

SuedLink Rundbrief Bodenschutz

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

SuedLink ist mit einer Länge von rund 700 Kilometern das größte Infrastrukturprojekt der Energiewende. Die geplante Gleichstrom-Erdkabelverbindung soll vor allem die windreichen Regionen Norddeutschlands mit Bayern und Baden-Württemberg verbinden. SuedLink wird von uns, den Übertragungsnetzbetreibern TenneT und TransnetBW, realisiert.

Wir freuen uns, dass es mit großen Schritten in Richtung Umsetzung geht: Am 26. März hat die Bundesnetzagentur die Entscheidung nach § 12 Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG) für den letzten SuedLink-Bundesfachplanungsabschnitt B in Niedersachsen veröffentlicht. Damit steht der 1.000 Meter breite Trassenkorridor fest. Jetzt geht es auch dort in die Planfeststellung. Ab [Seite 12](#) erfahren Sie mehr über die Genehmigungsphasen und wie es konkret weitergeht.

Immer bedeutender wird jetzt der Schutz der Böden: Die „Leitlinien Bodenschutz“, die wir mit land- und forstwirtschaftlichen Behörden sowie Verbänden erarbeitet haben, bilden die Basis für unsere regionalen Bodenschutzkonzepte, in denen wir auf die lokalen Besonderheiten und Anforderungen eingehen wollen. Übrigens: Wir halten Sie regelmäßig mit dem Rundbrief Bodenschutz im Planungsprozess auf dem Laufenden. Im ersten [Rundbrief 2020](#) berichteten wir etwa über die unterschiedlichen Verlegeweisen.

Neben Kartierungen sind Baugrunduntersuchungen wichtig für die Planung von SuedLink. Mittels Bohrerkundungen auf der gesamten Strecke erhalten wir detaillierte Kenntnisse darüber, wie der Baugrund und die Böden beschaffen sind. Die Ergebnisse helfen uns, einen umweltschonenden Leitungsverlauf zu finden und geeignete Verlegemethoden zu wählen. Wie wir gemeinsam mit den Expertinnen und Experten vorgehen, berichten wir ab [Seite 2](#). Außerdem haben wir einen Tag mit der Bodenkundlichen Baubegleitung verbracht und informieren ab [Seite 5](#), wie ihre Arbeit dazu beiträgt, Böden zu erhalten oder naturnah wiederherzustellen.

Ein Blick in unsere Messlabore zeigt: Bodenkundliche Kennwerte – wie etwa die Wärmeleitfähigkeit – liefern wichtige Grundlagen für den Bodenschutz während der Verlegung der Erdkabel. Weitere Informationen dazu erhalten Sie ab [Seite 8](#). Besonders spannend: Auf landwirtschaftlichen Praxisflächen untersuchen die Vorhabenträger TenneT und TransnetBW mit wissenschaftlicher Begleitung den Einfluss von Erdkabeln auf Böden und landwirtschaftliche Kulturpflanzen. Das Ziel: schonende Bauweisen zu entwickeln. Im Projektsteckbrief stellen wir Ihnen die Versuchsfelder von TransnetBW vor.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß bei der Lektüre!



Christian Hobbie
Bürgerreferent SuedLink
bei TenneT



Maren Seiffert
Bürgerreferentin SuedLink
bei TransnetBW



Baugrunduntersuchungen (BGU)

Untersuchungen von Boden und Baugrund

Bodenschutz beginnt bei SuedLink nicht erst mit dem Bau. Bereits bei der Planung untersuchen wir genau die Bodenverhältnisse vor Ort. Dabei helfen uns die Baugrunduntersuchungen: Sie sind für die Vorbereitung der Bauphase eine ebenso wichtige Grundlage wie für den späteren Bau und Betrieb von SuedLink. Bei den Baugrunduntersuchungen (BGU) entlang des gesamten SuedLink-Korridors sammeln wir Erkenntnisse über die Beschaffenheit des Untergrunds. Sie helfen uns dabei, einen Leitungsverlauf zu finden, der die Belange von Mensch, Natur und Umwelt bestmöglich berücksichtigt. Gleichzeitig erhalten wir wichtige Informationen für die Bauphase: Mit welchen Bodeneigenschaften haben wir es zu tun? Welche Bauweise eignet sich am besten? Welche Geräte sind erforderlich? Besonders wichtig sind diese Fragen an technisch anspruchsvollen Querungen. Daher finden dort besonders viele BGU statt, wo das Erdkabel Infrastrukturen wie Straßen, Bahngleise oder Gewässer und Naturschutzgebiete quert.

Auch bei den Baugrunduntersuchungen selbst ist den Belangen und Vorgaben des Bodenschutzes Rechnung zu tragen. Je nach Konsistenz könnten sich die Böden der Untersuchungsflächen und Zuwegungen verdichten. Das verhindern wir durch geeignete Maßnahmen, zum Beispiel durch das Auslegen von Lastverteilungsplatten. Bei jedem Bodeneingriff werden archäologische Belange mit der betreffenden Denkmalbehörde abgestimmt, um die betroffenen Böden auf



Die Berechtigung, Vorarbeiten durchzuführen, ergibt sich aus § 44 Absatz 1 Satz 1 des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) in Verbindung mit § 18 Absatz 5 NABEG.



Baugrunduntersuchungen liefern wichtige Erkenntnisse für die Planung, den Bau und den Betrieb von SuedLink.

archäologische Relevanz zu prüfen. Bei Bedarf werden Geoarchäologen zur Baugrunduntersuchung hinzugezogen, die archäologische Informationen aufnehmen und dokumentieren.

Wie werden BGU durchgeführt?

Baugrunduntersuchungen können als Rammkernsondierung, Rammsondierung, Rotationskernbohrung, Drucksondierungen oder mittels Schürfgrube durchgeführt werden. Für Sondierungen entlang der Regelstrecke werden meist nur kleine oder handbetriebene Geräte benötigt. An technisch schwierigeren Stellen kommen größere Geräte zum Einsatz. Welche Methode wir wählen, hängt von den lokalen Voraussetzungen ab und davon, welche Kennwerte wir benötigen.

Mit einem Lkw, Unimog oder mit Spezialkettenfahrzeugen mit einklappbarem Bohrturm bringen wir das Bohrgerät an die Untersuchungsstelle. Dort entnehmen wir in bis zu 30 Metern Tiefe (in Ausnahmefällen sogar bis über 100 Metern Tiefe) Bodenproben. Zur selben Zeit und in unmittelbarer Nähe zu den Kernbohrungen führen wir Drucksondierungen durch. Dafür führen wir einen Messkopf an einem Gestänge (Durchmesser circa 3,5 Zentimeter) bis zu 20 Meter tief in den Boden ein. Pro Untersuchungsstelle sind mehrere Kernbohrungen und Drucksondierungen möglich.

Eine BGU dauert in der Regel wenige Tage bis zwei Wochen – von der Baustelleneinrichtung, der Untersuchung bis hin zu Abbau- und Aufräumarbeiten. Dabei hat jede Untersuchung ihre eigenen Bedingungen, die zum Beispiel vom Bohrprogramm, der Länge der Zuwegung und weiteren örtlichen Gegebenheiten abhängen. Wenn SuedLink beispielsweise ein Gewässer unterirdisch queren soll, ist die BGU deutlich aufwendiger als an der Regelstrecke. Dann ist die Einrichtung einer temporären Baustelle erforderlich.



Die Methode der Baugrunduntersuchung hängt davon ab, welche Kennwerte wir benötigen und welche Voraussetzungen vor Ort bestehen.



Ein Lkw bringt das Bohrgerät zur Baustelle.



Die Bodenproben werden aus verschiedenen Tiefen entnommen und anschließend im Labor untersucht.



Ein Rotations- oder Rammkernbohrgerät presst das Kernrohr mit einer rotierenden Bohrkronen durch Druck in die Tiefe, um die Bodenproben aufzunehmen.



Ein Kleinrammbohrer kommt vor allem bei kleinen Sondierungen entlang der Regelstrecke zum Einsatz: Eine hohle Stahlsonde wird über einen darauf geschraubten Schlagbolzen mit einem Schlaggerät in den Boden gestemmt.



Eine Schürfgrube ist bis zu vier Meter tief. Bodenkundler notieren und beschreiben wichtige Parameter wie Korngröße, Wassergehalt oder organische Bestandteile.



Bodenschutz mit Baggermatten aus Holz: Bei Bedarf werden flächendruckangepasste Geräte oder Baggermatten zum Schutz des Bodens eingesetzt.

Wichtige Erkenntnisse zur Bodenbeschaffenheit

Nach der Entnahme werden die Bodenproben im Labor auf ihre bodenchemischen und -physikalischen Kennwerte sowie auf die Eigenschaften der **Wärmeleitfähigkeit** hin untersucht. Zum Beispiel messen die Bodenkundler die Korngrößenverteilung und bestimmen die organische Substanz. Das Erfassen der Wärmeleitfähigkeit des Bodens hilft bei der Planung der Kabelabstände und bei der Auswahl des geeigneten Bettungsmaterials für die SuedLink-Kabel.

Die Verbreitung und der Aufbau von Böden werden mittels Bodenschürfen untersucht. Bodenschürfen sind mit der Hand oder mit einem Kleinbagger angelegte Gruben, die etwa einen Meter breit und bis zu zwei Meter tief sind. In diesen Bodenschürfen erfasst ein Bodenkundler die Abfolge der Bodenhorizonte (Schichten) und damit den Aufbau des Bodens. Die Bodenschürfen werden innerhalb eines Tages angelegt und wieder verfüllt.

Information der Eigentümer und Nutzungsberechtigten

Bei der Durchführung der BGU unterstützen uns führende, regional und überregional tätige Bohr- und Brunnenbauunternehmen. Wir oder die von uns beauftragten Firmen informieren vier Wochen vor der Untersuchung die Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer schriftlich und kündigen die Maßnahme an. Etwa zwei Wochen später nehmen wir noch einmal telefonisch Kontakt auf und vereinbaren einen Termin für die Begutachtung des Flurstücks.

Warum sind Baugrunduntersuchungen wichtig, und wie gehen wir dabei vor?

Weitere Informationen erhalten Sie in unserem Videotagebuch „SuedLink bewegt“ mit Geowissenschaftler Robert Keizer, Koordinator Baugrunduntersuchungen bei SuedLink.



Abgestimmtes Vorgehen im Einklang mit Boden-, Umwelt- und Naturschutz

Die Bohrpunkte platzieren wir so nah wie möglich an öffentlichen Straßen und Wegen, weit genug entfernt von Leitungen oder Grenzsteinen und so, dass die Flächennutzung so wenig wie möglich gestört wird. Für die Anfahrt zu den Bohrpunkten nutzen wir das vorhandene Straßen- und Wegenetz und den kürzesten Weg zum Bohrpunkt. Private landwirtschaftliche Wege und Grundstücke befahren und betreten wir nur nach vorheriger Absprache und nur, wenn es notwendig ist.

Nach Abschluss der Bohrarbeiten füllen wir die Bohrlöcher mit Tonpellets und Sand wieder fachgerecht auf. Die Baustellengeräte werden vorsichtig abtransportiert, Baggermatten oder Metallplatten wieder auf den Lkw geladen. Bei einer Rückbeweissicherung wird das Flurstück begutachtet und ein möglicher Schaden festgehalten: Wie viele Quadratmeter des Flurstücks wurden mit Metallplatten ausgelegt? Welche Flächen sind darüber hinaus beeinträchtigt? Im Anschluss wird die Höhe des Schadensersatzes bestimmt.

Die Baugrunduntersuchungen werden – wie all unsere bauvorbereitenden Maßnahmen – von einer Bodenkundlichen Baubegleitung überwacht.

Bodenkundliche Baubegleitung

Fachkundige Begleitung: den Bodenschutz immer im Blick

Mit Beginn der Baugrunderkundungen nimmt die Bodenkundliche Baubegleitung ihre Arbeit auf: Martin Bramböck und sein Team sind dafür zuständig, dass die Belange des Bodenschutzes bei den Planungsarbeiten, den Baugrunderkundungen und der Baudurchführung sowie der anschließenden Rekultivierung gemäß den bodenschutzfachlichen Anforderungen berücksichtigt werden. „Wir untersuchen den Boden, entwickeln entsprechende Schutzmaßnahmen und überwachen deren Umsetzung – vor, während und nach dem Bau von SuedLink“, erklärt er. Martin Bramböck ist Agrarbiologe und Umweltplaner im Ingenieurbüro ILF Consulting Engineers. Er arbeitet schon lange im Bodenschutz, doch SuedLink ist auch für ihn etwas Besonderes: „So früh im Prozess sind wir als Bodenkundliche Baubegleitung sonst nicht eingebunden“, sagt er. „Bei SuedLink sind wir von Anfang an dabei. So können wir schon zu Beginn des Planungsprozesses die Belange des Bodenschutzes mit einbringen und zu einer möglichst bodenschonenden Bauausführung beitragen.“ Wir haben Martin Bramböck einen Tag lang begleitet und ihm bei seiner Arbeit über die Schulter geschaut.

„Eine wichtige bauvorbereitende Aufgabe ist beispielsweise die Untersuchung der Böden entlang des geplanten Leitungsverlaufs“, erklärt der Fachexperte. Soeben hat er die Ergebnisse der geologisch-geotechnischen Baugrunduntersuchungen in den Bereichen Seckach und Kocher erhalten. Seine Kollegen haben dort vor Ort verschiedene Bodenproben entnommen, um diese im Labor weiter zu analysieren. „Anhand der gesammelten Daten ermitteln wir in enger fachlicher Abstimmung mit Ingenieurgeologen die grundlegenden Kennwerte des Bodens, die wichtige Anhaltspunkte für die Planung der Bauphase liefern – zum Beispiel für die Auswahl der Baumaschinen und die Rekultivierungsmaßnahmen.“



Eine wichtige bauvorbereitende Aufgabe ist die Untersuchung der Böden entlang des geplanten Leitungsverlaufs.



Untersuchung Schutzgut Boden.

Ziele der Bodenkundlichen Baubegleitung sind der Erhalt und/oder die möglichst naturnahe Wiederherstellung von Böden und ihren natürlichen Funktionen gemäß § 2 Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG). In diesem Zusammenhang sorgt sie für die Vermeidung von

- » Beeinträchtigungen des Bodengefüges (Verdichtungen),
- » Erosion und Stoffausträgen,
- » Schadstoffkontaminationen,
- » Vermischung unterschiedlicher Bodensubstrate (z. B. bei Aus-/Einbau sowie Lagerung von Bodenmaterial) und Beimengungen technogener Substrate.

Das SuedLink-Bodenschutzkonzept als Grundlage

Die bodenkundlichen Untersuchungsergebnisse liefern auch wichtige Erkenntnisse für das abschnittsspezifische Bodenschutzkonzept, das Martin Bramböck und sein Team zurzeit für verschiedene Abschnittsbereiche von SuedLink entwickeln. Darin erfassen sie die Belange des vorsorgenden Bodenschutzes im Rahmen der Baugrunderkundungen und Baumaßnahmen und bewerten den Boden hinsichtlich seiner Empfindlichkeit. Ihre Aufgabe ist es dann, geeignete Maßnahmen zu entwickeln, um negative Auswirkungen auf das Schutzgut Boden zu vermeiden. „Beispielsweise könnten durch ein zu hohes Gewicht der Fahrzeuge Beeinträchtigungen im Bodengefüge entstehen“, erklärt er. „Der Einsatz von Spezialfahrzeugen, Lastverteilungsplatten und Baggermatten hilft dabei, das zu vermeiden.“ Ein anderes Beispiel: Der Boden aus dem Kabelgraben wird schichtweise ausgehoben, separat gelagert und in gleicher Reihenfolge wieder rückverfüllt. Auf diese Weise wird eine Durchmischung des Bodens vermieden. „Im Bodenschutzkonzept geht es also um Maßnahmen für eine möglichst bodenschonende Bauausführung“, fasst Martin Bramböck zusammen. „Dabei berücksichtigen wir die gesetzlichen Vorgaben und die Leitlinien der Bauherren zum Thema Bodenschutz.“

Der Verantwortungsbereich der Bodenkundlichen Baubegleitung erstreckt sich im Wesentlichen auf Böden, die anschließend wieder für land- und forstwirtschaftliche Nutzung bzw. als natürliche Lebensgrundlage zur Verfügung stehen sollen (vgl. § 2 BBodSchG Absatz 2 Nummer 1 und Nummer 3 c). Ziel ist es, die natürlichen Funktionen des Bodens zu erhalten, zu sichern bzw. wiederherzustellen. Das umfasst auch Flächen, die zum Beispiel für Lagerplätze, Baustelleneinrichtungsflächen, Arbeitsflächen und Zuwegungen benötigt werden.

Die Bodenkundliche Baubegleitung wird vom Bauherrn eingesetzt. Dieser kommt damit seiner Verpflichtung nach, die in seinem Namen durchgeführte Baumaßnahme so zu führen, dass alle Auflagen aus Genehmigungen und alle allgemeinen gesetzlichen Bestimmungen beachtet werden. Welche Bestandteile das Bodenschutzkonzept beinhalten muss, wie oft Daten erhoben werden und welcher Maßstab für die Vermeidungsmaßnahmen gilt, regelt die DIN 19639 „Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben“. Die Bodenkundliche Baubegleitung erfolgt durch studierte Bodenkundler wie Geografen, Agrarwissenschaftler und Geoökologen. Sie ist fachlich weder weisungsgebunden noch hat sie eine Weisungsbefugnis. Sie führt ihre Tätigkeit auf Grundlage ihrer bodenkundlichen Expertise aus.

Bauausführung überwachen, Maßnahmen dokumentieren

„Wenn es losgeht mit dem Bau, sind wir direkt auf der Baustelle mit dabei“, freut sich Martin Bramböck. „Dort überprüfen und dokumentieren wir, dass die Bauarbeiten gemäß den Anforderungen des Bodenschutzkonzepts umgesetzt werden. Hierbei liegt unser Augenmerk insbesondere auf den bodenschutzrelevanten Arbeiten wie Erdaushubarbeiten, der Zwischenlagerung von Bodenmaterial, der Wiederherstellung und Rekultivierung des Bodens und dem Entsorgungsmanagement.“



Dokumentation der Bodenschutz-Maßnahmen.



Baubegleitend: Bodenschutz bei der Bauausführung

Eine wichtige Aufgabe dabei ist die Beratung der Bauherren während der Planungsphase bzw. der Bauherren in der Bauphase: Felduntersuchungen und Kontrollmessungen des Bodens zur Bodenfeuchte und zum Niederschlagsgeschehen etwa liefern wichtige Informationen zur Beurteilung der Belastbarkeit der Böden. Anhand dieser Daten berät die Bodenkundliche Baubegleitung TenneT (im Norden) beziehungsweise TransnetBW (im Süden) und die bauausführenden Unternehmen, welche konkreten Erdarbeiten bei den gegebenen Witterungsbedingungen ausführbar sind (zum Beispiel Befahrbarkeit, Einsatzgrenzen von Baumaschinen).

Im Gespräch mit Bauleitung und Behörden

Auch der Wissenstransfer zwischen Planern, beauftragten Firmen und Behörden zählt zu den Aufgaben der Bodenkundlichen Baubegleitung: In Schulungen und Einweisungen vermitteln die Fachleute den am Bau beteiligten Firmen und Personen die Anforderungen an den Bodenschutz und die hierfür erforderlichen Maßnahmen. Das trägt zu einer Sensibilisierung der Handelnden für den Bodenschutz bei. Bei Baubesprechungen bewerten sie die geplanten Bauarbeiten und geben der Bauleitung mit Blick auf die aktuellen Gegebenheiten vor Ort – zum Beispiel Witterungsverhältnisse – Empfehlungen zum sachgerechten Umgang mit den Böden.

Für jeden fertiggestellten Erkundungs- und Bauabschnitt erstellen Martin Bramböck und sein Team einen Abschlussbericht, der alle bodenschutzrelevanten Vorgänge dokumentiert. „Auch die erforderlichen Behördenabstimmungen für die bodenbezogenen Belange führen wir in Absprache mit dem Projektsteuerer durch: Die zuständigen Behörden werden über



Besprechung auf der Baustelle: Die Bodenkundliche Baubegleitung bewertet die geplanten Baumaßnahmen und berät Bauherren und Bauleitung.

die bodenbezogenen Belange der Bauausführung sowie über festgestellte Abweichungen durch regelmäßige sowie anlassbezogene Berichte informiert.“

Rekultivierung und Folgebewirtschaftung

Nach der Bauphase macht die Bodenkundliche Baubegleitung Vorschläge für Rekultivierungsmaßnahmen und gibt Empfehlungen zur Folgebewirtschaftung, die gemeinsam mit den Bewirtschaftern und den Bauherren abgestimmt werden. „Hier kommen dann auch wieder die Ergebnisse aus unseren lokalitätsspezifischen Voruntersuchungen ins Spiel“, so Martin Bramböck: „Durch den Vergleich der Daten vor und nach der Bauphase können wir feststellen, ob der Boden trotz aller Vorsicht Beeinträchtigungen zurückbehalten hat, zum Beispiel eine geminderte Bodenfruchtbarkeit. Ist dies der Fall, können wir Gegenmaßnahmen einleiten. Auch für mögliche finanzielle Entschädigungen liefern unsere Daten eine belastbare Grundlage. Denn, das ist den Bauherren ganz wichtig: Keinem Eigentümer und keinem Pächter sollen durch den Bau von SuedLink dauerhaft Nachteile entstehen.“



Nach Abschluss der Bauphase können die in Anspruch genommenen Flächen wieder landwirtschaftlich genutzt werden.

Blick in die neu aufgebauten Labore

Untersuchung der Wärmeleitfähigkeit von Böden

Sand, Schluff, Ton, Steine und Humus: Das sind die Bestandteile eines Bodens. Darüber hinaus hat jeder Boden seine eigene Geschichte zur Entstehung und Entwicklung (= Pedogenese). So wurde etwa ein Boden aus Geschiebelehm durch die Eiszeit geprägt. Der Charakter eines Bodens wird durch seine bodenmechanischen, physikalischen, biologischen und chemischen Eigenschaften beschrieben. Zu den physikalischen Eigenschaften zählen zum Beispiel das Wasserspeichervermögen und die Wasserleitfähigkeit, zu den chemischen der pH-Wert und der Humusgehalt.

Für den Bau von Kabeltrassen gibt es ein weiteres wichtiges physikalisches Merkmal: die Wärmeleitfähigkeit. Das ist die Fähigkeit des Bodens, Wärme als eine Art Transportmedium weiterzuleiten. Wie gut ein Boden Wärme ableiten und verteilen kann, ist unter anderem abhängig von seinem Wassergehalt, der Lagerungsdichte und seiner mineralogischen Zusammensetzung. Ist der Boden zum Beispiel feucht, dann leitet er die Wärme besser.

Für Erdkabelvorhaben wie SuedLink spielt die Wärmeleitfähigkeit des Bodens eine zentrale Rolle. Denn Erdkabel, die im Betrieb sind, geben Wärme ab. Bei SuedLink sind das maximal bei Vollastbetrieb circa 32 Watt pro Meter Kabel. Das entspricht etwa der Wärmeleistung einer Leuchtstoffröhre. Die Wärme muss bestmöglich verteilt werden, um einen Wärmestau zu verhindern. Nur so sind die Kabel lange, zuverlässig und stabil im Einsatz. Würden die Kabelleiter eine bestimmte Temperatur übersteigen, könnte es zu Störungen bis hin zu Kabelschäden kommen. Eine Reparatur ist nicht nur teuer und aufwendig, sie könnte auch die Flurstücke und die darauf gepflanzten Kulturen stark beeinträchtigen.

Könnte, soll aber nicht: Daher nehmen wir an vielen Stellen entlang des geplanten SuedLink-Verlaufs Bodenproben und untersuchen, wie sie die Wärme weiterleiten. Dafür arbeiten wir eng mit derzeit sechs Regionalen Planungsbüros in ganz Deutschland und mit Messlaboren zusammen, die eigens für SuedLink entwickelt und aufgebaut wurden. Die Ergebnisse helfen dabei, geeignetes Bettungsmaterial und den passenden Abstand zwischen den Kabeln zu wählen.

Einheitliches Messverfahren ermöglicht vergleichbare Werte

An der Festlegung der Messmethodik haben eine Reihe von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie Ingenieurinnen und Ingenieure interdisziplinär gearbeitet.

Bereits 2017 haben Prof. Dr. Gerd Wessolek und sein Team an der TU Berlin gemeinsam mit Dr. David Bertermann und seinem Team an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) sowie mit den Projektleitern aufseiten der Bauherren Dr. Johannes Stegner und Christoph Drefke damit begonnen, ein einheitliches Messverfahren zur Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit von Böden zu entwickeln.

Seit 20 Jahren beschäftigt sich Prof. Gerd Wessolek mit dem Thema Wärmeleitung im Boden und startete mit der Erforschung der Wärmeentwicklung in Mülldeponien. Umso mehr wiegt sein Urteil: „Mit unseren Mess- und Berechnungsverfahren geben wir den Laboren vor, wie die Wärmeleitfähigkeit zu messen und zu interpretieren ist. Mit diesem Handlungsleitfaden haben wir den Grundstein für eine echte Serienanalytik gelegt – erstmalig in diesem Bereich. Sie wird nun in der Praxis für die Serienbearbeitung vieler Proben weiterentwickelt.“

Die Kabel liegen deutlich unterhalb des Wurzelraums in etwa 1,5 Metern Tiefe und sind keiner mechanischen Beschädigung durch Feldarbeiten (zum Beispiel Pflügen) ausgesetzt. „Das physikalische Umfeld ist stabil, und die Wärmestrahlung, die von den Kabeln ausgeht, wird zur Erdoberfläche hin sehr schwach sein“, so Prof. Wessolek. Genau das untersuchen wir derzeit auf mehreren landwirtschaftlichen Feldern in Süddeutschland. Mehr dazu erfahren Sie auf [Seite 2](#) sowie im Projektsteckbrief Felduntersuchungen der Universität Hohenheim und TransnetBW. Auch in Norddeutschland werden Felduntersuchungen an mehreren landwirtschaftlich genutzten Standorten vorbereitet.

Von der Bodenprobe zum Messergebnis

Von der entwickelten Spezifikation in eine handhabbare Anwendungsrichtlinie für SuedLink und die damit verbundenen Bodenvarianten in ganz Deutschland war es ein weiter Weg. Dank der ineinandergreifenden Zusammenarbeit vieler verschiedener Experten wurde er erfolgreich beschritten. Mit an Bord: Prof. Dr. Gerd Wessolek mit seinem Team, die Fachspezialisten, der Berater Dr. Theo Westhoff, das junge Boley Geotechnik-Team – vertreten durch Stephanie Kleiber, Fabian Roller und Tobias Stenger – unter der Leitung von Wolfgang Acker von der Firma Jacobs. Im Folgenden wird erklärt, wie genau eine Bodenuntersuchung bezüglich der Wärmeleitfähigkeit abläuft.

Vorbereitung: Bodenproben entlang der Trassen entnehmen

Im ersten Schritt schauen wir uns geologische und bodenkundliche Karten der Landesämter an. So erhalten wir einen Überblick über die Böden und den Baugrund, durch den die SuedLink-Kabel verlaufen werden. Draußen im Gelände findet dann eine Vorerkundung beispielsweise mittels Erkundungsbohrungen statt. Die Regionalen Planungsbüros entnehmen daraus Bodenmaterial aus den unterschiedlichen Schichten, das an eines der Messlabore transportiert wird.

Zwei Labore messen derzeit für SuedLink die Wärmeleitfähigkeit von Bodenproben, Geo Engineering in Bremen und METER Group in München. Die Basis für die Messmethodik bilden etablierte ASTM-Standards, die – wie oben beschrieben – für die spezifischen Bedürfnisse bei SuedLink weiter detailliert wurden.



Regal um Regal: Die Bodenproben werden in Steckzylindern auf Waagen verteilt.

Untersuchung: Bodenproben im Labor analysieren

Böden aus Lockergesteinen setzen sich aus einem Fein- und einem Grobanteil zusammen. Der Feinanteil (< 2 mm) besteht aus Tonen, Schluffen oder Sanden, der Grobanteil aus Kiesen, Steinen oder Blöcken (> 2 mm). Im Laborversuch untersuchen wir zunächst die Feinanteile, weshalb die Grobanteile im Labor durch Siebung abgetrennt werden.

a) Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit des Feinanteils

- 1 Vorbereitung des Versuchszylinders:** Die Proben werden in einen Versuchszylinder gefüllt (links) und mit einem Gewichtstempel in den Zylinder gepresst (rechts).



- 2 Sättigung der Probe im Wasserbad:** Der Versuchszylinder bleibt für mindestens 30 Stunden in einem Wasserbad (links), bis die Probe vollständig mit Wasser gesättigt ist (rechts).



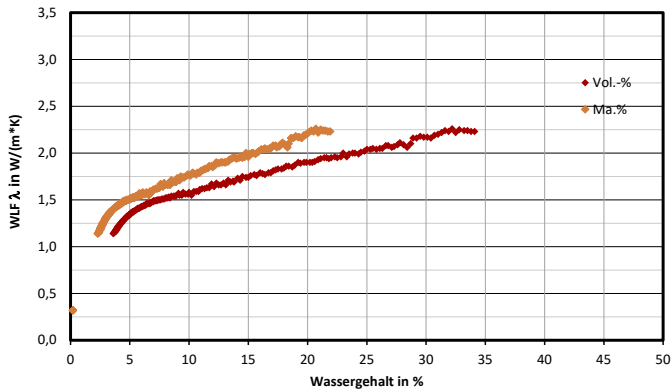
- 3 Einführen der Nadelsonde:** Anschließend wird eine Nadelsonde über eine kleine Öffnung im Zylinder in den Probenkörper eingeführt (links unten). Die Nadelsonde ermittelt später die Wärmeleitfähigkeit der Probe.

- 4 Messung:** Ungefähr acht Tage lang steht der Zylinder mit der Nadelsonde auf einer Waage (rechts unten). Das in der Probe gebundene Wasser verdunstet zunehmend, und die Waage dokumentiert den Gewichtsverlust kontinuierlich. In regelmäßigen Abständen erfolgt ein Wärmeimpuls, durch den die vom Wassergehalt abhängige Wärmeleitfähigkeit gemessen wird.



- 5 Trocknung:** Sobald sich das Gewicht nicht mehr verändert, ist der Gleichgewichtszustand der Probe erreicht. Die Probe wird dann in einem Ofen bei 65 Grad Celsius getrocknet. Die Temperatur ist bewusst höher gewählt als die, die später in der direkten Umgebung des Kabels herrscht. Damit möchten wir einen Zustand in der Probe erreichen, der auch Extremsituationen abfängt.

- 6 Abschließende Messung:** Im Anschluss erfolgt eine weitere Messung der Wärmeleitfähigkeit, um den Wert im trockenen Zustand zu ermitteln.



Messergebnis: Die orange Kurve zeigt den Wassergehalt in der Einheit Massenprozent, die rote Kurve den Wassergehalt in der Einheit Volumenprozent.

Das Diagramm veranschaulicht – von rechts nach links gelesen – die Messergebnisse: Ist der Wassergehalt hoch, leitet die Bodenprobe die Wärme sehr gut. Je niedriger der Wassergehalt, desto niedriger die Wärmeleitfähigkeit.

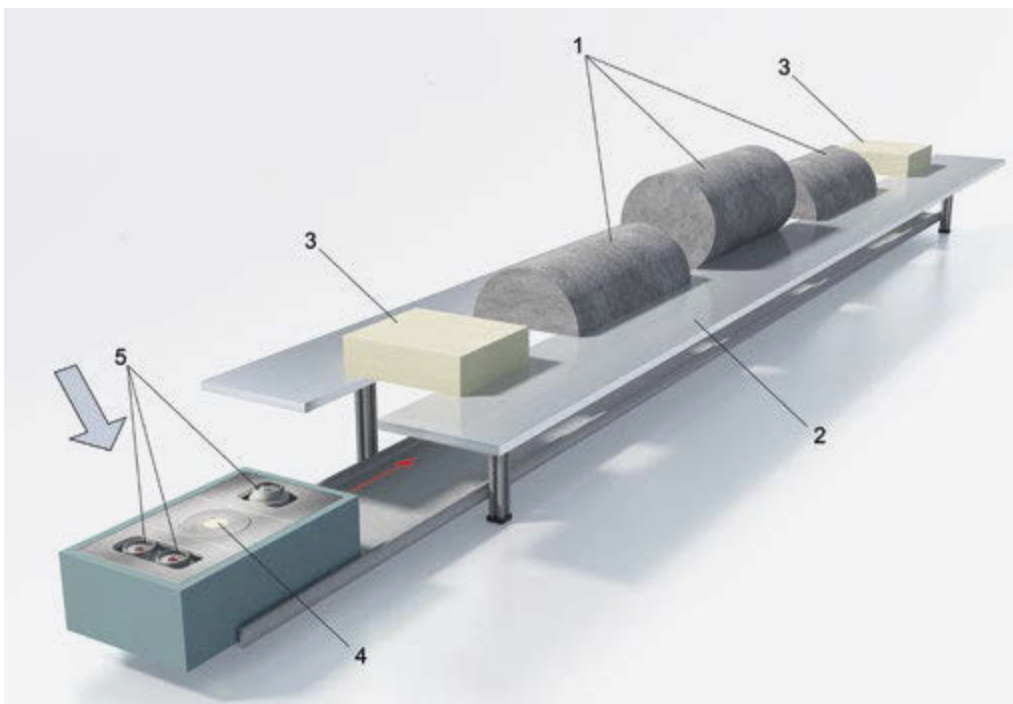
b) Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit des Grobanteils und von Festgestein

Zur Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit des Grobanteils gibt es zwei Verfahren: Handelt es sich beispielsweise um lose Kiese, ermitteln wir die Wärmeleitfähigkeit anhand von Literaturwerten wie zum Beispiel den Rechenvorgaben, die auch für die Dimensionierung von geothermischen Anlagen verwendet werden. Demnach kann beispielsweise einem Sandstein eine Wärmeleitfähigkeit von bis zu 4,6 W/(m*K) oder einem Kalkstein eine Wärmeleitfähigkeit von bis zu 3,9 W/(m*K) zugewiesen werden. Handelt es sich um ein zusammenhängendes Festgestein, etwa einen Felsblock, kommt das optische Thermoscanverfahren zum Einsatz. Beim Thermoscanverfahren wird das Festgestein (1) auf einen Probenhalter (2) gelegt, der in der Mitte einen Spalt

hat. Links und rechts bzw. vor und hinter der Probe werden Standardmaterialien (3) wie zum Beispiel Glaswürfel oder Basalt platziert, die vom Hersteller des Messgeräts mitgeliefert werden. Sie weisen eine ähnliche Wärmeleitfähigkeit auf wie die Probe selbst. Eine Wärmequelle (4) ist auf einem Wagen befestigt, der einmal unter der Probe hindurchfährt. Die Wärmequelle gibt einen Wärmeimpuls auf die Probe ab. Vor und hinter der Wärmequelle ist je ein Sensor (5) befestigt, der die Temperatur der Probe und der Standardmaterialien misst. Aus der Differenz zwischen beiden Messungen (Kalt- und Heißmessung) und aus dem Wissen, welche Wärmeleitfähigkeit die beiden Standards haben, können wir ermitteln, welche Wärmeleitfähigkeit die Probe hat. In der Regel haben Festgesteine eine sehr gute Wärmeleitfähigkeit.

Ergebnis: Charakteristische Wärmeleitfähigkeit ermitteln

Nachdem das Labor die Wärmeleitfähigkeit des Fein- sowie des Grobanteils einer Probe ermittelt hat, kombiniert das Regionale Planungsbüro die Werte zur korrigierten Wärmeleitfähigkeit – mit dem Verfahren des geometrischen Mittels. Hierbei werden die Wärmeleitfähigkeiten des Fein- und des Grobanteils bezogen auf deren Massenanteil multipliziert. Zudem muss der minimale Wassergehalt an der Stelle, an der die Probe entnommen wurde, mitberücksichtigt werden. Denn er ist maßgeblich dafür, wie gut oder wie schlecht die Wärmeleitfähigkeit des Bodens ist. Das Regionale Planungsbüro führt abschließend eine Plausibilitätsprüfung durch. Dabei gleicht es die Ergebnisse mit der zentralen Datenbank ab oder nutzt dafür Pedotransferfunktionen (mathematische Formeln). Bei Festgestein gehen wir vom trockenen Wert aus, und das Regionale Planungsbüro muss nichts korrigieren, um die charakteristische Wärmeleitfähigkeit zu errechnen. Anhand der charakteristischen Werte der Wärmeleitfähigkeit können bei der Planung der Kabeltrasse die Kabelabstände optimiert und somit die Eingriffe in die Umwelt verringert werden.



Das optische Thermoscanverfahren misst die Wärmeleitfähigkeit von Festgestein.

3 Fragen an ...

Stephanie Kleiber (Boley Geotechnik GmbH, München)



Stephanie Kleiber

M. Sc. Stephanie Kleiber ist Projektingenieurin bei der Boley Geotechnik GmbH und seit Anfang 2020 im Auftrag von Jacobs bei SuedLink für die Koordination und Qualitätssicherung der Wärmeleitfähigkeitsuntersuchungen zuständig. Zusätzlich bildet sie die Schnittstelle zwischen den Laboren und den Regionalen Planungsbüros, um Fragestellungen zur Wärmeleitfähigkeit sowie zur Berücksichtigung der Versuchsergebnisse in der Planung zu klären. Zuvor war sie in den Ausschreibungsprozess des Hochspannungskabels involviert.

Frage: Welche Möglichkeiten gibt es, wenn der Boden die Wärme nicht ausreichend weiterleitet?

Antwort: Wenn die Messergebnisse zeigen, dass die Wärmeleitfähigkeit des Bodens an einer Stelle des SuedLink nicht den Anforderungen des Kabelherstellers entspricht, werden die Kabel beim Rückverfüllen der Baugrube in Quarzsande mit speziellen gut verteilten Körnern eingebettet, die die Wärme gut transportieren. Eine weitere Option besteht darin, die Abstände der Kabel zu erhöhen. Welche Maßnahmen die Regionalen Planungsbüros ergreifen, wird in der Bauphase je nach Messergebnis und Begebenheit vor Ort entschieden.

Frage: Was macht die Arbeit bei SuedLink besonders?

Antwort: Die SuedLink-Kabel führen durch viele unterschiedliche Bodenlandschaften und Klimaregionen Deutschlands. Hinzu kommen Unterquerungen von Gewässern, Bahnstrecken oder Ähnlichem. Seit Frühjahr 2021 haben wir schon etwa 400 Proben untersucht, in den kommenden zwei Jahren werden es mehrere Tausend sein. Alle Ergebnisse fließen in eine Datenbank, sodass wir die Erkenntnisse und Erfahrungen auch in zukünftigen Projekten nutzen können. Mit dem einheitlichen Messverfahren bringen wir die Technik- und Umweltplanung noch näher zueinander.

Frage: Wie sichern Sie die Ergebnisse?

Antwort: Die einzelnen Ergebnisse der Fein- und Grobteilanalysen fließen in ein Wärmeleitfähigkeits-Datenauswertesystem, das die Regionalen Planungsbüros bei der Auswertung und somit der Planung unterstützt. Die durch das zuständige Regionale Planungsbüro ausgewerteten Daten werden digital in einer Datenbank abgelegt.

Rück- und Ausblick

Alle Abschnitte in der Planfeststellung | Bodendialoge | Felduntersuchungen zum Einfluss von HGÜ-Erdkabeln auf Böden und Landwirtschaft

Der Bodenschutz rückt bei SuedLink immer stärker in den Fokus. Denn die Planungen schreiten voran und werden detaillierter: Nachdem die Bundesnetzagentur (BNetzA) am 26. März die Entscheidung nach § 12 Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG) für den fünften und somit letzten Bundesfachplanungsabschnitt B für Mittel- bis Südniedersachsen veröffentlicht hat, steht der durchgängige 1.000 Meter breite Trassenkorridor für den Verlauf der SuedLink-Erdkabel von Schleswig-Holstein nach Bayern und Baden-Württemberg verbindlich fest. Die Bundesfachplanung ist abgeschlossen, und die Genehmigung von SuedLink geht in die Planfeststellung.

Die Entscheidungen finden Sie auf der BNetzA-Website:

- » [Vorhaben 3](#)
- » [Vorhaben 4](#)

Vier Jahre Bundesfachplanung gehen zu Ende

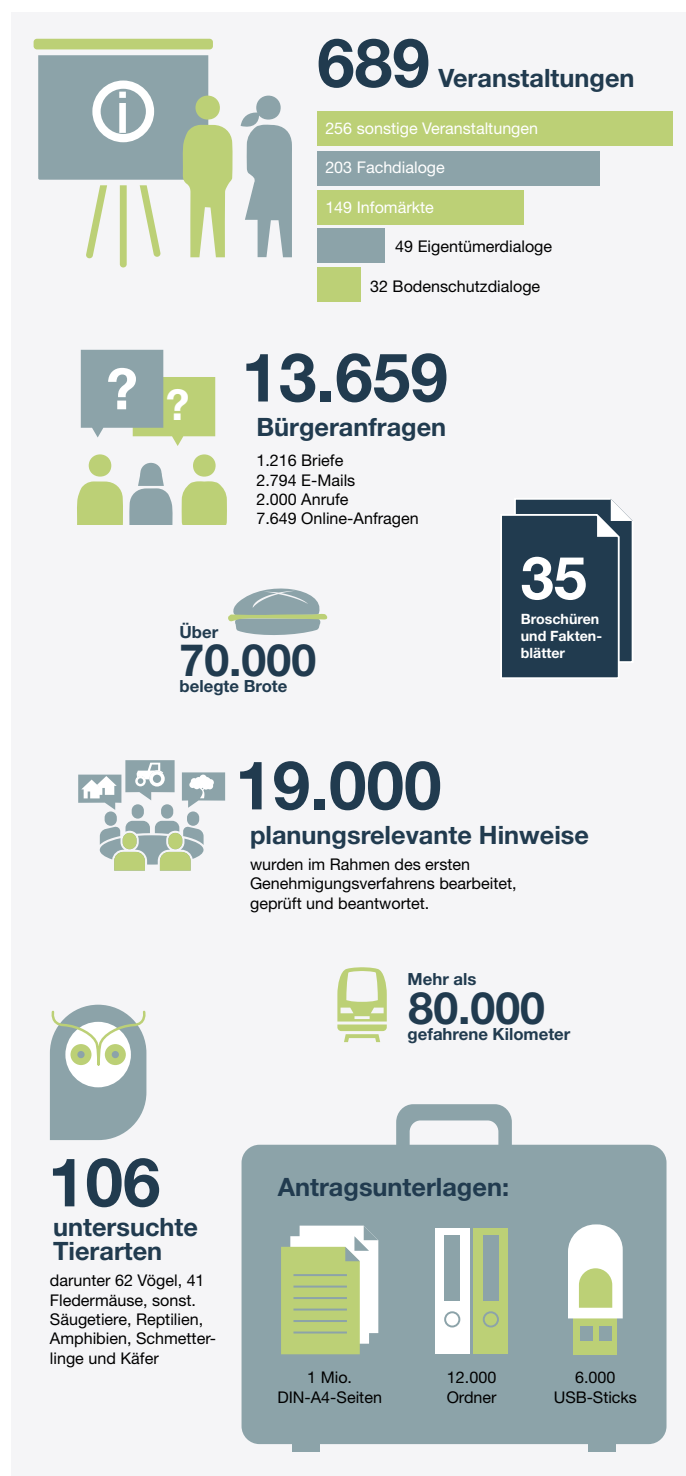
Um den Verlauf mit den geringsten Auswirkungen auf Mensch und Natur zu finden, wurde ein im Infrastrukturbereich bisher einzigartiger Aufwand unternommen. Von März 2017 bis März 2021 hatten wir gemeinsam mit der ARGE SuedLink ein 2.300 Kilometer langes Netz an möglichen Erdkabel-Korridoren in sechs Bundesländern und 39 Landkreisen gleichberechtigt detailliert untersucht. 106 Tierarten wurden genauer unter die Lupe genommen, über 19.000 Hinweise beantwortet und in die Planungen aufgenommen. Dabei ging es um unterschiedliche Anliegen: Hinweise auf seltene Tier- und Pflanzenarten oder alternative Leitungsverläufe zum Beispiel.

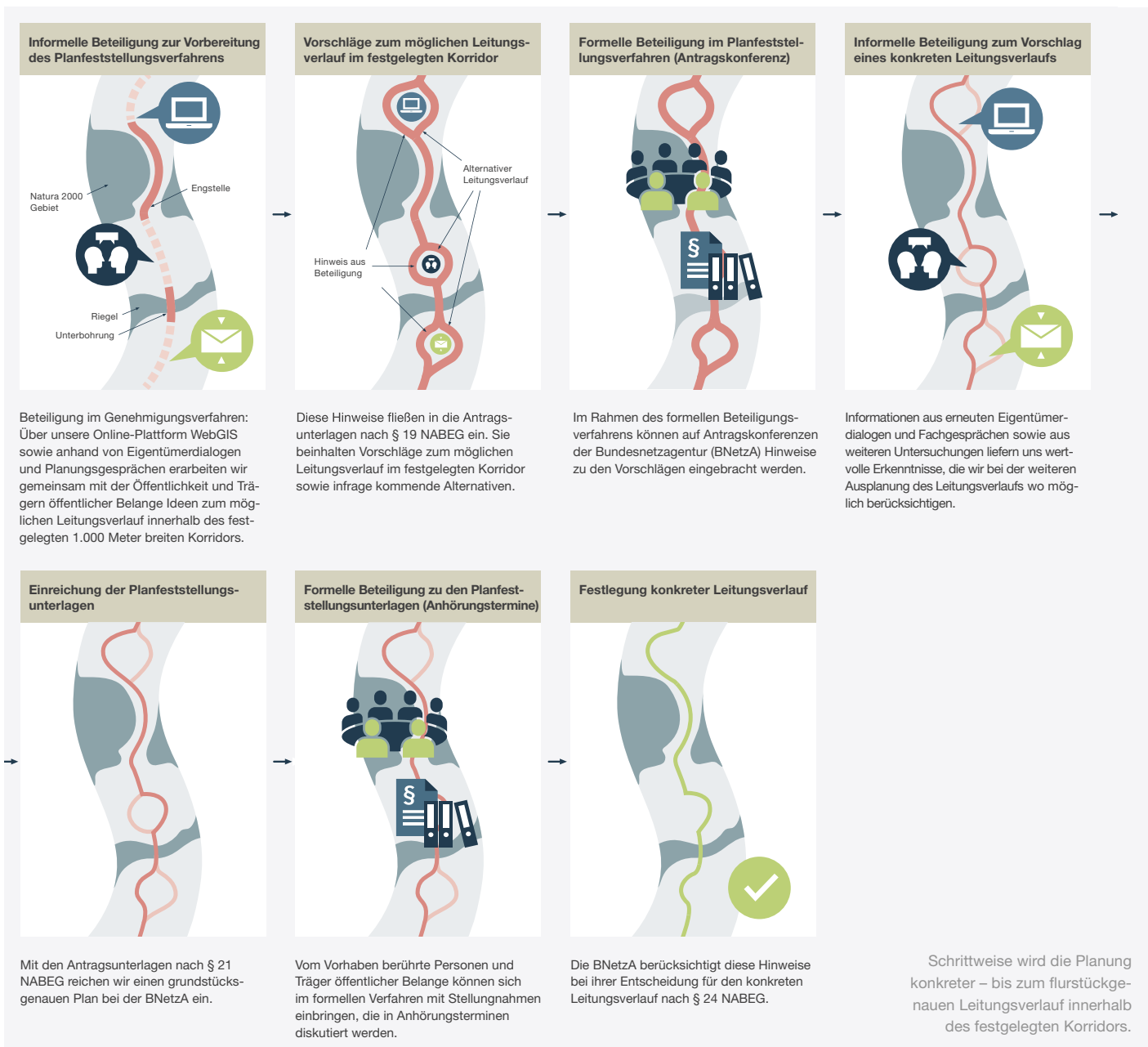
Ebenso beeindruckend ist der Umfang, den die Anträge hatten, die für die Bundesfachplanung erarbeitet wurden. Sie haben insgesamt 6.000 USB-Sticks und 12.000 Ordner mit mehr als einer Million DIN-A4-Seiten umfasst.

Auf der Suche nach dem konkreten Leitungsverlauf: So geht es jetzt weiter

Im zweiten Schritt des Genehmigungsverfahrens, dem Planfeststellungsverfahren, wird innerhalb des festgelegten 1.000 Meter breiten Korridors nach einem grundstücksgenaue Verlauf für die SuedLink-Kabel gesucht.

Die ARGE SuedLink hat die Anträge auf Planfeststellungsbeschluss nach § 19 NABEG erstellt, die sukzessive von uns, den Vorhabenträgern, bei der BNetzA eingereicht wurden. Darin enthalten ist unter anderem ein Trassenvorschlag, der als 100 Meter breites Band dargestellt ist. Dieser sowie alle eingebrachten oder





noch eingehenden, alternativen Trassenverläufe müssen innerhalb des festgelegten Korridors liegen. Darüber hinaus enthält der Antrag einen Vorschlag für den Untersuchungsrahmen und die Unterlagen, die für die Planfeststellung zu erstellen sind. Auf diesen Unterlagen baut die weitere Arbeit der Regionalen Planungsbüros auf: Sie übernehmen sämtliche planerischen Leistungen innerhalb ihrer Planfeststellungsabschnitte und wirken intensiv bei der Suche nach dem flurstückgenauen Leitungsverlauf mit. Dabei arbeiten sie mit allen Gewerken,

den Kabellieferanten und deren Logistik zusammen. Letztlich planen sie also, wo und mit welcher Bauweise – geschlossen oder offen – SuedLink gebaut wird.

Auch im Planfeststellungsverfahren wichtig: Bodenschutz und Dialog

Wie in der Bundesfachplanung legen wir im Planfeststellungsverfahren Wert auf Transparenz und eine breite Beteiligung der Menschen vor Ort. Wir suchen stets nach Wegen und Möglichkeiten, die Interessen und Belange der Eigentümerinnen und Eigentümer sowie die der Bewirtschafterinnen und Bewirtschafter so früh wie möglich aufzunehmen und zu berücksichtigen. In Fachgesprächen und Bodendialogen in den Regionen sprechen wir mit den zuständigen Behörden, Bürgermeisterinnen und Bürgermeistern, land- und forstwirtschaftlichen Verbänden und Interessengruppen, um die Expertise und das lokale Wissen auch weiterhin miteinzubeziehen. Im Juni und Juli dieses

Den verbindlich festgelegten Korridor finden Sie im Planungs- und Beteiligungstool [WebGIS](#).

Jahres laden wir hierfür Verbands- und Behördenvertreterinnen und -vertreter zu gemeinsamen Gesprächen ein. Wir freuen uns, mit Ihnen im Austausch zu bleiben und gemeinsam in die nächste Planungsphase zu gehen.

Kooperationsprojekt der Universität Hohenheim und TransnetBW: Felduntersuchung zum Einfluss von Höchstspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Erdkabeln auf Böden und landwirtschaftliche Kulturpflanzen

TenneT und TransnetBW untersuchen mit wissenschaftlicher Begleitung den Einfluss von Erdkabeln auf Böden und landwirtschaftliche Kulturpflanzen, um bodenschonende Bauweisen zu entwickeln. Ein Kooperationsprojekt der Universität Hohenheim und TransnetBW ist kürzlich an vier Standorten in Süddeutschland auf landwirtschaftlichen Flächen gestartet. Auch in Norddeutschland werden Felduntersuchungen an mehreren landwirtschaftlich genutzten Standorten vorbereitet.

Mehr Informationen zur Felduntersuchung in Baden-Württemberg und Bayern finden Sie im [Projektsteckbrief](#).

Dialog:

Wir beantworten Ihre Fragen

Unser Ziel ist es, alle Interessierten und Beteiligten umfassend und kontinuierlich über das Gesamtvorhaben SuedLink zu informieren, zum Beispiel über lokale Veranstaltungen und Medien. Über unsere Telefon-Hotlines, unseren Newsletter, unsere Projektseiten unter suedlink.tennet.eu und transnetbw.de/suedlink oder per E-Mail haben Sie die Möglichkeit, sich zusätzlich ausführlich über SuedLink zu informieren und mit uns in den Dialog zu treten.



Newsletter

Ob Neuigkeiten aus dem Genehmigungsverfahren, Einblicke in die Kartierungsarbeiten oder Möglichkeiten der Beteiligung – mit „SuedLink News“ informieren wir unter suedlink.webmag.io/newsletter regelmäßig über das Gesamtvorhaben. Der Newsletter erscheint vier Mal im Jahr.



Projektwebseiten

Neben einem allgemeinen Überblick bieten die Projektwebseiten viel Anschauungsmaterial und Broschüren zum Download.



Factsheets, Poster und Broschüren

Unsere Factsheets und Broschüren bieten Ihnen fachliche Informationen verständlich und lesefreundlich aufbereitet. Auch Poster mit anschaulichen Infografiken stehen zur Verfügung.



Videotagebücher

Einen Blick in die Geschichten jenseits der technischen Fakten ermöglichen die Videotagebücher „SuedLink bewegt – Das Projekt in Bildern“. Sie zeigen, was die Menschen vor Ort bewegt, und stellen die Projektmitarbeiterinnen und -mitarbeiter vor, die SuedLink planen und umsetzen.



WebGIS

Mit dem kartenbasierten Informations- und Beteiligungstool WebGIS hat jeder die Möglichkeit, sich den aktuellen Planungsstand und alle relevanten Kriterien anzeigen zu lassen. Außerdem können in dem Tool Hinweise zur weiteren Planung direkt eingetragen werden.

TenneT TSO GmbH
Bernecker Straße 70
95448 Bayreuth

+49 (0)921 507400
info@tennet.eu
www.tennet.eu

+49 (0)921 507405000
suedlink@tennet.eu
suedlink.tennet.eu

TransnetBW GmbH
Pariser Platz
Osloer Straße 15–17
70173 Stuttgart

+49 (0)711 218580
info@transnetbw.de
www.transnetbw.de

+49 (0)800 3804701
suedlink@transnetbw.de
transnetbw.de/suedlink

SuedLink

Ein Vorhaben von:  **TENNET**  **TRANSNET BW**



Von der Europäischen Union kofinanziert
Fazilität „Connecting Europe“

Der Inhalt gibt die Ansicht der Vorhabenträger wieder und nicht die Meinung der Europäischen Kommission.

Verantwortliche gemäß Pressegesetz: Martin Groll
und Annett Urbaczka

Bildnachweis: Sebastian Köhli, Seite 5 (rechts oben).
METER Group AG, Seite 9. Abbildung auf Seite 10
(unten) in Anlehnung an Popov, 2016.
Alle weiteren Fotos von TenneT TSO GmbH und
TransnetBW GmbH.