



## **ALEGrO**

320-kV-Höchstspannungsgleichstromverbindung

**Oberzier – Bundesgrenze Belgien (BE - Lixhe),  
KBI. 7001**

**Neubau der 320-kV-  
Höchstspannungsgleichstromverbindung als Erdka-  
bel**

**Erläuterungsbericht für die 1. Planände-  
rung**

Anlage 1 **D1**

## Inhaltsverzeichnis

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.     | Einleitung und Veranlassung .....   | 10 |
| 1.1.   | Maßnahmenübersicht .....  | 13 |
| 1.2.   | Erlaubnisse und Befreiungen .....   | 14 |
| 1.2.1. | Wasserrechtliche Erlaubnisse .....  | 14 |
| 1.2.2. | Beantragte Befreiungen .....  | 14 |
| 2.     | Rechtsrahmen der energierechtlichen Verfahren.....                                  | 16 |
| 2.1.   | Energierrechtliches Planfeststellungsverfahren .....                                | 16 |
| 2.2.   | Einordnung des Projekts in den europäischen Rechtsrahmen.....                       | 17 |
| 2.2.1. | Status als PCI-Projekt.....   | 17 |
| 2.2.2. | Planungsrechtliche Auswirkungen der hervorgehobenen<br>Bedeutung des Projekts ..... | 18 |
| 3.     | Zweck und Rechtswirkungen der Planfeststellung .....                                | 19 |
| 4.     | Zuständigkeiten und Verfahren.....  | 20 |
| 4.1.   | Vorhabenträgerin .....  | 20 |
| 4.2.   | Planfeststellungsbehörde .....  | 20 |
| 4.3.   | Frühe Öffentlichkeitsbeteiligung .....  | 20 |
| 4.4.   | Festlegung des Untersuchungsumfangs .....   | 21 |
| 5.     | Energiewirtschaftliche Begründung .....   | 21 |
| 5.1.   | Gesetzlicher Auftrag an den Netzbetreiber.....                                      | 21 |
| 5.2.   | Gesetzliche Bedarfsfestlegung nach dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG).....         | 22 |
| 5.3.   | Energiewirtschaftliche Bedeutung des Vorhabens.....                                 | 22 |
| 6.     | Variantenprüfung / Alternativen .....   | 24 |
| 6.1.   | Grenzübergabepunkt .....  | 24 |
| 6.2.   | Konverterstandort.....  | 25 |
| 6.3.   | Großräumige Alternativen .....  | 26 |
| 6.4.   | Kleinräumige Alternativen .....   | 31 |
| 6.4.1. | Rastplatz Rur-Scholle (Umplanung IV).....   | 31 |
| 6.4.2. | Abschnitt Merken – Lucherberg (Umplanung V).....                                    | 32 |
| 6.4.3. | Eschweiler – OGE Leitung (Umplanung X) .....  | 33 |
| 6.5.   | Null-Variante .....   | 33 |
| 7.     | Beschreibung des beantragten Trassenverlaufs.....                                   | 34 |
| 8.     | Erdkabel .....  | 37 |
| 8.1.   | Elektrotechnische Regelwerke .....  | 37 |
| 8.2.   | Technische Auslegung der Kabelanlage .....  | 38 |
| 8.3.   | Kabelmuffenverbindung .....   | 39 |
| 8.3.1. | Kabelmuffenverbindungen ohne Schachtbauwerke .....                                  | 40 |
| 8.3.2. | Kabelmuffenverbindungen mit Schachtbauwerken.....                                   | 41 |
| 8.4.   | Kabelendverschlüsse .....   | 45 |
| 8.5.   | Kabelschutzrohranlage.....  | 46 |
| 8.6.   | Trassierungsparameter .....   | 47 |
| 8.7.   | Arten der Verlegung .....   | 48 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 8.8.   | Montage der Kabel.....   | 50 |
| 8.9.   | Bauliche Umsetzung .....   | 51 |
| 8.9.1. | Bodenschutz .....  | 51 |
| 8.9.2. | Bodendenkmalschutz.....  | 52 |
| 8.9.3. | Zuwegungen .....   | 52 |
| 8.9.4. | Baustelleneinrichtungsflächen.....   | 53 |
|        | 8.9.4.1. Regelbaustelleneinrichtungsflächen.....   | 53 |
|        | 8.9.4.2. Temporäre Arbeitsflächen und Zuwegungen<br>bei modifizierten HDD-Bohrungen .....  | 54 |
| 8.9.5. | Offene Bauweise (Leitungsgraben) .....   | 55 |
| 8.9.6. | Geschlossene Bauweisen .....   | 57 |
|        | 8.9.6.1. Mikrotunnelbau .....  | 58 |
|        | 8.9.6.2. Horizontal-Pressbohrverfahren.....  | 62 |
|        | 8.9.6.3. Horizontalbohrverfahren (HDD).....  | 63 |
|        | 8.9.6.4. Modifiziertes Horizontalbohrverfahren (HDD) .....   | 65 |
| 8.9.7. | Trassenabschnitte in geschlossener Bauweise .....  | 67 |
|        | 8.9.7.1. Querung des Autobahnanschlusses Düren .....   | 68 |
|        | 8.9.7.2. Querung der Rur und des Lendersdorfer<br>Mühlenteiches (Umplanung III).....   | 68 |
|        | 8.9.7.3. Querung der Inde bei Weisweiler (Umplanung VII).....  | 70 |
|        | 8.9.7.4. <del>Kreuzung</del> Querung der Anschlussbahn/Grubenbahn<br>und der Landesstraße 241 „Am Kraftwerk“<br>(Umplanung IX) ..... | 72 |
|        | 8.9.7.5. Querung der Landesstraße 241 - ‚Zum Hagelkreuz‘<br>und ‚Am Kraftwerk‘ .....   | 73 |
|        | 8.9.7.6. Querung eines ehemaligen Betriebsgeländes<br>bei Weisweiler .....   | 73 |
|        | 8.9.7.7. Querung eines Abwasserkanals der Stadt Eschweiler.....  | 74 |
|        | 8.9.7.8. Trassierung im Bereich der Ortslage Röhe.....   | 74 |
|        | 8.9.7.9. Querung des Würselener Waldes –<br>Forsthaus Schwarzenbruch.....  | 75 |
|        | 8.9.7.10. Trassierung der Vortriebsstrecke im Bereich der<br>Ortslage Aachen-Brand.....  | 75 |
|        | 8.9.7.11. Querung des Augustinerwaldes .....   | 79 |
|        | 8.9.7.12. Querung Hebscheider Heide .....  | 79 |
|        | 8.9.7.13. Kreuzung der Oberzierer Straße (Umplanung II) .....  | 80 |
|        | 8.9.7.14. Querung des Wehebachs (Umplanung VI) .....   | 80 |
|        | 8.9.7.15. Kreuzung der Langerweher Straße K34 (Umplanung VII) .....  | 81 |
|        | 8.9.7.16. NATO Pipeline (Umplanung XI).....  | 82 |
|        | 8.9.7.17. Aachener Straße L 223 (Umplanung XII) .....  | 82 |
|        | 8.9.7.18. Merzbach (Umplanung XIII) .....  | 83 |
|        | 8.9.7.19. Hifelder Straße K 35 (Umplanung XVI).....  | 83 |
| 8.10.  | Erläuterungen zum Kreuzungsverzeichnis .....   | 84 |
|        | 8.10.1. Straßenquerungen .....   | 84 |
|        | 8.10.2. Gleisquerungen.....  | 87 |
|        | 8.10.3. Ver- und Entsorgungsleitungen .....  | 88 |
|        | 8.10.4. Straßengräben .....  | 89 |
| 8.11.  | Sicherungs- und Schutzmaßnahmen beim Bau und Betrieb des Kabelsystems .....  | 89 |
| 8.12.  | Immissionen .....  | 91 |
|        | 8.12.1. Elektrische und magnetische Felder (Kabel) .....   | 92 |

---

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| 8.12.1.1. | Das elektrische Feld von Höchstspannungskabeln .....  | 92  |
| 8.12.1.2. | Das magnetische Feld von Höchstspannungskabeln .....  | 92  |
| 8.12.2.   | Baubedingte Lärmimmissionen .....   | 94  |
| 8.12.3.   | Wärmeimmissionen durch das Kabel .....  | 96  |
| 9.        | Konverter.....  | 97  |
| 9.1.      | Technische Regelwerke .....   | 97  |
| 9.2.      | Technische Daten der Konverteranlage .....  | 97  |
| 9.3.      | Wasserwirtschaft.....   | 99  |
| 9.4.      | Baustelleneinrichtung und Zuwegungen.....   | 100 |
| 9.5.      | Sicherungs- und Schutzmaßnahmen beim Bau und Betrieb der<br>Konverteranlage.....                            | 100 |
| 9.6.      | Immissionen .....   | 101 |
| 9.7.      | Abfälle .....   | 102 |
| 9.8.      | Arbeitssicherheit.....  | 103 |
| 10.       | Verzeichnis über Literatur / Gesetze / Verordnungen / Vorschriften / Gutachten<br>zum Erläuterungstext..... | 105 |

**Abkürzungsverzeichnis**

|                 |   |
|-----------------|---|
| μT              | Mikrotesla (10 <sup>-6</sup> Tesla)   |
| €               | Euro  |
| §               | Paragraph   |
| °               | Grad  |
| °C              | Temperatur in Grad Celsius  |
| Abb.            | Abbildung   |
| Abs.            | Absatz  |
| Abschn.         | Abschnitt   |
| Abt.            | Abteilung   |
| AC / DC         | Wechselstrom „Alternating Current“ (AC); Gleichstrom „Direct Current“ (DC)  |
| AEUV            | Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union  |
| AG              | Aktiengesellschaft  |
| AK              | Autobahnkreuz   |
| ALEGrO          | Aachen-Lüttich Electricity Grid Overlay   |
| ÄndG            | Änderungsgesetz   |
| Art.            | Artikel   |
| ATV             | <i>Abwassertechnische Vereinigung</i> , jetzt Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA)  |
| AVN             | Automatische Vollschnittmaschine  |
| AVV Baulärm     | Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen – vom 19. August 1970   |
| BBPIG           | Gesetz über den Bundesbedarfsplan (Bundesbedarfsplangesetz)   |
| BE              | Belgien   |
| <b>BEK</b>      | <b>Baueinsatzkabel</b>  |
| BGBI            | Bundesgesetzblatt   |
| BImSchG         | Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz) |
| BImSchV         | Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes   |
| Bl.             | Bauleitnummer   |
| BNatSchG        | Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG)  |
| BNetzA          | Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen  |
| BVerwG          | Bundesverwaltungsgericht  |
| bzw.            | Beziehungsweise   |
| ca.             | Zirka   |
| cm              | Zentimeter  |
| CO <sub>2</sub> | Kohlendioxid  |

|                        |  |
|------------------------|--|
| d.h.                   | das heißt  |
| DA oder d <sub>a</sub> | Rohr-Außendurchmesser  |
| dB                     | Dezibel, Einheit zur Angabe eines Schalldruckpegels  |
| DB                     | Deutsche Bahn  |
| DC                     | Direct Current (Gleichstrom)   |
| DCA                    | Verband Güteschutz Horizontalbohrungen e.V.)   |
| DE                     | Deutschland  |
| DE oder d <sub>i</sub> | Rohr-Innendurchmesser  |
| DIN                    | Deutsches Institut für Normung e.V.  |
| DN                     | Diametre Nominal (Nennweite)   |
| DVGW                   | Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches   |
| DWA                    | Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfälle e.V.                                       |
| e.V.                   | Eingetragener Verein   |
| EEG                    | Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz)                                  |
| EMF                    | Elektromagnetische Felder  |
| EN                     | Europa-Norm  |
| EnLAG                  | Gesetz zum Ausbau von Energieleitungen (Energieleitungsausbaugesetz)                                       |
| ENTSO-E                | European Network of Transmission System Operators for Electricity (Verband der Europäischen Netzbetreiber) |
| ENV                    | Europäische Vornorm  |
| EnWG                   | Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz)                                |
| Erforderl.             | Erforderlich   |
| EU                     | Europäische Union  |
| EVS                    | EUREGIO Verkehrsschienennetz GmbH  |
| EVU                    | Unternehmen der öffentlichen Elektrizitätsversorgung   |
| FD – Beton             | Flüssigkeitsdichter Beton  |
| ff.                    | fortfolgende   |
| FFH                    | Flora Fauna Habitat  |
| FStrG                  | Bundesfernstraßengesetz  |
| Gem.                   | Gemäß  |
| GFK – Rohr             | aus Glasfaserkunststoff hergestelltes Rohr   |
| ggf.                   | Gegebenenfalls   |
| GHz                    | Gigahertz (10 <sup>9</sup> Hertz)  |
| GmbH                   | Gesellschaft mit beschränkter Haftung  |
| GV                     | Gesetz- und Verordnungsblatt   |
| GW                     | Arbeitsblatt des DVGW  |
| HDD                    | Horizontalbohrverfahren (Horizontal Directional Drilling)  |
| HDPE                   | Aus hochdichtem Polyethylen (High Density Poly Ethylen) hergestelltes                                      |

|                 |   |
|-----------------|---|
|                 | Rohr  |
| HGÜ             | Höchstspannungsgleichstromübertragung   |
| <b>HQ</b>       | <b>wissenschaftlich/mathematische Abkürzung aus „Hoch“ und der Abfluss-Kennzahl Q</b>   |
| Hs.             | Halbsatz  |
| HV / EHV        | “Revision of qualification procedures for HV and EHV AC extruded underground cable systems“ (Empfehlungen zur Überarbeitung des Qualifikationsablaufs von Hoch- und Höchstspannungskabelsystemen) |
| Hz              | Hertz   |
| i.S.            | im Sinne  |
| ICE             | Intercity-Express   |
| ICNIRP          | International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection   |
| IRPA            | International Radiation Protection Association  |
| Kap.            | Kapitel   |
| KBI.            | Kabelbauleitnummer (eindeutige Bezeichnung der Leitung auf deutscher Seite)   |
| km              | Kilometer   |
| kV              | Kilovolt ( $10^3$ Volt)   |
| LAGA            | Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall   |
| LAI             | Länderausschuss für Immissionsschutz  |
| LBP             | Landschaftspflegerischer Begleitplan  |
| lfd.            | laufende  |
| lfd. Nr. Eigt.  | Laufende Eigentümernummer   |
| LNatSchG NRW    | Gesetz zum Schutz der Natur in Nordrhein-Westfalen (Landesnaturchutzgesetz – LNatSchG NRW)  |
| LWG             | Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Landeswassergesetz – LWG)  |
| LWL             | Lichtwellenleiter   |
| m               | Meter   |
| m <sup>2</sup>  | Quadratmeter  |
| <b>MFB</b>      | <b>Multifunktionsbohrung(en)</b>  |
| Min.            | Mindestens  |
| Mio.            | Millionen   |
| mm              | Millimeter  |
| mm <sup>2</sup> | Quadratmillimeter   |
| mNN             | Metern Normalnull   |
| MW              | Megawatt  |
| <b>NATO</b>     | <b>North Atlantic Treaty Organization</b>   |
| NN              | Normalnull  |
| NNA             | Nationale Normative Festsetzungen   |
| Nr. / Nrn.      | Nummer / Nummern  |

|            |   |
|------------|---|
| NRW        | Nordrhein-Westfalen   |
| NSG        | Naturschutzgebiet   |
| NVP        | Netzverknüpfungspunkt   |
| o.g.       | oben genannten  |
| <b>OGE</b> | <b>Open Grid Europe GmbH</b>  |
| Offshore   | Die Windenergienutzung durch im Meer errichtete Windparks             |
| PCI        | Project of Common Interest  |
| PE         | Polyethylen   |
| Pkt.       | Punkt   |
| PP         | Polypropylen  |
| R          | Radius  |
| rd.        | rund  |
| ROG        | Raumordnungsgesetz  |
| RoV        | Raumordnungsverordnung  |
| RSto       | Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen |
| S.         | Satz  |
| SA         | Société anonyme (belgische Aktiengesellschaft)                        |
| SKR        | Stromkreuzungsrichtlinien   |
| sog.       | So genannt (en)   |
| SPA        | sensorüberwachte Abpumpanlage   |
| Std.       | Stunden   |
| TA         | Technische Anleitung  |
| Tab.       | Tabelle   |
| TBI        | Technische Broschüre der Cigré  |
| tlw.       | teilweise   |
| TYNDP      | 10-Year Network Development Plan (europäischer Netzentwicklungsplan)  |
| u.a.       | Unter anderem   |
| UA         | Schalt- und Umspannanlage   |
| UAbs.      | Unterabsatz   |
| UVP        | Umweltverträglichkeitsprüfung   |
| UVPG       | Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung                         |
| VAwS       | Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen     |
| VDE        | Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.        |
| VGH        | Verwaltungsgerichtshof  |
| vgl.       | vergleiche  |
| VO         | Verordnung  |
| VPE        | Vernetztes Polyethylen  |
| VS         | Vortriebsschacht  |
| VwVfG NRW  | Verwaltungsverfahrensgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen          |

|           |  |
|-----------|--|
| WGK       | Wassergefährdungsklasse  |
| WHG       | Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz)   |
| z.B.      | zum Beispiel   |
| Ziff.     | Ziffer   |
| ZTV A-STB | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächen aus Asphalt |

## Tabellenverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Tabelle 1 <b>D1</b> : Übersicht der Planänderungsabschnitte .....                              | 13 |
| <del>Tabelle 1</del> <b>Tabelle 2 D1</b> : Betriebseinrichtungen an den Muffenstandorten ..... | 42 |
| <del>Tabelle 2</del> <b>Tabelle 3 D1</b> : Querungen mit Autobahnen .....                      | 84 |
| <del>Tabelle 3</del> <b>Tabelle 4 D1</b> : Querungen mit Bundesstraßen .....                   | 85 |
| <del>Tabelle 4</del> <b>Tabelle 5 D1</b> : Querungen mit Landstraßen .....                     | 86 |
| <del>Tabelle 5</del> <b>Tabelle 6 D1</b> : Gleisquerungen .....                                | 87 |

## Abbildungsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 1: Großräumige Alternativen .....  | 27 |
| Abbildung 2: <b>Lage der Trasse (rote Linie), gelbe Linien: Gemeindegrenzen</b> .....                | 35 |
| <del>Abbildung 2</del> <b>Abbildung 3 D1</b> : Schematischer Aufbau des 320-kV-VPE-Kabels .....      | 38 |
| <del>Abbildung 3</del> <b>Abbildung 4 D1</b> : Darstellung Kabelmuffe .....                          | 40 |
| <del>Abbildung 4</del> : Beispiel-Foto eines Unterflurschachts .....                                 | 37 |
| Abbildung 5: Kabelendverschluss des 320 kV Kabelsystems .....  | 46 |
| Abbildung 6: Regelquerung .....  | 48 |
| Abbildung 7: Regelquerschnitt .....  | 56 |
| Abbildung 8: Regelquerschnitt Vortriebsrohr .....  | 60 |
| Abbildung 9: Regelquerschnitt Pressbohrung DN 800 .....  | 63 |
| Abbildung 10: Regelquerschnitt Horizontalbohrung DA 900 .....  | 65 |
| <b>Abbildung 11 D1</b> : <b>Querschnitt der HHD Spülbohrung der Indequerung in Einzeladern</b> ..... | 71 |
| <del>Abbildung 12</del> <b>Abbildung 12 D1</b> : Querung der B 258 zwischen Bebauung .....           | 76 |
| <del>Abbildung 13</del> <b>Abbildung 13 D1</b> : Beispielbild eines Markierungsschildes .....        | 91 |

## 1. Einleitung und Veranlassung

Die Amprion GmbH ist ein bedeutender Übertragungsnetzbetreiber in Europa und betreibt mit rund 11.000 Kilometern Länge sowie ca. 180 Schalt- und Umspannanlagen zwischen Niedersachsen und der Grenze zur Schweiz und Österreich das längste Höchstspannungsnetz in Deutschland. Von Niedersachsen bis zu den Alpen werden mehr als 29 Millionen Menschen über das Stromnetz der Amprion GmbH versorgt. Das Netz mit den Spannungsstufen 380.000 Volt (380 kV) und 220.000 Volt (220 kV) steht allen Akteuren am Strommarkt diskriminierungsfrei sowie zu marktgerechten und transparenten Bedingungen zur Verfügung. Es verbindet die Erzeuger wie z.B. Kraftwerke oder erneuerbare Energien mit den Verbrauchsschwerpunkten und ist gleichzeitig wichtiger Bestandteil des Übertragungsnetzes in Deutschland und in Europa. Darüber hinaus ist die Amprion GmbH verantwortlich für die Koordination des Verbundbetriebs in Deutschland sowie im nördlichen Teil des europäischen Höchstspannungsnetzes. Durch seine zentrale Lage in Europa ist das deutsche Übertragungsnetz eine wichtige Drehscheibe für den Energietransport zwischen Nord und Süd sowie zwischen Ost und West.

Das 220-/380-kV-Höchstspannungsnetz ermöglicht einen überregionalen Stromtransport und trägt wesentlich zur Versorgungssicherheit bei. Es stellt eine effiziente netzbetreiber- und länderübergreifende Vernetzung zwischen einzelnen Erzeugungs- und Verbrauchsschwerpunkten dar.

Die heutigen und zukünftigen Anforderungen an das 220-/380-kV-Höchstspannungsnetz der deutschen und europäischen Energieversorger sind geprägt durch einen ansteigenden Transport großer elektrischer Energiemengen über weite Entfernungen und Grenzen hinweg. Während in der Vergangenheit die Struktur des Transportnetzes durch eine verbrauchsnahe Erzeugung geprägt war, erfolgt gegenwärtig eine deutlich zunehmende räumliche Verschiebung von Erzeugung und Verbrauch besonders in Nord-Süd-Richtung und zu unseren Verbundpartnern.

Um die Aufgaben des steigenden überregionalen Stromtransportes wie z.B. von installierten Windenergieleistungen (On- und Offshore) auch weiterhin erfüllen zu können sowie die Versorgungssicherheit und die Systemstabilität zu gewährleisten, muss daher das bestehende Höchstspannungsnetz ausgebaut werden.

Die Amprion GmbH plant gemeinsam mit dem belgischen Übertragungsnetzbetreiber und Projektpartner, der Elia Asset SA/N.V. („Elia“), zur Erfüllung ihrer gesetzlichen Verpflichtungen einer sicheren Energieversorgung die Errichtung einer 320-kV-Höchstspannungsgleichstromverbindung. Diese soll vom deutschen Netzverknüpfungspunkt (NVP) Oberzier im Raum Aachen/Düren bis zum NVP Lixhe in Belgien mit einer Übertragungskapazität von ca. 1.000 MW verlaufen. Es ist vorgesehen, die Leitung als Erdkabel zu verwirklichen. Das Vorhaben hat die Kabel-Bauleitnummer

(KBI.) 7001. Der geplante Neubau hat auf deutscher Seite eine Leitungslänge von ca. 40 km.

Das Vorhaben ist Teil der ersten direkten Stromverbindung zwischen Belgien und Deutschland. Das grenzüberschreitende Vorhaben wird auf belgischer Seite von Elia geplant. Die Anbindung der insgesamt ca. 90 km langen Verbindung an das belgische Netz soll in Lixhe im Raum Lüttich erfolgen. Aus der Bezeichnung Aachen-Lüttich Electricity Grid Overlay hat sich das Projektkürzel ALEGrO entwickelt. Der Übergabepunkt zwischen den Stromnetzen der Amprion und der Elia ist im Bereich der Autobahn A 44 in der Nähe des Grenzübergangs Lichtenbusch geplant. Das Vorhaben „Neubau der Höchstspannungsgleichstromverbindung Oberzier - Bundesgrenze BE (Lixhe)“ verläuft auf deutscher Seite innerhalb des Netzgebietes der Amprion GmbH.

Die grenzüberschreitende Verbindung zwischen Deutschland und Belgien ist in den gemeinschaftsweiten 10-Jahres-Netzentwicklungsplänen ("TYNDP") 2012, 2014 und 2016 des Verbands der Europäischen Netzbetreiber (ENTSO-E) jeweils unter der Projektnummer 92 aufgeführt. Außerdem ist das Vorhaben in der sogenannten "Unionsliste" in Anhang VII, Abschn. B.II. der Verordnung (EU) Nr. 347/2013 (Vorrangiger Korridor „Nord-Süd-Stromverbindungsleitungen in Westeuropa“) unter der Nr. 2.2.1. als "Verbindungsleitung zwischen Lixhe (BE) und Oberzier (DE)" und Vorhaben von gemeinsamem Interesse (Project of Common Interest, "PCI") aufgenommen. Damit unterfällt es den Vorgaben dieser Verordnung und ist von den Übertragungsnetzbetreibern prioritär und zügig umzusetzen. Mit der Erneuerung der Unionsliste durch die Europäische Kommission in 2015 hat das Vorhaben zusätzlich den Status "PCI mit Zweiteinstufung als Stromautobahn" erhalten (vgl. Anhang VII, Abschn. A.IV. iVm. Abschn. B.11 Nr. 2.2.1 VO (EU) Nr. 347/2013). Dies sind PCI, die zu einem der vorrangigen Elektrizitätskorridore gehören und gleichzeitig in den vorrangigen Themenbereich "Stromautobahnen" fallen. Die Europäische Kommission beabsichtigt bis 2020 mit dem Aufbau eines "Stromautobahnsystems" zu beginnen, das in der Lage ist, die ständig zunehmende Erzeugung überschüssiger Windenergie in den nördlichen Meeren und in der Ostsee und die zunehmende Erzeugung von Energie aus erneuerbaren Quellen in Ost- und Südeuropa und auch in Nordafrika aufzunehmen und diese neuen Stromerzeugungszentren mit großen Speichern in den nordischen Ländern, den Alpen und anderen Gebieten mit großen Verbrauchszentren zu verbinden. Außerdem sollen die Stromautobahnen eine zunehmend variable und dezentrale Stromversorgung und die flexible Stromnachfrage bewältigen.

Auf nationaler Ebene ist das Vorhaben im Bundesbedarfsplangesetz ("BBPIG") als Vorhaben "Nr. 30: Höchstspannungsleitung Oberzier – Bundesgrenze (BE); Gleichstrom" des Bundesbedarfsplanes (Anlage zu § 1 Abs. 1 BBPIG) aufgeführt. Das Vorhaben ist im Bundesbedarfsplan zudem mit "B" und "E" gekennzeichnet. Damit ist das Projekt ALEGrO auf deutscher Seite ein Pilotprojekt für verlustarme Übertragung hoher Leistungen über große Entfernungen, das nach dem Wunsch des Gesetzge-

bers grundsätzlich als Erdkabel zu errichten und zu betreiben oder zu ändern ist. Gemäß § 43 Satz 1 Nr. 5 EnWG ist für Hochspannungsleitungen nach § 2 Abs. 5 BBPIG und damit auch für das vorliegende Vorhaben ein Planfeststellungsverfahren durch die nach Landesrecht zuständige Behörde durchzuführen. Nach Landesrecht zuständige Behörde für dieses Vorhaben ist die Bezirksregierung Köln (§ 1 Abs. 2 Hs. 2 der VO zur Regelung von Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Energiewirtschaftsrechts, § 3 Abs. 1 Nr. 1 VwVfG NRW). Der Konverter stellt die technische Verbindung zwischen dem Drehstromnetz und der hier beantragten Gleichstromleitung her. Ohne ihn ist der bestimmungsgemäße Betrieb der Leitung nicht möglich. Der Konverter ist damit eine für den Betrieb der Energieleitung notwendige Anlage im Sinne des § 43 Satz 3 EnWG, sodass er als Teil des Vorhabens zu betrachten ist.

Die Antragsunterlagen haben zur Durchführung des Anhörungsverfahrens nach § 43a EnWG, § 73 VwVfG vom 29.05.2017 bis zum 28.06.2017 in den betroffenen Gemeinden ausgelegt. Annähernd gleichlaufend wurden die Träger öffentlicher Belange durch die Bezirksregierung Köln zu dem beantragten Vorhaben angehört und um entsprechende Stellungnahmen gebeten. Die eingegangenen Einwendungen und Stellungnahmen wurden der Vorhabenträgerin von der Planfeststellungsbehörde mit der Bitte um Beantwortung in synoptischer Form weitergeleitet.

Im Rahmen dieser Bearbeitung und durch weitere Abstimmungsgespräche mit verschiedenen Privaten, Trägern öffentlicher Belange und den Herstellern der Kabel und des Konverters sind verschiedene Sachverhalte virulent geworden, die etwa eine Anpassung der Trassenführung und/oder Änderung der Verlegeart erforderlich machen. Die nachfolgenden Änderungen des bereits ausgelegten Plans werden im Rahmen dieses Deckblattes in das Verfahren eingebracht.

Nachfolgend werden die erforderlichen Umplanungen zunächst tabellarisch in einer Übersicht dargestellt. Im jeweiligen technischen Kapitel dieses Erläuterungsberichtes werden diese genauer beschrieben und entsprechend der gesetzlichen Vorgaben die Auswirkungen und Änderungen aufgezeigt. Auf den Blattschnittübersichten (z.B. in Anlage 4A D1) sind die jeweiligen Umplanungsabschnitte zeichnerisch abgegrenzt. Die in Tabelle 1 D1 mit „Entfällt“ bezeichneten Umplanungen XIV und XV wurden von der Vorhabenträgerin zunächst als mögliche Umplanungen geprüft, jedoch sodann verworfen, da eine solche nicht erforderlich war. Im Rahmen der erforderlichen Umplanungen ergibt sich für die Trasse jeweils eine Planänderung bei den angegebenen Kilometrierungen. Die Kilometrierung wird auf den Stand der Antragsunterlagen eingefroren, Planänderungsabschnitte bekommen in den Übersichtsplänen keine neue Kilometrierung und werden mit den laufenden römischen Ziffern I bis XVIII bezeichnet und über die schwarzen Rahmen in den Blattschnittübersichten abgegrenzt. Bezugspunkte können hier weiterhin identifiziert werden, so dass keine Neukilometrierung erforderlich war. In den Detaildarstellungen (Anlage 5 D1 und 7 D1) wurde indes eine Fehlkilometrierung eingearbeitet, um Entfernungsorientierungspunkte sichtbar und die Darstellung nachvollziehbar zu machen.

Tabelle 1 D1: Übersicht der Planänderungsabschnitte

| Lfd. Nr. | Antrags-kilometrierung | Bezeichnung  |
|----------|------------------------|--|
| I        | 0                      | 110-kV-BEK Konverter   |
| II       | 1,8 bis 1,9            | Kreuzung der Oberzierer Strasse                                    |
| III      | 5,7 bis 6,8            | Querung der Rur und des Lendersdorfer Mühlenteiches                |
| IV       | 7,2 bis 8,1            | Verlegung am Rastplatz Rur-Scholle                                 |
| V        | 8,3 bis 11,2           | Verlegung im Abschnitt Merken – Lucherberg                         |
| VI       | 11,6 bis 11,7          | Querung des Wehebachs  |
| VII      | 13,3 bis 13,4          | Kreuzung der Langerweher Straße K34                                |
| VIII     | 14,0 bis 14,4          | Querung der Inde bei Weisweiler                                    |
| IX       | 14,6 bis 15,0          | Kreuzung der Anschlussbahn und der Landesstraße 241 „Am Kraftwerk“ |
| X        | 16,3 bis 16,8          | Verlegung an der OGE Leitung im Bereich Eschweiler                 |
| XI       | 23,3 bis 23,4          | Kreuzung der NATO-Pipeline   |
| XII      | 23,5 bis 23,6          | Kreuzung der Aachener Straße L 223                                 |
| XIII     | 24,3 bis 24,4          | Querung des Merzbachs  |
| XIV      |                        | Entfällt   |
| XV       |                        | Entfällt   |
| XVI      | 37,9 bis 38,0          | Kreuzung der Hifelder Straße K35                                   |
| XVII     | 0 bis 40               | Änderungen im Bereich verschiedener Muffenstandorte                |
| XVIII    | 29,0                   | Wegfall der Ersatzmaßnahme E5; zusätzliche Ersatzmaßnahme E6       |

### 1.1. Maßnahmenübersicht

Das hier zur Planfeststellung vorliegende Vorhaben umfasst die komplette Leitungstrasse auf deutscher Seite beginnend westlich der Station Oberzier bis zur belgischen Grenze bei Lichtenbusch sowie die Errichtung der Konverteranlage. Das Grundstück, auf dem der Konverter errichtet werden soll, befindet sich vollständig im Eigentum der Amprion GmbH. Die entsprechenden öffentlich-rechtlichen Genehmigungsverfahren auf belgischer Seite werden durch Elia nach belgischem Recht durchgeführt.

Der geplante Trassenverlauf sowie der aktuelle geplante Standort des Konverters sind in **Anlage 2** (Übersichtspläne im Maßstab 1:25.000) ausgewiesen. Der genaue Verlauf der Kabeltrasse ist in **Anlage 4** (Lagepläne im Maßstab 1:2.000) dargestellt.

Mit dem Bau der 320-kV-Höchstspannungsgleichstromverbindung Pkt. Oberzier – Bundesgrenze DE/BE, KBl. 7001 und der Konverteranlage soll nach derzeitigem Planungsstand ab dem Jahre 2018 begonnen werden.

Die Erdkabelstrecke wird in einer Bauzeit von ca. 24 Monaten und der Konverter in einer Bauzeit von ebenfalls etwa 24 Monaten mit anschließender Inbetriebnahme-phase errichtet. Die Investitionskosten auf deutscher Seite betragen insgesamt ca. 250 Mio. €.

## 1.2. Erlaubnisse und Befreiungen

Nach § 75 Abs. 1 S. 1 VwVfG wird die Zulässigkeit des Vorhabens einschließlich der notwendigen Folgemaßnahmen an anderen Anlagen durch die Planfeststellung im Hinblick auf alle von ihm berührten öffentlichen Belange festgestellt; neben der Planfeststellung sind andere behördliche Entscheidungen, insbesondere öffentlich-rechtliche Genehmigungen, Verleihungen, Erlaubnisse, Bewilligungen, Zustimmungen und Planfeststellungen nicht erforderlich.

Eines vorgelagerten Raumordnungsverfahrens nach § 15 Abs. 1 Satz 1 ROG iVm. § 1 Satz 3 Nr. 14 RoV bedurfte es vorliegend nicht, da es sich bei dem Vorhaben nicht um eine raumordnungspflichtige Hochspannungsfreileitung mit einer Nennspannung von 110 kV oder mehr handelt, sondern um ein Erdkabelprojekt.

### 1.2.1. Wasserrechtliche Erlaubnisse

In die vorliegende Planfeststellung eingeschlossen werden insbesondere die wasserrechtlichen Erlaubnisse nach § 8 Abs. 1 WHG für Eingriffe ins Grundwasser und für Einleitungen in Gewässer. Weiter soll das Niederschlagswasser, das auf den befestigten Flächen der Konverteranlage aufgefangen wird, einer Versickerungsanlage zugeführt werden.

### 1.2.2. Beantragte Befreiungen

Für folgende vom Trassenverlauf in offener Bauweise gequerte Schutzgebiete gem. Festsetzung der jeweiligen Landschaftspläne (vgl. Kap. 3.2.2 Teil A der Umweltstudie) sind im Rahmen der Planfeststellung Befreiungen von den Verboten der jeweiligen Schutzgebietsverordnungen zu erwirken (gemäß § 67 Abs. 1, 2 BNatSchG bzw. § 75 LNatSchG NRW):

- **Landschaftsschutzgebiete (LSG)**

| Kennung            | Objektbezeichnung                     | Station         |
|--------------------|---------------------------------------|-----------------|
| <b>Kreis Düren</b> |                                       |                 |
| LP 2:              | LSG "Rurtal südlich der Autobahn A44" | 5+480 bis 5+820 |

| Kennung                               | Objektbezeichnung   | Station   |
|---------------------------------------|---|---|
| 2.3-15                                |   |   |
| <b>Städteregion Aachen</b>            |   |   |
| LP VII:<br>2.2-5<br>(Entwurf<br>2012) | LSG "Industrie- und Gewerbepark"                                | 16+750 bis 17+300   |
| LP I:<br>2.2-15                       | LSG "Grünland und Gehölzbestand der Ortslage Röhe"              | 21+625 bis 21+780   |
| LP I:<br>2.2-9                        | LSG "Grünland und Waldbereich östlich der A44, nördlich der A4" | 24+210 bis 24+675<br>25+840 bis 25+900<br>26+175 bis 27+115                       |
| LP III:<br>2.2-7                      | LSG "Würselener Wald mit angrenzenden Flächen"                  | 29+250 bis 30+485   |
| <b>Stadt Aachen</b>                   |   |   |
| ---                                   | LSG Aachen  | 27+100 bis 29+250<br>35+040 bis 38+210<br>39+275 bis 39+450<br>39+985 bis Bauende |

- **geschützte Landschaftsbestandteile (LB)**

| Kennung                    | Objektbezeichnung                              | Station   |
|----------------------------|--|---|
| <b>Kreis Düren</b>         |  |   |
| ---                        | keine LB betroffen                             | ---   |
| <b>Städteregion Aachen</b> |  |   |
| LP VII:<br>2.4-71          | LB Feldgehölz an der Straße "Am Kraftwerk"     | 14+900: tlw. Verlust                                |
| LP VII:<br>2.4-71          | LB Gehölzstreifen längs Feldweg                | 15+130: Verlust kleiner Teilflächen                 |
| LP VII:<br>2.4-33          | LB "Hecke am Neulandhof"                       | 20+370: kleinflächiger Verlust                      |
| LP VII:<br>2.4-32          | LB Feldgehölz nördlich der A 4                 | 20+400 bis 20+520: randliche Flächeninanspruchnahme |
| LP I:<br>2.4-72            | LB Baumreihe auf beiden Seiten längs der B 264 | 23+500: Verlust einzelner Bäume                     |
| <b>Stadt Aachen</b>        |  |   |
| LB-93.12                   | LB Höckerlinie (Westwall)                      | bei 31+700: Querung im bereits gestörten Bereich    |
| LB-145                     | LB Hittfelder Bach                             | bei 37+000: Gehölzverlust                           |

Naturschutzgebiete (NSG) und Naturdenkmale (ND) sind vom Vorhaben nicht betroffen. Für folgende vom Trassenverlauf in offener Bauweise gequerten gesetzlich geschützten Biotope gem. § 30 BNatSchG bzw. § 42 LNatSchG NRW (vgl. Kap. 3.2.2 Teil A der Umweltstudie) sind im Rahmen der Planfeststellung Befreiungen von den damit verbundenen Verboten zu erwirken (gemäß § 67 Abs. 1, 2 BNatSchG bzw. § 75 LNatSchG NRW):

- **Gesetzlich geschützte Biotop** [§ 30 BNatSchG / § 42 LNatSchG NRW] gem. LANUV

| Kennung                    | geschützte Biotoptypen                                  | Station           |
|----------------------------|---|-------------------|
| <b>Kreis Düren</b>         |   |                   |
| GB-5104-001                | natürliche / naturnahe Fließgewässerbereiche (Wehebach) | 11+645 bis 11+660 |
| <b>Städteregion Aachen</b> |   |                   |
| ---                        | keine gesetzlich geschützten Biotop betroffen           |                   |
| <b>Stadt Aachen</b>        |   |                   |
| ---                        | keine gesetzlich geschützten Biotop betroffen           |                   |

## 2. Rechtsrahmen der energierechtlichen Verfahren

Die Planung der vorliegenden Leitung wird sowohl von nationalen als auch von europäischen Rechtsvorschriften tangiert. Grundsätzlich unterliegt die Genehmigung den nationalen Vorschriften (vgl. hierzu Ziff. 2.1) – die Besonderheit des Projekts ALEGrO ist eine teilweise Überlagerung des nationalen Planfeststellungsverfahrens durch ihr Status als PCI iSd. VO (EU) Nr. 347/2013 (vgl. hierzu bereits die Einleitung (Ziff. 1) und im Folgenden Ziff. 2.2).

In den nachfolgenden Abschnitten werden sowohl der nationale Hintergrund als auch der europäische Rechtsrahmen und dessen Hintergrund kurz skizziert.

### 2.1. Energierechtliches Planfeststellungsverfahren

Die Errichtung und der Betrieb von Hochspannungsleitungen nach § 2 Abs. 5 BBPlG bedürfen gem. § 43 Satz 1 Nr. 5 Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) der Planfeststellung durch die nach Landesrecht zuständige Behörde. Für das Planfeststellungsverfahren gelten die §§ 72 bis 78 des Verwaltungsverfahrensgesetzes (VwVfG NRW) des Landes Nordrhein-Westfalen nach Maßgabe des EnWG (vgl. § 43 Satz 7 EnWG). Da das Vorhaben unter Nummer 30 der Anlage 1 zu § 1 BBPlG unter anderem mit einem „E“ gekennzeichnet ist, ist dieses zur Höchstspannung-Gleichstrom-Übertragung nach Maßgabe des § 3 als Erdkabel zu errichten und zu betreiben oder zu ändern (§ 2 Abs. 5 BBPlG), sodass es auch der Planfeststellungspflicht gem. § 43 Satz 1 Nr. 5 EnWG unterliegt.

Das Vorhaben muss objektiv erforderlich bzw. vernünftigerweise geboten und hierzu mit den Zielen des EnWG im Einklang stehen. Dies bemisst sich im Energieleitungs-

ausbauverfahren anhand der in § 1 EnWG niedergelegten Grundsätze. Zweck des Gesetzes ist eine möglichst sichere, preisgünstige, verbraucherfreundliche, effiziente und umweltverträgliche leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit Elektrizität und Gas, die zunehmend auf erneuerbaren Energien beruht. Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens ist nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) auch eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) für die Errichtung und Betrieb eines Erdkabels nach § 2 Abs. 5 BBPIG gem. § 3b Abs. 1 Satz 1 UVPG iVm. Anlage 1 Nr. 19.11 durchzuführen.

## **2.2. Einordnung des Projekts in den europäischen Rechtsrahmen**

### **2.2.1. Status als PCI-Projekt**

Wie einleitend unter Ziff. 1 bereits bemerkt, hat das Projekt ALEGrO auch einen europarechtlichen Hintergrund und ist als sog. PCI-Projekt prioritär im Rahmen der Planung zu behandeln. Es ist in der sogenannten „Unionsliste“ in Anhang VII, B. der VO (EU) Nr. 347/2013 unter Nr. 2.2.1 als „Verbindungsleitung zwischen Lixhe (BE) und Oberzier (DE)“ als Vorhaben von gemeinsamem Interesse (Project of Common Interest, „PCI“) aufgenommen worden und unterfällt damit den Vorgaben dieser Verordnung.

Die vorgenannte Verordnung vom 17.04.2013 betrifft Netzausbauprojekte aus den Bereichen Strom, Gas, Öl und CO<sup>2</sup> und schafft die Basis dafür, dass forderungswürdige Vorhaben aus diesen Sektoren ermittelt und besonders privilegiert werden. Die Verordnung enthält Leitlinien für die rechtzeitige Entwicklung und Interoperabilität vorrangiger transeuropäischer Energieinfrastrukturkorridore und -gebiete. Sie behandelt die Identifizierung von Vorhaben von gemeinsamem Interesse, die für die Realisierung von vorrangigen Korridoren und Gebieten erforderlich sind. Zudem erleichtert sie die rechtzeitige Durchführung von PCI durch die Straffung, engere Koordinierung und Beschleunigung der Genehmigungsverfahren. Ziel der Verordnung ist die Verwirklichung eines funktionierenden Energiebinnenmarktes in Europa und die Schaffung einer hierfür erforderlichen und zuverlässigen leistungsstarken Infrastruktur.

Projekte werden nur dann in die Unionsliste aufgenommen, wenn sie in einem bestimmten Energieinfrastrukturkorridor gem. Anlage 1 zur Verordnung gem. Art. 4 Abs. 1a erforderlich sind und einem spezifischen Förderkriterium gem. Art. 4 Abs. 2a VO (EU) Nr. 347/2013 zuträglich sind. Vorliegend unterfällt das Projekt ALEGrO dem Förderkriterium der Versorgungssicherheit und Nachhaltigkeit.

Der rechtliche Fördermechanismus der Verordnung besteht vor allem darin, den PCI besondere Privilegien in den Bereichen Planung, Genehmigung und Regulierung zu gewähren. Darüber hinaus kommt gem. Art. 14 VO (EU) Nr. 347/2013 grundsätzlich die Möglichkeit einer finanziellen Unterstützung durch die Union in Form von Finanzhilfen für Studien und unter den Voraussetzungen von Art. 14 Abs. 2 VO (EU) Nr. 347/2013 auch für Arbeiten in Betracht.

Vor allem im Hinblick auf das Funktionieren des Energiebinnenmarktes und die Versorgungssicherheit der Europäischen Union begründet zudem Art. 7 Abs. 1 VO (EU) Nr. 347/2013 für Entscheidungen im Rahmen des Genehmigungsverfahrens die zwingende Erforderlichkeit des vorliegenden PCI-Vorhabens in energiepolitischer Hinsicht. Hiermit erhalten diese Projekte auch im nationalen Recht den höchstmöglichen Status und werden vor allem in den Genehmigungsverfahren entsprechend bevorzugt behandelt.

Mit der Aufnahme des Projekts in den Bundesbedarfsplan und den Netzentwicklungsplan sowie die Unionsliste ist das Vorhaben als energiewirtschaftlich zwingend notwendig ausgewiesen. Es ist erforderlich, um als steuerbare Transportleitung die Versorgungssicherheit zwischen Deutschland und den BeNeLux-Staaten zu sichern und den Ausgleich von Stromangebot und -nachfrage in Zentral-/Westeuropa in erforderlichem Maße zu gewährleisten. Aufgrund des massiven Ausbaus erneuerbarer Energien und durch die Atomausstiege in Belgien und Deutschland gewinnt die Interoperabilität der Elektrizitätsnetze innerhalb der Europäischen Union besondere Bedeutung. Diese Interoperabilität wird durch das Projekt sichergestellt.

### **2.2.2. Planungsrechtliche Auswirkungen der hervorgehobenen Bedeutung des Projekts**

Die Aufnahme in den Netzentwicklungsplan, den Bundesbedarfsplan und die Unionsliste weist dem Projekt ALEGrO europarechtlich wie auch bundesrechtlich den höchstmöglichen Status zu und unterstreicht die überragende Bedeutung des Projekts, was sich nicht zuletzt in den sehr engen Terminvorgaben der VO (EU) Nr. 347/2013 äußert. Das sog. PCI-Verfahren ist kein eigenständiges Verfahren, sondern stellt an das nationale Genehmigungsverfahren darüber hinausgehende europarechtliche Anforderungen auf, denen die Vorhabenträgerin und die Genehmigungsbehörde nachzukommen hat (wie z.B. den als **Anlage 16** dem Antrag informatorisch beigefügten Bericht über die Beteiligung der Öffentlichkeit gem. Art. 9 Abs. 4 UAbs. 2 VO (EU) Nr. 347/2013).

Grundsätzlich sieht die VO (EU) Nr. 347/2013 zwei Abschnitte vor, in denen sich das Projekt im europäischen Planungsprozess befinden kann. Der erste Abschnitt (Vorantragsabschnitt) ist in Art. 10 Abs. 1 lit. a VO (EU) Nr. 347/2013 normiert – in Art. 10 Abs. 1 lit. b VO (EU) Nr. 347/2013 der formale Genehmigungsabschnitt. Mit Einreichung des Antrags befindet sich das Projekt nunmehr im formalen Genehmigungsabschnitt. Im Rahmen des Vorantragsabschnitts mussten die erforderlichen Antragsunterlagen und die Umweltstudie durch den Vorhabenträger ausgearbeitet werden. Es fanden zudem verschiedene Abstimmungen mit der Genehmigungsbehörde und weiteren betroffenen Behörden statt. Darüber hinaus wurden Vorgaben der VO (EU) Nr. 347/2013 zur Öffentlichkeitsbeteiligung von der Vorhabenträgerin umgesetzt.

Gemäß Art. 10 Abs. 1 lit. a VO (EU) Nr. 347/2013 musste der Vorantragsabschnitt für das PCI-Vorhaben ALEGrO innerhalb von 2 Jahren abgeschlossen werden – für den formalen Genehmigungsabschnitt ist eine maximale Dauer von einem Jahr und sechs Monaten vorgesehen (vgl. Art. 10 Abs. 1 lit. b VO (EU) Nr. 347/2013).

### 3. Zweck und Rechtswirkungen der Planfeststellung

Es ist der Zweck der Planfeststellung, alle durch das Vorhaben berührten öffentlich-rechtlichen Beziehungen zwischen der Vorhabenträgerin und den Betroffenen sowie Behörden abzustimmen, rechtsgestaltend zu regeln und den Bestand der Leitung öffentlich-rechtlich zu sichern.

Durch die Planfeststellung wird die Zulässigkeit des Vorhabens einschließlich der notwendigen Folgemaßnahmen an anderen Anlagen im Hinblick auf alle von ihm berührten öffentlichen Belange festgestellt. Neben der Planfeststellung sind andere behördlichen Entscheidungen, insbesondere öffentlich-rechtliche Genehmigungen, Verleihungen, Erlaubnisse, Bewilligungen und Zustimmungen nicht erforderlich (§ 75 Abs. 1 VwVfG NRW). Auf Ziff. 1.2 wird ergänzend verwiesen.

Die für den Bau und Betrieb der Anlage notwendigen privatrechtlichen Zustimmungen, Genehmigungen oder dinglichen Rechte für die Inanspruchnahme von Grundeigentum werden durch den Planfeststellungsbeschluss nicht ersetzt und müssen von der Vorhabenträgerin separat eingeholt werden. Auch die hierfür zu zahlenden Entschädigungen werden nicht im Rahmen der Planfeststellung festgestellt oder erörtert, da diese im Rahmen gesonderter Verfahren zu klären sind. Die Planfeststellung ist jedoch Voraussetzung und Grundlage für die Durchführung einer vorläufigen Besitzeinweisung und/oder eines Enteignungsverfahrens, falls im Rahmen der privatrechtlichen Verhandlungen eine gütliche Einigung zwischen Vorhabenträgerin und zustimmungspflichtigen Betroffenen nicht erzielt werden kann.

Ist der Planfeststellungsbeschluss unanfechtbar geworden, sind Ansprüche auf Unterlassung des Vorhabens, auf Außerbetriebsetzung, Beseitigung oder Änderung festgestellter Anlagen ausgeschlossen.

An dem Planfeststellungsverfahren werden nach Maßgabe der §§ 43 ff. EnWG und §§ 72 ff. VwVfG NRW alle vom Vorhaben Betroffenen beteiligt.

## **4. Zuständigkeiten und Verfahren**

### **4.1. Vorhabenträgerin**

Trägerin des Vorhabens ist die

**Amprion GmbH  
Rheinlanddamm 24  
44139 Dortmund.**

Die Amprion GmbH ist als unabhängiger Übertragungsnetzbetreiber („Independent Transmission System Operator Electricity“) ausgestaltet und führt alle betriebsnotwendigen Aufgaben mit eigenem Personal aus.

### **4.2. Planfeststellungsbehörde**

Örtlich und sachlich zuständige Anhörungs- und Planfeststellungsbehörde ist die

**Bezirksregierung Köln  
Dezernat 25 - Verkehr  
Zeughausstraße 2- 10  
50667 Köln.**

### **4.3. Frühe Öffentlichkeitsbeteiligung**

Amprion verfolgt eine aktive Informationspolitik vor und während des formalen Planfeststellungsverfahrens. Vor dessen Beantragung wurden die Träger öffentlicher Belange und die Öffentlichkeit über das Vorhaben informiert, so dass diese ihre Belange bereits in einem frühen Planungsstadium einbringen konnten. Damit kommt Amprion ihrer nachfolgend beschriebenen gesetzlichen Verpflichtung nach.

Gemäß § 25 Abs. 3 VwVfG soll die betroffene Öffentlichkeit bei Vorhaben der vorliegenden Art frühzeitig über die Ziele des Vorhabens, die Mittel, es zu verwirklichen, und die voraussichtlichen Auswirkungen unterrichtet werden (frühe Öffentlichkeitsbeteiligung). Die frühe Öffentlichkeitsbeteiligung soll möglichst bereits vor Stellung eines Antrags stattfinden. Der betroffenen Öffentlichkeit soll Gelegenheit zur Äußerung und zur Erörterung gegeben werden.

Als EU-Projekt von gemeinsamem Interesse (Project of Common Interest, PCI) mit vordringlichem Bedarf dient das Dialogangebot von Amprion im Vorfeld des Genehmigungsverfahrens auch der frühzeitigen Beteiligung der Öffentlichkeit nach Art. 9 Abs. 4 Verordnung (EU) Nr. 347/2013.

Die beigefügte **Anlage 16** (Bericht über die Beteiligung der Öffentlichkeit nach Art. 9 Abs. 4 UAbs. 2 VO (EU) Nr. 347/2013)) gibt einen Überblick über die Informations- und Dialogangebote im Vorfeld des Antrags auf Planfeststellung. Sie stellt die übergreifenden Maßnahmen dar und verzichtet auf eine Auflistung der ergänzenden bilateralen Gespräche, die Teilnahme der Vorhabenträgerin an Veranstaltungen Dritter und der Beantwortung von mündlichen und schriftlichen Anfragen.

Auch während des Planfeststellungsverfahrens wird Amprion neben der im formellen Verfahren vorgesehenen Behörden- und Öffentlichkeitsbeteiligung ihr Informations- und Dialogangebot fortsetzen, etwa durch Einrichtung von Bürgersprechstunden zur Beantwortung von Fragen zu den eingereichten Unterlagen.

#### **4.4. Festlegung des Untersuchungsumfangs**

Vor Einreichung der Antragsunterlagen wurde durch die Bezirksregierung Köln auf Grundlage eines Vorschlags der Vorhabenträgerin in enger Zusammenarbeit mit den anderen betroffenen Behörden Umfang des Materials und Detailgrad der Informationen festgelegt, die von der Vorhabenträgerin als Teil der Antragsunterlagen für die Beantragung der umfassenden Entscheidung einzureichen sind. Mit Schreiben vom 06.03.2017 (AZ: 25.3.4-Amprion ALEGrO) stellte die Bezirksregierung Köln fest, dass es eines gesonderten Scopingtermins nicht bedürfe und legte anschließend Umfang und Detailgrad der Antragsunterlagen fest (vgl. Art. 10 Abs. 4 lit. a VO (EU) Nr. 347/2013). Auf die Durchführung eines Scopingtermins wurde allseitig einvernehmlich verzichtet.

## **5. Energiewirtschaftliche Begründung**

### **5.1. Gesetzlicher Auftrag an den Netzbetreiber**

Das Höchstspannungsnetz der Amprion GmbH ist heute mit den Höchstspannungsnetzen anderer Übertragungsnetzbetreiber sowohl im Inland (TenneT TSO GmbH, TransnetBW GmbH) als auch mit dem Übertragungsnetz im europäischen Ausland (Niederlande, Luxemburg, Frankreich, Österreich und Schweiz) verbunden.

Mit dem Betrieb des Netzes kommt die Amprion GmbH ihren gesetzlichen Pflichten nach. Nach § 11 Abs. 1 Satz 1 EnWG sind Betreiber von Energieversorgungsnetzen verpflichtet, ein sicheres, zuverlässiges und leistungsfähiges Energieversorgungsnetz diskriminierungsfrei zu betreiben, zu warten und bedarfsgerecht zu optimieren, zu verstärken und auszubauen, soweit es wirtschaftlich zumutbar ist. Aufgrund § 12 Abs. 3 EnWG haben Betreiber von Übertragungsnetzen dauerhaft die Fähigkeit des Netzes sicherzustellen, die Nachfrage nach Übertragung von Elektrizität zu befriedi-

gen und insbesondere durch entsprechende Übertragungskapazität und Zuverlässigkeit des Netzes zur Versorgungssicherheit beizutragen. Zur Gewährleistung der hohen Netzstabilität und Versorgungssicherheit sind die Modernisierung und der Ausbau der Stromnetze notwendig, um den neuen Anforderungen des Ausbaus und Einsatzes alternativer Energien sicher gerecht zu werden.

Die Netzbetreiber sind gem. § 12 EEG 2017 zur unverzüglichen Erweiterung der Netzkapazität verpflichtet, um die Abnahme, Übertragung und Verteilung speziell des Stroms aus erneuerbaren Energien sicherzustellen.

## **5.2. Gesetzliche Bedarfsfestlegung nach dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPIG)**

Das Bundesbedarfsplangesetz soll den Ausbau des Übertragungsnetzes in Deutschland beschleunigen. Es basiert auf einem gestuften Planungsprozess:

Die Netzbetreiber entwickeln unter einer Vielzahl von Öffentlichkeitsbeteiligungen einen Netzentwicklungsplan. Dieser wird der BNetzA zur Bestätigung übermittelt. Nach einer nochmaligen Beteiligung der Öffentlichkeit bestätigt die BNetzA diesen und übermittelt ihn mindestens alle vier Jahre der Bundesregierung als Entwurf für einen Bundesbedarfsplan.

Diese wiederum legt den Entwurf des Bundesbedarfsplans mindestens alle vier Jahre dem Bundesgesetzgeber vor. Durch die Verabschiedung des Bundesbedarfsplangesetzes durch den Gesetzgeber gemäß § 12e Abs. 4 Satz 1 EnWG wird für die darin enthaltenen Vorhaben die energiewirtschaftliche Notwendigkeit und der vordringliche Bedarf gesetzlich festgestellt. Die Feststellungen sind für die Betreiber von Übertragungsnetzen sowie Planfeststellungs- und Plangenehmigungsverfahren nach den §§ 43 bis 43d EnWG verbindlich.

Der Bundesbedarfsplan nach Anlage 1 zu § 1 Abs. 1 BBPIG beinhaltet konkrete Vorhaben „die der Anpassung, Entwicklung und dem Ausbau der Übertragungsnetze zur Einbindung von Elektrizität aus erneuerbaren Energiequellen, zur Interoperabilität der Elektrizitätsnetze innerhalb der Europäischen Union, zum Anschluss neuer Kraftwerke oder zur Vermeidung struktureller Engpässe im Übertragungsnetz dienen“. Das Projekt ALEGrO ist als Nr. 30 "Höchstspannungsleitung Oberzier – Bundesgrenze (BE); Gleichstrom" in den Bundesbedarfsplan aufgenommen worden.

## **5.3. Energiewirtschaftliche Bedeutung des Vorhabens**

Ungeachtet der gesetzlichen Bedarfsfestlegung wäre die Planrechtfertigung auch im Übrigen zu bejahen, da das Vorhaben nicht nur im Sinne der allgemeinen Anforderungen an die Planrechtfertigung in Planfeststellungsverfahren vernünftigerweise ge-

boten erscheint, sondern darüber hinausgehend auch ein dringender Bedarf für die Realisierung des Vorhabens besteht. Dieser ergibt sich bereits aus der dargestellten gesetzlichen Verpflichtung der Amprion GmbH nach §§ 11, 12 EnWG sowie zusätzlich aus § 12 Abs. 1 Satz 1 EEG 2017.

Die politisch und gesellschaftlich angestrebte Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes soll vor allem durch einen erheblichen Zuwachs Erneuerbarer Energien erfolgen. Das EEG verfolgt in der aktuellen Fassung das konkrete Ziel, „den Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung bis zum Jahr 2025 auf 40 bis 45 Prozent und bis zum Jahr 2035 auf 55 bis 60 Prozent zu erhöhen“ (§ 1 Abs. 2 EEG 2017). Bis 2050 soll ein Anteil Erneuerbarer Energien am Gesamtenergiemix von 80 Prozent erreicht werden. Damit verfolgt der deutsche Gesetzgeber auch Vorgaben auf Ebene der EU zur Förderung Erneuerbarer Energien.

Die geplante Leitung von Oberzier nach Lixhe dient unter anderem dazu, den im Norden produzierten Strom aus Erneuerbaren Energien teilweise weiter nach Belgien zu transportieren. Hierdurch wird der Strom aus Erneuerbaren Energien nicht nur in den Süden der Republik, sondern auch im Sinne eines ungehinderten, volkswirtschaftlich optimalen Handels elektrischer Energie in die angrenzenden Nachbarstaaten verteilt. Die hier geplante Leitung leistet folglich einen wesentlichen Beitrag zum Auf- und Ausbau transeuropäischer Netze und dient der Verwirklichung der europäischen Ziele der Stärkung des wirtschaftlichen, sozialen und territorialen Zusammenhalts, um die harmonische Entwicklung der Union als Ganzes zu fördern sowie den Binnenmarkt – auch auf der Ebene des europäischen Stromhandels – zu verwirklichen (vgl. Art. 170 Abs. 1 AEUV). Nach den europäischen Zielvorgaben muss jeder Staat in der Lage sein, im Jahr 2020 mindestens 10 % seiner Stromproduktion exportieren bzw. importieren zu können. Für das Jahr 2030 sind hier sogar 15 % an Export- bzw. Importleistung zu erreichen (vgl. Europäischer Rat, Schlussfolgerungen zum Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030, SN 79/14, S. 6 f.).

Zurzeit gibt es keine direkte Verbindung zwischen Deutschland und Belgien. Bisher kann der Stromaustausch zwischen den beiden Nachbarstaaten nur über den Umweg eines der gemeinsamen Nachbarländer erfolgen (z.B. Niederlande, Frankreich). Mit dem ALEGrO-Projekt wird nun eine direkte Verbindung geschaffen und so die grenzüberschreitende Übertragungskapazität für den europäischen Energiemarkt deutlich erhöht. Die Maßnahme schafft so wesentliche Vorteile im europäischen Verbundbetrieb, auch im Hinblick auf die Niederlande. Mit Hilfe der Gleichstrom-Technologie kann der Stromfluss im Netzbetrieb aktiv gesteuert und so auf die aktuellen Auslastungen der Stromleitungen in den umliegenden Netzgebieten besser reagiert werden.

Schließlich dient das Vorhaben dazu, die Sicherheit und Kontinuität der Stromversorgung sowohl kurz, wie auch mittel- und langfristig sicherzustellen, zumal der Stromverbrauch in Belgien, Deutschland und Zentral-/Westeuropa in den nächsten Jahren noch ansteigen wird. Der in Belgien geplante Ausstieg aus der Produktion von Strom aus Kernenergie lässt dort nicht unwesentliche Erzeugungskapazitäten entfallen.

## 6. Variantenprüfung / Alternativen

Für das beantragte Vorhaben wurden zahlreiche sowohl groß- als auch kleinräumige ernsthaft in Betracht kommende Alternativen der Streckenführung geprüft und mit der ihnen zukommenden Bedeutung in die vergleichende Prüfung der von den möglichen Alternativen berührten öffentlichen und privaten Belange eingestellt. Der in Kapitel 7 näher beschriebene Trassenverlauf ist von der Vorhabenträgerin als vorzugswürdige Alternative der Trassenführung identifiziert worden.

Erste Ansätze zur Varianten- bzw. Alternativenprüfung boten sich der Vorhabenträgerin durch die gesetzliche Bedarfsfeststellung, indem der Gesetzgeber das Vorhaben auf nationaler Ebene im BBPIG als "Nr. 30: Höchstspannungsleitung Oberzier – Bundesgrenze (BE); Gleichstrom" des Bundesbedarfsplanes (Anlage zu § 1 Abs. 1 BBPIG) aufgeführt hat. Das Vorhaben ist im Bundesbedarfsplan zudem mit "B" und "E" gekennzeichnet.

Zudem stellt der Konverter die technische Verbindung zwischen dem Drehstromnetz und der hier beantragten Gleichstromleitung her. Ohne ihn ist der bestimmungsgemäße Betrieb der Leitung nicht möglich. Er ist damit eine für den Betrieb der Energieleitung notwendige Anlage im Sinne des § 43 Satz 3 EnWG, sodass er als Teil des Vorhabens – und damit auch im Rahmen der Alternativenprüfungen – zu betrachten ist.

Im Folgenden werden die Variantenprüfungen zum Grenzübergabepunkt, dem Konverterstandort sowie die groß- und kleinräumigen Variantenprüfungen nachvollzogen. Eine jeweils detaillierte Herleitung und Beschreibung findet sich in **Anlage 11**, Teil A bzw. Teil E.

### 6.1. Grenzübergabepunkt

Ein konkreter Grenzübergabepunkt ist der vorstehenden Bedarfsfestlegung nicht zu entnehmen, so dass hier eine Standortauswahl durch die Vorhabenträgerin erfolgen musste. Für die Wahl eines Übergabepunktes der Kabeltrasse an den Projektpartner Elia wurde ein Bereich entlang der deutsch-belgischen Grenze zwischen Aachen-Köpfchen und Aachen-Marialtal untersucht. Gegenstand der Untersuchungen waren die vier Bereiche Aachen-Köpfchen, Aachen-Lichtenbusch, Aachen-Neuhaus und Aachen-Marialtal. An diesen war ein Grenzübertritt der Trasse unter Berücksichtigung technischer (z.B. geeignete vorhandene lineare Infrastruktur) und umweltfachlicher Aspekte (z.B. Biotopstruktur, Schutzgebiete) grundsätzlich denkbar. Bei genauere Untersuchung der vorstehend benannten Gebiete im Rahmen der Umweltstudie (**Anlage 11**, Teil E) wurde ein Grenzübertritt im Bereich Aachen Lichtenbusch jedoch präferiert. Insbesondere hat sich für die Vorhabenträgerin an dieser Stelle die Option eröffnet, die Trasse im Bereich versiegelter bzw. teilversiegelter Flächen auf belgi-

ches Staatsgebiet zu führen. Zudem ist hier von den geringsten schutzgutbezogenen Risiken auszugehen. Eine detailliertere Herleitung kann der Umweltstudie (**Anlage 11**, Teil E) entnommen werden. Anschließend wurde in einer kleinräumigen Variantenentscheidung der nördliche Teil des Grenzübergangs Lichtenbusch als geeignetere Alternative eruiert (vgl. hierzu **Anlage 11**, Teil A).

## 6.2. Konverterstandort

Auch hat der Gesetzgeber im Bundesbedarfsplan lediglich die Ortsbezeichnung „Oberzier“ als Startpunkt des Vorhabens festgelegt. Die Vorhabenträgerin hat auf dieser Grundlage – zunächst im Rahmen einer vorgelagerten netztechnischen Untersuchung – geprüft, ob ein anderer naher Netzverknüpfungspunkt besser geeignet wäre. Da ein solcher nicht vorhanden war, wurde der Raum um die Station Oberzier untersucht und auf Grundlage von umweltfachlichen und wirtschaftlichen sowie netztechnischen Faktoren eine Standortentscheidung getroffen.

Im Rahmen der großräumigen Betrachtung mit der vorhandenen Umspannanlage Oberzier als Mittelpunkt wurde festgestellt, dass der Suchraum für den Konverter aufgrund von dort vorhandenen weniger geeigneten bzw. konfliktreicheren Bereichen eingegrenzt werden konnte. Westlich der Anlage ist ein Siedlungsband der Bereiche Selgersdorf, Krauthausen, Selhausen, Huchem-Stammeln vorhanden – hier ist auch ein zusammenhängender Bereich mit der Darstellung des Regionalplans (GEP) "Schutz der Landschaft und der Erholung" (z.T. mit mehrfacher Flächenüberlagerung von LSG, FFH-Gebiet, Biotopkatasterflächen und Ruraue) vorhanden. Das Forschungszentrum Jülich mit den umgebenden Waldflächen resp. das südlich davon gelege geplante Wasserschutzgebiet (WSZ III/IIIa) "Niederzier Hambach – Jülich KFA" wurde in nördlicher Richtung zur Begrenzung des Suchraumes eruiert. Die südliche Grenze des Untersuchungsraumes stellte die Bundesautobahn A 4 dar – in östlicher Richtung das Siedlungsbandes Hambach – Niederzier/Oberzier – Ellen und dem zusammenhängenden Bereich mit der Darstellung des Regionalplans (GEP) "Schutz der Landschaft und der Erholung" (auch darin z.T. mit Flächenüberlagerungen von LSG und Biotopkatasterflächen). In diesem Suchraum herrschten nahezu gleichartige Verhältnisse und Raumempfindlichkeiten vor. Bei Betrachtung der Abstände zu den Wohnbebauungen stellte sich der nunmehr gewählte Standort als vorzugswürdig dar.

Von der Anbindung durch eine ergänzende Freileitung wurde abgesehen, da dies zu weiteren Eingriffen in das Landschaftsbild geführt hätte. Schließlich sprach für den nunmehr festgelegten Standort des Converters, dass diese Fläche bereits im Eigentum der Vorhabenträgerin stand und sie als Fläche zur Energieversorgung ausgewiesen ist.

Eine detailliertere Prüfung des Konverterstandortes ist **Anlage 11, Teil E** der Unterlagen zu entnehmen.

### 6.3. Großräumige Alternativen

Nachdem der Grenzübergabepunkt auf der einen und der konkrete Konverterstandort auf der anderen Seite gefunden wurden, sind auf dieser Grundlage potentielle Trassenführungen zwischen der Station Oberzier und dem Bereich Lichtenbusch an der deutsch-belgischen Grenze untersucht worden. Hierbei handelte es sich um die nachfolgenden alternativen Trassenführungen:

- von Oberzier in südliche Richtung mit weiterem Verlauf entlang der A4 und anschließend entlang der A44 bis zur belgischen Grenze (Varianten **A** und **D**)
- von Oberzier in südliche Richtung und anschließend möglichst direktem Verlauf zur belgischen Grenze (Varianten **B** und **C**)
- von Oberzier in nördliche Richtung unter großräumiger Umgehung des Tagebaugesbietes "Inden" entlang der A44 bis zur belgischen Grenze (Variante **E**).

Zur nachfolgenden **Abbildung 1** sei bemerkt, dass sowohl der Verlauf der A 4 als auch derjenige der Hambachbahn den ATKIS-Daten mit Stand Januar 2013 vor der Verlegung der Verkehrswege im Zuge des Tagebaus Hambach entspricht. Die Hambachbahn ist mit der neuen Trassenführung im Oktober 2013 in Betrieb gegangen, die A 4 wurde im September 2014 für den Verkehr freigegeben. Für die durchgeführte Alternativenprüfung ist dies jedoch ohne Bedeutung, da die betrachteten Linienführungen der Variante A bis E den Bereich dieser beiden Verkehrswege nicht tangieren.

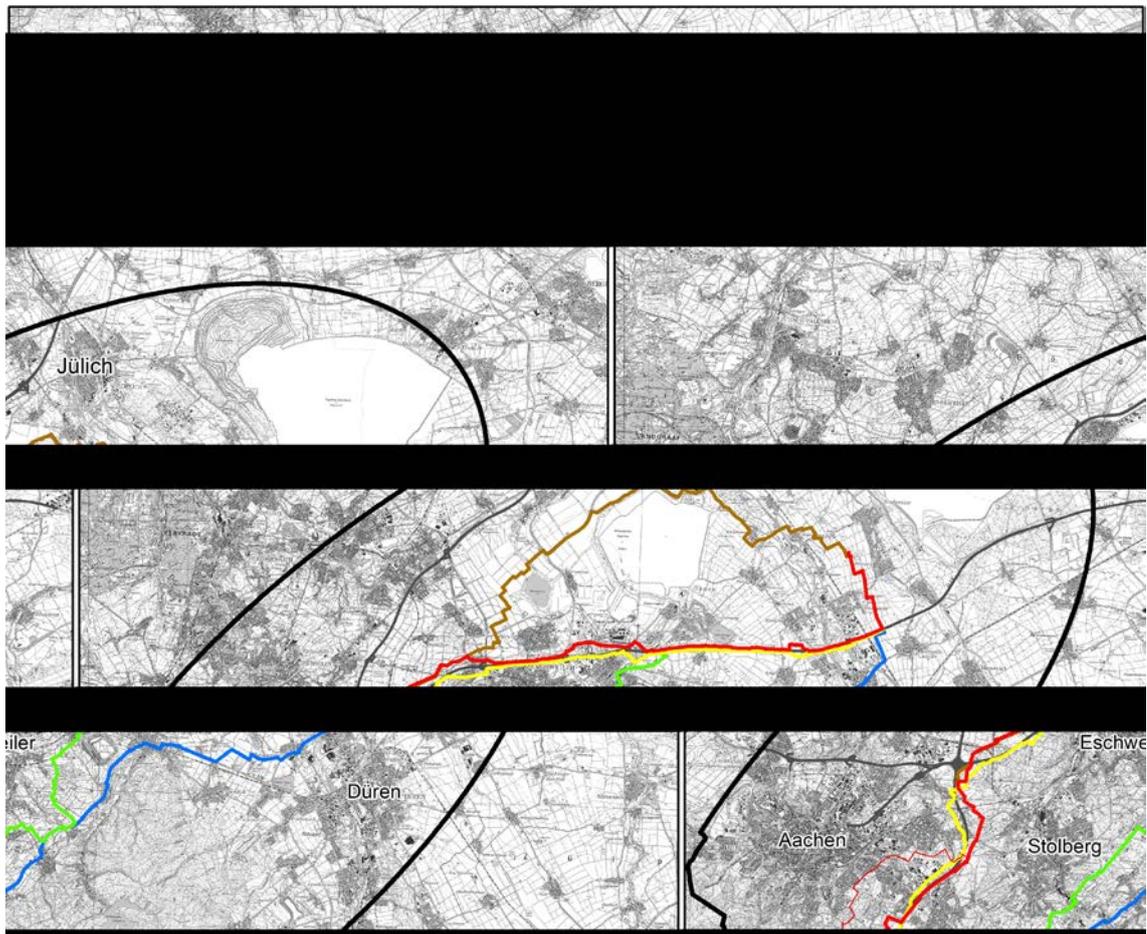


Abbildung 1: Großräumige Alternativen

Die Auswahlentscheidung hinsichtlich der eingereichten Vorzugstrasse wird im Folgenden zusammengefasst und an dieser Stelle jeweils kurz auf die in der Abbildung eingezeichneten großräumigen Varianten der Trassenführung eingegangen. Eine detaillierte Prüfung der Alternativen ist in Teil E der Umweltstudie (**Anlage 11**) zu finden, in dem auch eine umfassendere Beschreibung der Varianten enthalten ist.

Bei **Variante A** bedingt die Trassierung innerhalb des Wasserschutzgebietes „Eicher Stollen“ im Süden von Aachen gravierende Umweltrisiken, so dass diese Lösung nicht weiter zu favorisieren war. Aus umweltfachlicher Sicht stellte sich diese Variante nicht als vorzugswürdige Lösung dar.

Darüber hinaus stellte der Siedlungsbereich von Eschweiler und die damit verbundene erforderliche Verlegung in verkehrsreichen Straßen ein erhebliches Hindernis für die Realisierung dieser Variante dar. In diesem Bereich ist zudem eine Vielzahl von Infrastrukturen vorhanden, so dass fast kein Raum mehr zur Verlegung des Erdkabels zur Verfügung stand. Gleiches galt für die Verlegung im weiteren Verlauf (De-

byestraße) – auch hier war eine erhebliche Anzahl von Produktenleitungen in den Verkehrswegen vorhanden.

Bei den aus Gründen der Wirtschaftlichkeit zu betrachtenden Bezugsgröße „Trassenlänge“ und „Kurvigkeit“ nahm die Variante den Rang einer relativ günstigen Lösung ein. Gleichwohl stellte sich die Trasse im Übrigen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit aufgrund der weitstreckigen Verlegung in Straßenkörpern mit als ungünstigste Lösung dar. Dies birgt zudem betriebliche und technische Probleme, so dass sie als weniger günstig einzustufen war.

In der Gesamtschau war diese Trasse nicht als vorzugswürdig einzustufen.

Als eine Streckenführung alternativ zur Trassierung innerhalb der Debyestraße (Aachen-Brand) sowie zur großräumigen Umgehung des Wasserschutzgebietes „Eicher Stollen“ im Aachener Süden wurde ein Trassenverlauf im Bereich von Beverau geprüft. Diese in Erwägung gezogene Lösung (Alternative Aachen-Beverau) wurde aufgrund erheblicher bautechnischer Probleme im Bereich Tunnel Adenauerallee / Madrider Straße mit Querung der Trierer Straße (B 258) jedoch frühzeitig wieder verworfen.

Eine östliche Umfahrung von Aachen-Brand war nicht weiter in Erwägung zu ziehen, da diese offensichtlich zu gravierenden Beeinträchtigungen der hier vorhandenen Naturschutzgebiete und / oder FFH-Gebiete sowie sonstiger aus Sicht des Natur- und Landschaftsschutzes schutzwürdige Bereiche führen würde. Zudem müsste eine derartige Trassenführung ebenfalls teilweise innerhalb des Wasserschutzgebietes "Eicher Stollen" geführt werden, so dass Überlegungen zu einer derartigen Trassenführung ebenso frühzeitig verworfen wurden.

Auch bei einer alternativen Trassierung zur Umgehung der Debyestraße zur Vermeidung der geschilderten Probleme stellte sich die Variante A nicht als vorzugswürdig dar.

Aus Umweltsicht wurde **Variante B** im Vergleich der Varianten bei allen betrachteten Schutzgütern die ungünstigste Lösung beurteilt. Dies lässt bereits aus Umweltgesichtspunkten einen Ausschluss dieser Alternative zu. Ergänzend ist auf folgende umweltrelevante Risiken hinzuweisen:

- Variante B verläuft südlich von Stollberg zwischen Mausbach und Breining in Randlage zum Naturschutzgebiet bzw. FFH-Gebiet DE-5203-308 („Schlangenberg“), was mit einem entsprechenden (vor allem bauzeitlichen) Konfliktpotential für das FFH-Gebiet verbunden ist. Auch die Randlage zu einer Teilfläche des FFH-Gebietes DE-5104-302 („Rur von Obermaubach bis Linnich“) wäre bei dieser Variante zu berücksichtigen. Zwischen Langerwehe-Heistern und Langerwehe-Hammich quert die Trasse die Wasserschutzgebietszonen III / III A der Wassergewinnungsanlage „Langerwehe-Wenau“.
- Südlich von Stolberg quert bzw. tangiert die Trasse auf langer Strecke die Wasserschutzgebietszonen III und II des Wasserschutzgebietes „Nachtigällchen und Mariaschacht“. Die Flächen der WSZ II ist teilweise identisch mit dem o.g. FFH-Gebiet „Schlangenberg“
- Schließlich quert die Trasse im Zuge der Landesstraße L223 die (geplanten) Wasserschutzgebietszonen II der Schutzgebiete „Brandenburg“ und „Eicher Stollen“.

Im Rahmen der technischen Vorplanung hat sich zudem herausgestellt, dass die Verlegung des geplanten Erdkabels fast ausschließlich innerhalb vorhandener Straßen vor allem in den Siedlungsbereichen zu ganz erheblichen bautechnischen, betrieblichen und verkehrlichen Problemen führen würde, so dass diese Planvariante nicht weiter verfolgt wurde. Im Rahmen der bautechnischen Ausführung hätte hier nämlich eine Verlegung der Leitung fast ausschließlich in den Straßenbereichen der Gemeinden erfolgen müssen. Dies birgt nicht unerhebliche Risiken in Bezug auf den Betrieb, die technische Realisierung und die Wirtschaftlichkeit sowie die verkehrliche Beeinträchtigung der Allgemeinheit. Diese werden bei einer Verlegung innerhalb geschlossener Ortschaften besonders virulent, da sich die beschriebenen Konflikte in diesem Fall aufgrund der engen räumlichen Lage und Beschaffenheit des Raumes weiter verstärken.

Allein hinsichtlich Faktoren Kurvigkeit (Wirtschaftlichkeit, betriebliche Risiken und bautechnische Schwierigkeiten) und Länge (Investitions- und Betriebskosten der Leitung / betriebliche Risiken) nahm diese Trassenführung einen mittleren bzw. relativ günstigen Rang ein.

In der Gesamtschau war auch diese Trasse als nicht vorzugswürdig einzustufen.

Auf Basis der Begutachtung unter umweltfachlichen Gesichtspunkten stellte sich die **Variante C** im Vergleich der Varianten als weniger günstige bis ungünstige Lösung dar. Bei keinem der betrachteten Schutzgüter erschien sie als günstigste Lösung. Auf folgende umweltrelevante Risiken ist besonders hinzuweisen:

- Variante C verläuft südlich von Stollberg im unmittelbaren Bereich der Naturschutzgebiete bzw. FFH-Gebiete DE-5203-303 („Brockenberg“), DE-5203-305 („Bärenstein“), DE-5203-306 („Hammerberg“) und DE-5203-309 („Steinbruchbereich Bernhardshammer und Binsfeldhammer“), was mit einem entsprechenden (vor allem bauzeitlichen) Konfliktpotential für diese FFH-Gebiete verbunden ist.
- Südlich von Eschweiler quert die Trasse auf langer Strecke die Wasserschutzgebietszone III des Wasserschutzgebietes „Hastenrather Graben“.
- Schließlich verläuft die Trasse auf längerer Strecke im Bereich der (geplanten) Wasserschutzgebietszonen II des WSG "Brandenburg" sowie im Zuge der Landesstraße L 223 im Bereich des WSG „Eicher Stollen“.

Aufgrund der Trassierung innerhalb von Verkehrswegen werden zwar schutzwürdige Bereiche weitgehend ausgespart. Vor allem südlich von Stolberg quert die Trasse jedoch einen Bereich mit mehreren dicht beieinander liegenden FFH-Gebieten.

Geologisch und tiefbautechnisch war diese Variante aufgrund des im Bereich von Stolberg unmittelbar unter dem Asphalt belegenen Kalkstein und der bewegenden Topographie des Raumes sehr ungünstig. Die weitgehende Verlegung innerhalb von Verkehrswegen birgt sowohl wirtschaftliche als auch bau- und betriebstechnische Probleme. Zudem bestehen bautechnische und betriebliche Konflikte (mit den damit einhergehenden Folgen für die Wirtschaftlichkeit) mit der Tempelanlage in Kornelimünster.

Insgesamt wurde daher die Planvariante aus diesen Gründen nicht weiter verfolgt.

Soweit die **Variante E** unter umweltfachlichen Gesichtspunkten einen mittleren Rang einnimmt und außerhalb der besonders empfindlichen Bereiche des Wasserschutzgebietes „Eicher Stollen“ verläuft, ist sie hinsichtlich der übrigen, von Aspekten der Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit geprägten Bewertungsmaßstäben als nachteilig einzustufen. Sie weist, gemeinsam mit Variante C, die längste Leitungsführung auf und ist von einer hohen Anzahl von Kurven geprägt. Da sie vom Trassenbündelungsprinzip abweicht, entstehen hier keine Vorteile – gleichzeitig sinken jedoch die Konflikte bei Straßenverlegungen, die vorliegend vermieden wurden.

Auch die Variante E wurde planerisch nicht weiter verfolgt.

Insgesamt stellt sich **Variante D** als die relativ günstigste Trassenführung dar. Dies gilt insbesondere im Zusammenhang mit der in Teilabschnitten vorgesehenen geschlossenen Bauweise, so dass bei dieser Lösung die zu erwartenden umweltrelevanten Risiken und nutzungsbezogenen Konflikte weitreichender vermieden können.

Auf die von der Vorhabenträgerin vorgenommene detaillierte Alternativenprüfung in **Anlage 11, Teil E** wird verwiesen.

#### 6.4. Kleinräumige Alternativen

Im Rahmen der Entwurfsplanung, die einen iterativen Planungsprozess darstellte, wurden hinsichtlich des konkreten Verlaufs der Vorzugstrasse in Abhängigkeit zu den örtlichen Gegebenheiten und planerischen Erfordernissen sowie z.T. auch auf Hinweisen und Anregungen Dritter mehrfach punktuell oder für jeweils kürzere Abschnitte Betrachtungen alternativer Trassenführungen vorgenommen (vgl. hierzu auch den Bericht über die Beteiligung der Öffentlichkeit in **Anlage 16**). Im Ergebnis begründen diese Planungsüberlegungen, auch im Zusammenhang mit der örtlichen Festlegung der jeweiligen Bauweise (vgl. **Anlage 11**, Umweltstudie Teil A, Kap. 2.1; Aspekte der Vermeidung), den dargestellten Trassenverlauf im Detail, welcher der Beantragung zugrunde liegt. Im Wesentlichen wurde der Verlauf aufgrund von z.B. kommunalen Planungen, Schutzgebieten, Altlastenbereiche, Planungen der Straßenbauverwaltung oder Querungen größerer Gewässer (Rur, Inde) diesen jeweiligen Anforderungen angepasst. Eine Beschreibung der kleinräumigen Modifikationen ist der Umweltstudie (**Anlage 11**, Teil A, Kap. 4, Kleinräumige Alternativen) zu entnehmen.

Darüber hinaus wurden im Nachgang zur beantragten Planung kleinräumige Alternativen durch weitergehende Abstimmungsgespräche mit Privaten und Trägern öffentlicher Belange sowie das von der Planfeststellungsbehörde durchgeführte Anhörungsverfahren identifiziert und teilweise umgesetzt. Soweit nicht nur eine Änderung des Verlegeverfahrens erfolgt (s. hierzu Kap. 8.7, Kap. 8.9.6 und Kap. 8.9.7), werden die Umplanungen im Folgenden dargestellt und beschrieben.

##### 6.4.1. Velegung am Rastplatz Rur-Scholle (Umplanung IV)

In dem Trassenabschnitt des – zurzeit noch nicht realisierten – Rastplatzes Rur-Scholle, beginnend bei der Querung des Schlichbaches (Station 7+150), wurde in der Antragsplanung von der Vorhabenträgerin eine etwa ein Kilometer lange Umfahrung des Bereiches vorgesehen, da diese Autobahneinrichtung bereits konkret geplant ist.

Hier verändert sich durch ein laufendes Flurbereinigungsverfahren zukünftig der Zugschnitt der Grundstücke. Ebenso verändert sich dadurch die Wegeführung. Die mit dem Deckblatt 1 vorgelegte Umplanung der Trasse greift die neue geplante Wegeführung auf, so dass ein unnötiges Zerschneiden oder Queren von Grundstücken vermieden wird. Die geplante Lage und Höhe ist in den beiliegenden Plänen der Anlage 4.05 D1 dargestellt. Die Querung von Gewässern, Straßen oder Leitungen erfolgt nicht innerhalb dieses Umplanungsbereiches, so dass hier keine Veränderung oder Anpassung im Bereich von Querungen erfolgt.

### 6.4.2. Verlegung im Abschnitt Merken – Lucherberg (Umplanung V)

Die RWE Power AG betreibt im Plangebiet den Tagebau Inden zur Gewinnung von Braunkohle. Die Abbaugrenze des Tagebaus wird sich gemäß dem Tagebaurahmenplan bis 2030 zunehmend der geplanten Kabeltrasse annähern. Die geplante Abbaugrenze des Tagebaues ist in den Planunterlagen informativ dargestellt. Der minimale Abstand zwischen der Abbaugrenze und der geplanten Kabeltrasse wird im Jahr 2030 nur etwa 30 m im Bereich des heutigen Lucherberger Sees und etwa 70 m im Bereich der Gertrudisstraße, K35, betragen. Aufgrund vorhandener Druckwasserleitungen und der notwendigen Herstellung mehrerer Leitungstrassen durch RWE Power kollidiert die geplante Erdkabeltrasse etwa im Bereich von Station 8+250 bis Station 11+100 mit Bestandsleitungen und den Planungen der RWE Power.

Innerhalb des beschriebenen Bereichs wurde bereits vorlaufend durch RWE Power die sogenannte Tagebaurandstraße hergestellt. Diese verläuft etwa in einem Abstand von 50 m parallel zur Autobahn A4 und ist für den öffentlichen Straßenverkehr freigegeben. Die Tagebaurandstraße entspricht in ihrer baulichen Gestaltung den Anforderungen an eine Kreisstraße und bildet die überörtliche Verbindung zwischen den Ortsteilen Merken und Lucherberg.

Infolge der dem Tagebau vorauslaufenden großräumigen Grundwasserabsenkung werden durch RWE Power derzeit zwischen dem geplanten Tagebaurand und der Tagebaurandstraße Brunnengalerien mit den zugehörigen Ver- und Entsorgungsleitungen installiert. Des Weiteren liegen in diesem Bereich vorhandene Fernheizleitungen zwischen der Tagebaurandstraße und der Autobahn A4.

Die beschriebenen betrieblichen Einrichtungen und Leitungen des Tagebaubetreibers erfordern eine Anpassung der geplanten Kabeltrasse zwischen der Station 8+250 und der Station 11+100, um die genannten Einrichtungen innerhalb des verbleibenden schmalen Geländestreifens herstellen zu können. Die veränderte geplante Lage ist in den Lageplänen Blatt 05 D1 und 06.1 D1 der Anlage 4.05 D1 dargestellt. Etwa von Station 8+350 bis 9+100 wurde die Trasse einige Meter parallel nach Norden versetzt. Die Unterquerung des Wirtschaftsweges bei Station 9+350, einschließlich der zugehörigen Rampen, kann aufgrund der entstehenden Engstelle nicht mehr in einem geschlossenen Bauverfahren unterquert werden. Die Verlegung wird hier in dem die Tagebaurandstraße begleitenden Radweg vorgesehen. Die notwendigen Querungen der Tagebaurandstraße bei Station ca. 9+050 und 9+650 werden in einem geschlossenen Bauverfahren mittels Horizontal-Pressbohrungen hergestellt.

In dem Abschnitt etwa von Station 9+650 bis Station 10+400 ist die Kabeltrasse wiederum einige Meter parallel nach Norden versetzt worden. Die Querung der Tagebaurandstraße bei Station 10+400 erfolgt wiederum in einem geschlossenen Bauverfahren mittels Horizontal-Pressbohrung. Als Vortriebsrohr wird ein Steinzeugrohr DN 800 mm gemäß DIN EN 295-Teil 7 gewählt. Die minimale Überdeckung des Rohres beträgt im Bereich der Fahrbahnquerungen größer 2,00 m. Die gemäß DWA Arbeitsblatt

A125 geforderte erhöhte Überdeckung für Bundesfernstraßen von  $2 * DA$ , entsprechend  $2,0 * 0,97 = 1,94$  m wird somit eingehalten

Entlang des Dammes der L 12 N, im Bereich des neu entstandenen Autobahnan schlusses Langerwehe, wird die Trasse soweit möglich an den Dammfußpunkt ver legt, um diesen Engbereich queren zu können. Zur Realisierung der Trassenanpas sung in diesem Bereich ist eine geringfügige Anpassung der Baubedarfsfläche erfor derlich.

#### **6.4.3. Verlegung an der OGE Leitung im Bereich Eschweiler (Umplanung X)**

Im Bereich Eschweiler – Weisweiler, etwa bei Station 16+350, westlich der Straße ‚Zum Hagelkreuz‘ verläuft eine Gastransportleitung DN 800 der Open Grid Europe GmbH (OGE). Für die Trasse der Höchstspannungsgleichstromleitung besteht nur ein sehr kleines freies Fenster zwischen der Gastransportleitung und dem Mast 5 der Freileitung Bl. 0701 der Westnetz GmbH.

In den ursprünglich zur Planfeststellung eingereichten Plänen kommt es im Bereich einer Richtungsänderung der beantragten Höchstspannungsgleichstromleitung zu ei ner unzulässigen Unterschreitung des Mindestabstandes zu der vorhandenen Gas transportleitung. Zur Herstellung des erforderlichen Abstandes von 10 m erfolgt eine Ausrundung der ALEGrO Trasse im Bereich der Abwinkelung auf etwa 50 m Länge. Hierdurch reduziert sich der Abstand im Bereich der Engstelle zu Mast 5 der Freilei tung Bl. 0701 auf etwa 5,50 m. Gemäß einer vorläufig vorliegenden Mitteilung der Westnetz GmbH liegt der Leitungsgraben jedoch trotzdem außerhalb des Lastabtra gungsbereiches des Mastes, so dass keine weiteren Maßnahmen erforderlich wer den.

Darüber hinaus wird im Umplanungsbereich die Schutzstreifenbreite angepasst und von 15,80 m auf 10,00 m reduziert, was zu einer Entlastung der betroffenen Grund stückseigentümer führt.

#### **6.5. Null-Variante**

Bei der Null-Variante verbliebe der Zustand so, wie er sich ohne den Neubau dar stellt. Neue Belastungen für die Umwelt oder andere Schutzgüter ergäben sich nicht. Mit dem Verbleiben dieses Zustands können die planerischen Ziele jedoch nicht er reicht werden. Die Null-Variante kann den Erfordernissen der Energiewirtschaft und der Energieversorgung, vom Gesetzgeber im BBPlG sowie dem EU-Gesetzgeber in der Verordnung (EU) Nr. 347/2013 hier als vordringlich eingestuft, nicht genügen. Die

energierechtliche Notwendigkeit steht damit für die Planfeststellung bindend fest. Daraus folgt auch, dass auf die Maßnahme als solche nicht verzichtet werden kann und die „Null-Variante“ nicht vertretbar wäre (vgl. BVerwG, Urteil vom 18.07.2013, 7 A 4/12; für das Straßenrecht: VGH München, Urteil vom 09.07.2008, 8 A 07.40022). Durch die Null-Variante kann die Sicherstellung der Energieversorgung in dieser Spannungsebene nicht realisiert werden.

Die Null-Variante ist vorliegend auch nicht in der Form einer Netzverstärkung möglich, da bisher keine direkte Verbindung zwischen Deutschland und Belgien vorhanden ist. Zudem stünde eine Netzverstärkung im Widerspruch zu der gesetzlichen Bedarfsfestlegung, die ausdrücklich den Bedarf für den „Neubau“ und nicht die bloße Verstärkung der Verbindung Oberzier – Lüttich feststellt (vgl. zur „Thüringer Strombrücke“: BVerwG, Urteil vom 18.07.2013, 7 A 4/12).

Die Null-Variante stellt daher keine geeignete Lösung gegenüber der planfestgestellten Maßnahme dar.

## 7. Beschreibung des beantragten Trassenverlaufs

Das Vorhaben (Konverteranlage und Kabeltrasse) befindet sich im Bereich des Landes Nordrhein-Westfalen innerhalb des Regierungsbezirks Köln mit den Verwaltungseinheiten Kreis Düren, Städteregion Aachen und Stadt Aachen.

Vom geplanten Verlauf der Kabeltrasse werden die folgenden Städte und Gemeinden berührt:

- Niederzier,
- Düren,
- Inden,
- Eschweiler,
- Würselen,
- Stolberg und
- Aachen.

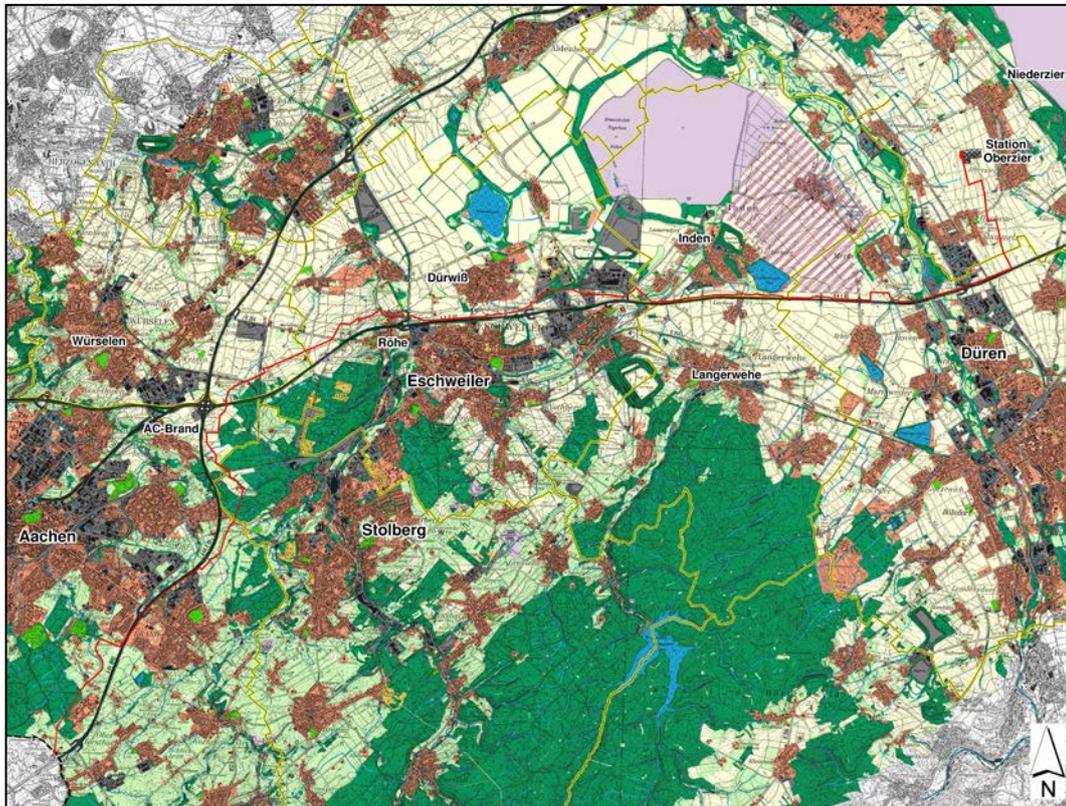


Abbildung 2: Lage der Trasse (rote Linie), gelbe Linien: Gemeindegrenzen

### Trassenverlauf:

Ausgehend von der Station Oberzier verläuft die Trasse zunächst in südliche Richtung bis zur Autobahn A 4 und schwenkt dann in westliche Richtung ab. Die Trasse wird im Weiteren nördlich der A 4 geführt. Die Ruraue und der westlich angrenzende Bereich werden nördlich der Autobahn in geschlossener Bauweise unterquert.

Die Trasse verläuft dann in dem schmalen Bereich zwischen Autobahn und geplanten Abbaufächen des Tagebau "Inden".

Die Inde wird südlich von Frenz in geschlossener Bauweise gequert; die Trasse verläuft dann nördlich der Kläranlage Weisweiler. Im weiteren Verlauf folgen mehrere längere Abschnitte in geschlossener Bauweise. So werden die Bahntrasse südlich des Kraftwerks Weisweiler und ein westlich gelegener gewerblich genutzter Bereich sowie ein Teil der westlich des Kraftwerks gelegenen Wald bestanden Halde unterquert.

Danach verläuft die Trasse wieder in enger Parallelführung nördlich der Autobahn A 4 bis zur L 238 (Rue de Wattlelos).

In geschlossener Bauweise unterquert die Trasse die L 238 und danach die Werde-  
ner Straße in Eschweiler-Röhe. Westlich von Röhe verschwenkt die Trasse (ab hier  
wieder in offener Bauweise) nach Norden.

Nördlich der vorhandenen Hochspannungsfreileitung knickt die Trasse nach Westen  
ab und verläuft danach über ackerbaulich genutzte Flächen bis zum Autobahnkreuz  
Aachen. Sie folgt hier dem Verlauf bestehender Gas-Pipelines, was die etwas größe-  
re Entfernung zur A 4 begründet.

Östlich des Autobahnkreuzes schwenkt die Vorzugstrasse in südliche Richtung ab  
und quert die A 4. Südlich davon wird sie über ackerbaulich genutzte Flächen östlich  
zur A 44 geführt und berücksichtigt in ihrem weiteren Verlauf eine bedeutende archä-  
ologische Fundstelle sowie die Abgrenzung der Wasserschutzzone II (WSG Reichs-  
wald).

Die Vorzugstrasse umgeht dann den Haarener Hof östlich und verläuft weiter, in östli-  
che Richtung führend, zunächst entlang der L 23 (Verlautenheidener Straße) und im  
Bereich eines Forstweges (Forstbetrieb Schwarzenbruch). Südlich davon unterquert  
die Trasse die DB-Bahnstrecke (Köln-Aachen / ICE), knickt in südliche Richtung ab  
und verläuft danach wieder entlang der L 23 (Würselener Straße).

Östlich von Gut Schwarzenbruch schwenkt die Trasse zunächst in den Bereich einer  
Ackerfläche östlich der L 23 und knickt von dort nach Süden ab. Sie quert auf gesam-  
ter Länge den Waldbereich "Kalkberg" (Teil des Würselener Waldes) in geschlosse-  
ner Bauweise bis südlich der L 221 (Van-Coels-Straße).

Südlich der L 221 führt die Vorzugstrasse um den hier gelegenen Jüdischen Friedhof  
herum. Die Trasse verläuft im Weiteren über großflächige Grünlandbereiche bis zum  
nördlichen Siedlungsrand von Aachen-Brand. Die Trassenführung berücksichtigt hier  
die Lage einer Altlastenfläche (ehemalige Hausmülldeponie von Aachen-Brand). Im  
weiteren Verlauf nach Süden unterquert die Trasse den Siedlungsbereich eng parallel  
zur A 44. Vorgesehen ist hier die Verlegung in geschlossener Bauweise, so dass kei-  
ne Bestandsverluste (Gebäude etc.) erfolgen. Am südwestlichen Siedlungsrand von  
Aachen-Brand wechselt die Trasse auf die Westseite der Autobahn.

Im weiteren Verlauf (ab hier wieder in offener Bauweise) umgeht die Kabeltrasse  
dann in einem großen Bogen das Wasserschutzgebiet "Eicher Stollen". Der Land-  
schaftsraum wird hier großflächig von Grünland eingenommen.

Südlich der Hitfelder Straße kreuzt die Vorzugstrasse den Augustinerwald, ebenfalls  
in geschlossener Bauweise, bis in den Bereich östlich der Monschauer Straße (L  
233). Von dort wird die Vorzugstrasse unter der Monschauer Straße hindurch in einer  
sowohl horizontalen als auch vertikalen Raumkurve in Richtung des Zielpunkts ge-  
führt. Dieser liegt im nördlichen Bereich der alten Zollanlagen an der deutsch-

belgischen Grenze auf der Rastanlage Lichtenbusch. Die Übergabe im Grenzbereich erfolgt in offener Bauweise.

## 8. Erdkabel

### 8.1. Elektrotechnische Regelwerke

Die technische Auslegung der 320-kV-Gleichspannungskabelanlagen erfolgt nach den Betreiberrichtlinien in Anlehnung an die nachstehenden Vorschriften und technischen Empfehlungen:

- Technische Broschüre der Cigré 496 (TB496): „Recommendations for testing DC extruded cable systems for power transmission at a rated voltage up to 500 kV“ (Empfehlung für die Prüfung von Stromkabelsystemen mit extrudierter Isolierung für die Energieübertragung bei Nennspannungen bis zu 500 kV)
- IEC 62895 (Entwurf): HGÜ Starkstromkabel mit extrudierter Isolierung und ihre Garnituren für Nennspannungen bis zu 320 kV für Installationen an Land, Prüfverfahren und Anforderungen
- DIN IEC 62067 / VDE 0276-2067: Starkstromkabel mit extrudierter Isolierung und ihre Garnituren für Nennspannungen über 150 kV, Prüfverfahren und Anforderungen
- DIN VDE 0276-632: Starkstromkabel mit extrudierter Isolierung und ihre Garnituren für Nennspannungen bis 150 kV, Prüfverfahren und Anforderungen
- DIN EN 60885: Elektrische Prüfverfahren für Starkstromkabel
- DIN EN 60060: Hochspannungs-Prüftechnik
- Technische Broschüre der Cigré 303 (TB303): „Revision of qualification procedures for HV and EHV AC extruded underground cable systems“ (Empfehlungen zur Überarbeitung des Qualifikationsablaufs von Hoch- und Höchstspannungskabelsystemen)
- Technische Broschüre der Cigré 446 (TB446): „Advanced design of metal laminated coverings: recommendation for tests, guide to use, operational feedback“ (Fortgeschrittenes Design laminiertes Mäntel: Empfehlungen für Prüfungen, Anwendungsbereiche und Betriebserfahrungen)
- DIN EN 60228 / VDE 0295: Leiter für Kabel und isolierte Leitungen
- DIN EN 60229 / VDE 0473-229: Starkstromkabel - Prüfungen an extrudierten Außenmänteln mit besonderer Schutzfunktion
- DIN EN 60811 / VDE 0473-811: Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel - Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe
- DIN VDE 0276-605: Starkstromkabel - Ergänzende Prüfverfahren
- IEC 60287: Kabel - Berechnung der Strombelastbarkeit - Strombelastbarkeitsgleichungen (100%-Belastungen)
- IEC 60853: Berechnung der Strombelastbarkeit von Kabeln bei zyklischer Last und bei Notbetrieb

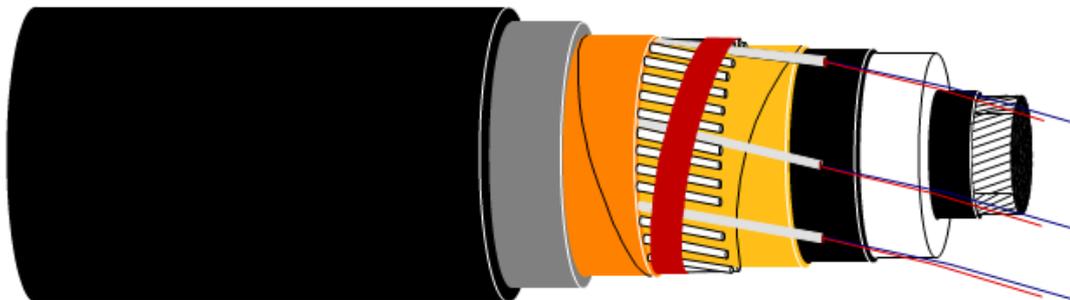
- Diverse DIN und VDE Bestimmungen

## 8.2. Technische Auslegung der Kabelanlage

Für den Betrieb dieses Gleichspannungssystems sind zwei Energiekabel notwendig. Ein Kabel wird mit positiver und ein Kabel mit negativer Spannung betrieben wird. Diese werden daher jeweils als ein Pol bezeichnet.

Im Projekt ALEGrO sollen kunststoffisolierte Energiekabel eingesetzt werden, deren Aufbau im Folgenden beschrieben wird:

Der innenliegende Leiter führt den Übertragungsstrom bei der Betriebsspannung von etwa  $\pm 320$  kV. Als Leitermaterial wird Kupfer eingesetzt. Über dem Leiter befindet sich das Isoliersystem, bestehend aus der halbleitenden inneren Leitschicht, der eigentlichen Isolierung aus vernetztem Polyethylen (VPE) sowie der ebenfalls halbleitenden äußeren Leitschicht. Oberhalb der Isolierung befindet sich ein Schirm aus Einzeldrähten und ein durchgängiger Metallmantel aus Aluminium. Zum Schutz vor mechanischen Einwirkungen und Korrosion wird darüber ein Mantel aus Polyethylen aufgebracht. **Abbildung 2** **Abbildung 3 D1** zeigt eine schematische Darstellung des Kabeltyps.



**Abbildung 2-Abbildung 3 D1:** Schematischer Aufbau des 320-kV-VPE-Kabels

Im Wechselspannungsbereich werden kunststoffisolierte Kabel in verschiedenen Spannungsebenen seit den 1970er Jahren eingesetzt und kontinuierlich weiterentwickelt. Bei Neuanlagen wird im Hoch- und Höchstspannungsbereich fast ausschließlich dieser Kabeltyp installiert.

Seit etwa 15 Jahren werden kunststoffisolierte Kabel auch in der Höchstspannungsgleichstromübertragung eingesetzt. In Norddeutschland sind bereits einige solcher Anlagen vergleichbarer Spannungsebenen z.B. zur Netzanbindung von Windenergieanlagen auf See in Betrieb genommen worden.

Die Übertragungsleistung von Starkstromkabeln hängt von verschiedenen Faktoren ab, die bei der Dimensionierung der Kabel zu beachten sind. Diese sind neben den erforderlichen Übertragungsleistungen z. B. die Legetiefe, der Abstand der Kabel zueinander, die Dicke der Isolierung sowie des äußeren Korrosionsschutzes, die Wärmeleitfähigkeit des Erdreiches und die Temperatur im umgebenden Erdreich.

Bei der hier geplanten Gleichspannungsverbindung sollen zwei 320-kV-Kabel zum Einsatz kommen. Der Leiterquerschnitt beträgt 2.500 mm<sup>2</sup>, der äußere Leitungsdurchmesser beträgt in etwa 140 mm. Die beiden Kabel werden nebeneinander in eine zu erstellende Schutzrohranlage bestehend aus 2 Einzelrohren eingezogen. In jedem Kabel werden im Bereich des Metallschirms bzw. -mantels zusätzlich Lichtwellenleiter (LWL) mitgeführt, um im späteren Betrieb ein Temperaturmonitoring der Kabelanlage zu ermöglichen.

Die Regelverlegetiefe der Kabelanlage beträgt ca. 1,90 m (Achse der Schutzrohranlage). Der Achsabstand der Einzelkabel beträgt 0,75 m.

Es ist geplant, die 320-kV-Einzelkabel in Kabelschutzrohre aus Kunststoff mit einem Innendurchmesser von etwa 240 - 300 mm einzuziehen, die sich durch eine hohe Temperaturbeständigkeit auszeichnen. Ungefähr 0,2 m oberhalb dieser Schutzrohre werden weitere Kunststoffrohre mit Größen von DN 20 und DN 50 zum Einziehen von Begleitkabeln und Lichtwellenleitern mit in die Trasse eingebracht, die für die Kommunikation der beiden Konverterstationen miteinander und zur Inbetriebnahme des Kabelsystems notwendig sind. Abhängig von der Auslegung von Kabelanlage und Konverter wird zusätzlich ein gegen Erdpotential isoliertes Seil aus Kupfer mit einem Querschnitt von 400 mm<sup>2</sup> eingezogen werden, um Muffenstandorte niederohmig miteinander zu verbinden. Eine detaillierte Darstellung des Verlegeschemas findet sich in **Anlage 3** (Grabenprofile).

Grundsätzlich handelt es sich bei den Dimensionsangaben um den Regelfall. Hiervon kann unter besonderen Anforderungen abgewichen werden. So werden beispielsweise im Bereich von Verbindungsmuffen und bei grabenloser Querung die Kabeltrassenbreite und die Verlegetiefe vom Regelprofil abweichen. Ebenso können sich im Rahmen der Bauausführungsplanung in Abhängigkeit von den örtlichen Bedingungen bei notwendigen Kreuzungen mit vorhandenen Infrastrukturen Abweichungen zum Regelprofil ergeben.

### 8.3. Kabelmuffenverbindung

Insgesamt werden für die Realisierung der gesamten Trasse ca. 40 km Erdkabel pro Pol benötigt. Die Lieferung der Erdkabel erfolgt in Teillängen bis zu 1300 m. Dies ist abhängig vom Kabelhersteller und wird im Rahmen der Ausführungsplanung entwickelt und je nach Anforderung festgelegt. Zur Verbindung dieser Teillängen sind in

Abhängigkeit des Ausführungskonzeptes etwa 39 Muffenstandorte mit jeweils zwei Muffenverbindungen erforderlich.

### 8.3.1. Kabelmuffenverbindungen ohne Schachtbauwerke

Um ausreichenden Arbeitsraum für die Montage der Muffenverbindungen zu gewährleisten, ist einerseits eine Breite von ca. 2,80 m notwendig. Andererseits wird in Längsrichtung eine freie Länge von etwa 12,50 m benötigt. Im Muffenbereich werden die Kabel auf einer Länge von ca. 12 m nicht in einer Kabelschutzrohranlage verlegt. Zur Errichtung der Verbindung ist im Bereich der Muffen eine Erweiterung des Achsabstandes der Kabel untereinander auf etwa 1,00 m erforderlich. Wie im Regelgrabenprofil wird die einbaufreie Überdeckung der Muffen ca. 1,40 m betragen, sodass eine landwirtschaftliche Bewirtschaftung auch hier weiterhin möglich ist. Vor und hinter den Muffenkörpern werden die Kabel mit Kabelschellen fixiert, damit eine mechanische Beanspruchung der Muffen durch die thermisch bedingte Ausdehnung der Kabel in den Schutzrohren im Betriebszustand ausgeschlossen werden kann. Die Schellenkonstruktion wird beispielsweise auf einer Betonplatte oder Trägerstelle montiert, welche in die Grabensohle im Bereich der jeweiligen Muffe eingebracht wird. Zudem werden sogenannte Bremsbögen vor und hinter den Muffen eingebaut, die die Längsbewegungen der Kabel kompensieren können.

Die nachfolgende ~~Abbildung 3~~ **Abbildung 4 D1** enthält eine schematische Darstellung von Kabelmuffen sowie deren Einbausituation im Kabelgraben.



~~Abbildung 3~~ **Abbildung 4 D1**: Darstellung Kabelmuffe

Für die Verbindung zweier Kabeillängen werden die hochspannungsführenden Leiter am Ende der Erdkabel miteinander verschweißt. Um den Bereich der Schweißverbindung wird ein vorgefertigter aus Vergussmasse bestehender Muffenkörper aufgebracht. Dieser beinhaltet Feldsteuerelemente aus elektrisch leitfähigem Material, damit die elektrische Feldstärke im Absetzbereich der Isolierung beherrscht werden kann. Zusätzlich erfolgen die Schirmausleitung aus den Muffen bzw. die Verbindungen der im Schirm- bzw. Mantelbereich integrierten Glasfasern.

### 8.3.2. Kabelmuffenverbindungen mit Schachtbauwerken

Teilweise werden die oben beschriebenen Kabelmuffenverbindungen mit Schachtbauwerken ausgestattet, in denen weitere technische Einrichtungen vorhanden sind. Es gibt zwei verschiedene Ausbaustufen dieser Schächte, die nachfolgend dargestellt werden.

Im Rahmen der Optimierung zum Aufbau der verschiedenen Betriebseinrichtungen an den Muffenstandorten sind nun zwei Schachttypen vorgesehen. Je nach Erfordernis wird bei den dafür vorgesehenen Muffenstandorten entweder der Schachttyp "S" (Flächeninanspruchnahme ca. 2,50 m x 2,00 m) oder der Schachttyp "L" (Flächeninanspruchnahme ca. 4,00 m x 2,00 m) verwendet (vgl. Anlage 3 Blatt 05 D1). An diesen Standorten ist eine landwirtschaftliche Bewirtschaftung lediglich eingeschränkt möglich.

Die Schachtbauwerke sind an den Rand von Flurstücken, bzw. an Feldränder oder Wege positioniert worden, um die Beeinträchtigung zur Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen möglichst minimal zu halten. Bei drei Muffenstandorten (s.u. Tabelle 2 D1) ist die Verlagerung eines Erdungssystems außerhalb des direkten Umfeldes der Muffenbaukörper neben die Kabeltrasse erforderlich, um die Beeinflussung des Gasleitungssystems durch die Kabelanlage in technisch tolerierbarem Maße zu halten. Dies wird nachfolgend genauer beschrieben.

Die Kabelschirme der Energiekabel und das mitgeführte Erdungskabel werden in regelmäßigen Abständen (etwa alle fünf bis sieben Muffenstandorte) in einer Erdungsbox über vier Erdungsschleifen geerdet, die sich grundsätzlich innerhalb der Schachtvariante L befindet. Vorzugsweise werden die Erdungsschleifen hier unterhalb des Muffenbaukörpers installiert. Aufgrund der Anforderung, dass sich Erdungssysteme mindestens 20 m entfernt von Rohrleitungen anderer Versorger befinden sollen, ist die Installation der Erdungsschleifen in drei Fällen nicht direkt unterhalb des Muffenkörpers möglich. Die Schleifen werden in diesen Fällen in einem passenden Abstand installiert. Die Erdungsschleifen bestehen aus Kupferdrähten mit einem Querschnitt von 150 mm<sup>2</sup>. Abhängig von den Bodenverhältnissen und deren Widerstandswerten vor Ort werden eine bis vier Erdungsschleifen an der Erdungsbox angeschlossen, um den Erdungswiderstand auf 5 Ω anzupassen.

Liegt eine kathodische Korrosionsschutzanlage eines Rohrleitungsbetreibers in einem Abstand von bis zu 200 m zu einem Erdungsmuffenstandort, ist ein passives Streustromblockiersystem zum Schutz der Erdungsmuffenstandorte erforderlich. Es wird eine Schleife aus galvanisiertem Zink mit einem Querschnitt von 200 mm<sup>2</sup> in einem Abstand von etwa 2,50 m vom Muffenstandort mit den Abmessungen 4,50 m und 6,50 m eingebracht. Innerhalb dieser Schleife befinden sich bis zu sechs Anoden aus Magnesium, die im Rechteck mit jeweils 2,00 m Abstand zueinander angeordnet sind. Die Anoden haben eine Mindestüberdeckung von 1,40 m. Eine landwirtschaftliche Nutzung ist hier weiterhin möglich. Die finale Erfordernis der Installation eines Streustromblockiersystems wird während der Bauphase mit Installation der Erdungs-

muffen durch Messungen bestimmt und das Streustromblockiersystem dann im oben beschriebenen Bereich installiert.

*Tabelle 2 D1: Betriebseinrichtungen an den Muffenstandorten*

| Muffennummer | Änderungen gegenüber der Antragsplanung | Schacht Variante S | Schacht Variante L | Erdungssystem außerhalb Muffenbaukörper |
|--------------|---|--------------------|--------------------|---|
| 1            |   |                    |                    |   |
| 2            |   |                    |                    |   |
| 3            | B                                       | X                  |                    |   |
| 4            | E                                       |                    |                    |   |
| 5            |   |                    |                    |   |
| 6            | B                                       |                    | X                  |   |
| 7            |   |                    |                    |   |
| 8            | E                                       |                    |                    |   |
| 9            | B                                       | X                  |                    |   |
| 10           |   |                    |                    |   |
| 11           | E                                       |                    |                    |   |
| 12           | B                                       |                    | X                  | X                                       |
| 13           |   |                    |                    |   |
| 14           | B                                       | X                  |                    |   |
| 15           | E                                       |                    |                    |   |
| 16           | B                                       |                    | X                  |   |
| 17           | E                                       |                    |                    |   |
| 18           | B                                       | X                  |                    |   |
| 19           | E                                       |                    |                    |   |
| 20           | E                                       |                    |                    |   |
| 21           | B                                       |                    | X                  | X                                       |
| 22           |   |                    |                    |   |
| 23           | B                                       | X                  |                    |   |
| 24           | E                                       |                    |                    |   |
| 25           |   |                    |                    |   |
| 26           | B                                       |                    | X                  |   |
| 27           | E                                       |                    |                    |   |
| 28a          | E                                       |                    |                    |   |
| 28b          | B                                       | X                  |                    |   |
| 29           |   |                    |                    |   |
| 30           | E                                       |                    |                    |   |
| 31           | B                                       |                    | X                  |   |
| 32           |   |                    |                    |   |

|    |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|
| 33 |   |   |   |   |
| 34 | B |   | X | X |
| 35 |   |   |   |   |
| 36 |   |   |   |   |
| 37 |   |   |   |   |
| 38 | E | Muffenstandort entfällt auf deutscher Seite |   |   |

**E: Belastung entfällt/ B: Belastung bleibt bestehen oder Neubelastung erfolgt**

Für den Betrieb der Kabelanlage werden an verschiedenen Muffenstandorten zusätzliche Betriebseinrichtungen angeordnet. Im Folgenden werden diese Betriebseinrichtungen dargestellt. Der Aufbau eines komplett ausgerüsteten Muffenstandortes ist in **Anlage 3** (Grabenprofile), Blatt 05, schematisch dargestellt.

- Lichtwellenleiterbox
- Teilentladungsmessbox
- Erdungssystem (Erdungsboxen und Streustromblockiersystem)

#### Lichtwellenleiterbox:

In dieser Box werden mitgeführte Lichtwellenleiter verbunden, die je nach Ausführung eine Lieferlänge von 1 bis 4 km haben. Die Lichtwellenleiterboxen mit den Abmessungen von 1,30 m \* 1,00 m (LWL Box Amprion) und 1,30 m \* 0,70 m (LWL Box Kabel) werden voraussichtlich in jeder dritten bis vierten Muffe angeordnet. In der erstgenannten Box werden die Lichtwellenleiter zusammengefügt, die der Kommunikation zwischen den beiden Konverterstationen dienen. In der zweiten Box werden einerseits die im Energiekabel integrierten Lichtwellenleiter und andererseits die Lichtwellenleiter zur externen Temperaturmessung verbunden. Die Lichtwellenleiterverbindungen erfolgen möglichst am Straßenrand in Unterflurschächten. Als Beispiel ist in **Abbildung 4** ein Unterflurschacht zur Verbindung dargestellt.



Abbildung 4: Beispiel-Foto eines Unterflurschachts

Teilentladungsmessbox:

An jedem dritten bis vierten Muffenstandort wird eine Teilentladungsmessbox der Abmessung 1,30 m \* 1,00 m (TE-Box) installiert. Diese wird in unmittelbarer Nähe zu den Muffenkörpern unterflur angebracht. In dieser Box werden die Lichtwellenleiter verbunden, die zur Messung von Teilentladungen bei den nach der Montage des Kabelsystems durchzuführenden Prüfungen dienen.

Erdungssystem:

Für das mitgeführte Erdungskabel werden in regelmäßigen Abständen alle fünf bis sieben Muffenstandorte zwei Erdungsboxen und ein unterirdisches Streustromblockiersystem dauerhaft installiert. Die Erdungsboxen haben Abmessungen von 2,80 m \* 1,60 m und 1,80 m \* 1,10 m. Das Streustromblockiersystem besteht aus zwei Teilen. Der erste Teil besteht aus einer metallischen Erdungsschleife, die die Kabel im Muffenbereich umschließt. Eine zweite Schleife wird in einem Abstand von etwa 2,50 m vom Muffenstandort mit den Abmessungen 4,50 m und 6,50 m eingebracht. Innerhalb dieser Schleife befinden sich insgesamt sechs Anoden, die im Rechteck mit jeweils 2,00 m Abstand zueinander angeordnet sind. Die Anoden haben eine Mindestüberdeckung von 1,40 m. Eine landwirtschaftliche Nutzung ist hier weiterhin möglich. Das Streustromblockiersystem verhindert die Beeinflussung des Kabelsystems durch andere technische Anlagen.

Die geplanten Standorte der Kabelmuffen sind in den Lageplänen ausgewiesen. Sie sind abhängig von der Länge der jeweiligen Kabelsegmente, Querungsarten und Biegeradien. Die zur Muffeninstallation notwendige Logistik wird innerhalb der dargestellten Baubedarfsflächen abgewickelt. Die Muffen sind nach der Fertigstellung unterirdisch angeordnet.

In der nachstehenden **Tabelle 3** ist eine Übersicht der derzeit geplanten Betriebseinrichtungen der jeweiligen Muffe gegeben. In der detaillierten Planungsphase zum späteren Zeitpunkt des Projektes kann es jedoch noch zu Änderungen der Betriebseinrichtungen in den jeweiligen Muffenstandorten kommen.

*Tabelle 3: Betriebseinrichtungen an den Muffenstandorten*

| Muffennummer | LWL-Box<br>Amprion | TE-Box | LWL-Box Kabel | Erdungssystem |
|--------------|--------------------|--------|---------------|---------------|
| 1            |                    |        |               |               |
| 2            |                    |        |               |               |
| 3            |                    | ✗      | ✗             |               |
| 4            | ✗                  |        |               |               |
| 5            |                    |        |               |               |
| 6            |                    | ✗      | ✗             | ✗             |
| 7            |                    |        |               |               |

|     |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|
| 8   | ✗ |   |   |   |
| 9   |   | ✗ | ✗ |   |
| 10  |   |   |   |   |
| 11  | ✗ |   |   |   |
| 12  |   | ✗ | ✗ | ✗ |
| 13  |   |   |   |   |
| 14  |   |   |   |   |
| 15  | ✗ | ✗ | ✗ |   |
| 16  |   |   |   |   |
| 17  |   | ✗ |   | ✗ |
| 18  |   |   | ✗ |   |
| 19  | ✗ |   |   |   |
| 20  |   | ✗ |   |   |
| 21  |   |   | ✗ |   |
| 22  |   |   |   |   |
| 23  | ✗ | ✗ |   | ✗ |
| 24  |   |   | ✗ |   |
| 25  |   |   |   |   |
| 26  |   | ✗ |   |   |
| 27  | ✗ |   |   |   |
| 28a |   |   | ✗ |   |
| 28b |   | ✗ |   | ✗ |
| 29  |   |   |   |   |
| 30  | ✗ |   |   |   |
| 31  |   | ✗ | ✗ |   |
| 32  |   |   |   |   |
| 33  |   |   |   |   |
| 34  | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |
| 35  |   |   |   |   |
| 36  |   |   |   |   |
| 37  |   |   |   |   |
| 38  | ✗ |   |   |   |

#### 8.4. Kabelendverschlüsse

Innerhalb des Konvertergebäudes wird die Kabelanlage mit Kabelendverschlüssen versehen, die auf Stahlgerüsten aufgeständert werden. Die Endverschlüsse sind notwendig, um den Übergang von der Feststoffisolierung der Kabel auf andere luftisolierte Betriebsmittel hochspannungstechnisch bewerkstelligen zu können. An den Endverschlüssen wird die Kabelanlage mit dem Konverter verbunden.

In **Abbildung 5** wird beispielhaft ein Kabelendverschluss dargestellt. Das Kabel wird abgesetzt und in das Gehäuse des Endverschlusses eingeführt. Unmittelbar an der

Absetzkante wird ein Feldsteuerungselement (grauer Körper oberhalb des Kabels) aufgeschoben. Das Steuerungselement und der mit Öl gefüllte Innenraum des Endverschlusses dienen der Beherrschung der elektrischen Feldstärken im Absetzbereich der Isolierung. Im oberen Bereich des Endverschlusses, an der der Kopfplatte, wird ein Bolzen auf den Leiter aufgespresst, an dem die Kabelanlage angeschlossen wird. Das Gehäuse des Endverschlusses besteht aus glasfaserverstärktem Kunststoffrohr, auf das Silikonrippen aufgebracht sind. Die Länge und die Beschaffenheit der Umhüllung des Endverschlusses dienen der elektrischen Isolierung des unter Hochspannung stehenden Kopfbereichs des Endverschlusses. Um das elektrische Feld in diesem Bereich zu ver gleichmäßigen werden zusätzliche Toroiden (Korona-ringe) aus Aluminium angebracht.



Abbildung 5: Kabelendverschluss des 320 kV Kabelsystems

## 8.5. Kabelschutzrohranlage

Die Verlegung der 320-kV-Erdkabel erfolgt im Wesentlichen in durchgängig hergestellten Kabelschutzrohranlagen. Nur im Bereich der Kabeltunnel wird aus Gründen der Wärmeabfuhr auf Kabelschutzrohre verzichtet. Hier sind die Kabel durch das Tunnelrohr mechanisch geschützt. Wie zuvor beschrieben, werden die Kabel auch im Bereich der Muffen nicht in einer Kabelschutzrohranlage verlegt.

Die Kabelschutzrohranlage kann mit hochtemperaturbeständigen Schutzrohren aus Polypropylen (PP) und/oder Polyethylen (HDPE) hergestellt werden. Dabei ergibt sich der minimal erforderliche Innendurchmesser der Schutzrohre aus dem Außendurchmesser der Erdkabel zuzüglich einem Zuschlag von mindestens 50 % für den Kabeleinzug:

$$d_{i \text{ min.}} = 1,5 * d_a \text{ Kabel}$$

$$d_{i \text{ min.}} = 1,5 * 140 \text{ mm} = 210 \text{ mm}$$

Die Rohre sind herstellerabhängig auf der Innenseite mit einer Gleitschicht oder einer die Reibung reduzierenden Strukturoberfläche versehen. Dies führt zu einer für den Kabeleinzug relevanten Reduzierung der Kabelzugkräfte insbesondere im Bereich von horizontalen Abwinklungen in der Trasse.

Die Kabelschutzrohranlage wird ergänzt durch einmal zwei und einmal drei Leerrohre DN 50 als Switchrohr für die Verlegung von zum Gesamtsystem zugehörigen Lichtwellenleiterkabeln. Eine weitere Ergänzung stellen das Mehrfachrohrsystem (6 \* 20 mm) für weitere Lichtwellenleiter und ein Schutzrohr DN 100 in dem ein Erdungskabel verlegt wird, dar.

## 8.6. Trassierungsparameter

Die Trasse der Kabelschutzrohranlage ist entsprechend der örtlichen und räumlichen Gegebenheiten mit einer Vielzahl von horizontalen und vertikalen Abwinklungen ausgelegt. Für die Herstellung der Abwinklungen wurden zur Optimierung des Kabelzuges, im Hinblick auf möglichst große Muffenabstände, die folgenden Kriterien bei vertikalen Verläufen festgelegt:

- ausschließlich Verwendung von 15° Bögen
- Radius der Bögen minimal 5 m
- zwischen Anschlussbögen eine mindestens 5 m lange Zwischengerade

Die Ausführung kann beispielhaft der unten dargestellten Regelunterquerung einer Abwasserleitung (Abb. 6) entnommen werden. In **Anlage 7.2** finden sich weitere Kreuzungslösungen mit anderen Leitungsarten.

Im Zuge der horizontalen Trassierung musste aufgrund sich abschnittsweise ergebender großer Abwinklungslängen auf die 5 m langen Zwischengeraden verzichtet werden.

Der Achsabstand der beiden Kabelschutzrohre beträgt in der Regel 0,75 m. Im Bereich von grabenlos hergestellten Querungen variiert der Achsabstand entsprechend der geometrischen Vorgaben des gewählten Mantel- bzw. Vortriebsrohres.

Entsprechend der Kreuzungsrichtlinien einzelner Leitungseigentümer oder -betreiber, zum Beispiel von Gasleitungen, muss der Achsabstand, nach elektro- oder bautechnischen Anforderungen, im Einzelfall angepasst werden.

## Verbaute Regelquerung mit 15° Bögen

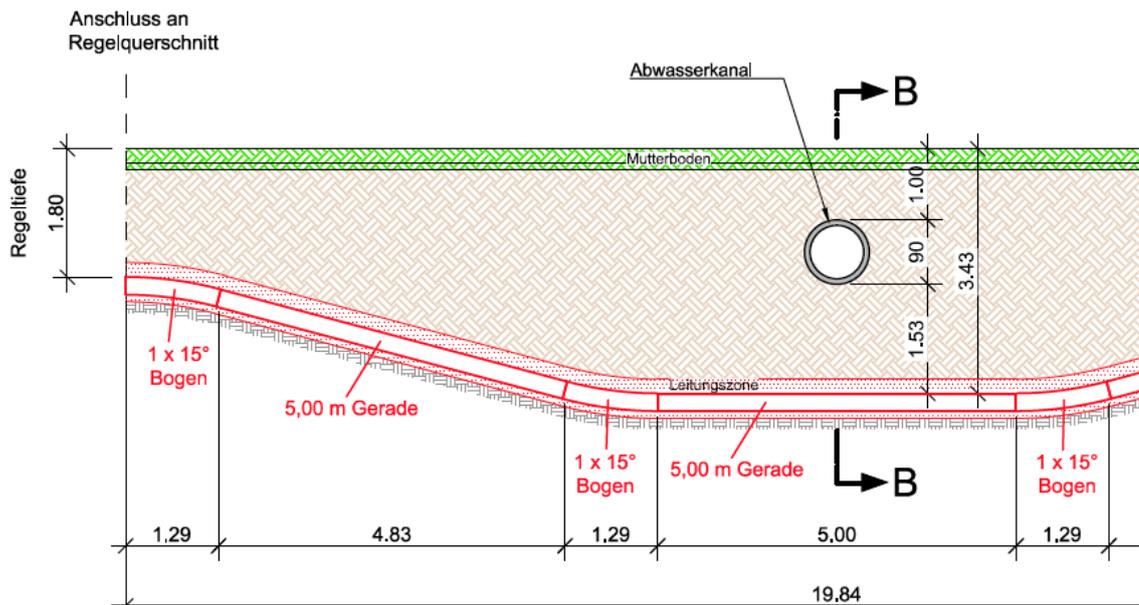


Abbildung 6: Regelquerung

### 8.7. Arten der Verlegung

Zum Einbau der Kabelschutzrohre wird unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und der anstehenden Geologie auf verschiedene Bauverfahren zurückgegriffen. Detaillierte Beschreibungen dieser Verfahren finden sich ab Kapitel 8.9.

Als Standard hat sich im Leitungstiefbau die Verlegung im offenen Leitungsgraben etabliert. Etwa 76 % der gesamten Streckenlänge werden in dieser Bauweise umgesetzt. Stark vereinfacht lässt sich sagen, dass ein Bagger den Graben aushebt, die Schutzrohre vom Baustellenpersonal eingebaut werden und der Graben durch Rückverfüllung wieder verschlossen wird. Dabei findet die bodenschonende Bauweise besondere Berücksichtigung. (Nähere Erläuterungen dazu finden sich in **Anlage 13** - Fachbeitrag Bodenschutz).

- Zur Querung von bestehenden Infrastruktureinrichtungen wie Straßen oder Leitungen wird auf kurzen Distanzen bis etwa 60 m ein Horizontal-Pressbohrverfahren eingesetzt. Aus einem Startschacht heraus wird ein Mantelrohr in einen Zielschacht vorgetrieben. Innerhalb des Mantelrohres werden die Kabelschutzrohre und Begleitrohre positioniert.
- Ebenfalls zur Querung von vorhandenen Infrastrukturen, aber auch zur Vermeidung nicht vertretbarer Umwelteingriffe, wird auf das Horizontalbohrverfahren (HDD-Verfahren) zurückgegriffen. Es sind damit Bohrlängen von weit über 1000 m erreichbar. Tiefe Start- und Zielschächte sind nicht erforderlich. Im Erdreich zurück verbleibt ein Kunststoffmantelrohr, in das Kabelschutz- und Begleitrohre eingezogen werden.
- **Das modifizierte HDD-Verfahren mit Entlastungsbohrungen kommt unter anderem im Bereich der Rurquerung zur Anwendung, da im Zuge ergänzender Bodenerkundungen einzelne Braunkohlevorkommen erschlossen wurden. In diesen kann aufgrund der elektrotechnischen und thermischen Randbedingungen nach derzeitigem Kenntnisstand keine Verlegung der Höchstspannungskabel erfolgen. Es wird nunmehr eine flachere Bohrlinie gewählt, die es bedingt, mehrere sog. Entlastungsbohrungen mit einem Durchmesser DN 300 mm in der Bohrlinie auszuführen.**
- Kabeltunnel stellen innerhalb der gesamten Kabelstrecke eine Besonderheit dar. Die Kabel werden hier in technisch als begehbar geltenden Querschnitten geführt. Kabelschutzrohre kommen nicht zum Einsatz. Die Entscheidungen für Kabeltunnelabschnitte erfolgten im Rahmen von gesonderten Vorplanungen. Trotz intensiver Trassensuche konnte für diese Abschnitte keine sinnvolle Planungslösung für Verlegungen in offener Bauweise bzw. einfacherer grabenloser Bautechniken entwickelt werden. Die Kabeltunnel liegen in etwa 5 – 10 m unterhalb der Geländeoberkante und nehmen alle mitzuführenden Leitungen und Kabel auf. Sie werden im Rohrvortriebsverfahren von Startschacht zu Zielschacht erstellt. Durch die Aneinanderreihung von Vortriebsabschnitten können große Längen über mehrere Kilometer erreicht werden. Die Verlegung der Kabel innerhalb der Tunnelrohre erfolgt durch geschultes Fachpersonal auf Stahlkonsolen. Regelmäßige Begehungen der Kabeltunnel im späteren Regelbetrieb sind nicht vorgesehen. Gelegentliche Inspektionen können durch Befahrungen mit speziellen Kamerasystemen erfolgen.

Die Festlegung auf die hier beschriebenen Verlegearten erfolgte Leitungsabschnitt für Leitungsabschnitt nach fundierten fachplanerischen Abwägungen. Es ist nicht auszuschließen, dass bei veränderten Voraussetzungen oder neuen fachlichen Erkenntnissen, ein Wechsel der vorgesehenen Verlegeart angebracht wäre. Beispielsweise könnte die Unterfahrung von zuvor im Feld bestätigten archäologischen Fundstellen mittels grabenloser Verlegetechnik sinnvoller sein, als den geplanten Bodenaushub für einen offenen Leitungsgraben weiter zu verfolgen. Insbesondere im Bereich der grabenlosen Technologien werden im Markt praktisch fortlaufend Verbesserungen oder Neuerungen entwickelt.

### **8.8. Montage der Kabel**

Nach Herstellung der Kabelschutzrohranlage und der Muffengruben beginnt der Einzug der 320-kV-Kabel. Die zur Verlegung der Kabelschutzrohre erforderlichen Leitungsgräben sind zu diesem Zeitpunkt bereits rückverfüllt. Im Bereich der Muffenbauwerke werden die Baugruben für den Kabelzug offen gehalten, sodass die eigentlichen Kabel abschnittsweise von Muffengrube zu Muffengrube eingezogen werden können. Die Kabel werden auf Kabelspulen mit einer jeweiligen Lieferlänge von bis zu etwa 1.300 m geliefert und mittels einer Kabelzugwinde eventuell unterstützt durch Kabelschubgeräte in die Schutzrohranlage eingezogen. Durch die anschließende Montage von Muffenverbindungen, Garnituren und der Rückverfüllung der Muffengruben wird die Herstellung des Kabelsystems abgeschlossen. Die zum Einzug benötigten Geräte und Arbeitsmittel (Kabelspulen, Kabelzugwinden, Autokräne etc.) werden über geeignete, gegebenenfalls für diesen Zweck extra hergestellte, Verkehrswege zu den Muffenstandorten transportiert.

Die für die Spulen- und Windenplätze erforderlichen Arbeitsflächen müssen mit dafür geeigneten Materialien wie beispielsweise Natursteinschotter temporär befestigt werden. Zum Ziehen der Kabel wird im ersten Arbeitsschritt zwischen Zugwinde und Spulenplatz ein leichtes Vorseil eingeblasen. Anschließend wird mit Hilfe des Vorseils ein Kabelzugseil in die Schutzrohre eingeführt. Im dritten Arbeitsschritt schließlich wird das 320-kV-Kabel mittels Kabelziehstrumpf an dem Zugseil befestigt und in Richtung Windenplatz gezogen.

Die Verlegung der Kabel innerhalb der Kabeltunnel erfolgt durch geschultes Fachpersonal. Kabelschutzrohre werden hier nicht eingesetzt. Als Trägersystem werden Stahlkonsolen verwendet.

Nachdem die ersten Kabellängen eingezogen sind, kann mit der Muffenmontage begonnen werden. Die Abläufe sind so zu koordinieren, dass die Montagearbeiten und der weitere Kabelzug zeitgleich ausgeführt werden können. Vor Montagebeginn werden die Muffenbauwerke witterungsbeständig abgedeckt, es können alternativ auch Montagecontainer eingesetzt werden. Zur Überprüfung der fachgerechten Montage

wird die Kabelanlage abschließend einer Spannungsprüfung unterzogen. Zur Durchführung der Spannungsprüfung werden Lastkraftwagen mit entsprechenden elektrischen Prüfkomponenten an vorgesehenen Punkten entlang der Trasse positioniert. Die Prüfung erfolgt über mehrere Tage. Die erforderlichen Zufahrten und Baustraßen müssen bis zur erfolgreichen Inbetriebnahme des Kabelsystems erhalten bleiben, damit bei eventuell vorliegenden Fehlern ein Zugriff möglich ist.

## 8.9. Bauliche Umsetzung

### 8.9.1. Bodenschutz

Böden unterliegen bei Baumaßnahmen vielfältigen und nachhaltigen Eingriffen. Der Umsetzung des gesetzlichen Bodenschutzes kommt daher bei allen möglichen in diesem Projekt sich ergebenden Inanspruchnahmen von Böden eine besondere Bedeutung zu. Hauptaugenmerk wird auf die Vermeidung folgender Beeinträchtigungen gelegt:

- Nachteilige Veränderung der physikalischen Bodeneigenschaften insbesondere durch schwere Maschinen, wie Gefügeschäden, Verdichtungen und Verwässerungen
- Vermischung unterschiedlicher Bodenarten und Substrate und das Einbringen anthropogener Substrate in natürliches Bodenmaterial
- Abtrag oder die Umlagerung von vegetationsfreiem und somit ungeschütztem Boden durch Wasser oder Wind
- Eintrag von Schadstoffen durch Reste von Bau- bzw. Abbrucharbeiten oder von Bauabfällen
- Schadstoffbelastungen durch das Umfüllen von Baustoffen oder das Befüllen von Maschinen und Tanks

Bereits die Planung der Baumaßnahmen erfolgte unter Einbeziehung eines Bodenkundlers. In die Überwachung der Bauausführung wird eine bodenkundliche Bauleitung eingebunden.

Näheres zum Thema Bodenschutz findet sich im Fachbeitrag Bodenschutz unter **Anlage 13**. Die durch die Umplanungen veränderten Flächenbetroffenheiten führen im Ergebnis zu keiner anderen fachlichen Bewertung, so dass dieser dem Grunde nach weiterhin Gültigkeit besitzt.

### 8.9.2. Bodendenkmalschutz

Da die Vorhabenträgerin zur Umsetzung dieses Vorhabens in den Boden eingreifen wird, sind neben umweltfachlichen Aspekten unter anderem auch die Interessen des Bodendenkmalschutzes zu beachten. Hierzu hat die Vorhabenträgerin einen archäologischen Fachbeitrag erstellen lassen, der als **Anlage 15** Teil dieser Antragsunterlagen ist.

In diesem werden die archäologischen, historischen und geoarchäologischen Informationen des von dem Leitungsvorhaben betroffenen Gebiets dargestellt und ausgewertet. Er dient mithin als Beurteilungsgrundlage für die Berücksichtigung archäologischen Kulturguts dieses Planfeststellungsverfahrens. Anhand der verfügbaren Informationen im Bereich der Vorzugstrasse wurden Bereiche definiert, in denen mit hoher Wahrscheinlichkeit Bodendenkmäler durch die Bodeneingriffe gestört und beeinträchtigt werden könnten.

Da die geplante Trasse in weiten Teilen parallel zu bereits bestehenden Versorgungstrassen verläuft, die in den letzten Jahren archäologisch begleitet wurden, konnte im Vorfeld auf Grabungsdokumentationen von archäologischen Maßnahmen im Rahmen dieser älteren Vorhaben zurückgegriffen werden. Diese lieferten Aufschluss über Lage und gegebenenfalls auch Ausdehnung sowie Erhaltungszustand vorhandener Bodendenkmäler in unmittelbarer Nähe zum Vorhaben.

Darüber hinaus steht die Vorhabenträgerin in enger Abstimmung mit dem zuständigen LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland und hat die Belange der Bodendenkmalpflege mit diesem einvernehmlich abgestimmt. Im Vorfeld wurden mehrere archäologische Konfliktzonen erörtert und die Sondierung auf einzelnen Streckenabschnitten, die im offenen Graben gequert werden, und auf der Fläche des Konverters als erforderlich festgestellt. Begleitend zum Planfeststellungsverfahren werden weitere archäologische Voruntersuchungen durchgeführt, um diese Belange konkreter bewerten und die Feinplanung der Trasse abschließen zu können. In Bereichen, die aus archäologischer Sicht als eher unbedenklich eingestuft wurden, wird eine archäologische Baubegleitung stattfinden, so dass die Belange des Bodendenkmalschutzes hinreichend berücksichtigt werden.

### 8.9.3. Zuwegungen

Das Umfeld der Baumaßnahme ist räumlich geprägt durch die Autobahnen A4 und A44 und wird gegliedert durch diverse Bundes-, Landes- und Kreisstraßen sowie die Gewässer Rur und Inde. In diesen Bereichen werden durch die einschneidende Wirkung der großen Verkehrsadern und der Gewässer in der Regel von beiden Seiten der Baustelle Zufahrten auf die Höchstspannungskabeltrasse erforderlich. Entlang

der ca. 40 km langen Höchstspannungskabeltrasse wird daher die Herstellung und Nutzung einer Vielzahl an Baustellenzuwegungen notwendig sein. Die in den Planunterlagen eingetragenen Baustellenzufahrten befinden sich zum überwiegenden Teil auf öffentlichen Flächen, lediglich einzelne Zufahrten befinden sich auf privaten Flächen. Bei der Festlegung der Zufahrten erfolgte eine Abwägung zwischen der Vermeidung von Zufahrten, die unmittelbar durch die vorhandene Bebauung führen, und der notwendigen Baustellenandienung.

Der eigentliche Baustellenbetrieb erfolgt im Längstransport auf einer Baustraße, die parallel zu dem zu errichtenden Graben innerhalb der Baustelleneinrichtungsflächen hergestellt wird.

Soweit die Straßen und Wege keine ausreichende Tragfähigkeit oder Breite besitzen, werden in Abstimmung mit den zuständigen Behörden Maßnahmen zum Herstellen der Befahrbarkeit festgelegt und durchgeführt. Hierzu zählt auch die Herstellung von Aufweitungen und Radien zur Sicherstellung von Großtransporten und, soweit erforderlich, die Herstellung von Ausweichbuchten.

Im Einzelfall wird geprüft, inwieweit der Rückschnitt von Bäumen und Sträuchern zur Freistellung des Lichtraumprofils sowie um unnötige Beschädigungen durch Baufahrzeuge und Materialtransporte zu vermeiden, erforderlich ist.

Für das Befahren von privaten Wegen und Flächen werden die entsprechenden privatrechtlichen Vereinbarungen mit den Eigentümern angestrebt.

Im Bereich von unmittelbar betroffenen Straßen und Wegen wird vor Beginn und nach Abschluss der Baumaßnahme der Zustand festgestellt und beweisgesichert. Gleiches gilt für die Inanspruchnahme von privaten Grundstücken.

#### **8.9.4. Baustelleneinrichtungsflächen**

##### **8.9.4.1. Regelbaustelleneinrichtungsflächen**

Entlang der Trasse werden Baustelleneinrichtungsflächen unterschiedlicher Größenordnungen zur Installation der notwendigen Infrastruktur und zum Betrieb der Baustelle erforderlich. In der Regel befinden sich hier das Rohr- und Materiallager, Gerätepark, Tagesunterkünfte, Bürocontainer und Sanitäreinrichtungen.

Die Baustelleneinrichtungsflächen werden wie die Baustraßen nach dem Abtragen des Oberbodens durch den Einbau einer ungebundenen mineralischen Schottertragsschicht in erforderlicher Aufbauhöhe hergestellt. Die Höhe des Aufbaus richtet sich nach den Anforderungen, wie sie sich zur Vermeidung von Schadverdichtungen in der jeweiligen Situation ergeben, abhängig von der Witterung, dem Zustand des Un-

terbodens und der notwendigen baulichen Nutzung. Sie wird mit dem baubegleitenden Bodenkundler abgestimmt. Es sind kombinierte Maßnahmen mit geotextilen Vliesstoffen, lastverteilenden Platten und dem angesprochenen Schottermaterial denkbar. Spätestens nach Abschluss aller erforderlichen Tiefbauarbeiten werden die eingesetzten Stoffe und Hilfsmittel zurück gebaut.

Dort wo Startgruben für die Umsetzung der grabenlosen Bauweisen errichtet werden müssen, werden Flächen von etwa 1.000 bis 1.500 m<sup>2</sup> Größe benötigt. Je nach umzusetzender Vortriebstechnik können neben den üblichen Kleingeräten Portalkrane, Generatoren, Hydraulikaggregate, Pumpen, Bentonitmischanlagen, Separationsanlagen, Rohr- und Materiallager, Sanitäranlagen, Büro- und Mannschaftscontainer zum Einsatz kommen.

Dort wo HDD-Bohrungen ausgeführt werden, wird außer den Flächen für die Bohranlage mit Nebenanlagen wie Generator, Antriebstechnik und Separation, die Fläche für die Vorstreckung der Rohrleitung und das Auslegen der vollständig einzuziehenden Schutzrohre erforderlich. Vorgesehen ist hierfür der Fahrbahnrand der Baustraße.

Sämtliche für die bauliche Umsetzung der Maßnahme benötigte Flächen sind in den Lageplänen (**Anlage 4**) als Baubedarfsflächen ausgewiesen.

#### **8.9.4.2. Temporäre Arbeitsflächen und Zuwegungen bei modifizierten HDD-Bohrungen**

Anders als bei den Regelarbeitsflächen ist im Rahmen der oben bereits kurz angesprochenen und unten unter Kap. 8.9.6.4 detailliert beschriebenen modifizierten HD-Bohrungen ein Abtrag des Oberbodens nicht erforderlich. Vielmehr erfolgt die Ausführung mit einem handelsüblichen Schneckenbohrgerät, welches an einen Traktor oder Unimog angebaut wird. Alternativ kann ein Mobil- oder Kettenbagger zum Transport des Bohrgeräts eingesetzt werden. Zur Herstellung der Multifunktionsbohrungen müssen mehrere Bereiche entlang der Bohrlinie außerhalb der ursprünglichen Baubedarfsfläche punktuell mit dem beschriebenen Gerät angefahren werden. Hierzu sind temporäre Zufahrten und Betretungsflächen erforderlich. Zur Minimierung des Eingriffs in den Boden erfolgt im Bereich der temporären Zufahrten zu den Multifunktionsbohrungen keine Herstellung einer Baustraße und kein Abtrag des Oberbodens. In Abstimmung mit der bodenkundlichen Baubegleitung können bei Vernässung mobile Baustraßenelemente oder Baggermatrizen zur Schonung des Oberbodens eingesetzt werden.

### 8.9.5. Offene Bauweise (Leitungsgraben)

Die Herstellung der Trasse erfolgt im Regelfall konventionell in offener Bauweise. Die erforderliche Trassenbreite beträgt einschließlich der Oberbodenlagerfläche 26,50 m. Der in der Trasse anstehende Oberboden wird unter bodenkundlicher Begleitung in einer Breite von 20 m abgetragen und in einer Miete seitlich gelagert. Für kurze Abschnitte kann die Breite der Baubedarfsfläche auf bis zu 10 m eingeschränkt werden. Für Arbeiten außerhalb der befestigten Baustraßen werden ausschließlich Kettenfahrzeuge zugelassen, welche die Einhaltung der zulässigen Bodenpressungen gewährleisten. Die mittlere Schichtdicke des Oberbodens beträgt etwa 35 bis 40 cm. Nach dem Abtragen des Oberbodens erfolgt der Bau der Baustraßen in Längsrichtung der Trasse, der Bau der Zuwegungen und der erforderlichen Aufweitungen für Ausrundungen und Ausweichstellen. Sowohl die Baustraße als auch das freigelegte Erdplanum sind während der Bauzeit ordnungsgemäß zu entwässern.

Der Aushub des Grabens ist gemäß den Regelungen der DIN 4124 „Baugruben und Gräben“ sowie der DIN 18300 2015-08 „Erdarbeiten“ in geböschter Ausführung vorgesehen. Die Grabenabmessungen können der nachfolgenden **Abbildung 7** und der **Anlage 3** (Grabenprofile), Blätter 01 und 02, entnommen werden. Im Bereich räumlicher oder baulicher Einschränkungen können die Grabenwände auch mit einem senkrechten Verbau nach DIN 4124 gesichert werden (**Anlage 3** (Grabenprofile), Blatt 03)

Vor dem Beginn der Aushubarbeiten sind die vorhandenen Versorgungsleitungen durch die ausführenden Unternehmen örtlich einzumessen und zu markieren, so dass die jeweiligen Querungen plangemäß ausgeführt werden können. Vor der Ausführung der Querungen werden die jeweiligen Versorgungsträger informiert. Die Schutz- und Arbeitsanweisungen der Versorgungsunternehmen finden bei der Ausführung der Querungen Anwendung.

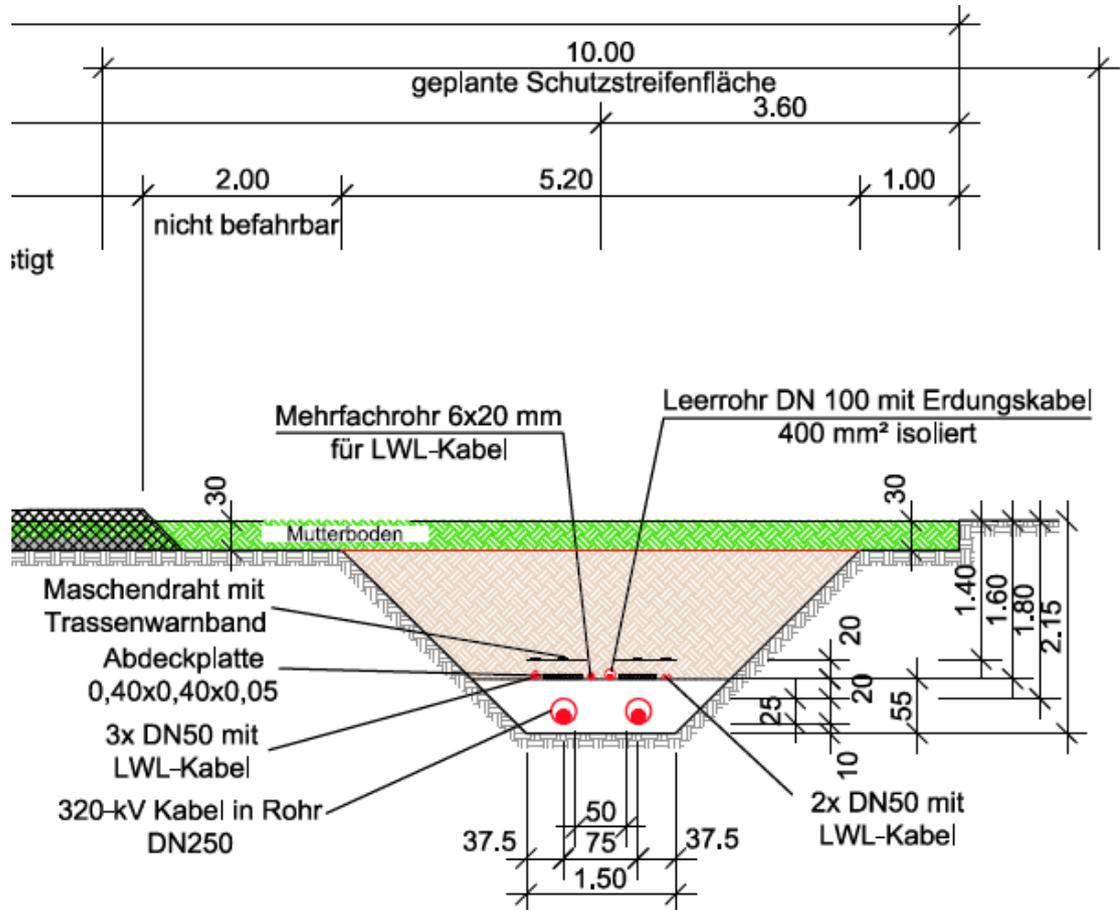


Abbildung 7: Regelquerschnitt

Gemäß den bodenkundlichen und baugrundtechnischen Erkundungen handelt es sich im Bereich der Trasse zum überwiegenden Teil um feinkornhaltige und wasserempfindliche Böden. Um die Auswirkungen der Witterung auf die gelösten und zwischengelagerten Böden gering zu halten, wird die Abwicklung der Baustelle daher in Kurzbauweise mit möglichst kurzen, offenen Abschnitten geplant.

Unterschiedliche Bodenarten werden grundsätzlich getrennt zwischengelagert.

Erforderliche Wasserhaltungsmaßnahmen sind entsprechend den Ausführungen in **Anlage 10** (Wasserrechtliche Belange) vorgesehen.

In der Leitungszone rund um die Kabelschutzrohre wird thermisch optimierter Flüssigboden eingebaut, da die Belastbarkeit eines Erdkabelsystems von den wärmeleitenden Eigenschaften des umgebenden Bettungsmaterials stark beeinflusst wird und verbessert werden soll. Flüssigböden sind zeitweise fließfähige, selbstverdichtende Verfüllbaustoffe, die auf Basis von Bodenaushub und natürlichen Gesteinskörnungen oder anderen mineralischen Stoffen durch den Einsatz von Zusatzstoffen hergestellt werden. Der Bindemittelanteil (Zement) wird in etwa bei 2 Volumenprozent liegen.

Flüssigboden ist nach dem Abbinden volumenstabil, wodurch ungewollte Nachsetzungen im Grabenprofil vermieden werden. Er kann in der Regel nach 48 Stunden begangen werden und bleibt dauerhaft stichfest. Infolge der Anteile an Bindemitteln im Flüssigboden, wird durch den Einbau von Flüssigboden die unerwünschte drainierende Wirkung der Leitungszone wirkungsvoll vermieden.

Die Böden entlang der ausgewiesenen ALEGrO-Strecke sind aufgrund der überwiegend sehr bindigen Zusammensetzung nicht zur Flüssigbodenherstellung geeignet. Deshalb sollen ausschließlich natürliche Fremdmaterialien als Gesteinskörnung eingesetzt werden. Eine Verwendung synthetischer Zusatzstoffe ist nicht vorgesehen.

Es ist vorgesehen, direkt oberhalb der Leitungszone ergänzend einmal 2 und einmal 3 Leerrohre DN 50 als Switchrohr für Lichtwellenleiter anzuordnen. Ergänzt wird das System durch ein 6er- Mehrfachrohr (DN20) für Lichtwellenleiter und ein isoliertes 400 mm<sup>2</sup> großes Erdungskabel, welches in einem Schutzrohr verlegt wird. Außerdem sollen in diesem Grabenbereich Trassenwarnbänder oder weitere Schutzelemente eingebaut werden (ggf. Gehwegplatten, Maschendraht, geotextile Schutzgitter).

Überschüssiger Bodenaushub soll einer geordneten Verwertung zugeführt werden. Aus diesem Grund wird zeitgleich zum Planfeststellungsverfahren ein Bodenverwertungskonzept ausgearbeitet. Falls einzelne Grundstückseigentümer den auf ihrem Grundstück anfallenden verdrängten Boden selber verwerten wollen, kann der Boden auf dem Grundstück belassen werden.

Nach der Herstellung von Kabelschutzrohrabschnitten erfolgt fortlaufend die Wiederverfüllung der Leitungsgräben. Die seitlich gelagerten Unterböden werden entsprechend der vorhandenen Schichtung bis zum jeweiligen Schichthorizont beziehungsweise bis zum ursprünglich vorhandenen Unterbodenhorizont verfüllt. Der Einbau und gegebenenfalls eine leichte Verdichtung (bis maximal zur vorgefundenen natürlichen Lagerungsdichte) des Unterbodens erfolgen im Rahmen des Bodenschutzkonzeptes nach Maßgabe des baubegleitenden Bodenkundlers.

Nach Abschluss der Muffenmontage erfolgt die Verfüllung der Muffengruben analog zur Verfüllung der Gräben. Abschließend werden die eingerichteten Baustraßen rückstandsfrei entfernt und es erfolgt die Rekultivierung der Flächen. Die Rekultivierungsarbeiten werden durch einen Sachverständigen der Agrarwissenschaften begleitet.

#### **8.9.6. Geschlossene Bauweisen**

Die Planung und Ausführung von Bauverfahren zum unterirdischen Einbau von vorgefertigten Rohren mit gesteuerten Vortriebsverfahren erfolgt nach den Regeln der Arbeitsblätter A 125 und A 161 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Ab-

wasser und Abfälle e.V. (DWA), den Technischen Richtlinien des Verbandes Güteschutz Horizontalbohrungen e.V. und der DIN 18324 (Horizontalspülbohrarbeiten). Bei der Ausschreibung und Ausführung der Arbeiten gilt ergänzend die DIN 18319 2015-08 (Rohrvortriebsarbeiten).

Da ein abschließendes Baugrundgutachten derzeit noch nicht vorliegt, erfolgt die Festlegung endgültiger Ausführungsdetails zu den geschlossenen Bauverfahren im Zuge der Ausführungsplanung. Insgesamt liegt über den Baugrund ein weitreichender Erkenntnisstand vor, der keine wesentlichen Änderungen erwarten lässt.

#### **8.9.6.1. Mikrotunnelbau**

Im Bereich langer Vortriebsstrecken hat sich in den vergangenen Jahrzehnten als Bauverfahren im Mittel- und Großrohrbereich der Mikrotunnelbau durchgesetzt. Bei dem Verfahren handelt es sich um ein gesteuertes, einstufiges Verfahren, welches in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser bemannt oder unbemannt ausgeführt werden kann. Im Bereich von anstehendem Grundwasser können Vortriebe nach Erfordernis mit Druckluft beaufschlagt werden, um das anstehende Grundwasser zurück zu halten.

Der Mikrotunnelbau wird im diesem Projekt für die Herstellung der Kabeltunnel eingesetzt.

Der Bodenabbau erfolgt unter Verwendung einer Vortriebsmaschine, die aus einer Startgrube heraus aufgefahren wird. Der Vortriebsmaschine folgt der eigentliche Rohrstrang. Richtungsänderungen werden durch einen hydraulisch schwenkbaren Steuerkopf erzielt. Die Vortriebskraft wird mittels einer in der Startgrube installierten hydraulischen Presseneinrichtung aufgebracht. Durch den Einsatz unterschiedlicher im Bohrkopf der Vortriebsmaschine angeordneter Abbauwerkzeuge kann das Verfahren sehr gut an die jeweiligen Geologien angepasst werden. Die maximale Vortriebslänge, ohne Verwendung von Zwischenschächten, beträgt gemäß dem Regelwerk der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA A 125) 800 m. Diese Länge wird in zwei Abschnitten des Kabeltunnels Aachen-Brand leicht überschritten, was technisch in Abhängigkeit von der anstehenden Geologie, dem Rohrquerschnitt und der Baustellenvorbereitung ohne Weiteres möglich ist.

Aus der Startgrube heraus erfolgt die Energie- und Luftversorgung des Vortriebs. Hier wird auch der abgebaute Boden ausgetragen. Die Bergung der Vortriebsmaschine erfolgt im Regelfall am Zielpunkt mittels einer Bergegrube, diese wird im Folgenden als Zielgrube bezeichnet.

Zur Reduzierung der mit wachsender Vortriebslänge steigenden Mantelreibung wird in den sich durch einen leichten Überschnitt der Vortriebsmaschine erzeugten Ring-

spalt (die Maschine hat einen etwas größeren Außendurchmesser als die nachfolgenden Rohre) eine Bentonitsuspension eingepresst. Der Vortrieb wird dadurch geschmiert, der Ringspalt gestützt und offengehalten.

Bentonit für den Rohrvortrieb besteht aus verschiedenen Tonmineralien. Es wird je nach Einsatzzweck zur Optimierung seiner rheologischen Eigenschaften mit Zusatzstoffen angereichert. In den meisten Fällen handelt es sich bei den Zusatzstoffen um Polymere oder Spezienschmiermittel, für deren Einsatz die entsprechenden Unbedenklichkeitsbescheinigungen vorliegen.

Aufgrund der in den Abschnitten mit Kabeltunneln erwarteten Geologien sollen die Rohrvortriebe mit Vollschnittmaschinen und automatischer Nassförderung aufgeföhren werden. Aufgrund der technischen Anforderungen an die Durchführung von Rohrvortriebsverfahren wird für die Kabeltunnel ein Innendurchmesser von minimal 1,60 m vorgesehen. Dieser Durchmesser lässt in Abhängigkeit von der Vortriebslänge neben dem Personaleinsatz auch Druckluftbeaufschlagungen bei offenen Vortriebschilden zu.

Die Förderung des Abraumes erfolgt durch Zugabe von Wasser mittels Pumpen und Schlauchleitungen. Die Nassförderung ermöglicht größere Tagesleistungen als der stückige Abbau und die Förderung mittels Loren. Für die anschließende Separierung der flüssigen und festen Phase werden entsprechende Flächen an der Geländeoberfläche erforderlich.

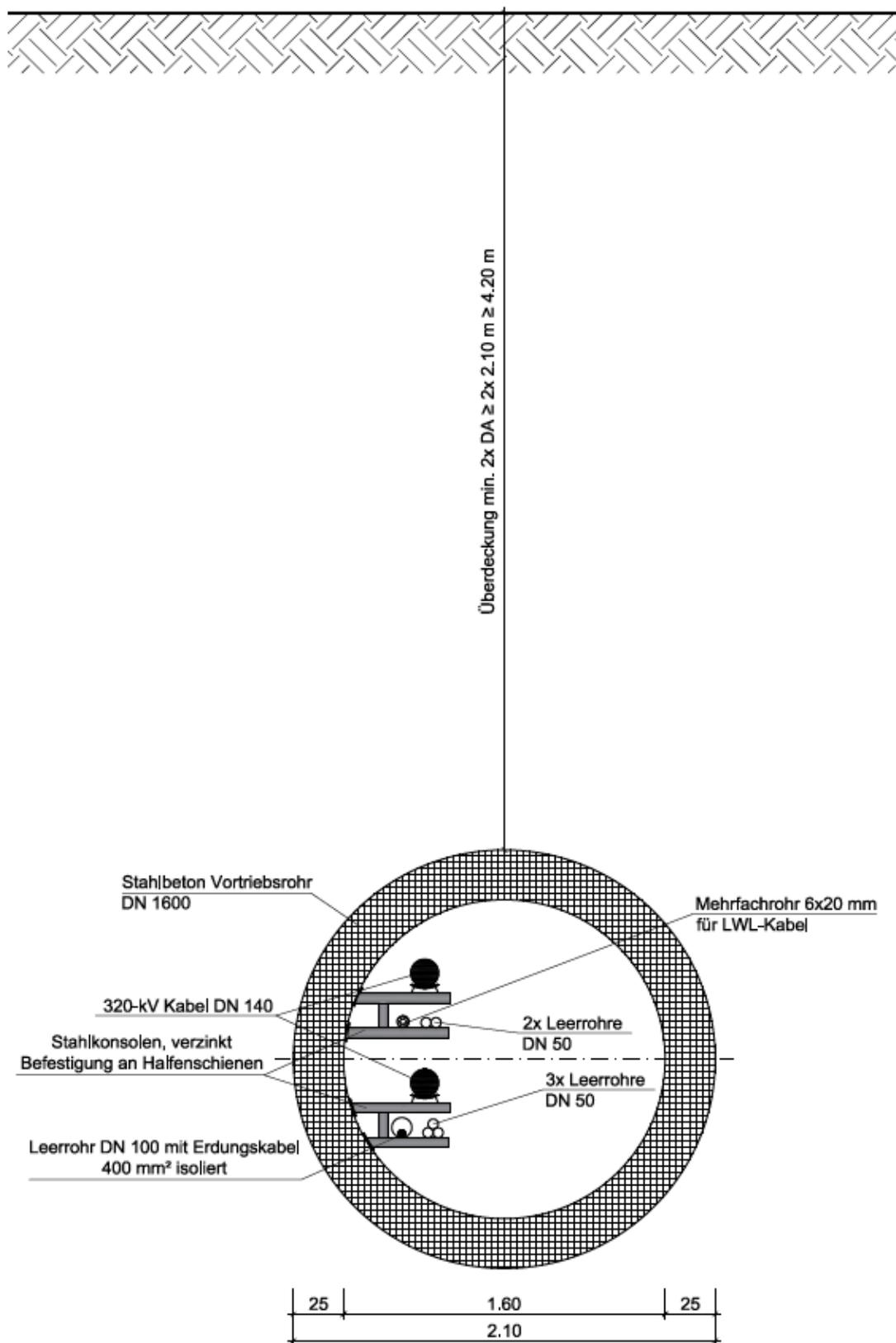


Abbildung 8: Regelquerschnitt Vortriebsrohr

Soweit möglich wird die Trasse zwischen den Vortriebsschächten als Gerade aufgeföhren. In Teilabschnitten würde dies jedoch zum Unterfahren von vorhandenen Bauwerken föhren. Um diesen auszuweichen, wird die Trasse daher streckenweise in Radien geföhrt. In Abhängigkeit von der Länge der Vortriebsrohre, die hier mit 3 m angenommen wird, beträgt der mögliche Minimalradius einer Vortriebsstrecke  $200 \text{ bis } 400 \cdot DA$  (Rohraußendurchmesser). Bei Annahme eines Rohraußendurchmessers von ca. 2,1 m ergibt sich so ein Minimalradius von  $> 420 \text{ m bis } 840 \text{ m}$ .

Mittels geschlossener Rohrvortriebsverfahren können die Landschaft, vorhandene Oberflächenbefestigungen und Infrastruktureinrichtungen weitgehend geschont werden. Die Baustelleneinrichtung einer Vortriebsbaustelle beansprucht für Anlagen zur Energieerzeugung, Rohrlager, Mannschafts- und Werkstattcontainer, Portalkran sowie ein Zwischenlager für den Aushub nicht unerhebliche Flächen. Diese betragen jedoch insgesamt nur einen Bruchteil der bei offenen Bauverfahren notwendigen Flächen. Der erforderliche Flächenbedarf ist in den Lageplänen der **Anlage 4** dargestellt.

Als Rohrmaterial kommen Stahlbetonvortriebsrohre gemäß DIN EN 1916 / DIN V 1201 zum Einsatz. Der geprüfte statische Nachweis wird nach Arbeitsblatt ATV – A 161 / DVGW GW 312 vor der Ausführung beigebracht.

Gemäß DWA-A 125 werden die Toleranzen für Abwasserkanäle mit Durchmessern größer DN 1400 mit  $\pm 50 \text{ mm}$  vertikal und  $\pm 200 \text{ mm}$  horizontal definiert. Sie werden für die hier vorliegenden Vorpressstrecken übernommen.

Startgruben erfordern durch den Einbau von Presswiderlagern und diverser Technik einbauten einen größeren Raumbedarf. Die Abmessungen werden vorerst mit einem Durchmesser von 10 m angenommen. Je nach Baugrund, wird der Baugrubenverbau für Start- und Zielgruben mittels überschnittenen Bohrpfahlwänden, mittels Spundwänden oder bei umgebendem Festgestein mit einer Spritzbetonauskleidung hergestellt. Die Baugruben werden mit Stahlbetonsohlen versehen. In Bereichen drückenden Grundwassers müssen diese Betonsohlen druckwasserdicht ausgeführt werden. Die konkrete technische Gestaltung der Start- und Zielgruben erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung.

Im Bereich der begehbaren Rohrquerschnitte wird vor der Rückverfüllung der Start- und Zielgruben ein Schachtbauwerk errichtet, so dass die Zugänglichkeit für den Reparaturfall erhalten bleibt.

Die Schachtbauwerke werden aus Stahlbeton errichtet. Für Schachtbauwerke und Baugrubenverbaue wird ein Tragfähigkeitsnachweis vorgelegt, der von einem für Massiv- bzw. Erdbau zugelassenen Sachverständigen geprüft wird. Die Einstiege in die Schachtbauwerke werden mit Einstiegsöffnungen DN 800 sowie mit Leitern und Steigschutzeinrichtung, z.B. Fallschutzschiene, ausgerüstet.

### 8.9.6.2. Horizontal-Pressbohrverfahren

Als geschlossenes Bauverfahren für kurze Vortriebslängen hat sich das Horizontal-Pressbohrverfahren bewährt. Insbesondere beim Queren von Verkehrswegen mit Vortriebsstrecken zwischen 10 m und 60 m ist das Verfahren aufgrund des breiten Anwendungsbereiches und der Wirtschaftlichkeit weit verbreitet. Beim Horizontal-Pressbohren handelt es sich um ein einstufiges Verfahren mit einem gesteuerten Bohrkopf. Dem Bohrkopf folgt ein Produkten- oder Mantelrohr, welches gepresst wird. Die Bodenförderung erfolgt in der Regel mit einer Schnecke. Alternativ kann die Bodenförderung mittels Spülförderung erfolgen. Dies bedingt jedoch die anschließende Separierung der flüssigen von der festen Phase.

Horizontal-Pressbohrungen können innerhalb der technischen Grenzen sowohl im Lockergestein als auch in Festgesteinen ausgeführt werden. In Abhängigkeit von den anstehenden Boden- und Grundwasserverhältnissen kommen gegebenenfalls alternative Vortriebsverfahren wie das Pilotrohrvortriebsverfahren zum Einsatz.

Im Bereich der Pressbohrungen kommen Vortriebsrohre des Durchmessers DN 800 zum Einsatz. Die Kabelschutzrohranlage wird als geschlossenes System durch die Vortriebsrohre geführt, d.h. der Einzug der Kabel kann ohne zusätzliche Hindernisse oder Erschwernisse in diesem Bereich hergestellt werden (Abb. 9). Der Einbau der Schutzrohre in die Vortriebsrohre erfolgt auf zentrierenden Gleitkufen aus nicht ferromagnetischem Edelstahl, alternativ aus Kunststoff.

Da aus elektrotechnischen Gründen soweit als möglich auf ferromagnetische Rohrwerkstoffe verzichtet werden soll, werden als Rohrmaterial Steinzeugvortriebsrohre nach DIN EN 295 oder GFK-Rohre nach DIN EN 14364 vorgesehen. Vor der Ausführung ist durch die ausführende Firma ein geprüfter Standsicherheitsnachweis vorzulegen.

Für Durchmesser  $\geq$  DN 600 bis  $\leq$  DN 1000 definiert das Arbeitsblatt DWA-A 125 die Verlegetoleranzen mit  $\pm 25$  mm vertikal und  $\pm 40$  mm horizontal.

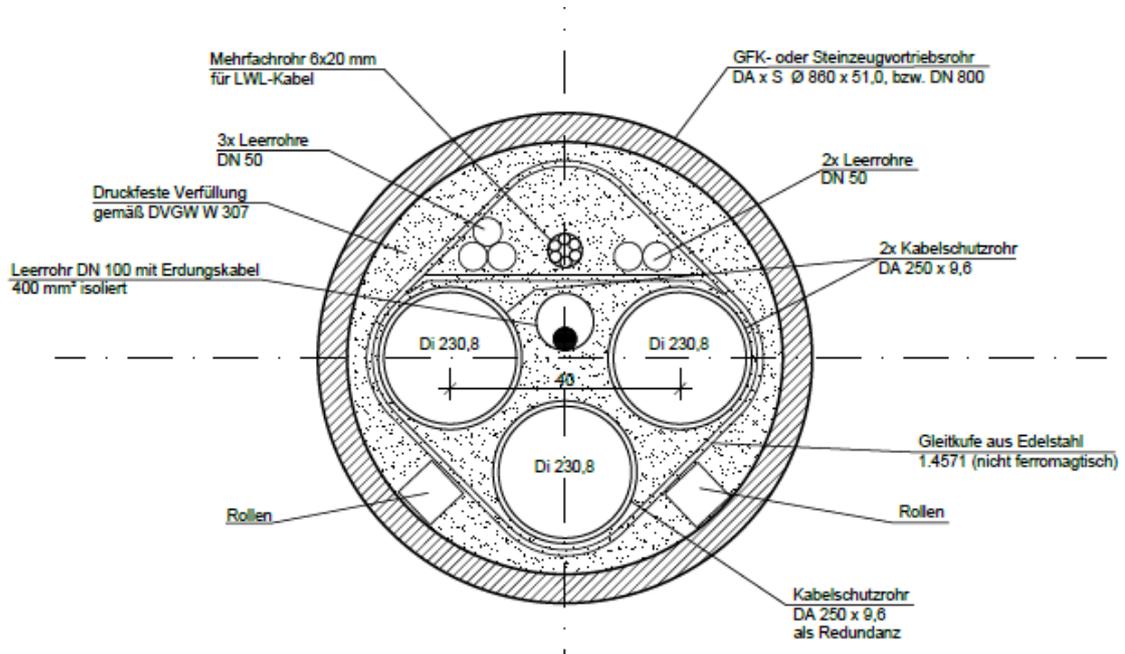


Abbildung 9: Regelquerschnitt Pressbohrung DN 800

### 8.9.6.3. Horizontalbohrverfahren (HDD)

Dieses Bauverfahren kommt mit minimalen Eingriffen in Natur und Landschaft aus. Vorhandene Strukturen werden kaum beeinträchtigt. Es sind kaum statische Probleme mit trassennahen Bauwerken bekannt. Mit dem HDD-Verfahren können längere Querungen oberhalb der maximalen Kabellängen von 1.300 m erreicht werden, ohne dass Überlagerung umfangreiche Erdbewegungen erforderlich sind. Hohe Grundwasserstände bilden häufig ein Kriterium für die Anwendung dieses Verfahrens. Die Arbeiten können in vergleichsweise kurzer Bauzeit ausgeführt werden.

Diesen Vorteilen steht ein hohes Baudurchführungsrisiko entgegen. Hindernisse im Baugrund können genauso wie der Einbruch des Bohrlochs bei mangelnder Eigenstandfähigkeit des Deckgebirges zur Aufgabe der Bohrung führen. Außerdem können Fehlbohrungen nicht ausgeschlossen werden, die den Bauablauf verzögern.

Beim HDD handelt es sich um ein mehrstufiges Verfahren, das bei sorgfältiger Durchführung gut steuerbar ist. Die Ortung des Bohrkopfes kann durch die Integration eines Vermessungssystems in das Bohrgestänge mit großer Präzision erfolgen.

Die Bohrung erfolgt in einzelnen Arbeitsschritten:

- Vortreiben eines Pilotrohrstrangs
- Aufweitung der Pilotbohrung durch Räumer (ggf. in mehreren Schritten)
- Einzug des Rohrstrangs in das aufgeweitete Bohrloch

Die Stützung des Bohrloches sowie der Abbau und der Transport des Bodens bzw. des Bohrkleins erfolgen hydraulisch innerhalb des Bohrlochs mittels einer Bohrsuspension aus Bentonit. Im Bereich von Festgesteinen kommt statt des Spülkopfes ein Bohrmotor (Mudmotor) zum Einsatz, der durch die Bohrsuspension angetrieben wird.

Die Bohrsuspension tritt ständig in der Startgrube aus und wird in einer Separationsanlage durch die Abtrennung des Bohrkleins aufbereitet, um der HDD-Bohrung anschließend als Stütz-, Schmier- und Antriebsmedium erneut zur Verfügung zu stehen.

Horizontalbohrungen werden in der Regel mit einer Anfangsneigung von 10° bis 30° aufgeföhren. Die Start- und Zielgruben benötigen daher gegenüber dem Leitungsgraben im Regelprofil keine größere Aushubtiefe (2,15 m). Durch die bogenförmige Gradienten können Verkehrswege in Geländeeinschnitten unterquert werden, ohne dass Start- und Zielgruben bis unter die tiefste Rohrsohle hergestellt werden müssen. Als Rohrmaterial werden Polyethylenrohre aus PE 100 gemäß DIN 8075/8076 verwendet. Im Bereich von sehr großen Zugkräften kann die Verwendung von Stahlmantelrohren erforderlich werden, dies stellt jedoch unter elektrotechnischer Sicht einen eher ungünstigen Kompromiss dar.

HDD-Bohrungen werden gemäß der DIN 18324 ausgeföhrt. In der DIN wird auf die Technische Richtlinie des DCA (Verband Güteschutz Horizontalbohrungen e.V.) und das Regelwerk des DVGW verwiesen. Für die vorgesehenen PE-Rohre gibt die Technische Richtlinie des DCA für Temperaturen  $\geq 0^\circ \text{C}$  einen Mindestradius von  $R_{\min} = 50 \cdot DA$  vor. Für die hier gewählten Rohre DA 900 ergibt sich der Minimalradius demnach zu  $50 \cdot 0,90 = 45 \text{ m}$ . Die erforderlichen Bohrgeräte und Bohrgestängedurchmesser lassen einen Radius dieser geringen Größenordnung jedoch nicht annähernd zu. Grundsätzlich sind zur Reduzierung der Einzugskräfte die Radien ohnehin möglichst groß zu wählen. Der kleinste gewählte Radius beträgt daher  $> 500 \text{ m}$ .

Die Rohrüberdeckung soll zur Vermeidung des Austrittes von Spülungsflüssigkeit mindestens dem 10-fachen Bohrdurchmesser entsprechen, im Bereich von Gewässern dem 10 bis 15-fachen Bohrdurchmesser.

Vor der Ausführung ist durch die ausführende Firma ein geprüfter Standsicherheitsnachweis für die in die Bohrung einzuziehenden Mantelrohre vorzulegen. Ergänzend ist die Berechnung des Spülungsdruckes vorzulegen.

Aufgrund der geringen Tiefe können die Start- und Zielgruben innerhalb der Grenzen der DIN 4124 geböschert hergestellt werden, so dass ein gesonderter statischer Nachweis in der Regel entbehrlich ist.

Die zulässigen Toleranzen betragen gemäß der DCA-Richtlinie:

- Lage und Höhe : 10 % der maximalen Tiefe mit Ausnahme des Eintritts- und des Austrittspunktes  
 Bohrkanalradius : 10 % vom jeweiligen Designradius  
 Eintrittspunkt : 0,3 m  
 Austrittspunkt : 2 % der Bohrlänge, aber max. 5 m

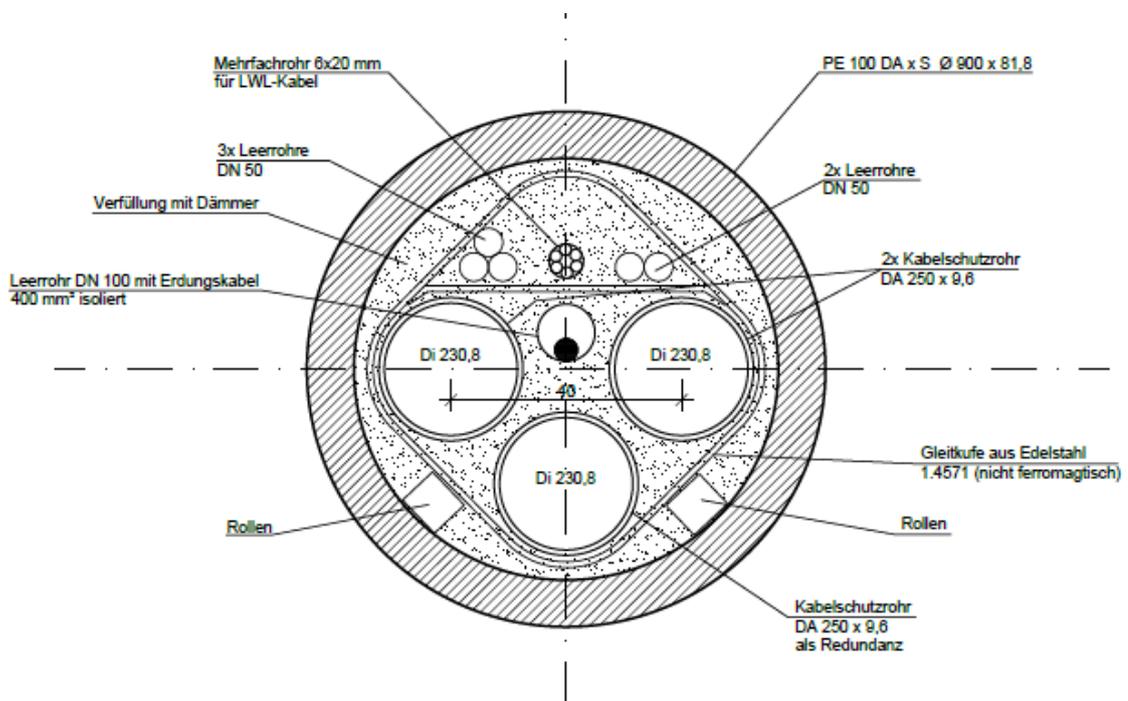


Abbildung 10: Regelquerschnitt Horizontalbohrung DA 900

#### 8.9.6.4. Modifiziertes Horizontalbohrverfahren (HDD)

Im Zuge ergänzender Bodenerkundungen wurden – beispielsweise im Bereich der Rur – einzelne Braunkohlevorkommen erschlossen. Aufgrund der elektrotechnischen und thermischen Randbedingungen kann eine Verlegung der Höchstspannungskabel nach derzeitigem Kenntnisstand nicht innerhalb der Braunkohlevorkommen erfolgen. Daher erfolgt eine Anpassung der Bohrlinie der HDD Bohrung mit dem Ziel einer möglichst flachen Bohrlinie oberhalb der Braunkohlevorkommen.

Die Überdeckung der Bohrung beträgt durch die Anpassung der Bohrlinie an der ungünstigsten Stelle beispielsweise im Bereich der Rur etwa 4,30 m. Diese gegenüber der ursprünglichen Überdeckung von ca. 10,80 m erheblich reduzierte Überdeckung

erfordert besondere Maßnahmen bei der Ausführung der geschlossenen Verlegung, die durch das modifizierte HDD-Verfahren umgesetzt werden.

Bei im Lockergestein verlaufenden HDD Bohrungen erfolgt das Lösen des Bodens annähernd ausschließlich hydraulisch durch die Spülungssuspension bzw. den Spülungsdruck. In Abhängigkeit von der Länge der Bohrung sind zunehmend hohe Drücke erforderlich um die Rohrreibung zu überwinden und insbesondere die gelösten Bodenanteile (Bohrklein) mit der Spülung durch den Ringspalt zwischen dem Bohrgestänge und der Wandung der Bohrung zurück zur Startgrube zu fördern.

Würde der Druck der Spülungssuspension im Bohrloch die entgegenwirkenden Kräfte des anstehenden Bodens übersteigen, so käme es zu einem Austritt der Spülung im Gewässer oder an der Geländeoberfläche. Zur sicheren Vermeidung eines solchen, auch Ausbläser genannten, Spülsaustrittes, werden exakt im Verlauf der Bohrlinie Entlastungsbohrungen angelegt, an denen jeweils die kontrollierte Entnahme der Bohrspülung durch eine Pumpe erfolgt. Durch die Entnahme der Bohrspülung erfolgt eine Druckabsenkung im Bohrkanal bis unter das vorhandene Geländeniveau und die Gewässersohle, so dass ein unkontrollierter Austritt der Bohrspülung sicher vermieden werden kann. Die Förderung der Bohrspülung zurück zur Startgrube erfolgt ab der Entlastungsbohrung nicht mehr im eigentlichen Bohrkanal, sondern in einer druckfesten Rohrleitung, die zu diesem Zweck temporär oberhalb der Geländeoberfläche zu errichten ist. Da über die Entlastungsbohrungen bei sehr langen HDD Bohrungen und Bedarf auch Bohrsuspension in die Bohrung gegeben werden kann, werden diese im Nachfolgenden auch als Multifunktionsbohrungen (MFB) bezeichnet.

Die Herstellung der Entlastungsbohrungen erfolgt senkrecht über der Bohrlinie mit einem Durchmesser DN 300 mm. Die Bohrungen werden bis in den Bohrkanal der HDD Bohrung geführt. Hinsichtlich der Befahrung der erforderlichen Flächen wird auf die obenstehenden Ausführungen unter Kap. 8.9.4.2. verwiesen.

Die Multifunktionsbohrungen werden als verrohrte Bohrung hergestellt. Nach dem Abschluss der Arbeiten werden die Verrohrungen zurückgebaut und das Bohrloch dauerhaft wasserdicht mit Quellton verschlossen.

Für die Dauer der Bauzeit von wenigen Wochen ist eine gemeinsame Rückspülleitung erforderlich, die die einzelnen Multifunktionsbohrungen mit der Start- und der Zielgrube verbindet. Die Rückspülleitung wird aus 12 m langen PE Rohren hergestellt, die mittels Stumpfspiegelschweißung verbunden werden. Der Durchmesser der Rückspülleitung beträgt 150 mm oder 200 mm. Im Bereich der Multifunktionsbohrungen werden zur gezielten Steuerung der Zu- bzw. Abflüsse Schieber in der Leitung angeordnet. Die Rückspülleitung wird nicht im Boden verlegt, sondern liegt auf der Erdoberfläche, so dass keine Bodeneingriffe erforderlich werden.

Der Regelquerschnitt dieser modifizierten Horizontalbohrung entspricht dem oben in Abb. 10 dargestellten.

### 8.9.7. Trassenabschnitte in geschlossener Bauweise

In den drei Trassenabschnitten Eschweiler-Röhe, Würselener Wald und im Bereich der Ortschaft Aachen-Brand wird die Kabeltrasse im Rohrvortrieb als Kabeltunnel hergestellt. Die Länge des Kabeltunnels in Röhe beträgt ungefähr 620 m und unter dem Würselener Wald etwa 720 m. Diese beiden Strecken werden jeweils von einem Startschacht aus in der gesamten Länge ohne zusätzliche Zwischenschächte aufgeföhren. Der Kabeltunnel im Bereich Aachen-Brand wird in 4 Teillängen über eine Gesamtlänge von ca. 2.865 m im Rohrvortrieb aufgeföhren.

Am Anfang und am Ende der Tunnelabschnitte ist der Höhenunterschied von den deutlich tiefer liegenden Tunnelrohren zu den im offenen Graben verlegten Schutzrohren mit einer Regelverlegetiefe von 2,05 m zu überwinden. Hierzu werden unter 25° bis 30° gegen die Horizontale geneigte Pressbohrungen aus den Vortriebschächten hinaus an die Oberfläche geföhrt. Dem erhöhten Aufwand für die schräg angelegten Pressbohrungen steht ein erheblich reduzierter Raum- und Zeitbedarf für die ansonsten hier in sehr großen Tiefen von 8 bis 10 m erforderlichen offenen Baugruben gegenüber.

Die für die Rohrvortriebe erforderlichen Start- und Zielschächte werden nicht verfüllt, sondern sollen für mögliche Muffenreparaturen oder als Zugänge in die Kabeltunnel erhalten bleiben. Hierzu werden Schachteinstiege DN 800 mm und eine Montageöffnung 1,0 m / 1,5 m installiert. Die Schachteinstiege werden soweit erforderlich mit Leitern und Steigschutzeinrichtungen ausgerüstet. Die Schachtabdeckungen und Montageöffnungen werden mit hydraulischer Öffnungshilfe versehen und müssen gegen unberechtigtes Öffnen gesichert werden.

Jedes die einzelnen Zugangsschächte umgebende Gelände wird in der erforderlichen Größe dauerhaft eingezäunt und erhält eine Zufahrt, die nur selten für gelegentliche betriebliche Arbeiten benutzt werden muss. Diese Betriebsgelände mit ihren Zufahrten werden im Grundbuch gesichert.

Die im Horizontalbohrverfahren geplanten Querungen werden aus Rohrsträngen mit stumpfspiegelgeschweißten Rohren aus Polyethylen PE 100 nach DIN 8075/8076 mit einem Außendurchmesser DA 900 hergestellt. Die Ausführung erfolgt nach DIN 18324 und der „Technischen Richtlinie des DCA“. An den Enden dieser Rohrstrrecken werden im Vergleich zu den Kabeltunneln keine Schachtbauwerke erforderlich. Aufgrund der Charakteristik des HDD-Verfahrens, können die Bohrungen auf dem Höhenniveau der anschließenden Leitungsgräben beginnen bzw. enden. Die Kabelschutzrohranlage wird bei einem Wechsel von Leitungsgraben auf HDD-Strecke oder

umgekehrt nicht unterbrochen. Dauerhaften Zufahrten zu Revisionszwecken sind nicht erforderlich.

Im Folgenden werden die oben erwähnten Kabeltunnel und alle weiteren Querungen die im Horizontalbohrverfahren ausgeführt werden erläutert.

#### **8.9.7.1. Querung des Autobahnanschlusses Düren**

Die Querung der Auf- und der Abfahrt des Autobahnanschlusses Düren in Fahrtrichtung Aachen erfolgt in geschlossener Bauweise mittels einer HDD-Bohrung. Zur Aufrechterhaltung des Verkehrs ist die Herstellung in einem geschlossenen Bauverfahren unabdingbar. In einem Zuge mit der Querung der Fahrbahnen der Auf- und Abfahrt wird der Knotenpunkt mit der Bundesstraße 56 unterquert. Die Vortriebsstrecke beginnt bei Station 5+090 und erstreckt sich bis Station 5+390. Die Bohrung verläuft gemäß den Ergebnissen des Erkundungsprogrammes in von Decklehmen und Rurschottern überlagerten tertiären Sanden.

#### **8.9.7.2. Querung der Rur und des Lendersdorfer Mühlenteiches (Umpfanung III)**

~~Die Querung der Rur bei Düren erfolgt sowohl aus bautechnischen Gründen als auch insbesondere aus Gründen des Natur- und Landschaftsschutzes in geschlossener Bauweise. Die Vortriebsstrecke wird in Richtung Westen so weit geführt, dass die Querung des sich anschließenden Auenwaldes und des Grabens Lendersdorfer Mühlenteich ebenfalls in geschlossener Bauweise erfolgt. Die Vortriebsstrecke beginnt bei Station 5+835 und erstreckt sich bis Station 6+665. Die Bohrung verläuft gemäß den Ergebnissen des Erkundungsprogrammes in von Decklehmen und Rurschottern überlagerten tertiären Sanden.~~

Im Zuge ergänzender Bodenerkundungen wurden im Bereich der Rur einzelne Braunkohlevorkommen erschlossen. Aufgrund der elektrotechnischen und thermischen Randbedingungen kann eine Verlegung der Höchstspannungskabel nach derzeitigem Kenntnisstand nicht innerhalb der Braunkohlevorkommen erfolgen. Daher kommt hier nun eine modifizierte HDD-Bohrung Anwendung, im Rahmen derer eine möglichst flache Bohrlinie oberhalb der Braunkohlevorkommen realisiert werden kann. Auf die oben stehende allgemeine Beschreibung dieses Verfahrens wird verwiesen (Kap. 8.9.6.4).

Die Überdeckung der Bohrung beträgt durch die Anpassung der Bohrlinie an der ungünstigsten Stelle im Bereich der Rur etwa 4,30 m. Diese gegenüber der ursprünglichen Überdeckung von ca. 10,80 m erheblich reduzierte Überdeckung erfordert besondere Maßnahmen bei der Ausführung. Die Länge der herzustellenden Bohrung

beträgt unverändert etwa. 840 m. Der Durchmesser der Bohrung bleibt ebenso unverändert mit DA 900 mm bestehen.

Die Herstellung der Entlastungsbohrungen erfolgt senkrecht über der Bohrlinie mit einem Durchmesser DN 300 mm. Zur Herstellung der Multifunktionsbohrungen müssen acht Bereiche entlang der Bohrlinie außerhalb der ursprünglichen Baubedarfsfläche punktuell mit dem beschriebenen Gerät angefahren werden. Die Lage der insgesamt neun Multifunktionsbohrungen (MFB 1 bis MFB 9) ist in den beiliegenden Planunterlagen der Anlage 4.04 D1 dargestellt.

Zur Herstellung und Bedienung der Multifunktionsbohrungen müssen in den nachfolgend beschriebenen Bereichen temporäre Zufahrten und Betretungsflächen geschaffen werden. Die MFB 1 befindet sich im Bereich einer Ackerfläche unmittelbar östlich der Kläranlage Düren. Auf dieser Fläche liegt auch die Zielgrube der HDD Bohrung. Die MFB 2 befindet sich innerhalb des erschlossenen Kläranlagen Geländes der Kläranlage Düren des Wasserverband Eifel-Rur. Die Multifunktionsbohrungen 3 und 4 liegen im Nahbereich zu dem vorhandenen Ufer der Rur und der Autobahnbrücke der Autobahn A4 über die Rur. Diese beiden Multifunktionsbohrungen können durch vorhandene Holzrückegassen erreicht werden. Die Entnahme von Gehölzen ist hierfür nicht erforderlich. Die Multifunktionsbohrungen 5, 6 und 7 liegen in einem wassergebundenen Wirtschaftsweg der parallel zu dem vorhandenen Autobahndamm verläuft. Die Multifunktionsbohrung 8 liegt im Bereich einer Weidefläche. Multifunktionsbohrung 9 liegt zwischen der Landesstraße 257 und Startgrube der HDD Bohrung innerhalb der geplanten Baubedarfsfläche.

Die erforderliche Rückspüleleitung quert von der Start- zur Zielgrube die Gewässer Rur und Lendersdorfer Mühlenteich sowie die Roermonder Straße, L 257. Die für die Dauer der Bauzeit erforderlichen Rohrbrücken aus Gitterträgern können im unmittelbaren Bereich der Autobahnbrücke der A4 auf vorhandenen befestigten Flächen errichtet werden. Im Bereich des Überschwemmungsgebietes der Rur und des Lendersdorfer Mühlenteiches erfolgt die Anordnung oberhalb des Hochwasserspiegels HQ 100. Die Querung der Landesstraße erfolgt außerhalb des Lichtraumprofils.

Die Ausführung der HDD-Spülbohrung wird unverändert in DA 900 nach DIN 18324 mit Rohren aus Polyethylen PE 100 konzipiert. Der Rohrstrang wird aus stumpfspiegelgeschweißten PE-Rohren nach DIN 8075/8076 hergestellt. Die Bohrung verläuft gemäß den Ergebnissen des Erkundungsprogrammes nach der Durchörterung von Decklehmen und Rurschotter in tertiären Sanden und sandigen Schluffen. Abgesehen von den zuvor beschriebenen Änderungen erfolgt die Ausführung gemäß ATV Arbeitsblatt A 125 und der DIN 18324 sowie den „Technischen Richtlinien des DCA“.

### 8.9.7.3. Querung der Inde bei Weisweiler (**Umplanung VIII**)

~~Die Querung der Inde erfolgt zwischen den Ortschaften Weisweiler und Frenz, kurz bevor die Inde den Ort Frenz durchfließt. Die Vortriebstrecke wird in geschlossener Bauweise am linken (westlichen) Ufer der Inde bis hinter einen sich anschließenden steilen bewaldeten Hang oberhalb der Indemulde geführt. Die Vortriebstrecke beginnt bei Station 14+015 und erstreckt sich bis Station 14+315. Die Bohrung verläuft gemäß den Ergebnissen des Erkundungsprogrammes in von Decklehmen und Rurschottern überlagerten tertiären Sanden und in Braunkohleschichten.~~

Wie im Bereich der Rur (vgl. Kap. 8.9.7.2), wurden auch im Bereich der Inde bei ergänzenden Bodenerkundungen Braunkohlevorkommen in sehr geringer Tiefe erkundet, so dass auch hier die Art der geschlossenen Verlegeart anzupassen war. Auch hier wird nunmehr eine modifizierte HDD-Bohrung realisiert. Auf die Beschreibungen im allgemeinen Teil wird verwiesen.

In Abweichung von der Rurquerung ist bei der Querung der Inde darüber hinaus auch die Lage der Kabel anzupassen. Ursprünglich war geplant, diese in einem Rohr mit einem Außendurchmesser DA 900 mm einzubringen. Die Überdeckung der Bohrung hätte dann im Bereich der Inde an der ungünstigsten Stelle ca. 2,55 m betragen. Diese gegenüber der ursprünglichen Planung deutlich reduzierte Überdeckung erfordert besondere Maßnahmen bei der Ausführung, so dass die Bohrung auf die Verlegung von Einzeladern in Schutzrohren DA 280 mm umgestellt wird. Die erforderlichen Begleitkabel werden in einem Rohr mit einem Außendurchmesser von DA 355 mm in der ursprünglichen Tiefenlage verlegt. Die Anordnung der Einzeladern und des geplanten Querschnittes ist aus der nachfolgenden **Abbildung 11 D1** ersichtlich. Der horizontale Abstand der Energiekabel zueinander wird aus bohrtechnischen Gründen auf 5 m festgelegt. Die Begleitkabel verlaufen mittig infolge der parabelförmigen Bohrlinie mit variablem Abstand. Die Länge der drei herzustellenden Bohrungen beträgt jeweils ca. 300 m.

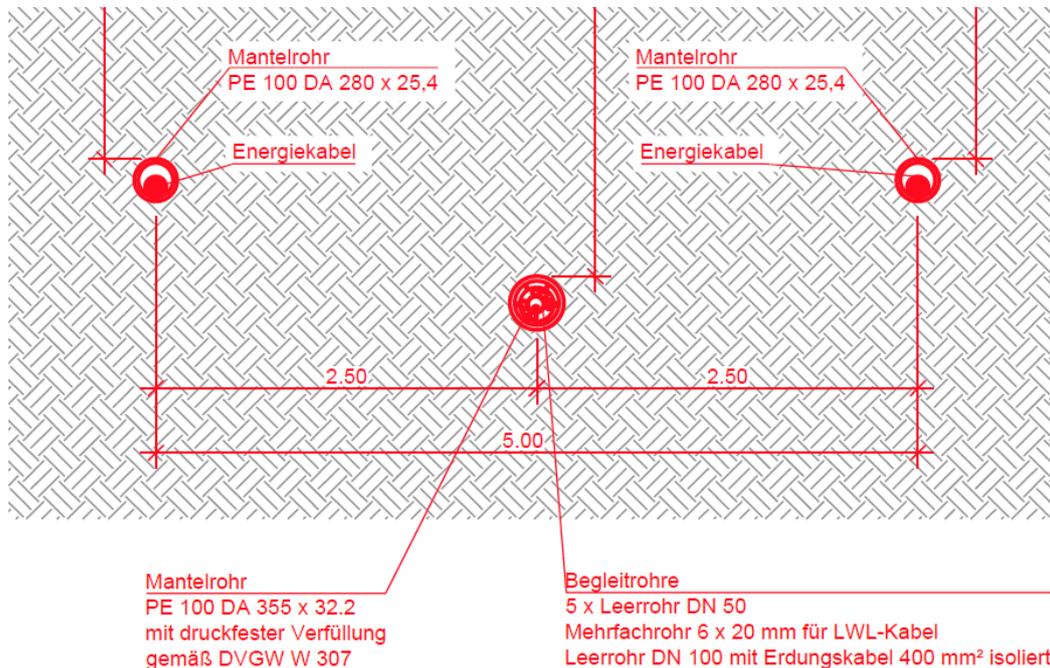


Abbildung 5 D1: Querschnitt der HHD Spülbohrung der Indequerung in Einzeladern

Zur Herstellung der Multifunktionsbohrungen müssen vier Bereiche entlang der Bohrlinie außerhalb der Baubedarfsfläche punktuell mit dem im allgemeinen Teil beschriebenen Gerät angefahren werden. Die Lage der Multifunktionsbohrungen (MFB 1 a/b und c bis MFB 4 a/b) ist in den beiliegenden Planunterlagen der Anlage 4.04 D1 dargestellt.

Zur Herstellung und Bedienung der Multifunktionsbohrungen müssen in den nachfolgend beschriebenen Bereichen temporäre Betretungsflächen geschaffen werden. Die MFB 1 a/b/c befinden sich am rechten Indeufer auf einer Weidefläche. Die MFB 2 a/b und MFB 3 a/b befinden sich in den grasbewachsenen Vorlandbereichen der Inde. Die MFB 4 a/b befinden sich ebenfalls auf einer Weidefläche am Fuß des linken Indehanges. Über entlang der Inde verlaufende wassergebundene Wege und Strecken von bis zu 50 m über vorhandene Weideflächen können die zuvor beschriebenen Geräte alle Multifunktionsbohrungen erreichen. Für keine der herzustellenden Multifunktionsbohrungen ist die Entnahme von Gehölzen erforderlich.

Die erforderliche Rückspüleleitung wird mit leichtem Gerät von Hand installiert. In die mit Gehölz bestandenen Flächen des linken Indehanges kann die Leitung mittels eines Stahlseils eingezogen werden, ohne dass Maschinen oder Gerät in diese Flächen eindringen oder Gehölze entnommen werden müssten. Im Bereich des Überschwemmungsgebietes der Inde wird die Rückspüleleitung an einer Rohrbrücke aus Gitterträgern installiert. Die Anordnung erfolgt oberhalb des Hochwasserspiegels HQ 100.

Die Ausführung der HDD-Spülbohrung ist in DA 280 und DA 355 nach DIN 18324 mit Rohren aus Polyethylen PE 100 konzipiert. Der Rohrstrang wird aus stumpfspiegelgeschweißten PE-Rohren nach DIN 8075/8076 hergestellt. Die Bohrung verläuft gemäß den Ergebnissen des Erkundungsprogrammes nach der Durchörterung von Decklehmen, Kies und Steinen durch tertiäre Sande mit wechselnden Schluffanteilen. Die Ausführung erfolgt mit den zuvor beschriebenen Änderungen und Ergänzungen gemäß ATV Arbeitsblatt A 125 und der DIN 18324 sowie den „Technischen Richtlinien des DCA“.

#### **8.9.7.4. Kreuzung-Querung der Anschlussbahn/Grubenbahn und der Landesstraße 241 „Am Kraftwerk“ (Umplanung IX)**

~~Die Grubenbahn zur Anbindung des Kraftwerkes Weisweiler verläuft im Einschnitt unterhalb der Landesstraße 241 „Johannisstraße“. Die Querung wird daher als HDD-Bohrung DA 900 geplant. Die temporäre Errichtung von tiefen Baugruben kann dadurch verhindert werden. Bei Station 14+645 beginnt das geschlossene Bauverfahren. Nach Querung der Landesstraße 241 „Johannisstraße“, der Grubenbahn sowie wiederum der Landesstraße 241 „Am Kraftwerk“ endet die HDD-Bohrung bei Station 14+945. Die Bohrung verläuft gemäß den Ergebnissen des Erkundungsprogrammes in von Decklehmen und Rurschottern überlagerten tertiären Sanden.~~

Die RWE Power AG betreibt die Anschlussbahn (in den Antragsunterlagen teilweise auch als Grubenbahn bezeichnet) zum Gütertransport von und zum Kraftwerk Weisweiler. Da im Baugrund in einer Tiefe von etwa 13 m ab Geländeoberkante Braunkohle ansteht, erfolgt eine Anpassung der Bohrlinie der HDD-Bohrung zur Querung der Anschlussbahn. Aufgrund des geringen Betriebes auf der Gleisstrecke an etwa zwei bis drei Tagen pro Woche können die Arbeiten bevorzugt in den nutzungsfreien Zeiten ausgeführt werden.

Die Überdeckung der Bohrung beträgt nach der Anpassung zwischen Oberkante Mantelrohr und der Oberkante der Gleise noch etwa 5,60 m. Diese gegenüber der ursprünglichen Überdeckung von ca. 12,50 m erheblich reduzierte Überdeckung erfordert besondere Maßnahmen bei der Ausführung. Durch die flachere Bohrkurve reduziert sich die Länge der Bohrung auf etwa 280 m. Der Durchmesser der Bohrung bleibt unverändert DA 900 mm, genauso wie der Querschnitt der Bohrung unverändert bleibt, s. Abb. 10.

Zur Reduzierung des Spülungsdrucks und zur Vermeidung eines Austrittes von Spülung werden am Tiefpunkt der Bohrung im Bereich des Gleisbettes zwei Multifunktionsbohrungen als Entlastungsbohrungen angelegt. Die Rückspüleleitung DN 150 oder DN 200 wird für die Dauer der Arbeiten zur Herstellung der Querung offen über den vorhandenen Oberflächen errichtet. Zur Querung der Landestraße kann die Rück-

spüleleitung unter der vorhandenen Brücke über den Gleisanlagen errichtet werden, so dass weder eine Beeinträchtigung des Straßenverkehrs noch des Bahnbetriebes erfolgt.

Die Herstellung der Entlastungsbohrungen erfolgt mit einem handelsüblichen Schneckenbohrgerät, welches an einen Traktor oder Unimog angebaut wird. Alternativ kann ein Zweiwege-Bagger vom Gleis aus eingesetzt werden. Die Herstellung der Multifunktionsbohrungen erfolgt ausschließlich im Bereich der Gleise. Die Lage der Multifunktionsbohrungen (MFB 1 und MFB 2) ist in den beiliegenden Planunterlagen der Anlage 4.08 D1, bzw. Anlage 4.09 D1, dargestellt. Zufahrten und Betretungsflächen liegen ausschließlich im Bereich der Gleisanlagen, so dass die Entnahme von Gehölzen etc. nicht erforderlich wird.

Die Ausführung der HDD-Spülbohrung erfolgt unverändert in DA 900 nach DIN 18324 mit Rohren aus Polyethylen PE 100. Der Rohrstrang wird aus stumpfspiegelgeschweißten PE-Rohren nach DIN 8075/8076 hergestellt. Die Bohrung verläuft gemäß den Ergebnissen des Erkundungsprogrammes nach der Durchörterung von Lößlehm und Kiesen der Maasterrasse in tertiären Sanden. Abgesehen von den zuvor beschriebenen Änderungen erfolgt die Ausführung gemäß ATV Arbeitsblatt A 125 und der DIN 18324 sowie den „Technischen Richtlinien des DCA“.

#### **8.9.7.5. Querung der Landesstraße 241 - ‚Zum Hagelkreuz‘ und ‚Am Kraftwerk‘**

Die Querung der Landesstraße 241 ‚Zum Hagelkreuz‘ erfolgt gleichzeitig mit einer Längsunterquerung der Landesstraße 241 ‚Am Kraftwerk‘ im geschlossenen Verfahren als HDD-Bohrung DA 900. Die Bohrung beginnt bei Station 15+645 und endet bei Station 16+210. Die Bohrung verläuft gemäß den Ergebnissen des Erkundungsprogrammes in von Decklehm überlagertem Rurschotter und in tertiären Sanden.

#### **8.9.7.6. Querung eines ehemaligen Betriebsgeländes bei Weisweiler**

Im Bereich dieses ehemaligen Betriebsgeländes der Rheinbraun AG liegen Informationen zu diversen Hindernissen und Einbauten im Gelände vor. Dieser Teilbereich wird daher mit einem geschlossenen Bauverfahren gequert. Die Vortriebstrecke beginnt bei Station 16+380 und erstreckt sich bis Station 16+790. Die Bohrung verläuft gemäß den Ergebnissen des Erkundungsprogrammes in von Decklehm und Rurschottern überlagerten tertiären Sanden und in Braunkohleschichten.

#### **8.9.7.7. Querung eines Abwasserkanals der Stadt Eschweiler**

Bei Station 18+426 quert die Trasse einen tief in einem Geländeeinschnitt liegenden Weg. Zusätzlich zu mehreren Versorgungsleitungen verläuft ein Abwasserkanal DN 900 im Bereich des Weges. Die Querung wird daher als HDD-Bohrung DA 900 geplant. Die temporäre Errichtung von sehr tiefen Baugruben kann dadurch verhindert werden. Die Bohrung beginnt bei Station 18+300 und endet bei Station 18+555. Die Bohrung verläuft gemäß den Ergebnissen des Erkundungsprogrammes in von Decklehmen und Rurschottern überlagerten tertiären Sanden.

#### **8.9.7.8. Trassierung im Bereich der Ortslage Röhe**

Die Bebauung der Ortslage Eschweiler-Röhe ragt sowohl nördlich als auch südlich der Autobahn A4 jeweils bis unmittelbar an die Trasse der Autobahn heran, so dass hier keine freie Trasse zwischen der Ortslage und der Trasse der Autobahn entwickelt werden konnte. Da eine nördliche Umfahrung von Röhe die Entwicklung der Ortslage im Bereich eines rechtskräftigen Bebauungsplanes begrenzen könnte und eine großräumigere nördliche Umfahrung infolge einer als Altlast dokumentierten Altablagerung im Bereich des ehemaligen Tagebaues „Zukunft“ ausgeschlossen ist, erfolgt die Querung der Ortslage im geschlossenen Bauverfahren als Rohrvortrieb DN 1600.

Die Startgrube des Vortriebes liegt östlich der Straße ‚Rue de Wattrelos‘ (Landesstraße 240) bei Station 21+049, der Vortrieb verläuft der ‚Wardener Straße‘ folgend bis an den westlichen Ortsrand bei Station 21+666.

Die Tiefe der Startgrube östlich der ‚Rue de Wattrelos‘ beträgt etwa 14 m, um im Bereich der Unterquerung der ‚Rue de Wattrelos‘ eine ausreichende Überdeckung gewährleisten zu können. Die gewählte Mindestüberdeckung beträgt hier etwa 4,40 m. Im weiteren Verlauf des Vortriebes beträgt die Rohrüberdeckung zwischen 5,00 und 12,00 m.

Die Trassierung besteht aus einer Abfolge an Geraden und Bögen, der Verlauf folgt hierbei insgesamt einem leichten Rechtsbogen, der minimale Radius beträgt 800 m.

Gemäß dem den Unterlagen beiliegenden Streckengutachten stehen im Bereich der Trasse unter einer mehrere Meter dicken Decklehmschicht Rurschotter und tertiäre Sande an. Im Bereich unmittelbar hinter dem Zielschacht befindet sich der Übergangsbereich zum Aachener Festgesteinssattel. Der Grundwasserspiegel befindet sich unterhalb des Vortriebshorizontes.

Als Vortriebsmaschine wird eine Automatische Vollschnittmaschine (AVN) gewählt, die die unterschiedlichen Bodenarten bei Wahl des richtigen Schneidrades sicher beherrschen und gleichzeitig hohe Vortriebsleistungen gewährleisten kann.

#### **8.9.7.9. Querung des Würselener Waldes – Forsthaus Schwarzenbruch**

Bei dem überwiegend auf Stolberger Stadtgebiet liegenden Würselener Wald handelt es sich um einen wertvollen Laub- und Mischwald. Der Bau der Kabeltrasse in offener Bauweise hätte außer den temporären Schall- und Abgasemissionen die Herstellung einer mindestens 10 m breiten Schneise erfordert. Neben dem unwiederbringlichen Verlust an Wald wurden hierzu erhebliche Bedenken seitens der Stadt Aachen bzw. der Bezirksvertretungen geäußert. Zur Reduzierung des Eingriffs wurde daher nach Abwägung aller Faktoren seitens der Vorhabenträgerin entschieden, die Querung des Waldgebietes in einem geschlossenen Bauverfahren herzustellen. Die Vortriebsstrecke beginnt unmittelbar östlich des Stolberger Waldes am Fuße des Hanges bei Station 30+465 und erstreckt sich bis westlich der geplanten Ortsumgehung Eilendorf – Landesstraße 221 – ca. bei Station 31+175. Die Vortriebsstrecke überwindet hierbei einen Höhenunterschied von etwa 50 m. Die Trassierung der Vortriebsstrecke erfolgt anhand der vortriebstechnischen Randbedingungen des ATV-Arbeitsblattes A 125 mit einem Stahlbetonvortriebsrohr DN 1600. Die Trasse verläuft im Grundriss auf ganzer Strecke als Gerade, notwendige Gefällewechsel zur Anpassung an die vorhandenen Geländeneigungen werden mit Radien größer 1000 m ausgerundet.

Als Vortriebsmaschine wird eine Automatische Vollschnittmaschine mit Nassförderung (AVN) gewählt. Der Vortriebshorizont verläuft zunächst im Stolberger Graben in tertiären Sanden. In Richtung Westen stößt der Vortrieb gemäß den Vorerkundungen nördlich der ‚Von-Coels-Straße‘ bei Eilendorf an der Störung Münster Gewand in die Festgesteinsschichten des Namur (Ton und Schluffstein). Die Festigkeit des Felses ist jedoch gemäß der durchgeführten Laboruntersuchungen niedrig, so dass der Vortrieb mit einem ‚mischbestückten‘ Schneidrad ausgeführt werden kann. Dieses kann Lockergesteine und Festgesteine durchfahren. Aufgrund der festgestellten Festigkeiten wird ein Werkzeugwechsel infolge Verschleißes hierbei voraussichtlich nicht erforderlich werden.

#### **8.9.7.10. Trassierung der Vortriebsstrecke im Bereich der Ortslage Aachen-Brand**

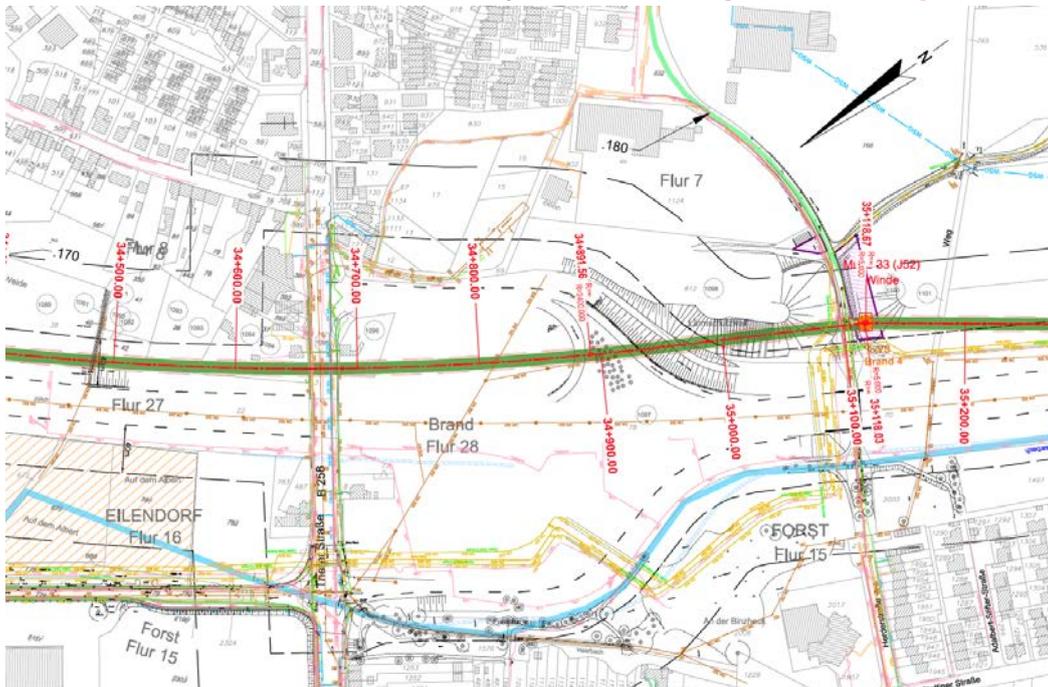
Der hier beschriebene Abschnitt etwa von der Straße ‚Im Ginster‘ bis zur Straße ‚Grauenhofer Weg‘ soll im Verfahren des Mikrotunnelbaus als Kabeltunnel hergestellt werden.

Die Entscheidung für einen Kabeltunnel erfolgte im Rahmen einer gesonderten Vorplanung, da trotz intensiver Trassensuche keine sinnvolle Planungslösung für eine Verlegung in offener Bauweise im Bereich Aachen-Brand entwickelt werden konnte.

Die Haltungslängen der Strecken im Rohrvortrieb betragen zwischen ca. 580 m und 820 m.

Die Trassierung der Vortriebsstrecke in Brand wurde anhand der technischen Randbedingungen, gemäß DWA-A 125, in Kombination mit den räumlichen Möglichkeiten der Einrichtung von Start- und Zielgruben konzipiert. Die Trasse verläuft in den Festgesteinen der Unteren Stolberger und Walhoner Schichten sowie im Famenne. Bei den Gesteinen handelt es sich demnach überwiegend um Ton- bis Schluffsteine und Ton- und Tonmergelsteine.

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Vortriebsstrecken, die im Wesentlichen Gewässer und Verkehrswege queren, quert der Trassenabschnitt der Vortriebsstrecke Brand eine geschlossene Ortslage. Da auch bei sorgfältiger Bauvorbereitung und Bauausführung eine Setzung an der Oberfläche nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann, wurde die Trasse so gewählt, dass die Unterfahrung des vorhandenen Gebäudebestandes möglichst außerhalb der Lastabtragungswinkel vorhandener Bauwerke erfolgt. Hierdurch können mögliche Setzungsschäden weitestgehend vermieden werden. Dies bezieht sich insbesondere auf die Autobahnbrücke der Überführung der Autobahn A44 über die B258, Trierer Straße, und die Wohnhäuser der Trierer Straße Nr. 603 und 604, s. nachfolgende **Abbildung 14** **Abbildung 12 D1**.



**Abbildung 14** **Abbildung 6 D1**: Querung der B 258 zwischen Bebauung

Aus der Kombination dieser Anforderungen ergeben sich Start- und Zielgruben im Randbereich der folgenden Straßen:

- Im Ginster
- Gewerbepark Brand
- Weiern
- Fußweg Herderstraße/Rombachstraße
- Grauenhofer Weg

Die notwendigen Start- und Zielgruben werden hierbei außerhalb der eigentlichen Verkehrsfläche in benachbarten Flächen errichtet. So ist während der Bauausführung und im Falle von Unterhaltungsarbeiten einerseits eine gute Zugänglichkeit gegeben, andererseits kann während der Bauphase die Inanspruchnahme von Straßenverkehrsflächen in diesen Bereichen weitgehend vermieden werden.

Die Vortriebsstrecke beginnt nördlich der Straße ‚Im Ginster‘ an Schacht VS Brand1. Die Trasse verläuft parallel der Autobahn A44. Im Bereich einer Freifläche an der Straße Camp Pirotte wird eine Startgrube, Schacht VS Brand2, errichtet. Der weitere Trassenverlauf folgt weiter der Autobahn A44, wobei die Pressung in einem Radius mit  $R = 2400$  m bis zum Schacht VS Brand3, im Bereich der Straße ‚Weiern‘, aufgefahen wird. Aufgrund der ungünstigen Flächenverfügbarkeit bzw. der Enge der Zufahrtsstraße wird hier eine Zielgrube vorgesehen.

Der Vortrieb verläuft weiter im Radius bis zum Schacht VS Brand4 an der Herderstraße. Die Herderstraße ist für öffentlichen Kfz-Verkehr gesperrt, bietet jedoch ausreichend Raum für die notwendige Erschließung der Startgrube VS Brand4. Bis zum Schacht VS Brand5 im Randbereich des Grauenhofer Weges verläuft der Rohrvortrieb im schleifenden Schnitt unter der Autobahn A 44.

Mit der Vortriebstrasse ‚Brand‘ werden die folgenden Straßen im Gebiet der Stadt Aachen unterfahren:

- Nordstraße, L 235, Station 33+105,97
- Gewerbepark Brand, Station 33+692,38
- Trierer Straße, B258, Station 34+672,65
- Fußradweg Rombachstraße, Station 35+103,18
- Bundesautobahn A44 zwischen Anschlussstelle Brand und Anschlussstelle Lichtenbusch, Station 35+554,83 bis 35+693,21
- Grauenhofer Weg, Station 35+830,98

#### Unterfahrung der Autobahn A44 im schleifenden Schnitt

Die Unterfahrung der Autobahn A44 mit einem Mikrotunnel zwischen den Anschlussstellen Brand und Lichtenbusch im schleifenden Schnitt zwischen Betriebskilometer

3,60 und 4,00 der Autobahn A44 stellt den bestmöglichen Kompromiss zwischen technischer Machbarkeit und der Schonung der vorhandenen Infrastruktur dar.

Im Regelfall soll die Querung einer Fahrbahn möglichst im rechten Winkel erfolgen. Da gemäß der baugrundtechnischen Voruntersuchungen in diesem Bereich der Trasse die Eicher Aufschiebung verläuft, muss hier aufgrund der baugrundtechnischen und geologischen Randbedingungen von dieser Vorgabe abgewichen werden.

Die Trasse des Rohrvortriebes verläuft auf überwiegender Strecke bautechnisch günstig im Festgestein. Mit Erreichen einer geologischen Störung wie der Eicher Aufschiebung würde der Rohrvortrieb hier die günstigen geologischen Verhältnisse auf den letzten etwa 200 m verlassen und wenig kalkulierbare Risiken eingehen. Um eine Gefährdung des Rohrvortriebes auszuschließen, die bis zum Festsetzen der Vortriebsmaschine führen kann, soll diesem Bereich durch die Ablenkung des Vortriebs auf die westliche Seite der Autobahn A44 ausgewichen werden.

In den Vorplanungen wurde der schleifende Schnitt mit der Autobahn A44 zunächst umgangen. Bei den baugrundtechnischen Voruntersuchungen zeigte sich jedoch, dass diese Trasse aufgrund des parallelen Verlaufs zur Autobahn A44 als Konsequenz die Eicher Aufschiebung zweimal stark schleifend durchfahren würde. Des Weiteren würde eine Teilstrecke von etwa 450 m südlich der Eicher Aufschiebung verlaufen. Südlich der Eicher Aufschiebung besteht das Grundgebirge in diesem Bereich der Trasse aus Kohlenkalk. Bei dem anstehenden Kohlenkalk handelt es sich um ein sehr hartes Festgestein. Dies stellt einen derart starken Wechsel der Bodeneigenschaften dar, der zu dem langsam schleifend ungleichmäßig über den Querschnitt verteilt erfolgt, dass ein Durchhörtern im geschlossenen Rohrvortrieb nicht erfolgen kann. Ergänzend sei erwähnt, dass die anstehenden Kohlenkalke in der Region Schwermetallgehalte größer LAGA Klasse Z 2 enthalten können.

Im Rahmen der Entwurfsplanung wird daher eine Trasse gewählt, die weiter nördlich verläuft und dem Verlauf der Aufschiebung weitgehend parallel folgt, ohne diese zu queren. Hierdurch erfolgt ein schleifender Schnitt mit der Autobahn A44.

Als Vortriebsmaschine wird eine Automatische Vollschnittmaschine mit Nassförderung gewählt, die sowohl den Anforderungen an die Geologie gewachsen ist, als auch die geforderten Vortriebsleistungen erbringen kann. Für den Fall zunehmender Presskräfte werden Zwischenpressstationen vorgesehen, die im Bedarfsfall aktiviert werden können.

Die Autobahn A44 liegt in diesem Abschnitt in einem ca. 5 m bis 6 m hohen Damm über Gelände. Die Oberkante des Damms verläuft im Kreuzungsbereich zwischen 255,00 m NN und 256,00 m NN. Die Höhe des natürlichen Geländeniveaus, entsprechend der Dammfußfläche, beträgt etwa 250,00 m NN. Die Oberkante des Rohrvortriebes verläuft von ca. 241,30 m NN bei Station 35+459 bis ca. 245,25 m NN bei Sta-

tion 35+737. Der Rohrvortrieb verläuft hier demnach mit der Rohroberkante etwa 4,5 m bis 9,0 m unter der natürlichen Geländeoberfläche, der Dammfußfläche.

Da der Rohrvortrieb darüber hinaus im Festgestein verläuft, kann eine Setzung an der Oberkante des Geländes praktisch ausgeschlossen werden. Auch eine Kollision mit der geplanten Errichtung einer Lärmschutzwand auf dem Autobahndamm am nordwestlichen Kronenrand ist nicht zu befürchten, da die Gründung der Lärmschutzwand in der Regel innerhalb des Dammes erfolgt und maximal als Pfahlgründung bis zur Oberkante des Felshorizontes hinabreichen dürfte.

#### **8.9.7.11. Querung des Augustinerwaldes**

Im Bereich des Augustinerwaldes konnte in den Vorplanungen keine Trasse in offener Bauweise entwickelt werden, die einerseits dem sehr alten, schützenswerten Baumbestand des Augustinerwaldes und andererseits den räumlichen Restriktionen aus den vorhandenen Gastransportleitungen im Augustiner Weg sowie dem angrenzenden Militärgelände Camp Hitfeld Rechnung trägt.

Auch eine Verlegung im Bereich des Waldsaumes entlang des Weges scheidet aus, da der Waldsaum eine außerordentlich wichtige Schutzfunktion für den sehr alten Eichenbaumbestand im Augustinerwald ausübt. Eine Zerstörung des Waldsaumes kann daher nicht toleriert werden. Die Trassierung erfolgt daher im geschlossenen Verfahren den Augustinerwald unterquerend. Die Tiefenlage wird mit einer Mindestüberdeckung von 7 bis 8 m so gewählt, dass eine Beeinträchtigung vorhandener Wurzeln ausgeschlossen werden kann.

Die Vortriebsstrecke beginnt unmittelbar vor dem Augustinerwald und den vorhandenen parallel zum Waldsaum verlaufenden Gastransportleitungen bei Station 38+183. Die Vortriebsstrecke erstreckt sich bis kurz vor die Monschauer Straße – Landesstraße 223 – ca. bei Station 39+313.

Die Trasse verläuft gemäß der Vorerkundungen im Festgestein des Namur und des Famenne.

#### **8.9.7.12. Querung Hebscheider Heide**

Aufgrund der örtlichen Randbedingungen und intensiven Nutzungen erfolgt der Bau dieses Trassenabschnittes in einem geschlossenen Vortriebsverfahren. Die Vortriebsstrecke beginnt unmittelbar vor der Unterquerung der Monschauer Straße L 221 ca. bei Station 39+438. Der Vortrieb endet nach Unterquerung der Straße ‚Grüne Eiche‘ ca. 115 m vor der Staatsgrenze zu Belgien bei Station 39+998.

Die Vortriebsstrecke verläuft überwiegend in Sanden der Hergenrather Schichten, die aufgrund der hohen Grundwasserstände zum Fließen neigen.

#### **8.9.7.13. Kreuzung der Oberzierer Straße (Umplanung II)**

Die Kreuzung der Oberzierer Straße war in der Antragsplanung noch in offener Bauweise vorgesehen. Aufgrund der Forderungen des Straßenbaulasträgers wird die Bauweise auf ein grabenloses Verfahren umgestellt. Hierdurch reduzieren sich die Auswirkungen auf den Straßenverkehr erheblich und die vorhandene Fahrbahnoberfläche bleibt frei von Straßenaufbrüchen mit Fugen und Nähten. Als Vortriebsverfahren für die Querung in geschlossener Bauweise wird das Verfahren des Horizontal-Pressbohrens geplant. Insbesondere beim Herstellen von Vortriebsstrecken zwischen 10 m und 60 m Länge ist das Verfahren aufgrund des breiten Anwendungsbereiches und der Wirtschaftlichkeit weit verbreitet.

Die Länge der Bohrung beträgt 18 m, so dass außer der eigentlichen Straße auch der parallel geführte Radweg geschlossen unterquert wird. Das hier angewandte Verlegeverfahren sowie der geplante Regelquerschnitt sind im allgemeinen Teil dargestellt (Kap. 8.9.6.2).

Im Bereich von Bundesfernstraßen fordert das DWA Arbeitsblatt A125 eine Überdeckung zwischen der Oberkante des Vortriebsrohres und der Fahrbahnoberkante von größer  $2 \cdot DA$ , entsprechend  $2 \cdot 0,97 \text{ m} = 1,94 \text{ m}$ . Die gewählte Überdeckung beträgt im Bereich der Oberzierer Straße zwischen ca. 2,64 m und 2,74 m, so dass die für Bundesfernstraßen erhöhte Anforderung des DWA Arbeitsblattes eingehalten werden.

#### **8.9.7.14. Querung des Wehebachs (Umplanung VI)**

Die Querung des Wehebaches sollte gemäß der ursprünglich zur Planfeststellung eingereichten Unterlagen in offener Bauweise hergestellt werden. Zur Minimierung des Eingriffs in das Gewässer und den Gewässerrandstreifen wird die offene Bauweise aufgegeben und das Bauverfahren auf eine grabenlose Technik umgestellt. Für die Ausführung vorgesehen wird eine Horizontal-Pressbohrung mit einer Länge von 38 m.

Als Vortriebsrohr wird ein Steinzeugrohr DN 800 mm gemäß DIN EN 295-Teil 7 gewählt. Die minimale Überdeckung des Rohres beträgt im Bereich des Gewässerbettes 1,50 m. Die gemäß DWA Arbeitsblatt A125, Tabelle 7, geforderte Überdeckung von  $1,5 \cdot DA$ , entsprechend  $1,5 \cdot 0,97 = 1,46 \text{ m}$  wird somit eingehalten

Die Start- und Zielgruben werden außerhalb des Gewässerrandstreifens errichtet, die Start- und Zielgrube liegen westlich und östlich des Wehebaches. Durch die Umstellung auf ein grabenloses Bauverfahren im Bereich der Gewässerquerung entfällt die ursprünglich für die Gewässerquerung vorgesehene Baubedarfsfläche im Bereich des Gewässers und des Gewässerrandstreifens.

#### **8.9.7.15. Kreuzung der Langerweher Straße K34 (Umplanung VII)**

Aufgrund der Anforderungen des Kreises Düren wird die Kreisstraße 34, Langerweher Straße, nun in geschlossener Bauweise gekreuzt. Da das Langerweher Fließ in diesem Bereich unmittelbar parallel zu der Kreisstraße und dem straßenbegleitenden Radweg verläuft, erfolgt die Querung des Langerweher Fließ in einem Zug in geschlossener Bauweise.

Als Vortriebsrohr wird ein Steinzeugvortriebsrohr mit einem Durchmesser DN 800 mm gemäß DIN EN 295-Teil 7 gewählt, die Bohrung wird im Horizontal-Pressbohrverfahren hergestellt. Die Startgrube liegt westlich der Langerweher Straße, die Zielgrube liegt östlich des Langerweher Fließ. Die Länge der Vortriebsstrecke beträgt 20 m. Der Regelquerschnitt, der Einbau der Schutzrohre und die Herstellung der druckfesten Verfüllung entsprechen der in Kap. 8.9.6.2 dargestellten Bauweise.

Im Bereich von Bundesfernstraßen fordert das DWA Arbeitsblatt A125 eine Überdeckung zwischen der Oberkante des Vortriebsrohres und der Fahrbahnoberkante von größer  $2 \cdot DA$ , entsprechend  $2 \cdot 0,97 \text{ m} = 1,94 \text{ m}$ . Die gewählte Überdeckung beträgt im Bereich der Fahrbahn der Langerweher Straße zwischen 2,00 m und 2,10 m, so dass die erhöhten Anforderungen für Bundesfernstraßen auch im Bereich der Kreisstraße 34 eingehalten werden.

Im Bereich der Querung mit dem Langerweher Fließ beträgt die Überdeckung an der ungünstigsten Stelle minimal 1,20 m, Gemäß DWA Arbeitsblatt A125, Tabelle 7, wird eine Mindestüberdeckung von  $1,5 \cdot DA$ , entsprechend  $1,5 \cdot 0,97 = 1,46 \text{ m}$  gefordert. Da die Unterschreitung dieser Überdeckung nur auf einer Strecke von etwa 1 m der Vortriebsstrecke erfolgt, ist die Unterschreitung tolerierbar. Dies auch vor dem Hintergrund, dass es sich um einen künstlich angelegten Graben ohne ständigen Abfluss und um eine für eventuelle Bodenbewegungen unempfindliche Oberfläche handelt.

Die Ausführung der Arbeiten erfolgt gemäß dem DWA Arbeitsblatt A 125. Für Durchmesser  $\geq \text{DN } 600$  bis  $\leq \text{DN } 1000$  definiert das Arbeitsblatt im Abschnitt 7.1.7 eine maximale Abweichung von  $\pm 25 \text{ mm}$  vertikal und  $\pm 40 \text{ mm}$  horizontal.

#### **8.9.7.16. Kreuzung der NATO Pipeline (Umplanung XI)**

Bei Station 23+325 quert die Höchstspannungsgleichstromleitung eine Produktenfernleitung der Fernleitungsbetriebsgesellschaft mbH (sog. NATO-Pipeline). Da ein Freilegen der Produktenfernleitung in der Grabenbreite aus baulichen Gründen nicht möglich ist, fordert die Fernleitungsbetriebsgesellschaft die Unterquerung, statt in offener Bauweise, mittels eines grabenlosen Bauverfahrens auszuführen.

Das Bauverfahren zur Unterquerung wird daher auf eine Horizontal-Pressbohrung umgestellt. Zur Ausführung vorgesehen sind Steinzeugvortriebsrohre nach DIN EN 295-Teil 7 mit einem Durchmesser von DN 800 mm. Die Länge der Pressbohrstrecke beträgt 14 m. Start- und Zielgrube werden außerhalb des 10 m breiten Schutzstreifens der Produktenfernleitung errichtet.

Der vertikale Abstand zwischen der Produktenfernleitung und der Kabelschutzrohranlage beträgt 1,50 m. Die empfohlene Mindestüberdeckung von größer  $1,5 * DA$ , entsprechend  $1,5 * 0,97 \text{ m} = 1,46 \text{ m}$  wird demnach eingehalten.

#### **8.9.7.17. Kreuzung der Aachener Straße L 223 (Umplanung XII)**

Die Landesstraße 223 (Aachener Straße) verbindet die Stadt Eschweiler mit Würselen-Broichweiden. Aufgrund der Parallellage zur Autobahn 4, und der alternativen Verbindung der Anschlussstellen Eschweiler und Würselen-Broichweiden, ist die Landesstraße 223 als Umleitungsstrecke der Autobahn 4 ausgeschildert. Die Verkehrsbelastung der Aachener Straße ist daher häufig sehr hoch. Aufgrund einer Anregung der Stadt Eschweiler wird die Querung der Landesstraße 223 daher auf ein grabenloses Bauverfahren umgestellt.

Als Bauverfahren ist eine Horizontal-Pressbohrung geplant. Das Vortriebsrohr ist als Steinzeugvortriebsrohr mit einem Durchmesser DN 800 mm gemäß DIN EN 295-Teil 7 geplant. Die Lage der Start- und der Zielgrube wird so gewählt, dass auch der die Landesstraße begleitenden Radweg in geschlossener Bauweise unterquert werden kann. Die Startgrube liegt südlich der Aachener Straße – die Gesamtlänge der Bohrung beträgt 22,0 m. Der Regelquerschnitt, der Einbau der Schutzrohre und die Herstellung der druckfesten Verfüllung entsprechen der im allgemeinen Teil dargestellten Bauweise.

Im Bereich von Bundesfernstraßen fordert das DWA Arbeitsblatt A125 eine Überdeckung zwischen der Oberkante des Vortriebsrohres und der Fahrbahnoberkante von größer  $2 * DA$ , entsprechend  $2 * 0,97 \text{ m} = 1,94 \text{ m}$ . Die gewählte Überdeckung beträgt im Bereich der Aachener Straße am ungünstigsten Punkt 2,00 m, so dass die erhöhten Anforderungen für Bundesfernstraßen des DWA Arbeitsblattes eingehalten werden.

#### **8.9.7.18. Querung des Merzbaches (Umplanung XIII)**

Im Bereich des Gewässerrandstreifens des Merzbaches befindet sich ein natürlicher Baumbewuchs, der erhalten werden soll. Westlich schließt sich eine erst vor wenigen Jahren angelegte und mit Sträuchern bewachsene Ausgleichfläche an. Aufgrund von Anregungen des Wasserverbandes Eifel-Rur und der Stadt Würselen wird die Querung des Merzbaches daher auf ein grabenloses Bauverfahren umgestellt.

Als Bauverfahren wird eine Horizontal-Pressbohrung gewählt. Zur Ausführung wird ein Steinzeugvortriebsrohr mit einem Durchmesser DN 800 mm gemäß DIN EN 295-Teil 7 vorgesehen. Die Startgrube und Zielgrube liegen in Weide- und Ackerflächen außerhalb des Gehölzbestandes. Aufgrund des Bestandes an Gehölzen beträgt die Länge der Bohrung 48 m. Die Umstellung der Bauweise auf ein grabenloses Bauverfahren im Bereich der Gewässerquerung führt zu einer deutlichen Reduzierung der ursprünglich für die Gewässerquerung vorgesehenen Baubedarfsfläche. Die ursprünglich notwendige Entnahme von Gehölzen entfällt völlig.

Im Bereich der Gewässersohle beträgt die Überdeckung zwischen der Oberkante des Vortriebsrohres und der Gewässersohle 1,50 m. Die gemäß DWA Arbeitsblatt A125, Tabelle 7, geforderte Überdeckung von  $1,5 \cdot DA$ , entsprechend  $1,5 \cdot 0,97 = 1,46$  m wird somit eingehalten

#### **8.9.7.19. Kreuzung der Hiffelder Straße K 35 (Umplanung XVI)**

Im Bereich der Hiffelder Straße verlaufen, neben einer Vielzahl anderer Versorgungsleitungen, unter anderem zwei alte Trinkwasserleitungen der Stadtwerke Aachen AG zur Versorgung der Stadt Aachen. Bei den Leitungen handelt es um Graugussleitungen mit einem Durchmesser DN 300 mm und DN 500 mm. Aufgrund des Alters dieser Graugussleitungen und der Materialbeschaffenheit ist eine Unterquerung in offener Bauweise, die ein Freilegen der Leitungen erforderlich macht, nicht möglich und wird durch die Stadtwerke Aachen nicht zugelassen. Die Querung der Hiffelder Straße wird daher auf die Ausführung in einem grabenlosen Bauverfahren umgestellt.

Als Bauverfahren für die Querung wird eine Horizontal-Pressbohrung vorgesehen. Die Start- und Zielgruben werden außerhalb der Verkehrsfläche im Grünland hergestellt, hieraus ergibt sich eine Vortriebslänge von 18,0 m.

Im Bereich von Bundesfernstraßen fordert das DWA Arbeitsblatt A125 eine Überdeckung zwischen der Oberkante des Vortriebsrohres und der Fahrbahnoberkante von größer  $2 \cdot DA$ , entsprechend  $2 \cdot 0,97 \text{ m} = 1,94 \text{ m}$ . Aufgrund eines tiefliegenden Entwässerungskanales beträgt die Überdeckung im Fahrbahnbereich etwa 5,50 m. Die gewählte Überdeckung zwischen der Oberkante des Vortriebsrohres und dem vorhandenen Entwässerungskanal beträgt 1,30 m.

## 8.10. Erläuterungen zum Kreuzungsverzeichnis

Im Verlauf der Höchstspannungskabeltrasse wird eine große Anzahl an Straßen und Wegen sowie an kleineren und größeren Gewässern gekreuzt. Neben einigen regional und wirtschaftlich bedeutenden Bahngleisen, z.B. die **Anschlussbahn Grubenbahn** zur Ver- und Entsorgung des Kraftwerkes Weisweiler, wird die überregional bedeutende ICE-Trasse Köln – Aachen gequert.

Auf Grund der Nähe der Höchstspannungskabeltrasse zu den Städten Düren, Eschweiler, Würselen, Stolberg und Aachen, in Verbindung mit den Hauptverkehrsadern der Autobahnen A4 und A44 kommt es zu der für diese Regionen typischen Häufung von wichtigen Transport- und Verbindungsleitungen der Strom-, Gas-, Wasser- und Telekommunikationsversorger. Diese Leitungen werden daher in einer sehr großen Anzahl gequert. Alle Querungen werden eng mit den jeweiligen Betreibern oder Unterhaltungspflichtigen abgestimmt.

Nach Abschluss der Arbeiten werden dem jeweiligen Unterhaltungspflichtigen Bestandsunterlagen der hergestellten Querung mit Angabe der Höhe in mNN sowie der Rechts- und Hochwerte übergeben.

In den beiliegenden Lageplänen (**Anlage 4**) sind diese Kreuzungspunkte mit einer Ordnungsnummer versehen, die auf entsprechende Schnittzeichnungen verweist. In dem als **Anlage 7** beigefügten Kreuzungsverzeichnis sind die zu kreuzenden Objekte, deren Eigentümer und die Stationierung mit Ordnungsnummer angegeben. Des Weiteren sind die Verlegetiefen – soweit bekannt – angegeben.

### 8.10.1. Straßenquerungen

Die Höchstspannungskabeltrasse kreuzt die Autobahnanschlussstelle Düren der Autobahn A4 im Bereich der Auf- und der Abfahrt in Fahrtrichtung Aachen, die Autobahn A4 im Nahbereich zum Autobahnkreuz Aachen und die Autobahn A44 zwischen den Anschlussstellen Brand und Lichtenbusch. In der nachfolgenden ~~Tabelle 2~~ **Tabelle 3 D1** sind die Kreuzungen der Höchstspannungskabeltrasse mit den Autobahnen angegeben.

~~Tabelle 2~~ **Tabelle 3 D1: Querungen mit Autobahnen**

| Eigentümer     | Objekt | Kreuzung mit geplantem Höchstspannungskabel |                              | Bauverfahren |
|----------------|--------|---|------------------------------|--------------|
|                |        | Ordnungsnummer                              | Stationierung auf Kabelachse |              |
| 1              | 2      | 3   | 4                            | 5            |
| Bundesrepublik | BAB A4 | 78a   | 05+137,24                    | HDD-Bohrung  |

|                            |                             |              |                        |              |
|----------------------------|-----------------------------|--------------|------------------------|--------------|
| Deutschland                | Anschluss Düren             | 78b          | 05+144,42              |              |
| Bundesrepublik Deutschland | BAB A4<br>Anschluss Düren   | 79a<br>79b   | 05+175,24<br>05+181,38 | HDD-Bohrung  |
| Bundesrepublik Deutschland | BAB A4                      | 409a<br>409b | 27+123,98<br>27+165,36 | Pressbohrung |
| Bundesrepublik Deutschland | BAB A44,<br>Anschluss Brand | 527a<br>527b | 34+878,40<br>34+887,10 | Mikrotunnel  |
| Bundesrepublik Deutschland | BAB A44,<br>Anschluss Brand | 528a<br>528b | 34+922,56<br>34+931,70 | Mikrotunnel  |
| Bundesrepublik Deutschland | BAB A44                     | 548a<br>548b | 35+554,83<br>35+693,21 | Mikrotunnel  |

Die Kreuzung mit der Autobahn A44 zwischen den Stationen 35+554,83 bis 35+693,21 ist bezüglich der gewählten Trassierung detailliert in Abschnitt 8.9.7.10 beschrieben.

Im weiteren Verlauf kreuzt die Höchstspannungskabeltrasse die Bundesstraße B56 im Bereich der Anschlussstelle Düren an der Autobahn A4 sowie die Bundesstraße B 258, Trierer Straße, im Bereich der Anschlussstelle Aachen-Brand.

Die Querungen der Höchstspannungstrasse mit den Autobahnen A4 und A44 sowie der Bundesstraße B 56 werden in geschlossener Bauweise ausgeführt. Bezüglich der bautechnischen Ausführung wird auf Kapitel 8.9.5 verwiesen. Hierzu erfolgt eine Abstimmung mit dem zuständigen Baulastträger Straßen NRW. In den nachfolgenden Tabellen sind die zu kreuzenden Bundes- und Landesstraßen mit Eigentümer, Stationierung auf der Kabeltrasse sowie dem geplanten Bauverfahren angegeben.

**Tabella 3** **Tabella 4 D1: Querungen mit Bundesstraßen**

| Eigentümer                 | Objekt                    | Kreuzung mit geplantem Höchstspannungskabel |                              | Bauverfahren |
|----------------------------|---------------------------|---|------------------------------|--------------|
|                            |                           | Ordnungsnummer                              | Stationierung auf Kabelachse |              |
| 1                          | 2                         | 3   | 4                            | 5            |
| Bundesrepublik Deutschland | B56<br>Anschluss<br>Düren | 81a<br>81b                                  | 05+344,44<br>05+364,98       | HDD-Bohrung  |
| Bundesrepublik Deutschland | B258<br>Trierer Straße    | 520a<br>520b                                | 34+661,55<br>34+683,75       | Mikrotunnel  |

**Tabella 4** **Tabella 5 D1**: Querungen mit Landstraßen

| Eigentümer               | Objekt                     | Kreuzung mit geplantem Höchstspannungskabel |  | Bauverfahren                            |
|--------------------------|----------------------------|---|--|---|
|                          |                            | Ordnungsnummer                              | Stationierung auf Kabelachse                                 |   |
| 1                        | 2                          | 3   | 4  | 5                                       |
| Gemeinde Niederzier      | L255<br>Oberzierer Str.    | 32a<br>32b                                  | 01+894,46<br>01+902,76<br><b>Umplanungs-<br/>bereich II</b>  | offene Verlegung<br><b>Pressbohrung</b> |
| Stadt Düren              | L257<br>Roermonder Straße  | 100a<br>100b                                | 06+578,26<br>06+591,54                                       | HDD-Bohrung                             |
| Land Nordrhein-Westfalen | L12<br>Mittelstraße        | 149a<br>149b                                | 11+527,74<br>11+534,56                                       | offene Verlegung                        |
| Land Nordrhein-Westfalen | L241<br>Johannisstraße     | 198a<br>198b                                | 14+731,43<br>14+755,97<br><b>Umplanungs-<br/>bereich IX</b>  | <b>modifizierte</b> HDD-Bohrung         |
| Stadt Eschweiler         | L241<br>Am Kraftwerk       | 204a<br>204b                                | 14+869,06<br>14+882,60                                       | HDD-Bohrung                             |
| Stadt Eschweiler         | L241<br>Am Kraftwerk       | 215a<br>215b                                | 15+717,91<br>15+961,53                                       | HDD-Bohrung                             |
| Land Nordrhein-Westfalen | L228<br>Zum Hagelkreuz     | 237a<br>237b                                | 16+117,44<br>16+132,12                                       | HDD-Bohrung                             |
| Land Nordrhein-Westfalen | L11<br>Aldenhovener Straße | 272a<br>272b                                | 17+570,80<br>17+580,63                                       | Pressbohrung                            |
| Land Nordrhein-Westfalen | L238<br>Rue de Wattrelos   | 322a<br>322b                                | 21+106,09<br>21+120,19                                       | Mikrotunnel                             |
| Land Nordrhein-Westfalen | L223<br>Aachener Straße    | 365a<br>365b                                | 23+512,26<br>23+520,88<br><b>Umplanungs-<br/>bereich XII</b> | offene Verlegung<br><b>Pressbohrung</b> |
| Land Nordrhein-Westfalen | L23<br>Würselener Straße   | 456a<br>456b                                | 30+243,67<br>30+251,57                                       | Pressbohrung                            |
| Land Nordrhein-Westfalen | L221<br>Von-Coels-Straße   | 467a<br>467b                                | 31+138,72<br>31+145,48                                       | Mikrotunnel                             |

|                              |                         |              |                        |             |
|------------------------------|-------------------------|--------------|------------------------|-------------|
| Stadt Aachen                 | L235<br>Nordstraße      | 489a<br>489b | 33+101,68<br>33+110,25 | Mikrotunnel |
| Land Nordrhein-<br>Westfalen | L233<br>Monschauer Str. | 604a<br>604b | 39+459,67<br>39+471,85 | HDD-Bohrung |

Alle weiteren Kreis- und Gemeindestraßen sowie Wege werden in offener Bauweise gemäß den den Unterlagen beiliegenden Plänen gequert.

Vorbehaltlich der Regelungen in den einzelnen Aufbruchgenehmigungen erfolgt die Wiederherstellung der Fahrbahnen gemäß der Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen – RStO 12 sowie gemäß der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächen aus Asphalt - ZTV Asphalt-StB 07/13 und der ZTV A-StB (Aufgrabung von Verkehrsflächen). Die erreichten Verdichtungsgrade werden für die Verfüllung sowie das Verformungsmodul für das Frostschutzplanum ermittelt und dokumentiert.

**8.10.2. Gleisquerungen**

Die Höchstspannungskabeltrasse kreuzt ein Gleis der Rurtalbahn GmbH, drei Gleise der EVS EUREGIO Verkehrsschienenetz GmbH (EVS), ein Gleis der RWE Power AG sowie drei Gleise der DB Netze AG im Bereich der ICE-Trasse Köln – Aachen. Die Kreuzungen werden in Abstimmung mit den jeweiligen Baulastträgern Schiene in geschlossener Bauweise ausgeführt. Dies gilt in der Regel für alle Gleiskreuzungen. Die Planung und Ausführung der Querungen erfolgen gemäß der Stromkreuzungsrichtlinie Ril 178, SKR 2016. Die Querungen mit der Rurtalbahn, der ~~EVS/RWE Power AG Anschlussbahn-Grubenbahn~~ bei Station 13+675, dem EVS Gleis 2570 und die Querung mit der ICE-Trasse bei Station ca. 29+575 bis 29+600 sind in den beiliegenden Plänen (**Anlage 7.3**) dargestellt.

**Tabelle 5 Tabelle 4 D1: Gleisquerungen**

| Eigentümer   | Objekt              | Kreuzung mit geplantem Höchstspannungskabel |                              | Bauverfahren |
|--|---------------------|---|------------------------------|--------------|
|  |                     | Ordnungsnummer                              | Stationierung auf Kabelachse |              |
| 1  | 2                   | 3   | 4                            | 5            |
| Rurtalbahn GmbH<br>Düren   | Gleis<br>Rurtalbahn | 65  | 4+451,98                     | Pressbohrung |
| <del>RWE Power AG<br/>Stüttgenweg, Köln<br/>EVS EUREGIO Ver-</del> | Gleis<br>Grubenbahn | 174   | 13+674,58                    | Pressbohrung |

|   |   |     |           |                              |
|---|---|-----|-----------|------------------------------|
| kehrsschiennetz<br>GmbH, Stolberg                     |   |     |           |                              |
| RWE Power AG<br>Stüttgenweg, Köln                     | Gleis<br>Grubenbahn                             | 176 | 13+676,61 | Pressbohrung                 |
| RWE Power AG<br>Stüttgenweg, Köln                     | Gleis<br><del>Grubenbahn</del><br>Anschlussbahn | 199 | 14+761,02 | modifizierte HDD-<br>Bohrung |
| EVS EUREGIO Ver-<br>kehrsschiennetz<br>GmbH, Stolberg | Gleis Nr. 2570<br>außer Betrieb                 | 389 | 25+828,78 | Pressbohrung                 |
| EVS EUREGIO Ver-<br>kehrsschiennetz<br>GmbH, Stolberg | Gleis<br>außer Betrieb                          | 392 | 26+191,75 | offene Verlegung             |
| DB Netz AG<br>Deutz-Müllheimer Str,<br>Köln           | Gleis   | 440 | 29+576,34 | Pressbohrung                 |
| DB Netz AG<br>Deutz-Müllheimer Str,<br>Köln           | Gleis   | 441 | 29+590,80 | Pressbohrung                 |
| DB Netz AG<br>Deutz-Müllheimer Str,<br>Köln           | Gleis   | 442 | 29+594,93 | Pressbohrung                 |

Alle hier aufgeführten Querungen werden im Pressbohrverfahren aus Steinzeugvortriebsrohren nach DIN EN 295-7 und EN 12889 sowie EN 14457 hergestellt. Eine Ausnahme bildet die Querung mit der Gleistrasse der RWE Power AG bei Station 14+761,02 (siehe Kapitel 8.9.5.4).

### 8.10.3. Ver- und Entsorgungsleitungen

Alle bekannten Querungen von Ver- und Entsorgungsleitungen mit der Höchstspannungskabeltrasse sind in dem den Unterlagen beiliegenden Kreuzungsverzeichnis, **Anlage 7**, angeführt. Bis auf die Bereiche der Höchstspannungskabeltrasse, die in geschlossener Bauweise errichtet werden, erfolgt die Ausführung der Querungen mit den vorhandenen Ver- und Entsorgungsleitungen in offener Bauweise.

Für die Ausführung der Querungen wird ein einheitlicher Abstand von 1,20 m zwischen Oberkante der Kabelschutzrohre und der Ver- bzw. Entsorgungsleitung gewählt. Aufgrund der für die Effektivität der Kabelanlagen ungünstigen Auswirkungen von Wärme wird im Bereich von Fernheizleitungen grundsätzlich ein Abstand von 2,00 m vorgesehen. Alle Versorgungsleitungen werden durch der Kabelschutzrohranlage unterquert, dies gilt auch für tiefer liegende Abwasserleitungen. Da Abwasserleitungen im Falle eines Neubaus regelmäßig ein bis zwei Dezimeter tiefer verlegt wer-

den, wird die Kabelschutzrohranlage als vorsorgliche Schutzmaßnahme in diesem Bereich mit einer 20 cm dicken Ortbetonabdeckung hergestellt.

In den beiliegenden Plänen, **Anlage 7**, sind die Querungen der einzelnen Medien und Leitungsarten dargestellt.

Einzelne zu unterquerende Abwasserleitungen verlaufen in Tiefenlagen von bis zu 5 m, z.B. bei Station 17+224. und 17+765. Die Gesamtbau grubentiefe beträgt in diesen Bereichen ca. 6 bis 7 m. Aus tiefbautechnischer Sicht stellt die Unterquerung von Abwasserkanälen in Tiefenlagen über 5 m eine Sonderbaustelle dar, da gewöhnliche Regelverbau e hierfür über keine statische Zulassung verfügen. Es sind demnach Sonderlösungen, z.B. durch einen Doppelgleitschienen-Verbau zu wählen. Da die Herstellung dieser Querungen in offener Bauweise äußerst zeit- und materialintensiv ist, wurde zur Wahl des bestmöglichen Bauverfahrens für einzelne Bereiche eine Kostenvergleichsrechnung für eine Unterquerung in geschlossener Bauweise aufgestellt.

#### **8.10.4. Straßengräben**

Die zu querenden Straßen- und Entwässerungsgräben werden gemäß dem beiliegenden Plan **Anlage 7.2** Blatt 09 in offener Bauweise gekreuzt. Die Querung der Gräben erfolgt grundsätzlich mit einer Mindestüberdeckung von 1,20 m zwischen den Kabelschutzrohren und der Grabensohle. Die Wiederherstellung erfolgt mit dem vorhandenen Sohls substrat. Zur Reduzierung des Eingriffes wird die Breite des notwendigen Arbeitsstreifens auf das unbedingt notwendige Maß reduziert. Für die Dauer der Errichtung der einzelnen Querungen wird eine ausreichend große Verrohrung als kurzzeitiges Provisorium für die Sicherstellung des ungestörten Wasserabflusses im Regenwetterfall vorgesehen.

#### **8.11. Sicherungs- und Schutzmaßnahmen beim Bau und Betrieb des Kabelsystems**

Bei den jeweils zur Anwendung kommenden Sicherheitsbestimmungen ist zu unterscheiden zwischen der Bauphase und der Betriebsphase. Durch die Einhaltung der einschlägigen gesetzlichen Anforderungen, Verordnungen und innerbetrieblichen Anweisungen beziehungsweise Richtlinien stellt Amprion den gebotenen Arbeitsschutz sicher.

Der Bau von Kabelschutzrohranlagen bedingt Arbeitsbereiche mit höchstem Unfallrisiko. Besonderes Augenmerk wird auf die Baustellensicherung, den Baustellenverkehr, vorhandene Anlagen im Baustellenbereich, der Sicherung von Leitungsgräben und Baugruben, dem Betrieb von Baumaschinen und Geräten, den Gefahren durch elektrischen Strom, dem Umgang mit Gefahrstoffen und dem Arbeiten in kontaminier-

ten Bereichen gelegt. Bedingt durch die Anwesenheit von Beschäftigten mehrerer Arbeitgeber wird Amprion als Vorhabenträgerin einen Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator einsetzen.

Für den Betrieb elektrischer Anlagen beschreibt DIN VDE 015-100 die Anforderungen für sicheres Bedienen, Arbeiten und Instandhalten an oder in der Nähe von elektrischen Anlagen. Sie gilt auch für nichtelektrotechnische Arbeiten wie Bauarbeiten in der Nähe von Freileitungen und Kabeln.

Zur Sicherung von Bestand und Betrieb des ALEGrO-Kabelsystems ist ein Schutzstreifen erforderlich. Für den Schutzbereich der Kabelanlagen ergibt sich eine zur Leitungsachse parallele Form. Der Schutzstreifen hat eine Breite von in der Regel 10 m und wird bestimmt durch die baulichen Abmessungen der Kabelanlagen im Betriebszustand. Der Schutzstreifen ist mittig zur Leitungsachse angelegt, sodass sich in der Regel eine Breite von 5,0 m rechts und links neben der Mittelachse der beiden Energiekabel ergibt.

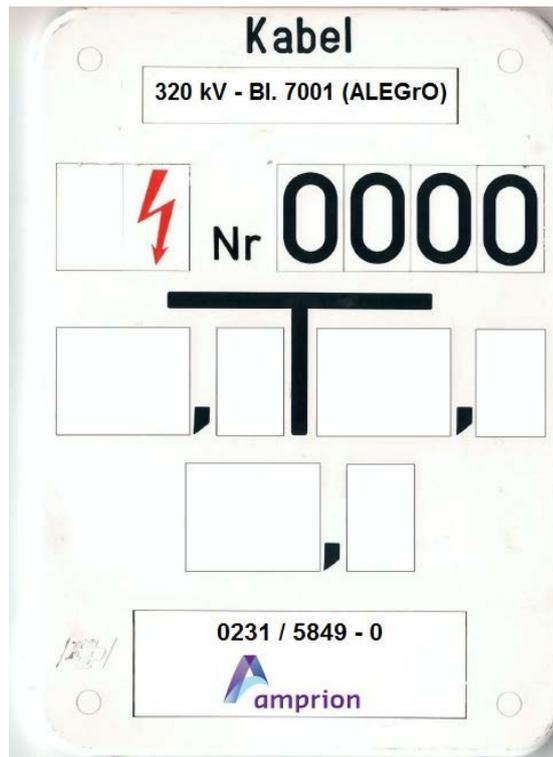
Im Bereich des Schutzstreifens darf weder gebaut noch dürfen tiefwurzelnde Bäume gepflanzt werden. Schwachwurzelnde Sträucher sind insoweit zulässig, als dass im Bedarfsfall die Zugänglichkeit und ggf. Tiefbauarbeiten im Bereich des Schutzstreifens jederzeit möglich sind. In den Bereichen des Würselener Waldes und des Augustinerwaldes, die in geschlossener Bauweise unterquert werden, gilt dies nicht für die bestehende Bestockung. Die genauen Schutzbereiche sind im Lage- und Grundenerbsplan maßstäblich dargestellt. Die hierfür in Anspruch genommenen Flächen sind eigentümerbezogen und gemarkungsweise in den Leitungsrechtsregistern (vgl. **Anlage 6**) aufgeführt. Die Flächeninanspruchnahme ist dort je Flurstück ersichtlich.

Die bei den Arbeiten in Anspruch genommenen Grundflächen lässt die Vorhabenträgerin wieder herrichten. Sie wird darüber hinaus den Grundstückseigentümern oder den Pächtern den bei Bau- und späteren Unterhaltungs- oder Instandsetzungsmaßnahmen nachweislich entstehenden Flurschaden, wie z. B. Ernteauffälle, ersetzen. Darüber hinaus werden sonstige nachweisbar durch die Baumaßnahme entstehenden Schäden ersetzt.

Um die technische Sicherheit der Leitung zu gewährleisten, wird deren Verlauf durch Schilderpfähle gekennzeichnet.

Die Schilderpfähle haben oberhalb des Geländes eine Länge von ca. 1,50 m – 2,00 m und werden dauerhaft im Boden durch ein Fundament verankert. Am oberen Ende der Schilderpfähle werden rechteckige weiße Schilder mit einer Größe (B x H) von etwa 140 mm x 200 mm angebracht. Die Schilder sind mit einem stilisierten roten Blitz und wesentlichen Informationen, wie Spannungsebene, Leitungsbezeichnung etc. in schwarzer Schrift versehen. Die Standorte der Schilderpfähle sind in den La-

geplänen (**Anlage 4**) aufgeführt. Die konkrete Ausgestaltung der Schilderpfähle steht noch nicht abschließend fest.



**Abbildung 7 D1:** Beispielbild eines Markierungsschildes

Zur Sicherung des Kabelsystems und als warnender Hinweis für Dritte bei Grabungsarbeiten werden in Trassenabschnitten, die im offenen Leitungsgraben ausgeführt wurden, Trassenwarnbänder oder weitere geeignete Sicherungselemente eingebracht.

## 8.12. Immissionen

Nach § 50 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) sind bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen die für eine bestimmte Nutzung vorgesehenen Flächen einander so zuzuordnen, dass schädliche Umwelteinwirkungen auf die ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienenden Gebiete sowie auf sonstige schutzbedürftige Gebiete, insbesondere öffentlich genutzte Gebiete, wichtige Verkehrswege, Freizeitgebiete und unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvolle o-

der besonders empfindliche Gebiete und öffentlich genutzte Gebäude, so weit wie möglich vermieden werden. Unabhängig davon ist die Leitung so zu betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind, und nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

Durch den Bau und den Betrieb der Kabelanlage entstehen unterschiedliche Formen von Immissionen. Beim Bau der Kabeltrasse entstehen durch Geräteeinsatz und Bauverkehr Geräusche. Während des Betriebs der Energiekabel entstehen elektrische und magnetische Felder, außerdem wird Wärme an das umgebende Erdreich abgegeben.

### **8.12.1. Elektrische und magnetische Felder (Kabel)**

#### **8.12.1.1. Das elektrische Feld von Höchstspannungskabeln**

Bei den verwendeten Höchstspannungskabeln werden der stromführende Leiter und das Isoliersystem von einem elektrisch leitfähigen Schirm aus Einzeldrähten und einem durchgängigen Metallmantel aus Aluminium umhüllt. Das elektrische Feld wird durch diesen Aufbau des Kabels vollständig abgeschirmt. Beim Betrieb der Kabelverbindung sind demnach nur magnetische Felder an der Erdoberfläche nachweisbar.

#### **8.12.1.2. Das magnetische Feld von Höchstspannungskabeln**

Magnetische Felder entstehen bei der Energieübertragung durch den Stromfluss, der durch die Leiter fließt. Das magnetische Feld ist dem Stromfluss proportional. Weiterhin sind die Abstände der Kabel untereinander bestimmend für die Größe des resultierenden magnetischen Feldes, da sich das magnetische Feld beider Kabel durch geeignete Legearordnung insgesamt reduzieren lässt. Diese Parameter wurden bei der Planung der Hochspannungsleitung berücksichtigt und zur Minderung der magnetischen Felder optimiert (vgl. **Anlage 8**). Die Stärke des magnetischen Feldes wird in Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ) gemessen.

### **Empfehlungen der Strahlenschutzkommission**

Auf der Basis einer Sichtung und Bewertung von Forschungsergebnissen und Veröffentlichungen zu der Thematik elektrischer und magnetischer Felder hat die internationale Strahlenschutzkommission (IRPA/ICNIRP) eine Empfehlung („Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields“, ausgesprochen. Sie nennt für den dauernden Aufenthalt der allgemeinen Bevölkerung in 0-Hz-Feldern einen Grenzwert von 400.000  $\mu\text{T}$  für das magnetische Feld.

Die deutsche Strahlenschutzkommission (SSK) empfiehlt in „Biologische Effekte der Emissionen von Höchstspannungs-Gleichstromübertragungsleitungen (HGÜ) - Emp-

fehlungen der Strahlenschutzkommission mit wissenschaftlicher Begründung“ [xx] einen niedrigeren Grenzwert von 500  $\mu\text{T}$  - zum „Schutz von Personen mit magnetisch aktivierbaren Implantaten“.

Der von der SSK empfohlene Wert ist in Deutschland in der 26. BImSchV – Neugefasst durch Bekanntmachung vom 14.08.2013 verbindlich festgelegt. Diese Verordnung ist für Höchstspannungs-Gleichstromleitungen heranzuziehen.

Entsprechend §§ 1, 3a iVm. Anhang 1a der 26. BImSchV darf für Neuanlagen in Bereichen, die nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Personen bestimmt sind, der hierfür geltende Wert von 500  $\mu\text{T}$  für die magnetische Flussdichte nicht überschritten werden.

Die Strahlenschutzkommission beobachtet im Auftrag des Bundesumweltministeriums laufend die internationalen Forschungen in diesem Bereich und passt ihre Grenzwertempfehlungen im Bedarfsfall dem neusten Stand der Erkenntnisse an. Dementsprechend kann davon ausgegangen werden, dass die Grenzwerte des Anhangs 1a der 26. BImSchV dem aktuellen Erkenntnisstand der internationalen Strahlenhygiene hinsichtlich elektromagnetischer Felder entsprechen (vgl. BVerwG, Beschl. vom 28. Februar 2013, Az. 7 VR 13.12). Hinzu kommt, dass das Grenzwertkonzept in der letzten Novellierung der 26. BImSchV im Jahr 2013 bestätigt wurde.

In **Anlage 8.1** sind die Nachweise über die Einhaltung der Anforderungen des Anhangs 1a der 26. BImSchV für das geplante 320-kV-Erdkabel enthalten. Diese Nachweise erfolgen auf Grundlage der „Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder“ des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) in der Fassung von Oktober 2014.

Untersucht wurden die i.S. der §§ 3a, 4 der 26. BImSchV maßgebenden Immissionssorte innerhalb der Bereiche bis zu 1 m im Radius um das Kabel (vgl. Kap. II.3a.2, LAI Hinweise). Innerhalb dieser laut den Durchführungshinweisen zu betrachtenden Bereiche liegen entlang der gesamten Kabelstrecke keine maßgebenden Immissionssorte.

Exemplarisch wurde die magnetische Flussdichte für den Grundlastfall im Endausbau entlang der Kabelverbindung berechnet. Für die regelhafte Verlegung der beiden Erdkabel in einer Mindestdiefe von ca. 1,9 m und einem Abstand von 0,75 m zueinander beträgt die maximale magnetische Flussdichte in 0,2 m über dem Erdboden 54,8 Mikrottesla. Dieser Maximalwert sowie der Verlauf der magnetischen Flussdichte sind in **Anlage 8.1, Blatt 3** dargestellt. Aufgrund der gleichmäßigen Verlegung der Kabel sind die Werte entlang der Strecke mit gleicher Verlegeart annähernd konstant. In einem Abstand von 5 m seitlich der Mittelachse (gemessen ab der Mitte zwischen den beiden Kabeln), ergeben sich noch maximal 8,5 Mikrottesla für die magnetische Flussdichte.

Die Anforderungen der 26. BImSchV werden somit eingehalten.

Die Angaben und Erläuterungen zu Minimierungsmöglichkeiten nach § 4 Abs.2 der 26. BImSchV iVm. der 26. BImSchVVwV sind **Anlage 8.2** zu entnehmen.

### **Summationswirkung nach § 3 Abs. 3 der 26. BImSchV**

Die Regelungen der 26. BImSchV zur Berücksichtigung von Summationswirkungen betreffen Niederfrequenzanlagen und ortsfeste Hochfrequenzanlagen und finden bei 0-Hz-Feldern keine Anwendung.

### **8.12.2. Baubedingte Lärmimmissionen**

Die Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb von Baustellen ergeben sich aus den §§ 22 ff. BImSchG. Zum Schutz der Allgemeinheit und Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen sind entsprechende Grenzwerte einzuhalten. Zur Konkretisierung der Erheblichkeitsschwelle von Baulärm ist die nach § 66 Abs. 2 BImSchG fortgeltende AVV Baulärm heranzuziehen. Dabei wird auf den Beurteilungspegel des von Baumaschinen hervorgerufenen Lärms abgestellt. Überschreitet der Beurteilungspegel die Immissionsrichtwerte um mehr als 5 dB(A), sollen Lärm-minderungsmaßnahmen angeordnet werden. Als Immissionsrichtwerte sind festgesetzt:

- |   |  |
|---|--|
| a) Gebiete, in denen nur gewerbliche oder industrielle Anlagen und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind, | 70 dB (A)                              |
| b) Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind,   | tagsüber 65 dB (A)<br>nachts 50 dB (A) |
| c) Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind,                                      | tagsüber 60 dB (A)<br>nachts 45 dB (A) |
| d) Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind,   | tagsüber 55 dB (A)<br>nachts 40 dB (A) |
| e) Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind,   | tagsüber 50 dB (A)<br>nachts 35 dB (A) |

|   |  |
|---|--|
| f) Kurgelbiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten | tagsüber 45 dB (A)<br>nachts 35 dB (A) |
|---|--|

Als Nachtzeit gilt die Zeit von 20 Uhr bis 7 Uhr.

Der Immissionsrichtwert für die Nachtzeit ist überschritten, wenn ein Messwert oder mehrere Messwerte den Immissionsrichtwert um mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Mit zunehmendem Abstand zwischen Lärmquelle und Immissionsort nimmt der Schallpegel ab. Bei einer Entfernung von 200 m liegt die Pegelabnahme bei etwa 20 dB (A).

In weiten Streckenabschnitten liegt die Trasse neben den Autobahnen A4 und A44. In diesen Bereichen liegt eine zu berücksichtigende Lärmvorbelastung vor.

Auf der gesamten Trassenlänge der ALEGrO-Leitung finden keine Bauarbeiten von denen Lärm ausgeht innerhalb von Wohngebieten statt. Wohn- und Gewerbegebiete werden in größeren Abständen passiert. In einzelnen wenigen Fällen wird in der Nähe von Wohngebäuden im Außenbereich gearbeitet.

Auf den in der Summe etwa 30 km langen Trassenabschnitten, die im offenen Leitungsgraben ausgeführt werden, schreiten die Bauarbeiten mit etwa 100 m Grabenlänge pro Woche fort, so bleiben mögliche Beeinträchtigungen durch Baulärm örtlich und zeitlich eng begrenzt.

Dort wo Kabeltunnel in der Mikrotunnelbauweise aufgeföhren werden, bleiben Baugeräte im Bereich der Start- und Zielgruben über einen längeren Zeitraum von bis zu etwa einem Jahr im Einsatz. Dabei finden die Hauptbautätigkeiten an den Startgruben statt. Über die Zielgruben wird hauptsächlich die Tunnelbohrmaschine geborgen. Startgruben befinden sich vor Röhre bei Station 21+050 mit der Bezeichnung VS Röhre 1, am Gut Schwarzenbruch bei Station 30 +480 mit der Bezeichnung VS Schwarzenbruch 1, neben der A44 in Brand bei Station 33 +800 mit der Bezeichnung VS Brand 2 und bei Station 35 +120 mit der Bezeichnung VS Brand 4.

Dort wo Mantelrohre zur Aufnahme der Kabelschutzrohre mit Hilfe des Spülbohrverfahrens eingebaut werden, ist mit etwa 2 Monaten Bautätigkeit zu rechnen.

Über die vertraglichen Regelungen mit den bauausführenden Firmen wird sichergestellt, dass die Vorschriften der AVV Baulärm in jedem Fall eingehalten werden. Geeignete Maßnahmen zur Einhaltung der AVV Baulärm liegen in der Anwendung geräuschgedämpfter Maschinen oder dem Einsatz von mobilen Lärmschutzwänden.

### 8.12.3. Wärmeimmissionen durch das Kabel

Im Leiter eines Kabels entsteht aufgrund des Stromflusses Verlustleistung, die über das Erdreich hin zur Erdoberfläche abgeführt wird. Dabei erwärmt sich das Kabelsystem. Die Erwärmung ist abhängig von der Größe des fließenden Stromes. Beide Kabel erwärmen sich gleichermaßen. Da die Kabel in unmittelbarer Nähe zueinander liegen, beeinflussen sie sich thermisch gegenseitig. Zudem wird die entstehende Wärme umso größer, je tiefer die Kabel im Erdreich liegen, da sie vom Kabelinnern nach außen ins Erdreich bis zur Bodenoberfläche abgeben wird. Dadurch entsteht eine lokale Erhöhung der Temperatur im Erdreich in direkter Umgebung der Energiekabel. Auf die Höhe der Erwärmung durch den Kabelbetrieb und möglichen Auswirkungen auf den Boden wird in **Anlage 13** eingegangen.

## 9. Konverter

Für die Errichtung und den Betrieb des Konverters sind die folgenden technischen Regelwerke maßgeblich:

### 9.1. Technische Regelwerke

- DIN V ENV 1992-3: Eurocode 2, Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken; Teil 3: Fundamente; Deutsche Fassung ENV 1992-3; 1998; Ausgabe 2000
- DIN V ENV 1993-1: Eurocode 3, Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton; Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau; Deutsche Fassung; Ausgabe 1993
- DIN 1045-2: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität:
- DIN 1045-3: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 3 Bauausführung
- DIN 1045-3 Berichtigung 1: Berichtigungen Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 3 Bauausführung DIN EN 1610 Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen
- DIN EN 1610 Berichtigung 1: Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen
- Regelwerk der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V ( DWA – A 786); Ausführung von Dichtflächen.
- DIN EN 61936-1 (VDE 0101-1):Starkstromanlagen mit Nennwechselspannung über 1 kV – Teil 1 Allgemeine Bestimmungen
- DIN EN 50522 (VDE 0101-2) : Erdung von Starkstromanlagen mit Nennwechselspannung über 1 kV
- DIN EN 50110-1 (VDE 0105-1):Betrieb von elektrischen Anlagen - Teil 1 Allgemeine Anforderungen
- DIN EN 50110-2 (VDE 0105-2):Betrieb von elektrischen Anlagen - Teil 2 Nationale Anhänge
- DIN VDE 0132 (VDE 0132): Brandbekämpfung und technische Hilfeleistung im Bereich elektrischen Anlagen)

### 9.2. Technische Daten der Konverteranlage

In der Konverterstation wird der Wechselstrom in Gleichstrom und umgekehrt gewandelt und über das Gleichstromkabel übertragen. Durch diese Gleichstromverbindung wird die Stabilität des Höchstspannungsnetzes verbessert und es wird ein regulierbarer Energieaustausch zwischen den Netzknoten ermöglicht. Die maximale Wirkleis-

tung, welche übertragen werden kann, beträgt etwa 1000 MW. Zur Wirkleistung kann an den Netzknotenpunkten eine kapazitive oder induktive Blindleistung zur Stabilisierung und Spannungshaltung bereitgestellt werden.

Die Konverterstation besteht aus

### **Konverterhalle**

Der Multilevel Konverter ist in der Konverterhalle untergebracht, um die eingesetzten Geräte vor Umwelteinflüssen zu schützen. Durch den Multilevel Konverter wird der Wechselstrom in Gleichstrom und umgekehrt gewandelt. An den Außenseiten des Gebäudes befinden sich Lüfteranlagen zur Gebäudeklimatisierung.

### **AC (Wechselspannung)-Schaltanlage, Freiluftschaltanlage**

Über die AC-Schaltanlage wird der ankommende 3-phasige Wechselstrom auf die drei einphasigen 380kV Transformatoren, welche den Konverter speisen, geleitet. Beim Anfahren des Konverters wird der Einschaltstrom über einen Vorladewiderstand begrenzt.

### **DC (Gleichspannung)-Schaltanlage, DC Halle**

In der DC-Schaltanlage sind die Konverter Drosseln, welche aus schutz- und regelungstechnischen Gründen an der DC Seite mit dem Konverter verbunden sind und die Schaltgeräte, welche zum Anbinden des DC Kabels dienen, untergebracht.

### **Transformatoren**

Die Transformatoren dienen zur galvanischen Trennung des Höchstspannungsnetzes vom Konverter und zur Anpassung der Spannung des Höchstspannungsnetzes auf die Konverterspannung.

### **Nebenanlagen**

Umrichterkühlanlage (Luftkühler), Eigenbedarfstransformatoren, Notstrom-Dieselaggregate und die Konverterkühlanlage sind für den Betrieb der Konverterstation erforderliche Betriebsmittel. Die Lüfteranlagen sorgen für die Belüftung und Kühlung der Umrichtergebäude. Die Eigenbedarfstransformatoren dienen der Energieversorgung der Anlage. Die Dieselgeneratoren stellen die Energieversorgung der Anlage sicher, falls die Eigenbedarfstransformatoren ausfallen, bei Stillstand der Anlage und beim Anfahren der Anlage.

Für die Transformatoren wird eine Löschanlage mit dazugehörigem Löschwassertank und einer diesel- und einer elektrisch betriebenen Pumpe errichtet. Zu dem Löschesystem gehört auch die Ventilstation

### **Betriebsgebäude**

Im Betriebsgebäude wird die Warte zur Steuerung und Überwachung der Anlage und die dazu notwendigen Betriebsmittel untergebracht.

### 9.3. Wasserwirtschaft

Beim technischen Betrieb der Gesamtanlage fallen keine betrieblichen Abwässer im Sinne von Produktionsabwässern an.

Das Isolieröl (WGK1) in den Transformatoren und das Wärmeträgermedium (WGK1) in den Luftkühlerbatterien zirkulieren in geschlossenen Kreisläufen und haben im Betrieb keine Verluste, die zu Abwasseranfall führen.

Unter den Stellflächen der Transformatoren und der Luftkühlerbatterien werden abflusslose Stahlbetonauffangräume (FD-Beton) errichtet.

Bei einer Betriebsstörung des Transformators mit der Folge von Isolierölaustritt wird dieses in dem Auffangraum, der sich unter dem Transformator befindet, aufgefangen. Das in dem Auffangraum gesammelte Niederschlagswasser wird mittels einer sensorüberwachten Abpumpanlage (SPA) in das betriebsinterne Entwässerungsnetz eingeleitet. Der niveauabhängige untere Einschaltpunkt der Pumpe ist so gewählt, dass nur unterhalb einer eventuellen Isolierölschicht gepumpt wird. Die Leistung der Pumpe ist so bemessen, dass kein Ansaugtrichter während des Pumpvorgangs entsteht. Entwässert wird somit nur Niederschlagswasser.

Die Auffangräume sind so bemessen, dass sie den kompletten Ölinhalt des jeweiligen Transformators und auch gegebenenfalls anfallendes Niederschlagswasser über 72 Std. gem. VAWS aufnehmen können. Gleiches gilt für das Wärmeträgermedium der Luftkühlerbatterien.

Für den Fall einer Kontamination von Niederschlagswasser durch Leckagen an den Transformatoren oder an den Luftkühlerbatterien erfolgt eine fachgerechte Entsorgung aus den dafür vorgesehenen Auffangräumen. Die Eigenbedarfstransformatoren sind eingehaust und besitzen einen integrierten Ölauffangraum.

Für das auf dem Grundstück anfallende Abwasser wird ein Trennsystem errichtet. Dabei werden jeweils für Schmutz- und Regenwasser separate Kanäle mit Einstiegschächten errichtet.

Das nicht verunreinigte Niederschlagswasser aus den Auffangräumen der Transformatorstände, der Luftkühlerbatterien und den Dächern der Gebäude wird über die Regenwasserkanalisation in den Hauptstrang des Niederschlagsentwässerungssystems eingeleitet, der wiederum in einem Versickerungsbecken außerhalb der Konverterstation endet.

Da die Konverterstation nicht ständig besetzt sein wird, wird der Bereich der Sanitär- und Sozialräume nur selten in Anspruch genommen. Daraus resultiert nur ein geringer Anfall von Sanitärabwässern. Das diskontinuierlich anfallende Abwasser aus diesen Bereichen wird mit dem erforderlichen Mindestvolumen gemäß Pkt. 11 der

DIN 1986-100 - Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - in zwei abflusslose Sammelgruben geleitet und von hier der öffentlichen Entsorgung zugeführt..

Das Kondenswasser aus den Kühlanlagen (Raumluft) wird über die oben beschriebene Kanalisation zu einer unmittelbar angrenzenden Versickerung übergeben.

Für die Entwässerung der Betriebswege ist vorgesehen, das gesamte Niederschlagswasser weitestgehend vor Ort in den Randbereichen der Betriebswege zu versickern.

Für den Fall, dass Niederschlagswasser durch Leckagen von Transformatoren oder den Luftkühlern kontaminiert wird, sind keine Verunreinigungen des Bodens oder Grundwassers zu erwarten, da dieses in dafür vorgesehenen Auffangräumen aufgefangen und rückgehalten wird. Von dort wird es mittels Saugwagen aufgenommen und nachweislich fachgerecht entsorgt. Es erfolgt keine Abwasserbehandlung auf dem Anlagengelände.

Während der Bauausführung sind je nach den örtlichen Verhältnissen gegebenenfalls Bauwasserhaltungen mit oder ohne Grundwasserabsenkung oder Versickerungsanlagen zur Ableitung des Niederschlagswassers erforderlich. Die dann notwendigen wasserrechtlichen Genehmigungen werden vor Ausführung der Arbeiten bei der zuständigen Wasserbehörde eingeholt.

#### **9.4. Baustelleneinrichtung und Zuwegungen**

Die Baumaßnahme wird im direkten Anschluss westlich an die bestehende Amprion Schalt- und Umspannanlage Oberzier erfolgen. Die Zuwegung zur Station Oberzier wurde in Vorbereitung bereits mit dem Gedanken der Ortsumgehung der Siedlung Berg östlich anstelle eines bestehenden Feldweges verlagert. Die Zuwegung wurde von Amprion verstärkt und ist für Schwerlastverkehr ausgelegt.

Die Baustelleneinrichtungsfläche wird im direkten Anschluss westlich der Konverterbaustelle auf einem im Eigentum von Amprion befindlichen Grundstück bezogen. Für die Bauzeit werden diverse Container für Lager-, Büro- und Sozialeinrichtungen, sowie Parkplätze für das Baustellenpersonal errichtet. Des Weiteren werden Lagerplätze für Material und Zelte für die Montage von Einzelkomponenten erstellt.

#### **9.5. Sicherungs- und Schutzmaßnahmen beim Bau und Betrieb der Konverteranlage**

Die Baustelle wird im Bereich der angrenzenden Straßen und Grundstücke durch einen Bauzaun abgegrenzt und gegen unbefugtes Betreten gesichert.

Nach Fertigstellung des Konverters wird das gesamte Areal mittels eines Stahlgitterzaunes gegen unrechtmäßiges Betreten geschützt. Die vorgenannte Anlage ist eine abgeschlossene elektrische Betriebsstätte, die ausschließlich dem Betrieb elektrischer Anlagen dient und deshalb dauernd unter Verschluss gehalten wird.

Für die Dauer der Baumaßnahme „Errichtung der Konverteranlage“ und zur Baufeldfreimachung der Baueinrichtungsflächen für die Konverterbaustelle ist die provisorische Verlegung der zwei 110-kV-Stromkreise der Hochspannungsfreileitung Pkt. Oberzier Nord – Pkt. Oberzier Süd (Bl. 2463) notwendig. Eine Freisaltung dieser beiden Stromkreise über die Dauer von etwa zwei Jahren ist nach Rücksprache mit dem Netzbetreiber Westnetz aus Gründen der Versorgungssicherheit nicht möglich, so dass dieses Provisorium aus betrieblichen Gründen für die Sicherheit des 110-kV-Netzes erforderlich ist. Das Provisorium wird durch sog. Baueinsatzkabel (BEK) realisiert. Die geplante Lage der Baueinsatzkabel ist der **Anlage 9.2.1** zu entnehmen.

Um die Verbindung der Freileitung Bl. 4529 an die BEK herzustellen, ist am Mast 0057 der Bl. 4529 die Errichtung einer provisorischen Traverse erforderlich. Analog zu dem Stromkreis auf der Freileitung werden für den provisorischen Stromkreis sechs BEK-Systeme (dreiphasig) benötigt. Die BEK werden durch Bauzäune abgesperrt und gesichert. Die für die BEK benötigte Fläche ist – auf einer Gesamtlänge von etwa 720 m – ca. 10 m breit. Bei Straßen- bzw. Wegekrenzungen wird das BEK – um eine Überfahrbarkeit zu gewährleisten – abschnittsweise im Boden verlegt.

In dem 110-kV-Anlagenteil der Station Oberzier werden die BEK an die Felder F108 Lindern Ost und F111 Berg Ost angebunden.

## 9.6. Immissionen

Umliegend um die Konverterstation befinden sich Wohnsiedlungen. An den zur Konverterstation nächstliegenden Wohngebäuden sind Immissionspunkte festgelegt worden.

### Magnetische Flussdichte / elektrische Feldstärke

Der nächstliegende Punkt an der Siedlung Berg ist über 700 m von der Konverterstation entfernt. Die EMF-Emmissionen von der Konverterstation sind an dem Punkt nicht nachweisbar und werden deshalb nur qualitativ im Gutachten betrachtet. Die elektrische Feldstärke beträgt außerhalb der umzäunten Station nördlich des Konverters maximal 3,56 kV/m und die magnetische Flussdichte beträgt an diesem Punkt 31,82  $\mu\text{T}$ . Die gesetzlichen Grenzwerte werden somit deutlich unterschritten.

Um dem Minimierungsgebot des § 4 Abs. 2 der 26. BImSchV nachzukommen, wurde darüber hinaus untersucht, ob maßgebliche Minimierungsorte im Einwirkungsbereich der Anlage vorhanden sind. Im Einwirkungsbereich gemäß der 26. BImSchVVwV (100 m ab der Eingrenzung der Anlage) befinden sich keine maßgeblichen Minimie-

rungsorte. Demzufolge sind keine Minimierungsmaßnahmen an der Anlage vorzunehmen. (vgl. **Anlage 17 Konverter** – Berechnung der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte)

#### **Geräuschemissionen - Bauphase**

Die Errichtung dieser Konverteranlage umfasst im Wesentlichen in der ersten Bauphase die Einrichtung der Baustelle sowie Bodenbefestigungsarbeiten, in der zweiten Bauphase der Hauptbauphase Maßnahmen zur Erstellung der Fundamente, Errichtung der Hallen und Installation der Komponenten sowie in einer dritten Bauphase die Herstellung von Straßen und Außenanlagen.

Auf Basis eines geplanten Bauablaufs werden zunächst die für die jeweilige Bauphase zum Einsatz kommenden Baumaschinen abgeleitet. Anschließend werden den einzelnen Baumaschinen typische Schallemissionspegel (Schalleistungspegel) zugeordnet.

Grundsätzlich ist geplant, die Bautätigkeiten in der Tageszeit nach AVV-Baulärm [12] (07:00 bis 20:00 Uhr) durchzuführen.

An den maßgeblichen Immissionsorten werden während der drei Bauphasen (Erdbau,

Hochbau und Infrastruktur / Außenanlagen) die Immissionsrichtwerte von den Beurteilungspegeln nicht überschritten. Es liegt dieser Betrachtung zu Grunde, dass die Arbeiten der drei Bauabschnitte nur zur Tagzeit (7 Uhr bis 20 Uhr) durchgeführt werden. (vgl. **Anlage 17 Konverter- AVV Baulärm**)

#### **Geräuschemissionen - Betrieb**

Am 09.04.2013 wurde eine Messung zur Erfassung des Iststandes der Schallpegel an der Station Oberzier durchgeführt.

Es werden an der 380-kV-Bestandsanlage Oberzier vor der Errichtung der Konverteranlage bereits Maßnahmen zur Senkung des Schallpegels durchgeführt, indem die bestehenden Transformatoren durch neue Geräte mit geringerem Schallpegel getauscht werden. So sollen die Bestandsschallpegel, die vor Errichtung des Konverters vorgelegen haben, auch nach Errichtung des Konverters im Betrieb eingehalten werden. Zur Ermittlung Geräuschentwicklungen wurde eine Geräuschprognose durch das Fachgutachterbüro Müller BBM erstellt. Die Geräuschprognose kommt zu dem Ergebnis, dass an allen maßgeblichen Immissionsorten die Richtwerte der TA Lärm um mindestens 10,5 dB(A) unterschritten werden. (vgl. **Anlage 17 Konverter** – Schalltechnisches Gutachten)

### **9.7. Abfälle**

Während des bestimmungsgemäßen Betriebes fallen keine Reststoffe / Abfälle an.

Abfälle die während der Bauphase entstehen, werden von den ausführenden Firmen gesammelt, wieder mitgenommen und über eigene Entsorgungswege fachgerecht einer Wiederverwendung, Verwertung oder Entsorgung zugeführt.

In der nicht ständig besetzten Konverterstation fallen beim bestimmungsgemäßen Betrieb keine kontinuierlich jährlich zu entsorgenden Abfälle an. Der Prozessablauf „Konvertierung der elektrischen Energie“ erfordert keine fortlaufend zuzuführenden oder auszutauschenden Einsatzstoffe. (Vgl. **Anlage 17 Konverter** – Kapitel 9)

## 9.8. Arbeitssicherheit

Die Planung und Errichtung der Anlagen erfolgt unter Umsetzung geltender relevanter gesetzlicher Vorschriften und den anerkannten Regeln der Technik.

Im Rahmen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes werden die geltenden Unfallverhütungsvorschriften, sowie die allgemein anerkannten sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Gesetze und Vorschriften umgesetzt und eingehalten. Die Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen (Baustellenverordnung) wird eingehalten.

Die Betriebsanweisungen des Netzbetreibers enthalten Vereinbarungen zur Abwicklung von Arbeiten an und in der Nähe elektrischer Anlagen. Darüber hinaus werden bestehende einschlägige VDE-Bestimmungen und die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM) in ihrer jeweils gültigen Fassung, insbesondere DIN VDE 0105-100, sowie DGUV V1 und DGUV V3 beachtet und eingehalten. Für die Abwicklung der Baustelle wird ein DGUV V1 Koordinator bestellt.

Die Schutzabstände bei elektrischen Arbeiten werden gemäß den Durchführungsanweisungen zu der Berufsgenossenschaftlichen Vorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel (DGUV V3)“ eingehalten.

Entsprechend dieser Vorschriften und Regeln werden Sicherheitszonen eingerichtet und gekennzeichnet. Arbeiten in diesen Bereichen werden über Betriebsanweisungen geregelt. Die gesamten Betriebsgebäude werden nicht als Arbeitsplatz ausgewiesen. Sie werden ausschließlich für Inspektions- und Wartungszwecke begangen.

Die Anlage gilt als „abgeschlossene elektrische Betriebsstätte“. Sie wird im Regelfall nicht besetzt sein. Die Steuerung und Überwachung erfolgt über Fernsteuerung von der Hauptschaltleitung in Brauweiler.

Nur zu Kontrollen, sowie bei Bau- und Instandhaltungsmaßnahmen wird sich Personal in der Anlage befinden. Das Betreten der Anlage ist nur den dazu Berechtigten gestattet. Fachfremdes Arbeitspersonal wird über das Verhalten in elektrischen Anlagen unterwiesen und durch den Anlagenbetreiber beaufsichtigt.

Fachliches Fremdpersonal wird mit den örtlichen Betriebsverhältnissen vertraut gemacht. Ein qualifizierter Bauleiter wird namentlich vor Baubeginn benannt.

Amprion eigenes Personal des Anlagenbetreibers wird in regelmäßigen Abständen über die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften belehrt.

Die Grenzen der Arbeitsbereiche werden zur Abwehr von Gefahren aus der elektrischen Betriebsstätte eindeutig kenntlich gemacht.

Persönliche Schutzausrüstung und geeignetes Werkzeug ist zu verwenden. (vgl. **Anlage 17 Konverter** – Kapitel 7)

## 10. Verzeichnis über Literatur / Gesetze / Verordnungen / Vorschriften / Gutachten zum Erläuterungstext

- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (Geräuschimmissionen – AVV-Baulärm) vom 19. August 1970 (Beilage zum BAnz Nr. 160 vom 01. September 1970)
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) vom 26. Februar 2016.
- Biologische Effekte der Emissionen von Hochspannungs-Gleichstromübertragungsleitungen (HGÜ) – Empfehlungen der Strahlenschutzkommission mit wissenschaftlicher Begründung, Verabschiedet in der 263. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 12. September 2013
- Bundesfernstraßengesetz (FStrG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. Juni 2007 (BGBl. I S. 1206), das zuletzt durch Artikel 466 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.
- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 55 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist.
- DIN 1045-2: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- DIN 1045-3 Berichtigung 1: Berichtigungen Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 3 Bauausführung
- DIN 1045-3: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 3 Bauausführung
- DIN 18300:2016-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten
- DIN 18319:2016-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Rohrvortriebsarbeiten
- DIN 18324:2016-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Horizontalspülbohrarbeiten
- DIN 1986-100:2016-12 Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056
- DIN 4124:2012-01 Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
- DIN 48 207-1: Freileitungen mit Nennspannungen über 1kV: Verfahren und Ausrüstung zum Verlegen von Leitern; Teil 1: Verlegen von Leitern; Entwurf 10/1999; Teil 2: Ziehstrümpfe aus Stahl; Entwurf 8/2000; Teil 3: Wirbelverbinder; Entwurf 7/2000

- DIN 8075:2011-12 Rohre aus Polyethylen (PE) - PE 80, PE 100 - Allgemeine Güteanforderungen, Prüfungen
- DIN 8076:2013-09 Druckrohrleitungen aus thermoplastischen Kunststoffen - Klemmverbinder aus Metallen und Kunststoffen für Rohre aus Polyethylen (PE) - Allgemeine Güteanforderungen und Prüfung
- DIN 8078:2008-09 Rohre aus Polypropylen (PP) - PP-H, PP-B, PP-R, PP-RCT - Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung
- DIN EN 14364:2013-05 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für Abwasserleitungen und -kanäle mit oder ohne Druck - Glasfaserverstärkte duroplastische Kunststoffe (GFK) auf der Basis von ungesättigtem Polyesterharz (UP) - Festlegungen für Rohre, Formstücke und Verbindungen
- DIN EN 14457:2004-09 Anforderungen an Bauteile, die bei grabenlosem Einbau von Abwasserleitungen und -kanälen verwendet werden
- DIN EN 1610 Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen.
- DIN EN 1916/ DIN V 1201 (FBS Stahlbetonrohre)
- DIN EN 295-7:2013-05 Steinzeugrohrsysteme für Abwasserleitungen und -kanäle - Teil 7: Anforderungen an Rohre und Verbindungen für Rohrvortrieb
- DIN EN 50 341-1 (VDE 0210 Teil 1): Freileitungen über AC 45 kV; Teil 1: Allgemeine Anforderungen – gemeinsame Festlegungen; Deutsche Fassung: EN 50 341-1:2001; VDE-VERLAG GMBH, Berlin
- DIN EN 50 341-2 (VDE 0210 Teil 2): Freileitungen über AC 45 kV; Teil 2: Index der NNA (Nationale Normative Festsetzungen); Deutsche Fassung: EN 50 341-2:2001; VDE-VERLAG GMBH, Berlin
- DIN EN 50 341-3-4 (VDE 0210 Teil 3): Freileitungen über AC 45 kV; Teil 3: Nationale Normative Festsetzungen (NNA); Deutsche Fassung: EN 50 341-3-4:2001; VDE-VERLAG GMBH, Berlin
- DIN EN 50110-1 (VDE 0105 Teil 1): Betrieb von elektrischen Anlagen; Deutsche Fassung: EN 50 110-1:1996; VDE-VERLAG GMBH, Berlin Gesetz zur Beschleunigung von Planvorhaben für Infrastrukturmaßnahmen, vom 16. Dezember 2006 (BGBl. 2006 I S. 2833)
- DIN EN 50110-2 (VDE 0105 Teil 2): Betrieb von elektrischen Anlagen (nationale Anhänge); Deutsche Fassung EN 50110-2:1996 + Corrigendum 1997-04; VDE-VERLAG GMBH, Berlin
- DIN EN 50110-2 Ber 1 (Berichtigung zu VDE 0105 Teil 2): Berichtigungen zu DIN EN 50110-2 (VDE 0105 Teil 2):1997-10 Betrieb von elektrischen Anlagen (nationale Anhänge); VDE-VERLAG GMBH, Berlin
- DIN EN 60060 Hochspannungs-Prüftechnik

- DIN EN 60228 / VDE 0295 Leiter für Kabel und isolierte Leitungen
- DIN EN 60229 / VDE 0473-229 Starkstromkabel - Prüfungen an extrudierten Außenmänn-  
teln mit besonderer Schutzfunktion
- DIN EN 60811 / VDE 0473-811 Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel - Prüfver-  
fahren für nichtmetallene Werkstoffe
- DIN EN 60885 Elektrische Prüfverfahren für Starkstromkabel
- DIN EN 12889:2000-03 Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und  
-kanälen
- DIN IEC 62067 / VDE 0276-2067 (Starkstromkabel mit extrudierter Isolierung und ihre  
Garnituren für Nennspannungen über 150 kV (Um = 170 kV) bis einschließlich 500 kV  
(Um = 550 kV), Ausgabedatum: 2013-08)
- DIN V ENV 1992-3: Eurocode 2, Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken;  
Teil 3: Fundamente; Deutsche Fassung ENV 1992-3; 1998; Ausgabe 2000
- DIN V ENV 1993-1: Eurocode 3, Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton; Teil 1-1:  
Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau; Deutsche Fas-  
sung; Ausgabe 1993
- DIN VDE 0105-100 (VDE 0105 Teil 100): Betrieb von elektrischen Anlagen; Juni 2000;  
VDE-VERLAG GMBH, Berlin
- DIN VDE 015-100 Betrieb von elektrischen Anlagen
- DIN VDE 0276-605 Starkstromkabel - Ergänzende Prüfverfahren
- DIN VDE 0276-632 (Starkstromkabel mit extrudierter Isolierung und ihre Garnituren für  
Nennspannungen über 36 kV (Um = 42 kV) bis 150 kV (Um = 170 kV), Ausgabedatum:  
2013-05 Erscheinungsdatum: 2013-05-21)
- DVGW GW 312:2014-03 Statische Berechnung von Vortriebsrohren
- DWA A 786 Regelwerk der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und  
Abfall e.V. - Ausführung von Dichtflächen.
- DWA A-125:2008-12 Regelwerk der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Ab-  
wasser und Abfall e.V. – Rohrvortrieb und verwandte Verfahren
- DWA A-161:2014-03 Regelwerk der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Ab-  
wasser und Abfall e.V. - Statische Berechnung von Vortriebsrohren
- Gesetz für den Vorrang Erneuerbare Energien (EEG 2017), Erneuerbare-Energien-  
Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes  
vom 22. Dezember 2016 (BGBl. I S. 3106) geändert worden ist.
- Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (EnWG), Energiewirtschaftsgesetz  
vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), das durch Artikel 6 Absatz 36 des Gesetzes  
vom 13. April 2017 (BGBl. I S. 872) geändert worden ist.

- Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I S. 94), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 30. November 2016 (BGBl. I S. 2749) geändert worden ist.
- Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. Bundes-Immissionsschutzverordnung) in der überarbeiteten Fassung gemäß Beschluss des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI), 128. Sitzung, 17. bis 18. September 2014
- IEC 60287 Kabel - Berechnung der Strombelastbarkeit - Strombelastbarkeits-Gleichungen (100%-Belastungen)
- IEC 60853 Berechnung der Strombelastbarkeit von Kabeln bei zyklischer Last und bei Notbetrieb
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields; Health Physics 96 (4): 504-514; 2009
- Rat der Europäischen Union: Empfehlung zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0Hz – 300 GHz), 8550/99
- Raumordnungsgesetz (ROG) vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), das zuletzt durch Artikel 124 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.
- Regelwerk der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA-A 125, A 161), Arbeitsblatt ATV – A 161/DVGW GW 312
- Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen – RStO 12
- Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächen aus Asphalt - ZTV Asphalt-StB 07/13 und der ZTV A-StB (Aufgrabung von Verkehrsflächen)
- Richtlinien über Kreuzungen von Starkstromleitungen eines Unternehmens der öffentlichen Elektrizitätsversorgung (EVU) mit Gelände oder Starkstromleitungen der Nichtbundes-eigenen Eisenbahnen (NE), NE- Stromkreuzungsrichtlinien, vom 1. Januar 1960 in der Fassung vom 1. Juli 1973
- Richtlinien über Kreuzungen zwischen Starkstromleitungen eines Unternehmens der öffentlichen Elektrizitätsversorgung (EVU) mit DB AG-Gelände oder DB AG-Starkstromleitungen, Stromkreuzungsrichtlinien (SKR 2016), vom 01. Januar 2016
- Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV), Verordnung über elektromagnetische Felder in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2013 (BGBl. I S. 3266).
- Technische Broschüre der Cigré 303 (TB303): ): “Revision of qualification procedures for HV and EHV AC extruded underground cable systems“

- Technische Broschüre der Cigré 446 (TB446): “Advanced design of metal laminated coverings: recommendation for tests, guide to use, operational feedback“
- Technische Broschüre der Cigré 496 (TB496): „Recommendations for testing DC extruded cable systems for power transmission at a rated voltage up to 500 kV“
- Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 2003 (BGBl. I S. 102), das durch Artikel 5 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist.
- Verwaltungsverfahrensgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (VwVfG NRW), Bekanntmachung der Neufassung vom 12. November 1999 mit Stand vom 22. April 2017.
- Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Landeswassergesetz – LWG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. Juni 1995 mit Stand vom 22.4.2017
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG) Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 122 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist.