

OWP GENNAKER GMBH



# Ersatzdokument

## Baugrund- und Gründungsgutachten (Entwicklungsphase)

03.06.2022

REVISION	ERSTELLT		GEPRÜFT		FREIGEgeben	
	Name	Datum	Name	Datum	Name	Datum
2	 Colline Behr	25.05.2022	 Stefanie Lorenz	03.06.2022	 Andreas Iffländer	03.06.2022

Gedruckte Ausfertigungen unterliegen keiner Dokumentenkontrolle.



**Änderungsantrag**  
**Offshore Windpark Gennaker**  
- Ersatzdokument Baugrund- und  
Gründungsgutachten -



## **Inhalt**

Abkürzungen .....	1
Abbildungsverzeichnis.....	2
Revisionshistorie .....	3
Ergänzende / Mitgeltende Unterlagen .....	3
1 Veranlassung .....	4
2 Zweck des Ersatzdokuments .....	5
3 Baugrund- und Gründungsgutachten .....	5
3.1 Angewandte Regelwerke, Normen und Standards.....	5
3.2 Einleitung.....	7
3.3 Geotechnisches Baugrundmodell .....	8
3.4 Hinweise und Empfehlungen zur Gründung .....	9
4 Inhaltsverzeichnis des Originals .....	10

## Abkürzungen

KÜRZEL	BEDEUTUNG
ACP	ACP Prof. Achmus + CRP Planungsgesellschaft für Grundbau mbH
BH	Sample-Borehole, Bohrung mit Probengewinn
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnungen
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Kartographie
CPT	Cone-Penetration Test, Drucksondierung
GBG	Geschäfts- und Betriebsgeheimnisse
FPGt	Fachplaner für Geotechnik
FUGRO	Fugro Consult GmbH
GEN	Offshore-Windpark Gennaker
i.d.R.	In der Regel
LEP M-V	Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern
MSL	Mean Sea Level
OD	Außendurchmesser Stahlrohrpfahl
OSS	Offshore Substation / Umspannplattform
OWEA	Offshore Windenergieanlage
OWP	Offshore Windpark
SVGt	Sachverständiger für Geotechnik
TdV	Träger des Vorhabens
TuM	Tiefe unter Meeresboden
USP	Umspannplattformen
WEA	Windenergieanlage, hier: Offshore-Windenergieanlage



**Änderungsantrag  
Offshore Windpark Gennaker**  
- Ersatzdokument Baugrund- und  
Gründungsgutachten -



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Inhaltsverzeichnis des Originals, Seite 1 .....	11
Abbildung 2: Inhaltsverzeichnis des Originals, Seite 2 .....	12
Abbildung 3: Inhaltsverzeichnis des Originals, Seite 3 .....	13



## Revisionshistorie

REVISION	KAPITEL	ÄNDERUNG	VON
1	2	Aktualisierung des referenzierten Dokuments	SLO
	3	Aktualisierung aufgrund von Prüfanmerkungen	SLO
2	1, 2	Aktualisierung gem. Änderungsantrag	CBE

### Allgemeiner Hinweis:

© Dies ist ein vertrauliches Dokument. Die Urheberrechte liegen bei der OWP Gennaker GmbH (wpd); das Dokument darf nicht ohne schriftliche Genehmigung verwendet oder vervielfältigt werden. Sollten Ihnen Unstimmigkeiten zwischen den von wpd bereitgestellten Dokumenten / Informationen und projektspezifischen Normen, Richtlinien und Regeln (z.B. in der Design Basis) oder Dokumenten / Informationen, die von anderen Vertragspartnern oder Dritten bereitgestellt werden, auffallen oder Sie Unstimmigkeiten innerhalb der Dokumente von wpd bemerken, informieren Sie wpd bitte unverzüglich.

### Ergänzende / Mitgeltende Unterlagen

DOKUMENTENTITEL	STAND

Wenn nicht anders hier genannt, gilt immer die aktuelle Version der hier aufgeführten Dokumente

## 1 Veranlassung

Die OWP Gennaker GmbH besitzt seit dem 15.05.2019 eine Baugenehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) zur Errichtung und zum Betrieb des OWP Gennaker im Wind-Vorranggebiet „Darß“. Der geplante Standort des OWP Gennaker liegt auf einem im Juni 2016 durch das Land Mecklenburg-Vorpommern im Landesraumentwicklungsprogramm (LEP M-V) ausgewiesenen Vorranggebiet für die Offshore-Windenergie in der westlichen Ostsee, ca. 15 km nördlich der Halbinsel Fischland-Darß-Zingst. Das Vorhaben umschließt den bereits bestehenden OWP EnBW Baltic 1.

Das genehmigte Konzept des Vorhabens basiert auf der zum Planungszeitpunkt größtmöglichen Turbine der Fa. Siemens Wind Power SWT-8.0-154 mit einer Leistung von max. 8,4 MW inkl. Power Boost. Dieser Turbinentyp stand zum Zeitpunkt des Genehmigungsantrags an der Schwelle zur Markteinführung.

Höchste Standards und Komplexität sind kennzeichnend für das Projekt.

Im Zuge der Vorverhandlungen hat der Turbinenlieferant nun darüber informiert, dass der in der Genehmigung festgelegte Turbinentyp zum Zeitpunkt der geplanten Installation im Jahre 2026 nicht mehr zur Verfügung stehen wird, weil in dem entsprechenden Fertigungswerk bereits jetzt eine Umstellung auf die 15-MW-Turbinenklasse erfolgt ist.

Alternativ hat die Fa. Siemens Gamesa Renewable Energy (SG RE, vorher Siemens Wind Power) angeboten aus einem Fertigungswerk in Frankreich eine zu diesem Zeitpunkt verfügbare, aber weiterentwickelte Turbinenversion auf Grundlage der gleichen Plattform, aber mit einem Rotordurchmesser von D=167m, hier die **SG 167-DD**, zu liefern.

Aufgrund dessen ist die Änderung der bestehenden Genehmigung auf den zum geplanten Installationszeitraum der Turbine verfügbaren Anlagentyp SG 167-DD unumgänglich, weshalb die Trägerin des Vorhabens (TdV) ein Änderungsverfahren gem. §16 BImSchG (wesentliche Änderung) durchführt.

Es ist die Installation von 103 Offshore-Windenergieanlagen (WEA) der 9,0 MW Klasse vorgesehen. Die Bauhöhe der OWEA wird max. 190 m betragen. Die Rotoren der OWEA besitzen einen Rotordurchmesser von 167 m. Zu Nebeneinrichtungen gehören zwei Umspannplattformen und die interne Parkverkabelung.

Für die Genehmigung des Vorhabens ist ein immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren mit obligatorischer Umweltverträglichkeitsuntersuchung durchzuführen. Im Zuge des Genehmigungsverfahrens werden entsprechend der

Regelungsbereiche verschiedener Fachgesetze und untergesetzlicher Regelwerke die jeweils betroffenen Fachbehörden am Verfahren beteiligt. Entsprechend § 13 BImSchG schließt die Genehmigung die Entscheidungen und Prüfungen der beteiligten Behörden mit konzentrierender Wirkung mit ein.

Bestandteil des Genehmigungsantrags sind u. a. die Baulichen Unterlagen und damit in Verbindung stehende Studien und Fachgutachten. Diese Dokumente sind überwiegend rein technischer Natur oder, wie z. B. im Falle der Geotechnik, enthalten Informationen, die als Grundlage für die technische Planung und Dimensionierung erforderlich sind.

Der TdV hat speziell Antragsdokumente dieser Kategorie nach § 10 Abs. 2 BImSchG als Geschäfts- und Betriebsgeheimnisse (GBG) gekennzeichnet und getrennt eingereicht. Damit werden sie als vertraulich eingestuft und nur den zuständigen Fachbehörden bekannt gemacht.

## 2 Zweck des Ersatzdokuments

Die im Antrag als GBG vertraulich eingestuften Dokumente für die Öffentlichkeitsbeteiligung werden nicht ersatzlos gestrichen. Vielmehr tritt an diese Stelle ein Ersatzdokument, in dem der wesentliche Inhalt des Originals zusammengefasst wird. Der Inhalt der Ersatzdokumente ist so dargestellt, dass es Dritten möglich ist, zu beurteilen, ob und in welchem Umfang sie von den Auswirkungen der Anlage betroffen sein können.

Nachfolgend wird der Inhalt des als GBG gekennzeichneten Dokuments „**Baugrund- und Gründungsgutachten**“ (ACP, Rev. 2, 01.08.2017) zusammenfassend dargestellt.

Die Änderung des Turbinentyps hat keinen Einfluss auf die im o.g. Dokument dargestellten Ergebnisse. Es ergeben sich keine Änderungen. Alle Aussagen behalten weiterhin uneingeschränkt ihre Gültigkeit.

## 3 Baugrund- und Gründungsgutachten

### 3.1 Angewandte Regelwerke, Normen und Standards

Dem von der ACP erstellten Baugrund- und Gründungsgutachten (Entwicklungsphase) wurden nachfolgend aufgelistete maßgebende Standards/Richtlinien und Empfehlungen zugrundegelegt.

- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Standard Baugrunderkundung, Mindestanforderungen an die Baugrunderkundung und -

- untersuchung für Offshore- Windenergieanlagen, Offshore-Stationen und Stromkabel, Stand: Februar 2014, 2. Fortschreibung.
- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) Standard Konstruktion - Mindestanforderungen an die konstruktive Ausführung von Offshore-Bauwerken in der ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ), 1. Fortschreibung vom 28. Juli 2015
  - DIN EN 1997-1:2014-03: Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1: Allgemeine Regeln.
  - DIN EN 1997-1/NA:2010-12, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1: Allgemeine Regeln.
  - DIN EN 1997-2:2010-10, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds.
  - DIN EN 1997-2/NA:2010-12, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 2: Erkundung und Untersuchung in der Geotechnik.
  - DIN 1054:2010-12, Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1, einschließlich Änderung A1:2012-08 und A2:2015-11.
  - DIN 4020:2010-12, Geotechnische Untersuchung für Bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2.
  - DIN 18196:2011-05, Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.
  - DIN 18311:2015-08, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Nassbaggerarbeiten.
  - DIN EN 1998-1:2010-12, Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten.
  - DIN EN 1998-6:2006-03, Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 6: Türme, Maste und Schornsteine, Fassung März 2006.
  - American Petroleum Institute (API), Recommended Practice 2GEO, Geotechnical and Foundation Design Considerations, First Edition April 2011, Addendum 1 Oktober 2014.
  - DNV GL AS, Offshore Standard DNVGL-OS-C101, Design of Offshore Steel Structures, general – LRFD Method, 2016.

- DNV GL AS, Offshore Standard DNVGL-ST-0145, Offshore substations, Fassung 2016.
- DNV GL AS, Offshore Standard DNVGL-ST-0126, Support structures for wind turbines, Edition April 2016.
- Det Norske Veritas, Classification Notes No. 30.4, Foundations, 2.1992.
- Empfehlungen des Arbeitskreises AK 2.1 "Pfähle" (EA Pfähle) der DGGT, Ernst & Sohn, 2. Aufl. 2012.

### 3.2 Einleitung

Das Ziel der Vorplanung und damit der geotechnischen Vorerkundung und des Baugrund- und Gründungsgutachtens (Entwicklungsphase) ist gemäß BSH-Standard Baugrunderkundung die grundsätzliche technische Machbarkeit der Errichtung des Windparks zu bewerten. Nach dem BSH-Standard „... dient [die Vorerkundung] der Entscheidung [u. a.] darüber, ob die geplanten Offshore-Bauwerke im Hinblick auf die Baugrundverhältnisse errichtet werden können...“

Unter den hier vorliegenden besonderen genehmigungsrechtlichen Randbedingungen wurde vom geotechnischen Sachverständigen ACP ein Programm zur geotechnischen Vorerkundung aufgestellt. Der Erkundungsansatz erfolgte auf Basis der Ergebnisse aus den vorausgegangenen geophysikalischen Untersuchungen durch das Vermessungsbüro Weigt, vor dem Hintergrund des vorliegenden Machbarkeitsnachweises des vom geplanten Vorhaben OWP Gennaker eingeschlossenen und bereits realisierten Projektes *EnBW Baltic 1*, welches ein identisches Gründungskonzept mit Monopiles (WEA) verwendete, und des genehmigten *GICON SOF*. Die Machbarkeit aller WEA-Standorte bzw. einzelner Bereiche innerhalb des Windparks (z. B. in einzelnen Rinnen) soll in Anlehnung an die Standards des BSH erst im Zuge der geotechnischen Haupterkundung geklärt werden.

Für die WEA ist eine Monopile- und für die Umspannplattformen eine Jacket-Gründung vorgesehen. Die hierbei als Gründungspfähle eingesetzten unten offenen Stahlrohrpfähle mit großem Durchmesser sollen rammend in den Baugrund eingebracht werden.

Die ACP ist von der OWP Gennaker GmbH beauftragt worden, gemäß dem BSH Standard Baugrunderkundung die Aufgaben des Sachverständigen für Geotechnik (SVGt) wahrzunehmen und u. a.

- das geotechnische Vorerkundungskonzept (Feldversuche) zu entwickeln,
- die geotechnische Aufschlusskampagne offshore zu begleiten,

- das geotechnische Laborversuchsprogramm zu erarbeiten und durchzuführen sowie
- den Baugrundvoruntersuchungsbericht, das Baugrund- und Gründungsgutachten (Entwicklungsphase) und den Geologischen Bericht zu erarbeiten.

Für das Windparkareal Gennaker liegen die Ergebnisse geophysikalischer Untersuchungen vor, die durch das Vermessungsbüro Weigt in 2013, 2015 und 2016 durchgeführt worden sind. Im Rahmen der geotechnischen Vorerkundung wurden durch FUGRO mit dem Bohrschiff M/V Greatship Manisha zwischen dem 20.05.2016 und dem 17.06.2016 insgesamt 10 Baugrundaufschlüsse durchgeführt worden, darunter 5 diskontinuierliche Drucksondierungen CPT, teilweise mit nachfolgender Probenahme im gestörten Bereich, und 5 Bohrungen mit Probenahme. Die Ergebnisse der Felduntersuchungen sind im Baugrundvoruntersuchungsbericht sowie im Factual Data Report der FUGRO zu den Erkundungsmaßnahmen vollständig und richtig dokumentiert. Die Aufschlusskampagne offshore ist durch die ACP quasi kontinuierlich überwacht worden.

### 3.3 Geotechnisches Baugrundmodell

Die Abbildung der angetroffenen Baugrundverhältnisse in ingenieurmäßigen Baugrundmodellen erfordert die Ableitung eines Modellbaugrundes bzw. eines rechnerischen Bodenprofils. Der Modellbaugrund bildet die Grundlage für eine zutreffende, d.h. wirklichkeitsnahe Abbildung der Boden-Bauwerk-Interaktion und damit für die statischen Nachweise der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks.

Die Ableitung eines Modellbaugrundes impliziert zwei wesentliche Bearbeitungsschritte:

- (I) Reduktion bzw. Vereinfachung des geschichteten und inhomogenen Baugrundes zu einzelnen diskreten Bodenschichten mit ähnlichem Festigkeits-, Verformungs-, Durchlässigkeits- und/ oder Konsolidierungsverhalten
- (II) Zuordnung von kennzeichnenden Bodenparametern zu den Bodenschichten gemäß den Anforderungen der geotechnischen Modelle für die Bemessung der Gründungselemente.

Beide Arbeitsschritte erfordern unter den vorliegenden besonderen Randbedingungen (teils große Pfahldurchmesser (Monopiles), signifikanter horizontaler Lastanteil, ausgeprägte zyklische Beanspruchungen etc.) eine vertiefte und abgesicherte Kenntnis der komplexen Boden-Bauwerk-Interaktion.

Die Festlegung und Angabe von bodenmechanischen und -physikalischen Kennwerten muss diesem Umstand dahingehend Rechnung tragen, dass die darauf aufbauenden Bemessungsverfahren nachhaltig auf der sicheren Seite liegen, d. h. in der vorliegenden Bauaufgabe ausreichend große Einbindetiefen und Blechstärken der Pfahlelemente ermittelt werden.

Die geotechnischen Parameter sind im Wesentlichen auf der Grundlage der Ergebnisse der Drucksondierungen und den in der Literatur angegebenen Erfahrungswerten für Korrelationen ermittelt worden. Hierbei wurden aus den zur Verfügung stehenden Korrelationsmethoden im Grundsatz konservative Verfahren herangezogen und die Ergebnisse abschließend durch den Erfahrungshorizont und die Ergebnisse der geotechnischen Laborversuche auf Plausibilität geprüft worden, so dass die Rechenwerte als deterministisch abgesichert gelten können. Einzelheiten zu den einzelnen Korrelationsmethoden sind im Baugrundvoruntersuchungsbericht genannt.

Aus den Ergebnissen der geotechnischen Vorerkundung ist abzuleiten, dass im Projektgebiet im Grundsatz rollige und bindige Lockergesteine des Quartärs und (untergeordnet) Holozäns über mächtigen Kreideformationen anstehen.

Die im Baugrund- Gründungsgutachten (Entwicklungsphase) angegebenen geotechnischen Kenngrößen werden im Sinn der DIN EN 1997-1 als charakteristische Werte angegeben. Demnach sind unter charakteristischen Werten vorsichtige Schätzwerte der Werte zu verstehen, die im Grenzzustand wirken. Die charakteristischen Werte wurden als herabgesetzte arithmetische Mittelwerte aus den Ergebnissen der projektspezifischen Feld- und Laboruntersuchungen abgeleitet. Darüber hinaus sind die möglichen bzw. zu erwartenden Bandbreiten der geotechnischen Parameter angegeben.

Im Hinblick auf eine vereinfachte rechnerische Profilierung des Baugrundes wurde der Baugrund in die Hauptbodenarten Sand, Schluff, Ton und Kreide unterschieden und im Detail charakterisiert.

### **3.4 Hinweise und Empfehlungen zur Gründung**

Für die Ausführung von ortsfesten Gründungskonstruktionen für Offshore-Konstruktionen kommen grundsätzlich Schwergewichtgründungen (Flachgründungen), aufgelöste Konstruktionen wie Tripods, Tripiles oder Jackets, Monopiles sowie Buckets (Monopods/ Multipods) in Betracht. Da entsprechend der Planung des Windparks die Errichtung einer Monopile-Gründungskonstruktion für die WEA und einer Jacket-Gründung für die USP

vorgesehen ist, werden im Baugrund- und Gründungsgutachten der ACP die Hinweise zur Bemessung auf diese Gründungsformen beschränkt.

Monopiles sind offene Stahlrohre, die im Grundsatz eine Verlängerung des Anlagenturms in den Baugrund hinein darstellen. Die hinsichtlich der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit erforderlichen Pfahldurchmesser sind deutlich größer als bei den aufgelösten Konstruktionen. Die äußere Horizontalbelastung von Monopiles beansprucht den Pfahlschaft auf Biegung und wird über die seitliche Bettung des Pfahlschaftes in den Baugrund abgetragen. Die Machbarkeit im Sinne der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit von Monopile-Durchmessern von 8,0m wird von der ACP, als eingeschaltetem geotechnischen Sachverständigen, als gegeben angesehen. Im Hinblick auf die Errichtungstechnologie der Pfahlgründung (Rammtechnologie, Hebekapazität Krane, Limitierung Schlagenergie gemäß Schallschutzaufgaben etc.) wird die Realisierung eines Monopiles als anspruchsvoll, aber ebenfalls machbar eingeschätzt. Das vorgesehene Monopile-Gründungskonzept der WEA wird daher vom geotechnischen Sachverständigen zur Ausführung empfohlen.

Eine Jacket-Gründung der USP an den beiden untersuchten Standorten wird von der ACP aus tragwerksplanerischer Sicht ebenfalls als machbar angesehen und zur Ausführung empfohlen.

#### **4 Inhaltsverzeichnis des Originals**

Der Inhalt des Baugrund- und Gründungsgutachtens (Entwicklungsphase) ist wie in den nachfolgenden Abbildungen wiedergegeben gegliedert.

<b>Inhalt</b>		
1	Veranlassung	<a href="#">7</a>
2	Unterlagen	<a href="#">8</a>
3	Grundlagen der geotechnischen Vorerkundung	<a href="#">15</a>
3.1	Lage, Windparklayout und allgemeine Standortbedingungen	<a href="#">15</a>
3.2	Gründungsstrukturen der WEA und OSS	<a href="#">18</a>
3.3	Geologischer Überblick	<a href="#">22</a>
4	Baugrunduntersuchungen und -erkundungen	<a href="#">24</a>
4.1	Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchungen	<a href="#">24</a>
4.2	Ergebnisse der geotechnische Vorerkundung	<a href="#">27</a>
4.2.1	Geotechnisches Untersuchungsprogramm	<a href="#">27</a>
4.2.2	Baugrundbeschreibung	<a href="#">28</a>
4.2.3	Klassifikation der anstehenden Bodenarten	<a href="#">29</a>
5	Geotechnisches Baugrundmodell	<a href="#">32</a>
5.1	Allgemeines	<a href="#">32</a>
5.2	Festlegung der Berechnungsprofile und geotechnischen Kennwerte	<a href="#">33</a>
5.3	Hinweise zur Anwendung der Kennwerte in (erd-) statischen Nachweisen	<a href="#">36</a>
6	Gründungsempfehlung für die WEA-/OSS-Anlagen	<a href="#">37</a>
7	Hinweise zur Bemessung der Pfahl-Gründungen	<a href="#">38</a>
7.1	Gültigkeitsbereich	<a href="#">38</a>
7.2	Normenhierarchie	<a href="#">38</a>
7.3	Axiale Pfahlbemessung	<a href="#">39</a>
7.3.1	Allgemeines	<a href="#">39</a>
7.3.2	Ermittlung statischer axialer Pfahlwiderstände	<a href="#">39</a>
7.3.2.1	Allgemeines	<a href="#">39</a>
7.3.2.2	Statische axiale Pfahlwiderstände in Sand	<a href="#">40</a>
7.3.2.3	Statische axiale Pfahlwiderstände in Ton	<a href="#">41</a>
7.3.2.4	Statische axiale Pfahlwiderstände in Kreide	<a href="#">42</a>
7.3.2.5	Abminderung der inneren Mantelreibung	<a href="#">44</a>
7.3.2.6	Abminderung der Mantelreibung für Zugbelastungen	<a href="#">44</a>
7.3.2.7	Abminderung der Widerstände für lange Pfähle	<a href="#">45</a>
7.3.2.8	Pfahlgruppeneffekte	<a href="#">46</a>

Abbildung 1: Inhaltsverzeichnis des Originals, Seite 1

7.3.2.9	Verschiebungen infolge statischer Axiallast	<a href="#">47</a>
7.3.3	Berücksichtigung des Einflusses zyklischer axialer Lasten	<a href="#">48</a>
7.3.3.1	Hinweise zur Berücksichtigung zyklischer Lasten	<a href="#">48</a>
7.3.3.2	Zyklische Tragfähigkeitsdegradation	<a href="#">48</a>
7.3.3.3	Akkumulation von Porenwasserdrücken bei zyklisch axialer Belastung	<a href="#">49</a>
7.3.3.4	Verformungsakkumulation infolge zyklisch axialer Belastung	<a href="#">50</a>
7.3.4	Berücksichtigung von Pfahlprobelastungen im Pfahldesign	<a href="#">50</a>
7.3.5	Nachweisführung zum axialen Pfahlwiderstand	<a href="#">51</a>
7.3.5.1	Allgemeines	<a href="#">51</a>
7.3.5.2	Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)	<a href="#">52</a>
7.3.5.3	Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS)	<a href="#">52</a>
7.3.5.4	Gründungssteifigkeiten für (Gesamt-) Strukturanalysen	<a href="#">54</a>
7.4	Laterale Pfahlbemessung	<a href="#">54</a>
7.4.1	Allgemeines	<a href="#">54</a>
7.4.2	Ermittlung statischer Bettungswiderstände und -steifigkeiten	<a href="#">54</a>
7.4.2.1	Allgemeines	<a href="#">54</a>
7.4.2.2	p-y Methode für Sand	<a href="#">55</a>
7.4.2.2.1	Allgemeines	<a href="#">55</a>
7.4.2.2.2	Modifikationen für Pfähle großer Durchmesser (ULS & SLS)	<a href="#">55</a>
7.4.2.2.3	Modifikationen für Pfähle großer Durchmesser (NFA & FLS)	<a href="#">56</a>
7.4.2.3	p-y Methode für bindigen Boden	<a href="#">57</a>
7.4.2.3.1	Allgemeines	<a href="#">57</a>
7.4.2.3.2	p-y Methode für weichen Ton und verwitterter Kreide	<a href="#">58</a>
7.4.2.3.3	p-y Methode für steifen Ton und unverwitterter Kreide	<a href="#">59</a>
7.4.2.3.4	p-y Methode für Pfähle in Schluff	<a href="#">59</a>
7.4.2.4	Pfahlgruppeneffekte	<a href="#">59</a>
7.4.3	Berücksichtigung des Einflusses zyklischer lateraler Lasten	<a href="#">60</a>
7.4.3.1	Hinweise zur Berücksichtigung zyklischer Lasten	<a href="#">60</a>
7.4.3.2	Zyklische Tragfähigkeitsdegradation	<a href="#">60</a>
7.4.3.3	Akkumulation von Porenwasserdrücken bei zyklisch lateraler Belastung	<a href="#">61</a>
7.4.3.4	Laterale Verformungsakkumulation	<a href="#">62</a>
7.4.4	Nachweisführung zum lateralen Pfahlwiderstand	<a href="#">62</a>
7.4.4.1	Allgemeines	<a href="#">62</a>
7.4.4.2	Vorbemessung durch Pfahllängenkriterium	<a href="#">63</a>
7.4.4.3	Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit	<a href="#">63</a>
7.4.4.4	Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	<a href="#">64</a>
7.4.4.5	Gründungssteifigkeiten für (Gesamt-) Strukturanalysen	<a href="#">64</a>
7.5	Berücksichtigung von Kolkeffekten im Pfahldesign	<a href="#">64</a>

Abbildung 2: Inhaltsverzeichnis des Originals, Seite 2

8	Pfahlprobelastungen	<a href="#">66</a>
9	Hinweise zur Rammung	<a href="#">67</a>
10	Hinweise zum Aufstellen einer Errichtereinheit	<a href="#">69</a>
11	Einschätzungen zur Einwirkung aus Erdbeben	<a href="#">70</a>
12	Schlussbemerkungen	<a href="#">72</a>

Abbildung 3: Inhaltsverzeichnis des Originals, Seite 3