

Neubau von Erdkabelleitungen im Hochspannungsnetz

Hintergründe, Bauablauf
und Genehmigungsverfahren

bayernwerk
netz



Inhalt

Über uns: Die Bayernwerk Netz GmbH	3
Voll vernetzt: Die Rolle der Bayernwerk Netz GmbH	4
Ein Netz fit für die Zukunft	5
Das NOVA-Prinzip: Optimierung vor Verstärkung vor Ausbau	6
Das Hochspannungs-Erdkabel	7
Die Entstehung einer neuen Kabelleitung im Überblick	9
Planung	
Genehmigungsverfahren	10
Baugrunduntersuchungen	12
Kartierungen	13
Bauvorbereitung	
Ökologische Vorbereitungen	14
Baustelleneinrichtung	16
Oberbodenabtrag	18
Archäologische Voruntersuchung	19
Bau	
Die Kabelbaustelle im Profil	20
Verlegung von Leerrohren mit Spül- oder Pressbohrungen	20
Verlegung von Leerrohren im Pflugverfahren	22
Die offene Bauweise	24
Kabeleinzug	26
Nachsorge	
Rückbau der Arbeitsflächen	28
Rekultivierung	29
Wiederherstellung	29
Baubegleitung	
Natur- und Artenschutz beim Kabelbau	30
Bodenschutz beim Kabelbau	31
Archäologie beim Kabelbau	31

Über uns: Die Bayernwerk Netz GmbH

Seit über 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 hauptsächlich 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, das 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 mehr

als 350.000 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.

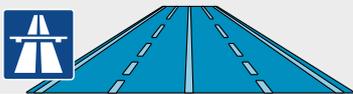
Umspannwerke verbinden das Hochspannungsnetz mit dem Mittelspannungsnetz (10 kV - 20 kV). An das Mittelspannungsnetz sind kleine Erzeugungsanlagen sowie mittlere industrielle Betriebe oder große Büro- und Warenhäuser angeschlossen. Damit der Strom im Haushalt und in kleinen Unternehmen ankommt, wird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

Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ):
Übertragungsnetzbetreiber



320/525 kV

Höchstspannungsnetz:
Übertragungsnetzbetreiber



380/220 kV

Überregionales Verteilnetz
Hochspannung

35



110 kV

Regionales
Mittelspannungsnetz

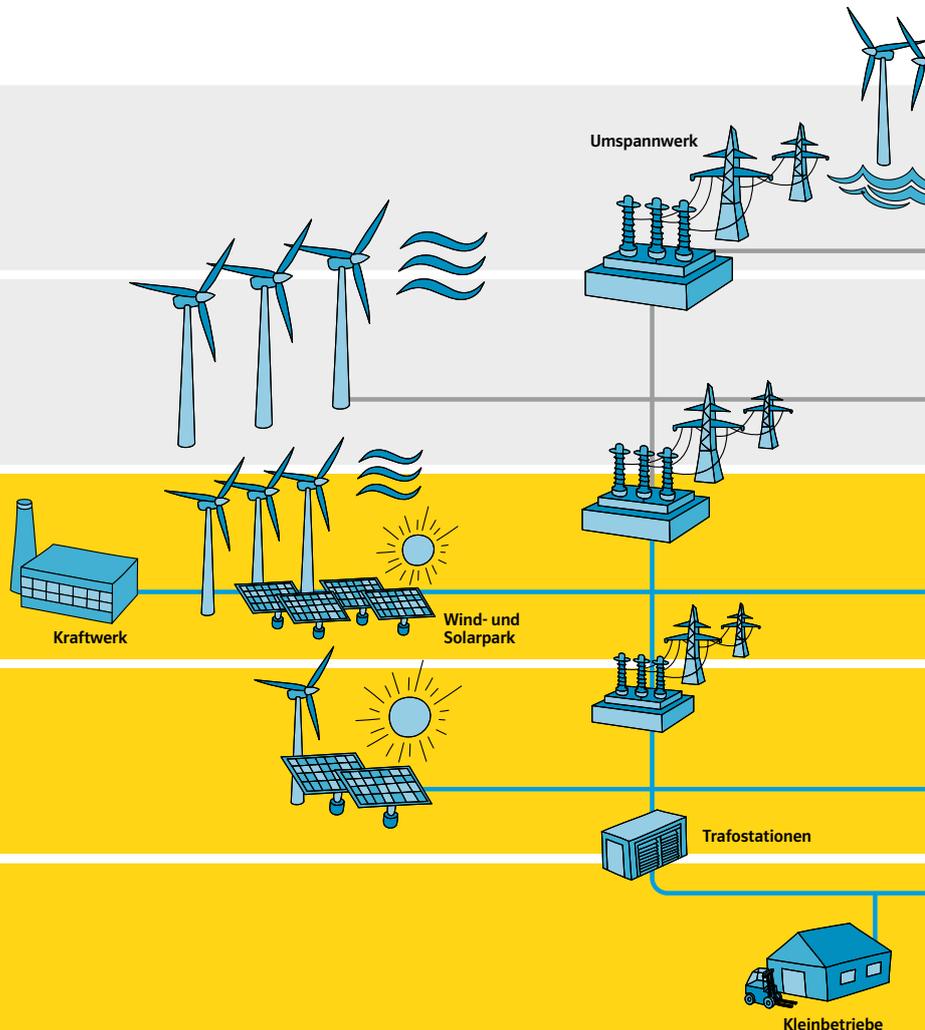


10 - 20 kV

Lokales
Niederspannungsnetz



230/400 V



Ein Netz fit für die Zukunft

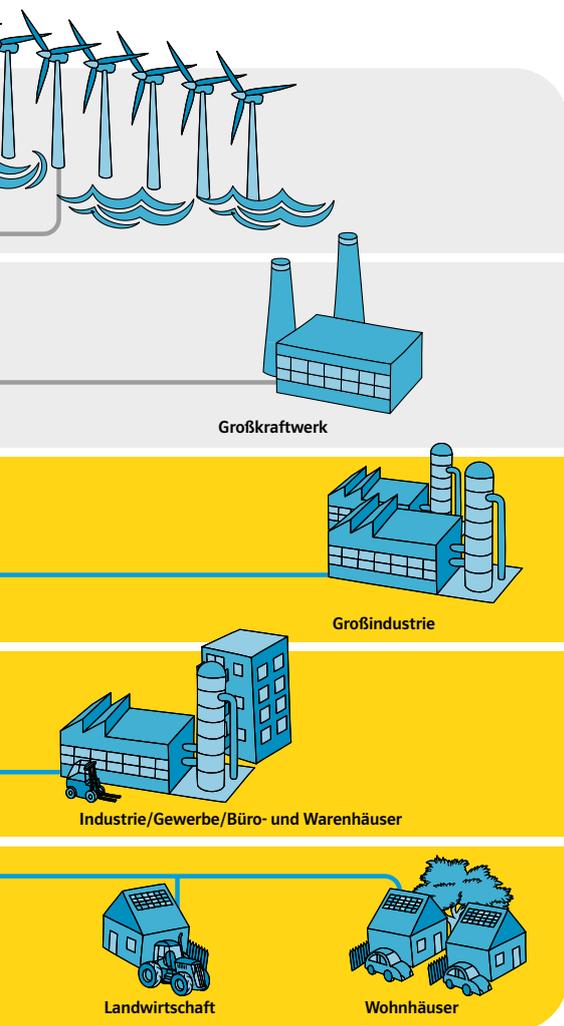
Das Stromnetz in Bayern wandelt sich. Immer mehr Strom-Verbraucher werden zu Energie-Produzenten. Sie nutzen das Netz nicht nur, um Strom zu beziehen, sondern auch, um Energie einzuspeisen. Derzeit liefern mehr als 350.000 Erzeugungsanlagen Strom an das Bayernwerk-Netz.

Das wirkt sich auf unser Netz aus: Je mehr einzelne Anlagen Energie produzieren, desto stärker schwankt die eingespeiste Strom-Menge. Damit der Strom zuverlässig aus der Steckdose kommt, braucht es ein Gleichgewicht von Energieerzeugung und -verbrauch.

Hinzu kommt, dass die installierte Leistung dezentraler Anlagen insgesamt so stark ansteigt, dass die Kapazitäten der bestehenden Netze in bestimmten Regionen nicht länger ausreichen.

Für uns als Netzbetreiber heißt das: Um die schwankenden Einspeisungen auszugleichen, übernehmen wir zunehmend die Rolle als Steuerungszentrale regionaler Energieflüsse. Wir sorgen dafür, dass immer so viel Strom ins Netz eingespeist wird, wie gerade verbraucht wird, und dass er möglichst dort verbraucht wird, wo er erzeugt wird, um die Netze effizient zu nutzen.

Damit diese stark schwankenden Energiemengen immer dort ankommen, wo sie gerade gebraucht werden, erweitern wir unsere Netzkapazitäten. Dazu zählt auch der Neubau von Erdkabelleitungen im Hochspannungsnetz auf der Spannungsebene 110 Kilovolt. So sind wir als Betreiber in der Lage, die Netze stabil und sicher zu halten – und die Energiewende in Bayern voranzubringen.



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

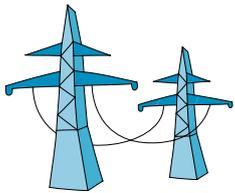
Um die Auswirkungen der Arbeiten am Stromnetz für Mensch und Natur möglichst gering zu halten, prüft die Bayernwerk Netz GmbH nach dem NOVA-Prinzip, welche Maßnahmen für bestehende Leitungen ergriffen werden müssen. NOVA steht für NetzOptimierung vor NetzVerstärkung vor Netzausbau. Das NOVA-Prinzip gibt vor, den aktuellen Netzbetrieb bei Bedarf zuerst zu optimieren, etwa durch eine höhere Auslas-

tung der Stromleitung. Reicht das nicht aus, werden die vorhandenen 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.

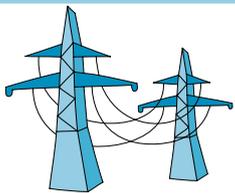
Wenn eine neue Leitung entstehen soll, prüft das Bayernwerk, ob sie als Freileitung oder als Erdkabel gebaut werden soll. Gemäß den Bestimmungen des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) ist ein Erdkabel-Neubau im 110-kV-Netz auszuführen, wenn dieser nicht teurer als das 2,75-Fache einer Freileitung ist.

„Hochspannungsleitungen auf neuen Trassen mit einer Nennspannung von 110 Kilovolt oder weniger sind als Erdkabel auszuführen, soweit die Gesamtkosten für Errichtung und Betrieb des Erdkabels die Gesamtkosten der technisch vergleichbaren Freileitung den Faktor 2,75 nicht überschreiten und naturschutzfachliche Belange nicht entgegenstehen.“ § 43 h EnWG

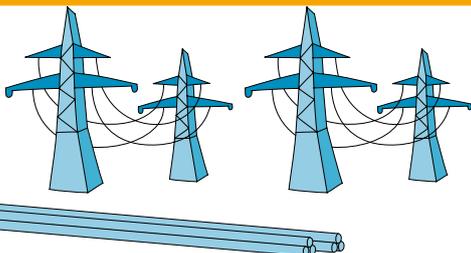
Netz Optimierung



- 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

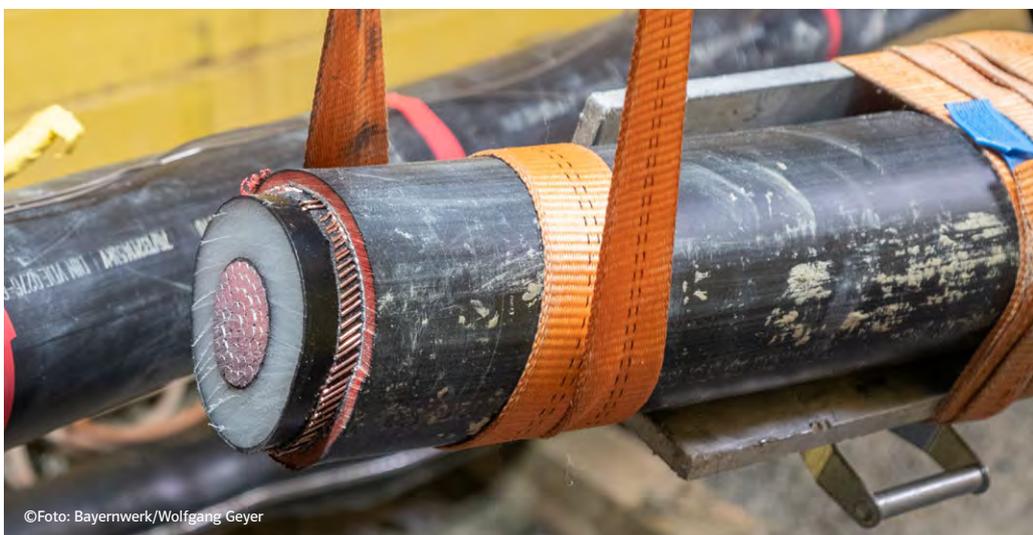
Ausbau

Ausbau erst dann, wenn alle Möglichkeiten der Verstärkung ausgeschöpft sind

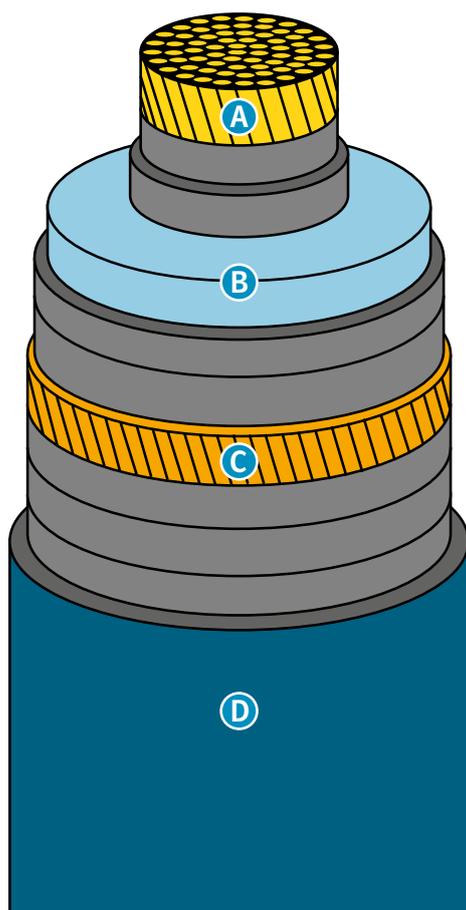
Das Hochspannungs-Erdkabel

Während die Leiterseile bei Freileitungen an Masten hängen, verschwinden sie bei Erdkabelleitungen im Boden. Die Kabel, die in der Erde verlegt werden, bestehen nicht einfach aus einem Seil aus Aluminium und Stahl, durch das Strom geleitet wird. 110-kV-Erdkabel weisen unterschiedliche Schichten auf und haben in der Regel einen Durchmesser von neun bis 13 Zentimetern.

Im Kern liegt der stromführende Leiter, meist aus Aluminium. Mehrere unterschiedliche Isolier- und Schutzschichten umgeben den metallischen Leiter. Darunter ist auch eine Schicht mit Kupferdrähten und -bändern, die das elektrische Feld steuert und Fehlerströme ableitet. Mehrere Monitoringfasern dienen der ständigen Informationsübertragung zur Temperaturmessung des Kabels.



Die verschiedenen Schichten eines Hochspannungskabels sind im Querschnitt gut erkennbar.



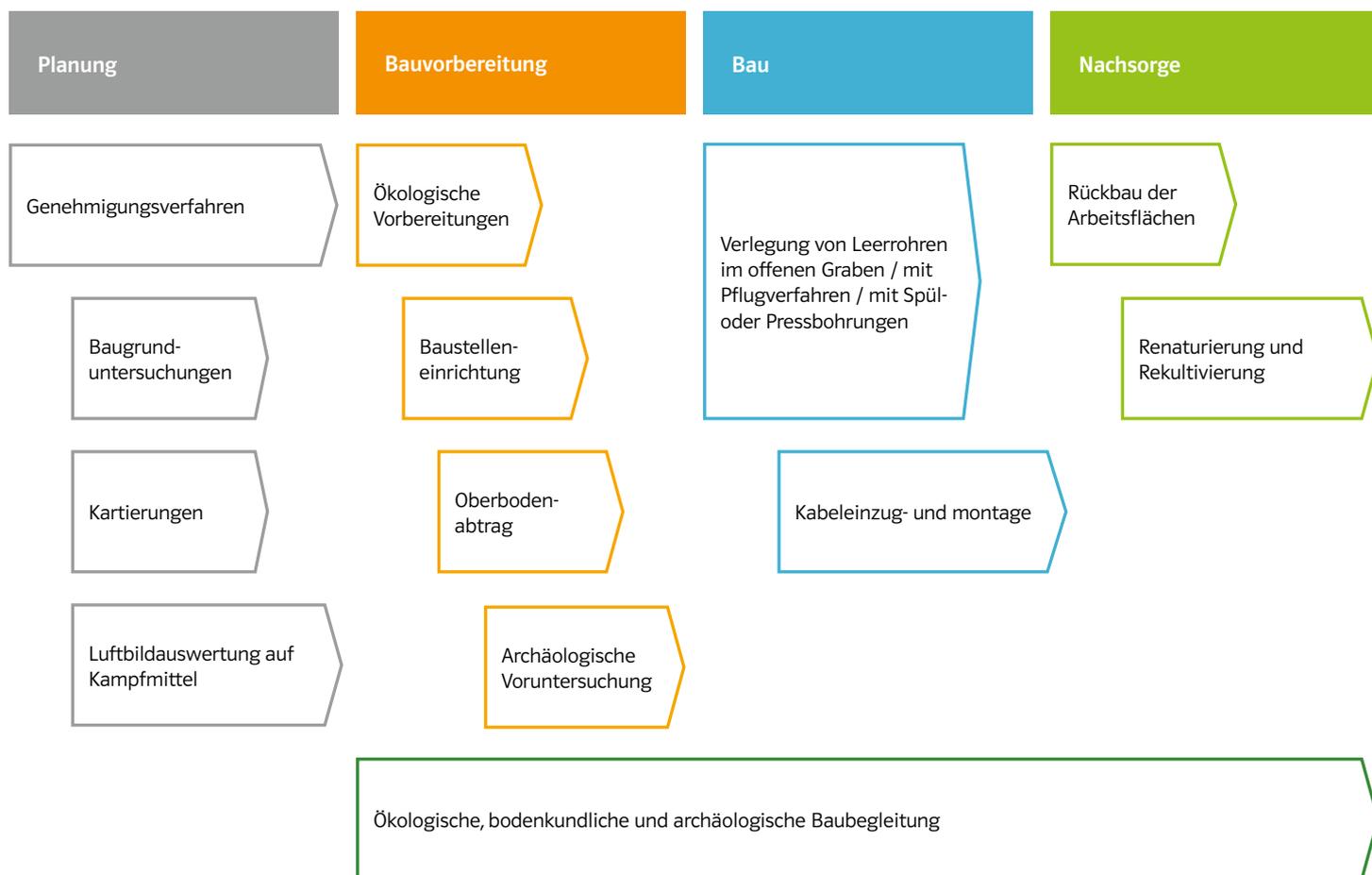
- A Elektrischer Leiter:** Leitet den Strom.
- B Isolierschicht:** Isoliert den spannungsführenden elektrischen Leiter.
- C Drahtschirm:** Steuert das elektrische Feld und leitet Fehlströme ab.
- D Kabelmantel:** Schützt das Kabel, insbesondere vor Feuchtigkeit.



Die Entstehung einer neuen Kabelleitung im Überblick

Eine Erdkabelleitung wird in Form einer Wanderbaustelle abschnittsweise verlegt. Während an einer Stelle ein Graben von etwa 150 bis 300 Metern Länge ausgehoben wird, werden an einem anderen Teil der Strecke die Rohre ausgelegt oder der Graben bereits wieder mit den abgetragenen Bodenschichten verfüllt. Indem an mehreren Stellen entlang der Trasse gleichzeitig gearbeitet wird,

minimiert sich die Dauer der Bauarbeiten am offenen Kabelgraben. In der Regel ist ein 150 bis 300 Meter langer offener Kabelgraben nach drei Tagen wieder geschlossen. Trotzdem kann es mehrere Wochen dauern, bis die Arbeiten auf einem Grundstück abgeschlossen sind. Zwischen manchen Schritten liegen längere Arbeitspausen.



Genehmigungsverfahren

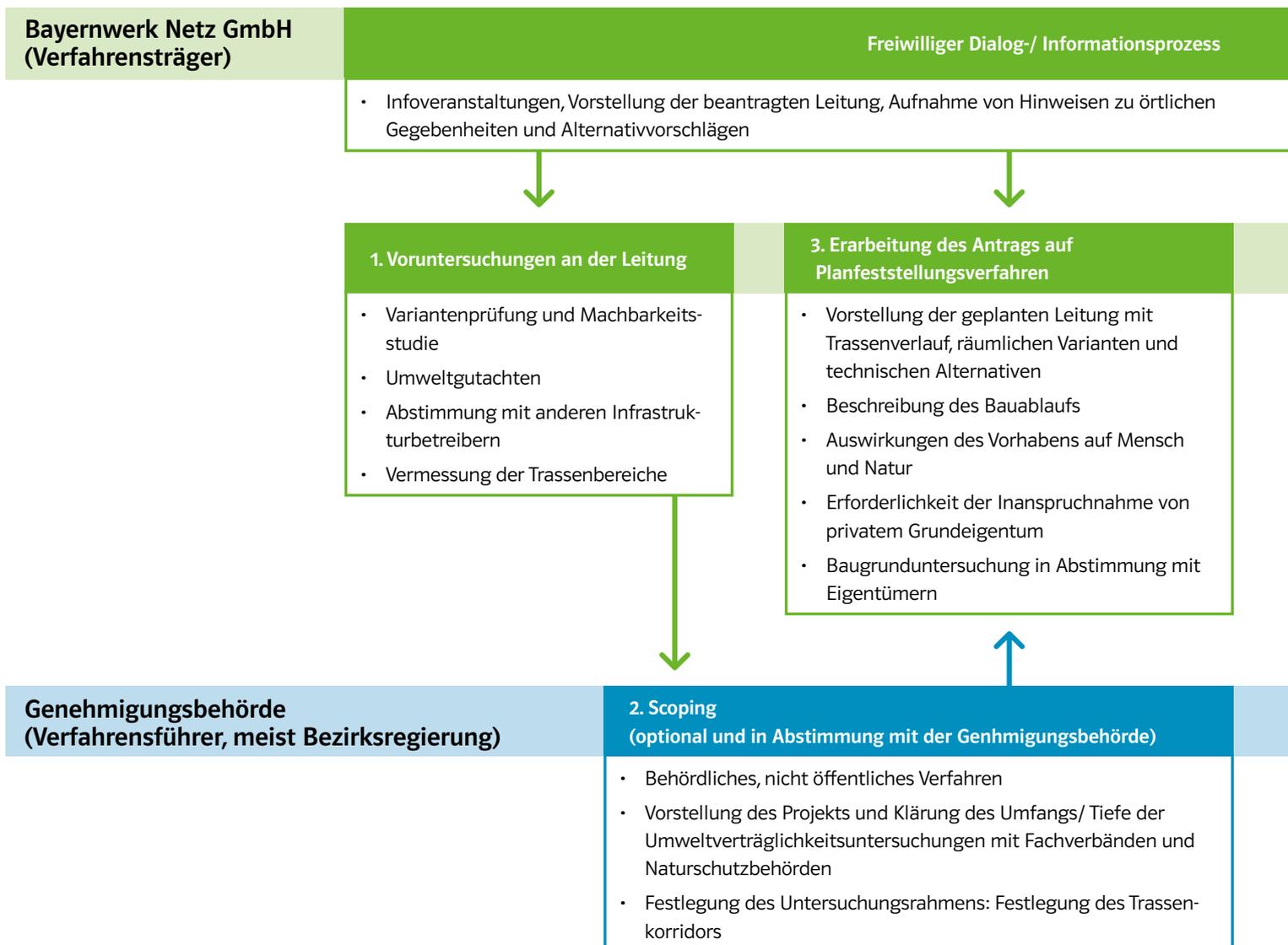
Wenn eine neue Kabelleitung gebaut werden soll, beantragt das Bayernwerk in der Regel dafür eine Genehmigung gemäß dem Energiewirtschaftsgesetz (EnWG). Ziel dieses Genehmigungsverfahrens ist es, die Vielzahl der von den Planungen des Projekts berührten öffentlichen und privaten Interessen abzu-

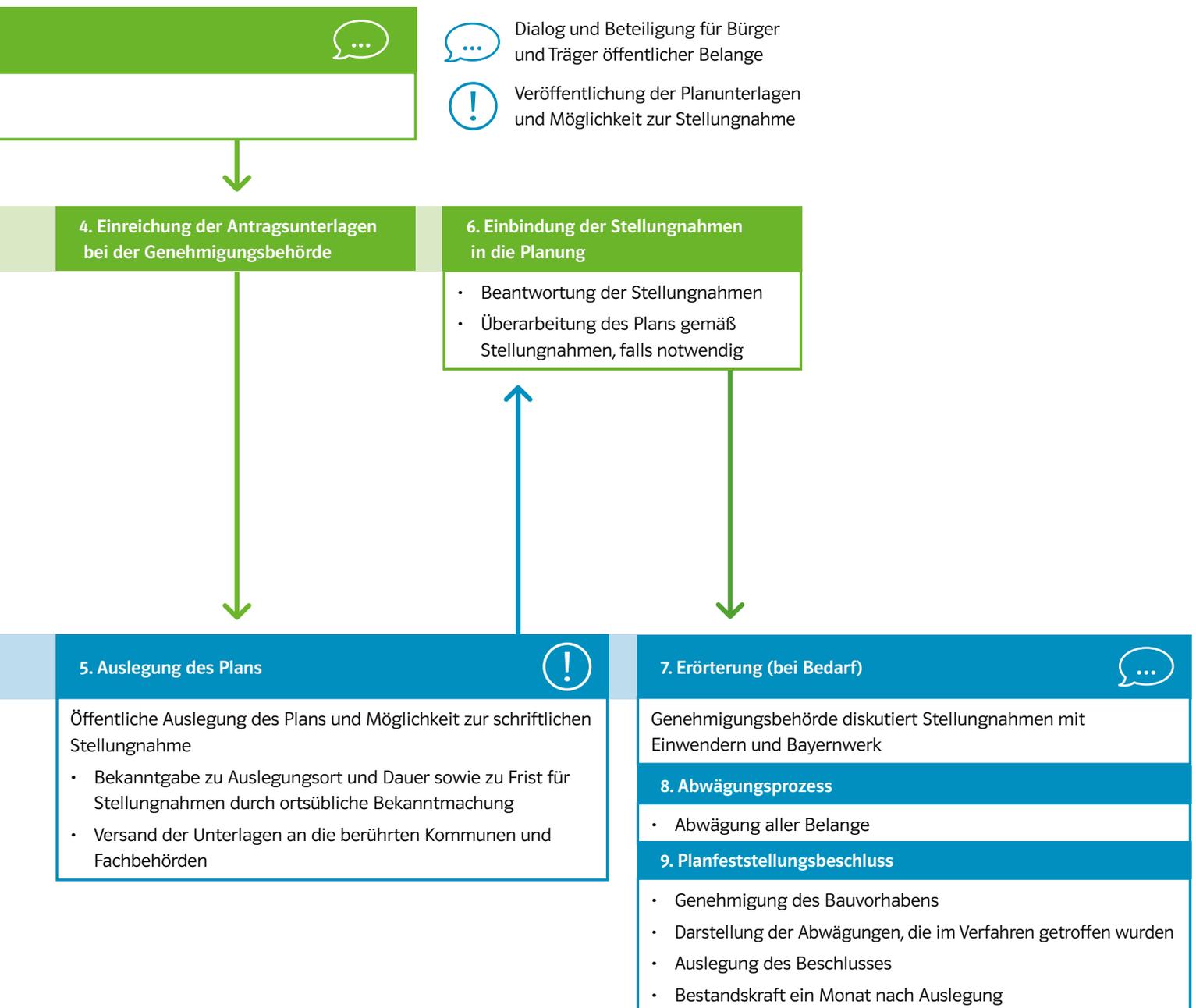
wägen und sie bei der Entscheidung für die Baumaßnahme einfließen zu lassen. Das Ergebnis eines Planfeststellungsverfahrens, der Planfeststellungsbeschluss, hat alle Belange wie privates Eigentum, Landwirtschaft und Naturschutz abzuwägen und sowohl die Argumente, die für das Bauvorhaben sprechen, als

auch solche zu berücksichtigen, die dagegen sind. Das Planfeststellungsverfahren bietet den Bürgerinnen und Bürgern die Möglichkeit, sich aktiv und frühzeitig am Planungsprozess zu beteiligen. Zuständig für die Genehmigung von Hochspannungs-Erdkabeln ist in Bayern die jeweilige Bezirksregierung.

Planfeststellungsverfahren

(nach Energiewirtschaftsgesetz und Verwaltungsverfahrensgesetz)





Baugrunduntersuchungen

Mit Hilfe kleiner Geräte beproben Fachfirmen im Auftrag des Bayernwerks den Untergrund an ausgewählten Punkten. Dabei werden Bodenproben entnommen, um den

Aufbau des Untergrunds besser bewerten zu können. Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen helfen dabei, den am besten geeigneten Verlauf für ein neues Erdkabel

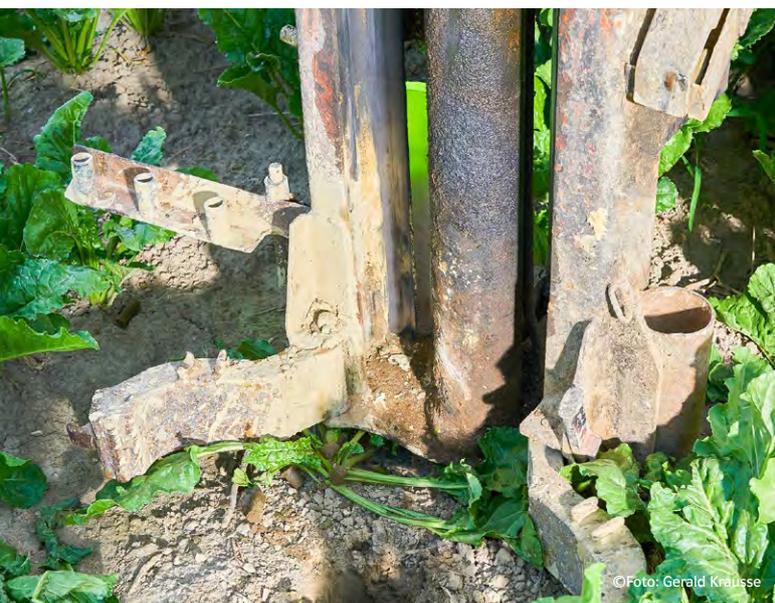
zu finden, das am besten geeignete Bauverfahren zu ermitteln und ein Konzept für den Bodenschutz zu erstellen.



Mit einem Kernbohrgerät werden Bodenproben entnommen.



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.



Zur Untersuchung des Baugrunds kommen verschiedenste Methoden zum Einsatz.

Kartierungen

Bei der Planung des Trassenverlaufs einer neuen Erdkabelleitung achtet das Bayernwerk auf den umsichtigen Umgang mit Tieren und Pflanzen im Planungsraum. Die Kabelbaustelle stellt einen Eingriff in den Lebensraum verschiedener Arten dar und wird deshalb sorgfältig im Voraus geplant. Ziel ist es, den Naturhaushalt durch die Bauarbeiten und die neue Erdkabeltrasse so wenig wie möglich zu beeinträchtigen. Besonderes Augenmerk liegt hierbei auf geschützten Arten, Biotopen und Schutzgebieten.

Um zu erheben, welche Arten im Planungsraum vorkommen und welche Flächen aus naturschutzfachlicher Sicht besonders schützenswert sind, beauftragt das Bayernwerk Fachfirmen mit Bestandserhebungen (Kartierungen).

Je nach Tier- oder Pflanzenart finden die Untersuchungen vor Ort zu bestimmten Jahres- und Tageszeiten statt. Tiere, die im Winter nicht aktiv sind, wie Kröten, können in dieser Jahreszeit nicht beobachtet werden. Bei besonders versteckt lebenden Arten, wie der Haselmaus oder Eidechsen, bringt man künstliche Verstecke aus. Die Tiere nehmen diese gerne als Rückzugsort an. Auf diese Weise sind die Tiere leichter zu finden.

Auch bei der Kartierung von Pflanzen müssen bestimmte Zeiten eingehalten werden. Im Sommer, wenn viele Arten in der Blüte stehen, gelingen Erhebungen der Flora am besten.

Die Ergebnisse der Kartierungen fließen nicht nur in die Trassenfindung ein, sondern auch in die Umweltgutachten, die Teil der Planfeststellungsunterlagen sind. Das Gutachten zeigt Schutzmaßnahmen auf, um Eingriffe in die Natur zu vermeiden und zu minimieren. Außerdem legt es für unvermeidbare Eingriffe Ausgleichsmaßnahmen fest.



©Foto: Bayernwerk/Bettina Bodenstein

Auf einem als künstliches Versteck ausgelegten Teppichstück ist die Zauneidechse leicht zu erkennen.



©Foto: Bayernwerk/Bernd Lang

Bei der Kartierung werden alle vorkommenden Pflanzen erfasst, etwa der Sonnentau.

Bauvorbereitung

Ökologische Vorbereitungen

Für jede Kabelbaustelle erstellt das Bayernwerk bereits im Zuge der Leitungsplanung ein detailliertes Konzept mit Schutz- sowie Ausgleichsmaßnahmen für unvermeidbare Eingriffe. Diese müssen teilweise schon vor Beginn des Baus umgesetzt werden. Damit sichergestellt ist, dass die Schutz- und Ausgleichsmaßnahmen fachgerecht gestaltet sind, beauftragt das Bayernwerk eine Fachfirma für die ökologische Baubegleitung.

So kann es zum Beispiel erforderlich sein, Ausweich-Lebensräume zum Schutz von Bodenbrütern im Umfeld der geplanten Kabeltrasse anzulegen. Flächen, die das Bayernwerk für den Bau nutzen möchte, werden kahl gehalten. Gleichzeitig entstehen neue Brutmöglichkeiten und Nahrungsräume auf Ackerflächen im Umland – etwa indem Blühflächen oder Feldlerchenfenster (eine offene Stelle in einem Getreidefeld, auf der

nicht ausgesät wird) angelegt werden. So können die Tiere, die eigentlich im Bereich der Bauflächen brüten würden, auf umliegende Flächen ausweichen.



©Foto: BKLS

Gezielt angelegte Fehlstellen in landwirtschaftlicher Nutzfläche – sogenannte Lerchenfenster – bieten Feldlerchen Lande- und Brutplätze.



©Foto: Ute Gellenthien

Schutzzäune verhindern, dass Kröten oder Eidechsen in die Bauflächen wandern.

Wenn die Kartierer Amphibien oder Reptilien im Umfeld der Kabeltrasse gefunden haben, stellt die ökologische Baubegleitung Schutz-zäune auf. Diese vermeiden, dass die Tiere in die Bauflächen wandern.



Bauvorbereitung

Baustelleneinrichtung

Die Kabeltrasse wird zunächst mit Pflöcken gekennzeichnet. Danach beginnt auf Teilen der Trasse das Auslegen von Wegeplatten. Wo Baufahrzeuge befestigte Straßen und Wege verlassen, befahren sie in der Regel die eigens dafür ausgelegten Baustraßen. Ein LKW-Kran legt die Platten aus Kunststoff,

Holz, Stahl oder Aluminium auf dem Boden aus. Auch Baustraßen aus Schotter, der auf einem schützenden Vlies verlegt aufgeschüttet wird, sind je nach den örtlichen Gegebenheiten möglich. Neben den Baustraßen und Zuwegungen zur Baustelle entstehen Arbeitsflächen, auf denen später Baumateri-

alien zwischengelagert werden und Baufahrzeuge rangieren. Die Platten gewährleisten eine gleichmäßige Gewichtsverteilung auf den Boden und helfen so dabei, ihn vor Verdichtungen zu schützen.



©Foto: Bayernwerk/Wolfgang Geyer

Pflöcke kennzeichnen den geplanten Trassenverlauf.



©Foto: Bayernwerk/Wolfgang Geyer

Wegeplatten aus Kunststoff dienen als Baustraße.



©Foto: Bayernwerk/Markus Schmitt

Auch Holzplatten sind als Baustraße geeignet.



©Foto: Bayernwerk/Wolfgang Geyer

Eine weitere Alternative sind Baustraßen mit Stahl- und Aluplatten.

Bauvorbereitung



©Foto: Bayernwerk/Wolfgang Geyer

Bei Baustraßen aus Schotter wird darunter Schutzvlies verlegt.



©Foto: Bayernwerk/Wolfgang Geyer

Das Baulager wird möglichst nah an der Kabeltrasse errichtet.



©Foto: Bayernwerk/Wolfgang Geyer

LKW liefern die Kabelspulen und lagern sie an der Trasse.

Bauvorbereitung

Oberbodenabtrag

Im Zuge der Trassierung werden Luftbilder ausgewertet. Falls bei dieser Luftbildauswertung ein Befund festgestellt wird, stellen Experten noch vor Einsatz der Bagger sicher, dass diese nicht auf Kampfmittel wie alte Blindgänger treffen.

Die oberste Bodenschicht, der Mutterboden, wird vorsichtig abgetragen und entlang der Kabeltrasse gelagert.



©Foto: Bayernwerk/Wolfgang Geyer

Bagger tragen den Oberboden ab und lagern ihn neben der Trasse.



©Foto: Bayernwerk/Wolfgang Geyer

Der abgetragene Oberboden wird neben der Trasse gelagert.

Archäologische Voruntersuchung

Falls es auf der Strecke sogenannte Verdachtsflächen gibt – also Flächen, auf denen man historisch wertvolle Funde oder Bodendenkmäler vermutet – haben im Zuge des Oberbodenabtrags auch Archäologen ihren Einsatz. So soll die Beschädigung eventueller

Funde oder Bodendenkmäler bei den Bauarbeiten vermieden werden. Archäologen prüfen die Verdachtsflächen im Bereich des Baufelds durch Sondierung des Bodens beim Abtragen. Der Boden wird in dünnen Schichten abgetragen und die Archäologen suchen

Hinweise auf frühere Besiedlungen – zum Beispiel Bodenverfärbungen. Wird ein Relikt vermutet, graben die Archäologen gezielt an der jeweiligen Stelle nach dem historischen Objekt, um es zu bergen und anschließend zu untersuchen.



©Foto: Pro Arch Prosktion und Archäologie GmbH

Jeder Fund wird sorgfältig geprüft.



©Foto: Pro Arch Prosktion und Archäologie GmbH

Zur archäologischen Voruntersuchung gehört die Vermessung aller Fundstücke.

Die Kabelbaustelle im Profil

Für eine Hochspannungs-Kabelleitung werden in der Regel zwei Bündel mit je drei Kabeln unterirdisch verlegt. Ein zusätzliches Nachrichtenkabel dient der internen Informationsübertragung. Im ersten Schritt werden dafür zunächst Leerrohre in einer

Tiefe von rund 1,75 Metern in den Boden eingebracht. Wenn sie wieder vom Erdreich überdeckt sind, werden die Stromkabel abschnittsweise in die Rohre eingezogen. Für das Einbringen der Leerrohre in den Boden kommen unterschiedliche Bau-Verfah-

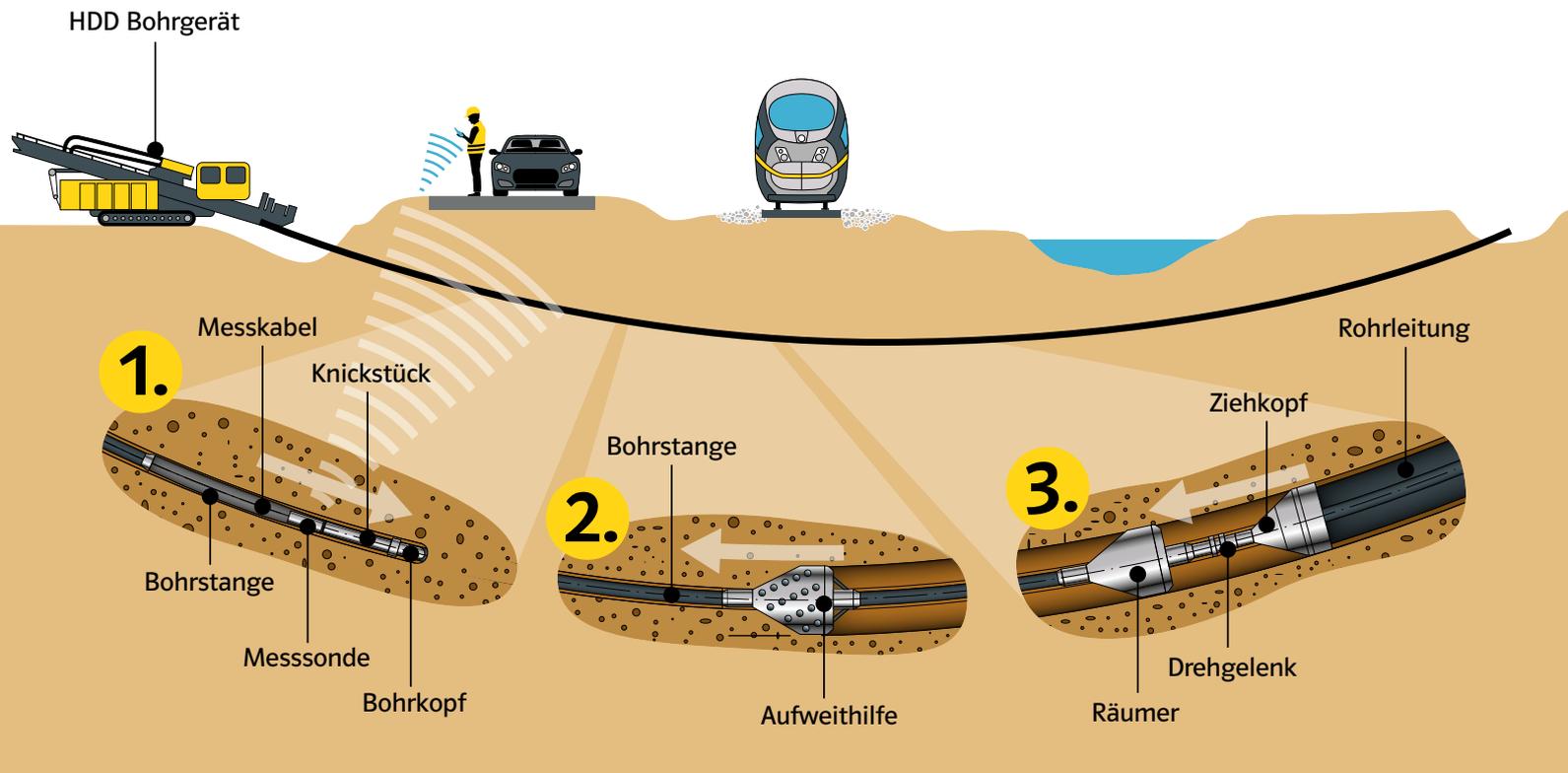
ren zum Einsatz - je nach Bodenbeschaffenheit, Hanglage und vorhandenen kreuzenden Infrastrukturen sind das Spül- oder Pressbohrungen, das Pflugverfahren oder die offene Bauweise.

Verlegung von Leerrohren mit Spül- oder Pressbohrungen

Wo Gewässer oder besonders schützenswerte Flächen, aber auch Straßen, Gas- oder Wasserleitungen gequert werden müssen, kommt die Horizontal-Spülbohrung zur Rohrverlegung zum Einsatz. Mit diesem gesteuerten Verfahren können Rohre auch in größeren Tiefen verlegt werden, ohne dass

dazu ein Graben ausgehoben werden muss. Das Spülbohrgerät bohrt einen unterirdischen Kanal, weitet diesen auf und bringt im Rückzug das Leerrohr ein. Bei kürzeren Kreuzungsstellen und geringen Tiefen kommt manchmal auch das Pressbohrverfahren zum Einsatz. Dabei wird ein

Stahlrohr aus einer Startgrube durch den Boden zu einer Zielgrube gepresst. Die Kunststoff-Leerrohre für das Stromkabel werden in die Stahlrohre eingebracht.





©Foto: Bayernwerk/Wolfgang Geyer

Ein Spühlbohrgerät bohrt einen unterirdischen Kanal.



©Foto: Bayernwerk/Wolfgang Geyer

Der Bohrkopf tritt auf der anderen Seite der Unterbohrung wieder aus.



©Foto: Bayernwerk/Wolfgang Geyer

Die Lehrrohre werden in den Bohrkanal eingezogen.

Verlegung von Leerrohren im Pflugverfahren

Eine weitere Möglichkeit der Leerrohr-Verlegung ist das Pflügen. Je nach Bodenbeschaffenheit wird zuvor die oberste, dünne Bodenschicht mit Baggern abgetragen. In diesem Bereich wird dann ein Pflug entlang der Leitungstrasse gezogen, der mit einem Pflugschwert die Rohre direkt in den

Boden einbringt. Dafür muss kein Graben ausgehoben werden. Je nach Beschaffenheit des Bodens entsteht über den Rohren eine Aufhäufung des verdrängten Erdreichs. Ein Bagger drückt den Aufwurf in einem weiteren Arbeitsschritt wieder an.

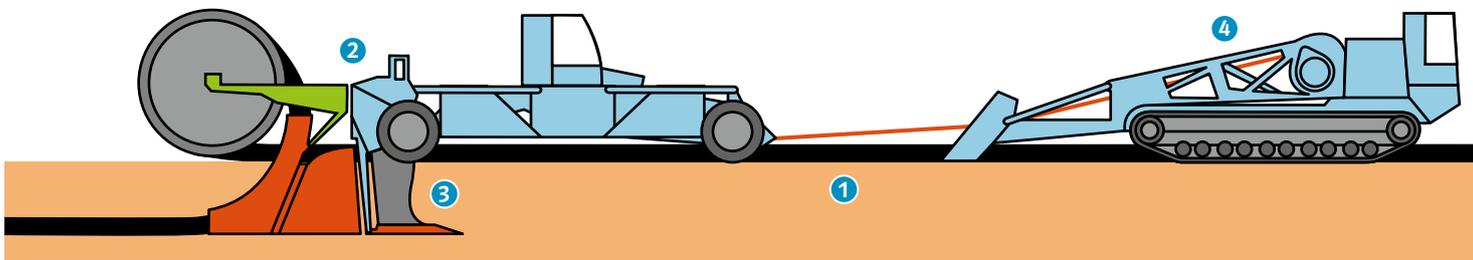


1 Rohre: Die Rohre werden passend auf der Trasse bereitgelegt, in der Fachsprache „vorgestreckt“.

2 Rohrflug: Der Pflug fädelt die Rohre auf und führt sie als Dreierbündel in die Erde.

3 Pflugschwert: Das Schwert verdrängt das Erdreich und schafft Platz für die Rohre. Es entsteht ein Verlegeschatz, in den die Rohre über eine Einführung eingezogen werden.

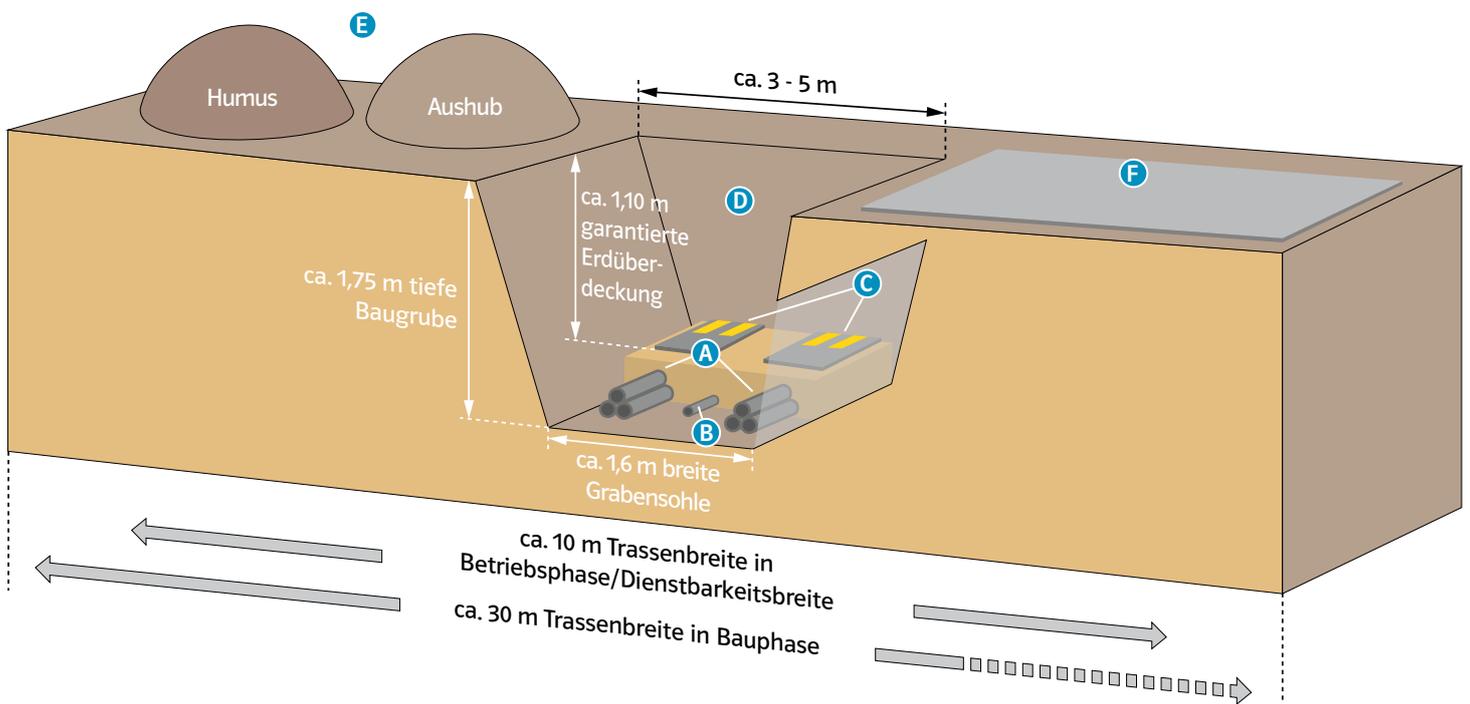
4 Seilwinde: Die Winde zieht den Pflug mit Hilfe des Zugseils über die Trasse.



Die offene Bauweise

Bei der offenen Bauweise hebt ein Bagger den Kabelgraben aus, in den die Leerrohre für die Stromkabel und das Nachrichtenkabel platziert werden. Anschließend befüllt der

Bagger den Graben wieder mit dem Aushub, der zwischenzeitlich neben dem offenen Graben lagert.



A Leerrohre im Dreiecksverbund: Die Rohre werden in die Erde verlegt. Die Stromkabel werden eingezogen, wenn der Graben wieder geschlossen ist.

B Lichtwellenleiter: Das Nachrichtenkabel dient der internen Informationsübertragung entlang der Leitung.

C Abdeckplatten und Trassenwarnband: Über die Leitung werden Abdeckplatten zum Schutz der Leitung und gelbe Trassenwarnbänder verlegt. Bei späteren Erdbauarbeiten über der Leitung wird durch das Band gewarnt.

D Kabelgraben: Ein Kabelgraben ist in der Regel rund 1,75 Meter tief und circa 1,60 Meter breit an der Sohle. Der Böschungswinkel des Grabens und die Breite des Grabens an der Oberfläche richten sich nach der Bodenbeschaffenheit.

E Erdaushub: Die abgetragenen Bodenschichten werden getrennt voneinander neben dem Kabelgraben gelagert. So können Oberboden und Aushub nach der Kabelverlegung wieder nacheinander eingebracht werden.

F Baustraße: Bagger und Baufahrzeuge bewegen sich je nach Gewichts- und Bodenverhältnissen direkt auf dem Ober- oder Unterboden oder auf eigens dafür ausgelegten Bodenplatten. Sie sorgen für gleichmäßige Gewichtsverteilung der Maschinen und schonen so den Boden. Alternativ fahren die Fahrzeuge auf einer temporären Baustraße aus Schotter auf Geotextilvlies.

Bau



Ein Bagger gräbt den Kabelgraben aus.

Grabenaushub

Schicht für Schicht hebt ein Bagger den Kabelgraben aus. Der 1,75 Meter tiefe Graben ist an der Sohle rund 1,60 Meter, an der Oberfläche zwischen drei und fünf Meter breit – je nach Böschungswinkel des Grabens. Die entnommenen Bodenarten finden getrennt voneinander neben dem Kabelgraben zur Zwischenlagerung Platz. Die Breite des genutzten Baufeldes variiert je nach Breite des Grabens und Anzahl der getrennt gelagerten Bodenarten.

Verlegung der Rohre

Die Leerrohr-Stränge mit je etwa 16 bis 25 Zentimetern Durchmesser pro Rohr werden entlang der Baustraße ausgelegt, miteinander verbunden und im Kabelgraben in einer Bettungsschicht platziert. Zusätzlich wird ein Rohr mit fünf Zentimetern Durchmesser für das Nachrichtenkabel zur internen Informationsübertragung verlegt. Oberhalb der Rohre dienen farbige Abdeckplatten aus Kunststoff dem Schutz der Kabel.



Bauarbeiter verlegen die Leerrohre entlang der Strecke.



Die Abdeckplatten aus Kunststoff schützen die darunter liegenden Kabel.

Rückverfüllung des Grabens

Nach der Verlegung der Rohre wird der Graben mit dem Bodenaushub Schicht für Schicht wieder befüllt. Einzig die Stellen, an denen im nächsten Schritt die Stromkabel in die Rohre eingezogen werden, bleiben noch offen. Rund 80 Zentimeter unter der Erdoberfläche bringen die Bauarbeiter ein farbiges Warnband ein, das die Leitung auch bei späteren Grabungsarbeiten gut sichtbar macht und vor Beschädigungen schützt. Die Rohre sind nach Befüllung des Grabens mit mindestens 1,10 Metern Erdrreich bedeckt, sodass landwirtschaftliche Bewirtschaftung über der Leitung später wieder regulär möglich ist.

Kabeleinzug

Wenn die Rohranlage fertiggestellt ist, bringen LKW die Stromkabel auf großen Spulen zu den Plätzen, von denen aus die Kabel eingebracht werden. Die Teilstücke sind jeweils rund 700 bis 1.200 Meter lang. Zugmaschinen ziehen sie in die Leerrohre ein. Um sie miteinander zu verbinden, werden die Kabelenden bis zum stromführenden Leiter abgeschält, zusammengeklemmt und

mit einem gemeinsamen Schutzmantel versehen. Solche Kabelverbindungen heißen Muffen. Bei der Montage wird zum Schutz vor Nässe und Schmutz in einer Einhausung im Kabelgraben gearbeitet, dem sogenannten Muffenverbau. Sie werden nach der Montage vollständig zurückgebaut. An jedem Muffenstandort arbeitet das Bau-Team etwa vier bis fünf Wochen.

Die meisten Muffen werden, wie der Rest des Kabels, von Erde überdeckt und sind nach dem Bau an der Oberfläche nicht sichtbar.



Bauarbeiter ziehen an einer Muffengrube die Kabel ein.



In der Muffengrube werden zwei Kabelstücke verbunden.



Eine Muffengrube ist mehrere Meter lang.



Etwa vier bis fünf Wochen arbeitet ein Bau-Team an einem Muffenstandort.



©Foto: Bayernwerk/Wolfgang Geyer

Aus der Vogelperspektive sind Muffengrube und -verbau gut erkennbar.

Besondere Muffen sind die Crossbonding-Muffen. Aus technischen Gründen ist es bei längeren Kabelstrecken nötig, die Kabelschirme in regelmäßigen Abständen von ein bis maximal drei Kilometern mit Hilfe von Crossbonding-Muffen zu kreuzen. Die Muffen sind dazu mit oberirdischen Schaltschranken aus Kunststoff, Metall oder Beton verbunden. Sie ermöglichen Zugriff auf die Crossbonding-Anlagen für Wartungsarbeiten und werden auf landwirtschaftlichen Flächen so platziert und mit Bügeln vor Anfahrt-Schäden geschützt, dass sie spätere Feldarbeiten nicht behindern.



©Foto: Bayernwerk/Markus Schmitt

Bügel schützen oberirdische Crossbonding-Anlagen vor Anfahrt-Schäden.

Nachsorge

Rückbau der Arbeitsflächen

Mit Fortschreiten der Wanderbaustelle werden nicht mehr benötigte Baustraßen zurückgebaut und der Oberboden wird wieder aufgebracht. Besonderes Augenmerk liegt auf dem schonenden Umgang mit dem Boden.



Bagger bringen den Oberboden wieder auf der Kabeltrasse auf.



Nach Rückbau der Arbeitsflächen ist die Kabeltrasse wieder geschlossen.

Rekultivierung

Handelt es sich um eine Fläche, die künftig landwirtschaftlich genutzt werden soll, stimmt sich das Bayernwerk eng mit dem Bewirtschafter ab. Die unabhängige, vom Bayernwerk beauftragte bodenkundliche Baubegleitung gibt dem Landwirt bei Bedarf

Empfehlungen zur Rekultivierung. Landwirtschaftliche Flächen, unter denen die neue Kabelleitung verläuft, können wieder genutzt werden. Die Behandlung der Erde oberhalb der Kabelleitung mit Geräten wie Pflug, Grubber oder anderen Bodenlockerern ist

uneingeschränkt möglich. Die Schutzzone direkt oberhalb der Leitung muss von tiefwurzelnenden Gehölzen frei bleiben und kann nicht mit Gebäuden oder Fundament bebaut werden, damit die Leitung für Wartungsarbeiten zugänglich bleibt.



©Foto: Bayernwerk/Robert Piffer

Baujahr/Herbst: Bevor der Bau der Kabeltrasse beginnt, werden Bau- und Kabeltrasse abgemäht und für den Baustart vorbereitet.



©Foto: Bayernwerk/Robert Piffer

Baujahr/Herbst: Die Leerrohre und das Stromkabel sind verlegt. Der Kabelgraben ist wiederverfüllt und der schichtweise Boden-Auftrag hat begonnen. Danach wird die Wiese nach Bodenschutzkonzept wieder angesät.



©Foto: Bayernwerk/Robert Piffer

Sommer im Jahr nach dem Bau: Im ersten Erntejahr nach der Erdkabel-Verlegung ist die Wiese rekultiviert.



©Foto: Bayernwerk/Robert Piffer

Sommer im zweiten Jahr nach dem Bau: Die Kabelverlegung liegt rund 18 Monate zurück. Die Flächen können wieder wie gewohnt landwirtschaftlich genutzt werden.

Wiederherstellung

Nach Abschluss der Bauarbeiten werden die Flächen wiederhergestellt. Wie das geschehen soll, hat das Bayernwerk bereits während der Planungsphase festgelegt. Ziel ist, die beanspruchten Flächen möglichst wieder in ihren Ausgangszustand zu bringen. Dazu gehört etwa das Nachpflanzen von entfernten Gehölzen oder die Ansaat von regionalem Saatgut auf den beanspruchten Arbeitsflächen.



©Foto: BKLS

Zur Wiederherstellung der Flächen werden Gehölze gepflanzt.

Baubegleitung

Natur- und Artenschutz beim Kabelbau

Beim Bau einer Kabelleitung sind Eingriffe in die Natur und damit in die Lebensräume von Pflanzen und Tieren unausweichlich. Es ist ein Anliegen des Bayernwerks, dass die Auswirkungen der Bauarbeiten sowie der neuen Kabelleitung auf Flora und Fauna möglichst gering bleiben und dass sich Tiere

und Pflanzen nach Bauabschluss wieder ansiedeln können. Daher sind konkrete Schutzmaßnahmen schon Teil der Planung für die Leitung. Für unvermeidbare Eingriffe findet das Bayernwerk Ausgleich.

Eigens dafür beauftragte Fachfirmen begleiten die Bauvorbereitung, den Bau und die Wiederherstellung der Flächen. Mit dieser Expertise, der ökologischen Baubegleitung, ist sichergestellt, dass Schutz- und Ausgleichsmaßnahmen wie geplant und fachkundig realisiert werden.



©Foto: iStock/kurkul

Auf schützenswerte Tiere wie die Haselmaus oder der Wiesenknopf-Ameisenbläuling (Bild rechts) wird besondere Rücksicht genommen.



©Foto: iStock/sh_trail

Gesetzlicher Rahmen

Das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) und das Bayerische Naturschutzgesetz (BayNatSchG) regeln im Allgemeinen den Umgang mit dem Naturhaushalt und setzen darüber hinaus bestimmte Flächen und Arten unter Schutz. Da der Naturhaushalt sich aus den Schutzgütern Boden, Wasser, Luft, Klima sowie Tiere und Pflanzen zusammengesetzt, sind somit auch die hierfür entsprechenden Gesetze zu beachten.

Bereits in der Planungsphase ist es erforderlich, sich intensiv mit den naturschutzrechtlichen Bestimmungen auseinanderzusetzen, mögliche Konfliktpunkte zu eruieren und Maßnahmen für eine möglichst naturschonende Umsetzung der geplanten Kabeltrasse zu erarbeiten. Durch ein auf die örtlichen Gegebenheiten abgestimmtes Paket an Schutz- und Ausgleichsmaßnahmen werden negative Auswirkungen auf den Naturhaushalt, geschützte Gebiete und Bereiche sowie geschützte Arten vermieden und minimiert. Während der Bau- und der Wiederherstellungsphase beauftragt das Bayernwerk Fachfirmen, die bei der korrekten und gesetzeskonformen Umsetzung der Maßnahmen unterstützen.

Bodenschutz beim Kabelbau

Der Neubau einer Kabelleitung stellt einen Eingriff in den Boden dar. Dem Bayernwerk ist es besonders wichtig, mit dem wertvollen Gut des Bodens bei Bauarbeiten möglichst schonend umzugehen. Bereits im Zuge der Leitungsplanung entsteht ein detailliertes Bodenschutzkonzept für jede Kabelbaustelle, das auf fachlichen Untersuchungen basiert. Es stellt sicher, dass die Eingriffe in den Boden möglichst gering ausfallen und legt dar, wie die unvermeidlichen Eingriffe minimiert und ausgeglichen werden können. Enthalten sind daher konkrete Maßnahmen, die während der Bauarbeiten zum Bodenschutz angewandt werden müssen. Für die fachgerechte Umsetzung des Bodenschutzkonzeptes beauftragt das Bayernwerk Fachleute für die bodenkundliche Baubegleitung, die die gesamten Arbeiten beaufsichtigen. Die Aufgaben dieser unabhängigen Experten ist durch eine DIN-Norm geregelt. Sie stehen auch den Bewirtschaftern der Flächen als Ansprechpartner zur Verfügung und geben Empfehlungen für die fachgerechte Rekultivierung.

Rücksicht auf den Boden:

- Bodenschutz beginnt nicht erst auf der Baustelle. Von vornherein wird so geplant, dass die Eingriffe in den Boden so gering und schonend wie möglich ausfallen. Baustraßen und Arbeitsflächen werden so kompakt wie möglich geplant.
- Radbetriebene Baumaschinen und Fahrzeuge befahren vorhandene befestigte Wege oder Baustraßen, um die Verdichtung des Bodens gering zu halten.
- Die einzelnen Bodenschichten werden getrennt voneinander entnommen, gelagert und wieder eingebracht, sodass das Bodengefüge soweit möglich nach den Arbeiten rasch wieder seinen Urzustand erreicht.

- Durch die Kabelverlegung in Rohren kann der offene Graben zügig wieder verfüllt werden, direkt nachdem die Rohre eingebracht wurden.
- Die bodenkundliche Baubegleitung berät den Vorhabenträger und überwacht, dass die beauftragte Baufirma die Vorgaben zum Bodenschutz einhält. Zudem ist sie Ansprechpartner für Bewirtschafter und Flächeneigentümer. Sie empfiehlt geeignete Feldfrüchte für die Folgebewirtschaftung und überwacht auch die Phase der Rekultivierung.
- Bei zu feuchter, nasser oder zu kalter Witterung werden die Bauarbeiten unterbrochen.
- Bei längerer Liegedauer wird der gelagerte Oberboden angesät. Dies führt zu Nährstoffanreicherung und Lockerung des gelagerten Bodens.



©Foto: Bayernwerk/Wolfgang Geyer

Auf dem neben der Trasse gelagerten Oberboden wurden Luzerne angesät.

Gesetzlicher Rahmen

Der sorgsame Umgang mit dem Boden basiert auf gesetzlichen Vorgaben. Das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) und das Bayerische Bodenschutzgesetz (BayBodSchG) regeln den Schutz des Bodens in seinen Funktionen im Naturhaushalt und als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte sowie die Sicherung der Bodenfunktionen. Darüber hinaus legt die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung Leitplanken zum Umgang mit dem Boden fest, die bei den Kabelbaustellen des Bayernwerks berücksichtigt werden.

Archäologie beim Kabelbau

Bevor ein neues Erdkabel in die Erde verlegt wird, überprüfen Experten, ob dort schon andere Gegenstände liegen. Im Boden verbergen sich oft Relikte aus der Vergangenheit und Zeugnisse der Kulturgeschichte der Region – seien es Überreste von Siedlungen oder Gebäuden, Scherben oder Grabstätten. Durch den Bau einer neuen Leitung soll kein

historisches Wissen verloren gehen, daher berücksichtigt das Bayernwerk das kulturelle Erbe im Boden von Beginn der Planung an.

- Bei der Trassenplanung werden bekannte und kartierte Verdachtsflächen für Bodendenkmäler berücksichtigt und möglichst umgangen.

- Während der Bauarbeiten für die neue Leitung stellt die archäologische Baubegleitung sicher, dass Funde fachkundig geborgen und untersucht werden.

Bayernwerk Netz GmbH Lilienthalstraße 7 93049 Regensburg
www.bayernwerk-netz.de

Ihr Ansprechpartner:

Peter Hilburger
Bayernwerk Netz GmbH
Genehmigungsmanagement HS-Leitungen
T 09 41-2 01-52 25
peter.hilburger@bayernwerk.de