

Zusammenstellung der typengeprüften Dokumentationen

ENERCON

E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01

ENERCON GmbH
Dreekamp 5
D - 26605 Aurich
Telefon: 0 49 41 – 927–0
Telefax: 0 49 41 – 927–109

Rev. 0

1. Prüfbescheid zur Typenprüfung	T-7005/22-1 Rev. 0 vom
18.11.2022	
Hybrid-Stahlurm E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01	
1.1. Zusammenstellung Turm Statik	D02437752-6
2. Flachgründung Ø 19,80m	T-7005/22-4 Rev. 0 vom 18.11.2022
2.1. Schalplan	D02458327-0
2.2. Bewehrungsplan 1	D02458328-1
2.3. Bewehrungsplan 2	D02458329-1
2.4. Fundamentdatenblatt	D02457817-2
3. Flachgründung Ø 20,10m	T-7005/22-2 Rev. 0 vom 18.11.2022
3.1. Schalplan	D02458324-2
3.2. Bewehrungsplan 1	D02421770-2
3.3. Bewehrungsplan 2	D02421771-2
3.4. Fundamentdatenblatt	D02393170-4
4. Tiefgründung Ø 16,60m	T-7005/22-3 Rev. 0 vom 18.11.2022
4.1. Schalplan Variante A	D02421795-1
4.2. Schalplan Variante B	D02421796-1
4.3. Schalplan Variante C	D02421797-1
4.4. Bewehrungsplan 1	D02421805-1
4.5. Bewehrungsplan 2	D02421806-1
4.6. Fundamentdatenblatt	D02411880-3

5. Gutachterliche Stellungnahmen

5.1. Lastannahmen für Turm und Fundament

81189224863-1 D I Rev.0 vom 06.09.2022

5.2. Turmkopfflansch

8119224863-11 D Rev.0 vom 07.02.2022

5.3. Diverse Komponenten

8119616205-100 D II Rev.0 vom 14.11.2022

6. Revisionstabelle

Datum	Änderung
02.12.2021 Rev. 0	Dokument erstellt 1. Prüfbescheid zur Typenprüfung T-7005/22-1 Rev. 0 vom 18.11.2022 Hybrid-Stahlurm E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 1.1. Zusammenstellung Turm Statik D02437752-6 2. Flachgründung Ø 19,80m T-7005/22-4 Rev. 0 vom 18.11.2022 2.1. Schalplan D02458327-0 2.2. Bewehrungsplan 1 D02458328-1 2.3. Bewehrungsplan 2 D02458329-1 2.4. Fundamentdatenblatt D02457817-2 3. Flachgründung Ø 20,10m T-7005/22-2 Rev. 0 vom 18.11.2022 3.1. Schalplan D02458324-2 3.2. Bewehrungsplan 1 D02421770-2 3.3. Bewehrungsplan 2 D02421771-2 3.4. Fundamentdatenblatt D02393170-4 4. Tiefgründung Ø 16,60m T-7005/22-3 Rev. 0 vom 18.11.2022 4.1. Schalplan Variante A D02421795-1 4.2. Schalplan Variante B D02421796-1 4.3. Schalplan Variante C D02421797-1 4.4. Bewehrungsplan 1 D02421805-1 4.5. Bewehrungsplan 2 D02421806-1 4.6. Fundamentdatenblatt D02411880-3 5. Gutachterliche Stellungnahmen 5.1. Lastannahmen für Turm und Fundament 81189224863-1 D I Rev.0 vom 06.09.2022 5.2. Turmkopfflansch 8119224863-11 D Rev.0 vom 07.02.2022 5.3. Diverse Komponenten 8119616205-100 D II Rev.0 vom 14.11.2022

Prüfbescheid zur Typenprüfung

**Windenergieanlage E-138 EP3 E3, Rotorblatt E-138 EP3-RB-02,
DIBt Windzone S, Geländekategorie S**

- Hybrid-Stahlurm E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 -

Prüfbescheid Nr.:	T-7005/22-1 Rev. 0
Gegenstand der Prüfung:	Standicherheit des Hybrid-Stahlurms E-138 EP3 E3 HST-111-FB-C-01 für die oben genannte Windenergieanlage gemäß DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015)
Anlagenhersteller (Antragsteller):	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland
Dokumentation:	H+P Ingenieure GmbH Kackertstraße 10 52072 Aachen Deutschland ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland
Geltungsdauer bis:	30.11.2027

Dieser Prüfbescheid wird ausschließlich dem oben genannten Anlagenhersteller bzw. Antragsteller zur Verfügung gestellt. Eine Veröffentlichung oder Verbreitung dieses Prüfbescheids ist nur nach vorheriger, schriftlicher Freigabe der TÜV NORD CERT GmbH oder des oben genannten Anlagenherstellers bzw. Antragstellers gestattet. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder Verbreitung ist nicht gestattet.

Der Prüfbescheid umfasst 17 Seiten und 13 Anlagen, die Bestandteil dieses Prüfbescheides sind.

Revision	Datum	Änderungen
0	18.11.2022	Erstausgabe

Inhaltsverzeichnis

0	Allgemeine Bestimmungen	3
1	Dokumente	4
	1.1 Geprüfte Dokumente	4
	1.2 Dazugehörige Dokumente.....	5
2	Prüfgrundlagen	8
3	Einleitung	9
4	Beschreibung.....	9
	4.1 Turm.....	9
	4.2 Lastannahmen	10
	4.3 Baustoffe	10
5	Prüfung	11
	5.1 Methodik.....	11
	5.2 Anmerkungen zur Prüfung	12
	5.3 Ergebnisse	13
	5.4 Schnittstellen.....	13
6	Auflagen.....	16
7	Zusammenfassung	16

0 Allgemeine Bestimmungen

Diese Typenprüfung entbindet die Bauaufsichtsbehörde zwar von der Verpflichtung zur nochmaligen Prüfung in statischer Hinsicht, nicht jedoch von der Verpflichtung zu überwachen, ob die Bauausführung mit diesem Prüfbescheid zur Typenprüfung und seinen unter 1.1 aufgeführten Anlagen übereinstimmt.

Bei Abweichungen von diesem Prüfbescheid zur Typenprüfung oder seinen Anlagen ist die Standsicherheit im Einzelfall nachzuweisen und zu prüfen.

Der Prüfbescheid ersetzt nicht die Bestätigung des Auflagenvollzugs. Des Weiteren ersetzt er keine für die Durchführung von Bauvorhaben erforderlichen Genehmigungen.

Dieser Prüfbescheid zur Typenprüfung darf nur vollständig - nicht auszugsweise - und seine Anlagen (siehe 1.1) dürfen nur zusammen mit diesem Prüfbescheid zur Typenprüfung verwendet oder veröffentlicht werden.

Zur Verlängerung der Geltungsdauer dieses Prüfbescheids zur Typenprüfung ist ein Antrag erforderlich.

Das Recht auf vorzeitigen Widerruf bleibt dem Prüfamts für Baustatik der TÜV NORD CERT GmbH vorbehalten.

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

Berechnungen

- [1.1.1] H+P Ingenieure GmbH:
„STATISCHE BERECHNUNG TURMSTATIK E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01
Bauteil: Stahlurm (HST) Projekt: E21-019“,
Dokument-Nr.: D02453860, Rev. 2.0, Datum: 15.06.2022
- [1.1.2] H+P Ingenieure GmbH:
„ERGÄNZUNGSSTATIK TURMSTATIK E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Bau-
teil: Stahlurm (HST) Projekt: E21-019.1“,
Dokument-Nr.: D02490515, Rev. 2.0, Datum: 15.06.2022

Anlagen zum Prüfbescheid zur Typenprüfung

Anforderungen an das Fundament

- [1.1.3] ENERCON GmbH:
„Bauvorlage E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Fundamentlasten“,
Dokument-Nr.: D02378600, Rev. 2.2, Datum: 29.07.2021
- [1.1.4] ENERCON GmbH:
„Bauvorlage Fundamentkorb E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01“,
Dokument-Nr.: D02402550, Rev. 2.1, Datum: 29.07.2021

Zeichnungen - Basisturm

- [1.1.5] ENERCON GmbH:
„Stahlurm“,
Zeichnungs-Nr.: D02437752, Rev. 6.0, Datum: 05.04.2022
- [1.1.6] ENERCON GmbH:
„E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01-S3 Stahlsektion“,
Zeichnungs-Nr.: D02436897, Rev. 4.0, Datum: 05.04.2022

Zeichnungen - Turmvariante

- [1.1.7] ENERCON GmbH:
„Stahlurm Modell der zusammenfassenden Struktur des Turms“,
Zeichnungs-Nr.: D02498466, Rev. 3.0, Datum: 19.04.2022
- [1.1.8] ENERCON GmbH:
„E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01-S3 Stahlsektion“,
Zeichnungs-Nr.: D02497242, Rev. 2.0, Datum: 14.04.2022

Zeichnungen - Beide Turmvarianten

[1.1.9] ENERCON GmbH:

„E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01-S1 Stahlsektion“,
Zeichnungs-Nr.: D02433658, Rev. 2.0, Datum: 29.11.2021

[1.1.10] ENERCON GmbH:

„E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01-S2 Stahlsektion“,
Zeichnungs-Nr.: D02433923, Rev. 1.0, Datum: 19.08.2021

[1.1.11] ENERCON GmbH:

„E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01-S4 Stahlsektion“,
Zeichnungs-Nr.: D02435885, Rev. 1.0, Datum: 05.04.2022

[1.1.12] ENERCON GmbH:

„E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01-S5 Stahlsektion“,
Zeichnungs-Nr.: D02433793, Rev. 3.0, Datum: 19.01.2022

[1.1.13] ENERCON GmbH:

„E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01-S6 Stahlsektion“,
Zeichnungs-Nr.: D02429092, Rev. 0.0, Datum: 05.08.2021

[1.1.14] ENERCON GmbH:

„E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Fundamentkorb“,
Zeichnungs-Nr.: D02434516, Rev. 0.0, Datum: 05.08.2021

Spannanweisung

[1.1.15] H+P Ingenieure GmbH:

„Spannanweisung Fundamentkorb ENERCON E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Bauteil: Fundamentkorb“,
Dokument-Nr.: D02437082, Rev. 1.1, Datum: 30.05.2022

1.2 Dazugehörige Dokumente

Lastannahmen

[1.2.1] ENERCON GmbH:

„Lastenbericht Turm E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Abdeckende Betriebs- und Extremlasten für den Turm E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 der WEA E-138 EP3 E3 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 nach DIBt und IEC“,
Dokument-Nr.: D02397553, Rev. 0.4, Datum: 30.09.2021

[1.2.2] TÜV NORD CERT GmbH:

„Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E3, RB E-138 EP3-RB-02, NH 110.396 m (E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01), DIBt WZ S, GK S - Lastannahmen für Turm und Fundament -“,
TÜV NORD Bericht Nr.: 8119224863-1 D I Rev.0, Datum: 06.09.2022

Kopfflansch

[1.2.3] ENERCON GmbH:

„Turmflansch Spezifikation-D3868-150xM30“,
Zeichnungs-Nr.: D02133917, Rev. 0.1, Datum: 05.02.2021

[1.2.4] ENERCON GmbH:

„Verification for Certification ENERCON Wind Energy Converter E-138 EP3 E3 Bolted Connection - Yaw Bearing and Tower Head Flange Statics und Fatigue Strength for Loads according to: IEC ed. 4, WC IIA, Normal Climate DIBt 2012, WZ S“,
Dokument-Nr.: D02524598, Rev. 2.0, Datum: 14.01.2022

[1.2.5] TÜV NORD CERT GmbH:

„Gutachtliche Stellungnahme für die Windenergieanlage E-138 EP3 E3, Rotorblatt E-138 EP3-RB-02, verschiedene Konfigurationen, WZ S, GK S
- Turmkopfflanschbaugruppe -“,
TÜV NORD Bericht Nr.: 8119224863-11 D Rev. 0, Datum: 07.02.2022

Spezifikationen

[1.2.6] ENERCON GmbH:

„Spezifikation Temporäre Teilvorspannung bei Fundamentkörben bzw. Verbindungsflanschen“,
Dokument-Nr.: D0193587, Rev. 2, Datum: 07.08.2014

[1.2.7] ENERCON GmbH:

„Spezifikation Abstände zwischen Kerbdetails“,
Dokument-Nr.: D0985961, Rev. 1.2, Datum: 16.04.2021

[1.2.8] ENERCON GmbH:

„Spezifikation Anbauteile an Turmwänden in Kerbfallklasse 100 für Stahlrohrtürme“,
Dokument-Nr.: D0935173, Rev. 3, Datum: 25.03.2021

[1.2.9] ENERCON GmbH:

„Spezifikation Stumpfnähte bei ENERCON Stahlrohrtürmen“,
Dokument-Nr.: D0973115, Rev. 2, Datum: 16.04.2021

[1.2.10] ENERCON GmbH:

„Spezifikation Verschrauben von Ringflanschen“,
Dokument-Nr.: D0215476, Rev. 2, Datum: 05.01.2017

[1.2.11] ENERCON GmbH:

„Spezifikation Oberflächenbehandlung Stahlurm“,
Dokument-Nr.: D1005701, Rev. 9, Datum: 05.10.2021

[1.2.12] ENERCON GmbH:

„Minimum Bolting Specification HST“,

Dokument-Nr.: D02454031, Rev. 0.0, Datum: 04.03.2022

Allgemeine Bauartgenehmigung

[1.2.13] Deutsches Institut für Bautechnik - DIBt:

„Allgemeine Bauartgenehmigung; Nummer: Z-30.6-78; Gegenstand dieses Bescheides: Schweißdetails mit spezifischen Kerbfallkategorien in Stahlrohrtürmen“, gültig vom 10.10.2022 bis 21.12.2026

Reibkoeffizienten und Setzungen von gleitfesten Schraubverbindungen

[1.2.14] Fraunhofer IGP:

„Ermittlung der Haftreibungszahl beschichteter Oberflächen in Anlehnung an EN 1090-2, Anhang G“,

Dokument-Nr.: D02596625, Rev. 0, Datum: 31.01.2022

[1.2.15] Stranghörer Ingenieure GmbH:

„Untersuchungen zur Erlangung einer aBG für gleitfeste Verbindungen mit HRC-Schrauben M27 in Turmbauteilen“,

Dokument-Nr.: D02733567, Rev. 0.0, Datum: 24.03.2022

Anlagenbeschreibung

[1.2.16] ENERCON GmbH:

„Technische Beschreibung ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E3“,

Dokument-Nr.: D1018637, Rev. 4.0, Datum: 07.07.2022

Übersichtszeichnung

[1.2.17] ENERCON GmbH:

„Ansichtszeichnung Hybrid-Stahlurm E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01“,

Zeichnungs-Nr.: EP3.00.247 - 4, Rev. 4, Datum: 17.02.2022

Prüfung der Auslegungsanforderungen der DIN EN 61400-1:2011-08

[1.2.18] ENERCON GmbH:

„Stellungnahme Verwendbarkeit IEC ed.3 anstatt IEC ed.4 für ENERCON WEA“,

Dokument-Nr.: D02759428, Rev. 0.0, Datum: 06.09.2022

[1.2.19] TÜV NORD CERT GmbH:

„Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E3 IEC 61400-1 Ed. 3 - Diverse Komponenten -“,

TÜV NORD Bericht Nr.: 8119616205-100 D II Rev. 0, Datum: 14.11.2022

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik - DIBt:
„Richtlinie für Windenergieanlagen, Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, korrigierte Fassung, 03.2015
- [2.2] DIN EN 61400-1:2011-08:
„Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2005 + A1:2010); Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010“
- [2.3] DIN EN 1991-1-4:2010-12 + DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12:
„Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten“
- [2.4] DIN EN 1992-1-1:2011-01 + A1:2015-03 + DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + NA/A1:2015-12: „Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau“
- [2.5] DIN EN 1993-1-1:2010-12 + DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12:
„Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau“
- [2.6] DIN EN 1993-1-6:2010-12 + DIN EN 1993-1-6/NA:2010-12:
„Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-6: Festigkeit und Stabilität von Schalen“
- [2.7] DIN EN 1993-1-8:2010-12 + DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12:
„Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen“
- [2.8] DIN EN 1993-1-9:2010-12 + DIN EN 1993-1-9/NA:2010-12:
„Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-9: Ermüdung“
- [2.9] DIN EN 1993-1-10:2010-12 + DIN EN 1993-1-10/NA:2016-04:
„Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung“
- [2.10] DIN EN 1998-1:2010-12 + DIN EN 1998-1/NA:2011-01:
„Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten“
- [2.11] DIN EN 1998-6:2006-03:
„Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 6: Türme, Maste und Schornsteine; Deutsche Fassung EN 1998-6:2005“

- [2.12] Verein Deutscher Ingenieure:
„Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubenverbindungen - Zylindrische Einschraubenverbindungen“, VDI 2230 Blatt 1, 11.2015
- [2.13] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton:
„Ermüdungsfestigkeit von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen mit Erläuterungen zu den Nachweisen gemäß CEB-FIB Model Code 1990“, DAfStb Heft 439, 1994
- [2.14] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton:
„Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2)“, DAfStb Heft 600, 2012

3 Einleitung

Gegenstand dieses Prüfbescheids ist die Typenprüfung des Hybrid-Stahlurms E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 und des zugehörigen Ankerkorbs, welche nach der DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015) ausgelegt wurden.

4 Beschreibung

4.1 Turm

Der Turm hat eine Höhe von 105,268 m (OK Fundament bis OK Kopfflansch). Er besteht aus drei annähernd zylindrischen Sektionen, zwei polygonalen Sektionen und einer kurzen unteren Sektion, die in einem T-Flansch endet. Bei den zylindrischen Sektionen handelt es sich um werkseitig geschweißte Stahlblechkonstruktionen. Die Sektionen werden mittels vorgespannter, innenliegender L-Ringflanschverbindungen auf der Baustelle zusammengeschraubt.

Die polygonalen Sektionen bestehen aus mehreren gekanteten Blechen, die mit axial verlaufenden Verbindungsblechen verschraubt werden. Benachbarte Polygonsektionen werden über horizontal angeordnete, zweischnittige Verbindungsbleche miteinander verschraubt. Die untere Sektion besteht aus mehreren Teilen, die durch Überlappungsbleche verbunden sind.

Die Prüfung umfasst zwei Varianten, den in [1.1.5] dargestellten Basisturm und die in [1.1.7] dargestellte Turmvariante. Der Unterschied zwischen den beiden Varianten liegt in der Stahlsektion 3, wo sich der Übergang vom zylindrischen zum polygonalen Querschnitt befindet. Beim Basisturm wird der Übergang durch ein Anschweißen des polygonalen Querschnitts an das T-förmige, untere Ende der zylindrischen Sektion realisiert, während bei der Turmvariante der polygonale Querschnitt mit dem deutlich verdickten, zylindrischen Mantel verschweißt wird.

Der Turmanschluss an das Fundament erfolgt durch den unteren T-Flansch mit 2 x 88 vorgespannten Ankerbolzen M36 - 10.9.

Weitere Details können den geprüften Zeichnungen (siehe Abschnitt 1.1) entnommen werden.

Die folgende Anlagenkonfiguration wurde bei der Prüfung des Turms berücksichtigt:

Nr.	WEA Bezeichnung	Max. Nennleistung	Rotorblatt	Windzone (DIBt 2012)	Geländekategorie	Turmnachweise
1	E-138 EP3 E3	4260 kW	E-138 EP3-RB-02	WZ S	GK S	[1.1.1], [1.1.2]

Tabelle 4.1: Geprüfte Konfiguration für Turmnachweise

Die betrachtete Windenergieanlage hat folgende technische Basisdaten:

Nabenhöhe:	110,396 m
Gondelmasse (inkl. Rotor):	289,8 t
Rotordurchmesser:	138,59 m

In [1.1.1] wurde die erste Turmeigenfrequenz bei elastischer und bei starrer Fundamenteinspannung ermittelt:

$$f_0 = 0,201 \text{ Hz bei elastischer Einspannung (} k_{\varphi, \text{dyn}} = 150\,000 \text{ MNm/rad)}$$

$$f_0 = 0,206 \text{ Hz bei starrer Einspannung}$$

4.2 Lastannahmen

Die Lastannahmen wurden mit einem gesamtdynamischen Modell der Anlage unter Berücksichtigung der Elastizität von Turm und Rotorblättern bestimmt.

Die folgenden Lastannahmen liegen der Turmberechnung zugrunde:

Nr.	WEA Bezeichnung	Nabenhöhe	Max. Nennleistung	Rotorblatt	Windzone (DIBt 2012)	Geländekategorie	spezifiziert in	geprüft in
1	E-138 EP3 E3	110,396 m	4260 kW	E-138 EP3-RB-02	WZ S	GK S	[1.2.1]	[1.2.2]

Tabelle 4.2: Lastannahmen

Die Lastannahmen sind für die in [1.2.1] angegebenen Turmeigenfrequenzen mit einem zulässigen Intervall von ± 5 % gültig.

Das in der Lastberechnung verwendete Modell hat eine ungekoppelte erste Eigenfrequenz von 0,199 Hz (Schwingungen in Schubrichtungen, elastische Einspannung).

Die Auslegungslbensdauer beträgt 25 Jahre.

4.3 Baustoffe

In diesem Abschnitt werden die Hauptbaustoffe und -produkte der tragenden Bauteile aufgeführt. Weitere Details können den geprüften Anlagen (siehe Abschnitt 1.1) bzw. der Zeichnung [1.2.3] (Turmkopfflansch) entnommen werden.

Turm

Baustahl:	S355 S460	DIN EN 10025-2 bis -3 DIN EN 10025-3
L-Flanschschrauben:	HV-Garnituren Festigkeitsklasse 10.9	DIN EN 14399 / DAST-RiLi 021 DIN EN ISO 898-1
Gleitfeste Verbindungen:	HRC-Garnituren M27 Festigkeitsklasse 10.9	DIN EN 14399 DIN EN ISO 898-1

Darüber hinaus basiert die Auslegung des Turms auf folgenden Annahmen:

Die Ringflansche werden nahtlos geschmiedet. Für die Ringflansche werden in [1.1.1] und [1.2.4] die folgenden Streckgrenzen angenommen:

- Kopfflansch: $R_{eH} = 265 \text{ MPa}$
- übrige L-Flansche: $t \leq 120 \text{ mm}$: $R_{eH} = 325 \text{ MPa}$
 $120 \text{ mm} < t \leq 130 \text{ mm}$: $R_{eH} = 322 \text{ MPa}$
 $t \leq 165 \text{ mm}$: $R_{eH} = 314 \text{ MPa}$

Ankerkorb

Ankerring:	S235J0	DIN EN 10025-2
Ankerbolzen:	Festigkeitsklasse 10.9	DIN EN ISO 898-1
Gewinde, Muttern und Unterlegscheiben:	M36	DIN EN 1993-1-8, Bezugsnormengruppe 4
Fundamentbeton:	C35/45	DIN EN 206-1, DIN 1045-2

5 Prüfung

5.1 Methodik

Die Standsicherheitsnachweise (Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit) wurden in den eingereichten statischen Berechnungen geführt und durch Vergleichsrechnung geprüft.

Der Turm und die Windenergieanlage wurden zunächst mit Einwirkungen nach DIN EN IEC 61400-1 (VDE 0127-1):2019-12 ausgelegt und geprüft. Gemäß der gutachtlichen Stellungnahme [1.2.19] kann für die dort unter 1.2 aufgeführten, gutachtlichen Stellungnahmen sowie die dazugehörige Prüfung von Turm und Gründung die Erfüllung der technischen Auslegungsanforderungen der DIN EN 61400-1 Ed. 3 [2.2] ebenfalls bestätigt werden.

Die Prüfung umfasst den Hybrid-Stahlurm, den Ankerkorb, die Spannkraftverluste der Ankerbolzen und den mit den Stahlteilen in Verbindung stehenden Beton. Die Turmkopfflanschbaugruppe (Kopfflansch und Schrauben der Flanschverbindung zwischen dem Turmkopf und der Turbine) wurde separat in [1.2.5] geprüft.

Wirbelerregte Querschwingungen wurden gemäß DIBt-Richtlinie, Abschnitt 9.4, für den betriebsbereiten Endzustand und für verschiedene Montagezustände berücksichtigt (s. [1.1.1]). Weitere Montagezustände sowie Zustände während des Transports sind nicht Bestandteil der Prüfung.

Einwirkungen aus Erdbeben wurden in [1.1.1] berücksichtigt. Die Berechnung erfolgte für die Erdbebenzone 3, Baugrundklasse C, Untergrundklasse T, gemäß DIN EN 1998-1/NA.

Darüber hinaus wurde die Konformität mit dem Turmmodell aus der Lastrechnung hinsichtlich folgender Punkte überprüft:

- zulässiger Turmeigenfrequenzbereich gemäß Abschnitt 4.2
- Turmaußenabmessungen hinsichtlich des verbleibenden Freigangs bei durchgebogenen Rotorblättern

Der Abstand zwischen dem Turm und den ausgelenkten Rotorblättern wurde in [1.2.2] geprüft.

Turmeinbauten (z.B. Arbeitsbühnen, Leitern oder Befahreinrichtungen) sowie zugehörige Schweißanschlüsse oder Verankerungen sind nicht Gegenstand dieser Prüfung.

Lageplan und Baugrundgutachten (s. [2.1], Kapitel 3, Buchstaben B und H) sind nicht Bestandteil der Prüfung, Transportzustände ebenfalls nicht.

Die angesetzten Lasten aus der Windturbine werden in den gutachtlichen Stellungnahmen [1.2.2] und [1.2.19] bestätigt.

Die Bewertung des Sicherheitssystems und der Handbücher, des Rotorblatts, der maschinenbaulichen Komponenten, der Maschinenhausverkleidung sowie der elektrischen Komponenten und des Blitzschutzes erfolgt in den in [1.2.19] unter 1.2 aufgeführten, gutachtlichen Stellungnahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3 E3.

Die Bewertung verbleibender Restsicherheiten ist nicht Bestandteil der Prüfung.

5.2 Anmerkungen zur Prüfung

Für die Bemessung wurden die Teilsicherheitsbeiwerte gemäß DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015) berücksichtigt.

Der Materialteilsicherheitsbeiwert für die Ermüdung der Schweiß- und Schraubverbindungen wurde mit $\gamma_{Mf} = 1,15$ angesetzt.

Zur Erfassung von Herstellungs- und Montageungenauigkeiten, Einflüssen aus einseitiger Sonneneinstrahlung und ungleichmäßiger Fundamentsetzung wurde eine Schiefstellung der Turmachse von 8 mm/m angenommen.

Eine Erhöhung der Turmfußmomente durch den Einfluss der statischen Bodendrehfeder $k_{\phi, \text{stat}} = 18\,750 \text{ MNm/rad}$ wurde ebenfalls berücksichtigt.

Das Auftreten wirbelerregter Querschwingungen bei wartungsbedingten Stillstandszeiten (Turm inklusive Gondel und Rotor) wurde für einen Zeitraum von 1,25 Jahren berücksichtigt.

Der Nachweis der gleitfesten Schraubenverbindungen berücksichtigt 90 % der nominalen Vorspannung der HRC- Schrauben. Dies ist, verglichen mit den Anforderungen der DIN EN 1993-1-8, eine konservative Annahme, die zu einem effektiven Reibbeiwert führt, welcher unterhalb des gemäß DIN EN 1993-1-8 erlaubten Koeffizienten liegt.

Der Haftreibungskoeffizient $\mu = 0,52$ für thermisch gespritztes Aluminium mit Ethylzinksilikat-Versiegelung wird in [1.2.14] experimentell bestätigt.

Beim Nachweis der vertikalen Schraubverbindungen innerhalb einer modularen Sektion wurde auf der Einwirkungsseite ein Lasterhöhungsfaktor von 1,1 angesetzt. Zusätzlich wurde beim Nachweis des Nettoquerschnitts ein Schraubenkraftabminderungsfaktor von 0,88 berücksichtigt.

Die in [1.1.9] dargestellte Kopfflanschgeometrie stimmt mit den Angaben in [1.2.3] überein. Die strukturelle Integrität des Kopfflansches und seiner Schrauben wurde in [1.2.4] nachgewiesen und in [1.2.5] geprüft. Die beim Kopfflanschnachweis angesetzten Maschinenlasten wurden mit den Turmlasten [1.2.1] verglichen.

Die unter 1.1 aufgeführten Unterlagen sind mit einem TÜV NORD Stempel versehen.

5.3 Ergebnisse

Die geprüften Standsicherheitsnachweise sind vollständig und in statischer Hinsicht korrekt.

5.4 Schnittstellen

Maschinenbauliche Komponenten

5.4.1 Die in der gutachtlichen Stellungnahme [1.2.5] aufgeführten Schnittstellen 5.4.1 bis 5.4.3 wurden berücksichtigt und sind erfüllt.

Einbauten

- 5.4.2 Für den Ermüdungsnachweis der Turmwand wurden die Kerbfallklassen 100 und 71 entsprechend der Tabelle 5.1 angesetzt. In den folgenden Bereichen dürfen keine Einbauten geschweißt werden:
- Bis zu einer Turmhöhe von 24,158 m ab UK Turm
 - Turmoberkante bis 600 mm unterhalb der Kopfflanschoberkante

Kerbfall [MPa]	Turmvariante	Minimal zulässiger Abstand ab UK Turm [m]	Maximal zulässiger Abstand ab UK Turm [m]
100	Basisturm	25,750	102,268
	Turmvariante		
71	Basisturm	102,268	104,668
	Turmvariante		

Tabelle 5.1: Angesetzte Kerbfälle und ihre Grenzabstände

- 5.4.3 Schweißnähte an Buchsen mit einem Außendurchmesser ≤ 50 mm, wie in [1.2.8] definiert, die für Einbauten verwendet werden sowie die umlaufenden Stumpfnähte der Turmschale wurden mit der Kerbfallklasse 100 geprüft. Die Anwendbarkeit dieser Kerbfallklasse bei einer spezifischen Schweißnahtvorbereitung bzw. -nachbehandlung wurde in [1.2.13] bewertet. Für die Durchführung der Schweißarbeiten sind die Anforderungen der allgemeinen Bauartgenehmigung [1.2.13] einzuhalten.

Fundament

- 5.4.4 Die Anforderungen an das Fundament sind in [1.1.3] und [1.1.4] spezifiziert. Das in [1.1.3] definierte Kollektiv für ΔMXY deckt die Einwirkung, die sich sowohl aus den in Querrichtung wirkenden als auch aus Querschwingungen resultierenden Lasten zusammensetzt, ab.
- 5.4.5 Um die Funktionsfähigkeit der Anlage nicht zu beeinträchtigen, darf durch Setzungsunterschiede eine Fundamentneigung (Schiefstellung der Turmachse) von 3 mm/m innerhalb der Auslegungsdauer nicht überschritten werden.
- 5.4.6 Der Nachweis des T-Flansches am Turmfuß basiert auf den Annahmen in [1.1.14] und [1.1.15].

Montage & Inbetriebnahme

- 5.4.7 Bei der Montage und Inbetriebnahme des Turms sind die Anforderungen der Spezifikation [1.2.12] einzuhalten.
- 5.4.8 Das Auftreten wirbelerregter Querschwingungen während der Errichtung wurde für die folgenden Zeiträume berücksichtigt:

Turm ohne Gondel und Rotor:	36 Tage
Turm mit Gondel, ohne Rotor:	182 Tage
Turm mit Gondel und Rotor:	456 Tage

Bei dem unten genannten Bauzustand darf die am oberen Turmende gemessene Windgeschwindigkeit einen Wert von $0,8 \times v_{crit}$ nicht überschreiten. Die maximal zulässige Windgeschwindigkeit beträgt somit:

Turm ohne Topsektion:	17,4 m/s
-----------------------	----------

Falls diese Bedingungen nicht erfüllt werden, sind geeignete Maßnahmen zur Sicherung gegen wirbelerregte Querschwingungen zu treffen. Bei Bauzuständen, die oben nicht aufgeführt sind, gibt es keine Einschränkungen.

- 5.4.9 Die in [1.1.15] definierten Anforderungen an das Vorspannen der Ankerstangen sind einzuhalten.
- 5.4.10 Die Vorspannkraft der Ankerbolzen darf erst aufgebracht werden, wenn der Beton seine Nenndruckfestigkeit erreicht hat.

Wiederkehrende Prüfungen / Wartungen

- 5.4.11 Innerhalb des 1. Halbjahres nach der Montage (jedoch nicht unmittelbar nach Inbetriebnahme) ist die planmäßige Vorspannung der Schrauben in den L-Flanschverbindungen durch Nachspannen sicherzustellen.
- 5.4.12 Der Korrosionsschutz ist regelmäßig zu überprüfen und bei Bedarf zu erneuern.
- 5.4.13 Bei wiederkehrenden Prüfungen ist Kapitel 15 der DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen zu beachten.
- 5.4.14 Etwaige Schäden an den in Betrieb genommenen Windenergieanlagen, wie z.B. unzulässige Risse, und daraus abgeleitete Reparatur- bzw. Sanierungsmaßnahmen sind dem Prüfamts für Baustatik der TÜV NORD CERT GmbH mitzuteilen.

Weiterbetrieb

- 5.4.15 Ist nach Ablauf der Auslegungsliebsdauer ein Weiterbetrieb der Windenergieanlage geplant, so ist hierzu Kapitel 17 der DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen zu beachten.

6 Auflagen

Allgemeines

- 6.1 Für jeden geplanten WEA-Standort ist ein Nachweis der Standorteignung gemäß DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen, Abschnitt 16.2 vorzulegen, dem die in [1.2.2] aufgeführten Auslegungsparameter für die Windzone S zu Grunde liegen.
- 6.2 Die Auflagen in den gutachtlichen Stellungnahmen (s. [1.2.2], [1.2.5] und [1.2.19]) sind zu beachten. Die gutachtlichen Stellungnahmen sind zur Bauakte zu nehmen.
- 6.3 Der Anlagenhersteller hat mittels Erklärung zu bescheinigen, dass die Auflagen in den gutachtlichen Stellungnahmen erfüllt sind und dass die Windenergieanlage gemäß den geprüften Anlagen in dem Prüfbescheid zur Typenprüfung errichtet worden ist. Diese Herstellererklärung ist der Bauaufsichtsbehörde vorzulegen und zur Bauakte zu nehmen.
- 6.4 Alle Bescheinigungen und Protokolle sind vom Betreiber aufzubewahren und müssen auf Verlangen der zuständigen Baubehörde vorgelegt werden.
- 6.5 Die Anforderungen der in dem jeweiligen Bundesland geltenden Landesbauordnung sind zu beachten.

Stahlteil

- 6.6 Für die Ausführung der Stahlsektionen gilt DIN EN 1090. Als Mindestanforderung für Windenergieanlagen gilt die Ausführungsklasse EXC3.
- 6.7 Die Spezifikationen [1.2.6] bis [1.2.12] sowie die Spannanweisung [1.1.15] sind zu beachten.
- 6.8 Die Streckgrenze des für die Flansche verwendeten Materials muss mindestens den in Kapitel 4.3 genannten Werten entsprechen.
- 6.9 Die in der allgemeinen Bauartgenehmigung [1.2.13] aufgeführten Anforderungen an die Fertigung sind zu erfüllen.

7 Zusammenfassung

Unter Berücksichtigung der zuvor genannten Schnittstellen und Auflagen erfüllen der hier geprüfte Hybrid-Stahlurm E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 und der zugehörige Ankerkorb die Anforderungen der DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen [2.1].

Der Prüfbescheid zur Typenprüfung gilt für die in Tabelle 4.1 aufgeführte Windenergieanlagenkonfiguration.

Die in diesem Prüfbescheid aufgeführten, gutachtlichen Stellungnahmen sind hinsichtlich der DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015), Kapitel 3, Abschnitt I, vollständig und können für diese Windenergieanlagen verwendet werden.

Alle relevanten Schnittstellen (Maschine/Turm) wurden überprüft.

Statisch relevante, konstruktive Änderungen am Turm oder am Ankerkorb sind dem Prüfamt für Baustatik der TÜV NORD CERT GmbH mitzuteilen und einer Bewertung zu unterziehen. Ansonsten verliert dieser Prüfbescheid seine Gültigkeit.

Der Leiter

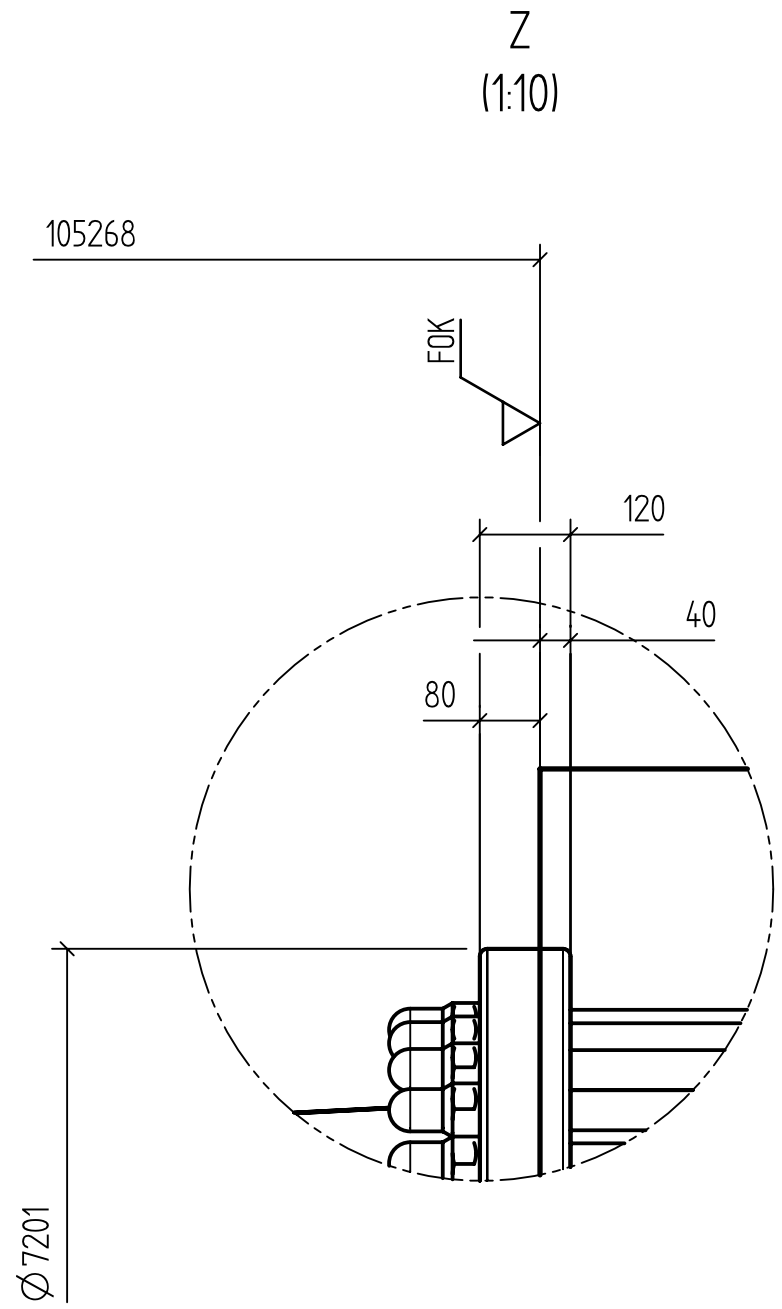
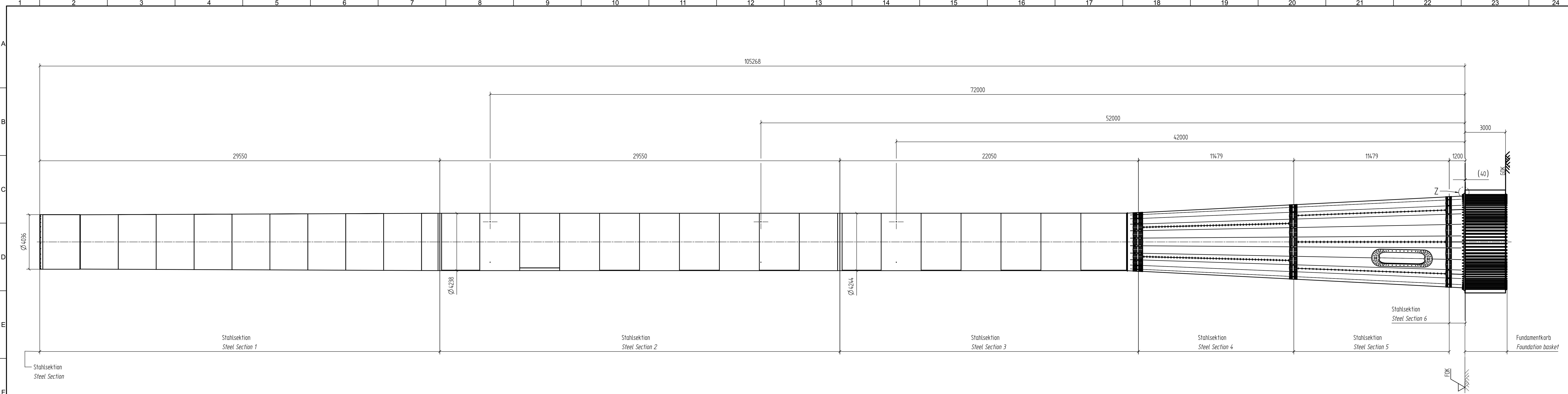
Dipl.-Ing. T. Krause



An der Prüfung beteiligt:

M.Sc. E. Grove

B.Eng. / M.Sc. P. Roycroft



Stahlsektion Steel Section	Zeichnungs-Nr. Drawing-No.	Rev.
1	D02433658	2.0
2	D02433923	1.0
3	D02436897	4.0
4	D02435885	1.0
5	D02433793	3.0
6	D02429092	0.0
Fundamentkorb Foundation Basket	D02434516	0.0

Turmhoehe über OK Fundament tower height over TOP foundation	105,268 m
Nabenhoehe über OK Fundament Hub height over TOP foundation	107,244 m
Nabenhoehe über OK Gelände Hub height over TOP ground	110,244 m


FKK Fundamentoberkante / TOP Foundation
GOK Geländeoberkante / TOP ground

Kanten/edges
ISO 13715

Allgemeintoleranz nach / General tolerances acc. to DIN ISO 2768vL
Oberfläche nach / surface acc. to DIN EN ISO 1302

Anlage zum Prüfbescheid zur Typenprüfung
Nr.: T-7005/22-1 Rev. 0
vom 18. Nov. 2022



2	6.0	Revision	changed	05.04.2022	VN	DK	 ENERGY FOR THE WORLD	Structural drawing Statikzeichnung	steel tower tower summary structural model Stahlturn	1022015	D02437752/6.0-de/en	11
5.0	Revision	changed	19.01.2022	DM	CI							
4.0	Revision	changed	04.01.2022	MR	CI							
3.0	Revision	changed	29.11.2021	MR	CI							
2.0	Revision	changed	18.10.2021	DA	CI							
1.0	Revision	changed	01.10.2021	DK	CI							
Rev.	Change	Date	Name	WF0001869719	2022-04-11 07:21							

Prüfbescheid zur Typenprüfung

**Windenergieanlage E-138 EP3 E3, Rotorblatt E-138 EP3-RB-02,
Hybrid-Stahlurm E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01,
DIBt Windzone S, Geländekategorie S**

- Flachgründung, D=19,80 m -

Prüfbescheid Nr.:	T-7005/22-4 Rev. 0
Gegenstand der Prüfung:	Standicherheit der Flachgründung für die oben genannte Windenergieanlage gemäß DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015)
Anlagenhersteller (Antragsteller):	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland
Dokumentation:	H+P Ingenieure GmbH Kackertstraße 10 52072 Aachen Deutschland ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland
Geltungsdauer bis:	30.11.2027

Dieser Prüfbescheid wird ausschließlich dem oben genannten Anlagenhersteller bzw. Antragsteller zur Verfügung gestellt. Eine Veröffentlichung oder Verbreitung dieses Prüfbescheids ist nur nach vorheriger, schriftlicher Freigabe der TÜV NORD CERT GmbH oder des oben genannten Anlagenherstellers bzw. Antragstellers gestattet. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder Verbreitung ist nicht gestattet. Dieser Prüfbescheid gilt nur zusammen mit dem Prüfbescheid zur Typenprüfung [1.2.1].

Der Prüfbescheid umfasst 10 Seiten und 4 Anlagen, die Bestandteil dieses Prüfbescheides sind.

Revision	Datum	Änderungen
0	18.11.2022	Erstausgabe

Inhaltsverzeichnis

0	Allgemeine Bestimmungen	3
1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	4
2	Prüfgrundlagen	5
3	Einleitung	6
4	Beschreibung	6
4.1	Fundament	6
4.2	Lastannahmen	6
4.3	Baustoffe	7
5	Prüfung	7
5.1	Umfang und Methodik	7
5.2	Anmerkungen zur Prüfung	8
5.3	Ergebnisse	8
5.4	Schnittstellen	8
6	Auflagen.....	9
7	Zusammenfassung	10

0 Allgemeine Bestimmungen

Dieser Prüfbescheid zur Typenprüfung beinhaltet als Ergänzung zum Prüfbescheid [1.2.1] die zweite Flachgründung des Hybrid-Stahlurms E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01.

Es gelten die Allgemeinen Bestimmungen des Prüfbescheids [1.2.1].

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

Berechnungen

- [1.1.1] H+P Ingenieure GmbH:
„STATISCHE BERECHNUNG FLACHGRÜNDUNG E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Projekt: E21-037 (B500B, B400B)“,
Dokument-Nr.: D02457816, Rev. 1.0, Datum: 15.06.2022

Anlagen zum Prüfbescheid zur Typenprüfung

Zeichnungen

- [1.1.2] H+P Ingenieure GmbH:
„Turmtyp: E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Planinhalt: Schalplan Ort betonfundament Flachgründung (Fg) Projekt-Nr.: E21-037 Ff“,
Zeichnungs-Nr.: D02458327, Rev. 0.0, Datum: 09.02.2022
- [1.1.3] H+P Ingenieure GmbH:
„Turmtyp: E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Planinhalt: Bewehrungsplan 1 Ort betonfundament Flachgründung (Fg) Projekt-Nr.: E21-037 Ff“,
Zeichnungs-Nr.: D02458328, Rev. 1.0, Datum: 15.06.2022
- [1.1.4] H+P Ingenieure GmbH:
„Turmtyp: E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Planinhalt: Bewehrungsplan 2 Ort betonfundament Flachgründung (Fg) Projekt-Nr.: E21-037 Ff“,
Zeichnungs-Nr.: D02458329, Rev. 1.0, Datum: 15.06.2022

Spezifikationen

- [1.1.5] ENERCON GmbH:
„Technisches Datenblatt E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Flachgründung WZ S GK II (DIBt-Richtlinie, Fassung Oktober 2012)“,
Dokument-Nr.: D02457817, Rev. 2.0, Datum: 24.06.2022

1.2 Dazugehörige Dokumente

Turm

- [1.2.1] TÜV NORD CERT GmbH:
„Prüfbescheid zur Typenprüfung Windenergieanlage E-138 EP3 E3, Rotorblatt
E-138 EP3-RB-02, DIBt Windzone S, Geländekategorie S
- Hybrid-Stahlurm E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 -“,
Prüfbescheid Nr.: T-7005/22-1 Rev. 0, Datum: 18.11.2022
- [1.2.2] ENERCON GmbH:
„Bauvorlage E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Fundamentlasten“,
Dokument-Nr.: D02378600, Rev. 2.2, Datum: 29.07.2021
- [1.2.3] ENERCON GmbH:
„Bauvorlage Fundamentkorb E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01“,
Dokument-Nr.: D02402550, Rev. 2.1, Datum: 29.07.2021
- [1.2.4] ENERCON GmbH:
„E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Fundamentkorb“,
Zeichnungs-Nr.: D02434516, Rev. 0.0, Datum: 05.08.2021
- [1.2.5] H+P Ingenieure GmbH:
„Spannanweisung Fundamentkorb ENERCON E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-
01 Bauteil: Fundamentkorb“,
Dokument-Nr.: D02437082, Rev. 1.1, Datum: 30.05.2022

Spezifikationen

- [1.2.6] ENERCON GmbH:
„Hinweise zur Bauausführung Turmtypen: E-XX EX/XX/XX/XX/XX &
E-XX EX/XX/XX/XX/XX Für alle Fundamenttypen“,
Dokument-Nr.: D0748193, Rev. 0a, Datum: 12.09.2018
- [1.2.7] ENERCON GmbH:
„Materialspezifikation Betonstahl“,
Dokument-Nr.: D0181818, Rev. 2, Datum: 22.05.2017

Prüfung der Auslegungsanforderungen der DIN EN 61400-1:2011-08

- [1.2.8] ENERCON GmbH:
„Stellungnahme Verwendbarkeit IEC ed.3 anstatt IEC ed.4 für ENERCON
WEA“,
Dokument-Nr.: D02759428, Rev. 0.0, Datum: 06.09.2022

- [1.2.9] TÜV NORD CERT GmbH:
„Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E3 IEC 61400-1
Ed. 3 - Diverse Komponenten -“,
TÜV NORD Bericht Nr.: 8119616205-100 D II Rev. 0, Datum: 14.11.2022

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik - DIBt:
„Richtlinie für Windenergieanlagen, Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, korrigierte Fassung, 03.2015
- [2.2] DIN EN 61400-1:2011-08:
„Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2005 + A1:2010); Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010“
- [2.3] DIN EN 1992-1-1:2011-01 + A1:2015-03 + DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + NA/A1:2015-12: „Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau“
- [2.4] DIN EN 1997-1:2009-09 + DIN EN 1997-1/NA:2010-12:
„Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln“
- [2.5] DIN 1054:2010-12 + A1:2012-08 + A2:2015-11:
„Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“
- [2.6] DIN EN 1998-1:2010-12 + DIN EN 1998-1/NA:2011-01:
„Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten“
- [2.7] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton:
„Ermüdungsfestigkeit von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen mit Erläuterungen zu den Nachweisen gemäß CEB-FIB Model Code 1990“, DAfStb Heft 439, 1994
- [2.8] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton:
„Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2)“, DAfStb Heft 600, 2012
- [2.9] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton:
„Massige Bauteile aus Beton“, 2010-04

3 Einleitung

Gegenstand dieses Prüfbescheids ist die Typenprüfung einer Flachgründung, welche nach der DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015) ausgelegt wurde.

4 Beschreibung

4.1 Fundament

Das Fundament dient zur Aufnahme des Hybrid-Stahlurms E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01, welcher in [1.2.1] geprüft wurde.

Das Kreisfundament weist einen Außendurchmesser von 19,80 m auf.

Unterhalb des Sockels befindet sich eine 50 cm dicke Fundamentvertiefung. Die Gesamthöhe des Sockels inkl. der Vertiefung beträgt 3,40 m. Die Fundamentsohle, bzw. die Oberkante der Fundamentvertiefung, liegt wegen der Sauberkeitsschicht 10 cm über der Oberkante des umgebenden Geländes.

Der Turm ist über einen Ankerkorb mit dem Fundament verbunden.

Weitere Details können dem Schalplan [1.1.2] und dem Fundamentdatenblatt [1.1.5] (siehe Abschnitt 1.1) entnommen werden.

Die folgende Anlagenkonfiguration wurde bei der Prüfung des Fundaments berücksichtigt:

Nr.	WEA Bezeichnung	Nabenhöhe	Max. Nennleistung	Rotorblatt	Windzone (DIBt 2012)	Geländekategorie	Fundamentnachweise
1	E-138 EP3 E3	110,396 m	4260 kW	E-138 EP3-RB-02	WZ S	GK S	[1.1.1]

Tabelle 4.1: Geprüfte Konfiguration für Fundamentnachweise

4.2 Lastannahmen

Die angesetzten Turmfußlasten decken folgende Konfiguration ab und sind in den aufgelisteten Dokumenten spezifiziert und geprüft worden:

Nr.	WEA Bezeichnung	Nabenhöhe	Max. Nennleistung	Rotorblatt	Windzone (DIBt 2012)	Geländekategorie	spezifiziert in	geprüft in
1	E-138 EP3 E3	110,396 m	4260 kW	E-138 EP3-RB-02	WZ S	GK S	[1.2.2]	[1.2.1]

Tabelle 4.2: Lastannahmen

Die Auslegungslbensdauer beträgt 25 Jahre.

Einwirkungen aus Erdbeben wurden berücksichtigt (s. [1.2.1]).

Zur Erfassung von Herstellungs- und Montageungenauigkeiten, Einflüssen aus einseitiger Sonneneinstrahlung und ungleichmäßiger Fundamentsetzung wurde eine Schiefstellung der Turmachse von 8 mm/m angenommen.

Eine Erhöhung der Turmfußmomente durch den Einfluss der statischen Bodendrehfeder $k_{\phi, \text{stat}} = 18\,750 \text{ MNm/rad}$ wurde ebenfalls berücksichtigt.

Die dynamische Bodendrehfeder wurde mit $k_{\phi, \text{dyn}} = 150\,000 \text{ MNm/rad}$ angesetzt.

Verkehrslasten im Bereich der Erdaufschüttung auf der Fundamentplatte wurden nicht berücksichtigt.

Das Fundament wurde mit und ohne Belastung aus Auftrieb berechnet. In der statischen Berechnung wurde angenommen, dass der maximale Wasserstand aus Schichten- und Oberflächenwasser oder Grundwasser 3,00 m unter der Oberkante des Fundamentsockels und somit auf Höhe des umgebenden Geländes liegt.

Die Werte der Vorspannung wurden [1.2.3] bis [1.2.5] entnommen und in [1.2.1] geprüft.

4.3 Baustoffe

In diesem Abschnitt werden die Hauptbaustoffe und -produkte der tragenden Bauteile aufgeführt. Weitere Details können den geprüften Anlagen (siehe Abschnitt 1.1) bzw. der Spezifikation [1.2.7] entnommen werden.

Fundamentplatte:	C35/45	DIN EN 206-1, DIN 1045-2
Betonstahl:	B500	DIN 488

5 Prüfung

5.1 Umfang und Methodik

Die Standsicherheitsnachweise (Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit) wurden in der eingereichten statischen Berechnung geführt und durch Vergleichsrechnung geprüft.

Die Windenergieanlage, der Turm und die Fundamente und wurden zunächst mit Einwirkungen nach DIN EN IEC 61400-1 (VDE 0127-1):2019-12 ausgelegt und geprüft. Gemäß der gutachtlichen Stellungnahme [1.2.9] kann für die dort unter 1.2 aufgeführten, gutachtlichen Stellungnahmen sowie die dazugehörige Prüfung von Turm und Gründung die Erfüllung der technischen Auslegungsanforderungen der DIN EN 61400-1 Ed. 3 [2.2] ebenfalls bestätigt werden.

Die Prüfung umfasst das Fundament sowie die Beton- und Bewehrungsnachweise im Bereich der Lasteinleitung.

Der Turm, die Stahlbauteile des Ankerkorbs und die geotechnischen Nachweise sind nicht Gegenstand dieser Prüfung.

Der Hybrid-Stahlurm und die Stahlbauteile des Ankerkorbs wurden in [1.2.1] geprüft.

Die Bewertung verbleibender Restsicherheiten ist nicht Bestandteil der Prüfung.

5.2 Anmerkungen zur Prüfung

Allgemeines

Für die Bemessung wurden die Teilsicherheitsbeiwerte gemäß DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015) berücksichtigt.

Die unter 1.1 aufgeführten Unterlagen sind mit einem TÜV NORD Stempel versehen.

Fundament

Eine Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens wurde nicht berücksichtigt. Es wird vorausgesetzt, dass ein duktils Bauteilverhalten durch Umlagerung des Sohldrucks bzw. des Erddrucks sichergestellt werden kann.

5.3 Ergebnisse

Die geprüften Standsicherheitsnachweise sind vollständig und in statischer Hinsicht korrekt.

5.4 Schnittstellen

Turm

5.4.1 Es wurde überprüft, ob das Fundament die im Prüfbescheid [1.2.1] spezifizierten Anforderungen erfüllt.

5.4.2 Es wurde geprüft, ob die für die Beton- und Bewehrungsnachweise im Lasteinleitungsbereich angesetzten Geometrien mit den in [1.2.4] dargestellten Ankerkorb-Geometrien übereinstimmen.

Geotechnische Nachweise

5.4.3 Alle geotechnischen Nachweise inklusive der nachfolgend aufgeführten Anforderungen an den Baugrund sind durch einen Gutachter für Geotechnik für den jeweiligen Gründungsbereich nachzuweisen.

5.4.4 Der Baugrund muss die in [1.1.5] spezifizierten Anforderungen erfüllen.

Montage & Inbetriebnahme

- 5.4.5 Hinsichtlich der Vorspannung der Ankerbolzen gelten die Anforderungen des Prüfbescheids [1.2.1].
- 5.4.6 Zusätzlich zum Endzustand wurde der Montagezustand des Turms (Lastfall-Gruppe DLC 8.1/8.2/8.3) mit Gondel und Rotor vor der Aufbringung der verdichteten Bodenaufschüttung nachgewiesen (s. [1.1.2]). Wiederkehrende Prüfungen / Wartungen
- 5.4.7 Bei wiederkehrenden Prüfungen ist Kapitel 15 der DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen zu beachten. Etwaige Schäden an den in Betrieb genommenen Windenergieanlagen, wie z.B. unzulässige Risse, und daraus abgeleitete Reparatur- bzw. Sanierungsmaßnahmen sind dem Prüfamf für Baustatik der TÜV NORD CERT GmbH mitzuteilen.

Weiterbetrieb

- 5.4.9 Ist nach Ablauf der Auslegungslbensdauer ein Weiterbetrieb der Windenergieanlage geplant, so ist hierzu Kapitel 17 der DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen zu beachten.

6 Auflagen

Allgemeines

- 6.1 Die Anforderungen der in dem jeweiligen Bundesland geltenden Landesbauordnung sind zu beachten.
- 6.2 Alle Bescheinigungen und Protokolle sind vom Betreiber aufzubewahren und müssen auf Verlangen bei der zuständigen Baubehörde vorgelegt werden.

Fundament

- 6.3 Bei der Herstellung und Ausführung des Fundaments sind die Bestimmungen der DIN EN 13670, der DIN 1045-3 und der Spezifikation [1.2.6] zu beachten. Für den Beton sind Eignungs- und Güteprüfungen gemäß DIN 1045-2 in Verbindung mit DIN EN 206-1 durchzuführen.

- 6.4 Wegen der großen Abmessungen des Fundaments ist zur Vermeidung schädlicher Auswirkungen infolge Abbindewärme und Schwindwirkungen ein Betontechnologie hinzuzuziehen. Die Betongüten sind durch Betonprüfzeugnisse der Lieferfirmen nachzuweisen. Auf die Einhaltung der geforderten Betondeckung sowie auf die fachgerechte Verlegung der Bewehrung ist zu achten. Bei Bauteilen des Gründungskörpers, die höchstens einen halben Meter in das Erdreich hineinreichen, wurde die rechnerische Rissbreite auf 0,2 mm begrenzt, bei allen übrigen Bauteilen des Gründungskörpers auf 0,3 mm. Sollten nach dem Aushärten des Betons unzulässig breite Risse festgestellt werden, sind diese fachgerecht zu sanieren.

Anforderungen an den Baugrund

- 6.5 Die Drehfedersteifigkeit des Fundaments hängt von den Bodenkennwerten ab und ist für jeden Standort zu bestätigen.

7 Zusammenfassung

Unter Berücksichtigung der zuvor genannten Schnittstellen und Auflagen erfüllt die hier geprüfte Flachgründung die Anforderungen der DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen [2.1].

Der Prüfbescheid zur Typenprüfung gilt für die in Tabelle 4.1 aufgeführte Windenergieanlagenkonfiguration.

Alle relevanten Schnittstellen (Turm/Fundament) wurden überprüft.

Statisch relevante, konstruktive Änderungen am Fundament sind dem Prüfamts für Bau- statik der TÜV NORD CERT GmbH mitzuteilen und einer Bewertung zu unterziehen. Ansonsten verliert dieser Prüfbescheid seine Gültigkeit.

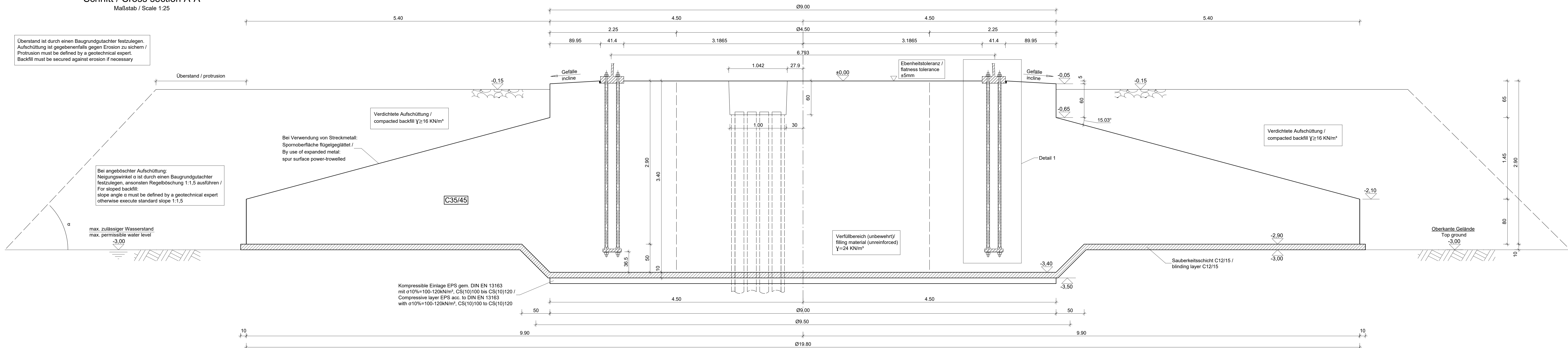
Dieser Prüfbescheid gilt nur zusammen mit dem Prüfbescheid zur Typenprüfung [1.2.1].

Der Leiter

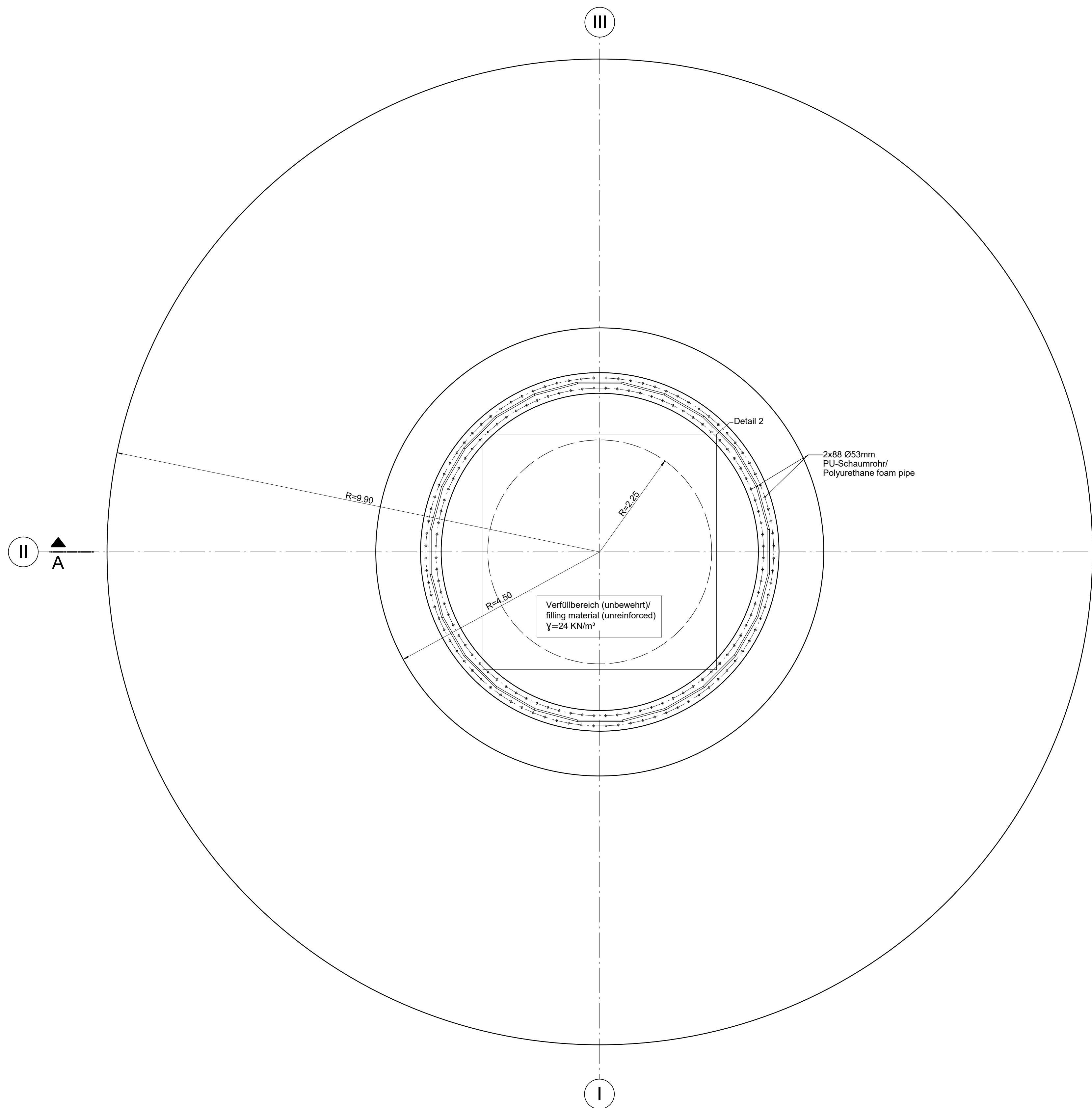
Dipl.-Ing. T. Krause



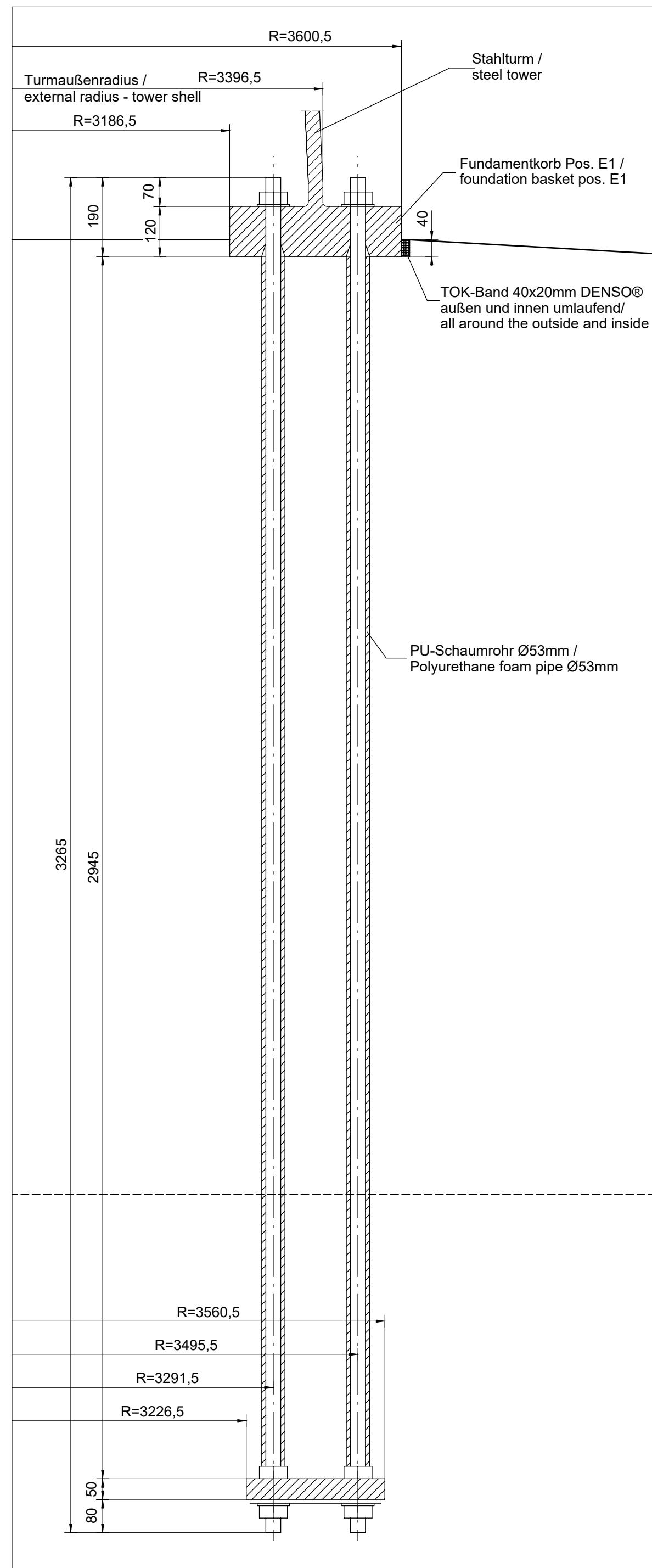
Schnitt / Cross section A-A
Maßstab / Scale 1:25



Draufsicht Fundament / Top view foundation
Maßstab / Scale 1:50



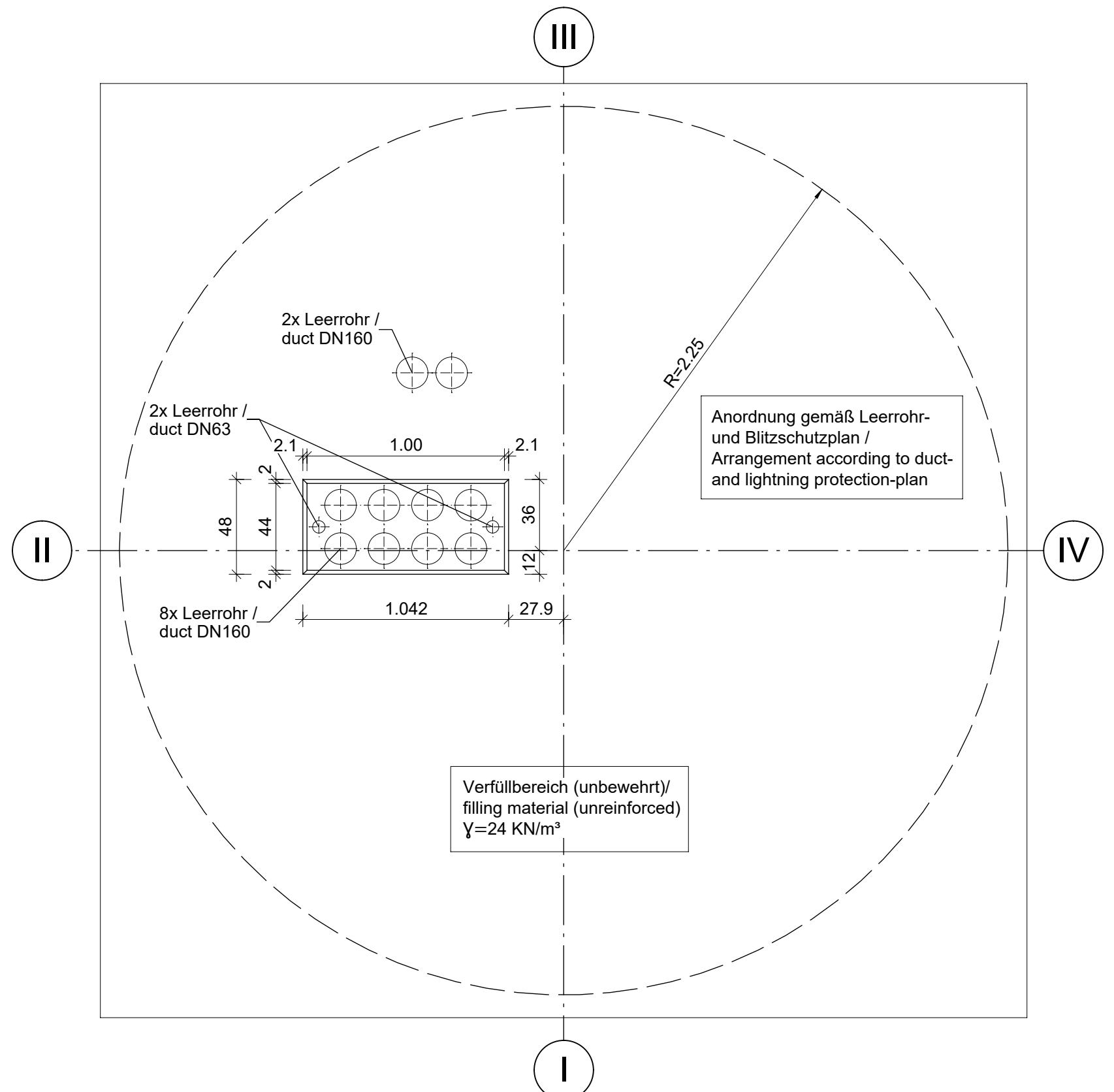
Detail 1
Maßstab / Scale 1:10
Angaben in [mm]



Der Beton unterhalb des T-Flansches ist nur von einer Seite einzufüllen und zu verdichten, um Fehlstellen und Lufteinschlüsse unterhalb des T-Flansches zu verhindern. In der Fuge T-Flansch zu Fundamentbeton ist ein vollflächiger und kraftschlüssiger Kontakt herzustellen. Die Betonoberfläche ist außen bis zur Oberseite des TOK-Bandes hochzuführen.

The concrete underneath the T-flange must be filled and compacted from one side only to prevent defects and air pockets underneath the T-flange. In the joint T-flange to foundation concrete a full-surface and force fit contact must be established. The concrete surface must be elevated on the outside to the top of the TOK-band.

Detail 2
Maßstab / Scale 1:25
Angaben in [cm/mm]



ACHTUNG:
Bei Ausführung des Fundamentes gemäß des vorliegenden Schalplans, einschließlich der zugehörigen Bewehrungspläne, sind Betonierfugen im Fundament nicht zulässig. Falls eine Betonierfuge erforderlich ist, so ist hierfür rechtzeitig vor Baubeginn ein zusätzlicher Nachweis zu erbringen, und eine Anpassung der Fundamentbewehrung ist zwingend erforderlich. In diesem Fall ist WRD umgehend zu informieren.

ATTENTION:
If the foundation is executed according to the present formwork drawing, including the corresponding reinforcement drawings, no construction joints are permitted inside the foundation. If an construction joint is required, an additional verification must be provided timely before start of work, and a modification of the foundation reinforcement is mandatory. In this case, WRD must be informed immediately.

Baugrunderfordernisse:
- Die zulässige charakteristische Bodenpressung muss mindestens 280 kN/m² betragen.
- Zwischen Baugrund und Fundament ist eine Sauberkeitsschicht C12/15 anzuordnen.
- Die Baugrunderfordernisse sind von einem ortskundigen Baugrundgutachter standortbezogen zu bestätigen.
- Der maximale Grundwasserspiegel liegt auf Höhe der Geländeoberkante.

Soil requirements:
- The permissible characteristic soil pressure has to be at least 280 kN/m².
- In between subsoil and substructure (subbase) has to be a friction angle of at least 20°.
- The requirements of the subsoil are to be verified by a geotechnical expert on every location.
- The maximum permissible soil water level is at height of the ground level.

Anmerkungen:
- Planungsvorgabe ENERCON: DIN EN 61400-1 (IEC 61400-1:2005+A1:2010), DIBt-Richtlinie 2012/2015.
- Bemessungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1 NA Deutschland.
- Zwischen Baugrund und Fundament ist eine Sauberkeitsschicht C12/15 anzuordnen.
- Für den Unterbeton (Sauberkeitsschicht) sind die Anforderungen nach DIN 18202 bezüglich der Ebenheit einzuhalten.
- Ausführung Unterbeton (Sauberkeitsschicht) nach Spezifikation ENERCON.
- Die Oberkante des Geländes muss 3,00m unterhalb der Fundamentoberkante liegen.
- Die Auflast des Verfüllbereichs ist aus statischer Sicht erforderlich, die Mindestwerte der Weichte des Verfüllbereichs sind einzuhalten.
- Die Erstlast des Fundamentes sowie der Verlauf der Leihungskante nach Angabe ENERCON.
- Im Bereich der Einbauteile (Ankerbolzen) ist der Beton sorgfältig zu verdichten, Lufteinschlüsse sind zu vermeiden.
- Die Mindestbetondeckungsdicke zum Zeitpunkt der Verpressung muss der Betondruckbetondeckung C35/45 entsprechen.
- Die zylindrische Einbauteile des Fundamentbetons muss mindestens 28 Tage betragen.
- Ggf. erhöhte Anforderungen gemäß Turm- bzw. Fundamentkatalog sind zu beachten.
- Ein Schweißen der Bewehrungsstäbe, auch Hefschweißungen sind unzulässig.
- Es sind ausreichende Bewehrungs- und Rüttelröhren anzuordnen.
- Der Beton ist mit Hilfe von Einbauteilen oder -schläuchen einzubringen (maximale Fallhöhe=50cm).
- Es ist ein Beton mit niedriger Hydratationswärmeeinwirkung zu verwenden.
- Die Frischbetoneigenschaften sind standortabhängig von einem Betonbetriebsgutachter festzulegen.
- Für eine Betondecke bei niedrigen Temperaturen ist in jedem Fall ein Betonbetriebsgutachter hinzuzuziehen.
- Für den Fundamentbeton sind die Anforderungen an die Nachbehandlung gemäß DIN EN 13670 mit den zusätzlichen nationalen Anwendungsregeln zu beachten.
- Bei Anordnung einer Ankerbolze ist eine erweiterte statische Bewertung erforderlich. Die Anordnung von Ankerbolzen führt zu einer größeren Menge an Stahl- und Bewehrungsbewehrung.
- Bei der Bauausführung ist DIN EN 13670 in Kombination mit den zugehörigen nationalen Anwendungsregeln zu beachten.
- Die Materialspezifikation Betonstahl (DIN EN 10080) von der ENERCON GmbH ist zu beachten.
- Die ENERCON-Spezifikationen und Technischen Anweisungen zur Herstellung von Fundamenten sind zu beachten.
- In den statischen Nachweisen zur Rissbreite wurde ein reduzierter Wert $f_{ct,eff} = 0,7 \cdot f_{ct}$ für frühen Ziegungsversagen.
- Dies ist in der Festlegung des Betons, der Betondecke und der Nachbehandlung zu berücksichtigen und mit dem verantwortlichen Betonbetriebsgutachter abzustimmen.
- In Bereichen mit geringer Stababstände ist ein Rüttler mit kleinem Durchmesser (ca. 35-65mm) zu verwenden.

Geometrie:
- Design Data ENERCON: DIN EN 61400-1 (IEC 61400-1:2005+A1:2010), DIBt-Richtlinie 2012/2015.
- Design basis: DIN EN 1992-1-1 NA Germany.
- Between subsoil and base a binding course C12/15 is required.
- For the substructure (binding course) the requirements of DIN 18202 regarding the levelness have to be observed.
- Design of substructure (binding course) according to specifications ENERCON.
- The top ground surface must be 3,00m below the top of the foundation.
- The weight of the filling material is statically necessary, the minimum values of the unit weight of the filling material must be met.
- The setting of the base and the gradient of the ducts according to ENERCON.
- In the area of the mounting parts (foundation basket) the concrete is to compact carefully, avoid air inclusions.
- The minimum concrete compressive strength at the time of prestressing must be equal to concrete compressive strength class C35/45.
- The initial cyclic loading age of the foundation concrete must be at least 28 days. If necessary, increased requirements according to tower or foundation basket structural analysis must be observed.
- A welding of the reinforcement bars, including tack welds are not allowed.
- Sufficient gaps for concrete fill and compaction have to be arranged.
- There is to apply a concrete with low hydration development.
- The properties of the used concrete, based on location, have to be determined by a concrete technologist.
- For concreting at low temperatures, a concrete technologist is to consult, in each case.
- For the foundation concrete the curing requirements according to DIN EN 13670 in addition with the national application rules have to be considered.
- When arranging an construction joint, an extended static assessment is required. The arrangement of construction joints leads to a greater amount of steel and bending reinforcement.
- The reinforcing steel material specification (DIN EN 10080) from ENERCON GmbH has to be considered.
- The ENERCON foundation specifications and technical instructions for manufacturing of foundations have to be considered.
- In the static crack width evidence, a reduced value $f_{ct,eff} = 0,7 \cdot f_{ct}$ for an early constraint was used.
- This must be taken into account in the specification of the concrete, the concreting and the aftertreatment and agreed with the responsible concrete technologist.
- In areas with small bar spacing, use a small diameter concrete vibrator (approx. 35-65mm).

Zugehörige Zeichnungen / respective drawings	
Zugehörige statische Berechnungen / respective design calculation	
Skizzen Nr. / Drawing sheets no.	D0458327
Bewehrungszeichnung Nr. / Reinforcement drawing no. (B0308)	D0458328, D0458329
Bewehrungszeichnung Nr. / Reinforcement drawing no. (B04308)	D0458331, D0458332
Separate Stahlbolzen B0308 / separate steel bar B0308	D0458330
Separate Stahlbolzen B04308 / separate steel bar B04308	D0458333
Spezifikation / specification	
Statische Berechnung / design calculation	E21-037 (B0308, B0408), D0457816



Index		Änderungen / Changes	Datum / Date	Gez. / Sig.	Gepr. / Rev.
Problemlösung / Certification Status		Anlage zum Prüfbescheid zur Typenprüfung Nr.: T-7005/22-4 Rev. 0 vom 18. Nov. 2022			
Turm / Tower type		E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01			

Standort / Location		Flughafen / airport Schäffgen, Ortsteil/Landmark Shuffling drawing cast-in-place foundation	
Flugprüfung (p.p.) Drawing: 5 26005 Aurich Germany		Geprüft / Reviewed: 09.02.2022 VV	Freigegeben / Approved: 09.02.2022 CG
wie angezeigt / as shown		Plan Nr. / plan no.: D02458327/0	Blattgröße/Sheet size: DIN A0 Projekt Nr. / project number: E21-037 F1

Einbauteile / Cast-in Elements			
Pos	Stück / Quantity	Bezeichnung / Description	Hersteller / Manufacturer
E1	1	Fundamentkorb / foundation basket	nach Angabe ENERCON acc. to ENERCON (DIN: D0240250)

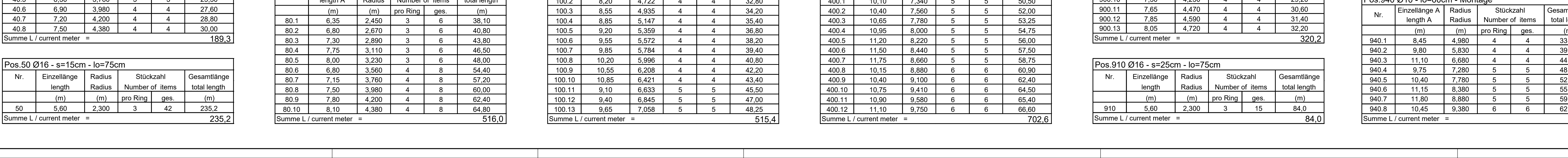
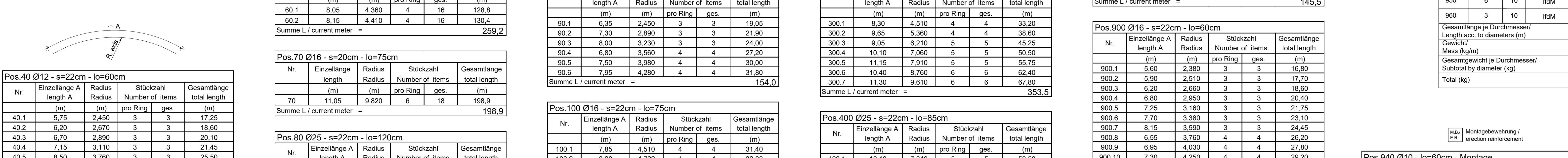
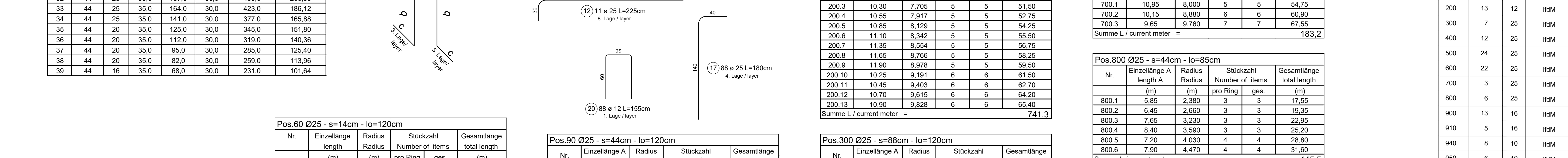
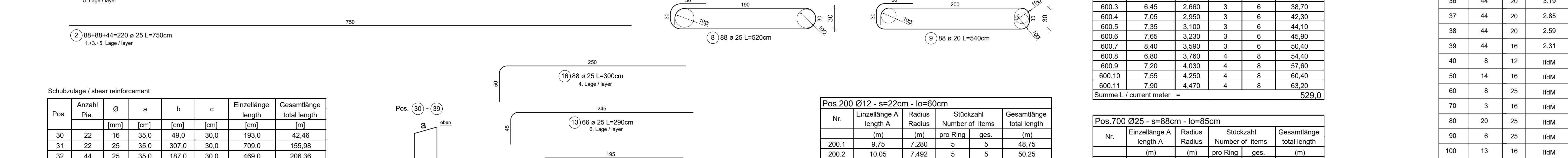
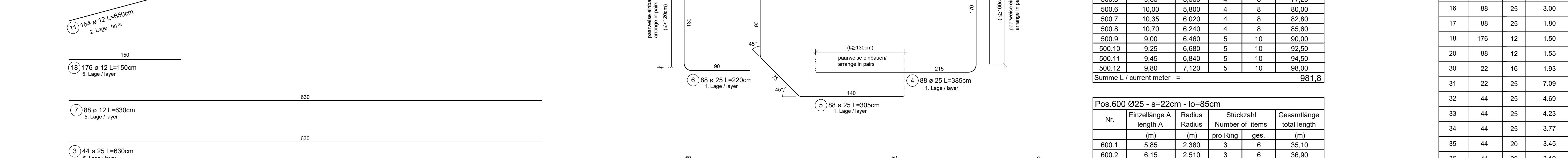
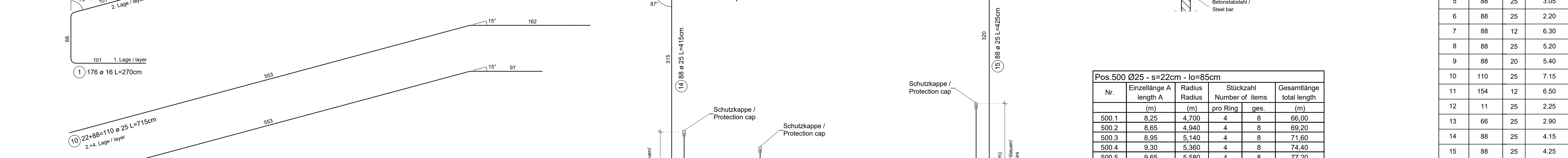
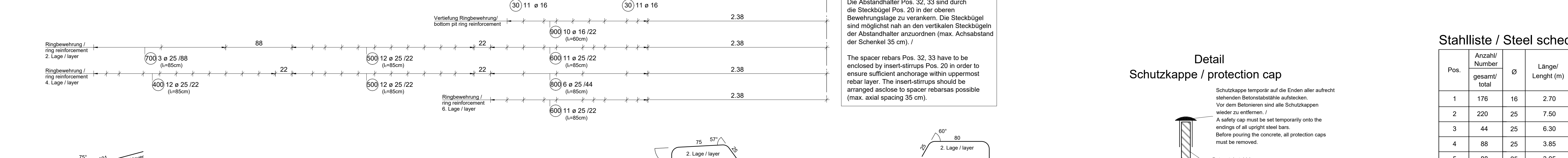
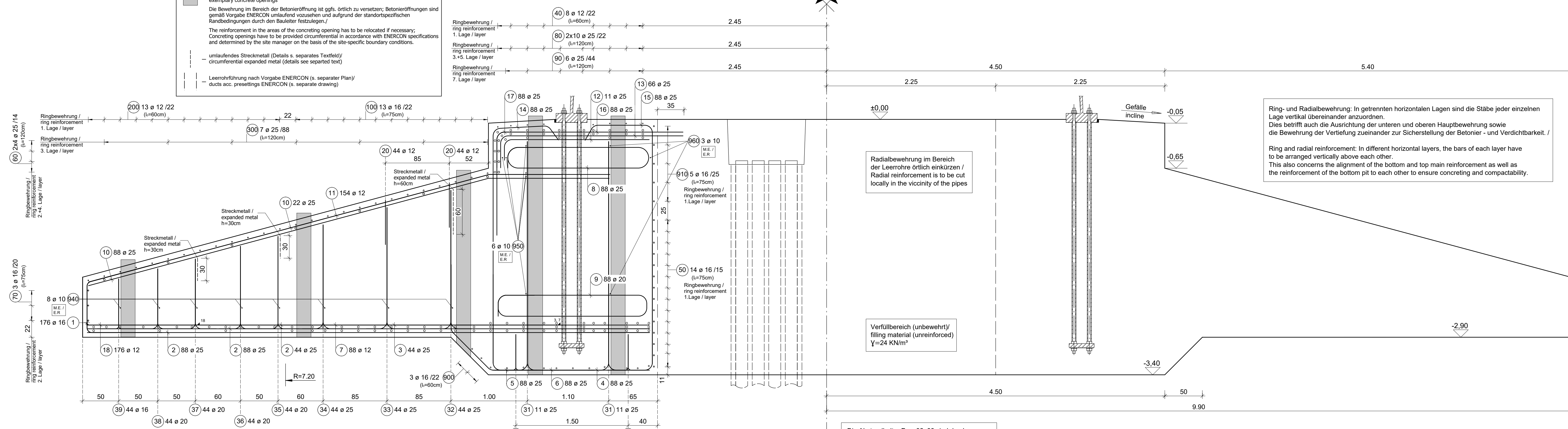
Verdichtete Aufschüttung / Compacted backfill:
Die statisch erforderliche dauerhafte Aufschüttung ist zum frühestmöglichen Zeitpunkt auf das Fundament aufzubringen und mit geeigneten Verfahren zu verdichten, um die angegebene Mindest-Bodenwichte in erfahrungsgemäßer Weise zu erreichen. Nach Beendigung des Turmbaus, spätestens jedoch nach vollendeter Montage der Windenergieanlage, muss die verdichtete Aufschüttung auf dem Fundament vorhanden sein. Mit dem Aufbringen der Aufschüttung darf nicht zu einer Inbetriebnahme der Windenergieanlage gewartet werden. Bei prognostizierten extremen Windbedingungen ≥ 21 m/s (Baufort 8) sind vorzeitig entsprechende Maßnahmen zu treffen.

The permanent backfill required for structural reasons must be applied to the foundation at the earliest possible time, and must be compacted by appropriate methods to attain the specified minimum soil unit weight in earth-moist condition. After finishing the tower erection, but at the latest after the completed installation of the wind turbine, the compacted backfill must be available on the foundation. It is not permitted to apply the compacted backfill just before putting the wind turbine into operation. If extreme wind conditions ≥ 21 m/s (Baufort 8) are predicted, appropriate measures must be taken in advance.

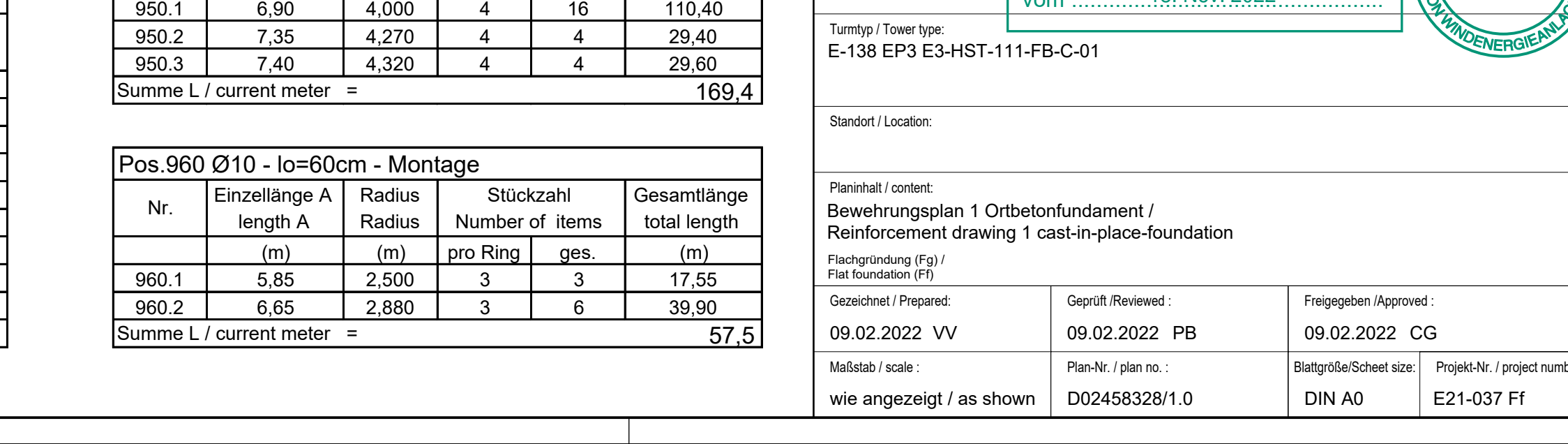
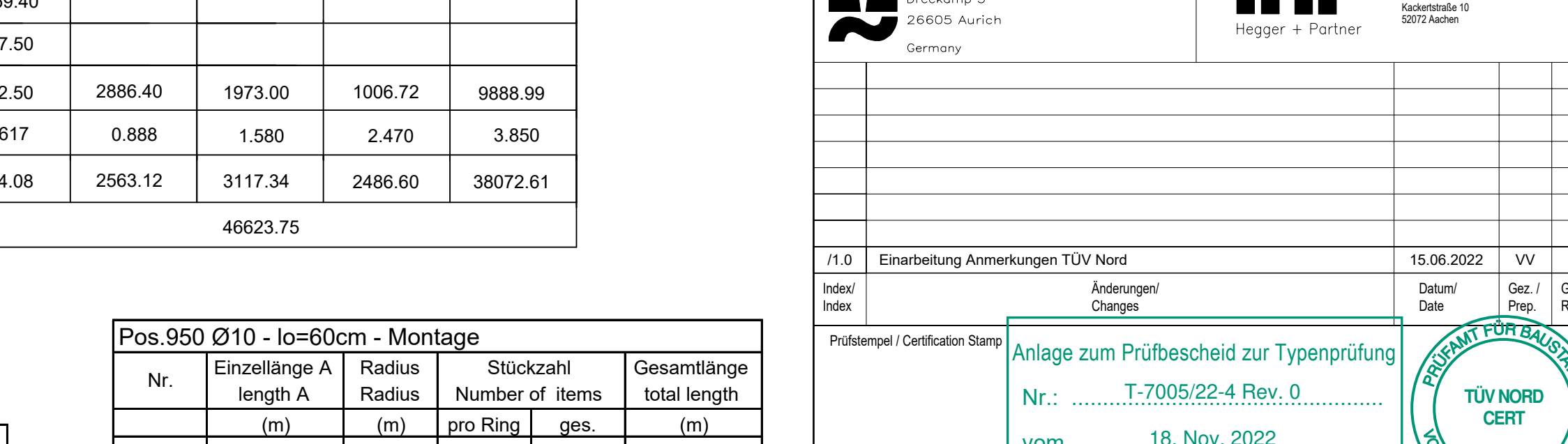
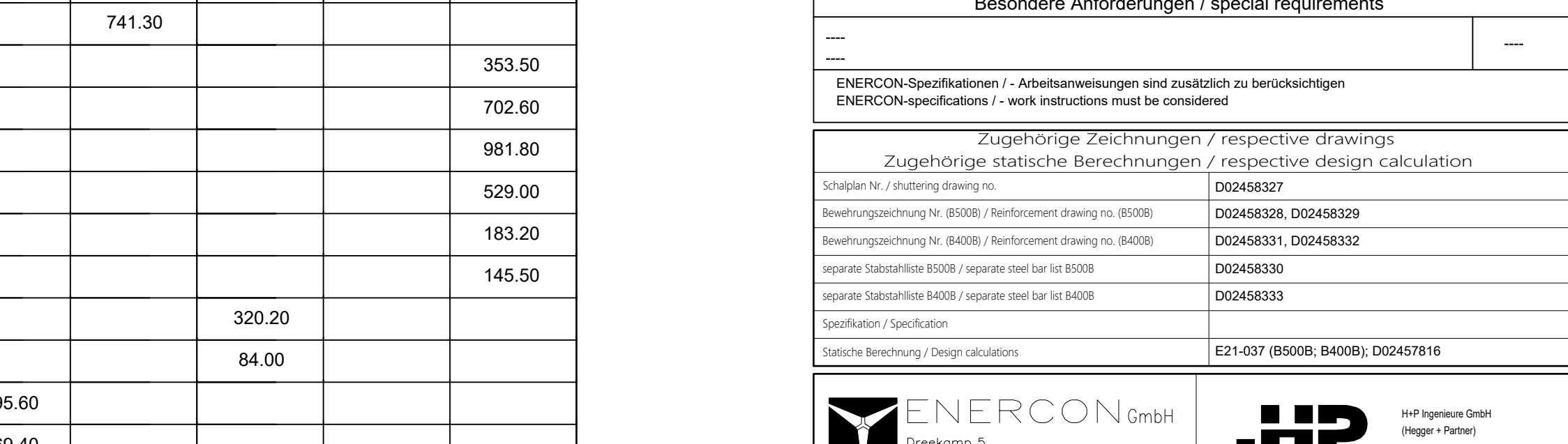
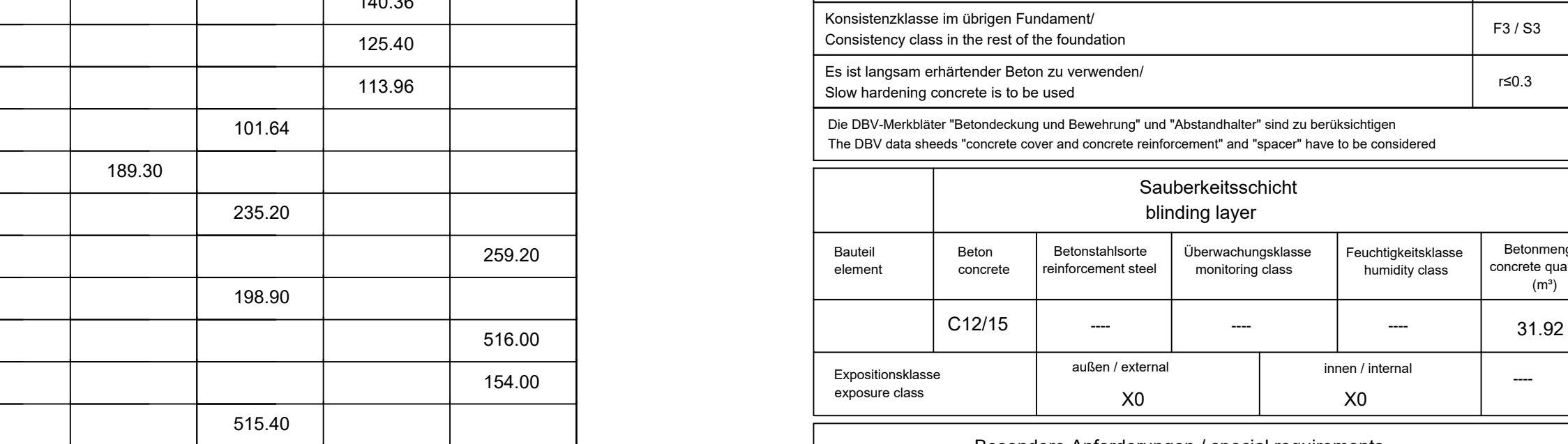
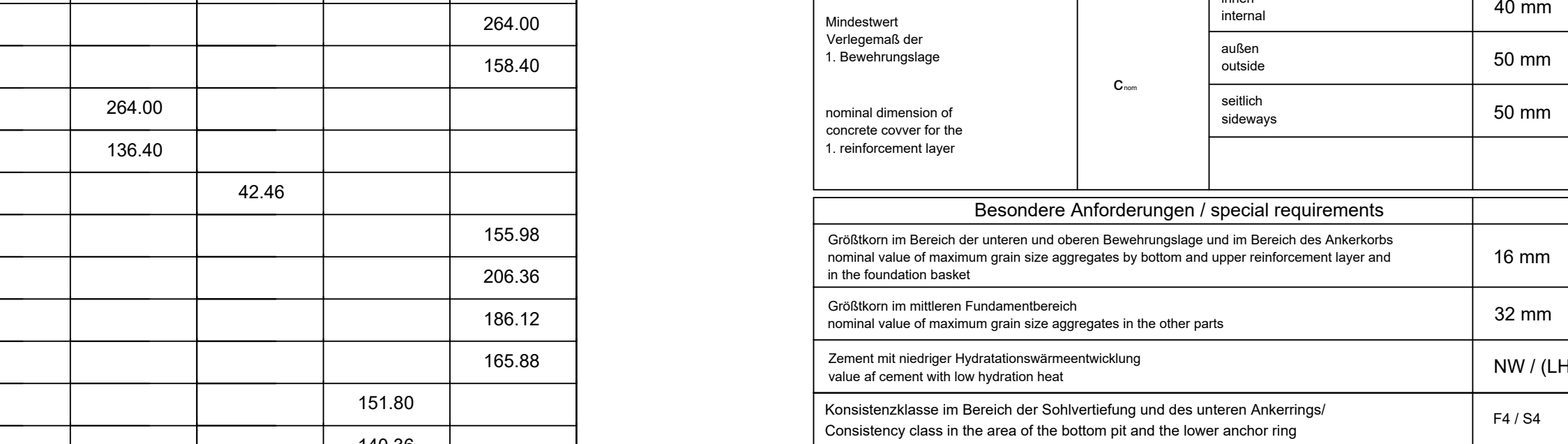
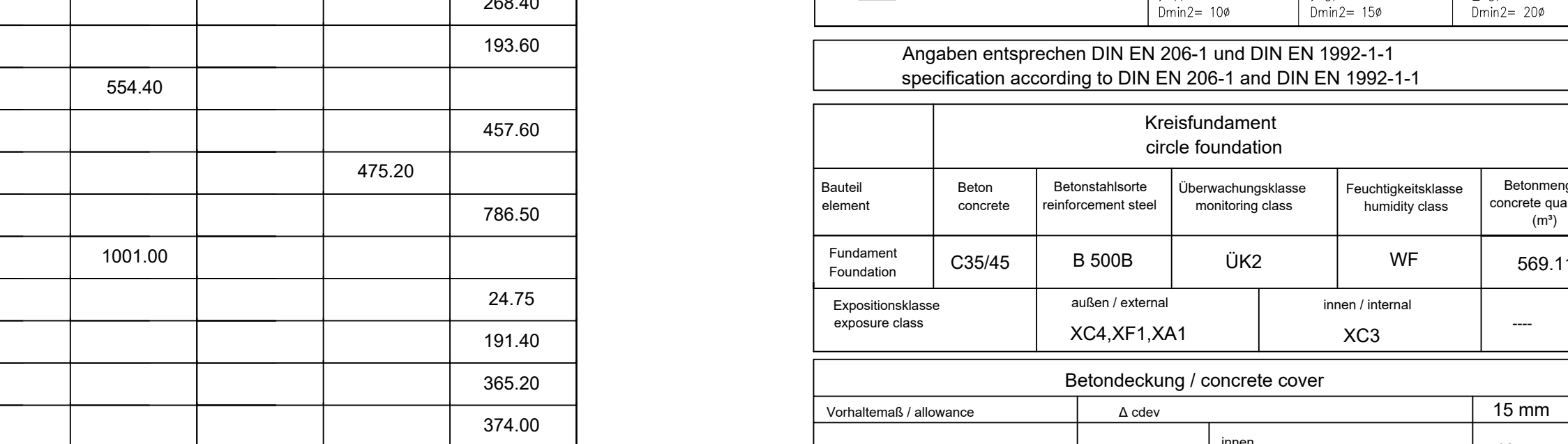
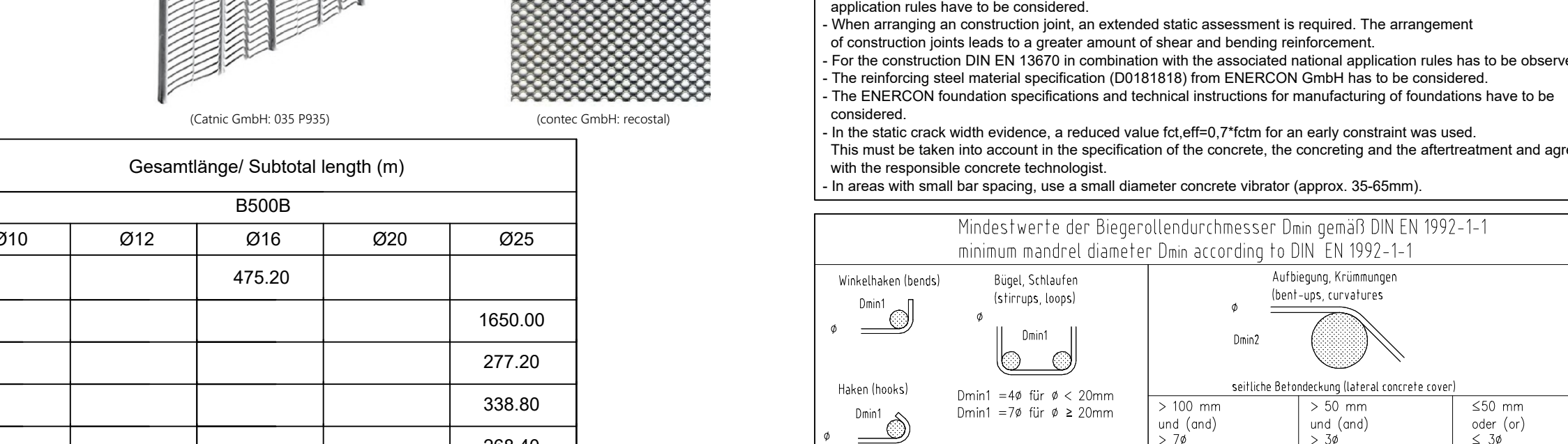
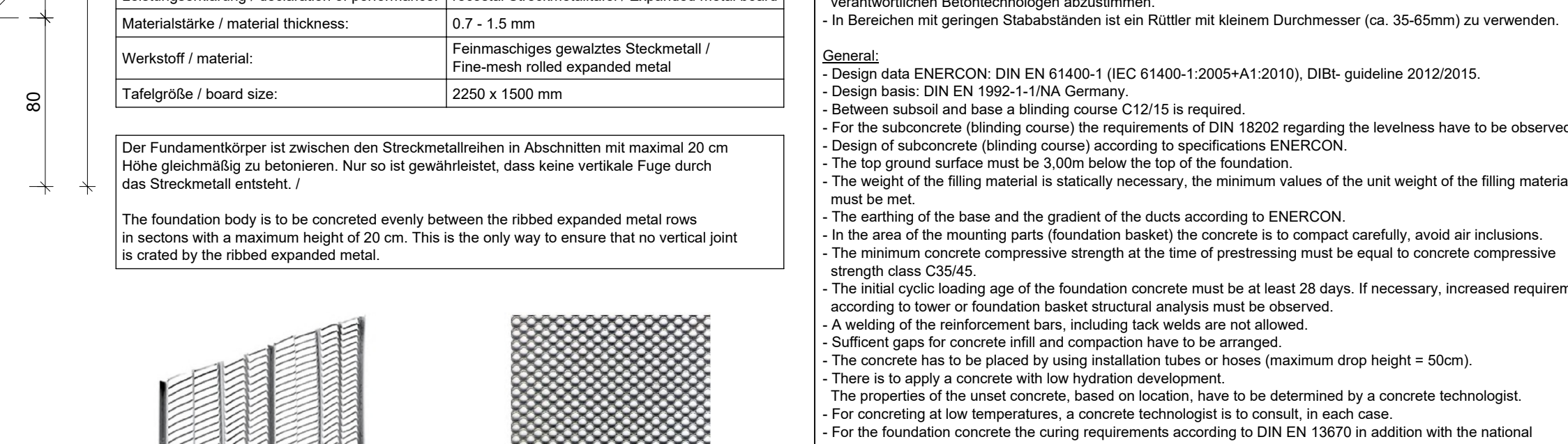
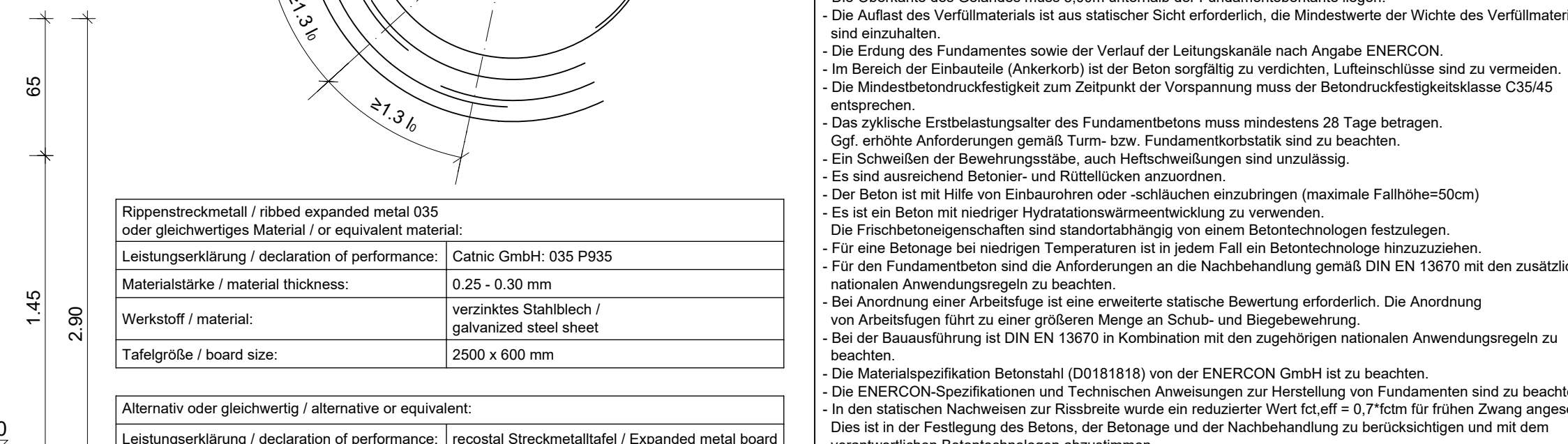
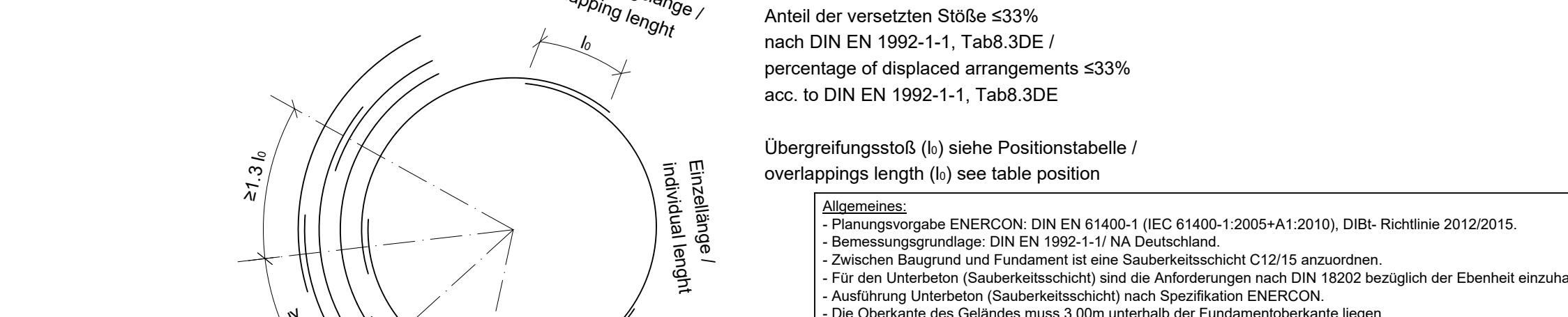
Schnitt / Cross section A-A
Maßstab / Scale 1:25

Legend / legend:

- Beispielhafte Betonöffnungen / exemplary concrete openings
Die Bewehrung im Bereich der Betonöffnung ist ggf. örtlich zu versetzen. Betonöffnungen sind gemäß Vorgabe ENERCON umlaufend zu versetzen und aufgrund der standortspezifischen Randbedingungen durch den Bauleiter festzulegen.
The reinforcement in the area of the concreting opening has to be relocated if necessary. Concreting openings have to be provided circumferentially in accordance with ENERCON specifications and determined by the site manager on the basis of the site-specific boundary conditions.
- umlaufendes Streckmetall (Details s. separates Textfeld) / circumferential expanded metal (details see expanded text)
- Lernfortschritt nach Vorgabe ENERCON (s. separate Plan) / duct acc. preloading ENERCON (s. separate drawing)



Stöße sind umlaufend örtlich zu versetzen > 1.3 l
change arrangements circumferentially > 1.3 l



Stahlliste / Steel schedule

Pos.	Anzahl/ Number	Ø	Länge/ Length (m)	Gesamtmenge / Subtotal length (m)				
				B500B	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20
1	176	16	2.70					
2	220	25	7.50					
3	44	25	6.30					
4	88	25	3.85					
5	88	25	3.05					
6	88	25	2.20					
7	88	12	6.30			554.40		
8	88	25	5.20					
9	88	20	5.40					457.60
10	110	25	7.15					
11	154	12	6.50			1001.00		
12	11	25	2.25					24.75
13	66	25	2.90					191.40
14	88	25	4.15					365.20
15	88	25	4.25					374.00
16	88	25	3.00					264.00
17	88	25	1.80					158.40
18	176	12	1.50			254.00		
20	88	12	1.55			136.40		
30	22	16	1.93				42.48	
31	22	25	7.09					155.98
32	44	25	4.69					206.36
33	44	25	4.23					186.12
34	44	25	3.77					165.88
35	44	20	3.45					151.80
36	44	20	3.19					140.36
37	44	20	2.85					125.40
38	44	20	2.59					113.96
39	44	16	2.31				101.64	
40	8	12	1.00			189.30		
50	14	16	1.00				235.20	
60	8	25	1.00					259.20
70	3	16	1.00				198.90	
80	20	25	1.00					516.00
90	6	25	1.00					154.00
100	13	16	1.00				515.40	
200	13	12	1.00			741.30		
300	7	25	1.00					353.50
400	12	25	1.00					702.60
500	24	25	1.00					981.80
600	22	25	1.00					529.00
700	3	25	1.00					183.20
800	6	25	1.00					145.50
900	13	16	1.00				320.20	
910	5	16	1.00				84.00	
940	8	10	1.00					395.60
950	6	10	1.00					169.40
960	3	10	1.00					57.50

Pos.	Anzahl/ Number	Ø	Länge/ Length (m)	Gesamtmenge / Subtotal length (m)				
				B500B	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20
1	176	16	2.70					
2	220	25	7.50					
3	44	25	6.30					
4	88	25	3.85					
5	88	25	3.05					
6	88	25	2.20					
7	88	12	6.30			554.40		
8	88	25	5.20					
9	88	20	5.40					457.60
10	110	25	7.15					
11	154	12	6.50			1001.00		
12	11	25	2.25					24.75
13	66	25	2.90					191.40
14	88	25	4.15					365.20
15	88	25	4.25					374.00
16	88	25	3.00					264.00
17	88	25	1.80					158.40
18	176	12	1.50			254.00		
20	88	12	1.55			136.40		
30	22	16	1.93				42.48	
31	22	25	7.09					155.98
32	44	25	4.69					206.36
33	44	25	4.23					186.12
34	44	25	3.77					165.88
35	44	20	3.45					151.80
36	44	20	3.19					140.36
37	44	20	2.85					125.40
38	44	20	2.59					113.96
39	44	16	2.31				101.64	
40	8	12	1.00			189.30		
50	14	16	1.00				235.20	
60	8	25	1.00					259.20
70	3	16	1.00				198.90	
80	20	25	1.00					516.00
90	6	25	1.00					154.00
100	13	16	1.00				515.40	
200	13	12	1.00			741.30		
300	7	25	1.00					353.50
400	12	25	1.00					702.60
500	24	25	1.00					981.80
600	22	25	1.00					529.00
700	3	25	1.00					183.20
800	6	25	1.00					145.50
900	13	16	1.00				320.20	
910	5	16	1.00				84.00	
940	8	10	1.00					395.60
950	6	10	1.00					169.40
960	3	10	1.00					57.50

Pos.	Anzahl/ Number	Ø	Länge/ Length (m)	Gesamtmenge / Subtotal length (m)				
				B500B	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20
1	176	16	2.70					
2	220	25	7.50					
3	44	25	6.30					
4	88	25	3.85					
5	88	25	3.05					
6	88	25	2.20					
7	88	12	6.30			554.40		
8	88	25	5.20					
9	88	20	5.40					457.60
10	110	25	7.15					
11	154	12	6.50			1001.00		
12	11	25	2.25					24.75
13	66	25	2.90					191.40
14	88	25	4.15					365.20
15	88	25	4.25					374.00
16	88	25	3.00					264.00
17	88	25	1.80					158.40
18	176	12	1.50			254.00		
20	88	12	1.55			136.40		
30	22	16	1.93				42.48	
31	22	25	7.09					155.98
32	44	25	4.69					206.36
33	44	25	4.23					186.12
34	44	25	3.77					165.88
35	44	20	3.45					151.80
36	44	20	3.19					140.36
37	44	20	2.85					125.40
38	44	20	2.59					113.96
39	44	16	2.31				101.64	
40	8	12	1.00			189.30		
50	14	16	1.00				235.20	
60	8	25	1.00					259.20
70	3	16	1.00				198.90	
80	20	25	1.00					516.00
90	6	25	1.00					154.00
100	13	16	1.00				515.40	
200	13	12	1.00			741.30		
300	7	25	1.00					353.50
400	12	25	1.00					702.60
500	24	25	1.00					981.80
600	22	25	1.00					529.00
700	3	25	1.00					183.20
800	6	25	1.00					145.50
900	13	16	1.00				320.20	
910	5	16	1.00				84.00	
940	8	10	1.00					395.60
950	6	10	1.00					169.40
960	3	10	1.00					57.50

36	44	20	3.19			140.30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																</
----	----	----	------	--	--	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Draufsicht Fundament / Top view foundation
Maßstab / Scale 1:25

Abschnittsweise dargestellte Bewehrung ist über 360° umlaufend zu verlegen. /
The shown reinforcement in sections has to be arranged circumferential over 360°.

Ring- und Radialbewehrung: In getrennten horizontalen Lagen sind die Stäbe jeder einzelnen Lage vertikal übereinander anzuordnen.
Dies betrifft auch die Ausrichtung der unteren und oberen Hauptbewehrung sowie die Bewehrung der Vertiefung zueinander zur Sicherstellung der Betonier- und Verdichtbarkeit. /
Ring and radial reinforcement: In different horizontal layers, the bars of each layer have to be arranged vertically above each other.
This also concerns the alignment of the bottom and top main reinforcement as well as the reinforcement of the bottom pit to each other to ensure concreting and compactability.

Obere Bewehrung im Bereich der Ankerstangen örtlich zu versetzen. /
upper reinforcement to displace local in the anchor rods area.

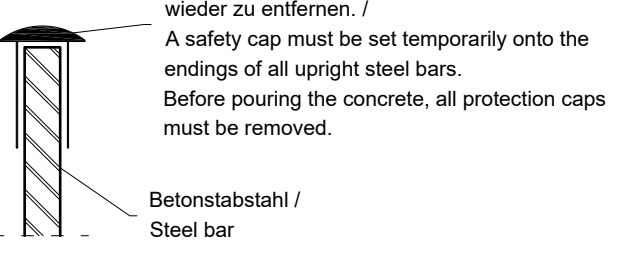
Radialbewehrung im Bereich der Leerrohre örtlich einkürzen. /
Radial reinforcement is to be cut locally in the vicinity of the pipes

Verfüllbereich (unbewehrt)
filling material (unreinforced)
Y=24 KN/m³

Pos. 8,9,12,13,16 sind im gleichen Raster übereinander anzuordnen. /
Pos. 8,9,12,13,16 have to be arranged in the same catch above each other.

Obere Bewehrung Sockel /
Top reinforcement plinth

Detail
Schutzhülle / protection cap

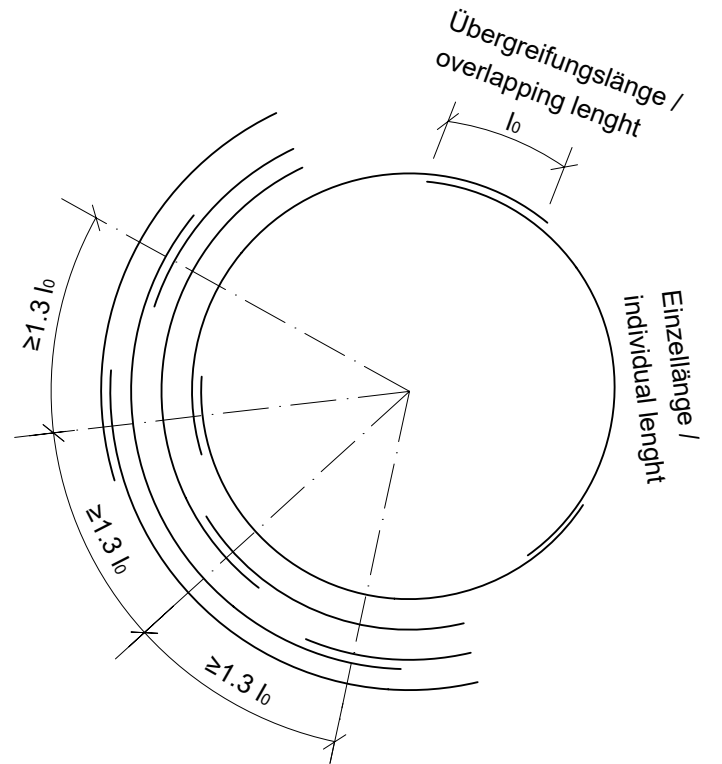


Obere Bewehrung /
Top reinforcement

Exemplarische Betonieröffnungen/
exemplary concrete openings:

Die Bewehrung im Bereich der Betonieröffnung ist ggfs. örtlich zu versetzen;
Betonieröffnungen sind gemäß Vorgabe ENERCON umlaufend vorzusehen und aufgrund der standortspezifischen Randbedingungen durch den Bauleiter festzulegen. /
The reinforcement in the areas of the concreting opening has to be relocated if necessary.
Concreting openings have to be provided circumferential in accordance with ENERCON specifications and determined by the site manager on the basis of the site-specific boundary conditions.

The reinforcement in the areas of the concreting opening has to be relocated if necessary.
Concreting openings have to be provided circumferential in accordance with ENERCON specifications and determined by the site manager on the basis of the site-specific boundary conditions.



Stöße sind umlaufend örtlich zu versetzen >1.3 l /
change arrangements circumferentially > 1.3 l

Anteil der versetzten Stöße s33%
nach DIN EN 1992-1-1, Tab.8.3DE /
percentage of displaced arrangements s33%
acc. to DIN EN 1992-1-1, Tab.8.3DE

Übergreifungsstoß (l) siehe Positionstabelle /
overlapping length (l) see table position

Allgemeines:
- Planungsvorgabe ENERCON: DIN EN 61400-1 (IEC 61400-1:2005+A1:2010), DIN: Richtlinie 2012/2015.
- Bemessungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1 (NA Deutschland).
- Zwischen Baugrund und Fundament ist eine Sauberkeitsschicht C12/15 anzuordnen.
- Für den Unterbau (Stützelemente) und die Fundamente nach DIN EN 1992-1-1, Tab.8.3DE bezüglich der Ebenheit einzustufen.
- Ausführung Unterbau (Sauberkeitsschicht) nach Spezifikation ENERCON.
- Die Oberseite des Gebäudes muss 3,00m unterhalb der Fundamentsohle liegen.
- Die Außen- und Vertikalbewehrung ist aus statischer Sicht erforderlich, die Mindestbewehrung ist die Mindestbewehrung des Verfüllmaterials.
- Die Einlage des Fundamentes sowie der Verlauf der Leitungskanäle nach Angabe ENERCON.
- Im Bereich der Einbauleiste (Ankerkette) ist der Beton sorgfältig zu verdichten. Luftdruckklassen sind zu vermeiden.
- Die Mindestbetondeckungsdicke zum Zeitpunkt der Verpressung muss die Mindestbetondeckungsdicke C35/45 entsprechen.
- Das größte Einbauleistungsmaß des Fundamentbetons muss mindestens 28 Tage betragen.
- Ggf. erhöhte Anforderungen gemäß Turm- bzw. Fundamentortstatik sind zu beachten.
- Ein Schneiden der Bewehrungsstäbe, auch Hülfsbewehrungen sind unzulässig.
- Es sind ausreichend Betonier- und Rüttelröhrchen anzuordnen.
- Die Frischbetondeckung ist standardmäßig mit einem Betonierrohr anzubringen (maximale Fallhöhe 50m).
- Es ist ein Beton mit niedriger Hydratationswärmeentwicklung zu verwenden.
- Die Frischbetondeckung ist standardmäßig mit einem Betonierrohr anzubringen (maximale Fallhöhe 50m).
- Für eine Betonage bei niedrigen Temperaturen ist in jedem Fall ein Betonierrohr hinzuzusetzen.
- Für den Fundamentbau sind die Anforderungen an die Nachbehandlung gemäß DIN EN 13670 mit den zusätzlichen nationalen Anwendungsregeln zu beachten.
- Bei Anordnung einer Arbeitslage ist eine erweiterte statische Bewertung erforderlich. Die Anordnung von Arbeitslagen führt zu einer größeren Menge an Schub- und Biegebewehrung.
- Bei der Bauausführung ist DIN EN 13670 in Kombination mit den zugehörigen nationalen Anwendungsregeln zu beachten.
- Die Materialspezifikation Betonstatik (D01818) von der ENERCON GmbH ist zu beachten.
- Die ENERCON-Spezifikationen und Technischen Anweisungen zur Herstellung von Fundamenten sind zu beachten.
- In den statischen Nachweisen zur Radbreite wurde ein reduzierter Wert $\sigma_{ct,eff} = 0,7 \text{ N/mm}^2$ für hohen Zwang angesetzt. Dies ist in der Festlegung der Bewehrung und der Nachbehandlung zu berücksichtigen und mit dem verantwortlichen Betonfachkollegen abzustimmen.
- In Bereichen mit geringen Stababständen ist ein Rüttler mit kleinem Durchmesser (ca. 35-65mm) zu verwenden.

General:
- Design data ENERCON: DIN EN 61400-1 (IEC 61400-1:2005+A1:2010), DIN: guideline 2012/2015.
- Design basis: DIN EN 1992-1-1 (NA Germany).
- Between subsoil and base a blinding course C12/15 is required.
- For the substructure (blinding course) the requirements of DIN 1802 regarding the levelness have to be observed.
- Design of substructure (blinding course) according to specifications ENERCON.
- The top ground surface must be 3.00m below the top of the foundation.
- The weight of the filling material is statically necessary, the minimum values of the unit weight of the filling material must be met.
- The setting of the base and the gradient of the ducts according to ENERCON.
- In the area of the mounting parts (foundation basket) the concrete is to be compact carefully, avoid air inclusions.
- The minimum concrete compressive strength at the time of prestressing must be equal to concrete compressive strength class C35/45.
- The initial curing loading age of the foundation concrete must be at least 28 days. If necessary, increased requirements according to lower or foundation basket structural analysis must be observed.
- A welding of the reinforcement bars, including jack welds are not allowed.
- Sufficient gaps for concrete infill and compaction have to be arranged.
- The concrete has to be placed by using installation tubes or hoses (maximum drop height = 50m).
- There is to apply a concrete with low hydration development.
- The properties of the unset concrete, based on location, have to be determined by a concrete technologist.
- For concreting at low temperatures, a concrete technologist is to consult, in each case.
- For the foundation concrete the curing requirements according to DIN EN 13670 in addition with the national application rules have to be considered.
- When arranging an construction joint, an extended static assessment is required. The arrangement of construction joints leads to a greater amount of shear and bending reinforcement.
- For the construction DIN EN 13670 in combination with the associated national application rules has to be observed.
- The ENERCON specifications and technical instructions for manufacturing of foundations have to be considered.
- In the static crack width evidence, a reduced value $\sigma_{ct,eff} = 0,7 \text{ N/mm}^2$ for an early constraint was used.
- This must be taken into account in the specification of the concrete, the concreting and the aftertreatment and agreed with the responsible concrete technologist.
- In areas with small bar spacing, use a small diameter concrete vibrator (approx. 35-65mm).

Mindestwerte der Biegeolendurchmesser d_{min} gemäß DIN EN 1992-1-1 minimum bending diameter d_{min} according to DIN EN 1992-1-1	
$d_{min} \geq 4d$ für $r \leq 10d$ and (and) $d_{min} \geq 10d$	$d_{min} \geq 10d$ and (and) $d_{min} \geq 10d$
$d_{min} \geq 10d$ and (and) $d_{min} \geq 10d$	$d_{min} \geq 10d$ and (and) $d_{min} \geq 10d$

Angaben entsprechen DIN EN 206-1 und DIN EN 1992-1-1
specification according to DIN EN 206-1 and DIN EN 1992-1-1

Kreisfundament circle foundation				
Bau- element	Beton concrete	Betonstahlsorte reinforcement steel	Überwachungskategorie monitoring class	Feuchtigkeitsklasse humidity class
Fundament Foundation	C35/45	B 500B	UK2	WF
Expositionskategorie exposure class	außen / external XC4, XF1, XA1	innen / internal XC3		

Betondeckung / concrete cover	
Vorfallmaß / absence	a. d. d.
Mindestwert Vorfallmaß der Bewehrungslage	innen / internal außen / external C- seitlich / sideways
normal dimension of concrete cover for the 1. reinforcement layer	15 mm 40 mm 50 mm 50 mm

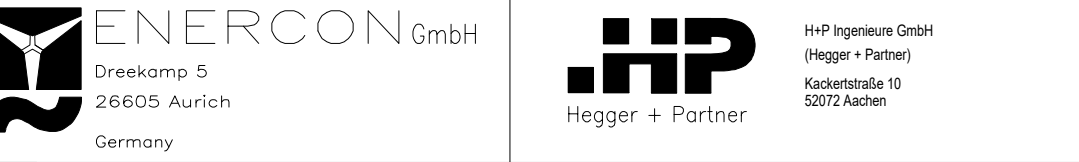
Besondere Anforderungen / special requirements	
Größtkorn im Bereich der unteren und oberen Bewehrungslagen und im Bereich des Ankerkettens normal value of maximum grain size aggregates by bottom and upper reinforcement layer and in the foundation basket	16 mm
Größtkorn im restlichen Fundamentbereich normal value of maximum grain size aggregates in the other parts	32 mm
Zement mit niedriger Hydratationswärmeentwicklung value of cement with low hydration heat	NW / (LH)
Konsistenzklasse im Bereich der Sohlverfüllung und des unteren Ankerkettens Consistency class in the area of the bottom pit and the lower anchoring	F4 / S4
Konsistenzklasse im übrigen Fundament Consistency class in the rest of the foundation	F3 / S3
Es ist langsam erhärtender Beton zu verwenden! Slow hardening concrete is to be used!	rd.3
Die DBV-Merkblätter "Betondeckung und Bewehrung" und "Abstandshalter" sind zu berücksichtigen. The DBV data sheets "concrete cover and concrete reinforcement" and "spacers" have to be considered	

Sauberkeitsschicht blinding layer				
Bau- element	Beton concrete	Betonstahlsorte reinforcement steel	Überwachungskategorie monitoring class	Feuchtigkeitsklasse humidity class
	C12/15	---	---	---
Expositionskategorie exposure class	außen / external XD	innen / internal XD		

Besondere Anforderungen / special requirements

ENERCON-Spezifikationen / -Arbeitsanweisungen sind zusätzlich zu berücksichtigen.
ENERCON-specifications / -work instructions must be considered

Zugehörige Zeichnungen / respective drawings	
Zugehörige statische Berechnungen / respective design calculation	
Stutzen Nr. / column drawing no.	D02458327
Bewehrungsplanung Nr. B0008 / reinforcement drawing no. B0008	D02458328, D02458329
Bewehrungsplanung Nr. B0009 / reinforcement drawing no. B0009	D02458331, D02458332
separate Statik-Bild B0008 / separate steel for B0008	D02458330
separate Statik-Bild B0009 / separate steel for B0009	D02458333
Statik-Berechnung / design calculation	E21-027 (B0008; B0009); D02458316



TÜV NORD CERT	
17.0	Einbearbeitung Anmerkungen TÜV Nord
18.0	15.06.2022
19.0	VV
20.0	PB

Problemlöse / Certification Status

Anlage zum Prüfbescheid zur Typenprüfung
Nr.: T-7005/22-4 Rev. 0
vom 18. Nov. 2022

Turmtyp / Tower type:
E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01

Standort / Location:

Planung / const.:
Bewehrungsplan 2 Orbofundament /
Reinforcement drawing 2 cast-in-place-foundation

Gezeichnet / Prepared:
09.02.2022 VV

Geprüft / Reviewed:
09.02.2022 PB

Freigegeben / Approved:
09.02.2022 CG

Technisches Datenblatt

Technical Data Sheet

E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01

Flachgründung
Flat Foundation

WZ S GK II (DIBt-Richtlinie, Fassung Oktober 2012)
WK SA Normal Climate (IEC 61400-1, 4th Edition, 2019)

Anlage zum Prüfbescheid zur Typenprüfung

Nr.: T-7005/22-4 Rev. 0

vom 18. Nov. 2022



 **ENFRCON**

Herausgeber	ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109 E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de Geschäftsführer: Dr. Jürgen Zeschky, Jost Backhaus, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360
Urheberrechtshinweis	Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist. Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten. Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden. Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.
Geschützte Marken	Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.
Änderungsvorbehalt	Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Publisher	ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Germany Phone: +49 4941 927-0 ▪ Fax: +49 4941 927-109 E-mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de Managing Directors: Dr. Jürgen Zeschky, Jost Backhaus, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle Local court: Aurich ▪ Company registration number: HRB 411 VAT ID no.: DE 181 977 360
------------------	---

Copyright notice	The entire content of this document is protected by copyright and – with regard to other intellectual property rights – international laws and treaties. ENERCON GmbH holds the rights in the content of this document unless another rights holder is expressly identified or obviously recognisable.
-------------------------	--



ENERCON GmbH grants the user the right to make copies and duplicates of this document for informational purposes for its own intra-corporate use; making this document available does not grant the user any further right of use. Any other duplication, modification, dissemination, publication, circulation, surrender to third parties and/or utilisation of the contents of this document – also in part – shall require the express prior written consent of ENERCON GmbH unless any of the above is permitted by mandatory legislation.

The user is prohibited from registering any industrial property rights in the know-how reproduced in this document, or for parts thereof.

If and to the extent that ENERCON GmbH does not hold the rights in the content of this document, the user shall adhere to the relevant rights holder's terms of use.

Registered trademarks	Any trademarks mentioned in this document are intellectual property of the respective registered trademark holders; the stipulations of the applicable trademark law are valid without restriction.
------------------------------	---

Reservation of right of modification	ENERCON GmbH reserves the right to change, improve and expand this document and the subject matter described herein at any time without prior notice, unless contractual agreements or legal requirements provide otherwise.
---	--

Dokumentinformation / Document details

Dokument-ID Document ID	D02457817-2.0
Vermerk Note	Originaldokument Original document

Datum Date	Sprache Language	DCC	Werk / Abteilung Plant / Department
2022-03-01	de;en	DA	WRD / Türme und Fundamente WRD / Towers and Foundations

Ergänzende Angaben / Additional notes

Angaben zum Original (ger;eng) Original document details		Angaben zur Übersetzung (--) Translation details	
Erstellt/Datum: Created/Date:	Büttgenbach (H+P Ingenieure GmbH) / 2022-03-01	Übersetzt/Datum: Translated/Date:	
Geprüft/Datum: Checked/Date:	Axmacher (H+P Ingenieure GmbH) / 2022-03-01	Geprüft/Datum: Checked/Date:	

Revisionen / Revisions

Rev.	Datum/Date	Änderung/Change	Erstellt/Created
0.0	2022-03-01	Dokument erstellt (Vorabzug) Document created (preliminary)	H+P
1.0	2022-06-15	Stahlgewicht nach TÜV-Prüfung angepasst	H+P
2.0	2022-06-24	Allgemeine Anpassungen / General adjustments	H+P

Dieses Dokument wurde auf Anfrage bzw. für einen bestimmten Auftrag verschickt. Der Empfänger wurde nicht registriert.
Der Empfänger wird bei Änderung nicht automatisch informiert.

This document has been forwarded upon request or with regard to a specific order. The recipient has not been registered.
The recipient will not be automatically notified about any amendments.

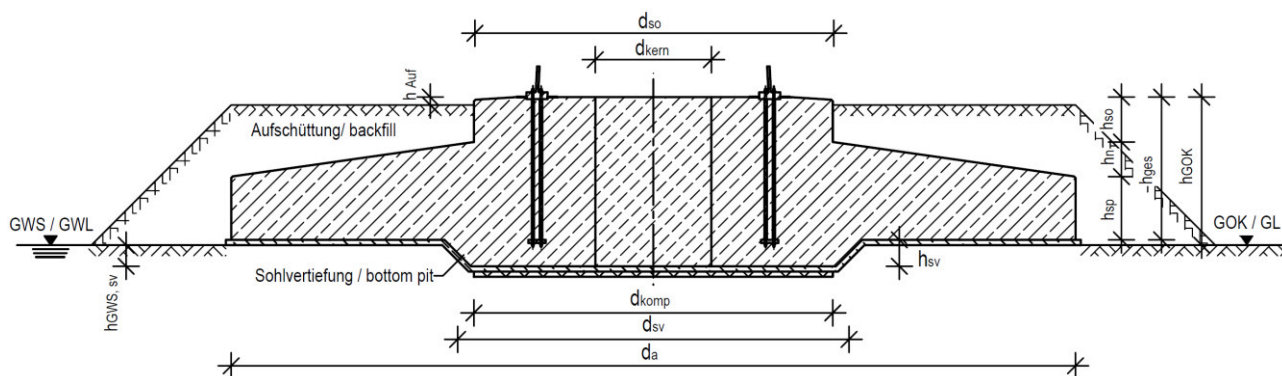
1 Allgemeine Angaben / General information

Statische Berechnung	H+P Ingenieure GmbH	Structural analysis
Flachgründung	Ø 19,80 m	Flat foundation
Dokument ID	D02457816	Document ID



2 Fundamentgeometrie / Foundation dimensions

Außendurchmesser	d_a	19,80 m	<i>Outer diameter</i>
Sockeldurchmesser	d_{so}	9,00 m	<i>Base diameter</i>
Durchmesser Fundamentkern	d_{kern}	4,50 m	<i>Diameter of foundation core</i>
Durchmesser kompressible Einlage	d_{komp}	9,00 m	<i>Compressible layer diameter</i>
Fundamenthöhe	h_{ges}	2,90 m	<i>Foundation height</i>
Sockelhöhe	h_{so}	0,65 m	<i>Base height</i>
Höhe Spornneigung	h_n	1,45 m	<i>Spur incline height</i>
Spornhöhe	h_{sp}	0,80 m	<i>Spur height</i>
Mittlerer Durchmesser Sohlvertiefung	d_{sv}	9,50 m	<i>Average diameter of bottom pit</i>
Höhe Sohlvertiefung	h_{sv}	0,50 m	<i>Height of bottom pit</i>
Höhe OK Fundament bis OK Aufschüttung	h_{Auf}	0,15 m	<i>Height from top of foundation to top of backfill</i>
Höhe OK Fundament bis OK Gelände	h_{GOK}	3,00 m	<i>Height from top of foundation to ground level</i>
Einbindetiefe	h_{eb}	0,00 m	<i>Embedment depth</i>
Höhe maximal zulässiger Grundwasserstand GWS über Sohlvertiefung	$h_{GWS,sv}$	0,40 m	<i>Height of maximum permissible groundwater level GWL above bottom pit</i>
Fundamentvariante DIBt:			<i>Foundation option DIBt:</i>
Betongüte und Volumen	C 35/45	569,1 m ³	<i>Concrete quality and volume</i>
Stahlgewicht	B 500B	46,6 t	<i>Steel weight</i>
Fundamentvariante IEC:			<i>Foundation option IEC:</i>
Betongüte und Volumen	C 35/45	569,1 m ³	<i>Concrete quality and volume</i>
Stahlgewicht	B 400B	48,5 t	<i>Steel weight</i>



3 Baugrund-Mindestdrehfedersteifigkeit Subsoil minimum rotational spring stiffness

Die folgenden Mindestwerte für die Drehfedersteifigkeit müssen vom Baugrund eingehalten werden:

The following minimum values for the rotational spring stiffness must be satisfied by the subsoil:

Statische Drehfeder	$k_{\phi, \text{stat, subsoil}} = 18750 \text{ MNm/rad}$	Static rotational spring
Dynamische Drehfeder	$k_{\phi, \text{dyn, subsoil}} = 150000 \text{ MNm/rad}$	Dynamic rotational spring

Die angegebene Werte sind durch einen Baugrundgutachter zu bestätigen.

The specified values must be confirmed by a geotechnical expert.

4 Zulässige Setzungen / Permissible settlements

Maximal zulässige Differenzsetzung und Gesamtsetzung in 25 Jahren, bezogen auf den Außendurchmesser:

Maximum permissible differential settlement and total settlement within 25 years, related to the outer foundation diameter:

Differenzsetzung (Schiefstellung)	$\Delta s \leq 3 \text{ mm/m}$	Differential settlement (misalignment)
Gesamtsetzung	$s_{\text{ges.}} \leq 3 \text{ mm/m}$	Total settlement

5 Bodenpressung / Soil bearing pressure

Der anstehende Baugrund muss mindestens folgende Bodenpressung aufnehmen können:

The in-situ subsoil must be able to bear at least the following soil pressure:

Kantenpressung	$\max \sigma_k = 280 \text{ kN/m}^2$	Edge pressure
-----------------------	--	----------------------

Der angegebene Wert ist durch einen Baugrundgutachter zu bestätigen.

The specified value must be confirmed by a geotechnical expert.

6 Sohlreibungswinkel / Angle of internal friction

Mindestreibungswinkel des Baugrundes unterhalb des Gründungskörpers:

Minimum friction angle of the subsoil below the foundation body:

$$\phi = 20^\circ$$

Der angegebene Wert ist durch einen Baugrundgutachter zu bestätigen.

The specified value must be confirmed by a geotechnical expert.

7 Lasten an Fundamentunterkante Loads at foundation bottom edge

Die hier angegebenen F_z -Lasten enthalten ein Fundamentwichte $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ sowie eine Bodenwichte $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ für die Aufschüttung.

The F_z loads specified here include a dead unit weight of foundation $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ and a soil unit weight $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ for the backfill.

Charakteristische Lastfälle / Characteristic load cases

Lastfall Load case	$(\gamma_{G,\min}/\gamma_{G,\max})$	F_{xy} in kN	$F_{z,\min}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{z,\max}$ in kN mit Auftrieb with buoyancy	M_{xy} in kNm	M_z in kNm
NTM DLC D.3	(1.00/1.00)	690	-25527	-24502	71201	3400
N / T / DLC 8.2	(1.00/1.00)	940	-25527	-24502	99676	-9150
N / A / T	(1.00/1.00)	1130	-25527	-24502	116477	-9950
DLC 8.1/8.2/8.3	(1.00/1.00)	730	-20484	-19490	77717	4900

alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte
($\gamma_F = 1,00$)

*Loads do not include partial safety factors
($\gamma_F = 1.00$)*

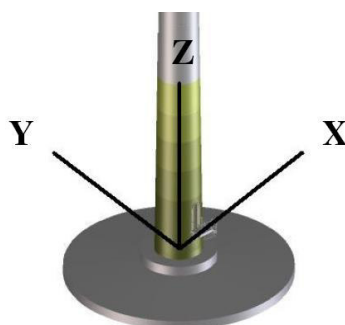
F_z ständige Lasten

F_z permanent loads

$F_{xy}/M_{xy}/M_z$ veränderliche Lasten

$F_{xy}/M_{xy}/M_z$ variable loads

8 Koordinatensystem / Coordinate system



Prüfbescheid zur Typenprüfung

**Windenergieanlage E-138 EP3 E3, Rotorblatt E-138 EP3-RB-02,
Hybrid-Stahlurm E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01,
DIBt Windzone S, Geländekategorie S**

- Flachgründung, D=20,10 m -

Prüfbescheid Nr.:	T-7005/22-2 Rev. 0
Gegenstand der Prüfung:	Standicherheit der Flachgründung für die oben genannte Windenergieanlage gemäß DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015)
Anlagenhersteller (Antragsteller):	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland
Dokumentation:	H+P Ingenieure GmbH Kackertstraße 10 52072 Aachen Deutschland ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland
Geltungsdauer bis:	30.11.2027

Dieser Prüfbescheid wird ausschließlich dem oben genannten Anlagenhersteller bzw. Antragsteller zur Verfügung gestellt. Eine Veröffentlichung oder Verbreitung dieses Prüfbescheids ist nur nach vorheriger, schriftlicher Freigabe der TÜV NORD CERT GmbH oder des oben genannten Anlagenherstellers bzw. Antragstellers gestattet. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder Verbreitung ist nicht gestattet. Dieser Prüfbescheid gilt nur zusammen mit dem Prüfbescheid zur Typenprüfung [1.2.1].

Der Prüfbescheid umfasst 10 Seiten und 4 Anlagen, die Bestandteil dieses Prüfbescheides sind.

Revision	Datum	Änderungen
0	18.11.2022	Erstausgabe

Inhaltsverzeichnis

0	Allgemeine Bestimmungen	3
1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	4
2	Prüfgrundlagen	5
3	Einleitung	6
4	Beschreibung	6
4.1	Fundament	6
4.2	Lastannahmen	6
4.3	Baustoffe	7
5	Prüfung	7
5.1	Umfang und Methodik	7
5.2	Anmerkungen zur Prüfung	8
5.3	Ergebnisse	8
5.4	Schnittstellen	8
6	Auflagen.....	9
7	Zusammenfassung	10

0 Allgemeine Bestimmungen

Dieser Prüfbescheid zur Typenprüfung beinhaltet als Ergänzung zum Prüfbescheid [1.2.1] die Flachgründung des Hybrid-Stahlurms E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01.

Es gelten die Allgemeinen Bestimmungen des Prüfbescheids [1.2.1].

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

Berechnungen

- [1.1.1] H+P Ingenieure GmbH:
„STATISCHE BERECHNUNG FLACHGRÜNDUNG E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Projekt: E21-026“,
Dokument-Nr.: D02190566, Rev. 1.0, Datum: 22.11.2021

Anlagen zum Prüfbescheid zur Typenprüfung

Zeichnungen

- [1.1.2] H+P Ingenieure GmbH:
„Turmtyp: E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Planinhalt: Schalplan Ort betonfundament Flachgründung (Fg) Projekt-Nr.: E21-026 Ff“,
Zeichnungs-Nr.: D02458324, Rev. 2.0, Datum: 17.01.2022
- [1.1.3] H+P Ingenieure GmbH:
„Turmtyp: E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Planinhalt: Bewehrungsplan 1 Ort betonfundament Flachgründung (Fg) Projekt-Nr.: E21-026 Ff“,
Zeichnungs-Nr.: D02421770, Rev. 2.0, Datum: 17.01.2022
- [1.1.4] H+P Ingenieure GmbH:
„Turmtyp: E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Planinhalt: Bewehrungsplan 2 Ort betonfundament Flachgründung (Fg) Projekt-Nr.: E21-026 Ff“,
Zeichnungs-Nr.: D02421771, Rev. 2.0, Datum: 17.01.2022

Spezifikationen

- [1.1.5] ENERCON GmbH:
„Technisches Datenblatt E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Flachgründung WZ S GKII (DIBt, Fassung Oktober 2012)“,
Dokument-Nr.: D02393170, Rev. 4, Datum: 27.01.2022

1.2 Dazugehörige Dokumente

Turm

- [1.2.1] TÜV NORD CERT GmbH:
„Prüfbescheid zur Typenprüfung Windenergieanlage E-138 EP3 E3, Rotorblatt
E-138 EP3-RB-02, DIBt Windzone S, Geländekategorie S
- Hybrid-Stahlurm E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 -“,
Prüfbescheid Nr.: T-7005/22-1 Rev. 0, Datum: 18.11.2022
- [1.2.2] ENERCON GmbH:
„Bauvorlage E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Fundamentlasten“,
Dokument-Nr.: D02378600, Rev. 2.2, Datum: 29.07.2021
- [1.2.3] ENERCON GmbH:
„Bauvorlage Fundamentkorb E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01“,
Dokument-Nr.: D02402550, Rev. 2.1, Datum: 29.07.2021
- [1.2.4] ENERCON GmbH:
„E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Fundamentkorb“,
Zeichnungs-Nr.: D02434516, Rev. 0.0, Datum: 05.08.2021
- [1.2.5] H+P Ingenieure GmbH:
„Spannanweisung Fundamentkorb ENERCON E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-
01 Bauteil: Fundamentkorb“,
Dokument-Nr.: D02437082, Rev. 1.1, Datum: 30.05.2022

Spezifikationen

- [1.2.6] ENERCON GmbH:
„Hinweise zur Bauausführung Turmtypen: E-XX EX/XX/XX/XX/XX &
E-XX EX/XX/XX/XX/XX Für alle Fundamenttypen“,
Dokument-Nr.: D0748193, Rev. 0a, Datum: 12.09.2018
- [1.2.7] ENERCON GmbH:
„Materialspezifikation Betonstahl“,
Dokument-Nr.: D0181818, Rev. 2, Datum: 22.05.2017

Prüfung der Auslegungsanforderungen der DIN EN 61400-1:2011-08

- [1.2.8] ENERCON GmbH:
„Stellungnahme Verwendbarkeit IEC ed.3 anstatt IEC ed.4 für ENERCON
WEA“,
Dokument-Nr.: D02759428, Rev. 0.0, Datum: 06.09.2022

- [1.2.9] TÜV NORD CERT GmbH:
„Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E3 IEC 61400-1
Ed. 3 - Diverse Komponenten -“,
TÜV NORD Bericht Nr.: 8119616205-100 D II Rev. 0, Datum: 14.11.2022

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik - DIBt:
„Richtlinie für Windenergieanlagen, Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, korrigierte Fassung, 03.2015
- [2.2] DIN EN 61400-1:2011-08:
„Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2005 + A1:2010); Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010“
- [2.3] DIN EN 1992-1-1:2011-01 + A1:2015-03 + DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + NA/A1:2015-12: „Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau“
- [2.4] DIN EN 1997-1:2009-09 + DIN EN 1997-1/NA:2010-12:
„Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln“
- [2.5] DIN 1054:2010-12 + A1:2012-08 + A2:2015-11:
„Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“
- [2.6] DIN EN 1998-1:2010-12 + DIN EN 1998-1/NA:2011-01:
„Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten“
- [2.7] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton:
„Ermüdungsfestigkeit von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen mit Erläuterungen zu den Nachweisen gemäß CEB-FIB Model Code 1990“, DAfStb Heft 439, 1994
- [2.8] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton:
„Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2)“, DAfStb Heft 600, 2012
- [2.9] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton:
„Massige Bauteile aus Beton“, 2010-04

3 Einleitung

Gegenstand dieses Prüfbescheids ist die Typenprüfung einer Flachgründung, welche nach der DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015) ausgelegt wurde.

4 Beschreibung

4.1 Fundament

Das Fundament dient zur Aufnahme des Hybrid-Stahlurms E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01, welcher in [1.2.1] geprüft wurde.

Das Kreisfundament weist einen Außendurchmesser von 20,10 m auf.

Unterhalb des Sockels befindet sich eine 50 cm dicke Fundamentvertiefung. Die Gesamthöhe des Sockels inkl. der Vertiefung beträgt 3,40 m. Die Fundamentsohle, bzw. die Oberkante der Fundamentvertiefung, liegt wegen der Sauberkeitsschicht 10 cm über der Oberkante des umgebenden Geländes.

Der Turm ist über einen Ankerkorb mit dem Fundament verbunden.

Weitere Details können dem Schalplan [1.1.2] und dem Fundamentdatenblatt [1.1.5] (siehe Abschnitt 1.1) entnommen werden.

Die folgende Anlagenkonfiguration wurde bei der Prüfung des Fundaments berücksichtigt:

Nr.	WEA Bezeichnung	Nabenhöhe	Max. Nennleistung	Rotorblatt	Windzone (DIBt 2012)	Geländekategorie	Fundamentnachweise
1	E-138 EP3 E3	110,396 m	4260 kW	E-138 EP3-RB-02	WZ S	GK S	[1.1.1]

Tabelle 4.1: Geprüfte Konfiguration für Fundamentnachweise

4.2 Lastannahmen

Die angesetzten Turmfußlasten decken folgende Konfiguration ab und sind in den aufgelisteten Dokumenten spezifiziert und geprüft worden:

Nr.	WEA Bezeichnung	Nabenhöhe	Max. Nennleistung	Rotorblatt	Windzone (DIBt 2012)	Geländekategorie	spezifiziert in	geprüft in
1	E-138 EP3 E3	110,396 m	4260 kW	E-138 EP3-RB-02	WZ S	GK S	[1.2.2]	[1.2.1]

Tabelle 4.2: Lastannahmen

Die Auslegungsl Lebensdauer beträgt 25 Jahre.

Einwirkungen aus Erdbeben wurden berücksichtigt (s. [1.2.1]).

Zur Erfassung von Herstellungs- und Montageungenauigkeiten, Einflüssen aus einseitiger Sonneneinstrahlung und ungleichmäßiger Fundamentsetzung wurde eine Schiefstellung der Turmachse von 8 mm/m angenommen.

Eine Erhöhung der Turmfußmomente durch den Einfluss der statischen Bodendrehfeder $k_{\phi, \text{stat}} = 18\,750 \text{ MNm/rad}$ wurde ebenfalls berücksichtigt.

Die dynamische Bodendrehfeder wurde mit $k_{\phi, \text{dyn}} = 150\,000 \text{ MNm/rad}$ angesetzt.

Verkehrslasten im Bereich der Erdaufschüttung auf der Fundamentplatte wurden nicht berücksichtigt.

Das Fundament wurde mit und ohne Belastung aus Auftrieb berechnet. In der statischen Berechnung wurde angenommen, dass der maximale Wasserstand aus Schichten- und Oberflächenwasser oder Grundwasser 3,00 m unter der Oberkante des Fundamentsockels und somit auf Höhe des umgebenden Geländes liegt.

Die Werte der Vorspannung wurden [1.2.3] bis [1.2.5] entnommen und in [1.2.1] geprüft.

4.3 Baustoffe

In diesem Abschnitt werden die Hauptbaustoffe und -produkte der tragenden Bauteile aufgeführt. Weitere Details können den geprüften Anlagen (siehe Abschnitt 1.1) bzw. der Spezifikation [1.2.7] entnommen werden.

Fundamentplatte:	C35/45	DIN EN 206-1, DIN 1045-2
Betonstahl:	B500	DIN 488

5 Prüfung

5.1 Umfang und Methodik

Die Standsicherheitsnachweise (Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit) wurden in der eingereichten statischen Berechnung geführt und durch Vergleichsrechnung geprüft.

Die Windenergieanlage, der Turm und die Fundamente und wurden zunächst mit Einwirkungen nach DIN EN IEC 61400-1 (VDE 0127-1):2019-12 ausgelegt und geprüft. Gemäß der gutachtlichen Stellungnahme [1.2.9] kann für die dort unter 1.2 aufgeführten, gutachtlichen Stellungnahmen sowie die dazugehörige Prüfung von Turm und Gründung die Erfüllung der technischen Auslegungsanforderungen der DIN EN 61400-1 Ed. 3 [2.2] ebenfalls bestätigt werden.

Die Prüfung umfasst das Fundament sowie die Beton- und Bewehrungsnachweise im Bereich der Lasteinleitung.

Der Turm, die Stahlbauteile des Ankerkorbs und die geotechnischen Nachweise sind nicht Gegenstand dieser Prüfung.

Der Hybrid-Stahlurm und die Stahlbauteile des Ankerkorbs wurden in [1.2.1] geprüft.

Bei der Berechnung des Fundaments wurde die im Schalplan [1.1.2] dargestellte, optionale Arbeitsfuge berücksichtigt.

Die Bewertung verbleibender Restsicherheiten ist nicht Bestandteil der Prüfung.

5.2 Anmerkungen zur Prüfung

Allgemeines

Für die Bemessung wurden die Teilsicherheitsbeiwerte gemäß DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015) berücksichtigt.

Die unter 1.1 aufgeführten Unterlagen sind mit einem TÜV NORD Stempel versehen.

Fundament

Eine Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens wurde nicht berücksichtigt. Es wird vorausgesetzt, dass ein duktilen Bauteilverhalten durch Umlagerung des Sohldrucks bzw. des Erddrucks sichergestellt werden kann.

5.3 Ergebnisse

Die geprüften Standsicherheitsnachweise sind vollständig und in statischer Hinsicht korrekt.

5.4 Schnittstellen

Turm

5.4.1 Es wurde überprüft, ob das Fundament die im Prüfbescheid [1.2.1] spezifizierten Anforderungen erfüllt.

5.4.2 Es wurde geprüft, ob die für die Beton- und Bewehrungsnachweise im Lasteinleitungsbereich angesetzten Geometrien mit den in [1.2.4] dargestellten Ankerkorb-Geometrien übereinstimmen.

Geotechnische Nachweise

5.4.3 Alle geotechnischen Nachweise inklusive der nachfolgend aufgeführten Anforderungen an den Baugrund sind durch einen Gutachter für Geotechnik für den jeweiligen Gründungsbereich nachzuweisen.

5.4.4 Der Baugrund muss die in [1.1.5] spezifizierten Anforderungen erfüllen.

Montage & Inbetriebnahme

5.4.5 Hinsichtlich der Vorspannung der Ankerbolzen gelten die Anforderungen des Prüfbescheids [1.2.1].

5.4.6 Zusätzlich zum Endzustand wurde der Montagezustand des Turms (Lastfall-Gruppe DLC 8.1/8.2/8.3) mit Gondel und Rotor vor der Aufbringung der verdichteten Bodenaufschüttung nachgewiesen (s. [1.1.2]). Wiederkehrende Prüfungen / Wartungen

5.4.7 Bei wiederkehrenden Prüfungen ist Kapitel 15 der DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen zu beachten. Etwaige Schäden an den in Betrieb genommenen Windenergieanlagen, wie z.B. unzulässige Risse, und daraus abgeleitete Reparatur- bzw. Sanierungsmaßnahmen sind dem Prüfamts für Baustatik der TÜV NORD CERT GmbH mitzuteilen.

Weiterbetrieb

5.4.9 Ist nach Ablauf der Auslegungslbensdauer ein Weiterbetrieb der Windenergieanlage geplant, so ist hierzu Kapitel 17 der DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen zu beachten.

6 Auflagen

Allgemeines

6.1 Die Anforderungen der in dem jeweiligen Bundesland geltenden Landesbauordnung sind zu beachten.

6.2 Alle Bescheinigungen und Protokolle sind vom Betreiber aufzubewahren und müssen auf Verlangen bei der zuständigen Baubehörde vorgelegt werden.

Fundament

6.3 Bei der Herstellung und Ausführung des Fundaments sind die Bestimmungen der DIN EN 13670, der DIN 1045-3 und der Spezifikation [1.2.6] zu beachten. Für den Beton sind Eignungs- und Güteprüfungen gemäß DIN 1045-2 in Verbindung mit DIN EN 206-1 durchzuführen.

- 6.4 Wegen der großen Abmessungen des Fundaments ist zur Vermeidung schädlicher Auswirkungen infolge Abbindewärme und Schwindwirkungen ein Betontechnologie hinzuzuziehen. Die Betongüten sind durch Betonprüfzeugnisse der Lieferfirmen nachzuweisen. Auf die Einhaltung der geforderten Betondeckung sowie auf die fachgerechte Verlegung der Bewehrung ist zu achten. Bei Bauteilen des Gründungskörpers, die höchstens einen halben Meter in das Erdreich hineinreichen, wurde die rechnerische Rissbreite auf 0,2 mm begrenzt, bei allen übrigen Bauteilen des Gründungskörpers auf 0,3 mm. Sollten nach dem Aushärten des Betons unzulässig breite Risse festgestellt werden, sind diese fachgerecht zu sanieren.

Anforderungen an den Baugrund

- 6.5 Die Drehfedersteifigkeit des Fundaments hängt von den Bodenkennwerten ab und ist für jeden Standort zu bestätigen.

7 Zusammenfassung

Unter Berücksichtigung der zuvor genannten Schnittstellen und Auflagen erfüllt die hier geprüfte Flachgründung die Anforderungen der DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen [2.1].

Der Prüfbescheid zur Typenprüfung gilt für die in Tabelle 4.1 aufgeführte Windenergieanlagenkonfiguration.

Alle relevanten Schnittstellen (Turm/Fundament) wurden überprüft.

Statisch relevante, konstruktive Änderungen am Fundament sind dem Prüfamts für Baustatik der TÜV NORD CERT GmbH mitzuteilen und einer Bewertung zu unterziehen. Ansonsten verliert dieser Prüfbescheid seine Gültigkeit.

Dieser Prüfbescheid gilt nur zusammen mit dem Prüfbescheid zur Typenprüfung [1.2.1].

Der Leiter

Dipl.-Ing. T. Krause



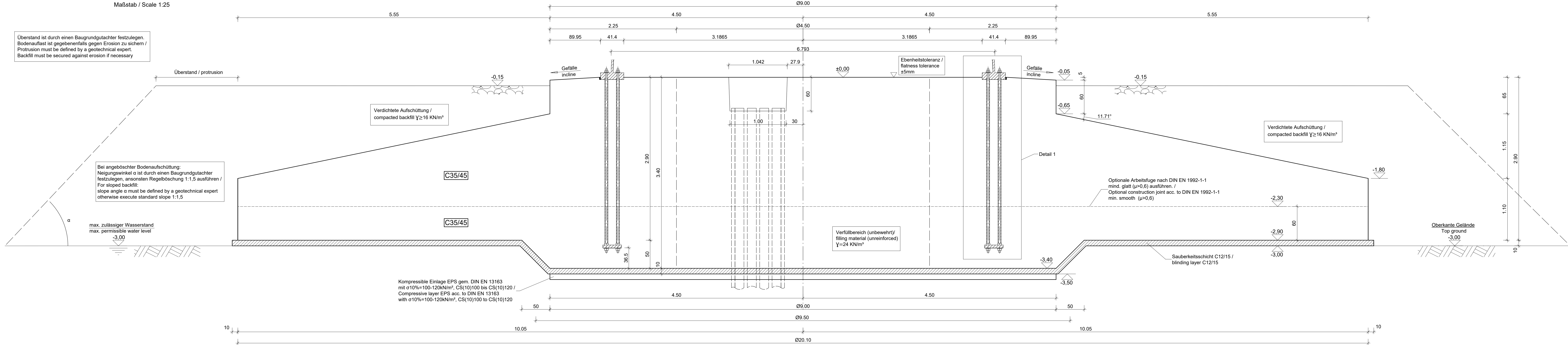
An der Prüfung beteiligt:

B.Eng. / M.Sc. P. Roycroft

Dipl.-Ing. (FH) / M.Sc. U. Lingslebe

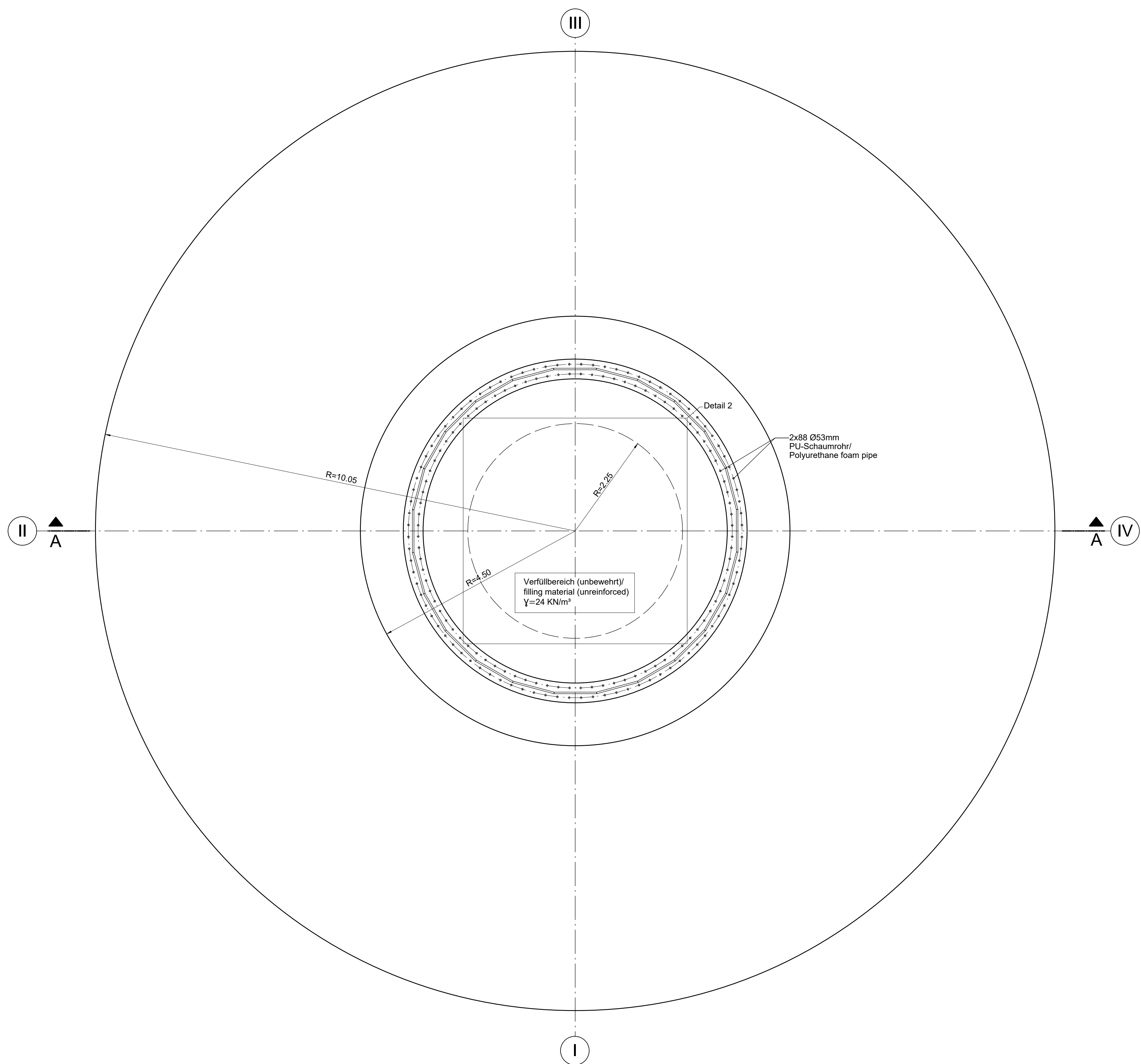
Schnitt / Cross section A-A

Maßstab / Scale 1:25



Draufsicht Fundament / Top view foundation

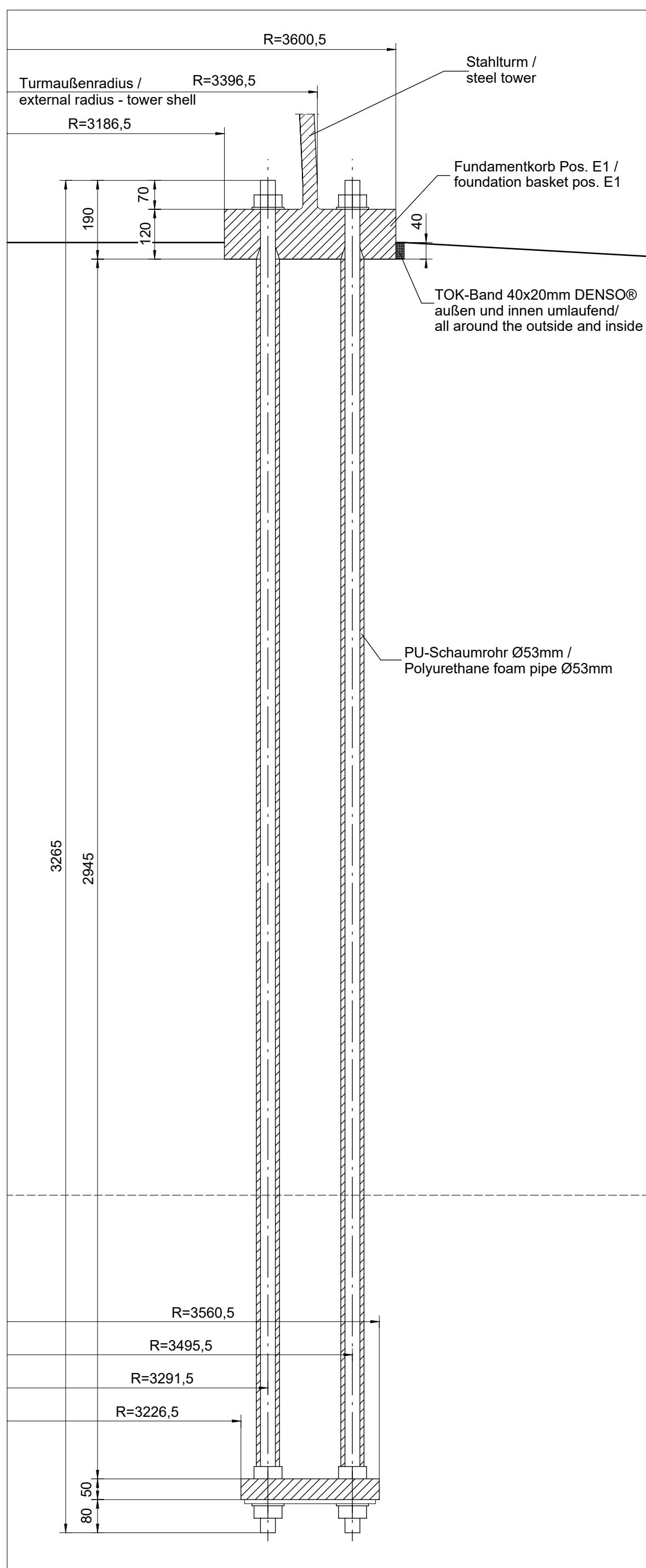
Maßstab / Scale 1:50



Detail 1

Maßstab / Scale 1:10

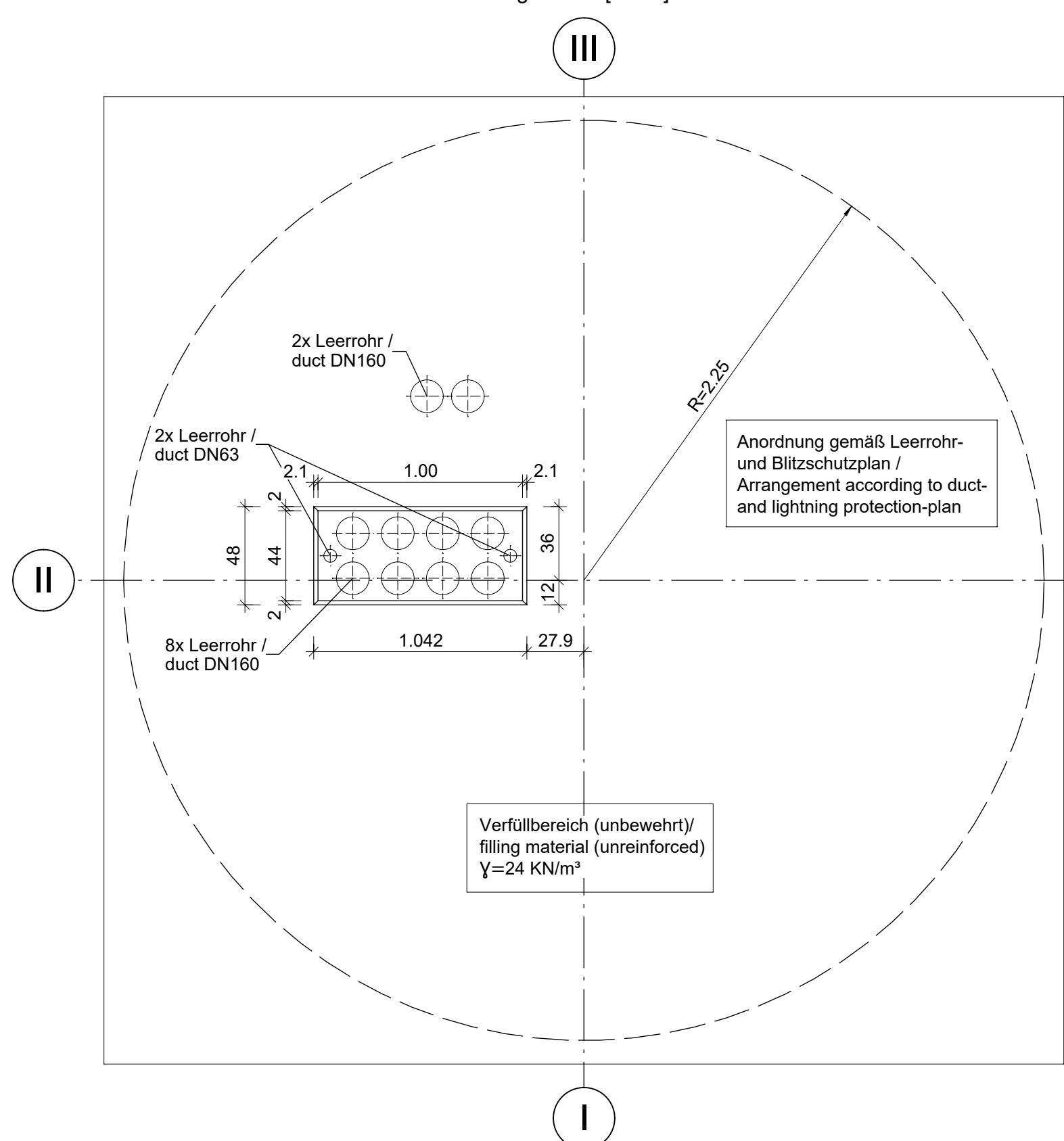
Angaben in [mm]



Detail 2

Maßstab / Scale 1:25

Angaben in [cm/mm]



Einbauteile / Cast-in Elements

Pos	Stück	Bezeichnung / Description	Hersteller / Manufacturer
E1	1	Fundamentkorb / foundation basket	nach Angabe ENERCON acc. to ENERCON (DW: D0240250)

Verdichtete Aufschüttung / Compacted backfill

Die statisch erforderliche dauerhafte Aufschüttung ist zum frühestmöglichen Zeitpunkt auf das Fundament aufzubringen und mit geeigneten Verfahren zu verdichten, um die angegebene Mindest-Bodenwichte im erdhaften Zustand zu erreichen. Nach Beendigung des Turmaufbaus, spätestens jedoch nach vollendeter Montage der Windenergieanlage, muss die verdichtete Aufschüttung auf dem Fundament vorhanden sein. Mit dem Aufbringen der Aufschüttung darf nicht bis zur Inbetriebnahme der Windenergieanlage gewartet werden. Bei prognostizierten extremen Windbedingungen ≥ 21 m/s (Bauort 8) sind vorzeitig entsprechende Maßnahmen zu treffen.

The permanent backfill required for structural reasons must be applied to the foundation at the earliest possible time, and must be compacted by appropriate methods to attain the specified minimum soil unit weight in earth-mixed condition. After finishing the tower erection, but at the latest after the completed installation of the wind turbine, the compacted backfill must be available on the foundation. It is not permitted to apply the compacted backfill just before putting the wind turbine into operation. If extreme wind conditions ≥ 21 m/s (Bauort 8) are predicted, appropriate measures must be taken in advance.

ACHTUNG:
Bei Ausführung des Fundamentes gemäß des vorliegenden Schallplans, einschließlich der zugehörigen Bewehrungspläne, sind zusätzliche Betonverfügen, neben der auf dem vorliegenden Schallplan angegebenen optionalen Betonverfüge, im Fundament nicht zulässig. Falls eine zusätzliche Betonverfüge erforderlich ist, ist hier für rechtzeitig vor Baubeginn ein zusätzlicher Nachweis zu erbringen, und eine Anpassung der Fundamentbewehrung ist zwingend erforderlich. In diesem Fall ist WRD umgehend zu informieren.

ATTENTION:
If the foundation is executed according to the present formwork drawing, including the corresponding reinforcement drawings, no additional construction joints, beside the optional construction joint in this present formwork drawing, are permitted inside the foundation. If an additional construction joint is required, an additional verification must be provided timely before start of work, and a modification of the foundation reinforcement is mandatory. In this case, WRD must be informed immediately.

Baugrunderfordernisse:
- Die zulässige charakteristische Bodenreaktion muss mindestens 260 kN/m² betragen.
- Zwischen Baugrund und Unterboden (Sauberschicht) muss ein Reibungswinkel von mindestens 20° vorhanden sein.
- Die Baugrunderfordernisse sind von einem ortskundigen Baugrunderkundiger standortbezogen zu bestätigen.
- Der maximale Grundwasserspiegel liegt auf Höhe der Geländeoberkante.

Soil requirements:
- The permissible characteristic soil pressure has to be at least 260 kN/m².
- In between subsoil and substructure (subbase) has to be a friction angle of at least 20°.
- The requirements of the subsoil are to be verified by a geotechnical expert on every location.
- The maximum permissible soil water level is at height of the ground level.

Allgemeines:
- Planungsgrundlage ENERCON: DIN EN 61400-1 (IEC 61400-1:2005+A1:2010), DIBt, Richtlinie 2012/2015.
- Zwischen Baugrund und Fundament ist eine Sauberschicht C12/15 anzuordnen.
- Für den Unterboden (Sauberschicht) sind die Anforderungen nach DIN 18202 bezüglich der Ebenheit einzuhalten.
- Ausführung Unterboden (Sauberschicht) nach Spezifikation ENERCON.
- Die Oberkante des Geländes muss 3,00m unterhalb der Fundamentoberkante liegen.
- Die Auflast des Füllmaterials ist aus statischer Sicht erforderlich, die Mindestwerte der Wichte des Füllmaterials sind anzuhalten.
- Die Erdung des Fundamentes sowie der Verlauf der Leitungskanäle nach Angabe ENERCON.
- Im Bereich der Einbauteile (Ankeranker) ist der Beton sorgfältig zu verdichten. Luftschlüsse sind zu vermeiden.
- Die Mindestbetondeckungstiefe zum Zeitpunkt der Vorpumpung muss der Betondeckungstiefeklasse C35/45 entsprechen.
- Die zyklische Einwirkungszeit des Fundamentbetons muss mindestens 28 Tage betragen.
- Ein Schweißen der Bewehrungsstäbe, auch Heftschweißungen sind unzulässig.
- Es sind ausreichende Bewehrungs- und Stützelemente anzubringen.
- Der Beton ist mit Hilfe von Einbaurohren oder -schläuchen einzubringen (maximale Fallhöhe 50cm).
- Es ist ein Beton mit niedriger Hydratationswärmeeinwirkung zu verwenden.
- Die Frischbetoneigenschaften sind standortabhängig von einem Betontechnologen festzulegen.
- Für eine Betondecke bei niedrigen Temperaturen ist in jedem Fall ein Betontechnologie hinzuzuziehen.
- Für den Fundamentbeton sind die Anforderungen an die Nachbehandlung gemäß DIN EN 13670 mit den zusätzlichen nationalen Anwendungsregeln zu beachten.
- Bei Anordnung einer zusätzlichen Anbauteile ist eine erweiterte statische Bewertung erforderlich. Die Anordnung von Anbauteilen führt zu einer größeren Menge an Stahl- und Stützelementen.
- Die optionalen Anbauteile in der Fundamentplatte ist nach DIN EN 1992-1-1 mindestens glatt ($\mu \geq 0,6$) auszuführen.
- Bei der Bauausführung ist DIN EN 13670 in Kombination mit den jeweiligen nationalen Anwendungsregeln zu beachten.
- Die Materialspezifikation Betonstahl (DIN EN 10080) von der ENERCON GmbH ist zu beachten.
- Die ENERCON-Spezifikationen und Technischen Anforderungen zur Herstellung von Fundamenten sind zu beachten.
- In den statischen Nachweisen zur Rissbreite wurde ein reduzierter Wert $k_{cr,eff} = 0,7$ für hohen Zugs angesetzt.
- Dies ist in der Festlegung des Betons, der Betondecke und der Nachbehandlung zu berücksichtigen und mit dem verantwortlichen Betontechnologen abzustimmen.

Gesamt:
Design data ENERCON: DIN EN 61400-1 (IEC 61400-1:2005+A1:2010), DIBt, guideline 2012/2015.
- Between subsoil and base a binding course C12/15 is required.
- For the substructure (binding course) the requirements of DIN 18202 regarding the levelness have to be observed.
- Design of substructure (binding course) according to specifications ENERCON.
- The top ground surface must be 3.00m below the top of the foundation.
- The weight of the filling material is statically necessary, the minimum values of the unit weight of the filling material must be met.
- The setting of the base and the gradient of the ducts according to ENERCON.
- In the area of the mounting parts (foundation basket) the concrete is to compact carefully, avoid air inclusions.
- The minimum concrete compressive strength at the time of prestressing must be equal to concrete compressive strength class C35/45.
- The initial cyclic loading age of the foundation concrete must be at least 28 days.
- A welding of the reinforcement bars, including tack welds are not allowed.
- Sufficient gases for concrete with low hydration development.
- The properties of the used concrete, based on location, have to be determined by a concrete technologist.
- There is to apply a concrete with low hydration development.
- For concreting at low temperatures, a concrete technologist is to consult, in each case.
- For the foundation concrete the curing requirements according to DIN EN 13670 in addition with the national application rules have to be considered.
- When arranging an additional construction joint, an extended static assessment is required. The arrangement of construction joints leads to a greater amount of shear and bending reinforcement.
- The optional construction joint within the foundation has to be carried out at least smooth ($\mu \geq 0,6$) according to DIN EN 1992-1-1.
- For the construction DIN EN 13670 in combination with the associated national application rules has to be observed.
- The reinforcing steel material specification (DIN EN 10080) from ENERCON GmbH has to be considered.
- The ENERCON foundation specifications and technical instructions for manufacturing of foundations have to be considered.
- In the static crack with evidence, a reduced value $k_{cr,eff} = 0,7$ for an early constraint was used.
- This must be taken into account in the specification of the concrete, the concreting and the aftertreatment and agreed with the responsible concrete technologist.

Zugehörige Zeichnungen / respective drawings
Zugehörige statische Berechnungen / respective design calculation
Schalen Nr. / Drawing sheet no. D02458324
Bewehrungszeichnung Nr. / Reinforcement drawing no. B0308 D02421770, D02421771
Bewehrungszeichnung Nr. / Reinforcement drawing no. B04308 D02421776, D02421777
separate Schalendruck B0308 / separate steel bar list B0308 D02421772
separate Schalendruck B04308 / separate steel bar list B04308 D02421778
Spezifikation / specification D02421778
Statische Berechnung / design calculation E21-026 (B0308, B0408), D0210566

ENERCON GmbH
26605 Aurich
Germany
HP Ingenieure GmbH
Pöppel + Partner
Kasselerstr. 4
50733 Aachen
Germany

Änderung	Geplant	Geprüft	Freigegeben
01	17.01.2022	VV	PB
02	19.11.2021	VV	PB

Index	Änderungen	Datum	Geplant	Geprüft	Freigegeben
01	Änderung	17.01.2022	VV	PB	

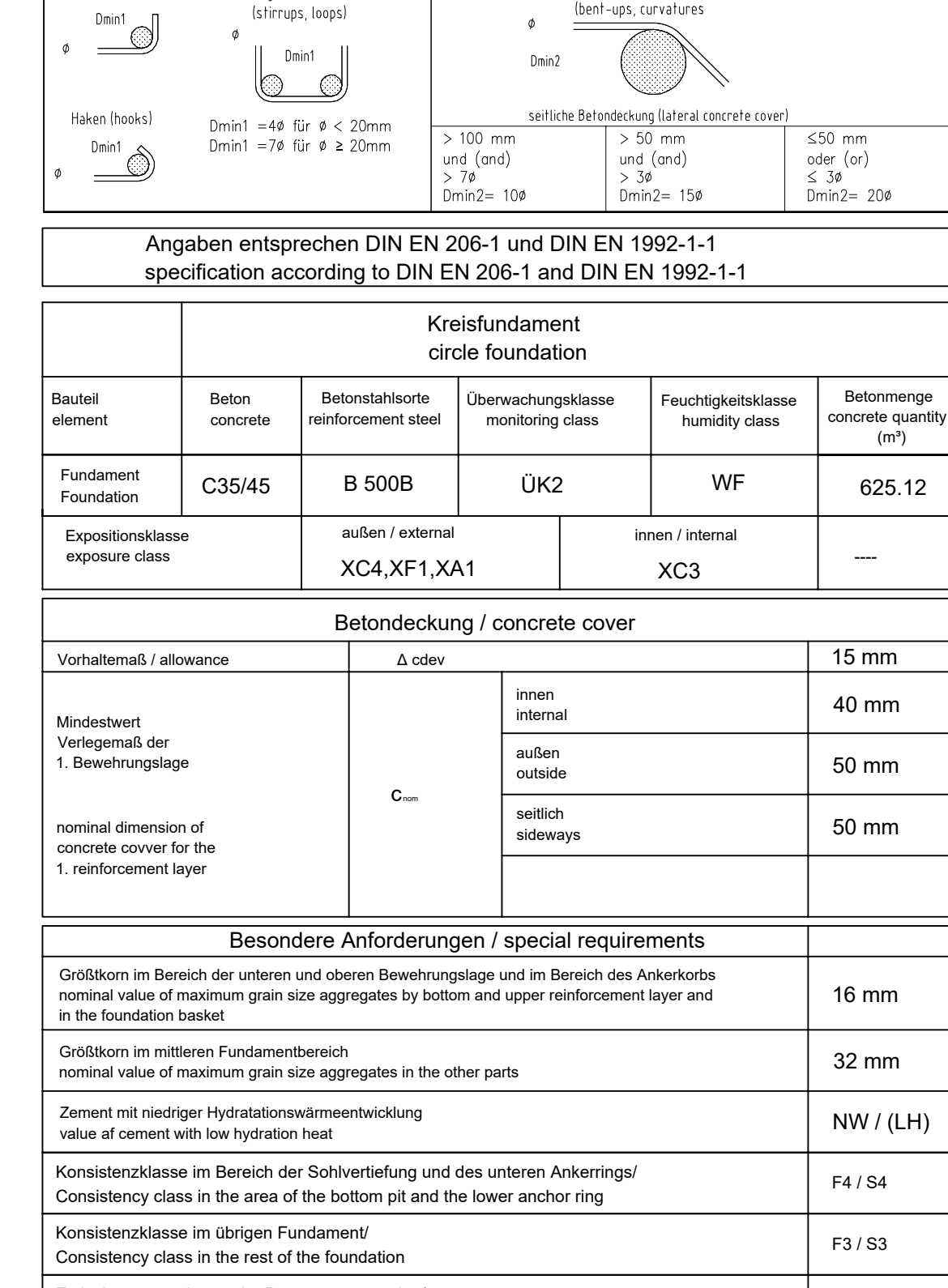
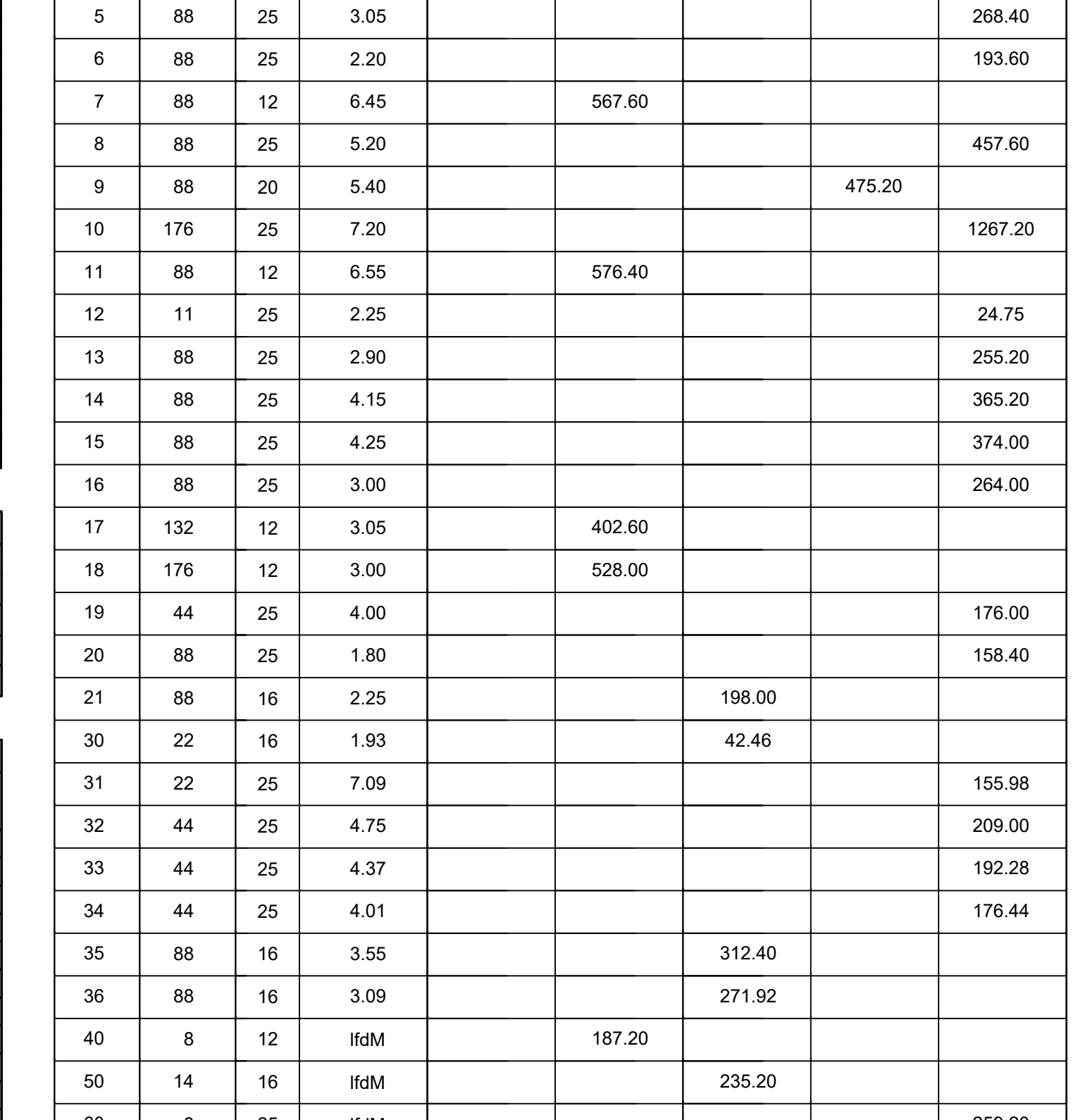
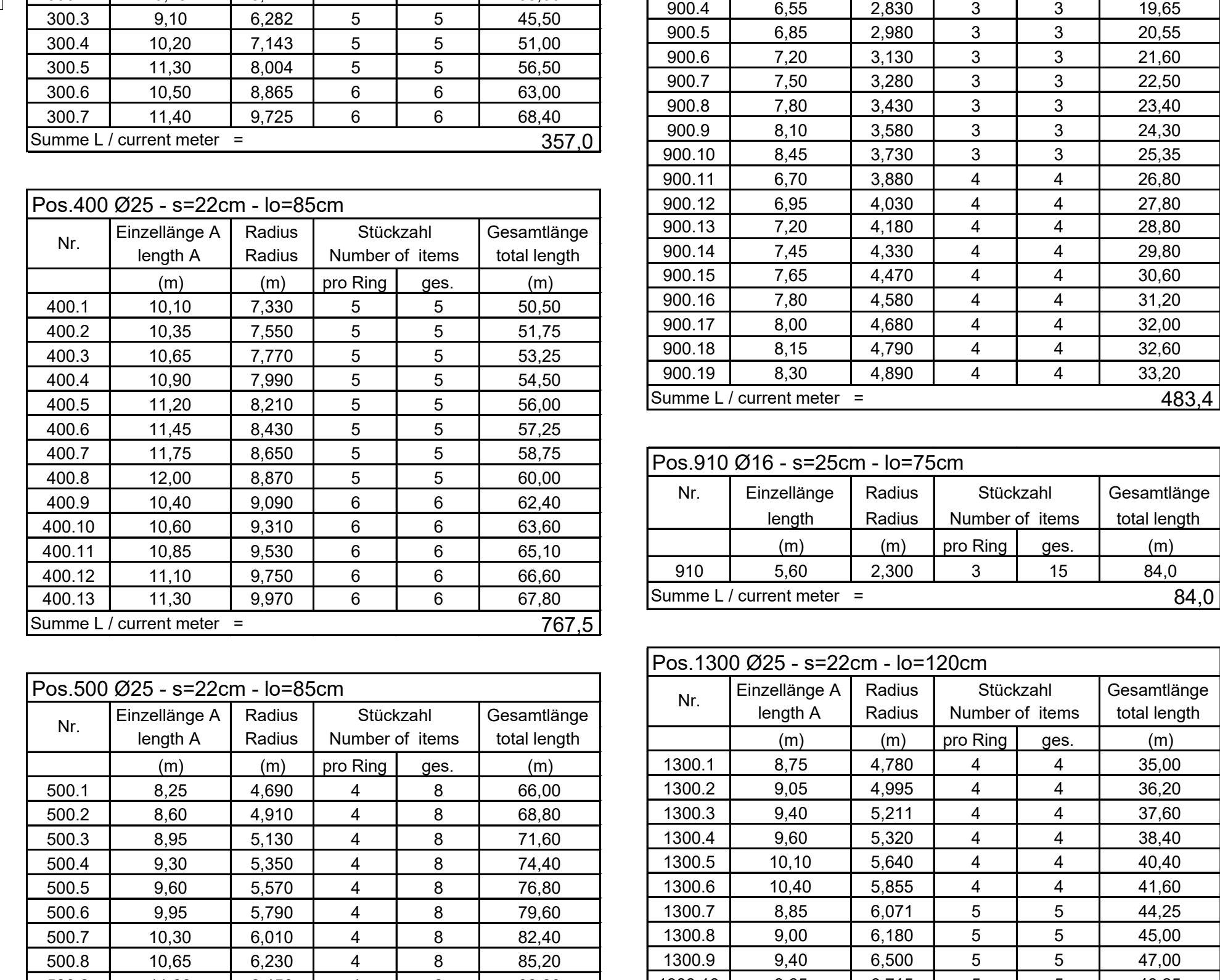
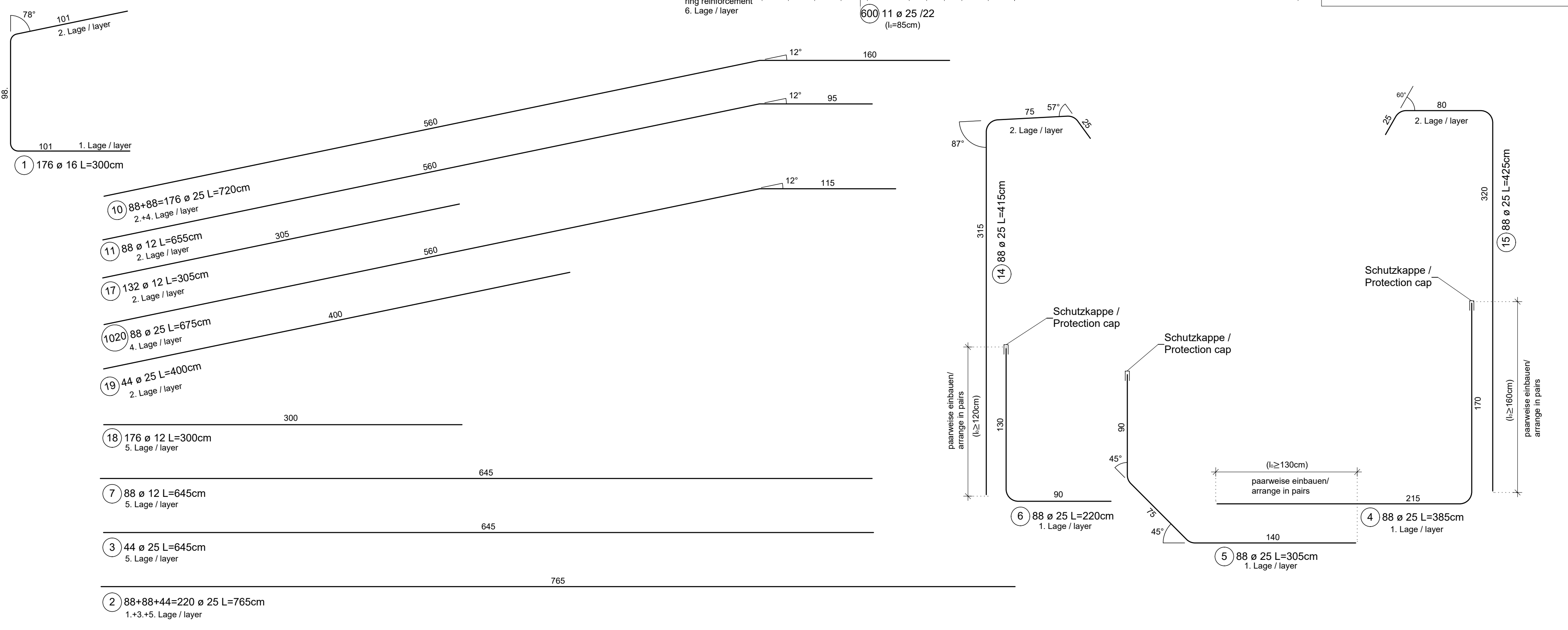
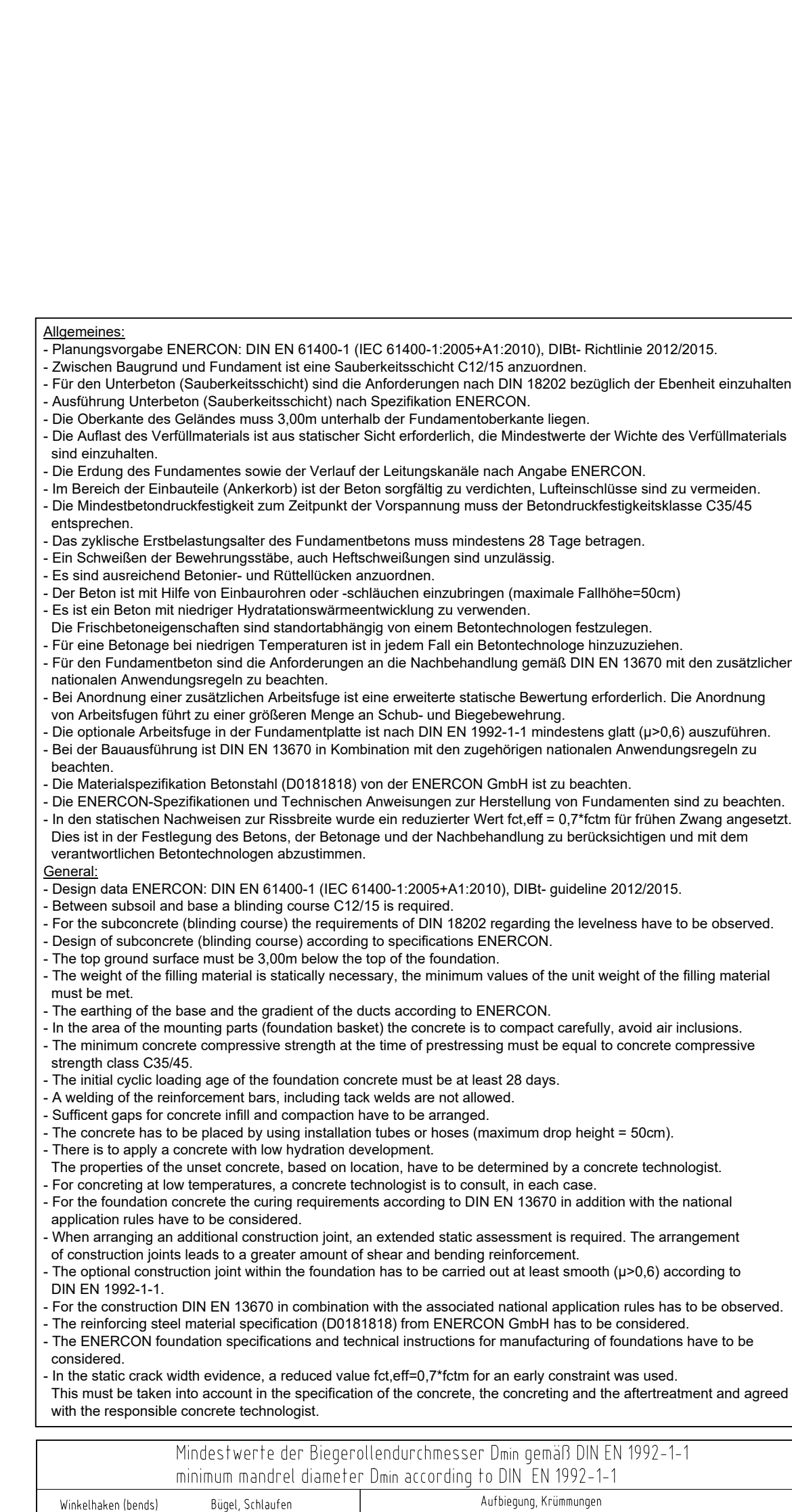
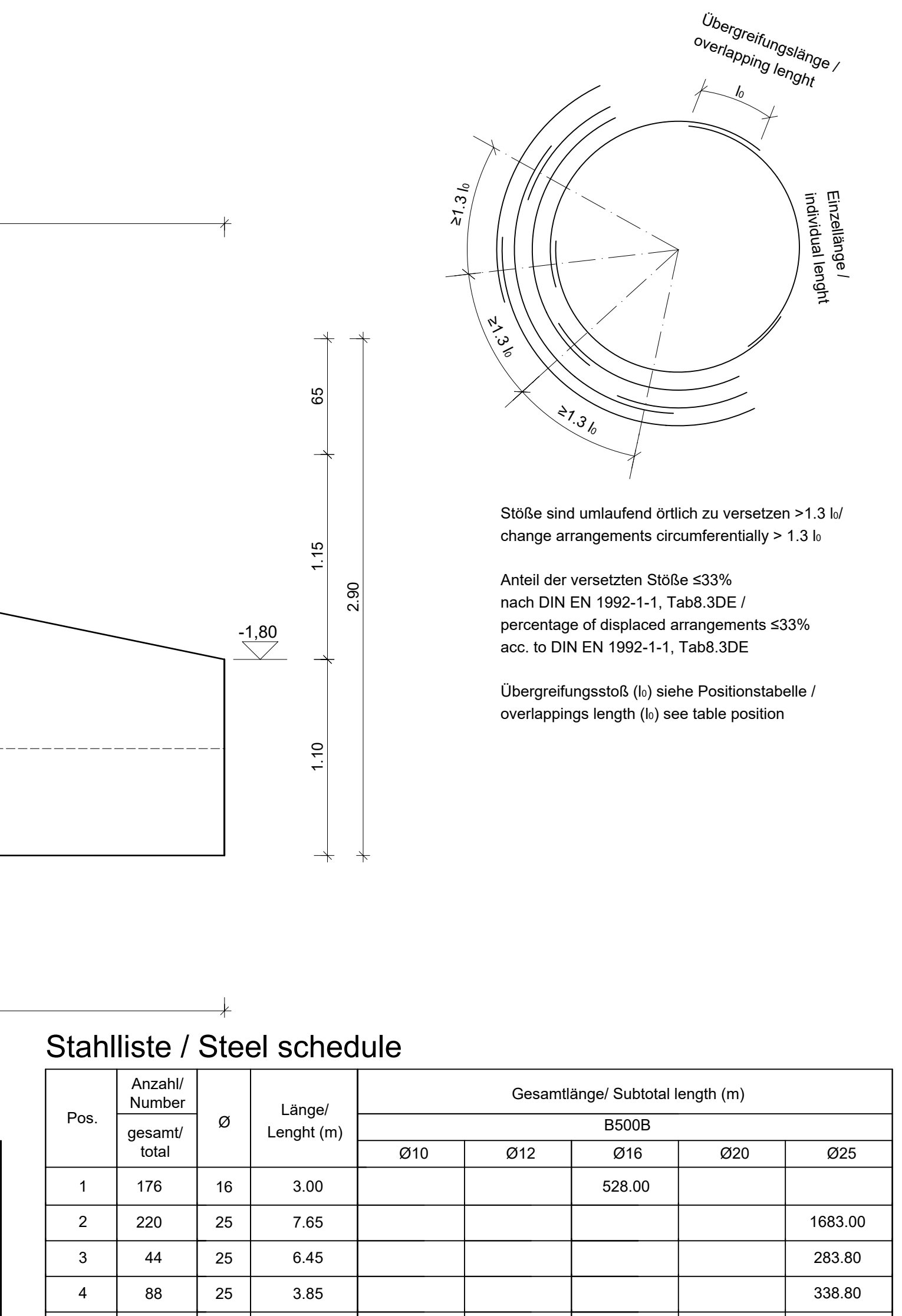
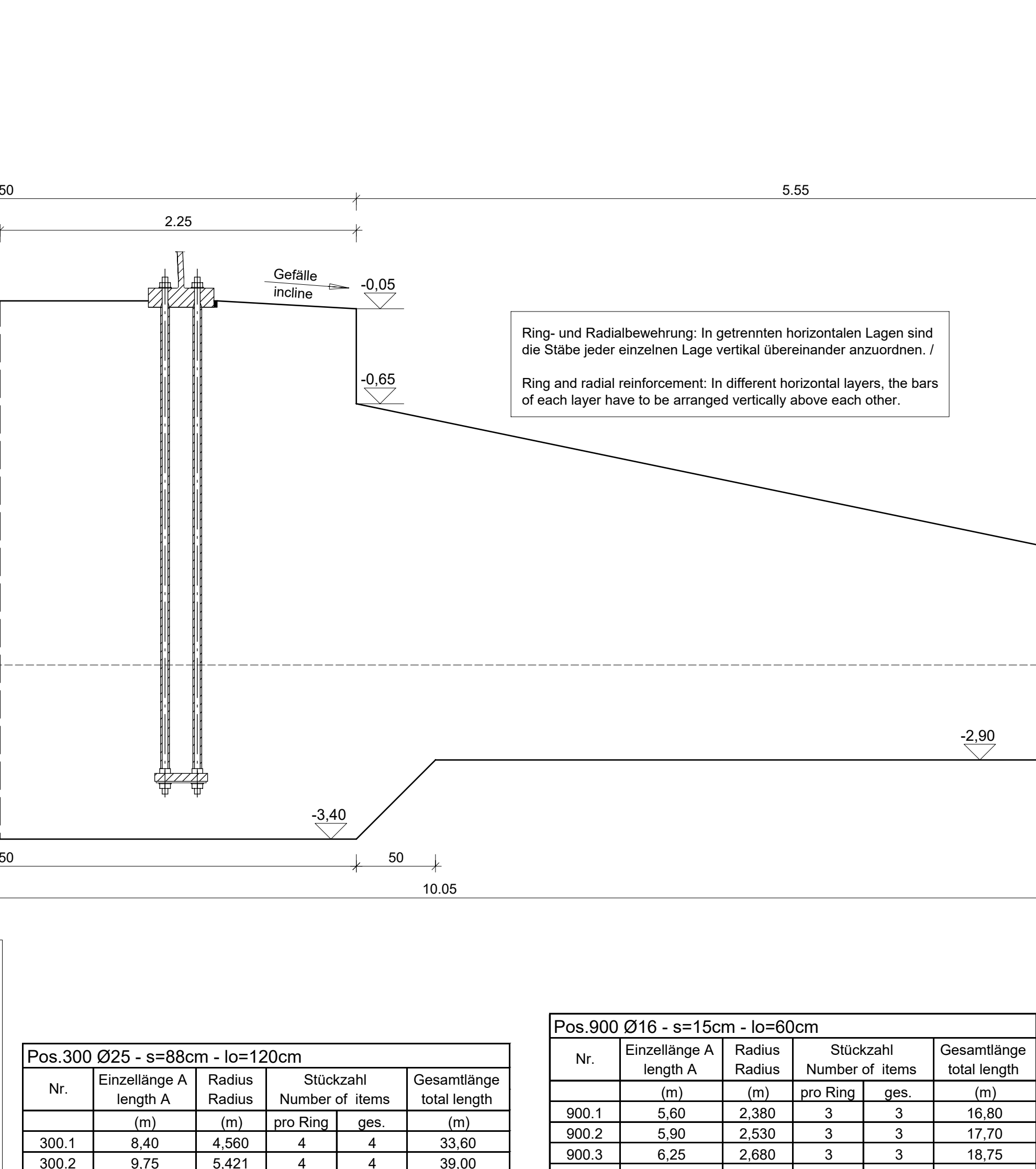
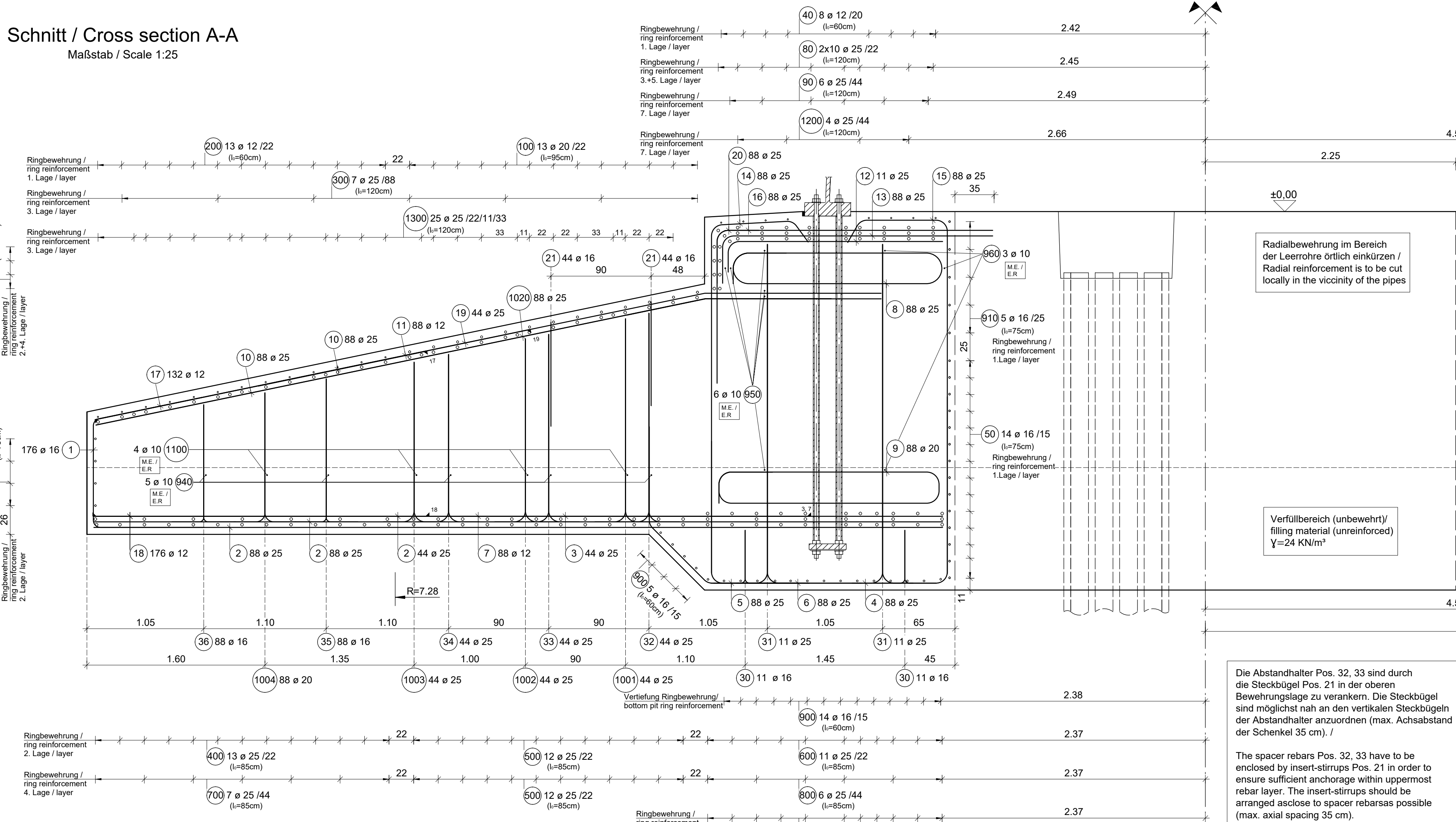
Prüfstempel / Certification Stamp
Anlage zum Prüfbescheid zur Typenprüfung
Nr.: T-7005/22-2 Rev. 0
vom 18. Nov. 2022

Standort / Location:
Planhaft / correct
Schäpfer Offshorelandfarm
Shuffling drawing cast-in-place foundation

Freigegeben / Approved:
30.09.2021 VV
30.09.2021 PB
30.09.2021 CG

Wie angezeigt / as shown
D02458324/2,0
DIN A0
E21-026 F1

Schnitt / Cross section A-A
Maßstab / Scale 1:25



Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
30	22	16	35,0	49,0	30,0	193,0	42,46
31	22	25	35,0	307,0	30,0	709,0	155,98
32	44	25	35,0	190,0	30,0	475,0	209,00
33	44	25	35,0	171,0	30,0	437,0	192,28
34	44	25	35,0	153,0	30,0	401,0	176,44
35	88	16	35,0	130,0	30,0	355,0	312,40
36	88	16	35,0	107,0	30,0	309,0	271,92

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Pos.	Anzahl Pie.	Ø [mm]	a [cm]	b [cm]	c [cm]	Einzellänge length [cm]	Gesamtlänge total length [m]
1001	44	25	35,0	185,0	30,0	465,0	204,60
1002	44	25	35,0	167,0	30,0	429,0	188,76
1003	44	25	35,0	146,0	30,0	387,0	170,28
1004	88	20	35,0	118,0	30,0	331,0	291,28

Stahlliste / Steel schedule

Pos.	Anzahl/ gesamt/ total	Ø	Länge/ Length (m)	Gesamtlänge/ Subtotal length (m)
1	176	16	3,00	528,00
2	220	25	7,65	1683,00
3	44	25	6,45	283,80
4	88	25	3,85	338,80
5	88	25	3,05	268,40
6	88	25	2,20	193,60
7	88	12	6,45	567,60
8	88	25	5,20	457,60
9	88	20	5,40	475,20
10	176	25	7,20	1267,20
11	88	12	6,55	576,40
12	11	25	2,25	24,75
13	88	25	2,90	255,20
14	88	25	4,15	365,20
15	88	25	4,25	374,00
16	88	25	3,00	264,00
17	132	12	3,05	402,60
18	176	12	3,00	528,00
19	44	25	4,00	176,00
20	88	25	1,80	158,40
21	88	16	2,25	198,00
30	22	16	1,93	42,46
31	22	25	7,09	155,98
32	44	25	4,75	209,00
33	44	25	4,37	192,28
34	44	25	4,01	176,44
35	88	16	3,55	312,40
36	88	16	3,09	271,92
40	8	12	18,20	145,60
50	14	16	18,20	254,80
60	8	25	18,20	145,60
70	4	16	18,20	72,80
80	20	25	18,20	364,00
90	6	25	18,20	109,20
100	13	20	18,20	236,60
200	13	12	18,20	236,60
300	7	25	18,20	127,40
400	13	25	18,20	236,60
500	24	25	18,20	436,80
600	22	25	18,20	399,20
700	7	25	18,20	127,40
800	6	25	18,20	109,20
900	19	16	18,20	345,80
910	5	16	18,20	91,00
940	5	10	18,20	91,00
950	6	10	18,20	109,20
960	3	10	18,20	54,60
Gesamtliche Durchmesser/ Length acc. to diameters (m)			456,20	3013,00
Gesamtliche Masse (kg/m)			0,617	0,888
Gesamtliche Masse (kg/m)			281,48	2675,54
Gesamtliche Masse (kg/m)			5150,74	42227,76

17	132	12	3.05	402.60		
18	176	12	3.00	528.00		
19	44	25	4.00			176.00
20	88	25	1.80			158.40
21	88	16	2.25	198.00		
30	22	16	1.93	42.48		
31	22	25	7.09			155.98
32	44	25	4.75			209.00
33	44	25	4.37			192.28
34	44	25	4.01			176.44
35	88	16	3.55	312.40		
36	88	16	3.09	271.92		
40	8	12	lfdM	187.20		
50	14	16	lfdM	235.20		
60	8	25	lfdM			259.20
70	4	16	lfdM	268.80		
80	20	25	lfdM			516.00

Draufsicht Fundament / Top view foundation

Maßstab / Scale 1:25

III

Abschnittsweise dargestellte Bewehrung ist über 360° umlaufend zu verlegen. / The shown reinforcement in sections has to be arranged circumferential over 360°.

Obere Bewehrung ist für Betonieröffnungen örtlich zu versetzen / upper reinforcement to displace local for concrete openings.

Betonieröffnungen b/h=20/20cm maximaler Abstand e=1,50m / concrete openings b/h=20/20cm maximum distance e=1,50m

Obere Bewehrung im Bereich der Ankerstangen örtlich zu versetzen / upper reinforcement to displace local in the anchor rods area.

Radialbewehrung im Bereich der Leerrohre örtlich einkürzen / Radial reinforcement is to be cut locally in the vicinity of the pipes

Verfüllbereich (unbewehrt) / filling material (unreinforced) Y=24 KN/m²

Pos. 8,9,12,13,16 sind in gleichen Raster übereinander anzuordnen. / Pos. 8,9,12,13,16 have to be arranged in the same catch above each other.

Obere Bewehrung Sockel / Top reinforcement plinth

Schubbewehrung und Montagebewehrung / Shear reinforcement and erection reinforcement

Untere Bewehrung / Bottom reinforcement

Obere Bewehrung / Top reinforcement

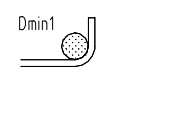
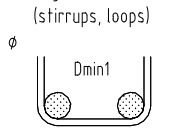
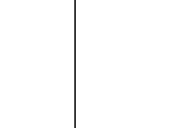
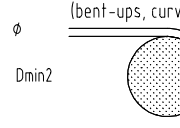
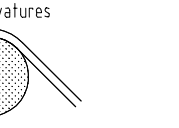
Stöße sind umlaufend örtlich zu versetzen > 1.3 l / change arrangements circumferentially > 1.3 l

Anteil der versetzten Stöße < 33% nach DIN EN 1992-1-1, Tab. 8.3DE / percentage of displaced arrangements < 33% acc. to DIN EN 1992-1-1, Tab. 8.3DE

Übergreifungsstoß (l) siehe Positionstabelle / overlapping length (l) see table position

Allgemeines:
Planungsgrundlage ENERCON DIN EN 61400-1 (IEC 61400-1:2005+A1:2010), DBI-Richtlinie 2012/2015.
Zweites Baugrund und Fundament ist eine Sauberkeitsschicht C12/15 anzuordnen.
Für den Unterbau (Sauberkeitsschicht) sind die Anforderungen nach DIN 18202 bezüglich der Ebenheit einzuhalten.
Ausführung Unterbau (Sauberkeitsschicht) nach Spezifikation ENERCON.
Die Oberseite des Gebäudes muss 3,00m unterhalb der Fundamentoberkante liegen.
Die Auflast des Verfüllmaterials ist aus statischer Sicht erforderlich, die Mindestwerte der Wichte des Verfüllmaterials sind anzuordnen.
Die Gründung des Fundamentes sowie der Verlauf der Leerrohrkanäle nach Angabe ENERCON.
Im Bereich der Einbauebene (Ankerstange) ist der Beton sorgfältig zu verdichten. Luftblöschungen sind zu vermeiden.
Die Mindestbetondeckung ist aus statischer Sicht erforderlich, die Mindestwerte der Wichte des Verfüllmaterials sind anzuordnen.
Das zyklische Einbelastungsgesamte des Fundamentes muss mindestens 28 Tage betragen.
Ein Schneiden der Bewehrungsstäbe, auch Hefbewehrungen sind unzulässig.
Der Beton ist mit Hilfe von Einbauebenen oder -vorrichtungen einzubringen (maximale Fallhöhe=50cm).
Es sind ausreichende Betonier- und Rüttelrücken anzuordnen.
Es ist ein Beton mit niedriger Hydratationswärmeeinwirkung zu verwenden.
Die Frischbetoneigenschaften sind standortabhängig von einem Betontechnologen festzustellen.
Für eine Betonage bei niedrigen Temperaturen ist in jedem Fall ein Betontechnologie hinzuzusetzen.
Für den Fundamentbau sind die Anforderungen an die Nachbehandlung gemäß DIN EN 12670 mit den zusätzlichen nationalen Anwendungsregeln zu beachten.
Bei Anordnung einer zusätzlichen Ankerstange ist eine anerkannte statische Bewehrung erforderlich. Die Ankerstange von der Unterseite führt zu einer größeren Menge an Schutz- und Bewehrung.
Die optimale Ankerstange in der Fundamentplatte ist nach DIN EN 1992-1-1 mindestens 600 (p=0,6) auszuführen.
Bei der Bewehrung ist DIN EN 13670 in Kombination mit den zugehörigen nationalen Anwendungsregeln zu beachten.
Die Mindestspezifikation Betonstahl (DIN EN 10080) von der ENERCON GmbH ist zu beachten.
Die ENERCON-Spezifikationen und Technischen Anweisungen zur Herstellung von Fundamenten sind zu beachten.
In der statischen Nachweise zur Risikoprüfung wurde ein reduzierter Wert für die Frischbeton zugewandt.
Dies ist in der Festlegung des Betons, der Beträge und der Nachbehandlung zu berücksichtigen und mit dem verantwortlichen Betontechnologen abzusprechen.

Gesamtheit:
Design nach ENERCON DIN EN 61400-1 (IEC 61400-1:2005+A1:2010), DBI-Richtlinie 2012/2015.
Between subsoil and base a binding course C12/15 is required.
For the substructure (binding course) the requirements of DIN 18202 regarding the levelness have to be observed.
Design of substructure (binding course) according to specifications ENERCON.
The top ground surface must be 3.00m below the top of the foundation.
The weight of the filling material is statically necessary, the minimum values of the unit weight of the filling material must be met.
The setting of the base and the gradient of the ducts according to ENERCON.
In the area of the mounting parts (foundation basket) the concrete is to be compacted carefully, avoid air inclusions.
The minimum concrete compressive strength has to be carried out at least 28 days.
The initial cyclic loading age of the foundation concrete must be at least 28 days.
A welding of the reinforcement bars, including tack welds are not allowed.
Sufficient gaps for concrete fill and compaction have to be observed.
The concrete has to be placed by using installation tubes or hoses (maximum drop height = 50cm).
There is to apply a concrete with low hydration heat development.
The properties of the used concrete, based on location, have to be determined by a concrete technologist.
For concreting at low temperatures, a concrete technologist is to consult, in each case.
For the foundation concrete the curing requirements according to DIN EN 12670 in addition with the national application rules have to be considered.
When arranging an additional construction joint, an extended static assessment is required. The arrangement of construction joints leads to a greater amount of shear and bending reinforcement.
The optimal construction joint within the foundation has to be carried out at least 600mm (p=0,6) according to DIN EN 1992-1-1.
For the construction DIN EN 13670 in combination with the associated national application rules has to be observed.
The reinforcing steel material specification (DIN EN 10080) from ENERCON GmbH has to be considered.
The ENERCON foundation specifications and technical instructions for manufacturing of foundations have to be considered.
In the static crack width resistance, a reduced value for early shrinkage was used.
This must be taken into account in the specification of the concrete, the concreting and the after-treatment and agreed with the responsible concrete technologist.

Mindestwerte der Biegehaltdurchmesser d_{min} gemäß DIN EN 1992-1-1 minimum bending diameter d_{min} according to DIN EN 1992-1-1				
Mindestwerte (bowl)	Mindestwerte (bowl)	Mindestwerte (bowl)	Mindestwerte (bowl)	Mindestwerte (bowl)
				
$d_{min} = 48 \text{ mm}$ and $d_{min} \geq 10 \text{ mm}$	$d_{min} = 48 \text{ mm}$ and $d_{min} \geq 10 \text{ mm}$	$d_{min} = 48 \text{ mm}$ and $d_{min} \geq 10 \text{ mm}$	$d_{min} = 48 \text{ mm}$ and $d_{min} \geq 10 \text{ mm}$	$d_{min} = 48 \text{ mm}$ and $d_{min} \geq 10 \text{ mm}$

Angaben entsprechen DIN EN 206-1 und DIN EN 1992-1-1
specification according to DIN EN 206-1 and DIN EN 1992-1-1

Kreisfundament circle foundation					
Bauart element	Beton concrete	Betonstahl reinforcement steel	Überwachungskategorie monitoring class	Feuchtigkeitsklasse humidity class	Betonmenge concrete quantity (m³)
Fundament Foundation	C35/45	B 500B	UK2	WF	625.12
Expositionskategorie exposure class	außen / external	innen / internal	innen / internal	XC3	---



Betondeckung / concrete cover		
Vorhanden / absence	8 oder	15 mm
Mindestwert Vorhanden Bewehrungstiefe	innen internal	40 mm
	außen external	50 mm
normale dimension of reinforcement layer	außen / external	50 mm

Besondere Anforderungen / special requirements	
Größtkorn im Bereich der unteren und oberen Bewehrungslagen und im Bereich der Ankerstangen normal value of maximum grain size aggregates by bottom and upper reinforcement layer and in the foundation basket	16 mm
Größtkorn im restlichen Fundamentbereich normal value of maximum grain size aggregates in the other parts	32 mm
Zement mit niedriger Hydratationswärmeeinwirkung value of cement with low hydration heat	NW / (LH)
Konsistenzklasse im Bereich der Schlierenverteilung und des unteren Ankerstanges Consistency class in the area of the bottom pit and the lower anchor ring	F4 / S4
Konsistenzklasse im übrigen Fundament Consistency class in the rest of the foundation	F3 / S3
Es ist langsam erhärtendes Beton zu verwenden! Slow hardening concrete is to be used!	rd.3

Sauberkeitsschicht blinding layer				
Bauart element	Beton concrete	Betonstahl reinforcement steel	Überwachungskategorie monitoring class	Feuchtigkeitsklasse humidity class
C12/15	---	---	---	---
Expositionskategorie exposure class	außen / external	innen / internal	innen / internal	---

ENERCON-Spezifikationen / ENERCON specifications
Zugehörige statische Berechnungen / respective design calculations

Zugehörige Zeichnungen / respective drawings	
Grundriss / plan	D02421770
Bewehrungszeichnung Nr. B0008 / reinforcement drawing no. B0008	D02421771
Bewehrungszeichnung Nr. B0009 / reinforcement drawing no. B0009	D02421772
separate Statik-Berechnung / separate static calculation	D02421773
separate Statik-Berechnung / separate static calculation	D02421774
Statik-Berechnung / design calculations	E21-026 (B0008; B0009; B0010); D0210506

	
ENERCON GmbH 26605 Aurich Germany	HP Ingenieurbüro Hege & Partner 30775 Aurich

Zustimmung / approval	
2.0	Konstruktive Anpassungen
1.0	Anpassungen ENERCON
0.0	Änderungen / changes

Zustimmung / approval	
2.0	Konstruktive Anpassungen
1.0	Anpassungen ENERCON
0.0	Änderungen / changes

Zustimmung / approval	
2.0	Konstruktive Anpassungen
1.0	Anpassungen ENERCON
0.0	Änderungen / changes

Zustimmung / approval	
2.0	Konstruktive Anpassungen
1.0	Anpassungen ENERCON
0.0	Änderungen / changes

Zustimmung / approval	
2.0	Konstruktive Anpassungen
1.0	Anpassungen ENERCON
0.0	Änderungen / changes

Zustimmung / approval	
2.0	Konstruktive Anpassungen
1.0	Anpassungen ENERCON
0.0	Änderungen / changes

Technisches Datenblatt

Technical data sheet

E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01

Flachgründung
Flat Foundation

WZ S GKII (DIBt, Fassung Oktober 2012)
WK SA (IEC 61400-1, 4rd Edition, 2019)

Anlage zum Prüfbescheid zur Typenprüfung

Nr.: T-7005/22-2 Rev. 0

vom 18. Nov. 2022



Herausgeber	ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109 E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de Geschäftsführer: Momme Janssen, Jost Backhaus, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360
Urheberrechtshinweis	<p>Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.</p> <p>Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.</p> <p>Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.</p> <p>Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.</p>
Geschützte Marken	Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.
Änderungsvorbehalt	Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.
Publisher	ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Germany Phone: +49 4941 927-0 ▪ Fax: +49 4941 927-109 E-mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de Managing Directors: Momme Janssen, Jost Backhaus, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle Local court: Aurich ▪ Company registration number: HRB 411 VAT ID no.: DE 181 977 360
Copyright notice	<p>The entire content of this document is protected by copyright and – with regard to other intellectual property rights – international laws and treaties. ENERCON GmbH holds the rights in the content of this document unless another rights holder is expressly identified or obviously recognisable.</p> <p>ENERCON GmbH grants the user the right to make copies and duplicates of this document for informational purposes for its own intra-corporate use; making this document available does not grant the user any further right of use. Any other duplication, modification, dissemination, publication, circulation, surrender to third parties and/or utilisation of the contents of this document – also in part – shall require the express prior written consent of ENERCON GmbH unless any of the above is permitted by mandatory legislation.</p> <p>The user is prohibited from registering any industrial property rights in the know-how reproduced in this document, or for parts thereof.</p> <p>If and to the extent that ENERCON GmbH does not hold the rights in the content of this document, the user shall adhere to the relevant rights holder's terms of use.</p>
Registered trademarks	Any trademarks mentioned in this document are intellectual property of the respective registered trademark holders; the stipulations of the applicable trademark law are valid without restriction.
Reservation of right of modification	ENERCON GmbH reserves the right to change, improve and expand this document and the subject matter described herein at any time without prior notice, unless contractual agreements or legal requirements provide otherwise.



Dokumentinformation / Document details

Dokument-ID Document ID	D02393170/4.0		
Vermerk Note	Originaldokument Original document		
Datum Date	Sprache Language	DCC	Werk / Abteilung Plant / Department
2020-10-067	de;en	DA	WRD / Türme und Fundamente WRD / Towers and Foundations

Ergänzende Angaben / Additional notes

Angaben zum Original (ger;eng) Original document details		Angaben zur Übersetzung (--) Translation details	
Erstellt/Datum: Created/Date:	Behrms, M./ 2021-06-07	Übersetzt/Datum: Translated/Date:	
Geprüft/Datum: Checked/Date:	Villada Gonzalez, J./ 2021-06-07	Geprüft/Datum: Checked/Date:	

Revisionen / Revisions

Rev.	Datum/Date	Änderung/Change	Erstellt/Created
0	2021-06-07	Dokument erstellt Document created	MAB
1	2021-06-22	Lasten, Bodenkennwerte und die Windzone angepasst / Loads, Ground parameters and the Wind zone adjusted	JAV
2	2021-08-04	Entwurf entfernt / remove preliminary	MAB
3	2021-10-21	Stahlgewicht / Steel weight	EKA
4	2022-01-27	Stahlgewicht / Steel weight	EKA



Dieses Dokument wurde auf Anfrage bzw. für einen bestimmten Auftrag verschickt. Der Empfänger wurde nicht registriert.
Der Empfänger wird bei Änderung nicht automatisch informiert.

This document has been forwarded upon request or with regard to a specific order. The recipient has not been registered.
The recipient will not be automatically notified about any amendments.

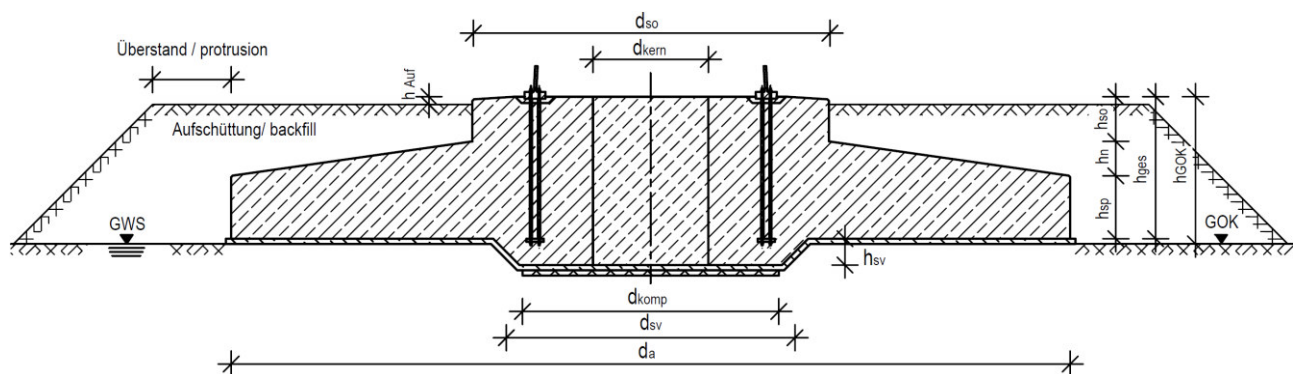
1 Allgemeine Angaben / General information

Statische Berechnung	H+P Ingenieure GmbH	Structural analysis
Flachgründung	Ø 20,10 m	Flat foundation
Dokument ID	D02190566	Document ID



2 Fundamentgeometrie / Foundation dimensions

Außendurchmesser	d_a	20,10 m	Outer diameter
Sockeldurchmesser	d_{so}	9,00 m	Base diameter
Durchmesser Fundamentkern	d_{kern}	4,50 m	Diameter of foundation core
Durchmesser kompressible Einlage	d_{komp}	9,00 m	Compressible layer diameter
Fundamenthöhe	h_{ges}	2,90 m	Foundation height
Sockelhöhe	h_{so}	0,65 m	Base height
Höhe Spornneigung	h_n	1,15 m	Spur incline height
Spornhöhe	h_{sp}	1,10 m	Spur height
Höhe OK Fundament bis OK Aufschüttung	h_{Auf}	0,15 m	Height from top of foundation to top of backfill
Höhe OK Fundament bis OK Gelände	h_{GOK}	3,00 m	Height from top of foundation to ground level
Mittlerer Durchmesser Sohlvertiefung	d_{sv}	9,50 m	Average diameter of bottom pit
Höhe Sohlvertiefung	h_{sv}	0,50 m	Height of bottom pit
Betongüte und Volumen	C 35/45	626 m ³	Concrete quality and volume
Stahlgewicht, ohne Arbeitsfuge	B 500B	51.5 t	Steel weight, without construction joint
Stahlgewicht, mit Arbeitsfuge	B 500B	62.2 t	Steel weight, with construction joint
Stahlgewicht, ohne Arbeitsfuge	B 400B	51.2 t	Steel weight, without construction joint
Stahlgewicht, mit Arbeitsfuge	B 400B	62.0 t	Steel weight, with construction joint



Maximal zulässiger Grundwasserstand (GWS)
bis zur Geländeoberkante (GOK).

The maximum permissible groundwater level
(GWS) is up to ground level (GOK).

Der erforderliche Überstand der Aufschüttung
über die Fundamentaßenkanten ist durch den
verantwortlichen Baugrundgutachter festzulegen.

The required protrusion of the backfill beyond
the outer foundation edges must be defined
by the responsible geotechnical expert.

3 Mindestdrehfedersteifigkeiten Minimum rotational spring stiffness

Für die elastische Fundamenteinspannung zwischen Fundament und Baugrund sind folgende Mindestwerte einzuhalten:

Observe the following minimum values with regard to elastic clamping between foundation and subsoil:

Min. Bodendrehfederkonstante / Min. value of rotational spring	$k_{\phi, \text{stat}} = 18750 \text{ MNm/rad}$
	$k_{\phi, \text{dyn}} = 150000 \text{ MNm/rad}$

Die erforderlichen dynamischen Steifemodule $E_{\text{oed, dyn}}$ ergeben sich für Kreisfundamente wie folgt:

The required dynamic stiffness moduli $E_{\text{oed, dyn}}$ result for circular foundations as follows:

$$E_{\text{oed, dyn}} = k_{\phi} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{r^3} \cdot \frac{(1+\nu) \cdot (1-\nu)^2}{1-\nu-2 \cdot \nu^2}$$

Unter Berücksichtigung von:

Under consideration of:

$$k_{\phi} = \frac{8 \cdot G \cdot r^3}{3 \cdot (1-\nu)}$$

G = Schubmodul / *Shear modulus* in MN/m²

r = Radius / *Radius* in m

ν = Querdehnzahl / *Poisson's ratio*

4 Zulässige Schiefstellung / Allowed misalignment

Maximal zulässige Schiefstellung infolge Baugrundsetzung in 25 Jahren, bezogen auf den Außendurchmesser:

Maximum allowed misalignment due to subsoil settlement within 25 years, related to the outer foundation diameter:

$$\Delta s \leq 3 \text{ mm/m}$$

5 Bodenpressung / Soil bearing pressure

Der anstehende Baugrund muss mindestens folgende Bodenpressung aufnehmen können:

The in-situ subsoil must be able to bear the following minimum pressure:

$$\max \sigma_k = 265 \text{ kN/m}^2$$

6 Sohlreibungswinkel / Angle of internal friction

Mindestreibungswinkel zwischen Baugrund und Fundament:

Minimum angle of internal friction between subsoil and foundation:

$$\phi = 20^\circ$$

7 Lasten an der Fundamentunterkante Loads at the bottom edge of the foundation

Die hier angegebenen F_z -Lasten enthalten ein Fundamenteigengewicht $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ sowie eine Aufschüttung $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ (Boden) im erdfeuchten Zustand.

The F_z loads specified here include a dead weight of foundation $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ and a backfill weight $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ (soil) in earth-moist condition.

7.1 Charakteristische Lastfälle / Characteristic load cases

Lastfall Load case	$(\gamma_{G,min}/\gamma_{G,max})$	F_{xy} in kN	$F_{z,min}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{z,max}$ in kN mit Auftrieb with buoyancy	M_{xy} in kNm	M_z in kNm
NTM DLC D.3	(1.00/1.00)	690	-26444	-25491	71201	-
N / T / DLC 8.2	(1.00/1.00)	940	-26444	-25491	99676	-9150
N / A / T	(1.00/1.00)	1130	-26444	-25491	116477	-9950

alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte
($\gamma_F = 1,00$)

Loads do not include partial safety factors
($\gamma_F = 1.00$)

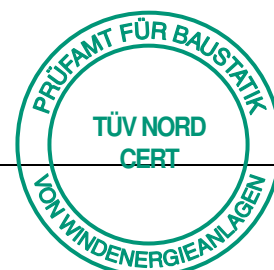
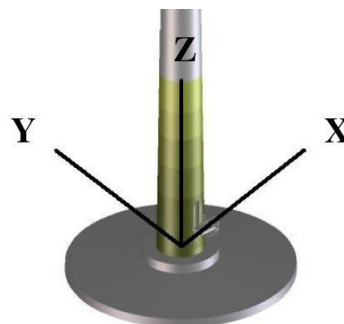
7.2 Bemessungswerte der Lastfälle / Load case design values

Lastfall Load case	$(\gamma_{G,min}/\gamma_{G,max})$	F_{xy} in kN	$F_{z,min}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{z,max}$ in kN mit Auftrieb with buoyancy	M_{xy} in kNm	M_z in kNm
N / A / T	(1.35/0.90)	1330	-34156	-22885	132857	-12350

alle Lasten inklusive Teilsicherheitsbeiwerte
($\gamma_{\text{Auftrieb}} = 1,10$)

All loads include partial safety factors
($\gamma_{\text{Buoyancy}} = 1.10$)

8 Koordinatensystem / Coordinate system



Prüfbescheid zur Typenprüfung

**Windenergieanlage E-138 EP3 E3, Rotorblatt E-138 EP3-RB-02,
Hybrid-Stahlurm E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01,
DIBt Windzone S, Geländekategorie S**

- Tiefgründung, D=16,60 m -

Prüfbescheid Nr.:	T-7005/22-3 Rev. 0
Gegenstand der Prüfung:	Standicherheit der Tiefgründung für die oben genannte Windenergieanlage gemäß DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015)
Anlagenhersteller (Antragsteller):	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland
Dokumentation:	H+P Ingenieure GmbH Kackertstraße 10 52072 Aachen Deutschland ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Deutschland
Geltungsdauer bis:	30.11.2027

Dieser Prüfbescheid wird ausschließlich dem oben genannten Anlagenhersteller bzw. Antragsteller zur Verfügung gestellt. Eine Veröffentlichung oder Verbreitung dieses Prüfbescheids ist nur nach vorheriger, schriftlicher Freigabe der TÜV NORD CERT GmbH oder des oben genannten Anlagenherstellers bzw. Antragstellers gestattet. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder Verbreitung ist nicht gestattet. Dieser Prüfbescheid gilt nur zusammen mit dem Prüfbescheid zur Typenprüfung [1.2.1].

Der Prüfbescheid umfasst 11 Seiten und 6 Anlagen, die Bestandteil dieses Prüfbescheides sind.

Revision	Datum	Änderungen
0	18.11.2022	Erstausgabe

Inhaltsverzeichnis

0	Allgemeine Bestimmungen	3
1	Dokumente	3
	1.1 Geprüfte Dokumente	3
	1.2 Dazugehörige Dokumente.....	4
2	Prüfgrundlagen	5
3	Einleitung	6
4	Beschreibung	6
	4.1 Fundament	6
	4.2 Lastannahmen	7
	4.3 Baustoffe	7
5	Prüfung	8
	5.1 Umfang und Methodik	8
	5.2 Anmerkungen zur Prüfung	8
	5.3 Ergebnisse	8
	5.4 Schnittstellen	8
6	Auflagen.....	10
7	Zusammenfassung	10

0 Allgemeine Bestimmungen

Dieser Prüfbescheid zur Typenprüfung beinhaltet als Ergänzung zum Prüfbescheid [1.2.1] die Tiefgründung des Hybrid-Stahlurms E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01.

Es gelten die Allgemeinen Bestimmungen des Prüfbescheids [1.2.1].

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

Berechnungen

- [1.1.1] H+P Ingenieure GmbH:
„STATISCHE BERECHNUNG TIEFGRÜNDUNG E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Projekt: E21-027“,
Dokument-Nr.: D02190552, Rev. 1.0, Datum: 02.02.2022

Anlagen zum Prüfbescheid zur Typenprüfung

Zeichnungen

- [1.1.2] H+P Ingenieure GmbH:
„Turmtyp: E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Planinhalt: Schalplan Übersicht Variante A: 30-x Ortbetonrammpfähle mit Ø51cm Tiefgründung (Tg) Projekt-Nr.: E21-027 Df“,
Zeichnungs-Nr.: D02421795, Rev. 1.0, Datum: 04.02.2022
- [1.1.3] H+P Ingenieure GmbH:
„Turmtyp: E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Planinhalt: Schalplan Übersicht Variante B: 24x Ortbetonrammpfähle mit Ø=56cm Tiefgründung (Tg) Projekt-Nr.: E21-027 Df“,
Zeichnungs-Nr.: D02421796, Rev. 1.0, Datum: 04.02.2022
- [1.1.4] H+P Ingenieure GmbH:
„Turmtyp: E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Planinhalt: Schalplan Übersicht Variante C: 14x Bohrpfähle mit Ø=100cm Tiefgründung (Tg) Projekt-Nr.: E21-027 Df“,
Zeichnungs-Nr.: D02421797, Rev. 1.0, Datum: 04.02.2022
- [1.1.5] H+P Ingenieure GmbH:
„Turmtyp: E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Planinhalt: Bewehrungsplan 1 Ortbetonfundament Tiefgründung (Tg) Projekt-Nr.: E21-027 Df“,
Zeichnungs-Nr.: D02421805, Rev. 1.0, Datum: 04.02.2022

[1.1.6] H+P Ingenieure GmbH:

„Turmtyp: E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Planinhalt: Bewehrungsplan 2 Ort-
betonfundament Tiefgründung (Tg) Projekt-Nr.: E21-027 Df“,
Zeichnungs-Nr.: D02421806, Rev. 1.0, Datum: 04.02.2022

Spezifikationen

[1.1.7] ENERCON GmbH:

„Technisches Datenblatt E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Tiefgründung WZ S
GKII (DiBt, Fassung Oktober 2012)“,
Dokument-Nr.: D02411880, Rev. 3, Datum: 10.02.2022

1.2 Dazugehörige Dokumente

Turm

[1.2.1] TÜV NORD CERT GmbH:

„Prüfbescheid zur Typenprüfung Windenergieanlage E-138 EP3 E3, Rotorblatt
E-138 EP3-RB-02, DiBt Windzone S, Geländekategorie S
- Hybrid-Stahlurm E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 -“,
Prüfbescheid Nr.: T-7005/22-1 Rev. 0, Datum: 18.11.2022

[1.2.2] ENERCON GmbH:

„Bauvorlage E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Fundamentlasten“,
Dokument-Nr.: D02378600, Rev. 2.2, Datum: 29.07.2021

[1.2.3] ENERCON GmbH:

„Bauvorlage Fundamentkorb E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01“,
Dokument-Nr.: D02402550, Rev. 2.1, Datum: 29.07.2021

[1.2.4] ENERCON GmbH:

„E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 Fundamentkorb“,
Zeichnungs-Nr.: D02434516, Rev. 0.0, Datum: 05.08.2021

[1.2.5] H+P Ingenieure GmbH:

„Spannanweisung Fundamentkorb ENERCON E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-
01 Bauteil: Fundamentkorb“,
Dokument-Nr.: D02437082, Rev. 1.1, Datum: 30.05.2022

Spezifikationen

[1.2.6] ENERCON GmbH:

„Hinweise zur Bauausführung Turmtypen: E-XX EX/XX/XX/XX/XX &
E-XX EX/XX/XX/XX/XX Für alle Fundamenttypen“,
Dokument-Nr.: D0748193, Rev. 0a, Datum: 12.09.2018

- [1.2.7] ENERCON GmbH:
„Materialspezifikation Betonstahl“,
Dokument-Nr.: D0181818, Rev. 2, Datum: 22.05.2017

Prüfung der Auslegungsanforderungen der DIN EN 61400-1:2011-08

- [1.2.8] ENERCON GmbH:
„Stellungnahme Verwendbarkeit IEC ed.3 anstatt IEC ed.4 für ENERCON
WEA“,
Dokument-Nr.: D02759428, Rev. 0.0, Datum: 06.09.2022
- [1.2.9] TÜV NORD CERT GmbH:
„Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E3 IEC 61400-1
Ed. 3 - Diverse Komponenten -“,
TÜV NORD Bericht Nr.: 8119616205-100 D II Rev. 0, Datum: 14.11.2022

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik - DIBt:
„Richtlinie für Windenergieanlagen, Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, korrigierte Fassung, 03.2015
- [2.2] DIN EN 61400-1:2011-08:
„Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2005 + A1:2010); Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010“
- [2.3] DIN EN 1992-1-1:2011-01 + A1:2015-03 + DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + NA/A1:2015-12: „Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau“
- [2.4] DIN EN 1997-1:2009-09 + DIN EN 1997-1/NA:2010-12:
„Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln“
- [2.5] DIN 1054:2010-12 + A1:2012-08 + A2:2015-11:
„Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“
- [2.6] DIN EN 1998-1:2010-12 + DIN EN 1998-1/NA:2011-01:
„Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten“
- [2.7] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton:
„Ermüdungsfestigkeit von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen mit Erläuterungen zu den Nachweisen gemäß CEB-FIB Model Code 1990“, DAfStb Heft 439, 1994

- [2.8] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton:
„Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2)“, DAFStb Heft 600, 2012
- [2.9] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton:
„Massige Bauteile aus Beton“, 2010-04

3 Einleitung

Gegenstand dieses Prüfbescheids ist die Typenprüfung einer Tiefgründung, welche nach der DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015) ausgelegt wurde.

4 Beschreibung

4.1 Fundament

Das Fundament dient zur Aufnahme des Hybrid-Stahlurms E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01, welcher in [1.2.1] geprüft wurde.

Das Kreisfundament weist einen Außendurchmesser von 16,60 m auf und ist für die folgenden Pfahlvarianten ausgelegt:

Variante A: 30 Ortbetonrammpfähle mit Ø 51 cm

Variante B: 24 Ortbetonrammpfähle mit Ø 56 cm

Variante C: 14 Bohrpfähle mit Ø 100 cm

Unterhalb des Sockels befindet sich eine 50 cm dicke Fundamentvertiefung. Die Gesamthöhe des Sockels inkl. der Vertiefung beträgt 3,40 m. Die Fundamentsohle, bzw. die Oberkante der Fundamentvertiefung, liegt wegen der Sauberkeitsschicht 10 cm über der Oberkante des umgebenden Geländes.

Der Turm ist über einen Ankerkorb mit dem Fundament verbunden.

Weitere Details können den Schalplänen [1.1.2] bis [1.1.4] und dem Fundamentdatenblatt [1.1.7] (siehe Abschnitt 1.1) entnommen werden.

Die folgende Anlagenkonfiguration wurde bei der Prüfung des Fundaments berücksichtigt:

Nr.	WEA Bezeichnung	Nabenhöhe	Max. Nennleistung	Rotorblatt	Windzone (DIBt 2012)	Geländekategorie	Fundamentnachweise
1	E-138 EP3 E3	110,396 m	4260 kW	E-138 EP3-RB-02	WZ S	GK S	[1.1.1]

Tabelle 4.1: Geprüfte Konfiguration für Fundamentnachweise

4.2 Lastannahmen

Die angesetzten Turmfußlasten decken folgende Konfiguration ab und sind in den aufgelisteten Dokumenten spezifiziert und geprüft worden:

Nr.	WEA Bezeichnung	Naben- höhe	Max. Nenn- leistung	Rotor- blatt	Windzone (DIBt 2012)	Gelände- kategorie	spezifi- ziert in	geprüft in
1	E-138 EP3 E3	110,396 m	4260 kW	E-138 EP3- RB-02	WZ S	GK S	[1.2.2]	[1.2.1]

Tabelle 4.2: Lastannahmen

Die Auslegungslebensdauer beträgt 25 Jahre.

Einwirkungen aus Erdbeben wurden berücksichtigt (s. [1.2.1]).

Zur Erfassung von Herstellungs- und Montageungenauigkeiten, Einflüssen aus einseitiger Sonneneinstrahlung und ungleichmäßiger Fundamentsetzung wurde eine Schiefstellung der Turmachse von 8 mm/m angenommen.

Eine Erhöhung der Turmfußmomente durch den Einfluss der statischen Bodendrehfeder $k_{\phi, \text{stat}} = 18\,750 \text{ MNm/rad}$ wurde ebenfalls berücksichtigt.

Die dynamische Bodendrehfeder wurde mit $k_{\phi, \text{dyn}} = 150\,000 \text{ MNm/rad}$ angesetzt.

Verkehrslasten im Bereich der Erdaufschüttung auf der Fundamentplatte wurden nicht berücksichtigt.

Das Fundament wurde mit und ohne Belastung aus Auftrieb berechnet. In der statischen Berechnung wurde angenommen, dass der maximale Wasserstand aus Schichten- und Oberflächenwasser oder Grundwasser 3,00 m unter der Oberkante des Fundamentsockels und somit auf Höhe des umgebenden Geländes liegt.

Die Werte der Vorspannung wurden [1.2.3] bis [1.2.5] entnommen und in [1.2.1] geprüft.

Zusätzlich zum Endzustand wurde ein Bauzustand mit Belastung aus Frischbetoneigen-gewicht nachgewiesen (s. [1.1.1]).

4.3 Baustoffe

In diesem Abschnitt werden die Hauptbaustoffe und -produkte der tragenden Bauteile aufgeführt. Weitere Details können den geprüften Anlagen (siehe Abschnitt 1.1) bzw. der Spezifikation [1.2.7] entnommen werden.

Fundamentplatte: C35/45 DIN EN 206-1, DIN 1045-2

Betonstahl: B500 DIN 488

5 Prüfung

5.1 Umfang und Methodik

Die Standsicherheitsnachweise (Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit) wurden in der eingereichten statischen Berechnung geführt und durch Vergleichsrechnung geprüft.

Die Windenergieanlage, der Turm und die Fundamente wurden zunächst mit Einwirkungen nach DIN EN IEC 61400-1 (VDE 0127-1):2019-12 ausgelegt und geprüft. Gemäß der gutachtlichen Stellungnahme [1.2.9] kann für die dort unter 1.2 aufgeführten, gutachtlichen Stellungnahmen sowie die dazugehörige Prüfung von Turm und Gründung die Erfüllung der technischen Auslegungsanforderungen der DIN EN 61400-1 Ed. 3 [2.2] ebenfalls bestätigt werden.

Die Prüfung umfasst das Fundament sowie die Beton- und Bewehrungsnachweise im Bereich der Lasteinleitung.

Der Turm, die Stahlbauteile des Ankerkorbs, die innere Tragfähigkeit der Pfähle und die geotechnischen Nachweise (inklusive der äußeren Tragfähigkeit der Pfähle) sind nicht Gegenstand dieser Prüfung.

Der Hybrid-Stahlurm und die Stahlbauteile des Ankerkorbs wurden in [1.2.1] geprüft.

Bei der Berechnung des Fundaments wurde die in den Schalplänen [1.1.2] bis [1.1.4] dargestellte, optionale Arbeitsfuge berücksichtigt.

Die Bewertung verbleibender Restsicherheiten ist nicht Bestandteil der Prüfung.

5.2 Anmerkungen zur Prüfung

Allgemeines

Für die Bemessung wurden die Teilsicherheitsbeiwerte gemäß DIBt Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korrigierte Fassung März 2015) berücksichtigt.

Die unter 1.1 aufgeführten Unterlagen sind mit einem TÜV NORD Stempel versehen.

5.3 Ergebnisse

Die geprüften Standsicherheitsnachweise sind vollständig und in statischer Hinsicht korrekt.

5.4 Schnittstellen

Turm

- 5.4.1 Es wurde überprüft, ob das Fundament die im Prüfbescheid [1.2.1] spezifizierten Anforderungen erfüllt.

- 5.4.2 Es wurde geprüft, ob die für die Beton- und Bewehrungsnachweise im Lasteinleitungsbereich angesetzten Geometrien mit den in [1.2.4] dargestellten Ankerkorb-Geometrien übereinstimmen.

Geotechnische Nachweise und Pfähle

- 5.4.3 Alle geotechnischen Nachweise inklusive der nachfolgend aufgeführten Anforderungen an den Baugrund sind durch einen Gutachter für Geotechnik für den jeweiligen Gründungsbereich nachzuweisen.
- 5.4.4 Der Baugrund und das Pfahlsystem müssen die in [1.1.7] spezifizierten Anforderungen erfüllen.
- 5.4.5 Das Pfahlsystem wurde für eine Absetztiefe von 20 m berechnet, bezogen auf die Unterkante der Fundamentplatte. Die Pfahllänge kann je nach Baugrundbeurteilung und nach den örtlichen Bohr- bzw. Rammbedingungen variieren.
- 5.4.6 Für den Nachweis der äußeren Tragfähigkeit der Pfähle sind die in [1.1.7] angegebenen Bemessungslasten zu verwenden.

Montage & Inbetriebnahme

- 5.4.7 Hinsichtlich der Vorspannung der Ankerbolzen gelten die Anforderungen des Prüfbescheids [1.2.1].
- 5.4.8 Zusätzlich zum Endzustand wurde der Montagezustand des Turms (Lastfall-Gruppe DLC 8.1/8.2/8.3) mit Gondel und Rotor vor der Aufbringung der verdichteten Bodenaufschüttung nachgewiesen (s. [1.1.2] bis [1.1.4]).

Wiederkehrende Prüfungen / Wartungen

- 5.4.9 Bei wiederkehrenden Prüfungen ist Kapitel 15 der DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen zu beachten.
- 5.4.10 Etwaige Schäden an den in Betrieb genommenen Windenergieanlagen, wie z.B. unzulässige Risse, und daraus abgeleitete Reparatur- bzw. Sanierungsmaßnahmen sind dem Prüfamts für Baustatik der TÜV NORD CERT GmbH mitzuteilen.

Weiterbetrieb

- 5.4.11 Ist nach Ablauf der Auslegungsliebensdauer ein Weiterbetrieb der Windenergieanlage geplant, so ist hierzu Kapitel 17 der DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen zu beachten.

6 Auflagen

Allgemeines

- 6.1 Die Anforderungen der in dem jeweiligen Bundesland geltenden Landesbauordnung sind zu beachten.
- 6.2 Alle Bescheinigungen und Protokolle sind vom Betreiber aufzubewahren und müssen auf Verlangen bei der zuständigen Baubehörde vorgelegt werden.

Fundament und Pfähle

- 6.3 Bei der Herstellung und Ausführung des Fundaments sind die Bestimmungen der DIN EN 13670, der DIN 1045-3 und der Spezifikation [1.2.6] zu beachten. Für den Beton sind Eignungs- und Güteprüfungen gemäß DIN 1045-2 in Verbindung mit DIN EN 206-1 durchzuführen.
- 6.4 Wegen der großen Abmessungen des Fundaments ist zur Vermeidung schädlicher Auswirkungen infolge Abbindewärme und Schwindwirkungen ein Betontechnologe hinzuzuziehen. Die Betongüten sind durch Betonprüfzeugnisse der Lieferfirmen nachzuweisen. Auf die Einhaltung der geforderten Betondeckung sowie auf die fachgerechte Verlegung der Bewehrung ist zu achten. Bei Bauteilen des Gründungskörpers, die höchstens einen halben Meter in das Erdreich hineinreichen, wurde die rechnerische Rissbreite auf 0,2 mm begrenzt, bei allen übrigen Bauteilen des Gründungskörpers auf 0,3 mm. Sollten nach dem Aushärten des Betons unzulässig breite Risse festgestellt werden, sind diese fachgerecht zu sanieren.

Anforderungen an den Baugrund

- 6.5 Die innere Tragfähigkeit der Pfähle muss für jeden Standort nachgewiesen werden. Die in [1.1.1] ermittelten und in [1.1.7] aufgeführten Pfahlbiegemomente und -querkräfte dienen lediglich der Vorbemessung und dürfen nicht für die Auslegung von Pfahlgründungen verwendet werden.
- 6.6 Die Drehfedersteifigkeit des Fundaments hängt von den Bodenkennwerten und dem Pfahlsystem ab und ist für jeden Standort zu bestätigen.

7 Zusammenfassung

Unter Berücksichtigung der zuvor genannten Schnittstellen und Auflagen erfüllt die hier geprüfte Tiefgründung die Anforderungen der DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen [2.1].

Der Prüfbescheid zur Typenprüfung gilt für die in Tabelle 4.1 aufgeführte Windenergieanlagenkonfiguration.

Alle relevanten Schnittstellen (Turm/Fundament) wurden überprüft.

Statisch relevante, konstruktive Änderungen am Fundament sind dem Prüfamts für Baustatik der TÜV NORD CERT GmbH mitzuteilen und einer Bewertung zu unterziehen. Ansonsten verliert dieser Prüfbescheid seine Gültigkeit.

Dieser Prüfbescheid gilt nur zusammen mit dem Prüfbescheid zur Typenprüfung [1.2.1].

Der Leiter

Dipl.-Ing. T. Krause



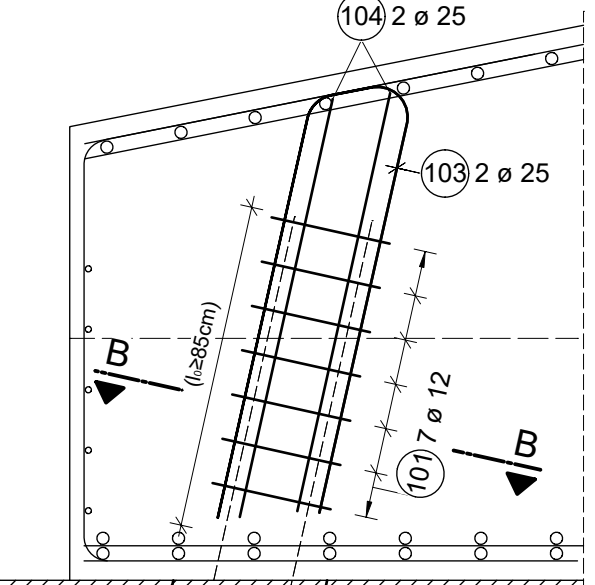
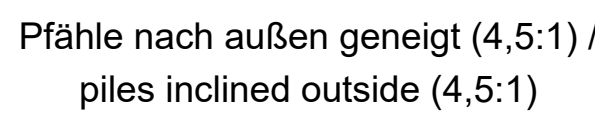
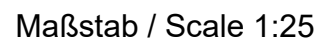
An der Prüfung beteiligt:

B.Eng. / M.Sc. P. Roycroft

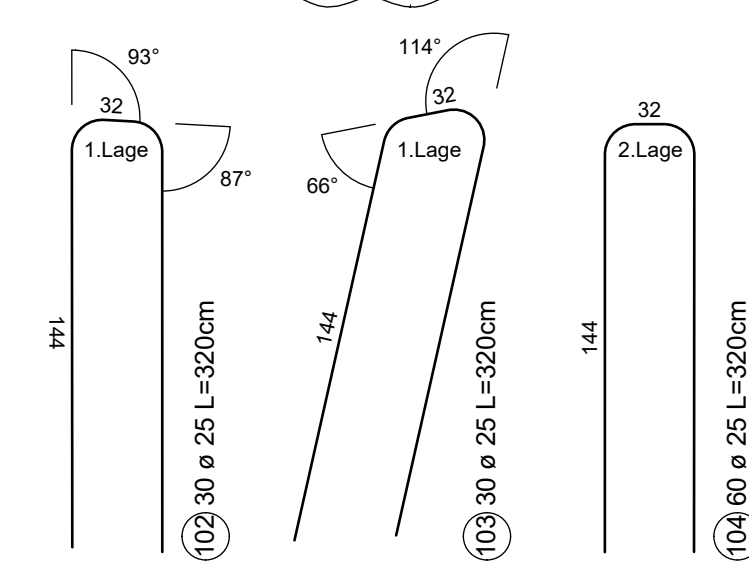
Maßstab / Scale 1:25



Maßstab / Scale 1:50



Maßstab / Scale 1:25




Pos.	Anzahl/ Number gesamt/ total	Ø	Länge/ Length (m)	Gesamtänge/ Subtotal length (m)	
				B5008/B4008 Ø12	Ø25
101	210	12	1.65	346.50	
102	30	25	3.20		96.00
103	30	25	3.20		96.00
104	60	25	3.20		192.00
Gesamtänge/je Durchmesser/ Length acc. to diameters (m)				346.50	384.00
Gewicht/ Mass (kg)				0.888	3.850
Gesamtgewicht/je Durchmesser/ Subtotal by diameter (kg)				307.69	1478.40
Total (kg)				1786.09	

Der Beton unterhalb des T-Flansches ist nur von einer Seite einzufüllen und zu verdichten, um Fehlstellen und Luft einschließen unterhalb des T-Flansches zu verhindern. In der Fuge T-Flansch zu Fundamentbeton ist ein vollflächiger und kraftschlüssiger Kontakt herzustellen. Die Betonoberfläche ist außen bis zur Oberseite des TOK-Bandes hochzuführen. /

The concrete underneath the T-flange must be filled and compacted from one side only to prevent defects and air pockets underneath the T-flange. In the joint T-flange to foundation concrete a full-surface and force fit contact must be established. The concrete surface must be elevated on the outside to the top of the TOK-Band.

Einbauteile / Cast-in Elements			
Pos	Stack / Quantity	Bezeichnung / Description	Hersteller / Manufacturer
E1	1	Fundamentkorb / foundation basket	nach Angabe ENERCON acc. to ENERCON (ZfN: D02402550)

Zugehörige Zeichnungen / respective drawings	Zugehörige technische Berechnungen / respective design calculation
Schulplan Nr. 1 / shelling drawing	D042121765, D042121796, D042121797
Bewehrungszeichnung Nr. B5008 / Reinforcement drawing nr. B5008	D042121605, D042121606
Bewehrungszeichnung Nr. B4008 / Reinforcement drawing nr. B4008	D042121511, D042121512
Separate Stabtafel B5008 / separate table for B5008	D042121607
Separate Stabtafel B4008 / separate table for B4008	D042121607
Stabtafelplan Kalkulationsaufzeichnung Variante A bis C Stabtafelplan für die Konstruktion mehrschichtiger Platten Variante A bis C Spezifikation / Specification	D042121601, D042121602
Spezifikation / Design calculations	E21-027, D042121652 (B5008/B4008)

 ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Germany	 HP Hegger + Partner HP Ingenieure GmbH (Hegger + Partner) Kickerstraße 10 52072 Aachen
--	--

-1.0	Allgemeine und konstruktive Anpassungen	04.02.2022	VV	
Index/ Index	Änderungen/ Changes	Datum/ Date	Gez. / Prep.	G R
Protokoll / Certificate Date: 				

Anlage zum Prüfbescheid zur Typenprüfung

Nr.: T-7005/22-3 Rev. 0

vom 18. Nov. 2022

Türmbau / Tower base:

PROJEKT
TÜV NORD
CERT
VORTRAG

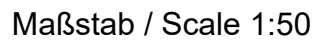
Standort / Location:

Planinhalt / content:
Schalplan Übersicht Variante A: 30-x Ort betonrammpfähle mit Ø51cm /
Shuttering drawing overview option A: 30x in-situ concrete displacement piles with Ø51cm

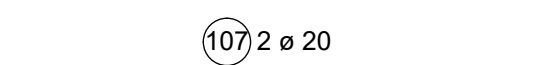
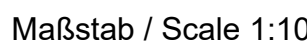
Tiefgründung (Tg) / Deep foundation (Df)		
Gezeichnet / Prepared: 05.11.2021 VV	Geprüft / Reviewed: 05.11.2021 JL	Freigegeben / Approved: 05.11.2021 CG

Maßstab / scale :	Plan-Nr. / plan no. :	Blattgröße/Sheet size:	Projekt-Nr. / project number:
wie angegeben / as shown	D02421795/1.0	DIN A0	E21_027_Df

Maßstab / Scale 1:25

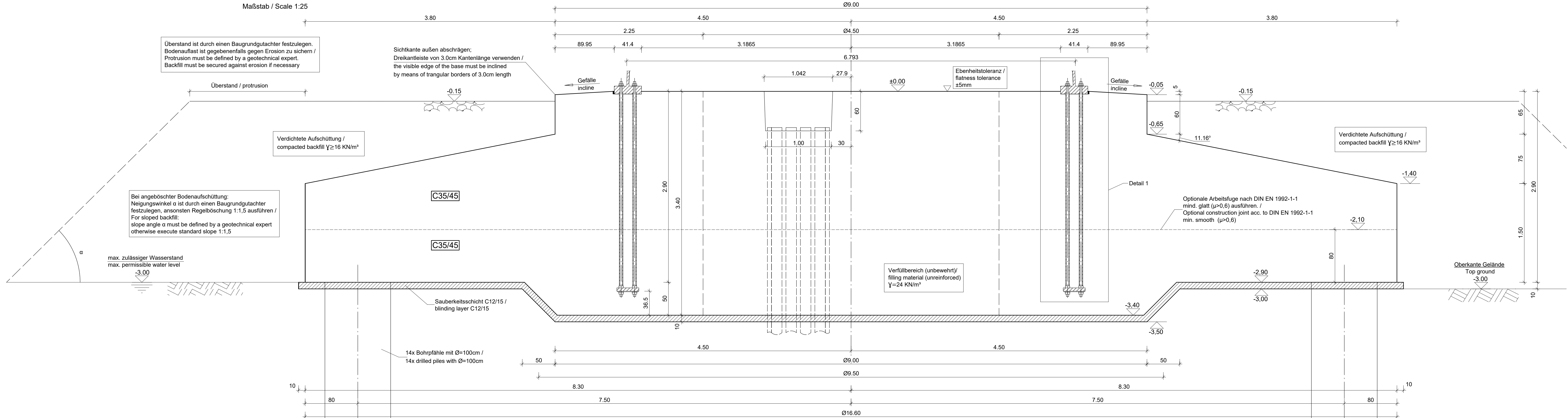


Maßstab / Scale 1:25



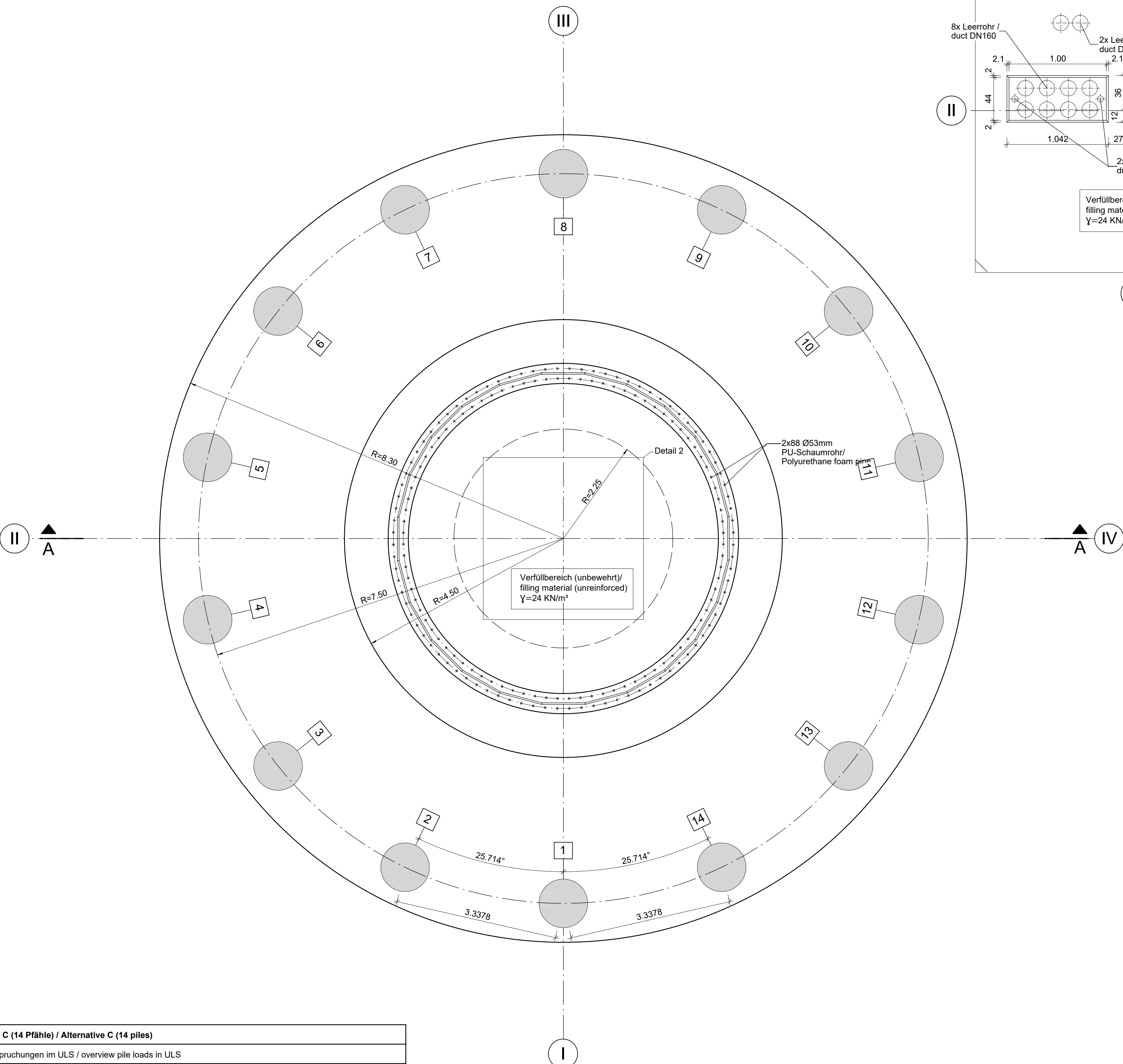
Einbauteile / Cast-in Elements			
Pos	Stack / Quantity	Bezeichnung / Description	Hersteller / Manufacturer
E1	1	Fundamentkorb / foundation basket	nach Angabe ENERCON acc. to ENERCON (ZfN: DQ2402550)

Schnitt / Cross section A-A
Maßstab / Scale 1:25

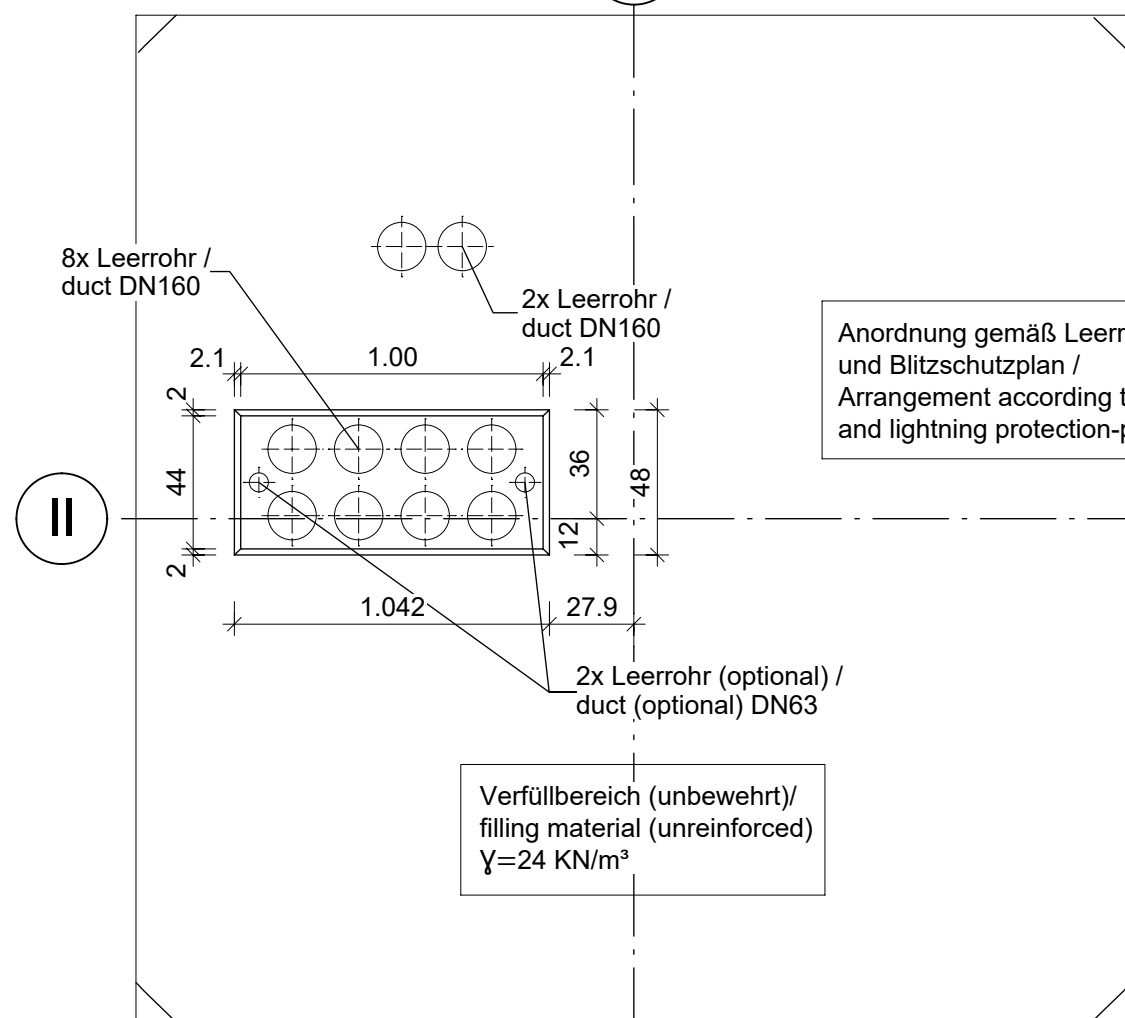


Draufsicht Fundament / Top view foundation
Variante / option C

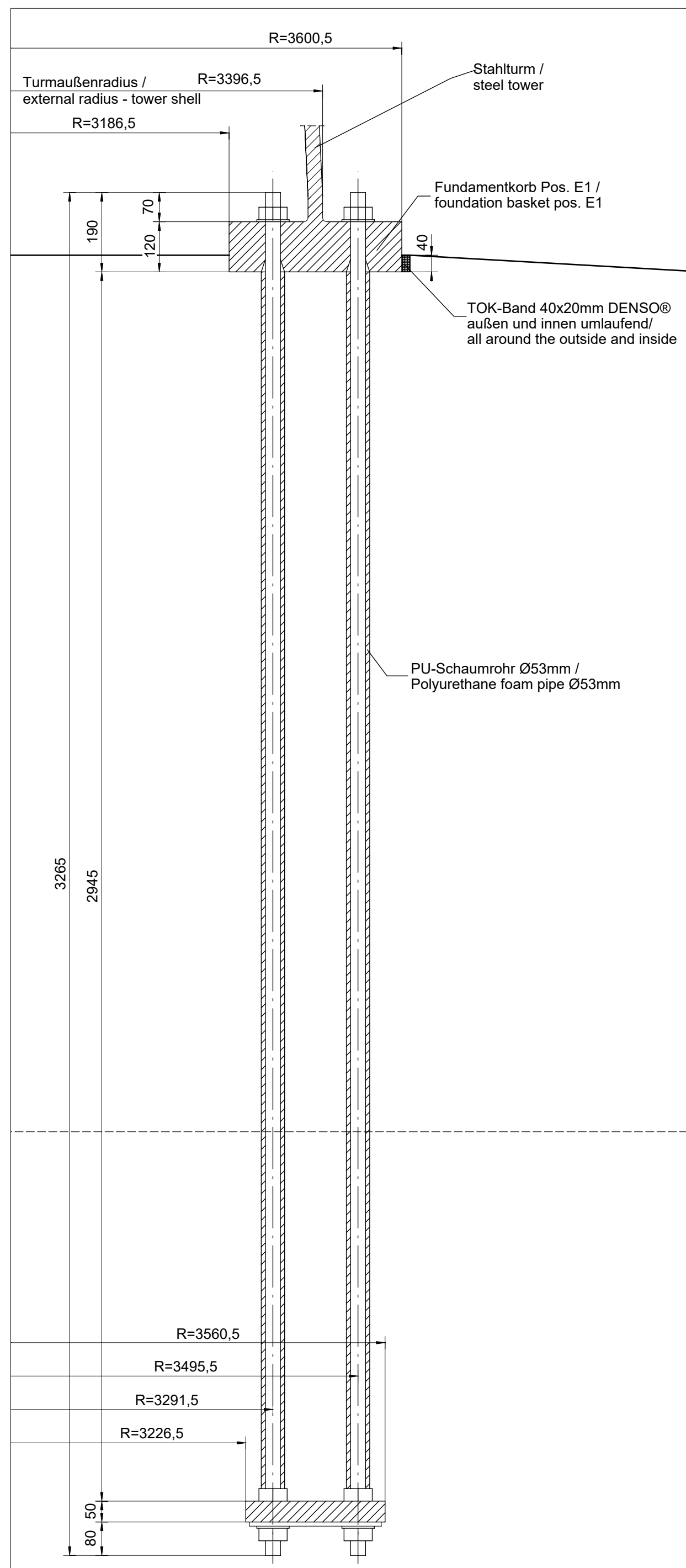
14x Bohrpfähle mit Ø=100cm /
14x drilled piles with Ø=100cm
Maßstab / Scale 1:50



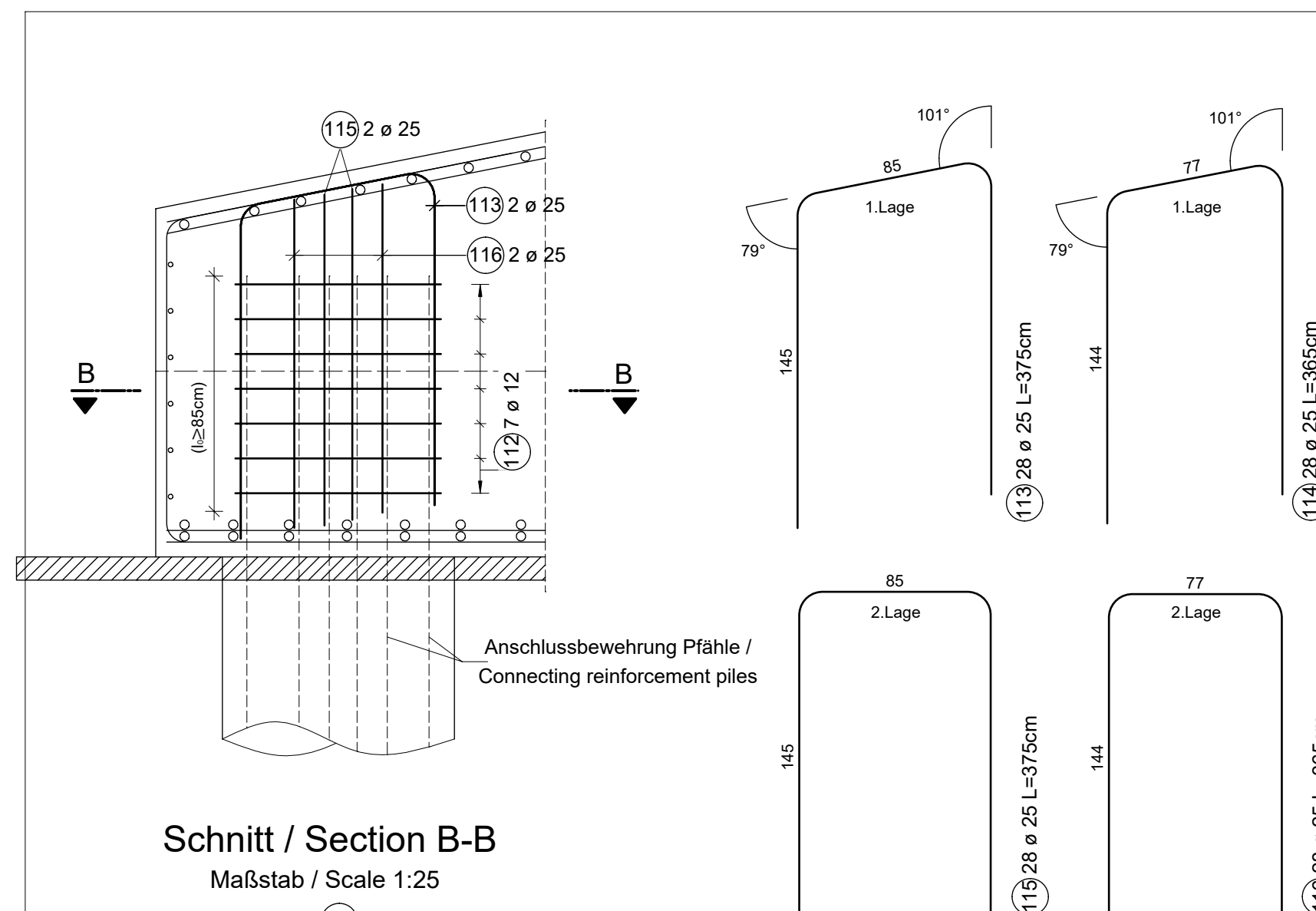
Detail 2
Maßstab / Scale 1:25
Angaben in [cm/mm]



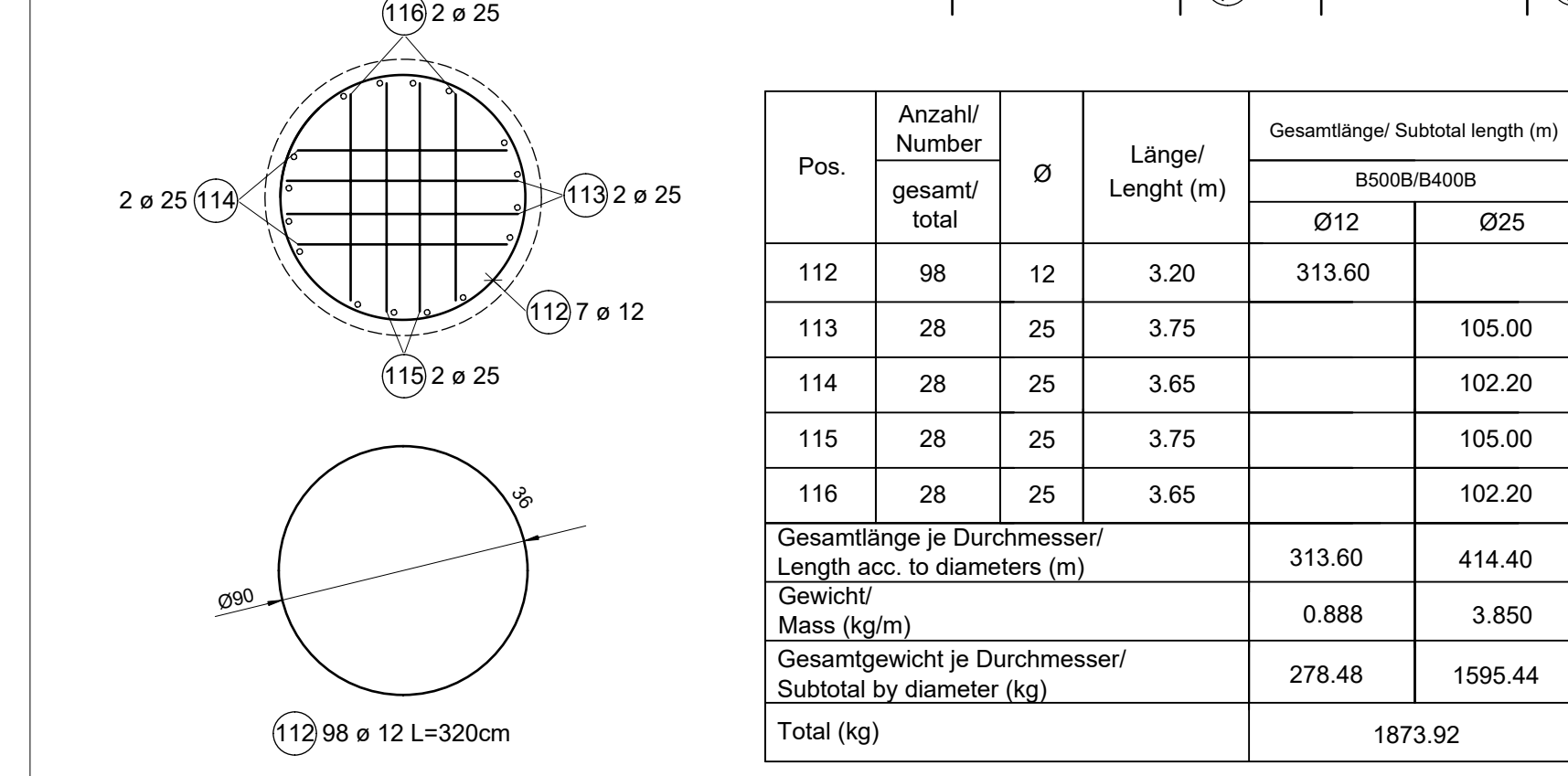
Detail 1
Maßstab / Scale 1:10
Angaben in [mm]



Exemplarische Anschlussbewehrung Pfähle /
Exemplary connecting reinforcement piles
Maßstab / Scale 1:25

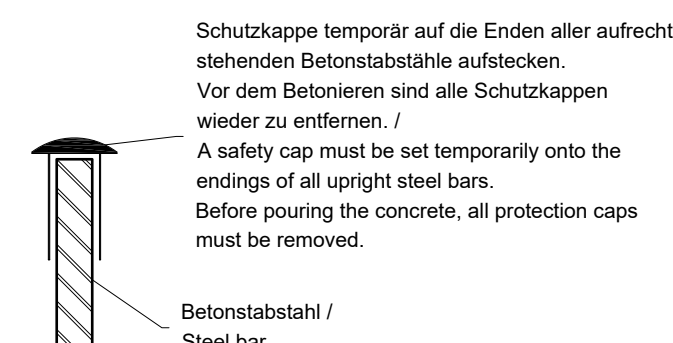


Schnitt / Section B-B
Maßstab / Scale 1:25



Pos.	Anzahl/ Number gesamt/ total	Ø	Länge/ Length (m)	Gesamtänge/ Subtotal length (m)
				800B/8400B
112	98	12	3.20	313.60
113	28	25	3.75	105.00
114	28	25	3.65	102.20
115	28	25	3.75	105.00
116	28	25	3.65	102.20
Gesamtänge je Durchmesser/ Length acc. to diameters (m)				313.60
Gewicht/ Mass (kg/m)				0.888
Gesamtgewicht je Durchmesser/ Subtotal by diameter (kg)				278.48
Total (kg)				1873.92

Detail
Schutzkappe / protection cap



Der Beton unterhalb des T-Flansches ist nur von einer Seite einzufüllen und zu verdichten, um Fehlstellen und Lufteinschlüsse unterhalb des T-Flansches zu verhindern. In der Fuge T-Flansch zu Fundamentbeton ist ein vollständiger und kraftschlüssiger Kontakt herzustellen. Die Betonoberfläche ist außen bis zur Oberseite des TOK-Bandes hochzuführen.

The concrete underneath the T-flange must be filled and compacted from one side only to prevent defects and air pockets underneath the T-flange to foundation concrete a full-surface and force fit contact must be established. The concrete surface must be elevated on the outside to the top of the TOK-Band.

VARIANTE C (14 Pfähle) / Alternative C (14 piles)	
Pfahlbeanspruchungen im ULS / overview pile loads in ULS	
min N =	-4427 kN
max N =	1218 kN
Pfahlbeanspruchungen im SLS / overview pile loads in SLS	
Pfahlbeanspruchungen Gruppe N/A/T, $\gamma=1.0$ / overview pile loads group N/A/T, $\gamma=1.0$	
min N =	-3702 kN
max N =	770 kN

Einbauteile / Cast-in Elements			
Pos	Stück / Quantity	Bezeichnung / Description	Hersteller / Manufacturer
E1	1	Fundamentkorb / foundation basket	nach Angabe ENERCON acc. to ENERCON (DW: D0237740)

Optionale Arbeitslage bei $h=0.80m$
Für den 1. Betonabschnitt $h=0.80m$ gilt, dass der 2. Betonabschnitt erst bei Erreichen der Betonfestigkeitsklasse C25/30 zulässig ist.
Die optionale Arbeitslage ist nach DIN EN 1992-1-1 mind. $\mu=0.6$ auszuführen.
Eine entsprechende Tragfähigkeit des Baugrunds ist standortbezogen von einem verantwortlichen Baugrunderkundungsingenieur zu bestätigen.

Optional construction joint at $h=0.80m$
For the first concrete section at $h=0.80m$ has to be considered that the further concrete section is permitted only on reaching the concrete strength class C25/30.
Optional construction joint has to be carried out min. smooth ($\mu=0.6$) acc. to DIN EN 1992-1-1
A load-bearing capacity of the subsoil has to be confirmed site-specific by a responsible soil expert.

Rammebene:
Die Rammebene ist auf der Geländeoberkante und mit einer Höhe $h=0.80m$ auszuführen.
Die Anforderungen und Anmerkungen im Fundamentblatt sind zu beachten.
Die Rammebene ist zu definieren.
The pile-driving platform must be executed on top ground level and with a height $h=0.80m$.
The requirements and annotations in the foundation data sheet must be observed.

Verdichtete Aufschüttung / Compacted backfill
Die statisch erforderliche dauerhafte Aufschüttung ist zum frühestmöglichen Zeitpunkt auf das Fundament aufzutragen und mit geeigneten Verfahren zu verdichten, um die angegebene Mindest-Bodenwichte im endzustand zu erreichen. Nach Beendigung des Turmaufbaus, spätestens jedoch nach vollendeter Montage der Windenergieanlage, muss die verdichtete Aufschüttung auf dem Fundament vorhanden sein. Mit dem Aufbringen der Aufschüttung darf nicht bis zur Fertigstellung der Windenergieanlage gearbeitet werden. Die prognostizierten extremen Windbedingungen $2-21 m/s$ (Beaufort 8) sind vorzeitig entsprechende Maßnahmen zu treffen.
The permanent backfill required for structural reasons must be applied to the foundation at the earliest possible time, and must be compacted by appropriate methods to obtain the specified minimum soil unit weight in earth-moist condition. After finishing the tower erection, but at the latest after the completed installation of the wind turbine, the compacted backfill must be available on the foundation. It is not permitted to apply the compacted backfill just before putting the wind turbine into operation. If extreme wind conditions $2-21 m/s$ (Beaufort 8) are predicted, appropriate measures must be taken in advance.

ACHTUNG:
Bei Ausführung des Fundamentes gemäß des vorliegenden Schälplans, einschließlich der zugehörigen Bewehrungspläne, sind zusätzliche Betonierregeln, neben der auf dem vorliegenden Schälplan angegebenen optionalen Betonierlage, im Fundament nicht zulässig. Falls eine zusätzliche Betonierlage erforderlich ist, so ist hierfür rechtzeitig von Bauleitern ein zusätzlicher Nachweis zu erbringen, und eine Anpassung der Fundamentbewehrung ist zwingend erforderlich. In diesem Fall ist WRD umgehend zu informieren.
If the foundation is executed according to the present formwork drawing, including the corresponding reinforcement drawings, no additional construction joints, beside the optional construction joint in this present formwork drawing, are permitted inside the foundation. If an additional construction joint is required, an additional verification must be provided timely before start of work, and a modification of the foundation reinforcement is mandatory. In this case, WRD must be informed immediately.

Baugrunderfordernisse:
Die Baugrunderfordernisse sind durch einen ordnungsgemäßen Baugrunderkundungsbericht und mit den in der statischen Berechnung angegebenen Parametern abzusichern. H-IP Ingenieure geht davon aus, dass eine standortbezogene Planbemessung/Optimierung durchgeführt wird.
Die maximale Grundwasserlage liegt auf Höhe der Geländeoberkante.
Es ist standortbezogen durch den Bodengutachter zu prüfen und zu bestätigen, dass der Baugrund die Lasten aus dem 1. Betonabschnitt sowie das Lasten aus dem Ankerkorb aufnehmen kann.
Die Planbemessung inklusive der Bemessung der Anschlussbewehrung ist auf Grundlage der standortspezifischen Baugrunderfordernisse durchzuführen.

Soil requirements:
The subsoil parameter have to be defined by a geotechnical expert for every location and have to be checked with parameters considered in the static calculation. H-IP Ingenieure assumes that on every location a pile design/optimization is performed.
The maximum permissible soil water level is at height of the ground level.
It has to be checked and confirmed by the local geotechnical expert that back of the first concrete step and the dead load of the anchor basket can be carried by the soil.
The pile design including the design of the connecting reinforcement has to be carried out on the basis of the site-specific subsoil parameters.

Abmessungen:
Planungsgrundlage ENERCON: DIN EN 61400-1 (IEC 61400-1:2005+A1:2010), DIN-Richtlinie 2012/2015.
Bemessungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1 (NA Deutschland).
Zwischen Baugrund und Fundament ist eine Sauberkeitsschicht C12/15 anzuordnen.
Für den Unterbau (Sauberkeitsschicht) sind die Anforderungen nach DIN 18202 bezüglich der Ebenheit einzuhalten.
Ausführung: Unterbau (Sauberkeitsschicht) nach Spezifikation ENERCON.
Die Oberkante des Geländes muss 3.00m unterhalb der Fundamentoberkante liegen.
Die Abstände des Verfüllmaterials ist aus statischer Sicht erforderlich, die Mindestwerte der Wichte des Verfüllmaterials sind einzuhalten.
Die Erfüllung des Fundamentes sowie der Verlust der Leuchtungsstärke nach Angabe ENERCON.
Im Bereich der Einbauteile (Ankerkorb) ist der Beton sorgfältig zu verdichten, Lufteinschlüsse sind zu vermeiden.
Die Mindestbetondeckung ist zum Zeitpunkt der Vergussung muss der Mindestbetondeckung C30/35 entsprechen.
Der Beton ist mit Hilfe von Einbauteilen oder -schläuchen einzutragen (maximale Fallhöhe=50cm).
Es ist ein Beton mit niedriger Hydratwasserwärmeentwicklung zu verwenden.
Die Frischbetoneigenschaften sind standortabhängig von einem Betonlaboratorien festzulegen.
Für den Fundamentbau sind die Anforderungen an die Nachbehandlung gemäß DIN EN 13670 mit den zusätzlichen nationalen Anwendungsregeln zu beachten.
Bei der Ausführung einer zusätzlichen Arbeitslage ist eine erweiterte statische Bewertung erforderlich. Die Anordnung von Ankerkorben führt zu einer größeren Menge an Stahl- und Bewehrung.
Die optionale Arbeitslage in der Fundamentplatte ist nach DIN EN 1992-1-1 mindestens $\mu=0.6$ auszuführen.
In der statischen Berechnung ist der Beton und der Nachbehandlung zu berücksichtigen und mit dem verantwortlichen Betonlaboratorien abzustimmen.
Bei der Bauausführung ist DIN EN 13670 in Kombination mit den zugehörigen nationalen Anwendungsregeln zu beachten.
Es ist zwischen den Beteiligten und dem Bodengutachter abzustimmen, ob im konkreten Fall eine Fundamentbewehrung ohne Arbeitslage erfolgen kann. Sofern eine Ausführung ohne Arbeitslage erfolgt, ist der Einbau der Positionen mit Positionennummer >100 nicht erforderlich, im Falle einer Ausführung mit Arbeitslage ist die Bewehrung mit Positionennummer >1000 zwingend erforderlich.
Die Materialspezifikation Betonarm (DIN EN 12601) von der ENERCON GmbH ist zu beachten.
Die ENERCON-Spezifikationen und technischen Anmerkungen zur Herstellung von Fundamenten sind zu beachten.
In der statischen Berechnung zur Realisierbarkeit wurde ein reduzierter Wert $f_{ct,eff} = 0.7 f_{ct}$ für hohen Zugschlag angesetzt. Dies ist der Festlegung des Betons, der Betondecke und der Nachbehandlung zu berücksichtigen und mit dem verantwortlichen Betonlaboratorien abzustimmen.
Gesamt:
Design: das ENERCON: DIN EN 61400-1 (IEC 61400-1:2005+A1:2010), DIN-Richtlinie 2012/2015.
Design basis: DIN EN 1992-1-1 (NA Germany).
Between subsoil and base a binding course C12/15 is required.
For the substructure (binding course) the requirements of DIN 18202 regarding the levelness have to be observed.
Design of substructure (binding course) according to specifications ENERCON.
The top ground surface must be 3.00m below the top of the foundation.
The weight of the filling material is statically necessary, the minimum values of the unit weight of the filling material must be met.
The earthing of the base and the gradient of the ducts according to ENERCON.
In the area of the mounting parts (foundation basket) the concrete is to be compacted carefully, avoid air inclusions.
The minimum concrete compressive strength at the time of precasting must be equal to concrete compressive strength class C30/35.
The initial curing loading age of the foundation concrete must be at least 28 days. If necessary, increased requirements according to tower or foundation basket structural analysis must be observed.
A welding of the reinforcement bars, including back welds are not allowed.
The concrete has to be placed by using installation tubes or hoses (maximum drop height = 50cm).
Sufficient gaps for concrete fill and compaction have to be arranged.
The properties of the used concrete, based on location, have to be determined by a concrete technologist.
There is to apply a concrete with low hydration development.
For the foundation concrete the curing requirements according to DIN EN 13670 in addition with the national application rules have to be considered.
When arranging an additional construction joint, an extended static assessment is required. The arrangement of construction joints leads to a greater amount of steel and bending reinforcement.
The optional construction joint within the foundation has to be carried out at least smooth ($\mu=0.6$) according to DIN EN 1992-1-1.
For the construction DIN EN 13670 in combination with the associated national application rules has to be observed.
It has to be clarified whether the geotechnical expert and involved parties if an execution without a construction joint is possible. In case of concreting without a construction joint reinforcement with numbers >1000 is not required. In case that the construction joint shown in the calculation drawing is arranged the reinforcement with numbers >1000 is required.
The ENERCON foundation specifications and technical instructions for manufacturing of foundations have to be considered.
In the static crack width with evidence, a reduced value $f_{ct,eff} = 0.7 f_{ct}$ for an early constraint was used. This must be taken into account in the specification of the concrete, the concreting and the aftertreatment and agreed with the responsible concrete technologist.

Zugehörige Zeichnungen / respective drawings
Zugehörige statische Berechnungen / respective design calculation
Schaltplan Nr. 1 (Schaltplan drawing no. 00000) D02421795, D02421796, D02421797
Bewehrungszeichnung Nr. B0038 / Reinforcement drawing no. B0038 D02421805, D02421806
Bewehrungszeichnung Nr. B0039 / Reinforcement drawing no. B0039 D02421811, D02421812
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421807
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D0245007
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421808
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421809
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421810, D02421811, D02421812
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421813
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421814
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421815
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421816
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421817
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421818
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421819
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421820
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421821
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421822
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421823
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421824
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421825
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421826
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421827
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421828
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421829
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421830
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421831
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421832
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421833
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421834
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421835
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421836
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421837
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421838
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421839
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421840
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421841
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421842
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421843
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421844
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421845
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421846
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421847
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421848
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421849
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421850
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421851
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421852
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421853
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421854
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421855
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421856
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421857
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421858
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421859
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421860
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421861
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421862
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421863
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421864
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421865
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421866
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421867
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421868
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421869
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421870
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421871
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421872
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421873
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421874
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421875
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421876
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421877
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421878
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421879
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421880
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421881
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421882
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421883
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421884
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421885
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421886
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421887
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421888
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421889
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421890
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421891
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421892
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421893
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421894
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421895
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421896
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421897
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421898
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421899
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421900
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421901
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421902
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421903
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421904
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421905
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421906
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421907
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421908
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421909
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421910
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421911
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421912
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421913
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421914
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421915
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421916
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421917
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421918
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421919
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421920
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421921
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421922
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421923
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421924
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421925
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421926
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421927
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421928
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421929
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421930
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421931
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421932
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421933
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421934
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421935
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421936
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421937
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421938
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421939
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421940
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421941
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421942
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421943
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421944
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421945
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421946
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421947
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421948
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421949
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421950
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421951
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421952
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421953
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421954
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421955
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421956
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421957
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421958
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421959
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421960
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421961
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421962
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421963
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421964
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421965
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421966
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421967
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421968
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421969
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421970
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421971
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421972
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421973
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421974
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421975
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421976
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421977
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421978
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421979
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421980
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421981
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421982
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421983
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421984
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421985
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421986
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421987
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421988
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421989
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421990
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421991
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421992
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421993
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421994
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421995
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421996
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421997
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421998
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02421999
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422000
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422001
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422002
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422003
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422004
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422005
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422006
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422007
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422008
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422009
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422010
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422011
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422012
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422013
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422014
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422015
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422016
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422017
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422018
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422019
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422020
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422021
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422022
separate Subtotal B008 / separate steel bar list B008 D02422023
separate Subtotal B008

Technisches Datenblatt

Technical data sheet

E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01

Tiefgründung

Deep Foundation

WZ S GKII (DiBt, Fassung Oktober 2012)

WK SA (IEC 61400-1, 4rd Edition, 2019)

Anlage zum Prüfbescheid zur Typenprüfung

Nr.: T-7005/22-3 Rev. 0

vom 18. Nov. 2022



Herausgeber	<p>ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109 E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de Geschäftsführer: Dr. Jürgen Zeschky, Jost Backhaus, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360</p>
Urheberrechtshinweis	<p>Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.</p> <p>Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.</p> <p>Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.</p> <p>Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.</p>
Geschützte Marken	<p>Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.</p>
Änderungsvorbehalt	<p>Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.</p>
Publisher	<p>ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Germany Phone: +49 4941 927-0 ▪ Fax: +49 4941 927-109 E-mail: info@enercon.de ▪ Internet: http://www.enercon.de Managing Directors: Dr. Jürgen Zeschky, Jost Backhaus, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle Local court: Aurich ▪ Company registration number: HRB 411 VAT ID no.: DE 181 977 360</p>
Copyright notice	<p>The entire content of this document is protected by copyright and – with regard to other intellectual property rights – international laws and treaties. ENERCON GmbH holds the rights in the content of this document unless another rights holder is expressly identified or obviously recognisable.</p> <p>ENERCON GmbH grants the user the right to make copies and duplicates of this document for informational purposes for its own intra-corporate use; making this document available does not grant the user any further right of use. Any other duplication, modification, dissemination, publication, circulation, surrender to third parties and/or utilisation of the contents of this document – also in part – shall require the express prior written consent of ENERCON GmbH unless any of the above is permitted by mandatory legislation. The user is prohibited from registering any industrial property rights in the know-how reproduced in this document, or for parts thereof.</p> <p>If and to the extent that ENERCON GmbH does not hold the rights in the content of this document, the user shall adhere to the relevant rights holder's terms of use.</p>
Registered trademarks	<p>Any trademarks mentioned in this document are intellectual property of the respective registered trademark holders; the stipulations of the applicable trademark law are valid without restriction.</p>
Reservation of right of modification	<p>ENERCON GmbH reserves the right to change, improve and expand this document and the subject matter described herein at any time without prior notice, unless contractual agreements or legal requirements provide otherwise.</p>



Dokumentinformation / Document details

Dokument-ID Document ID	D02411880/3.0
Vermerk Note	Originaldokument. Original document

Datum Date	Sprache Language	DCC	Werk / Abteilung Plant / Department
2021-07-01	de;en/en	DA	WRD / Türme und Fundamente WRD / Towers and Foundations

Ergänzende Angaben / Additional notes

Angaben zum Original (de;en) Original document details		Angaben zur Übersetzung (--) Translation details	
Erstellt/Datum: Created/Date:	Behrns, M. / 2021-07-01	Übersetzt/Datum: Translated/Date:	
Geprüft/Datum: Checked/Date:	Villada, J. / 2021-07-01	Geprüft/Datum: Checked/Date:	

Revisionen / Revisions

Rev.	Datum/Date	Änderung/Change	Erstellt/Created
0	2021-07-01	Dokument erstellt als Entwurf Document created as draft	MAB
1	2021-08-04	Entwurf entfernt / remove preliminary	MAB
2	2021-11-26	Stahlgewicht / Steel weight	EKA
3	2022-02-10	Stahlgewicht / Steel weight	EKA



Dieses Dokument wurde auf Anfrage bzw. für einen bestimmten Auftrag verschickt. Der Empfänger wurde nicht registriert.
Der Empfänger wird bei Änderung nicht automatisch informiert.

This document has been forwarded upon request or with regard to a specific order. The recipient has not been registered.
The recipient will not be automatically notified about any amendments.

1 Allgemeine Angaben / General information

Typenstatik H+P Ingenieure GmbH

*Design-specific
structural analysis*

Tiefgründung Ø 16,60 m

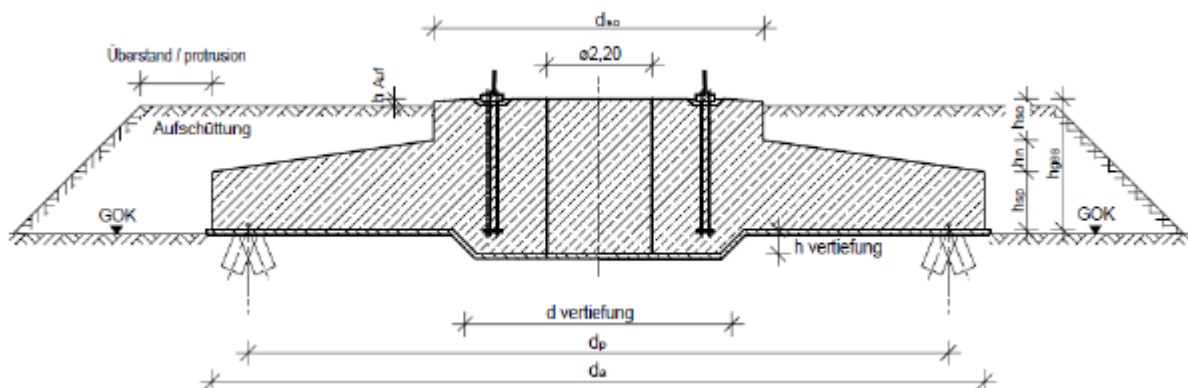
Pile Foundation

Auftrag / Datum D02190552 / 19.11.2021

Order no./ date

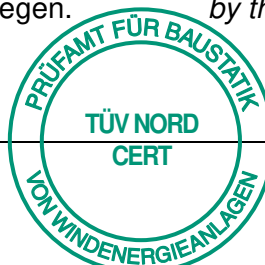
2 Fundamentgeometrie / Foundation dimensions

Außendurchmesser	d_a	16,60	m	Outer diameter
Sockeldurchmesser	d_{so}	9,00	m	Base diameter
Mittelblockdurchmesser (unbewehrt)	d_i	4,50	m	Inner diameter (unreinforced)
Pfahlkreisdurchmesser Var. A, B	d_p	15,40	m	Pile ring diameter Var. A, B
Pfahlkreisdurchmesser Var. C	d_p	15,00	m	Pile ring diameter Var. C
Fundamenthöhe	h_{ges}	2,90	m	Foundation height
Sockelhöhe	h_{so}	0,65	m	Base height
Höhe Spornneigung	h_n	0,75	m	Spur incline height
Spornhöhe	h_{sp}	1,50	m	Spur height
Differenz Fundamentoberkante - GOK	h_{GOK}	3,00	m	Difference between foundation top edge and ground level
Differenz Fundamentoberkante – Oberkante Aufschüttung	h_{Auf}	0,15	m	Difference between foundation top edge and backfill
Durchmesser Fundamentvertiefung (gemittelt)	$d_{vertiefung}$	9,50	m	Diameter of foundation recess (averaged)
Vertiefungshöhe	$h_{vertiefung}$	0,50	m	Recess height
Höhe maximal zulässiger Grundwasserstand GWS über UK Sohlvertiefung	h_{GWS}	0,40	m	Height of maximum permissible groundwater level GWL above bottom pit
Betongüte und Volumen	C 35/45	501	m ³	Concrete quality and volume
Stahlgewicht, ohne Arbeitsfuge	B 500B	46,4	t	Steel weight, without construction joint
Stahlgewicht, mit Arbeitsfuge	B 500B	55,3	t	Steel weight, with construction joint
Stahlgewicht, ohne Arbeitsfuge	B 400B	47,3	t	Steel weight, without construction joint
Stahlgewicht, mit Arbeitsfuge	B 400B	57,3	t	Steel weight, with construction joint



Der erforderliche Überstand der Aufschüttung über die Fundamentaußenkanten ist durch den verantwortlichen Baugrundgutachter festzulegen.

The required protrusion of the backfill beyond the outer foundation edges must be defined by the responsible geotechnical expert.



Pfähle / Piles:

Variante A / Variant A:	30 Fertigteilrammpfähle nach innen und nach außen geneigt 30 pre-cast driven piles inclined inwards and outwards	a / b	45/45 cm
Variante A / Variant A:	30 Ortbetonrammpfähle nach innen und nach außen geneigt 30 rammed in-situ concrete piles inclined inwards and outwards	Ø	51 cm
Variante B / Variant B:	24 Ortbetonrammpfähle nach innen und nach außen geneigt 24 rammed in-situ concrete piles inclined inwards and outwards	Ø	56 cm
Variante C / Variant C:	14 Bohrpfähle vertikal 14 bored piles vertical	Ø	100 cm

2.1 Ergänzende Anforderungen für Tiefgründungen / Additional requirements for deep foundations

Bei allen Tiefgründungen mit Fertigteil- oder Ortbetonpfählen ist vor Beginn der Pfahlarbeiten eine Rammebene gemäß der folgenden Abbildungen vorzubereiten.

Die Rammebene ist auf der Geländeoberkante mit einer Höhe $h=0,8$ m herzustellen. Etwaige Änderungen an Höhe oder Ausführungsebene sind vor der Ausführung mit ENERCON abzusprechen, und von ENERCON freizugeben.

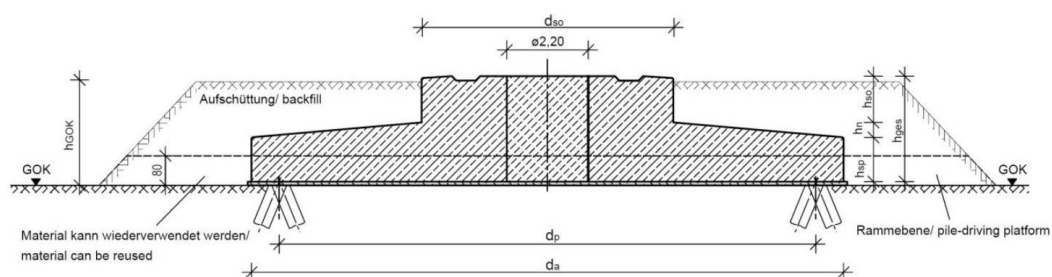
Die Planung der Rammebene obliegt dem verantwortlichen Baugrundgutachter. Dieser hat eine Aussage über das zu verwendende Material sowie über alle auf die Pfähle einwirkenden Zusatzbelastungen, z. B. durch Seitendruck oder Schrägauflast, zu treffen.

For all deep foundations with pre-cast or cast-in-situ concrete piles, a pile-driving platform according to the following illustrations must be prepared before piling works.

The pile-driving platform must be executed with a height $h=0.80$ m on top ground level. Possible changes of the height or the level of execution must be agreed with ENERCON before execution, and must be approved by ENERCON.

The geotechnical expert is responsible for planning the pile-driving platform. A statement about the material to be used for the platform, and also about additional loadings onto the piles, e. g. lateral pressure or sloped backfill, must be made by the geotechnical expert.

Tiefgründung mit Bodenaufschüttung / deep foundation with backfill



3 Mindestdreh- und -wegfedersteifigkeiten Minimum rotational and translational spring stiffness

Folgende Mindestwerte sind einzuhalten:

Observe the following minimum values:

Min. Bodendrehfederkonstanten / Min. value of rotational spring	k _{φ,stat} 18750 MNm/rad
	k _{φ,dyn} 150000 MNm/rad
Min. Bodenwegfederkonstante / Min. value of translational spring	k _{F,dyn} 200 MN/m

Es gelten folgende Beziehungen:

The following relations apply:

$$\frac{1}{k_{\phi, \text{Gesamt}}} = \frac{1}{k_{\phi, \text{Fundament}}} + \frac{1}{k_{\phi, \text{Pfahlsystem}}}$$

$$\frac{1}{k_{\phi, \text{Total}}} = \frac{1}{k_{\phi, \text{Foundation}}} + \frac{1}{k_{\phi, \text{Pilesystem}}}$$

4 Zulässige Schiefstellung / Allowed misalignment

Maximal zulässige Schiefstellung infolge Bau-
grundsetzung in 25 Jahren bezogen auf den
Pfahlkreisdurchmesser.

*Maximum allowed misalignment due to subsoil
settlement within 25 years, related to the pile
ring diameter.*

$$\Delta s \leq 3 \text{ mm/m}$$

5 Pfahlkräfte / Pile loads

Für den Nachweis der Pfahltragsicherheit sind
sowohl Tragfähigkeitsnachweise wie auch Ge-
brauchstauglichkeitsnachweise zu führen.

Die Pfähle sollten aufgrund der Zugbeanspru-
chung mindestens 5,0 m in den tragfähigen Bau-
grund ($q_c > 7,5 \text{ MN/m}^2$) einbinden.

Durch einen Sachverständigen der Geotechnik
kann diese Einbindetiefe reduziert werden.

Es werden **nur die axialen Pfahllasten** für die
ungünstigste Lastfallkombination angegeben.
Die Lasten beziehen sich auf Oberkante Pfahl
ohne Pfahleigengewicht.

*Documented evidence of the structural safety of
piles requires load-carrying analyses and proof of
serviceability.*

*Due to tensile loads, the piles should bond with
the load-bearing subsoil for a minimum of 5.0 m
($q_c > 7.5 \text{ MN/m}^2$).*

*This anchoring depth can be reduced by means
of geotechnical expertise.*

Only axial pile loads for the worst load case
combination are indicated. Loads refer to the
top edge the pile without considering the pile's
dead load.

5.1 Variante A: Fertigteilrammpfähle oder Ortbetonrammpfähle / Variant A: pre-cast driven piles or cast in-situ concrete piles

Querschnitt Breite/Breite oder	45/45 cm	Cross section width/width or
Querschnitt Durchmesser	51 cm	Cross section diameter
Anzahl	30	Quantity
Pfahllänge (Nachweislänge in statischer Berechnung)	20,0 m	Pile length (proof length in static calculation)
Anzahl Neigung nach außen	15 4,5:1	Quantity outward inclination
Anzahl Neigung nach innen	15 7,0:1	Quantity inward inclination

Charakteristische axiale Pfahllasten / Characteristic axial pile loads

Lastfall / Load case N/A/T	(γ_F / γ_F)	F _{Gk} in kN ohne Auftrieb without buoyancy	F _{Gk} in kN mit Auftrieb with buoyancy	F _{Qk} in kN	Σ F _k in kN
Druck / Compression	(1.00/1.00)	-717	-	-1095	-1812
Zug / Tension	(1.00/1.00)	-	-646	1065	419

alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte
($\gamma_F = 1,0$)

Loads do not include partial safety factors
($\gamma_F = 1.0$)

Bemessungswerte der axialen Pfahllasten / Axial Pile load design values

Lastfall / Load case N/A/T	(γ_F / γ_F)	F _{Gd} in kN ohne Auftrieb without buoyancy	F _{Gd} in kN mit Auftrieb with buoyancy	F _{Qd} in kN	Σ F _d in kN
Druck / Compression	(1.35/0.90)	-867	-	-1300	-2167
Zug / Tension	(1.35/0.90)	-	-614	1260	646

alle Lasten inklusive Teilsicherheitsbeiwerte
($\gamma_{\text{Auftrieb}} = 1,10$)

All loads include partial safety factors ($\gamma_{\text{buoyancy}} = 1.10$)

Erläuterungen / Explanations:

Anteil infolge ständiger Lasten	F _G	portion due to permanent loads
Anteil infolge veränderlicher Lasten	F _Q	portion due to varying loads
Charakteristische Lasten	F _k	characteristic loads
Bemessungswerte der Lasten	F _d	load design values
Summe aus ständigen und veränderlichen Lasten	Σ F	sum of permanent and varying loads

5.2 Variante B: Ortbetonrammpfähle / Variant B: Rammed in-situ concrete piles

Querschnitt Durchmesser	56 cm	Cross section diameter
Anzahl	24	Quantity
Pfahllänge (Nachweislänge in statischer Berechnung)	20,0 m	Pile length (proof length in static calculation)
Anzahl Neigung nach außen	12 4,5:1	Quantity outward inclination
Anzahl Neigung nach innen	12 7,0:1	Quantity inward inclination

Charakteristische axiale Pfahllasten / Characteristic axial pile loads

Lastfall / Load case N/A/T	(γ_F / γ_F)	F _{Gk} in kN ohne Auftrieb without buoyancy	F _{Gk} in kN mit Auftrieb with buoyancy	F _{Qk} in kN	Σ F _k in kN
Druck / Compression	(1.00/1.00)	-896	-	-1351	-2246
Zug / Tension	(1.00/1.00)	-	-807	1287	480

alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte
($\gamma_F = 1,0$)

Loads do not include partial safety factors
($\gamma_F = 1.0$)

Bemessungswerte der axialen Pfahllasten / Axial Pile load design values

Lastfall / Load case N/A/T	(γ_F / γ_F)	F _{Gd} in kN ohne Auftrieb without buoyancy	F _{Gd} in kN mit Auftrieb with buoyancy	F _{Qd} in kN	Σ F _d in kN
Druck / Compression	(1.35/0.90)	-1084	-	-1605	-2689
Zug / Tension	(1.35/0.90)	-	-768	1522	754

alle Lasten inklusive Teilsicherheitsbeiwerte
($\gamma_{\text{Auftrieb}} = 1,10$)

All loads include partial safety factors ($\gamma_{\text{buoyancy}} = 1.10$)

Erläuterungen / Explanations:

Anteil infolge ständiger Lasten	F _G	portion due to permanent loads
Anteil infolge veränderlicher Lasten	F _Q	portion due to varying loads
Charakteristische Lasten	F _k	characteristic loads
Bemessungswerte der Lasten	F _d	load design values
Summe aus ständigen und veränderlichen Lasten	Σ F	sum of permanent and varying loads

5.3 Variante C: Bohrpfähle / Variant C: Bored piles

Querschnitt Durchmesser	100 cm	Cross section diameter
Anzahl	14	Quantity
Pfahllänge (Nachweislänge in statischer Berechnung)	20,0 m	Pile length (proof length in static calculation)
Anzahl vertikal	14	Quantity vertical

Charakteristische axiale Pfahllasten / Characteristic axial pile loads

Lastfall / Load case N/A/T	(γ_F / γ_F)	F_{Gk} in kN ohne Auftrieb without buoyancy	F_{Gk} in kN mit Auftrieb with buoyancy	F_{Qk} in kN	ΣF_k in kN
Druck / Compression	(1.00/1.00)	-1535	-	-2167	-3702
Zug / Tension	(1.00/1.00)	-	-1384	2153	770

alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte
($\gamma_F = 1,0$)

Loads do not include partial safety factors
($\gamma_F = 1.0$)

Bemessungswerte der axialen Pfahllasten / Axial Pile load design values

Lastfall / Load case N/A/T	(γ_F / γ_F)	F_{Gd} in kN ohne Auftrieb without buoyancy	F_{Gd} in kN mit Auftrieb with buoyancy	F_{Qd} in kN	ΣF_d in kN
Druck / Compression	(1.35/0.90)	-1858	-	-2569	-4427
Zug / Tension	(1.35/0.90)	-	-1316	2534	1219

alle Lasten inklusive Teilsicherheitsbeiwerte
($\gamma_{\text{Auftrieb}} = 1,10$)

All loads include partial safety factors ($\gamma_{\text{buoyancy}} = 1.10$)

Erläuterungen / Explanations:

Anteil infolge ständiger Lasten	F_G	portion due to permanent loads
Anteil infolge veränderlicher Lasten	F_Q	portion due to varying loads
Charakteristische Lasten	F_K	characteristic loads
Bemessungswerte der Lasten	F_d	load design values
Summe aus ständigen und veränderlichen Lasten	ΣF	sum of permanent and varying loads

5.4 Bemessungswerte der Pfahlschnittgrößen/ Pile stress resultant design values

Anzahl Pfähle / number of piles		A	B	C
Horizontalkraft (Pfahloberkante) / Horizontal force (top edge of pile)	H _d	67,8 kN	84,1 kN	206,3 kN
Einspannmoment in der Platte / Fixed-end moment in plate	M _d	132,1 kNm*	174,4 kNm*	613,0 kNm*
Max. Moment in Pfahlmitte / Max. moment at centre of pile	M _d	124,0 kNm*	162,7 kNm*	619,2 kNm*

* in Abhängigkeit von der anstehenden Bettung

Die Bemessungswerte der Pfahlschnittgrößen dürfen für eine Vorbemessung verwendet werden und sind mit den Bemessungswerten der Pfahlkräfte ungünstig zu kombinieren.

Pile stress resultant design values may be used for pre-analyses and must be unfavourably combined with pile force design values.

Der Nachweis der inneren Tragfähigkeit ist standortabhängig unter Berücksichtigung des ENERCON-Pflichtenheftes „Nachweisführung der inneren Tragfähigkeit von Pfahlsystemen“ zu führen.

The inner bearing capacity must be verified depending on the location, taking ENERCON's specifications document "Verification of internal pile capacity" into account.

5.5 Baugrundaufbau / Subsoil structure

Die Berechnung der zuvor angegebenen Pfahlkräfte und Pfahlschnittgrößen basiert auf den folgenden angenommenen Bodenparametern.

The calculation of the previously listed pile loads and pile stress resultants is based on the following assumed subsoil parameters.

Diese Parameter sind für jeden Standort durch einen Baugrundgutachter zu überprüfen.

These parameters must be checked for each site by a geotechnical expert.

Tiefe ab Fundamentunterkante / Depth starting at foundation bottom edge	Pfahlvariante / Pile option			
	A – B		C	
	Es,stat	Es,dyn	Es,stat	Es,dyn
0 m – 1 m	0 MN/m ²	0 MN/m ²	0 MN/m ²	0 MN/m ²
1 m – 15 m	3 MN/m ²	30 MN/m ²	3 MN/m ²	30 MN/m ²
15 m – 20 m	30 MN/m ²	144 MN/m ²	30 MN/m ²	144 MN/m ²

6 Lasten an der Fundamentunterkante Loads at the bottom edge of the foundation

Die angegebenen F_Z -Lasten schließen das Fundamenteigengewicht $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ und die Bodenauflast im Trockenzustand ein. Die Bodenauflast auf das Fundament wird mit $\gamma_{Tr} = 16 \text{ kN/m}^3$ angesetzt.

The F_Z loads indicated include the dead weight of the foundation $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ and the soil weight in dry condition. Soil weight on the foundation is considered with $\gamma_{dr} = 16 \text{ kN/m}^3$.

6.1 Charakteristische Lastfälle / Characteristic load cases

Lastfall Load case	(γ_F / γ_F)	F_{XY} in kN	$F_{Z,min}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{Z,max}$ in kN mit Auftrieb with buoyancy	M_{XY} in kNm	M_Z in kNm
NTM DLC D.3	(1.00/1.00)	690	-20875	-19922	71201	3400
N / T / DLC 8.2	(1.00/1.00)	940	-20875	-19922	99676	-9150
N / A / T	(1.00/1.00)	1130	-20875	-19922	116477	-9950

alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte
($\gamma_F = 1,00$)

Loads do not include partial safety factors
($\gamma_F = 1.00$)

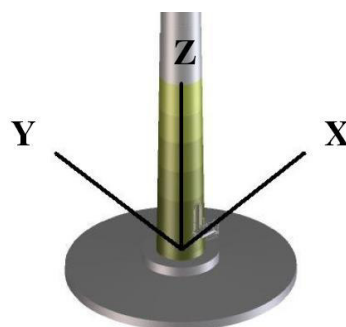
6.2 Bemessungswerte der Lastfälle / Load case design values

Lastfall Load case	(γ_F / γ_F)	F_{XY} in kN	$F_{Z,min}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{Z,max}$ in kN mit Auftrieb with buoyancy	M_{XY} in kNm	M_Z in kNm
N / A / T	(1.35/0.90)	1330	-26639	-17874	132857	-12350

alle Lasten inklusive Teilsicherheitsbeiwerte
($\gamma_{\text{Auftrieb}} = 1,10$)

All loads include partial safety factors ($\gamma_{\text{Buoyancy}} = 1.10$)

7 Koordinatensystem / Coordinate system



Gutachtliche Stellungnahme

**Windenergieanlage E-138 EP3 E3, RB E-138 EP3-RB-02,
NH 110.396 m (E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01),
DIBt WZ S, GK S**

- Lastannahmen für Turm und Fundament -

TÜV NORD Bericht Nr.: 8119224863-1 D I Rev.0

Gegenstand der Prüfung: Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3 E3, Rotorblatt E-138 EP3-RB-02, Nabenhöhe 110.396 m (E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01) bezüglich der DIBt (2012) Windzone S, Geländekategorie S

Anlagenhersteller: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 11 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	06.09.2022	Erste Fassung	Simon Wiedemann

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	3
2	Prüfgrundlagen	4
3	Einleitung	4
4	Beschreibung der Windenergieanlage	5
4.1	Umgebungsbedingungen	5
4.2	Sicherheitsklasse	7
4.3	Beschreibung des Anlagenmodells	7
5	Durchgeführte Prüfungen.....	9
5.1	Prüfmethode.....	9
5.2	Anmerkungen.....	9
5.3	Prüfergebnis.....	10
5.4	Schnittstellen.....	10
6	Auflagen.....	11
7	Schlussfolgerung	11

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

- [1.1.1] ENERCON GmbH:
Zertifizierungslastbericht Turm
"Lastenbericht, Turm E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01, Abdeckende Betriebs- und Extremlasten für den Turm E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 der WEA E-138 EP3 E3 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 nach DIBt und IEC"
Dokument-Nr.: D02397553/0.4
Rev. 0.4, Datum: 30.09.2021
- [1.1.2] ENERCON GmbH:
Stellungnahme zur Überdrehzahl
"Stellungnahme Abteilung Lastensimulation, Überdrehzahl DLC 2.1"
Dokument-Nr.: D02578345/1.0
Rev. 1.0, Datum: 02.02.2022

1.2 Dazugehörige Dokumente

Design Basis

- [1.2.1] ENERCON GmbH:
Design Basis
"Design Base, E-138 EP3 E3"
Dokument-Nr: D02294156
Rev. 3.2, Datum: 21.01.2022

Begleitende Dokumentation zur Lastsimulation

- [1.2.2] ENERCON GmbH:
Zeitreihen, Windfelder, Controller (elektronisch erhalten)
Dateiname: E-138_EP3_E3-HST-111-FB-C-01.zip
(MD5-Prüfsumme: 66b6584140b86e3e10a3ab1e0b00d7b9)
Dateiname: E-138_EP3_E3-HST-111-FB-C-01_WKII.zip
(MD5-Prüfsumme: 37f5758e5940ebe63e25baea1478dfc0)
Dateiname: E-138_EP3_E3-HST-111-FB-C-01__DLC_1.2c.zip
(MD5-Prüfsumme: 230353668e55148d6ee7d63919d38faa)
Dateiname: E-138_EP3_E3-HST-111-FB-C-0_overspeed_DLC2.1.zip
(MD5-Prüfsumme: ad9dee128d6f2218341d43378151f608)
Eingangsdatum: 28.01.2022
- [1.2.3] ENERCON GmbH:
Betriebsführungs- und Sicherheitssystem
"Reglerbeschreibung, E-138 EP3 E3"
Dokument-Nr.: D02398709
Rev. 0.0, Datum: 18.06.2021

[1.2.4] ENERCON GmbH:
Bladed Projektdatei
Dateiname: powprod.\$PJ (1.1_s20102) and powprod.\$PJ (1.1_w20102)
(MD5-Prüfsumme: 146dd2d3973d8040b33150082679947c and
5ca321e230d77b2451a024b7ee3a626d)

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt: Richtlinie für Windenergieanlagen
Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung,
Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015
- [2.2] DIN EN 1991-1-4/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter –
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen –
Windlasten: 2010-12
- [2.3] International Standard IEC 61400 1:
"Wind energy generation systems - Part 1: Design requirements", Edition 4.0,
2019-02

3 Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Prüfung der typenspezifischen Lastberechnung der Windenergieanlage (WEA) E-138 EP3 E3, welche im folgenden Kapitel genauer beschrieben ist.

Die Berechnung der Lasten wurde anhand von DIBt (2012) [2.1] - [2.2] in Kombination mit IEC 61400-1 Ed. 4 [2.3] durchgeführt.

Für Abweichungen von den Prüfgrundlagen siehe Anmerkungen 5.2.2.

Die Prüfung der Lastberechnung umfasst die Prüfung der Lastfall- und Modelldefinition, eine unabhängige Analyse der Lasten sowie den Vergleich der eingereichten und parallel berechneten Lasten.

Zusätzlich zu der durch die unabhängige Analyse der Lasten betrachteten Anlagenkonfiguration deckt diese Gutachtliche Stellungnahme auch folgende Änderungen an der WEA gegenüber dem Berechnungsmodell ab:

- Geringere Leistung.
- Geringere Solldrehzahl bei geringerem oder gleichem Drehmoment, wenn die aus der Solldrehzahl berechnete Blattdurchgangsfrequenz oberhalb der 1. Turmeigenfrequenz liegt und keine Resonanzbereiche stimuliert werden.

- Änderungen an Turm- und Gondelmassen, Änderungen der Turmkonstruktion (z.B. Variation der Wanddicken, Bodendrehfeder, horizontale Wegfeder, E-Modul) sowie Abweichungen der Turmhöhe, sofern sämtliche folgende Bedingungen eingehalten werden:
 - Abweichung der Anlagenmasse um bis zu ± 5 %.
 - Abweichung der Turmhöhe um bis zu ± 5 %.
 - Die erste Turmeigenfrequenz im Ausgangszustand und die erste Turmeigenfrequenz im modifizierten Zustand liegen oberhalb 105 % der 1P Anregung bei Solldrehzahl.
 - Alle weiteren Turmeigenfrequenzen im Ausgangszustand und im modifizierten Zustand liegen außerhalb des Intervalls [90 % - 105 %] der 3P Anregung der Solldrehzahl.
 - Abweichung der 1. Turmeigenfrequenz sind unter folgenden Bedingungen zulässig:
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Weich“¹ (linksseitiger Eintritt ins 3P-Sensitivitätsband) darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ (rechtsseitiger Austritt aus 3P-Sensitivitätsband) anheben, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Starr“¹ um nicht mehr als 5 % erhöht. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.
 - Die erste Turmeigenfrequenz „Starr“¹ darf sich bis auf den Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ absenken, wenn sich dabei gleichzeitig der Wert der ersten Turmeigenfrequenz „Weich“¹ um nicht mehr als 5 % absenkt. Die 2. Turmeigenfrequenz darf eine höhere Abweichung aufweisen.
- Änderungen sowie Abweichungen an der Auslegung des Rotorblattes, sofern folgende Bedingungen eingehalten werden:
 - Abweichungen der ersten Rotorblatteigenfrequenz um bis zu ± 5 %.
 - Abweichungen des Massenmoments um bis zu ± 3 %.

4 Beschreibung der Windenergieanlage

4.1 Umgebungsbedingungen

Die folgenden Tabellen fassen alle relevanten klimatischen sowie weitere zum Design der Anlage relevanten Umgebungsbedingungen zusammen:

¹ Ausgehend von den ausgewiesenen Werten der hier vorliegenden Lastannahmen

	DIBt WZ S GK S	IEC 61400-1 Ed. 4
Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit V_{ave}	7.8 m/s	
Formparameter der Weibull-Funktion k	2	
Extreme 1-Jahres-Windgeschwindigkeit V_1 (10 Minuten Mittelwert)	30.00 m/s	
Extreme 50-Jahres-Windgeschwindigkeit V_{50} (10 Minuten Mittelwert)	37.50 m/s	
Erwartungswert der longitudinalen Turbulenzintensität bei 15 m/s I_{ref}	16 %	
Angenommener c-Faktor zur Bestimmung des extremen Turbulenzmodells (ETM)	2 m/s	
Höhenexponent α (für EWM)	0.2 (0.11)	
Zusätzlicher Höhenexponent α für DLC 1.1, 1.3 und 1.5	0.05	
Upflow	8°	

Tabelle 4.1: Windbedingungen auf Nabenhöhe 110.396 m

In der Lastberechnung wurde eine Weibullverteilung der Turbulenzintensität pro Windgeschwindigkeit angenommen, siehe [1.2.1].

Die Lasten sind bis zu einer mittleren Jahresluftdichte sowie bis zu einer zeitweise auftretenden maximalen Luftdichte im Produktionsbetrieb bzw. im Trudeln oder geparkten Zustand der Windenergieanlage wie in Tabelle 4.3 angegeben gültig.

	Luftdichte [kg/m³]
Mittlere Jahresluftdichte	≤ 1.225
Maximale Luftdichte im Produktionsbetrieb	≤ 1.341
Maximale Luftdichte beim Trudeln oder im geparkten Zustand	≤ 1.394

Tabelle 4.2: Bedingungen an die Luftdichte

Darüber hinaus werden dem Design der Anlage folgende Umgebungsbedingungen zu Grunde gelegt:

Umweltbedingungen	normales Klima
Temperaturbereich im Produktionsbetrieb	-10 °C bis +40 °C
Extremer Temperaturbereich	-20 °C bis +50 °C
Netzausfälle	20 Ausfälle/Jahr
Betrieb mit vereisten Blättern	nicht berücksichtigt
Annahmen zur Netzstützung bei Spannungseinbruch: Spannungsabfall und Dauer	nicht berücksichtigt, siehe Schnittstelle 5.4.10
Auslegungslbensdauer	25 Jahre

Tabelle 4.3: Klimatische und weitere Umgebungsbedingungen

Alle weiteren Umgebungsbedingungen werden mit den in [2.1] - [2.3] angegebenen Standardwerten angenommen.

4.2 Sicherheitsklasse

Die WEA ist entsprechend der in [2.3] definierten Normal-Sicherheitsklasse ausgelegt.

4.3 Beschreibung des Anlagenmodells

Bei der WEA E-138 EP3 E3 handelt es sich um eine WEA mit aktiver Windrichtungsnachführung und einem luvseitig angeordneten Dreiblatt-Rotor. Die Rotordrehzahl ist variabel. Die Leistungsbegrenzung erfolgt durch Blattwinkelverstellung aller drei Rotorblätter.

Die technischen Hauptdaten der Anlage, auf denen das in Kapitel 5 beschriebene Berechnungsmodell basiert, sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Elektrische Nennleistung	4260 kW
Turmtyp	E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01 (Stahlrohrturm)
Turmhöhe (inkl. 2.86 m Fundamenthöhe)	108.420 m
Nabenhöhe	110.396 m
Rotorblatt	E-138 EP3-RB-02
Rotorblattlänge (entlang der Pitch-Achse)	69.295 m
Rotorblattmasse (inkl. Bolzen)	20213 kg
Massenmoment des Rotorblatts (gemessen vom Blattanschluss, inkl. Bolzen)	387935 kgm
Blattanbauteile	Gurney Flaps (GF) Vortex-Generatoren (VG) Serrations (TES) Blattspitzen
Nominaler Rotordurchmesser	138.59 m
Rotordurchmesser (inkl. Konuswinkel)	138.458 m
Rotorachsneigung	7.0°
Rotor-Konuswinkel	2.5° upwind
Rotoreinschaltdrehzahl n_1	4.4 U/min
Rotorenndrehzahl n_r	10.8 U/min
Rotorsolldrehzahl n_s^2	11.1 U/min
Getriebeübersetzung	direktgetrieben
Netzfrequenz	irrelevant
Windgeschwindigkeitsbereich im Produktionsbetrieb $V_{in} - V_{out}^3$	2.5 - 28.0 m/s
Nennwindgeschwindigkeit v_r	12.1 m/s
Reglerfunktionen	Sturmregelung Eiserkennungssystem
Identifikationsnummer: Anlage / Lastrechnung	E-138_EP3_E3_HST-111-FB-C-01

² Drehzahl auf die im Volllastbetrieb geregelt wird

³ Beginn der Sturmregelung bei 22 m/s

Tabelle 4.4: Technische Hauptdaten der WEA E-138 EP3 E3, Windgeschwindigkeiten bezogen auf Nabenhöhe

	Dateiname
Rotorblattstruktur	Siehe [1.2.4]
Aerodynamische Profile	Siehe [1.2.4]
Turmstruktur	Siehe [1.2.4]
Controller	E-138_EP3_E3.Daten MD5-Prüfsumme: 53dd021e6d228a8b13284b1835524611 E-138_EP3_E3_n4.Daten (nur für DLC 2.1 mit Überdrehzahl) MD5-Prüfsumme: 85764cc7701e01cf73766f0b09a523b2 Regler.dll MD5-Prüfsumme: 8b2fd92747fac91b1f460c30d901c452

Tabelle 4.5: Relevante Eingabedaten des Lastrechnungsmodells

Zur adäquaten Berücksichtigung von Fertigungs- und Montagetoleranzen wird eine aerodynamische Asymmetrie des Rotors durch Abweichung des Blattanstellwinkels sowie eine Massenexzentrizität des Rotors durch Blattmassenabweichungen entsprechend der in Tabelle 4.7 angegebenen Werte angenommen.

Massenexzentrizität des Rotors	1000 kgm
Fehler des Blattanstellwinkels (Blatt 1; Blatt 2; Blatt 3)	0°; +0.3°; -0.3°

Tabelle 4.6: Angenommene Asymmetrien

Zur adäquaten Berücksichtigung der elastischen Einspannung des Turmfußes am Aufstellort wird eine repräsentative Bodenfederung entsprechend der in Tabelle 4.8 angegebenen Werte angenommen.

Translationsfeder: $k_{x,dyn}$	starr
Horizontale Drehfeder: $k_{\phi,dyn}$	100000 MNm/rad (zusätzlich statt: DLC 1.1, 1.2, 1.3, 1.5)

Tabelle 4.7: Angenommene elastische Einspannung des Turmfußes und des Fundaments

Die aus den oben genannten Angaben und Annahmen resultierenden, berechneten Bauteileigenfrequenzen sind in Tabelle 4.9 angegeben. Diese Eigenfrequenzen stellen die ungekoppelten Bauteilfrequenzen dar. Sie beziehen sich jeweils auf das isolierte Bauteil, das heißt, es findet bei der Berechnung der ungekoppelten Bauteileigenfrequenzen keine Interaktion mit weiteren im System befindlichen, schwingungsfähigen Komponenten statt. Die angegebenen Eigenfrequenzen des Turmes berücksichtigen eine elastische (Tabelle 4.8) und eine starre Bodenfeder sowie die Masse des Turmkopfes.

Komponente		Randbedingungen	Frequenz
Blatt, Biegung flapwise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.515 Hz
Blatt, Biegung flapwise	2. EF	fest eingespannt - frei	1.233 Hz
Blatt, Biegung edgewise	1. EF	fest eingespannt - frei	0.824 Hz

Komponente		Randbedingungen	Frequenz
Blatt, Biegung edgewise	2. EF	fest eingespannt - frei	2.530 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.199 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	1.308 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.198 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	flexibel - frei, inkl. Turmkopfmasse	1.159 Hz
Turm, Biegung fore-aft	1. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.206 Hz
Turm, Biegung fore-aft	2. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	1.361 Hz
Turm, Biegung side-side	1. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	0.204 Hz
Turm, Biegung side-side	2. EF	fest eingespannt - frei, inkl. Turmkopfmasse	1.198 Hz

Tabelle 4.8: Komponenten-Eigenfrequenzen der WEA E-138 EP3 E3, E-138 EP3-RB-02, NH 110.396 m (E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01)

Die gekoppelten Eigenfrequenzen sind grafisch im Campbell-Diagramm in [1.1.1] dargestellt.

5 Durchgeführte Prüfungen

5.1 Prüfmethode

Die in dieser Lastrechnung angewandte Vorgehensweise, die Methodik sowie die angesetzten Grundparameter wurden auf Übereinstimmung mit den in [2.1] - [2.3] angegebenen Anforderungen überprüft.

Die der Lastberechnung zu Grunde gelegten Modelldaten wurden auf Plausibilität geprüft und im Übrigen als richtig vorausgesetzt.

Die Definition der Designlastfälle wurde unter Berücksichtigung des Betriebs- und Sicherheitssystems [1.2.3] und der Design Basis [1.2.1] auf Vollständigkeit sowie auf Konformität mit den Richtlinien [2.1] - [2.3] überprüft.

Darauf basierend wurde unter Berücksichtigung der in Kapitel 4 aufgelisteten und unter Kapitel 1 dokumentierten Parameter ein unabhängiges Simulationsmodell aufgebaut sowie eine unabhängige Analyse der Lasten durchgeführt. Die Übereinstimmung des Anlagenverhaltens während der Simulation mit dem in [1.1.1] dokumentierten Regelungskonzept der Anlage wurde überprüft.

Die Ergebnisse der unabhängigen Berechnungen wurden mit den unter 1.1 angegebenen Ergebnissen verglichen.

5.2 Anmerkungen

- 5.2.1. Im Fall von signifikanten, lastrelevanten Änderungen der zur Lastrechnung verwendeten Eingangsparameter wie z.B. strukturelle Modelldaten, Annahmen bzgl. der Aerodynamik, Reglerparameter kann eine Neuberechnung der Lasten erforderlich sein.

- 5.2.2. Abweichend von den in der DIBt (2012) [2.1] genannten technischen Anforderungen IEC 61400-1 Ed. 2 oder 3, wurde hier IEC 61400-1 Ed. 4 [2.3] verwendet.

5.3 Prüfergebnis

Die in 1.1 und Kapitel 3 beschriebene Vorgehensweise ist zur Bestimmung der Lasten geeignet.

Die in 1.1 dargestellten Lasten konnten durch eine unabhängige Lastberechnung bestätigt werden.

5.4 Schnittstellen

- 5.4.1. Relevante Parameter und Schnittstellenwerte, die über die in Kapitel 4 aufgeführten hinausgehen, sind den Dokumenten 1.1 zu entnehmen.
- 5.4.2. Die Lasten sind in den in [1.1.1] beschriebenen Berechnungskoordinatensystemen ausgewertet worden.
- 5.4.3. Lastrelevante Einflüsse aus Erdbeben wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.4. Lastrelevante Einflüsse aus Eis am Rotorblatt wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.5. Eine Temperaturabhängigkeit der Materialkennwerte wurde nicht in der Lastberechnung berücksichtigt.
- 5.4.6. Diese Prüfung beinhaltet die Überprüfung des Turmfreigangs nach [2.3].
- 5.4.7. Die Gierbewegung der Anlage wurde in der Lastsimulation nicht berücksichtigt.
- 5.4.8. Die Lasten am Turm beinhalten die Einflüsse aus den vorhandenen Massenexzentrizitäten und den Verformungen des Turms (Effekte aus Theorie 2. Ordnung). Die Einflüsse aus Schiefstellung des Turmes, Setzungen sowie aus einer statischen Drehfeder wurden nicht berücksichtigt.
- 5.4.9. In Übereinstimmung mit der Design Basis [1.2.1] wurde diese Lastrechnung unter Berücksichtigung der Blattanbauteile in Tabelle 4.5 durchgeführt. Eine Berechnung ohne diese Anbauten ist nicht Teil dieses Berichtes.
- 5.4.10. Bei Verwendung der Lastannahmen 1.1 für eine modifizierte Turmhöhe, wie in Kapitel 3 beschrieben, müssen Turm- und Fundamentlasten extrapoliert werden.
- 5.4.11. Die Lastrechnung wurde unter der Annahme durchgeführt, dass die Anlage mit einem elektrischen Widerstand (Chopper) ausgestattet ist. Dieser muss bei der Prüfung elektrischen Komponenten berücksichtigt werden.

5.4.12. Es ist gesondert nachzuweisen, dass die gerechneten Fehlerzustände der Lastfälle DLC 2.1 - DLC 2.5 [1.2.1] den identifizierten Szenarien der anlagen-spezifischen FMEA entsprechen.

6 Auflagen

- 6.1 Es sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um den Betrieb mit vereisten Rotorblättern auszuschließen.
- 6.2 Bei Abweichungen von mehr als $\pm 5\%$ von der 1. Turmeigenfrequenz (siehe Tabelle 4.9 zum Abgleich ungekoppelter Eigenfrequenzen bzw. [1.1.1] zum Abgleich gekoppelter Eigenfrequenzen) des in der Lastberechnung verwendeten Modells sind zusätzliche Untersuchungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen Turmeigenfrequenzen erforderlich.

7 Schlussfolgerung

Die in [1.1.1] - [1.1.2] aufgeführten Lastannahmen für die Windenergieanlage E-138 EP3 E3, E-138 EP3-RB-02, NH 110.396 m (E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01) sind unter Berücksichtigung der Auflagen in Punkt 6 konform zur Richtlinie [2.1] berechnet worden.

Sachverständiger:



M.Sc. Simon Wiedemann

Freigegeben:



Dipl.-Ing. (FH) Gunnar Ewald

Dieser Bericht wird ausschließlich dem oben genannten Antragsteller bzw. Kunden zur Verfügung gestellt. Die Veröffentlichung oder Verbreitung dieses Berichts ist nur durch vorherige schriftliche Freigabe der TÜV NORD CERT GmbH oder des oben genannten Antragstellers oder Kunden gestattet. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder Verbreitung ist im Allgemeinen nicht gestattet.

Gutachtliche Stellungnahme

für die Windenergieanlage E-138 EP3 E3,
Rotorblatt E-138 EP3-RB-02, verschiedene Konfigurationen,
WZ S, GK S

- Turmkopfflanschbaugruppe -

TÜV NORD Bericht-Nr.: 8119224863-11 D Rev. 0

Gegenstand der Stellungnahme: Turmkopfflanschbaugruppe gemäß DIBt
Richtlinie Fassung Oktober 2012 (korri-
gierte Fassung März 2015)

Anlagenhersteller: ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Die Gutachtliche Stellungnahme umfasst 8 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Prüfer
0	07.02.2022	Erstausgabe	C. Fischer

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente	3
2	Prüfgrundlagen	4
3	Einleitung	4
4	Beschreibung	4
4.1	Turmkopfflansch	4
4.2	Lastannahmen	5
4.3	Baustoffe	5
5	Prüfung	6
5.1	Umfang und Methodik	6
5.2	Anmerkungen zur Prüfung	6
5.3	Ergebnis	7
5.4	Schnittstellen	7
6	Auflagen	7
7	Zusammenfassung	8

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

Statische Berechnungen

- [1.1.1] ENERCON GmbH:
„Verification for Certification ENERCON Wind Energy Converter E-138 EP3 E3 Bolted Connection - Yaw Bearing and Tower Head Flange Statics und Fatigue Strength“
Dokument Nr.: D02524598, Rev. 2.0, Datum: 24.01.2022

Anlagen

- [1.1.2] ENERCON GmbH:
Zeichnung „Turmflansch Spezifikation-D3868-150xM30“,
Zeichnungs-Nr.: D02133917/0.1, Rev. 0.1, Datum: 05.02.2021

1.2 Dazugehörige Dokumente

Lastannahmen

- [1.2.1] ENERCON GmbH:
„Lastenbericht Maschinenbau E-138 EP3 E3 Abdeckende Betriebs- und Extremlasten für den Maschinenbau E-138 EP3 E3 mit dem Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 nach DIBt und IEC“
Dokument Nr.: D02397614, Rev. 0.3, Datum: 20.01.2022
- [1.2.2] TÜV NORD CERT GmbH:
„Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E3, RB E-138 EP3-RB-02, Diverse NH, DIBt WZ S, GK S - Lastannahmen für Rotorblatt und Maschinenbau -“
TÜV NORD Bericht Nr.: 8119224863-1 D III Rev. 0, Datum: 03.02.2022

Zeichnungen zur Turmkopfbaugruppe

- [1.2.3] ENERCON GmbH:
„Azimutlager 2KD-m22-z168i-b210“
Zeichnungs-Nr.: D02134927/0.0, Rev. 0.0, Datum: 20.01.2021
- [1.2.4] ENERCON GmbH:
„Maschinenträger EP3-MC-08“
Zeichnungs-Nr.: D02250932/0.0, Rev. 0.0, Datum: 02.07.2021

Spezifikation

- [1.2.5] ENERCON GmbH:
„Installation specifications for bolt connections in mechanical engineering“
Dokument Nr.: D0977320-0, Rev.6, Datum: 11.05.2020

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] Deutsches Institut für Bautechnik - DIBt (Fassung 10.2012):
„Richtlinie für Windenergieanlagen, Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“
- [2.2] DIN EN 1993-1-1 (12.2010) mit DIN EN 1993-1-1/NA (08.2015):
„Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau“
- [2.3] DIN EN 1993-1-8:2010-12 + DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12:
„Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen“
- [2.4] DIN EN 1993-1-9 (12.2010) mit DIN EN 1993-1-9/NA (12.2010):
„Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-9: Ermüdung“
- [2.5] DIN EN 1993-1-10:2010-12 + DIN EN 1993-1-10/NA:2016-04:
„Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung“
- [2.6] VDI 2230 Blatt 1 (11.2015):
„Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubenverbindungen - Zylindrische Einschraubenverbindungen“

3 Einleitung

Gegenstand dieser Stellungnahme ist die Prüfung der Turmkopfflanschbaugruppe – bestehend aus dem Kopfflansch, der Schweißnaht zwischen Flansch und Turmwand sowie der Schraubverbindungen zwischen Flansch und Azimutlager und zwischen Azimutlager und Maschinenträger – hinsichtlich struktureller Integrität im Sinne der DIBt-Richtlinie [2.1].

4 Beschreibung

4.1 Turmkopfflansch

Der Turmkopfflansch ist ein L-Flansch mit einem Innendurchmesser von 3777 mm und einem Außendurchmesser von 4036 mm. Die Gesamthöhe beträgt 225 mm und der Flanschhals ist 35 mm dick. Weitere Informationen können der Zeichnung [1.1.2] entnommen werden.

Der Flansch wird mit dem Azimutlager mittels 150 Gewindestangen M30 verbunden. Die Verbindung zwischen dem Azimutlager und dem Maschinenträger wird durch 178 Gewindestangen M30 hergestellt. Die Geometrie des Azimutlagers und des Maschinenträgers ist in [1.2.3] und [1.2.4] dargestellt.

4.2 Lastannahmen

Die Turmkopfflanschbaugruppe wurde für die in Tabelle 4.1 aufgeführten Konfigurationen nachgewiesen. Die verwendeten Auslegungslasten ([1.2.1]) bilden die relevanten einhüllenden Lasten an den jeweiligen Turmköpfen. Die Ermüdungslasten basieren auf einer Lebensdauer von 25 Jahren.

Die Windenergieanlage erbringt eine maximale Leistung von 4260 kW und verwendet das Rotorblatt E-138 EP3-RB-02.

Nr.	WEA Bezeichnung	Nabenhöhe	Turmkonfiguration	Windzone (DIBt 2012)	Geländekategorie	Lasten spezifiziert in	Lasten geprüft in
1	E-138 EP3 E3	81 m	E-138 EP3 E3-ST-81-FB-C-01	S	S	[1.2.1]	[1.2.2]
2		111 m	E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01				
3		131 m	E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01				
4		160 m	E-138 EP3 E3-HST-160-FB-C-01				

Tabelle 4.1: Lastannahmen

4.3 Baustoffe

Flansch

Kopfflansch: Stahl DIN EN 10025-3-S355N
 $R_{eH} = 265 \text{ MPa}$ (nahtlos geschmiedet)

Schraubverbindung zwischen Kopfflansch und Azimutlager

Gewindestangen: DIN 976-1 M30x370-10.9 tZn
 maximale Vorspannkraft $F_{M,max} = 432,3 \text{ kN}$
 (drehmomentgesteuertes Anziehen)
 Anziehfaktor $\alpha_A = 1,5$

Scheiben: ISO 7089 - 30 - 300HV tZn

Muttern: ISO 4032 M30 - 10 tZn

Schraubverbindung zwischen Azimutlager und Maschinenträger

Gewindestangen:	DIN 976-1 M30x330-10.9 tZn maximale Vorspannkraft $F_{M,max} = 512,5 \text{ kN}$ (drehwinkelgesteuertes Anziehen) Anziehungsfaktor $\alpha_A = 1,0$
Scheiben:	ISO 7089 - 30 - 300HV tZn
Muttern:	ISO 4032 M30 - 10 tZn

5 Prüfung

5.1 Umfang und Methodik

Die Nachweise der Grenzzustände der Tragfähigkeit wurden in der eingereichten statischen Berechnung [1.1.1] für die Kopfflanschbaugruppe geführt und durch Vergleichsrechnung geprüft.

Die Prüfung umfasst die Kopfflanschbaugruppe, bestehend aus dem Flansch, der Schweißnaht zwischen Turmwand und Flansch, sowie den beiden Schraubenverbindungen zwischen Kopfflansch und Azimutlager und zwischen Azimutlager und Maschinenträger.

Die Prüfung befasst sich mit den Grenzzuständen der Tragfähigkeit der Kopfflanschbaugruppe für die in Tabelle 4.1 genannten Lastkonfigurationen.

Transportzustände sowie Zustände während der Montage sind nicht Bestandteil der Prüfung.

Einwirkungen aus Erdbeben wurden nicht berücksichtigt.

5.2 Anmerkungen zur Prüfung

Für die Bemessung wurden die Teilsicherheitsbeiwerte gemäß DIBt 2012 ([2.1]) berücksichtigt. Der Materialteilsicherheitsbeiwert für die Ermüdung der Schweißverbindungen und der Schraubenverbindungen wurde mit $\gamma_{Mf} = 1,25$ angesetzt.

Für den Nachweis des Turmkopfflansches wurden in [1.1.1] nicht-lineare Übertragungsfunktionen mittels der Finite-Elemente-Methode hergeleitet. Der zugrunde liegende Aufbau des Turmkopfes kann [1.1.2], [1.2.3] und [1.2.4] entnommen werden.

Die Übertragungsfunktionen für den Ermüdungsnachweis berücksichtigen einen Vorspannkraftverlust von mehr als 70 % der nominalen Schraubenvorspannkraft gemäß Abschnitt 4.3. Die für den Flansch und die Schweißnaht verwendeten Wöhlerlinien sind DIN EN 1993-1-9 [2.4] entnommen; die für die Schraubverbindungen der VDI 2230 [2.6].

Die unter 1.1 aufgeführten Unterlagen sind mit einem TÜV NORD Stempel versehen.

5.3 Ergebnis

Die geprüften Nachweise der Grenzzustände der Tragfähigkeit sind vollständig und in statischer Hinsicht korrekt.

5.4 Schnittstellen

Turm

- 5.4.1 Die Auslegungslasten des Turms müssen kleiner oder gleich den Lastannahmen zum Turm sein, die in [1.2.1] zitiert werden.
- 5.4.2 Die Anforderungen in [1.1.2] hinsichtlich der Ausführung der Schweißnaht, der Neigung der Turmwand und der zulässigen Einbauten an die Turmwand sind bei der Turmauslegung zu berücksichtigen.
- 5.4.3 Die an den Kopfflansch anschließende Turmwand muss mindestens aus Stahl EN10025-2-S355J2 sein.

Montage & Inbetriebnahme

- 5.4.4 Die Spezifikation [1.2.5] enthält Anweisungen bezüglich der Montage der Schraubenverbindungen.

6 Auflagen

- 6.1 Das für den Flansch verwendete Material soll eine minimale Streckgrenze R_{eH} 265 MPa aufweisen.

7 Zusammenfassung

Unter Berücksichtigung der zuvor genannten Schnittstellen und Auflagen erfüllt die hier geprüfte Turmkopfflanschbaugruppe die Anforderungen der DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen [2.1].

Diese gutachtliche Stellungnahme gilt für die in Tabelle 4.1 aufgeführten Windenergieanlagenkonfigurationen.

Konstruktive Änderungen der Kopfflanschbaugruppe sind dem Prüfamts für Baustatik der TÜV NORD CERT GmbH mitzuteilen und einer Bewertung zu unterziehen. Ansonsten verliert diese gutachtliche Stellungnahme ihre Gültigkeit.

Prüfer:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "C. Fischer".

Dr.-Ing. C. Fischer

Freigegeben:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "R. Diewald".

M.Sc. / SFI R. Diewald

Diese gutachtliche Stellungnahme wird ausschließlich dem oben genannten Anlagenhersteller bzw. Antragsteller zur Verfügung gestellt. Eine Veröffentlichung oder Verbreitung ist nur nach vorheriger, schriftlicher Freigabe der TÜV NORD CERT GmbH gestattet. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder Verbreitung ist nicht gestattet.

Gutachtliche Stellungnahme

Windenergieanlage E-138 EP3 E3
IEC 61400-1 Ed. 3

- Diverse Komponenten -

TÜV NORD Bericht Nr.: 8119616205-100 D II Rev. 0

Gegenstand der Prüfung: Prüfung der Auslegungsanforderungen der
DIN EN 61400-1:2011-08 (IEC 61400-1 Ed. 3).

**Anlagenhersteller
(Antragsteller):** ENERCON GmbH
Dreekamp 5
26605 Aurich
Deutschland

Diese Gutachtliche Stellungnahme umfasst 7 Seiten.

Revision	Datum	Änderungen	Sachverständiger
0	14.11.2022	Erste Fassung	Konstantin Konkel

Inhaltsverzeichnis

1	Dokumente	3
1.1	Geprüfte Dokumente	3
1.2	Dazugehörige Dokumente.....	3
2	Prüfgrundlagen	5
3	Einleitung	5
4	Durchgeführte Prüfungen.....	5
4.1	Prüfmethode.....	5
4.2	Anmerkungen	6
4.3	Prüfergebnis.....	6
4.4	Schnittstellen	6
5	Auflagen.....	6
6	Schlussfolgerung	6

1 Dokumente

1.1 Geprüfte Dokumente

- [1.1.1] ENERCON GmbH:
Bestätigung nach IEC 61400-1 Ed. 3
"Stellungnahme Verwendbarkeit IEC ed.3 anstatt IEC ed.4
für ENERCON WEA"
Dokument-Nr.: D02759428/0.0
Rev. 0.0, Datum: 06.09.2022

1.2 Dazugehörige Dokumente

- [1.2.1] DKE:
"Stellungnahme DIBt / IEC 61400-1 Ed. 4"
Dokument-Nr.: DKE/AK 383.0.1
Rev. -, Datum: 31.08.2020
- [1.2.2] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Lastannahmen Turm und Fundament NH111m
„Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E3, RB E-138
EP3-RB-02, NH 110.396 m (E-138 EP3 E3-HST-111-FB-C-01), DIBt WZ S, GK
S - Lastannahmen für Turm und Fundament -“,
TÜV NORD Bericht Nr.: 8119224863-1 D I
Rev. 0, Datum: 06.09.2022
- [1.2.3] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Lastannahmen Turm und Fundament NH131m
„Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E3, RB E-138
EP3-RB-02, NH 130.639 m (E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01), DIBt WZ S, GK
S - Lastannahmen für Turm und Fundament -“,
TÜV NORD Bericht Nr.: 8119224863-1 D II
Rev. 0, Datum: 03.02.2022
- [1.2.4] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Lastannahmen Rotorblatt und Maschinenbau
„Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlage E-138 EP3 E3, RB E-138
EP3-RB-02, Diverse NH, DIBt WZ S, GK S - Lastannahmen für Rotorblatt und
Maschinenbau -“,
TÜV NORD Bericht Nr.: 8119224863-1 D III
Rev. 1, Datum: 06.09.2022

- [1.2.5] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Sicherheitssystem und Handbücher
„Gutachtliche Stellungnahme Windenergieanlagen ENERCON E-138 EP3 E3
Plattform nach DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen (2012) -
Sicherheitssystem und Handbücher -“,
TÜV NORD Bericht Nr.: 8119224863-2 D
Rev. 0, Datum: 22.09.2022
- [1.2.6] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Rotorblatt
„Gutachtliche Stellungnahme für die Typenprüfung der Windenergieanlage E-
138 EP3 E2 und E-138 EP3 E3 unterschiedliche Konfigurationen und
Nabenhöhen - Rotorblatt E-138 EP3-RB-02 -“,
TÜV NORD Bericht Nr.: 8117142915-3 D
Rev. 6, Datum: 11.10.2022
- [1.2.7] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Maschinenbauliche Komponenten
„Gutachtliche Stellungnahme für die Typenprüfung der Windenergieanlage
ENERCON E-138 EP3 E3 - Maschinenbauliche Komponenten -“,
TÜV NORD Bericht Nr.: 8119224863-4 D
Rev. 0, Datum: 08.11.2022
- [1.2.8] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Verkleidungen und Strukturen
„Gutachtliche Stellungnahme für die Typenprüfung der Windenergieanlage
ENERCON E-138 EP3 E3 und E-115 EP3 E4 - Verkleidungen & Strukturen -“,
TÜV NORD Bericht Nr.: 8119224863-12 D
Rev. 0, Datum: 24.10.2022
- [1.2.9] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Elektrische Komponenten und Blitzschutz
„Gutachtliche Stellungnahme ENERCON E-138 EP3 E3 – Elektrische
Komponenten und Blitzschutz –“,
TÜV NORD Bericht Nr.: 8119224863-5 D
Rev. 1, Datum: 28.09.2022
- [1.2.10] TÜV NORD CERT GmbH:
Gutachtliche Stellungnahme Turmkopfflanschbaugruppe
„Gutachtliche Stellungnahme für die Windenergieanlage E-138 EP3 E3,
Rotorblatt E-138 EP3-RB-02, verschiedene Konfigurationen, WZ S, GK S -
Turmkopfflanschbaugruppe -“,
TÜV NORD Bericht Nr.: 8119224863-11 D
Rev. 0, Datum: 07.02.2022

2 Prüfgrundlagen

- [2.1] DIN EN 61400-1:2011-08:
„Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2005 + A1:2010 (Ed. 3)); Deutsche Fassung EN 61400-1:2005 + A1:2010“
- [2.2] DIN EN IEC 61400-1 (VDE 0127-1):2019-12:
„Windenergieanlagen - Teil 1: Auslegungsanforderungen (IEC 61400-1:2019 (Ed. 4));
Deutsche Fassung EN IEC 61400-1:2019“
- [2.3] Deutsches Institut für Bautechnik - DIBt:2015-03:
„Richtlinie für Windenergieanlagen, Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, korrigierte Fassung

3 Einleitung

Dieser Bericht attestiert die Evaluierung des vom Antragsteller getätigten Vergleiches der Auslegungsanforderungen der DIN EN 61400-1:2011-08 [2.1] mit den Auslegungsanforderungen der DIN EN IEC 61400-1 (VDE 0127-1):2019-12 [2.2] für die Windenergieanlage E-138 EP3 E3.

4 Durchgeführte Prüfungen

4.1 Prüfmethode

Die in [1.1.1] zur Prüfung eingereichten Informationen und Aussagen wurden hinsichtlich Plausibilität, technischer Richtigkeit und korrekter Referenz zu den zuvor genannten, technischen Standards geprüft.

Die Prüfungen und technischen Auslegungsanforderungen dieser gutachtlichen Stellungnahme und deren Übertragbarkeit beziehen sich auf die in der DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen [1.1], Kapitel 3, Buchstabe I, geforderten, gutachtlichen Stellungnahmen sowie auf die bautechnischen Unterlagen für Turm und Gründung gemäß DIBt Richtlinie für Windenergieanlagen [1.1], Kapitel 3, Buchstaben E bis G.

4.2 Anmerkungen

Keine

4.3 Prüfergebnis

Die in [1.1.1] beschriebene Vorgehensweise und Dokumentation ist zur Bewertung der Frage, ob die Auslegungsanforderungen der DIN EN 61400-1 [2.1] erfüllt sind, geeignet.

4.4 Schnittstellen

Keine

5 Auflagen

- 5.1 Der Prüfung von Turm und Gründung liegen Einwirkungen nach DIN EN IEC 61400-1 [2.2] zu Grunde.

6 Schlussfolgerung

Unter Berücksichtigung der Auflagen in Kapitel 5 kann für die unter [1.2] aufgeführten, gutachtlichen Stellungnahmen sowie die dazugehörige Prüfung von Turm und Gründung die Erfüllung der technischen Auslegungsanforderungen der DIN EN 61400-1 Ed. 3 [2.1] ebenfalls bestätigt werden.

Diese zusätzliche Bestätigung der Auslegungsanforderungen der DIN EN 61400-1 Ed. 3 [2.1] gilt jeweils nur für die gesamte Windenergieanlage. Die Prüfung der gesamten Windenergieanlage umfasst die gemäß [2.3], Kapitel 3, Buchstabe I, geforderten, gutachtlichen Stellungnahmen sowie die bautechnischen Unterlagen für Turm und Gründung gemäß [2.3], Kapitel 3, Buchstaben E bis G.

Die Übertragbarkeit einer einzelnen, gutachtlichen Stellungnahme gemäß DIN EN IEC 61400-1 Ed. 4 [2.2] auf die DIN EN 61400-1 Ed.3 [2.1], z.B. nur für die Lastannahmen, wird nicht bestätigt.

Sachverständiger:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Konkel", with a stylized flourish at the end.

M.Sc. Konstantin Konkel

Freigegeben:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "C. Hering", with a stylized flourish at the end.

Dipl.-Ing. Christian Hering

An der Prüfung beteiligte Sachverständige:

Dipl.-Ing. Lennart Klüppel

Dipl.-Ing. /IWE Ingo Jongschlager

Dipl.-Ing. (FH) Tomislav Ladišić

Dipl.-Ing. Martin Passow

Dr.-Ing. Werner Aldenhoff

M. Sc. Holger Grafe

Dieser Bericht wird ausschließlich dem oben genannten Antragsteller bzw. Kunden zur Verfügung gestellt. Die Veröffentlichung oder Verbreitung dieses Berichts ist nur durch vorherige schriftliche Freigabe der TÜV NORD CERT GmbH oder des oben genannten Antragstellers oder Kunden gestattet. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder Verbreitung ist im Allgemeinen nicht gestattet.