:

- Nachweis des Korrosionsschutzkonzeptes:
  - kathodischer Korrosionsschutz mit Opferanoden in Kombination mit Beschichtungen oder durch Fremdstromanlagen und
  - Beschichtungen
  - Abrostungszuschläge an besonders beanspruchten Bereichen.

Nachweise im Grenzzustand der außergewöhnlichen Beanspruchung (Accidential Limit State – ALS):

- sofern solche gegeben sind.

Bewertung der schiffskörpererhaltenden Eigenschaften der Tragstruktur:

- geeigneter Nachweis der potenziellen Schiffshüllenbeschädigung bei Kollision manövrierunfähiger Schiffe mit Tragstrukturen der Offshore-WEA

Besonderheiten beim Nachweis von Stahlkonstruktionen:

- Beim Stabilitätsnachweis von Kreiszylinderschalen darf nach der Richtlinie „Windenergieanlagen – Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“ des DIBt (Oktober 2012) verfahren werden.
- Beim Nachweis im Grenzzustand der Ermüdung ist bei gerammten Pfählen (auch bei Monopiles) der Schädigungsanteil aus der Rammung selbst zu berücksichtigen.
- Bei der Bemessung insbesondere der Scherrippen (shear keys) in einer Grout-Verbindung darf eine mögliche Überlagerung von Biegemomenten und Vertikalkräften nicht vernachlässigt werden. Sowohl die Auswahl der Materialien wie auch die Bemessungsnachweise unterliegen einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE) durch die Zulassungsbehörde.
- Der statische Nachweis von Grouted-Joint-Verbindungen kann gemäß den Empfehlungen des GL oder des DNV mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode geführt werden, er ist ggf. durch Laborversuche eines anerkannten Prüfinstituts zu bestätigen.

Besonderheiten bei der baulichen Durchbildung von Stahlkonstruktionen:

- Bei Verwendung von Edelstahlbauteilen sind die besonderen Korrosionsgefahren zu beachten.
- Die Rotor-Gondel-Baugruppe und die Ausrüstungen (nichttragende Stahlkomponenten (secondary steel) wie Schiffsanleger (boat landing), Plattformen und Leitern) sind an das Blitzschutz- und Erdungssystem anzuschließen.

Besonderheiten bei der baulichen Durchbildung von Massivkonstruktionen:

- Es ist auf die konsequente Durchführung von Blitzschutz- und Erdungsleitungen durch die Betonstrukturen zur Ableitung in den Baugrund (z. B. Anschluss an die vorhandene Bewehrung, keinesfalls aber an Spannbewehrung) zu achten.
- Bei Verwendung von Edelstahlbauteilen sind die besonderen Korrosionsgefahren zu beachten.
- Bei der konstruktiven Durchbildung der Stahlbeton- und Spannbetonbewehrung sind Aspekte der Mindest- und Rissbewehrung, Stab- und Randabstände, Betondeckung, Biegeradien, Verankerungs- und Übergreifungslängen, Verankerungen der Querkraftbewehrung sowie Korrosionsschutzmaßnahmen bei Vorspannelementen zu beachten.
- Bei Schwergewichtsgründungen ist bereits zur 1. Freigabe eine Studie zur notwendigen Vor-bereitung des Meeresbodens erforderlich. Für die Erstellung einer UVS müssen der räumliche Umgriff (unter Beachtung des sich einstellenden Böschungswinkels) und bauvorbereitende Maßnahmen so belastbar beschrieben sein, dass darauf das Sedimentbewirtschaftungskonzept und die Prognose zur Sedimentverdriftung abgestellt werden können.

Für weitere Anforderungen an Offshore-Stationen wird auf Kapitel 5.3.3 verwiesen.

2.3.3 Einzureichende Unterlagen zur Beantragung der 2. Freigabe

[Dok.-Nr. 220] Entwurfsgrundlagen (Design Basis) – Fortschreibung

[Dok.-Nr. 221] Ausführungsplanung Korrosionsschutz (s. Anhang 6)

[Dok.-Nr. 222] Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung zu Dok.-Nr. 220 und 221

[Dok.-Nr. 223] Ausführungsplanung für die primären und sekundären Tragstrukturen

[Dok.-Nr. 224] Prüfbericht und Konformitätsbescheinigung zu Dok.-Nr. 223

2.3.4 Errichtungshandbuch

Der Genehmigungsinhaber hat dafür Sorge zu tragen, dass ein Errichtungshandbuch erstellt wird. Ziel dieses Errichtungshandbuches ist die übersichtliche Darstellung der Vorgänge mit ihren technischen Randbedingungen. Die Phasen sind in einer Ausführlichkeit zu beschreiben, dass eine Prüfung der Durchführbarkeit und Logistik durch den Prüfbeauftragten möglich ist.

Der Abschnitt über die Errichtung beschreibt umfassend und nachvollziehbar das Umsetzungskonzept für die Errichtung des Offshore-Bauwerkes vom Basishafen bis zur Baustelle.

Das Errichtungshandbuch enthält eine nachvollziehbare und plausible Darstellung von mindestens folgenden Punkten:

- Nennung der wesentlich verantwortlichen Personen und ihrer Qualifikation, u. a. des Offshore Fahrzeug-Koordinators (OFK),
- generische Erlaubnisliste, d. h. Unterlage mit Angaben, welche Personen/Auftragnehmer, zu welchem Zeitpunkt, mit welchem Gerät im Baufeld unterwegs bzw. tätig sein dürfen,

- Zusammenarbeit der im Baufeld tätigen Personen bzw. Auftragnehmer mit der Bauleitung,
- Bauphasenplan einschl. kurzer Beschreibung,
- Sicherung des Baufelds,
- Beschreibung der Transport- und Montagezustände,
- bei Verwendung von Pfahlgründungen die Dokumentation des Einbringungsverfahrens der Pfähle (Herstellbericht nach DIN 12699 Abs. 9.2),
- bei Verwendung von Schwergewichtsgründungen die Dokumentation der Meeresbodenvorbereitung (z. B. Baugrubenherstellung),
- Beschreibung der Prozeduren zu Beton-(Grout-)verbindungen und allen weiteren die Gründung betreffenden Errichtungsarbeiten,
- Beschreibung besonderer Arbeitsschritte bei der Errichtung der Gründungsstruktur (z. B. Pre- und Post-Piling, Ballastieren und Gleichgewicht von Schwergewichtsgründungen herstellen),
- Beschreibung des Nachweises der Reinheit des Meeresbodens (Nebenbestimmung Nr. 13.6) sowie der ordnungsgemäßen Entsorgung von baustellenbedingten Abfällen und Abwässern,
- Zeichnerische Darstellung der Erreichbarkeit des Errichtungsortes, der Sperrgebiete und Schutzzonen.

2.3.5 Errichtungsplanung

Eine detaillierte Planung der Errichtungsaktivitäten ist vor ihrem Beginn zu erstellen.

Die Errichtungsplanung für die Durchführung der Arbeiten obliegt dem Antragsteller unter der Berücksichtigung der gesetzlichen Vorschriften. Grundlage der Errichtungsplanung ist der Ansatz, dass eine Gefährdung der öffentlichen Sicherheit und des Schiffsverkehres ausgeschlossen sein muss.

Den spezifischen Anweisungen der Hersteller für den Transport und die Errichtung der Einzelkomponenten ist Folge zu leisten. Abweichungen bedürfen der Zustimmung der Beteiligten.

Checklisten und Operationshandbücher für alle geplanten Tätigkeiten werden vorbereitet und fortgeschrieben. Über die Ausführung ist ein Bautagebuch zu führen. Die Dokumente liegen ständig an geeigneten Orten (mindestens bei der Bauleitung auf See und am Stützpunkt an Land) zur Einsicht bereit.

Die Planung der Errichtung ist auf die tatsächlich verwendeten Geräte und Bedingungen abzustimmen und enthält u. a. aber nicht ausschließlich folgende Punkte:

- Projektmanagement,
- Nachweis der Planunterlagen,
- Nachweis des Transportes und der Transportsicherungen,
- Nachweis der wesentlichen Komponenten durch Zeichnungen, Spezifikationen für das Errichtungsverfahren, Details aller Lasten und Gewichte mit Angaben zu Schwerpunkt, Anschlagpunkten, Spezialwerkzeugen und Verfahren,
- Nachweis der Handhabung der Komponenten während der Errichtung innerhalb der Vorgaben des Antragsstellers bzw. Herstellers (z. B. Beschleunigungen während des Transports und der Installation, sowie weitere Einwirkungen aus Welle, Wind, Temperatur, Niederschlag, Blitz etc.),

- Nachweis der Erreichbarkeit des Errichtungsortes (Tragfähigkeit der Geräte, Zuwegung, Sperrungen und Einschränkungen, Sperrgebiete und Schutzzonen für Schiffs- und Luftverkehr, Zugangssystem zu den Bauwerken),
- Nachweise der wesentlichen Bauphasen für die Transport- und Montagephasen (z. B. Bauphasenplan, Hilfsausrüstung und Ressourcen, Anordnung der Wasserfahrzeuge, Bojen, Lichter, Ballastierungs- bzw. Gleichgewichtsherstellungsverfahren, Überwachung des Meeresbodenzustands, erforderliche statische und dynamische Nachweise),
- Nachweis für alle an den Operationen beteiligten, schwimmenden Geräte durch ihre Klasse (OM) oder durch eine besondere Zulassung,
- Nachweis der Dimensionierung der Hebeeinrichtungen und Ausrüstung, einschl. aller Traversen, Anschlagseile, Haken und anderer Hilfsmittel. Alle Ausrüstungen, Trossen und Haken sind für die zulässige Belastung regelmäßig zu prüfen. Ggf. ist das vorschriftsmäßig geführte Kranhandbuch vorzuhalten.
- Marine Koordination (OFK), Regelung der Verantwortlichkeiten und Kommunikations-prioritäten bei allen wichtigen Transport- und Errichtungsvorgängen, Bereitstellung der Wettervorhersagen (es sollten mindestens zwei voneinander unabhängige Wetter-dienstberichte vorliegen),
- Nachweis der Schlepp- bzw. Montagekonzepte z. B. bezüglich Schwimmfähigkeit der Konstruktion (z. B. der Umspannplattform) und ausreichender Auftrieb und Abstand vom Grund des Gewässers und
- Nachweis der Reinheit des Meeresbodens.

2.3.6 Einzureichende Unterlagen zur Beantragung der 3. Freigabe

[Dok.-Nr. 230] Errichtungshandbuch

[Dok.-Nr. 231] Prüfbericht zu Dok.-Nr. 230

[Dok.-Nr. 232] Prüfbericht zu der Errichtungsplanung

[Dok.-Nr. 233] Rückbaukonzept

[Dok.-Nr. 234] Prüfbericht zu Dok.-Nr. 233

[Dok.-Nr. 235] Konformitätsbescheinigung

2.4 Ausführungsphase

2.4.1 Technische Regelwerke

Grundsätzlich sind u. a. folgende technische Regelwerke in ihrer jeweils aktuellen Fassung sowie der Stand der Technik anzuwenden:

DIN EN ISO 19901-6	Erdöl- und Erdgasindustrie – Spezielle Anforderungen für Offshore-Anlagen – Mariner Betrieb
DIN EN ISO 19905-1	Erdöl- und Erdgasindustrie – Beurteilung von mobilen Offshore Einheiten bezüglich ihres Einsatzgebietes – Teil 1: Hubinseln
ISO/DIS 29400	Schiffe und Meerestechnik, Offshore Windenergie – Arbeitsabläufe im Hafen und auf See
DIN EN 1990	Grundlagen der Tragwerksplanung
DNV-OS-H101	Marine Operations, General
GL-IV-7	GL Rules for Classification and Construction, IV Industrial Services, 7 Offshore Substations

GL-IV-6	GL Rules for Classification and Construction, IV Industrial Services, 6 Offshore Technology
API RP 2A-WSD	Recommended Practice for Planning, Design and Construction of Fixed Offshore Platforms
GL-IV-2	GL Rules and Guidelines, IV Industrial Services, 2 Guideline for the Certification of Offshore Wind Turbines
DNV-OS-J101	Design of Offshore Wind Turbine Structures
DNV-OS-J201	Offshore Substations for Wind Farms

Abweichungen von den genannten deutschen und internationalen Normen und Richtlinien sind beim BSH zu beantragen.

Sollte ein Gerät außerhalb seines üblichen Einsatzbereiches bei Offshore-Tätigkeiten verwendet werden, so ist die Eignung gemäß Maschinenverordnung zu überprüfen und nachzuweisen.

Speziell für die Fertigungsüberwachung zu berücksichtigende Regelwerke sind im Kapitel 2.4.2 ff aufgeführt.

2.4.2 Anforderungen und erforderliche Nachweise

Die für die Offshore-Arbeiten eingesetzten Geräte, Verfahren oder Materialien haben grundsätzlich den deutschen bzw. europäischen Normen, Vorschriften u. ä. bezüglich der Sicherheit, dem Umweltschutz usw. zu entsprechen.

Werden Geräte, Verfahren oder Materialien eingesetzt, die nicht einem anerkannten Standard entsprechen, so ist eine Zustimmung der Zulassungsbehörde erforderlich. Dabei kann die Zulassungsbehörde geeignete Sachverständige für die Prüfung hinzuziehen bzw. Nachweise dritter sachverständiger Stellen anerkennen. Sollte ein Gerät außerhalb des üblichen Einsatzbereiches verwendet werden, ist die Eignung gemäß Maschinenverordnung zu überprüfen.

Exemplare des Errichtungshandbuchs liegen ständig mindestens bei der Bauleitung auf See und am Stützpunkt an Land, sowie an weiteren geeigneten Orten zur Einsicht bereit.

Ein wirksames zertifiziertes Managementsystem gemäß ISO 9001, Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen ist durch den Antragsteller nachzuweisen. Ist dieses nicht vorhanden, so kann alternativ in Abstimmung mit dem Prüfbeauftragten eine Prüfung des Qualitätsmanagements in Anlehnung an ISO 9001 erfolgen.

Während der Ausführung ist ein Bautagebuch zu führen und zur Einsicht bereitzuhalten.

Der Genehmigungsinhaber hat die Koordinationspflicht zwischen den Behörden, den ausführenden Firmen und dem Prüfbeauftragten.

2.4.2.1 Fertigungsüberwachung

Die Tätigkeit des Prüfbeauftragten umfasst Überwachungstätigkeiten für den Nachweis der ordnungsgemäßen Herstellung der Betriebsstruktur (Topside) und Tragstruktur nach genehmigten Ausführungsunterlagen (z. B. Zeichnungen, Berechnungen, Spezifikationen, Prüfberichten) und der geforderten Qualität. Die Fertigungsüberwachung erfolgt während der Fertigung.

Die Fertigungsüberwachung durch den Prüfbeauftragten ersetzt nicht die Qualitäts- oder Eigenüberwachung des jeweiligen Herstellers der Komponenten. Der Stichprobenumfang der Fertigungsüberwachung soll eine Grundgesamtheit an Erfahrungswerten im jeweiligen Projekt schaffen, so dass der Prüfbeauftragte nach Beendigung der Fertigungsüberwachung mittels einer Konformitätsbescheinigung die konforme Herstellung bestätigen kann.

Die Überwachungsleistung wird auf der Basis des abgestimmten Überwachungsplanes durchgeführt. Es wird zunächst von einem Stichprobenumfang von 20% aller Bauteile, die relevanten Einfluss auf die Gesundheit, Sicherheit, Umwelt, den Schiffverkehr und die strukturelle Integrität (Standsicherheit und Lebensdauer) haben und speziell für das Projekt produziert werden, ausgegangen. Bei der Erstellung des Überwachungsplans sind die Besonderheiten von seriell gefertigten Komponenten zu berücksichtigen, wenn diese während ihrer Herstellung noch keinem Projekt zugeordnet werden können. Dieses bedeutet, dass für die projektspezifische Konformitätsbewertung hilfsweise auch baugleiche Komponenten als Bewertungsgrundlage herangezogen werden können. Der Stichprobenumfang und die Methodik der Verringerung oder Erweiterung des Stichprobenumfanges bleiben davon unberührt.

Zeigen sich im Verlauf der Herstellung der ersten 20 % der zu überwachenden Bauteile einer Fertigungsstätte keine gravierenden Mängel und finden keine Änderungen im Produktionsprozess statt, ist mit dem Prüfbeauftragten eine Reduktion des Stichprobenumfangs auf bspw. 10 % abzustimmen (Abbildung 2-1). Vor Beginn der Produktion sind die quantifizierbaren Kriterien hinsichtlich der Veränderung des Stichprobenumfanges zwischen dem Prüfbeauftragten und Antragsteller oder Genehmigungsinhaber abzustimmen. Gravierende Mängel liegen vor, wenn hierdurch relevante Auswirkungen auf die Gesundheit, Sicherheit, Umwelt, den Schiffverkehr und die strukturelle Integrität zu erwarten sind. Hinsichtlich des Ausführenden besteht eine Anzeigepflicht gegenüber dem Prüfbeauftragten bei der Erkennung gravierender Mängel. Liegen gravierende Mängel vor, ist die Zulassungsbehörde hierüber umgehend zu informieren. Im Fall gravierender Mängel ist eine verbindliche Festlegung des daraus resultierenden zusätzlichen Untersuchungsaufwands in einer Abstimmung zwischen dem Genehmigungsinhaber und dem Prüfbeauftragten durchzuführen. Dabei kann der Stichprobenumfang auf z. B. 75 % (Abbildung 2-2) und im Extremfall bis auf 100 % erhöht werden. Dies ist im Inspektionsbericht des Prüfbeauftragten nachvollziehbar zu dokumentieren.

2.4.2.1.1 Allgemeine Anforderungen an die Fertigungsüberwachung

Um sich einen Eindruck über den Fertigungsbetrieb zu verschaffen, führt der Prüfbeauftragte mit dem Auftraggeber ein Erstaudit (bezogen auf den Fertigungsprozess) durch. Dieses Erstaudit findet vor Beginn der Fertigung statt. Sollte es zu diesem Zeitpunkt nicht möglich sein die relevanten Fertigungsprozesse zu auditieren (z. B. weil gerade keine Fertigung von vergleichbaren Bauteilen stattfindet) kann das Audit in Ausnahmefällen und nur in Abstimmung mit dem Prüfbeauftragten umittelbar nach Beginn der Fertigung durchgeführt werden. Der Hersteller hat alle vom Prüfbeauftragten geforderten Unterlagen gemäß voriger Absprache vier Wochen vor dem Audittermin bei dem Prüfbeauftragten zur Prüfung einzureichen. Der Prüfbeauftragte kann in begründeten Einzelfällen wie z. B. bei typenzertifizierten Anlagen oder in Großserie produzierten Teilen, bei denen die projektspezifischen Stückzahlen weit überschritten werden, auf dieses Erstaudit und die 20 % der Überwachungsleistung, die zu Beginn der Fertigung vorgesehen sind, verzichten. Im Erstaudit festgestellte Abweichungen sind vor Beginn der Fertigung zu beheben.

Weitere allgemeine zur Prüfung vorzulegende Dokumente sind:

- gültiges QM-Zertifikat nach ISO 9001
- Qualitätsmanagement: QM-Handbuch, QM-Verfahrens- und Arbeitsanweisungen (projekt-, bzw. produktspezifisch, z. B. Prüfpläne, Prüfanweisungen, etc.)

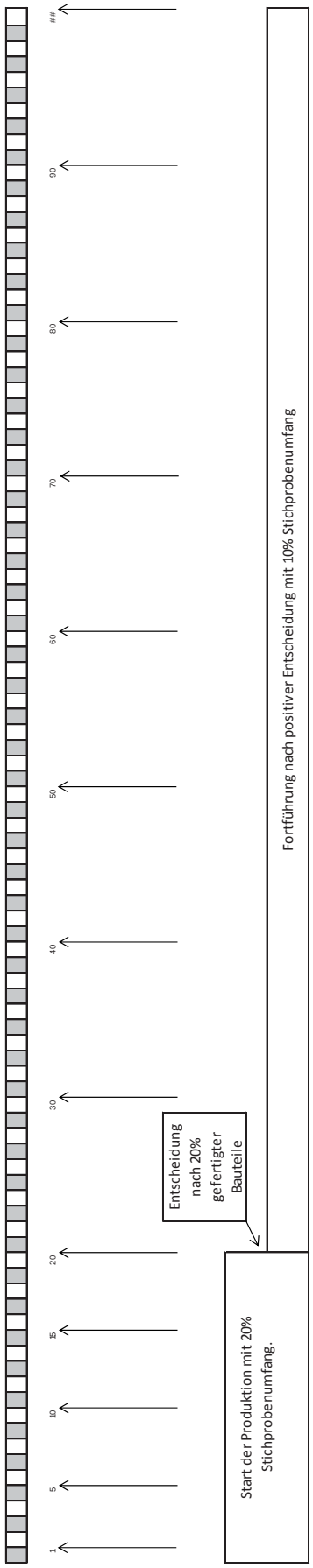

Abbildung 2-1: Darstellung des Umfangs ohne Mängel (beispielhafte Reduktion auf 10%).

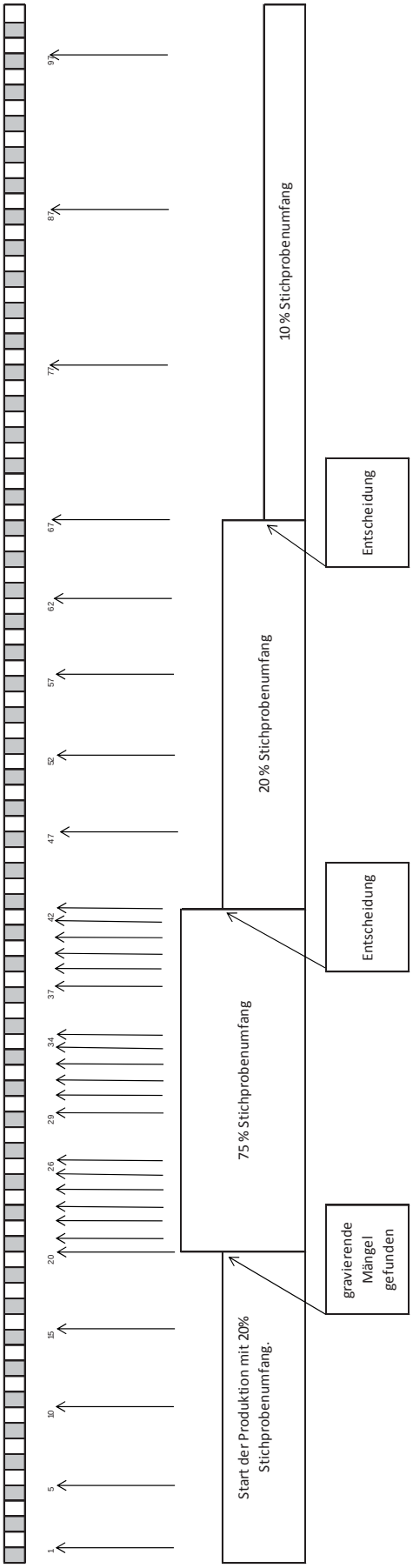

Abbildung 2-2: Darstellung des Umfangs im Fall von gravierenden Mängeln (beispielhafte Erweiterung auf 75%).

2.4.2.1.2 Fertigungsüberwachung (Stahlbau)

Zu den zu überwachenden Komponenten zählen:

- Unterstruktur,
- Tragstruktur,
- Betriebsstruktur (Topside).

Für den Stahlbau sind folgende Dokumente beim Prüfbeauftragten einzureichen:

- Betriebszulassung für den Schweißbetrieb, Schweißeignungsnachweis des Schweißbetriebes nach DIN 18800 Teil 7 bzw. DIN EN 1090,

  Betriebszulassungen nach anderen internationalen Standards (soweit im Einzelfall nach individueller Prüfung durch den Prüfbeauftragten zugelassen),
- Qualifikationsnachweis und Verantwortungsbereiche des Schweißaufsichtspersonals (SFI oder SFM),
- Schweißverfahrensprüfungen nach DIN EN ISO 15614 (Welding Procedure Quality Records – WPQR),
- Zulassungen für Schweißzusätze,
- Schweißanweisungen nach DIN EN ISO 15609 (Welding Procedure Specifications – WPS)
- vorliegende Ausführungszeichnungen,
- Schweißnahtfolgeplan,
- Korrosionsschutzspezifikation,
- Arbeitsanweisungen für besonders überwachungsbedürftige Tätigkeiten (z. B. Offshore-Schweißen) und
- Prüfspezifikationen, z. B. für die zerstörungsfreie Prüfung.

Die Werkstattplanung und die Schweißanweisungen sind hinsichtlich ihrer Konformität mit den zur Konstruktionsprüfung vorgelegten Ausführungsunterlagen zu prüfen.

Bei den regelmäßigen Kontrollen durch den Prüfbeauftragten sind während der Fertigungsüberwachung im Schweißbetrieb folgende Prüfungen durchzuführen:

- Durchsicht der Materialzertifikate,
- Einsicht der Protokolle zur Durchführung der Schweißarbeiten und der zerstörungsfreien Prüfung,
- Inspektion des gesamten Fertigungsprozesses (Produkte und Prozesse, insbesondere Wirksamkeit des QM-Systems) und der Durchführung der zerstörungsfreien Prüfungen und
- Endkontrolle fertiger Bauteile:
  - Abmessungen und Toleranzen,
  - Ausführung des Korrosionsschutzes (z. B. Oberflächenvorbereitung und Schichtdicken),
  - visuelle Prüfung auf allgemeinen Zustand und Beschädigungen,
  - Nachvollziehbarkeit und Rückverfolgbarkeit der Bauteile und der verwendeten Materialien bzw. Halbzeuge und
  - Prüfung der Fertigungsdokumentation.

2.4.2.1.3 Fertigungsüberwachung (Betonbau)

Für die bewehrten und unbewehrten Betonbauteile sind noch folgende Dokumente beim Prüfbeauftragten einzureichen:

- Montagepläne
- Schal- und Bewehrungspläne

Bei den regelmäßigen Kontrollen durch den Prüfbeauftragten sind während der Fertigung in Anlehnung an die „Empfehlungen für die Bauüberwachung von Windenergieanlagen“ des Bauüberwachungsvereins (BÜV) folgende Prüfungen nach den gültigen Normen durchzuführen:

- Kontrolle der Schalung auf
  - Grenzmaße, Lotabweichungen,
  - Schalungsverankerungen,
  - Dichtigkeit und Sauberkeit,
  - ggf. Vorbehandlung und
  - Trennmittel (Anfrage und Herstelleranweisung).
- Kontrolle der Einbauteile auf
  - Lage und Lagesicherung,
  - Beeinträchtigung der Verdichtung des Betons und
  - Schwächung des Querschnitts.
- Bei Aussparungen und Leerrohren Kontrolle der Schwächung des Querschnitts.
- Bei Fugen Kontrolle der
  - Fugenausbildung (Abdichtung) und
  - Arbeitsfugen (Rauigkeit).
- Bei Bewehrungen Kontrolle der
  - Werk- und Verarbeiterkennzeichen nach DIN 488,
  - Stahlsorte, Durchmesser, Form, Länge und Lage,
  - Verankerungs-, Übergreifungslängen und mechanische Verbindungen,
  - Verknüpfung, Standfestigkeit und Sauberkeit,
  - Abstandhalter und Unterstützungen (Nennmaße und Verlegemaße der Betondeckung),
  - Anordnung hinsichtlich Betoneinbau (Stababstände, Betonieröffnungen und Rüttellücken) und
  - Erdung.
- Bei Bewehrungen Einsichtnahme in
  - die Zulassung Betonstahlverbindungen (Einhaltung der Randbedingungen) und
  - den Eignungsnachweis zum Schweißen von Betonstahl nach DIN EN ISO 17660.
- Bei Vorspannung von Beton Kontrolle der
  - Lage und Lagesicherung der Hüllrohre,
  - Lage und Lagesicherung der Monolitzen,
  - Lage der Anspannstellen und Ankerkörper und
  - Verankerungsbewehrung.

- Bei Vorspannung von Beton Einsichtnahme in
  - die Zulassung Spannverfahren (Einhaltung der Randbedingungen)
  - das Spannprogramm (Spannfolge, Teilvorspannungen, Betonalter)
  - die Arbeitsanweisungen (z. B. Abdichtung gegen Feuchte, Einpressen Zementmörtel)
  - die Spannprotokolle
  - die Einpressprotokolle (Bericht über die Überwachung der Einpressarbeiten gemäß DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3)
  - das Bautagebuch (Lieferung und Lagerung der Spannglieder, Korrosionsschutz, Zeiträume Herstellung – Einbau – Verpressen)
- Bei Beton Kontrolle
  - der Festlegung des Betons
  - von Größtkorn und Konsistenz
  - der Betonierabschnitte und Arbeitsfugen
  - der Kennzeichnung der Baustelle (gemäß DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3 und Überwachungsstelle
- Bei Beton Einsichtnahme in
  - die Arbeitsanweisung zur Oberflächenbearbeitung und Nachbehandlung,
  - das Betonierkonzept,
  - die Arbeitsanweisungen zur Nachbehandlung und
  - den Bericht der unabhängigen Überwachung (DIN 1045-3).
- Bei Betonbauteilen nach Herstellung und vor Inbetriebnahme Kontrolle
  - des Betonalters bzw. der Festigkeit bei Belastungsbeginn (ggf. Erhärtungsprüfung),
  - der Oberfläche,
  - von Rissen,
  - der Entwässerung,
  - von Fugen (z. B. Arbeitsfugen, Vergussfugen, Materialübergänge) und
  - Einbauten.
- Bei Betonbauteilen nach Herstellung und vor Inbetriebnahme Einsichtnahme in
  - Aufzeichnungen und Betonlieferscheine und
  - das Protokoll der Nivellierung.
- Bei Betonfertigteilen Kontrolle im Fertigteilwerk.
- Bei Betonfertigteilen Einsichtnahme in
  - Kennzeichnung und Lieferscheine,
  - Überwachungsberichte der anerkannten Überwachungsstelle,
  - das Übereinstimmungszertifikat und
  - Zulassungen besonderer Herstellverfahren (z. B. Schleuderbeton).
- Bei der Montage der Betonfertigteile Kontrolle der
  - Hebeanschlüsse,
  - Grenzmaße (Bauteile und Verbindungsmittel),
  - Lagerung und
  - möglichen Transport- und Montageschäden.
- Bei der Montage der Betonfertigteile Einsichtnahme in die Montageanweisung.

2.4.2.1.4 Fertigungsüberwachung (Grouting)

Hinsichtlich des Groutings sind die Anforderungen aus der ZiE (Anhang 2) zu beachten. Die im Sinne einer ÜK3-Baustelle nach DIN 1045-3 durchzuführenden sowie evtl. aus der ZiE notwendigen zusätzlichen Überwachungsmaßnahmen vor Ort sind von dem Ausführenden durchzuführen bzw. zu beauftragen. Die fachliche Begutachtung erfolgt durch den vom Genehmigungsinhaber bestellten Gutachter. Die Ergebnisse der Eigen- und Fremdüberwachung sind dem Prüfbeauftragten vorzulegen.

2.4.2.1.5 Fertigungsüberwachung (Gussbauteile der Tragstruktur)

Zu den zu überwachenden Gussbauteilen zählen Gussteile, die die Standsicherheit der Anlage beeinflussen (z. B. Gussknoten).

Für die Gussbauteile sind folgende Dokumente beim Prüfbeauftragten einzureichen:

- Bauteilspezifikation,
- Rohgusszeichnung,
- Bearbeitungszeichnung,
- Prüfzeichnung,
- Oberflächenbehandlungszeichnung,
- Nachbehandlungsspezifikation.

Bei den regelmäßigen Kontrollen durch den Prüfbeauftragten sind während der Fertigungsüberwachung bei der Gießerei und dessen Unterlieferanten für die jeweiligen Bauteile folgende Prüfungen durchzuführen:

- Inspektion des gesamten Fertigungsprozesses (Produkt und Prozess) und der Durchführung der zerstörungsfreien Prüfungen,
- Gießtag, Ausleerdatum, Ausleertemperatur,
- chemische Zusammensetzung, Gefügeausbildung, mechanische Eigenschaften,
- Probenahmekonzept (Anstempelung),
- Anforderungen NDT-Prüfungen, Prüfpersonal,
- Geometrische Anforderungen (Wandstärke, Passungen, Bohrungen etc.),
- Schichtdicken des Korrosionsschutzes,
- Prüfungen sonstiger Qualitätsaufzeichnungen und Warenausgangskontrolle und
- Transportkonzept und Lagerung.

2.4.2.2 Inbetriebnahmeüberwachung

Nach Installation und Netzanbindung erfolgt die Inbetriebnahme. Vor der Überwachungstätigkeit ist ein Inbetriebnahmehandbuch zu erstellen und beim Prüfbeauftragten zur Einsicht einzureichen. Bei der Überwachung der Inbetriebnahme werden geprüft:

- Konformität der Hauptkomponenten der Tragstruktur mit den geprüften Konstruktionsunterlagen und Nachverfolgbarkeit bzw. Nummerierung derselben,
- Prüfung der ersten Eigenfrequenz der Gesamtanlage vor Ort (offshore),
- Auflagen aus Prüfberichten,
- Funktionstests und Test des Sicherheitssystems,
- Korrosionsschutz und
- Beschädigungen.

Der Prüfbeauftragte begleitet die Inbetriebnahme von mindestens zwei Offshore-WEA (je Bauart) und den jeweiligen Offshore-Stationen. Der Prüfbeauftragte legt die Anlagen fest. Seine ständige Anwesenheit während der gesamten Zeit der Inbetriebnahme der Anlagen und der Offshore-Stationen ist nicht erforderlich. Die für eine Inspektion unter Anwesenheit des Prüfbeauftragten wesentlichen Anteile der Inbetriebnahme werden vorab zwischen dem Genehmigungsinhaber und dem Prüfbeauftragten abgestimmt. Phasen der Inbetriebnahme, die bei der ersten Offshore-WEA bereits ohne schwerwiegende Probleme durchgeführt worden sind, müssen bei der zweiten Anlage nur noch stichprobenweise überprüft werden.

Nach erfolgter Inbetriebnahmeüberwachung wird ein Prüfbericht erstellt.

2.4.2.3 Baubestandsplan

Nach Abschluss der Errichtung ist der Baubestand zu dokumentieren. Dieser beinhaltet eine zusammenfassende Darstellung aller wesentlichen Abweichungen gegenüber den freigegebenen Unterlagen, die Auswirkungen auf die strukturelle Integrität des Gesamtbauwerks haben, u. a. geometrische Abweichungen (Standort, Neigung, Toleranzen, Stöße), bauliche Abweichungen (z. B. ergänzte Zwischenelemente), Abweichungen in der Fertigung, Abweichungen bei der Vergroutung, etc.

2.4.3 Einzureichende Unterlagen für die Beantragung der Betriebsfreigabe

Den Antragsunterlagen zur Erlangung der Betriebsfreigabe sind die folgenden Dokumente beizufügen:

[Dok.-Nr. 240] Inspektionsberichte und Konformitätsbescheinigungen zur
- Fertigungsüberwachung,
- Transport- und Installationsüberwachung sowie
- Inbetriebnahmeüberwachung.

[Dok.-Nr. 241] Korrosionsschutz – Nachweis über die ordnungsgemäße Ausführung (Applikation) und die geforderte Verarbeitungsqualität

Nachweise können auf Grundlage von Abnahmen nach DIN EN ISO 12944-8 einschl. Anhang (Formblatt) bzw. nach den entsprechenden Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen (ZTV) erfolgen.

[Dok.-Nr. 242] Prüfbericht des Prüfbeauftragten zu Dok.-Nr. 241 auf Grundlage von Prüfberichten des Genehmigungsinhabers nach DIN 10204

[Dok.-Nr. 243] Baubestandsplan (As-Built Report)

[Dok.-Nr. 244] Prüfbericht zu Dok.-Nr. 243

[Dok.-Nr. 245] Betriebshandbuch
Dieses Dokument enthält eine nachvollziehbare und plausible Beschreibung von mindestens folgenden Punkten:
- generelle Betriebsabläufe,
- Kommunikationsabläufe,
- Überwachung des Offshore-Windparks,
- Überwachung der Offshore-Station für das Umspannwerk und des parkinternen Netzanschlusses,
- Überwachung der Offshore-Konverterstation und des stromabführenden Kabels sowie
- Wartungs- und Reparaturkonzepte.

[Dok.-Nr. 246] Prüfbericht zum Dok.-Nr. 245

Zum Beginn des Betriebes hat der Prüfbeauftragte sich von dem korrekten Inhalt des Betriebshandbuches und der Durchführung der Prozesse zu überzeugen. Dieses ist im Prüfbericht zu dokumentieren.

[Dok.-Nr. 247] Konzept für Wiederkehrende Prüfungen inkl. Prüf- und Inspektionsplan

Das Konzept für Wiederkehrende Prüfungen inkl. Prüf- und Inspektionsplan ist spätestens 3 Monate nach Aufnahme des Probebetriebs der 1. WEA oder der Offshore-Station einzureichen. Das Dokument enthält eine nachvollziehbare und plausible Beschreibung mindestens der folgenden Punkte:

- Geplante Inspektionsintervalle und deren Begründung
- Identifikation der Verschleißteile, insbesondere von Teilen, die aufgrund von marinen Einflüssen (z. B. Korrosion, mariner Bewuchs) besonderen Anforderungen und Beanspruchungen unterliegen,
- Festlegung von Umfang und Intervallen von Inspektionen in Abhängigkeit der Haltbarkeit und Umweltverträglichkeit des jeweiligen Korrosionsschutzsystems sowie
- Überwachung des Kolkschutzsystems.

[Dok.-Nr. 248] Prüfbericht zu Dok.-Nr. 247

[Dok.-Nr. 249] Projektzertifikat

2.5 Betriebsphase

2.5.1 Vorbemerkungen

Der Betrieb beginnt mit dem Datum der Betriebsfreigabe durch das BSH; dies setzt die Erfüllung der Nebenbestimmungen des Genehmigungsbescheides sowie die Erfüllung der Maßgaben aus dem Prozess der Freigaben während der vorangegangenen Phasen voraus. Unwesentliche Restarbeiten können nach Abstimmung mit der Zulassungsbehörde im Einzelfall in der Betriebsphase durchgeführt werden. Dies ist in dem Dokument für die Betriebsfreigabe aufzuführen. Die Betriebsfreigabe fußt auf der ordnungsgemäßen Errichtung der Bauwerke.

Während der Betriebsphase ist mindestens einmal pro Kalenderjahr eine Statusbesprechung zwischen Genehmigungsinhaber und Zulassungsbehörde über den Zustand des Offshore-Windparks durchzuführen. Hierfür erstellt der Genehmigungsinhaber einen aussagekräftigen Statusbericht über den Zustand der Offshore-Bauwerke. Diesen hat er spätestens sechs Wochen vor dem geplanten Termin zusammen mit dem zusammenfassenden Prüfbericht des Prüfbeauftragten über die Wiederkehrenden Prüfungen, sowie der Konformitätsbescheinigung zum Prüf- und Inspektionsplan für die Wiederkehrenden Prüfungen (vgl. Kapitel 1.3.5) bei der Zulassungsbehörde einzureichen.

Bei Veränderung der morphologischen Struktur des anstehenden Geländes (z. B. Kolkbildung), die über die der Konstruktion zugrunde gelegten Vorgaben hinausgehen, ist erneut eine Stellungnahme zur Standsicherheit zu erstellen. Hierzu ist ein Fachplaner für Geotechnik einzubeziehen.

Bei größeren Reparaturen und Komponententausch ist in Anlehnung an die Bedingungen für die Errichtung vorzugehen; der Prüfbeauftragte ist einzuschalten. Dieser Vorgang ist durch einen entsprechenden Bericht des Genehmigungsinhabers an das BSH abzuschließen.
Die Betriebsfreigabe grenzt die Aufnahme des Regelbetriebes zur abgeschlossenen Errichtung des Bauwerks ab.

2.5.2 Technische Regelwerke

Grundsätzlich sind u. a. folgende technische Regelwerke in Anlehnung an die Errichtung in ihrer jeweils aktuellen Fassung, sowie der Stand der Technik anzuwenden:

DIN EN ISO 19901-6	Erdöl- und Erdgasindustrie – Spezielle Anforderungen für Offshore-Anlagen – Mariner Betrieb
DIN EN 1990	Grundlagen der Tragwerksplanung
DNV-OS-H101	Marine Operation, General
GL-IV-6	GL Rules for Classification and Construction, IV Industrial Services, 6 Offshore Technology
API RP 2A-WSD	Recommend Practice for Planning, Design and Construction of Fixed Offshore Platforms
GL-IV-2	GL Rules and Guidelines, IV Industrial Services, 2 Guideline for the Certification of Offshore Wind Turbines
ISO/DIS 29400	Schiffe und Meerestechnik, Offshore Windenergie – Arbeitsabläufe im Hafen und auf See

Sollte ein Gerät außerhalb des üblichen Einsatzbereiches verwendet werden, so ist die Eignung gemäß Maschinenverordnung zu überprüfen und nachzuweisen.

Abweichungen von den genannten deutschen und internationalen Normen und Richtlinien sind beim BSH zu beantragen.

2.5.3 Anforderungen und erforderliche Nachweise

Während des Betriebes der Offshore-Bauwerke ist durch den Genehmigungsinhaber für die Integrität des Bauwerkes und einer möglichst geringen Einwirkung der Errichtung auf die Umwelt zu sorgen. Um dies zu gewährleisten, müssen während der Lebenszeit des Bauwerkes die Strukturen und Komponenten wiederkehrend nach Prüf- und Inspektionsplan und ereignisorientierten Abständen von einem unabhängigen Dritten im Rahmen der WKP inspiziert und geprüft werden (s. Kapitel 1.3.5, 4.5 und 5.5.3).

Welche Teile der Tragstruktur jeweils geprüft werden müssen, hängt vom Strukturtyp ab. Hierbei muss z. B. zwischen Beton- und Stahlkonstruktion unterschieden werden.

Für die Wiederkehrenden Prüfungen ist auf der Grundlage der technischen Unterlagen eine objekt- und standortspezifische Checkliste (Prüf- und Inspektionsplan) zu erstellen, die ebenso objekt- und standortbezogene Bewertungskriterien enthält. Für den Prüf- und Inspektionsplan sind im Wesentlichen die für die Standsicherheit relevanten Teile der Struktur zu berücksichtigen.

Die Mindestanforderungen an die Wiederkehrenden Prüfungen bezüglich der tragenden Strukturen sind in Tabelle 2-1 aufgelistet.

Bei der Erstellung des Prüfplans sind neben den in der Tabelle 2-1 aufgeführten tragenden Strukturen auch Bauteile zu berücksichtigen, die bei einem Versagen einen negativen Einfluss auf Mensch und/oder Umwelt haben (z. B.: Außengeländer, Plattformen, Gitterroste, Leitern, Auffangwannen für umweltgefährdende Stoffe).

Prüfgegenstand	**Prüfgrundlage und Intervalle**
Funktion der Anoden, Fremdstromanlage	in den ersten 2 Jahren jährlich, danach in Abhängigkeit des Zustands (empfohlen alle 4 Jahre)
Unterstruktur: Schweißnähte (die zyklischer Belastung unterliegen), Unversehrtheit der Oberfläche der Strukturelemente	entsprechend den Lebensdauerberechnungen und dem Inspektionsplan
Beschaffenheit der Meeresbodenoberfläche, Kolkbildung	in den ersten 2 Jahren jährlich, danach je nach Zustand (empfohlen alle 4 Jahre)
Grad des marinen Bewuchses (punktuelle Messung)	in den ersten 2 Jahren jährlich, danach in Abhängigkeit des Zustands (empfohlen alle 4 Jahre; kann mit StUK-Anforderungen kombiniert werden)
Korrosionsschutz (visuelle Prüfung): • Unterwasserbereich Struktur • Wechselgang • Überwasserbereich Unterstruktur • Betriebsstruktur (Tragstruktur)	 in Abhängigkeit des Zustandes (empfohlen alle 4 Jahre) in Abhängigkeit des Zustandes (empfohlen alle 2 Jahre) in Abhängigkeit des Zustandes (empfohlen alle 4 Jahre) in Abhängigkeit des Zustandes (empfohlen alle 4 Jahre)
Betriebsstruktur: Schweißnähte (die zyklischer Belastung unterliegen), Tragwerksschrauben	entsprechend den Lebensdauerberechnungen und dem Inspektionsplan

Tabelle 2-1: Mindestanforderungen an die Wiederkehrenden Prüfungen bezüglich der tragenden Strukturen.

Der Prüfbeauftragte erstellt über alle Prüfungen gemäß Prüf- und Inspektionsplan jährlich einen zusammenfassenden Prüfbericht. Der Bericht muss alle Prüfungen und Inspektionen in Form einer Übersicht einschl. Fälligkeiten und Ergebnissen enthalten. Das BSH behält sich vor, bei mangelhaftem oder fehlendem Prüf- und Inspektionsplan zusätzliche Überwachungs- und Inspektionsberichte und -nachweise einzufordern. Auf weitergehende Anordnungsmöglichkeiten nach SeeAnlV wird hingewiesen. Dies gilt insbesondere für den Fall, dass Bau- oder Betriebssicherheit gefährdet sind.

Der Prüfbericht wird vom Genehmigungsinhaber zusammen mit dem Statusbericht (siehe Kap. 2.5.1) und der Konformitätsbescheinigung (s. Kap. 1.3.5) bei der Zulassungsbehörde eingereicht.

2.5.4 Einzureichende Unterlagen

Im Zuge der Wiederkehrenden Prüfungen sind mindestens die folgenden Unterlagen vorzulegen:

[Dok.-Nr. 250] Jährlicher, zusammenfassender Prüfbericht des Prüfbeauftragten (Überwachungsbericht – Zusammenfassung der Ergebnisse der Wiederkehrenden Prüfungen, vgl. Kapitel 1.3.5 und 2.5.3).
Im Rahmen des Betriebs sind alle Modifikationen aus dem laufenden Betrieb im Betriebshandbuch zu dokumentieren. Das Betriebshandbuch ist entsprechend fortzuschreiben.
Ggf. sind geotechnische Dokumente gemäß 3.5.4 sowie Stellungnahme zur Standsicherheit bei Veränderung der morphologischen Struktur unter Einbeziehung des Fachplaners für Geotechnik einzureichen.

[Dok.-Nr. 251] Bestätigung des Prüfbeauftragten im Fall von Reparaturarbeiten und Komponententausch

Dieses Dokument enthält eine nachvollziehbare und plausible Darstellung der Prüfung mit mindestens folgenden Punkten:
– Nachweis für die Transportvorgänge (Schleppvorgänge usw.) und Reparaturarbeiten sowie
– Nachweis der Transport- und Montagezustände
Im Rahmen des Betriebs sind alle Modifikationen aus dem laufenden Betrieb im Betriebshandbuch zu dokumentieren und das Betriebshandbuch ist fortzuschreiben

[Dok.-Nr. 252] Jährliche Konformitätsbescheinigung, dass die Prüfungen und Inspektionen gemäß Dok. Nr. 250 in Konformität zum Prüf- und Inspektionsplan für die Wiederkehrenden Prüfungen ausgeführt wurden.

2.6 Rückbau

2.6.1 Vorbemerkungen

Nach Beendigung der Nutzung sind die Offshore-Bauwerke i. d. R. zurückzubauen. Dafür ist rechtzeitig eine detaillierte Planung zu erstellen und in geprüfter Form dem BSH zur Freigabe vorzulegen.

Der Genehmigungsinhaber hat ein Rückbauhandbuch zu erstellen. Ziel des Rückbauhandbuchs ist die nachvollziehbare und plausible Darstellung der Vorgänge mit den technischen Randbedingungen.

Die detaillierte Ausführungsplanung für die Durchführung der Rückbauarbeiten obliegt dem Genehmigungsinhaber in Zusammenarbeit mit dem Durchführenden unter der Berücksichtigung der gesetzlichen Vorschriften und der Prüfung durch den Prüfbeauftragten. Sie ist auf die tatsächlich verwendeten Geräte und Bedingungen abzustimmen und enthält u. a. aber nicht ausschließlich folgende Punkte:

- Projektmanagement,
- Nachweis der Planunterlagen,
- Nachweis des Transportes und der Transportsicherungen,
- OFK (Offshore Fahrzeug Koordinator),
- Nachweis des Demontagekonzepts bezüglich z. B. Schwimmfähigkeit der Konstruktion (z. B. der Betriebsstruktur (Topside)) und ausreichender Auftrieb und Abstand vom Grund des Gewässers,
- der Nachweis der Komponenten erfolgt durch die in Augenscheinnahme und umfasst u. a. Materialnachweise, korrekte Demontagebedingungen, Anschlagvorrichtungen, Entsorgungsnachweise und
- Risikoanalysen.

Während des Rückbaus sind alle wesentlichen Bauteile und Montagen bzw. Demontagen vom Ort des Rückbaus bis zum Transport in den Hafen darzulegen, so dass Gefahren minimiert werden können. Die Nachweise erfolgen analog zu den erforderlichen Nachweisen der Errichtungsphase.

Eine Fortschreibung des Rückbauhandbuchs ist nicht erforderlich; Änderungen sind zu dokumentieren und mit der Zulassungsbehörde abzustimmen.

2.6.2 Technische Regelwerke

Grundsätzlich sind folgende technische Regelwerke in ihrer jeweils aktuellen Fassung sowie der Stand der Technik anzuwenden:

DIN EN ISO 19901-6	Erdöl- und Erdgasindustrie – Spezielle Anforderungen für Offshore-Anlagen – Mariner Betrieb
DNV-OS-H101	DNV Offshore Standard, Marine Operation, General
GL-IV-6	GL Rules for Classification and Construction, IV Industrial Services, 6 Offshore Technology
API RP 2A-WSD	Recommended Practice for Planning, Design and Construction of Fixed Offshore Platforms
GL-IV-2	GL Rules and Guidelines, IV Industrial Services, 2 Guideline for the Certification of Offshore Wind Turbines
DNV-OS-J101	DNV Offshore Standard, Design of Offshore Wind Turbine Structures
DIN EN 1990	Grundlagen der Tragwerksplanung
ISO/DIS 29400	Schiffe und Meerestechnik, Offshore Windenergie – Arbeitsabläufe im Hafen und auf See

Sollte ein Gerät außerhalb seines üblichen Einsatzbereiches bei Offshore-Tätigkeiten verwendet werden, so ist die Eignung gemäß Maschinenverordnung zu überprüfen und nachzuweisen.

Bei Abweichungen von den genannten Normen und Regelwerken ist die Zustimmung beim BSH zu beantragen.

2.6.3 Anforderungen und erforderliche Nachweise

Die für die Offshore-Arbeiten eingesetzten Geräte, Verfahren oder Materialien haben grundsätzlich den deutschen und europäischen Normen, Vorschriften u. ä. bezüglich der Sicherheit, Umweltverträglichkeit usw. zu genügen.

Werden Geräte, Verfahren oder Materialien eingesetzt, die nicht einem anerkannten Standard entsprechen, so ist eine Zustimmung des BSH erforderlich. Dabei kann das BSH geeignete Sachverständige für die Prüfung hinzuziehen bzw. Nachweise dritter sachverständiger Stellen anerkennen. Sollte ein Gerät außerhalb des üblichen Einsatzbereiches verwendet werden, ist die Eignung gemäß Maschinenverordnung zu überprüfen.

Exemplare des Rückbauhandbuches liegen ständig an geeigneten Orten – mindestens jedoch bei der Bauleitung auf See und am Stützpunkt an Land – zur Einsicht bereit.

Für die Rückbauarbeiten ist die Logistik für alle wesentlichen Bauteile und Demontagen vom Aufstellungsort bis zum Basishafen darzustellen und derart nachzuweisen, dass Gefahren für Personen, Gerät und Umwelt weitestgehend ausgeschlossen werden können.

Während der Ausführung ist ein Rückbautagebuch zu führen und zur Einsicht bereitzuhalten.

Der Antragsteller hat die Koordinationspflicht zwischen den Behörden, Gewerken und dem Prüfbeauftragten.

2.6.4 Einzureichende Unterlagen für die Beantragung der Rückbaufreigabe

[Dok.-Nr. 260] Rückbauhandbuch

Dieses Dokument enthält eine nachvollziehbare und plausible Darstellung von mindestens folgenden Punkten:

- Rückbauphasenplan inkl. kurzer Beschreibung der wesentlichen Arbeitsschritte,
- Sicherung des Rückbaufeldes,
- Beschreibung der Transport- und Demontagezustände,
- Beschreibung des Nachweises der Reinheit des Meeresbodens (Nebenbestimmung Nr. 13.6) sowie der ordnungsgemäßen Entsorgung von baustellenbedingten Abfällen und Abwässern.

[Dok.-Nr. 261] Prüfbericht zu Dok.-Nr. 260

[Dok.-Nr. 262] Konformitätsbescheinigung für die Rückbauplanung

[Dok.-Nr. 263] Nachweis der Rückbautiefe durch geeignete Messverfahren oder vergleichende Auswertung der Arbeitsprotokolle bzw. Tagesberichte

[Dok.-Nr. 264] Bestätigung des Prüfbeauftragten zum Rückbau

Dieses Dokument enthält eine nachvollziehbare und plausible Darstellung der Prüfung mindestens der folgenden Punkte:

- Nachweis der Planunterlagen,
- Nachweis des Demontage- und Transportkonzepts,
- Nachweis der Schleppvorgänge,
- Die Rückbauteile und Zubehöre werden entsprechend dem dann gültigen Stand der Technik klassifiziert,
- Materialnachweise, Demontagebedingungen, Anschlagvorrichtungen, etc.,
- Entsorgungsnachweise bis zur Kaianlage und
- Nachweis der Rückbautiefen.

2.6.5 Einzureichende Unterlagen zum Abschluss der Rückbauphase

[Dok.-Nr. 270] Bestandsplan (Final As-Rebuilt Report)

Der Bestandsplan dokumentiert den abschließenden Status der Rückbauarbeiten und dient der Weitergabe der Daten für die Eintragung in die Seekarten nach Abschluss der Nutzungsdauer der Anlage.

[Dok.-Nr. 271] Inspektionsberichte und Konformitätsbescheinigung nach Durchführung des Rückbaus

3 Gründungselemente

3.1 Vorbemerkungen

Die grundlegenden Definitionen für die geotechnischen Systeme aus Baugrund und Gründungselementen folgen aus der DIN EN 1997 (EC 7) mit seinen Verweisen.

Die geotechnischen Dokumente des Antragsverfahrens beim BSH sind:

(1) gemäß Standard Baugrunderkundung:
- Baugrundvoruntersuchungsbericht,
- Baugrundhauptuntersuchungsbericht,
- Baugrund- und Gründungsgutachten (Entwicklungsphase) und
- Baugrund- und Gründungsgutachten (Konstruktionsphase),

(2) gemäß Standard Konstruktion:
- Geotechnischer Entwurfsbericht, ggf. mit Ergänzungsgutachten zur zyklischen Lasteinwirkung („Zyklik“),
- Geotechnische Bestandsdokumentation (Geotechnischer Installationsbericht) und
- Geotechnische Ergänzungsberichte.

Das Baugrund- und Gründungsgutachten (Konstruktionsphase) enthält Vorschläge zur Berücksichtigung der zyklischen Einwirkungen bei der Bemessung der Gründungselemente (sog. „Zyklik-Konzept“). Zum Geotechnischen Entwurfsbericht gehört ggf. das Ergänzungsgutachten mit den Ergebnissen der auf den konkreten Entwurf abgestimmten Laborversuche zu den Bodeneigenschaften unter zyklischer Lasteinwirkung (Ergänzungsgutachten „Zyklik“).

Die Dokumente zu (1) gehören zu den Planungsgrundlagen, sie werden von dem Sachverständigen für Geotechnik gemäß dem BSH-Standard Baugrunderkundung erstellt. Die Dokumente zu (2) bilden die geotechnischen Planungsbeiträge zum Entwurf der Gründungselemente. Ihre Erarbeitung obliegt einem Fachplaner für Geotechnik auf Seiten des Entwurfsverfassers. Der Geotechnische Entwurfsbericht inkludiert als Planungsgrundlagen den Baugrundhauptuntersuchungsbericht und das Baugrund- und Gründungsgutachten (Konstruktionsphase) durch Bezugnahme.

In Tabelle 3-1 sind die wesentlichen Inhalte und die Verfasser sowie die Bezeichnungen der Berichte in den beiden o. a. BSH-Standards und ihre Entsprechungen in den maßgebenden Normen zusammengestellt und für das Antragsverfahren des BSH präzisiert.

Kerninhalt	**Bezeichnungen** gemäß			
	BSH-Standards (ab 2014)		**DIN**	**EC-7**
Geotechnischer Untersuchungs bericht	SVGt*	Baugrundvoruntersuchungsbericht Baugrundhauptuntersuchungs-bericht	Geotechnischer Bericht (DIN 4020)	Geotechnischer Entwurfsbericht (DIN EN 1997-1 und DIN 1054 ab 2011)
Charakteristische Werte, Baugrund-modell und Grün-dungsvorschlag	SVGt*	Baugrund- und Gründungsgutachten (Entwicklungsphase) Baugrund- und Gründungsgutachten (Konstruktionsphase)		
Standsicherheits- und Gebrauchstaug-lichkeitsnachweise	FPGt (EV)**	Geotechnischer Entwurfsbericht (ggf. mit Ergänzungsgutachten „Zyklik“)	Geotechnischer Entwurfsbericht (DIN 1054 bis 2010)	

* SVGt: Sachverständiger für Geotechnik
** FPGt (EV): Fachplaner für Geotechnik auf Seiten des Entwurfsverfassers

Tabelle 3-1: Inhalte, Bezeichnungen der und Zuständigkeiten für die Dokumente nach den Standards Baugrund und Konstruktion und Gegenüberstellung mit den entsprechenden Bezeichnungen in den maßgebenden Normen.

Die konkrete Abgrenzung der Zuständigkeitsbereiche des Sachverständigen für Geotechnik und des Fachplaners für Geotechnik obliegt dem Antragsteller.

Anmerkung:
Gemäß DIN EN 1997-1, 2.8, A Anmerkung zu (3), kann die Erstellung des Geotechnischen Berichts und des Geotechnischen Entwurfsberichts in einer Hand liegen, wenn die erforderliche Sachkunde und Erfahrung vorliegen.

Offshore-Bauwerke sind unter geotechnischen Gesichtspunkten Bauwerke mit hohem Schwierigkeitsgrad, ihre Gründungen sind nach DIN 1054 in die geotechnische Kategorie GK 3 einzustufen (Erd- und Grundbauwerke sowie geotechnische Maßnahmen mit hohem geo-technischen Risiko). Sie erfordern eine ingenieurmäßige Bearbeitung des Gründungsentwurfs durch einen Fachplaner für Geotechnik (ein geotechnischer Sachverständiger mit vertieften Kenntnissen und Erfahrungen auf diesem Gebiet). Die Abgrenzung der Aufgaben dieses Fachplaners für Geotechnik von den Aufgaben des Sachverständigen für Geotechnik gemäß dem Standard Baugrunderkundung, Teil A, Abschn. 4, ist im erforderlichen Maß durch den Antragsteller bzw. Genehmigungsinhaber zu präzisieren.

Über die Unwägbarkeiten der örtlichen Baugrundsituation hinaus sind die beschränkten Möglichkeiten deterministischer Berechnungsmodelle der Geotechnik beim Entwurf der Gründungselemente von Offshore-Bauwerken zu berücksichtigen.

Die erzielbare „Genauigkeit“ numerischer Modellberechnungen unter Einbeziehung des Baugrundes ist wegen der Implementation notwendigerweise stark vereinfachter Spannungs-Verformungsbeziehungen und Kontaktflächenbedingungen signifikant geringer als diejenige der konstruktiven Bauteile. In der Regel sind deshalb Variationen der maßgebenden geotechnischen Einflussparameter durchzuführen, mit denen ihr Einfluss auf das Entwurfsziel eingegrenzt und gezeigt wird, dass sich das Gesamtbauwerk mit ausreichender Wahrscheinlichkeit innerhalb dieser Grenzen „verhalten“ wird (Anhang 3-V).

Dieses Vorgehen ist unerlässlich für alle diejenigen Nachweise, in denen Baugrundverformungen als Ziel- oder als Einflussgröße enthalten sind, in denen Veränderungen der Bau-

grundeigenschaften zu berücksichtigen sind und in denen mangels ihrer Bestimmbarkeit Annahmen zu Modellparametern zu treffen sind.

Soweit Baugrundverformungen entwurfsrelevant sind, aber nicht mit der erforderlichen Genauigkeit vorausbestimmt werden können, sind die daraus resultierenden Probleme durch geeignete konstruktive Maßnahmen zu umgehen, wenn die Umstände es erlauben. Anderenfalls ist die Beobachtungsmethode nach DIN EN 1997 (EC 7) anzuwenden (Anhang 3-IV).

Bei zyklischen Einwirkungen auf Gründungen von Offshore-Bauwerken ist gegenüber ruhenden sowie veränderlichen Einwirkungen mit einem stark veränderten Gründungstragverhalten zu rechnen. Für den Entwurf zyklisch beanspruchter Gründungselemente existieren noch keine allgemein anerkannten oder hinreichend validierten Berechnungsmodelle. Dementsprechend enthalten die durch den vorliegenden Standard vorgegebenen Regelwerke dazu keine einheitlichen Regelungen. Für die Anwendung der durch den vorliegenden Standard vorgegebenen Regelwerke auf Offshore-WEA in der AWZ wird der Handlungsrahmen für Planungen und Prüfungen in laufenden Antragsverfahren mit den Anwendungshinweisen in den Anhängen 3-I.2, 3-I.3, 3-I.4 und 3-II angegeben.

3.2 Entwicklungsphase

3.2.1 Technische Regelwerke

Die anzuwendenden technischen Regelwerke sind in Abschnitt 3.3.1 aufgeführt.

3.2.2 Anforderungen und erforderliche Nachweise

Die Anforderungen an die geotechnischen Dokumente und die erforderlichen Nachweise in der Entwicklungsphase sind im Standard Baugrunderkundung geregelt.

3.2.3 Einzureichende Unterlagen für die 1. Freigabe

Den Unterlagen zur Erlangung der 1. Freigabe sind die folgenden geprüften geotechnischen Dokumente jeweils gemäß dem BSH Standard Baugrunderkundung beizufügen:

[Dok.-Nr. 310] Geologischer Bericht,

[Dok.-Nr. 311] Baugrundvoruntersuchungsbericht,

[Dok.-Nr. 312] Baugrund- und Gründungsgutachten (Entwicklungsphase)

[Dok.-Nr. 313] Prüfbericht zu den Dok.-Nr. 310, 311 und 312.

3.3 Konstruktionsphase

3.3.1 Technische Regelwerke

3.3.1.1 Vorschriftenhierarchie

Beim Entwurf der Gründungselemente ist nach dem Eurocode 7 vorzugehen; dazu sind die Normen des DIN in der jeweils jüngsten als Weißdruck veröffentlichten Fassung anzuwenden. Das BSH behält sich vor, einzelne Normen oder Teile davon von der Verpflichtung zur Anwendung auszunehmen.

Zusätzlich gelten die folgenden Regelungen des vorliegenden Standards:

Anhang 3-I	Berücksichtigung zyklischer Einwirkungen beim Entwurf der Gründungselemente,
Anhang 3-II	Nachweise der Grenzzustände für die Gründungselemente unter Einbeziehung zyklischer Einwirkungen,
Anhang 3-III	Dynamische Probebelastungen,
Anhang 3-IV	Anwendung der Beobachtungsmethode nach dem Eurocode 7 und
Anhang 3-V	Anwendung numerischer Methoden für geotechnische Nachweise.

Andere Regelwerke finden ggf. entsprechend den Abweichungs- und Ergänzungsregeln in Kapitel A 3 Anwendung.

Übergangsregelungen sind erforderlichenfalls im Einzelfall mit dem BSH abzustimmen.

3.3.1.2 Regelwerke für Einwirkungen

Die nationalen DIN-Normen und Regelwerke decken die Einwirkungen für Offshore-Bauwerke nicht bzw. nicht vollständig ab, so dass ergänzende Regelwerke heranzuziehen sind. Hinsichtlich der Einwirkungen werden die folgenden Normen und Richtlinien benannt, die der Entwurfsverfasser als Grundlage für die Festlegung der Lasteinwirkung auf die Gründungselemente verwenden kann:

DIN EN 61400-3	Design requirements for offshore wind turbines,
DIN 1055-4	Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 4: Windlasten,
DIN EN 1991-1-4	Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1–4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten,
API RP 2A-WSD	Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms – Working Stress Design,
GL-IV-2	GL Rules and Guidelines, IV Industrial Services, 2 Guideline for the Certification of Offshore Wind Turbines
DNV-OS-J101	DNV Offshore Standard, Design of Offshore Wind Turbine Structures

Näheres zur Ermittlung der zyklischen Einwirkungen regelt der Anhang 3-I.

3.3.1.3 Regelwerke für Bemessung und Ausführung

Der Entwurfsverfasser und der Fachplaner für Geotechnik haben die folgenden Basisnormen mit ihren Berichtigungen und normativen Verweisen einschl. der zugehörigen Ausführungsnormen anzuwenden:

Geotechnik

DIN EN 1997-1	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1: Allgemeine Regeln
DIN EN 1997-1/NA	Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln
Eurocode 7	Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Allgemeine Regeln
DIN 1054	Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau. Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1

Stahlbau
DIN EN 1993-1-1 bis -1-10

DIN EN 1993-1-1 bis -1-10/NA Nationaler Anhang (Eurocode 3)

Stahlbetonbau
DIN EN 1992-1-1

DIN EN 1992-1-1/NA Nationaler Anhang (Eurocode 2)

Beton
DIN EN 206-01 und Änderungen 1 und 2

Näheres zur Berücksichtigung zyklischer Einwirkungen auf die Gründungselemente regelt
Anhang 3-II Nachweise der Grenzzustände für die Gründungselemente unter Einbeziehung zyklischer Einwirkungen.

3.3.2 Anforderungen und erforderliche Nachweise

3.3.2.1 Sicherheitsnachweiskonzept und -verfahren, Standsicherheitsniveau

Die geotechnischen Nachweise der Tragsicherheit des Baugrundes, der Gründungselemente und ihrer Bauteile sind für Offshore-Bauwerke nach den folgenden Grundsätzen zu führen:

- Die Mechanismen der zu erwartenden Baugrund-Bauwerk-Interaktion und ihre Berücksichtigung in den Nachweisen für die Gründungselemente sind darzustellen.
- Es ist grundsätzlich ein Nachweiskonzept mit charakteristischen Bodenparametern und Teilsicherheitsbeiwerten auf der Einwirkungsseite und auf der Widerstandsseite (load and resistance factors) anzuwenden (Nachweisverfahren GEO-2 nach DIN EN 1997). Abweichungen sind in begründeten Fällen zulässig (Nachweisverfahren GEO-3 nach DIN EN 1997 o. v.), insbesondere dann, wenn die Baugrund-Bauwerk-Interaktion die eindeutige Trennung von Einwirkung und Widerstand nicht zulässt oder wenn Widerstände direkt oder indirekt von Einwirkungen abhängen (z. B. Scherwiderstände von äußeren Lasten). In diesen Fällen ist ein vergleichbares Standsicherheitsniveau darzustellen.
- Das verwendete Konzept zur Berücksichtigung der Auswirkungen zyklischer Einwirkungen in den Nachweisen ist darzustellen.
- Die Anwendbarkeit der verwendeten Nachweisverfahren ist zu belegen. Überschreitungen der belegten Anwendungsgrenzen sind zu bewerten und zu dokumentieren.
- Soweit anerkannte Nachweisverfahren nicht verfügbar sind und ein eigenes Berechnungsmodell mit Berechnungsverfahren entworfen wird, sind das Modell und das Berechnungsverfahren prüffähig darzustellen und vollständig zu dokumentieren. Soweit die hiermit erzielten Berechnungsergebnisse nicht zweifelsfrei sind und für das behandelte Problem nicht erhebliche Sicherheitsreserven des Objekts gezeigt werden, ist die Anwendbarkeit des Modells und des Verfahrens an sich und seiner Ansätze im Anwendungsfall durch ein geeignetes Mess- und Beobachtungsprogramm am Objekt zu verifizieren, diese Messungen und Beobachtungen sind notwendiger Bestandteil des Nachweises und zusammen mit dem Nachweis als solche darzustellen; dieses Vorgehen entspricht der „Beobachtungsmethode“ gemäß DIN EN 1997 (EC 7), ihre Elemente sind vollständig umzusetzen (s. Anhang 3-IV).
- Abweichungen vom Standsicherheitsniveau gemäß DIN 1054 zur Berücksichtigung der besonderen Bedingungen der Offshore-Situation sind grundsätzlich zulässig, sie sind kenntlich zu machen und zu begründen. Unterschreitungen dieses Standsicherheitsniveaus bedürfen der Zustimmung des BSH, dieses kann dazu einen geeigneten Prüfer einschalten. Bei Verwendung anderer Sicherheitskonzepte und Nachweisverfahren ist die Gleichwertigkeit der Sicherheitsaussage sachverständig darzustellen.

3.3.2.2 Materialbezeichnungen und -kenngrößen

Die verwendeten Materialbezeichnungen und -kenngrößen für die Bodenarten sind grundsätzlich nach den DIN-Normen zu bestimmen und zu bezeichnen. Abweichende oder ergänzende Verfahren und Bezeichnungen sind kenntlich zu machen und vollständig zu dokumentieren.

3.3.2.3 Baugrundmodell und charakteristische Werte der Bodenparameter

Der „Standard Baugrunderkundung – Mindestanforderungen an die Baugrunderkundung und -untersuchung für Offshore-Windparks, Offshore-Stationen und Stromkabel“ ist in seiner jeweils aktuellen Fassung anzuwenden.

Für jeden Standort von Offshore-Bauwerken ist aus der Menge der vorliegenden Erkundungsergebnisse ein standortindividuelles geotechnisches Baugrundmodell abzuleiten, das den Nachweisen zugrunde zu legen ist. Dazu ist (mindestens) ein geeignetes Berechnungsprofil (Baugrundprofil) mit den erforderlichen Bodenparametern seiner Bodenschichten anzugeben. Bei inhomogenem Untergrund kann die Formulierung eines komplexeren Baugrundmodells je Standort des Offshore-Bauwerks mit mehreren Berechnungsprofilen erforderlich sein.

Für das Baugrundmodell sind die charakteristischen Werte und deren wahrscheinliche Bandbreiten aller nachweisrelevanten Bodenkennwerte festzulegen und anzugeben. Diese Angaben müssen auf der Auswertung einer Bandbreite von Untersuchungsergebnissen und auf der erfahrungsbasierten sachverständigen Einschätzung, Korrelation und/oder Interpretation direkter und indirekter Aufschlüsse und Untersuchungen am Standort beruhen.

Die verwendeten Werte der Bodenparameter sind aus der Bandbreite der charakteristischen Werte unter Berücksichtigung ihrer Bedeutung in dem jeweils verwendeten Berechnungsmodell abzuleiten. Variationen in Modellberechnungen sind in angemessenem Umfang vorzusehen. Das gilt in gleicher Weise für Kennwerte in zyklischen oder dynamischen Untersuchungen.

3.3.2.4 Grenzzustände für Nachweise

Es sind die folgenden Grenzzustände für die Nachweise zu unterscheiden:

- Grenzzustände der Tragfähigkeit (Ultimate Limit State – ULS),
- Grenzzustände der Ermüdung (Fatigue Limit State – FLS),
- Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (Serviceability Limit State – SLS),
- Grenzzustände unter außergewöhnlicher Beanspruchung (Accidental Limit State – ALS), sofern solche gegeben sind.

3.3.2.5 Erforderliche Nachweise

3.3.2.5.1 Nachweis der Stabilität des Meeresbodens

Es ist darzustellen, dass das den Nachweisen für die Gründung und der Ermittlung der Beanspruchung der Tragstruktur zugrundeliegende Baugrundsystem beständig ist.
Im Einzelnen sind zu betrachten:

- potenzielle Reduktion der Stabilität des Meeresbodens durch äußere Einflüsse wie Strömungs- und Wellenbeanspruchung, beeinflusst durch die Unterstruktur, Erdbebeneinwirkung, Offshore-Operationen wie Rammung oder Baggerung etc.,

- potenzielle Veränderung der Geometrie des Meeresbodens durch Einflüsse wie Erosion (Kolkbildung) und Suffosion,
- potenzielle Veränderung der Anordnung der Gründungselemente durch Einflüsse wie zyklisches Kriechen des Bodens, akkumulierte Verformung (Hysterese) und
- potenzielle Veränderung der mechanischen Eigenschaften des Bodens durch Einflüsse wie Porenwasserdruckakkumulation (Verflüssigung), Verfestigung, Entfestigung.

Es ist darzustellen, dass

- entweder diese Mechanismen nicht auftreten,
- oder dass diese Mechanismen im Entwurf ausreichend berücksichtigt sind,
- oder dass diese Mechanismen bei Errichtung und im Betrieb ausreichend beobachtet und ggf. durch geeignete Maßnahmen kompensiert werden.

3.3.2.5.2 Nachweise für Gründungselemente

Es sind mindestens zu untersuchen, zu dokumentieren und in geeigneter Weise in allen Nachweisen zu berücksichtigen:

- die Verfahrenstechnik der Installation und Auswirkungen des Installationsprozesses,
- die wesentlichen Baugrund-Bauwerk-Interaktionen in beschreibender und modellierender Weise als Grundlage und Eingangsgrößen
  - für die Nachweise der äußeren Tragfähigkeit der Gründung und ihrer Elemente,
  - für die Nachweise der inneren Tragfähigkeit der Gründungselemente und
  - für die Eigenfrequenzanalyse des Offshore-Bauwerks,
- der Einfluss der Stabilitätseigenschaften des Meeresbodens entsprechend 3.3.2.5.1 auf die Standsicherheit und auf die Gebrauchstauglichkeit der Gründung, des Gesamtbauwerks und seiner Teile,
- Effekte durch zyklische und dynamische Belastung (Degradation und Bodenverflüssigung (liquefaction),
- Zwängungsbeanspruchungen von Strukturelementen und Anbauteilen durch bleibende Baugrundverformung,
- Sicherheit gegen Verlagerung von Ballastmaterial.

Für alle Nachweise der Gründungselemente sind untere und obere Schranken der relevanten Bodenparameter in ungünstiger Kombination zu berücksichtigen. Bei hinreichender Duktilität von Baugrund und Struktur können Nachweise mit charakteristischen Werten ausreichen; diese Duktilität ist zu zeigen. Für die Eigenfrequenzanalyse der Gesamtsysteme sind zumindest sowohl die jeweils kleinste als auch die jeweils größte mögliche Steifigkeit der Gründungselemente zu ermitteln und in ungünstiger Kombination zu berücksichtigen.

Für Pfahlgründungen sind speziell nachzuweisen:

- die axiale Pfahltragfähigkeit und -sicherheit,
- die laterale Pfahltragfähigkeit und -sicherheit,
- axiale Verformungs- und Verschiebungsabschätzungen
  (Setzung, Schiefstellung und Rotation),

- laterale Verformungs- und Verschiebungsabschätzungen und
- Pfahlgruppen-Effekte und Interaktionen von Einzelgründungselementen

  (z. B. bei Tripile-, Tripod- und Jacket-Strukturen).

  Der Nachweis hinreichender axialer Tragfähigkeit der Pfähle erfolgt durch eine hinreichende Anzahl dynamischer Pfahlprobebelastungen. Der Zeitpunkt der Durchführung richtet sich nach dem verwendeten Prognoseverfahren. Das Nähere dazu regelt Anhang 3-III.

Für Schwergewichtsgründungen sind speziell nachzuweisen:

- äußere Standsicherheit (Kippsicherheit, Gleitsicherheit, Grundbruchsicherheit) ggf. unter Berücksichtigung einer potenziellen Porenwasserüberdruckentwicklung,
- Baugrundbeanspruchung durch Sohlnormalspannung und Begrenzung der klaffenden Fuge und
- Setzungsabschätzungen unter Gesamtlast und Setzungsakkumulation unter zyklischer Last.

Für Sonderformen der Gründung (z. B. suction anchors, suction caissons) sind Nachweise in Analogie zu den angegebenen Nachweisen für Pfahl- und Schwergewichtsgründungen in Abstimmung mit dem BSH zu führen. Dabei können durch das BSH geeignete Prüfer eingeschaltet werden.

Für die Verformungs- und Verschiebungsnachweise sind anhand der potenziellen statischen und dynamischen Auswirkungen auf die Bauteile und auf das Bauwerk geeignete Bemessungskriterien zu definieren wie z. B. max. zulässige Auslenkung und Verdrehung am Pfahlkopf in Höhe des Meeresgrundes und am Pfahlfuß, max. Ausnutzung der seitlichen Bettungsreaktion des Baugrundes oder Mindest- oder Maximalwerte der Baugrundsteifigkeit.

Es ist eine sachverständige Beurteilung vorzunehmen in Bezug auf die Auswirkungen der folgenden Größen und ihrer zweckmäßigen Berücksichtigung in den Nachweisen:

- Installation der Gründungselemente auf das Baugrund- und Gründungssystem wie z. B. Rammung oder Einbringhilfen,
- Lageabweichungen der Gründungselemente,
- Toleranzüberschreitungen der Herstellung und
- Abweichungen der Rammtiefen.

3.3.2.5.3 Nachweise der Interaktionsverträglichkeit zwischen Gründungselementen und Tragstruktur

Für die Tragstruktur ist über die als Gebrauchstauglichkeitsnachweis erforderliche Schrägstellungsprognose hinaus darzustellen, dass die durch potenzielle Verschiebungsdifferenzen der Gründungselemente auftretenden Zwängungsbeanspruchungen der Tragstruktur mit ausreichender Sicherheit aufgenommen werden können. Die daraus ggf. resultierenden Änderungen der Einwirkungen der Tragstruktur auf die Gründungselemente sind bei den Nachweisen für die Gründungselemente in geeigneter Weise zu berücksichtigen.

3.3.2.5.4 Geotechnische Bauteilversuche

Das BSH behält sich vor, bei schwierigen Baugrundverhältnissen sowie bei nicht hinreichend erprobten Gründungs- oder Entwurfsmethoden die vorherige Herstellung von im Hinblick auf

Baugrund, Pfahlgeometrie und Installationsverfahren vergleichbaren Gründungselementen und die Erprobung ihrer Eignung für den beabsichtigten Zweck anzuordnen.

Die Untersuchungen sind so rechtzeitig durchzuführen, dass ihre Ergebnisse in der Planung angewendet werden können. Dementsprechend ist die Vorlage der geprüften Ergebnisse in der Regel für die 2. Freigabe erforderlich.

3.3.2.5.5 Weitere geotechnische Angaben und Nachweise

Alle für die entworfenen Gründungselemente getroffenen Annahmen und Voraussetzungen der baulichen Realisierung sind anzugeben.

Alle geotechnischen Nachweise, die für die entworfenen Gründungselemente während der Errichtungs- und der Betriebsphase zu erbringen sein werden (s. Kapitel 3.4.4 und 3.5.4), sind anzugeben.

3.3.3 Einzureichende geotechnische Unterlagen

3.3.3.1 Geotechnischer Entwurfsbericht

Entwurf, Berechnung und Bemessung der Gründungselemente sind in dem Geotechnischen Entwurfsbericht prüffähig darzustellen. Die diesbezüglichen formalen und inhaltlichen Vorgaben in DIN EN 1997 (EC 7) werden für Gründungen von Offshore-Bauwerken in der folgenden Form präzisiert:

Der Geotechnische Bericht des Sachverständigen für Geotechnik gemäß dem BSH-Standard Baugrunderkundung gehört zu den Grundlagen des Geotechnischen Entwurfsberichts, er ist nicht sein Bestandteil. Der Geotechnische Entwurfsbericht enthält alle relevanten Angaben und Darstellungen zum Entwurf der Gründungselemente, insbesondere:

- die Darstellung der Annahmen, die auf der Grundlage von Auswahl- und Entscheidungsspielräumen der anzuwendenden Normen getroffen wurden, und ihre Begründung. Hierzu gehören insbesondere
  - die Wahl der verwendeten Baugrundkenngrößen,
  - ggf. die Begründung der Abweichungen der verwendeten Baugrundkenngrößen von den Angaben im Geotechnischen Bericht,
  - die Festlegung der bemessungsrelevanten Einwirkungskombinationen,
  - die Einstufung der Einwirkungskombinationen in Bemessungssituationen,
  - die Zuordnung der Sicherheitsbeiwerte zu Einwirkungen und Widerständen und
  - die Darstellung der Durchführung und Bewertung von Bauteilversuchen, z. B. von Pfahlprobebelastungen einschl. konkreter Darstellung der Nachweisführung,
- die Darstellung der für die Nachweise verwendeten Ingenieurmodelle mit den getroffenen Modellannahmen und -vereinfachungen,
- die Darstellung der für die Nachweise gewählten Berechnungsverfahren mit den implizierten Voraussetzungen,
- die für die Nachweise verwendeten Werte der Baugrundkenngrößen,
- die Herleitung der Werte zusätzlich benötigter Modellparameter,
- die Ergebnisse der Nachweise der Tragfähigkeit,
- die Ergebnisse der Nachweise der Gebrauchstauglichkeit,

- die Darstellung der Angemessenheit und der Hinlänglichkeit der untersuchten Grenzzustände der Tragfähigkeit,
- die Darstellung der Angemessenheit und der Hinlänglichkeit der untersuchten Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit,
- Empfehlungen für Messungen am Bauwerk und im Baugrund (Monitoring) sowie
- ggf. die begründete Darstellung der Notwendigkeit, der Angemessenheit und der Hinlänglichkeit der Beobachtungsmethode und
- die Angabe aller während der Errichtung und des Betriebs zu erbringenden Nachweise und Verifikationen der Voraussetzungen.

Im Laufe der Bauausführung werden dem Geotechnischen Entwurfsbericht die konstruktionsspezifischen geotechnischen Ergänzungsberichte mit denjenigen Bestandteilen der Nachweise hinzugefügt, die baubegleitend zu erarbeiten sind. Hierzu gehören die Aus- und Bewertung von Bauteilversuchen wie dynamische Pfahlprobebelastungen, die Dokumentation und Beurteilung von Installationsprotokollen (Rammprotokolle, Injektionsprotokolle etc.) sowie die Aus- und Bewertung der Auswirkungen von Abweichungen der Installationsergebnisse von den Annahmen, Voraussetzungen und Vorgaben im geotechnischen Entwurfsbericht.

3.3.3.2 Die Geotechnische Bestandsdokumentation (Geotechnischer Installationsbericht)

Nach Abschluss der Installation der Gründungselemente ist ein geprüfter Geotechnischer Installationsbericht vorzulegen. Der Geotechnische Installationsbericht bildet den „Geotechnischen Teil der Bestandsdokumentation“.

Ausgehend vom Geotechnischen Entwurfsbericht enthält dieser Installationsbericht alle für die Standsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit der Gründungselemente relevanten Angaben der durchgeführten Installation, insbesondere die Übereinstimmungen mit und die Abweichungen von den Annahmen, Voraussetzungen und Vorgaben für die Nachweise des Geotechnischen Entwurfs entsprechend Kapitel 3.3.3.1.

3.3.3.3 Ergänzungsberichte zum Geotechnischen Entwurfsbericht

Soweit sich die für die Sicherheitsnachweise erforderlichen Daten und Erkenntnisse erst während der Installation der Gründungselemente ergeben, sind durch den Fachplaner für Geotechnik entsprechende Ergänzungsberichte zum Geotechnischen Entwurfsbericht auszuarbeiten. Der Bezug zum Geotechnischen Entwurfsbericht gemäß Abschnitt 3.3.3.1 ist darin anzugeben.

Soweit die installierten Gründungselemente von den Annahmen, Voraussetzungen und Vorgaben für die Nachweise des Geotechnischen Entwurfsberichts abweichen, sind Ergänzungsberichte zum Geotechnischen Entwurfsbericht auszuarbeiten, mit denen die Nachwei se der Standsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit der Gründungselemente unter den abweichenden Bedingungen geführt werden.

3.3.3.4 Einzureichende Unterlagen für die 2. Freigabe

Den Antragsunterlagen zur Erlangung der 2. Freigabe sind die folgenden geprüften geotechnischen Dokumente beizufügen:

jeweils gemäß dem BSH Standard Baugrunderkundung:

[Dok.-Nr. 320] Baugrundhauptuntersuchungsbericht,

[Dok.-Nr. 321] Baugrund- und Gründungsgutachten (Konstruktionsphase) sowie

[Dok.-Nr. 322] Geotechnischer Entwurfsbericht und

[Dok.-Nr. 323] ggf. Ergänzungsgutachten zur zyklischen Lasteinwirkung („Zyklik“),

[Dok.-Nr. 324] Bericht des ausführenden Unternehmens der dynamischen Pfahlprobebelastungen mit Angaben zu den geplanten Sensoren, deren Anbringung und der geplanten Kabelverlegung,

[Dok.-Nr. 325] Bestätigung der Machbarkeit der dynamischen Pfahlprobebelastungen durch den Entwurfsverfasser unter Berücksichtigung aller relevanten Einflüsse beim Installationsvorgang für die Gründung (z. B. Berücksichtigung eines Kofferdamms bei Anbringung von Sensoren und Kabelverlegung),

[Dok.-Nr. 326] Prüfbericht(e) zu Dok.-Nr. 320, 321, 322, 323, 324 und 325.

3.3.3.5 Einzureichende Unterlagen für die Beantragung der 3. Freigabe

Den Antragsunterlagen zur Erlangung der 3. Freigabe sind die folgenden geprüften geotechnischen Dokumente beizufügen:

[Dok.-Nr. 330] Konstruktions- oder projektspezifische geotechnische Ergänzungsberichte,

[Dok.-Nr. 331] Prüfbericht zu Dok.-Nr. 330.

Die ggf. außerdem für die Beantragung der 3. Freigabe einzureichenden geotechnischen Ergänzungsbe richte richten sich nach den jeweiligen projektspezifischen Maßgaben der vorangegangenen Freigaben, Erlaubnisse, Genehmigungen und Verfügungen des BSH.

3.4 Ausführung

3.4.1 Vorbemerkungen

Die Installation der Gründungselemente sowie ggf. die planmäßige Vorbereitung der Baugrundsituation nehmen Einfluss auf die bestimmungsgemäße Funktionalität der Gründung und sind unter diesem Gesichtspunkt zu planen und durchzuführen.

Die Fertigungsüberwachung der Gründungselemente richtet sich nach den entsprechenden Regeln der Tragwerke im Kapitel 2.4.2.1.

3.4.2 Technische Regelwerke

Die während der Bauausführung der Gründungselemente anzuwendenden technischen Regelwerke folgen aus der DIN EN 1997 (Eurocode 7) mit ihren normativen Verweisen.

3.4.3 Anforderungen und erforderliche Nachweise

Bei der Installation der Gründungselemente kommen spezialtiefbauliche Verfahren zum Einsatz, die auf Seiten des Genehmigungsinhabers einer sachverständigen örtlichen Überwachung sowie einer Prüfung durch den Prüfbeauftragten bedürfen.

Während der Bauausführung der Gründungselemente sind von der sachverständigen Überwachung alle zur Beurteilung des Installationserfolges und zur Verifikation der geotechnischen

Entwurfsannahmen und -voraussetzungen erforderlichen Feststellungen zu treffen und für den geotechnischen Installationsbericht zu dokumentieren.

3.4.4 Geotechnische Unterlagen für die Betriebsfreigabe

[Dok.-Nr. 340] Geotechnische Bestandsdokumentation gemäß Kapitel 3.3.3.2,

[Dok.-Nr. 341] Bericht über die Ergebnisse der dynamischen Pfahlprobebelastungen,

[Dok.-Nr. 342] Ergänzungsberichte zum Geotechnischen Entwurfsbericht und geprüfte sonstige Berichte entsprechend den Maßgaben des BSH,

[Dok.-Nr. 343] Prüfbericht(e) zu Dok.-Nr. 340, 341 und 342.

3.5 Betrieb

3.5.1 Vorbemerkungen

Grundsätzlich unterliegen Gründungselemente nach ihrer sach- und fachgerechten Installation während des Betriebes der Anlagen keinen besonderen betrieblichen Anforderungen.

Zur Überprüfung des Gesamtverhaltens der Gründungselemente während der Betriebsphase sind an repräsentativen Standorten für Offshore-WEA, die in Abstimmung mit dem Sachverständigen für Geotechnik ausgewählt werden, im Bereich der Gründungselemente Größen wie Verschiebungen, Verformungen, Bauteilspannungen oder Frequenzen zu messen und aufzuzeichnen (Monitoring). Anhand der Ergebnisse ist die Übereinstimmung der Boden-Bauwerksinteraktion mit den Entwurfs- und Planungsergebnissen im Rahmen der Wiederkehrenden Prüfungen sachverständig zu überprüfen und zu beurteilen.

Für alle Arten von Offshore-Bauwerken können sich besondere betriebsbegleitende Erfordernisse aus spezifischen Installationsresultaten oder aus besonderen Anforderungen neuartiger Gründungsprinzipen ergeben.

Betriebsbegleitende Maßnahmen sind regelhaft bei der Anwendung der Beobachtungsmethode als Standsicherheitsnachweis für die Gründungselemente durchzuführen.

3.5.2 Technische Regelwerke

Die während des Betriebs anzuwendenden geotechnischen Regelwerke ergeben sich aus DIN EN 1997 (EC 7) mit ihren Verweisen und richten sich nach den entwurfsspezifischen Merkmalen der Gründungselemente.

3.5.3 Anforderungen und erforderliche Nachweise

Die Anforderungen und die erforderlichen Nachweise richten sich nach den jeweiligen projektspezifischen Maßgaben der Freigaben, Erlaubnisse, Genehmigungen und Verfügungen des BSH.

3.5.4 Einzureichende Unterlagen zur Aufrechterhaltung der Betriebserlaubnis

Die einzureichenden Unterlagen zur Aufrechterhaltung der Betriebserlaubnis richten sich nach den jeweiligen projektspezifischen Maßgaben der Freigaben, Erlaubnisse, Genehmigungen und Verfügungen der Genehmigungsbehörde für den Betrieb.

3.6 Rückbau

3.6.1 Vorbemerkungen

Art und Umfang des Rückbaus der Gründungselemente richten sich nach den jeweiligen projektspezifischen Maßgaben der vorangegangenen Freigaben, Erlaubnisse, Genehmigungen und Verfügungen des BSH.

3.6.2 Technische Regelwerke

Die für den Rückbau anzuwendenden geotechnischen Regelwerke ergeben sich aus DIN EN 1997 (EC 7) mit ihren Verweisen und richten sich nach den entwurfsspezifischen Merkmalen der Gründungselemente.

3.6.3 Anforderungen und erforderliche Nachweise

Die erforderlichen geotechnischen Nachweise richten sich nach den jeweiligen projekt-spezifischen Maßgaben der vorangegangenen Freigaben, Erlaubnisse, Genehmigungen und Verfügungen des BSH.

3.6.4 Einzureichende Unterlagen für die Rückbaufreigabe und die Abschlusserklärung

Die einzureichenden geotechnischen Unterlagen für die Rückbaufreigabe und die Abschlusserklärung richten sich nach den jeweiligen projektspezifischen Maßgaben der vorangegangenen Freigaben, Erlaubnisse, Genehmigungen und Verfügungen des BSH.

4 Rotor-Gondel-Baugruppe

4.1 Vorbemerkungen

Für die vorgesehene Rotor-Gondel-Baugruppe (RGB) ist in der Regel eine Typenzertifizierung vorzulegen. Für eine Pilotanlage oder für eine aufgrund zeitlicher Vorgaben nicht oder noch nicht typenzertifizierungsfähige Neuentwicklung ist im Einzelfall ausnahmsweise auch die Vorlage eines anderen geeigneten Zertifikats für die RGB zulassungsfähig. Aufgabe der Typenzertifizierung sowie auch der ausnahmsweise zulässigen anderweitigen Zertifizierung ist die sachverständige Prüfung und Bestätigung, dass der Turbinentyp in Konformität mit den zu Grunde liegenden Normen bzw. Richtlinien konstruiert und dokumentiert wurde und auf dieser Basis gefertigt werden kann. Dabei sind marine Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen. Für die Typenzertifizierung ist der normen- bzw. richtlinienkonforme Offshore-Betrieb der WEA nachzuweisen.

Hieraus ergeben sich folgende Aufgaben für die Typenzertifizierung:

- Konstruktionsbewertung des Turbinentyps:
  - Lastannahmen,
  - Betriebsführung und Sicherheitskonzept,
  - Rotorblätter (einschließlich statischer bzw. dynamischer Blatttests, soweit im Rahmen der zur Anwendung kommenden Typenzertifizierungsrichtlinie gefordert)
  - Maschine,
  - optional Turm (ohne Unterstruktur, jedoch einschl. Anbindung des Turmes an die Unterstruktur und deren Eigenschaften, sofern notwendig für die Bewertung der anderen Komponenten, z. B. Steifigkeitsannahmen),
  - Elektrotechnik und Blitzschutz sowie
  - Inbetriebnahmeüberwachung bei einer der ersten Offshore-WEA des geprüften Typs.
- Umsetzung der konstruktiven Anforderungen in der Fertigung und Montage; eine einmalige Fertigungsüberwachung und Besichtigung des Produktionsablaufes stellt sicher, dass die in den Ausführungsunterlagen festgelegten konstruktiven Anforderungen an Fertigung und Montage im Fertigungsbetrieb umgesetzt werden können.
- QM-System des Herstellers von Offshore-WEA: ein wirksames zertifiziertes Managementsystem gemäß ISO 9001 (Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen) ist nachzuweisen. Ist dieses nicht vorhanden, so kann alternativ in Abstimmung mit dem Prüfbeauftragten eine Prüfung des Qualitätsmanagements in Anlehnung an ISO 9001 erfolgen.
- Prototypmessungen.

An einem der ersten Prototypen (z. B. Prototyp an Land) sind folgende Messungen bzw. Tests durchzuführen:

- Beanspruchung,
- Leistungskurve,
- Anlagenverhalten.

Nach Vorliegen des Typenzertifikats erfolgen die projekt- und standortspezifischen Prüfungen sowie Überwachungsleistungen (s. Kapitel 1).

4.1.1 Technische Regelwerke

Als übergeordnete Regelwerke zur Zertifizierung von Offshore-WEA werden benannt:

DIN EN 61400-22	Windenergieanlagen – Teil 22: Konformitätsprüfung und Zertifizierung,
DIN EN 61400-3	Windenergieanlagen – Teil 3: Auslegungsanforderungen für Windenergieanlagen auf offener See,
GL-IV-2	GL Rules and Guidelines, IV Industrial Services, 2 Guideline for the Certification of Offshore Wind Turbines

Im Folgenden wird eine Typenzertifizierung basierend auf den oben genannten Regelwerken als „Offshore-Typenzertifizierung“ bezeichnet.

Regelwerke zur Zertifizierung von Onshore-WEA sind nicht ausreichend, da die marinen Bedingungen darin nicht abgedeckt sind. Eine Erweiterung eines bestehenden „Onshore-Typenzertifikats“ unter Anwendung der oben genannten Offshore-Regelwerke kann in Absprache mit dem Prüfbeauftragten erfolgen.

4.2 Entwicklungsphase

4.2.1 Vorbemerkungen

Im Rahmen der Entwicklungsphase erfolgt in der Regel noch keine Festlegung auf einen konkreten Offshore-WEA-Typ. Jedoch ist für die Beurteilung der technischen Machbarkeit und für die Erstellung eines Vorentwurfs von Gründungskonzepten ein Mindestmaß an technischen Eckdaten zur Rotor-Gondel-Baugruppe erforderlich. Diese werden als Spannbreite oder in Form von Maximalangaben dargestellt, um verschiedene Anlagentypen berücksichtigen zu können.

4.2.2 Anforderungen und erforderliche Nachweise

Innerhalb der Entwicklungsphase sind folgende Eckdaten zur Beschreibung der Offshore-WEA einzureichen:

- Rotordurchmesser,
- Nabenhöhe (über Seekartennull),
- Bemessungsleistung,
- Anlagentyp (Achsrichtung, Leistungsregelung, Anzahl Rotorblätter, Luv- oder Leeläufer): weicht der geplante Anlagentyp vom derzeitigen Stand der Technik (horizontale Drehachse, drehzahlvariabel, Blattverstellung, Luvläufer) ab, so ist an dieser Stelle eine genauere Beschreibung der geplanten Anlage einzureichen, welche ein vollständiges technisches Datenblatt einschließt.
- Anlagenanzahl und Windparkkonfiguration (Aufstellmuster und zugehörige Anlagentypen)

Diese Eckdaten sind als „von–bis“ oder Maximalwerte einzureichen. Eine Festlegung auf einen konkreten Anlagentyp ist somit in der Entwicklungsphase noch nicht erforderlich. Für den Vorentwurf von Gründungskonzepten sind ggf. vorläufige Lastannahmen der Rotor-Gondel-Baugruppe bereitzustellen.

4.3 Konstruktionsphase

4.3.1 Vorbemerkungen

In den folgenden Betrachtungen wird davon ausgegangen, dass mit Beginn der Konstruktionsprüfung der WEA-Typ ausgewählt wurde und für selbigen ein gültiges Offshore-Typenzertifikat vorliegt. Für eine Pilotanlage oder für eine aufgrund zeitlicher Vorgaben nicht oder noch nicht typenzertifizierte Neuentwicklung ist nach Klärung im Einzelfall die Vorlage eines anderen geeigneten Zertifikats für die RGB zulassungsfähig.

Nach Vorliegen der Prüfberichte für Standortbedingungen, Lastannahmen und Tragstruktur wird in der Regel die Konformitätsbescheinigung für die Rotor-Gondel-Baugruppe vom Prüfbeauftragten ausgestellt. Das Ausstellen der Konformitätsbescheinigung bildet den Abschluss der Konstruktionsprüfung.

Voraussetzung für das Ausstellen der Konformitätsbescheinigung ist, dass die RGB (Betriebsführungs- und Sicherheitssystem, Maschine, Rotor, E-Technik) gegenüber der bereits typenzertifizierten Offshore-WEA unverändert ist, dass die standortspezifischen Lasten für die RGB nicht die zulässigen Lasten der Typenzertifizierung überschreiten und der Einfluss mariner Umgebungsbedingungen durch Klimatisierung, Korrosionsschutz u. a. in der Typenzertifizierung bereits berücksichtigt wurden.

4.3.2 Anforderungen und erforderliche Nachweise

Aufbauend auf den Standortbedingungen und den Entwurfsgrundlagen sowie dem Betriebsführungs- und Sicherheitskonzept der Offshore-WEA sind die auslegungsrelevanten standortbezogenen Lastfälle zu definieren. Der Umfang der Lastfalldefinitionen wird vom Prüfbeauftragten bewertet. Es wird empfohlen, die Bewertung der Lastfälle durch den Prüfbeauftragten durchführen zu lassen, bevor die Simulation und Berechnung der Lastannahmen beginnt, um Mehrfachsimulationen zu vermeiden. Es sind alle Lastfälle zu berücksichtigen, die zum Nachweis der strukturellen Integrität der Offshore-WEA erforderlich sind.

Grundsätzlich wird zwischen Betriebsfestigkeitslasten zum Nachweis der Betriebsfestigkeit und Extremlasten zum Nachweis der allgemeinen Standsicherheit (Festigkeit, Stabilität, äußere Standsicherheit) unterschieden. Die Betriebsfestigkeitslasten müssen den Betrieb der Offshore-WEA über die designierte Lebensdauer von mindestens 20 Jahren repräsentieren. Liegt die designierte Lebensdauer unterhalb der Genehmigungsdauer von 25 Jahren, so ist rechtzeitig vor Ablauf der designierten Lebensdauer ein Nachweis über den Weiterbetrieb einzureichen (z. B. in Anlehnung an „DNV-GL-Richtlinie für den Weiterbetrieb von WEA“). Die Extremlasten müssen alle Ereignisse erfassen, die unter Beachtung der Wahrscheinlichkeit ihres gleichzeitigen Auftretens zu den höchsten Lasten führen können (z. B. „50-Jahres-Bö“, die „50-Jahres-Welle“, extreme Schräganströmung des Rotors, Schiffsanprall durch Serviceschiff, Eisdruck).

Die Kombination von externen Bedingungen und Anlagenzuständen ist für das jeweilige Projekt und den Standort entsprechend den oder erforderlichenfalls in Anlehnung an die gültigen Richtlinien und Normen darzustellen und zu begründen. Die Teilsicherheitsfaktoren der Einwirkungen der verwendeten Regelwerke sind zu beachten. Die Berechnungsmethoden, z. B. Simulationsverfahren, Anzahl der Realisierungen und Kombination von Wind- und Wellenlasten, sind zu beschreiben, ggf. vereinfachende Annahmen sind zu begründen.

Nach Festlegung und Bewertung der Lastfalldefinitionen sind Lastberechnungen unter Berücksichtigung der kompletten Strukturdynamik durchzuführen und dem Prüfbeauftragten zur Prüfung vorzulegen. Der Prüfbeauftragte prüft die Plausibilität der Lastannahmen und der Ergeb-

nisse anhand exemplarischer Berechnungen. Der Vergleich der Parallelberechnungen mit denen der vorgelegten Lastberechnungen ist die Grundlage für die Entscheidung über die Akzeptanz der Lastannahmen und für die Ausstellung des Prüfberichtes für die Lastannahmen.

Liegen die standortspezifischen Lastannahmen unterhalb derer aus der Typenzertifizierung, so kann die Konformitätsbescheinigung für die standortspezifische Konstruktionsprüfung der RGB ausgestellt werden.

Liegen die standortspezifischen Lastannahmen oberhalb derer aus der Typenzertifizierung, so ist eine Spannungsreservebetrachtung für alle von der Lasterhöhung betroffenen Komponenten durchzuführen sowie ggf. eine Konstruktionsanpassung erforderlich und zur Prüfung einzureichen. In diesem Fall wird die Konformitätsbescheinigung für die standortspezifische Konstruktionsprüfung der RGB nach Prüfung der Spannungsreserven und ggf. der Konstruktionsanpassungen ausgestellt.

4.3.3 Einzureichende Unterlagen für die Beantragung der 2. Freigabe

[Dok.-Nr. 420] Offshore-Typenzertifikat des Anlagentyps mit zugrunde liegenden Prüfberichten und Konformitätsbescheinigungen,

[Dok.-Nr. 421] Standortspezifische Lastannahmen einschl. Reservenachweis,

[Dok.-Nr. 422] Standortspezifische Anpassungen der RGB, wenn erforderlich und

[Dok.-Nr. 423] Prüfbericht zu Dok.-Nr. 421 und 422 und Konformitätsbescheinigung zur standortspezifischen Konstruktionsprüfung.

4.4 Ausführungsphase

Die Anforderungen an die Ausführungsphase sind in Kapitel 1.3.4 geregelt. Die bei der Fertigungsüberwachung zu berücksichtigenden Komponenten und zugehörigen Fertigungsprozesse der RGB sind nach Kapitel 1.3.4 und 2.4.2.1 projektspezifisch festzulegen, umfassen aber mindestens die folgenden Hauptkomponenten:

- Rotorblätter,
- Rotornabe,
- Rotorwelle oder Achszapfen,
- Maschinenträger,
- Gondelmontage und
- andere Bauteile, durch deren Versagen die RGB zerstört oder Menschen gefährdet werden.

4.5 Betriebsphase

Der ordnungsgemäße Betrieb der RGB ist für die strukturelle Integrität und damit die Standsicherheit der Offshore-WEA wesentlich. Die Anforderungen an die Betriebsphase sind neben den Kapiteln 1.3.5 und 2.5.3 in Tabelle 4-1 beschrieben.

Baugruppe	Prüfgegenstand
Rotorblatt	Beschädigung der Oberfläche, Risse, Strukturunstetigkeiten des Blattkörpers. (Inspektion von einer Hub- oder Steigeinrichtung aus oder mit Hilfe der Seilzugtechnik: visuelle Begutachtung und Untersuchung der Struktur mit geeigneten Verfahren (z. B. Klopfen, Ultraschall)) Vorspannung der Schraubenverbindungen. Beschädigung der Blitzschutzeinrichtungen.
Triebstrang	Dichtigkeit, ungewöhnliche Geräusche, Zustand des Korrosionsschutzes, Schmierzustand, Vorspannung der Schraubenverbindungen, Zustand des Getriebes
Maschinenhaus und kraft- und momentübertragende Komponenten	Korrosion, Risse, ungewöhnliche Geräusche, Schmierzustand, Vorspannung der Schraubenverbindungen
Hydrauliksystem, Pneumatiksystem	Beschädigung, Dichtigkeit, Korrosion, Funktion
Sicherheitseinrichtungen, Messaufnehmer und Bremssysteme	Funktionskontrollen, Einhalten der Grenzwerte, Beschädigung, Verschleiß
Unterlagen	Vollständigkeit, Einhaltung der Auflagen, Ausführung, Prüfungsunterlagen, regelmäßige Durchführung der Wartung, ggf. Ausführung von Änderungen/Reparaturen gemäß Genehmigung.

Tabelle 4-1: Mindestanforderungen an die WKP für die RGB der Offshore-WEA.

4.5.1 Anforderungen und erforderliche Nachweise

4.5.1.1 Bewertungskriterien für die Wiederkehrenden Prüfungen

Die Bewertungskriterien der WKP sind anlagen- und standortbezogen im Prüf- und Inspektionsplan festzulegen.

4.5.1.2 Umfang der Wiederkehrenden Prüfungen

Es wird die Standsicherheit der RGB einschl. der Funktion des Sicherheitssystems und der Bremssysteme geprüft. Die Gegenstände der WKP sind in Kapitel 2.5.3 (tragende Strukturen für die RGB) und in Tabelle 4-1 angegeben.

4.5.1.3 Prüfintervalle der Wiederkehrenden Prüfungen

Wiederkehrende Prüfungen der RGB sind jährlich an 25 % der WEA eines Offshore-Windparks durchzuführen, sodass nach jeweils vier Jahren alle RGB inspiziert worden sind. Gezählt wird dabei ab der Aufnahme des Probebetriebs.

Auf Grundlage von gesammelten Erfahrungswerten und dem Nachweis durch Prüfung des Zustandes kann in Abstimmung mit dem Prüfbeauftragten und dem BSH von den jährlich festen Prüfintervallen abgewichen werden.

4.5.2 Einzureichende Unterlagen für die Aufrechterhaltung der Betriebserlaubnis

[Dok.-Nr. 450] Jährlicher, für alle RGB zusammenfassender Prüfbericht des Prüfbeauftragten (Zusammenfassung der Ergebnisse der Wiederkehrenden Prüfungen, vgl. Kapitel 1.3.5 und 2.5.3),

[Dok.-Nr. 452] Konformitätsbescheinigung zum Betrieb (einschl. der Wiederkehrenden Prüfungen) aller RGB im Windpark.

4.6 Rückbau

Die Anforderungen an den Rückbau sind in Kapitel 2.6 geregelt.

5 Betriebsstruktur von Offshore-Stationen (Topside)

5.1 Vorbemerkungen

Für die Betriebsstruktur der Offshore-Station (Topside) einschl. ihrer tragenden Bestandteile wie z. B. im Fall von selbsterrichtenden Offshore-Stationen ist der Nachweis zu erbringen, dass die Struktur widerstandsfähig gegen die Einflüsse und Beanspruchungen aus standortspezifischen Anforderungen und den anzuwendenden Normen, Vorschriften und Richtlinien ist. Hierbei sind die standortspezifischen externen Bedingungen wie z. B. Windbedingungen und Eisansatz sowie Besonderheiten zu berücksichtigen.

Bei allen im Folgenden aufgeführten Bauteilnachweisen ist stets zu überprüfen, ob der Nachweis oder zumindest Teile davon am statischen Gesamtsystem zu führen ist bzw. sind.

In einem frühen Stadium der Planung sind eine funktionale Beschreibung der Offshore-Station und erforderlichenfalls weitergehende Konzepte zwecks Beschreibung von Art, Umfang und Ausgestaltung der Betriebsstruktur (Topside) zu erstellen; die funktionale Beschreibung stellt die Grundlage für die Entwicklung und Konstruktion des Gesamtbauwerks dar und wird im weiteren Projektverlauf durch Konkretisierung in Form detaillierter Konzepte und Entwürfe für die konstruktive Ausgestaltung der Offshore-Station fortgeschrieben. Die funktionale Beschreibung und die darauf abgestellten Konzepte sind beim Prüfbeauftragten einzureichen, der darüber für die jeweiligen Freigaben Prüfberichte und Konformitätsbescheinigungen erstellt, siehe Tabelle 1-2.
Die Erstellung der funktionalen Beschreibung und Konzepte soll ferner sicherstellen, dass frühzeitig konstruktive und bauliche Anforderungen aus dem Arbeitsschutz im Rahmen der jeweils möglichen Konkretisierung ausreichende Berücksichtigung finden.

Eine Prüfung des Designs sowie Inspektionen in der Ausführungs- und Betriebsphase für Hoch- und Mittelspannungskomponenten auf den Offshore-Stationen (einschließlich der Hoch- und Mittelspannungskabel) ist für die Erlangung der Freigaben nicht erforderlich.

5.1.1 Einteilung in Gefahren-, Schutz- und Sicherheitsbereiche

Offshore-Stationen und ihre unmittelbare Umgebung, die im Rahmen eines Projekts genauer festzulegen sind, sind entsprechend ihrer Nutzung und den damit einhergehenden Gefährdungen in räumlich getrennte Bereiche zu unterteilen. Diese Einteilung stellt konstruktive oder technische Anforderungen an den jeweiligen Bereich.
Gefahrenbereiche sind Bereiche, in denen mit Gefährdung der sich dort und in unmittelbarer Umgebung aufhaltenden Personen gerechnet werden muss. Dies sind z. B. Bereiche, in denen gefährliche Güter gelagert oder umgefüllt werden, explosionsgefährdete Bereiche, Bereiche mit erhöhter Brandgefahr, Bereiche mit Lasthandhabung (Kranarbeiten) oder Bereiche mit erhöhter Absturzgefahr.

Gefahrenbereiche mit hohem Gefährdungspotential (z. B. explosionsgefährdete Bereiche und Bereiche mit hohen Brandlasten bzw. Brandrisiken) müssen von Schutzbereichen getrennt werden, die erhöhte Anforderungen an den Schutz der sich in diesem Bereich aufhaltenden Personen stellen (z. B. Übernachtungsräume, Aufenthaltsräume, Wege und Einrichtungen für Flucht und Evakuierung).

Sicherheitsbereiche sind Bereiche, die zweckdienlich sind, um einerseits den Betrieb der Offshore-Station sicherzustellen und andererseits unbefugte Personen vor Gefährdungen zu schützen. Dies können z. B. Bereiche der elektrischen Starkstromanlagen (Hochspannung),

Schaltzentralen, Trafoanlagen, technische Bereiche für den Notbetrieb, Hubschrauberlandedecks, Windenbetriebsflächen (Abwinschplattform), oder Schiffsanleger (Boat Landing) sein.

Gefahrenbereiche außerhalb der Offshore-Station sind insoweit zu berücksichtigen und festzulegen, dass z. B. Gefährdungen durch herabfallende Teile o. ä., durch Kollisionen oder durch die Verdriftung von Rauch und Feuer auf umliegende bauliche Anlagen oder Wasserfahrzeuge möglichst gering gehalten werden.

Weiterhin müssen Gefahrenbereiche von Sicherheitsbereichen getrennt werden, deren Funktion und Ausstattung für den sicheren Betrieb der Offshore-Station unentbehrlich ist.
Bereits in der Entwicklungsphase der Offshore-Station sind Gefahren-, Schutz- und Sicherheitsbereiche in einem Übersichtsplan darzustellen und in der anschließenden Konstruktionsphase detaillierter fortzuschreiben.

5.2 Entwicklungsphase

5.2.1 Vorbemerkungen

Ausgangspunkt ist eine funktionale Beschreibung der Offshore-Station zum Zweck der belastbaren und prüffähigen Darstellung der Sicherheit aller Personen und der Umwelt. Dies umfasst alle Betriebsphasen und -zustände sowie Notsituationen. Die funktionale Beschreibung bildet die Grundvoraussetzung für die Konstruktion des Offshore-Bauwerks, wobei Anforderungen aus dem Arbeitsschutz in konstruktiver Weise iterativ im weiteren Planungsfortschritt zu berücksichtigen, durch detaillierte Konzepte zu konkretisieren und diese beim Prüfbeauftragten zur Prüfung einzureichen sind.
Bereits in der Entwicklungsphase sollte die Konstruktion auf einer in sich geschlossenen und auf das jeweilige Gesamt-Bauwerk abgestimmten Sicherheitsbewertung nach den Anforderungen des Arbeitsschutzes basieren. Es ist sinnvoll, diese funktionalen und technischen Anforderungen, welche die Topside spätestens zum Zeitpunkt der Konstruktionsphase in der Ausführungsplanung aufzuweisen hat, frühzeitig beim Entwicklungsprozess zu berücksichtigen. Gemäß Kap. 5.2.4 ist nur der Prüfbericht des Prüfbeauftragten zu dieser Studie beim BSH zum Zeitpunkt der Entwicklungsphase einzureichen. Folgende Aspekte im Hinblick auf ihre konstruktive Umsetzung in der funktionalen Beschreibung und ggf. einzelnen Konzepten dienen hier als thematische Vorschläge, welche die geplanten Funktionsweisen der Betriebsstruktur (Topside) nachvollziehbar beschreiben sollten:

- Betriebskonzeption (einschl. Transport, Installation, Inbetriebnahme, Wartung, Stilllegung und Rückbau):
  - Betriebssituationen wie z. B. Normalbetrieb einschl. Winterbetrieb, Störfall- oder Notbetrieb,
  - Transport und Installationsbedingungen
  - Betriebsarten wie z. B. Bemannung, Mutter-Tochter-Prinzip,
  - Räumlichkeiten (z. B. Anlagenbereiche, Unterkünfte, Büroräume, Sozialräume, Erste-Hilfe-Raum, Werkstätten, Lager, Kontroll- und Kommunikationsräume),
  - operative oder wetterbedingte Begrenzungen wie z. B. sichere Erreichbarkeit von Anlagenteilen,
- Bauwerksverhalten im Fall einer Schiffskollision,
- Einteilung in Schutz- und Gefahrenbereiche (Explosionsbereiche, Hochspannungsbereiche u. a.) gemäß den Anforderungen des Arbeitsschutzes und den daraus resultierenden konstruktiven Anforderungen,

- konstruktive Konzepte aus der Sicht des Brand- und Explosionsschutzes für die unterschiedlichen Brandszenarien (Trafo, Wohnbereich, Werkstätten, Lager, Tanks u. a.):
  - Darstellung von Brandabschnitten,
  - Branderkennungssystem (Branderkennung z. B. auf Decks und in Räumen),
  - Brandschutz (passiv (z. B. dickere Wände) und aktiv (stationäre und mobile Brandbekämpfungseinrichtungen)),
- Ver- und Entsorgung (nach dem Prinzip „as low as reasonably practicable“ – ALARP):
  - Bunkerkonzept,
  - Betankungskonzept,
  - Abfallkonzept,
  - Abwasserkonzept,
  - Abpumpkonzept,
  - Betrachtung von Umweltaspekten (z. B. MARPOL) sowie
  - Anforderungen an Auffang- und Drainagesysteme (speziell beim Hubschrauberlandedeck),
- Notfallmanagement:
  - Evakuierung, wie z. B. Fluchtwege, primäre und sekundäre Rettungsmittel,
  - Notversorgung,
- Transport und Zugang:
  - Verwendung und Anzahl von Zugangssystemen: Schiffsanleger (Boat Landing); Windenbetriebsfläche (Abwinschplattform); Hubschrauberlandedeck u. a.,
  - Transport und Lasthandhabung (Kranarbeitsbereiche u. a.),
- geplante Methode und zeitlicher Ablauf, zu Errichtung, Installation, Betrieb und Rückbau,
- Einrichtungskonzeption (bei Wohnmodulen),
- Sicherheitsaspekte für Layout und Einrichtungen und
- Sicherheitsanforderungen und funktionelle Anforderungen an Ausrüstungen.

5.2.2 Technische Regelwerke

Die technischen Regelwerke zur Tragstruktur sind in Kapitel 2.3.1 aufgeführt.

In Bezug auf die stahlbauliche Bemessung der Betriebsstruktur für Offshore-Stationen wird auf den Anhang 5 (Anwendungshinweise für den Standard „Konstruktive Ausführung von Offshore-Windenergieanlagen“ des BSH) hingewiesen.

5.2.3 Anforderungen und erforderliche Nachweise

Ergänzend zu den unter Kapitel 2 und 3 aufgeführten Angaben enthält die Entwurfsgrundlage folgende Angaben:

- funktionale Spezifikationen und Anforderungen an die primären und sekundären Tragstrukturen der Offshore-Station,
  - Standortbedingungen der Betriebs- und Tragstruktur der Offshore-Station
  - Einflugschneise für Hubschrauber, sofern vorgesehen,
  - vorläufiges Kabel-Layout und Trassenführung sowie
  - max. Bauwerkshöhe

- konzeptionelle Berücksichtigung der folgenden Bereiche: Explosionsschutzbereiche, Lärmbereiche, Flucht- und Rettungswege, Winsch- und Hubschrauberbereich, Kranbereiche, Sicherheitsbereiche für die Elektrotechnik, Steuerungs- und Fernwirksysteme sowie Kommunikationssysteme. Diese konzeptionellen Erläuterungen sind ebenso wie die unter Kapitel 5.2.1 angegeben thematischen Vorschläge zu handhaben und dienen der frühzeitigen konstruktiven Berücksichtigung der sicherheitsbezogenen Belange, welche spätestens zur Konstruktionsphase im Detail darzustellen sind. Diese konzeptionellen Erläuterungen sind mit dem Prüfbeauftragten abzustimmen, der dazu einen Prüfbericht (Dok.-Nr. 510) erstellt (siehe Kap. 5.2.4)
- Zeichnerische Darstellung der Vorentwürfe.

5.2.4 Einzureichende Unterlagen für die 1. Freigabe

[Dok.-Nr. 510] Prüfbericht des Prüfbeauftragten zur funktionalen Beschreibung der Offshore-Station.

[Dok.-Nr. 511] Entwurfsgrundlage (Design Basis)

[Dok.-Nr. 512] Prüfbericht zu Dok.-Nr. 511

[Dok.-Nr. 513] Vorentwurf

[Dok.-Nr. 514] Prüfbericht zu Dok.-Nr. 513.

[Dok.-Nr. 515] Konformitätsbescheinigung zur Festlegung der Entwurfsgrundlagen

5.3 Konstruktionsphase

5.3.1 Vorbemerkung

Für die Auslegung der Betriebsstruktur der Offshore-Station (Topside) ist die Ermittlung aller einwirkenden Lasten auf die Betriebs- und Tragstruktur der Offshore-Station erforderlich. Hierzu zählen insbesondere die Lasten und Abmessungen der elektrotechnischen Anlagen, der technischen Ausrüstung, der Rettungsausrüstung sowie der Tank- und Bunkeranlagen mit ihren jeweiligen Inhalten. Ferner sind ggf. konstruktive Maßnahmen, die sich aus der Gefährdungsbeurteilung wie z. B. der Lagerung gefährlicher Güter ergeben, zu berücksichtigen.

In den folgenden Unterkapiteln werden die aus Sicht der Prüfbeauftragten dafür erforderlichen Unterlagen (Konzepte), die zur Prüfung beim Prüfbeauftragten einzureichen sind, aufgeführt und beschrieben. Eine Vorlage dieser Unterlagen beim BSH ist nicht erforderlich.

5.3.1.1 Lasthandhabungskonzept

Das Lasthandhabungskonzept umfasst die nachfolgend aufgeführten Punkte:

- Die sich aus der vorgesehenen Bemannung ergebenden baulichen Maßnahmen (Kabinen, Ruheräume, Messe etc.) einschl. der geplanten Frequentierung und der sich daraus ergebenden Lasten sind darzustellen.
- Mindestanforderungen an Transport und Handhabung von Materialien und Betriebsflüssigkeiten

Es sind die für Wartung und Instandsetzung notwendigen Parameter des jeweiligen Systems anzugeben. Diese Parameter sind bei der Auslegung der Tragkonstruktion der Betriebsstruktur (Topside) zu berücksichtigen. Die Grundlage für die Systemauslegungen entspricht den Herstellerangaben der Komponenten unter Berücksichtigung der einschlägigen Normen und Vorschriften des Arbeitsschutzes.

Sofern aus der Gefährdungsbeurteilung resultierende Anforderungen an die konstruktive Auslegung entstehen, sind diese zu berücksichtigen.

- Verkehrs- und Transportwege sowie Lagerbereiche

  Darstellung und Beschreibung der unterschiedlichen Ebenen auf dem jeweiligen Deck und der Wege, die sich auf diesem Deck und auf der Betriebsstruktur der Offshore-Station (Topside) dadurch ergeben mit ihren Einwirkungen der Lasten auf die Struktur.

  Steigleitern und Steigeisengänge sind Verkehrswege besonderer Art, die nur unter bestimmten Voraussetzungen zulässig sind.

  Zu berücksichtigen sind ebenfalls schwebende Lasten wie z. B. Materialtransporte in Schächten oder Materialtransport über Kran.

  Die nachfolgenden konstruktiven Anforderungen sind für Transportverkehrswege (Geh- und Fahrverkehr), Lagerflächen und Transportmittel im Design zu berücksichtigen:

  – Art,
  – Anbindung,
  – Anordnung,
  – Dimensionierung,
  – Beschreibung der vertikalen und horizontalen Transportoperationen,
  – Anordnung und Art der Transport-, Hebezeuge und Krananlagen,
  – Angaben über die Verwendbarkeitsnachweise der Transport-, Hebezeuge und Krananlagen und deren resultierende Lasteintrag in die Tragstruktur,
  – Beschreibung und Darstellung der horizontalen und vertikalen Transportoperationen,
  – Transport von schweren Teilen über in Betrieb befindlichen Maschinen und/oder Einrichtungen,
  – Umstellen des Hubschraubers mit einem Kran (falls erforderlich)
- Die Einwirkungen der Bunkerstationen auf die konstruktive Auslegung bedingt durch ihre Abmessungen und Eigengewichte sind zu berücksichtigen.

5.3.1.2 Brand- und Explosionsschutzkonzept

Es ist erforderlich, bereits in der Konstruktionsphase ein Brand- und Explosionsschutzkonzept entsprechend den Schutzzielen, die in der Entwicklungsphase festzulegen sind, aufzustellen, in dem die entsprechenden Gefährdungen behandelt werden und das im weiteren Projektverlauf bei baulichen oder technischen Änderungen fortgeschrieben wird. Aus diesem Brand- und Explosionsschutzkonzept ergeben sich ggf. konstruktive Vorgaben wie z. B. die Verwendung von Brandschutzwänden oder brandschutztechnische Ertüchtigung von Tragkonstruktionen.

Das Brand- und Explosionsschutzkonzept muss folgende inhaltliche Mindestanforderung aufweisen:

- Beschreibung der Betriebsstruktur der Offshore-Station (Topside) einschl. ihrer tragenden Bestandteile, raumabschließenden Bauteile und örtlichen Situation mit Hinblick auf den Brandschutz und der sich daraus ergebenden konstruktiven Details,
- Art der Offshore-Stationsnutzung (langfristige Nutzungsplanung),
- Anzahl der auf der Offshore-Station maximal tätigen Personen,
- Brandbelastung der Nutz- und Lagerflächen,
- Darstellung der Schutzziele und insbesondere Beschreibung der Schwerpunkte der Schutzziele bezüglich Personen- und Umweltschutz,

- Darstellung der brandschutztechnischen Maßnahmen zur Erreichung der Schutzziele durch konzeptionelle Angaben, die für den Grundlegenden Entwurf (Ausführungsplanung) der Betriebsstruktur (Topside) und ggf. ihrer tragenden Teile erforderlich sind.

Hieraus können sich konstruktive Maßnahmen wie z. B. die Berücksichtigung entsprechender Löschmitteltanks ergeben. Aus dem Brand- und Explosionsschutzkonzept resultieren Planungskriterien, aus denen gezielt die vorbeugenden Brandschutzmaßnahmen ermittelt werden müssen.

Diese Brandschutzmaßnahmen sind unter Einbeziehung der technischen und logistischen Möglichkeiten des Projektes festzulegen und darzustellen. Dabei sind die Einwirkungen auf die konstruktive Auslegung bedingt durch ihre Abmessungen und Eigengewicht zu berücksichtigen.

Diese Maßnahmen müssen folgende konstruktive Mindestangaben enthalten:

Angaben baulicher Art

- Beschreibung und Darstellung von 1. und 2. Rettungsweg und der Rettungsweggestaltung,
- Beschreibung und Darstellung der Anordnung von brandschutztechnischen Unterteilungen sowie die Ausführung deren trennender Bauteile, Anordnung und Ausführung von Rauchabschnitten (z. B. Rauchschutztüren), Abschluss von Öffnungen in abschnittsbildenden Bauteilen sowie Feuerwiderstand von Bauteilen (Standsicherheit, Raumabschluss, Isolierungen usw.),

Angaben anlagentechnischer Art

- Sicherheits- und/oder Notbeleuchtung mit Darstellung der Bereiche, welche über eine Sicherheits- und/oder Notbeleuchtung verfügen, die Art der Anlage sowie nach welcher Bemessungsnorm die Anlage zu planen und zu errichten ist,
- Alarmierungseinrichtungen mit Beschreibung der Auslösung und Funktionsweise, die Art der Anlage sowie nach welcher Bemessungsnorm die Anlage zu planen und zu errichten ist,
- automatische Löschanlagen mit Darstellung der Art der Anlage und der geschützten Bereiche, Bemessungsgrundlage für die Planung und Errichtung und Aufbau der Anlage,
- Brandmeldeanlage mit Darstellung der überwachten Bereiche, der Brandkenngröße und der Stelle auf die die Alarme aufgeschaltet werden, die Art der Anlage sowie nach welcher Bemessungsnorm die Anlage zu planen und zu errichten ist,
- Beschreibung und Darstellung weiterer brandschutztechnischer Einrichtungen wie Steigleitungen, Wandhydranten, halbstationäre Löschanlagen, Handfeuerlöscher, Löschdecken usw.,
- Rauchableitung mit Darstellung der Anlage einschl. der Zulufteinrichtungen und den zu entrauchenden Bereich (besonders bei Offshore-Stationen mit dauerhaftem Personenaufenthalt),
- Einrichtungen zur Rauchfreihaltung mit Schutzbereichen, Maßnahmen für den Wärmeabzug mit Darstellung der Art der Anlage sowie nach welcher Bemessungsnorm die Anlage zu planen und zu errichten ist, und Lüftungskonzept, soweit es den Brandschutz berührt wie z. B. die Umsteuerung der Lüftungsanlagen von Um- auf Außenluftbetrieb,
- Angabe zum Funktionserhalt von Anlagen einschl. Notversorgung sowie nach welcher Bemessungsnorm die Anlage zu planen und zu errichten ist,
- Beschreibung und Darstellung der Blitz- und Überspannungsschutzanlagen sowie nach welcher Bemessungsnorm die Anlage zu planen und zu errichten ist,

- Beschreibung und Darstellung von Sonderschutzanlagen wie z. B. für Gefahrstoffe,
- Angaben und Darstellung von Druckerzeugung (Über- und Unterdruck),
- Angabe über die Erfordernisse aus dem Evakuierungsplan und dem Rettungswegplänen und der sich daraus ergebenden konstruktiven Notwendigkeiten.

5.3.1.3 Zugangskonzept

Die Offshore-Station benötigt Zugangsmöglichkeiten für Personal und Material. Die aus dem Zugangskonzept resultierenden baulichen Maßnahmen sind detailliert darzustellen; ihre inhaltlichen Anforderungen sind nachfolgend aufgeführt.

Das Konzept soll den Normalbetrieb der Offshore-Station betrachten.

Folgende Aspekte sind mindestens in ausreichender Detailtiefe zu berücksichtigen:

- Definition des Anwendungsbereichs
  - Normalbetrieb nach der Errichtung einschl. Wartung, Reparatur, Stillstand
- Beschreibung der Betriebs- und Tragstruktur der Offshore-Station im Hinblick auf Nutzung (Offshore-Station für Konverter,, Umspannwerke, Unterkünfte usw.) und Konfiguration (d. h. Offshore-Stationskomplex oder Einzelbauwerk)
- Standortbeschreibung einschließlich
  - zu erwartenden Umweltbedingungen (statistische Jahresbetrachtung) und Abgleich mit betrieblichen Erfordernissen bzw. Planungen hinsichtlich Frequentierung,
- geplante Frequentierung bzw. Nutzung der Zugangssysteme (Personentransport, parkinterner Transport, Regelbetrieb oder Notfall)
- vorgesehene Zugangsmöglichkeiten (Hubschrauberlandedeck, Windenbetriebsfläche, statische oder aktive Schiffsanlegersysteme, Kransysteme). Es sind mindestens zwei unabhängige Zugänge zur Offshore-Station vorzusehen.
- Einschränkungen für den Zugang:
  - baulich-strukturell (z. B. Lasten, Abmessungen),
  - Wetterbedingungen,
  - Wellenhöhen,
  - Tidenstände,
  - Windgeschwindigkeiten,
  - Sichtbedingungen einschl. Tageszeiten,
- Anforderungen an Zugangssysteme baulich-struktureller Art,
- Anforderungen an Transportmittel (Schiff, Hubschrauber, Kran),
- Schnittstellen zu anderen Konzepten (z. B. Evakuierung, Betrieb).

5.3.1.4 Raumnutzungsplan

Es ist ein Plan für die Nutzung der jeweiligen Räume auf den verschiedenen Decks unter Angabe von Flächenlasten (z. B. Position, Abmaße und Größe der Lasten) zu erstellen.

5.3.2 Technische Regelwerke

Die technischen Regelwerke für Tragstrukturen sind in Kapitel 2.3.1 aufgeführt.
In Bezug auf die stahlbauliche Bemessung der Betriebsstruktur für Offshore-Stationen wird auf den Anhang 5 hingewiesen.

5.3.3 Anforderungen und erforderliche Nachweise

Folgende Punkte sind zusätzlich für die Betriebsstruktur (Topside) darzustellen:

- Lastberechnung für die Betriebsstruktur der Offshore-Station (Topside),
- Definition und Berücksichtigung der Transport- und Montagezustände,
- Erstellung der Ausführungsstatik für primäre Tragstrukturen
- Erstellung der Ausführungsstatik für sekundäre Tragstrukturen wie z. B. Arbeitsplattform, Bootsanleger, Krane, Hubschrauberlandedeck,
- Ausführungsunterlagen (Pläne, Korrosionsschutzsysteme usw.),
- Nachweis der Bauzustände und
- Zusammenstellung und Einreichung der Genehmigungsunterlagen für die ZiE.

5.3.4 Einzureichende Unterlagen für die Beantragung der 2. Freigabe

[Dok.-Nr. 520] Prüfbericht zum Lasthandhabungskonzept, Brand- und Explosionsschutzkonzept, Zugangskonzept sowie zum Raumnutzungsplan für die verschiedenen Decks der Betriebsstruktur (Topside)

[Dok.-Nr. 521] Ausführungsplanung der primären und sekundären Tragstruktur

[Dok.-Nr. 522] Prüfbericht zur Ausführungsplanung

5.3.5 Fortschreibung der Konzepte

Folgende Konzepte sind fortzuschreiben und weiter zu konkretisieren:

- Lasthandhabungskonzept,
- Brand- und Explosionsschutzkonzept,
- Ver- und Entsorgungskonzeption mit folgenden Inhalten:
  - Bunker- und Betankungskonzeption,
  - Lagerung gefährlicher Güter,
  - Entsorgungskonzeption und
  - Auffang- und Drainagesysteme,
- Evakuierungskonzept,
- Konzept für Notunterkünfte und Wohnmodule,
- Abnahmekonzept für Komponenten und Systeme,
- Plan für Fertigungs- und Montageüberwachung und
- Konzept der landseitigen Erprobung (falls vorhanden).

Die aufgeführten Unterlagen sind beim Prüfbeauftragten einzureichen. Aus diesen Unterlagen muss erkennbar sein, wie die Schutzziele erreicht werden. Die Unterlagen müssen in einem

Detailgrad vorliegen, der einen Abgleich in der Fertigung ermöglicht. Der Prüfbeauftragte führt eine Prüfung durch und erstellt darüber einen Prüfbericht, der beim BSH einzureichen ist.

5.3.6 Errichtungshandbuch

Die Anforderungen an das Errichtungshandbuch sind in Kapitel 2.3.4 geregelt.

5.3.7 Einzureichende Unterlagen für die Beantragung der 3. Freigabe

[Dok.-Nr. 530] Prüfbericht zu den fortgeschriebenen Konzepten (s. Kapitel 5.3.5)

[Dok.-Nr. 531] Errichtungshandbuch (s. Kap. 2.3.6)

[Dok.-Nr. 532] Prüfbericht zu Dok.-Nr. 531

[Dok.-Nr. 533] Rückbaukonzept (Machbarkeit des Rückbaus)

[Dok.-Nr. 534] Prüfbericht zu Dok.-Nr. 533

5.4 Ausführung

5.4.1 Vorbemerkung

Das geprüfte Konzept zur Erprobung (siehe Kap. 5.3.5) wird zur detaillierten Planung fortgeschrieben.
Die Planung der Tests und Erprobungen wird in 3 Phasen unterteilt:

- Fabrikationsabnahme und Werkserprobung (FAT),
- Landerprobung (Mechanical Completion + HAT) und
- Inbetriebnahme Offshore (Commissioning).

Prüf- und Überwachungsleistungen sollten in dieser Projektphase nach Möglichkeit überwiegend an Land durchgeführt werden.

Auf der Basis der Planung für Tests und Erprobungen wird durch den Prüfbeauftragten ein Überwachungsplan erstellt. Der Überwachungsplan wird vor Beginn der Arbeiten mit dem Antragsteller und den Herstellern abgestimmt.

5.4.2 Anforderungen und erforderliche Nachweise

Die Anforderungen an die Ausführungsphase sind in Kap. 1.3.4 geregelt.

Die beim Transport durchzuführenden Prüfungen sind im Errichtungshandbuch aufgeführt.

Die Ergebnisse der Prüfungen werden vom Prüfbeauftragten in Form eines Überwachungsberichts in nachvollziehbarer und plausibler Form beschrieben und bewertet.

5.4.3 Einzureichende Unterlagen für die Beantragung der Betriebsfreigabe

[Dok.-Nr. 540] Prüfberichte und Konformitätsbescheinigungen

- zur Fertigungsüberwachung,
- Transport- und Installationsüberwachung sowie
- Inbetriebnahmeüberwachung

[Dok.-Nr. 541] Korrosionsschutz – Nachweis über die ordnungsgemäße Ausführung (Applikation) und die geforderte Verarbeitungsqualität

Nachweise können auf Grundlage von Abnahmen nach DIN EN ISO 12944-8 einschl. Anhang (Formblatt) bzw. nach den entsprechenden Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen (ZTV) erfolgen.

[Dok.-Nr. 542] Prüfbericht des Prüfbeauftragten zu Dok.-Nr. 541 auf Grundlage von Prüfberichten des Genehmigungsinhabers nach DIN 10204

[Dok.-Nr. 543] Baubestandsplan (As-Built Report)

[Dok.-Nr. 544] Prüfbericht zu Dok.-Nr. 543

[Dok.-Nr. 545] Projektzertifikat

5.5 Betrieb

5.5.1 Vorbemerkung

Die Anforderungen an die Betriebsphase sind in Kapitel 1.3.5 und Kapitel 2.5.1 beschrieben.

Für Offshore-Stationen werden durch die Lage der zu prüfenden Teile und deren unterschiedliche Qualität (z. B. konstruktive Sicherheitsfaktoren) unterschiedliche Prüfintervalle zu Grunde gelegt. Basierend auf den Prüf- und Inspektionsergebnissen können diese Prüfintervalle nach einer entsprechenden Laufzeit und Häufigkeit der Prüfung durch einen Antrag auf Abweichung angepasst werden. Ausgenommen sind Intervalle, die gesetzlichen Bestimmungen oder Verordnungen unterliegen.
Folgende Bereiche sind entsprechend der Intervalle ihrer Wiederkehrenden Prüfung zu erfassen.

- alle lasttragenden Strukturelemente der Offshore-Station, die maßgeblich für die Standsicherheit wichtig sind,
- andere Tragelemente die für die Standsicherheit maßgeblich sind (z. B. strukturelle Bolzen),
- Meeresbodenbeschaffenheit,
- mariner Bewuchs und
- Korrosionsschutz (Beschichtungen und Anoden).

Welche Teile der Tragstruktur jeweils geprüft werden müssen, hängt vom Strukturtyp ab. Hierbei muss z. B. zwischen Beton- und Stahlkonstruktion unterschieden werden. Für den Prüf- und Inspektionsplan sind nur die für die Standsicherheit relevanten Teile der Struktur zu berücksichtigen.

5.5.2 Technische Regelwerke

Die technischen Regelwerke sind in Kap. 2.5.2 aufgeführt.

5.5.3 Anforderungen und erforderliche Nachweise

Die Anforderungen und erforderlichen Nachweise sind in Kap. 1.3.5 und Kap. 2.5.3 geregelt.

5.5.4 Einzureichende Unterlagen zur Aufrechterhaltung der Betriebserlaubnis

[Dok.-Nr. 550] Jährlicher, zusammenfassender Prüfbericht des Prüfbeauftragten (Überwachungsbericht – Zusammenfassung der Ergebnisse der Wiederkehrenden Prüfungen, vgl. Kapitel 1.3.5 und 2.5.3),

[Dok.-Nr. 551] Jährliche Konformitätsbescheinigung für den Prüf- und Inspektionsplan für die Wiederkehrenden Prüfungen, welche auf Basis des Prüfberichtes gemäß Dok.-Nr. 550 erstellt wird.

5.6 Rückbau

Die Anforderungen an den Rückbau sind in Kap. 2.6 geregelt.

6 Seekabel

6.1 Vorbemerkungen

Es sind Kabel und deren Garnituren nach dem Stand der Technik einzusetzen, die den Anforderungen der jeweils gültigen Normen (Auswahl s. u.) entsprechen oder deren Eignung durch vergleichbare Prüfungen nachgewiesen ist und welche für die jeweiligen Einsatzbedingungen/ Anwendungsfälle geeignet sind.

Auf die Festlegungen des jeweils aktuellen Bundesfachplan Offshore (BFO) wird verwiesen. Für die parkinterne Verkabelung und das stromabführende Kabel wird jeweils nur eine Freigabe erteilt.

6.2 Technische Regelwerke

6.2.1 Parkinterne Verkabelung

Für Prüfanforderungen und Eignungsnachweise sind bei Wechselstrom-Übertragung mit kunststoffisolierten Starkstromkabeln (Energieverteilungskabeln) nachfolgende technische Regelwerke in ihrer aktuellen Fassung einzuhalten:

DIN VDE 0276-620 (VDE 0276-620)

IEC 60502-2	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) – Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (Um = 7,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)

DIN VDE 0278-629-1 (VDE 0278-629-1)

IEC 60502-4	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) – Part 4: Test requirements on accessories for cables with rated voltages from 6 kV (Um = 7,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)

DIN EN 61442 (VDE 0278-442)

IEC 61442	Test methods for accessories for power cables with rated voltages from 6 kV (Um = 7,2 kV) up tp 30 kV (Um = 36 kV)

6.2.2 Anbindungsleitungen

6.2.2.1 Wechselstrom-Übertragung

Für Prüfanforderungen und Eignungsnachweise sind bei Wechselstrom-Übertragung mit kunststoffisolierten Nieder-, Mittel- und Hochspannungskabeln nachfolgende technische Regelwerke in ihrer jeweils aktuellen Fassung einzuhalten:

DIN VDE 0276-632 (VDE 0276-632)

IEC 60840	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV (Um = 36 kV) up to 150 kV (Um = 170 kV) – Test methods and requirements

DIN IEC 62067 (VDE 0276-2067)

IEC 62067	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV (Um = 170 kV) up to 500 kV (Um = 550 kV) – Test methods and requirements

Sind Prüfungen an Hochspannungsseekabeln nach den vorstehend aufgeführten Normen nicht durchführbar, wird auf die Empfehlungen der CIGRE in ihrer jeweils aktuellen Fassung, veröffentlicht in den folgenden Electra-Ausgaben (Fachzeitschrift der CIGRE), hingewiesen:

- CIGRE: Recommendations for Mechanical Tests on Submarine Cables. Electra Nr. 171, 1997.
- CIGRE: Recommendations for Testing of long AC Submarine Cables with Extruded Insulation for System Voltage above 30 (36) to 150 (170) kV. Electra Nr. 189, April 2000.
- CIGRE: TB 490, Recommendations for Testing of Long AC Submarine Cables with Extruded Insulation for System Voltages above 30(36) to 500(550) kV.

6.2.2.2 Gleichstrom-Übertragung:

Für Gleichstrom (DC)-Kabel kann allgemein die folgende Empfehlung der CIGRE in ihrer jeweils aktuellen Fassung angewendet werden:

- CIGRE Recommendations for Mechanical Tests on Submarine Cables. Electra Nr. 171, 1997.

Für kunststoffisolierte Hochspannungsgleichstromkabel (HVDC-Kabel) können folgende Empfehlungen der CIGRE in ihrer jeweils aktuellen Fassung angewendet werden:

- CIGRE: Testing DC Extruded Cable Systems for Power Transmission up to 250 kV. Electra Nr. 206, 2000.
- CIGRE: TB 496, Recommendations for Testing DC Extruded Cables for Power Transmission at a Rated Voltage up to 500 kV.

Für Kabel mit massegetränkter Papierisolierung kann folgende Empfehlung der CIGRE angewendet werden:

- CIGRE: Recommendations for Tests of Power Transmission DC Cables for a rated voltage up to 800 kV. Electra Nr. 218, 2005.

6.3 Einzureichende Unterlage für die Freigabe

Spätestens 6 Monate vor Beginn der Kabelverlegung sind folgende Unterlagen einzureichen:

[Dok.-Nr. 610] Technische Beschreibung der Kabel: u. a. Spezifikation der Kabel, Muffen, Kreuzungsbauwerke, Verlegegeräte

[Dok.-Nr. 611] Burial Assessment Study (BAS): Auf Grundlage der ausgewerteten Ergebnisse der Trassenerkundung (siehe Standard Baugrunderkundung, Teil D) für die Ausführung konkret zur Verfügung stehenden Verlegegeräte (sog. Installer BAS)

Spätestens 3 Monate vor Beginn der Kabelverlegung sind folgende Unterlagen einzureichen:

[Dok.-Nr. 612] Bauausführungsplanung einschl. bauvorbereitender Maßnahmen (z. B. Pre-Lay Grapnel Run, Matressing bei Einrichtung von Kreuzungsbauwerken)

[Dok.-Nr. 613] Detaillierte Beschreibung zum Ablauf der Kabelverlegung

Das BSH behält sich vor, im Rahmen des Zulassungsverfahrens weitere Nachweise zum Erreichen der angeordneten Mindestüberdeckung zu fordern.

Anhänge

Anhang 1: Schiffskörpererhaltende Tragstruktur für Offshore-WEA und Offshore-Stationen

Grundlage der Bewertung des Kollisionsverhaltens von Offshore-WEA bildet regelmäßig die entsprechende Standard-Nebenbestimmung der Zulassungsbescheide nach SeeAnlV. Von einer schiffskörpererhaltenden bzw. „kollisionsfreundlichen“ Tragstruktur von Offshore-WEA wird jedenfalls dann ausgegangen werden, wenn eine Offshore-WEA infolge einer Kollision nicht auf das Schiff stürzt, das Schiff schwimmfähig bleibt und keine Schadstoffe austreten. Die konkrete Bewertung des Kollisionsverhaltens erfolgt mit Hilfe eines risikobasierten Ansatzes, d. h. es fließen sowohl die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Kollisionsereignisses als auch die Schadensfolgen an Schiff und Besatzung sowie für die Meeresumwelt mit ein.

Die Methodik der Risikokategorisierung und -bewertung soll sich an der Störfallverordnung, den britischen Safety Case Regulations für Offshore-Installationen und den IMO-Vorschriften orientieren.

Für die Bewertung der Struktur wird empfohlen, den in Abb. 1-I.1 dargestellten Prozess anzuwenden.

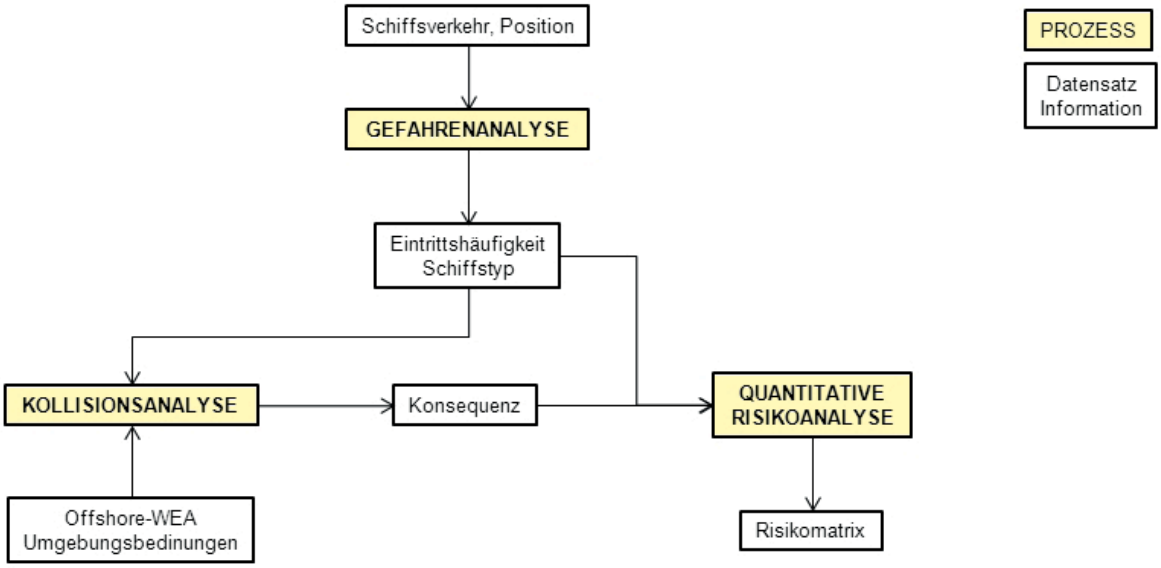

Abbildung 1-I.1: Prozess-Schaubild

Die Bewertung des schiffkörpererhaltenden Verhaltens wird in folgenden Schritten vorgenommen:

- Analyse zur Eintrittshäufigkeit von Kollisionsszenarien. Die Bestimmung der Eintrittshäufigkeit erfolgt auf Basis der im jeweiligen Genehmigungsverfahren eingebrachten Risikoanalyse, sowie unter Berücksichtigung der durch die AG „Genehmigungsrelevante Richtwerte“ des BMVI definierten Kriterien zur Risikoanalyse und -bewertung. Zugrunde zu legen ist dabei die kumulative Eintrittswahrscheinlichkeit unter Berücksichtigung aller im selben Verkehrsraum geplanten bzw. errichteten Anlagen,
- Auswahl repräsentativer Bemessungsschiffe als Basis der Kollisionsanalyse,
- Kollisionsanalyse für ausgewählte Szenarien und
- Risikoanalyse und -bewertung auf Basis einer Risikomatrix.

Details zu den jeweiligen Schritten werden im Folgenden erläutert.

Eintrittshäufigkeit

Grundlage für die Ermittlung der Eintrittshäufigkeiten ist der Schiffsverkehr im relevanten Seegebiet. Daraus werden mögliche Gefahrenzustände identifiziert und deren Eintrittswahrscheinlichkeit ermittelt. Die Eintrittswahrscheinlichkeiten werden dabei wie folgt kategorisiert:

Qualitativ	Eintrittswahrscheinlichkeit
[-]	[1/Jahr]
häufig	$H > 10^{-1}$
gelegentlich	$10^{-1} > H > 10^{-2}$
selten	$10^{-2} > H > 10^{-3}$
äußerst selten	$10^{-3} > H$

Tabelle 1-I.1: Eintrittswahrscheinlichkeit (Fälle pro Jahr)

Im Rahmen der Analyse des Schiffsverkehrs im relevanten Seegebiet werden die repräsentativen Bemessungsschiffe (nach Schiffstyp und -größe sowie -tiefgang) für die Kollisionsanalyse ermittelt. Diese Auswahl ist vor der Erstellung der Kollisionsanalyse über das BSH mit der GDWS abzustimmen.

Kollisionsanalyse

Die Abschätzung der Kollisionssicherheit lässt sich rechnerisch mithilfe geeigneter Simulationsprogramme durchführen. Dabei handelt es sich u.a. um Finite Elemente-Programme mit explizitem Lösungsalgorithmus für dynamische Fragestellungen, z.B. „LS-Dyna“, „MSC. Dytran“, „Abaqus Explicit“, „Pam Crash“. Ferner sind Verfahren für die Bewertung der Kollisionssicherheit von Offshore-Plattformen entwickelt worden, die auf der Fließgelenktheorie basieren. Diese sind z. B. im Rechenprogramm „USFOS“ implementiert. Die Wahl der Berechnungsmethode ist freigestellt. Der Nachweis der Anwendbarkeit ist zu führen.

In der Kollisionsanalyse werden die Konsequenzen bestimmter Szenarien ermittelt. Dazu werden die Schäden an Offshore-WEA sowie die Schäden für Schiff und Umwelt und Personensicherheit beurteilt (Tabelle 1-I.2).

Qualitativ	Offshore-WEA	Schiff/Umwelt	Sicherheit
unbedeutend	Offshore-WEA kann weiter betrieben werden	keine oder leichte Schäden, keine austretenden Schadstoffe	keine Verletzten
beträchtlich	Offshore-WEA defekt, Reparatur möglich	Leck in äußerer Hülle, Betriebsstoffe aus Seitentank/Doppelboden fließen ins Wasser	wenige Verletzte
schwerwiegend	Offshore-WEA zerstört	Leck in innerer Hülle, Ladetanks leckgeschlagen	Schwerverletzte, wenige Tote
katastrophal	–	Schiff bricht auseinander, sinkt	hohe Anzahl von Toten

Tabelle 1-I.2: Konsequenzen

Bei der Simulation des Kollisionsszenarios sind folgende Kriterien einzuhalten:

Anforderungen Offshore-WEA-Modell

- Die Struktur ist in ihrer Gesamtheit ausreichend zu modellieren. Masse, Trägheit und Steifigkeit sind zu berücksichtigen.
- Die Bettungsverhältnisse sind durch elastische Federn (z. B. p-y-Modell) an den Gründungselementen anzubringen. Eine Einspannung an der obersten Bodenschicht ist nicht zulässig.
- Die Materialmodelle und Versagenskriterien sind in geeigneter Weise zu wählen und zu dokumentieren.
- Details wie Schiffsanleger (Boat Landings) können vernachlässigt werden, wenn sichergestellt werden kann, dass diese keine zusätzliche Gefahr für die Integrität des Schiffskörpers darstellen.

Anforderungen Schiff-Modell

- Die Eigenschaften des Vergleichsschiffs (Hauptspantgeometrie, Spantabstand, Hautdicken, Lage der HFO-Tanks) sind unter Berücksichtigung der tatsächlichen Verhältnisse der jeweiligen Bemessungsschiffe zu wählen und detailliert zu dokumentieren
- Zusätzlich zur Masse und Trägheit des Schiffs soll die hydrodynamische Masse (ca. 20% der Schiffsmasse) berücksichtigt werden
- Die Randbedingungen für die Schiffsbewegung sind sinnvoll zu wählen. So sind zum Beispiel die Kraft aus einer Tiefgangsänderung oder das aufrichtende Moment bei Krängung in geeigneter Weise auf das Modell aufzubringen. Eine Rotation um die vertikale Achse ist nur in geringem Maße zulässig oder ganz auszuschließen, da diese zu geringeren Schäden an Schiff und Offshore-Struktur führt. Dies ist durch geeignete Wahl der Rand- bzw. Anfangsbedingungen zu erzielen.
- Bei der Berechnung der Driftgeschwindigkeit kann auf Grundlage der Annahmen der Arbeitsgruppe „Genehmigungsrelevante Richtwerte“ des BMVI grundsätzlich von einem seitwärts mit 2 m/s driftenden Schiff ausgegangen werden. Alle weiteren Schiffsbewegungen und die daraus ableitbaren Einflüsse auf das Andriften einer Offshore-Anlage (z.B. infolge von Beschleunigungen, Verschiebungen und Rotationen) können zu Null gesetzt werden, wenn sie nicht realistisch abgebildet werden können. Zudem können auch einzelne Spitzenlasten aus Umweltbedingungen wie Wind, Strömung und Seegang vernachlässigt werden, sofern sie im Rahmen der Berechnungen nicht realistisch abbildbar sind. Die entsprechenden Annahmen im Gutachten sind darzustellen und zu begründen. Das Schiff verfügt über keinen eigenen Antrieb. Auch die Lasten aus Umweltbedingungen wie Wind und Strömung können vernachlässigt werden, sofern sie nicht realistisch abbildbar sind.
- Die Materialmodelle und Versagenskriterien sind insbesondere bei höherfestem Stahl in geeigneter Weise zu wählen und detailliert zu dokumentieren.

Qualitätskriterien für die Kollisionsanalyse

- Es sind verschiedene Szenarien zu simulieren, bei denen die Parameter (Wasserstand, Aufprallwinkel etc.) konservativ zu wählen sind.
- Bei Verwendung einer Simulation ist der Kontakt zwischen Schiff und Offshore-WEA sowie der einzelnen Komponenten mit sich selbst in geeigneter Weise zu simulieren.
- Die Elementgröße bei Simulationen ist so zu wählen, dass Verformungen (Beulen, Knicken etc.) realistisch abgebildet werden können.
- Bei Simulationen ist insbesondere auf eine geeignete Wahl der Elementtechnologie zu achten (Anzahl Integrationspunkte, voll/unterintegrierte Elemente, keine TRIA…). Besondere Aufmerksamkeit ist hier auf die programminternen Qualitätskriterien für die verwendeten Elemente zu legen (Taper, Skew, u. a.).

- Sowohl bei impliziten als auch expliziten Simulationen sind die Konvergenzkriterien zu dokumentieren. Auf wesentliche Dämpfungen (Materialdämpfung u. a.) ist zu verzichten. Reibungskoeffizienten sind sinnvoll zu wählen.
- Eine detaillierte Betrachtung der Energieverteilung während der Simulation ist vorzunehmen. Dabei sind insbesondere Änderungen der Gesamtenergie zu dokumentieren.

Risikoanalyse und -bewertung

In der quantitativen Risikoanalyse werden die Ergebnisse aus der Eintrittshäufigkeit und der Kollisionsanalyse zusammengeführt und auf Grundlage einer Risikomatrix bewertet.

Aus der folgenden Risikomatrix können die Risikoprioritätszahlen bestimmt werden (Tabelle 1-I.3). Die ermittelte Risikoprioritätszahl der einzelnen Szenarien darf für Offshore-WEA 4, für Schiff, Umwelt sowie Personensicherheit 3 nicht überschreiten.

katastrophal	4	5	6	7
schwerwiegend	3	4	5	6
beträchtlich	2	3	4	5
unbedeutend	1	2	3	4
	äußerst selten	selten	gelegentlich*	häufig*

Tabelle 1-I.3: Risikomatrix mit Risikoprioritätszahlen

Bewertung des Kollisionsverhaltens von Offshore-Stationen

Die Anforderungen an eine ‚kollisionsfreundliche' bzw. schiffskörpererhaltende Bauweise gelten grundsätzlich auch für andere Offshore-Bauwerke, wie z. B. Offshore-Stationen. Unter Berücksichtigung des o. g. risikobasierten Ansatzes ergeben sich jedoch einige Unterschiede bei der Bewertung des Kollisionsverhaltens der Tragstrukturen. U. a. kann berücksichtigt werden, dass die Tragstrukturen von Offshore-Stationen abmessungs- und bauartbedingt ggf. mit höherer Festigkeit ausgeführt werden, um die Standsicherheitskriterien zu erfüllen. Darüber hinaus ist aufgrund der im Vergleich zu den Offshore-WEA geringeren Anzahl an Umspannwerken und Konverterplattformen und der Größe der davon in Anspruch genommenen Verkehrsflächen von einer geringeren spezifischen Kollisionswahrscheinlichkeit Schiff-Plattform auszugehen.

Die Gutachten zur Analyse des Kollisionsverhaltens der Tragstrukturen müssen insoweit eine umfassende Betrachtung der Kollision eines Schiffes mit einer Offshore-Station beinhalten, dürfen aber modifizierte Anforderungen berücksichtigen. Insbesondere muss unter Berücksichtigung der o. g. Kriterien und Anforderungen dargestellt werden, inwiefern die Plattform möglichst „kollisionsfreundlich" ausgelegt wurde. In den Fällen, in denen Schäden an Schiff, Sicherheit oder Meeresumwelt der Kategorie „beträchtlich" zugeordnet werden, sind zudem konkrete Alternativen mit dem Ziel der Minimierung von Schäden an Schiff, Sicherheit und Meeresumwelt zu prüfen und darzustellen.

* Aufgrund der in der AG „Genehmigungsrelevante Richtwerte" des BMVI festgelegten Akzeptanzkriterien für die Zustimmungsfähigkeit von Offshore-Windparks (bei kumulativer Betrachtung nicht mehr als ein Kollisionsereignis in 100 Jahren) kann bei der Analyse des Kollisionsverhaltens der WEA davon ausgegangen werden, dass Kollisions-Eintrittswahrscheinlichkeiten der Kategorien „gelegentlich" und „häufig" nicht zulässig sind und daher in der Praxis keine Bedeutung besitzen.

Anhang 2: Zustimmung im Einzelfall (ZIE)

Anhang 2-I: Allgemeine Verfahrenshinweise

2-I.1 Grundlage

2-I.1.1 Erfordernis einer Zustimmung im Einzelfall

Das Bauordnungsrecht unterscheidet zwischen geregelten und nicht geregelten Bauprodukten oder Bauarten. Für die Verwendung von ungeregelten Bauprodukten oder Bauarten in der ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) ist eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) beim BSH als zuständiger Zulassungsbehörde zu erlangen, wobei die Zustimmung im Einzelfall der Verwendbarkeits- bzw. Anwendbarkeitsnachweis für den Antragsgegenstand ist.

Der Antragsteller ist verpflichtet, nicht geregelte Bauprodukte und Bauarten zu benennen. Sie ersetzt nicht die ggf. notwendige bautechnische Prüfung durch den Prüfsachverständigen.

Innerhalb eines Projekts werden grundsätzlich unterschiedliche Bauarten, beispielsweise bei Windenergieanlage und Umspannwerk, als unabhängige Verfahrensgegenstände angesehen.

2-I.1.2 Antrag auf Zustimmung im Einzelfall

Die ZiE wird projektbezogen erteilt. Ein Antrag auf Zustimmung im Einzelfall kann immer nur für die Verwendung bzw. Anwendung eines bestimmten nicht geregelten Bauproduktes bzw. einer bestimmten nicht geregelten Bauart bei einem konkreten Bauvorhaben gestellt werden.

2-I.2 Generelle Verfahrensweise

Die ZiE ist für jeden Einzelfall beim BSH durch den Bauherrn bzw. dessen benannten Stellvertreter zu beantragen. Hierzu hat er sich eines geeigneten, für den Zulassungsgegenstand kompetenten Sachverständigen als Gutachter zu bedienen. Dieser hat folgende Aufgaben und Verantwortlichkeiten:

Schritt 1
Erarbeitung eines Konzeptpapiers zur geplanten Vorgehensweise für den Nachweis des Antragsgegenstandes. Dieses sollte im Regelfall mindestens umfassen:

- Eine ausführliche Beschreibung des Antragsgegenstandes. Das ungeregelte Bauprodukt bzw. die ungeregelte Bauart sind konkret darzustellen.
- Eine genaue Darlegung der als wesentlich angesehenen Anforderungen an den Antragsgegenstand. Ggf. sind hier Bezüge und Abgrenzungen zu für den Untersuchungsgegenstand relevanten bauaufsichtlich eingeführten technischen Regelwerken vorzunehmen.
- Das zur Erlangung der ZiE vorgesehene Untersuchungs- und Nachweiskonzept in thematisch vollständiger, aber kurzer Darstellung.
- Zur verbindlichen Festlegung des Anforderungskatalogs und des Untersuchungsaufwands für die ZiE ist frühzeitig eine Abstimmung mit dem Gutachter, dem Prüfbeauftragten, dem BSH und der BAM durchzuführen.

Schritt 2
Vorlage eines unabhängigen Gutachtens zur Darlegung der vollständigen Erfüllung der Anforderungen. Der Gutachter hat eine verbindliche und eindeutige Aussage darüber zu treffen, ob aus seiner fachlichen Sicht eine Zustimmung im Einzelfall empfohlen werden kann.

In Abhängigkeit des Antragsgegenstands kann auf Antrag des Gutachters in Absprache mit dem BSH ggf. auf ein zweistufiges Verfahren verzichtet werden. Dann sind die vollständigen Antragsunterlagen zusammen mit dem Gutachten und dem Nachweis der vollständigen Erfüllung der Anforderungen einzureichen.

2-I.3. Sonstige Hinweise

Es wird empfohlen, das Verfahren zur ZiE bereits in einem frühen Planungsstadium einzuleiten, damit die erforderlichen Unterlagen rechtzeitig erstellt und vorgelegt werden können. Notwendige Gutachten erfordern erfahrungsgemäß einen großen Zeitaufwand.

2-I.4. Zeitliche Abfolge

Generell muss die ZiE zur 3. Freigabe vorliegen.
Das Gutachten mit den vollständigen Anforderungen an die Verwendung des Antragsgegenstands ist zur 2. Freigabe beim BSH einzureichen. Eine verbindliche Aussage des Gutachters zu Fragen der Bemessung ist ggf. bereits zur Erstellung des Grundlegenden Entwurfs (Ausführungsplanung) notwendig und ist ebenfalls zur 2. Freigabe beim BSH einzureichen.
Ein Nachweis über die vollständige Erfüllung aller Anforderungen des Gutachtens muss zur 3. Freigabe, spätestens 2 Monate vor geplanter erstmaliger Verwendung des Bauprodukts/ der Bauart im Verfahren vorliegen.

2.I.5. Vereinfachtes ZiE-Verfahren

Für Bauprodukte und Bauarten, für die bereits in einem anderen Verfahren eine ZiE erlangt wurde, kann der Gutachter mit dem BSH das Erfordernis eines vollständigen Konzepts unter Verweis auf die bereits erlangte ZiE abstimmen.

Anhang 2-II: Spezielle Verfahrenshinweise in Bezug auf Groutverbindungen

2-II.1 Grundlage

Groutverbindungen stellen im Sinne der europäischen Bauproduktenrichtlinie ungeregelte Bauarten und die hierfür verwendeten Mörtel und Betone (Grouts) ungeregelte Bauprodukte dar.

2-II.2 Generelle Verfahrensweise

Die ZiE ist für jeden Einzelfall beim BSH durch den Bauherrn bzw. dessen benannten Stellvertreter zu beantragen. Hierzu hat er sich eines geeigneten, für den Untersuchungsgegenstand kompetenten Sachverständigen als Gutachter zu bedienen. Dieser hat folgende Aufgaben und Verantwortlichkeiten:

Schritt 1
Erarbeitung eines Konzeptpapiers zur geplanten Vorgehensweise für den Nachweis der Groutverbindung. Dieses sollte mindestens umfassen:

- Eine exakte Beschreibung des Antragsgegenstandes. Die in Abstimmung mit dem Auftragnehmer zur Verwendung vorgesehenen Bauprodukte sind konkret zu benennen.
- Eine detaillierte Darlegung der als wesentlich angesehenen Anforderungen an die Groutverbindung. Gegebenenfalls sind hier Bezüge und Abgrenzungen zu für den Untersuchungsgegenstand relevanten bauaufsichtlich eingeführten technischen Regelwerken vorzunehmen.

- Das zur Erlangung der ZiE vorgesehene Untersuchungs- und Nachweiskonzept in thematisch vollständiger, aber kurzer Darstellung.
- Zur verbindlichen Festlegung des Anforderungskatalogs und des Untersuchungsumfangs für die ZiE ist frühzeitig eine Abstimmung mit dem Gutachter, dem Prüfbeauftragten, dem BSH und der BAM durchzuführen.

Schritt 2
Vorlage eines unabhängigen Gutachtens. Nach Darlegung der vollständigen Erfüllung der Anforderungen, ist durch den Gutachter eine verbindliche Aussage darüber zu treffen, ob aus seiner fachlichen Sicht eine ZiE empfohlen werden kann.

2-II.3 Fachliche Hinweise

Die fachliche Begutachtung erfolgt durch den vom Bauherrn bestellten Gutachter und liegt auch in dessen uneingeschränktem Verantwortungsbereich.
Folgende Fragestellungen sind zu behandeln:

- Definition der notwendigen Leistungsmerkmale des Materials und die daraus resultierenden Anforderungen und Prüfmethoden bzw. -verfahren (z. B. Temperatur- und zeitabhängige Frischmörteleigenschaften, Schwindverhalten, Dauerhaftigkeit gegenüber mechanischen, dynamischen, klimatischen Beanspruchungen).
- Darstellung und ggf. Bewertung (Vergleichsberechnung) der Nachweismethoden und verfahren.
- Beschreibung der Anforderungen an die Ausführung.
- Beschreibung der sicheren Applikation am Bauwerk, ggf. Nachweis der Sicherstellung der erfolgten vollständigen Vergroutung mit den geforderten Eigenschaften.
- Definition der Anforderungen an die Qualitätssicherung im Werk und auf der Baustelle hinsichtlich Eigen- und Fremdüberwachung.
- Da es sich bei dem verwendeten Material um ungeregelte Bauprodukte handelt die für standsicherheitsrelevante Anwendungen eingesetzt werden, ist in Analogie zum Nachweissystem der europäischen Bauproduktnormen ein Konformitätsnachweis der Qualität 1+ erforderlich. Die entsprechenden Merkmale sind durch den Gutachter zu erarbeiten.
- Im Hinblick auf die Überwachung der Ausführung auf der Offshore-Baustelle sind hier in Analogie zur DIN 1045-3 mindestens die Anforderungen an die Überwachungsklasse 3 zu erfüllen, da es sich um besonders schwierige Einbaubedingungen handelt, die im Hinblick auf Verarbeitungsfehler nicht reversibel sind.
- Die zur Verwendung vorgesehenen Materialen sind zudem hinsichtlich ihrer Verarbeitung im Hinblick auf ihre Sensibilität gegenüber äußeren Einflüssen einzustufen.
- Ein Konzept für das Vorgehen bei unplanmäßiger Herstellung z. B. Reparaturvergroutung.
- Ein Konzept für die Durchführung wiederkehrender Prüfungen gemäß diesem Standard und ggf. zusätzlicher Überwachungsmaßnahmen.

Anhang 3: Anwendungshinweise für Geotechnische Nachweise

Anhang 3-I Berücksichtigung zyklischer Einwirkungen beim Entwurf der Gründungselemente

3-I.1 Vorbemerkungen

Durch zyklische Einwirkungen auf die Gründungselemente und damit auf den Baugrund kann es bei allen derzeit in Frage kommenden Gründungsarten zu einer Reduktion der Gründungstragfähigkeit und zu einer Verformungsakkumulation kommen. Unter Umständen sind auch ungünstige Porenwasserdruckveränderungen bis hin zur Bodenverflüssigung möglich.

Zur Beurteilung der potenztiellen Änderungen des Tragverhaltens von Gründungselementen ist die Einschaltung von Fachplanern und Sachverständigen für Geotechnik mit besonderen Erfahrungen auf diesem Gebiet erforderlich.

Im Rahmen der Arbeiten zur 1. Freigabe des BSH ist das Konzept der Berücksichtigung zyklischer Einwirkungen beim Entwurf der Gründungselemente der Tragstruktur darzustellen und das dafür vorgesehene Untersuchungsprogramm zu erläutern.

Zur Beantragung der 2. Freigabe sind die Nachweise zur Berücksichtigung der zyklischen Beanspruchungen zu führen und die dafür durchgeführten Labor- und Feldversuche zu dokumentieren.

3-I.2 Zyklische Einwirkungen auf Offshore-Windenergieanlagen

3-I.2.1 Bemessungsereignis

Gründungen von Offshore-Windenergieanlagen werden durch die Einwirkung der Wind-, Wellen- und Betriebslasten auf die Tragstruktur ständig durch nichtruhende Belastungen beansprucht. Zur Ermittlung der Einwirkungen auf die Tragstrukturen der Windenergieanlagen wird zunächst auf Kap. 3.3.1.2, verwiesen. Zur Berücksichtigung der zyklischen Einwirkungen in den Standsicherheitsnachweisen ist ein nachfolgend beschriebenes Sturmereignis unter Einbeziehung der sonstigen Lastfälle maßgeblich; u. U. ist auch ein besonderer Betriebszustand mit nennenswerten zyklischen Einwirkungen auf die Gründungselemente in die Nachweise einzubeziehen.

Zur Untersuchung der potenziellen Tragfähigkeitsreduzierung eines zyklisch belasteten Gründungssystems während des maßgeblichen Sturmereignisses (siehe Tabelle 3-I.1 und Abb. 3-I.1) ist dessen vollständiges Lastspektrum zugrunde zu legen. Dieses Sturmereignis muss den maßgebenden Extremwert der Einwirkung auf die Gründungselemente enthalten und eine standorttypische Extremwertanzahl und -verteilung berücksichtigen. Die hiermit berechneten Lasten sind auf die maximalen Bemessungslasten umzurechnen (siehe auch DIN EN 61400-1, Anhang F).

Das dem Tragfähigkeitsnachweis unter zyklischen Einwirkungen zugrunde zu legende Bemessungsereignis wird in Anlehnung an die Definition des Auslegungslastfalles DLC 6.1 in DIN EN 61400-3 mit den in Tabelle 3-I.1 angegebenen Randbedingungen beschrieben.

DLC 6.1: Parken – Stillstand, EWM & Hs50 Gierfehler=+/-8°	
Windmodell	EWM turbulentes Windmodell
Windgeschwindigkeit (m/s)	V50,1h
Turbulenzintensität	12%
Windrichtung	0 Grad
Yaw-Winkel	-8, 0, 8 zu Beginn der Berechnung
Wellenrichtung	0 Grad

Tabelle 3-I.1: Lastfalldefinitionen.

Die normierten Verläufe der Windgeschwindigkeit und der signifikanten Wellenhöhe sind in dem Diagramm in der Abbildung 3-I.1 gestrichelt eingetragen: Sie sind wie folgt definiert:

- Wellenhöhe: max. Hs über einen Zeitraum von drei Stunden,
  lineare Abnahme auf $0{,}5 \cdot H_s$ nach ±17.5h
- Windgeschwindigkeit (Empfehlung nach EU Vorhaben RECOFF)
  $v(t) = 1 - 0{,}09\,(t/10)^{0{,}45}$ mit t = Zeit in [min] {-1.050 min ≤ t ≤ +1.050 min}

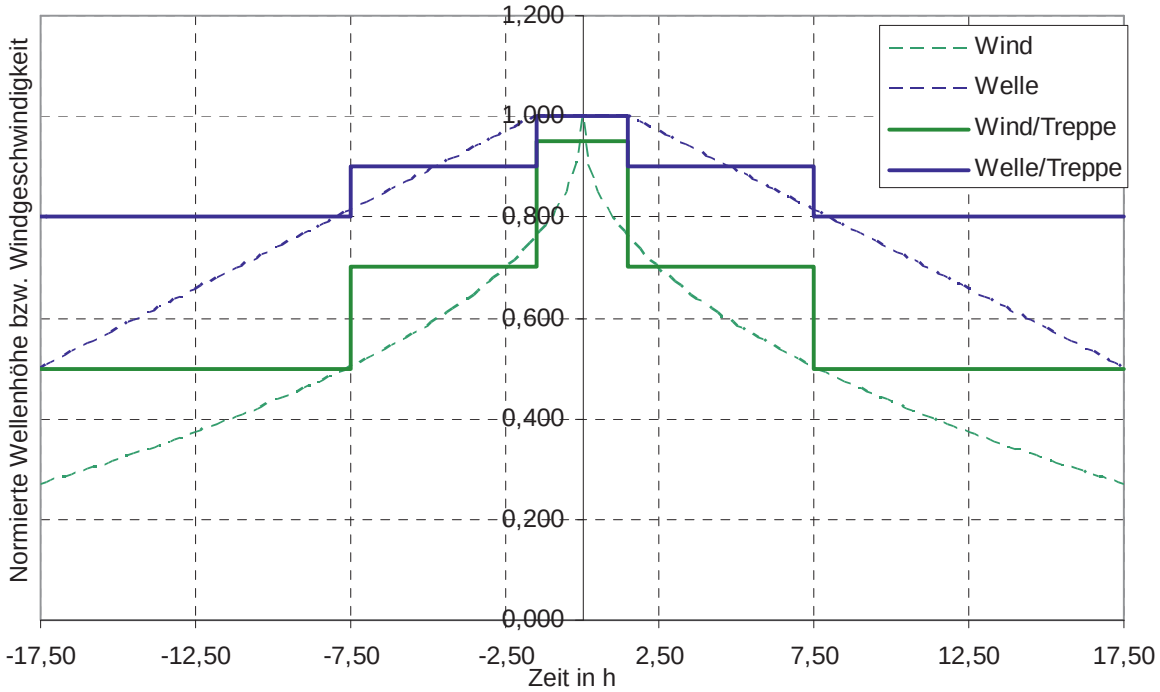

Abbildung 3-I.1 Verlauf der Windgeschwindigkeit und der signifikanten Wellenhöhe während des Bemessungsereignisses.

Beim Tragfähigkeitsnachweis sind alle potenziellen Tragfähigkeitsminderungen durch das Bemessungsereignis zu berücksichtigen. Aufgrund der Berücksichtigung der Bemessungslasten wird der singuläre Bemessungssturm derzeit für den Entwurf als hinreichend angesehen: Weitere Sturmereignisse müssen dementsprechend nicht in den Tragfähigkeitsnachweis einbezogen werden.

3-I.2.2 Äquivalentes Belastungskollektiv

Zur Beurteilung der Auswirkung von Lasten unterschiedlicher Amplituden und ggf. unterschiedlicher Richtungen kann es zweckmäßig sein, aus der Belastung für das Bemessungsereignis eine zyklische Ersatzbelastung (äquivalentes Einstufen-Kollektiv) abzuleiten, bestehend aus einem mittleren Beanspruchungsniveau Fmitt, einer Lastamplitude Fampl und einer äquivalenten Lastzyklenanzahl Neq (s. Abbildung 3-I.2).

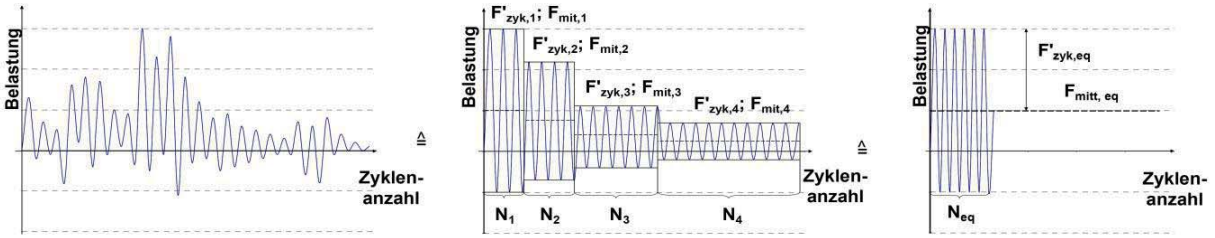

Abbildung 3-I.2 Definition der äquivalenten Lastzyklenanzahl und Lastamplitude (vgl. EA-Pfähle)

Die Ermittlung des äquivalenten Einstufen-Kollektivs ist unter Berücksichtigung des gewählten Nachweisverfahrens sowie der für Standort und Gründungselement spezifischen Randbedingungen durchzuführen, wobei die Angemessenheit der Vereinfachung darzulegen ist. Hinweise zur praktischen Anwendung bei Pfählen enthält Kap. 13 der EA Pfähle.

3-I.2.3 Lastfälle, Bemessungssituationen und zugehörige Teilsicherheitsbeiwerte

Die Einwirkungskombinationen werden den geotechnischen Bemessungssituationen in DIN 1054 zugeordnet. Die Ermittlung der Bemessungswerte der Beanspruchungen erfolgt im Analogschluss zur DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen mit Teilsicherheitsbeiwerten, die von denen in DIN 1054 abweichen.

Die Teilsicherheitsbeiwerte für die Einwirkungen können aus den unter B3.3.1 genannten Normen bzw. Richtlinien für Offshore-Windenergieanlagen entnommen werden. Das BSH behält sich die Zustimmung vor.

Zur Bewertung der Einflüsse zyklischer Lasten auf die Gründungselemente sind i. A. auch die charakteristischen Werte der Einwirkungen anzugeben.

3-I.3 Zyklische Einwirkungen auf Plattformen

Für Flachgründungen und flachgründungsähnliche Sondergründungen (z. B. Suction Caissons) von Plattformen sind bei den Untersuchungen zum Einfluss der zyklischen Belastung auf die Stabilität der Gründungselemente Lastansätze mit einer 100-jährigen Wiederkehrperiode anzusetzen.

Für Tiefgründungen kann das Erfordernis einer expliziten rechnerischen Berücksichtigung der zyklischen Einwirkungen in der Nachweisführung mit einer vereinfachten Grenzwertbetrachtung der Lastspannen bzw. der Lastamplituden nach den Kriterien der EA-Pfähle beurteilt werden. Als Belastung ist dafür die maximale Wellenbelastung mit einer 50-jährigen Wiederkehrperiode (H_{max50}) anzusetzen. Diese ist ungünstig mit den Strömungslasten (u. U. gegenläufig) zu überlagern. Ist eine explizite rechnerische Berücksichtigung der zyklischen Einwirkun-

gen in der Nachweisführung erforderlich, wird das hierfür maßgebende Belastungsspektrum anhand des Bemessungssturms ermittelt. Für Tiefgründungen können dabei Lastansätze mit einer 50-jährigen Wiederkehrperiode angesetzt werden.

Anmerkung:
In den Nachweisen zur zyklischen Belastungen überwiegend axial belasteter Tiefgründungen von Plattformen sind Ansätze mit 50-jähriger Wiederkehrperiode hinreichend:

- sowohl für eine vereinfachte Grenzwertbetrachtung der Lastspannen bzw. der Lastamplituden nach den Kriterien der EA-Pfähle wegen des Grenzwertkriteriums $F'_{zyk} < 10\%$ von R_k
- als auch in einer expliziten Nachweisführung, weil die Belastung mit 100-jähriger Wiederkehrperiode anderenfalls zweifach berücksichtigt würde, nämlich zuerst in Form einer Degradation der Tiefgründung und dann als maßgebende Einwirkung in der Nachweisführung.

Bei der Nachweisführung für Schwergewichtsgründungen ist dies insofern anders, als das Extremereignis in der Nachweisführung grundsätzlich nur einmal berücksichtigt wird. Hierbei wird zunächst die Scherfestigkeitsreduzierung infolge der Porenwasserdruckakkumulation während des Bemessungssturms ermittelt und dann werden für das Belastungsspektrum die Nachweise geführt.

Die Ermittlung der Wellenverteilung während des Bemessungssturms (Wellenhöhe und periode mit zugehöriger Zyklenanzahl) erfolgt mit Hilfe statistischer Extremwertverteilungen (z. B. der Rayleigh-Verteilung). Ein für die Gründungselemente zweckmäßig diskretisiertes Belastungsspektrum kann durch Ermittlung des zeitlichen Verlaufs der Gründungslasten für unterschiedliche Wellenhöhen zwischen der signifikanten Wellenhöhe der Phasen zu Beginn und Ende des Sturmes und der maximalen Wellenhöhe in der Starkwindphase ermittelt werden. Für Offshore-Stationen ist eine fünfstündige Starkwindphase anzusetzen, wobei das ULS-Ereignis in das Belastungsspektrum des Bemessungssturms zu integrieren ist.

Zur Ermittlung der Wellenverteilung und zur vereinfachten Ermittlung des Belastungsspektrums kann für Standorte in der Nordsee gemäß der Darstellung bei *Andersen* [1] die Verteilung nach *Hansteen* herangezogen werden. Die Übertragung der gemäß [1] auf eine fünfstündige Starkwindphase bezogenen *Hansteen*-Verteilung (Tabelle 1) auf ein in fünf Phasen geteiltes Sturmereignis mit 35 Stunden Dauer ergibt bei an- und absteigender Anordnung der für die Sturmphasen jeweils ermittelten normierten Wellenhöhen die in Abbildung 3-I.3 dargestellte Verteilung der normierten Wellenhöhe und der auf die Extremlast normierten Belastung der Gründungselemente. Die normierte Wellenhöhe ergibt sich als Quotient der Wellenhöhe und der signifikanten Wellenhöhe der Starkwindphase.

Weitere Angaben finden sich bei *Andersen* [1].

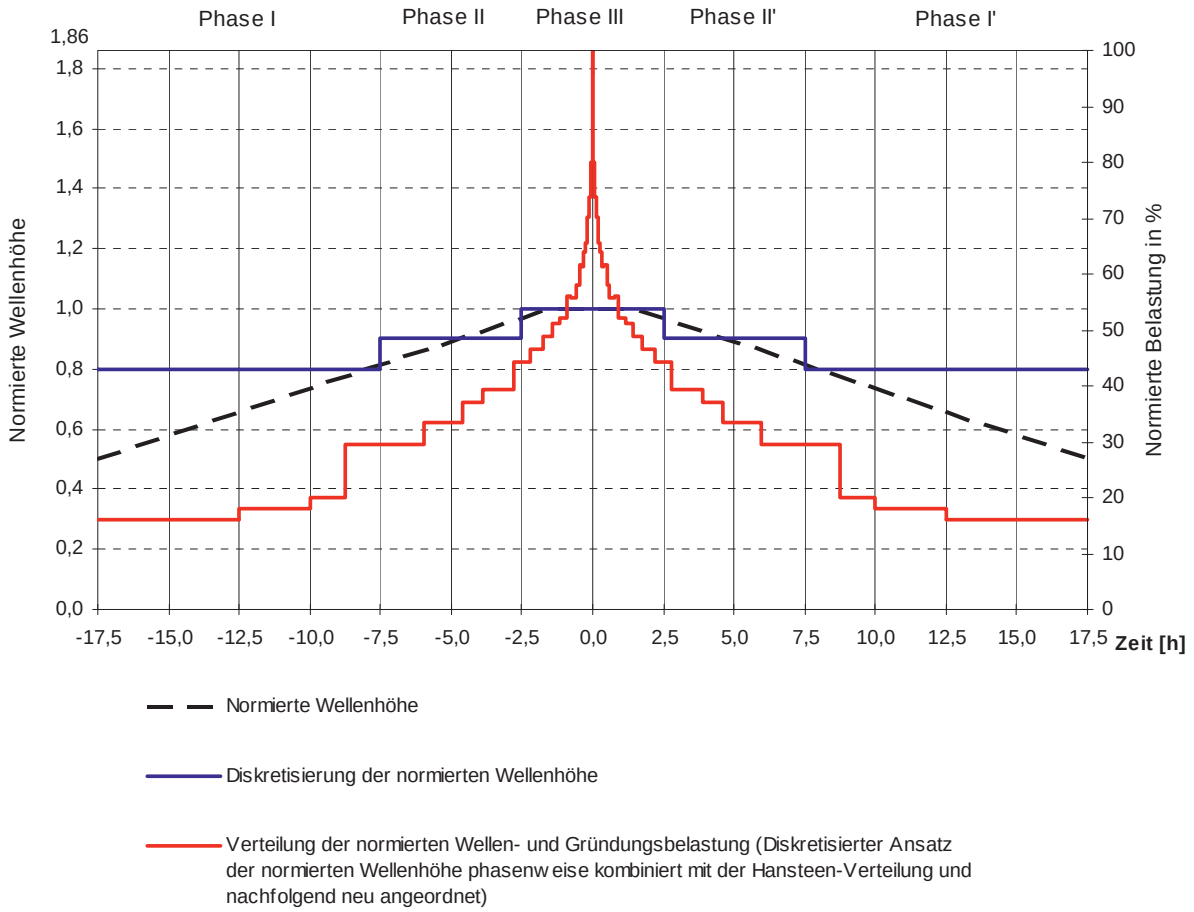

Abbildung 3-1.3: Wellenverteilung und durch die Wellenbelastung induzierte normierte Gründungslasten für einen 100-jährigen Bemessungssturm mit fünfstündiger Starkwindphase bei Einteilung in 5 Sturmphasen

Zyklen in der Starkwindphase (5 h)	Gesamtanzahl der Zyklen	Normierte Belastung der Gründungselemente gemäß [1]	Normierte Wellenhöhe während der Starkwindphase in [1]
900	900	0,20	0,37
500	1400	0,37	0,69
200	1600	0,49	0,91
90	1690	0,58	1,08
50	1740	0,64	1,19
30	1770	0,70	1,3
15	1785	0,77	1,43
8	1793	0,82	1,53
4	1797	0,89	1,66
2	1799	0,96	1,79
1	1800	1,0	1,86

Tabelle 3-I.2 Normierte Belastung der Gründungselemente und normierte Wellenhöhe nach der Hansteen-Verteilung für die Starkwindphase (-2,5 h bis +2,5 h)

[1] Andersen K.H.: Foundation design of offshore gravity structures; in Publication Nr. 185, NGI, Oslo 1992

3-I.4 Zyklische Einwirkungen auf Messmasten, Kabeltürme und vergleichbare Strukturen

Messmasten, Kabeltürme und vergleichbare Strukturen sind hinsichtlich der zyklischen Einwirkungen beim Entwurf der Gründungselemente je nach Bauart und Belastungsspektrum entsprechend den Vorgaben und Regelungen unter Ziffer 3-I.2 oder 3-I.3 zu behandeln.

Anhang 3-II Nachweise der Grenzzustände für Gründungselemente unter Einbeziehung zyklischer Einwirkungen

3-II.1 Vorbemerkungen

Für Flach- und Tiefgründungen von Offshore-Bauwerke ist der Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit unter Berücksichtigung der Besonderheiten zyklischer Einwirkungen zu erbringen. Ausgehend von bisherigen allgemeinen Erfahrungen und hilfsweise dem Stand von Wissenschaft und Technik werden nachfolgend Hinweise zu Nachweisverfahren gegeben.

Soweit für den Nachweis zyklische Laborversuche verwendet werden, sind sie in enger Abstimmung zwischen dem Sachverständigen für Geotechnik und dem Verfasser des Gründungsentwurfs zu planen und durchzuführen. Eine entsprechende Dokumentation ist Bestandteil des Nachweises für die Ausführungsplanung zur 2. Freigabe. Näheres zu zyklischen Laborversuchen regelt der Standard Baugrunderkundung.

3-II.2 Flachgründungen (Schwergewichtsgründung)

Für den Nachweis der Tragfähigkeit von Flachgründungen mit Hilfe der üblichen Verfahren der Geotechnik kann die Verminderung der Tragfähigkeit vereinfacht mit Hilfe zyklischer Scherversuche an undrainierten Bodenproben beurteilt werden (z. B. im zyklischen Triaxialversuchsgerät; siehe dazu auch Savidis & Schuppe, 1982).

Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit der Flachgründung kann mit den in Kap. E 4 der Richtlinie „Baugrunddynamik“ des AK 1.4 der DGGT gegebenen Empfehlungen erfolgen. Die dort aufgeführten Beispiele können sinngemäß auf Flachgründungen von Offshore-WEA übertragen werden.

Über die grundsätzlichen Entwurfsregeln in der DIN EN 1997 (EC 7-1) und DIN 1054 hinaus ist sicherzustellen, dass eine Erosion des Bodens unter dem Fundament durch zyklische Einwirkungen nicht auftreten kann. Für Flachgründungen ohne ausreichend tiefreichende umlaufende Schürze bedeutet dies in der Regel, dass auch infolge der ungünstigsten Kombination aus charakteristischen ständigen und veränderlichen Einwirkungen eine klaffende Fuge nicht auftreten darf.

3-II.3 Pfahlgründungen

3-II.3.1 Axiale zyklische Einwirkungen

Bezüglich der Nachweisverfahren und -formate wird auf EA-Pfähle verwiesen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die dort erwähnten Verfahren zunächst nur innerhalb von Forschungsprojekten überprüft und dabei teils an Modell- und Großversuchen kalibriert worden sind und projektspezifische Anwendungserfahrungen noch nicht vorliegen.

3-II.3.2 Zyklische Einwirkungen quer zur Pfahlachse

Quer zur Pfahlachse gerichtete zyklische Belastung von Pfahlgründungen bewirkt bei entsprechend großen Pfahlkopfverschiebungen eine erhebliche Überbeanspruchung des Bodens im Bereich des Pfahlkopfes und der oberflächigen Zonen darunter und führt zu einer Zunahme der Pfahlverschiebungen mit der Anzahl der Lastzyklen. Außerdem kann eine Reduktion des Bettungswiderstandes (Bettungskapazität und Bettungssteifigkeit) eintreten, wenn durch die zyklische Beanspruchung Porenwasserüberdruckakkumulation entsteht.

In bindigen Böden unter Wasser kann es darüber hinaus durch bleibende Bodenverformungen zu einer Spaltbildung zwischen Pfahl und Boden und zur Entfestigung des oberflächennahen Bereichs und damit zu einer Reduktion der Tragfähigkeit von quer zur Pfahlachse belasteten Pfählen kommen.

Hinweise zur Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit überwiegend quer zur Pfahlachse belasteter Pfähle finden sich in der EA Pfähle.

Für den Nachweis des Grenzzustandes der Pfahltragfähigkeit quer zur Pfahlachse ist in Abhängigkeit von Pfahlsystem (Art, Durchmesser), Bodenart und Lastzyklenanzahl festzulegen, in welchem Maß mit einer Reduktion des mobilisierbaren Bettungswiderstandes zu rechnen ist. Diese Einschätzung kann entweder auf der Basis gesicherter Erfahrung oder unter Heranziehung der Ergebnisse geeigneter zyklischer Laborversuche unter Berücksichtigung von Porenwasserdruckveränderungen erfolgen. Der Tragfähigkeitsnachweis kann dann unter Ansatz des ggf. reduzierten Bettungswiderstandes entsprechend der in Kap. 13 der EA Pfähle beschriebenen Vorgehensweise mit „p-y-Verfahren“ erfolgen. Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit wie auch der Tragfähigkeit sind die jeweiligen Anwendungsbereiche und die -grenzen der gewählten Verfahren zu beachten.

Der Einfluss von Porenwasserdruckveränderungen auf das Tragverhalten ist zu untersuchen und ggf. zu berücksichtigen.

Anhang 3-III Dynamische Pfahlprobebelastungen

Nach DIN EN 1997-1 (EC 7-1) und DIN 1054 wird der Nachweis der äußeren axialen Tragfähigkeit von Gründungspfählen auf der Grundlage von Pfahlprobebelastungen erbracht. Für die Gründung von Offshore-Bauwerken mit überwiegend axial belasteten Pfählen sind deshalb dynamische Pfahlprobebelastungen als Tragfähigkeitsnachweis in axialer Richtung vorzusehen.

Die Vorgehensweise bei der Durchführung, Ergebnisauswertung und -interpretation dynamischer Pfahlprobebelastungen ist in DIN EN 1997-1 (EC 7-1) und DIN 1054 mit Bezug auf die EA-Pfähle geregelt. Anzahl und Orte der durchzuführenden Pfahlprobebelastungen sind vom Fachplaner für Geotechnik mit Bezug auf die EA-Pfähle festzulegen. Generell sind dynamische Pfahlprobebelastungen an Offshore-Stationen und mindestens 10 % der Anlagenstandorte für Offshore-WEA durchzuführen, dabei mindestens an zwei Standorten jedes geotechnischen Standorttyps in dem Windparkareal.

Das Konzept für die dynamischen Pfahlprobebelastungen (Anzahl, Standorte) ist vom Fachplaner für Geotechnik auszuarbeiten und zusammen mit den Antragsunterlagen für die 2. Freigabe einzureichen. Das Konzept soll Art und Umfang der geplanten Probebelastungen sowie die Art der Ergebnisübertragung auf das gesamte Baufeld enthalten. Ein Bericht des ausführenden Unternehmens der dynamischen Pfahlprobebelastungen mit Angaben zu den geplanten Sensoren, deren Anbringung und der geplanten Kabelverlegung und die Bestätigung der

Machbarkeit der dynamischen Pfahlprobebelastungen durch den Entwurfsverfasser unter Berücksichtigung aller relevanten Einflüsse beim Installationsvorgang für die Gründung (z. B. Berücksichtigung eines Kofferdamms bei Anbringung von Sensoren und Kabelverlegung) sind beizufügen.

Die Durchführung dynamischer Pfahlprobebelastungen erfolgt in der ersten Bauphase. Mit der Durchführung dürfen nur Institutionen mit nachweislicher Erfahrung auf dem Gebiet der Testdurchführung und Auswertung dynamischer Pfahlprobebelastungen betraut werden.

Wenn die zeitliche Entwicklung der Tragfähigkeit nach der Pfahlherstellung im Tragfähigkeitsnachweis berücksichtigt werden soll, sind dementsprechende Nachrammungen als dynamische Pfahlprobebelastungen in ausreichender Anzahl vorzusehen und durchzuführen.

Zur Ableitung von charakteristischen Pfahlwiderständen R_k aus den Messwerten der dynamischen Pfahlprobebelastungen R_m sind gemäß DIN EN 1997-1 (EC 7) die in DIN 1054 festgelegten Streuungsfaktoren anzuwenden. Die Streuungsfaktoren $\xi_{5,6}$ und $\Delta\xi$ dürfen bei überwiegend nichtbindigen Böden im Bereich der tragfähigen Schichten für den Fall „Kalibrierung der dynamischen Pfahlprobebelastungen an statischen Pfahlprobebelastungen an vergleichbaren Baumaßnahmen“ auch dann verwendet werden, wenn auf dem Baufeld der Bauwerke keine statischen Pfahlprobebelastungen durchgeführt werden. Dies begründet sich darin, dass bei nichtbindigen Baugrundverhältnissen im gesamten norddeutschen Raum umfangreiche Vergleichserfahrungen mit dynamischen und statischen Pfahlprobebelastungen und damit für diese Böden weitgehend abgesicherte Kalibrierungsfaktoren vorliegen. Außerdem werden für Pfahlgründungen von Offshore-Bauwerken in der Regel Stahlrohrrammpfähle verwendet, bei denen Streuungen durch die Pfahlherstellung nur eine vergleichsweise geringe Bedeutung haben und bei denen über die Pfahleinbringung Rammberichte erstellt werden, anhand derer jeder einzelne Pfahl quantitativ beurteilt werden kann.

Die dynamischen Pfahlprobebelastungen sind vom Sachverständigen für Geotechnik zu begleiten und zu bewerten. Die vollständig dokumentierten Ergebnisse der Durchführung und der Ergebnisauswertung und -interpretation der dynamischen Pfahlprobebelastungen sowie die Übertragung dieser Ergebnisse auf die nicht geprüften Pfähle durch den Fachplaner für Geotechnik sind dem BSH unmittelbar nach Abschluss der Ausführungen und Interpretation der dynamischen Pfahlprobebelastungen vorzulegen.

Für den Tragfähigkeitsnachweis von Monopiles werden aus Sicht des sachverständig beratenen BSH dynamische Pfahlprobebelastungen zum Nachweis der axialen Tragfähigkeit zurzeit für nicht erforderlich angesehen. Generell können rammbegleitende Messungen zur Ermittlung und Überprüfung der Rammbarkeit, der Vorbelastung und des Nachweises der Vorbelastung des Pfahles durch die Rammung vorteilhaft sein. Das BSH behält sich die Anordnung dynamischer Pfahltests bei Monopiles aus sachlichem Grund und/oder aufgrund neuerer Erkenntnisse vor.

Anhang 3-IV Anwendung der Beobachtungsmethode nach dem Eurocode 7

Die Beobachtungsmethode ist in der DIN EN 1997 (EC 7) als Methode des Standsicherheitsnachweises vorgesehen. Sie ist eine Kombination der üblichen Untersuchungen und Nachweise (Prognosen) mit der laufenden messtechnischen Kontrolle des Bauwerks, wobei kritische Situationen durch die Anwendung geeigneter vorbereiteter technischer Maßnahmen beherrscht werden. Diese Methode ist anerkannter Stand der Technik für Bauwerke, deren Gründungsentwurf die Basis gesicherter Ingenieurerfahrung verlässt. Der Beobachtungszeitraum ist auf die Betriebsphase auszudehnen. Grenzzustände, die weder ausreichend genau berechnet noch durch Beobachtung rechtzeitig erkannt werden können, sind durch Arbeiten auf der sicheren Seite und durch konstruktive Maßnahmen zu vermeiden. Rechnerische Prognosen sind, soweit möglich, durch Erfahrungen mit vergleichbaren Baumaßnahmen zu ergänzen. Zur Anwendung der Beobachtungsmethode sind vor Baubeginn folgende Vorbereitungen zu treffen:

- Die einzuhaltenden Grenzen des Bauwerks- und Baugrundverhaltens sind festzulegen.
- Der Bereich, in dem das Bauwerksverhalten wahrscheinlich liegen wird, ist aufgrund der vorliegenden Erkundungsergebnisse zu ermitteln.
- Es ist nachzuweisen, dass das Bauwerksverhalten mit hinreichender Wahrscheinlichkeit innerhalb der einzuhaltenden Grenzen liegt.
- Die einzuhaltenden Grenzen der Standsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit sind zu unterscheiden.
- Es ist ein Messprogramm aufzustellen, durch das anhand maßgebender Größen geprüft werden kann, ob das tatsächliche Bauwerksverhalten innerhalb der einzuhaltenden Grenzen liegt.
- Die Warnwerte und die Eingreifwerte derjenigen Messgrößen, die die Indikatoren der einzuhaltenden Grenzen bilden, sind festzulegen.
- Es ist ein Plan mit geeigneten Gegenmaßnahmen für jeden möglichen Fall zu entwickeln, in dem Messungen die Überschreitung einzuhaltender Grenzen anzeigen; dieser Plan ist Element des Standsicherheitsnachweises. Die geplanten Gegenmaßnahmen müssen jederzeit bei Bedarf ausgeführt werden können.
- Die Messintervalle und die Messergebnisse müssen die Notwendigkeit von Gegenmaßnahmen in einem ausreichend frühen Stadium erkennen lassen, so dass die Gegenmaßnahmen rechtzeitig ergriffen werden können.
- Während der Bauarbeiten und während des Betriebes ist die plangemäße Durchführung des Messprogramms und seine rechtzeitige Auswertung sicherzustellen und zu dokumentieren. Abweichungen vom Plan sind zu dokumentieren.

Die Beobachtung des Bauwerks (Monitoring) allein ohne die Festlegung konkreter Grenzen und Gegenmaßnahmen ist als Nachweisverfahren nicht geeignet.

Anhang 3-V Anwendung numerischer Modelle für geotechnische Nachweise

Die regelhafte Aufstellung geotechnischer Standsicherheitsnachweise mit numerischen Methoden ist in Deutschland nicht allgemein anerkannter Stand der Technik, allerdings in DIN 1054 grundsätzlich zugelassen. Grundbausteine zu standardisierten Vorgehensweisen werden in Form von Empfehlungen des Arbeitskreises AK 1.6 Numerik in der Geotechnik der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) erarbeitet.

Bodenmechanische Modellberechnungen sind generell mit Ungewissheiten behaftet. Numerische Modelle mit FE-Methoden eröffnen zwar die Anwendbarkeit kontinuumsmechanischer

Berechnungsmodelle auf komplexere Strukturen auch unter Einbeziehung des Baugrundes, aber mit starken Vereinfachungen und bedürfen einer kritischen Bewertung durch den Fachplaner für Geotechnik.

Besondere Baugrundeigenschaften, interaktive Prozesse und komplexe Abläufe können mit numerischen Modellen prinzipiell und qualitativ studiert, jedoch quantitativ nicht unbedingt zuverlässig nach- oder abgebildet werden. Systemveränderungen durch zyklische Prozesse können in der Regel nicht ausreichend zuverlässig abgebildet werden.

Wesentliches Element der Beurteilung numerischer Berechnungsergebnisse ist die Validierung des Modells durch Plausibilitätskontrollen, u. a. durch Vergleich mit Erfahrungsbereichen. Solange ausreichende Erfahrungen mit Gründungen von vergleichbaren Offshore-Bauwerken fehlen, ist dazu besonderer Wert auf eine begleitende Formulierung einfacher analytischer Modelle und auf eine kritische und vorsichtige Bewertung der Ergebnisse bei der Umsetzung in den Entwurf der Gründungselemente und ihrer Wechselwirkung mit der Tragstruktur zu legen. Dazu gehört eine Sensitivitätsanalyse in Bezug auf die bestimmenden Modellparameter.

Anhang 3-VI Besondere Literaturhinweise für Gründungselemente

BSH	Standard Baugrunderkundung – Mindestanforderungen an die Baugrunderkundung und -untersuchung für Offshore-Windenergieparks (in der jeweils aktuellen Fassung).
DIN EN 1997-1	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1.
DIN EN 1997-1/NA	Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Allgemeine Regeln.
DIN 1054	Baugrund; Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau.
GL-IV-2	GL Rules and Guidelines, IV Industrial Services, 2 Guideline for the Certification of Offshore Wind Turbines
DNV-OS-J101	DNV Offshore Standard, Design of Offshore Wind Turbine Structures
DIBt	DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen, Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung (DIBt Berlin)
API RP 2A-WSD	American Petroleum Institute, Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing of Fixed Offshore Platforms – Working Stress Design, 21st Edition, December 1993.
Norsok N-003	Marine Actions
EA-Pfähle	Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, 2. ergänzte und erweiterte Auflage, DGGT e.V., Verlag Ernst & Sohn, 2012.
RECOFF	Recommendations for design of offshore wind turbines (RECOFF), European Community (contract no. ENK5-CT-2000-00322, acronym RECOFF) under the Energy, Environment and Sustainable Development Programme, a Fifth Framework Programme, 2001–2004, Risoe, 2007.

Achmus, M., Kuo, Y.-S., Abdel-Rahman, K. (2008): Zur Bemessung von Monopiles für zyklische Lasten, Bauingenieur, 83 (7-8), 303-311.

Atkins, W.S. (2000): Cyclic degradation of offshore piles – Offshore Technology Report 2000/013, HSE Health and Safety Executive, Norwich, UK.

Cuéllar, P. (2011): Pile Foundations for Offshore Wind Turbines: Numerical and Experimental Investigations on the Behaviour under Short-Term and Long-Term Cyclic Loading, Dissertation TU Berlin.

Cuéllar, P., Baessler, M., Rücker, W. (2009): Ratcheting convective cells of sand grains around offshore piles under cyclic lateral loads, Granular Matter, 11 (6), 379–390.

Grabe, J., Dührkop, J. (2008): Zum Tragverhalten von überwiegend horizontal belasteten Pfählen. Tagungsband zur 30. Baugrundtagung 2008 der DGGT in Dortmund, 143–150.

Jardine, R., Standing, J.R. (2000): Pile Load Testing Performed for HSE Cyclic Loading Study at Dunkirk, France. Offshore Technology Report – OTO 2000 007. Vol 1.

Kempfert, H.-G., Thomas, S.(2010): Pfahltragverhalten infolge zyklisch axialer Belastung – Versuchsergebnisse und Modellbildung. Tagungsband zur 31. Baugrundtagung der DGGT in München, 255–261.

Poulos, H.G. (1989): Cyclic Axial Loading Analysis of Piles in Sand. Journal of Geotechnical Engineering, 115, 836–852.

Randolph, M. F. (2009a): Cyclic interface tests on sand and influence of cyclic shearing on axial pile capacity in sand. In: Mechanical behaviour of soils under environmentally induced cyclic loads. International Centre for Mechanical Sciences (CISM): Udine, Italy.

Randolph, M. F. (2009b): Offshore Design Approaches for Sub-Failure Cyclic Loading of Foundations. In: Mechanical behaviour of soils under environmentally induced cyclic loads. International Centre for Mechanical Sciences (CISM): Udine (Italy).

Randolph, M.F. Jeer, H.A., Khorshid, M.S. und Hyden, A.M. (1996): Field and laboratory data from pile load tests in calcareous soil. Proceedings of the 28th Offshore Technology Conference, Houston, Texas, 327–336.

Savidis, S., Schuppe, R. (1982): Dynamisches Triaxialgerät zur Untersuchung des Verflüssigungsverhaltens von isotrop und anisotrop konsolidierten Sanden, Bautechnik,1/1982, 21–24.

Tasan, E., Rackwitz, F., Savidis, S. (2010): Porenwasserdruckakkumulation bei zyklisch horizontal belasteten Monopiles mit großen Durchmessern, Bautechnik, 8/1987, 449–461.

Anhang 4: Ergänzungen zu den Nachweisen im Grenzzustand der Ermüdung für Offshore-Windenergieanlagen

Bis zu einer Regelung auf nationaler Ebene durch eine DIN-Norm oder eine entsprechende europäische Norm sind für den Nachweis im Grenzzustand der Ermüdung in Verbindung mit den Regelungen der gültigen Richtlinie für Windenergieanlagen für die Teilsicherheitsbeiwerte γ_M auf der Materialseite die Werte der unten stehenden Tabelle als Mindestwerte zu berücksichtigen.

Inspizierbar	Schadenstolerante Bauteile	Nicht-schadenstolerante Bauteile
Ja	1,0	1,15
Nein*	1,15	1,25

* Schweißkonstruktionen des Primärtragwerks im Unterwasserbereich sind grundsätzlich bei Nein einzuordnen

Zur Durchführung der Ermüdungsnachweise nach DIN EN 1993-1-9 können offshorespezifische Ergänzungen erforderlich werden. Ergänzungen sind insbesondere für die Anzahl der zu erwartenden Lastwechsel und für den Umgang mit Meereswasser erforderlich. Hierfür sind geeignete Richtlinien und Regelwerke zu Rate zu ziehen.

Bezüglich der Materialgütenwahl ist den Hinweisen des Anhangs 5 zu folgen.

Hinweis auf wiederkehrende Prüfungen:
Diese Regelung ersetzt nicht die Notwendigkeit wiederkehrender Prüfungen im Unterwasserbereich (z. B. für die Kontrolle von Bewuchs oder Beschädigungen), aber eine genaue Kontrolle der Schweißnähte wird damit entbehrlich.

Anhang 5: Anwendungshinweise für den Standard „Mindestanforderungen an die konstruktive Ausführung von Offshore-Bauwerken“ des BSH

Hinweise zu den Standsicherheitsnachweisen für Tragstrukturen von Offshore-Stationen und zur Stahlsortenwahl

Anhang 5-I Anlass und Zweck

Im Kapitel B2.3 Konstruktionsphase, Unterkapitel B2.3.2 werden die Anforderungen und erforderlichen Nachweise festgelegt, welche im Rahmen der Tragwerksplanung zu erbringen sind.

Der Entwurf und die Bemessung von Unterstrukturen von Offshore-Stationen sollen demnach einheitlich auf der Grundlage der europäischen Normenreihe DIN EN 199x erfolgen. Durch Besonderheiten der Konstruktion sowie die Einsatzbedingungen in der Meeresumgebung sind dabei verschiedene, ergänzende Aspekte zu berücksichtigen, für die in der genannten Normenreihe zur Zeit teilweise keine ausreichenden Regelungen enthalten sind.

Für die Anwendung in der AWZ werden durch die nachfolgenden Anwendungshinweise entsprechende zusätzliche oder konkretisierende Regelungsinhalte bereit gestellt, die eine durchgängige Anwendung der DIN EN 199x (EC-Reihe) in den Nachweisverfahren ermöglichen. Die Anwendungshinweise stellen damit den Handlungsrahmen für Planungen und Prüfungen in Antragsverfahren dar. Insbesondere werden im Detail die eingeführten technischen Baubestimmungen und die Bauregelliste um Regelungen erweitert, bei deren Einhaltung auf die Beantragung einer ZiE verzichten werden kann.

Die vorliegenden Anwendungshinweise stellen eine Übergangsregelung dar und definieren als solches Mindeststandards, die projektseitig einzuhalten sind. Höhere Anforderungen in Bemessung und Ausführung sind teilweise üblich und ausdrücklich zulässig.

Die Hinweise beziehen sich auf Einwirkungen, Sicherheiten im Allgemeinen sowie die Bemessung von Stahlbauten.

Anhang 5-II Normative Verweise

[1] DIN EN 1990	„Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung“
[2] DIN EN 1990/NA:	2010–12: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – „Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung“
[3] DIN EN 1991	Eurocode 1: „Einwirkungen auf Tragwerke“
[4] DIN EN 1991/NA:	2010–12: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: „Einwirkungen auf Tragwerke“
[5] DIN EN 1993-1-1:	„Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Ausgabe 12/2010 einschl. Nationalem Anhang
[6] DIN EN 1993-1-9:	„Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-9: Ermüdung“; Ausgabe 12/2010, einschl. Nationalem Anhang
[7] DIN EN 1993-1-10:	„Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung“; Ausgabe 12/2010, einschl. Nationalem Anhang

[8] DIN EN 10025-1 bis -4: „Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen“; Teile 1–4; Ausgabe 11/2004

[9] DIN EN 10204 „Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen“; Ausgabe 01/2005

[10] DIN EN 10210-1 „Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen – Teil 1: Technische Lieferbedingungen“; Ausgabe 07/2006

[11] DIN EN 10219-1 „Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen – Teil 1: Technische Lieferbedingungen“; Ausgabe 07/2006

[12] DIN EN 10225 „Schweißgeeignete Baustähle für feststehende Offshore-Konstruktionen – Technische Lieferbedingungen“; Ausgabe 10/2009

[13] DIN EN 61400-1 (VDE 0127-1): Windenergieanlagen Teil 1: „Auslegungsanforderungen (IEC 61400 1:2005 + A1:2010)“; Ausgabe 08/2011

[14] DIN EN 61400-3 (VDE 0127-3): Windenergieanlagen Teil 3: „Auslegungsanforderungen für Windenergieanlagen auf offener See (IEC 61400-3:2009)“; Ausgabe 01/2010

[15] International Institute of Welding (IIW): „Recommendations for fatigue design of welded joints and components“; IIW-1823-07 ex XIII-2151-07/XV-1254-07; Edition 2008

[16] DIN EN 1090-2 „Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken, Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken“

[17] DNVGL-RP-0005 „Fatigue design of offshore steel structures“; Ausgabe 06/2014

Anhang 5-III Nachweiszustände und Einwirkungen

5-III.1 Nachweismethodik

Die Anforderungen und erforderliche Nachweiszustände sind der DIN EN 1990 [1], [2] sowie Kapitel B2.3.2 zu entnehmen.

5-III.2 Einwirkungen

Die folgenden Hinweise zu Einwirkungen und deren Kombinationen beziehen sich auf die Bemessung des Bauwerks im Endzustand nach Abschluss aller Bau- und Montagezustände.

Einwirkungen bzw. Lastannahmen sollen generell nach der europäischen Normenreihe DIN EN 1991 gewählt werden.

Nachfolgend werden ergänzende Hinweise zu Einwirkungen gegeben, die sich aus Lücken und sinnvollen Ergänzungen in Bezug auf die DIN EN 1991 [3], [4] ergeben.

Eigengewichts- und Ausbaulasten:
Für Einwirkungen infolge Eigengewichts- und Ausbaulasten ist den technischen Bestimmungen der DIN EN 1990er Reihe zu folgen.

Für die hier betrachteten Offshore-Stationen wird empfohlen, eine Ermittlung der Eigengewichts- und Ausbaulasten durch Wiegung durchzuführen. In diesem Fall darf mit $\gamma_F = 1{,}10$ gerechnet werden.

Verkehrslasten:
Verkehrslasten sind in der DIN EN 1991 [3], [4] geregelt. Die Werte sind für die Räumlichkeiten und Flure einer Offshore-Station anzuwenden. In begründeten Fällen sind Abweichungen zulässig.

Die Abminderung der Lasten ist für den Nachweis der lastableitenden Bauteile normgerecht möglich. Hierbei sind die ungünstigsten Laststellungen zu berücksichtigen (maßgebende Laststellungen).

Windeinwirkungen:
Windeinwirkungen können der DIN EN 1991 [3], [4] entnommen werden. Sollten Standortgutachten zur Klärung der im Planungsgebiet tatsächlich vorhandenen Windgeschwindigkeiten und deren Streuungen zu Rate gezogen werden, ist bei Auswertung bzw. Wahl der Eingangswerte der Windgeschwindigkeit, konform zu DIN EN 1991 [3], [4], eine Wiederkehrperiode von 50 Jahren und eine Böenwindgeschwindigkeit als 3-Sekunden-Mittel in Ansatz zu bringen.

Einwirkungen infolge Welle, Strömung, Eis und Temperatur:
Wellen-, Strömungs-, und Eislasten (Seeeis wie auch Vereisung) sowie Einwirkungen infolge Temperatur sind standortabhängig. Daher sind die Standortbedingungen zur Ermittlung der Eingangsdaten für die Bemessung durch einen Gutachter für das Seegangsgutachten festzuschreiben.

Bei Auswertung der Standortbedingungen sind insbesondere für die Wellen-, Strömungs- und Eislasten die Wiederkehrperioden (50 Jahre), in Anlehnung an die Festlegungen im Offshore-Windbereich ([13], [14]), für Offshore-Stationen zum Ansatz zu bringen.

Wasserstände, insbesondere minimale und maximale Wasserstände, zur Einwirkungsermittlung sind ebenfalls Bestandteil des Standortgutachtens.

Sonstige Einwirkungen:
Einwirkungen, beispielsweise aus Stoß- und Anprallasten, Hebezeugen oder anderen veränderlichen Lasten, die spezifisch für Errichtung und Betrieb von Offshore-Stationen sind, müssen durch den Bauherrn vorgegeben werden.

Stoßlasten infolge Schiffsanprall oder Imperfektionen bei Fertigung, Installation und Setzung, sind bei der Nachweisführung ebenso zu berücksichtigen. Sie sind größtenteils von dem Standort abhängig.

Weitere Einwirkungen bzw. Sonderzustände aus Kolkung des Bodens, marinem Bewuchs oder durch Abrostung der Bauwerke sind angemessen zu berücksichtigen. Ggf. sind hier standortspezifische Gutachten erforderlich.

5-III.3 Einwirkungskombinationen und Teilsicherheitsbeiwert

Generelles Vorgehen:
Einwirkungskombinationen und einwirkungsseitige Teilsicherheitsbeiwerte für die Auslegung der Betriebsstruktur von Offshore-Stationen (Topside) sind prinzipiell in der DIN EN 1990 [1], [2] geregelt.

Kombinationsbeiwerte für die Überlagerung der Wellen-, Strömungs- und Eisereignisse sind in der DIN EN 1990 nicht aufgeführt. Alternativ zur unverminderten Überlagerung der genannten Einzelereignisse dürfen Einwirkungen aus dem kombinierten Ereignis von Wellen, Strö-

mung und Eis mit 50 Jahren Wiederkehrperiode zum Ansatz gebracht werden. Für die Überlagerung der Einzeleinwirkungen, im Sinne der DIN EN 1990 [1], [2] durch Leit- und Begleiteinwirkungen, ist für die normale oder extreme Einwirkungskombination auf die Einhaltung eines integralen, einwirkungsseitigen Teilsicherheitsbeiwertes von mindestens 1,35 zu achten.

Anhang 5-IV Anwendungshinweise zu DIN EN 1993-1-9 – Ermüdungsnachweise

5-IV.1 Allgemeines und Teilsicherheitsbeiwerte

Die Nachweise im Grenzzustand der Ermüdung sind grundsätzlich nach DIN EN 1993-1-9 [6] nach dem Nennspannungskonzept oder dem Strukturspannungskonzept zu führen. Die Anwendung des Konzepts der Schadenstoleranz oder der ausreichenden Sicherheit gegen Ermüdungsversagen ohne Vorankündigung richtet sich insbesondere nach der Durchführbarkeit von planmäßigen Wiederkehrenden Prüfungen. Die Teilsicherheitsbeiwerte γ_{Mf} sind dementsprechend in Anlehnung an [6] nach Tabelle 5-IV.1 zu wählen.

Zugänglichkeit/ Durchführung von Wiederkehrenden Prüfungen (WKP)	schadenstolerant bzw. niedrige Schadensfolgen	nicht schadenstolerant bzw. hohe Schadensfolgen
gute Zugänglichkeit, WKP	1,00	1,15
keine oder schlechte Zugänglichkeit, keine WKP*	1,15	1,35

* Schlechte Zugänglichkeit ist u. a. für alle Bauteile zu unterstellen, die sich ständig unter Wasser befinden.

Tabelle 5-IV.1: Teilsicherheitsbeiwerte im Ermüdungsnachweis

Abweichend von den Regelungen in [6] darf kein Schwellenwert der Ermüdungsfestigkeit für Lastspielzahlen $N > 10^8$ angesetzt werden.

Die Abhängigkeit der Ermüdungsfestigkeit aus Effekten der Blechdicke sollte abweichend von [6] nach den Empfehlungen des IIW [15] Abschnitt 3.5.2.1 berücksichtigt werden.

Die Anwendung der Kerbfalldefinitionen nach [6] setzt das Vorhandensein eines funktionstüchtigen Korrosionsschutzsystems aller Komponenten voraus. Die Anforderungen nach Kap. B2.2.1, B2.3.1 sowie Anhang 6 sind in diesem Fall einzuhalten. In Abhängigkeit von der erreichbaren Schutzdauer des Korrosionsschutzes müssen im Bereich der Spritzwasserzone Zuschläge zu den rechnerischen Blechdicken in der Bemessung vorgesehen werden.

Ergänzend dürfen die Regelungen des DNV [17] für den Ermüdungsnachweis zur Anwendung kommen. Dies kann insbesondere sinnvoll sein, wenn kein umfassender Korrosionsschutz wie o. a. vorliegt und die entsprechend modifizierten Wöhlerlinien verwendet werden.

5-IV.2 Strukturspannungskonzept

Die Ermüdungsnachweise für geschweißte Rohrknoten können ausschließlich nach dem Strukturspannungskonzept geführt werden. Die dafür benötigten Spannungskonzentrationsfaktoren sind für alle Nachweisstellen getrennt mit Hilfe von Finite-Elemente-Berechnungen oder aus parametrischen Formeln zu ermitteln. Für die Extrapolation der Spannungen aus FE-Berechnungen können entsprechende Hinweise z. B. [15] Abschnitt 2.2.3.4 entnommen werden. Bei der Verwendung von parametrischen Formeln z. B. nach Efthymiou ist eine ge-

naue Einhaltung der geometrischen Randbedingungen sicherzustellen, im Zweifelsfall ist einer FE-Berechnung der Vorzug zu geben.

Für andere konstruktive Details gelten die zuvor für Rohrknoten gegebenen Hinweise analog. Die Anwendung des Strukturspannungskonzeptes setzt eine beidseitig geschweißte Naht voraus. Die Anwendung von einseitigen Schweißungen an Rohrknoten ist im Einzelfall bei dem Prüfbeauftragten zu beantragen und die Verfahrensweise abzustimmen. In Abhängigkeit vom Beanspruchungszustand und der Möglichkeit zur Durchführung von zerstörungsfreien Prüfungen, kann eine Anwendung des Strukturspannungskonzeptes auch für einseitige Schweißungen in Betracht gezogen werden.

Anhang 5-V Anwendungshinweise zu DIN EN 1993-1-10 – Stahlsortenauswahl

5-V.1 Werkstoffnormen und Bestellung

Die Bestellung der einzusetzenden Stähle soll grundsätzlich nach den in DIN EN 1993-1-1 [5] Tabelle 3.1 aufgelisteten Stahlsorten und entsprechenden Werkstoffnormen erfolgen.

Im Fall des Verlassens des Regelungsbereichs zur Stahlsortenauswahl gemäß DIN 1993-1-10 [7], beispielsweise bei Verwendung großer Blechdicken und/oder bei tiefen Einsatztemperaturen, sind ergänzende Stahlsorten und zugehörige Werkstoffnormen anzuwenden. Zugelassen ist in diesem Fall die Anwendung von Stählen nach DIN EN 10225 [12]. Da es sich bei den Stählen nach DIN EN 10225 [12] um Halbzeuge handelt, die nicht Bestandteil der Bauregelliste sind, sind die Qualitäts- und Prüfvorschriften der DIN EN 10025-1, -3, -4 für Blech und der DIN EN 10210-1 für warmgefertigte Hohlprofile umzusetzen, insofern diese höhere Anforderungen gegenüber der DIN EN 10225 beinhalten. Stähle der Gruppe 1 nach DIN EN 10225 sind davon ausgeschlossen.

Für alle Erzeugnisse, die vorwiegend nicht ruhend beansprucht sind, müssen Abnahmeprüfzeugnisse 3.2 nach DIN EN 10204 [9] je Schmelze mit folgenden zusätzlichen Angaben vorliegen:

- 15er-Analyse (chem. Zusammensetzung) – Angabe von C, Mn, Si, S, P, Al, N, Cu, Cr, Nb, V, Ti, Mo, Ni, B
- Zustand AR nicht zugelassen unter dynamischer Beanspruchung
- Kennzeichnung des Abnahmebeauftragten

Eine verbleibende Stempelung in dynamisch beanspruchten Bauteilen ist nicht zulässig.

5-V.2 Stahlsortenauswahl im Hinblick auf die Bruchzähigkeit

Die Regelungen nach [7] Abschnitt 2 dürfen zur Auswahl von Stahlsorten nach den Normen [8], [10] bis [12] zur Anwendung kommen.
Es sind folgende beiden Bemessungssituationen zu betrachten:

$$E_{d1} = E \{ A[T_{Ed}] \text{„+“} \sum G_k \text{„+“} Q_{Ek} \} \text{ und } E_{d2} = E \{ A[T_{Ed}] \text{„+“} \sum G_k \text{„+“} A_k \}$$

Dabei stellt die Leiteinwirkung A die Wirkung der Bezugstemperatur T_{Ed} dar. $\sum G_k$ ist die Summe der ständigen Einwirkungen. Q_{Ek} ist die kombinierte Einwirkung aus den Umgebungsbedingungen Seegang, Wind und Seeeis mit einer Wiederkehrperiode von 50 Jahren. Ak ist die Einwirkung aus dem planmäßigen Anlegestoß eines Versorgungsschiffes.
Die Einsatztemperaturen $T_{mdr} = T_{md} + \Delta T_r$ dürfen abweichend von DIN EN 1993-1-10/NA [7] nach folgender Tabelle gewählt werden. Der Wert nach Zeile 1 gilt dabei auch für einseitig vom Wasser benetzte Bauteile, wenn auf der wasserabgewandten Seite keine freie Belüftung möglich ist (z. B. Innenseite von Gründungsrohren). Andernfalls ist mit dem Wert nach Zeile 3 zu rechnen.

Zeile	Bauteile oder Bauteilabschnitte der Gründung	Einsatztemperatur T_{mdr}
1	– unterhalb des tidebedingten Niedrigstwasserstandes (LAT)	-5 °C
2	– oberhalb des tidebedingten Niedrigstwasserstandes (LAT)	-15 °C
3	– die dauerhaft einseitig vom Wasser benetzt werden	-10 °C

Tabelle 5-V.1: Einsatztemperatur für Bauteile in der AWZ von Nord- und Ostsee

Für kaltumgeformte Rundrohre nach DIN EN 10219 [11], die ein Verhältnis des Innenradius zur Wanddicke $r_i/t \leq 15$ aufweisen, sollen Stahlgüten verwendet werden, für die ausreichende Kerbschlagarbeitswerte nach Reckalterung nachgewiesen sind. Dies kann durch Bestellung der Option 12 für Stahlsorten gemäß DIN EN 10225 erfolgen. Die Temperaturverschiebung zur Führung des Sprödbruchnachweises ist gemäß Gleichung 2.4 nach DIN EN 1993-1-10 [7] zu ermitteln und auf max. $\Delta T_{\varepsilon cf} \leq 20$ K infolge des Kaltumformungsgrades zu begrenzen. Die größten zulässigen Erzeugnisdicken für tiefe Bezugstemperaturen T_{Ed} sowie weitere Hinweise können erforderlichenfalls dem Kommentar zu [7] im Stahlbaukalender 2012 (Tabelle 7, S. 375) entnommen werden. Für Verhältniswerte $r_i/t > 15$ darf die Kaltumformung bei kaltgeformten Rundrohren im Nachweis unberücksichtigt bleiben.

Für kaltumgeformte Rechteck- und Quadratrohre ist eine Temperaturverschiebung infolge der Kaltumformung in Höhe von $\Delta T_{\varepsilon cf} = 35$ K für Wanddicken $t \leq 16$ mm bzw. $\Delta T_{\varepsilon cf} = 45$ K für Wanddicken 16 mm $< t \leq 40$ mm anzusetzen. Die weiteren Hinweise gelten analog für kaltumgeformte Rundrohre.

In begründeten Fällen kann von der Definition der in DIN EN 1993-1-10, Tabelle 2.1 geregelten Testtemperaturen und Kerbschlagbiegearbeiten unter Beibehaltung der zu erreichenden Bruchzähigkeiten abgewichen werden. Das bruchmechanische Konzept zur Stahlsortenwahl der DIN EN 1993-1-10 erlaubt die äquivalente Umrechnung der Testtemperaturen bei Anpassung der zu erreichenden Kerbschlagbiegearbeiten.

5-V.3 Zusätzliche Anforderungen bei mehraxialen Spannungszuständen

Bauteile, die aufgrund der Fertigungsbedingungen und/oder der Betriebsbeanspruchungen mehraxiale Spannungszustände aufweisen, bedürfen besonderer Betrachtungen bei der Stahlauswahl. Dies betrifft z. B. Knotenpunkte zwischen Eckstielen und Diagonalen in Fachwerkkonstruktionen.

Für Bauteile mit mehraxialen Beanspruchungen sind folgende Besonderheiten bei der Materialbestellung zu beachten:

<table>
<tr><th></th><th>Werkstoffe nach DIN EN 10025-1, -3, -4 [8]</th><th>Werkstoffe nach DIN EN 10210-1 [10]</th><th>Werkstoffe nach DIN EN 10219-1 [11]</th><th>Werkstoffe nach DIN EN 10225 [12]</th></tr>
<tr><td>Probenlage in der Kerbschlagbiegeprüfung</td><td colspan="2">zusätzlicher Nachweis der Kerbschlageigenschaften an Querproben (Bestelloption 30 nach DIN EN 10025-3/-4)</td><td rowspan="2">Einsatz bei mehraxialen Spannungszuständen nicht zulässig</td><td rowspan="2">keine zusätzlichen Anforderungen</td></tr>
<tr><td>zusätzliche Kerbschlagbiegeprüfung in der Blechmitte</td><td colspan="2">zusätzliche Prüfung für Blechdicken t > 40 mm erforderlich</td></tr>
</table>

Tabelle 5-V.2: Zusätzliche Anforderungen an die Kerbschlagbiegeprüfung

In jedem Fall sind die Regelungen zur Stahlsortenauswahl im Hinblick auf die Eigenschaften in Dickenrichtung nach [7] Abschnitt 3 anzuwenden und die resultierenden zusätzlichen Anforderungen zur Z-Güte nach DIN EN 10164 in der Bestellung zu berücksichtigen.

Anhang 5-VI Hinweise zur Fertigung nach DIN EN 1090-2

Die Ausführung und Überwachung der Ausführung ist in DIN EN 1090-2 geregelt.
Für die Offshore- Bauwerke sind mindestens folgende Ausführungsklassen einzuhalten:

- EXC 2 für vorwiegend ruhend beanspruchte Konstruktionen
- EXC 3 für vorwiegend nicht ruhend beanspruchte Konstruktionen, wie im Meereswasser befindliche Gründungskonstruktionen

Durch die Wahl der Ausführungsklasse wird der Umfang der ergänzenden zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) in der DIN EN 1090-2 (Kap. 12.4.2.2 Kontrollumfang, Tabelle 24) festgelegt. Ergänzend zum dort beschriebenen Prüfumfang für UT können abhängig vom Ergebnis der Prüfungen höhere Prüfumfänge erforderlich werden. Für das weitere Vorgehen zur Anpassung des Untersuchungs- bzw. Prüfumfangs wird auf das Kapitel 2.4.2.1.2 Fertigungsüberwachung (Stahlbau) verweisen. Für die UT-Prüfungen ist das dort beschriebene Vorgehen analog anzuwenden.

Anhang 6: Korrosionsschutzkonzept zum Nachweis der Dauerhaftigkeit während der Betriebszeit für die 2. Freigabe

1. Beschichtungsschutzkonzept

- Gliederung der Schutzbereiche nach Zonen (Boden, Immersion, Wasserwechsel, Spritzwasser, Atmosphäre) für Innen und Außen,
- Skizze mit Darstellung der Schutzbereiche und entsprechenden Schutzsystemen,
- Angaben zum Schichtaufbau (z. B. Stoff, Schichtanzahl, Schichtdicken, Gesamtschichtdicke),
- Systemauswahl je Zone (System-Nr. mit entsprechendem Regelwerk (Im2: ZTV-W, NORSOK M-501/ISO 20340, DIN EN ISO 12944; C5-M: ZTV-ING, NORSOK M-501/ISO 20340, DIN EN ISO 12944, z. B.; Sonderzulassungen anderer als üblicher Polymersysteme) – Hinweis: Systeme nur für Erstapplikation – keine Reparaturbeschichtungen,
- Vorlage des Kantenschutzes: Festlegung der Stellen,
- Farbgebung, Ölabweisende Schicht im Wasserwechselbereich,
- Tauglichkeitsnachweis – Korrosionsschutztest der Schutzsysteme (Regelwerk der Zulassungsprüfung; weitere, darüberhinausgehende Nachweise, wie z. B. Abrieb, KKS-Tauglichkeit),
- Gegenüberstellung der Betriebszeit und der aus den Zulassungsprüfungen ableitbaren Schutzdauer,
- Flächenvorbereitung (u. a. nach ISO 8501, DIN EN 1090),
- Beschreibung des Applikationsverfahrens mit Hinweis zum Ausbesserungskonzept,
- Applikation (z. B. KOR-Schein für Vorarbeiter) und Überwachung (z. B. Formblatt nach DIN EN ISO 12944-8 und ZTV-W 218; Eigenüberwachung – Fremdüberwachung),
- Einschätzung eines möglichen Eintrags an Schadstoffen (z. B. Lösemittel) in das Meerwasser,
- ggf. Darstellung der elektrochemischen Verfahren.

2. Elektrochemischer Schutz

- Gliederung der Schutzbereiche nach Zonen (innen/außen),
- Festlegung der Schutzbereiche und zu schützenden Flächen (beschichtet/unbeschichtet),
- Personenqualifikation: Korrosionsschutzkonzept auf Basis der DIN EN 15257 (Mindestgrad 2),
- Berechnung des Strombedarfs und der Anzahl der Anoden,
- Galvanische Anoden: Materialverbrauch über 25 Jahre, Sicherung der ständigen Verfügbarkeit von Anodenmaterial an oder in der Struktur,
- Angaben zur Metallanreicherung (in g/m³) durch galvanische Anoden (Worst-Case-Betrachtung) im Wasser des Windparkbereichs,
- Fremdstrom (z. B. Anodenmaterial, Stromstärke, Treibspannung),
- Anzahl und Typ der Anoden, Haltbarkeit (Materialabtrag).

3. Sonstiges

- Materialeinsatz und -kombination (z. B. CrNi-Stahl, Baustahl) an der Struktur,
- Angaben zum Abrostungszuschlag (ggf. für ungeschützte Flächen) und Angabe der Korrosionsraten, die zum Ansatz kommen,
- Schutz vor mechanischen Schäden (z. B. Transport, Kollision vor Ort),
- Einschätzung der möglichen mikrobiell induzierten Korrosion.

Anhang 7: Begriffe und Definitionen

Anerkannte Regeln der Technik
Anerkannte Regel der Technik ist eine technische Festlegung, die von einer Mehrheit repräsentativer Fachleute als Wiedergabe des Standes der Technik angesehen wird. Die allgemein anerkannten Regeln der Technik sind nicht identisch mit den Normen des DIN (nach einer Entscheidung des Bundesgerichtshof sind DIN-Normen private technische Regelungen mit Empfehlungscharakter) und anderen Normen. Die allgemein anerkannten Regeln der Technik gehen über die allgemeinen technischen Vorschriften, wozu auch die Normen des DIN gehören, hinaus. Soweit Normen baurechtlich eingeführt sind, gehören sie in dieser Hinsicht zu den allgemein anerkannten Regeln der Technik.

Ausführungsplanung
In der Ausführungsplanung wird die vorangegangene Entwurfsplanung (Konstruktionszeichnungen und -unterlagen) bzw. Genehmigungsplanung soweit durchgearbeitet, dass das Bauvorhaben realisiert werden kann. Die Ausführungspläne enthalten alle Angaben, die zur Erstellung oder zum Umbau des Bauwerks erforderlich sind. Bei Gewerken, die in stationären Betrieben eine Vorfertigung durchführen, folgt in der Regel nach der Ausführungsplanung eine Werkstattplanung oder Montageplanung.

Bathymetrie
Vermessung der topographischen Gestalt des Meeresbodens.

Baugrund
System, bestehend aus einer oder mehreren Bodenschichten Boden bzw. Fels einschließlich aller Inhaltsstoffe (z. B. Grundwasser und Kontaminationen), in und auf dem Bauwerke gegründet bzw. eingebettet werden sollen bzw. sind, oder der durch Baumaßnahmen beeinflusst wird (DIN 4020).

Baugrundmodell
Das Baugrundmodell ist das vereinfachte geometrische Modell für die Baugrundverhältnisse am Standort einer baulichen Anlage, definiert als geometrische Anordnung von Homogenbereichen (Schichten), für die einheitliche charakteristische Werte der geotechnischen Kenngrößen zum Entwurf der Gründungselemente für die bauliche Anlage angegeben werden.

Bau-Jour Fixe
Hierbei handelt es sich um regelmäßige Besprechungen mit dem BSH bis zum Beginn der Betriebsphase.

Bautagebuch
Das Bautagebuch ist die tägliche Dokumentation der durchgeführten Arbeiten und der Randbedingungen während der Errichtungsarbeiten wie z. B. äußere Bedingungen (Seegang, Wind, Gezeiten, Eisgang) sowie besondere Vorkommnisse.

Becher-Gründung (Suction Bucket)
Die Becher-Gründung (Suction Bucket) wurde aus der in der Offshoretechnik bereits vielfach eingesetzten Saug-Senkkastengründung (Suction Caisson) entwickelt. Es handelt sich um eine Mischform aus Pfahl- und Schwergewichtsgründung.

Bemannte Offshore-Station
Eine Offshore-Station gilt als bemannt, wenn sie bestimmungsgemäß für Übernachtungen vorgesehen ist.

Bemessungswerte (Design-Werte) der Bodenparameter
Aus den charakteristischen Werten der Bodenparameter durch Verminderung (erforderlichenfalls durch Vergrößerung) mit Teilsicherheitsbeiwerten abgeleitete Werte. Ihre Verwendung ist in denjenigen Berechnungen erforderlich, in denen die Teilsicherheitsbeiwerte nicht oder nicht ausschließlich auf die (mit charakteristischen Werten der Bodenparameter berechneten) Beanspruchungen angewendet werden. Ihre Festlegung ist jeweils unter Berücksichtigung des geotechnischen Ingenieurmodells zu treffen, in dem sie Verwendung finden sollen.

Bestandsfeststellung (As-Built Report)
Die Bestandsfeststellung entspricht dem Baubestandsplan, d. h. die Beschreibung der tatsächlichen Situation vor Ort nach Abschluss der jeweiligen Errichtungsphase einschl. der kenntlich zu machenden baulichen Abweichungen von der Ausführungsplanung (Final Design).

Bestandsplan
Der Bestandsplan beinhaltet die Beschreibung des tatsächlichen physischen Bestandes vor Ort (auch nach Abschluss der Rückbauphase). Er dient als Grundlage für die Eintragungen in Seekarten.

Betriebserlaubnis
Die Betriebserlaubnis für einen Offshore-Windpark oder ein Offshore-Bauwerk wird durch das BSH mit der Betriebsfreigabe erteilt bzw. entzogen und ist Voraussetzung für den Betrieb. Während der Betriebsphase wird nach einer angezeigten Unterbrechung eine „Betriebserlaubnis“ für die Wiederaufnahme des Betriebs erteilt.

Betriebsfreigabe
Mit der Betriebsfreigabe tritt das Vorhaben im verwaltungsmäßigen Sinne in die eigentliche Phase des Betriebs über. Die Betriebsfreigabe wird einmalig erteilt.

Betriebshandbuch
Das Betriebshandbuch beschreibt alle wesentlichen Prozesse und deren Abhängigkeiten, die den Betrieb der Anlage langfristig sicher gewährleisten. Es enthält u. a. die Beschreibung der Abläufe (Betriebskonzept) einschl. der Kommunikationswege sowie die laufende Überwachung (betriebsbezogenes Monitoring) des Offshore-Windparks und des Netzanschlusses.

Betriebsstruktur
Struktur, die auf der Tragstruktur befestigt ist und die Hauptfunktion des Bauwerks erfüllt (Rotor-Gondel-Baugruppe bei der Offshore-Windenergieanlage oder Topside bei der Offsho-re-Station).
Bewertungskriterien
Die Bewertungskriterien (der Wiederkehrenden Prüfungen) sind objekt- und standortbezogen im Prüf-/Inspektionsplan festzulegen.

Boden (Lockergestein)
Übergeordnete Materialbezeichnung für die unterschiedlichen Schichten des Baugrunds.

Charakteristische Werte der Bodenparameter
Konservativ gewählte mittlere Werte einer für die jeweilige Bodenart unter den zu betrachtenden Umständen typischen Bandbreite dieser Werte, deren Größe für die Lebensdauer der Gründung als gesichert anzusehen ist. Bei ihrer Festlegung ist auch das geotechnische Ingenieurmodell zu berücksichtigen, in dem sie Verwendung finden sollen.

Design-Werte der Bodenparameter
→ Bemessungswerte

Dynamische Belastungen des Baugrunds
Aus hochfrequenten periodischen (Schwingungen) oder kurzzeitigen transienten Einwirkungen (Stöße) resultierende hohe Spannungsänderungsrate im Boden, die bewirkt, dass Trägheitskräfte nicht vernachlässigt werden können und mit denen im Wesentlichen kleine, volumenkonstante und quasi-elastische Deformationen erzeugt werden.

Entwurfsgrundlagen (Design Basis)
Zusammenstellung relevanter Grundlagendokumente und Konstruktionsregeln sowie anzuwendende Normen und Richtlinien und deren Hierarchie.

Ereignis
Ein Ereignis bzw. Notfall ist eine akute Gefährdung von Menschen oder Sachgütern und/oder eine akute Gefährdung oder Störung insbesondere technischer Prozesse und Infrastrukturen, die für die Erhaltung der Funktionsfähigkeit des Bauwerks von Bedeutung ist und den regulären Betriebsablauf stört oder unterbricht.

Errichtung
Die Errichtung bezeichnet die physische Umsetzung der Komponenten in die maritime Umwelt vom Basishafen bis zum Standort des Bauwerkes in der See.

Errichtungshandbuch
Das Errichtungshandbuch stellt eine nachvollziehbare und plausible Darstellung der vorgesehenen Arbeitsvorgänge einschl. der technischen Randbedingungen dar, beginnend mit der Verladung der Komponenten auf die Transportschiffe im Basishafen (letzter Hafen vor dem Aufstellungsort) bis zum Abschluss der Errichtung wie z. B. das Einziehen des Seekabels durch das sog. „J-Tube“ der Offshore-WEA bzw. der Plattform für ein Umspannwerk. Es dient insbesondere der Darstellung und Prüfung des Ablaufes zur Errichtung des Bauwerkes.

Errichtungsplanung
Die Errichtungsplanung folgt in der Regel nach der Erstellung des Errichtungshandbuchs und liefert Dokumente, nach denen Verfahren durchgeführt und Bauteile, die für die Errichtung verwendet werden, gebaut und/oder montiert werden können. Der Detailierungsgrad der Errichtungsplanung richtet sich nach vorhanden Zulassungen und geprüften Verfahren, d. h. dass z. B. Installationsschiffe innerhalb ihrer Bedienungsvorschriften (z. B. Klasse – Zertifikat) nicht gesondert nachgewiesen und geprüft werden müssen.

Erstaudit
Das Erstaudit soll ein aussagekräftiges Gesamtbild vermitteln, inwieweit das Managementsystem in der betrachteten Einrichtung verankert ist. Ferner soll die fachliche Qualifikation des Betriebes für die anstehende Aufgabe überprüft werden.

Eurocode
Übergreifende Bezeichnung für die Normenserien aus DIN EN 199x mit ihren nationalen Anhängen und ergänzenden Regeln in Normen und den normativen Verweisen in der jeweils veröffentlichten Fassung (Weißdruck)

Fachplaner für Geotechnik
Sonderfachmann mit Sachkunde und Erfahrung auf dem Gebiet der Geotechnik, dem die geotechnische Entwurfsbearbeitung obliegt. Erstellt auf Seiten des Entwurfsverfassers die geotechnischen Planungsbeiträge für die Gründung der Bauwerke (muss nachweislich fachkundig und erfahren auf dem entsprechenden Gebiet der Geotechnik sein (→ BSH Standard Baugrunderkundung, Teil C 4.1).

Fachwerk-Struktur
→ Jacket-Struktur

Gefahrenbereich
Gefahrenbereiche sind Bereiche, in deren unmittelbarer Umgebung besondere Gefährdungen auftreten, die zusätzliche Schutzmaßnahmen zur Risikoverminderung oder zur Begrenzung von Schadensfolgen erfordern. Die Priorität der Schutzmaßnahmen gilt dem Arbeits- und Personenschutz. Darüber hinaus ist auch der Umwelt- und Sachschutz zu berücksichtigen. Typische Gefahrenbereiche von Offshore-Bauwerken sind z. B. elektrische Schaltanlagen und Installationen, Bereiche mit erhöhten Brandlasten oder -risiken (Tanksysteme, Lagertanks, Öltransformatoren), explosionsgefährdete Bereiche, Bereiche mit Lasthandhabung (Kranarbeiten) oder Bereiche mit erhöhter Absturzgefahr.

Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (Serviceability Limit States, SLS)
Zustände, bei deren Überschreitung die festgelegten Bedingungen für die Gebrauchstauglichkeit eines Tragwerks oder eines Bauteils nicht mehr erfüllt sind.

Bezogen auf die Gründung ist dieser Grenzzustand erreicht, wenn die Vergrößerung der Einwirkungen (Gebrauchslasten) zu intolerabel großen Gesamtverschiebungen oder bleibenden Verschiebungen des Baugrundes, der Gründungselemente oder ihrer Bauteile führen würde.

Grenzzustände der Tragfähigkeit (Ultimate Limit States, ULS)
Zustände, die im Zusammenhang mit Einsturz oder anderen Formen des Tragwerksversagens stehen. Sie entsprechen im Allgemeinen dem größten Tragwiderstand des Tragwerks oder des tragenden Bauteils.

Bezogen auf die Gründung ist dieser Grenzzustand ist erreicht, wenn die Vergrößerung der Widerstände intolerabel große Beanspruchungen des Baugrundes, der Gründungselemente oder ihrer Bauteile zur Folge hat.

Grenzzustand der Ermüdung (Fatigue Limit State, FLS)
Der FLS ist ein Grenzzustand der Tragfähigkeit, wird häufig aber wegen seiner Wichtigkeit separat aufgeführt.

Speziell werden im Grenzzustand der Ermüdung lebensdauerrelevante Aspekte der Tragfähigkeit betrachtet (z. B. Wechsellasten), die zur Ermittlung des zeitabhängigen Bauteilwiderstands und damit der Ermittlung der rechnerischen Lebensdauer dienen.
Bezogen auf die Gründung ist dieser Grenzzustand erreicht, wenn die Summe der Beanspruchungen des Baugrundes zu einer Verminderung entweder der Steifigkeit oder der Festigkeit des Baugrundes oder Teilen davon geführt haben, so dass die Standsicherheit und/oder die Gebrauchstauglichkeit der Gründung für das Bauwerk nicht mehr gewährleistet sind.

Grout
Vergussmörtel (s. u.) oder Beton

Grundlagendokumente
Dokumente, welche die ermittelten und gemessenen Standortbedingungen enthalten. Sie bilden zusammen mit den Konstruktionsregeln die Entwurfsgrundlagen (Design Basis).

Gründung
Die Gründung ist die Verbindung eines Bauwerks mit dem tragfähigen Untergrund, sodass Setzungen innerhalb der zulässigen Grenzen bleiben.

Gründungselemente
Gründungselemente sind die konstruktiven Bauteile, mit denen die Tragstruktur, in der Regel die Unterstruktur, auf oder im Baugrund abgesetzt oder verankert wird. Sie leiten die dazu erforderlichen Kraftwirkungen dauerhaft sicher und mit verträglichen Verschiebungen und Verformungen in den Baugrund ein.

Inselbetrieb
Betriebsmodus der Stromerzeugungsaggregate im Netzersatz- oder Notbetrieb. Dabei werden Spannung und Frequenz autark geregelt.

Inspektion
Kontrollmaßnahme durch betriebseigenes Personal oder durch qualifizierte Erfüllungsgehilfen zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes des zu inspizierenden Objektes (System, technisches Mittel, Gegenstand usw.).

Instandhaltung
Instandhaltung umfasst alle Maßnahmen, mit denen der funktionsfähige Zustand erhalten wird. Die Norm DIN 31051 strukturiert die Instandhaltung in die vier Grundmaßnahmen: Wartung, Inspektion, Instandsetzung, Verbesserung.

Instandsetzung
umfasst alle Maßnahmen, mit denen der funktionsfähige Zustand der nach einem Ausfall wieder hergestellt wird.

J-Tube
In der Offshore-Technik verwendete Bezeichnung für ein Kabelrohr, das am unteren Ende eine Biegung zur Ablenkung des Kabels in die Vertikale entlang der Gründungsstruktur aufweist. Für die Einfädelung des Kabels werden spezielle Trichter vorgesehen.

Jacket-Struktur
Tragstruktur, die aus einem räumlichen Fachwerk mit drei oder mehr Eckrohren gebildet wird. An den unteren Eckpunkten sind Hülsen angeordnet, durch die die Gründungspfähle gerammt werden, alternativ können auch Becher-Gründungen an den Eckrohren angeordnet werden. Die Gründungspfähle können auch vor dem Aufstellen der Jacket-Struktur gerammt werden.

Kolk
Vertiefung des Meeresbodens im Bereich von Gründungsstrukturen infolge strömungsinduziertem Materialabtrags.

Kollisionsfreundlichkeit
Schiffskörpererhaltende Auslegung und Konstruktion der Tragstruktur.

Konstruktionsregeln
Regeln, Normen, Richtlinien und Vorgehensweisen, welche die ingenieurmäßige Anwendung der Standortbedingungen sowie die Bemessung der Konstruktion definieren. Sie sind zusammen mit den Grundlagendokumenten Bestandteil der Entwurfsgrundlagen (Design Basis).

Konverterstation
Die Ausstattung einer Konverterstation ist ähnlich der einer Umspannstation, zusätzlich ist die Technik zur Umwandlung von Wechsel- in Gleichstrom auf ihr untergebracht.

Die Konverterstation dient dem Transport der von den mit ihr verbundenen Windparks erzeugten Leistung an die Küste. Windparks werden in „Clustern“ zusammengefasst und über ihre jeweilige Umspannstation mit der Konverterstation verbunden.

Monopile
Großrohr, das durch Rammen oder Bohren in den Boden eingebracht wird. Es bildet Gründungselement und (evtl. nur Teil der) Unterstruktur für Offshore-Bauwerke in einem Stück.

Netzersatzbetrieb
Im Netzersatzbetrieb übernehmen Ersatzstromaggregate anstelle des allgemeinen Stromversorgungsnetzes (Landanbindung) die Eigenbedarfsversorgung der Offshore-Station. Bei geeigneter Auslegung der Aggregate ist darüber hinaus eine Ersatzstromversorgung aller Windenergieanlagen möglich. Die Regelung des Netzes erfolgt autark durch die Aggregate im Modus „Inselbetrieb“. Der Netzersatzbetrieb stellt eine normale Betriebsart dar, sodass gleichzeitig kein Notbetrieb zur Versorgung sicherheitsrelevanter Verbraucher erfolgen muss.

Nicht-Schadenstolerante Bauteile
Als nicht-schadenstolerant werden Bauteile bezeichnet, die bei Eintritt eines Schadens die zu erwartenden Belastungen nicht mehr ertragen können.

Normalbetrieb
Während des Normalbetriebes liegen Betriebsfälle im Rahmen der normalen Betriebsparameter vor. Er umfasst außerdem Betriebsfälle im abgeschalteten Zustand, während Wartung, Instandhaltung und Reparaturarbeiten.

Die elektrische Verbindung zum Landnetz ist funktionstüchtig, Energie kann in beide Richtungen übertragen werden, der Eigenbedarf der Offshore-Station kann durch das Landnetz gedeckt werden. Das Umspannwerk ist in der Lage, Ausfälle einzelner Komponenten vereinbarungsgemäß zu beherrschen.

Notbetrieb
Im Notbetrieb erfolgt die elektrische Versorgung aller wichtigen Verbraucher mit Sicherheitsfunktion aus einer für Sicherheitszwecke geeigneten Stromquelle. Eine Versorgung weiterer Verbraucher aus anderen Gründen als für Sicherheitszwecke ist für diese Stromquelle nicht vorgesehen. Der Notbetrieb wird automatisch eingeleitet, wenn alle Einspeisungen aus dem allgemeinen Stromversorgungsnetz unterbrochen sind und kein Stromerzeugungsaggregat für sonstige Zwecke zur Versorgung der sicherheitsrelevanten Verbraucher zur verfügbar ist.

Notfall
→ Ereignis

Offshore-Bauwerk
Offshore-Bauwerke im Sinne dieses Standards sind solche Seeanlagen, die als feste oder nicht nur zu einem kurzfristigen Zweck schwimmend befestigte bauliche oder technische Einrichtungen einschließlich künstlicher Inseln erstellt werden. Sie enthalten jeweils die für die Errichtung und den Betrieb erforderlichen Nebeneinrichtungen, die

- der Erzeugung von Energie aus Wasser, Strömung und Wind,
- der Übertragung von Energie aus Wasser, Strömung und Wind,
- anderen wirtschaftlichen Zwecken oder
- meereskundlichen Untersuchungen

dienen.

Nicht-Offshore-Bauwerke im Sinne dieses Standards sind Schiffe sowie schwimmfähige Plattformen und zu Plattformen umgestaltete Schiffe, auch wenn sie mit dem Ziel der Wiederinbetriebnahme befestigt werden und nicht unter Satz 1 fallen, Schifffahrtszeichen, Anlagen, die nach bergrechtlichen Vorschriften zugelassen werden, überwachungsbedürftige Anlagen im

Sinne produktsicherheitsrechtlicher Vorschriften sowie passives Fanggerät der Fischerei (weiterführende Definition s. Seeanlagenverordnung §1).

Offshore Fahrzeug-Koordinator (OFK)
Der Offshore-Fahrzeug-Koordinator koordiniert alle maritimen und fliegenden Verkehre zwischen Basishafen und Errichtungsfeld und ist der erste Ansprechpartner für die Rettungskräfte in Notfällen. Er ist 24/7 zu besetzen und muss für alle operierenden Einheiten erreichbar sein. Er hat alle im Errichtungsfeld befindlichen Personen und deren gültigen Ausbildungszertifikate zu überblicken. Arbeiten sind bei ihm vorher anzumelden.

Offshore-Station
Eine Offshore-Station oder Offshore-Plattform ist ein Offshore-Bauwerk (Seeanlage). Sie ist eine künstliche Standfläche im Meer mit allen erforderlichen Infrastrukturkomponenten und Sicherheitsausrüstungen, die ein sicheres Arbeiten und den sicheren Aufenthalt sowie den Schutz der Umwelt jederzeit und unter allen Wetterbedingungen sicherstellt. Es stehen unterschiedliche Konstruktionsformen zur Auswahl, je nach Anwendung und Größe der Station und geologischen Bedingungen am späteren Standort.

Planungsergebnisse
Auf Konstruktionsregeln und Grundlagendokumenten basierende Berechnungsergebnisse und Festigkeitsnachweise, Zeichnungen, Spezifikationen, Ausführungshinweise.

Primärstruktur
Die im Hauptkraftfluss liegende Tragstruktur.

Projektzertifikat
Das Projektzertifikat wird nach Abschluss der Ausführungsphase ausgestellt. Es umfasst alle Phasen von der Entwicklung bis zur Ausführung einschl. der einzelnen Abschnitte (z. B. Fertigung, Verladung, Transport usw.), die von einem Prüfbeauftragten durch unabhängige Prüfungen und Inspektionen dokumentiert und überwacht werden. Am Ende eines jeden Abschnitts wird eine Konformitätsbescheinigung vom Prüfbeauftragten ausgestellt, welche die Prüf- und Inspektionsberichte zusammenfasst. Mit der Konformitätsbescheinigung zur Inbetriebnahmeüberwachung kann bei Vorlage aller notwendigen Konformitätsbescheinigungen das Projektzertifikat ausgestellt werden.

Prüf- und Inspektionsplan der Wiederkehrenden Prüfungen
Zeitliche und inhaltliche Auflistung der geplanten Prüfungen und evtl. Inspektionen im Rahmen der Wiederkehrenden Prüfungen. Der Prüf- und Inspektionsplan der Wiederkehrenden Prüfungen wird vom Betreiber erstellt und mit dem Prüfbeauftragten abgestimmt.

Prüfbeauftragter
Prüfbeauftragter ist eine unabhängige Prüf-, Klassifizierungs- oder Zertifizierorganisation mit entsprechend qualifiziertem Personal oder ein Prüfsachverständiger. Der Prüfbeauftragte wird dem BSH vom Antragsteller bzw. Genehmigungsinhaber benannt und vom BSH bestätigt.

Prüfbeauftragte sind im Rahmen der ihnen obliegenden Pflichten (prüfen und bescheinigen) unabhängig und an Weisungen des Antragstellers/Genehmigungsinhabers nicht gebunden.

Für die Anerkennung durch das BSH müssen Anforderungen in Anlehnung an DIN EN ISO/IEC 17020, „Anforderungen an den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen“ und DIN EN ISO/IEC 17065, „Anforderungen an Stellen, die Produkte, Prozesse und Dienstleistungen zertifizieren“, erfüllt werden.

Prüfung
Kontrollmaßnahme durch unabhängige, qualifizierte und anerkannte Dritte zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes des zu prüfenden Objektes (System, technisches Mittel, Gegenstand usw.).

Prüfsachverständiger
Prüfsachverständige müssen besondere Kenntnisse auf dem zu prüfenden Fachgebiet aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung und Erfahrung nachweisen und durch behördliche Institutionen für das jeweilige Fachgebiet anerkannt sein (z. B. gem. Prüfberechtigten- und Prüfsachverständigenverordnung PPVO).

p-y-Verfahren
Bettungsmodulverfahren mit nichtlinearen, bodenart- und tiefenabhängigen Federcharakteristiken für die Auslegung von Gründungselementen.

Rotor-Gondel-Baugruppe (RGB)
Teil einer Offshore-Windenergieanlage, der von der Tragstruktur gehalten wird, siehe Abbildung 1-1. Die Rotor-Gondel-Baugruppe besteht im Einzelnen aus der Gondel und den Rotorblättern. Die RGB schließt die Schraubenverbindung zum Turmflansch ein, welche die Schnittstelle zum Turm, der Teil der Tragstruktur ist, darstellt. In der Tragstruktur befindliche Einbauten/Komponenten, welche zum Betrieb der RGB erforderlich sind, zählen zur RGB (z. B. Umrichter, Transformatoren, Schaltschränke).

Rückbau
Der Rückbau beginnt mit dem Datum des Endes des regulären Betriebs und/oder dem Ende der Betriebsfreigabe durch das BSH; dies setzt die Erfüllung der Nebenbestimmungen des Genehmigungsbescheids sowie die Erfüllung der Maßgaben aus dem Prozess der Freigaben aus der Errichtungs- und/oder Betriebsphase voraus.

Rückbaufeststellung
Die Rückbaufeststellung beinhaltet die Beschreibung der tatsächlichen Situation vor Ort, nach Abschluss der jeweiligen Rückbauphase, einschl. der kenntlich zu machenden Abweichungen vom Rückbauhandbuch (Final Design).

Rückbauhandbuch
Das Rückbauhandbuch stellt eine nachvollziehbare und plausible Darstellung der vorgesehenen Arbeitsvorgänge (Prozeduren) einschl. der technischen Randbedingungen dar, beginnend mit dem Vorbereiten der Komponenten für den Rückbau und dem Abtransport auf den Transportschiffen zum Basishafen (= erster Hafen nach der Demontage) inkl. des Rückbaus des Seekabels, der Offshore-WEA, der Umspannplattform sowie aller weiteren Bauwerke. Es dient insbesondere der Beschreibung und Prüfung der Vorgänge des Rückbaus der Komponenten. Die Entsorgungsnachweise sind nicht Bestandteil des Rückbauhandbuches.

Rückbautagebuch
Das Rückbautagebuch ist die tägliche Dokumentation der durchgeführten Arbeiten und der Randbedingungen während der Rückbauarbeiten wie z. B. äußere Bedingungen (Seegang, Wind, Gezeiten, Eisgang) sowie besondere Vorkommnisse wie z. B. Unfälle.

Rückbautiefe
Abstand der Oberkante eines rückgebauten Gründungselementes von der Geländeoberkante (Meeresboden).

Sachverständiger für Geotechnik
Der Sachverständige für Geotechnik ist im Zulassungsverfahren des BSH im Auftrag des Antragstellers bzw. Genehmigungsinhabers zuständig für die Baugrunderkundung, untersuchung und -beurteilung, die Teil der Planungsgrundlagen für die Objekte des Bauvorhabens sind. Seine Aufgaben ergeben sich im Einzelnen aus dem BSH Standard Baugrunderkundung, Teil A4, und Teil C4.1.

Schadenstolerante Bauteile
Als schadenstolerant werden Bauteile bezeichnet, die trotz eines Schadens die zu erwartenden Belastungen ertragen, bis der Schaden durch eine geplante Inspektion oder einen nicht sicherheitsgefährlichen Funktionsausfall entdeckt und repariert werden kann.

Schubrippen (Shear Keys)
Schubrippen sind umlaufend geschweißte Versteifungen an der Außenseite eines Pfahls und am Anschlussstück im gemörtelten Bereich. Die Schubrippen sollen die Tragfähigkeit der Fuge zwischen Mörtel und Stahl erhöhen.

Schutzbereich
Schutzbereiche sind räumliche Bereiche, in denen Personen für eine begrenzte Zeitdauer vor den Schadensfolgen besonderer Gefährdungen geschützt sind. Im Bereich der Offshore-Bauwerke betrifft dies insbesondere Gefährdungen im Brandfall durch Rauch, Feuer, Hitze, und Folgen mechanischer bzw. chemischer Zerstörung umgebender Bauteile. Darüber hinaus können Schutzbereiche für Zuflucht und Schutz vor widrigen Wetterbedingungen angelegt sein.

Sekundärstruktur
An-, Auf- und Einbauten, welche an der Primärstruktur befestigt sind, jedoch nicht im Hauptkraftfluss liegen.

Sicherheitsbereich
Sicherheitsbereiche sind Bereiche, die primär einen Schutz ihrer sicherheits- oder betriebswichtigen technischen Einrichtungen vor unbefugtem Zugriff und elementaren Gefährdungen erfordern, damit die Sollfunktion der Einrichtungen jederzeit sichergestellt ist. Sekundär kann die Zugangssicherung von Sicherheitsbereichen auch einen Schutz für ungeschultes Personals vor besonderen Gefährdungen darstellen, wie z. B. für Bereiche der elektrischen Betriebsräume oder Batterieanlagen.

Sicherheitssystem
Das Sicherheitssystem soll sicherstellen, dass die Anlage nach Auftreten einer Störung in einem sicheren Zustand bleibt.

Stand der Technik
Stand der Technik ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zur Gewährleistung der Anlagensicherheit insgesamt gesichert erscheinen lässt.

Stand von Wissenschaft und Technik
Stand von Wissenschaft und Technik ist der Entwicklungsstand fortschrittlichster Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, die nach Auffassung führender Fachleute aus Wissenschaft und Technik auf der Grundlage neuester wissenschaftlich vertretbarer Erkenntnisse im Hinblick auf das gesetzlich vorgegebene Ziel für erforderlich gehalten werden.

Statische Belastungen oder quasi-statische Belastungen des Baugrunds
Belastungen, die aus Einwirkungen folgen, deren Größe sich im Wesentlichen monoton aufbaut und sich nur unwesentlich ändert oder die (als Maximalgröße) nur selten auftritt.

Statusbericht
Bericht über den Zustand der Offshore-Bauwerke einschl. des Überwachungsberichts zu den WKP über die Offshore-Bauwerke.

Streudiagramm (Scatter Diagram)
Ein Streudiagramm ist die graphische Darstellung von beobachteten Wertepaaren zweier statistischer Merkmale. Diese Wertepaare werden in ein kartesisches Koordinatensystem eingetragen, wodurch sich eine Punktwolke ergibt.

Suffosion
Suffosion (Lösungserosion, Oberflächenlösung) ist die Umlagerung feiner Bodenteilchen im Boden durch Wasserströmung. Dabei werden feine Körner eines ungleichförmigen nichtbindigen Bodens von der Strömungskraft des Wassers durch den Porenraum transportiert.

Topside (Betriebsstruktur)
Oberer Aufbau einer Offshore-Station, der sich auf der Unterstruktur befindet und die gesamte für den Betrieb notwendige Technik bzw. Ausrüstung enthält (Betriebsstruktur).

Tragstruktur
Die Tragstruktur ist die tragende Struktur einer Konstruktion.

Die Tragstruktur eines in diesem Standard betrachteten Offshore-Bauwerks umfasst alle baulichen Komponenten und Anlagen, die sich zwischen dem Meeresboden und der Betriebsstruktur befinden (s. Abbildung 1-1 und Abbildung 1-2), mit Ausnahme der Gründungselemente.

Eine Komponente einer Konstruktion kann ihre eigene Tragstruktur besitzen (z. B. Topside).

Tripile-Struktur
Teil der Tragstruktur bei der die (drei) Gründungspfähle bis über die Wasseroberfläche geführt werden und erst dort mit einer Kopfstruktur zusammengefügt werden.

Tripod-Struktur
Teil der Tragstruktur, bei der ein Stahlrohr auf ein aus Stahlrohren gebildetes Dreibein aufgesetzt wird. Die Beine des Dreibeins können aus je einem Pfahl oder auch aus mehreren bestehen. Die Gründung erfolgt durch Pfähle, die mit dem Dreibein verbunden werden.

Umspannstation
Eine Umspannstation ist Teil eines Offshore-Windparks und dient der Verbindung unterschiedlicher Spannungsebenen zwischen der Innerparkverkabelung und den Exportkabeln, welche entweder direkt zur Küste verlaufen (Wechselstromanbindung) oder zu einer Konverterstation (Gleichstromanbindung).

Umspannstationen bestehen neben den Leistungstransformatoren immer aus Schaltanlagen, weiteren Einrichtungen zur Mess- und Regeltechnik und Hilfssystemen zur Sicherstellung des Betriebs.

Unbemannte Offshore-Station
Eine Offshore-Station gilt als unbemannt, wenn ein geplanter Aufenthalt nur während der Arbeitszeit stattfindet, es erfolgen keine geplanten Übernachtungen.

Unterstruktur
Teil der Tragstruktur oberhalb der Gründungselemente und unterhalb des Turms (Offshore-WEA) bzw. unterhalb der Kopfplatte (Offshore-Station), siehe B 1.1.

Überwachungsbericht
Die Ergebnisse von Prüfungen (z. B. WKP oder Prüfungen in der Rückbauphase) werden vom Prüfbeauftragten in Form eines Überwachungsberichts in nachvollziehbarer und plausibler Form beschrieben und bewertet.

Unabhängige Dritte
Unabhängige Dritte im Sinne dieses Standards sind der Prüfbeauftragte selbst oder entsprechend geeignete Prüfer sowie der Prüfsachverständige.

Vergussmörtel (Grout)
Dünnflüssiger, hochfester Vergussmörtel oder Beton, der als Verbindungsmittel von Konstruktionsteilen verwendet werden kann.

Vergussmörtelverbindung (Grouted-Joint)
Eine Vergussmörtelverbindung ist eine Verbindung zwischen zwei ineinandergesteckten Stahlrohren, deren Zwischenraum mit Mörtel vergossen wird (z. B. zwischen Monopile und Übergangsstück zum Turm).

Vorentwurf
Erster Entwurf möglicher planerischer Varianten von Tragstruktur und Gründungselementen zur Beurteilung der grundsätzlichen technischen Machbarkeit des Vorhabens. Der Vorentwurf basiert auf den Entwurfsgrundlagen (Design Basis). Bei Erstellung des Vorentwurfes ist in der Regel noch kein Offshore-WEA-Typ festgelegt. Daher können bei der Bemessung im Rahmen des Vorentwurfes technische Eckdaten zur Rotor-Gondel-Baugruppe anhand möglicher Varianten abgeschätzt werden.

Wartung
Maßnahmen zur Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrates der Betrachtungseinheit während der Nutzung. Die Wartung wird nach technischen Regeln oder einer Herstellervorschrift im Allgemeinen in regelmäßigen Abständen und häufig von ausgebildetem Fachpersonal durchgeführt.

Weißdruck
Als Weißdruck wird die veröffentlichte verbindliche und endgültige Fassung einer DIN-Norm bezeichnet.

Werkstattplanung
Die Werkstattplanung oder Montageplanung folgt in der Regel nach der Ausführungsplanung und liefert Dokumente nach denen jedes Detail gebaut und/ oder montiert werden kann.

Wiederkehrende Prüfungen
Wiederkehrende Prüfungen im Sinne dieses Standards sind regelmäßige Prüfungen der Komponenten eines Offshore-Bauwerks durch den Prüfbeauftragten/Prüfsachverständigen. Sie dienen zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes des Prüfgegenstandes. Die Wiederkehrenden Prüfungen erfolgen entsprechend einem durch den Betreiber aufgestellten und mit dem Prüfbeauftragten abgestimmten Prüf- und Inspektionsplan.

Windparklayout (eines Offshore-Windparks)
Anordnung der Bauwerke eines Offshore-Windparks. Es handelt sich hierbei um die Positionen der Offshore-Windenergieanlagen, der Umspannstation(en), ggf. Messmasten u. a.

Zyklische Belastungen
Belastungen, die aus Einwirkungen mit einer großen Anzahl regelmäßiger oder unregelmäßiger, niedrigfrequenter Größenänderungen mit oder ohne Richtungswechsel folgen.
Anmerkung: Häufig wird der Begriff Zyklik verwendet.