Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Starkstrominspektorat ESTI
Inspection fédérale des installations à courant fort ESTI
Ispettorato federale degli impianti a corrente forte ESTI
Inspecturat federal d'installaziuns a current ferm ESTI

ESTI Weisung Nr. 243 / Version 0325

Stromversorgung von Antennenanlagen auf Hochspannungsmasten

Autor(en):	ESTI
Gültig ab:	01.03.2025
Ersetzt:	243.0514 d

Download unter:
www.esti.admin.ch

Eidgenössisches Starkstrominspektorat ESTI
Luppmenstrasse 1
8320 Fehraltorf
Tel. 058 595 18 18
info@esti.admin.ch
www.esti.admin.ch

Inhaltsverzeichnis

Übergangsregelung bei Inkrafttreten einer neuen oder überarbeiteten Weisung 3

1 Ausgangslage 3

2 Technische Voraussetzungen 3

3 Ausführung 4

3.1 Der Trenntransformator 4
3.2 Hochspannungs-Überspannungsableiter 4
3.3 Mess- und Steuereinrichtungen 4
3.4 Netzzuleitung 4
3.5 Telekommunikationssignale 5
3.6 Weitere metallische Leitungen 5
3.7 Metallische Konstruktionsteile 5
3.8 Noteinspeisung 5
3.9 Anordnung der elektrischen Installationen für die Antennenanlage 6

4 Ausführungen Bahnanlagen 6

5 Anwendbares Bewilligungsverfahren 6

6 Nötige Unterlagen zur Stellungnahme und Abnahme 7

6.1 Technische Beurteilung und Stellungnahme 7
6.2 Nach der Fertigstellung 7
6.3 Vorbereitungen durch den Provider für die Abnahme 7

Anhang 8

Übergangsregelung bei Inkrafttreten einer neuen oder überarbeiteten Weisung

Das ESTI überarbeitet gelegentlich seine Weisungen, um sie den aktuellen Gegebenheiten anzupassen. Zudem können auch zusätzliche, neue Weisungen erlassen bzw. nicht mehr notwendige Weisungen zurückgezogen werden. Für den Übergang von der alten Weisung zur neuen Weisung gilt dabei, dass in erster Linie die allfällige Übergangsregelung (in oder ausserhalb der Weisung) festlegt, wie und wann die alte Weisung von der neuen Weisung abgelöst wird.

Besteht keine Übergangsregelung, gilt Folgendes:

- Die alte Weisung gilt nach wie vor für Sachverhalte bzw. Gegebenheiten, welche zum Zeitpunkt der neuen Weisung schon bestanden;
- Die neue Weisung gilt entsprechend für Sachverhalte und Gegebenheiten, welche sich ab dem Zeitpunkt des Inkrafttretens einstellen.

Etwas anders verhält es sich, wenn eine bestehende Weisung zurückgezogen bzw. neu publiziert wird:

- Eine zurückgezogene Weisung entfaltet ab ihrem Rückzug grundsätzlich keine Wirkung mehr und ist auch auf vergangene Sachverhalte nicht mehr anwendbar;
- Eine neu in Kraft tretende Weisung (neu publiziert) gilt für Sachverhalte, welche sich ab ihrem Inkrafttreten ergeben (keine Rückwirkung).

Für die vorliegende Weisung bedeutet das konkret:

- Die neue ESTI-Weisung Nr. 243 tritt am 1. März 2025 in Kraft.
- Die alte ESTI-Weisung Nr. 243 vom 1. Mai 2014 gilt nach wie vor für Sachverhalte und Gegebenheiten, welche zum Zeitpunkt des Inkrafttretens der neuen Weisung schon bestanden, falls sie nicht zurückgezogen wurde.
- Die neue ESTI-Weisung Nr. 243 vom 1. März 2025 gilt für Sachverhalte und Gegebenheiten, welche ab dem Zeitpunkt des Inkrafttretens eintreten.

1 Ausgangslage

Der Aufbau der Mobilfunknetze erforderte eine Vielzahl von Standorten für Antennenanlagen. In diesem Zusammenhang werden bestehende Infrastrukturen wie z.B. Hochspannungsmasten und Unterwerke als Standorte genutzt.

Aufgrund dieser Bedürfnisse wurden in Zusammenarbeit mit den zuständigen Elektrizitätswerken, den projektierenden Ingenieurunternehmungen und Fachleuten für Erdung und Blitzschutz Vorschläge für technische Lösungen ausgearbeitet. Um zu verhindern, dass eine Spannungsverschleppung erfolgt, soll die Niederspannungsleitung mit einer galvanischen Trennung von den Teilen, die eine Verbindung zur Erdung der Hochspannungsanlage haben, separiert werden.

Diese Weisung ist als technische Unterstützung anzusehen und dient als Arbeitspapier für Mastbetreiber und Provider.

Zusätzlich wird auf das Bewilligungsverfahren inkl. der nötigen Unterlagen eingegangen.

2 Technische Voraussetzungen

Es sollen Lösungen für die Hochspannungsnetze der gesamten Schweiz inkl. der Netze der Bahnen ausgearbeitet werden. In abgelegenen Berggebieten muss mit hohen Erdungsspannungen gerechnet werden.

Ferner sind die technischen Voraussetzungen zu schaffen, dass

- durch einen Erdschluss im Hochspannungsnetz keine unzulässigen Berührungsspannungen im Niederspannungsnetz auftreten,
- durch einen Kurzschluss in der technischen Ausrüstung der Antennenanlage keine unzulässigen Berührungsspannungen auftreten oder dass diese in vorgeschriebener Zeit abgeschaltet werden,

– durch einen möglichen Blitzeinschlag in die Hochspannungsanlage an der Antennenanlage und im Niederspannungsnetz die Folgeschäden in Grenzen gehalten werden.

Für die einzelnen Schutzelemente müssen deren Spezifikationen angegeben und deren Konformität mit harmonisierten Normen nachgewiesen werden. Die einzelnen Schutzelemente müssen den anerkannten Regeln der Technik entsprechen.

3 Ausführung

Für die Ausführung wurde ein Schema (siehe Anhang 01) erstellt. Dieses Schema ist als Anleitung zu verstehen und kann nur für Antennenanlagen mit einer Plattform oder einer Antennenanlage auf dem Boden innerhalb des Mastbildes als Arbeitsvorlage verwendet werden. Antennenanlagen, welche die technischen Einrichtungen neben oder in der Nähe eines Hochspannungsmastes haben, sind separat zu beurteilen.

3.1 Der Trenntransformator

Der Trenntransformator muss mindestens für eine Spannungsfestigkeit zwischen Primär- und Sekundärteil von 1.3 x der einpoligen Erdungsspannung während 1 Minute und einer Stosshaltespannung von 1.2 / 50 µs > 125 kV ausgelegt sein.

Bevorzugt wird ein Trenntransformator mit einer Dreieck-Stern-Schaltung (z.B. Dyn5) verwendet, wobei die drei Phasen aus dem Netz des EVU auf die Dreieckwicklungen geschaltet werden.

Wird ein Trenntransformator mit einer Stern-Stern-Schaltung (z.B. YNyn0) verbaut, so sollte der offene Sternpunkt auf der Zuleitungsseite mit einem Überspannungsableiter (z.B. Metalloxid-Varistor) geschützt werden. Dieser darf bei einem Erdschluss der Hochspannungsleitung noch nicht ansprechen.

Bei der Niederspannungsinstallation, bis und mit der Eingangswicklung des Trenntransformators, handelt es sich im Prinzip um ein TT-System, da der Schutzleiter nicht mit dem PEN-Leiter des Anschlusskabels verbunden werden darf. Wenn sich in diesem Bereich der Niederspanungsinstallation ein Erdschluss ereignet, fliesst der Fehlerstrom über die Erdung des Hochspannungsmastes zur Transformatorenstation zurück. Bei Niederspannungsinstallationen an Hochspannungsmasten mit Erdseilen müssen nur die Abschaltkriterien, aber nicht die Fehlerspannung überprüft werden.

3.2 Hochspannungs-Überspannungsableiter

Die Überspannungsableiter zwischen den Erdsystemen sind auf die an den Hochspannungsmasten auftretenden Anteile des maximalen Erdschlussstroms der Hochspannungsleitung, welche in das Erdreich abfliessen können, zu wählen. Die Erdschlussströme sind vor Baubeginn mit dem Mastbetreiber abzuklären.

3.3 Mess- und Steuereinrichtungen

Die Überspannungsableiter der Netzzuleitung können mit einem Fehlerstrom-Relais auf ihre Funktion überwacht werden. Durch einen Blitzeinschlag oder durch atmosphärische Einwirkungen kann der Überspannungsableiter zerstört werden. Um die Sicherheit zu gewährleisten, dürfen Kontrollperioden fünf Jahre nicht überschreiten (Art. 18 Abs. 2 Starkstromverordnung).

3.4 Netzzuleitung

Die Einspeisung kann ab der nächstgelegenen Hauptverteilung eines Gebäudes, einer Verteilkabine, einer Transformatorenstation oder ab einer Niederspannungsfreileitung erfolgen. Es wird empfohlen, dass die Abgänge an der speisenden Seite zusätzlich mit Überspannungsableitern geschützt werden. Beim Hochspannungsmast ist die Niederspannungsleitung mit Herkunftsort und vorgeschaltetem Überstromunterbrecher zu beschriften.

Die Erstellung der Niederspannungsleitung im Mastbereich muss mit dem Betriebsinhaber der Hochspannungsleitung besprochen und koordiniert werden. Der Betriebsinhaber der Hochspannungsleitung entscheidet über eine eventuelle Aufsicht während der Bauzeit.

Der Querschnitt des Niederspannungskabels muss ≥ 16 mm^2 betragen. Es muss ein Netzkabel verwendet werden, empfohlen wird z.B. ein Ceanderkabel. Das Kabel muss im Mastbereich (Hochspannungsbereich) in ein durchgehendes PE-Schutzrohr bis zur Einführung ins Gehäuse des Trenntransformators verlegt werden. Die Isolation zwischen der Erdung der Niederspannungszuleitung und der Hochspannungserdung ist vor Inbetriebnahme der Zuleitung zu messen und zu dokumentieren. Der PEN-Leiter der Netzzuleitung muss isoliert werden (1.3 x der einpoligen Erdungsspannung).

Werden Netzzuleitungen in einem Schutzgebiet nach eidgenössischem oder kantonalem Recht (Art. 1 Abs. 2 Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren für elektrische Anlagen VPeA; SR 734.25) geführt, ist die Ziffer 2.7 der Weisung Nr. 235 des ESTI zu beachten (inklusive aller zugehörenden Dokumente).

Anlagen, welche direkt aus dem Niederspannungsverteilnetz des EVU gespeist werden, sind nach Starkstromverordnung zu behandeln. Anlagen, welche ab einer Haupt- oder Unterverteilung eines Hauses (HAK) gespeist werden, sind nach Niederspannungs-Installationsverordnung (NIV; SR 734.27) zu beurteilen. Die zwei genannten Anschlussarten beeinflussen die Abschaltzeiten.

Die oben genannten Anlagenerschliessungen sind unabhängig davon, ob die Anlage über einen Zähler angeschlossen oder pauschal verrechnet wird.

3.5 Telekommunikationssignale

Erfolgt eine Signalzuführung der Telekommunikation über ein Schwachstromkabel (Kupferkabel, Hybridkabel oder LWL-Kabel mit metallischem Mantel), so ist eine Trennung zwischen der Telekommunikations- und Hochspannungserdung zusätzlich notwendig. In diesem Fall ist die Weisung Nr. 902 des ESTI strikte einzuhalten.

Werden Schwachstromkabel in einem Schutzgebiet nach eidgenössischem oder kantonalem Recht (Art. 1 Abs. 2 VPeA) geführt, ist die Ziffer 2.6 der Weisung Nr. 235 des ESTI zu beachten (inklusive aller zugehörenden Dokumente).

3.6 Weitere metallische Leitungen

Sämtliche Leitungen, welche metallische Leiter und/oder Schirme besitzen, müssen gegenüber der Hochspannungserdung isoliert werden. Das Kabel muss im Mastbereich (Hochspannungsbereich) in ein durchgehendes PE-Schutzrohr bis zum isolierten Bereich im Telekomschrank geführt werden. Diese Isolation muss 1.3 x der einpoligen Erdungsspannung isoliert sein.

3.7 Metallische Konstruktionsteile

Plattformen, Leitern und weitere metallische Konstruktionen sind dauerhaft mit der Masterdung zu verbinden. Erdanschlüsse an lackierten oder bemalten Stellen sind nicht zulässig.

3.8 Noteinspeisung

Für die Noteinspeisung darf nur eine Insellösung angewendet werden. Das bedeutet, dass der Generator immer über eine Notumschaltung "Netz - 0 - Not" von Hand geschaltet werden muss.

Bei der Noteinspeisung mit einem Aggregat ist dem Erdschlussfall der Hochspannungsleitung Rechnung zu tragen, um zu verhindern, dass durch die Potentialverschleppung unzulässig hohe Berührungsspannungen entstehen. Die Einspeisung des Aggregats hat darum vor dem Trenntransformator zu erfolgen. Das Aggregat muss ausserhalb des Einflussbereichs beim HS-Erdschlussfall aufgestellt werden und je nach Schutzerdungsart lokal geerdet werden (siehe Anhang 02).

3.9 Anordnung der elektrischen Installationen für die Antennenanlage

Werden die elektrischen Installationen auf einer Plattform auf dem Mast installiert und sind von Personen vom Boden aus nicht berührbar, dürfen weiterhin die Bedingungen zur Einhaltung der Berührungsspannungen gemäss Art. 54 Starkstromverordnung angewendet werden. Je nach Personenverkehr dürfen die Werte für die Berührungsspannung an den Tragwerken der Hochspannungsleitung überschritten werden (Einteilung in Gebiete a, b oder c nach Art. 54 Abs. 2 Starkstromverordnung).

Werden die elektrischen Installationen am Boden aufgestellt, so ist zu beachten, dass alle berührbaren Teile die Anforderungen gemäss Starkstromverordnung Anhang 4 hinsichtlich der Berührungsspannungen erfüllen müssen. Für jedes Erdungskonzept ist vor Baubeginn das schriftliche Einverständnis des Betriebsinhabers der Hochspannungsleitung einzuholen. Die Erdungssituation muss alle zehn Jahre messtechnisch überprüft werden.

4 Ausführungen Bahnanlagen

Für Antennenanlagen im Einflussbereich von Bahnanlagen ist vorgängig die Zuständigkeit der Leitbehörde (Bundesamt für Verkehr BAV oder ESTI) abzuklären. Die Leitbehörde lädt die Fachstelle zur Stellungnahme ein.

Für Antennenanlagen im Bahnbereich sind die Bahnbetreiber ebenfalls in den Entscheidungsprozess einzubinden.

Bei Antennenanlagen für reinen Bahnbetriebsfunk ist das BAV Leitbehörde. Das BAV kann das ESTI zur Stellungnahme einladen.

Für Antennenanlagen im Einflussbereich der Erdungsanlagen der Bahnen ist auf die speziellen Anforderungen von teilweise bis zu drei Erdungssystemen Rücksicht zu nehmen, was ein Erdungskonzept voraussetzt.

5 Anwendbares Bewilligungsverfahren

Die Gesuchsunterlagen für die Erstellung und Änderung von Antennenanlagen sind der kantonalen oder kommunalen Fachstelle zur Genehmigung einzureichen.

Zu den Aufgaben des ESTI gehören die Aufsicht und Kontrolle über Bau, Betrieb und Instandhaltung von elektrischen Anlagen (Art. 2 Abs. 1 lit. a ESTI-Verordnung; SR 734.24). Werden Antennenanlagen auf Hochspannungsmasten erstellt oder geändert, ist daher das ESTI als Aufsichtsbehörde für elektrische Anlagen im Rahmen der kantonalen oder kommunalen Vernehmlassung zur Stellungnahme einzuladen.

Des Weiteren können Antennenanlagen auf Hochspannungsmasten nur mit dem Einverständnis der Inhaberin der elektrischen Anlage errichtet oder geändert werden.

Handelt es sich hingegen um einen reinen Antennenaustausch, bei dem keine Änderung des elektrotechnischen Teils erfolgt, ist der Beurteilungsbereich des ESTI nicht betroffen (siehe Anhang 01). Somit muss auch keine entsprechende Stellungnahme durch das ESTI erfolgen.

Die Grundlage zum oben dargelegten Verfahren legte das Bundesgericht mit dem Entscheid 133 II 49 vom 5. Januar 2007, indem es in Bezug auf das anwendbare Bewilligungsverfahren eine Gesetzeslücke richterlich füllte. Das Bundesgericht hielt diesbezüglich fest, dass die Errichtung einer Antennenanlage auf einem Hochspannungsleitungsmast in Änderung der Rechtsprechung nicht mehr (nur) als Änderung einer elektrischen Anlage, sondern als Erstellung einer Fernmeldeanlage auf einer elektrischen Anlage zu betrachten sei. Die Antennenanlage gelte in diesem Fall als Nebenanlage zur elektrischen Anlage. Der Bau oder die Änderung von Antennenanlagen auf Masten von elektrischen Leitungen oder auf anderen Starkstromanlagen in oder ausserhalb der Bauzone unterstehe daher dem kantonalen Baubewilligungsrecht. Die Aufsichtsbehörde sei zudem berechtigt, gegen entsprechende Verfügungen der kantonalen Behörden die Rechtsmittel des eidgenössischen und des kantonalen Rechts zu ergreifen.

6 Nötige Unterlagen zur Stellungnahme und Abnahme

6.1 Technische Beurteilung und Stellungnahme

Für die technische Beurteilung und Stellungnahme werden folgende Unterlagen benötigt:

- Techn. Datenblatt TD7 für Antennenanlagen (Download ESTI-Homepage möglich)
- Beschreibung der Anlage
- Kartenausschnitt (z.B. Massstab 1:25'000)
- Situationsplan (z.B. Massstab 1:500)
- Dispositionsplan / Montageplan
- Prinzipschema mit Erdungskonzept
- Übersichtsplan, welcher über Herkunft der Niederspannungszuleitung Auskunft gibt
- Datenblatt Trenntransformator
- Datenblatt Überspannungsableiter der Hochspannungsleitung
- Berechnung oder Nachweis des Leitungsinhabers der Hochspannungsleitung über den maximal auftretenden Erdschlussstrom und die Erdungsspannung sowie die Abschaltzeit bei einem Erdschluss

6.2 Nach der Fertigstellung

Nötige Unterlagen nach Fertigstellung sowie zur Vorbereitung auf die ESTI-Abnahme:

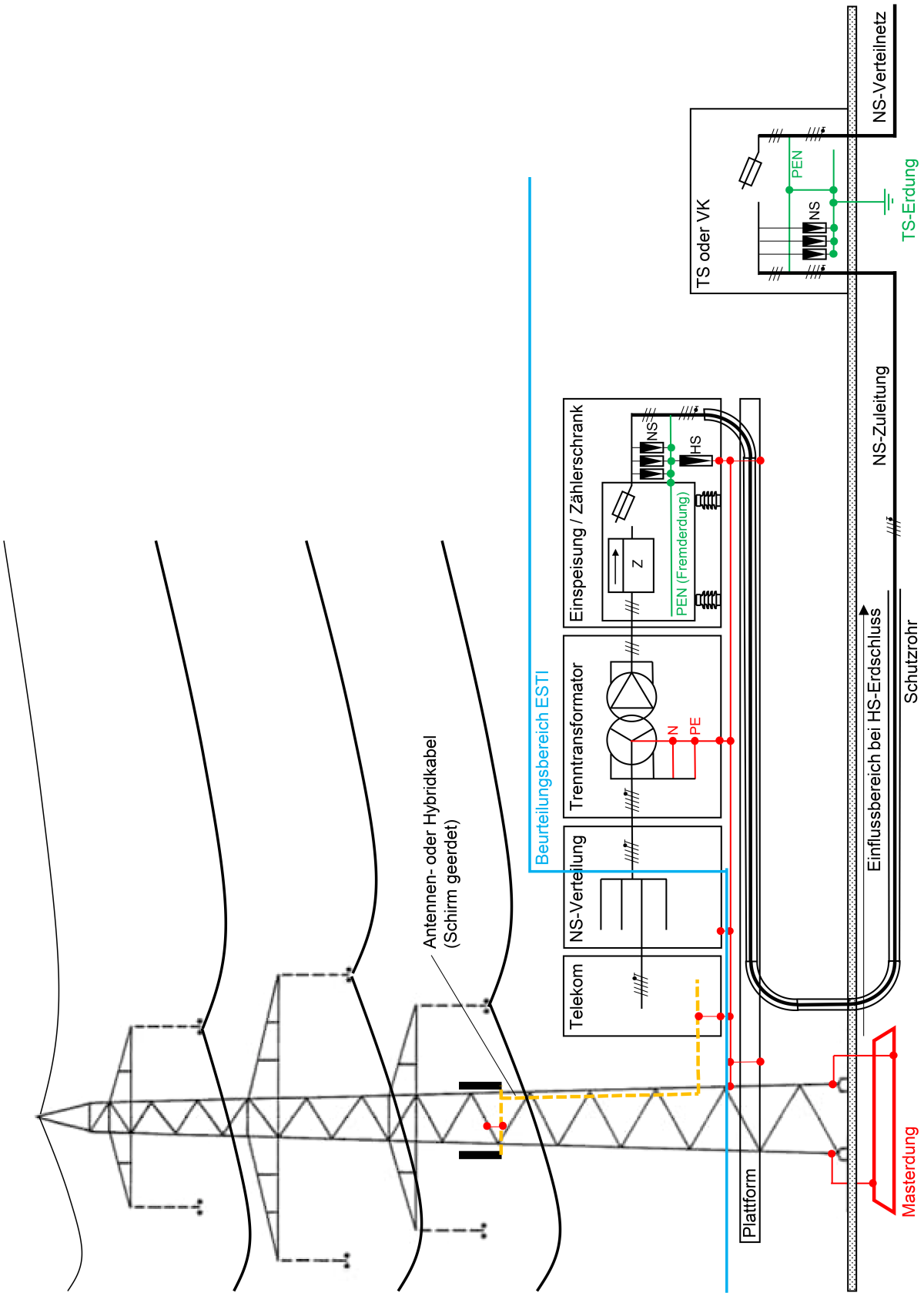
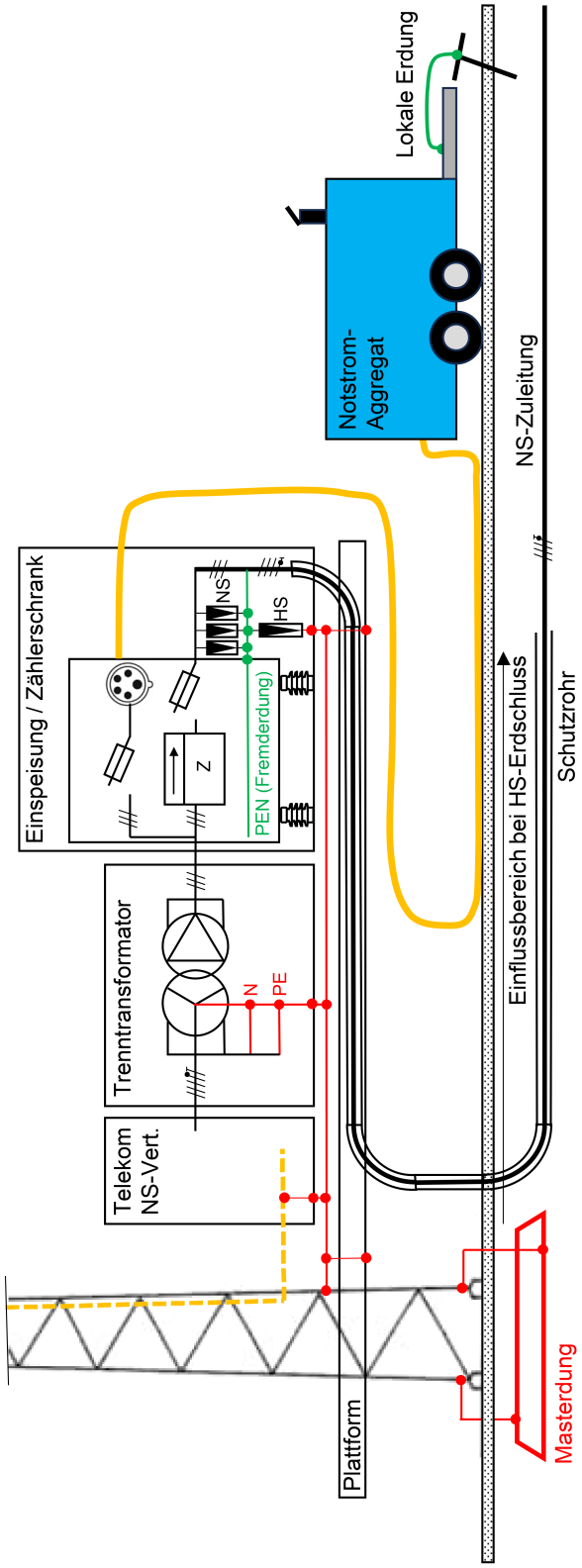
- Fertigstellungsanzeige / Bestätigung, dass die Anlage den Anforderungen der Gesetzgebung und den anerkannten Regeln der Technik entspricht
- Sicherheitsnachweis (SiNa, inkl. Mess- und Prüfprotokoll) für die Installationen nach NIV (Schluss- und Abnahmekontrolle)
- Resultat Messung vor Inbetriebnahme: Isolation zwischen Mast-Erde und PEN der Niederspannungszuleitung
- Aktualisierter Übersichtsplan, welcher über Herkunft der Niederspannungszuleitung Auskunft gibt
- Aktuelles, ausgeführtes Prinzipschema mit Erdungskonzept
- Berechnung maximale Erdungsspannung am Mast-Standort / Nachweis, dass der Trennntransformator und die Überspannungsableiter den Anforderungen genügen (sofern Änderungen seit Einreichung des Bewilligungsverfahrens bekannt sind oder Nachreichung da bei Anmeldung noch fehlend)

6.3 Vorbereitungen durch den Provider für die Abnahme

- Sicherstellen, dass der Anschlusspunkt (VK, TS, FL, etc.) für die Abnahme zugänglich ist (Abgleich mit den eingegebenen Daten)
- Bestätigung, sofern Datenanbindungen über Erdkabel vorhanden sind, dass keine elektrisch leitenden Materialien eingesetzt wurden (kein Kupferkabel, kein metallischer Nagetierschutz, etc.)
- Zutrittsanmeldung und -berechtigung des Betriebsinhabers der Hochspannungsmasten
- Bei Abnahmen durch das ESTI an Hochspannungsmasten, welche nur mit Persönlicher Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA) bestiegen werden dürfen, ist der Provider verpflichtet, ein Rettungsset zur Abnahme mitzunehmen
- Bei der Abnahme oder periodischen Kontrolle muss sichergestellt werden, dass die Systeme während mindestens 30 Minuten für Mess- und Prüfzwecke vom Netz getrennt werden können
- Für das Besteigen der Hochspannungsmasten sind die Weisungen des Mastbetreibers sowie des Providers einzuhalten. Die nötige PSAgA muss vorhanden sein und die entsprechenden Schulungen sind auf Verlangen nachzuweisen

Anhang

Beispiel für Installation auf Plattform oder innerhalb des Mastbildes (Anhang 01)



Beispiel für Installation von Notstrom-Aggregaten (Anhang 02)