

Netzrichtlinie

Technische Bedingungen

für

Freileitungs-Montagearbeiten

Inhaltsverzeichnis

1	Ziel	5
2	Geltungsbereich	5
3	Verantwortlichkeiten / Zuständigkeiten	5
4	Begriffe	5
5	Gründungsarbeiten	6
5.1	Ausführungsunterlagen	6
5.2	Bemessung der Fundamente	6
5.3	Abstecken der Maststandorte	7
5.4	Schachten und Verfüllen von Baugruben	7
5.5	Einrichten der Fußeckstiele und Überlotung von Masten	8
5.6	Betonieren	8
5.7	Ausführung der Fundamente	9
5.7.1	Fundamentköpfe	9
5.7.2	Stufenfundamente	10
5.7.3	Bohrfundamente	10
5.7.4	Plattenfundamente	11
5.7.5	Rammpfähle	11
5.7.6	Bohrpfähle	11
5.7.7	Sondergründungen	12
5.7.8	Zugprüfung von Fundamenten	12
5.8	Erdung	12
6	Mastmontage	12
6.1	Konstruktionsunterlagen	12
6.2	Sicherheitshinweise	12
6.3	Anfuhr und Lagerung	13
6.4	Fehlerbehebung	13

6.5	Stockarbeiten	13
6.6	Schrauben und Schweißen	14
6.7	Erdungs-Anschlussbolzen, Erdungsbleche, Gelenke und Mastschilder	16
6.8	Ausflecken der Beschichtung (Werksbeschichtung)	16
6.9	Abschluss der Mastmontage	16
7	Montage der Isolatorenketten	17
7.1	Anlieferung, Lagerung, Ausfuhr	17
7.2	Zusammenbau	17
7.3	Einbau	19
8	Leiterverlegung	19
8.1	Leitertrommeln (Versandspulen)	19
8.2	Laufträder für Leiter	19
8.3	Spanntabellen und Überziehen der Leiter	20
8.4	Durchführung der Leiterverlegung	22
8.5	Regulieren und Einklemmen	23
8.6	Durchhangskontrollmessung	24
8.6.1	Zulässige Toleranzen	25
8.7	Setzen von Verbindern, Klemmen und Spiralen	25
8.8	Einbau von Feldbündelabstandhaltern und Schwingungsschutzeinrichtungen	26
8.9	Mindestabstände am Mast, Leiterverlegungs- und Verbindplan	26
8.10	Schutzmaßnahmen für die Leiterverlegung	27
8.11	Gekreuzte Objekte	28
8.11.1	Freileitungen	28
8.11.2	Verkehrsflächen	28
8.12	Montage der Systembezeichnungsschilder	28
9	Demontagen	29
10	Entsorgung	29
10.1	Allgemeines	29
10.2	Auftragnehmer als Abfallerzeuger	30



Netzrichtlinie
Technische Bedingungen für Freilei-
tungs-Montagearbeiten

Reg.-Nr. NT-12-49
Stand: 04/2016
Ersetzt: 12/2014
Freigabedatum:
Seite: 4 / 31

11	Aufräumungsarbeiten auf der Baustelle	30
12	Rechnungsstellung und Zahlungsbedingungen	30
13	Abnahme	31
14	Revision der Bauunterlagen und Schlussdokumentation	31

1 Ziel

Ziel dieser Netzrichtlinie ist es, die Technischen Bedingungen für Montagearbeiten an Freileitungsanlagen über die bestehenden EN- bzw. DIN-Bestimmungen hinaus zusätzliche Anforderungen zu beschreiben.

2 Geltungsbereich

Diese Netzrichtlinie wurde im Auftrag des Kompetenzmodell Netz der deutschen Netzbetreiber sowie E.ON Deutschland erstellt und hat Gültigkeit für die Gesellschaften

Avacon [Netz GmbH](#)
Bayernwerk [Netz GmbH](#)
E.DIS [Netz GmbH](#)
Schleswig-Holstein Netz AG

Mit Inkrafttreten dieser Netzrichtlinie sind alle bestehenden Richtlinien für die Technischen Bedingungen für Montagearbeiten an Freileitungsanlagen außer Kraft gesetzt. Bestehende Qualifikationen zur Durchführung von Montagearbeiten verlieren hiermit nicht ihre Gültigkeit. Diese werden durch das OHLS Team betreut.

3 Verantwortlichkeiten / Zuständigkeiten

Für die inhaltliche Betreuung dieser Netzrichtlinie ist der Kompetenzbereich Asset Management / Kompetenzsparte Hochspannung / das Kompetenzteam Leitungen verantwortlich.

Die verantwortlichen Führungs- und Fachkräfte der o. g. Unternehmen sind in ihrer Organisationseinheit für die Umsetzung dieser Netzrichtlinie zuständig. Sollten im Einzelfall weitere Präzisierungen notwendig sein, sind diese in der jeweiligen Gesellschaft zu ergänzen.

4 Begriffe

AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer

5 Gründungsarbeiten

5.1 Ausführungsunterlagen

Der AN erstellt die statischen Berechnungen sowie die Ausführungszeichnungen der Fundamente. Die Fundamentunterlagen sind nach dem Vier-Augen-Prinzip von einem weiteren Statikern zu prüfen und zum Bau freizugeben. Bei neuen Lieferanten oder speziellen Gründungsbedingungen (z.B. Rutschhang) sind im Rahmen der Qualifikation die Berechnungen durch einen Prüfstatiker zu prüfen.

5.2 Bemessung der Fundamente

Grundlage für die Bemessung der Mastfundamente ist DIN EN 50341, Teil 1,3 und 4, die DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 sowie die DIN 1055. Bei aufgeteilten Fundamenten sind alle vier Gründungskörper des Mastes für die gleichen Bemessungslasten auszuführen.

Die Außenkanten der Fundamentkörper müssen parallel zu den Mastwänden liegen, ausgenommen Konstruktionen von Mehrfachpfählen und -bohrgründungen. Plattenfundamente von WAWE-Masten sind mit quadratischem Grundriss auszubilden.

Die Wichte des Betons ist mit 24 kN/m^3 für bewehrte Fundamente bzw. mit 23 kN/m^3 für unbewehrte Fundamente anzunehmen.

Baugrunduntersuchungen sind Grundlage für die Festlegung der rechnerischen Bodenkennwerte. Die erdfeuchte Wichte des Bodens darf zur Ermittlung der Erdauflast maximal mit 18 kN/m^3 in Ansatz gebracht werden.

Inwieweit Grundwasser als Auftriebswirkung zu berücksichtigen ist, ergibt sich aus den Baugrunduntersuchungen. Der rechnerische Grundwasserspiegel ist um $1,0 \text{ m}$ höher als der vorgefundene Spiegel anzunehmen. Bei Gründungen in Hochwasserbereichen sind die Belastungen aus Fließgeschwindigkeit und Eisdruck im Einvernehmen mit dem AG festzulegen. Die Beurteilung, ob Grundwässer oder Böden betonangreifend wirken, richten sich nach DIN EN 206-1 Tab. 2. Die Einordnung in die Expositionsclassen XA1 bis XA3 erfolgt nach DIN 1045-2 Tab.1. Die erforderlichen Maßnahmen zur Herstellung eines Betons mit hohem Widerstand gegen chemischen Angriff sind im Einzelnen in DIN 1045-2, Abschnitt 5.3.2, niedergelegt.

Gegebenenfalls ist auf den Ausführungszeichnungen das Δh -Maß und eventuell die Hochwasserlinie darzustellen. Zusätzlich ist das Maß bei geplanten Masterhöhungen mit anzugeben. Außerdem ist die Mastaußenbreite für den theoretischen Erdaustritt (sog. bE-Maß) anzugeben.

Die Erdüberdeckung von Fundamentkörper muss an jeder Stelle mindestens $0,80 \text{ m}$ betragen. Eine Verkleinerung der Erdüberdeckung ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des AGs zulässig.

Für die Auswirkung der Eckstielkräfte auf den Fundamentkörper ist eine ungewollte Außermittigkeit der Eckstielachse von mindestens $0,10 \text{ m}$ zu berücksichtigen; abweichend hiervon ist für die Krafteinleitung in Bohrpfähle DIN 4014, Teil 2, maßgebend. Die für die Weiterleitung der Eckstielkräfte erforderlichen Haftwinkel oder Knaggen sind an den Eckstielfuß anzuschweißen oder mit Passschrauben zu befestigen. Haftwinkel sind durch Aussteifungsbleche zu verstärken. (s. Konstruktionsrichtlinie)

Der Beton für die Fundamente hat mindestens der Festigkeitsklasse C25/30 nach DIN EN 206-1, DIN1045-2 zu entsprechen. Hinsichtlich der frostsicheren Ausführung der Fundamentköpfe gilt Punkt 5.7.1. Der Einsatz von Betonzusatzmitteln ist auf der Fundamentzeichnung explizit anzugeben.

5.3 Abstecken der Maststandorte

Der AN hat die Übereinstimmung der Gründungen mit den Trassierungsunterlagen zu gewährleisten. Grundlage der Absteckung sind die vom AG übergebenen Koordinatenlisten und Lageplänen. Nach der Absteckung der Maste ist zu prüfen, ob die geplanten Fundamentaußenmaße realisiert werden können. Insbesondere sind die Überdeckung und der Abstand zu Gräben, Knicks und Wegen zu prüfen. Dazu ist die Leitungsstrecke rechtzeitig vor Baubeginn nachzuflichten, um zu gewährleisten, dass die Leitungsflucht zwischen den Winkelpunkten eine gerade Linie bildet und mit dem, in den Trassierungsunterlagen festgelegten Angaben übereinstimmt. Beim Nachfluchten sind die Spannungsfelder durch GPS oder elektrooptische Entfernungsmessgeräte zu überprüfen. Die in den Plänen angegebenen Maße (Spannungsfeldlängen, NN (bzw. NHN-Höhen) sind mit folgenden Toleranzen einzuhalten.

Die Fußeckstiele bzw. Mastunterteile sind so einzurichten, dass keine größeren Höhenabweichungen als 10 cm zu den von der Trassierungsfirma ermittelten NN-Höhen der Unterkante der untersten Traverse, keine größeren Längenabweichungen als 10 cm je 100m Spannungsfeldlänge und keine Abweichungen aus der Flucht von mehr als 5 cm auftreten, ferner müssen die Angaben über anteilige Aufteilung der Maststandorte auf die einzelnen Flurnummern berücksichtigt werden. Bei Abweichungen ist unverzüglich der AG zu benachrichtigen; Änderungen sind nur mit Zustimmung des AGs zulässig.

5.4 Schachten und Verfüllen von Baugruben

Vor Beginn des Ausschachtens einer Baugrube sind Rasendecke und Humus sauber abzutragen und seitlich der Baugrube zu lagern. Es ist zu gewährleisten, dass der Humus nicht vom übrigen Aushubmaterial überschüttet wird und später nach dem Verfüllen der Baugrube zur Wiederherstellung der Oberfläche verwendet werden kann. Stark unterschiedliche Bodenschichten sind gesondert abzutragen und zu lagern, die Verfüllung hat entsprechend den ursprünglichen Schichtungen zu erfolgen.

Die auf den Fundamentunterlagen angegebenen Schachtmaße sind genau einzuhalten. Die Grubenwände im Bereich von anbetonierten Fundamentkörpern sind senkrecht zu schachten. Die erforderliche Überdeckung an allen Stellen des Fundamentes ist sicherzustellen.

Sprengungen sind nur von zugelassenem Fachpersonal auszuführen. Alle erforderlichen Genehmigungen sind vom AN einzuholen. Die Sprengladungen sind so zu wählen, dass die Grubenmaße eingehalten und die Wände nicht aufgelockert werden.

Der Erdaushub an Steilhängen ist durch entsprechende Maßnahmen am Abrollen bzw. Abrutschen zu hindern.

Der AN muss sich beim Ausheben der Baugruben bzw. beim Bohren davon überzeugen, dass die tatsächlich angetroffenen Bodenarten hinsichtlich Art und Mächtigkeit sowie Grundwasserstand mit den Baugrunduntersuchungen übereinstimmen. Bei Abweichungen ist der AG unverzüglich zu benachrichtigen. Wasserhaltungsmaßnahmen sind vom AN soweit notwendig durchzuführen und sind Teil der Gründungsmaßnahmen.

Die Verfüllung des Arbeitsraumes zwischen Fundament und Baugrube ist in Schichten von 0,25 m ohne Hohlräume einzubringen und maschinell zu verdichten, wobei die Gruben wasserfrei sein müssen. Wiesen und Raine sind mit Rasenstücken abzudecken.

Geöffnete Baugruben sind durch Schutzzäune zu sichern. Rammrohre sind geeignet abzudecken. Angrenzende Naturschutzflächen sind ebenfalls mit Schutzzäunen zu sichern. Der AN stellt sicher, dass die für Freileitungsbaustellen relevanten RSA 95 Vorgaben eingehalten werden.

5.5 Einrichten der Fußeckstiele und Überlotung von Masten

Die Fußeckstiele sind entweder mit Setzrahmen oder in Form ganzer Mastunterteile bzw. Fußstühle zu montieren. Die Lage und Höhe richtet sich nach den Vorgaben der Trassierung. Entsprechend dem Winkelzug, dem Endzug, dem Mastgestänge und der Masthöhe sind Winkelabspannmaste, Abzweigmaste und Endmaste zu überloten.

Vor dem Betonieren ist zu überprüfen, ob die gelieferten Schrägfußverlängerungen den tatsächlichen Geländeverhältnissen entsprechen. Werden Abweichungen festgestellt, darf erst nach Rücksprache mit dem AG betoniert werden. Vor dem Betonieren sind Stoßmaße, Spreizmaße, Flucht, Traversenrichtung und Überlotung zu überprüfen und während des Betonierens zu überwachen. Sofern keine Diagramme des jeweiligen EDL Hauses vorliegen, ist die Berechnung der Überlotung Bestandteil des Standsicherheitsnachweises der Fundamentberechnung. Die Überlotung ist bei der Festlegung der Einbindelänge der Mastfüße zu berücksichtigen und in den Fundamentausführungszeichnungen anzugeben.

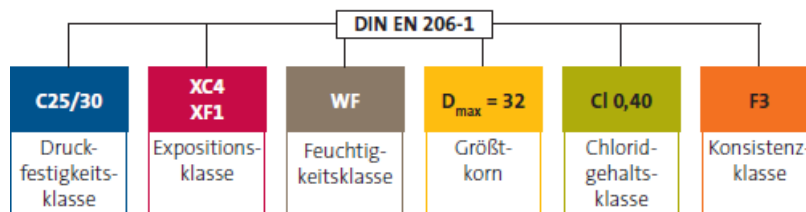
5.6 Betonieren

Mit den Betonarbeiten darf erst nach Freigabe durch den Baukontrolleur des AGs begonnen werden.

Für Freileitungsfundamente wird ausschließlich Transportbeton verwendet.

Die Lieferfirmen für Transportbeton müssen die Anforderungen von DIN 1045-2/EN206-1 erfüllen.

Festlegung für Beton nach Eigenschaften



Betonzusatzmittel - auch für Verpressmörtel von Pfählen - dürfen nicht wassergefährdend sein.

Mischen, Transport und Verarbeiten des Betons richten sich nach DIN 1045-2/-EN 206-1. Die Lieferscheine gemäß DIN 1045-2, Abschnitt 7.3, sind vom Baubüro der AN zur Einsichtnahme bereitzuhalten.

Vor Beginn der Betonarbeiten sind Schalung, Bewehrung und Mastbauteile von Verunreinigungen zu befreien. Stehendes Wasser auf der Sauberkeitsschicht ist vor dem Betonieren zu entfernen.

Entscheidend für die Bemessung der Verarbeitungszeit sind die Vorgaben des Mischwerks für den Transportbeton. Eine nachträgliche Zugabe von Wasser oder Verzögerungsmitteln zur Verbesserung der Verarbeitungseigenschaften ist untersagt; auf der Baustelle ist einzig die Zugabe von Fließmitteln nach Vorgabe eines Betonlabors oder des Mischwerks zulässig.

Bei der Herstellung von Fundamenten ist der Beton so einzubringen, dass er nicht entmischt wird, deshalb sind Fördergefäße möglichst dicht über der Einbaustelle zu öffnen. Bei Fallhöhen von über 1,5 m ist der Beton durch ein Fallrohr oder den Verteilerschlauch einer Betonpumpe zusammen zu halten. Diese sind ebenso wie Rutschen bis kurz über den bereits eingebrachten Beton zu führen.

Die Verdichtung ist Voraussetzung für qualitativ guten Beton. Beton für Freileitungsfundamente

ist zu verdichten. Besondere Sorgfalt ist erforderlich, wo eine starke Häufung der Bewehrung vorhanden ist (hier auf die Korngröße achten). Hier besteht die Gefahr, dass die Zwischenräume nicht vollkommen mit Beton ausgefüllt werden.

Die Verdichtung erfolgt durch maschinelles Rütteln. Dabei sind die Angaben der DIN 4235 "Verdichten von Beton durch Rütteln" zu beachten.

Zum Betonieren bei Frost gilt grundsätzlich DIN 1045-3, Abschnitt 8.3. Hierbei sind Bewehrung und Mastfuß anzuwärmen und von Vereisungen vollständig zu befreien. Die Temperatur des Frischbetons muss zwischen +10°C und +30°C liegen. Betonierarbeiten bei Außentemperaturen unter 0°C sind nur mit Zustimmung des AG zulässig.

Unter -10°C Außentemperatur dürfen keine Betonierarbeiten ausgeführt werden. Die Baukörper sind gegen Auskühlen durch Abdeckungen ausreichend zu schützen; besonders sorgfältig ist die Wärmeabdeckung für die Fundamentköpfe auszuführen (vgl. Punkt 2.8.1).

Die Fundamentschalung darf erst 3 Tage nach dem Betonieren entfernt werden. Das Stocken des Mastes darf erst 14 Tage nach Abschluss des Betonierens der Fundamentköpfe erfolgen.

5.7 Ausführung der Fundamente

5.7.1 Fundamentköpfe

Die Fundamentköpfe sind mit kreisförmigem Querschnitt auszuführen; ihr Regeldurchmesser ergibt sich nach der folgenden Tabelle:

	110 kV
Tragmaste	0,80 m
Abspannmaste mit Einfacheckstielen	1,00 m
Abspannmaste mit Schmetterlingseckstielen	1,50 m

Die zylindrische Außenseite der Fundamentköpfe muss bis mindestens 0,60 m unter EOK reichen und ist mindestens 0,40 m über EOK bzw. über den anzunehmenden Hochwasserspiegel hochzuziehen. Die Fundamentköpfe sind auch unter EOK in Schalung zu betonieren. Die Fundamentköpfe, ausgenommen bei Hochwasserfundamenten, werden in der Regel senkrecht, bei Hochwasserfundamenten in Eckstielneigung ausgeführt werden. Abweichungen sind mit Zustimmung des AGs zulässig (Einzelheiten siehe Musterzeichnung).

Die Oberseite der Fundamentköpfe ist als möglichst flacher Kegel auszuführen, wobei die Kegelhöhe ca. 5 cm beträgt und unmittelbar bis Unterkante der untersten Diagonale reicht. Auf das ordnungsgemäße, mit einer entsprechenden Neigung versehene Abziehen der Fundamentköpfe ist zu achten. Der AN verpflichtet sich beim Auftreten von „stehendem Wasser auf den Fundamentköpfen“ zur Abspitzung und Neuaufbau des Fundamentkopfes.

Bei der Herstellung der Fundamentköpfe ist verstärkte Aufmerksamkeit auf die spätere Frostbeständigkeit zu richten. Als Betonsorte ist ein Beton, mindestens der **Festigkeitsklasse C25/30** und für die **Expositionsklassen XC4 XF1** gemäß DIN 1045-2/EN 206-1 zu verwenden.

Zur Aufnahme der Erdungsbänder erhalten die Außenwandungen der Fundamentköpfe Aussparungen mit einem Querschnitt von etwa 5 cm x 0,7 cm. Die Lage der Aussparungen ergibt sich aus der Anordnung der Anschlussfahnen am Masteckstiel.

Die Fundamentköpfe müssen eine Rissbewehrung aufweisen. Die Betondeckung der Rissbewehrung von 4 cm ist auch zur Oberseite des Fundamentkopfes hin einzuhalten. Eine gesonderte Rissbewehrung kann entfallen, wenn in den Fundamentkopf aus statischen Gründen eine gleichwertige Kopfbewehrung einzubauen ist.

Die Kanten der Fundamentköpfe sind zu brechen bzw. anzufassen.

Nach dem Betonieren sind die Fundamentköpfe sorgfältig gemäß den besonderen Richtlinien des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton nachzubehandeln. Hierbei sind die Köpfe bei Temperaturen über +5°C insgesamt 5 Tage mit Folie abzudecken; bei Temperaturen unter +5°C ist eine Abdeckung mit Folien und Wärmedämmung für 10 Tage erforderlich.

5.7.2 Stufenfundamente

Es ist darauf zu achten, dass im geneigten Gelände die Eingrabetiefe für jedes der vier Stufenfundamente eines Mastes ausreichend groß ist. Gegebenenfalls ist der Erdaufstakörper für eine geneigte Geländeoberfläche nachzuweisen.

Die Fußeckstiele von Stufenfundamenten müssen geradlinig ohne Knick ausgeführt werden. Die Fußeckstiele müssen grundsätzlich - auch in nicht ebenem Gelände - bis zur Fundamentsohle (Unterkante der untersten Stufe) reichen. Die unterste Reihe von Knaggen oder Haftwinkeln darf höchstens 15 cm über der Fundamentsohle liegen, muss aber zum Korrosionsschutz eine Mindest-Betondeckung von 5 cm aufweisen. Wenn die untersten Knaggen /Haftwinkel ausnahmsweise höher als 15 cm über Sohle liegen, muss die maximale Eckstielzugkraft (100%) mittels einer geeigneten Bewehrung bis zur Sohle verankert werden.

In der Baugrube von Stufenfundamenten ist zunächst eine Sohle einzubringen. Diese Sohle besteht bei weichen Bodenarten wie nassem Lehm, Ton oder Mergel aus einer Betonplatte, die im Bereich schwerer Mastfüße zweckmäßigerweise bewehrt wird. Bei trockenem, standfestem Boden können alternativ geeignete Betonsteine für die Baugrubensohle verwendet werden.

Stufenfundamente müssen grundsätzlich in einem Zug betoniert werden. Der Beton ist in Schichten von etwa 0,5 m einzubringen und zu rütteln. Arbeitsfugen sind nur ausnahmsweise zwischen den oberen Stufen zulässig, in keinem Falle jedoch zwischen der untersten und der nächsten Stufe. Die Arbeitsfuge ist mit einem Bewehrungskorb zu versehen, dessen senkrechte Stäbe für 75 % der maximalen Eckstielzugkraft zu bemessen sind. Eine Arbeitsfuge unmittelbar unter dem Fundamentkopf braucht nur nach Maßgabe der Rissbewehrung (vgl. Punkt 1.8.1) bewehrt zu werden. Die Arbeitsfugen sind grundsätzlich zu säubern und mit Haftgrund zu behandeln.

Voraussetzung für die Ausführung von Stufenfundamenten vom Typ S (geschalt) ist es, dass der Erdboden nach dem Ziehen der Baugruben/Stufenschalung der untersten Stufe seitlich nachrutscht. Baugruben- und Fundamentschalungen müssen wieder entfernt werden.

5.7.3 Bohrfundamente

Bohrfundamente sind nach DIN 1045-1 zu bemessen und mit einer Längs- und Querbewehrung zu versehen, die über die gesamte Länge reicht. Die Bewehrung ist als Korb herzustellen und so in das Bohrloch einzusetzen, dass sie beim Betonieren nicht verschoben werden kann und eine Betonüberdeckung von 5 cm gewährleistet ist. Stöße der Längsbewehrung sind nicht zugelassen.

Für den Fall, dass das Bohrloch in Realität tiefer als nach Plan vorgetrieben werden musste, ist der Bewehrungskorb entsprechend zu verlängern. Ein Absinken des Bewehrungskorbes infolge Eindringens in die Bohrlochsohle muss mit geeigneten Mitteln verhindert werden.

Das Einbringen des Bewehrungskorbes, das Ausrichten der Mastfüße und das Betonieren der Bohrfundamente hat unverzüglich nach Fertigstellung des Bohrloches und der Unterstechung zu erfolgen. Während des Betonierens ist der Bohrlochrand mit Kantenschutzblechen zu schützen.

Der Beton darf sich beim Einbringen in das Bohrloch nicht entmischen. Hierzu gelten die Bemerkungen unter 5.6 Es ist zu gewährleisten, dass der Beton den gesamten Fußbereich einschließlich der Untersteckung ausfüllt und im Schachtbereich keine Unterbrechungen, Einschnürungen oder Verunreinigungen des Querschnittes auftreten. Der Beton wird in Schichtdicken von etwa 0,5 m gerüttelt.

Bohrfundamente sind in einem Zug zu betonieren. Die Arbeitsfuge darf nicht tiefer als 1,20 m unter EOK liegen. Vor dem Weiterbetonieren ist die Arbeitsfuge zu säubern und mit Haftgrund zu behandeln. Um die Fuge herum ist eine bewehrte Betonmanschette zu legen. Eine mögliche Fuge zwischen Bohrfundamentschaft und Fundamentkopf ist nach den gleichen Grundsätzen auszuführen. Die Betonmanschette entfällt wenn der Kopfdurchmesser kleiner als der Schaftdurchmesser ist.

Über das Herstellen jedes einzelnen Bohrfundamentes ist am Herstellungstag vom AN ein Protokoll auf dem entsprechenden Formblatt zu erstellen.

5.7.4 Plattenfundamente

Die Grubensohlen von Plattenfundamenten dürfen nicht aufgelockert werden.

Als Sauberkeitsschicht wird eine Betonsohle (Dicke etwa 0,1 m) in die Baugrube eingebaut. Im Bereich schwerer Mastfüße wird diese Betonsohle bewehrt.

Für die Herstellung von Plattenfundamenten gilt die DIN 1045-3. Die Betondeckung der Bewehrung beträgt 5 cm. Die Gründungsplatte ist seitlich einzuschalen. Vor dem Betonieren ist die eingelegte Bewehrung hinsichtlich Lage, Anzahl und Typ der Bewehrungsstäbe zu überprüfen.

Plattenfundamente sollen in einem Zuge betoniert werden. Arbeitsfugen sind nach DIN 1045-3 auszuführen. Hinsichtlich der Betongüte vgl. Punkt 5.2 und 5.6. Die Plattenschalung darf nicht am Beton belassen werden.

5.7.5 Rammpfähle

Für die Herstellung von Rammpfählen gilt DIN 4026. Für alle Rammpfähle müssen Protokolle inhaltlich gemäß DIN 4026 erstellt werden.

Werden Pfähle beim Rammen gleichzeitig verpresst, so ist die Rammgeschwindigkeit so einzurichten, dass ausreichend Verpressmörtel zugeführt werden kann. Das Niveau des Verpressmörtels soll sich immer in Höhe der Erdoberkante bewegen. Dem Verpressmörtel ist ein Erstarrungsverzögerer (VZ) in geeigneter Dosierung beizugeben. Im Falle, dass Stahlpfähle durch Schweißen verlängert werden und somit eine Arbeitsunterbrechung auftritt, ist die Dosierung nachzuweisen.

Der AG ist umgehend zu informieren, wenn bei der Ausführung Abweichungen gegenüber der Planung auftreten.

Hinsichtlich der Bedingungen für Betonzusatzmittel im Verpressmörtel siehe Punkt 5.6.

5.7.6 Bohrpfähle und Kleinbohrverpresspfähle (KVP)

Für die Herstellung von Bohrpfählen gilt DIN 4014. Über die Herstellung ist vom AN ein Protokoll gemäß DIN 4014 anzufertigen.

Die Arbeitsfuge zwischen Bohrfahlschaft und Fundamentkopf ist nach den unter Punkt 5.7.3 genannten Grundsätzen einschließlich der Betonmanschette auszuführen.

5.7.7 Sondergründungen

Sondergründungsmethoden bedürfen der bauaufsichtlichen Zulassung für die Beanspruchung auf Zug und Druck.

5.7.8 Zugprüfung von Fundamenten

Im Falle von Bohrfundamenten, Pfahlgründungen, Felsgründungen und Sondergründungen wird die Fundamenttragfähigkeit durch Zugversuche gemäß EN 50341-3-4 (EN 61773) stichprobenweise überprüft. Hierbei werden bei Pfahlgründungen abweichend zur Norm 10 % der eingebauten Pfähle gezogen. Die Festlegung der zu prüfenden Pfähle erfolgt in Abstimmung mit dem AG und dem Prüfsachverständigen. Für Zugversuche gelten folgende Festlegungen:

Belastung bis zur 1,0 fachen Nennzuglast ($= 1.05 \times$ charakteristische Zuglast) mit anschließender Entlastung

Belastung bis zur 1,2-fachen Nennzuglast mit anschließender Entlastung

Die Zugversuche sind durch den verantwortlichen Ingenieur des AN zu protokollieren und die Grenzzuglast zu ermitteln (Last-Hebungsdiagramm nach EN 50341, Abschnitt 8.6 bzw. EN 61773 „Proof-Test“).

5.8 Erdung

Die Erdung der Maste ist entsprechend der gültigen Hausrichtlinie oder falls nicht vorhanden, gemäß der Festlegung im ehemaligen THN (Technisches Handbuch Netz) Kapitel 2.3.10 – Stand bei Auftragserteilung – auszuführen.

6 Mastmontage

6.1 Konstruktionsunterlagen

Die Konstruktionsunterlagen (3 Satz Werkstattzeichnungen, 1 Satz Signierungspläne, 1 Satz Stücklisten) der Maste sind durch den AN vom Mastlieferanten abzurufen.

6.2 Sicherheitshinweise

Bei Arbeiten am Mast gelten die Sicherheitsvorschriften für „Arbeiten in der Höhe“ der Berufsgenossenschaft. Darüber hinaus ist bei den Arbeiten zu beachten, dass die Zuwegungen zu den Masten so gewählt sein muss, dass eine Gefährdung durch herabfallende Gegenstände zu vermeiden ist. Grundsätzlich ist der Aufenthalt unter den Bereichen mit Montagetätigkeiten nicht gestattet. Die Annäherung an den Mast ist den am Mast befindlichen Montagekräften durch Zuruf anzuzeigen.

Arbeiten in der Dunkelheit sind keine Standardmontageart. Sollten Montagetätigkeit in der Dunkelheit schaltungsbedingt dennoch notwendig werden, ist vom AN eine Gefährdungsbeurteilung für diese Tätigkeit vorzulegen. Insbesondere ist auf die blendfreie Ausleuchtung der Baustelle zu achten.

Beim Einsatz von Ratschenzügen sind Kettenkürzer zu verwenden. Derzeit sind nur Fabrikate der Firma Yale und Kyto ohne Einschränkung zugelassen. Bei anderen Fabrikaten darf die nominale Maximalkraft der Ratschenzüge nur zur Hälfte ausgenutzt werden.

6.3 Anfuhr und Lagerung

Die Anfuhr der Maste hat ausschließlich auf den festgelegten Anfahrtswegen zu erfolgen. Die Transportgewichte und Transportfahrzeuge sind den Wegeverhältnissen anzupassen. Die Mastteile sind mittels Hebezeugen zu entladen.

Die Mastteile müssen bei Transport, Entladung, Zwischenlagerung und Montage mit Sorgfalt behandelt werden, damit die Verzinkung bzw. die Beschichtung nicht beschädigt wird. Die Mastteile sind auf Kanthölzern zu lagern. Bei längerer Zwischenlagerung der verzinkten Teile sind Vorkehrungen zu treffen, damit sich kein Weißrost bildet.

Weiterhin sind die Baulager in ausreichender Größe zu dimensionieren und so zu gestalten, dass ein Fremdzugriff verhindert wird.

Bei werksbeschichteten Masten ist das Verpackungsmaterial (alukaschierte Pappwinkel, Kanthölzer und Europaletten) sachgerecht zu lagern, damit dieses Material wiederverwendet werden kann. Es ist nicht zu entsorgen.

6.4 Fehlerbehebung

Kleinere Verzinkungsschäden sind unverzüglich durch einen Anstrich mit Zinkstaubfarbe in ausreichender Dicke (sog. Kaltverzinkung) auszubessern (Zink-Spray ist nicht zulässig). Hierzu muss die Ausbesserungsstelle metallisch blank und fettfrei sein. Der Anstrich ist mindestens dreimal aufzubringen. Größere Verzinkungsschäden (Schadflächen über 100 cm²) sind in ausreichender Dicke mittels Spritzverzinkung zu beheben; eine Spritzverzinkung darf nur von Fachkräften mit entsprechender Erfahrung ausgeführt werden.

Herstellfehler bzw. Mängel an den Mastteilen oder Verzinkungsschäden sind dem AG und dem Mastlieferanten zu melden. Planungs- und Produktionsfehler sind als Roteintragung auf den Werkstattzeichnungen kenntlich zu machen und diese an den AG und dem Mastlieferanten zu schicken.

Stahlteile, die im Herstellerwerk falsch gebogen und beim Transport oder der Montage verformt worden sind, dürfen nicht auf der Baustelle gerichtet werden.

6.5 Stockarbeiten

Die Stockarbeiten dürfen frühestens 14 Tage nach Betonieren der Fundamentköpfe beginnen (vgl. Punkt 5.6). Anschlagmittel aus Stahl (Schlaufen) müssen mit einem Schutzüberzug aus Kunststoff oder Leder versehen sein.

Die Mastachse muss vom Mastfuß bis zum Mastkopf eine Gerade im Rahmen der Breitenzunahme (b_e) bilden; Eckstiele, Diagonalen und Traversen dürfen keine Verwindungen aufweisen. Beim Anschrauben der Traversen an den Mastschaft ist darauf zu achten, dass die Traversen nicht verdreht, sondern vollkommen deckungsgleich montiert werden.

Werden Mastteile am Boden zusammengebaut, so soll dies in waagerechter Lage erfolgen. Hierbei müssen die Teile so unterbaut werden, dass keine Verspannungen sowie keine Verschmutzungen entstehen können.

Beim Anheben von Mastschüssen oder ganzen Masten ist der Aufhängepunkt so zu wählen, dass die Mastkonstruktion keine unzulässigen Beanspruchungen erfährt. Kippartige Zustände

während des Anhebens dürfen keine Biegebeanspruchung in den unten aufliegenden Mastteilen, z. B. in den überstehenden Masteckstielen hervorrufen.

Umlenkrollen zum Anheben kleinerer Lasten dürfen nur an solchen Punkten der Mastkonstruktion angeschlagen werden, die eine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen. Auf Biegung beanspruchte Horizontalstäbe dürfen nur mit 1,5 kN belastet werden. Die belasteten Profile an den Anschlagpunkten sind durch geeignete Mittel gegen örtliche Verformung zu schützen.

6.6 Schrauben und Schweißen

Die durch Schraubverbindungen zusammengefügte Flächenteile müssen dicht aufeinander liegen. Die eingebauten Schrauben müssen hinsichtlich Nennabmessungen und Festigkeitsklasse mit den Angaben der Werkstattzeichnungen übereinstimmen. Die Festigkeitsklasse der Schrauben muss gemäß DIN ISO 898 Teil 1 auf dem Schraubenkopf eingeprägt sein. Ist dies nicht der Fall, so dürfen diese Schrauben nicht verwendet werden und der AG ist unverzüglich zu informieren.

Alle Verbindungsmittel müssen der DIN EN 15048-1 (Schraubengarnituren) entsprechen. Die Garnituren, bestehend aus zusammengehörender Schraube und Mutter und den erforderlichen Scheiben, in feuerverzinkter Ausführung, müssen von einem Hersteller sein.

Der Gewindeüberstand über der Mutter soll mindestens einen Gewindegang betragen. In der Regel sollen die Schraubenmutter auf den Außenseiten oder Oberseiten der Mastkonstruktion angeordnet sein.

Schraubverbindungen dürfen grundsätzlich nur über die Schraubenmuttern angezogen werden. HV-Schrauben dürfen ggf. auch über die Schraubenköpfe angezogen werden.

Die Mutter von Sechskantschrauben nach DIN 7990 und von Passschrauben nach DIN 7968 sind zusammen mit folgenden Unterlegscheiben zu verwenden:

1 Scheibe in Anlehnung an DIN EN ISO 7091 kombiniert mit 1 Federring nach DIN 127 (Form B, glatt) unter Mutter, anstelle der Scheibe nach DIN EN ISO 7091 ggf. Keilscheibe nach DIN 434, die Gesamtdicke von Scheibe und Federring muss 8 mm betragen.

Bei Passschrauben muss darüber hinaus 1 Scheibe in Anlehnung an DIN EN ISO 7091 kombiniert mit 1 Federring nach DIN 127 (Form B, glatt) unter Mutter, die Gesamtdicke von Scheibe und Federring muss 8 mm betragen.

1 Scheibe in Anlehnung an DIN EN ISO 7091 (zur Vermeidung von Zinkabplatzungen) muss unter dem Schraubenkopf montiert werden.

Bei HV-Schrauben nach DIN EN 6914 mit Sechskantmutter nach DIN 6915 werden die Gewinde und Unterlegscheiben werksseitig mit einer Schmierung aus Molybdänsulfid (MoS₂) geliefert.

Für die Montage von HV-Schrauben sind Scheiben nach DIN 6916 zu verwenden. Eine Scheibe unter dem Schraubenkopf und eine bis zwei Unterlegscheiben unter der Mutter (zur Anpassung der Klemmlänge) ggf. Keilscheibe nach DIN 6918

Die Schraubenköpfe und Mutter einschließlich Unterlegscheiben müssen eben auf den verbundenen Teilen aufliegen.

Für Schraubenanschlüsse auf den geeigneten Flächen z.B. bei U-Profilen sind zusätzlich keilförmige Unterlegscheiben nach DIN 434 zu verwenden.

Die Schraubverbindungen mit Schrauben gemäß DIN 7990 und Passschrauben gemäß DIN 7968 sind nach der unten beigefügten Tabelle anzuziehen.

Die Schraubverbindungen mit HV-Schrauben gemäß DIN EN 14339 werden gemäß Vorgaben der DIN EN 14339 angezogen.

Alle Schraubenmuttern sind mit einem mechanischen Drehmomentschlüssel bei der Vormontage anzuziehen.

Der Schraubenkopf ist beim Vormontieren gegen Verdrehung zu kontern.

Bei werksbeschichteten Masten sind ggf. nach dem Seilzug die Erdseilspitze und die Anschlussbleche der Querträger erneut mit dem Drehmomentschlüssel nachzuziehen.

1) Anziehdrehmomente für Sechskantschrauben nach DIN 7990

Gewinde	Festigkeitsklasse	Anziehmoment Nm
M12	5.6	30
M16	5.6	85
M20	5.6	150
M24	5.6	265
M27	5.6	415
M30	5.6	550

2) Anziehdrehmomente für HV-Schrauben nach DIN 6914 (Teilvorspannung 0,5 FV)

Gewinde	Festigkeitsklasse	Anziehmoment Nm
M12	10.9	50
M16	10.9	125
M20	10.9	225
M24	10.9	400

Schrauben und Muttern mit schlecht geschnittenem oder ausgerissenem Gewinde sowie in den Gewindegängen lose sitzende Muttern dürfen nicht verwendet werden. Schlagdorne dürfen nur zum Fixieren zugehöriger Bohrungen verwendet werden, nicht jedoch, um fehlerhafte Bohrungen zu verziehen. Schlechte Passungen sind durch Aufreiben der Bohrungen zu beheben. Maximal ist eine Vergrößerung des Bohrloches um 10% des Lochdurchmessers zulässig.

Die nachträgliche Herstellung von Schraubenlöchern in der Mastkonstruktion erfolgt durch Bohren. Das Stanzen von Löchern ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung des AGs gestattet. Neue oder aufgeriebene Bohrlöcher sind umgehend mit Zinkstaubfarbe gemäß Punkt 6.4 zu behandeln.

Die Verwendung von Schlagschrauben ist nicht erlaubt. Die Verwendung von Drehmoment-Elektroschrauben ist erlaubt, sofern keine Beschädigungen der Verzinkung/Beschichtung entstehen.

Schweißarbeiten an der Mastkonstruktion dürfen nur mit ausdrücklicher Genehmigung des AGs durchgeführt werden.

6.7 Erdungs-Anschlussbolzen, Erdungsbleche, Gelenke und Mastschilder

Zum Anschluss der Erdungsvorrichtung werden bei Masten an den Traversenuntergurten im Bereich der Isolatorenkettenbefestigung Erdungs-Anschlussbolzen / Erdungsbleche eingebaut. Bei Tragmasten sind die Erdungs-Anschlussbolzen einseitig, in Richtung der niederen Mastnummer nach außen zeigend, bei Abspannmasten beidseitig nach außen zeigend, zu montieren. Bei Masten mit Traversenuntergurten aus U-Profilen sollen die Erdungs-Anschlussbolzen / Bleche wie oben, jedoch nach innen zeigend montiert werden. Bei der Montage der Erdungs-Anschlussbolzen ist auf ausreichend leitende Verbindung zur Mastkonstruktion zu achten; ein vorhandener Anstrich muss im Klemmbereich beidseitig entfernt werden.

Bei Traggelenken muss die Mutter des Mastbolzens zum Mastschaft oder in Richtung der niederen Mastnummer zeigen. Bei Abspanngelenken muss die Mutter des Mastbolzens nach unten zeigen. Bei Abspanngelenken mit Unterlegscheibe muss diese zwischen Gelenk und der unten liegenden Auflagefläche auf der Mastkonstruktion montiert werden.

Mastnummern, Warnschilder usw. sind entsprechend der jeweiligen Hausvorgaben zu montieren. Sind keine Hausrichtlinien hierzu vorhanden gilt die Mastbeschilderungsrichtlinie Kapitel - Beschilderung der Maste – des THN.

6.8 Ausflecken der Beschichtung (Werksbeschichtung)

Falls die Mastteile werksseitig beschichtet wurden, ist der Punkt 6.6 zu berücksichtigen.

Der Korrosionsschutz der Maste ist werkseitig im Duplexsystem vorgefertigt. Die Mastteile sind gem. DIN EN ISO 1461 „t Zn k“ feuerverzinkt und entsprechend spezifizierten EDL-Vorgaben beschichtet.

Auf der Baustelle erfolgt eine Nachbeschichtung an den Knotenblechen, Schraubverbindungen, Steigbolzen u.ä. und den Fehlstellen mit der geeigneten Anstrichfarbe. Die Ausführung erfolgt nach TR-KOR-ORT.

Es ist ein auf die Werksbeschichtung abgestimmtes Beschichtungsmaterial für das Ausflecken einzusetzen. Das Beschichtungsmaterial wird vom Auftraggeber vorgegeben und über den Mastlieferanten beizustellen.

Die Spalten zwischen Mastprofil und Knotenblechen sind mit Beschichtungsstoff zu verschließen.

Das Verpackungsmaterial und die Leergebinde sind ordnungsgemäß zu entsorgen.

Die Abnahme der fertig montierten und ausgefleckten Maste erfolgt mit der Abnahme der gesamten Bauausführung.

Die Ausfleckarbeiten sind vor Inbetriebnahme und Abnahme der Leitung von einer Korrosionsschutzfachfirma auszuführen. Der AG übergibt dem AN eine Liste mit den zugelassenen Korrosionsschutzfachfirmen.

6.9 Abschluss der Mastmontage

Nach Abschluss der Mastmontage wird eine Mastabnahme durchgeführt und vom Bauleiter des AN und vom Baukontrolleur des AGs ein Abnahmeprotokoll (gemäß Formblatt) angefertigt.

7 Montage der Isolatorenketten

7.1 Anlieferung, Lagerung, Ausfuhr

Die Isolatoren werden vom AG beigestellt und sind vom AN beim Hersteller abzurufen.

In der Regel handelt es sich dabei um Verbundisolatoren.

Das vom AN bestellte Material (Armaturen, Zubehör) ist bei Anlieferung auf Vollständigkeit, Zustand, Funktionsfähigkeit und ordnungsgemäße Kennzeichnung zu überprüfen.

Die Isolatoren sind im Baulager nach der Anlieferung vom AN ebenfalls durch Sichtprüfung zu kontrollieren. Mängel oder Schäden sind dem AG mitzuteilen.

Alle Armaturen müssen ein dauerhaft und gut lesbares Herstellerzeichen tragen.

Sind keine Hausrichtlinien hierzu vorhanden gilt die technische Spezifikation für „Armaturen, Isolatoren, Ketten“ – der ehemaligen E.ON Netz; Kapitel 2.3.4.

Zusätzlich ist folgende Kennzeichnung erforderlich:

- Zubehörteile für Isolatorenketten und Erdseilbefestigungen: Nennkraft (kN) und Nennkurzzeitstrom (kA)
- Verbindungsbolzen und Schrauben: Festigkeitsklasse
- Zubehörteile für Leiter: Leiterquerschnitt oder Leiterdurchmesser
- Schutzarmaturen: Listennummer
- Schwingungsdämpfer und Feldbündelabstandhalter: Listennummer und Klemmbereich

Besonderes Augenmerk ist auf die Übereinstimmung der gelieferten Armaturen mit den Angaben in der Bestellung zu richten. Werden Abweichungen festgestellt sowie Armaturen mit sichtbaren Schäden und schlechter Verarbeitung vorgefunden, so ist umgehend der AG zu verständigen. Schadhafte Armaturen sind auszuschneiden.

Alle Isolatoren müssen eine Kennzeichnung gemäß der Technischen Spezifikation für Porzellan-Langstabisolatoren, Glaskappenisolatoren oder Verbund-Langstabisolatoren für Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen haben.

Die Isolatoren sind vor dem Einbau von Verschmutzungen und evtl. Farbresten zu reinigen und genau auf abgeschlagene Stellen, Sprünge, Fehler an Kappen und sonstige Schäden zu untersuchen. Beschädigte Isolatoren sind zu entsorgen. Isolatoren dürfen mit ihrer Kappe nicht hart aufgesetzt werden.

7.2 Zusammenbau

Der Zusammenbau der Isolatorenketten und Erdseil-/Erdseilluftkabel-Befestigungen darf nur nach den vom AG freigegebenen Kettenzeichnungen erfolgen. Herrscht Unklarheit über den Einbau von Armaturen, oder werden sonstige Unregelmäßigkeiten festgestellt, so muss umgehend der AG verständigt werden. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass die einzelnen Bauteile die in den Kettenzeichnungen angegebenen Mindestwerte einhalten. Der Einbau von Armaturen mit höherer Nennkraft und Nennkurzstromfestigkeit ist zulässig, muss aber in den Materialaufmaßen festgehalten werden. Eine optische Übereinstimmung der Kettenzeichnung mit den gelieferten Armaturen braucht nicht vorhanden zu sein.

Um die Passfähigkeit zu prüfen und das Montagepersonal zu unterweisen, sind rechtzeitig vor Beginn der Kettenmontage im Baulager Probeketten zusammenzubauen.

Die Montageanleitungen der Hersteller sind genau zu beachten.

Bei der Montage der Ketten am Maststandort ist darauf zu achten, dass die Isolatoren und Armaturen ausreichend vor Verschmutzung geschützt werden (Verwendung einer Montagebühne oder dergleichen).

Beim Einbau von Isolatoren mit Pfannenkappen hat das Einsetzen bzw. Herausnehmen der Splinte nur mit Splintzangen zu erfolgen.

Der Einbau der Isolatoren ist getrennt nach Typ, Hersteller, Baujahr und Lage am Mast in geeigneter Form (z. B. Excelliste über Einbauort) vom AN festzuhalten.

Schutzarmaturen müssen so eingebaut werden, dass die Elektrodenenden (Brennstreben) bei Doppelhängeketten und Einfachhängeketten grundsätzlich vom Mastschaft weg und bei Abspannketten nach oben zeigen. Bei V- und Y-Ketten zeigen die Brennstreben (Elektrodenenden) immer nach außen.

Schutzarmaturen mit außermittigen Anschlussstreben sind lagerichtig zu montieren, so dass der Isolator und Schutzarmatur konzentrisch sind. Haben die spannungsseitigen Schutzarmaturen mittige Anschlussstreben, so sind diese in beiden Kettensträngen außen an die Verbindungsarmaturen zu montieren, sodass ein möglichst großer Abstand zwischen den Ringen vorhanden ist.

Es dürfen nur Schraubbolzen und Schrauben passenden Nenndurchmessers und passender Festigkeitsklasse (nach DIN 48073, DIN EN 20898 und DIN ISO 3506) eingebaut werden. Grundsätzlich müssen alle Schrauben mit Drehmomentschlüssel montiert werden.

Die Schrauben der Abspann-, Trag-, Stromklemmen und dgl. sind mit Drehmomentschlüssel anzuziehen. Sind vom Hersteller Anziehmomente vorgegeben (siehe Montageanleitungen), so sind diese verbindlich. Ansonsten gelten die Anziehmomente der folgenden Tabelle:

Anziehdrehmomente für Schrauben:

Gewinde	Unlegierte und legierte Stähle nach DIN EN 20898 Teil 1 Festigkeitsklasse 8.8	Rost- und säurebeständige Stähle A2 oder A4 nach DIN ISO 3506 Festigkeitsklasse 80
M6	9,5	9
M8	23	22
M10	46	43
M12	80	75
M14	125	120
M16	195	180
M18	280	260
M20	390	370

Die Schrauben zur Befestigung der Schutzarmaturen sind i. d. R. so einzubauen, dass die Schraubenköpfe auf Seite der Schutzarmatur und die Muttern auf Seite der Gegenscheibe (Nutscheibe) liegen. Eine Ausnahme besteht nur beim Einbau von Isolatorenabweisern. Hier liegt

der Schraubenkopf am Abweiser an. Sowohl unter dem Schraubenkopf als auch unter der Mutter ist eine Unterlegscheibe nach DIN 125 aus A2-Material einzubauen.

Die Verbindungsbolzen sind so einzubauen, dass die Muttern und deren Sicherung zum Mast-schaft, zur niedrigeren Mastnummer oder nach unten zeigen.

7.3 Einbau

Die Isolatoren bzw. die vormontierten Ketten müssen am Mast so hochgezogen werden, dass eine Schlag- und Biegebeanspruchung auszuschließen ist. Es sind dazu eventuell Montagevorrichtungen zu verwenden. Bezüglich der Anschlagpunkte für das Hochziehen siehe Punkt 6.5.

Ein Besteigen der Isolatorenketten ist untersagt.

8 Leiterverlegung

Für die Leiterverlegung gilt grundsätzlich DIN 48207.

Darüber hinaus werden folgende zusätzliche Festlegungen getroffen.

8.1 Leitertrommeln (Versandspulen)

Die Leitertrommeln sind schonend zu behandeln. Sie dürfen nicht von Waggonen, Lastwagen oder sonstigen Fahrzeugen abgeworfen werden, sondern sind über genügend lange Balken (Ladehölzer) langsam abzulassen oder mit einem Kran zu entladen. Schäden, die durch Nichtbeachten dieser Vorschrift entstehen, hat der AN auf seine Kosten zu beheben bzw. zu ersetzen. Beim Rollen der Trommeln ist auf die durch Pfeile angegebene Rollrichtung zu achten. Der Transport der Leitertrommeln auf der Baustelle hat nur auf Fahrzeugen oder speziellen Trommeltransportwagen zu erfolgen.

Leere Leitertrommeln sind im Baulager zu sammeln. Der Lieferant ist rechtzeitig darüber zu informieren, dass die Trommeln abholbereit im Baulager stehen. Verschalungsbretter sind fachgerecht zu verwerten.

8.2 Laufräder für Leiter

Für die Leiterverlegung an Leitungen mit Feldlängen über 300 m sind an Trag- und Abspannmasten nur Doppel-Tandem-Gehänge (Bauart Lorünser) oder Tandem-Gehänge mit einem Radinnendurchmesser von mindestens dem 20fachen Leiterdurchmesser zu verwenden.

Einfachlaufräder, deren Radinnendurchmesser mindestens das 28fache des Leiterdurchmessers betragen müssen, dürfen nur bei Spannungsfeldern unter 300 m und Leiter mit einem Durchmesser kleiner gleich 22,5 mm eingesetzt werden.

Wird bei Abspannmasten, Masten von Weitspannungsfeldern oder anderen exponierten Masten ein Leitereinlaufwinkel in das Rad von 15° überschritten, so sind grundsätzlich Doppel-Tandem-Gehänge oder Tandem-Gehänge mit einem Radinnendurchmesser von mindestens dem 30fachen Leiterdurchmesser zu verwenden.

Die Laufräder für die Leiter müssen Kugel- oder Nadellager besitzen und auch unter Last leicht laufen.

Der Muldendurchmesser muss so groß sein, dass eine Beschädigung des Leiters mit Sicherheit vermieden wird.

Die Laufflächen müssen, um Druckstellen auf den Leitern zu vermeiden, mit einer Kunststoff- oder Gummieinlage versehen sein. Sie müssen sauber sein und dürfen keine Spuren anderer Metalle als die der zu ziehenden Leiter aufweisen. Im Bereich von Parallelführungen (Achsabstand < 150 m), insbesondere von Hoch- und Höchstspannungsleitungen, ist die Verwendung von gummierten Laufrädern untersagt, um eine induktionsbedingte Überspannung zu vermeiden.

Ist eine Leitererdung erforderlich, so kann an Doppel-Tandem-Gehängen auf die Auskleidung einer der mittleren Rollen verzichtet werden. Ansonsten müssen alle Räder ausgekleidet sein, d.h. für die Leitererdung sind geeignete Vorkehrungen zu treffen.

Diese Festlegungen gelten auch für Erdseile, Erdseilluftkabel und Phasenseilluftkabel, wobei für letztere zusätzlich die Montageanweisungen der Hersteller zu beachten sind.

Für Höchsttemperaturleiter (HTLS) gelten die Verlegebedingungen des Leiterherstellers und müssen vor der Durchführung der Montage durch den AG freigegeben werden.

8.3 Spanntabellen und Überziehen der Leiter

Die bei EDL seit 2002 entwickelten Gestänge sind für eine Überziehung während des Verlege Vorgangs statisch ausgelegt. Nach ca. 6 Monaten ist die Überziehung in einem relevanten Maße abgeklungen, sodass keine überhöhte Mittelzugspannung zu schwingungsbedingten Seilschäden führt. Die früher üblichen 82,5 N/mm² UTS (ultimate tensile stress) für ein 265/35 Leiterseil sind heute einer reduzierten Mittelzugspannung von 46 N/mm² EDS gewichen. Somit kann der Enddurchhang bei 80 °C in den Profilplänen als Planungsgröße verwendet werden.

Beim Einsatz von alten Gestängen muss eine individuelle Festlegung im Hinblick auf die Kriechvorsorge des Leiterseils durch das jeweilige EDL Haus getroffen werden. Die Planungsunterlagen sind entsprechend der Kriechvorsorge auszulegen (z.B. KRD)

Dem Leiterkriechen wird durch Überziehen der Leiter mit einer vom Leitertyp, von der ideellen Spannweite und von dem Zeitpunkt des Regulierens abhängige, ideelle Temperaturverschiebung Rechnung getragen. Als Kriechvorsorge ist die ideelle Temperaturverschiebung in der nachfolgenden Tabelle für verschiedene Leitertypen in Grad Kelvin abhängig vom Zeitpunkt des Regulierens angegeben. Die Temperaturverschiebung bzw. die bei der Montage zu berücksichtigende Durchhangsverringerung wird dem AN vom AG vorgegeben. Für Höchsttemperaturleiter sind die Reguliertabellen des Leiterherstellers zu verwenden.

Leiterart DIN EN 50182	Ideelle Spannweite [m]	Mittelzug- spannung [N/mm ²]	Temperaturverschiebung [K]				
			insge- samt	Regulieren nach dem Verlegen			
				1 Tag	1 Woche	2 Wochen	1 Monat
184-AL1/30-ST1A	über 250	48	35	30	28	26	25
	bis 250	42	30	25	23	22	21
231-AL1/30-ST1A	über 250 bis 250	46 40	35 30	30 25	28 23	26 22	25 21
264-AL1/34-ST1A							
434-AL1/56-ST1A							

565-AL1/72-ST1A							
339-AL1/30-ST1A	über 250	44	40	35	32	31	29
562-AL1/49-ST1A	bis 250	38	35	30	27	26	25
97-AL1/56-ST1A	über 250	64	20	15	14	13	12
	bis 250	56	15	10	9	9	8

Die in der Tabelle festgelegten Temperaturverschiebungen berücksichtigen das Leiterkriechen (Kriechdehnung) am Tage der Leiterverlegung mit 5 K ideeller Temperaturdifferenz und die Kriechdehnung bis zum Regulierzeitpunkt. Die Kriechvorsorge nimmt daher mit zunehmender Aushängedauer der Leiter vor dem Regulieren ab.

Die Spanntabellen sind so zu berechnen, dass nach dem Einklemmen der Leiter die Tragketten bei +10 °C senkrecht hängen. Die Kettengewichte, bei schweren Abspannketten und kurzen Spannfeldern, sind entsprechend zu berücksichtigen.

Vom AN sind folgende Spann- und Durchhangstabellen vorzulegen:

Spanntabelle für Leiter in Rollen mit Angabe der Einklemmstellen, bezogen auf die Lotrechte vom Aufhängepunkt, unter Berücksichtigung der für das Überziehen erforderlichen Temperaturverschiebung sind für den Temperaturbereich von -20 °C bis 40 °C in 10 °C-Schritten vorzulegen.

Die Temperaturverschiebung ist für den Zeitbereich von 1, 3 und 7 Tage zu berechnen und dem AG 10 Tage vor der Verlegung vorzulegen.

Spanntabelle für eingeklemmte Leiter, unter Berücksichtigung der für das Überziehen erforderlichen Temperaturverschiebung.

Durchhangstabelle für eingeklemmte Leiter, ohne Berücksichtigung der Temperaturverschiebung (Endzustand nach 30 Jahren).

Die **Durchhangstabellen** müssen u. a. die Lastfälle projektierte maximale Leitertemperatur, + 40 °C, + 10 °C, -5 °C und einfache Zusatzlast bzw. -5 °C und n-fache Zusatzlast, sowie -20 °C ohne Zusatzlast enthalten, wobei neben den Durchhängen auch die jeweiligen Kettenauslenkungen, Zugspannungen und die Temperaturverschiebung bezogen auf den Zeitpunkt des Einklemmens ersichtlich sein müssen. Um das Regulieren zu vereinfachen, obliegt es dem AN zusätzliche Temperaturzustände in die Tabelle aufzunehmen.

Für die Durchhangstabelle „Leiter in Rollen“ ist für die Baustelle ein Kurzausdruck zu erstellen, der die Mastnummern, die Leitungs- und Leiterdaten, die Zugspannungen und Zugkräfte, die Temperaturverschiebung bezogen auf den Zeitpunkt des Einklemmens, die Durchhänge und die Versatzmaße für das Einklemmen enthält.

Für die Durchhangstabelle „eingeklemmte Leiter“ ist für die Baustelle ein Kurzausdruck anzufertigen, in dem nur die Mastnummern, die Leitungs- und Leiterdaten, die Temperaturverschiebung bezogen auf den Zeitpunkt des Einklemmens, die Durchhänge und evtl. Zugkräfte der Felder für einen Temperaturbereich von mindestens -10 °C bis +40 °C erscheinen.

Grundsätzlich müssen alle drei Phasen eines Systems mit der gleichen Zugspannung verlegt werden, im Normalfall genügt die Berechnung der außen liegenden Phase. Bei Abspannschnitten mit weniger als zwei Tragmasten und bei stark unterschiedlichen Phasenlängen ist jedoch für jede Phase eine eigene Durchhangstabelle zu erstellen.

Die Durchhangstabellen müssen ausnahmslos über ein exaktes Berechnungsverfahren unter Berücksichtigung der Leiteraufhängehöhen, Kettengewichte und Kettenlängen ermittelt werden.

Kettenart, Kettenlänge und Kettengewicht werden vom AG vorgegeben. Das Gewicht der Lauf-
räder für Leiter bzw. Rollengehänge für die Spanntabelle „Leiter in Rollen“ ist entsprechend zu
berücksichtigen.

Die Leiterdaten werden vom AG vorgegeben. Dabei werden in der Regel E-Modul, Temperatur-
koeffizient, Zusatzlast und Windlast der vom AG festgelegten Ausgabe der VDE-Vorschrift 0210
bzw. DIN EN 50341 sowie Durchmesser, Querschnitt und Gewicht den einschlägigen DIN-
Normen (für AL1/ST1A-Leiter DIN EN 50182) entnommen. Erforderliche Umrechnungen erfol-
gen ausschließlich mit dem Faktor 9,81.

Alle Berechnungsblätter müssen neben dem AG, den Leitungsnamen, ggf. die Systemnummer,
die Systemfarbe, den Abspannabschnitt sowie die Belegung (Leiterart, Bündelart usw.) enthal-
ten. Außerdem ist die Bezeichnung bzw. Lage der berechneten Phasen anzugeben. Dies hat
über das vom AG zur Verfügung gestellte Phasenbezeichnungsschema zu erfolgen.

Alle Ausdrucke müssen DIN A4-Format haben. Die Seiten müssen durchlaufend nummeriert
sein, jede Seite muss mit dem Bearbeiter, dem Datum und der Uhrzeit der Berechnung bzw.
des Ausdruckes versehen sein.

Alle Spanntabellen- und Durchhangstabellen sind rechtzeitig vor Beginn der Leiterverlegung
dem AG übersichtlich geordnet vorzulegen.

8.4 Durchführung der Leiterverlegung

Beginn und Ende der Leiterverlegung darf nur über Abspannmaste erfolgen. An den Masten
sind entsprechend den Erfordernissen zuverlässige Kopf- und Bodenanker anzubringen, damit
die bei der Leiterverlegung zusätzlich auftretenden Belastungen mit Sicherheit aufgenommen
werden (Anschlagpunkte siehe Punkt 2.3).

Beabsichtigt der AN, in großen Abspannabschnitten Zwischenstationen an Tragmasten zu er-
richten, so müssen zum Abfangen und Ausziehen der Leiter die dazu geeigneten Tragmaste
durch Kopfkanker und Bodenanker nach den statischen Erfordernissen gesichert werden.

Die Leiter müssen dann in ausreichender Entfernung von dem betreffenden Tragmast im Boden
verankert werden.

Trommel- und Windenplatz sowie die Zwischenstationen sind im Vorfeld dem AG bekannt zu
geben. Ein Aufenthalt auf den Traversen während des Einziehens des Vor- und Hauptleiters ist
nicht gestattet. Wenn der Ziehstrumpf aus dem Abspannabschnitt gezogen wurde dürfen die
Traversen zum Einklemmen wieder betreten werden. Während des Ziehvorganges ist eine
ständige Sprechfunkverbindung zwischen Winde und Bremse zu halten. Die Verbindungsstellen
zwischen Vorseil und Leiter/(n) ist beim Überfahren der Rollen ständig vom Mastschaft aus zu
beobachten, wobei der Beobachter Sprechfunkverbindung zum Winden- bzw. Trommelplatz
haben muss.

Die Leiter sind schleiffrei, also ohne Berührung des Bodens, der Schutzgerüste oder sonstiger
Objekte und möglichst mit dem Solldurchhang auszuziehen. Dabei ist darauf zu achten, dass
die zulässigen Verlegezugspannungen in keinem Fall überschritten werden. Zwischen Vorseil
und Leiter muss ein Ziehfish mit Wirbelkopf eingebaut werden.

Die Trommeln müssen zum Abrollen in einem ausreichend verankerten Trommelbock leicht
beweglich gelagert werden. Der AN hat sich bezüglich der Abmessungen der Trommeln und
deren Bohrweite rechtzeitig mit den in Betracht kommenden Leiterlieferanten in Verbindung zu
setzen. Jede Trommel muss einwandfrei abgebremst werden können; Bremsbretter sind nicht
zulässig. Trommelbock und Leiterbremse müssen so aufgestellt sein, dass der Leiter in gerader
Richtung abläuft. Der Abstand zwischen Trommelbock und Leiterbremse darf den nach DIN
48207 vorgeschriebenen Mindestabstand von 5 m nicht unterschreiten. Ausgezogene, nicht ein-
regulierte Leiter sind vor einer Arbeitspause, bei Arbeitsschluss oder vor dem Verlassen der
Baustelle ungefähr auf das Durchhangssoll hochzuziehen. Bei längeren Unterbrechungen sind
die Leiter in Feldern mit wichtigen Kreuzungen einzuklemmen bzw. zu sichern.

Das Abrollen der Leiter von der Trommel darf nicht zu rasch vor sich gehen und muss überwacht werden. Der Leiter ist auf etwaige schadhafte Stellen wie gebrochene Einzeldrähte, Verletzungen des Mantels, unsachgemäßer Auftrommelung usw. zu untersuchen. Der ablaufende Leiter ist zu diesem Zweck zu führen.

Festgestellte Leiterschäden sind unverzüglich unter Angabe des Lieferanten und der Trommel-Nr. an den AG zu melden. Eine schriftliche Schadensmeldung ist nachzureichen.

Bei einer Beschädigung des Leiters bis zu höchstens 3 Drähten der Außenlage ist die Schadensstelle mit einer Reparaturspirale zu versehen. Sind mehr als 3 Drähte gerissen oder beschädigt, so ist das weitere Vorgehen mit dem AG zu klären.

Im Regelfall ist mit Passlängen zu arbeiten um Pressverbinder in Zugbereichen zu vermeiden. In Kreuzungsfeldern der Kategorie 2 und 3 sind Verbinder generell unzulässig. Dies gilt auch für Reparaturarbeiten.

Für Erdseil / bzw. Phasenseilluftkabel sind zusätzlich die Montageanweisungen der Hersteller zu beachten.

8.5 Regulieren und Einklemmen

Das Abfangen und Regulieren der Leiter darf nur mit passenden Arbeitsklemmen erfolgen. In jedem Falle muss eine Beschädigung der Leiter ausgeschlossen und eine sichere Aufhängung gewährleistet sein. Für Erdseil- bzw. Phasenseilluftkabel dürfen grundsätzlich nur Abspannspiralen verwendet werden.

Sofort nach dem Ausziehen der Leiter sind diese entsprechend der Spanntabelle sorgfältig einzuregulieren. Dabei sind für das Regulier- und Kontrollfeld folgende Werte in einem Durchhangsprotokoll festzuhalten: Zeitpunkt der Messung (Datum und Anzahl der Tage, die nach dem Ausziehen vergangen sind), Umgebungstemperatur, Temperaturverschiebung, tatsächlicher Durchhang und überzogener Solldurchhang gemäß der Spanntabelle für Leiter in Rollen.

Die Leitertemperatur ist mittels geeigneter Thermometer zu messen. Zwischen dem Ausziehen und der endgültigen Regulage muss ein Zeitraum von mindestens 7 Tagen liegen, die begrenzenden Abspannmaste dürfen dabei nicht mehr verankert sein. Alle weiterführenden Leiter müssen aufgelegt sein, wobei deren Durchhang angenähert stimmen muss. Abweichungen von dieser Regel bedürfen der ausdrücklichen Genehmigung des AGs.

Bei Abspannabschnitten mit mehreren Tragmasten sind die Regulier- bzw. Kontrollfelder unterschiedlich zu wählen

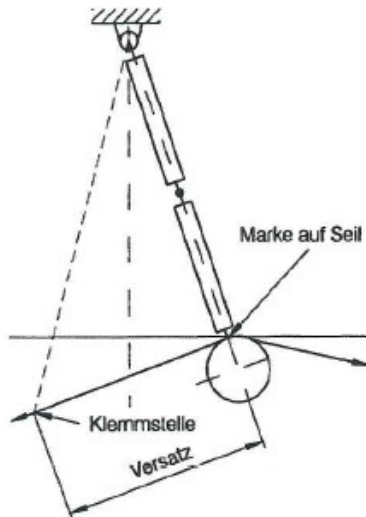
In langen Abspannabschnitten und stark kupiertem Gelände sind für das Einregulieren der Leiter zwei oder mehrere Regulierfelder auszuwählen.

Das Anvisieren der Leiter bei der Leiterregulage bzw. Durchhangskontrolle hat mit langen geraden Regulierlatten und optischen Geräten (Fernrohr, Theodolit usw.) vom Mast aus zu erfolgen. Ist dies nicht möglich, so ist ein geeignetes Messverfahren anzuwenden.

Bündelleiter mit zwei, drei und vier Teilleitern werden im Prinzip genauso verlegt wie Einfachleiter. Die Teilleiter der einzelnen Phasen eines Abspannabschnittes müssen jedoch vom gleichen Hersteller und aus der gleichen Fertigung stammen. Nach Möglichkeit soll diese Forderung für alle Leiter eines Systems eingehalten werden. Bei Windeinwirkung können Leiter eines Bündels zusammenschlagen. Um Leiterbeschädigungen durch Zusammenschlagen der Leiter zu verhindern, müssen bis zum Einbau der Feldbündelabstandhalter bzw. bis zum Einklemmen der Leiter die Verbinder mit einer Schutzumhüllung versehen werden. Die Schutzumhüllung ist auch auszubauen, wenn keine Feldbündelabstandhalter eingebaut werden.

Die Regulierung der Teilleiter eines Bündels (Bündelleiterausgleich) hat besonders exakt zu erfolgen. Es ist darauf zu achten, dass die unteren Teilleiter in Vierer-, Dreier- und vertikalen Zweierbündeln mit einem Mehrdurchhang von einer Leiterstärke einreguliert werden. Der Bündelleiterausgleich ist vor und während des Einklemmens zu kontrollieren und zu korrigieren.

Die Leiter sind so einzuklemmen, dass nach dem Einklemmen aller Tragketten diese bei +10 °C senkrecht stehen und die in der Spanntabelle errechneten Durchhänge für eingeklemmte, mit der Temperaturverschiebung überzogene Leiter eingehalten werden (vgl. Punkt 8.3).



Versatz des Einbauortes einer Tragklemme

Das Anheben der Leiter zum Einklemmen hat, um eine Beschädigung und zu hohe Biegebeanspruchung der Leiter auszuschließen, mit geeigneten Vorrichtungen zu geschehen.

Nach dem Einklemmen der Leiter ist eine Durchhangskontrolle durchzuführen. Gemeinsam mit dem Baukontrolleur ist eine Durchhangskontrollmessung durchzuführen und in einem Protokoll vom Bauleiter des AN und dem Baukontrolleur des AG zu unterzeichnen.

8.6 Durchhangskontrollmessung

Nach dem Regulieren und Einklemmen der Seile ist eine Durchhangskontrollmessung mit einem Instrument vom Boden aus mit einem geeigneten geodätischen Verfahren durchzuführen. Die Messungen sind entsprechend:

- A-Mast - A-Mast / Portal oder A-Mast - T-Mast - A-Mast Messung im jeweiligen Feld (ggf. mit Zugdose)
- Abspannabschnitt bis 3 Felder: Messung in mindestens 1 Feld
- Abspannabschnitt 3 - 7 Felder: Messung in mindestens 2 Feldern
- Abspannabschnitt > 7 Felder: Messung in mindestens 3 Feldern
- Die Durchhangsmessung ist für jede Mastseite und jede Phase bzw. Erdseil getrennt auszuführen.

Die Messergebnisse sind im Formular „Durchhangs-Kontrollmessung“ einzutragen. Das Formular wird auf der Baustelle als Feldbuch geführt und ist vom Geometer und der örtlichen Baukontrolle zu unterzeichnen.

Bei Bündelleitern müssen die Abstandhalter zum Zeitpunkt der Messung eingebaut sein. Dies gilt auch für Separatoren, die bei Seilführungen oder als Feldabstandhalter eingebaut werden, für Fliegerwarnkugeln, Radarmarker oder andere Punktlasten

Der Zeitpunkt der Durchhangskontrollmessung für die einzelnen Seile ist zu notieren.

Wenn die Leitung während der Durchhangsmessungen wieder in Betrieb ist, sind die mesoklimatischen Daten und die Stromstärke zum Zeitpunkt der Messungen zu erfassen und bei der Berechnung der Seiltemperatur zu berücksichtigen.

8.6.1 Zulässige Toleranzen

Der berechnete Durchhangswert „f SOLL korr.“ Muss innerhalb der folgenden Toleranzen liegen:

Kontrollfeld bis 300 m:

bei Kontrollfeld = Regulierfeld $= \pm 0,20 \text{ m}$

bei Kontrollfeld $\neq$ Regulierfeld $= \pm 0,30 \text{ m}$

Kontrollfeld bis 301 m – 400 m:

bei Kontrollfeld = Regulierfeld $= \pm 0,30 \text{ m}$

bei Kontrollfeld $\neq$ Regulierfeld $= \pm 0,40 \text{ m}$

Kontrollfeld bis 401 m – 550 m:

bei Kontrollfeld = Regulierfeld $= \pm 0,40 \text{ m}$

bei Kontrollfeld $\neq$ Regulierfeld $= \pm 0,50 \text{ m}$

Die Durchhänge in einer Traversenebene dürfen nicht mehr als 0,20 m voneinander abweichen.

Bei Feldlängen unter 150 m und über 550 m sind Sonderregelungen mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Liegen die Messwerte außerhalb der genannten Toleranzgrenzen, ist nachzuregulieren und erneut eine Durchhangskontrollmessung durchzuführen.

8.7 Setzen von Verbindern, Klemmen und Spiralen

Das Setzen von Verbindern, Klemmen und Spiralen hat entsprechend den Montageanweisungen der jeweiligen Armaturenhersteller zu erfolgen.

An Klemm- und Verbindungsstellen ist die Leiteroberfläche sorgfältig von Fett und Schmutz zu säubern. Die Oxydschicht ist von der Oberfläche des Aluminiummantels durch speziell dafür vorgesehene Bürsten zu entfernen, auch wenn fabrikneue Leiter verwendet werden. Das Abbürsten der Oxydschicht hat unmittelbar vor der Verarbeitung zu erfolgen.

Die Schrauben der Schutzarmaturen, Klemmen und dgl. sind mit Drehmomentschlüssel anzuziehen. Die vom Hersteller vorgegeben Drehmomente (siehe Montageanleitungen) sind verbindlich, ansonsten gelten die Anzugsmomente der Tabelle unter Pkt. 6.6.

Für das Verpressen von Pressabspannklemmen, Pressverbindern und Rohrstromklemmen müssen einwandfreie und mit gültigem Prüfstempel versehene Presswerkzeuge verwendet werden, wobei besonders auf die Abmessungen und die zulässigen Toleranzen der Presseinsätze zu achten ist.

Die Pressungen sind stichprobenartig auf Maßhaltigkeit mit den RIBE Lehren zu prüfen. Die Baukontrolle entscheidet vor Ort über die Anzahl der Stichproben. Die Ergebnisse sind dem Projektleiter durch den AN zu übermitteln.

Vor dem Verpressen der Alu-Hülse von Pressverbindern sind der verpresste Stahlkern und die in den Verbinder ragenden Enden des Aluminiummantels mit dem im Verbinder mitgelieferten Fett satt einzuschmieren. Die Fuge am Leiterraustritt aus dem Verbinder ist ebenfalls mit diesem Fett abzudichten.

Der Abstand eines Verbinders im Spannungsfeld von der nächsten Klemme muss mindestens 10 m betragen.

Pressverbinder dürfen nicht über Einfachlaufräder gezogen werden.

Spiralen dürfen grundsätzlich nur einmal montiert werden.

8.8 Einbau von Feldbündelabstandhaltern und Schwingungsschutzeinrichtungen

Die Feldbündelabstandhalter sind rechtwinkelig zu den Teilleitern einzubauen. Die Einbauabstände bei nicht dämpfenden Feldbündelabstandhaltern sind, soweit nicht vom AG anders vorgeschrieben, so zu wählen, dass die vorgegebene Anzahl der Feldbündelabstandhalter symmetrisch über die jeweilige Phasenlänge aufgeteilt ist. Die Anzahl der Feldbündelabstandhalter innerhalb eines Spannungsfeldes ist für alle drei Phasen gleich groß, d. h. bei unterschiedlichen Phasenlängen innerhalb eines Spannungsfeldes (Winkelmaste) ergeben sich unterschiedliche Einbauabstände. Selbstdämpfende Feldbündelabstandhalter haben in der Regel ungleiche Einbauabstände, die vom Lieferanten vorgegeben werden. Diese sind einzuhalten, damit die Wirksamkeit der selbstdämpfenden Feldbündelabstandhalter sichergestellt ist.

Die vom Lieferanten vorgeschriebenen Einbauabstände für Schwingungsschutzeinrichtungen sind genau einzuhalten, da deren Wirksamkeit davon abhängt.

Für die Schrauben sind die Anzugsmomente der Hersteller einzuhalten.

8.9 Mindestabstände am Mast, Leiterverlegungs- und Verbinderplan

Nach Abschluss der Leitermontage sind alle kritischen Abstände, Verdrillungen, Abstände zu Schwingungsdämpfer, Abstände zwischen den Phasen bzw. den Phasen und geordneten Bauteilen am Mast nachzumessen und zu protokollieren. Folgende Mindestabstände nach DIN EN 50341-1 (Tabelle 5.5) sind im ruhenden Zustand einzuhalten:

Nennspannung	Phase-Phase D_{pp}	Phase-Erde D_{el}
110 kV	1,15 m	1,0 m
220 kV	2,0 m	1,7 m
380 kV	3,2 m	2,8 m

Im ausgeschwungenen Zustand werden als Mindestabstände die Werte DPP und Del multipliziert mit dem Faktor 0,75 gefordert.

Werden Leiterseilzüge auf **bestehenden Leitungen** durchgeführt (z.B. Auflegen bisher noch fehlender Stromkreise, Erneuerung von Behängen), deren Maste nach einer früheren VDE 0210 Norm dimensioniert und errichtet wurden, so sind die folgenden Mindestabstände sowohl im ruhenden als auch im ausgeschwungenen Zustand einzuhalten:

Nennspannung	Phase-Phase	Phase-Erde
110 kV	1,10 m	0,75 m
220 kV	2,20 m	1,55 m
380 kV	2,90 m	2,70 m

Die AN hat einen Leiterverlegungs- und Verbinderplan anzufertigen, in dem einzutragen ist, in welchen Spannungsfeldern und Phasen die Leiter der verschiedenen Lieferfirmen eingebaut wurden und in welchen Spannungsfeldern und Abständen vom nächstliegenden Mast die Leiterverbindungsstellen sowie evtl. eingebaute Reparaturspiralen liegen.

8.10 Schutzmaßnahmen für die Leiterverlegung

Vor Beginn der Leiterverlegung werden im gegenseitigen Einvernehmen zwischen der Bauleitung des AN und dem AG die Schutzmaßnahmen für die Leiterverlegung unter dem Aspekt der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit festgelegt.

Maßnahmen wie Streckenposten, Straßensperrungen, Leitungsabschaltungen, Ablegen von Leitungen, Baueinsatzkabel oder Einsatz von Rollengehängen können oft kostengünstiger als Gerüstbauten sein.

Die Größe der Gerüste muss auf das unbedingt Notwendige beschränkt werden.

Richtwerte für die Gerüstbreite:

- in Mastnähe ca. 2 bis 3 m Zuschlag beidseitig vom äußeren ruhenden Leiter;
- in Feldmitte ca. 5 m und mehr (je nach Feldlänge) Zuschlag beidseitig vom äußeren Leiter.

Richtwerte für die Gerüsthöhe:

Bei Feldwegen je nach Lage in der Örtlichkeit 5 -6 m

Bei Straßengerüsten 7 -8 m

Die zu erstellenden Schleif- und Schutzgerüste haben die bei der Leiterverlegung auftretenden statischen und dynamischen Lasten aufzunehmen und sind so zu erstellen, dass ein boden- und schleiffreies Ausziehen der Leiter gewährleistet ist.

Bei Schutzgerüsten und Rollengehängen über Bahnlinien und Autobahnen ist der zuständigen Bahnverwaltung- bzw. Autobahndirektion ein statischer Nachweis mit Ausführungszeichnungen zur Genehmigung vorzulegen (eine Kopie erhält der AN). Jeder Nachweis muss den Prüfvermerk eines von der jeweiligen Behörde anerkannten Sachverständigen aufweisen.

Bei Gerüstbauten und der Leiterseilverlegung über Bahn-, Autobahn-, Telekommunikationsfreileitungen und Flusskreuzungen sowie Kreuzungen öffentlicher Straßen ist den Anweisungen der zuständigen Dienststellen und Betreiber Folge zu leisten.

Bei Straßen- und Wegekreuzungen und anderweitig besonders gefährdeten Stellen sind, soweit erforderlich, Posten aufzustellen. Bei Unregelmäßigkeiten und im Falle von Gefahr ist die Leiterverlegung sofort zu unterbrechen.

Werden für die Aufrechterhaltung des Betriebes Baueinsatzkabel für 110-kV- und 20-kV-Leitungen eingesetzt, so sind vorliegende Verlege- und Montageanweisungen genau zu beachten. Für jeden Einsatz ist pro Kabelsatz vom AN ein Einsatzbericht auf dem vom AG vorgegebenen Formblatt zu erstellen.

8.11 Gekreuzte Objekte

8.11.1 Freileitungen

Notwendig werdende Abschaltungen fremder Leitungen mit Nennspannungen kleiner als 110-kV sind durch den AN im Einvernehmen mit dem Baukontrolleur des AGs so rechtzeitig mit dem Betreiber der fremden Leitungen zu vereinbaren, dass Unterbrechungen der Bauarbeiten vermieden werden.

Abschaltungen von Hochspannungsleitungen ab 110-kV Nennspannung sind vom AN über den Baukontrolleur oder Koordinator beim AG zu beantragen.

Die Vorschriften des jeweiligen Betreibers von fremden Betriebsmitteln sind zu beachten.

Die Aufträge für Leitungsabschaltungen werden über den Baukontrolleur durch den AG erteilt. Rechnungen über Leitungsabschaltungen sind direkt an den AG zu leiten. Eventuell damit im Zusammenhang stehende Arbeitsnachweise sind vom AN und dem Baukontrolleur bestätigt, beizulegen.

8.11.2 Verkehrsflächen

Für Arbeiten im Bereich von öffentlichen Verkehrsflächen werden durch den AG bei der jeweils zuständigen Behörde die grundsätzlichen Zustimmungen eingeholt und der AN darüber informiert.

Die sich aus der Zustimmung ergebenden Anweisungen, Bedingungen und Auflagen sind einzuhalten, sowie die erforderlichen Maßnahmen im Einzelnen abzustimmen. Den Sicherheits- und Aufsichtsorganen der Behörden ist Folge zu leisten. Bei Kreuzungen mit Straßen ist die verkehrsrechtliche Anordnung (StVO § 45 Abs. 6) bei der zuständigen Verkehrsbehörde zu beantragen.

Über die Lage von unterirdischen Anlagen, wie z.B. Rohrleitungen und Kabel sind durch den AN bei den zuständigen Stellen vor Beginn der Bauarbeiten genaue Informationen einzuholen. Gegebenenfalls sind entsprechende Anlagen durch die Betreiber auf Veranlassung des AN auszupflocken. Auf die besonderen Vorschriften der Versicherungsgesellschaften (sog. Kabelklausel) wird hingewiesen.

8.12 Montage der Systembezeichnungsschilder

An allen Masten sind nach Abschluss der Seilmontage, getrennt für jeden Stromkreis, Systembezeichnungsschilder anzubringen. Die Beschilderung des Mastes, erfolgt gemäß der Mastbeschilderungsrichtlinie des jeweiligen EDL Hauses. Liegt keine Richtlinie vor, ist die Mastbeschilderungsrichtlinie des THN zu verwenden.

9 Demontagen

Die Verfahren zur Demontage sind den örtlichen Verhältnissen anzupassen und die dafür nötigen Sicherheitsvorkehrungen zu treffen. Sie sind so auszuführen, dass Gefährdungen und Schädigungen Dritter auszuschließen sind. Vorgaben von Eigentümer und Betreiber von kreuzenden Objekten sind zu berücksichtigen. Armaturen und Isolatoren dürfen weder vom Mast geworfen noch zerschlagen oder zerkleinert werden.

Der AN ist nach der Demontage bis zur Wiederverwendung oder Verwertung verantwortlich für die Vollständigkeit des Altmaterials und garantiert dem AG die theoretischen Materialmengen. Er übernimmt die Koordination des Abtransports einschließlich der Verladearbeiten.

Das Abbaufahren der Maste/Masteile, Armaturen, Seile und Isolatoren ist mit dem AG abzustimmen. Die Maste müssen sofort nach dem Abbau in transportfähige Stücke zerlegt und vom Standort entfernt werden. Mastteile und Rückstände vom Trennschneiden dürfen am Maststandort nicht zurückbleiben. Die abgebauten Maste sind an einem geeigneten Lager-/Sammelplatz zu sammeln.

Vorhandene Maste aus unverzinktem Material (schwarze Maste) sind in der Regel mit einer Bleimennige-Grundierung beschichtet. Bei Arbeiten an diesen Masten sind deshalb die einschlägigen gesetzlichen Regeln und arbeitsmedizinischen Bestimmungen beim Umgang mit schwermetallhaltigen Stoffen zu berücksichtigen und Bodenverunreinigungen durch entsprechende Vorkehrungen (ggf. Abdeckung etc.) zu vermeiden.

Der Fundamentabbau hat, soweit nicht anders gefordert, bis **mindestens 1,2 m unter EOK** zu erfolgen. Das Abbaufahren ist mit dem AG abzustimmen. Die demontierten Fundamentteile wie Beton, Bewehrungsseisen und Erdungsbänder sind komplett zu entfernen. Die Gruben sind gemäß Punkt 1.4 zu verfüllen. Das dazu erforderliche unbelastete Erdreich ist vom AN zu liefern. Der AN hat einen Nachweis zu erbringen, dass das Erdreich zum uneingeschränkten Einbau geeignet ist. Weitere Hinweise zur Demontage werden in der zukünftigen **EDL** Abbaurichtlinie enthalten sein.

10 Entsorgung

10.1 Allgemeines

Der Auftragnehmer (AN) ist verpflichtet, Abfälle in erster Linie zu vermeiden und seine anfallenden Abfälle aus seinen mitgebrachten/bereitgestellten Materialien als Abfallerzeuger ordnungsgemäß im eigenen Namen zu entsorgen. Dies gilt in gleicher Weise für seine eingesetzten Subunternehmer.

Abfälle des Auftraggebers (AG) verbleiben – soweit deren Entsorgung im LV nicht beauftragt ist (siehe auch Pkt. 6.2) - beim AG und werden von diesem selbst entsorgt. Insbesondere verbleiben abzubauenende Leiter- und Erdseile beim Auftraggeber. Ausgebaute Isolatoren mit Blei-Antimon-Kittung verbleiben ebenfalls, soweit nicht anders geregelt, beim Auftraggeber.

Alle durch den AG zu entsorgenden Abfälle sind vom AN gemäß den Vorgaben des AG in den vom AG bereitgestellten Behältnissen zu sammeln. Anlagenteile, Geräte und Komponenten sind dazu ggf. in ihre Bestandteile zu zerlegen. Nach Abschluss der Maßnahme oder bei erforderlicher Leerung hat der AN den zuständigen Ansprechpartner des AG zu informieren. Der/die Abtransport/Leerung der Behältnisse wird dann durch den AG veranlasst.

10.2 Auftragnehmer als Abfallerzeuger

Der AN ist verpflichtet, anfallende Abfälle als Abfallerzeuger ordnungsgemäß im eigenen Namen zu entsorgen.

Der vorgesehenen Entsorgungswege für alle Abfälle ist mit der Angebotsabgabe aufzuzeigen, vorgesehene Entsorgungsunternehmen sind zu benennen.

Den Nachweis der Erfüllung der Entsorgungsverpflichtung für gefährliche Abfälle hat der AN durch Vorlage des entsprechenden Entsorgungsnachweises / Sammelentsorgungsnachweises zu erbringen. Eine Kopie der Abfallbegleit-/ Übernahmescheine ist dem AG nach Auftragsabwicklung zu übergeben. Für nicht gefährliche Abfälle ist die ordnungsgemäße Entsorgung durch Übergabe von Wiegescheinen nachzuweisen.

Der AG behält sich die Prüfung und Genehmigung der Entsorgungswege sowie der Entsorgungsnachweise vor Auftragsvergabe vor.

Die Entsorgung von gefährlichen Abfällen darf erst nach Zustimmung durch den AG erfolgen.

Der AN sichert zu, hinsichtlich der Entsorgung der anfallenden Abfälle fach- und sachkundig zu sein sowie die Erfüllung der übertragenen Entsorgungsverpflichtung gemäß den einschlägigen Bestimmungen sicherzustellen.

Der AN hat die Einhaltung der umweltschutz- und gefahrgutrechtlichen Vorschriften zu gewährleisten.

11 Aufräumarbeiten auf der Baustelle

Die einzelnen Baustellen (Maststandorte) sind vor dem endgültigen Verlassen sauber aufzuräumen und Baureste zu entfernen. Ebenso sind sämtliche Hilfserdungen, Schraub- und Erdanker zu entfernen und die Ankerlöcher zu verfüllen. Alle Pflöcke (Mast-, Richtungs-, Traversenpflöcke usw.) auf der Leitungsstrecke sind zu entfernen.

Umgelegte oder beschädigte Gartenzäune oder sonstige Einfriedungen sind spätestens bei diesen Aufräumarbeiten in Ordnung zu bringen.

Übriggebliebener Erdaushub ist nach Absprache mit dem Grundstückseigentümer in der Nähe der Maste anzuplanieren oder ordnungsgemäß zu entsorgen.

Nach Abschluss der Bauarbeiten ist der ordnungsgemäße Zustand der Maststandorte und Zufahrtswege von den Pächtern/Eigentümern zu bestätigen. Hierüber ist vom AN ein Nachweis zu führen.

Für alle Schäden, die auf ein nachlässiges Aufräumen der Baustelle zurückzuführen sind, haftet der AN.

12 Rechnungsstellung und Zahlungsbedingungen

Die Endabrechnung der zu vergütenden Leistungen erfolgt nach ordnungsgemäßer Abnahme oder Inbetriebnahme der Leitungsstrecke.

Bei Teilrechnungen dürfen nur jene Leistungen in Rechnung gestellt werden, die zu 100 % ausgeführt wurden. Allen Rechnungen müssen Leistungsnachweise beiliegen, die vom Bauleiter des AN und vom Baukontrolleur des AGs unterzeichnet sein müssen.

13 Abnahme

Teilbereiche der Montagearbeiten werden bereits dem Baufortschritt entsprechend abgenommen. Darunter fallen insbesondere Fundamentbewehrung, Mastmontage, Leitermontage (Durchhangskontrollen, Montage der Armaturen). Die Abnahmen führt i. d. R. der Bauleiter des AN und der Baukontrolleur des AGs durch. Über die Einzelabnahmen werden vom AN Protokolle angefertigt.

Nach Fertigstellung der Montagearbeiten führt ein Beauftragter des AGs gemeinsam mit dem verantwortlichen Bauleiter der AN eine Endabnahme durch. In diesem Zusammenhang werden die ausgeführten Montagearbeiten anhand von Stichproben auf die fachgerechte Ausführung und die Einhaltung der Montage- und Baurichtlinien des AGs hin überprüft. Diese Abnahme erfolgt i. d. R. vor Inbetriebnahme der Leitung, spätestens jedoch 4 Wochen nach schriftlicher Mitteilung der Fertigstellung durch die AN.

Werden bei einer Abnahme Mängel festgestellt, so sind diese unverzüglich in einer angemessenen Frist zu beseitigen.

Über die Abnahme ist ein Protokoll anzufertigen, das vom AG und der AN zu bestätigen ist.

Die Gewährleistung ist im Blankett für Montageaufträge im Teil A: „Allgemeine Bedingungen“ geregelt.

Spätestens zur Inbetriebnahme ist vom AN die formelle Montagefertigstellung unter Verwendung des Textbausteins:

„Zum Abschluss des Auftrages erklären wir, dass die von uns erbrachten Lieferungen und Leistungen den gültigen Vorschriften und Bestimmungen (VBG, VDE und dgl.) entsprechen. Gleichzeitig bestätigen wir ausdrücklich, dass elektrische Anlagen und Betriebsmittel entsprechend den Unfallverhütungsvorschriften (BGV A3) beschaffen sind und die CE Konformität eingehalten ist.“

zu erklären.

14 Revision der Bauunterlagen und Schlussdokumentation

Nach Beendigung der Montagearbeiten sind die gesamten Ausführungsunterlagen, entsprechend der tatsächlichen Bauausführung zu revidieren und als komplette Schlussdokumentation als Papiausdruck und in digitaler Form entsprechend dem Standard des AGs (z.B. BIS Liste, Spinnentabelle, CSV, Datei etc.) zu übergeben. Alle Unterlagen müssen einen Revisionsvermerk tragen. Bei allen Unterlagen sind die endgültigen Mast- und Bauwerksnummern zu ergänzen.

Die Revisionsvermessung und die Revision der Trassierungsunterlagen bei Leitungsneu- bzw. -ersatzbauten erfolgt durch die Trassierungsfirma oder durch den AN. Die Festlegung erfolgt in der Bestellung. Die Mastliste wird zuerst von der Montagefirma (Masttyp, Schrägfüsse, Lieferant, usw.) und anschließend von der Trassierungsfirma (Spannfeldlängen, Leitungswinkel, usw.) revidiert. Bei Instand- oder Umbauten erfolgt die Revision der Trassierungsunterlagen durch den AN.

Bei Fundamentabbauten sind die Abbruchtiefen je Maststandort vom AN aufzumessen und dem AG zu übergeben.

Zusätzlich hat der AN in der Schlussdokumentation folgendes aufzuführen:

- Nachweis sämtlicher Teilabnahmen
- Durchführung einer Schlussabnahme, und deren Bestätigung
- Die Bestätigung der Gewährleistungszeiträume
- Die Bestätigung der „Sicherheitsbedingungen für Lieferungen und Arbeitsleistungen“

