

Errichtung einer Flachgründung

Dokumentennr.: 0005-8491 V14

Class: RESTRICTED

Typ: T09

Datum: 10.03.2018

Windenergieanlagentyp

Vor Aufnahme der Arbeiten das Dokument vollständig durchlesen.

Fragen oder Bedenken hinsichtlich des Dokuments sind an Vestas Wind Systems A/S zu richten.

| Windenergieanlagentyp | Mk-Version |
|-----------------------|------------|
| alle | |

Änderungsbeschreibung

| Änderungsbeschreibung |
|--|
| Abschnitt 2 Abkürzungen und Fachbegriffe auf Seite 4 , Abschnitt 8.4 Montage und Aufstellung des Ankerkorbs auf Seite 9 und Abschnitt 8.9 Verguss und Nivellierung auf Seite 25 wurden aktualisiert. |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Sicherheit | 4 |
| 2 | Abkürzungen und Fachbegriffe | 4 |
| 3 | Referenzdokumente..... | 4 |
| 3.1 | Sicherheitsdokumente | 4 |
| 3.2 | Referenzdokumente | 5 |
| 4 | Zweck..... | 5 |
| 5 | Einschätzung des Zeitaufwands..... | 5 |
| 6 | Geotechnische Untersuchungen | 5 |
| 7 | Baukonstruktion | 5 |
| 8 | Bauablauf | 6 |
| 8.1 | Betonherstellung..... | 6 |
| 8.1.1 | Zement | 6 |
| 8.1.2 | Wasser | 6 |
| 8.1.3 | Zuschlagstoffe | 6 |
| 8.1.4 | Zusatzmittel | 6 |
| 8.2 | Aushub und Sauberkeitsschicht..... | 7 |
| 8.3 | Führung der Kabelkanäle..... | 9 |
| 8.4 | Montage und Aufstellung des Ankerkorbs..... | 9 |
| 8.5 | Fixieren der Bewehrung..... | 10 |
| 8.5.1 | Bewehrung unter dem Ankerkorb | 10 |
| 8.5.2 | Untere Radialbewehrung | 12 |
| 8.5.3 | Untere Ringbewehrung | 15 |
| 8.5.4 | Schubbewehrung..... | 17 |
| 8.5.5 | Obere Radialbewehrung | 18 |
| 8.5.6 | Obere Ringbewehrung..... | 20 |
| 8.5.7 | Randbewehrung | 21 |
| 8.5.8 | „Haarnadel“-Schubeisen | 22 |
| 8.5.9 | Sockelbewehrung | 22 |
| 8.6 | Erdung..... | 23 |
| 8.7 | Schalung..... | 23 |
| 8.8 | Betonieren | 24 |
| 8.8.1 | Mischen des Betons | 24 |
| 8.8.2 | Transportieren von Beton | 24 |
| 8.8.3 | Einbau und Verdichtung des Betons | 24 |
| 8.8.4 | Oberflächenbearbeitung | 25 |
| 8.8.5 | Schutz und Aushärtung des Betons | 25 |
| 8.9 | Verguss und Nivellierung | 25 |
| 8.10 | Montage des Turms..... | 26 |
| 8.11 | Abdichtung der Betonoberfläche..... | 26 |
| 8.12 | Nachträgliches Spannen von Ankerschrauben | 26 |
| 8.13 | Verfüllung und Restaurierung | 26 |

1 Sicherheit

Sämtliche Arbeiten, die an einer Vestas-Windenergieanlage anfallen, einschließlich der Arbeitsprozesse und -praktiken, Monteurschulungen und Schutzmaßnahmen sowie der Gebrauch von Werkzeug und Arbeitsausrüstung, sind den örtlich geltenden behördlichen Vorschriften und berufs- wie privatrechtlichen Unfallverhütungsvorschriften und -gesetzen entsprechend durchzuführen. An solchen Arbeiten beteiligte Mitarbeiter müssen auch mit dem anlagenspezifischen Handbuch „Sicherheitsbestimmungen für Betreiber und Monteure“ für den entsprechenden Windenergieanlagentyp vertraut sein und dieses befolgen. Vestas übernimmt für Folgen einer Nichtbeachtung dieser Anforderungen keine Haftung. Vestas behält sich das Recht vor, solche Arbeiten zu überprüfen, um die Übereinstimmung mit diesen Anforderungen sicherzustellen.

Der Monteur muss die Datenblätter zur persönlichen Schutzausrüstung (PSA) zu jeder in der vorliegenden Anleitung verwendeten Chemikalie und durchgeführten Arbeit gelesen und verstanden haben. In den Datenblättern zur PSA ist die bei den jeweils durchzuführenden Arbeiten zu verwendende korrekte persönliche Schutzausrüstung beschrieben. Falls Zweifel hinsichtlich der PSA-Anforderungen für die Arbeit bestehen, verantwortliche Person oder Linienmanager kontaktieren und die richtige Vorgehensweise vor Beginn der Arbeiten bestätigen lassen.

Vor Aufnahme der Arbeiten das Dokument vollständig durchlesen.

2 Abkürzungen und Fachbegriffe

Tabelle 2.1: Abkürzungen

| Abkürzung | Erläuterung |
|-----------|--|
| PSA | Persönliche Schutzausrüstung |
| LDF | Lastverteilungsflansch |
| SDS | Sicherheitsdatenblatt |
| SWI | Service Work Instruction (Anweisung für Wartungsarbeiten) |
| SIF | Service inspection form (Prüfprotokoll) |
| SWMS | Safe Work Method Statement (Anleitung für sicheres Vorgehen bei der Durchführung einer Arbeit) |

Tabelle 2.2: Begriffserklärung

| Begriff | Erläuterung |
|---------|-------------|
| Keine | |

3 Referenzdokumente

3.1 Sicherheitsdokumente

Tabelle 3.1: Sicherheitsdokumente

| Dokumentennr. | Titel |
|---------------|---|
| Verschiedene | Sicherheitsrichtlinien für Bediener und Monteure |
| 0001-0410 | Datenblätter zur persönlichen Schutzausrüstung |
| | Betreffende Sicherheitsdatenblätter zu den im vorliegenden Dokument verwendeten Chemikalien |

3.2 Referenzdokumente

Tabelle 3.2: Referenzdokumente

| Dokumentennr. | Titel |
|---------------|--|
| 0043-9388 | Lastenheft |
| 0046-9182 | Richtlinie für die Bauweise des Fundaments für Drittunternehmer |
| 0018-0710 | SWI (Service Work Instruction): Verguss des Ankerkorbs |
| 0045-7720 | SIF (Prüfprotokoll): Verguss des Ankerkorbs |
| 0046-9189 | SIF (Prüfprotokoll): Fundamentbau |
| 0009-1539 | Abschließendes Festziehen Ankerschrauben |
| 0045-8717 | SWI (Service Work Instruction): Abdichtung der Oberfläche des Fundaments |
| 0045-8646 | SWI (Service Work Instruction): Nivellieren des Lastverteilungsflanschs |
| 0018-0743 | SWI (Service Work Instruction): Montage und Aufstellung des Ankerkorbs |
| 0016-7148 | SIF (Prüfprotokoll): Montage und Aufstellung des Ankerkorbs |
| 0040-6657 | Geotechnische Richtlinie |
| 0019-2575 | Arbeitsanweisung für die Fundamenterdung zur Fundamenterdung für Ankerkorbfundamente |
| 0042-8101 | Führung der Kabelkanäle |
| 0061-5844 | Vertikale Montage und Aufstellung des 4-Segmente-Ankerkorbs |
| 0061-5848 | Vertikale Montage des 2-Segmente-Ankerkorbs mit LDF |
| 0061-6683 | Vertikale Montage und Aufstellung des 2-Segmente-Ankerkorbs |
| | Genehmigungszeichnung zum Ankerkorb |
| | Genehmigungszeichnung zum Fundament |

4 Zweck

In diesem Dokument wird das Vorgehen zur Errichtung eines Schwerkraftfundaments beschrieben.

5 Einschätzung des Zeitaufwands

Der jeweilige Zeitaufwand für die Arbeiten richtet sich in hohem Maße nach den Bodenbedingungen, den Klimaverhältnissen, der Größe des Fundaments, Nummer und Typ der Anlage sowie der verwendeten Ausrüstung und der Qualifikation der daran beteiligten Arbeiter und des Aufsichtspersonals. In der Regel ist von 2 bis 4 Wochen auszugehen.

6 Geotechnische Untersuchungen

Für Informationen siehe 0040-6657 „Geotechnische Richtlinie“.

7 Baukonstruktion

Für Informationen siehe 0040-6657 „Geotechnische Richtlinie“.

8 Bauablauf

Die Ausführung der Fundamentkonstruktion muss EN 13670 „Ausführung von Tragwerken aus Beton“ entsprechen. Vestas empfiehlt die Anwendung von Ausführungsklasse 2, welche die folgenden Punkte vorschreibt:

- Sichtprüfung sowie systematische und regelmäßige Messungen von größeren Arbeiten.
- Die Selbstüberprüfung sämtlicher Arbeiten in Übereinstimmung mit den Verfahren und Anforderungen.
- Zu allen Arbeiten, die mit Eingriffen an Haltepunkten verbunden sind, ist die Ausfertigung eines Prüfberichts vorgeschrieben.

8.1 Betonherstellung

Der Beton für die Fundamente kann als Fertigbeton angeliefert werden, d. h. von ortsfesten Anlagen außerhalb der Grenzen des Standorts oder von mobilen Mischanlagen stammen, die an strategischen Orten auf dem Gelände des Standorts eingerichtet worden sind. Für beide Optionen gilt: Die Anlagen müssen zertifiziert sein, damit sichergestellt ist, dass die Bestandteile, die Anlage, das Prüfgerät und die Prüfvorschriften den Anforderungen der Norm EN-206: „Beton-Spezifikation“ genügen. Die Bunker im Innern der mobilen Mischanlagen und Gewichte sind nach jedem Zusammenbau von einem externen Labor zu eichen.

8.1.1 Zement

Verwendet werden kann jeglicher Portland-Zement; zur Vermeidung eines massiven Temperaturanstiegs in Anbetracht der Menge des abbindenden Betons empfiehlt sich indes die Verwendung eines Zements mit geringer Hydratationswärme vom Typ II. Die Temperatur sollte 70 °C nicht überschreiten, und der Temperaturgradient zwischen dem Kern und der Oberfläche ist unter 20 °C zu halten. Eine Verringerung der Hydratationswärme lässt sich auch durch den Austausch von bis zu 35 % des Zements durch Puzzolanelemente (Flugasche, Hochofenschlacke oder Silikastaub) erzielen. Der Zement muss von einem zertifizierten Werk stammen und der Norm EN 197: „Zement“ entsprechen.

8.1.2 Wasser

Zur Betonherstellung ist nach Möglichkeit nur Trinkwasser zu verwenden. Die Verwendung von Wasser aus Oberflächengewässern ist indes möglich, sofern ein externes Labor bescheinigt, dass das Wasser keine schädlichen Substanzen wie z. B. organisches Material, Chloride, Öl, Säuren oder Laugen enthält. Darüber hinaus bedarf die Wasserentnahme der Genehmigung durch die regionale Umweltbehörde.

8.1.3 Zuschlagstoffe

Sowohl grobe (Schotter oder Kies) als auch feine (Sand) Zuschlagstoffe können auf dem Gelände des Standorts vorhandenen Materialgruben entnommen werden, sofern die lokale Umweltbehörde dem zustimmt.

Die Zuschlagstoffe sollten chemisch inert, beständig, von begrenzter Porosität sowie frei von anhaftenden Beschichtungen, Tonklumpen, organischem Material und sonstigen Verunreinigungen sein, die zu Korrosion der Bewehrung führen oder die Festigkeit und Strapazierfähigkeit des Betons beeinträchtigen könnten. Die Siebanalyse muss zeigen, dass die Zuschlagstoffe dem vorgesehenen Betongemisch entsprechend gekörnt sind und der Norm EN 12620: „Gesteinskörnungen für Beton“ entsprechen.

Der grobe Zuschlagstoff darf keine bröckeligen, flockigen oder auch blättrigen Komponenten wie Glimmer und Schiefer enthalten.

8.1.4 Zusatzmittel

Chemische Zusatzmittel müssen der Norm EN 934: „Zusatzmittel für Beton“ entsprechen. Es ist überaus ratsam, den Abbindevorgang durch Beigabe eines Abbindeverzögerers zu verlangsamen, zum einen, um die Wärmeentwicklung zu minimieren und zum anderen, um im Falle von Verzögerungen bei der Betonanlieferung dem Entstehen von Betonierfugen vorzubeugen.

Für eine bessere Verarbeitbarkeit wird unter Umständen auch Fließmittel benötigt, insbesondere dann, wenn ein Teil des Zements durch Puzzolanelemente ersetzt worden ist. Je nach Expositionsklasse empfiehlt sich die Verwendung von Zusatzmitteln mit hohem Luftporengehalt.

8.2 Aushub und Sauberkeitsschicht



Baggerarbeiten!

- Baugrube nicht betreten, während darin ein Bagger in Betrieb ist.
- Der Lieferant ist gehalten, ein ausführliches SWMS vorzulegen mit Detailangaben zum Aushubverfahren, zu den Sicherheitsvorkehrungen zur Verhinderung eines Grubeneinsturzes, zur Einzäunung der Grube, zum sicheren Betreten und Verlassen der Grube, zur zu verwendenden PSA sowie zum Prozess der Renaturierung nach Abschluss der Arbeiten.
- Die Durchführung der Arbeiten ist an eine Arbeitserlaubnis gebunden.

Die Aushubarbeiten sind entsprechend dem geotechnischen Bericht zu planen. Ist darin von verschiedenen Bodentypen die Rede und sollen diese im Anschluss ganz oder teilweise wieder verfüllt werden, so sind diese Bodentypen voneinander getrennt zu lagern. Der Winkel der Baugrubenwälle ist entsprechend dem geotechnischen Bericht auf Grundlage der Bodenbedingungen vor Ort sowie der Fundamentzeichnungen zu wählen. Dies geschieht zur Schaffung sicherer Arbeitsbedingungen.

Haben die Aushubarbeiten die Tragschicht erreicht, ist darauf zu achten, die oberen Bodenschichten vor mechanischem Grabungsgerät, Regen und Oberflächenwasser zu schützen. Es wird empfohlen, die Sauberkeitsschicht aus Magerbeton mit einer Mindestgüte C12/15 und einer Mindestdicke von 100 mm unmittelbar nach Erreichen der Gründungsebene herzustellen. Bei einigen weicheren und nachgiebigeren Bodentypen kann es erforderlich sein, lokal unterhalb der Justierfüße des Ankerkorbes ein Bewehrungsnetz innerhalb der Sauberkeitsschicht anzuordnen, um ein Durchstanzen und ungleichmäßige Setzungen zu verhindern.

Wenn die Grabungstiefe irrtümlicherweise unter der erwarteten Grabungstiefe liegt oder eine Schicht nichttragfähigen Bodens abgetragen werden muss, ist zum Ersatz des Bodens eine Schicht verdichteten Sandes oder Beton einfacher Qualität einzubringen.

Der Oberkante der Sauberkeitsschicht ist im Zentrumsbereich gegenüber dem angrenzenden Bereich abzusenken bzw. niedriger auszuführen Dies lässt sich auf zweierlei Weise erzielen:

1. Entweder wird auf eine konstante Tiefe ausgehoben und anschließend eine Sauberkeitsschicht hergestellt, die im Mittenbereich eine geringere Dicke als im umliegenden Bereich aufweist, oder
2. der Zentrumsbereich wird tiefer als der umliegende Bereich ausgehoben.

Der zweiten Ausführungsvariante ist hierbei aufgrund des geringeren Materialverbrauchs der Vorzug zu geben.

Die Mindestfläche der Baugrube muss hinreichend Spielraum für unterirdisch verlaufende Leitungen wie etwa Abflussrohre, Schalungen einschließlich Stützen sowie hinreichend Arbeitsraum belassen. Es empfiehlt sich, die Umgrenzungen der Baugrube mehr als 1 m über die Betonoberfläche hinaus auszudehnen.

Der Lieferant hat dafür Sorge zu tragen, die Grube während der gesamten Errichtungsarbeiten trocken zu halten. Liegt der Grundwasserspiegel knapp unterhalb oder gar oberhalb der Gründungssohle, so sind, ehe diese erreicht wird, geeignete Maßnahmen zu treffen, damit die Tragfähigkeit der Baugrundsicht nicht leidet. Mindestens eine Schmutzwasserpumpe ist einzurichten und jederzeit zu überwachen.



Abbildung 8.1: Typischer Grabungsprozess



Abbildung 8.2: Typischer Grabungsprozess

Liegt der Grundwasserspiegel deutlich unterhalb der Gründungssohle, so ist genügend Raum zum Einfügen von Entwässerungskanälen außerhalb der Betonsauberkeitsschicht vorhanden, um Oberflächenwasser kontrolliert abzuleiten. Dieses ist dann zu einem nahegelegenen Wasserlauf zu pumpen, oder man lässt es außerhalb des Baugrubenbereichs versickern.

Jegliches abgepumptes Wasser muss den vor Ort geltenden gesetzlichen und verordnungsrechtlichen Bestimmungen mit Bezug auf die Menge an mitgeführten Schlämmen genügen, und es sind geeignete Maßnahmen zur Kontrolle von schlammbedingten Verschmutzungen wie z. B. Schlammfänge und/oder -sperrgruben vorzusehen.

8.3 Führung der Kabelkanäle

Für Informationen siehe 0042-8101 „Führung der Kabelkanäle“.

8.4 Montage und Aufstellung des Ankerkorbs

Tabelle 8.1: Montage und Aufstellung des Ankerkorbs

| Ankerkorb-Typ | | Montage (2-Segment) | Montage (4-Segment) | Nivellieren des LDF |
|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| AC 1.0 | Horizontale Montage | 0018-0743 | 0037-6203 | 0045-8646 |
| AC 1.5 | Vertikale Montage | 0061-6683 | 0061-5844 | - |
| AC 2.0 | Vertikale Montage | 0061-5848 | - | - |

8.5 Fixieren der Bewehrung

Bewehrungsstäbe und Maschendraht müssen der Norm EN 10080: „Stahl für die Bewehrung von Beton“ entsprechen und dürfen nur von einem zertifizierten Stahlwerk bezogen werden. Sämtliche Bewehrungen sollten verformt (geriffelt) sein, hohe Streckgrenzwerte aufweisen und den Gestaltungsvorgaben entsprechen.



Fixieren des Stahls

- Obere Bewehrung erst betreten, nachdem diese als einsturz sicher angenommen werden kann.
- Eine auch nur vorübergehende Verwendung von geraden Stäben ohne schützende Endkappen ist zu vermeiden.
- Der Lieferant ist gehalten, ein ausführliches SWMS mit Detailangaben zum Schneiden und Biegen der Bewehrung, der Beschaffung und Fixierung der Bewehrung, zum sicheren Betreten und Verlassen sowie zu der zu verwendenden PSA vorzulegen.

Erfahrene und fachkundige Stahlbauschlosser müssen die Stahlbewehrungen aus geraden Stäben heraus schneiden, die frei von Knicken und Verbiegungen wie auch sonstigen Beschädigungen sind, und kalt biegen. Die Biegegeometrien haben ausnahmslos den Spezifikationen zu entsprechen. Bewehrungen sind vor Beschädigung und Verschmutzung sowie Zunder, Lack, Öl und sonstigen Fremdstoffen zu schützen.

Alle Bewehrungen sind exakt anzuordnen sowie mit geglühtem Bindedraht zu fixieren und beim Einbau des Betons innerhalb des Fundaments an ihrer korrekten Position zu halten. Jede zweite Kreuzung der Bewehrung ist zusammenzubinden. Die Bewehrung muss beim Gießen des Betons ihre Position zu ihren eigenen Gliedern und der Verschalung bewahren.

Die Betonbedeckung der Bewehrung hat im Einklang mit den Spezifikationen auf den Fundamentzeichnungen zu erfolgen.

Zu keinem Zeitpunkt dürfen Bewehrungen mittels mechanischer Befestigungselemente (Schraubverbindungen, Klemmen usw.) durchgehend miteinander verbunden oder miteinander verschweißt werden. Schweißen ist an keinem Abschnitt der Bewehrung zulässig – nicht einmal zur Befestigung. Dies sollte deutlich aus den Fundamentzeichnungen hervorgehen.

Bindedraht und Abstandhalter müssen aus Werkstoffen bestehen, die weder den Bewehrungsstahl noch den Beton angreifen.

8.5.1 Bewehrung unter dem Ankerkorb

Vor der Montage des Ankerkorbs den unteren Maschendraht (Pos. 13.2) unmittelbar über die Sauberkeitsschicht ausbreiten. Der Maschendraht ist rund zuzuschneiden, und es sind Öffnungen für Kabelführungen und die Justierfüße des Ankerkorbs zu schaffen. In den meisten Fällen ist unterhalb der eintretenden Rundstäbe eine Anzahl an konzentrischen Ringen (Pos. 5) zu montieren. Diese Ringe zusammen mit den beiden Ringen an Pos. 12.2 und 12.3 und den Z-Stäben (Pos. 12.1) lose auf den Maschendraht legen.

Alternativ zum Schneiden von Öffnungen für die Justierfüße des Ankerkorbs können die Füße vorab – ehe der Maschendraht, die Ringe und die Z-Stäbe montiert werden – in die korrekte Position gebracht werden.

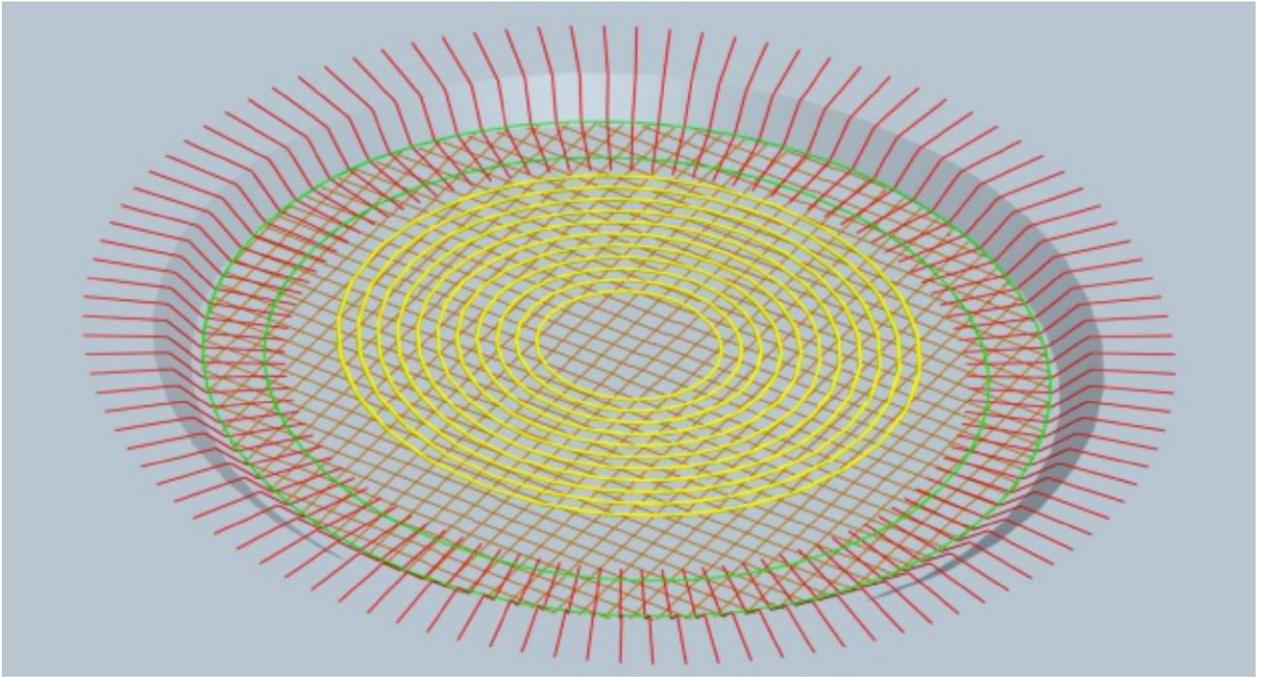


Abbildung 8.3: Bewehrung unter dem Ankerkorb

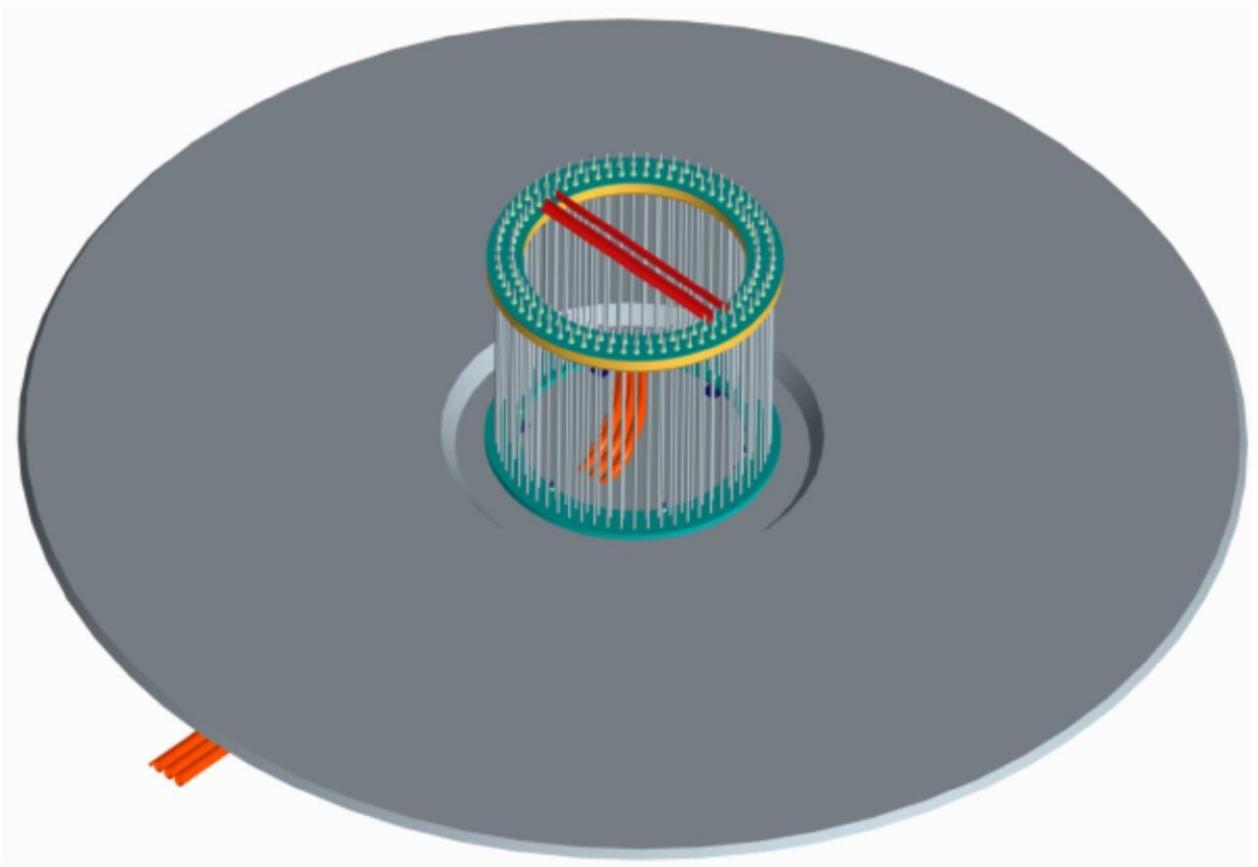


Abbildung 8.4: Ankerkorb in der Fundamentmitte. Bewehrung nicht dargestellt

8.5.2 Untere Radialbewehrung

Die untere Radialbewehrung wird auf den Abstandshaltern verlegt, die den Abstand zwischen Bewehrungsseisen und Sauberkeitsschicht gewährleisten sollen. Es ist zulässig, konzentrische Ringe in geringer Zahl unter der Radialbewehrung einzufügen, um so eine durchgehende Tragfläche zu schaffen. Die Bewehrungsstäbe werden nach einem radialen Muster mit dem Ankerkorb als Bezugspunkt verlegt.

Pos. 1.1 erstreckt sich 0,5 m von der Außenkante bis hin zum Kernbereich des Fundaments und orientiert sich dabei an jedem vierten Zwischenraum des Ankerkorbes; diesbezüglich ist der Schnurabstand auf der Fundamentzeichnung zu prüfen. Pos. 1.2 wird in den übrigen Zwischenräumen zwischen Pos 1.1 und Pos 1.3 angeordnet. Pos. 1.4 endet außerhalb des Ankerkorbes. Zudem ist Pos. 1.5 bei größeren Fundamentdurchmessern in jedem verbleibenden Zwischenraum der Radialbewehrung einzubauen.

Die bereits auf dem unteren Maschendraht angeordneten konzentrischen Ringe (Pos. 5) werden unterhalb der Radialstäbe eingefügt.

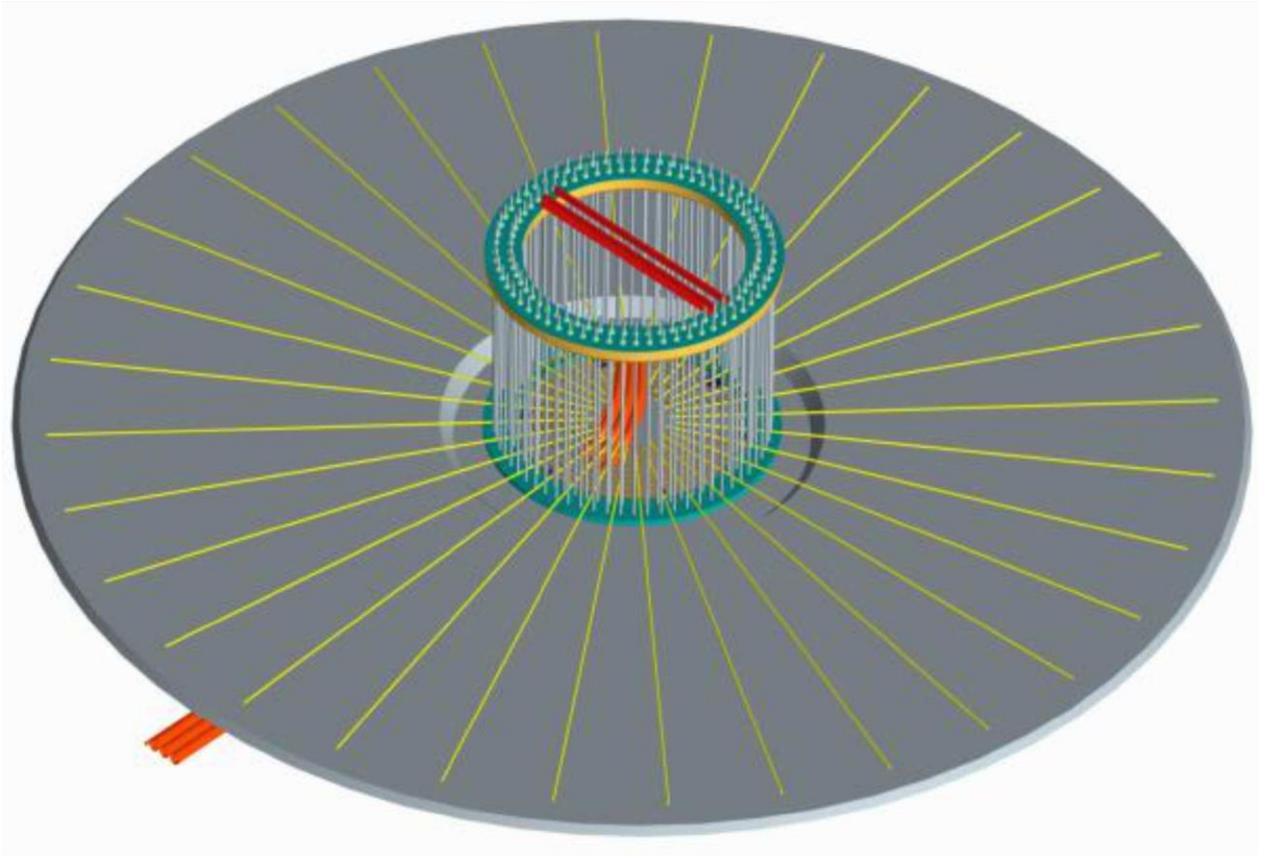


Abbildung 8.5: Jede vierte Radialbewehrung montiert

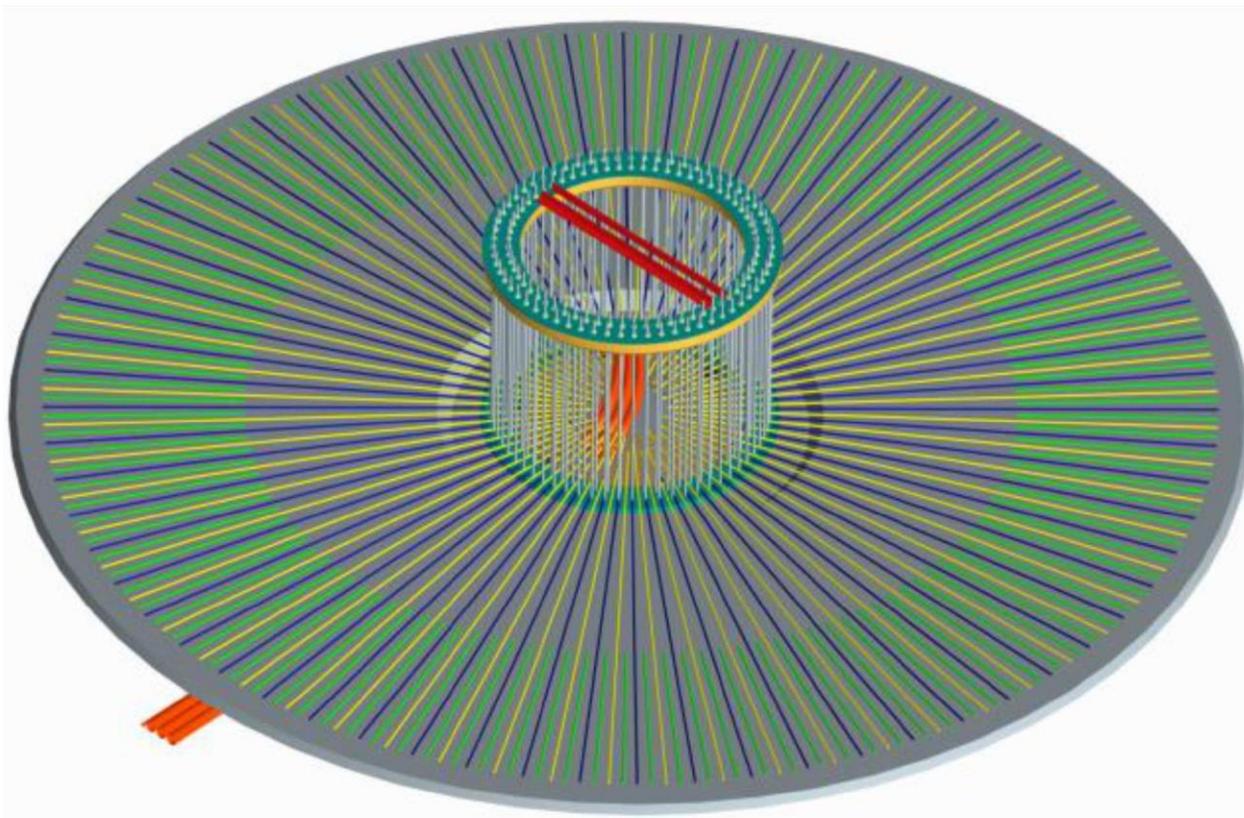


Abbildung 8.6: Komplette untere radiale Hauptbewehrung ist montiert

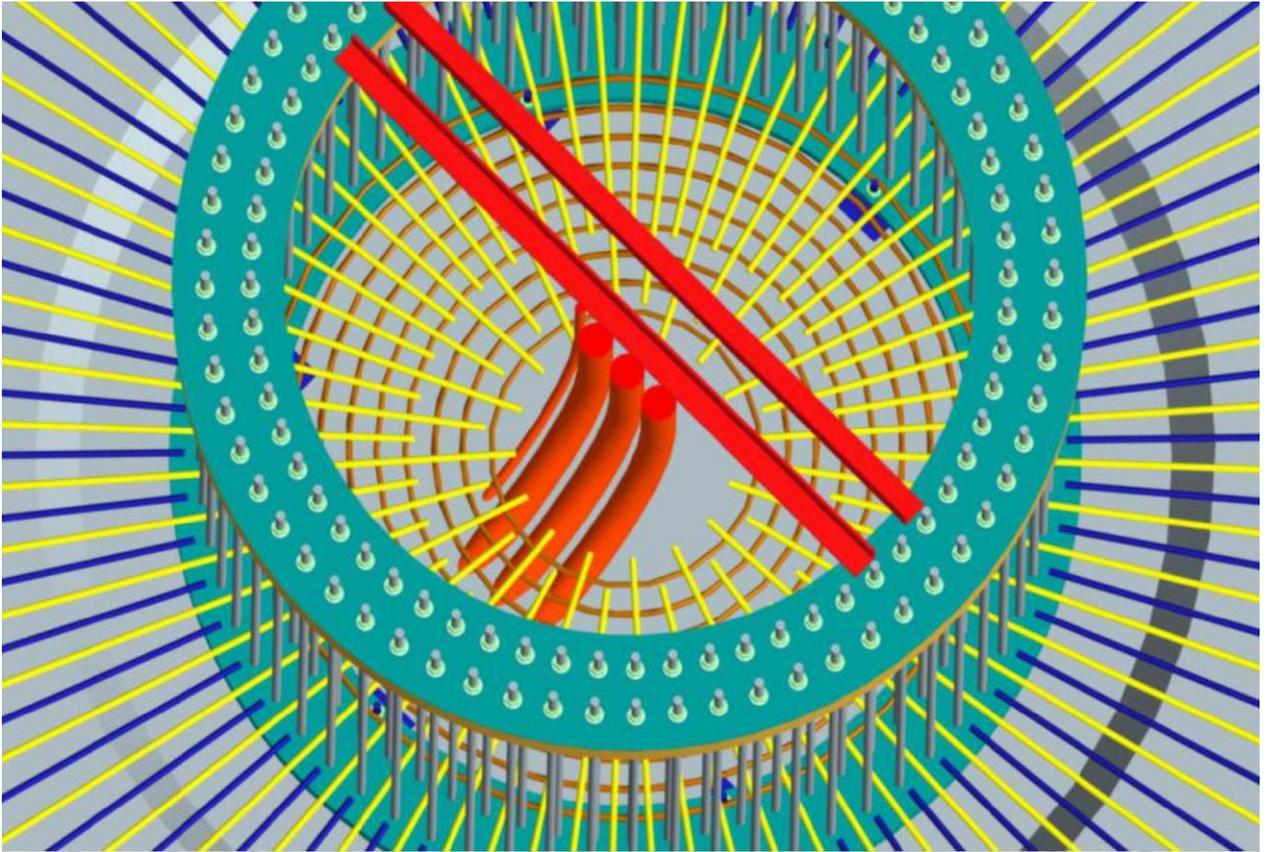


Abbildung 8.7: Detaildarstellung des Kernbereichs

8.5.3 Untere Ringbewehrung

Die untere Ringbewehrung ist oberhalb der unteren Radialbewehrung innerhalb und außerhalb des Ankerkorbes zu montieren.

In einigen Fällen kann eine zusätzliche Radialbewehrung (Pos. 1.6) über der Hauptbewehrung im Bereich des Ankerkorbes erforderlich sein. Die betreffenden Stellen sind in der Fundamentzeichnung angegeben.

Es ist zu beachten, dass die Ringbewehrung innerhalb des Ankerkorbes in einigen Fällen aus zwei Lagen besteht (unterhalb und oberhalb der Radialbewehrung). Die unteren Ringe sind hierbei anzuheben und an der Radialbewehrung mit Bindedraht zu befestigen.

Es ist zulässig, die Ringbewehrung (Pos. 3 und 4) spiralförmig mit den gleichen Abständen wie die konzentrischen Ringe anzuordnen.

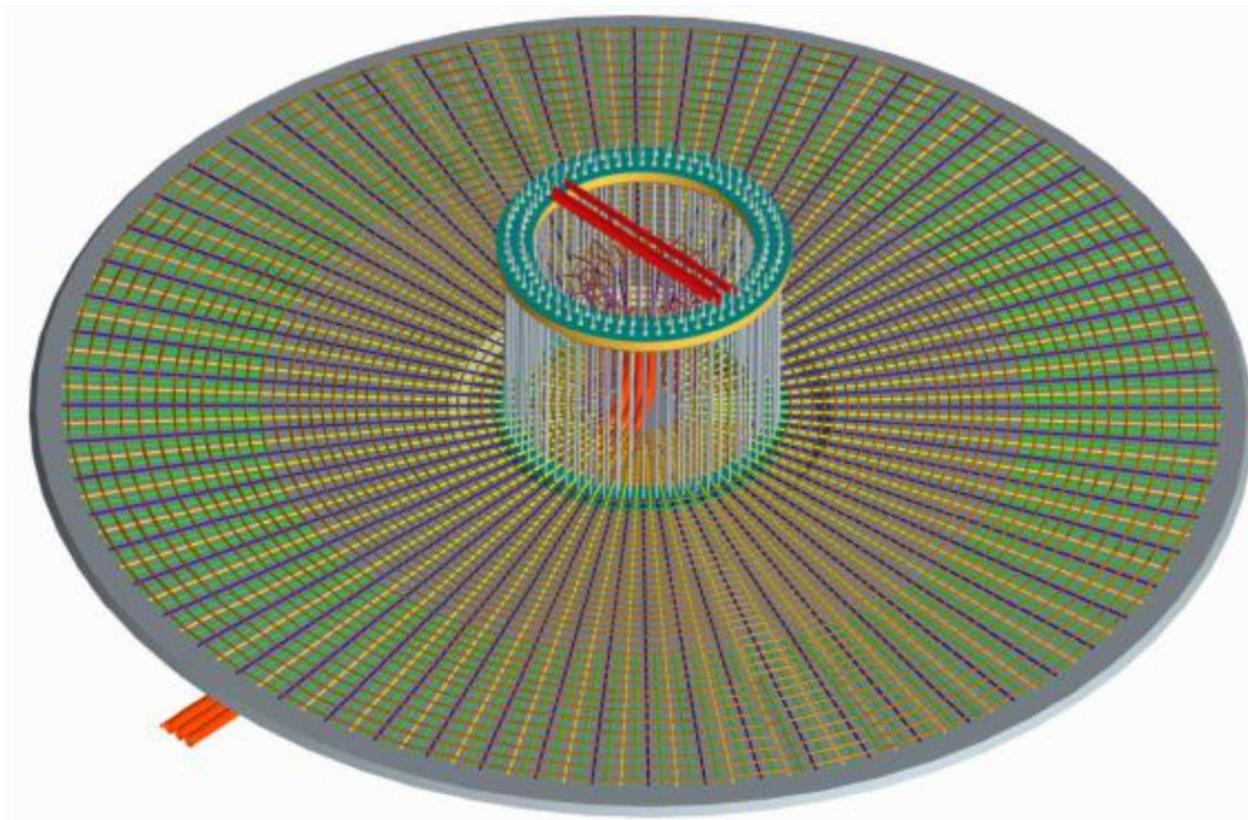


Abbildung 8.8: Montierte konzentrische Ringe

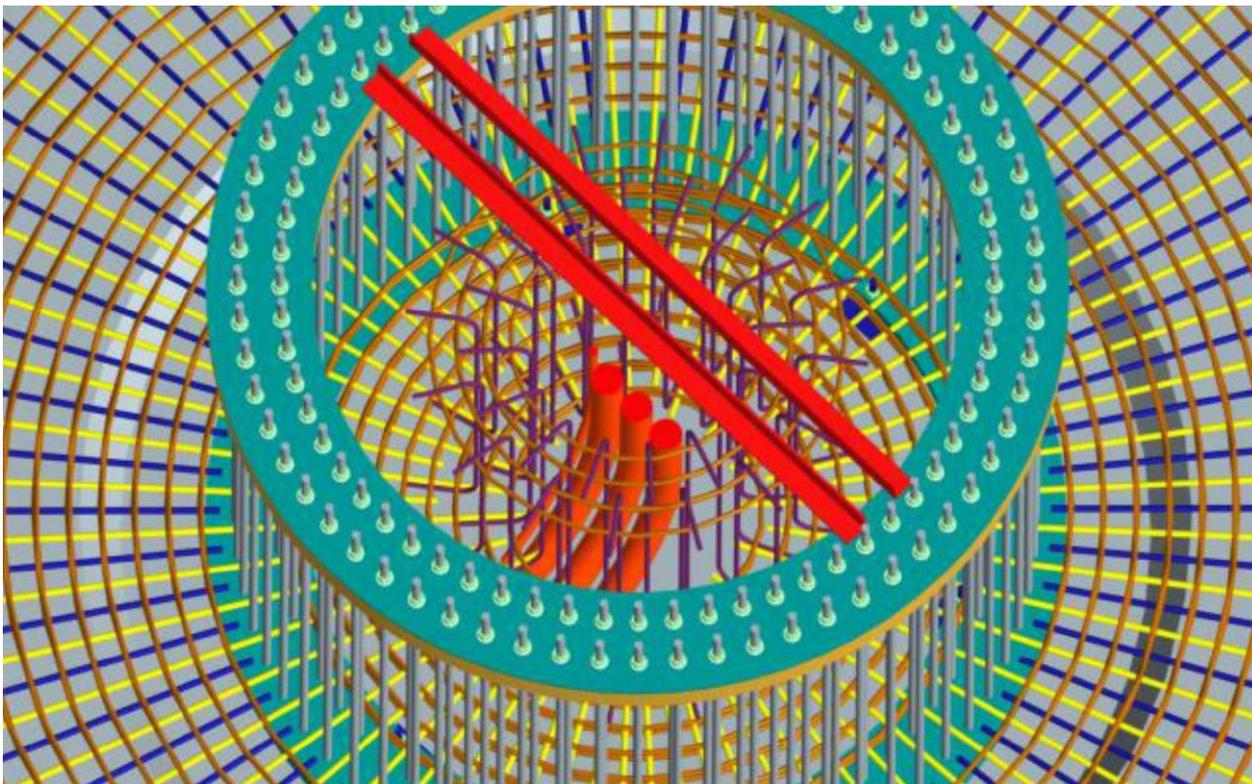


Abbildung 8.9: Detaildarstellung des Kernbereichs

Zu den konzentrischen Ringen innerhalb des Korbs: Die Ringe unter den Radialstäben werden angehoben und mit den passenden Ringen über den Radialstäben verbunden. Auf diese Weise bis zum Ring fortfahren, der die Position der äußeren Reihe des C-Stäbe Pos. 8.1.2 definiert. Der Beginn der Biegung des horizontalen Schenkels der C-Stäbe muss zum konzentrischen Ring passen. Die äußere Reihe von C-Stäben an den Radialstäben Pos. 1.2 befestigen. Die C-Stäbe werden an ihrer korrekten Position gehalten, indem man unter deren horizontalen Schenkeln einige der oberen konzentrischen Ringe Pos. 6.1 einfügt. Die übrigen Ringe und die innere Reihe an C-Stäben wie für die äußere Reihe beschrieben montieren. Die innere Reihe an C-Stäben Pos. 8.1.1 an Radialstab Pos. 1.1 befestigen.

Mitunter sind zwischen den Ankern zusätzliche Stäbe (Pos. 1.6) vorhanden. Diese Stäbe montieren; dabei darauf achten den Kunststoff-Schrumpfschlauch der Anker nicht zu beschädigen. Des Weiteren kontrollieren, ob die Pos. 2.6, bei der es sich um einen Radialstab ähnlich Pos. 1.6 handelt, der jedoch unterhalb der oberen Haupt-Radialstäbe angeordnet ist, für den gegebenen Standort benötigt wird. Ist dies der Fall, so ist Pos. 2.6 zwischen den Stäben zusammen mit Pos. 1.6 bereit, für eine spätere Montage angeordnet zu werden.

8.5.4 Schubbewehrung

Die Vertikalbewehrung besteht aus Schubeisen, die jeweils gleichmäßig innerhalb (Pos. 8.1) und außerhalb (Pos. 8.2 und 8.3) des Ankerkorbes gemäß Spezifikation des Bewehrungsplanes anzuordnen sind. An der Fundamentaußenkante ist zusätzlich die Randbewehrung (Pos. 7.1) zu montieren. Innerhalb des Korbs sowie am Rande sind die Stäbe C-förmig; die übrigen (Pos. 8.2 und 8.3) hingegen sind U-förmig mit jeweils dem horizontalem Schenkel am Grund. Um Konflikte mit Kantenstäben zu vermeiden, werden die horizontalen Schenkel der U-förmigen Schubeisen mit vom Zentrum weg weisenden Schenkeln in Nähe des Korbs sowie am Rande gegen das Zentrum montiert.

Die Schubbewehrung (Pos. 8.2 bis 8.3) wurde so vorgesehen, dass sie unterhalb der oberen radialen Hauptbewehrung endet und somit zugleich als Unterstüzung bzw. Montagebewehrung in der Montagephase dient. Die Schubbewehrung ist in der unteren Schicht ordnungsgemäß zu verankern, indem man die horizontalen Füße unterhalb der unteren konzentrischen Bewehrung anhakt. Für die obere Bewehrung werden zu einem späteren Zeitpunkt zusätzlich noch „Haarnadeln“ eingefügt. Die Schubbewehrung innerhalb des Korbs wird in der oberen Hauptbewehrung ohne „Haarnadeln“ verankert.

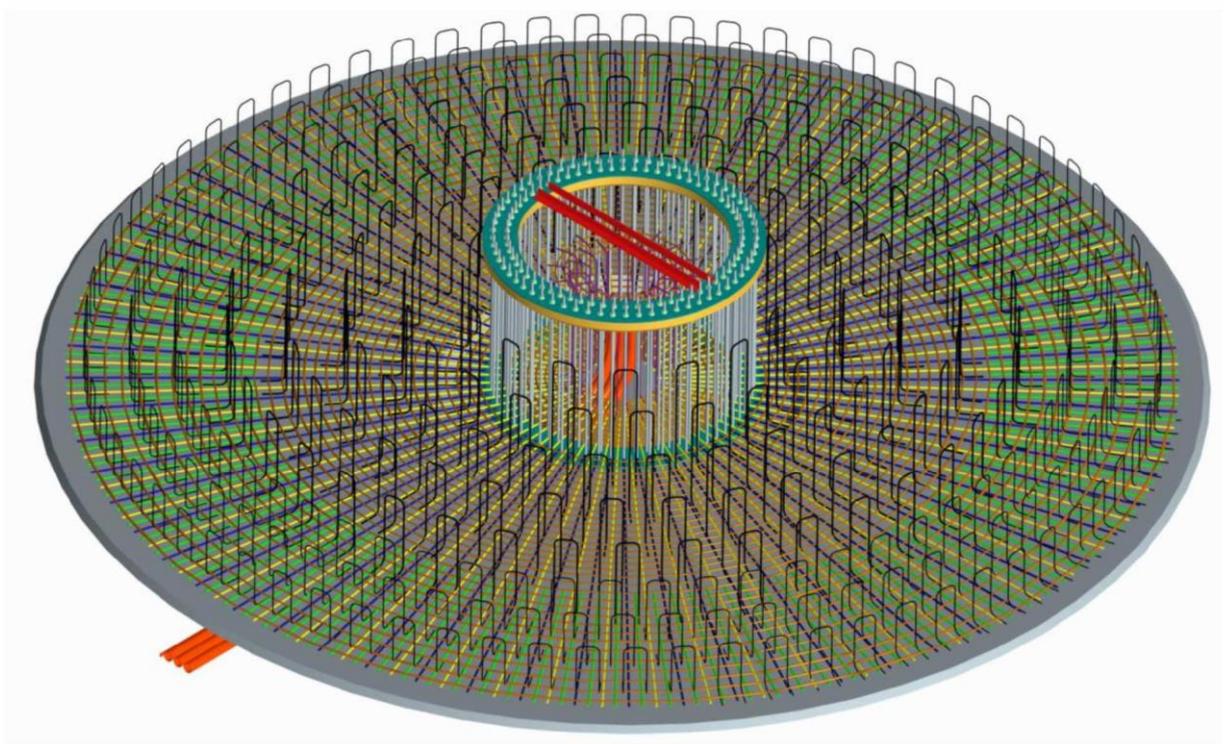


Abbildung 8.10: Montierte Schubeisen

8.5.5 Obere Radialbewehrung

Die obere Radial- und Querbewehrung unterscheidet sich in der Größe, entspricht aber im Übrigen der Ausrichtung und Anordnung der unteren Radial- und Querbewehrung. Die obere Radialbewehrung ist oberhalb der Schubbewehrung zu montieren, wobei der Ankerkorb und die untere Bewehrung als Orientierung bzw. als Vorlage dienen.

Im Regelfall sind Schubeisen in ausreichender Anzahl vorhanden, um der oberen Radialbewehrung als Unterstützung während der Montage zu dienen. In einigen Fällen kann es jedoch erforderlich sein, unter der Radialbewehrung zwei bis drei konzentrische Ringe (Pos. 4) zu befestigen, sodass die Möglichkeit besteht, die Radialbewehrung auch in den Zwischenbereichen der Schubbewehrung aufzulagern. In einigen Fällen kann eine zusätzliche Bewehrung (Pos. 2.6) unterhalb der Hauptbewehrung im Bereich des Ankerkorbes erforderlich sein. Die betreffenden Stellen sind in der Fundamentzeichnung angegeben.

Zu beachten ist dabei, dass die Radialbewehrung zwischen den Ringen anzuordnen ist, die sich bereits im Korb befinden, um die vertikalen C-Stäbe an ihrer korrekten Position zu halten.

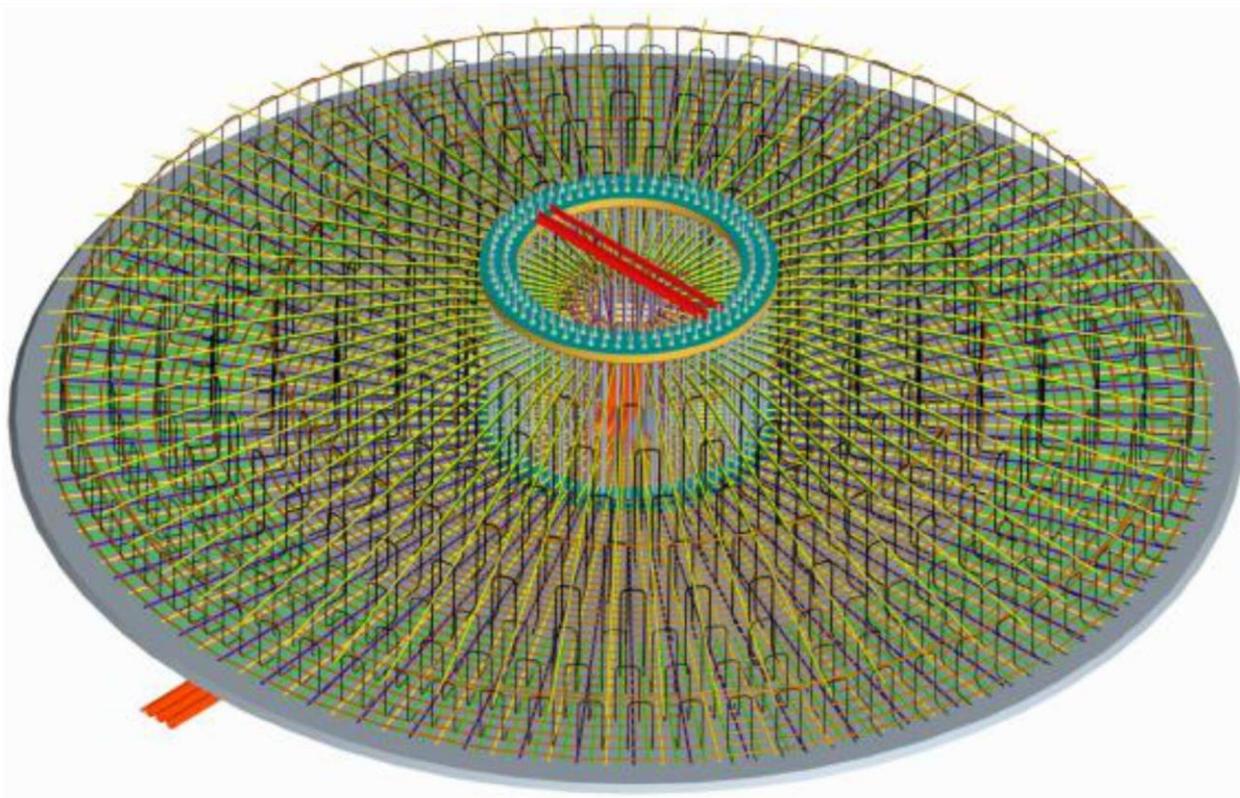


Abbildung 8.11: Zwischen den Ankern hindurchgeführte obere Radialbewehrung

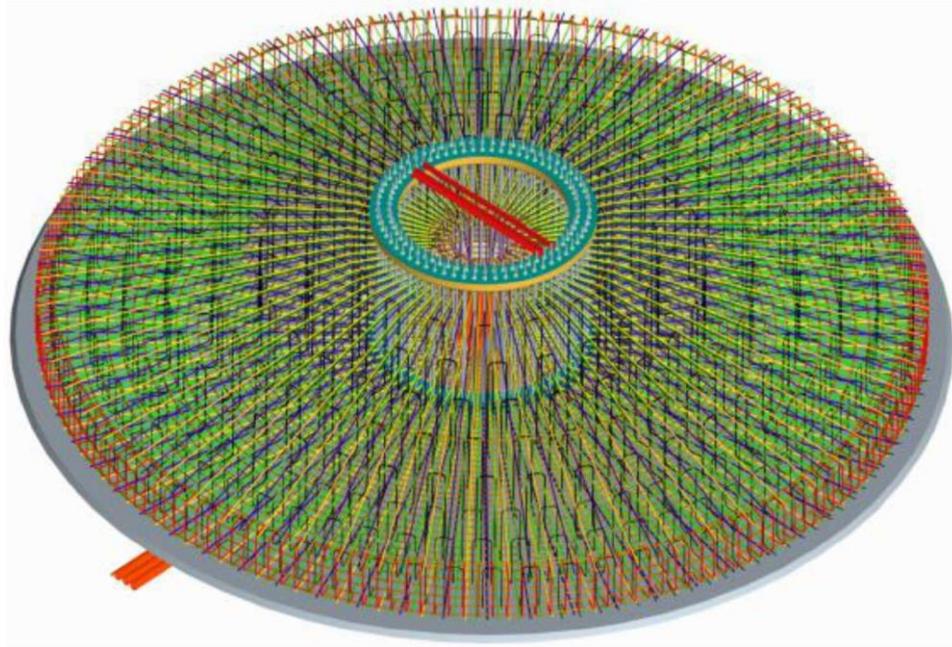


Abbildung 8.12: Auf der Schubbewehrung montierte komplette obere radiale Hauptbewehrung

8.5.6 Obere Ringbewehrung

Die obere Ringbewehrung ist oberhalb der oberen Radialbewehrung innerhalb und außerhalb des Ankerkorbes zu montieren. Es ist zulässig, die Ringbewehrung (Pos. 3 und 4) spiralförmig mit den gleichen Abständen wie die konzentrischen Ringe anzuordnen. Die restliche Radialbewehrung wird durch Befestigung an der Ring- bzw. Querbewehrung montiert.

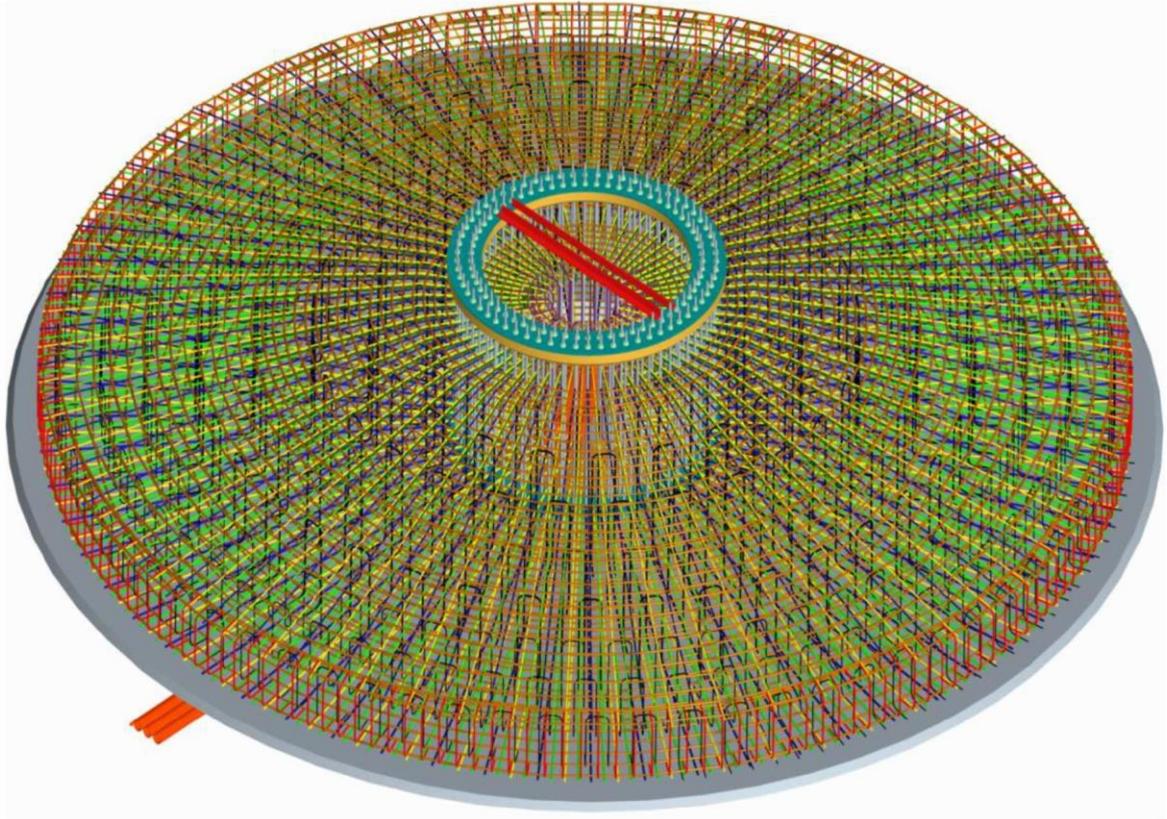


Abbildung 8.13: Montierte obere Ring- bzw. Querbewehrung

8.5.7 Randbewehrung

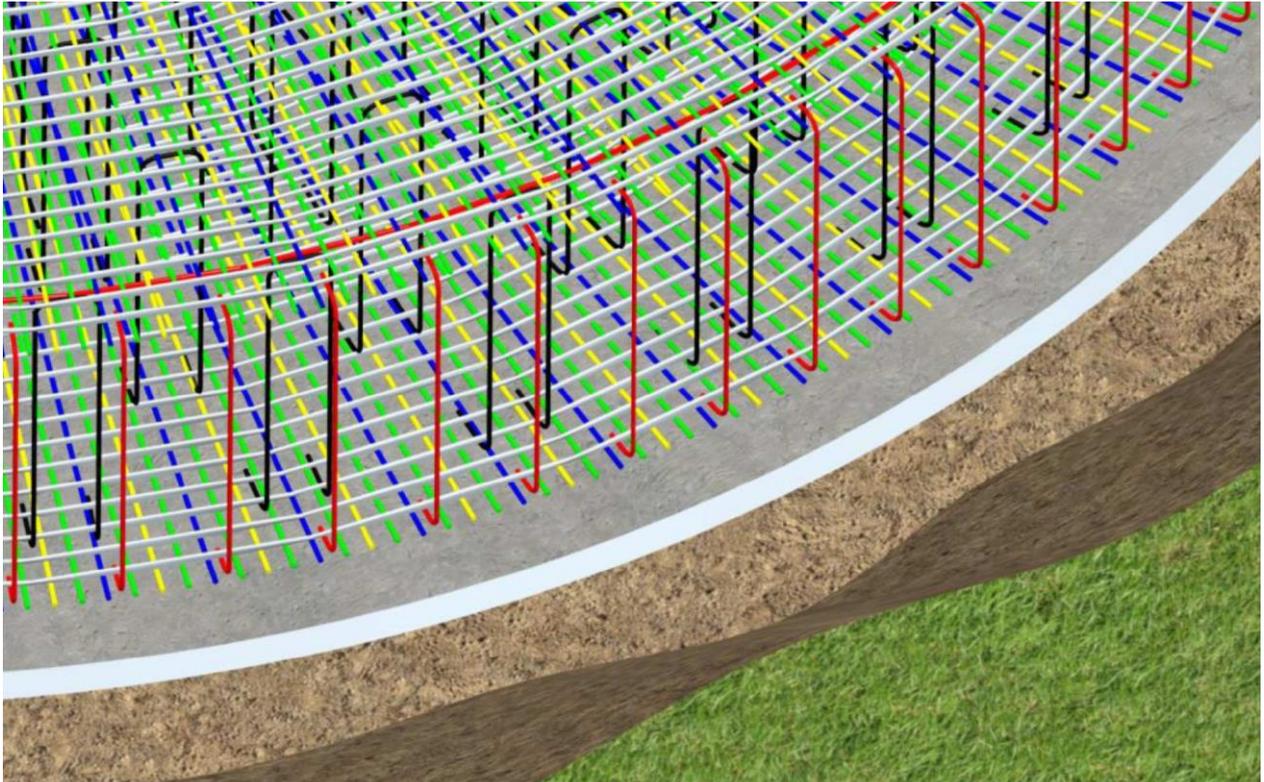


Abbildung 8.14: An der Außenkante montierte Randbewehrung

8.5.8 „Haarnadel“-Schubeisen

Nach dem Einbau der oberen Ringbewehrung sind die „Haarnadel“-Bewehrungsseisen (Pos. 8.4) von oben zu jedem Schubeisen einzustecken. Die Haarnadeln werden an der Radialbewehrung angehakt. Die vertikalen Schenkel der Haarnadeln müssen mit den vertikalen Schenkeln der Schubeisen überlappen und sind mit Stahldraht zu fixieren.

8.5.9 Sockelbewehrung

Die Sockelbewehrung besteht zum einen aus zwei Umfangsreihen bestehend aus vertikalen Bewehrungsseisen (Pos. 9.1 und 9.2), die an der oberen Ring- bzw. Querbewehrung zu befestigen sind. Pos 9.1 wird genau außerhalb jedes Ankers angeordnet, wohingegen Pos 9.1 üblicherweise außerhalb jedes vierten Ankers angeordnet wird; vgl. diesbezüglich die tatsächlichen Zahlen der Stäbe in den Zeichnungen.

Die Ringe Pos. 10.3 bis 10.8 für eine bequeme spätere Montage auf die obere Radialbewehrung legen.

Ist das Fundament mit einer Betonierfuge betoniert, sind die oberen horizontalen Ringe Pos. 10.1 und 10.2 zu montieren, um die Vertikalstäbe an ihrer korrekten Position zu halten. Beim Betonieren in einem Durchgang wie beschrieben fortfahren.

Auf die vertikalen Bewehrungsseisen Pos. 9.1 werden horizontale äußere Bewehrungsringe (Pos. 10.1) in gleichmäßigem Abstand montiert. Entsprechend werden 3 horizontale innere Ringe, Pos. 10.2, auf den vertikalen Bewehrungsseisen Pos.

9.2 montiert, um einen Träger für die Trennstäbe, Pos. 11.1, zu erzeugen und den oberen Teil des Bewehrungsseisens zu fixieren.

Die hakenähnlich geformten Trennstäbe Pos. 11.1 an jedem zweiten horizontalen Ring in radialer Richtung montieren. Den Trennstab an den Vertikalstäben Pos. 9.1 anhaken und auf zwei Ebenen um eine Ankerentfernung versetzt positionieren. In den vereinzelt auftretenden Fällen, in denen der Dorndurchmesser mit dem Ankerabstand kollidiert, kann es erforderlich sein, die Haken ein paar Grad außerhalb der Horizontalebene zu montieren. Die Ringe Pos. 10.3 bis 10.8 über den Haarnadeln anheben, um die abschließende Montage zu ermöglichen.

Die äußeren Bögen Pos. 9.3 an den horizontalen Ringen Pos. 10.1 so nahe wie möglich an den Trennstäben und den inneren Bögen an den horizontalen Ringen Pos. 10.2 montieren.

Die konzentrischen Ringe Pos. 10.3 bis 10.8 werden angehoben und an den Bögen befestigt.

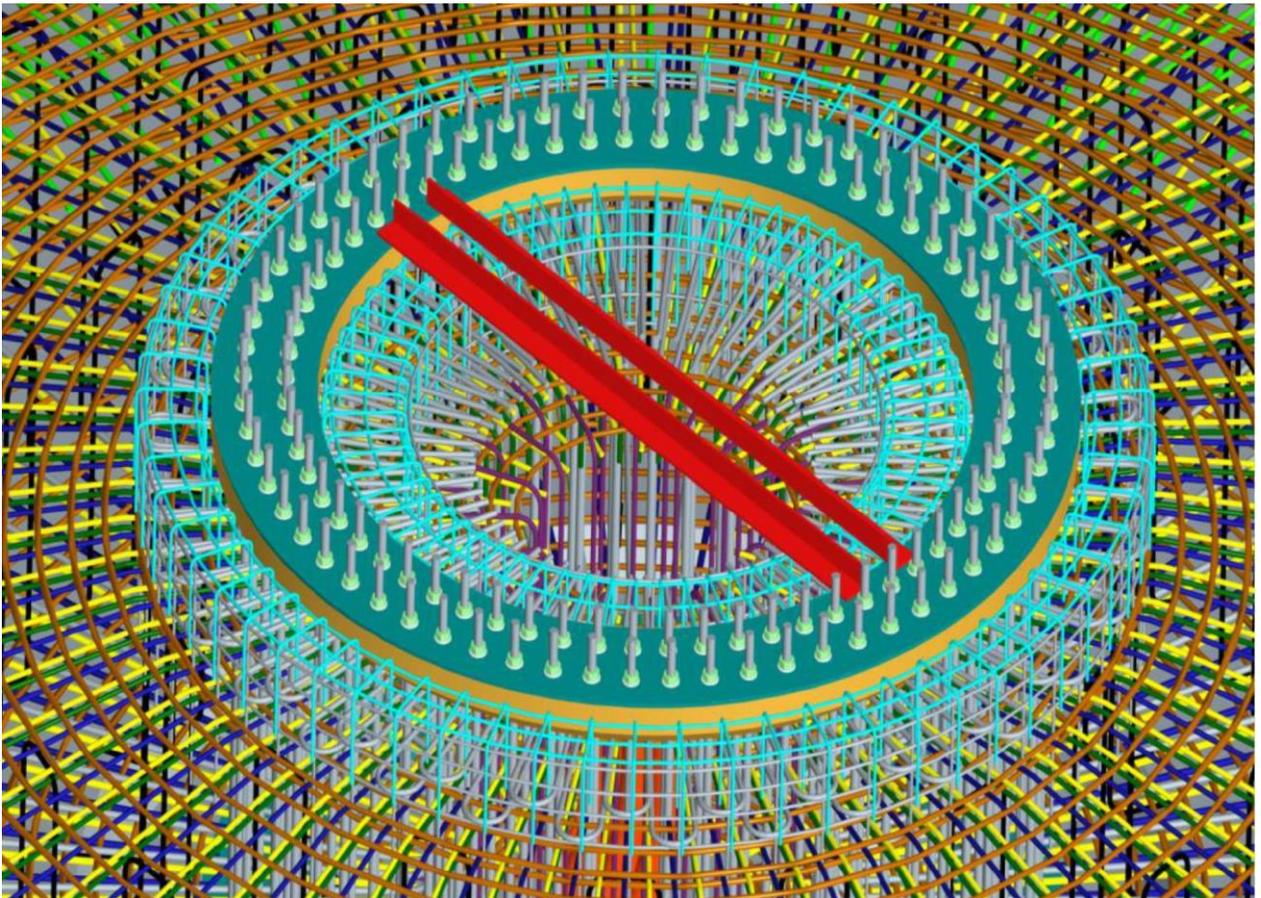


Abbildung 8.15: Sockelbewehrung

8.6 Erdung

Für Informationen siehe 0019-2575 „Arbeitsanweisung für die Fundamenterdung zur Fundamenterdung für Ankerkorbfundamente“.

8.7 Schalung

Die Schalung muss gleichmäßig sein, darf an den Fugen keine Lücken aufweisen und ist in einer Weise zu stützen und zu verankern, dass sie an Ort und Stelle verbleibt, ohne sich zu biegen oder zu verschieben, da dies die Form beschädigen oder die Stabilität beim Abdichten des Betons beeinträchtigen könnte. Fugen in der Schalung sind so herzustellen, dass dabei kein Beton austreten kann.

Bei der Konzeption und der Montage der Schalung sind Hilfsbauten wie beispielsweise Backpropping ebenso wie Erfordernisse im Hinblick auf die Handhabung, die Justierung, das Schnüren, eine beabsichtigte Überhöhung, Beladen, Unkeying, Abschlagen und Zerlegen zu berücksichtigen. Backpropping und Schalung dürfen erst entfernt werden, nachdem der Beton entsprechend den Angaben des Fundamentplaners genügend Festigkeit erlangt hat.



Es ist unzulässig, die Aushubgrube beim Einbau des Betons als Begrenzung zu verwenden.

Eine Schalung ist an allen vertikalen Flächen zu verwenden.

Schalungen aus absorbierendem Material müssen zur Verringerung der Wasseraufnahme aus dem Beton ausreichend wasser-/öldurchtränkt sein. Die Schalungen müssen vor der Montage an den Innenflächen sauber und mit einem genehmigten Trennmittel behandelt worden sein, um einem Anhaften beim Abschlagen vorzubeugen.

Die Montage von Schalungen erfolgt normalerweise in zwei Abschnitten: Der erste besteht in der Schalung für den grundlegenden Betonverguss. Nachdem der Grundbeton vergossen und hinreichend gehärtet (> 15 MPa) ist, kann die Grundverschalung abgeschlagen und die Schalung für den zweiten Abschnitt (den Sockel) montiert werden.

8.8 Betonieren

Vor dem Ausführen des Betoniervorgangs hat der Lieferant einen Betonierplan vorzulegen, aus dem die Maßnahmen hervorgehen, die bei unvorhergesehenen Zwischenfällen in verschiedenen Situationen wie z. B. einer Panne in der Mischanlage, einer Schlechtwettervorhersage usw. zu treffen sind. Das Betonieren erfolgt normalerweise in zwei Abschnitten, wobei im ersten der Grundbeton eingebaut und im zweiten der Sockel gegossen wird.

Des Weiteren hat der Lieferant eine Dokumentation zur Festigkeitsentwicklung des Betons vorzulegen, idealerweise in Form von Angaben zur Würfeldruckfestigkeit nach einem Tag, nach drei Tagen, nach sieben und nach 14 Tagen. Die Testdurchführung hat im Einklang mit der Norm EN 12390: „Prüfung von Festbeton“ zu erfolgen.

8.8.1 Mischen des Betons

Ein Betonmischplan u. a. mit Angaben zur Lagerung von Zuschlagsstoffen, zu Fördersystemen, Wiegebunkern, Zement- und Flugaschesilos, Wassertanks, Behältern für chemische Zusatzmittel, Hin- und Abtransport ist zur Genehmigung einzureichen.

Darüber hinaus ist ein Plan zur Verhütung von Umweltverschmutzung zur Überprüfung vorzulegen.

8.8.2 Transportieren von Beton

Der Transport des Betons vom Werk zum Ort des Einbaus hat mit hierfür vorgesehenen Mischfahrzeugen (Betonmischern) zu erfolgen. Beim Beladen und Transport sind alle Vorsichtsmaßnahmen zur Minimierung von Entmischung, Ausschwitzen und Verlust des Haftungsvermögens des frischen Betons zu ergreifen.

Je nach der zurückgelegten Entfernung, der Größe der Basis sowie der Transportkapazität des Mischfahrzeugs muss gegebenenfalls eine beträchtliche Zahl an Fahrzeugen zur Verfügung stehen, da der Einbauvorgang nach 10 bis 12 Stunden abgeschlossen sein muss.

8.8.3 Einbau und Verdichtung des Betons

Der Einbau des Betons sollte mit einem gesonderten Betonpumpen-Lkw erfolgen, da der Vorgang mittels einer Pumpe durchzuführen ist und dabei **KEINE** Verdichtung vor Ort erfolgen soll (was mit übermäßigem Rütteln einherginge und Wasserverlust verursachen würde). Zur Vermeidung einer Entmischung darf der Beton nicht aus mehr als 1 m Höhe freigesetzt werden.

Vor dem Gießen des Sockels ist eine geeignete Betonierfuge zwischen der Basis und dem Sockel vorzubereiten, indem man mit unter hohem Druck stehendem Wasser vorhandenes loses Material sowie überschüssiges Wasser beseitigt und eine geeignete Grundierung aufbringt.

Beton darf bei Temperaturen unter 0 °C weder gemischt noch vergossen werden. Ebenso darf kein Betoneinbau erfolgen, wenn sich in der Strukturelementschalung, der Bewehrung oder der Sauberkeitsschicht Reif oder Eis befindet. Fällt die Umgebungstemperatur unter 0 °C, so ist jeglicher im Abbinden begriffener Beton durch Bedeckung (Frostschutzkies o. ä.) und/oder die Bereitstellung einer kontrollierten Beheizung zu schützen.

Allen Betonmischungen sind vor jeglichem Einbau Stichproben aus der Schüttrinne sowie am Ort des Auftreffens zu entnehmen. Beton für die Würfelproduktion sind Stichproben aus der Schüttrinne am Ort der Freisetzung zu entnehmen und zur Lagerung über Nacht bis zur Entformung und Übersendung an eine Prüfeinrichtung in einen temperaturkontrollierten (20 ± 2 °C) Behälter zu überführen. Die Würfel sind nach 7 Tagen, 28 Tagen und nach einem betrachteten Ersatzzeitraum zu brechen. Die Prüfung ist gemäß der Norm EN 12350: „Prüfung von Frischbeton“ vorzunehmen.

Sämtlicher Beton muss mittels wirksamer Hochfrequenzrüttler sorgsam gerüttelt worden sein, um Luft auszutreiben und einen vollständigen Kontakt mit allen Bewehrungs- und Schalungsoberflächen sicherzustellen. Insbesondere ist auf die Vermeidung einer Entmischung oder Taschenbildung in der fertigen Betonmasse zu achten (übermäßiges Rütteln vermeiden).

Die Frische des Betons ist über die gesamte Dauer des Gießvorgangs permanent zu überwachen. Die maximale Überschichtungszeit für Beton beträgt ca. 2 Stunden. In der Praxis darf Beton dann nicht überschichtet werden, wenn der Beton bei der Freisetzung aus einem Innenrüttler nicht vollständig abschließt. Ist eine Betonierfuge im Entstehen begriffen, so hat der Lieferant das Standortmanagement hiervon unverzüglich in Kenntnis zu setzen, damit geeignete Maßnahmen ergriffen werden können.

Sollten alle die Betonmischungen liefernden Werke ebenso wie alle Ersatzquellen ausfallen oder ein Vorfall oder Unfall die Zufahrt zum Ort des Einbaus versperren, so lässt man den zu diesem Zeitpunkt bereits eingebauten Beton härten. Die Oberfläche des Betons ist anschließend vorzubereiten, indem man überschüssigen/an der Oberfläche befindlichen Zement auswäscht und Dübeleisen in den Beton bohrt und verpresst. Betonierfugen sind durch die Anwendung eines chemischen Sprays herzustellen, und der Beton ist anschließend durch die Schnittstelle hindurch zu rütteln, um eine hinreichende Bindung an der Schnittstelle zu gewährleisten.

8.8.4 Oberflächenbearbeitung

Sämtliche (durch Schalungen) geformten Betonoberflächen müssen glatt und frei von Waben und Hohlräumen sein. Kleine Fehler in Form von Lufteinschlüssen sind allerdings zu erwarten.

Umgeformte Oberflächen sind zu glätten, sodass die Oberfläche eben und gleichmäßig erscheint.

8.8.5 Schutz und Aushärtung des Betons

Nach dem Gießen unter Rütteln sind alle Betonoberflächen, die der Luft ausgesetzt sind, mit einem Aushärtungsmittel mit Farbpigment oder einer geeigneten Kunststoffabdeckung zum Schutz des Betons vor Schwund, Sonneneinstrahlung, Starkwind, Frost und/oder Niederschlag zu behandeln.

Die Temperatur an der Betonoberfläche darf erst unter 0 °C fallen, nachdem die Zugfestigkeit der Betonoberfläche einen Wert von 5 MPa erreicht hat: Erst ab diesem Zeitpunkt wird Frost ohne Beschädigung verkräftet. Bis dahin sind die Schalungen sowie alle Betonoberflächen erforderlichenfalls mit einer Isolierung zu versehen.

Die maximale Temperatur des Betons darf 70 °C nicht übersteigen. Der Temperaturgradient zwischen dem Kern und der Oberfläche der Betonkomponente muss weniger als 20 °C betragen. Es empfiehlt sich, Messfühler zur Temperaturüberwachung in den Beton einzufügen und im Betonierplan Maßnahmen zur Entschärfung von Temperaturproblemen zu beschreiben.

8.9 Verguss und Nivellierung

Tabelle 8.2: Verguss und Nivellierung des Ankerkorbs

| Ankerkorb-Typ | | Verguss und Nivellierung |
|---------------|---------------------|--------------------------|
| AC 1.0 | Horizontale Montage | 0018-0710 |
| AC 1.5 | Vertikale Montage | 0018-0710 |
| AC 2.0 | Vertikale Montage | 0061-5853 |

8.10 Montage des Turms

Vor der Montage des Turms muss eine Endprüfung des Fundaments durch den Bauingenieur erfolgreich durchgeführt worden sein. Bei Normalbeton beträgt die Aushärtezeit mindestens vier Wochen. Eine spezifische Berechnung unter Berücksichtigung der tatsächlichen Umweltbedingungen (Temperatur, Temperaturschwankungen, Feuchtigkeit usw.) bzw. die Verwendung von Spezialbeton mit Zusätzen kann die Aushärtezeit verkürzen. Verguss und Justierfüße erfordern eine Druckfestigkeit des

Betons von mind. 15 mPa am Tag der Aufstellung. Siehe 0018-0743 „Montage und Aufstellung des Ankerkorbs“.

8.11 Abdichtung der Betonoberfläche

Informationen sind in 0045-8717 „Abdichtung der Oberfläche des Fundaments“ zu finden.

8.12 Nachträgliches Spannen von Ankerschrauben

Siehe 0009-1539 „Endgültiges Drehmoment der Ankerschrauben im Fundament“.

8.13 Verfüllung und Restaurierung

Vor dem Durchführen einer Verfüllung sind alle Betonoberflächen zu inspizieren und abzunehmen. Das Verfüllungsmaterial muss grundsätzlich aus genehmigtem natürlichem Material bestehen, das unmittelbar dem Aushub oder einer Materialgrube entstammt. Solches Material muss frei von Niederhölzern, Mutterboden, Wurzeln, Ästen und sonstigem organischem Material sein und die Anforderung des Fundamentplaners mit Bezug auf die Dichte des Verfüllungsmaterials erfüllen. Das Verfüllungsmaterial ist mit geeignetem Gerät zu verdichten und in Lagen von maximal 300 mm Dicke auszubringen.

Jegliche im Umkreis des Fundaments der Windenergieanlage verursachten Furchen sind in Vorbereitung der Renaturierung einzuebnen. Der auf Halde liegende Mutterboden aus den Aushubarbeiten ist wiederzuverwenden. Wurde dieser durch maschinelle Verdichtung, Austrocknung, übermäßige Nässe oder invertierten Pflanzenbewuchs beschädigt, kann eine Neuaussaat erforderlich sein. Die Arbeiten zur Renaturierung müssen uneingeschränkt den Vorgaben des Umweltmanagementplans gerecht werden.