



# *Erneuerung von Freileitungen im Hochspannungsnetz*

Hintergründe, Baumaßnahmen  
und Genehmigungsverfahren

**bayernwerk**  
netz

# Inhalt

Über uns: die Bayernwerk Netz GmbH	2
Voll vernetzt: die Rolle der Bayernwerk Netz GmbH	3
Das NOVA-Prinzip: Optimierung vor Ausbau	5
Für jede Anforderung der richtige Mast	6
Baugrunduntersuchungen	8
Bauphasen: Von der Baustelleneinrichtung bis zur erneuerten Leitung	9
Zufahrten, Wegebau und Flächennutzung während der Bauphase	10
Mastprovisorium und Demontage des bestehenden Mastes	11
Mastfundamente	12
Mastneubau	13
Seilzug	15
Genehmigungsverfahren und Beteiligungsmöglichkeiten beim Ersatzneubau von Freileitungen	16
Impressum	18

## Wussten Sie schon, dass...

- ... es Freileitungen im Hochspannungsnetz schon schon länger als 100 Jahre gibt?
- ... die ältesten Leitungen im Bayernwerk-Netz über 100 Jahre alt sind?
- ... der deutsche Techniker Oskar von Miller um 1890 in seinem technischen Büro erstmals Drehstrom entwickelte, der über eine Entfernung von 180 Kilometer von Lauffen am Neckar bis Frankfurt am Main übertragen werden konnte?
- ... das Stromnetz der Bayernwerk Netz GmbH rund 154.000 Kilometer lang ist – und damit fast vier Mal um die Erde reichen würde?

## Über uns: die Bayernwerk Netz GmbH

Seit 100 Jahren steht der Name Bayernwerk für eine sichere und zuverlässige Energieversorgung im Freistaat. Die Bayernwerk Netz GmbH nimmt dabei als Netzbetreiber eine Schlüsselrolle ein. Damit jetzt und in Zukunft immer mehr Energie aus erneuerbaren Quellen zur Verfügung steht, braucht es ein modernes, intelligentes Stromnetz. Deshalb setzt das Unternehmen auf Digitalisierung und Innovation, unterstützt zahlreiche wissenschaftliche Projekte und arbeitet systematisch am Ausbau der Energienetze.

Die Bayernwerk Netz GmbH versorgt insgesamt rund sieben Millionen Menschen mit Energie. Sie ist in den bayerischen Regionen Unter- und Oberfranken, Oberpfalz sowie Nieder- und Oberbayern aktiv und damit der größte regionale Verteilnetzbetreiber in Bayern: Das Stromnetz umfasst 156.000 Kilometer, sein Gasnetz 6.000 Kilometer und das Straßenbeleuchtungsnetz 34.600 Kilometer. In den Energienetzen verteilt das Unternehmen zu 70 Prozent elektrische Energie aus erneuerbaren Quellen. Dafür sorgen 300.000

dezentrale Erzeugungsanlagen, die in das Netz des Bayernwerks Ökostrom einspeisen. In Nord- und Ostbayern versorgt das Unternehmen Kunden auch über sein Erdgasnetz. Die Bayernwerk Netz GmbH ist an mehr als 20 Standorten im Land präsent.

Sitz der Bayernwerk Netz GmbH ist Regensburg. Das Unternehmen ist eine 100-prozentige Tochter der Bayernwerk AG.



# Voll vernetzt: die Rolle der Bayernwerk Netz GmbH

Das Stromnetz in Deutschland setzt sich aus dem Übertragungsnetz und dem Verteilnetz zusammen. Im Übertragungsnetz können große Strommengen über weite Strecken transportiert werden. Das Verteilnetz, für das die Bayernwerk Netz GmbH in großen Teilen Bayerns zuständig ist, dient der Verteilung, Einspeisung und Integration dezentraler Energie.

Das in Deutschland mit 110 Kilovolt (kV) betriebene Hochspannungsnetz verteilt den Strom regional. Die Stromleitungen führen zu Umspannwerken in Siedlungsgebieten und versorgen auch die Großindustrie.

Anschaulich lässt sich das Stromnetz mit einem Verkehrsnetz aus Fluglinien, Autobahnen, Bundes-, Land- und Kreisstraßen vergleichen:

Das Übertragungsnetz stellt die Autobahnen dar. In den Umspannwerken - den Autobahnabfahrten - bringen Transformatoren den Strom auf höhere und niedrigere Spannungsniveaus. Anschließend wird der Strom mit dem Verteilnetz verknüpft, das regionale Kraftwerke, Wind- und Solarparks und Großindustrie verbindet - ähnlich wie die Bundesstraßen im Verkehr. Es funktioniert, solange der Strom in eine Richtung fließt. Der Gegenverkehr im Stromnetz stellt eine Herausforderung dar.

Umspannwerke verbinden das Hochspannungsnetz mit dem Mittelspannungsnetz (10 kV - 20 kV). An das Mittelspannungsnetz sind kleine Erzeugungsanlagen sowie mittlere industrielle Betriebe oder große Büro- und Warenhäuser angeschlossen. Damit der Strom im Haushalt und in kleinen Unternehmen ankommt, wird er von Transformatoren auf Niederspannung (230 V - 400 V) gebracht.

Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ):  
Übertragungsnetzbetreiber

320/525 kV



Höchstspannungsnetz:  
Übertragungsnetzbetreiber

380/220 kV



Überregionales Verteilnetz  
Hochspannung

110 kV



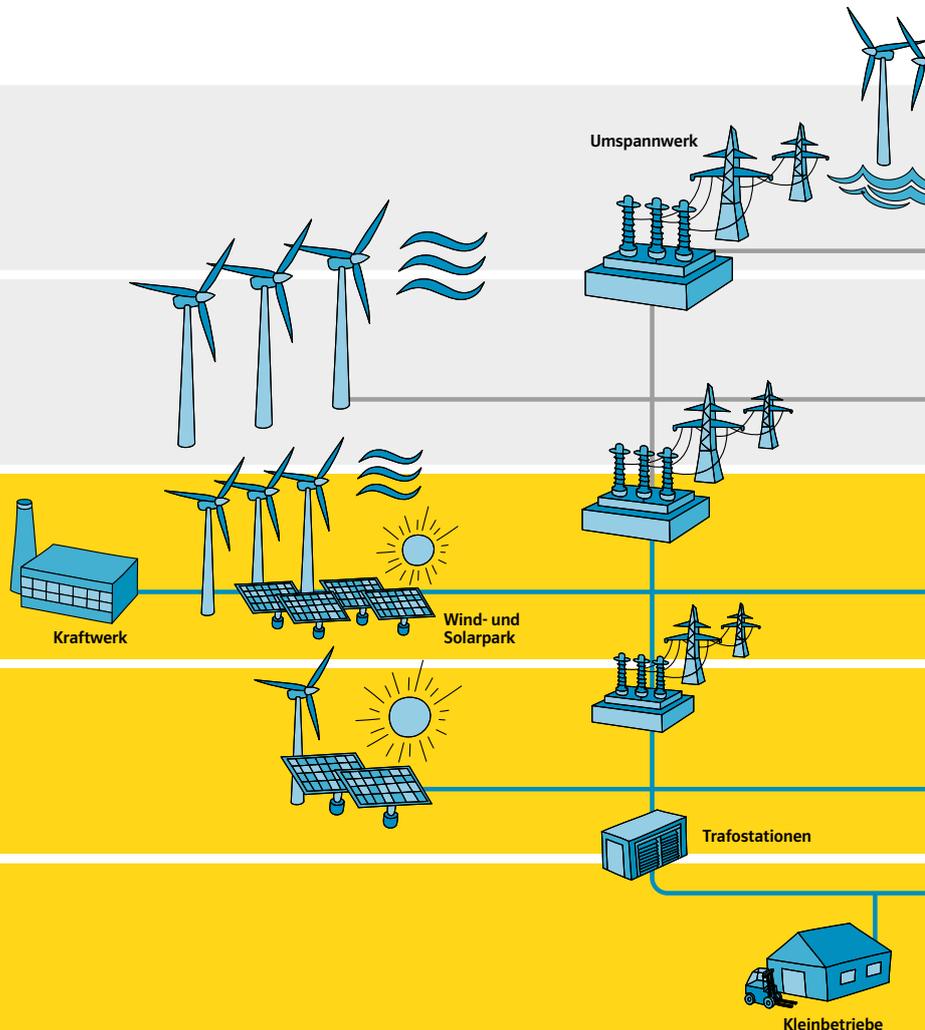
Regionales  
Mittelspannungsnetz

10 - 20 kV



Lokales  
Niederspannungsnetz

230/400 V



Kleinbetriebe

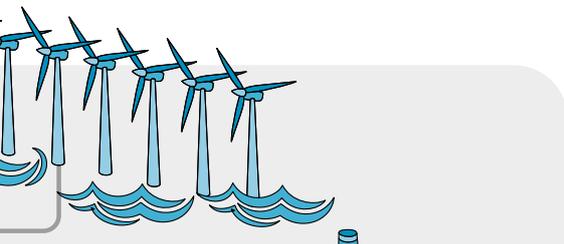
©Foto: Matthias von Schütz

## Ein Netz fit für die Zukunft

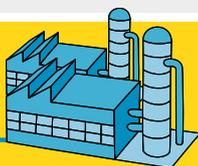
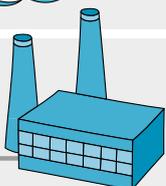
Die Energiewende und der Anstieg an Erneuerbaren Energien stellen mit starken Schwankungen bei Stromerzeugung und -verbrauch ganz wesentliche Herausforderungen für das Hochspannungsnetz dar. Da der Stromverbrauch nach Prognosen des ifo Instituts in Bayern künftig weiter zunehmen wird, denkt die Bayernwerk Netz GmbH schon heute an morgen, um auf das, was die Energiewende für das Hochspannungsnetz bedeutet, zu reagieren.

In den kommenden Jahren werden daher viele Freileitungen im Verteilnetz optimiert, verstärkt oder ausgebaut. Insbesondere für die Erneuerung bestehender Leitungen auf Trassen, die sogenannten Ersatzneubauten, wird die Bayernwerk Netz GmbH künftig mehr Mittel als bisher aufwenden.

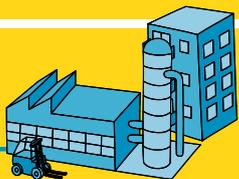
Bei Ersatzneubauten werden Bestandsleitungen ausgetauscht und neue, oftmals leistungsstärkere Stromleitungen auf den bereits bestehenden Trassen errichtet.



Großkraftwerk



Großindustrie



Industrie/Gewerbe/Büro- und Warenhäuser



Landwirtschaft



Wohnhäuser

Mehr Informationen über die Ausbaupläne finden Sie online auf der Webseite der Bayernwerk Netz GmbH:  
**Jetzt QR-Code scannen!**



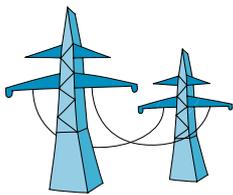
# Das NOVA-Prinzip: Optimierung vor Verstärkung vor Ausbau

Um die Auswirkungen der Arbeiten am Stromnetz für Mensch und Natur möglichst gering zu halten, prüft die Bayernwerk Netz GmbH nach dem NOVA-Prinzip, welche Maßnahmen für bestehende Leitungen ergriffen werden müssen.

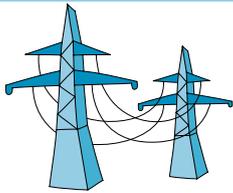
NOVA steht für NetzOptimierung vor NetzVerstärkung vor NetzAusbau. Das NOVA-Prinzip gibt vor, den aktuellen Netzbetrieb bei Bedarf zuerst zu optimieren, etwa durch eine höhere Auslastung der Stromleitung. Reicht das nicht aus, werden die vorhande-

nen Leitungen verstärkt, zum Beispiel durch den Austausch von Leiterseilen. Erst wenn eine Anpassung der bestehenden Leitung nicht mehr ausreicht, um das regionale Verteilnetz bedarfsgerecht zu verstärken, wird die bestehende Leitung ausgetauscht oder es wird eine neue Stromleitung gebaut.

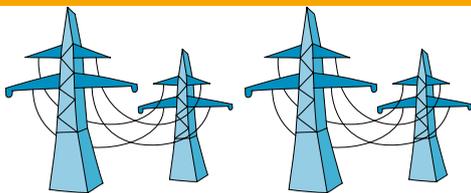
## Netz Optimierung



- Höhere Stromübertragung ohne Umbau
- Witterungsbedingter Betrieb von Leitungen („Freileitungsmonitoring“)
- Lastbedingte Umleitungen von Stromflüssen („Umverschaltungen“)



- Umbau mit Leistungserhöhung
- Austausch von Leiterseilen, um Verteilkapazität zu erhöhen



- Erneuerung von Leitungen in vorhandenen Trassen
- Neubau von Leitungen in neuen Trassen

## Verstärkung

Verstärkung erst dann, wenn alle Möglichkeiten der Optimierung ausgeschöpft sind

## Ausbau

Ausbau erst dann, wenn alle Möglichkeiten der Verstärkung ausgeschöpft sind

## Für jede Anforderung der richtige Mast

Zuverlässig und standsicher tragen Maste jahrzehntelang die stromführenden Leiterseile. Um allen Anforderungen gerecht zu werden, setzt die Bayernwerk Netz GmbH für Freileitungen unterschiedliche Masttypen ein – je nachdem, ob kleinere oder schmalere Masten wirtschaftlich und für Mensch, Natur und Landschaft von Vorteil sind.

Freileitungen bestehen meist aus Stahlgittermasten, einem Erdseil sowie den stromführenden Leiterseilen, die über Isolatoren an den Mastquerträgern – den sogenannten Traversen – befestigt sind.

An jeder Mastspitze befindet sich ein Erdseil. In den Erdseilen fließt kein Strom. Sie schützen vor direkten Blitzeinschlägen und dienen mit integriertem Lichtwellenleiter der internen Informationsübertragung.

Auf jeder Seite des Strommastes ist in der Regel je ein Stromkreis installiert. Drei Leiterseile bilden einen Stromkreis.

Die Leiterseile sind das wichtigste Element einer Freileitung, da über den Leiter der Strom übertragen wird. Die Leiterseile bestehen aus Aluminium mit einem Stahlkern.

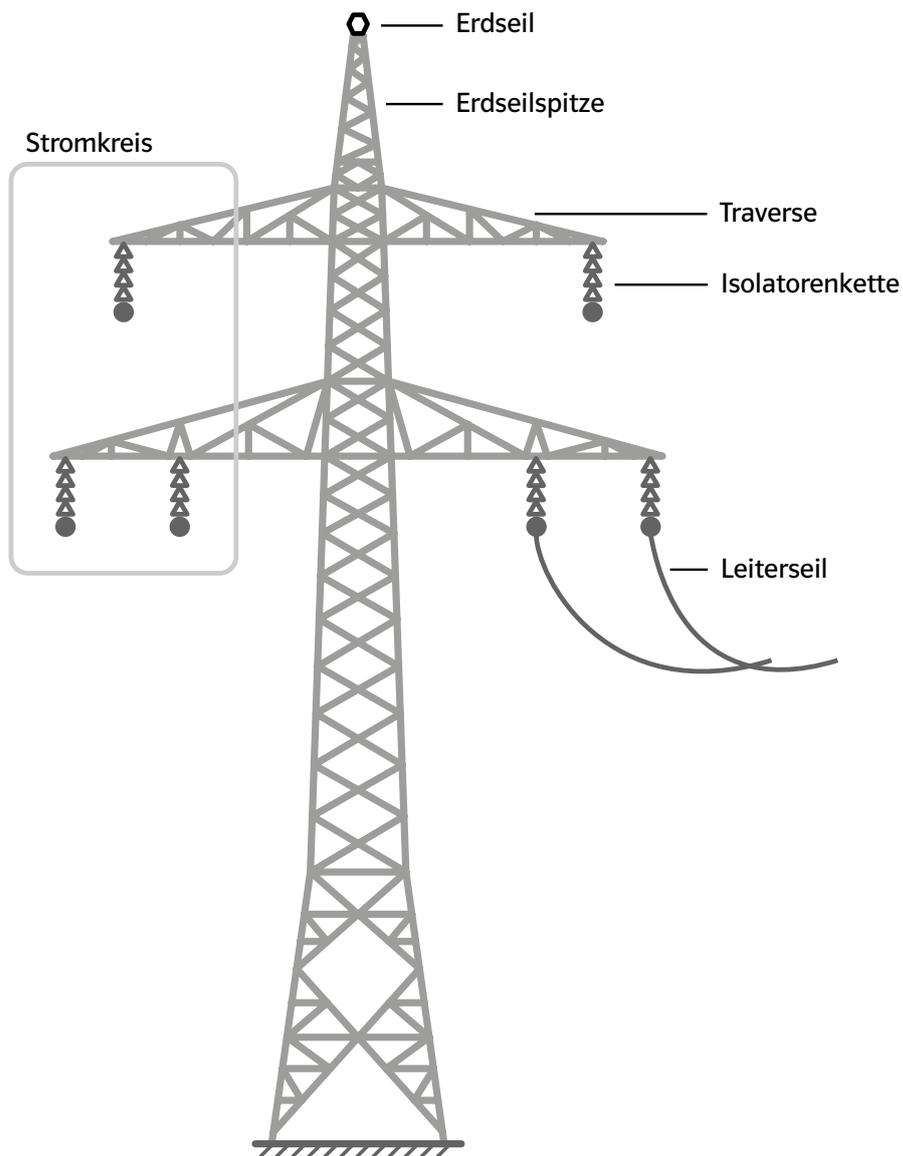
Die Leiterseile sind an den Isolatorenketten am Mast befestigt. Die Isolatoren aus Porzellan oder Kunststoff verhindern, dass Strom über die Befestigung der Leiterseile zum Mast geleitet wird.

Der gesetzliche Mindestabstand, den die Leiterseile an der tiefsten Stelle zwischen zwei Masten zum Boden einhalten müssen, bestimmt die grundsätzliche Höhe der Maste. Große landwirtschaftliche Maschinen müssen noch problemlos unter den Leitungen durchfahren können.

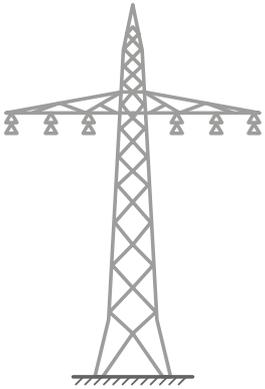


©Foto: Matthias von Schütz

An den Isolatorenketten werden die Leiterseile befestigt.

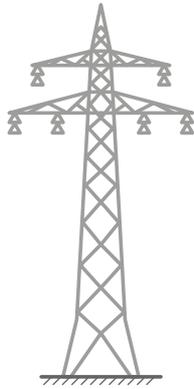


## Für jede Anforderung der richtige Mast



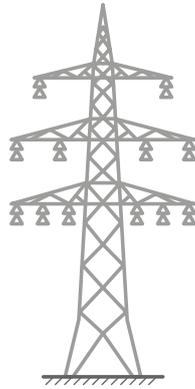
**Einebenenmast**

Mit nur einer Traverse ist der Einebenenmast der niedrigste Mast. Er wird besonders in Regionen mit Höhenbegrenzung eingesetzt, zum Beispiel in der Nähe von Flughäfen.



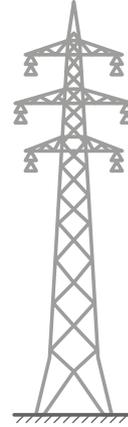
**Donaumast**

Der Standardmast unter den Masttypen ist der Donaumast, da er ein gutes Verhältnis zwischen Mastbreite und -höhe aufweist. Er ist schmaler als der Einebenenmast, aber etwas höher.



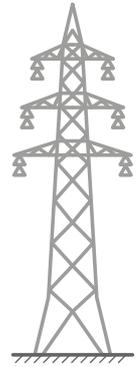
**Donau-Einebenenmast**

Ein Hybrid aus Masttyp Donau und Ebene ist der Donau-Einebenenmast. Hier können mehr als zwei Stromkreise auf einen Mast gelegt werden.



**Tonnenmast**

Der Tonnenmast besitzt drei Traversen. Die mittlere ist die breiteste. Er ist der höchste Masttyp, aber der mit dem schmalsten Kopfbild.



**Tannenmast**

Der Tannenmast verdankt seinen Namen seiner Form. Er besitzt drei Traversen unterschiedlicher Größe; die kleinste oben, die größte unten. Tannenmasten werden heutzutage größtenteils durch Donau- oder Donau-Einebenenmasten ersetzt.



## Baugrunduntersuchungen

Während der Planungsphase, im Jahr vor den geplanten Bauarbeiten, wird der Baugrund, auf dem die neuen Masten gesetzt werden sollen, von der Bayernwerk Netz GmbH genau untersucht.

Durch Bohrungen werden Bodenproben entnommen, die Aufschluss über die Beschaffenheit des Untergrunds geben. Die entnommenen Bodenproben werden im Labor untersucht, sodass ein aussagekräftiges Bodenprofil erstellt werden kann. Auf Basis der Baugrunduntersuchung wird die Entscheidung gefällt, welche

Mastfundamente am jeweiligen Standort geeignet sind.

Selbstverständlich informiert die Bayernwerk Netz GmbH alle Grundstückseigentümer, bevor Baugrunduntersuchungen stattfinden werden.



Kernbohrgerät zur Entnahme von Bodenproben



Anhand der Bodenproben kann die Beschaffenheit des Untergrunds analysiert werden.



Der Bohrkern für die Entnahme der Bodenproben hat einen Durchmesser von wenigen Zentimetern. Nach Entnahme der Proben wird das Bohrloch wiederverfüllt.



Bohrgerät für Raumsondierungen

# Bauphasen: Von der Baustelleneinrichtung bis zur erneuerten Leitung

Sobald der Planfeststellungsbeschluss vorliegt, beginnt die Bayernwerk Netz GmbH mit dem Ersatzneubau. Der Ersatzneubau einer Freileitung gliedert sich in mehrere Bauphasen. Bevor die Bauarbeiten beginnen, werden umweltfachliche Vorbereitungen

getroffen, indem etwa Amphibienschutzzäune oder Vogelkästen angebracht werden. Zu Beginn richten die bauausführenden Firmen ein Büro und einen Lagerplatz für Maschinen, Geräte und Material ein. Nach den vorbereitenden Maßnahmen und der

Baustelleneinrichtung starten die Arbeiten. Nach erfolgreichem Bauabschluss wird der Bereich der Baustelle in seinen Ursprungszustand zurückversetzt und die alte Leitung wird zurückgebaut.

## Woche 1



Bauvorbereitende Maßnahmen:  
Büroeinrichtung vor Ort, Lagerplatz für  
Maschinen, Wegebau

## Woche 2



Bau der Provisorien und Mast-Demontage

## Woche 3



Fundamentneubau:  
Schachtung der Baugrube, Setzen der Fundamentschalungen, Bewehrungsstahlflechten, Einfüllen des Betons

## Woche 6



Mastmontage



Sobald die neuen Masten montiert sind, werden die neuen Leiterseile aufgezogen und die Provisorien zurückgebaut

**Die Wanderbaustelle zur Erneuerung der Leitung arbeitet etwa sechs Wochen an einem Mast.**

## Zufahrten, Wegebau und Flächennutzung während der Bauphase

Als Zufahrt zur Baustelle dienen die vorhandenen Straßen und Wege, die bereits asphaltiert oder geschottert sind. Solche Wege sind zur Befahrung mit den benötigten Maschinen geeignet. Als Zuwegungen von diesen Straßen und Wegen zu den Maststandorten dienen oft landwirtschaftlich genutzte Flächen. Wenn landwirtschaftliche Flächen befahren werden müssen, werden in der Regel Baustraßen mit einer Breite von rund drei Metern angelegt. Dazu können

beispielsweise Stahlplatten oder Holzbohlen ausgelegt werden. Eventuell auftretende Schäden an den landwirtschaftlich genutzten Flächen werden nach Abschluss der Arbeiten entschädigt. Um die Berechtigung von Entschädigungsansprüchen bewerten zu können, wird der Zustand der Bauflächen und -wege jeweils vor Baubeginn und nach Abschluss der Baumaßnahmen gemeinsam mit den Eigentümern und Bewirtschaftern dokumentiert.

Während der Baumaßnahmen muss der Erd-aushub zwischengelagert und die Einzelteile des Mastes müssen miteinander verschraubt werden. Dazu werden Flächen im unmittelbaren Umfeld des Maststandortes temporär genutzt. Der Boden der für diese Arbeiten benötigten Flächen wird nur in geringem Maße beansprucht.



## Mastprovisorium und Demontage des bestehenden Mastes

Um eine unterbrechungsfreie Stromversorgung in der Region zu gewährleisten, muss für die Dauer der Bauarbeiten der aufliegende Stromkreis in Betrieb gehalten werden. Die Stromkreise der bestehenden Freileitung können nur kurzzeitig außer Betrieb genommen werden.

Daher werden neben der bestehenden Leitung provisorische Maste errichtet, die nach vier Seiten zum Boden hin verankert werden. Bei den Bodenankern handelt es sich in der Regel um vergrabene Holzbalken, an denen die Ankerseile befestigt werden. Die Anker werden etwa zehn bis fünfzehn Meter seitlich der Maste in den Boden ein-

gebracht. An diese provisorischen Maste werden die vorhandenen Leiterseile der Leitung übernommen. Nach der Errichtung dieser provisorischen Maste können die bestehenden alten Maste mit einem Auto- kran abgebaut, zerteilt und abtransportiert werden.



Provisorien tragen die Leiterseile während der Bauarbeiten am Mast.



Der alte Mast wird demontiert.

## Mastfundamente

Fundamente sichern die Standfestigkeit der Maste. Sie leiten die auf die Maste wirkenden Kräfte und Belastungen in den Boden ein. Der überwiegende Teil der Fundamente liegt unsichtbar unter der Erdoberfläche.

Die Größe der neuen Fundamente wird anhand der Daten aus der Baugrunduntersuchung und den statischen Anforderungen an den Mast berechnet.

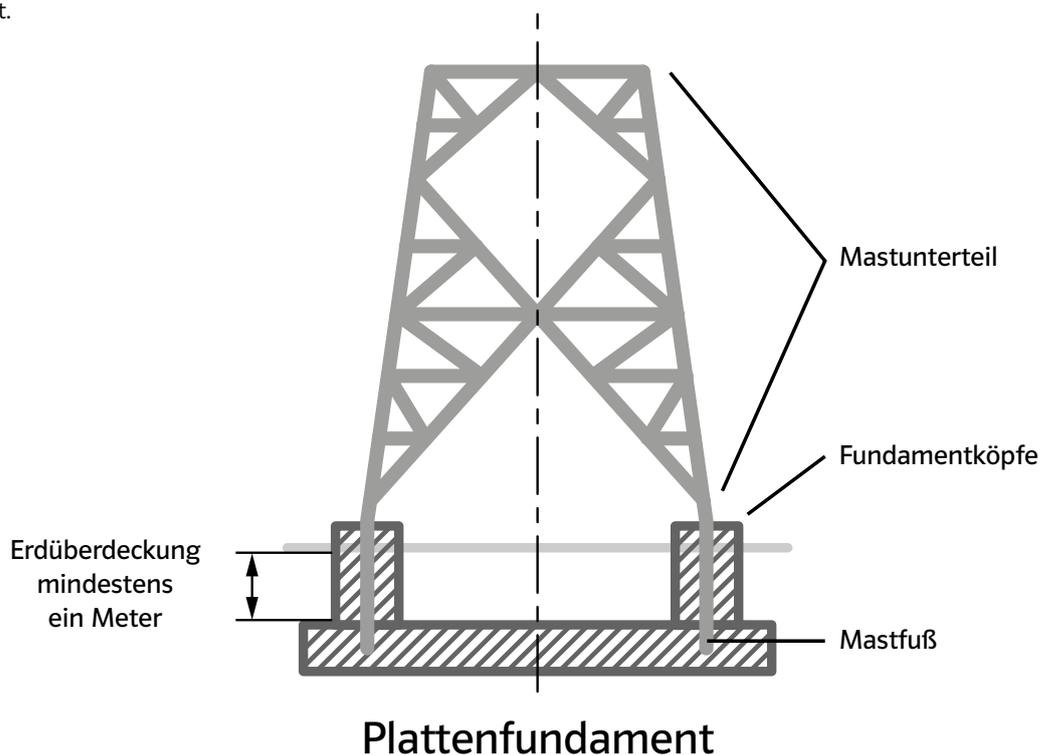
Für neu zu errichtende Maste wird in der Regel ein Plattenfundament eingebaut. Dafür wird zu Beginn eine passende Grube ausgehoben.

Das Mastunterteil mit den Mastfüßen wird in die Baugrube gestellt und ausgerichtet. Nach Setzen der Fundamentalschalungen, Aufstellen der Fußbeckstiele und Flechten des Bewehrungsstahles wird der Beton eingebracht.

Ist der Beton nach rund vier Wochen ausgehärtet, wird die Baugrube wieder bis zur Erdoberkante mit dem ausgehobenen Boden ausgefüllt.



Flechten des Bewehrungsstahls





©Foto: Matthias von Schütz

## Mastneubau

Der neue Stahlgittermast besteht aus den vier Eckstielen, die durch mehrere Querstreben miteinander verbunden sind. Um Korrosion und Wittereinflüssen vorzubeugen, sind die Einzelteile aus verzinktem Stahl gefertigt. Vor Ort auf der Baustelle erfolgt die Vormontage der Querträger und der einzelnen Teile des Mastes, der sogenannten Schüsse, bevor alles miteinander verschraubt wird. Sobald eine ausreichende Druckfestigkeit nach dem Aushärten des Betonfundamentes erreicht ist, wird der neue Mast mit dem Autokran an einem Tag schussweise auf das Fundament gestellt und die Traversen werden montiert.

Zu Beginn werden die Eckstiele und die Füße miteinander verschraubt. Danach folgen die Mitte des Mastes, die Spitze und die Traversen, bevor die Isolatorketten eingebaut werden. Der neue Mast ist danach bereit für das Auflegen der Leiterseile.



©Foto: Wolfgang Geyer

Mit einem Kran werden die einzelnen Teile des Mastes, die sogenannten Schüsse, auf das Fundament gehoben.

## Seilzug

Werden neue Leiterseile und Blitzschutzseile aufgezogen, werden diese auf Trommeln an den Baustandort geliefert. Jede Trommel fasst in der Regel die Seillänge eines einzelnen Leiters für einen bestimmten Teilabschnitt der Leitung. Der Seilzug erfolgt immer vom Trommelplatz (Startpunkt) zum Windenplatz (Endpunkt) eines Teilabschnittes der Leitung.

An den Querträgern aller Maste des Leitungsabschnittes sind Isolatorenketten am Mast vorhanden, an denen für den Seilzug Rollen montiert wurden. Über diese Rollen wird vor dem eigentlichen Seilzug für jeden Leiter ein Vorseil aufgezogen.

Die neuen Leiterseile und das Erdseil werden danach mithilfe des Vorseils und mit Winden vom Trommelstandort bis zum Windenplatz am Ende des Leitungsabschnittes auf die neuen Maste gezogen. Um den erforderlichen Seildurchhang während des Zuges zu regulieren und um den Zug des Seils bremsen zu können, ist am Beginn des Leitungsabschnittes eine Bremse bei den Seiltrommelböcken installiert.

Nach dem Seilzug werden die Leiterseile entsprechend auf die erforderlichen Durchhänge reguliert und anschließend an den Masten befestigt.

In seltenen Fällen werden die bereits vorhandenen Leiterseile und das Erdseil vom Provisorium wieder an den neuen Mast übernommen.

Nachdem die Leiterseile auf den neu errichteten Masten liegen, können die Provisorien zurückgebaut werden und die Baustelleneinrichtung wird abgebaut.



Sobald alle Maste der Leitung erneuert sind, werden die Leiterseile aufgezogen.

## Genehmigungsverfahren und Beteiligungsmöglichkeiten beim Ersatzneubau von Freileitungen

Sobald eine bestehende Leitung durch eine neue ersetzt werden muss, beginnt ein Verfahren nach dem Energiewirtschaftsgesetz (EnWG). Nur mit Genehmigung darf die Bayernwerk Netz GmbH Leitungen bauen. Das EnWG schreibt für Ersatzneubauten von Freileitungen ein Planfeststellungsverfahren vor.

Ziel eines Planfeststellungsverfahrens ist es, die Vielzahl der von den Planungen des Projekts berührten öffentlichen und privaten Interessen abzuwägen und sie bei der Ent-

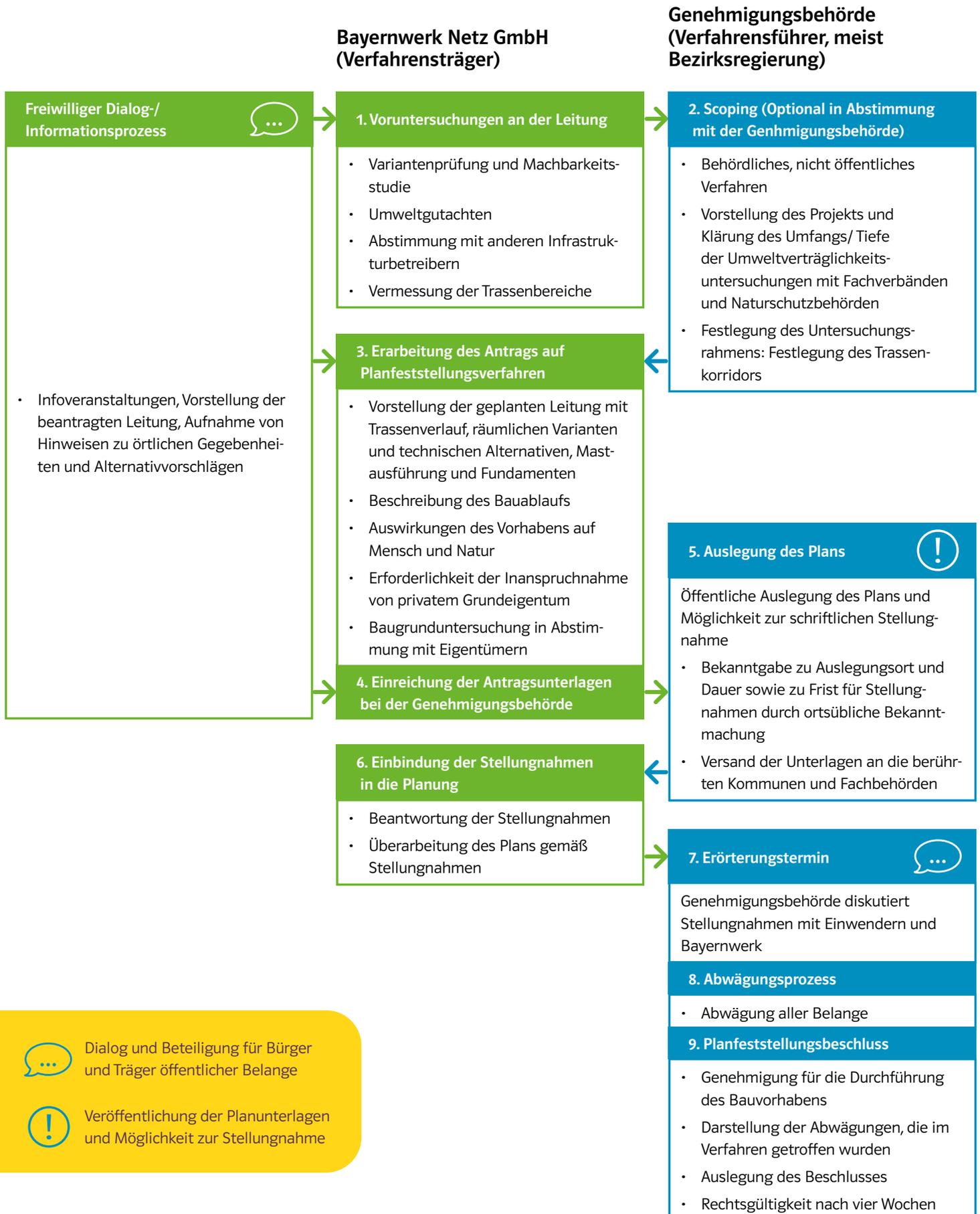
scheidung für die Baumaßnahme einfließen zu lassen. Das Ergebnis eines Planfeststellungsverfahrens, der Planfeststellungsbeschluss, hat alle Belange wie Naturschutz, Landwirtschaft und privates Eigentum abzuwägen und sowohl die Argumente, die für das Bauvorhaben sprechen, als auch solche, die dagegen sind, zu berücksichtigen.

Das Planfeststellungsverfahren bietet den Bürgerinnen und Bürgern die Möglichkeit, sich aktiv und frühzeitig am Planungsprozess zu beteiligen.



# Planfeststellungsverfahren

(nach Energiewirtschaftsgesetz und Verwaltungsverfahrensgesetz)





**Ihr Ansprechpartner:**

Peter Hilburger

Bayernwerk Netz GmbH

Genehmigungsmanagement HS-Leitungen

Telefon: +49 941-2 01-52 25

[peter.hilburger@bayernwerk.de](mailto:peter.hilburger@bayernwerk.de)

**Bayernwerk Netz GmbH** Lilienthalstraße 7 93049 Regensburg  
[www.bayernwerk-netz.de](http://www.bayernwerk-netz.de)