

März 2017

Handlungsempfehlungen zur frühzeitigen Berücksichtigung der Belange des Bodenschutzes in Planungsverfahren zur Erdkabelverlegung

Gleichstromleitungen sollen aufgrund der Festlegung in § 3 des BBPlG (Bundesbedarfsplangesetz) vorrangig als Erdkabel errichtet werden. Die Verlegung von Erdkabeln ist ein wichtiger Bestandteil des Netzausbaus zur Erhöhung der Akzeptanz und zur Querung von Flächen hohen Raumwiderstands. Beeinträchtigungen für das Schutzgut Boden sind möglichst zu vermeiden oder zu minimieren. Ziel dieser Handlungsempfehlungen ist es deshalb, durch Hinweise für eine umfassende und fachgerechte Berücksichtigung des Bodens zur Vermeidung oder Verringerung von Bodenbeeinträchtigungen und somit zu einer Vereinfachung und Beschleunigung der Verfahren beizutragen.

Ein nachhaltiger und schonender Umgang mit dem Boden schützt den Boden und die Bodenfunktionen, erhält die Ertragsfähigkeit und erhöht die Akzeptanz bei den Flächennutzern, verringert mögliche Bodenschäden und damit die Kosten für Entschädigung und Rekultivierung und reduziert den aus dem Eingriff resultierenden naturschutzfachlichen Kompensationsbedarf.

Das Ausmaß der Betroffenheit des Bodens beim Bau von Erdkabeln ist von verschiedenen Faktoren abhängig, wie z.B. den Standort- und Bodenverhältnissen, der Bauausführung, der Rekultivierung und der Bodennutzung.

Zur Vermeidung langzeitiger und irreversibler Schäden von Böden und Einschränkungen von deren Nutzbarkeit ist es aus bodenschutzfachlicher Sicht erforderlich, das Schutzgut Boden umfassend zu berücksichtigen. Dies sollte sowohl bereits im Stadium der Korridorfindung und auf allen nachfolgenden Planungsebenen im Sinne einer frühzeitigen Vermeidung von Beeinträchtigungen, als auch bei der Bauausführung, der Rekultivierung, beim Betrieb der Leitungen und im Hinblick auf Reparaturen und Rückbau umgesetzt werden.

I. Betroffenheit des Bodens und der Bodennutzung durch die Erdkabelverlegung

In Abhängigkeit von den Bodeneigenschaften können durch eine Erdverkabelung erhebliche und z.T. irreversible Beeinträchtigungen des Bodens und der Bodennutzung verursacht werden. Potenzielle schädliche Bodenveränderungen können zum einen durch eine Trassenführung in Bereichen mit empfindlichen Böden, zum anderen durch unsachgemäße bauzeitliche und bautechnische Ausführungen sowie durch Fehler bei der sich an die Bauphase anschließende Rekultivierung hervorgerufen werden. Darüber hinaus können auch Bodenbeeinträchtigungen durch den Betrieb von Erdkabeln entstehen. Im Folgenden sind

Beispiele für potenzielle Beeinträchtigungen und Schädigungen der Böden und der Bodennutzung durch die Verlegung und den Betrieb von Erdkabeln skizziert:

- Inanspruchnahme (potenziell) sulfatsaurer Böden:
 - sulfatsaure Böden treten im Bereich der Küstenmarschen auf (z.B. Organomarschen oder überschlickte Moore).
 - es ist ein starker Abfall des pH-Wertes bei Oxidation potenziell sulfatsauren Materials auf $\text{pH} < 4$ durch Entnahme aus reduktivem Milieu möglich (z.B. beim Ausheben und bei Lagerung des Bodens).
 - ein schichtgetreuer Wiedereinbau ist im Hinblick auf die Grundwasserstände äußerst anspruchsvoll. Material aus reduzierten Bereichen muss wieder in sauerstoffarmes Milieu eingebaut werden (Gr-Horizont).
 - eine landwirtschaftliche Bodennutzung ist bei extrem niedrigen pH- Werten (hier $\text{pH} < 4$) über viele Jahre ausgeschlossen. Aufkalkungen mit erheblichen Kalkmengen sind oftmals ineffektiv und müssen in kurzen Zeitabständen wiederholt werden.
 - dadurch, dass ein Großteil des originären reduktiven Materials durch Bettungsmaterial ersetzt wird, fällt unweigerlich (potenziell) sulfatsaurer Boden an, der anschließend nicht wieder eingebaut werden kann. Dessen sachgerechte Deponierung ist technisch aufwändig (Beachtung der Zuordnungswerte n. LAGA M20, Deponieverordnung).
- Beeinträchtigung der Bodenfunktionen durch schädliche Bodenveränderungen mit Auswirkungen auf die Bodennutzung, insbesondere bei Böden mit hoher Funktionserfüllung in Hinblick auf die natürlichen Bodenfunktionen und die Archivfunktion.
- Inanspruchnahme organischer Böden und dauerhafte Zerstörung ihrer Gefügestruktur durch die Baumaßnahmen infolge von mechanischer Zerstörung, Entwässerung, Oxidation, Schrumpfung, Sackung sowie nachfolgender Ausbildung von Stau- und Haftnässe.
- Schadverdichtungen im Ober- und Unterboden (hier i.d.R. irreversibel) durch Baumaschinen infolge der Befahrung und Bearbeitung bei zu feuchten Bodenverhältnissen mit zu hohen Radlasten bzw. unangepassten Kontaktflächendrücken. Konsequenzen sind u.a. eine verringerte Durchwurzelungstiefe, ein geringeres Grobporenvolumen sowie vermehrt auftretende Staunässe und daraus resultierend Ertragsabfälle sowie eine eingeschränkte Befahrbarkeit.
- Fehler beim Wiedereinbau von Bodenmaterial durch nicht schichtgetreuen Einbau von Ober- und Unterboden bzw. von Untergrundmaterial oder durch unzureichende Trennung von reduziertem und oxidiertem Material. Eine Zweiteilung des entnommenen Substrates lediglich in Ober- und Unterboden ist bei mehrfach geschichteten Profilen unzureichend (z.B. humoser Geschiebedecksand über humusfreiem Geschiebelehm).
- Negative Auswirkungen auf die Oberflächenentwässerung z.B. durch die fehlerhafte und unsachgemäße Wiederherstellung von Drainagen bzw. durch die Nicht-Anlage von

durch die Baumaßnahme erforderlich gewordene Drainagen mit Auswirkungen wie u.a. Luftmangel, schlechtere Befahrbarkeit und weiteren Schadbildern analog der Negativeffekte bei Schadverdichtungen (s.o.).

- Negative Veränderung der Wasserführung nach Verlegung durch neu entstandene vertikale und laterale Barrieren bedingt durch Erdkabel, Schutzplatten und Bettungsmaterial sowie durch die Zerstörung des gewachsenen Bodengefüges mit Beseitigung der ursprünglichen Porenkontinuität. Weiterhin sind Negativeffekte durch die Schaffung einer neuen, vom Wasser bevorzugten linearen unterirdischen Abflussrinnenstruktur infolge des sandigen Bettungsmaterials nach Abschluss der Baumaßnahme nicht auszuschließen. Dieses gilt besonders in stärker reliefiertem Gelände, wo das Sickerwasser im Kuppen- und Hangbereich unterirdisch über die künstlich geschaffene Abflussrinne dem Gefälle entsprechend lateral in die Senkenbereiche und Tallagen strömen und dort zu verstärkten Vernässungen führen kann.
- Verschlammung von Bodenmaterial bei sensiblen Standorten während der Bauphase.
- On- und Offside-Schäden durch Wassererosion bei entsprechendem Relief während der Bauphase.
- Einschränkung der tatsächlichen Durchwurzelungstiefe bei tiefwurzelnden Kulturen (auch Ackerkulturen) durch eine Überdeckung der Kabel von lediglich ~1.30 m mit möglichen negativen Effekten hinsichtlich Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit sowie Wärmehaushalt.
- Einschränkung der Kapillarität nach Verlegung durch Zerstörung der ehemaligen Porenkontinuität sowie durch Porensprünge aufgrund des Bettungsmaterials mit nachfolgend eingeschränktem kapillarem Aufstieg aus dem Grundwasser und der Konsequenz von Wassermangel bei (ehemals) vom Grundwasser beeinflussten Böden.
- Einschränkungen der Nährstoffaufnahme aus dem Unterboden.
- Erwärmung des Bodens während des Betriebs je nach Belastungsgrad des Netzes mit der Möglichkeit der Austrocknung und damit des Wasser- und Nährstoffmangels in Abhängigkeit vom Substrat. Mit zunehmender Austrocknung und Verringerung des Wasserfilmes entlang der Kornoberflächen steigt das Risiko einer Überwärmung. Zudem sind Effekte auf Verschiebung des Artenspektrums (Bodenfauna und -flora sowie Beikrautbesatz) sowie auf die Reaktionskinetik von Umsetzungsprozessen im Boden zu besorgen (RGT-Regel). Auch sind zeitliche Verschiebungen bei der phänologischen Entwicklung von Kulturpflanzen nicht auszuschließen (u.a. Spätfrostgefahr, Verschiebung von Behandlungs- und Ernteterminen).
- Versiegelung (z. B. durch Konverter- und Übergabestationen)

Zusammengefasst sind unter Beachtung vorgenannter Punkte folgende Böden sowohl im Planverfahren (hier bereits für die Korridor- sowie Trassenfindung) als auch in der Bau- und Rekultivierungsphase besonders zu berücksichtigen:

- a. Böden mit hoher Funktionserfüllung in Hinblick auf die natürlichen Bodenfunktionen und die Archivfunktion,
- b. potenziell und aktuell sulfatsaure Böden,
- c. erosionsempfindliche Böden,
- d. organische Böden,
- e. verdichtungsempfindliche Böden (differenziert nach Ober- und Unterboden),
- f. stark geschichtete Böden und
- g. grundwasser- und stauwasserbeeinflusste Böden

In diesem Zusammenhang sind außerdem Ausmaß und mögliche Auswirkungen der Erwärmung des Bodens durch die Erdkabel zu prüfen.

Dabei ist darauf zu achten, dass die Bewertung der Böden durch einen Fachgutachter (bodenkundliche Baubegleiter) mittels anerkannter bodenkundlicher Methoden erfolgt. Die alleinige Nennung von Bodentypen ist nicht ausreichend.

II. Verminderung von Bodenbeeinträchtigungen bei der Planung und Verlegung von Erdkabeln

Da Schäden des Bodens und darauf basierende Einschränkungen der Bodennutzung langfristig und irreversibel sein können, sind aus bodenschutzfachlicher Sicht vorrangig Maßnahmen zur Vermeidung und Minimierung zu ergreifen. Diese Forderung ergibt sich zum einen aus dem im BBodSchG und BNatSchG verankerten Vorsorgegedanken, zum anderen aber vor allem mit dem Ziel, die sich aus Bodenschäden ergebenden Probleme, Kosten und Verzögerungen zu minimieren.

Aus bodenschutzfachlicher Sicht sind folgende Aspekte frühzeitig in die Planung zu implementieren:

- II A fachplanerische Berücksichtigung der Belange des Bodenschutzes auf Ebene des Vergleichs der Trassenkorridore bzw. Trassenkorridorsegmente
- II B frühzeitige Einbindung einer unabhängigen Bodenkundlichen Baubegleitung in die Planungs-, Bau- und Rekultivierungsphase und Erarbeitung eines Bodenschutzkonzeptes
- II C Erarbeitung und Festsetzung eines fachgerechten Monitoring- und Beweissicherungskonzeptes

II A – fachplanerische Berücksichtigung der Belange des Bodenschutzes auf Ebene des Vergleichs der Trassenkorridore bzw. Trassenkorridorsegmente

In Abhängigkeit der in den Trassenkorridorvarianten vorherrschenden Böden sind entsprechend unterschiedliche Gefährdungspotentiale der Böden und der Bodennutzung gegeben. Langfristige und irreversible Bodenbeeinträchtigungen sind bereits durch die Wahl konfliktarmer Trassenkorridore bzw. Trassenkorridorsegmente vermeidbar. Dazu sind bereits auf der planerischen Ebene des Variantenvergleichs sowie auf den nachfolgenden

Planungsebenen geeignete bodenkundliche Kriterien in die Abwägung mit einzubeziehen, auf deren Basis die Darstellung bodenschutzfachlich sensibler Gebiete erfolgen kann.

Die Auswahl und Darstellung bestimmter Bodentypen auf Ebene der BÜK 1.000 bzw. BÜK 200 sind dafür nicht ausreichend. Vielmehr ist eine Bewertung der Bodenfunktionen und der Empfindlichkeit aller Böden erforderlich. Sensible Bereiche, die ein hohes Gefährdungspotenzial für langzeitige bzw. irreversible Bodenbeeinträchtigungen aufweisen (vgl. die unter I genannten Böden (a bis g)), sind auf der Basis anerkannter bodenschutzfachlicher Bewertungsgrundlagen zu bewerten und bei der Planung zu beachten. Neben der Funktionserfüllung sind u.a. besondere standörtliche Verhältnisse wie (potenziell) sulfatsaure Böden, Wärmeleitfähigkeit, Verdichtungsempfindlichkeit von Ober- und Unterboden, Erosion, Substratschichtungen, organische Böden und Grundwasserstände relevant.

Ein bodenschutzfachlicher Fachbeitrag ist in die Planung zu integrieren, mit dem Ziel, für den Trassenkorridorvergleich relevante Informationen zu liefern, um konfliktarme Trassenkorridor-segmente frühzeitig zu identifizieren.

II B – Frühzeitige Einbindung einer unabhängigen Bodenkundlichen Baubegleitung in die Planungs-, Bau- und Rekultivierungsphase und Erarbeitung eines Bodenschutzkonzepts

Der unsachgemäße Umgang mit der Ressource Boden kann vorhabenspezifisch irreversible Bodenschäden verursachen, die die natürlichen Bodenfunktionen und die Archivfunktion nachhaltig beeinträchtigen und zu Ertragsminderungen führen. Es gilt, die mit der Erdverkabelung verbundenen Bodenbeeinträchtigungen so gering wie möglich zu halten und alle Beteiligten für die Aspekte des vorsorgenden Bodenschutzes zu sensibilisieren.

Die Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) ist zur Vermeidung und Verminderung von Schäden im Hinblick auf die Planungs-, Bau- und Rekultivierungsphase unverzichtbar. Die BBB ist bereits frühzeitig, d.h. von Beginn an in die Planung einzubinden. Dabei ist der Einsatz einer unabhängigen und mit erforderlichen Kompetenzen ausgestatteten BBB notwendig. Aufgabe der BBB in der Planung ist zunächst die Einbringung der bodenschutzrelevanten Aspekte in die Korridor- und Trassenfindung. Im Weiteren geht es um die Erstellung eines detaillierten Bodenschutzkonzeptes nach dem heutigen Stand des Wissens für Planung, Bauausführung sowie Wiederinstandsetzung und Rekultivierung. Als Beispiel sei im Rahmen eines Pflichtenheftes „Bauausführung“ die Erstellung eines Maschinenkatasters mit definierten, zulässigen Kontaktflächendrücken und Radlasten unter Berücksichtigung der Boden-, Feuchte- und weiteren Umweltbedingungen zu nennen. Zudem sind die Bedingungen für einen möglichen Baustopp festzulegen und analog zum Pflichtenheft „Bauausführung“ ist ein Pflichtenheft „Wiederherstellung“ bzw. „Rekultivierung“ zu erstellen.

II C – Erarbeitung und Festlegung eines fachgerechten Monitoring- und Beweissicherungskonzepts

Da derzeit noch wenige Erkenntnisse über die langfristigen Auswirkungen des Betriebs von HGÜ-Erdkabeln auf den Wasser-, Wärme- und Nährstoffhaushalt der Böden, auf die natürlichen Bodenfunktionen und die Archivfunktion sowie auf die Bodennutzung vorliegen, ist ein nach dem heutigen Stand des Wissens umfassendes und langjähriges Monitoring an mehreren repräsentativen Standorten nach bodenkundlichen und landwirtschaftlichen Aspekten durchzuführen. Hierbei sind u.a. die Auswirkungen auf den Temperatur- und Wasserhaushalt, auf die Nährstoffdynamik, die Kulturpflanzenphysiologie, das Artenspektrum (Begleitflora, Bodenfauna und -flora) sowie die physikalischen Bodeneigenschaften (Verdichtung), auf die Befahrbarkeit und auf Erträge zu untersuchen.

Außerdem ist eine landwirtschaftliche Beweissicherung zu betreiben. Das Monitoring sowie die Beweissicherung sollten unter Einbindung der BBB erfolgen und das Konzept ist mit den zuständigen Fachbehörden (für Bodenschutz und Landwirtschaft) abzustimmen, ebenso wie der Zugang zu den im Monitoring erhobenen Daten.

Zur Vermeidung und Verringerung möglicher Schäden von Bodenfunktionen ist im Rahmen der Planung die Erstellung eines bodenschutzfachlichen Fachbeitrages zum Vergleich der Trassenkorridore bzw. der Trassenkorridorsegmente zu empfehlen.