

Juraleitung

**Ltg.-Abschnitt A-Katzwang Raitersaich_West – Luders-
heim_West
(LH-07-B170)**

Planfeststellungsunterlage

Unterlage 1.0

Erläuterungsbericht

Antragsteller:



TenneT TSO GmbH

Bernecker Straße 70

95448 Bayreuth

Bearbeitung:



Ingenieurgemeinschaft Katzwangtunnel

c/o SWECO GmbH

Hanauer Landstraße 135 - 137

60314 Frankfurt am Main

Aufgestellt:	TenneT TSO GmbH	Bayreuth, den
	gez. i.V. J. Gotzler gez. i.V. A. Junginger	30.04.2025
Bearbeitung:	IGKWT – Ingenieurgemeinschaft Katzwangtunnel gez. i.V. D. Edelhoff (Projektleitung)	
Anlagen zum Dokument	<ul style="list-style-type: none"> - Anlage 1: Sicherheitskonzept Vortrieb - Anlage 2: Brandschutznachweis (inkl. Rettungskonzept) - Anlage 3: Beweissicherungskonzept 	
Änderungs- historie:	Änderung:	Änderungsdatum:

Inhaltsverzeichnis

1 Vorhabenträger und Vorhabenumfang	13
1.1 Zweck dieses Erläuterungsberichtes.....	13
1.2 Aufbau der Planfeststellungsunterlage	13
1.3 Ausgangspunkt Energiewende	17
1.4 Antragstellerin und Aufgabenstellung der TenneT TSO GmbH	17
2 Vorhabenumfang und Antragsgegenstand	20
2.1 Das Projekt Juraleitung: Raitersaich – Altheim.....	20
2.2 Genehmigungsabschnitte des Vorhabens	21
2.3 Antragsgegenstand: Abschnitt A-Katzwang.....	22
3 Gesetzlicher Rahmen und Vorhabenbegründung	26
3.1 Planfeststellungspflicht, Planfeststellungsfähigkeit und Notwendigkeit einer Umweltverträglichkeitsprüfung.....	26
3.2 Inhalt und Rechtswirkung der Planfeststellung.....	27
3.3 Vorhabenbegründung.....	28
3.3.1 Gesetzlicher Auftrag an Übertragungsnetzbetreiber	28
3.3.2 Netzentwicklungsplan und Bundesbedarfsplanung	29
3.3.3 Energiewirtschaftliche Notwendigkeit	30
3.4 Planrechtfertigung	30
4 Trassierungsgrundsätze	32
4.1 Technische Regelwerke und Richtlinien	32
4.2 Abschnittsübergreifende Trassierungsgrundsätze	33
4.3 Erdkabel	35
4.4 Tunnel	35
5 Alternativen und Variantenprüfung	39
5.1 Rechtlicher Ausgangspunkt	39
5.2 Technische Alternativen	39
5.2.1 Verzicht auf das Vorhaben (Nullvariante)	39
5.2.2 Erdkabel statt Freileitung	41
5.2.3 Gleichstromsysteme	43
5.3 Räumliche Varianten und Wahl der Trasse	43
5.3.1 Variantenvergleiche im Raumordnungsverfahren	43
5.3.1.1 Variantenvergleiche der Stufe 1	45
5.3.1.1.1 Örtliche Varianten wegen schwerwiegenden Konflikten mit dem Wohnumfeldschutz.....	45

5.3.1.1.2 Örtliche Varianten bei Siedlungen, die nahe an die Bestandsleitung herangewachsen sind	51
5.3.1.1.3 Varianten Autobahn	53
5.3.1.1.4 Örtliche Varianten entlang der großräumigen Südumgehung von Katzwang	54
5.3.1.2 Variantenvergleiche der Stufe 2	57
5.3.1.3 Variantenvergleich der Stufe 3	61
5.3.1.4 Prüfung der Variantenvergleiche für das Planfeststellungsverfahren.....	62
5.3.2 Ergebnis der landesplanerischen Beurteilung.....	64
5.3.3 Maßgaben der landesplanerischen Beurteilung.....	64
5.3.4 Wahl der Trasse	71
5.3.4.1 Abweichungen zum Raumordnungsverfahren	71
5.3.4.2 Variantenprüfungen.....	73
5.3.4.2.1 Variantenprüfung Bereich Zielschacht Wolkersdorf	73
5.3.4.2.2 Variantenprüfung Bereich Startschacht Katzwang.....	75
6 Technische Vorhabenbeschreibung	78
6.1 Trassenverlauf.....	78
6.2 Technische Beschreibung	79
6.2.1 Einführung	79
6.2.2 Baufelder	79
6.2.2.1 Baufeld Katzwang.....	79
6.2.2.2 Baufeld Wolkersdorf.....	81
6.2.3 Baugruben	82
6.2.3.1 Abmessungen / Anforderungen.....	82
6.2.3.2 Wahl der Baugrubenbauverfahren	83
6.2.3.3 Bauverfahren Baugruben.....	83
6.2.3.4 Baugrubenkonstruktion	84
6.2.3.5 Baugrubenstatik.....	85
6.2.4 Tunnel	85
6.2.4.1 Bauverfahren / Technische Alternativen	85
6.2.4.2 Abmessungen / Anforderungen.....	87
6.2.4.3 Konstruktion.....	87
6.2.4.4 Tunnelstatik	88
6.2.4.5 Schutzstreifen	88

6.2.4.6	Monitoring und Beweissicherung	91
6.2.5	Zugangsbauwerk.....	93
6.2.5.1	Abmessungen / Lage Teilbauwerke	93
6.2.5.2	Funktion und Ausstattung unterirdischer Gebäudeteile	94
6.2.5.3	Betriebsgebäude	95
6.2.5.4	Architekturkonzept/ konzeptionelle Anforderungen	95
6.2.5.5	Konstruktion Betriebsgebäude	96
6.2.5.6	Brand- und Objektschutz	97
6.2.5.7	Wärmeschutz	97
6.2.5.8	Statik Betriebsgebäude	97
6.2.5.9	Entwässerung Betriebsphase.....	98
6.2.6	Betriebsfläche	98
6.2.6.1	Abmessungen / Anforderungen.....	99
6.2.6.2	Ausstattung	102
6.2.7	Technische Gebäudeausrüstung.....	102
6.2.7.1	Technische Gebäudeausrüstung Bauwerke.....	102
6.2.7.2	Technische Gebäudeausrüstung Betriebsfläche.....	104
6.2.7.3	Lüftung	104
6.2.7.4	Tunneltransportmittel	105
6.2.7.5	Kabelabstände, Einzugsradien	105
6.2.7.6	Kabelunterkonstruktionen.....	105
6.2.7.7	Kabelführungen im Schacht- und Tunnelbauwerk	106
6.2.8	Technische Beschreibung Erdkabel	107
6.2.8.1	Allgemeines.....	107
6.2.8.2	Kabelgraben, Schutzrohre.....	107
6.2.8.3	Erdkabel	109
6.2.8.4	Offene Querungen	109
6.2.8.5	Schutzstreifen	109
6.2.8.6	Kabelendverschlüsse.....	110
6.2.8.7	Bauablauf Erdkabel	110
6.2.8.7.1	Vorbereitende Maßnahmen, Herstellung des Kabelgrabens	110
6.2.8.7.2	Kabelverlegung	113

6.2.9 Einsatz von Provisorien.....	113
6.2.9.1 Baueinsatzkabel	114
6.2.10 Wasserhaltung.....	115
6.2.10.1 Start- und Zielbaugrube	116
6.2.10.2 Tunnel	117
6.2.10.3 Erdkabelgraben.....	117
6.2.11 Baulogistik, Zuwegungen und Baustellenverkehr	117
6.2.11.1 Allgemeiner Baustellen- und Personenverkehr	118
6.2.11.2 Schwertransport Tunnelbohrmaschine	118
6.2.11.3 Schwertransport Kabelanlieferung.....	118
6.2.11.4 Antransporte über öffentliche Straßen	119
6.2.11.5 Zuwegungen / Baustraße.....	120
6.2.11.6 Baustellenverkehr	121
6.2.12 Ver- und Entsorgung Bauphase	121
6.2.12.1 Baufeld Katzwang	121
6.2.12.1.1 Stromversorgung	121
6.2.12.1.2 Wasserversorgung	121
6.2.12.1.3 Wasserentsorgung.....	122
6.2.12.2 Baufeld Wolkersdorf.....	124
6.2.12.2.1 Stromversorgung	124
6.2.12.2.2 Wasserversorgung	124
6.2.12.2.3 Wasserentsorgung.....	125
7 Betrieb der Leitung	127
7.1 Inbetriebnahme	127
7.2 Regelbetrieb.....	127
7.3 Wartungs- / Inspektionsintervalle und Reparaturarbeiten	128
7.4 Führungen für technische Besucher und behördliche Begehungen	129
7.5 Instandhaltungskonzept	129
8 Auswirkungen des Vorhabens	130
8.1 Grundstücksinanspruchnahme und Leitungseigentum.....	130
8.1.1 Allgemeine Hinweise	130
8.1.2 Dauerhafte Inanspruchnahme von Grundstücken, dinglich gesicherte Nutzungsbeschränkung	130
8.1.3 Vorübergehende Inanspruchnahme.....	131

8.1.4	Entschädigung.....	131
8.1.5	Kreuzungsverträge (Gestattungsverträge)	132
8.1.6	Strom- und schiffahrtspolizeiliche Genehmigung	132
8.1.7	Leitungseigentum, Erhaltungspflicht und Rückbau der Leitung.....	133
8.2	Umweltfachliche und raumordnerische Belange	133
8.2.1	Naturschutzfachliche Belange	133
8.2.2	Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung gem. § 15 BNatSchG	134
8.2.3	Betroffenheiten von Natura 2000-Gebieten	134
8.2.4	Betroffenheiten weiterer Schutzgebiete und -objekte	134
8.2.5	Berücksichtigung artenschutzrechtlicher Belange nach § 43 m EnWG.....	135
8.2.6	Forstwirtschaftliche Belange	135
8.2.7	Landwirtschaftliche Belange.....	136
8.2.8	Wasserwirtschaftliche Belange.....	140
8.2.9	Denkmalrechtliche Belange.....	141
8.2.10	Klimaschutzrechtliche Belange	142
8.3	Immissionsschutzrechtliche Belange.....	144
8.3.1	Elektrische und magnetische Felder (26. BImSchV)	144
8.3.2	Bau- und betriebsbedingte Geräusche von Leitungen und den Betriebsgebäuden .	144
8.3.3	Erschütterungen	146
8.3.4	Luft	147
8.3.5	Licht	149
8.4	Verkehrsrechtliche Belange.....	150
8.4.1	Kreuzung öffentlicher Straßen und Wege durch die Leitung und Anbaubeschränkung	150
8.4.2	Nutzung öffentlicher Straßen und Wege.....	151
8.5	Sonstige Auswirkungen.....	152
8.5.1	Annäherung an Infrastrukturanlagen	152
8.5.2	Planungen Dritter	153
8.5.3	Temporäre Annäherung an Infrastrukturanlagen	153
9	Quellen	154
9.1	Literatur / Daten	154
9.2	Internetquellen	155
9.3	Gesetze / Normen / Verordnungen.....	155

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematische Netzkarte TenneT TSO GmbH (Stand: Dezember 2023)	19
Abbildung 2:	Genehmigungsabschnitte des Vorhabens Raitersaich – Ludersheim – Sittling – Altheim, 380-kV-Ersatzneubauprojekt	22
Abbildung 3:	Abschnitt A-West/A-Katzwang Raitersaich - Ludersheim	23
Abbildung 4:	Schematische Darstellung Abschnitt A-Katzwang	24
Abbildung 5:	Schematische Darstellung der Tunneltrasse	36
Abbildung 6:	Schematische Darstellung der Tunnelgradiente	37
Abbildung 7:	Übersicht über die geprüften Varianten im Raumordnungsverfahren	44
Abbildung 8:	Ergebnisse der Erdkabelprüfungen im Raumordnungsverfahren	45
Abbildung 9:	Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Clarsbach	46
Abbildung 10:	Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Oberbaimbach / Wolkersdorf	47
Abbildung 11:	Räumliche Lage der ROV-Varianten im Bereich Katzwang	48
Abbildung 12:	Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Kornburg	49
Abbildung 13:	Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Raubersried (Wendelstein)	50
Abbildung 14:	Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Winkelhaid	51
Abbildung 15:	Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Regelsbach	52
Abbildung 16:	Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Schwarzenbruck	53
Abbildung 17:	Räumliche Lage der ROV-Varianten an der Autobahn BAB A6	54
Abbildung 18:	Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Oberreichenbach	55
Abbildung 19:	Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Ottersdorf	56
Abbildung 20:	Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Schwanstetten	57
Abbildung 21:	Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Moorenbrunn	58
Abbildung 22:	Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Feucht	59
Abbildung 23:	Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Katzwang/ Großschwarzenlohe	60
Abbildung 24:	Räumliche Lage der ROV-Varianten der Stufe 3 (Schwabach/ Wendelstein)	62
Abbildung 25:	Raumordnungskorridor / Genehmigungsplanung	64
Abbildung 26:	Abweichung Erdkabeltrasse vom Raumordnungskorridor	72
Abbildung 27:	Abweichung Tunneltrasse vom Raumordnungskorridor	72
Abbildung 28:	Abweichung Betriebsfläche Katzwang vom Raumordnungskorridor	73
Abbildung 29:	Abweichung Erdkabeltrasse vom Raumordnungskorridor	73
Abbildung 30:	Schachtvariante a1 (nördlich der Fernwasserleitung)	74

Abbildung 31: Schachtvariante a2 (südlich der Fernwasserleitung).....	74
Abbildung 32: Schachtvariante a1 (östlich des Bestandsmastes Nr. 75).....	76
Abbildung 33: Schachtvariante a2 (nördlich des Bestandsmastes Nr. 75).....	76
Abbildung 34: Darstellung schematischer Verlauf Abschnitt A-Katzwang.....	78
Abbildung 35: Baufeld Katzwang (schematische Darstellung).....	80
Abbildung 36: Baufeld Wolkersdorf (schematische Darstellung).....	82
Abbildung 37: Beispiel Trägerbohlwand mit Spritzbetonausfachung (Projekt Nürnberg, Quelle: LGA).....	84
Abbildung 38: Schematische Darstellung eines maschinellen Tunnelvortriebs [W1].....	85
Abbildung 39: Tunnelvortriebsmaschine für den Stromnetzausbau in London [W1].....	86
Abbildung 40: Lasteinwirkung bei minimaler Überdeckung (Basis Tunnelgradiente).....	89
Abbildung 41: Lasteinwirkung bei maximaler Überdeckung (Basis Tunnelgradiente).....	90
Abbildung 42: Prinzipskizze eines 3-fach Extensometers [W2] (links) 4-fach Extensometer im Einbauzustand [W3] (rechts).....	92
Abbildung 43: Schematische Darstellung Abschnitt A-Katzwang.....	95
Abbildung 44: Betriebsfläche Katzwang (schematische Darstellung).....	100
Abbildung 45: Betriebsfläche Wolkersdorf (schematische Darstellung).....	101
Abbildung 46: Zufahrt zur Betriebsfläche Wolkersdorf (schematische Darstellung).....	102
Abbildung 47: Stahltragkonstruktion, exemplarisch für die Schachtbauwerke.....	106
Abbildung 48: Darstellung Bauablauf mit Lagerung Aushub auf Rohrgraben, Zustand 1 (Skizze).....	107
Abbildung 49: Darstellung Bauablauf mit Lagerung Aushub auf Rohrgraben, Zustand 2 (Skizze).....	108
Abbildung 50: Aufbau beispielhaft ausgewählter Kabelquerschnitt (VPE-Kabel, Hersteller: NKT).....	109
Abbildung 51: 110 kV-Kabelprovisorium mit Übergangsportal.....	115
Abbildung 52: Errechnete Erwärmungskennlinien in Wurzeltiefen von 0,5 m und 0,2 m unterhalb GOK und an der GOK.....	137
Abbildung 53: Bodendenkmal/Vermutungsfläche Katzwang.....	142

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Struktur der Antragsunterlagen	13
Tabelle 2:	Genehmigungsabschnitte des Vorhabens „Juraleitung“	21
Tabelle 3:	Einzelmaßnahmen Genehmigungsabschnitt A-Katzwang.....	24
Tabelle 4:	Maßgaben und Hinweise der landesplanerischen Beurteilung	64
Tabelle 5:	vom Vorhaben berührte Gebietskörperschaften.....	79
Tabelle 6:	Abmessungen Schachtbauwerke.....	94
Tabelle 7:	Schutzrohre im Abschnitt A Katzwang	108
Tabelle 8:	vorgesehene Provisorien	114
Tabelle 9:	Errechnete Erwärmung in Wurzeltiefen.....	138

Abkürzungsverzeichnis

AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
BayKompV	Bayerische Kompensationsverordnung
BayLplG	Bayerisches Landesplanungsgesetz
BBPlG	Bundesbedarfsplangesetz
BEK	Baueinsatzkabel
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BNetzA	Bundesnetzagentur
CB	Cross-Bonding
CEF	continous ecological functionality (dauerhafte ökologische Funktion)
CO	Kohlenstoffmonoxid
CO₂	Kohlenstoffdioxid
DAUB	Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e.V.
DAfStb	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V.
DB	Deutsche Bahn
DMR	Digital Mobile Radio (Betriebsfunk)
EC	Eurocode
EG	Erdgeschoss
EnEV	Energieeinsparverordnung
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
FFH-RL	Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie der EU
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GOK	Geländeoberkante
GW	Gigawatt
IT	Information Technology (Informationstechnik)
KÜA	Kabelübergangsanlage
LBP	Landschaftspflegerischer Begleitplan
LSA	Lichtzeichensignalanlage
Ltg.	Leitung
LWL	Lichtwellenleiter

Natura 2000	Europaweites kohärentes Netz von Schutzgebieten, bestehend u.a. aus FFH-Gebieten und Vogelschutzgebieten
MB	Materialband Planfeststellungsantrag
MDK	Main-Donau-Kanal
MSR	Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik
NEA	Netzersatzanlage
NEP	Netzentwicklungsplan
NSHV	Niederspannungshauptverteilung
O₂	Sauerstoff
O-NEP	Offshore-Netzentwicklungsplan
PV	Photovoltaik
ROV	Raumordnungsverfahren
saP	spezielle artenschutzrechtliche Prüfung
SÖR	Servicebetriebe Öffentlicher Raum Nürnberg
TA	Technische Anleitung
TAB	Technische Anschlussbedingung
TBM	Tunnelbohrmaschine
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
TK	Topographische Karte
TSO	Transmission System Operator
TSP	Tangentenschnittpunkt
UR	Untersuchungsraum
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UW	Umspannwerk
VOIP	Voice over IP
WDVS	Wärmedämmverbundsystem
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie der EU
WSA	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt
WWA	Wasserwirtschaftsamt (hier: Nürnberg)

1 Vorhabenträger und Vorhabenumfang

Für das vorliegende, zur Planfeststellung beantragte Vorhaben wurden insgesamt 12 Unterlagen sowie ein umfangreicher Materialband mit ergänzenden Angaben erstellt und dem Antrag beigelegt. Im Folgenden wird ein Überblick über die Antragsunterlagen und die Trägerin des Vorhabens gegeben.

1.1 Zweck dieses Erläuterungsberichtes

Mit diesem Erläuterungsbericht und den weiteren, dem Antrag auf Planfeststellung beigelegten Unterlagen, beantragt die TenneT TSO GmbH (im Folgenden als TenneT bezeichnet) die Feststellung des Plans für ihr Vorhaben „Raitersaich – Ludersheim – Sittling – Altheim 380-kV-Ersatzneubauprojekt Juraleitung“ (im Folgenden: „Juraleitung“) für den Teilabschnitt A-Katzwang: Raitersaich_West – Ludersheim_West (im Folgenden: „Abschnitt A-Katzwang“).

Im Erläuterungsbericht werden das Vorhaben und der bauliche Ablauf der Realisierung beschrieben. Er enthält Ausführungen zur Notwendigkeit des Vorhabens, zu denkbaren technischen Alternativen und räumlichen Varianten. Er beschreibt die wesentlichen Auswirkungen des Vorhabens z.B. auf Natur und Landschaft, Immissionen, sowie die Erforderlichkeit der Inanspruchnahme von privatem Grundeigentum. Der Erläuterungsbericht bezweckt, dass Privatpersonen, Umweltvereinigungen und Träger öffentlicher Belange unter Einbeziehung der weiteren Planunterlagen Betroffenen ihrer Belange bzw. der von ihnen wahrgenommenen Belange erkennen und sich zu dem Vorhaben äußern können.

1.2 Aufbau der Planfeststellungsunterlage

Über den oben genannten Zweck hinaus soll der Erläuterungsbericht eine Orientierungshilfe für die gesamte Planfeststellungsunterlage darstellen. Die Planfeststellungsunterlage gliedert sich wie folgt:

Tabelle 1: Struktur der Antragsunterlagen

Unterlage	Anlagenbezeichnung
00	Leseanleitung für Eigentümerbetroffenheiten
01	Erläuterungsbericht
02	Übersichtspläne
2.1	Übersichtsplan M 1:25.000
03	Wegenutzung
3.1	Erläuterungsbericht Wegenutzung
3.2	Übersichtsplan Wegenutzung
3.3	Wegenutzungsliste
04	Lage-/Rechtserwerbspläne
4.0	Erläuterungsplan Lage-/Rechtserwerbsplan

Unterlage		Anlagenbezeichnung
	4.1	Lage- / Rechtserwerbspläne (M 1:2.000)
05		Listen und Verzeichnisse
	5.1	Bauwerksverzeichnis
	5.2	Rechtserwerbsverzeichnis
	5.2.1	Rechtserwerbsverzeichnis Ersatzneubau
	5.2.2	Rechtserwerbsverzeichnis Kompensation
	5.3	Kabelpunktliste
	5.4	Kreuzungsverzeichnis
06		Bauwerksskizzen
	6.1	Regelgrabenprofil
	6.2	Regelquerschnitt Tunnel
	6.3	Notstromaggregat
07		Profilpläne
	7.1	Profilplan Startbauwerk
	7.2	Profilplan Zielbauwerk
	7.3	Profilplan Startbaugrube
	7.4	Profilplan Zielbaugrube
	7.5	Lage-/Höhenplan Tunnel Nord
	7.6	Lage-/Höhenplan Tunnel Süd
	7.7	Grundrisse Schnitte Betriebsgebäude Wolkersdorf
	7.8	Ansichten Betriebsgebäude Wolkersdorf
	7.9	Grundrisse Schnitte Betriebsgebäude Katzwang
	7.10	Ansichten Betriebsgebäude Katzwang
	7.11	Profilplan Erdkabel Wolkersdorf
	7.12	Profilplan Erdkabel Katzwang
08		Umweltfachliche Untersuchungen
	8.1	Fachbeitrag Umwelt
	8.2	Landschaftspflegerischer Begleitplan
	8.3	Bestands- und Konfliktpläne
	8.3.1	Übersichtsplan Schutzgebiete
	8.3.2	Übersichtsplan Waldeingriffe (BayWaldG)
	8.3.3	Schutzgut Mensch, insbesondere die menschliche Gesundheit

Unterlage		Anlagenbezeichnung
	8.3.4	Schutzgut Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt
	8.3.5	Schutzgüter Fläche, Boden und Wasser
	8.3.6	Schutzgüter Luft, Klima und Landschaft
	8.3.7	Schutzgut kulturelles Erbe, sonstige Sachgüter
	8.4	Maßnahmen
	8.4.1	Maßnahmenübersichtsplan
	8.4.2	Detailpläne Maßnahmen
	8.4.3	Maßnahmenblätter
	8.5	Natura 2000-Gebiete
	8.5.1	Vorprüfung / Verträglichkeitsprüfung Natura 2000
	8.5.2	Übersichtsplan Natura 2000-Gebiete
	8.5.3	Detailplan Natura 2000-Gebiet DE 6632-371 Rednitztal in Nürnberg
	8.6	Ableitung von Minderungsmaßnahmen nach § 43m EnWG
09		Immissionsschutztechnische Untersuchungen
	9.1	Immissionsbericht zu elektrischen und magnetischen Feldern mit Minimierungsbetrachtung nach 26. BImSchV
	9.2	Schalltechnisches Gutachten im Zuge der Baumaßnahmen (Ersatzneubau und Rückbau)
	9.3	Schalltechnisches Gutachten zur Betriebsphase
	9.4	Erschütterungsprognose
	9.5	Luftschadstoffuntersuchung
	9.6	Untersuchung zu Lichtimmissionen während der Bauphase
10		Wassertechnische Untersuchungen
	10.1	Wasserrechtliche Antragsunterlage
	10.2	Fachbeitrag WRRL (Vereinbarkeit mit WRRL und Bewirtschaftungszielen nach §§27, 47 WHG)
	10.3	Hydrogeologische Gutachten
11		Mit zu entscheidende Genehmigungen
	11.1	Bauantragsformular
	11.2	Gegebenheiten im Bereich Main-Donau-Kanal
12		Prüfberichte / Statiken
	12.1	Prüfbericht Baugrubenstatiken
	12.2	Prüfbericht Bauwerksstatik unterirdische Schachtbauwerke

Unterlage		Anlagenbezeichnung
	12.3	Statik Kabelschutzrohranlage
	12.4	Prüfbericht Entwurfsstatik Tunnel
	12.5	Prüfbericht Entwurfsstatik Tunnel - Ergänzung Setzungen
	12.6	Genehmigungsstatik Betriebsgebäude Wolkersdorf
	12.7	Genehmigungsstatik Betriebsgebäude Katzwang
MB		Materialband
	MB01	Unterlage zum Bodenschutz
	MB02	Kartierberichte
	MB03	Variantenprüfung
	MB03.1	Variantenprüfung KÜA Wolkersdorf
	MB03.2	Variantenprüfung Schachtstandort Katzwang
	MB03.3	Variantenprüfung Raumordnungsverfahren
	MB03.4	Erdkabelprüfung Raumordnungsverfahren
	MB04	Baugrunduntersuchungen
	MB04.1	Querungsgutachten Deutsche Bahn
	MB04.2	Geotechnischer Bericht Tunnel
	MB04.3	Geotechnischer Bericht Erdkabel (offene Verlegeweise)
	MB04.4	Wasserhaltungskonzept
	MB04.5	Entsorgungskonzept
	MB04.6	Gutachten LGA zu Start- und Zielbaugrube
	MB05	Lageplan Baustelleneinrichtung
	MB05.1	Baustelleneinrichtungsfläche Wolkersdorf
	MB05.2	Baustelleneinrichtung BE-Fläche Katzwang
	MB06	Lageplan Betriebsfläche
	MB06.1	Betriebsfläche Wolkersdorf
	MB06.2	Betriebsfläche Katzwang

1.3 Ausgangspunkt Energiewende

Die Energiewende stellt ein sehr ehrgeiziges Vorhaben dar. Im Jahr 2050 will Deutschland 80 Prozent der Stromversorgung durch erneuerbare Energien abdecken. In Bayern soll nach Planung der Bayerischen Staatsregierung der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung von rund 43 Prozent im Jahr 2016 bis auf 70 Prozent im Jahr 2025 steigen (Bayerisches Energieprogramm, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, 2018).

Früher wurden Kraftwerke dort gebaut, wo der Strom benötigt wurde. So wurde die Energie über relativ kurze Strecken direkt zu den Verbrauchern gebracht. Aber Windräder und Solaranlagen stehen nicht unbedingt in der Nähe der Verbraucher, sondern dort, wo sie am meisten Energie produzieren können – also in besonders windreichen oder besonders sonnigen Gebieten.

Die insbesondere in den letzten Jahren stark gestiegenen und schwankenden Stromflüsse sind mit der gegenwärtigen Netzstruktur nicht mehr dauerhaft sicher zu betreiben, sodass Netzflüsse gezielt „umgelenkt“ werden müssen, um die Netzstabilität zu gewährleisten. Diese Netzeingriffe verursachen erhebliche Kosten, weshalb sie keine dauerhafte Lösung darstellen.

Deshalb braucht die Energiewende starke und stabile Netze, um den Strom aus erneuerbaren Energien in die Steckdosen der Verbraucher zu bringen und Industriestandorte langfristig zu sichern. Um weiterhin Industrie und Privathaushalte rund um die Uhr mit Strom zu versorgen, baut TenneT die Kapazität seiner Leitungen aus. Die Übertragungskapazität der bestehenden 220 kV-Leitung zwischen den Umspannwerken Raitersaich und Altheim ist aufgrund eines erhöhten Stromtransportbedarfs, bedingt durch den Zubau erneuerbarer Energien, bereits zeitweise ausgeschöpft.

1.4 Antragstellerin und Aufgabenstellung der TenneT TSO GmbH

TenneT Holding B.V. ist einer der führenden Übertragungsnetzbetreiber für Strom in Europa mit Hauptsitz in Arnhem, Niederlande. Das Übertragungsnetz nimmt die Aufgabe des Energietransportes über große Entfernungen wahr. Mit über 25.000 km an Hoch- (110-kV und 150-kV) und Höchstspannungsleitungen (220-kV und 380-kV), Erdkabeln sowie Umspannwerken, davon rund 13.880 Kilometer Höchstspannungsnetz in Deutschland, bietet TenneT rund 43 Millionen Endverbrauchern in den Niederlanden und in Deutschland rund um die Uhr eine zuverlässige und sichere Stromversorgung. TenneT entwickelt den nordwesteuropäischen Energiemarkt weiter und integriert im Rahmen der nachhaltigen Energieversorgung vermehrt erneuerbare Energien.

Der deutsche Teil des Netzes, betrieben von der deutschen Gesellschaft, die TenneT TSO GmbH mit Sitz in Bayreuth, reicht von der Grenze Dänemarks bis zu den Alpen und deckt rund 40 % der Fläche Deutschlands ab. Die Leitungen verlaufen in den Bundesländern Bayern, Bremen, Hessen, Niedersachsen und Schleswig-Holstein sowie in Teilen von Nordrhein-Westfalen (siehe Abbildung 1).

Das Übertragungsnetz mit den 220-kV- und 380-kV-Spannungsebenen nimmt die Aufgabe des Energietransportes über große Entfernungen wahr. Gemäß § 12 Abs. 3 Satz 1 des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) hat TenneT, als Betreiber eines Übertragungsnetzes, dauerhaft die Fähigkeit des Netzes sicherzustellen, die Nachfrage nach Übertragung von Elektrizität zu befriedigen und insbesondere durch entsprechende Übertragungskapazität und Zuverlässigkeit des Netzes zur Versorgungssicherheit beizutragen. Gemäß § 11 Abs. 1 EnWG sind Betreiber von Energieversorgungsnet-

zen 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. Die Aufgaben der TenneT TSO GmbH umfassen somit den Betrieb, die Instandhaltung und die weitere Entwicklung des Stromübertragungsnetzes der Spannungsebenen 220-kV und 380-kV in großen Teilen Deutschlands.

Als Übertragungsnetzbetreiber hat sich die TenneT zur Aufgabe gemacht, anstehende Planungsvorhaben in einem offenen Dialogprozess zu begleiten, um eine größtmögliche Transparenz und Akzeptanz sicherzustellen. Seit 2022 führt TenneT hinsichtlich des im Kapitel 2 beschriebenen Antragsgegenstandes zahlreiche Einzelgespräche im Rahmen von Informationsveranstaltungen und Vorortterminen durch. Dabei wurden Anregungen zum Trassenverlauf von den Betroffenen, Interessierten sowie Kommunen und Behörden entgegengenommen, evaluiert und diskutiert. Das Ergebnis dieses Dialogprozesses zeigt sich unter anderem im vorliegenden Antrag, bei dem mitunter in verschiedenen Ortschaften teilweise mehrere Varianten gegeneinander abgewogen wurden, um die größtmögliche Akzeptanz bei den Betroffenen zu finden.

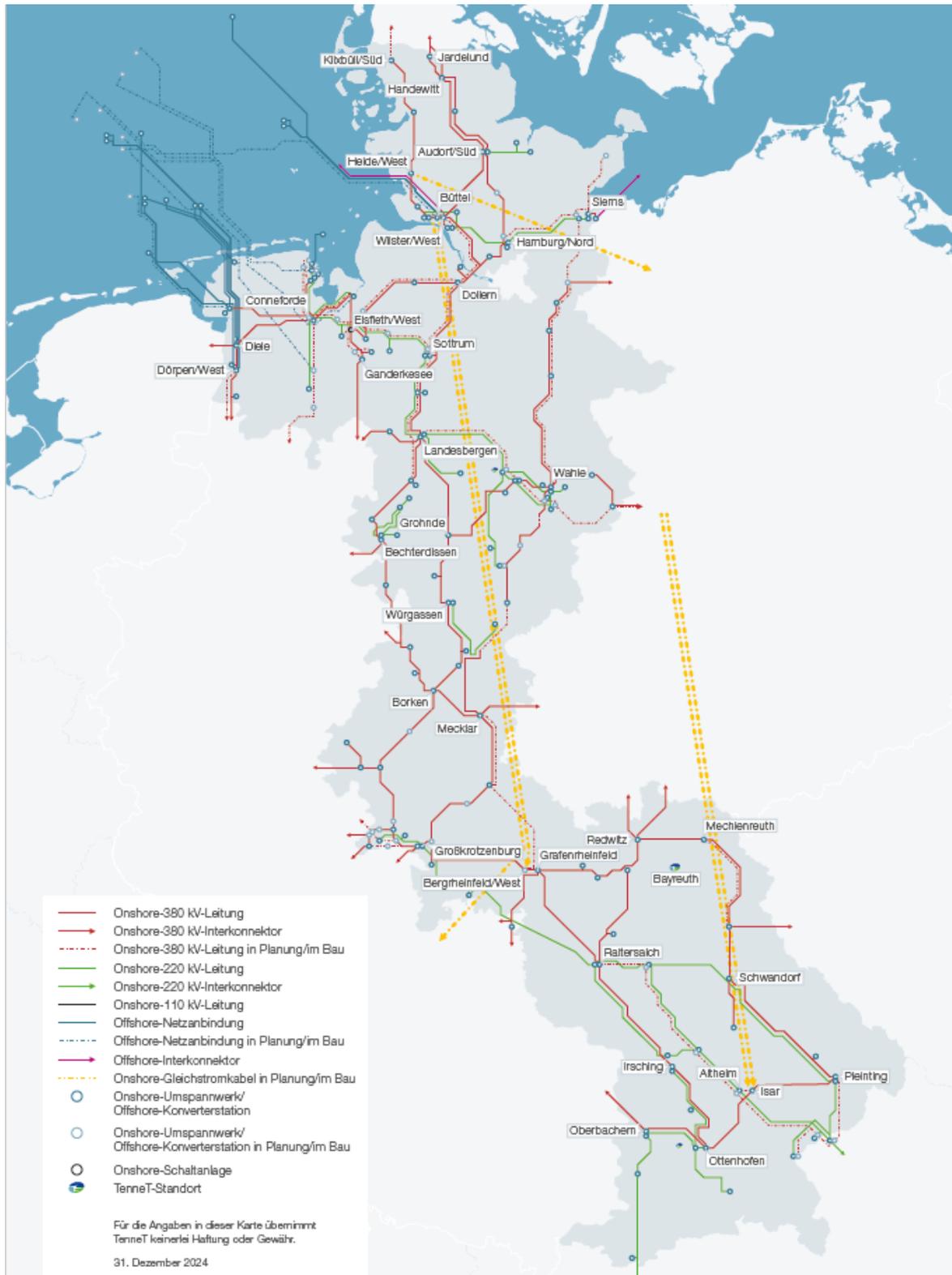


Abbildung 1: Schematische Netz Karte TenneT TSO GmbH (Stand: Dezember 2023)

2 Vorhabenumfang und Antragsgegenstand

2.1 Das Projekt Juraleitung: Raitersaich – Altheim

TenneT plant das Übertragungsnetz in Bayern auszubauen und beantragt vorliegend die Planfeststellung für die Errichtung und den Betrieb des Abschnitts A-Katzwang (Regierungsbezirk Mittelfranken) der 380-kV-Wechselstrom-Höchstspannungsfreileitung Raitersaich – Altdorf b. Nürnberg/Winkelhaid – Sittling – Altheim. Diese Leitung ist Gegenstand der Nr. 41 der Anlage zum Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG), namentlich der Maßnahme Raitersaich - Altdorf b. Nürnberg/Winkelhaid, und trägt die Leitungsbezeichnung LH-07-B170 (Juraleitung).

Im Rahmen der Untersuchungen zum Netzentwicklungsplan wurde die Leitung als Engpass im Übertragungsgebiet der TenneT identifiziert und erstmals im Jahr 2012 in den Netzentwicklungsplan aufgenommen. Die energiewirtschaftliche Notwendigkeit und der vordringliche Bedarf zur Gewährleistung eines sicheren und zuverlässigen Netzbetriebes wurden durch das Bundesbedarfsplangesetz (§ 1 Abs. 1 BBPlG i.V.m. Anlage zum BBPlG; Projekt Nr. 41 „Höchstspannungsleitung Raitersaich–Altdorf b. Nürnberg/Winkelhaid–Sittling–Altheim, Wechselstrom Nennspannung 380-kV“) festgestellt. Die Vorhabensträgerin beabsichtigt daher die vorhandene 220-kV-Freileitung durch eine leistungsstarke 380-kV-Leitung zu ersetzen und somit das Netz zu verstärken. Die Übertragungskapazität soll durch die Erhöhung der technisch maximal möglichen Stromstärke auf 4.000 A erweitert werden. Zur Aufrechterhaltung der Stromversorgung muss die bestehende 220-kV-Leitung während der Bauphase in Betrieb bleiben. Somit kann die geplante 380-kV-Leitung nicht in gleicher Trasse errichtet werden.

Die genannten Maßnahmen zum Neubau der Leitung sind im BBPlG mit einem „F“ gekennzeichnet. Diese Kennzeichnung besagt, dass unter bestimmten, eng begrenzten, Voraussetzungen auf technisch und wirtschaftlich effizienten Teilabschnitten pilothaft auch eine Erdverkabelung zum Einsatz kommen kann (vgl. § 2 Abs. 6 i.V.m § 4 Abs. 2 BBPlG). Die „Standardbauweise“ ist aber weiterhin die Freileitung. Von der Vorhabensträgerin wurden im Raitersaich – Ludersheim – Sittling – Altheim 380-kV-Ersatzneubauprojekt insgesamt zwei Streckenabschnitte identifiziert, für welche die Voraussetzungen einer Teil-/Erdverkabelung vorliegen. Für den vorliegenden Genehmigungsabschnitt A-Katzwang ist eine Erdverkabelung geplant.

2.2 Genehmigungsabschnitte des Vorhabens

Tabelle 2: Genehmigungsabschnitte des Vorhabens „Juraleitung“

Abschnitt	380-kV-Ltg. (UW – UW)	Genehmigungsbe- hörde	Bemerkung
A-West	Raitersaich_West – Ludersheim_West	Regierung von Mittelfranken	Eigenständige Planfeststellung zur Zulassung Kabelabschnitt A-Katzwang zwischen Freileitungsteilstrecken
A-Ost			Genehmigung UW Ludersheim_West mit Planfeststellung beantragt
B-Nord	Sittling – Ludersheim_West	Regierung der Ober- pfalz	Genehmigung Kabelabschnitt Mühlhausen mit Planfeststellung beantragt
B-Süd		Regierung von Oberbayern	--
C	Altheim – Sittling	Regierung von Nie- derbayern	--

Das gesamte Vorhaben Juraleitung wurde von der Vorhabenträgerin in sechs Genehmigungsabschnitte unterteilt. Die Genehmigungsabschnitte werden anhand der vier Umspannwerke (UW) entlang der Trasse, eines Erdkabelabschnitts sowie einer Regierungsbezirksgrenze und dem Wechsel der zuständigen Planfeststellungsbehörde entsprechend der vorstehenden Tabelle 2 definiert.



Abbildung 2: Genehmigungsabschnitte des Vorhabens Raitersaich – Ludersheim – Sittling – Altheim, 380-kV-Ersatzneubauprojekt

Zusätzlich werden vier weitere separate Genehmigungsverfahren für die Leitungseinführungen zum Umspannwerk Raitersaich West durchgeführt. Das Gesamtprojekt „Juraleitung“ umfasst in jedem der beantragten Genehmigungsabschnitte eine Vielzahl an Einzelbaumaßnahmen, die in den jeweiligen Genehmigungsabschnitten vollumfänglich aufgeführt werden.

Im Folgenden werden die mit dem Abschnitt A-Katzwang beantragten Einzelmaßnahmen dargestellt.

2.3 Antragsgegenstand: Abschnitt A-Katzwang

Mit den vorliegenden Unterlagen beantragt die TennET die Planfeststellung für das Vorhaben **Raitersaich – Ludersheim – Sittling – Altheim 380-kV-Ersatzneubauprojekt Juraleitung im Abschnitt A-Katzwang**.

Im Abschnitt A-Katzwang Raitersaich-West-Ludersheim-West (siehe Abbildung 3) quert die Juraleitung im Nürnberger Stadtteil Katzwang gleichzeitig das Rednitztal, den Main-Donau-Kanal

sowie die DB-Strecken 5320 und 5971. Der genaue Trassenverlauf ist in Kapitel 4 und Kapitel 6.1 des Erläuterungsberichtes beschrieben.

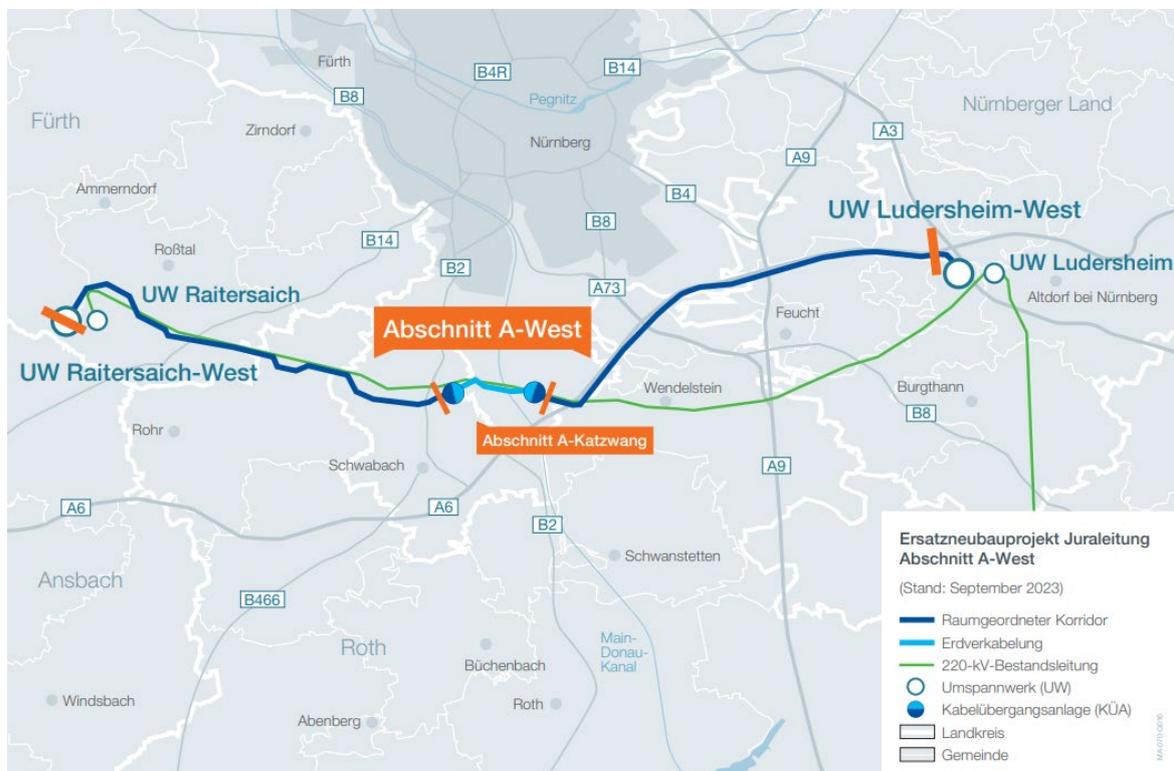


Abbildung 3: Abschnitt A-West/A-Katzwang Raitersaich - Ludersheim

Weiterhin werden die einzelnen im Plan beschriebenen Folgemaßnahmen gemäß § 75 Abs. 1 Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) im Antrag eingeschlossen. Das Vorhaben ersetzt die im Raum bestehenden 220-kV-Leitungen Ludersheim – Aschaffenburg (LH-07-B48) durch eine leistungsfähige, den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechende 380-kV-Leitung.

Einzelmaßnahmen

Die Antragsunterlagen umfassen somit die Errichtung und den Betrieb eines Abschnittes der **380-kV-Freileitung Raitersaich_West – Ludersheim_West (LH-07-B170) sowie den Rückbau des Bestandsmasten Nr. 84**. Der übrige Rückbau der Bestandsleitung ist Teil der Planfeststellung des Abschnittes A-West und wird in dieser Unterlage nicht weiter behandelt. Der im Abschnitt A-Katzwang beantragte Teilabschnitt der 2-systemigen 380-kV-Leitung Raitersaich_West – Ludersheim_West ist als **Ersatzneubau** für einen Teilabschnitt der in dem betreffenden Raum verlaufenden 220-kV-Leitung Ludersheim – Aschaffenburg (LH-07-B48), die z.T. bereits in den 1940er-Jahren errichtet wurde, geplant. Die Leitung wird im Folgenden auch als „Ersatzneubau“ bezeichnet.

Bestandteil des beantragten Genehmigungsabschnitts ist die Errichtung und der Betrieb der 380-kV-Erdkabelabschnitts zwischen den Kabelübergangsanlagen (KÜA) Wolkersdorf (KA-WOLK) und Katzwang (KA-KATW). KÜA sind für den Übergang der Stromleiter von der oberirdisch verlaufenden

Freileitung in die unterirdisch verlaufenden Erdkabel erforderlich. Die Zulassung der Kabelübergangsanlagen und der sich jeweils davon erstreckenden Freileitungsabschnitte wird über ein eigenständiges Planfeststellungsverfahren (Abschnitt A-West) beantragt.

Die Einzelmaßnahmen können folgender Tabelle entnommen werden:

Tabelle 3: Einzelmaßnahmen Genehmigungsabschnitt A-Katzwang

Maßnahme	Bauwerksnummer (Anl. 5.1)	Maßnahmenumfang		Bemerkung
		Masten/Fläche	Trassenlänge	
Ersatzneubau 380-kV-Ltg. Raitersaich_West – Ludersheim_West (LH-07-B170)	1 - 8	--	3,3 km	1 Erdkabelabschnitt zwischen UW Raitersaich_West – KA-WOLK und KA-KATW – Abs. A-Ost
Rückbau 220-kV-Ltg. Ludersheim – Aschaffenburg (LH-07-B48)	9	1 Mast	--	Rückbau Mast 84

Insgesamt kommt es durch die im Genehmigungsabschnitt geplanten Maßnahmen zu einem Neubau des Erdkabelabschnitts auf einer Länge von 3,3 km sowie dem Rückbau des Mastes 84.

Der Trassenverlauf kann der folgenden Abbildung entnommen werden und ist detailliert in Kapitel 6.1 textlich sowie in Unterlage 2.1 – Übersichtsplan dargestellt.

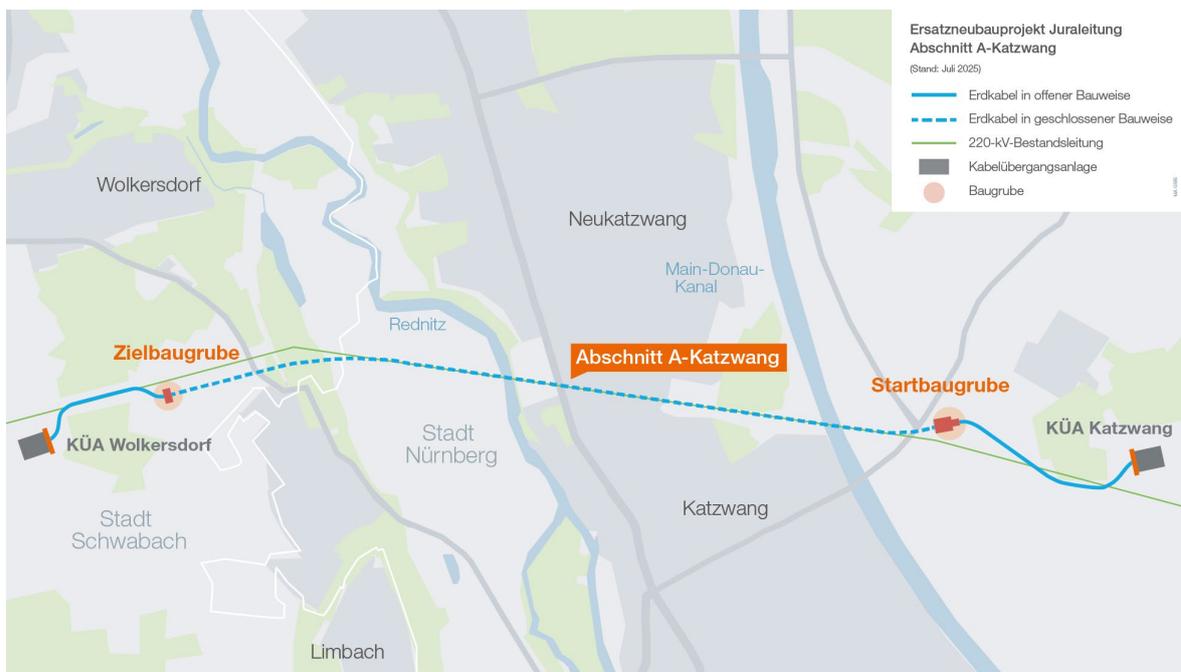


Abbildung 4: Schematische Darstellung Abschnitt A-Katzwang

Zur Aufrechterhaltung der Stromversorgung müssen die bestehenden 220-kV-Leitungen Ludersheim – Aschaffenburg während der Bauphase in Betrieb bleiben.

Folgemaßnahmen

Über die im vorigen Abschnitt beantragten Einzelmaßnahmen hinaus werden keine unmittelbare Folgemaßnahmen des Vorhabens beantragt.

Abgrenzung des Vorhabens

Der mit vorliegender Unterlage beantragte Genehmigungsabschnitt A-Katzwang liegt zwischen der KA-WOLK und der KA-KATW, welcher in einem separaten energierechtlichen Planfeststellungsverfahren beantragt wird.. Die Abschnittsgrenze befindet sich innerhalb der KÜA, welche vollumfänglich im Genehmigungsabschnitt A-West beantragt wird. Alle Bestandteile der Kabelanlage zwischen den o.g. KÜAs werden dagegen im vorliegenden Abschnitt beantragt. Zur Vollständigkeit werden die KÜA und die davon ausgehenden Freileitungsabschnitte des Abschnitts A-West in den hier vorliegenden Antragsunterlagen „nachrichtlich“ dargestellt.

Raumordnung

Für die in Abschnitt A-Katzwang beantragte Teilstrecke des Gesamtvorhabens „Juraleitung“ hat die Regierung von Mittelfranken durch die Landesplanerische Beurteilung vom 30.06.2022 das Raumordnungsverfahren abgeschlossen und damit die genehmigungsrechtliche Grundlage für das Vorhaben geschaffen (ausführlich s. Kapitel 5.3.1). Während des Raumordnungsverfahrens (ROV) war geplant, das Vorhaben Juraleitung in vier Genehmigungsabschnitten für die Zulassung zu beantragen. Der Abschnitt A erstreckte sich zwischen den geplanten Umspannwerken Raitersaich_West und Ludersheim_West. Da sich während der Genehmigungsplanung im Vorfeld der Antragsstellung zur Planfeststellung hat sich die Vorhabenträgerin entschieden weitere Abschnitte zu bilden.

Abschnittsbildung

Aus dem größten Teil der Freileitungsabschnitte wurde der Abschnitt A-West gebildet. Aus dem vorliegend zur Genehmigung beantragten Erdkabelabschnitt zwischen den beiden KÜA wurde der Abschnitt A-Katzwang gebildet.

Die spezifischen Konfliktlagen des Erdkabelabschnitts mit Tunnelbauwerk, welche sich aus der Verschiedenheit der Bauweise und der auftretenden Konflikte ergeben, wurden in einem eigenständigen Planfeststellungsverfahren gebündelt. Die beschriebene Abschnittsbildung führt somit zu einer Reduktion der planerischen Komplexität der jeweiligen Einzelabschnitte.

3 Gesetzlicher Rahmen und Vorhabenbegründung

Die Planfeststellung stellt ein öffentlich-rechtliches Zulassungsverfahren für raumbedeutsame Vorhaben dar. Im Folgenden wird auf den gesetzlichen Rahmen der Planfeststellung und die Begründung des beantragten Vorhabens eingegangen.

3.1 Planfeststellungspflicht, Planfeststellungsfähigkeit und Notwendigkeit einer Umweltverträglichkeitsprüfung

Das Energiewirtschaftsgesetz bestimmt, dass die Errichtung, der Betrieb sowie die Änderung von Erdkabelleitungen mit einer Nennspannung von 110 kV oder mehr gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 Nr. 4 EnWG i.V. m. § 2 Abs. 6 BBPlG der Planfeststellung durch die nach Landesrecht zuständigen Behörden bedürfen. Für das Planfeststellungsverfahren gelten gemäß § 43 Abs. 5 EnWG die Art. 72 bis 78 des Bayerischen Verwaltungsverfahrensgesetzes (BayVwVfG) nach Maßgaben des EnWG.

Seit dem 30. Dezember 2022 ist die sogenannte EU-Notfallverordnung (VO (EU) 2022/2577) in Kraft. Sie galt zunächst für einen Zeitraum von 18 Monaten bis zum 30. Juni 2024. Mit der Änderung vom 22. Dezember 2023 wurde die Geltungsdauer der Verordnung bis zum 30. Juni 2025 verlängert. Die Verordnung soll dazu beitragen, den Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien durch beschleunigte Genehmigungsvorhaben voranzutreiben. Artikel 6 VO (EU) 2022/2577 sieht eine Beschleunigung des Ausbaus der Netzinfrastruktur vor, „die für die Integration erneuerbarer Energien in das System erforderlich ist.“ Artikel 6 VO (EU) 2022/2577 ist in § 43m EnWG nationalrechtlich umgesetzt worden. Demnach ist „von der Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung [...] abzusehen.“ Gemäß § 43m Abs. 1 Satz 3 EnWG sind Umweltbelange, die aufgrund des Entfalls der UVP nicht zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten sind, im Zuge der Abwägung nur zu berücksichtigen, sofern sie Gegenstand der zuvor durchgeführten Strategischen Umweltprüfung (SUP) zum Bundesbedarfsplan waren. Ungeachtet dessen sind Belange des zwingenden Umweltrechts, sowie abwägungserhebliche Belange, deren Ermittlung, Beschreibung und Bewertung nicht durch § 43m Abs. 1 EnWG eingeschränkt wurden, weiterhin vollumfänglich zu prüfen.

In zeitlicher Hinsicht gilt § 43m für alle Planfeststellungs- und Plangenehmigungsverfahren, bei denen der Antragsteller den Antrag bis zum Ablauf des 30. Juni 2025 stellt (§43m Abs. 3 EnWG). Der sachliche Anwendungsbereich des § 43m EnWG umfasst Vorhaben, für die die Bundesfachplanung nach § 12 Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz (NABEG) abgeschlossen wurde oder für die ein Präferenzraum nach § 12c Abs. 2a EnWG ermittelt wurde und sonstige Vorhaben im Sinne des § 43 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 – 4 EnWG sowie des § 1 BBPlG und des § 1 des Energieleitungsausbaugesetzes, die in einem für sie vorgesehenen Gebiet liegen, für das eine SUP durchgeführt wurde. Gemäß § 43m Abs. 1 Satz 2 EnWG sind die Untersuchungsräume des Umweltberichts nach § 12c EnWG die für die Vorhaben vorgesehenen Gebiete i.S.v. § 43m Abs. 1 Satz 1 EnWG.

Der geplante Ersatzneubau der Juraleitung ist ein sonstiges Vorhaben i.S.d. § 43m Abs. 1 Satz 1 EnWG und des § 1 BBPlG, da das Vorhaben nach § 43 Abs. 1 Satz 1 Nr. 4 EnWG i.V. m. § 2 Abs. 6 BBPlG planfeststellungsbedürftig ist und als Vorhaben Nr. 41 im Bundesbedarfsplan (Anlage zu § 1 Abs. 1 BBPlG) aufgeführt ist. Für dieses Vorhaben wurde im Zuge der Vorbereitung des Bundesbedarfsplans eine Strategische Umweltprüfung durchgeführt (vgl. § 12c Abs. 2 Satz 1 EnWG), so dass nach diesen Maßgaben der § 43m EnWG bei der Zulassung des Vorhabens zur Anwendung kommt.

Aus der Geltung des § 43m EnWG ergeben sich die folgenden Vorgaben für das vorliegende Vorhaben:

- Nach § 43m Abs. 1 Satz 1 EnWG ist von der Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) abzusehen. Demgemäß enthalten die vorliegenden Antragsunterlagen keinen UVP-Bericht.
- Von der Prüfung des Artenschutzes nach den Vorschriften des § 44 Abs. 1 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) ist gemäß § 43m Abs. 1 Satz 1 EnWG ebenfalls abzusehen. Die Antragsunterlagen enthalten deshalb keine spezielle artenschutzrechtliche Prüfung (saP).
- Die Belange, die aufgrund des Entfalls der UVP und der artenschutzrechtlichen Prüfung gemäß § 44 Abs. 1 BNatSchG nicht zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten sind, sind nach § 43m Abs. 1 Satz 3 EnWG nur insoweit im Rahmen der Abwägung (§ 43 Abs. 3 EnWG) zu berücksichtigen, als diese Belange im Rahmen einer zuvor durchgeführten Strategischen Umweltprüfung (SUP) ermittelt, beschrieben und bewertet wurden. Die im Rahmen der SUP ermittelte Datengrundlage ist für die Abwägung im Planfeststellungsverfahren maßgeblich und abschließend, gleich welchen Abstraktionsgrades die vorangegangene SUP gewesen ist. Eine Nachermittlung der Vertiefung ist nicht notwendig (BT-Drs. 20/5830: 47). Welche Umweltbelange in der SUP zum Bundesbedarfsplan ermittelt, beschrieben und bewertet wurden und daher in der Abwägung zu berücksichtigen sind, ergibt sich aus Unterlage 8.1 – Fachbeitrag Umwelt der vorliegenden Planfeststellungsunterlagen.
- Gemäß § 43m Abs. 2 Satz 1 EnWG stellt die zuständige Behörde sicher, dass auf Grundlage der vorhandenen Daten geeignete und verhältnismäßige Minderungsmaßnahmen ergriffen werden, um die Einhaltung der Vorschriften des § 44 Abs. 1 BNatSchG zu gewährleisten, soweit solche Maßnahmen verfügbar und geeignete Daten vorhanden sind. In Anlage 8.6 – Ableitung von Minderungsmaßnahmen nach § 43m Abs. 2 EnWG sind die aus Sicht der Vorhabenträgerin in Betracht kommenden Minderungsmaßnahmen dargestellt.
- Nach § 43m Abs. 2 Satz 2 EnWG hat die Vorhabenträgerin ungeachtet der Minderungsmaßnahmen einen finanziellen Ausgleich für nationale Artenhilfsprogramme nach § 45d Abs. 1 BNatSchG zu zahlen, mit denen der Erhaltungszustand der betroffenen Arten gesichert oder verbessert wird. Die Höhe der Zahlung beträgt gemäß § 43m Abs. 2 Satz 4 EnWG 25.000 € je angefangenem Kilometer Trassenlänge. Die Berechnung der Ausgleichszahlung erfolgt ebenfalls in Unterlage 8.6 – Ableitung von Minderungsmaßnahmen nach § 43m Abs. 2 EnWG.

§ 43m EnWG lässt andere zwingende Vorschriften des Umweltberichts unberührt. Die insoweit maßgebliche Datengrundlage ist zusammenfassend in Unterlage 8.1 – Fachbeitrag Umwelt dargestellt. Einzelheiten ergeben sich aus den weiteren Antragsunterlagen.

3.2 Inhalt und Rechtswirkung der Planfeststellung

Gemäß § 43c Abs. 1 EnWG i.V.m. Art. 75 Abs. 1 BayVwVfG wird durch die Planfeststellung die Zulässigkeit des geplanten Vorhabens, einschließlich der notwendigen Folgemaßnahmen an anderen

Anlagen, im Hinblick auf alle von ihm berührten öffentlichen Belange festgestellt. Weitere behördliche Entscheidungen, insbesondere öffentlich-rechtliche Genehmigungen, Verleihungen, Erlaubnisse, Bewilligungen und Zustimmungen, sind neben der Planfeststellung nicht erforderlich. Zweck der Planfeststellung ist also, alle öffentlich-rechtlichen Beziehungen zwischen dem Träger des Vorhabens und den durch den Plan Betroffenen rechtsgestaltend zu regeln.

Privatrechtliche Zustimmungen, Genehmigungen oder dingliche Rechte für die vorübergehende oder dauerhafte Inanspruchnahme von Grundeigentum, die für den Bau und Betrieb der geplanten 380-kV-Leitung notwendig sind, werden durch den Planfeststellungsbeschluss nicht ersetzt und sind von der Vorhabenträgerin – erforderlichenfalls im Wege eines Enteignungsverfahrens – separat einzuholen (siehe Kapitel 8.1.2 – Dauerhafte Inanspruchnahme von Grundstücken, dinglich gesicherte Nutzungsbeschränkung). Dementsprechend werden zu zahlende Entschädigungen auch nicht im Planfeststellungsverfahren festgelegt. Über die Zulässigkeit der Enteignung wird im Planfeststellungsbeschluss entschieden; der festgestellte Plan ist dem Enteignungsverfahren zugrunde zu legen und gemäß § 45 Abs. 2 Satz 1 EnWG für die Enteignungsbehörde bindend.

Ansprüche auf Unterlassung des Vorhabens, auf Beseitigung oder Änderung der Anlagen oder auf Unterlassung ihrer Benutzung sind, wenn der Planfeststellungsbeschluss unanfechtbar geworden ist, gemäß Art. 75 Abs. 2 BayVwVfG ausgeschlossen. Wird mit der Durchführung des Planes nicht innerhalb von zehn Jahren nach Eintritt der Unanfechtbarkeit begonnen, so tritt der Planfeststellungsbeschluss gemäß § 43c Satz 1 Nr. 1 EnWG außer Kraft. Auf Antrag des Trägers des Vorhabens kann die Geltungsdauer von der Planfeststellungsbehörde um höchstens fünf Jahre verlängert werden.

3.3 Vorhabenbegründung

Im Folgenden erfolgt die Begründung des öffentlichen Interesses des beantragten Vorhabens. Das Vorliegen des öffentlichen Interesses ist Grundlage für die Zulassung in einem öffentlich-rechtlichen Genehmigungsverfahren.

3.3.1 Gesetzlicher Auftrag an Übertragungsnetzbetreiber

Die Vorhabenträgerin ist als Übertragungsnetzbetreiber zur Bereitstellung weiterer Stromübertragungskapazitäten verpflichtet. Gemäß § 11 Abs. 1 EnWG sind Betreiber von Energieversorgungsnetzen verpflichtet, ein sicheres, zuverlässiges und leistungsfähiges Energieversorgungsnetz diskriminierungsfrei zu betreiben, zu warten und bedarfsgerecht auszubauen, soweit es wirtschaftlich zumutbar ist. Gemäß § 12 Abs. 3 EnWG haben Betreiber von Übertragungsnetzen dauerhaft die Fähigkeit des Netzes sicherzustellen, die Nachfrage nach Übertragung von Elektrizität zu befriedigen und insbesondere durch das Vorhalten einer entsprechenden Übertragungskapazität und Zuverlässigkeit des Netzes zur Versorgungssicherheit beizutragen. Gemäß § 11 Abs. 1 Satz 1 für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2023) i.V.m. § 8 Abs. 1 Satz 1 EEG 2023 sind Netzbetreiber grundsätzlich verpflichtet, Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien (insbesondere auch Windenergieanlagen) unverzüglich und vorrangig an ihr Netz anzuschließen und den gesamten, aus diesen Anlagen angebotenen Strom vorrangig abzunehmen und zu übertragen.

Nach § 11 Abs. 3 EEG 2023 trifft die Verpflichtung aus § 11 Abs. 1 EEG 2023 im Verhältnis zu dem aufnehmenden Netzbetreiber, der nicht Übertragungsnetzbetreiber ist,

1. den vorgelagerten Übertragungsnetzbetreiber,
2. den nächstgelegenen inländischen Übertragungsnetzbetreiber, wenn im Netzbereich des abgabeberechtigten Netzbetreibers kein inländisches Übertragungsnetz betrieben wird, oder
3. insbesondere im Fall der Weitergabe nach § 11 Abs. 2 EEG 2023 jeden sonstigen Netzbetreiber.

Gemäß § 12 Abs. 1 EEG 2023 sind Netzbetreiber auf Verlangen der Einspeisewilligen verpflichtet, unverzüglich ihre Netze entsprechend dem Stand der Technik zu optimieren, zu verstärken und auszubauen, um die Abnahme, Übertragung und Verteilung des Stroms aus erneuerbaren Energien oder Grubengas sicherzustellen. Gemäß § 12 Abs. 2 EEG 2023 erstreckt sich diese Pflicht auf sämtliche für den Betrieb des Netzes notwendigen technischen Einrichtungen sowie auf die im Eigentum des Netzbetreibers stehenden oder in sein Eigentum übergehenden Anschlussanlagen. Der Netzbetreiber ist gemäß § 12 Abs. 3 EEG 2023 nicht zur Optimierung, zur Verstärkung und zum Ausbau seines Netzes verpflichtet, soweit dies wirtschaftlich unzumutbar ist.

3.3.2 Netzentwicklungsplan und Bundesbedarfsplanung

Die vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber 50Hertz, Amprion, TenneT und TransnetBW sind verpflichtet, einen gemeinsamen nationalen Netzentwicklungsplan (NEP) und einen Offshore-Netzentwicklungsplan (O-NEP) zu erstellen.

Der gemeinsame nationale Netzentwicklungsplan muss alle wirksamen Maßnahmen zur bedarfsgerechten Optimierung, Verstärkung und zum Ausbau des Netzes enthalten, die in den nächsten zehn Jahren für einen sicheren und zuverlässigen Netzbetrieb erforderlich sind (§ 12 EnWG). Der NEP zeigt alle wirksamen Maßnahmen zur bedarfsgerechten Optimierung, Verstärkung und zum Ausbau der Anbindungen an Land.

Die Netzentwicklungspläne werden von der Bundesnetzagentur (BNetzA) überprüft und bestätigt. Grundlage von NEP und O-NEP ist ein von der Bundesnetzagentur genehmigter Szenariorahmen. Er beschreibt die Rahmenbedingungen für die Netzentwicklung, wie z.B. installierte Erzeugungskapazitäten und Stromverbrauch. Der Szenariorahmen und beide Netzentwicklungspläne werden öffentlich mehrmals konsultiert. Dadurch können alle interessierten Bürger, Experten und Institutionen ihre Perspektiven und ihr Wissen in den Prozess der Netzentwicklungsplanung einbringen.

Der bestätigte Netzentwicklungsplan ist dann die Grundlage für den Bundesbedarfsplan. Das aktuelle Bundesbedarfsplangesetz benennt 109 Vorhaben, die für eine sichere Stromversorgung dringend nötig sind. Diese Projekte umfassen etwa 2.550 km neue Höchstspannungsleitungen sowie eine Verstärkung des bestehenden Netzes auf ca. 3.100 km.

Das Projekt „Juraleitung“ ist seit dem Jahr 2012, dem Beginn dieser Vorgehensweise, Bestandteil der Netzentwicklungspläne (Projekt P53, Maßnahmen 54 und 350) und wurde im NEP 2022 und allen weiteren Versionen von der BNetzA bestätigt. Zuletzt wurde die Notwendigkeit des Vorhabens im NEP 2037/2045 (Version 2023) überprüft und von der BNetzA bestätigt. Das Projekt ist als Vorhaben Nr. 41 in der Anlage zum Bundesbedarfsplangesetz aufgeführt.

3.3.3 Energiewirtschaftliche Notwendigkeit

Im Zuge der Energiewende hat sich die Bundesregierung zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2030 80 % des Stroms aus erneuerbaren Energieträgern zu produzieren (siehe § 1 Abs. 2 EEG 2023). 2015 wurden noch 14 % aus Kernenergie, 24 % aus Braunkohle, 18 % aus Steinkohle, 9 % aus Erdgas, 5 % aus sonstigen Energieträgern (Öl, Pumpspeicher) und nur etwa 30 % aus regenerativen Quellen produziert (vgl. BDEW 2016: 12). Bis 2023 hat sich der Anteil erneuerbarer Energieträger auf 56 % erhöht, wobei aus Windkraft erzeugter Strom mit 31 % den größten Anteil aufweist (vgl. Destatis 2024).

Parallel wurde von der Bundesregierung der Ausstieg aus der Kernenergie bis 2022 beschlossen, der auf netztechnischer Ebene eine besondere Herausforderung darstellt. Nach dem Reaktorunglück in Fukushima verloren 2011 acht Kernkraftwerke mit einer Leistung von fast 9 Gigawatt (GW) ihre Betriebserlaubnis. Bis 2022 gingen sukzessiv weitere 13 GW vom Netz, wodurch die Leistungsbereitstellung durch Grundlastkraftwerke in Deutschland signifikant reduziert wurde. Das letzte Kernkraftwerk Isar 2 wurde am 15.04.2023 abgeschaltet.

Die politische Zielsetzung für erneuerbare Energien sowie die Entscheidung zum Ausstieg aus der Kernenergie haben unmittelbaren Einfluss auf die Energieinfrastruktur in Deutschland und in den Anrainerstaaten. Um eine sichere Stromversorgung zu gewährleisten, muss aus energietechnischer Sicht zu jedem Zeitpunkt exakt so viel Strom produziert werden, wie gerade verbraucht wird. Da erneuerbare Energien meist nur stark fluktuierend anfallen, muss Strom entweder gespeichert werden oder in schnell anfahrenen Reservekraftwerken (meist Gaskraftwerken) erzeugt werden, wenn der Wind gerade nicht weht und die Sonne nicht scheint. Während Speicher zum heutigen Zeitpunkt noch sehr teuer und nur mit begrenzter Kapazität vorhanden sind, stellen Gaskraftwerke im aktuellen Marktumfeld aufgrund ihrer hohen variablen Kosten keinen vollwertigen Ersatz für konventionelle Grundlastkraftwerke dar.

Aus der politisch beschlossenen Energiewende und der geografisch unterschiedlichen Verteilung der Erzeugung (Norden) und des Verbrauchs (Süden und Westen) von erneuerbaren Energien, resultiert die Notwendigkeit für den Netzausbau in Deutschland. Um den künftigen Transportbedarf zu ermöglichen, muss das Stromnetz entsprechend ausgelegt sein, sodass es nicht zu unzulässigen Überlastungen und Ausfällen kommt. Die Netze sind diesen veränderten Anforderungen derzeit nicht gewachsen. Sie müssen aus- und umgebaut werden, und zwar mindestens genau so schnell wie die Umgestaltung auf der Erzeugungsseite voranschreitet.

3.4 Planrechtfertigung

Eine planerische Entscheidung trägt ihre Rechtfertigung nicht schon in sich selbst, sondern ist im Hinblick auf die von ihr ausgehenden Einwirkungen auf Rechte Dritter rechtfertigungsbedürftig (BVerwG, 11.07.2001 – 11 C 14.00 -, BVerwGE 114, 364). Eine Planung ist dann gerechtfertigt, wenn für das beabsichtigte Vorhaben nach Maßgabe der vom einschlägigen Fachgesetz verfolgten Ziele, einschließlich sonstiger gesetzlicher Entscheidungen, ein Bedürfnis besteht, d.h. die Maßnahme unter diesem Blickwinkel, also objektiv, erforderlich ist. Das ist nicht erst bei Unausweichlichkeit des Vorhabens der Fall, sondern bereits dann, wenn es vernünftigerweise geboten ist (vgl. BVerwG, 26.04.2007 – 4C 12/05-, BVerwGE 128, 358).

Das zur Planfeststellung beantragte Vorhaben ist eine Teilmaßnahme des im Bundesbedarfsplan-gesetz (BBPlG) unter Nr. 41 der Anlage zu § 1 Abs. 1 aufgeführten Vorhabens „Höchstspannungslei-tung Raitersaich – Altdorf b. Nürnberg/Winkelhaid – Sittling – Altheim; Drehstrom Nennspannung 380 kV“. Dort werden die Einzelmaßnahmen mit „Raitersaich – Altdorf b. Nürnberg/Winkelhaid“ und „Altdorf b. Nürnberg/Winkelhaid – Sittling – Altheim“ bezeichnet. Entsprechend der Gesetzbe-gründung dient das Vorhaben 41 der Erhöhung der Übertragungskapazität innerhalb Bayerns durch einen Neubau einer 380-kV-Leitung in der Nähe zur Bestandsleitung. Die Abweichungen zur Be-standsleitung erfolgen zur Abstandsvergrößerung zu Siedlungsgebieten, zur Verringerung der Be-lastung in den Naturraum und zur Bündelung mit linienförmigen Infrastrukturen (Bündelungsge-bot). Es ist im Rahmen der Prüfung des Netzentwicklungsplan Strom als wirksam, bedarfsgerecht und erforderlich befunden worden (vgl. BT-Drs. 17/12638: 20). Es dient somit den Zielen des § 1 EnWG, indem es bei seiner Umsetzung den Bedarf an Stromübertragungskapazität deckt.

Für die in der Anlage zum BBPlG aufgeführten 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, wird die energiewirtschaftliche Notwendigkeit und der vordringliche Bedarf zur Gewährleistung eines siche-ren und zuverlässigen Netzbetriebs gemäß § 12e des EnWG und § 1 Abs. 1 BBPlG gesetzlich festge-stellt.

Damit steht die Planrechtfertigung für das Vorhaben verbindlich fest.

4 Trassierungsgrundsätze

4.1 Technische Regelwerke und Richtlinien

Nach § 49 Abs. 1 EnWG ist TenneT verpflichtet, Energieanlagen so zu errichten und zu betreiben, dass die technische Sicherheit gewährleistet ist. Dabei sind vorbehaltlich sonstiger Rechtsvorschriften die allgemeinen anerkannten Regeln der Technik zu beachten. TenneT hält unter anderem die nachfolgend zitierten Vorschriften ein. Alle aufgeführten und darüber hinaus das Projekt betreffende Regelwerke werden in der zum Zeitpunkt der Planung und der Bauausführung gültigen Fassung angewandt.

Planung

Die Planung erfolgt auf Basis des Handbuchs „Bauen und Errichten“ (BuE) der Antragstellerin in der gültigen Fassung. Das Handbuch wiederum verweist für die Teilgewerke auf verschiedene Regelwerke.

Der Graben für das Erdkabel ist beispielsweise nach DIN 4124 zu planen. Für die Erdarbeiten gilt darüber hinaus die DIN 18300.

Für die Baugrubenplanung sind DIN 4124 und DIN 18300 zu berücksichtigen.

Die Planung des Tunnelabschnitts erfolgt insbesondere unter Beachtung der DIN 18312, der ZTV-ING sowie den Empfehlungen des DAUB.

Bau und Betrieb

Für die Bauphase gelten die einschlägigen Vorschriften zum Schutz gegen Baulärm. Für die vom Betrieb der Leitung ausgehenden Geräuschimmissionen gilt die auf der Grundlage des § 48 BImSchG erlassene Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, TA Lärm - Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm in der aktuellen Fassung.

Hinsichtlich der Immissionen von elektrischen und magnetischen Feldern ist die 26. BImSchV – Verordnung über elektromagnetische Felder sowie die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) zu beachten.

Für den Betrieb der geplanten 380 kV-Leitung sind ferner die Vorschriften aus DIN VDE 0101 und 0105 relevant, innerhalb derer die weiteren einzuhaltenden technischen Vorschriften und Normen aufgeführt sind.

Die planfestzustellende 380 kV-Leitung kreuzt im Bereich der Erdkabelabschnitte (außerhalb des Tunnels) überwiegend landwirtschaftlich genutzte Flächen. Durch die Einhaltung von mindestens 1,70 m Überdeckung auf Kabelachse wird die landwirtschaftliche Bewirtschaftung nicht beeinträchtigt (vgl. Kap. 8.2.7). Hierdurch wird gewährleistet, dass ein Betrieb von landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen und Fahrzeugen (landwirtschaftliche Arbeiten) sowie das Pflügen des Oberbodens weiterhin möglich ist.

Der Beton wird nach dem Normenwerk für Betonbau (DIN EN 206-1/DIN 1045-2), der Stahlbau nach DIN EN 1090 für die entsprechenden Stahlsorten ausgeführt.

4.2 Abschnittübergreifende Trassierungsgrundsätze

Bei der Ermittlung der zu bevorzugenden Trassenführung legt die Antragstellerin – entsprechend der jeweiligen Betrachtungsstufe – Trassierungsgrundsätze fest. Dabei werden die jeweilige rechtliche Verbindlichkeit und das Gewicht des jeweiligen Trassierungsgrundsatzes beachtet.

Folgende Aspekte liegen der Trassierung des Vorhabens zugrunde und wurden bei der Planung, so weit wie rechtlich geboten und möglich, berücksichtigt bzw. eingehalten:

- Gesetzlicher Ansatz zur Ausführungsweise: Pilotabschnitt Erdkabel nach BBPlG
- Anforderungen an Energieanlagen: § 49 Abs. 1 und 2 EnWG
- Beachtung von Zielen der Raumordnung (Art. 3 Abs. 1 Satz 1 Nr. 3 BayLplG); Ausnahme: Zielabweichung: Art. 4 Abs. 1 BayLplG und Berücksichtigung von Grundsätzen und sonstigen Erfordernissen der Raumordnung
- keine Beeinträchtigungen von vorrangigen Funktionen oder Nutzungen (Vorranggebiete); Ausnahme: Zielabweichung: Art. 4 Abs. 1 BayLplG
- Trassierung in raumgeordnetem Korridor
- Bündelung mit anderen Infrastrukturbändern
- Nutzung des Einwirkungsbereichs von Vorbelastungen
- Vermeidung der Querung von Schutzgebieten
- keine erhebliche Beeinträchtigung von Flora-Fauna-Habitat- und EU-Vogelschutzgebieten (§ 34 Bundesnaturschutzgesetz); Ausnahme: § 34 Absatz 3 bis 5 BNatSchG
- Einhaltung der artenschutzrechtlichen Vorgaben unter § 43m EnWG
- Verhinderung von schädlichen Umwelteinwirkungen (§ 22 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 BImSchG in Verbindung mit der TA Lärm bzw. der 26. BImSchV)
- keine verbotsrelevanten Konflikte mit Verbotstatbeständen von Schutzgebiets-Verordnungen (zum Beispiel Naturschutzgebietsverordnung, Landschaftsschutzverordnung); Ausnahme oder Befreiung im Einklang mit der jeweiligen Verordnung möglich
- keine Beeinträchtigung von gesetzlich geschützten Biotopen (§ 30 Absatz 2 BNatSchG i.V.m. Art. 23 BayNatSchG); Ausnahme möglich, wenn Beeinträchtigung ausgleichbar (§ 30 Absatz 3 BNatSchG i.V.m. Art. 23 Abs. 3 BayNatSchG)
- Schutz des Waldes nach Art. 6, 9ff. Waldgesetz für Bayern (BayWaldG)
- wasserrechtliche Belange nach WHG und BayWG
- bodenschutzrechtliche Belange nach BBodSchG und BayBodSchG
- Minimierung von Schutzbereichen und geogenen Besonderheiten (z.B. erdbebengefährdete Regionen, Bergsenkungsgebiete, nichttragfähige oder sulfatsaure Böden)

- Minimierung von sensiblen Kreuzungen (z.B. Hoch- und Höchstspannungsleitungen, Flugplätze, Kreuzungsobjekte nach VDE-ARN 4210-4 mit erforderlichem Zuverlässigkeitsniveau ≤ 3)
- unter Berücksichtigung vorstehender Prämissen möglichst kurzer, gestreckter Verlauf der Trasse („je kürzer die Trasse, desto geringer die nachteiligen Auswirkungen auf Natur, Landschaft, Privateigentum, Kosten“)
- möglichst geringe Inanspruchnahme von Privateigentum, das bedeutet zum Beispiel:
 - Leitungsführung in der Regel nahe der bestehenden Trasse, also unter teilweiser Nutzung von Grundstücken mit bestehender Leitung
 - wenn dies im Hinblick auf andere relevante Belange unverhältnismäßig ist, Bündelung mit bestehenden Leitungen des Hoch- und Höchstspannungsnetzes oder anderen bestehenden linienförmigen Infrastrukturen oder über Grundstücke, die im Hinblick auf ihre Nutzungsmöglichkeiten oder Vorbelastung eine geringere Schutzwürdigkeit haben als andere Grundstücke
- mindestens 200 m zu allen Wohngebäuden
- Großflächige, weitgehend unzerschnittene Landschaftsräume sind vor weiterer Zerschneidung zu bewahren (§ 1 Absatz 5 Satz 1 BNatSchG)
 - Vermeidung bzw. Minimierung einer Zerschneidung und Inanspruchnahme der Landschaft, sowie von Beeinträchtigungen des Naturhaushalts:
 - Meidung einer Querung von avifaunistisch bedeutsamen Lebensräumen
 - Meidung einer Querung von landschaftlichen Vorbehaltsgebieten
 - Meidung einer Querung hochwertiger Wald- und Gehölzbestände
- Vermeidung sonstiger nachteiliger Auswirkungen auf den Naturhaushalt
- Vermeidung einer Beeinträchtigung bestehender/ausgeübter Nutzungen
- Anpassung der Leitungsführung an die Landschaft
- Berücksichtigung von:
 - sonstigen Belangen der Forstwirtschaft
 - sonstigen Belangen der Landwirtschaft
 - Belange der Naherholung
 - Möglichkeiten zur Realkompensation
 - städtebaulichen Aspekten
 - noch nicht verfestigten Planungen und Nutzungen, insbesondere wenn sie beabsichtigt oder naheliegend sind
 - wahrnehmungspsychologischen Aspekten
 - Kulturgütern/Denkmalschutz

- Kosten
- Effizienz in Errichtung und Instandhaltung
- zeitlichen Perspektiven des Netzausbaus
- vertraglichen Vereinbarungen
- Sonstiger Siedlungsnähe

Die Antragstellerin hat die vorliegende Planung so weit optimiert, dass die Notwendigkeit von Ausnahmen und Befreiungen bei der Trassierung so weit wie möglich reduziert wurde.

4.3 Erdkabel

Der Abschnitt A Katzwang ist als Erdkabelabschnitt geplant. Die Auslösekriterien sind in Kapitel 5.2.2 erläutert.

Projektspezifisch gilt die Planungsprämisse, dass die insgesamt sechs 380-kV-Kabel je System in Kabelschutzrohren geführt werden.

4.4 Tunnel

Die Gesamtlänge der Vortriebstunnel ergibt sich aus den gewählten Standorten für die Übergangsbauwerke und beträgt rund 2.226 m in beiden Röhren. Im Rahmen der Festlegung der Vorzugstrasse wurden folgende Anforderungen berücksichtigt:

- Positionierung von Start- und Zielbaugrube möglichst nah an Hauptverkehrsstraßen, um eine günstige Baustellenzugänglichkeit zu erreichen.
- Minimierung von Eingriffen in Bestandsleitung
- Maximierung der Entfernung von Schacht – bzw. Betriebsgebäuden zur Wohnbebauung.
- Vermeidung von Beeinträchtigungen der zu kreuzenden und in Parallellage befindlichen Fernwasserleitung der InfraFürth.
- Möglichst rechtwinklige Querung der DB-Strecken und des Main-Donau-Kanals.
- Keine Unterquerung von Gebäuden.
- Einhaltung der verfahrenstechnischen Minimalradien für den Tunnelvortrieb.

Im Sinne der genannten Anforderungen wurde die Startbaugrube/ das Betriebsgebäude östlich der Gaulhofer/Kemptener Straße positioniert. Die Lage der Startbaugrube basiert auf einem Variantenvergleich unter Abwägung technischer, raumverträglicher und umweltfachlicher Belange. Eine entsprechende Variantenprüfung ist der Unterlage MB03.2 zu entnehmen. Mit dieser Lage wird ein ausreichender Abstand zur bestehenden Freileitung unter gleichzeitiger Berücksichtigung der möglichen verfahrenstechnischen Minimalradien für den Tunnelvortrieb erreicht.

Ausgehend von der Startbaugrube folgt die Trassierung der Tunnelröhren zunächst über eine Strecke von rund 35 m einem geraden Verlauf, bevor in einem Radius von 500 m bei ca. Stationierung

0+060.00 die Unterfahrung der Gaulhofer Straße erfolgt. Danach folgt über eine Länge von ca. 1.200 m ein gerader Streckenverlauf, welcher im Wesentlichen der Lage der bestehenden Freileitung entspricht. Auf diesem geraden Streckenverlauf wird bei ca. 0+260.50, in einem Winkel von ca. 60° der Main-Donau-Kanal unterquert. Aufgrund der übrigen trassierungstechnischen Zwänge ist eine rechtwinklige Querung nicht umsetzbar. Anschließend erfolgt die Kreuzung mit der parallel zum MDK verlaufenden Fernwasserleitung der InfraFürth bei ca. Stationierung 0+340.00. Nach dem geraden Streckenverlauf folgt die Trassierung über eine Strecke von rund 190 m in einem Radius von 2.000 m weiter dem Verlauf der bestehenden Freileitung. Danach erfolgt ein Radius von 1.000 m und eine Gerade bis in den Zielschacht. Auf der Strecke des Radius von 1.000 m werden bei ca. Stationierung 1+833.00 die DB-Strecken 5971 und 5320 in einem Winkel von ca. 75° gekreuzt. Mögliche DB-Regelwerksabweichungen werden in separaten Kreuzungsanträgen beschrieben. Details werden in Kapitel 8.1.5 erläutert. Die Tunnel enden bei Lagestationierung 2+225.32 (Nordröhre) bzw. 2+224.78 (Südröhre).

In der nachfolgenden Abbildung ist die Trasse des Tunnelbauwerks (blau) sowie der Rückbau der bestehenden Freileitung (grün ausgezeichnet) schematisch dargestellt.

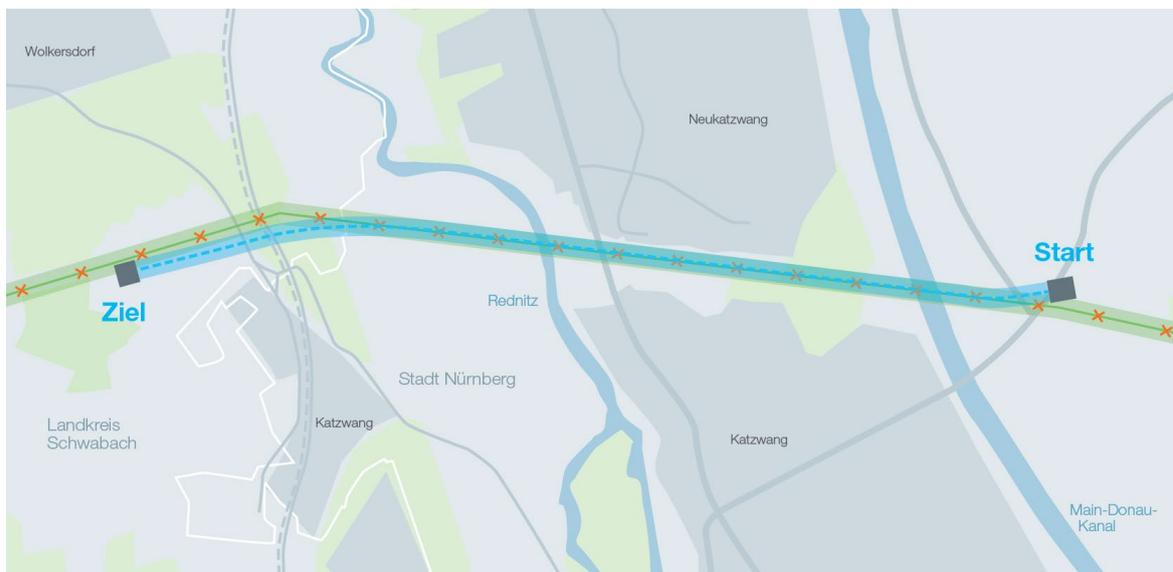


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Tunneltrasse

Bei der Entwicklung der Gradienten der Tunnel wurden folgende Anforderungen berücksichtigt:

- Gewährleistung der Standsicherheit der Ortsbrust (Abbaubereich während Tunnelvortrieb).
- Vermeidung eines Tunnelvortriebs in den Estherienschiefern.
- Einhaltung der maximalen Steigung von 4,0 %, die mittels gleisgebundener Tunnellogistik mit Elektroantrieb realisiert werden kann.
- Einhaltung der vom WSA im „Merkblatt Düker“ [U2] formulierten Mindestüberdeckung bei Unterquerung von sohlgedichteten Bundeswasserstraßen.
- Einhaltung der von der DB geforderten Mindestüberdeckung zur Querung von Gleisanlagen gemäß Ril 878 [N4].

Die Tunnelvortriebe beginnen in der Startbaugrube mit einer Überdeckung (Abstand Tunnelfirste zu Geländeoberkante) von ca. 12,7 m. Mit einem Gefälle von ca. 4,0 % verlaufen die Tunnel bis zum ersten Tangentschnittpunkt (TSP) im östlichen Bereich des Main-Donau-Kanals (vgl. Unterlage 7.5 und 7.6). Die minimale Überdeckung unterhalb des Main-Donau-Kanals beträgt ca. 11,6 m. Anschließend folgt der weitere Tunnelverlauf mit einem Gefälle von rund 2,6 % bis zum nächsten TSP bei Stationierung 1+134.50 östlich der Rednitz. Danach verlaufen die Tunnel mit einer Steigung von ca. 0,2 % unterhalb des Rednitztals. Die minimale Überdeckung unterhalb der Rednitz beträgt ca. 8,8 m und ist aus statischen Gründen erforderlich, um die Standsicherheit der Ortsbrust im Regelvortrieb zu gewährleisten. Infolge dieser erforderlichen Mindestüberdeckung wird eine Einbindung in die Estherienschiefer von ca. 2,5 m über eine Länge von ca. 200 m erforderlich. Bei der geplanten Vortriebsmethode erfolgt ein wasserdichter und dauerhafter Tunnelausbau mit Stahlbetonfertigteilen sowie einer ebenso dauerhaften und quasi dichten sogenannten Ringspaltverpressung. Die teilweise Einbindung des Tunnelbauwerks in die Estherienschiefer, bei der eine für die abdichtende Funktion der Estherienschiefer erforderliche Reststärke verbleibt, stellt bei sach- und fachgerechter Herstellung des Vortriebs und insb. der Ringspaltverpressung (druck- und volumengesteuert) keine Schwachstelle bezüglich der abdichtenden Funktion der Estherienschiefer dar.

Die grundsätzliche Genehmigungsfähigkeit dieser Einbindung wurde im Rahmen der Vorplanung mit dem Wasserwirtschaftsamt (WWA) Nürnberg abgestimmt und bestätigt. Nach Querung des Rednitztals verlaufen die Tunnel mit einer Steigung von ca. 4,0 % bis zur Zielbaugrube. Innerhalb dieses Streckenbereichs liegt am Ende der Wässerwiesen eine Überdeckung von ca. 8,9 m vor. Die Standsicherheit der Ortsbrust im Regelvortrieb ist hier ebenfalls gewährleistet.

Zudem erfolgt innerhalb dieses Streckenbereichs auch die Kreuzung mit den DB-Strecken 5971 und 5320 mit einer Überdeckung von ca. 19,5 m. Diese hohe Überdeckung ergibt sich aufgrund des Geländesprungs zwischen Rednitztal und Wolkersdorf bei gleichzeitiger Einhaltung der Maximalsteigung von ca. 4,0 %. Aufgrund dieser hohen Überdeckung ist die Standsicherheit der Ortsbrust gewährleistet. Alle erforderlichen Nachweise zur statischen Stand-, Stabilität- und Auftriebssicherheit des Tunnels sind im Rahmen der Entwurfsplanung geführt worden. Der zugehörige Prüfbericht ist der Unterlage 12.4 zu entnehmen.

In der nachfolgenden Abbildung ist die Gradiente des Tunnelbauwerks schematisch dargestellt.

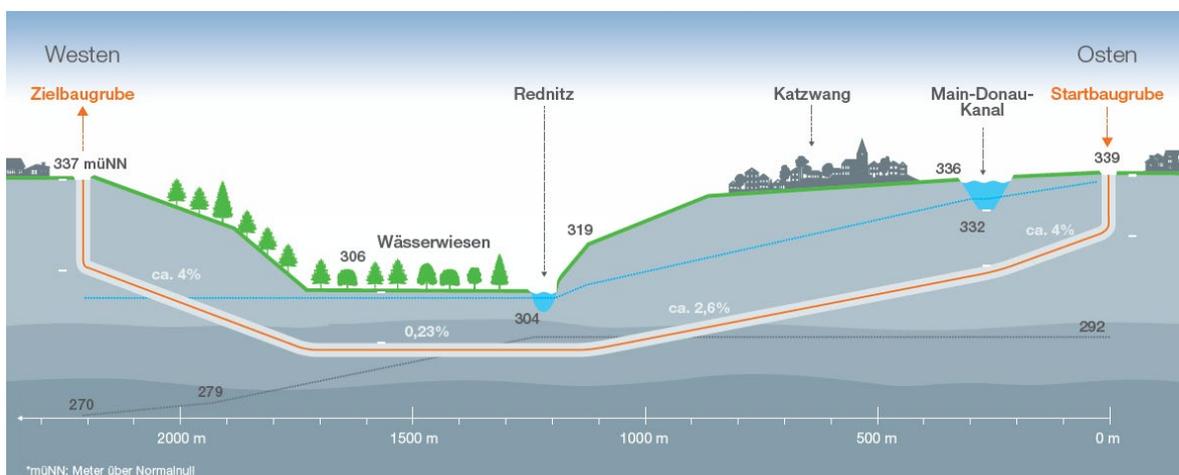


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Tunnelgradiente

5 Alternativen und Variantenprüfung

5.1 Rechtlicher Ausgangspunkt

Im Rahmen der Alternativen- und Variantenprüfung müssen ernsthaft in Betracht kommende Alternativlösungen in die Abwägung einbezogen werden. Für und Wider der jeweiligen Lösung müssen abgewogen und tragfähige Gründe für die gewählte Lösung angeführt werden.

Im Rahmen der Alternativen- und Variantenprüfung müssen anbietende Alternativlösungen in die Abwägung einbezogen werden. Varianten, die bereits nach einer Grobanalyse nicht geeignet sind, die Planungsziele in zumutbarer Weise zu erfüllen, können abgeschichtet werden. Dabei gilt, dass eine Abwägung nicht bereits dann fehlerhaft ist, wenn sich später herausstellt, dass die verworfene Lösung ebenfalls mit guten Gründen vertretbar gewesen wäre, sondern vielmehr erst dann, wenn sich die ausgeschiedene Lösung als vorzugswürdig hätte aufdrängen müssen. Alternativen, die auf ein anderes Projekt hinauslaufen, weil ein mit dem Vorhaben verbundenes wesentliches Ziel nicht erreicht werden kann, sind ebenfalls abzuschichten. Abstriche vom Zielerfüllungsgrad sind jedoch hinzunehmen.

Die aus der Sicht der Vorhabenträgerin unter der Berücksichtigung des zwingenden Rechts, des durch § 43m EnWG festgelegten Prüfrahmens sowie der abwägungsrelevanten Gesichtspunkte unter Beachtung der Trassierungsgrundsätze (siehe Kapitel 4) zu bevorzugende Trassenführung ergibt sich aus den nachfolgenden Ausführungen zu den technischen Alternativen, aus der Prüfung der möglichen Standortvarianten der Kabelübergangsanlagen (KÜA) (siehe Unterlage MB03), und unter Berücksichtigung der Landesplanerischen Beurteilung vom 30.06.2022. Die Vorhabenträgerin hat mit Schreiben vom 26.02.2024 für den Abschnitt A-Katzwang einen Antrag auf Nichtanwendung des § 43 Abs. 3 S. 2 bis 6 EnWG sowie §43 Abs. 3a, Abs. 3b Satz 1, Abs. 3c EnWG gestellt, so dass die Vorschriften u.a. zur Bündelung mit bestehenden Leitungen vorliegend nicht zum Tragen kommen.

5.2 Technische Alternativen

5.2.1 Verzicht auf das Vorhaben (Nullvariante)

Die Nichtdurchführung des Vorhabens, die so genannte „Nullvariante“, ist der Verzicht auf den Ersatzneubau zugunsten einer Beibehaltung bzw. des Weiterbetriebs der bestehenden 220-kV-Freileitung. Ohne Realisierung der geplanten Leitung wären andere technische Optionen auszuschöpfen, um Netzbetriebsmittel wie Freileitungen, Schaltgeräte oder Transformatoren vor einspeisebedingten Überlastungen zu schützen und den (n-1)-sicheren Zustand des Netzes aufrecht zu erhalten und die Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Kann die (n-1)-Sicherheit dauerhaft nicht gewährleistet werden, so sind im Falle einer Betriebsstörung die Stromerzeuger oder gar die Stromverbraucher zu regulieren. Durch das im Störfall notwendige Reduzieren von Leistungseinspeisung durch Kraftwerke kann die Netzstabilität in den meisten Fällen aufrechterhalten werden.

Die Reduzierung der Stromeinspeisung ins Höchstspannungsnetz würde jedoch gleichzeitig die Drosselung bzw. Abschaltung des industriellen und privaten Strombedarfs implizieren. Eine Ertüchtigung der Bestandsleitung nach dem NOVA-Prinzip (Netzoptimierung vor -Verstärkung vor -Ausbau) wurde intensiv geprüft.

Optimierter Betrieb des vorhandenen Netzes durch Monitoring von Freileitungen

Eine Möglichkeit zur Netzoptimierung ist ein witterungsgeführter Betrieb von Freileitungen, das sogenannte Freileitungsmonitoring. Das Monitoring von Freileitungen nutzt bei bestimmten Witterungsverhältnissen die besseren Kühlmöglichkeiten für die Leiterseile gegenüber den Normbedingungen aus und ermöglicht so eine höhere Strombelastbarkeit. Im Rahmen der Berechnungen für die Netzentwicklungspläne wird die Anwendung von Freileitungsmonitoring standardmäßig vorausgesetzt. Die Berechnungen und die Bestätigungen der Bundesnetzagentur zeigen, dass dies für die zukünftigen Transportaufgaben nicht ausreichend ist.

Belegung der Bestandsleitung mit anderen Leiterseilen

Auch eine Netzverstärkung auf Basis der Bestandstrasse, d. h. eine Erhöhung der Transportkapazität der bestehenden 220-kV-Leitung nur durch Änderung der Leiterseile, hat sich als nicht realisierbar erwiesen. Eine Vergrößerung des Seilquerschnittes und der damit verbundenen größeren Masse der Leiterseile würde die Tragfähigkeit der bestehenden Maste und deren Gründungen überschreiten. Die Verwendung von querschnittsgleichen Hochtemperatur-Leiterseilen zur Übertragung größerer Leistungen würde keine ausreichende Erhöhung der Transportkapazität ergeben. Daher wird auch diese Alternative nicht weiterverfolgt.

Beschränkung der Einspeiseleistung thermischer Kraftwerke (Redispatch)

Lässt sich eine Gefährdung oder Störung durch netzbezogene oder marktbezogene Maßnahmen nicht oder nicht rechtzeitig beseitigen, so sind Betreiber von Übertragungsnetzen im Rahmen der Zusammenarbeit nach § 12 Abs. 1 EnWG berechtigt und verpflichtet, sämtliche Stromeinspeisungen, Stromtransite und Stromabnahmen in ihren Regelzonen den Erfordernissen eines sicheren und zuverlässigen Betriebs des Übertragungsnetzes anzupassen oder diese Anpassung zu verlangen (§ 13 Abs. 2 EnWG).

Sollten die netz- oder marktbezogenen Maßnahmen in dem betroffenen Netzgebiet zur Stabilisierung nicht ausreichend oder möglich sein, kann der betroffene Übertragungsnetzbetreiber den benachbarten Übertragungsnetzbetreiber zur Durchführung des sogenannten „Cross Boarder Redispatch“ auffordern. Dieser ist dadurch verpflichtet in seinem betroffenen Netzgebiet Redispatchmaßnahmen durchzuführen. Redispatchmaßnahmen sind Eingriffe der Übertragungsnetzbetreiber in die Stromerzeugung bzw. -verteilung, um Netzengpässe zu beheben und die Stabilität des Stromnetzes zu gewährleisten. Dies erfolgt durch gezielte Anweisung an Kraftwerksbetreiber, die Produktion entweder zu erhöhen oder zu reduzieren, damit die Stromflüsse im Netz optimal angepasst werden können. Diese Maßnahmen sind vorübergehende Lösungen und keine dauerhaften Strategien zur Netzoptimierung oder zum Ausbau der Netzkapazitäten, weshalb sie den langfristigen Zielen des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) nicht vollständig entsprechen.

Ohne Verwirklichung des Vorhabens wäre künftig häufiger als zurzeit die Anwendung von Maßnahmen nach § 13 Abs. 2 EnWG erforderlich. Die Einschränkungen der Verfügbarkeit von Reserveleis-

tungen beeinträchtigen die Systemsicherheit im Rahmen des ENTSO-E-Verbundes (European Network of Transmission System Operators for Electricity). Die Einschränkungen der Erzeugung thermischer Kraftwerke beeinträchtigt deren wirtschaftliche Betriebsweise und führt in der Konsequenz zu höheren Preisen für elektrische Energie.

Die dauerhafte Anwendung marktbezogener Maßnahmen widerspricht den Grundsätzen des § 1 EnWG sowie § 12 Abs. 3 EnWG, wonach Betreiber von Übertragungsnetzen dauerhaft die Fähigkeit des Netzes sicher zu stellen haben, um die Nachfrage nach Übertragung von Elektrizität zu befriedigen.

Einspeisemanagement

Gemäß §13 Abs. 1a-1c EnWG ausnahmsweise berechtigt, an ihr Netz angeschlossene Anlagen mit einer Leistung über 100 Kilowatt zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien, Kraft-Wärme-Kopplung oder Grubengas zu regeln, soweit andernfalls die Netzkapazität im jeweiligen Netzbereich durch diesen Strom überlastet wäre, sie sichergestellt haben, dass insgesamt die größtmögliche Strommenge aus erneuerbaren Energien und aus Kraft-Wärme-Kopplung abgenommen wird und sie die Daten über die Ist-Einspeisung in der jeweiligen Netzregion abgerufen haben. Dies gilt allerdings unbeschadet der Pflicht zur Erweiterung der Netzkapazität, so dass ein Einspeisemanagement nur während einer Übergangszeit bis zum Abschluss von Maßnahmen im Sinne des §13 Abs. 1a-1c EnWG und nicht als endgültige Lösung für Übertragungsengpässe in Betracht kommt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Optimierungsmaßnahmen der Bestandsleitungen nicht genügen, um die Erfordernisse an Übertragungskapazitäten zu erfüllen. Auch steht der Bedarf für den Ersatzneubau der Juraleitung als Ergebnis des Prozesses der Netzentwicklungsplanung (§§12aff. EnWG) gesetzlich fest (§1 Abs. 1 Satz 1 BBPlG).

5.2.2 Erdkabel statt Freileitung

Als technische Alternative zu Höchstspannungsfreileitungen kommen erdverlegte Kabel in Betracht. Die Verlegung von Erdkabeln auf Höchstspannungsebene entspricht allerdings noch nicht den Zielen des § 1 EnWG, sodass diese Alternative nur unter besonderen, gesetzlichen angeordneten Voraussetzungen in Erwägung zu ziehen ist.

Während im Bereich des Drehstrom-Hochspannungsnetzes (110 kV und weniger) eine Erdverkabelung der Leitungen, insbesondere bei neuen Trassen, heutzutage die Regel darstellt, ist dies im Bereich der Wechselstrom-Höchstspannung nicht der Fall. Hier fehlen, auch anders als bei der Höchstspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ), die Erfahrungen aus dem Bau und Betrieb von Erdkabeln, insbesondere über lange Strecken.

Vor diesem Hintergrund hat der Gesetzgeber entschieden, dass im Bereich der Höchstspannungs-Wechselstrom-Übertragung diese Technik – abweichend von dem in § 43 Abs.1 Satz 1 Nr. 1 EnWG normierten Grundsatz der Freileitung – über sogenannte Pilotprojekte erprobt werden soll.

Dazu ist im Bundesbedarfsplangesetz geregelt, dass in einigen besonders gekennzeichneten Vorhaben (in der Anlage zum BBPlG mit einem „F“ gekennzeichnete Pilotprojekte) auf technisch und wirtschaftlich effizienten Teilabschnitten diese Leitungen als Erdkabel errichtet und betrieben werden können, falls besondere Voraussetzungen gegeben sind.

Das Vorhaben Raitersaich – Ludersheim – Sittling – Altheim 380-kV-Ersatzneubauprojekt wurde unter der Maßnahme Altdorf Raitersaich– Altdorf b. Nürnberg / Winkelhaid (siehe Kapitel 2.1 / 3.4) als Nr. 41 im Bundesbedarfsplans mit „F“ gekennzeichnet.

Leitungen zur Höchstspannungs-Wechselstrom-Übertragung können nach § 4 Abs. 2 Nr. 1 bis 5 Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) auf technisch und wirtschaftlich effizienten Teilabschnitten als Erdverkabelung errichtet und betrieben werden, wenn:

1. die Leitung in einem Abstand von weniger als 400 Metern zu Wohngebäuden errichtet werden soll, die im Geltungsbereich eines Bebauungsplans oder im unbeplanten Innenbereich im Sinne des § 34 des Baugesetzbuchs liegen, falls diese Gebiete vorwiegend dem Wohnen dienen,
2. die Leitung in einem Abstand von weniger als 200 Metern zu Wohngebäuden errichtet werden soll, die im Außenbereich im Sinne des § 35 des Baugesetzbuch liegen,
3. eine Freileitung gegen die Verbote des § 44 Absatz 1 auch in Verbindung mit Absatz 5 des Bundesnaturschutzgesetzes verstieße und mit dem Einsatz von Erdkabeln eine zumutbare Alternative im Sinne § 45 Absatz 7 Satz 2 des Bundesnaturschutzgesetzes gegeben ist,
4. eine Freileitung nach § 34 Absatz 2 des Bundesnaturschutzgesetzes unzulässig wäre und mit dem Einsatz von Erdkabeln eine zumutbare Alternative im Sinne des § 34 Absatz 3 Nummer 2 des Bundesnaturschutzgesetzes gegeben ist oder
5. die Leitung eine Bundeswasserstraße im Sinne von § 1 Absatz 1 Nummer 1 des Bundeswasserstraßengesetzes queren soll, deren zu querende Breiten mindestens 300 m beträgt; bei der Bemessung der Breite ist § 1 Absatz 4 des Bundeswasserstraßengesetzes nicht anzuwenden.

Im Raumordnungsverfahren (ROV) wurde die Teilerdverkabelung als Pilotcharakter für dieses Vorhaben unter Berücksichtigung der Auslösekriterien geprüft. Im Zuge dessen wurde eine detaillierte Prüfung der möglichen Erdkabelabschnitte durchgeführt. Nachfolgend werden die Ergebnisse lediglich zusammenfassend dargelegt.

Im hier beantragten Abschnitt „A-Katzwang Raitersaich-Ludersheim“ quert die Juraleitung im Nürnberger Stadtteil Katzwang gleichzeitig das Rednitztal, den Main-Donau-Kanal sowie die DB-Strecke 5971 und 5320. Gemäß B II 1-A II: 4.9 ERDKABELSTECKBRIEF NR. 9: KATZWANG nähert sich die Variante den Siedlungsflächen in Katzwang, die größtenteils aus reinen und allgemeinen Wohngebieten bestehen, stark an. Eine Sichtverschattung ist kaum gegeben und die Länge der Unterschreitung der LEP-Regelabstände ist lang genug und in einem räumlichen Zusammenhang mit angrenzenden Unterschreitungen im Erdkabelprüfabschnitt „Südöstlich Wolkersdorf“. Damit erfüllt der Variantenabschnitt „Katzwang“ die Voraussetzungen für eine Teilerdverkabelung. Im Rahmen der Abwägung wurde der Teilerdverkabelung der Vorzug gegenüber einer Freileitungsvariante gegeben.

Die Ausführung als Erdkabel in offener und geschlossener (grabenloser) Bauweise wurde im Rahmen der landesplanerischen Beurteilung vom 30.06.2022 als raumverträglich bewertet (vgl. Kapitel 5.3.1). Der Übergang von der Freileitung zum Erdkabel erfolgt dabei in sogenannten Kabelübergangsanlagen.

5.2.3 Gleichstromsysteme

Technisch möglich ist eine Stromübertragung auch mittels Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ). Wie bei Wechselstrom-Systemen kann Strom auch bei der HGÜ-Technik in beide Richtungen übertragen werden. Gleichstromverbindungen können technisch wie Wechselstromsysteme als Freileitung oder als Erdkabel ausgeführt werden.

Zur Verknüpfung mit dem Wechselstromnetz muss an jeder Ein- und Auskoppelstelle, womit auch die Verknüpfungspunkte mit den unterlagerten Netzen gemeint sind, jeweils eine sogenannte Konverterstation errichtet werden, die Gleichstrom in Wechselstrom und umgekehrt umwandelt.

Da diese Konverterstationen sehr aufwändig und mit hohen Energieverlusten verbunden sind, ist HGÜ zum Einsatz im vermaschten Versorgungsnetz nicht geeignet. Der typische Anwendungsfall für HGÜ ist vielmehr die Übertragung von Strom mit hoher Spannung und sehr hoher elektrischer Leistung über mehrere hundert Kilometer von einem Netzpunkt zum anderen. Der Einsatz eines HGÜ-Systems innerhalb eines eng vermaschten Wechselstromnetzes entspricht somit weder den anerkannten Regeln der Technik noch dem Minimierungsgebot und ist daher auch keine ernsthaft in Betracht kommende Alternative.

Darüber hinaus legt das BBPlG für das zur Planfeststellung beantragte Vorhaben ausdrücklich die Realisierung in Wechselstromtechnik fest.

5.3 Räumliche Varianten und Wahl der Trasse

Während aller Planungsstufen des Vorhabens wurde sich intensiv mit verschiedenen Trassenvarianten auseinandergesetzt. Die Herleitung der endgültig beantragten Trasse wird im Folgenden ausgeführt.

5.3.1 Variantenvergleiche im Raumordnungsverfahren

Im Vorfeld der Planfeststellung durchlief das Leitungsbauvorhaben Raitersaich – Ludersheim – Sittling – Altheim 380-kV-Ersatzneubauprojekt ein Raumordnungsverfahren (ROV) bei den Regierungen von Mittelfranken, Ober- und Niederbayern sowie der Oberpfalz als Höhere Landesplanungsbehörden, welches am 30.06.2022 mit der Landesplanerischen Beurteilung abgeschlossen wurde.

Das ROV hat die Aufgabe, die raumbedeutsamen Auswirkungen des Vorhabens unter überörtlichen Gesichtspunkten, einschließlich der überörtlich raumbedeutsamen Belange des Umweltschutzes, zu prüfen; insbesondere werden die Übereinstimmung mit den Erfordernissen der Raumordnung und die Abstimmung mit anderen raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen geprüft (Art. 24 Abs. 2 Satz 2 BayLPlG). Im Vorfeld zum ROV wurden Varianten entwickelt und gegeneinander verglichen. Die Dokumentation der Variantenabwägungen ist Bestandteil des Materialbands MB 03.3. Nachfolgend werden die Ergebnisse zusammengefasst und Ihre Relevanz für das beantragte Planfeststellungsverfahren eingeordnet.

Die Ermittlung der Raumordnungstrasse erfolgte in einem dreistufigen Prozess. Zunächst wurden Variantenvorvergleiche der Stufe 1 durchgeführt. Dabei handelt es sich um kleinräumige Variantenkorridore. Es wurden zunächst bestandsnahe Varianten untersucht, wo schwerwiegende Konflikte mit dem Wohnumfeldschutz bzw. mit dem Schutzgut Menschen aufgrund der Bestandslage

in oder am Rande von Siedlungen vorhanden sind. Daneben wurden in der ersten Stufe auch kleinräumige Varianten entlang von großräumigen Varianten untersucht, bei denen bedeutende Konflikte mit raumordnerischen oder umweltfachlichen Kriterien zu erwarten waren. Der unter Berücksichtigung aller Belange günstigste Variantenkorridor der Stufe 1 geht zunächst in die Variantenvergleiche der höheren Stufen 2 oder 3 ein. Bei den Variantenvorvergleichen der Stufe 2 werden Variantenkorridore geprüft, die größere Ausdehnungen haben (z.B. Bereich Reichswald). Der unter Berücksichtigung aller Belange günstigste Variantenkorridor der Vorvergleiche der Stufe 2 geht wiederum in den Variantenvergleich der Stufe 3 ein. Die Variantenkorridore beim Variantenvergleich der Stufe 3 sind sehr großräumig und beginnen im Nordwesten von Schwabach, westlich von Regelsbach, und treffen im Osten von Winkelhaid, westlich des Umspannwerks Ludersheim, wieder aufeinander.

Eine Übersicht über die im Raumordnungsverfahren geprüften Varianten gibt Abbildung 7.

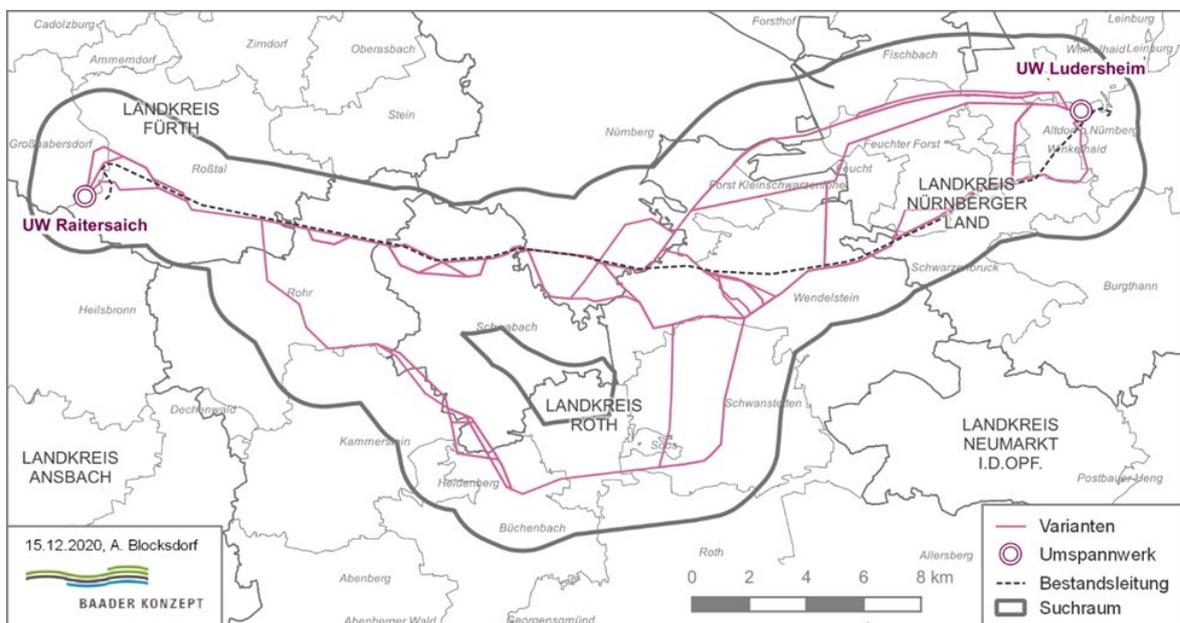


Abbildung 7: Übersicht über die geprüften Varianten im Raumordnungsverfahren

Es wurde auch geprüft, ob bei örtlichen Konflikten die Voraussetzungen für ein Erdkabel gegeben sind. Diese Erdkabelprüfung ist ebenfalls im Materialband dokumentiert (vergleiche MB 03.4). Die Voraussetzungen für ein Erdkabel sind nur in den Abschnitten bei Katzwang sowie bei Raubersried (Wendelstein) gegeben (siehe Abbildung 8). In diesen Fällen wurden auch Erdkabelvarianten in die Variantenvergleiche aufgenommen.

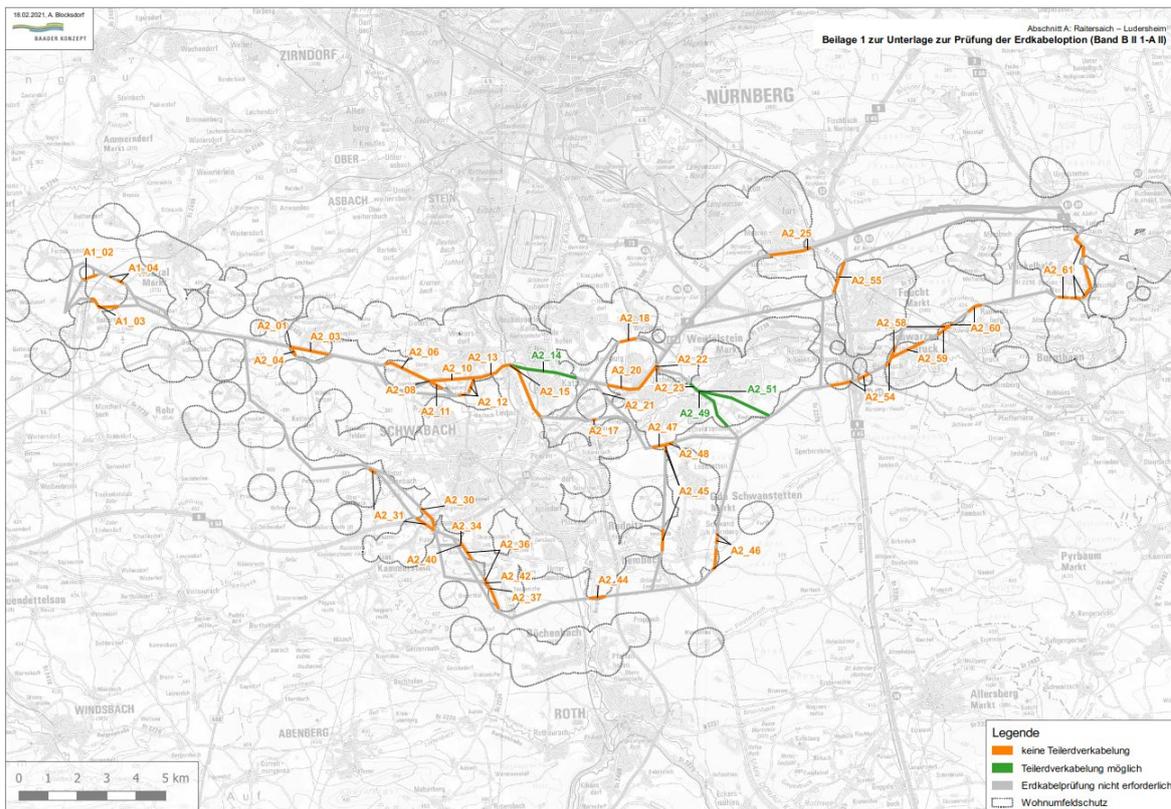


Abbildung 8: Ergebnisse der Erdkabelprüfungen im Raumordnungsverfahren

5.3.1.1 Variantenvergleiche der Stufe 1

5.3.1.1.1 Örtliche Varianten wegen schwerwiegenden Konflikten mit dem Wohnfeldschutz

Die Bestandsleitung verläuft im Abschnitt A an mehreren Stellen durch bewohnte Gebiete, so dass ein Ersatzneubau parallel zur Bestandstrasse nicht möglich ist oder schwerwiegende Konflikte in Bezug auf den Wohnfeldschutz bzw. in Bezug auf das Schutzgut Menschen zu erwarten sind. Um diese Konflikte zu vermeiden bzw. zu minimieren wurden zunächst Variantenkorridore im örtlichen Umfeld entlang der Bestandstrasse entwickelt. Damit sollte auch dem allgemeinen Bündelungsgebot Rechnung getragen werden, das z.B. im Bundesnaturschutzgesetz und dem Raumordnungsgesetz verankert ist.

Varianten Clarsbach

Nördlich von Clarsbach verläuft die Bestandsleitung zwischen dem Dorfgebiet von Clarsbach und Wohnnutzungen im Außenbereich am Sandbuck und hält dort die Regelabstände gemäß LEP nicht ein. Im Nordosten von Clarsbach verläuft die Bestandsleitung unmittelbar am Ortsrand von Clarsbach, so dass ein Ersatzneubau südlich der Bestandstrasse nicht möglich ist. Der Abstand zu den Wohnnutzungen im Außenbereich am Sandbuck beträgt teilweise weniger als 100 m, so dass auch ein Neubau nördlich der Bestandstrasse zu schwerwiegenden Konflikten führen würde. Daher wurden fünf Varianten entwickelt, die diese Engstellen umgehen: Varianten Clarsbach Süd, Clarsbach Nord 1a, Clarsbach Nord 1b, Clarsbach Nord 2a und Clarsbach Nord 2b.

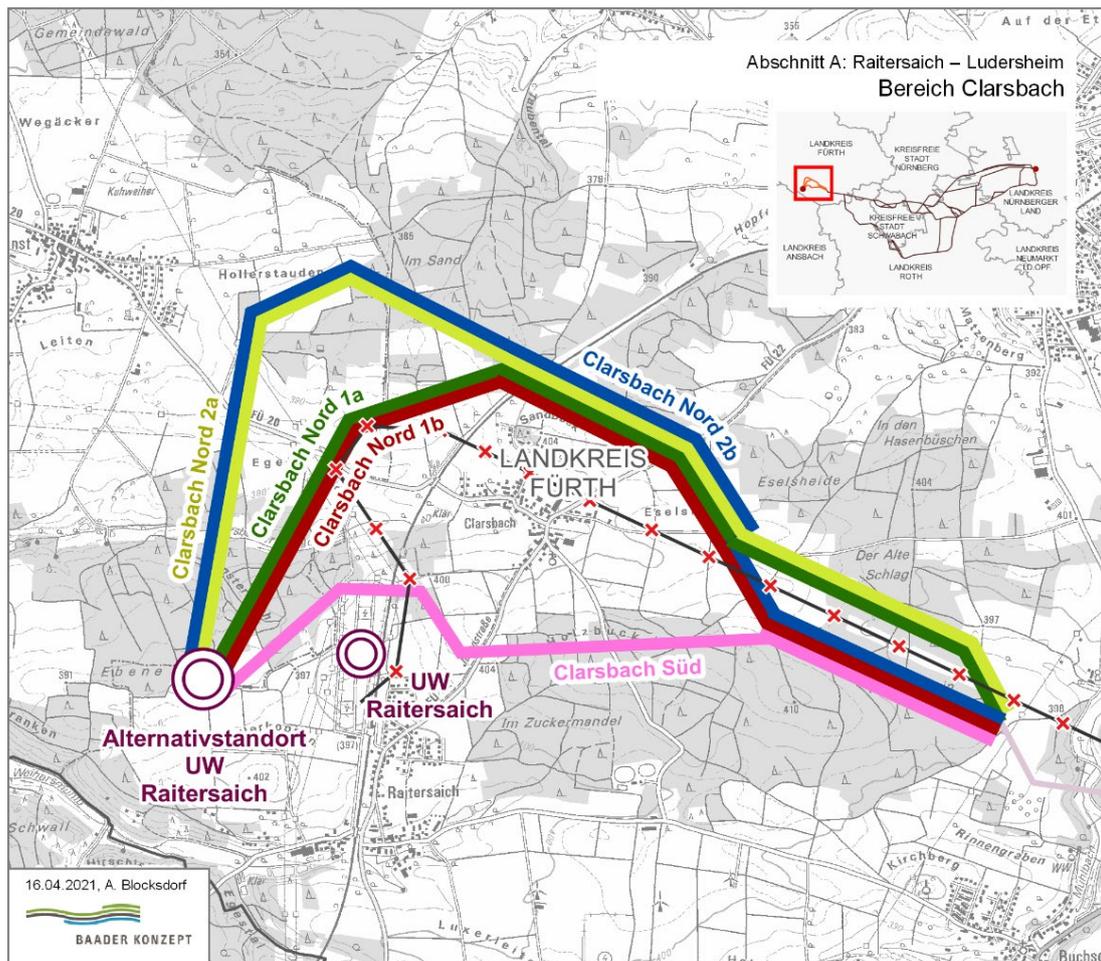


Abbildung 9: Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Clarsbach

Die Variante Nord 1b ist im Verhältnis zu den Vergleichsvarianten als vorzugswürdig zu beurteilen. Sie weist sowohl Vorteile in Bezug auf die raumordnerischen Kriterien als auch in Bezug auf die Umweltverträglichkeit auf. Die Variante ermöglicht insbesondere die längste Parallelführung zur Bestandstrasse und weist die geringste Querung von Wald auf. Sie quert außerdem keine Vorbehaltsgebiete für Windenergie.

Varianten Oberbaimbach / Wolkersdorf

Nordöstlich von Oberbaimbach verläuft die Bestandsleitung zwischen den gemischten Bauflächen von Unterbaimbach und Oberbaimbach sowie Wohnnutzungen im Außenbereich und hält dort die Regelabstände gemäß LEP nicht ein, sodass ein konfliktfreier Ersatzneubau nördlich der Bestandstrasse nicht möglich ist. Südlich von Wolkersdorf verläuft die Bestandsleitung zwischen den allgemeinen Wohngebieten von Wolkersdorf und den gemischten Bauflächen von Raubershof, so dass hier ein konfliktfreier Ersatzneubau südlich der Bestandstrasse ebenfalls nicht möglich ist. Der Abstand der bestandsnahen Variante zu den allgemeinen Wohngebieten von Wolkersdorf sowie den Wohnnutzungen im Außenbereich bei Oberbaimbach beträgt teilweise weniger als 100 m. Daher wurden fünf Varianten entwickelt, die diese Engstellen umgehen. Die Varianten beginnen nordwestlich von Oberbaimbach und treffen südlich von Wolkersdorf zwischen dem Gewerbegebiet und dem Sandabbaugebiet wieder aufeinander.

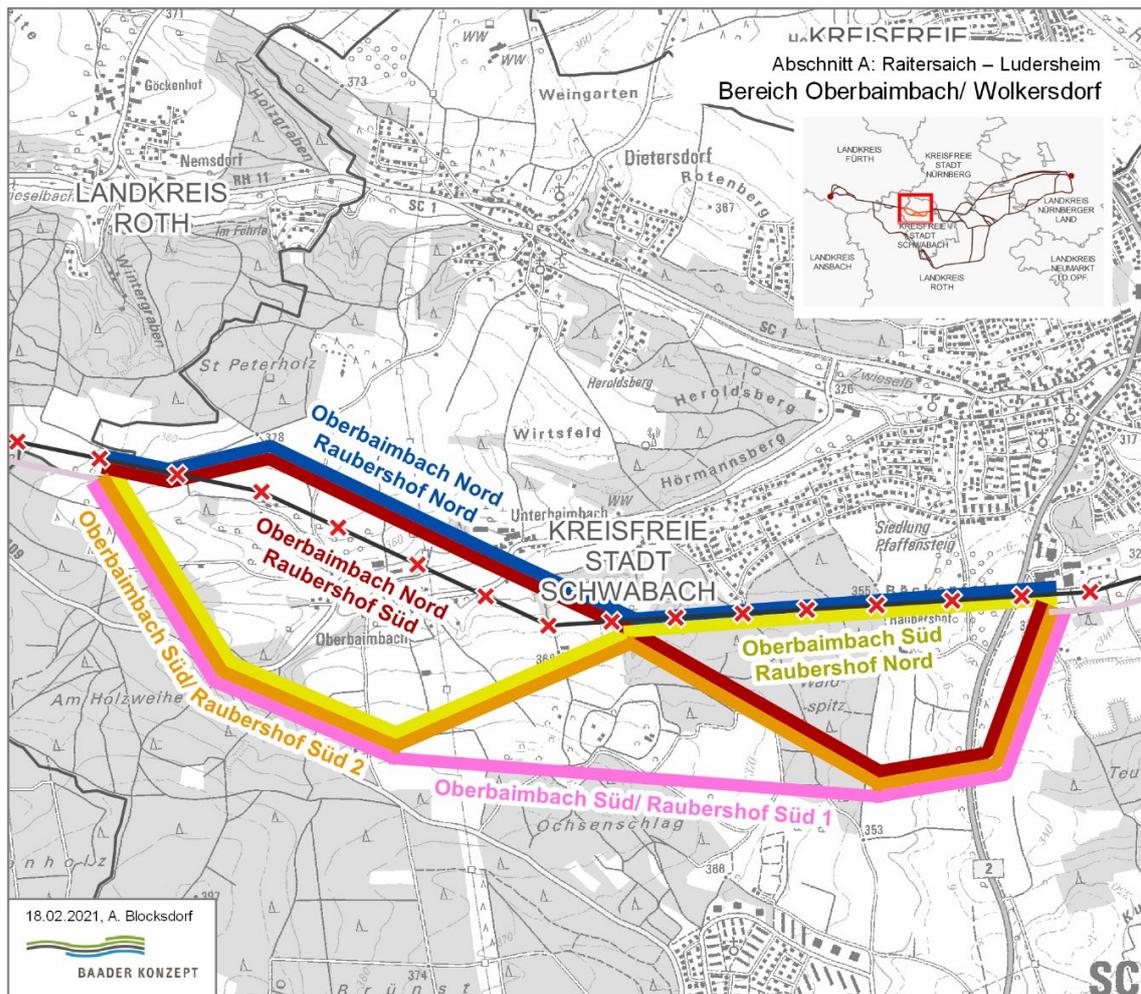


Abbildung 10: Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Oberbaimbach / Wolkersdorf

Die Variante Oberbaimbach Süd/ Raubershof Süd 1 weist Vorteile in Bezug auf die raumordnerischen Kriterien auf. Hinsichtlich der Umweltverträglichkeit ist sie durchschnittlich. Sie hat gegenüber der zweitbesten Variante leichte Vorteile, da sie geringere Querungen von Wald im Verdichtungsraum aufweist, der auch hohe Bedeutung für den lokalen Klima- und Immissionschutz sowie die Erholung bzw. das Landschaftsbild aufweist. Die Vorteile überwiegen die leichten Nachteile in Bezug auf Querungen von Landschaftsschutzgebieten und in Bezug auf technische Belange.

Varianten Katzwang

Bei Katzwang quert die Bestandsleitung zunächst das Rednitztal in West-Ost-Richtung, verläuft anschließend mitten durch Katzwang, quert den Rhein-Main-Donau-Kanal und verläuft weiter in Richtung Kleinschwarzenlohe. Die Regelabstände für den Umgebungsschutz des Wohnumfelds gemäß LEP können nicht eingehalten werden, sodass ein konfliktfreier Ersatzneubau entlang der Bestandstrasse nicht möglich ist. Aufgrund der starken Annäherung an Siedlungsflächen ist eine bestandsnahe Variante nur als Erdkabeloption realisierbar. Die Variante Katzwang Nord wird daher als Erdkabelvariante Katzwang Nord (Erdkabel) geprüft. Als Alternative zur Erdkabelvariante entlang der Bestandstrasse wurde eine zweite Variante entwickelt, die Katzwang entlang des Rednitztals umgeht.

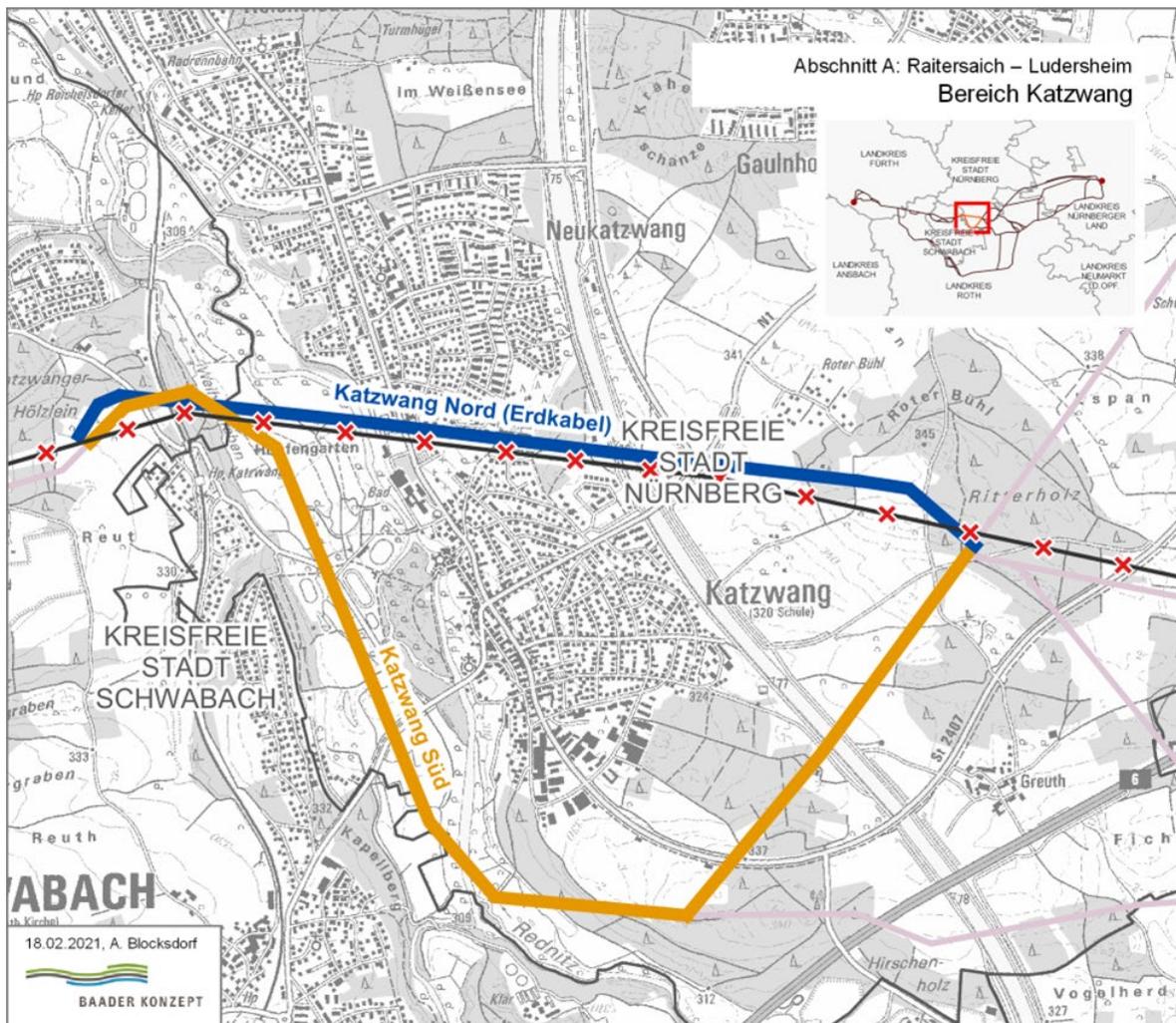


Abbildung 11: Räumliche Lage der ROV-Varianten im Bereich Katzwang

Die Variante Katzwang Nord (Erdkabel) weist sowohl Vorteile in Bezug auf die raumordnerischen Kriterien als auch in Bezug auf die Umweltverträglichkeit auf. Trotz eines aufwendigen und kostenintensiven Erdkabelabschnitts in Katzwang ist dieser prinzipiell realisierbar und kein ausschlaggebender Nachteil.

Varianten Kornburg

Die Bestandstrasse verläuft südlich von Kornburg, quert die BAB 6 und verläuft anschließend nördlich von Kleinschwarzenlohe weiter nach Osten. Die Regelabstände für den Umgebungsschutz des Wohnumfelds gemäß LEP können sowohl für Kornburg als auch für Kleinschwarzenlohe nicht eingehalten werden, sodass ein konfliktfreier Ersatzneubau entlang der Bestandstrasse nicht möglich ist. Es wurde eine Variante nördlich (Kornburg Nord) und eine südlich (Kornburg Süd) des Ortes geprüft, wobei die Variante Kornburg Süd im Rahmen des Raumordnungsverfahrens mit geringem Unterschied besser als die Variante Kornburg Nord war. Im Zuge der landesplanerischen Bewertung wurde die Berücksichtigung zusätzlicher Varianten im Bereich Kornburg im Planfeststellungsverfahren gefordert. Die Ergebnisse des Variantenvergleichs im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens wird in Kapitel 5.3.1.4 beschrieben.

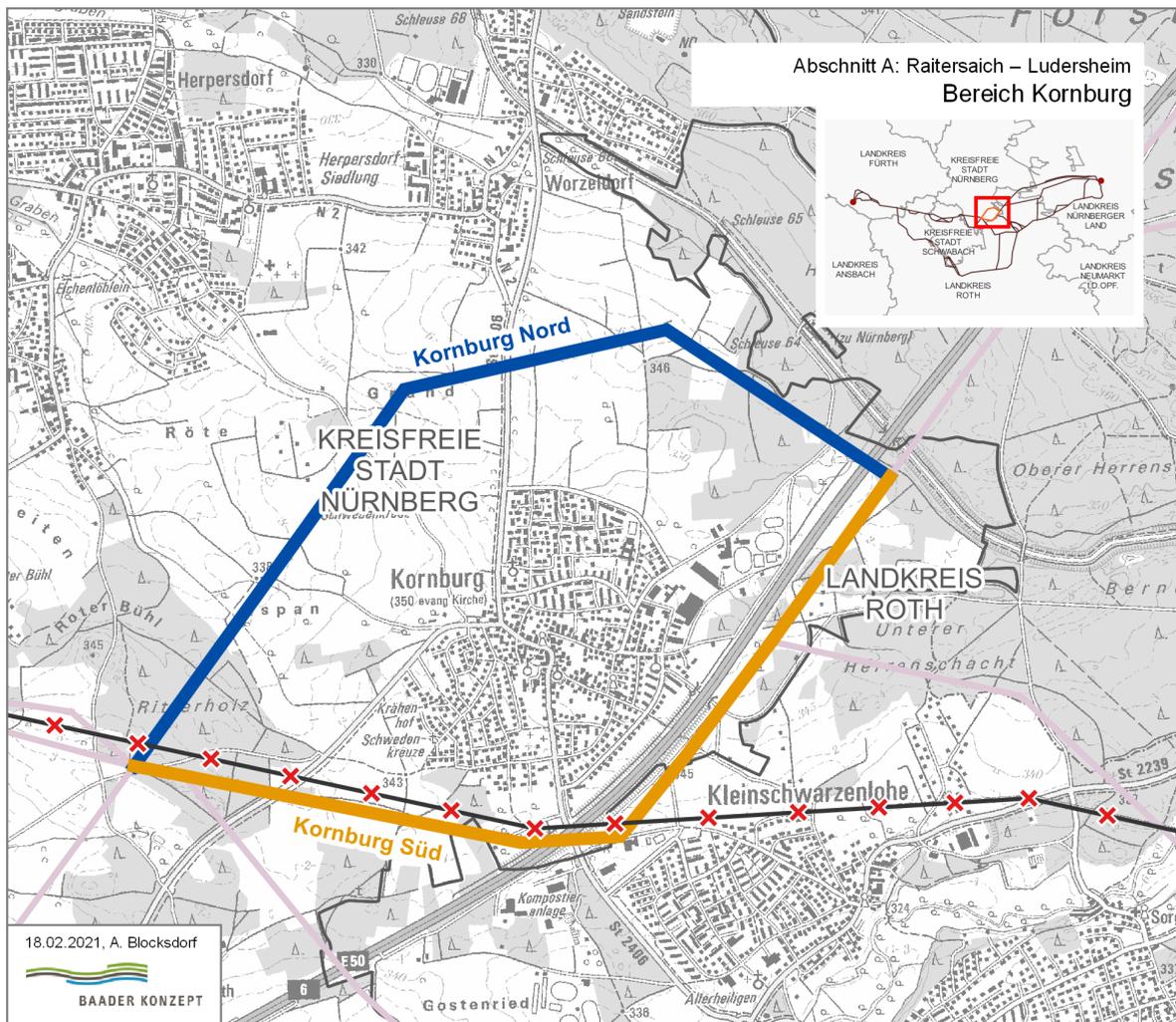


Abbildung 12: Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Kornburg

Varianten Raubersried

Die Bestandstrasse verläuft südlich von Wendelstein und hält dort die Regelabstände gemäß LEP nicht ein, sodass ein konfliktfreier Ersatzneubau entlang der Bestandstrasse nicht möglich ist. Der Abstand der Bestandstrasse zur Wohnbebauung beträgt teilweise nur wenige Meter. Daher wurden die Varianten Raubersried Nord und Raubersried Süd entwickelt, die den Abstand zu den Siedlungsflächen erhöhen. Die Varianten beginnen südwestlich von Wendelstein im Schwarzachtal, verlaufen anschließend nördlich bzw. südlich von Raubersried und treffen östlich von Raubersried wieder aufeinander. Aufgrund starker Betroffenheiten von Wohnnutzungen, nur teilweise gegebener Sichtverschattung und einer langen Unterschreitung der LEP-Regelabstände erfüllen beide Varianten die Voraussetzungen für eine Teilerdverkabelung. Aus diesem Grund wurden zusätzlich die zwei Erdkabelvarianten Raubersried Nord (Erdkabel) und Raubersried Süd (Erdkabel) entwickelt, die zusammen mit den entsprechenden Freileitungsvarianten Raubersried Nord und Raubersried Süd im Rahmen des Variantenvergleichs geprüft werden.

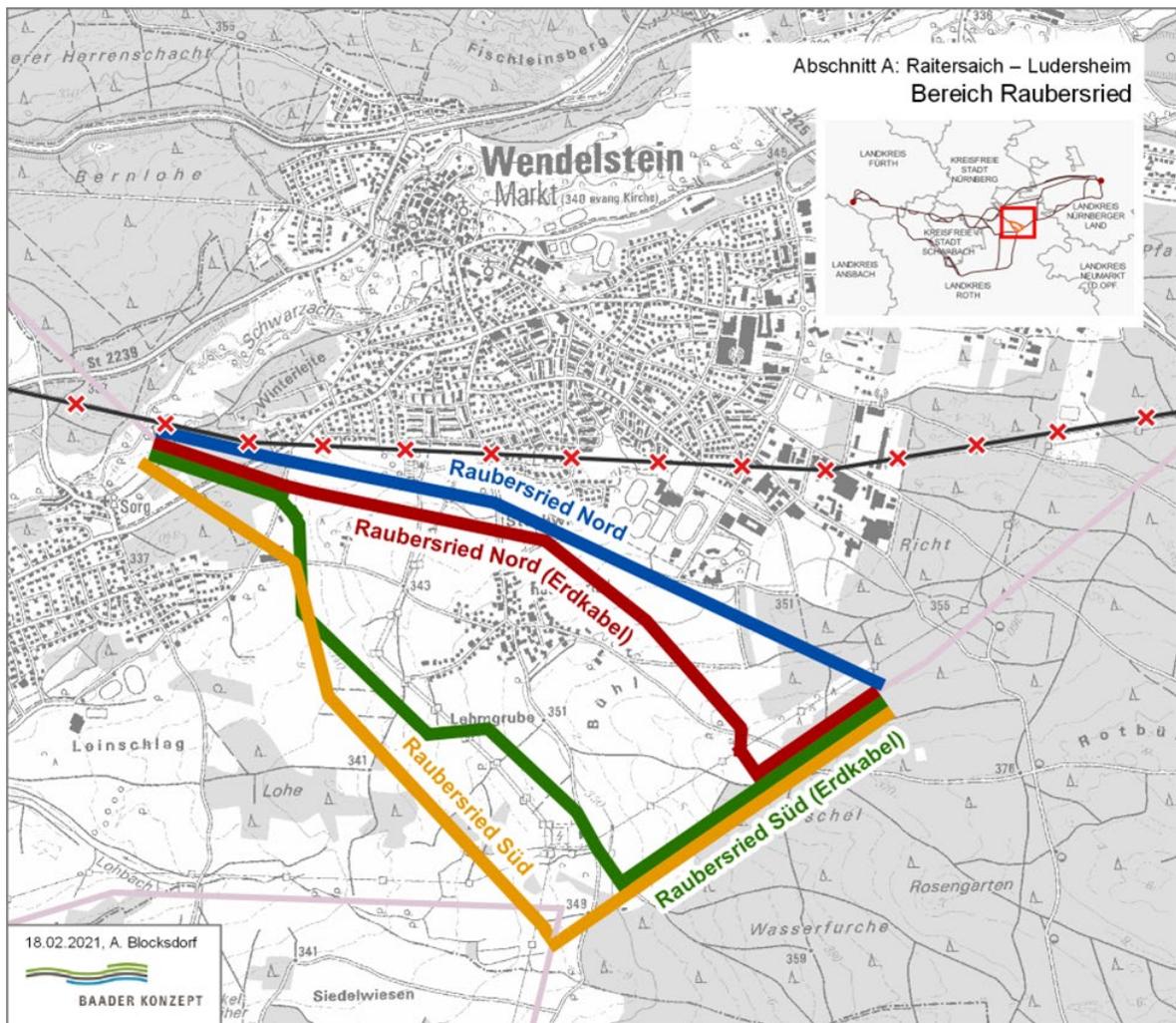


Abbildung 13: Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Raubersried (Wendelstein)

Die Variante Raubersried Nord (Erdkabel) ist sowohl in Bezug auf die raumordnerischen Kriterien als auch in Bezug auf die Umweltverträglichkeit zusammen mit der Variante Raubersried Süd (Erdkabel) gegenüber den anderen Varianten vorzugswürdig. Da jedoch die Variante Raubersried Nord (Erdkabel) eine etwas geringere Trassenlänge als die Variante Raubersried Süd (Erdkabel) aufweist, ist sie hinsichtlich der technischen Belange und somit auch in der Gesamtbeurteilung vorzugswürdig.

Varianten Winkelhaid

Die Bestandstrasse quert Winkelhaid von Südwesten nach Nordosten, anschließend die Autobahn und verläuft westlich von Ludersheim zum Umspannwerk Ludersheim. Die Regelabstände gemäß LEP können nicht eingehalten werden, sodass ein konfliktfreier Ersatzneubau entlang der Bestandstrasse nicht möglich ist. Daher wurden zwei Varianten entwickelt, die Winkelhaid südöstlich bzw. nordwestlich umgehen. Die Varianten beginnen im Bannwald südwestlich von Winkelhaid und treffen am Umspannwerk Ludersheim wieder aufeinander.

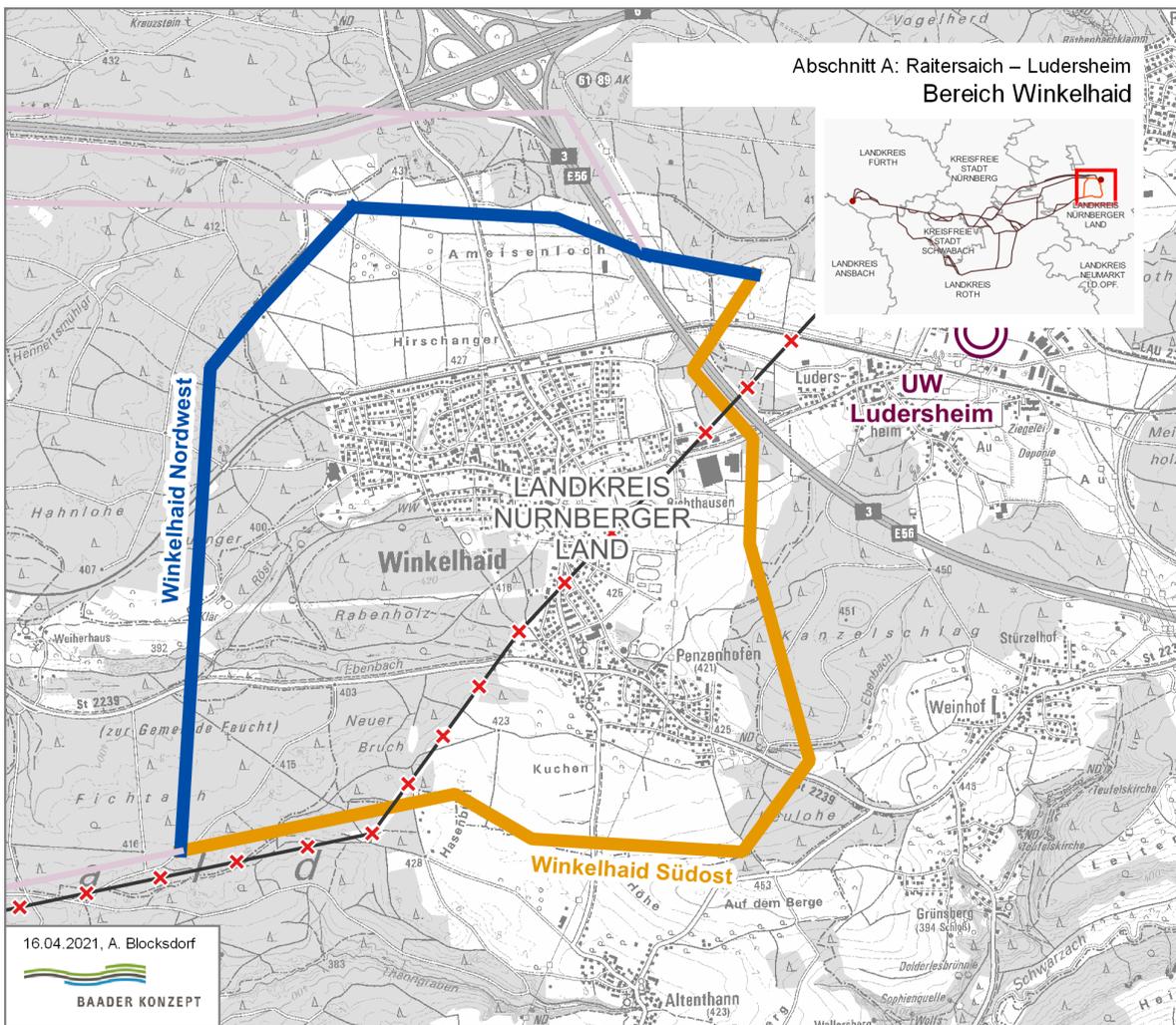


Abbildung 14: Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Winkelhaid

In Bezug auf raumordnerische und umweltfachliche Kriterien kann keine der beiden Varianten eindeutig als vorzugswürdig beurteilt werden. Da die Variante Winkelhaid Nordwest jedoch Vorteile hinsichtlich der technischen Belange aufweist (kürzerer und geradlinigerer Verlauf), stellt diese Variante den Vorzugsvariantenkorridor dar.

5.3.1.1.2 Örtliche Varianten bei Siedlungen, die nahe an die Bestandsleitung herangewachsen sind

Weitere örtliche Variantenkorridore betreffen Siedlungen, die nahe an die Bestandsstrasse herangewachsen sind. Dort erscheint zwar eine bestandsnahe Führung der neuen Leitung möglich, jedoch wäre diese Führung aufgrund der Nähe zu den Wohnsiedlungen potenziell konfliktreich in Bezug auf den Wohnumfeldschutz. Daher wurden dort Variantenkorridore entwickelt, die einen größeren Abstand zu den Siedlungen einhalten als im Falle einer bestandsnahen Variante.

Varianten Regelsbach

Südlich von Regelsbach hält die Bestandsleitung die Regelabstände gemäß LEP nicht ein, weshalb ein konfliktfreier Ersatzneubau unmittelbar südlich der Bestandstrasse nicht möglich ist. Der Abstand der Bestandstrasse zu den allgemeinen Wohngebieten von Regelsbach beträgt teilweise weniger als 20 m. Daher wurden zwei Varianten entwickelt, die den Abstand zur Wohnbebauung vergrößern bzw. diese teilweise umgehen.

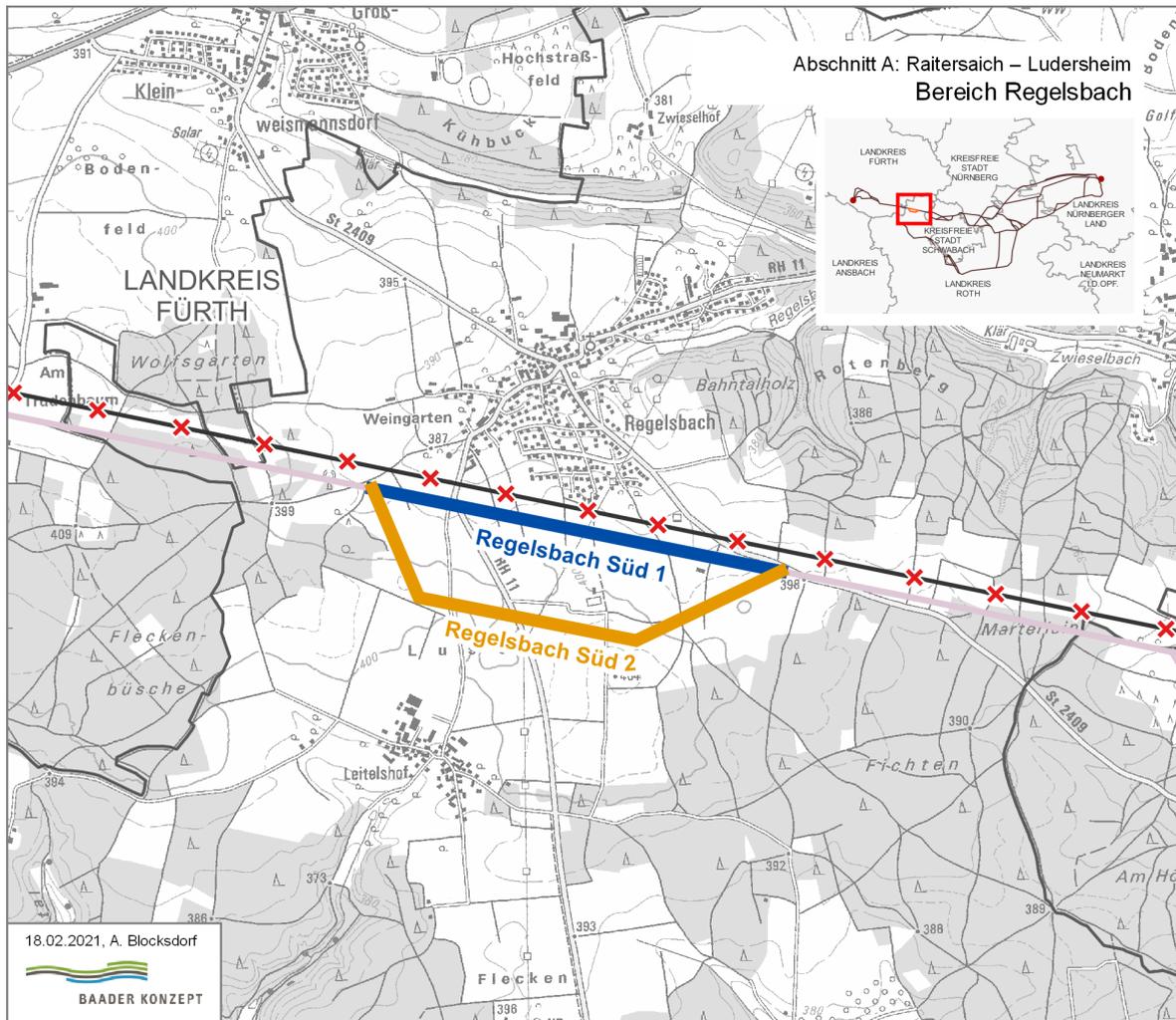


Abbildung 15: Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Regelsbach

Die Vorzugsvariante Regelsbach Süd 2 weist Vorteile in Bezug auf die raumordnerischen Kriterien auf, die die Nachteile in Bezug auf technische Belange überwiegen. Umweltfachliche Kriterien sind nicht variantendifferenzierend.

Varianten Schwarzenbruck

Die Bestandstrasse verläuft nördlich von Gsteinach und Schwarzenbruck und hält dort die Regelabstände gemäß LEP nicht ein, weshalb ein konfliktfreier Ersatzneubau unmittelbar nördlich der Be-

standstrasse nicht möglich ist. Der Abstand der Bestandstrasse zu den Siedlungsflächen von Gsteinach beträgt teilweise nur ca. 20 m. Daher wurden zwei Varianten entwickelt, die den Abstand zur Wohnbebauung vergrößern bzw. teilweise umgehen.

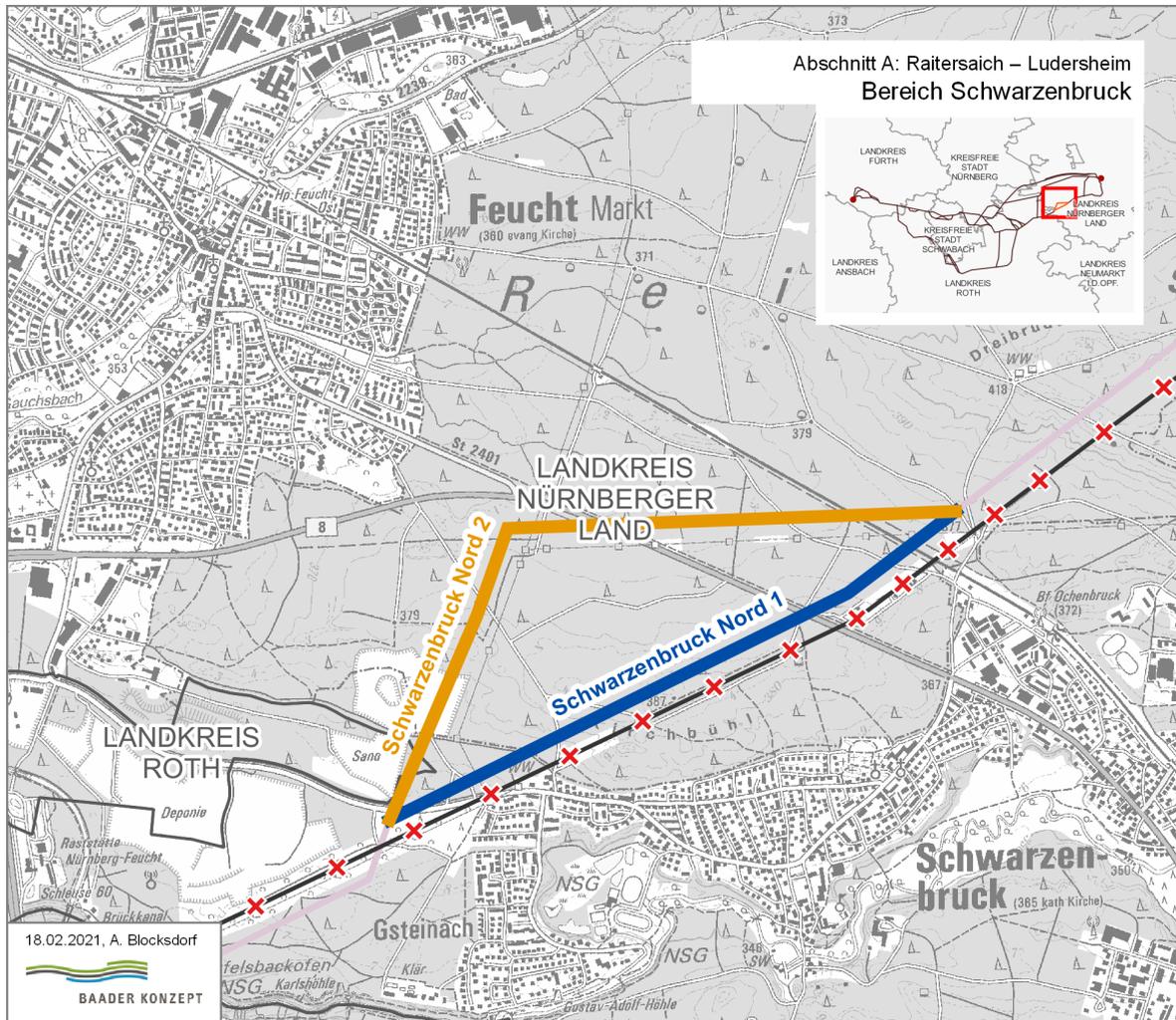


Abbildung 16: Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Schwarzenbruck

Die Vorzugsvariante Schwarzenbruck Nord 1 weist Vorteile in Bezug auf die Umweltverträglichkeit und auf technische Belange auf. Der Nachteil der Variante Nord 1 in Bezug auf die raumordnerischen Kriterien ist nicht durchschlagend. Insgesamt weist die Variante Nord 1 daher leichte Vorteile auf.

5.3.1.1.3 Varianten Autobahn

Für die großräumige Variante einer Nordumfahrung wurden nordöstlich von Feucht, entlang der BAB 6 zwei Varianten entwickelt, die einen möglichst konfliktfreien Ersatzneubau ermöglichen sollen. Die Varianten beginnen östlich des Autobahnkreuzes Nürnberg-Ost, verlaufen jeweils südlich bzw. nördlich der Autobahn und treffen westlich des Autobahnkreuzes Altdorf wieder aufeinander.

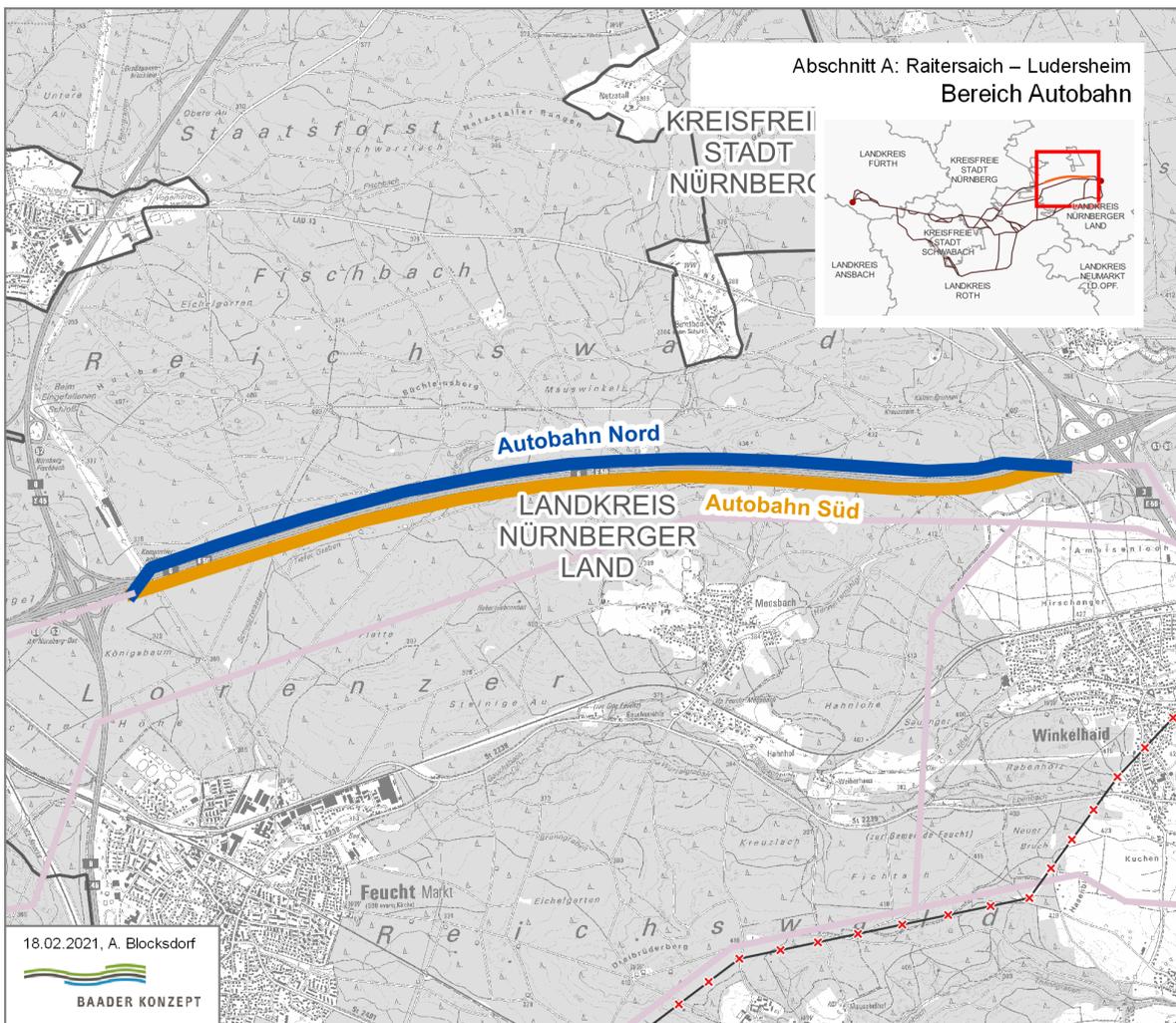


Abbildung 17: Räumliche Lage der ROV-Varianten an der Autobahn BAB A6

Keine der beiden Varianten kann im Verhältnis zur jeweils anderen Variante in Bezug auf raumordnerische oder umweltfachliche Kriterien als vorzugswürdig betrachtet werden. Daher sind in diesem Fall die technischen Belange ausschlaggebend. Die Variante Autobahn Süd ist aufgrund fehlender Autobahnquerungen insgesamt vorzugswürdig.

5.3.1.1.4 Örtliche Varianten entlang der großräumigen Südumgehung von Katzwang

Im Falle von Katzwang führt die örtliche Variante durch das Rednitztal, das aufgrund der vielen verschiedenen Schutzgebiete bzw. Schutzkategorien, unter anderem ein FFH-Gebiet, einen sehr hohen Raumwiderstand aufweist. Um Alternativen für diese örtliche Umgehung mit schwerwiegenden Konflikten zu entwickeln, wurde geprüft, ob Katzwang weiter nördlich oder südlich großräumiger umgangen werden kann. Im Norden ist dies aufgrund der dichten Bebauung entlang des Rednitztals nicht möglich. Im Süden sind erst südlich von Schwabach Lücken in den Siedlungsflächen vorhanden, die eine großräumige Umgehung des Konfliktpunkts Katzwang erlauben. Diese großräumige Variante zweigt nahe der Landkreisgrenze Fürth/Roth nach Süden von der Bestandstrasse ab, umgeht Schwabach südlich und trifft östlich von Wendelstein wieder auf die Bestandstrasse. Auch ent-

lang dieser, im Süden von Schwabach verlaufenden Variante sind erhebliche Konflikte mit Schutzgütern gegeben (z. B. Wasserschutzgebiete, Bannwald, Wohnumfeldschutz), so dass hier verschiedene örtliche Variantenkorridore geprüft werden, um die Konflikte zu minimieren.

Varianten Oberreichenbach

Für die großräumige Variante einer Südumfahrung wurden zwischen Oberreichenbach und Unterreichenbach bzw. weiter südöstlich zwischen Haag und Uigenau zwei Varianten entwickelt, die einen möglichst konfliktfreien Ersatzneubau gewährleisten sollen. Die Varianten beginnen nördlich von Oberreichenbach und treffen südöstlich der Anschlussstelle 55 (Schwabach West) wieder aufeinander.

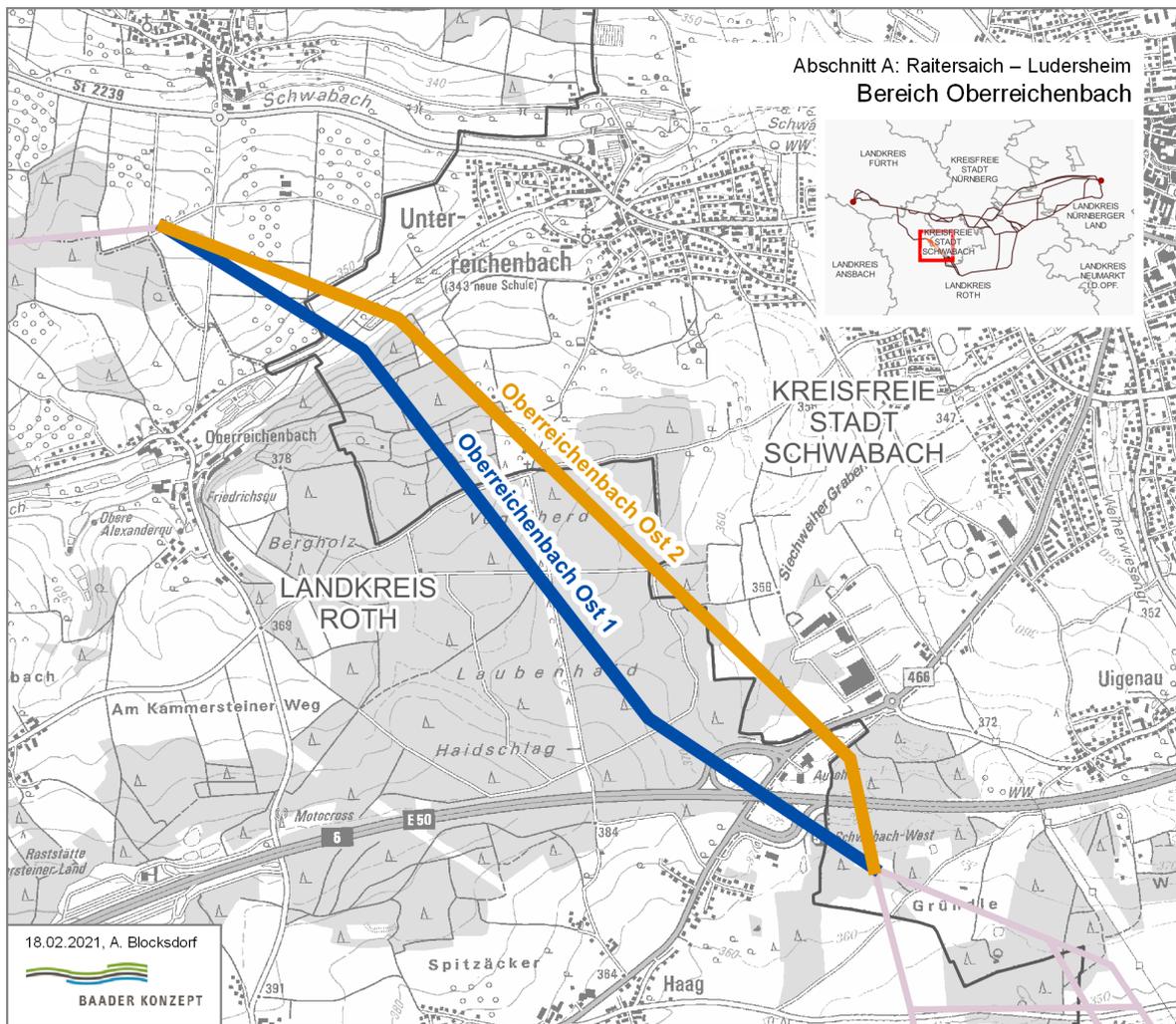


Abbildung 18: Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Oberreichenbach

Die Vorzugsvariante Oberreichenbach Ost 2 weist sowohl Vorteile in Bezug auf die raumordnerischen Kriterien als auch in Bezug auf die Umweltverträglichkeit sowie hinsichtlich der technischen Belange auf.

Varianten Ottersdorf

Für die großräumige Variante einer Südumfahrung wurden westlich von Ottersdorf acht Varianten entwickelt, die einen möglichst konfliktfreien Ersatzneubau ermöglichen sollen. Die Varianten beginnen südöstlich der Anschlussstelle 55 (Schwabach-West) und treffen südlich von Tennenlohe wieder aufeinander.

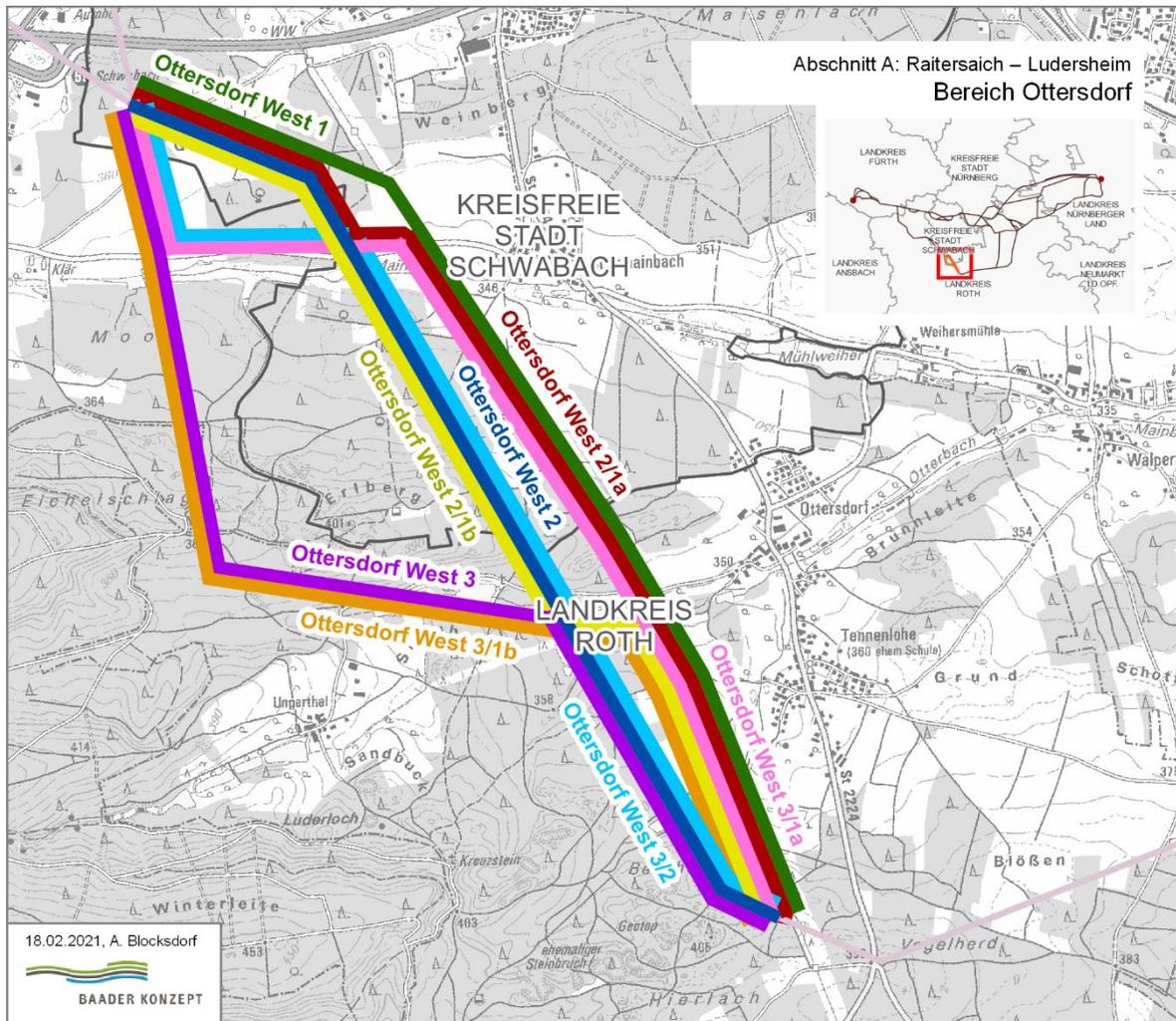


Abbildung 19: Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Ottersdorf

Die Vorzugsvariante Ottersdorf West 1 ist in Bezug auf die raumordnerischen Kriterien und die Umweltverträglichkeit zusammen mit zwei weiteren Varianten (West 2/1a, West 3/1a) gleich vorzugswürdig. Da die Variante Ottersdorf West 1 jedoch Vorteile hinsichtlich der technischen Belange (kürzerer und geradlinigerer Verlauf) aufweist, stellt diese den Vorzugsvariantenkorridor dar.

Varianten Schwanstetten

Für die großräumige Variante einer Südumfahrung wurden im Bereich Schwanstetten zwei Varianten entwickelt, die einen möglichst konfliktfreien Ersatzneubau ermöglichen sollen. Die Varianten beginnen südwestlich der Schleuse Leerstetten, verlaufen anschließend östlich bzw. westlich von Schwanstetten und treffen südlich von Raubersried wieder aufeinander.

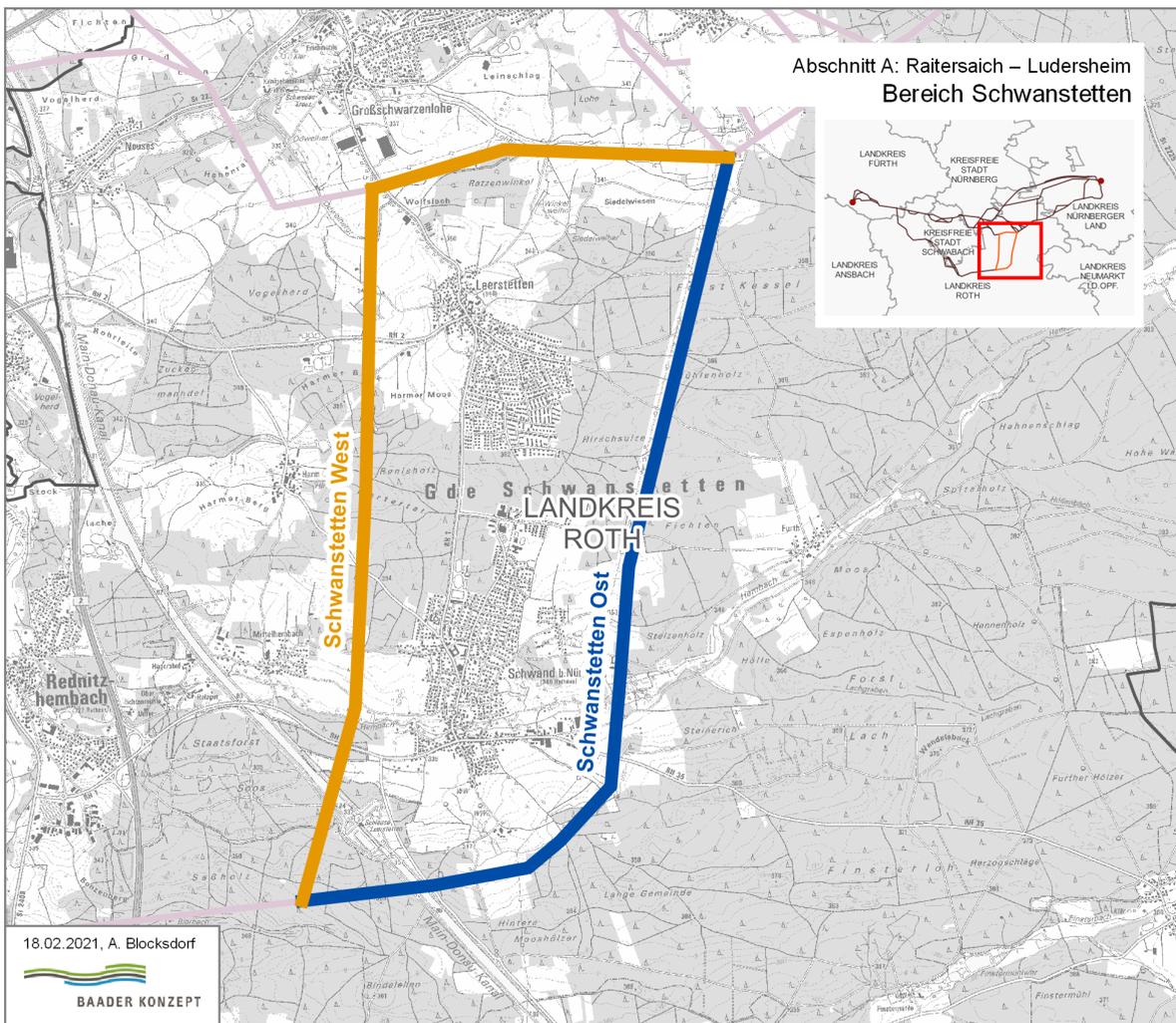


Abbildung 20: Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Schwanstetten

Die Vorzugsvariante Schwanstetten Ost weist Vorteile in Bezug auf die raumordnerischen Kriterien auf. Hinsichtlich der Umweltverträglichkeit ist sie nachrangig. Erhebliche Beeinträchtigungen sind jedoch unter Berücksichtigung von Vermeidungsmaßnahmen voraussichtlich vermeidbar. Außerdem erfolgen die Querungen hauptsächlich in einem Bereich, der durch eine bestehende 20 kV-Leitung vorbelastet ist, so dass die Variante Ost insgesamt leicht vorzugswürdig ist. Hinzu kommt, dass die Variante Ost auch aus technischer Sicht den Vorzugsvariantenkorridor darstellt.

5.3.1.2 Variantenvergleiche der Stufe 2

In der zweiten Stufe der Variantenvergleiche werden überörtliche Variantenkorridore betrachtet, die zum einen unterschiedliche Verläufe im Nürnberger Reichswald sowie die Umgehung von Katzwang, Großschwarzenlohe und Wendelstein betreffen.

Östlich von Wendelstein verläuft die Bestandstrasse im Nürnberger Reichswald, der als europäisches Vogelschutzgebiet ausgewiesen ist. Die bestandsnahen Variantenkorridore und die dort entwickelten örtlichen Varianten können potenziell erhebliche Beeinträchtigungen der Erhaltungsziele des Schutzgebiets verursachen. Deshalb wurden dort auch überörtliche Variantenkorridore entwi-

kelt, die einerseits die örtlichen Konflikte bei den Gemeinden Raubersried (Wendelstein), Schwarzenbruck und Winkelhaid vermeiden und andererseits im Hinblick auf Beeinträchtigungen des Vogelschutzgebiets als sinnvolle Alternativen.

Varianten Moorenbrunn

Die Bestandstrasse verläuft nördlich von Großschwarzenlohe, durch Wendelstein, südlich von Nereth, nördlich der Schleuse 58, nördlich von Gsteinach, Schwarzenbruck und Rummelsberg sowie durch Winkelhaid hindurch und hält dort die Regelabstände gemäß LEP nicht ein, sodass ein konfliktfreier Ersatzneubau in unmittelbarer Nähe zur Bestandstrasse nicht möglich ist. Es wurden daher drei Varianten entwickelt, die den Abstand zur Wohnbebauung möglichst vergrößern bzw. die betroffenen Bereiche, insbesondere Wendelstein, großräumig umgehen. Die drei Varianten beginnen südwestlich des AK Nürnberg - Süd und treffen südöstlich des AK Altdorf kurz vor dem Umspannwerk Ludersheim wieder aufeinander.

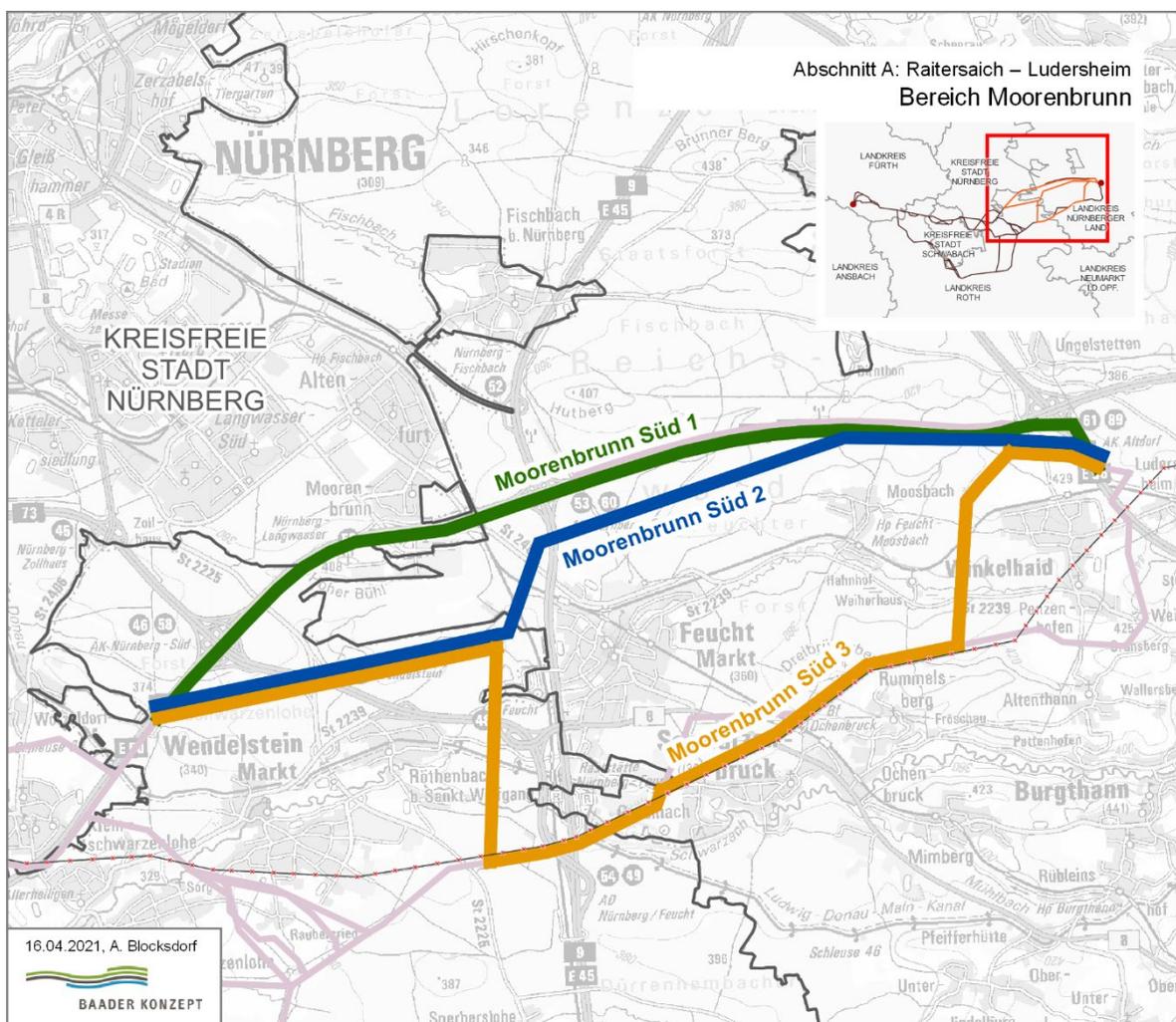


Abbildung 21: Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Moorenbrunn

Die Vorzugsvariante Moorenbrunn Süd 1 weist sowohl Vorteile in Bezug auf die raumordnerischen Kriterien als auch in Bezug auf die Umweltverträglichkeit auf. Diese überwiegen die leichten Nachteile in den technischen Belangen im Vergleich zur zweitrangigen Variante Moorenbrunn Süd 2.

Varianten Feucht

Die Bestandstrasse verläuft südlich von Nerreth, nördlich der Schleuse 58, nördlich von Gsteinach, Schwarzenbruck und Rummelsberg sowie durch Winkelhaid hindurch und hält dort die Regelabstände gemäß LEP nicht ein, sodass ein konfliktfreier Ersatzneubau in unmittelbarer Nähe zur Bestandstrasse nicht möglich ist. Zudem quert die Bestandstrasse das Vogelschutzgebiet „Reichswald“, sodass Konflikte mit den Erhaltungszielen im Falle eines Ersatzneubaus in diesem Gebiet nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden können. Es wurden daher zwei Varianten entwickelt, die den Abstand zur Wohnbebauung vergrößern bzw. teilweise umgehen und unterschiedliche Teile des Reichswalds beeinträchtigen.

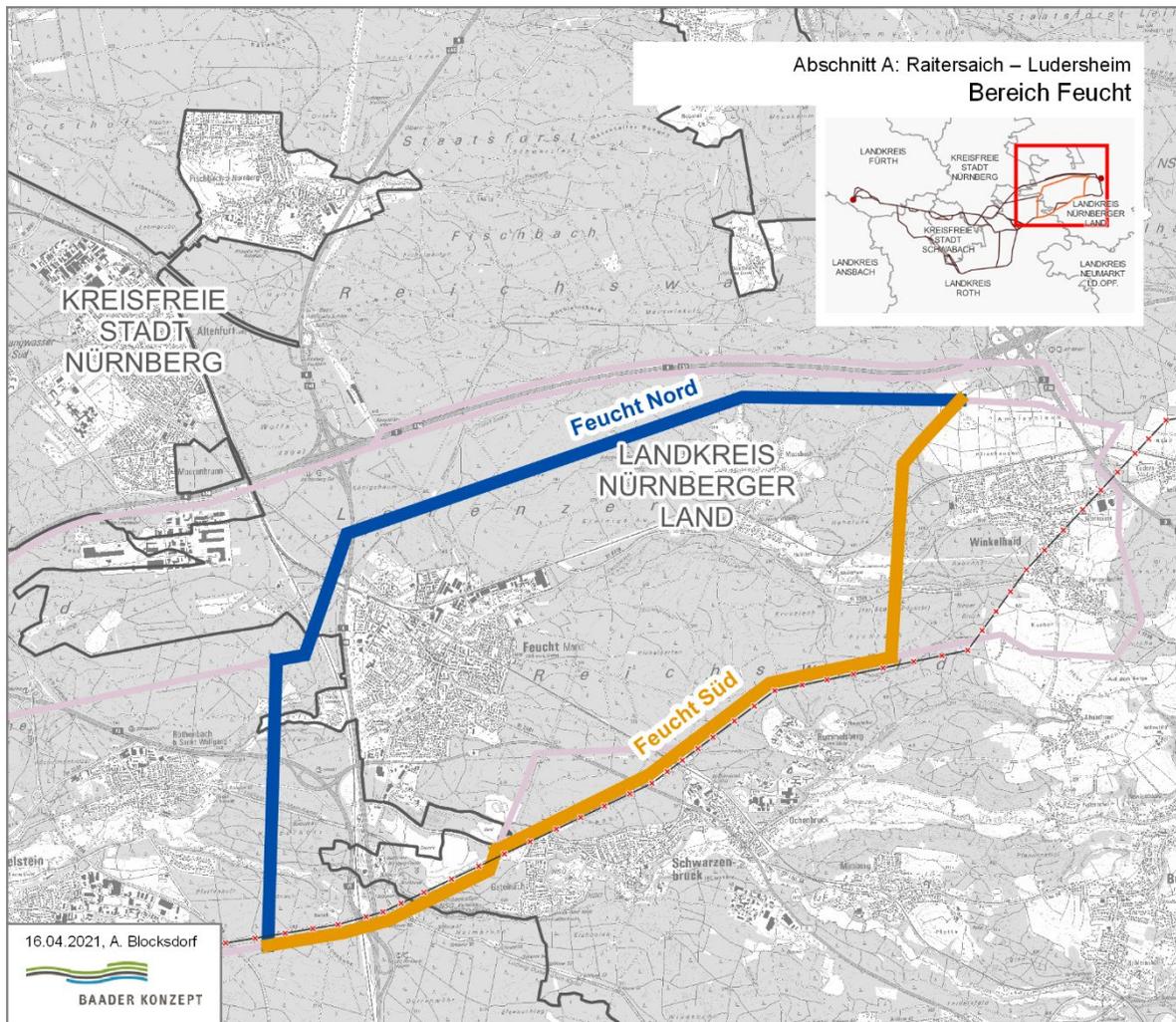


Abbildung 22: Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Feucht

Die Vorzugsvariante Feucht Süd weist sowohl Vorteile in Bezug auf die raumordnerischen Kriterien als auch in Bezug auf die Umweltverträglichkeit sowie hinsichtlich der technischen Belange auf.

Varianten Katzwang/ Großschwarzenlohe

Aufbauend auf den Ergebnissen der Variantenvergleiche der Stufe 1 wurden für den Bereich zwischen Katzwang und Raubersried drei Varianten entwickelt, die einen möglichst konfliktfreien Ersatzneubau der Bestandstrasse ermöglichen sollen. Im Variantenvergleich der Stufe 1 wurde für den Bereich Katzwang die Variante Katzwang Nord (Erdkabel) als vorzugswürdig ermittelt. Eine kleinräumige Südumgehung von Katzwang wurde im Variantenvergleich der Stufe 1 als nachrangig bewertet und wird deshalb im Folgenden nicht im Variantenvergleich berücksichtigt. Stattdessen wird die Variante Katzwang Süd/ Großschwarzenlohe Süd geprüft, die zunächst südlich von Katzwang verläuft, dann aber nicht wieder nach Norden Richtung Kornburg abzweigt, sondern weiter nach Südosten führt, die BAB 6 quert und zwischen Neuses und Großschwarzenlohe hindurchführt. Zwischen Großschwarzenlohe und Leerstetten verläuft die Variante Katzwang Süd/ Großschwarzenlohe Süd fortan parallel zu einer bestehenden 110 kV-Leitung bis zum Ende der Varianten südöstlich von Raubersried. Die Variante Katzwang Nord/ Großschwarzenlohe Süd zweigt südwestlich vor Kornburg nach Südosten ab, quert nordöstlich von Greuth die BAB 6 und trifft zwischen Neuses und Großschwarzenlohe auf die Variante Katzwang Süd/ Großschwarzenlohe Süd, mit der sie fortan in gleicher Variantenführung verläuft.

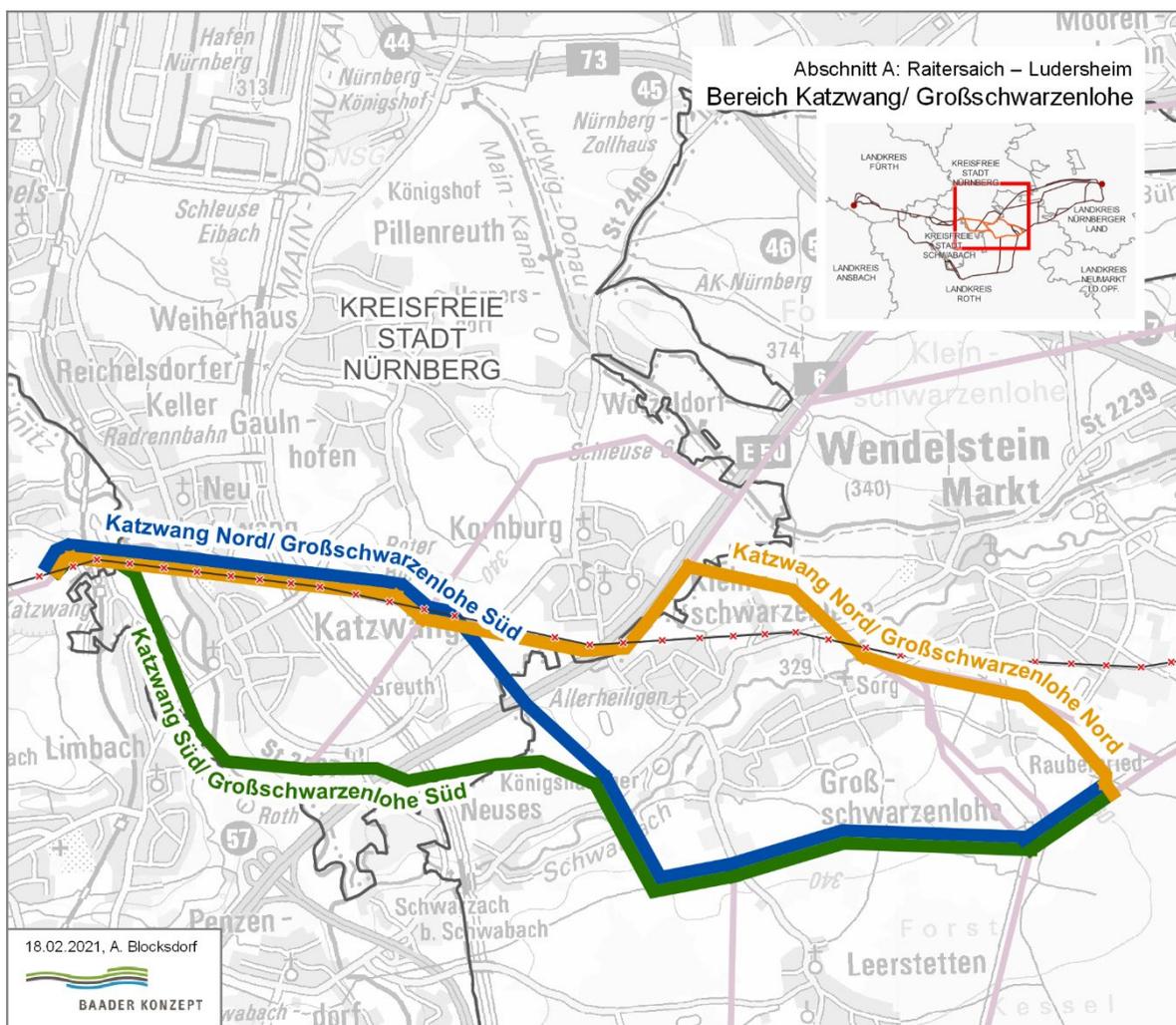


Abbildung 23: Räumliche Lage der ROV-Varianten bei Katzwang/ Großschwarzenlohe

Die Vorzugsvariante Katzwang Nord/ Großschwarzenlohe Süd weist sowohl Vorteile in Bezug auf die raumordnerischen Kriterien als auch in Bezug auf die Umweltverträglichkeit auf. Diese überwiegen die Nachteile im Vergleich zur Variante Katzwang Süd/ Großschwarzenlohe Süd in Bezug auf technische Belange.

5.3.1.3 Variantenvergleich der Stufe 3

In einem dritten Schritt werden drei großräumige Varianten miteinander verglichen, wobei für die Variantenentwicklung jeweils die günstigsten Varianten der Stufe 1 und 2 berücksichtigt werden. Die Varianten erstrecken sich von östlich der Landkreisgrenze Fürth/Roth bis zum neuen Umspannwerk Ludersheim. Zum einen unterscheiden sie sich im Westen darin, ob Schwabach im Süden oder im Norden umgangen wird. Zum anderen unterscheiden sie sich im Osten, ob die Variante relativ nahe der Bestandstrasse geführt wird oder ob sie weiter nördlich autobahnnah in Richtung Umspannwerk verläuft. Folgende Variantenkorridore werden verglichen:

- Variante Schwabach Nord/ Wendelstein Nord
- Variante Schwabach Süd/ Wendelstein Süd
- Variante Schwabach Nord/ Wendelstein Süd

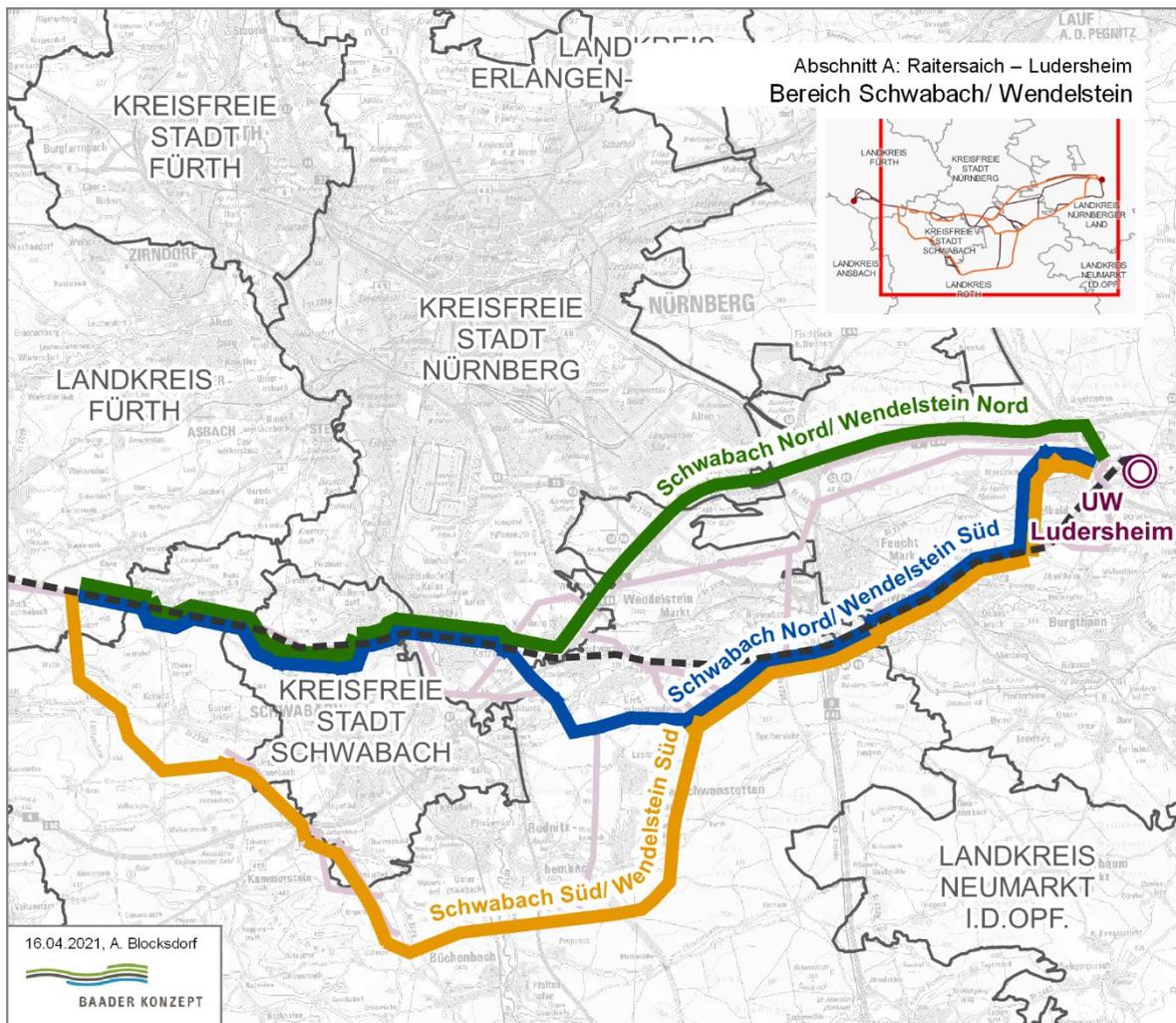


Abbildung 24: Räumliche Lage der ROV-Varianten der Stufe 3 (Schwabach/ Wendelstein)

Der unter Berücksichtigung aller Belange günstigste Variantenkorridor des Variantenvergleichs der Stufe 3 ist der Korridor Schwabach Nord/ Wendelstein Nord. Der Vorzugsvariantenkorridor weist sowohl Vorteile in Bezug auf die raumordnerischen Kriterien als auch in Bezug auf die Umweltverträglichkeit auf. Er kann insbesondere auf langer Strecke mit der bestehenden linearen Infrastruktur der BAB 6 gebündelt werden und weist aufgrund des Erdkabelabschnitts in Katzwang und der Variantenführung entlang der BAB 6 eine geringere Beeinträchtigung des Wohnumfelds von bestehender und geplanter Wohnnutzung auf.

5.3.1.4 Prüfung der Variantenvergleiche für das Planfeststellungsverfahren

Es wurde überprüft, ob die Variantenabwägungen der Raumordnung unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse durch den detaillierteren Planungsstand bzw. im Hinblick auf § 43 m EnWG weiter Bestand haben oder ob sich andere Varianten aufdrängen. Die Abwägung in Bezug auf Umweltbelange ist unter Berücksichtigung des § 43 m EnWG auf solche aus der unmittelbar vorgelagerten Strategischen Umweltprüfung (SUP) – hier der SUP zum Vorhaben Nr. 41 – zu reduzieren. Zwingende umweltrechtliche Vorgaben (mit Ausnahme derjenigen gem. § 44 Abs. 1 BNatSchG) bleiben unberührt.

Abwägungsrelevante Umweltbelange inkl. Artenschutzprüfung über die Erkenntnisse der SUP hinaus, dürfen gemäß § 43m Abs. 1 EnWG nicht in die Abwägung eingestellt werden und die Trassenverläufe nicht maßgeblich prägen.

Bei dem Variantenvergleich der Stufe 3 des Raumordnungsverfahrens wurde geprüft, ob sich das Abwägungsergebnis ändert, wenn § 43 m EnWG berücksichtigt wird. Auch unter Berücksichtigung des § 43 m EnWG bleibt die Variante Schwabach Nord/ Wendelstein Nord die vorzugswürdige Variante und die Variante Schwabach Süd/ Wendelstein Süd die am wenigsten geeignete Variante. Eine Südumgehung von Schwabach ist im Planfeststellungsverfahren keine sich aufdrängende Variante.

Anschließend wurde geprüft, ob sich für die großräumige Vorzugsvariante Schwabach Nord/Wendelstein Nord bei Anwendung der Maßgaben des §43m Abs. 1 EnWG andere kleinräumige Varianten aufdrängen.

Bei den Variantenvergleichen der Stufe 1 Clarsbach, Regelsbach, Katzwang und Autobahn ergeben sich auch unter Berücksichtigung des § 43 m EnWG keine Änderungen der Ergebnisse bei der Variantenabwägung, so dass die gewählte Linie weiterhin die Vorzugsvariante darstellt.

Beim Variantenvergleich der Stufe 1 Oberbaimbach/ Wolkersdorf gibt es eine leichte Veränderung. Die ursprünglich zweitbeste Variante Oberbaimbach Süd/ Wolkersdorf Nord ist nun gleich vorzugswürdig wie die bisherige Vorzugsvariante Oberbaimbach Süd/Wolkersdorf Süd 1. Eine eindeutige Vorzugsvariante ergibt sich aus dem Variantenvergleich nicht mehr. Es drängt sich aber damit auch keine alternative Variante auf, da die bisherige und gewählte Vorzugsvariante immer noch zu den vorzugswürdigen Varianten gehört. Zudem liegt für die gewählte Vorzugsvariante aus dem Raumordnungsverfahren Oberbaimbach Süd/Wolkersdorf Süd 1 im Gegensatz zur Variante Oberbaimbach Süd/ Wolkersdorf Nord eine landesplanerische Beurteilung vor, die besagt, dass sie den Erfordernissen der Raumordnung entspricht. Daher hat sich der Vorhabenträger entschieden, die Variante Oberbaimbach Süd/Wolkersdorf Süd 1 in optimierter Form weiterhin in der Planfeststellung zu berücksichtigen.

Eine Änderung der Einschätzung ergab sich beim Variantenvergleich Kornburg. Aufgrund von Maßgaben der landesplanerischen Beurteilung waren hier neben einer zusätzlichen Variante, bei der die Leitungssachse bereits früher an die BAB 6 herangeführt wird und der Wald nicht diagonal zerschnitten wird, auch vertieft Erdkabeloptionen zu prüfen. In der Gesamtbetrachtung stellt sich die Variante Kornburg Freileitung Nord als vorzugswürdig dar, was nicht der Bewertung im vorhergehenden Raumordnungsverfahren entspricht, wo die Variante Kornburg Freileitung Nord knapp nachrangig war. Die Variante Freileitung Nord ist beim Variantenvergleich Kornburg auch vorzugswürdig, wenn bei der Abwägung die Auswirkungen des § 43 m EnWG auf die zu berücksichtigenden Kriterien beachtet werden.

Bei dem Variantenvergleich der Stufe 2 Moorenbrunn ergeben sich keine Änderungen. Auch hier bleibt die Variante Moorenbrunn Süd 1 die vorzugswürdige Variante.

Da sowohl der großräumige Variantenvergleich der Stufe 3 als auch die zugrunde liegenden kleinräumigeren Variantenvergleiche, mit Ausnahme von Kornburg, auch unter Berücksichtigung von §43m EnWG die Variante Katzwang Nord/ Großschwarzenlohe Nord als vorzugswürdig erscheinen lassen, ist eine Änderung des Trassenverlaufs im Planfeststellungsverfahren mit Ausnahmen des Verlaufs bei Kornburg nicht angezeigt.

5.3.2 Ergebnis der landesplanerischen Beurteilung

Das vorgelegte Leitungsbauvorhaben umfasst den Ausbau der bestehenden 220 kV-Leitung Ludersheim Sittling (B52) zu einer 380 kV-Leitung in Form eines Ersatzneubaus. Vor dem Hintergrund der Vorbelastung des Raums durch die bestehende 220 kV-Leitung und den durch die notwendige Anbindung an die beiden Umspannwerke gegebenen Fixpunkten sowie der ausgeprägten Streubebauung in Mittelfranken, wurde unter Berücksichtigung der zum Raumordnungsverfahren durchgeführten Variantenuntersuchungen der jetzige Trassenverlauf festgelegt. Der im Raumordnungsverfahren geprüfte Trassenverlauf der 380 kV Leitung verläuft möglichst nahe zur vorhandenen Trasse.



Abbildung 25: Raumordnungskorridor / Genehmigungsplanung

Als Ergebnis des Raumordnungsverfahrens wurde 2022 beurteilt, dass das Vorhaben unter Beachtung der in der Landesplanerischen Beurteilung unter A. II genannten Maßgaben den Erfordernissen der Raumordnung entspricht.

Vor diesem Hintergrund orientiert sich die zur Planfeststellung beantragte Leitungsführung unter Prüfung der von der Raumordnungsbehörde geforderten Maßgaben (A II) an den als raumverträglich festgestellten Raumordnungskorridor. Kleinräumige Abweichungen von diesem Korridor und planerische Entscheidungen zur Trassengestaltung werden in Kapitel 5.3.3.1 aufgezeigt.

5.3.3 Maßgaben der landesplanerischen Beurteilung

Tabelle 4: Maßgaben und Hinweise der landesplanerischen Beurteilung

Nr.	Text aus der landesplanerischen Beurteilung	Berücksichtigung
H 1	Im nachfolgenden Planfeststellungsverfahren ist eine detaillierte Prüfung der Verträglichkeit des Vorhabens mit dem Schutzzweck und den Erhaltungszielen der FFH-Gebiete zu vollziehen. Sofern die Prüfung ergibt, dass das Vorhaben zu erheblichen Beeinträchtigungen führen kann, ist nach § 34 Abs. 3 Nr. 2 BNatSchG eine Alternativenprüfung zwingend durchzuführen. Der Prüfungsumfang ist mit den zuständigen Stellen abzuklären.	Der Hinweis wurde in die Planung aufgenommen. Eine detaillierte Prüfung der Verträglichkeit des Vorhabens mit dem Schutzzweck und den Erhaltungszielen der Natura 2000-Gebiete im Rahmen des Planfeststellungsunterlage wurde durchgeführt. Dabei wurde sichergestellt, dass das

		geplante Vorhaben mit den Anforderungen und Zielen des Naturschutzes vereinbar ist (siehe Unterlage 8.5).
H 2	Soweit in einem nachfolgenden Zulassungsverfahren eine naturschutzrechtliche Abweichungsentscheidung oder eine artenschutzrechtliche Ausnahme zu erteilen sind, richtet sich die Auswahl der dort zu überprüfenden Alternativen nach den einschlägigen fachgesetzlichen Bestimmungen. Ggf. sind dabei auch (Ausführungs-)Varianten einzubeziehen, die nicht Gegenstand dieser landesplanerischen Überprüfung waren.	Der Hinweis wurde in die Planung aufgenommen. Für das Vorhaben wird davon ausgegangen, dass § 43m EnWG einschlägig ist. Spezieller Artenschutz: Integration der Vorschläge zu Minderungsmaßnahmen nach § 43m EnWG aus Unterlage 8.6, um die Einhaltung der Vorschriften des § 44 Abs. 1 BNatSchG nach Möglichkeit zu fördern (siehe Unterlage 8.6)
H 3	Die erforderlichen Ausgleichsmaßnahmen sind im Rahmen der Erarbeitung des Landschaftspflegerischen Begleitplanes (LBP) in Abstimmung mit den zuständigen Fachbehörden (Natur-, Forst- und Landwirtschaftsverwaltung) zu bestimmen.	Hinweis wird berücksichtigt, siehe dazu Anlage 8.2 – Landschaftspflegerischer Begleitplan.
H 4	Vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen für den Artenschutz (CEF-Maßnahmen) sind so zu planen und umzusetzen, dass sie zum Zeitpunkt des Eingriffs bereits ihre Funktion erfüllen.	Vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen, sogenannte CEF-Maßnahmen sind nach der Umsetzung des § 43m EnWG nicht mehr vorgesehen. Belange des Artenschutzes werden in Anlage 8.6 – Ableitung von Minderungsmaßnahmen berücksichtigt.
H 5	Etwaige Bodenfunde unterliegen der gesetzlichen Meldepflicht nach Art. 8 des Denkmalschutzgesetzes. Vor Bodeneingriffen durch die Vorhabenträgerin wäre eine denkmalschutzrechtliche Erlaubnis nach Art. 7 Abs. 1 BayDSchG bei der unteren Denkmalschutzbehörde einzuholen.	Der Hinweis wurde in die Planung aufgenommen. Der Tunnel liegt im Bereich eines bekannten Bodendenkmals bzw. einer Vermutungsfläche für ein Bodendenkmal. Die Antrittstiefe des Tunnels sowie die gesamte Unterfahrung liegen so tief, dass das wesentlich höher liegende Bodendenkmal bzw. die Vermutungsfläche davon nicht beeinträchtigt werden. Ein denkmalschutzrechtliches Erlaubnisverfahren ist

		<p>somit nicht notwendig (vgl. Kapitel 8.2.9).</p>
H 6	<p>Im Rahmen des nachfolgenden Planfeststellungsverfahrens muss dargelegt werden, dass bei Bau, Rückbau und Betrieb der Hoch- bzw. Höchstspannungstrasse die relevanten Anforderungen der 26. BImSchV, der 26. BImSchVVwV, der TA Lärm, der AVV Baulärm und der 32. BImSchV (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung) sowie weitere einschlägige Normen u.a. zu Erschütterungen (Normenreihe DIN 4150) eingehalten werden. Hierzu sind zwingend Fachgutachten erforderlich. Hinsichtlich des Inhalts der Fachgutachten ist auf die LAI-Handlungsempfehlungen für EMF- und Schallgutachten zu Hoch- und Höchstspannungstrassen in Bundesfachplanungs-, Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren“ vom 27.01.2022 hinzuweisen.</p>	<p>Der Hinweis wurde in die Planung aufgenommen. Entsprechende Gutachten sind der Unterlage 09 zu entnehmen.</p>
H 7	<p>Zur Reduzierung des Flächenbedarfs und Ressourcenverbrauchs sowie im Sinne des immissionsschutzfachlichen Optimierungsgebots sollten in den Erdkabelabschnitten nach dem Stand der Technik verfügbare alternative Kabeltechnologien (mit isolierten, Strahlung reduzierenden Stromkabeln) geprüft werden.</p>	<p>Der Hinweis wurde in die Planung aufgenommen. Die zum Einsatz vorgesehene Kabeltechnologie gewährleistet das Optimierungsgebot, besitzt eine entsprechende Entwicklungs- und Marktreife, um das System sicher in Betrieb für die nächsten 40 - 50 Jahre zu halten. Die Erfahrungen zeigen, dass diese Kabeltechnologie die technische Sicherheit gewährleistet, u.a. durch die entsprechenden Nachweise. Weiterhin existieren bei der vorgesehenen Kabeltechnologie Normen und Regelwerke, die berücksichtigt werden.</p>
H 8	<p>Im Rahmen des nachfolgenden Planfeststellungsverfahrens sollte ein schlüssiges Bodenschutzkonzept erarbeitet und durch eine bodenkundliche Baubegleitung nach den anerkannten Regeln der Technik, insbesondere der DIN 19639 abgesichert werden.</p>	<p>Der Hinweis wurde in die Planung aufgenommen. Den Planfeststellungsunterlagen liegt eine Unterlage Bodenschutz (vgl. Materialband 01) bei, welche die grundsätzlichen Maßnahmen zum Bodenschutz beschreibt. Des weiteren enthalten die</p>

		<p>Maßnahmenblätter zum LBP (Unterlage 8.4.3) Maßnahmen zum Bodenschutz: Maßnahme V 2.1 “Bodenkundliche Baubegleitung”; Maßnahme V 2.2 “Allgemeine Maßnahmen zum Bodenschutz”. In diesen Maßnahmenblättern ist auch die Erstellung von Bodenschutzkonzepten im Rahmen der Ausführungsplanung sowie die Durchführung einer bodenkundlichen Baubegleitung beschrieben.</p>
H 11	<p>Im Umfeld des Trassenkorridors befinden sich Altlasten bzw. Altstandorte. Dies ist bei der Ausarbeitung der Unterlagen zur Planfeststellung zu berücksichtigen und entsprechend zu würdigen</p>	<p>Der Hinweis wurde in die Planung aufgenommen. Im Rahmen der Baugrunduntersuchungen wurden Bodenuntersuchungen durchgeführt. Hinweise auf Altlasten bzw. Altstandorte gibt es im Abschnitt AKatzwang nicht.</p>
H 12	<p>Beachtung möglicher wasserrechtlicher Tatbestände: Für Bohrungen - auch bereits zur Baugrunderkundung - sind Bohranzeigen erforderlich. Für den Aufschluss von Grundwasser oder für Bauwasserhaltung sind wasserrechtliche Verfahren erforderlich.</p>	<p>Der Hinweis wurde in die Planung aufgenommen. Bohranzeigen für die Baugrunderkundungen sind erfolgt. Ein Wasserrechtlicher Antrags liegt den Planfeststellungsunterlagen in Unterlage 10.1 bei.</p>
H 16	<p>Zur Vermeidung möglicher Beeinträchtigungen des für die Schifffahrt erforderlichen Zustands und um die Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs zu gewährleisten, ist für die Unterquerung des Main-Donau-Kanals eine strom- und schifffahrtspolizeiliche Genehmigung nach § 31 Bundeswasserstraßengesetz erforderlich.</p>	<p>Der Hinweis wurde in die Planung aufgenommen. Die Belange der Schifffahrt sind in Abstimmung mit dem Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Donau MDK in der Unterlage 11.2 beschrieben.</p>
M 3.1	<p>Die 380-kV-Leitung ist in ihrem gesamten Verlauf so zu planen, dass der Bestand, die Sicherheit und der Betrieb von anderen Energieversorgungsanlagen nicht beeinträchtigt werden. Im weiteren Planungsprozess sind Änderungen und Anpassungen von den durch den Ersatzneubau betroffenen Anlagen der Energieinfrastruktur mit den zuständigen Trägern rechtzeitig abzustimmen.</p>	<p>Die Maßgabe wurde berücksichtigt. Der Schutz aller zu querenden Energieversorgungsanlagen in offener und geschlossener Bauweise wird so gesichert, dass der Betrieb nicht unterbrochen werden muss.</p>

M 4.3	<p>Zum Schutz der Wohnumfeldqualität im Süden von Wolkersdorf (Stadt Schwabach) ist die Leitungsführung möglichst nah an die Sandgrube heranzurücken. Dabei ist die Möglichkeit einer südlichen Umfahrung des Katzwanger Hölzlein mit zu prüfen. Die Leitung würde damit zugleich zum Schutz der Fernwasserleitung Guggenmühle-Fürth von dieser abrücken (vgl. Maßgabe 7.6).</p>	<p>Die Maßgabe wurde berücksichtigt. Die aktuelle Trassenführung schont das Katzwanger Hölzlein und erfolgt außerhalb des Schutzstreifens der Fernwasserleitung.</p>
M 5.2	<p>Die Belange der Land- und Forstwirtschaft sind insbesondere durch eine möglichst geringe Flächenbeanspruchung – einschließlich temporärer Inanspruchnahmen während der Bauzeit und im Hinblick auf erforderliche Ersatz- und Ausgleichsmaßnahmen – zu wahren.</p>	<p>Die Maßgabe wurde berücksichtigt. Die Ausführung in grabenloser Bauweise minimiert Flächeninanspruchnahmen. Die Erdkabeltrasse bei Wolkersdorf verläuft zudem durch die vorhandene Waldschneise.</p>
M 5.7	<p>Im Erdkabelabschnitt bei Katzwang (Stadt Nürnberg) müssen mögliche Beeinträchtigungen in der Bewirtschaftung und kulturhistorischen Wertigkeit der Wässerwiesen zuverlässig ausgeschlossen sein. Dies gilt auch für erforderliche Zugänge zum Kabelschacht, etwaige Nebenanlagen und Zufahrtswege.</p>	<p>Die Maßgabe wurde berücksichtigt. Die Unterquerung der Wässerwiesen erfolgt in einer Tiefe von > 8 m unter Gelände, so dass eine Beeinträchtigung der Bewirtschaftung ausgeschlossen werden kann. Zudem sind keine Zugänge zum Kabeltunnel innerhalb des rd. 2,3 km langen Bauwerks vorgesehen. Der Zugang zum Bauwerk erfolgt über die Schachtbauwerke am Ende des Tunnels.</p> <p>Flächeninanspruchnahmen sind lediglich für die Überwachung des Vortriebs im Randbereich der Wässerwiesen erforderlich. Die sog. Extensometer werden im Vortriebszeitraum von max. 1,5 Jahren installiert und überwacht. Die resultierende Flächeninanspruchnahme ist dem Lage- und Rechtserwerbsplan (Unterlage 4.1) zu entnehmen.</p>
M 5.8	<p>Bei Erdverkabelung in offener Bauweise ist durch geeignete Maßnahmen zu gewährleisten, dass signifikante Störungen der vegetationsführenden Bodenschichten zuverlässig vermieden werden.</p>	<p>Die Maßgabe wurde berücksichtigt. Der Eingriff in die vegetationsführenden Schichten wird minimiert. Unterschiedliche Bodenhorizonte werden auf Mieten getrennt gelagert und nach Fertigstellung des Baus la-</p>

		getreu eingebaut. Weitere Maßnahmen zum Bodenschutz sind der Unterlage 8.4.3. „Maßnahmenblätter“ zu entnehmen
M 5.9	Zur Erhaltung der Erzeugungsbedingungen für Sonderkulturen ist im Zuge der Detailplanung eine Inanspruchnahme der bewässerten Landwirtschaftsflächen zwischen dem Main-Donau-Kanal und dem Ritterholz (Stadt Nürnberg) möglichst zu vermeiden.	Ein temporärer Eingriff in Flächen mit Sonderkulturen (Spargel) konnte nicht gänzlich vermieden werden, da die Erdkabeltrasse diese Fläche quert. Während des Baus sind daher Einschränkungen für die landwirtschaftliche Nutzung gegeben. Jedoch wurde durch eine Optimierung des Schachtstandorts der dauerhafte Flächenentzug durch das Betriebsgebäude in Bezug auf Sonderkulturen vermieden. Ein entsprechender Variantenvergleich findet sich in Unterlage MB03.2.
M 6.1	Eingriffe in naturschutzfachlich hochwertige Bereiche - neben Schutzgebieten etwa geschützte Biotop, Naturdenkmäler und Landschaftsbestandteile sowie Habitate geschützter Arten - sind im Rahmen der Feintrassierung zu vermeiden. Bei unvermeidbaren Eingriffen in Schutzgebiete und Lebensräume geschützter Arten ist nachzuweisen, dass die Möglichkeiten zur Vermeidung und Verminderung des Eingriffs erschöpft sind, die Funktionsfähigkeit von Biotopen und des Biotopverbunds gewahrt bleibt und der Erhaltungszustand geschützter Arten nicht gefährdet wird.	Die Maßgabe wurde berücksichtigt. Erfolgt im Rahmen der Umweltgutachten (siehe Unterlage 8).
M 6.2	Soweit die Trasse in Parallellage zu anderen linienhaften Infrastrukturen geführt werden kann und keine anderen erheblichen Belange entgegenstehen, ist auf eine möglichst enge räumliche Bündelung mit den bestehenden Infrastrukturen hinzuwirken.	Die Maßgabe wurde berücksichtigt. Die Trassenführung orientiert sich weitestgehend an der Freileitungstrasse. Zudem liegt der geplante Tunnel größtenteils in Parallellage zur Fernwasserleitung.
M 7.1	Baumaßnahmen sind Boden schonend auszuführen. Die durch Baumaßnahmen und Baustellenbetrieb beanspruchte Bodenoberfläche ist wieder fachgerecht herzustellen.	Die Maßgabe wurde in der Planung berücksichtigt. Der Eingriff in den Boden und die Wiederherstellung des Bodens sind in den Maßnahmenblättern (Unterlage 8.4.3) sowie der

		Unterlage Bodenschutz (siehe Materialband MB01) dargestellt.
M 7.4	In den Erdkabelabschnitten ist sicherzustellen, dass es zu keinen Veränderungen von Grundwasserströmen in ihrer mengenmäßigen Zusammensetzung und Fließrichtung kommt.	Die Maßgabe wurde in der Planung berücksichtigt. Alle wasserrechtlichen Tatbestände sind in Unterlage 10.1 „Wasserrechtlicher Antrag“ und Unterlage 10.2 „Fachbeitrag zur Wasserrahmenrichtlinie“ dargestellt. Zur Grundwassererwärmung und Grundwasserströmung liegt in Unterlage 10.3 eine Stellungnahme bei.
M 7.5	Im Erdkabelabschnitt von östlich Wolkersdorf (Stadt Schwabach) bis westlich Kornburg (Stadt Nürnberg) sind der Baugrund und die hydrologischen Verhältnisse gutachtlich zu untersuchen und auf ihre Eignung zu prüfen. Es ist eine Verlegeteart zu wählen, die Schäden durch die tiefbauliche Maßnahme oder Folgewirkungen zuverlässig ausschließt. Die Verlegetiefe ist in Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt Nürnberg so festzulegen, dass keine Schichten durchteuft werden, die mehrere Grundwasserstockwerke trennen.	Die Maßgabe wurde berücksichtigt. Der Baugrundbericht ist dem Materialband (MB 04) beigelegt. Abstimmungen bzgl. der Tiefenlage des Tunnelbauwerks mit dem Wasserwirtschaftsamt Nürnberg (WWA) haben stattgefunden.
M 7.6	Es sind Vorkehrungen zum Schutz von Wasserleitungen bzw. Hochbehältern zu treffen und Beweissicherungsmaßnahmen durchzuführen. Dies betrifft die geplante Freileitung, die Kabelübergangsanlage und das Erdkabel im Bereich von der Sandgrube Wolkersdorf bis zum Main-Donau-Kanal in Parallellage bzw. Nähe zur Fernwasserleitung Guggenmühle-Fürth sowie das geplante Erdkabel südlich von Ludersheim im Bereich der Hauptwasserversorgungsleitung Winkelhaid-Ludersheim-Röthenbach b. Altdorf und des Hochbehälters des Zweckverbandes zur Wasserversorgung der Gruppe Winkelhaid. Sollte der Schutz nicht ausreichend gewährleistet werden können, kann die vorübergehende Stilllegung und anschließende Wiederherstellung vereinbart werden.	Die Maßgabe wurde berücksichtigt. Gutachten eines ö.b.u.v. Sachverständigen zur Verträglichkeit der Baumaßnahme für die Fernwasserleitung liegt vor. Beweissicherungs- und Monitoringmaßnahmen sowie Sicherungsmaßnahmen und ein Notfallkonzept werden mit dem Betreiber abgestimmt. Weitere Infos in Kapitel 4.4. und 8.1.5.

M 8.1	Der Ersatzneubau der Juraleitung ist so zu planen, dass Bestands- und Betriebssicherheit anderer Infrastrukturen (z.B. Kommunikation, Ver- und Entsorgung, Schiene, Straße, Produktenleitungen) jederzeit gewährleistet sind. Die Detailplanung ist diesbezüglich mit den jeweiligen Rechtsträgern abzustimmen.	Die Maßgabe wurde berücksichtigt. Alle Kreuzungen werden im Kreuzungsverzeichnis (vgl. Unterlage 5.4) erfasst. Für die Querung der DB-Gleise mit dem Tunnelbauwerk wurde bereits ein Kreuzungsantrag eingereicht (vgl. Kapitel 8.1.5). Für die Kreuzung des Main-Donau-Kanals wird auf die gesonderte Unterlage 11.2 verwiesen.
M 8.4	Die Bahnlinie Nürnberg – Schwabach nahe des Haltepunktes Katzwang muss in einer Tiefe unterquert werden, die Gefahren für den Bahnbetrieb und ein Absacken oder Abrutschen der Gleise ausschließt.	Die Maßgabe wurde berücksichtigt. Der Kreuzungsvertrag für das Tunnelbauwerk wurde eingereicht (vgl. Kapitel 8.1.5). Detailfestlegungen erfolgen in Abstimmung mit der DB.
M 8.6	Der Main-Donau-Kanal muss deutlich unter dem Niveau der Kanalsole unterfahren werden. Ein tiefbauliches Risiko für die Dammkonstruktion muss ausgeschlossen sein.	Die Maßgabe wurde berücksichtigt. Abstimmungen mit dem WSA Donau MDK haben stattgefunden. Gegen die Tiefenlage bestehen bei Vorlage entsprechender Nachweise keine Einwände. Ausführliche Beschreibungen erfolgen in der gesonderten Unterlage 11.2.

5.3.4 Wahl der Trasse

Im Rahmen des Raumordnungsverfahrens wurde ein 100 m breiter Vorzugskorridor entwickelt. Grundlage für den Raumordnungskorridor war eine umfangreiche Variantenabwägung, welche den Unterlagen zum Raumordnungsverfahren nachrichtlich beigelegt wurde. Die Wahl der Trasse für die Planfeststellung erfolgte auf Grundlage des im Rahmen der landesplanerischen Beurteilung der Regierung von Mittelfranken als raumverträglich bewerteten Raumordnungskorridors. Zusätzlich wurden die Maßgaben und Hinweise der Regierung aus dem Raumordnungsverfahren gegeneinander abgewogen und, wie im Kapitel 5.3.2 beschrieben, berücksichtigt. Bereiche, in denen aus anderen Gründen maßgeblich vom Raumordnungskorridor abgewichen wurde, werden im Folgenden näher beschrieben.

5.3.4.1 Abweichungen zum Raumordnungsverfahren

Erdkabelabschnitt Wolkersdorf

Im Baufeld Wolkersdorf wurde die Trasse im Vergleich zum Raumordnungsverfahren nach Norden in die vorhandene Schneise verlegt, wodurch die Bestandsleitung bauzeitlich durch ein Provisorium ersetzt werden muss. Dies ermöglicht die Schonung des Waldbestands „Katzwanger Hölzlein“.



Abbildung 26: Abweichung Erdkabeltrasse vom Raumordnungskorridor

Tunneltrasse Bereich Wolkersdorf (Übergang Zielbaugrube / Schachtbauwerk Wolkersdorf)

In Tunnelvortriebsrichtung (von Ost nach West) verlässt die Tunneltrasse, nach Unterquerung der DB Strecke bis zur östlichen Grenze des Baufeld Wolkersdorf, den Raumordnungskorridor Richtung Süden. Die Trassenanpassung ist der Verortung der Zielbaugrube und der nachfolgenden Erdkabelstreckentrassierung geschuldet (s. Unterlage MB03.1 bzw. Kapitel 5.3.4.2.1). Bedingt durch die Tiefenlage ist keine Nutzungseinschränkung an GOK zu erwarten.



Abbildung 27: Abweichung Tunneltrasse vom Raumordnungskorridor

Betriebsfläche Katzwang

Die Betriebsfläche Katzwang weicht geringfügig von dem Raumordnungskorridor ab. Dies ist u.a. dem gewählten Schachtstandort geschuldet. Die detaillierten Erläuterungen und Abwägungen dazu können der Unterlage MB03.2 bzw. dem Kapitel 5.3.4.2.2 entnommen werden..



Abbildung 28: Abweichung Betriebsfläche Katzwang vom Raumordnungskorridor

Erdkabelabschnitt Katzwang

Zur Schonung des Waldbestands weicht der Trassenverlauf im Baufeld Katzwang von der Raumordnung nach Süden ab.



Abbildung 29: Abweichung Erdkabeltrasse vom Raumordnungskorridor

5.3.4.2 Variantenprüfungen

Die vorgelagerten Variantenprüfungen sind im MB03 dokumentiert. Die Ergebnisse der Variantenbetrachtungen werden in dem nachfolgenden Abschnitt kurz zusammengefasst.

5.3.4.2.1 Variantenprüfung Bereich Zielschacht Wolkersdorf

Für den Standort des Schachtbauwerkes sowie des Betriebsgebäudes Wolkersdorf wurden zwei Varianten einer detaillierten Untersuchung unterzogen.

Die eingestellten Varianten waren die Variante Wolkersdorf a1 nördlich der Fernwasserleitung, deren Planung aus der Machbarkeitsuntersuchung im Rahmen des Raumordnungsverfahrens beruht, sowie die in der weiteren Planung zur Planfeststellungsunterlage entwickelte Variante Wolkersdorf a2 südlich der Fernwasserleitung.

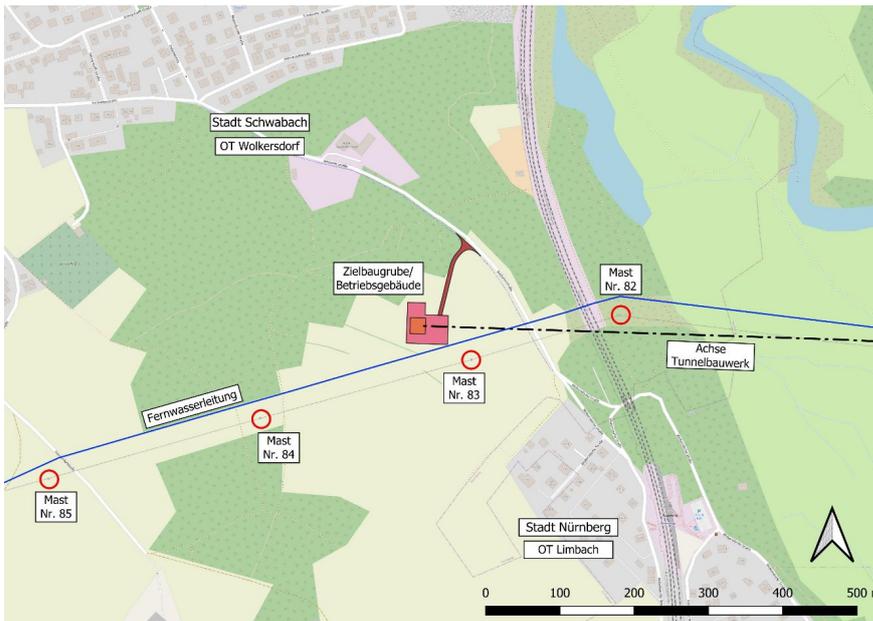


Abbildung 30: Schachtvariante a1 (nördlich der Fernwasserleitung)



Abbildung 31: Schachtvariante a2 (südlich der Fernwasserleitung)

Dabei wurde die Variante a2 unter der Prämisse entwickelt, die westliche Unterquerung der Fernwasserleitung zu vermeiden. Bei der Bestimmung des Zielschachtes wurden zudem Aspekte der günstigsten Baustellenzugänglichkeit sowie der geringsten Beeinträchtigung der Anwohner berücksichtigt. Die anschließende Variantenabwägung der Schachtstandorte erfolgte systematisch anhand technischer, raumordnerischer und umweltfachlicher Kriterien sowie unter Berücksichtigung von Natura 2000-Aspekten.

Aus technischer Sicht stellt sich die Variante a2 südlich der Fernwasserleitung als vorzuzugswürdig heraus, da sie eine Unterquerung der Fernwasserleitung vermeidet, die mit hohem technischem Aufwand und Baurisiken verbunden wäre.

Hinzu kommen noch vorteilig bei Variante a2, dass der Tunnel die DB-Strecke nahezu rechtwinklig unterquert sowie die Querung der Freileitung vermeidet. Aus raumordnerischer Sicht ist der südliche Schachtstandort a2 ebenfalls günstiger, da bei dieser Variante die Eingriffe in den Wald vermieden werden können. Dies ist beim nördlichen Schachtstandort nicht möglich.

Auch aus Umweltsicht ist der südliche Standort a2 ebenfalls günstiger. Es finden, im Gegensatz zur nördlichen Variante, weder Eingriffe in geschützte Landschaftsbestandteile nach § 29 BNatSchG noch in geschützte Landschaftsbestandteile nach Art. 16 BayNatSchG statt. Beide Eingriffe stehen im Widerspruch zu zwingend einzuhaltendem Recht.

In Bezug auf das Kriterium Natura 2000 sind beide Standorte gleichwertig.

Nachdem sich die Variante a2 südlich der Fernwasserleitung in den Kriterien Raumordnung, Umweltverträglichkeit und Natura 2000 sowie den technischen Belangen als vorzugswürdig herausgestellt hat wurde sie als Vorzugsvariante weiterverfolgt und floss in den beantragten Trassenverlauf ein.

In einer darauffolgenden Variantenprüfung im benachbarten Genehmigungsabschnitt A-West wurde die optimale Position der Kabelübergangsanlage im Stadtteil Wolkersdorf ermittelt. Hierbei wurde der westliche Standort für die Kabelübergangsanlage als vorzugswürdig ermittelt.

Eine Detaillierte Ausarbeitung dieser Zusammenfassung kann dem Materialband MB03.1 entnommen werden.

5.3.4.2.2 Variantenprüfung Bereich Startschacht Katzwang

Für den Standort des Schachtbauwerkes sowie des zukünftigen Betriebsgebäudes Katzwang wurden ebenfalls zwei mögliche Varianten gegenübergestellt.

Die Variante Katzwang a1 östlich des Bestandsmastes Nr. 75, bei der das Schachtbauwerk unterhalb der bestehenden 220-kV-Freileitung verortet ist, beruht aus der Planung aus der Machbarkeitsuntersuchung im Rahmen des Raumordnungsverfahrens. In der weiteren Planung wurde die Variante Katzwang a2 nördlich des Bestandsmastes Nr. 75 entwickelt, um die temporäre und dauerhafte Flächeninanspruchnahme durch Zuwegungen zur Bau- bzw. Betriebsfläche zu reduzieren und den Konflikt der Bauarbeiten mit der Freileitung zu vermeiden.



Abbildung 32: Schachtvariante a1 (östlich des Bestandsmastes Nr. 75)



Abbildung 33: Schachtvariante a2 (nördlich des Bestandsmastes Nr. 75)

Die Varianten Katzwang a1 und a2 wurden in den Kriterien Raumordnung, Umweltverträglichkeit, Natura 2000 und Technische Belange/Kosten gegenübergestellt.

Aus technischer Sicht stellte sich Variante a2 als vorteilhaft heraus, da bei dieser Variante der Konflikt der Bauarbeiten unterhalb der bestehenden Freileitung sowie das dadurch erforderliche Bau-einsatzkabel-Provisorium umgangen werden kann. Zudem konnte im Zuge der Planung der alternativen Variante a2 die Notwendigkeit einer langen Zufahrt vermieden werden. Ein weiterer Vorteil aus technischer Sicht ist, dass sich das Tunnelbauwerk bei Variante a2 verkürzt. Die Verkürzung des Tunnelbauwerkes spiegelt sich auch in den Kosten wieder, die bei Variante a2 mit etwa 1,8 Mio. € deutlich unter den Realisierungskosten von Variante a1 mit etwa 4,4 Mio. € liegen.

Bei Betrachtung der raumordnerischen und umweltfachlichen Belange zeigte Variante a1 geringe Vorteile aus raumordnerischer Sicht, da bei dieser Variante die Eingriffe in Landwirtschaftliche Flächen mit günstigen Erzeugungsbedingungen etwas geringer sind.

Aus Umweltsicht sowie in Bezug auf das Kriterium Natura 2000 sind beide Standorte gleichwertig.

Die deutlichen Vorteile des nördlichen Standorts a2 in Bezug auf die technischen Belange überwiegen die Nachteile bei den raumordnerischen Belangen deutlich. Daher ist die Variante a2 insgesamt vorzugswürdig.

Die Variante Katzwang a2 wurde daher als Vorzugsvariante weiterverfolgt und floss in den beantragten Trassenverlauf ein.

Eine detaillierte Ausarbeitung dieser Zusammenfassung kann dem Materialband MB03.2 entnommen werden.

6 Technische Vorhabenbeschreibung

Nach erfolgter Darstellung des Vorhabens und der Herleitung der Antragstrasse erfolgt im vorliegenden Kapitel die genaue Beschreibung des Trassenverlaufs, der technischen Aspekte des Vorhabens sowie seiner einzelnen Bestandteile.

6.1 Trassenverlauf

Der Abschnitt A-Katzwang hat eine Länge von ca. 3.325 m zwischen der KÜA Wolkersdorf im Westen und der KÜA Katzwang Ost im Osten, vgl. Abbildung 34. Die Juraleitung quert in diesem Abschnitt gleichzeitig das Rednitztal, den Main-Donau-Kanal sowie die S-Bahn – DB-Strecke 5320 / 5971.

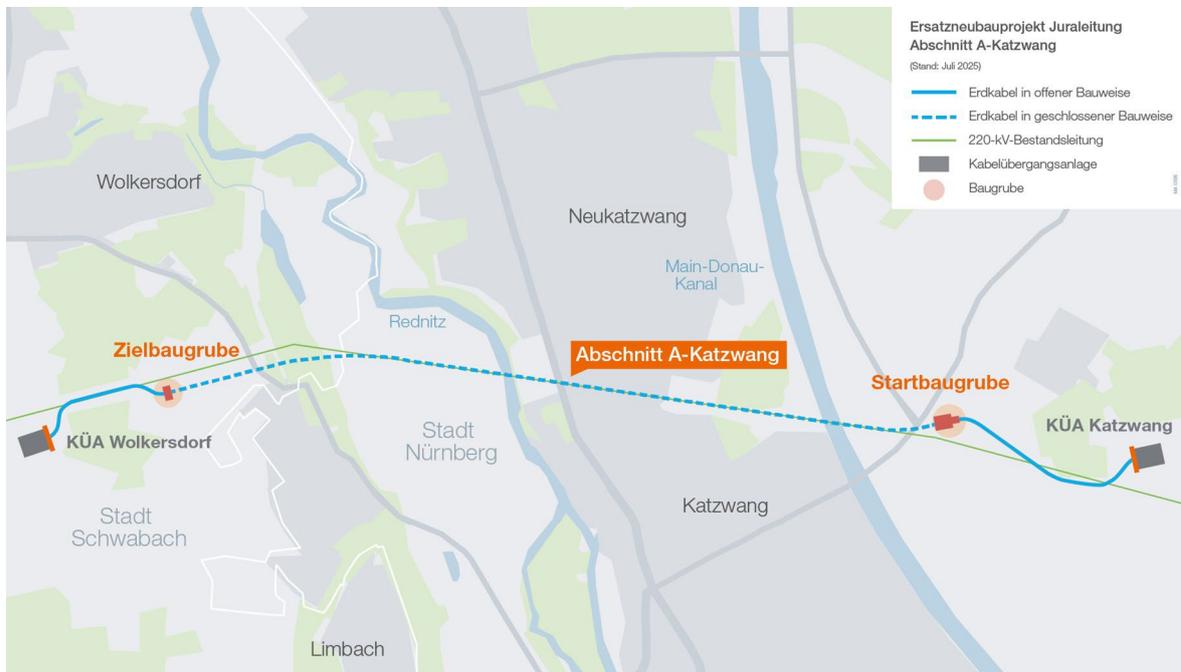


Abbildung 34: Darstellung schematischer Verlauf Abschnitt A-Katzwang

Die Gesamtlänge teilt sich von West nach Ost auf in

- Ca. 425 m Erdkabelabschnitt Wolkersdorf, offene Bauweise
- Ca. 2.280 m Tunnelabschnitt, geschlossene Bauweise (inkl. Schachtbauwerk)
- Ca. 620 m Erdkabelabschnitt Katzwang, offene Bauweise

Der Trassenverlauf kann detailliert in Unterlage 2.1 – Übersichtsplan sowie in der Unterlage 4.1 Lage-Rechtserwerbspläne eingesehen werden.

Betroffene Gebietskörperschaften

Tabelle 5: vom Vorhaben berührte Gebietskörperschaften

Trassenabschnitt	Bauabschnitt	Länge (m)	Gemeinde	Landkreis
KÜA-WOLK - Zielbauwerk Tunnel (WOLK)	Graben	425	Stadt Schwabach	Kreisfreie Stadt Schwabach
Zielbauwerk Tunnel (WOLK) – Station 0+685	Tunnel	260	Stadt Schwabach	Kreisfreie Stadt Schwabach
Tunnel Station 0+685 – Station 0+742	Tunnel	57	Stadt Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg
Tunnel Station 0+742 – Station 0+990	Tunnel	248	Stadt Schwabach	Kreisfreie Stadt Schwabach
Station 0+990 – Startbauwerk Tunnel (KATZ)	Tunnel	1.715	Stadt Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg
Startbauwerk Tunnel (KATZ) – KÜA-KATZ	Graben	620	Stadt Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg

6.2 Technische Beschreibung

6.2.1 Einführung

Im vorliegenden Kapitel wird der technische Aufbau der 380-kV-Leitung sowie die einzelnen Bestandteile des beantragten Vorhabens erläutert.

In einzelnen Unterkapiteln erfolgt eine Darstellung der maßgeblichen Teilgewerke in chronologischer Reihenfolge anlehnend an die Bauabfolge.

Ausgewählte Sonderthemen, wie z.B. Wasserhaltung und Baulogistik, werden abschließend beschrieben.

6.2.2 Baufelder

6.2.2.1 Baufeld Katzwang

Im Bereich der Startbaugrube erfolgt der größte Teil der Bauarbeiten. Die allgemeine Baustelleneinrichtung, die Lagerflächen für Boden- und Oberbodenabtrag und die zusätzliche Baustelleneinrichtung für den Tunnelbau mit allen dazugehörigen Lager- sowie Zwischenlager- und Bereitstellungsflächen, Arbeitsflächen, Aufstellflächen, Werkstätten, Baucontainer und sonstigen Hilfsanlagen für alle notwendigen Gewerke werden hier eingerichtet.

Dabei ist vorgesehen, rund 33.500 m² zu nutzen.

Zur Herrichtung der Baustelleneinrichtungsfläche ist es erforderlich zu Beginn der Arbeiten den Oberboden vollständig abzutragen. Der Oberboden wird seitlich gelagert und dient als Lärmschutz für die benachbarte Siedlung.

Nach erfolgtem Oberbodenabtrag ist der darunter anstehende Boden höhengerecht ggf. durch Auf- und Abtrag zu profilieren und als Unterlage für die einzubauende Frostschuttschicht herzurichten.

Die Befestigung der Fahrwege und ein Großteil des Baufeldes Katzwang erfolgt zur Reduzierung von Staubbildung in Asphaltbauweise. Nebenflächen werden aus Schotter hergestellt. Der Gesamtaufbau wird dem Anspruch des Schwerlastverkehrs gerecht.

Zur dauerhaften Trennung des anstehenden Bodens von der Frostschuttschicht ist ein wasser-durchlässiges Geotextil vorgesehen, so dass ein vermischungsfreier Rückbau möglich ist.

Das Schottermaterial entspricht den bautechnischen und umwelttechnischen Anforderungen. Bei einem Einsatz von mineralischen Ersatzbaustoffen ist die Ersatzbaustoffverordnung zu berücksichtigen.

Zur Ableitung des Oberflächenwassers, werden die Flächen mit einem Quergefälle von ca. 2,5 % hergestellt. Die Randbereiche und die Einfahrten zu den Flächen sollen erhöht ausgeführt werden, damit anfallendes Tagwasser nicht von der Fläche in umliegende Bereiche abläuft. Es werden an den Tiefpunkten entsprechende Abläufe und Freispiegelableitungen vorgesehen.

Die unterschiedlichen Flächenbefestigungen sind schematisch dem Anhang MB06.2 zu entnehmen. Die Darstellung des Baufeldes ist jedoch nur beispielhaft, da die konkrete Ausführungsplanung der Baufirma abweichen kann.

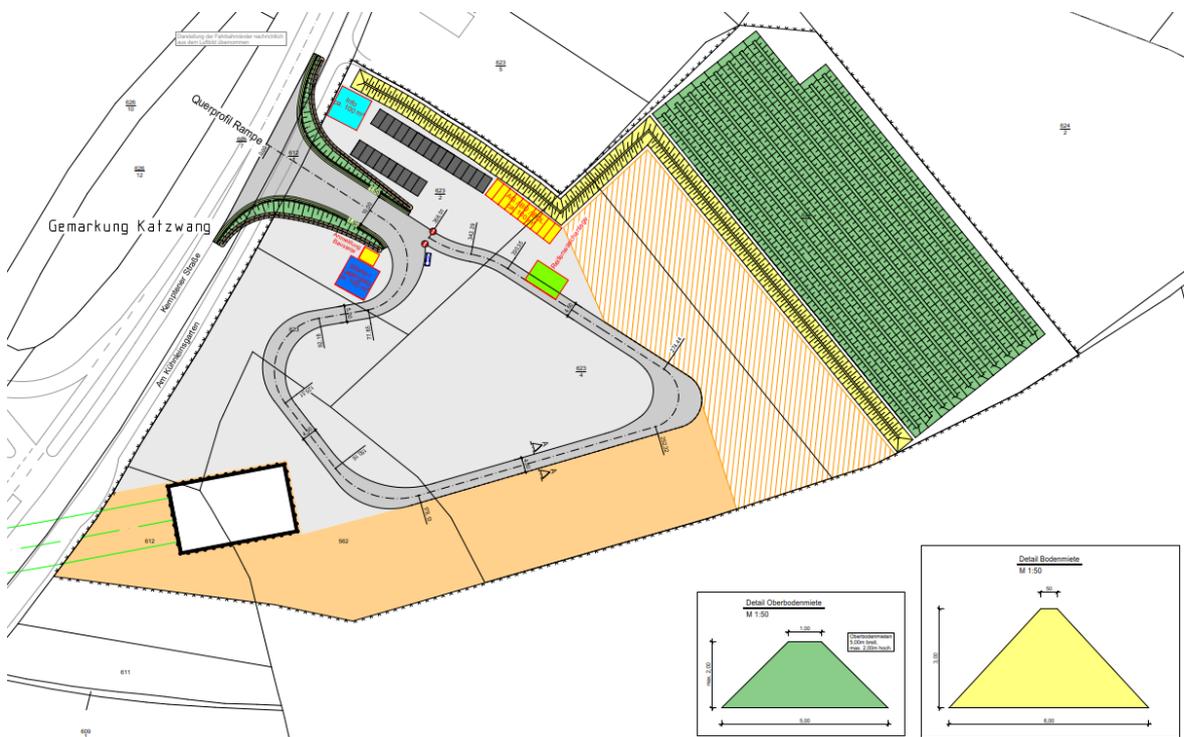


Abbildung 35: Baufeld Katzwang (schematische Darstellung)

6.2.2.2 Baufeld Wolkersdorf

Im Bereich der Zielbaugrube erfolgt die allgemeine Baustelleneinrichtung zur Herstellung der Zielbaugrube, der Bergung der Vortriebsmaschine sowie den anschließenden Stahlbetonbauarbeiten zum Ausbau des Schachts.

Ebenfalls dient die Fläche für die Zwischenlagerung von Bodenmaterial, Baumaterialien, Geräten etc. Darüber hinaus werden dort erforderliche Lager- und Zwischenlagerflächen, Arbeitsflächen, Werkstätten und sonstige Hilfsanlagen eingerichtet.

Insgesamt werden ca. 15.750 m² für Zwecke der Baustelleneinrichtung genutzt.

Zur Herrichtung des Baufeldes und deren Zufahrt ist es erforderlich zu Beginn der Arbeiten den Oberboden vollständig abzutragen.

Nach erfolgtem Oberbodenabtrag ist der darunter anstehende Boden höhengerecht ggf. durch Auf- und Abtrag zu profilieren und als Unterlage für die einzubauende Schottertragschicht zu herzurichten

Die Baustelleneinrichtungsfläche Wolkersdorf wird aus Schotter hergestellt.

Zur dauerhaften Trennung des anstehenden Bodens von der Schottertragschicht ist ein wasserdurchlässiges Geotextil vorgesehen, so dass ein vermischungsfreier Rückbau möglich ist.

Das Schottermaterial hat den bautechnischen und umwelttechnischen Anforderungen zu entsprechen. Bei einem Einsatz von mineralischen Ersatzbaustoffen ist die Ersatzbaustoffverordnung zu berücksichtigen.

Die Randbereiche sollen erhöht ausgeführt werden, damit anfallendes Tagwasser nicht von der Fläche in umliegende Bereiche abläuft.

Die unterschiedlichen Flächenbefestigungen sind schematisch dem Anhang MB06.1 zu entnehmen. Die Darstellung des Baufeldes ist jedoch nur beispielhaft, da die konkrete Ausführungsplanung der Baufirma abweichen kann.

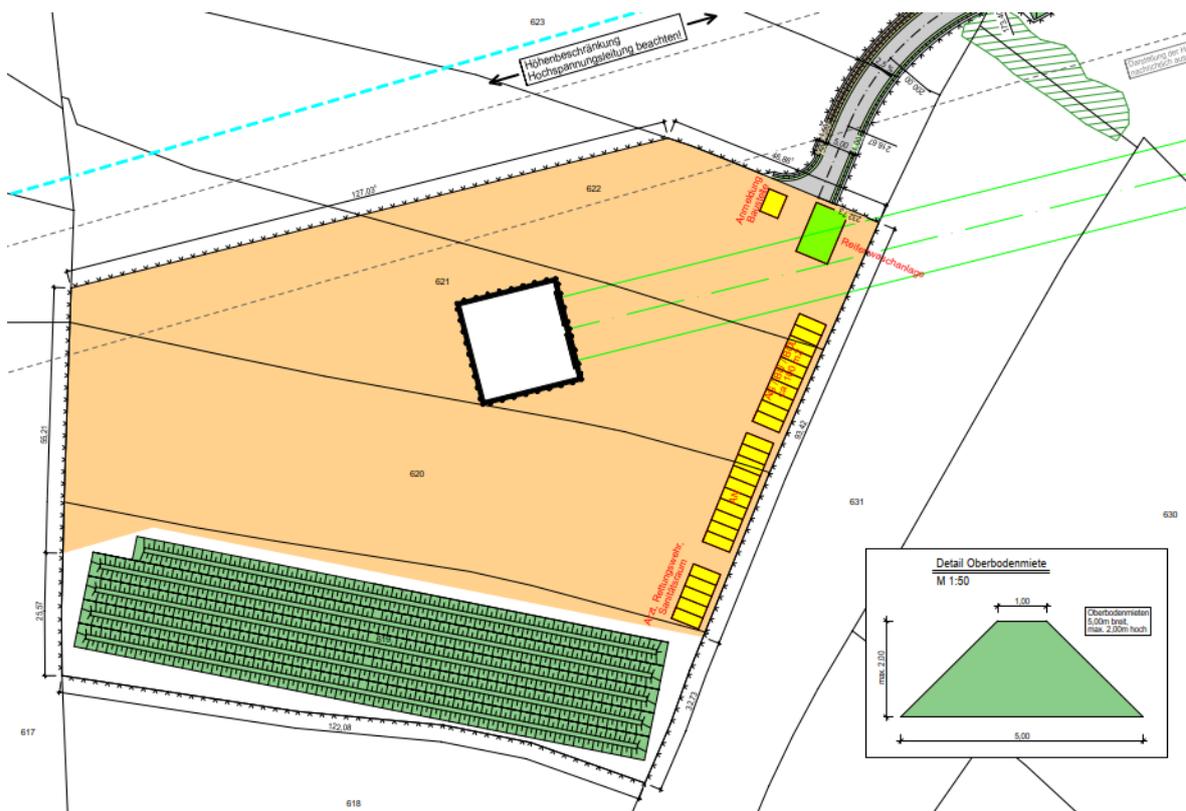


Abbildung 36: Baufeld Wolkersdorf (schematische Darstellung)

6.2.3 Baugruben

6.2.3.1 Abmessungen / Anforderungen

Die Größe der Baugruben richtet sich zum einen nach dem notwendigen Bauraum für die Tunnelbohrarbeiten sowie nach den Anforderungen für den Einbau und Betrieb der Höchstspannungstrassen. Weiterhin ist bei der Tiefe der Baugruben die Geometrie bzw. die Gradiente des Tunnels maßgebend. Diese wiederum richtet sich nach den Anforderungen des Betreibers für den dauerhaften und sicheren Betrieb der geplanten Anlagen.

Weitere Kriterien für die zu planende lichte Größe der Baugrube sind die Maßtoleranzen für das Einbringen der Verbauträger in den Untergrund sowie ein Mindestfreiraum für den Aufbau der Schalung der nachträglich zu errichtenden unterirdischen Schachtbauwerke.

Für die Startbaugrube ergibt sich aufgrund der Größe der Tunnelbohrmaschine sowie der Abmessungen für die Einfahrtsbauwerke eine Außenlänge von ca. 36,00 m.

Die Abmessungen der Zielbaugrube werden insbesondere durch den späteren Betrieb der Kabel und dem dafür notwendigen Schachtbauwerk sowie für den notwendigen Raum zur Bergung der Tunnelbohrmaschine bestimmt.

Aus den genannten Randbedingungen ergeben sich folgende lichte Abmessungen der beiden Baugruben:

Startbaugrube: (Länge x Breite x Tiefe) ca. 36 m x 21 m x 19,5 m

Zielbaugrube: (Länge x Breite x Tiefe) ca. 21,5 m x 22 m x 27,5 m

6.2.3.2 Wahl der Baugrubenbauverfahren

Im Rahmen der Planung wurden für die Herstellung der Baugruben insbesondere das Verbauverfahren mittels überschnittenen Bohrpfählen sowie das nachfolgend beschriebene Verfahren als Trägerbohlwandverbau gegenübergestellt.

Auf Basis der geologischen und hydrologischen Erkenntnisse konnte abgeleitet werden, dass ein Verbau als Trägerbohlwandverbau wesentliche Vorteile in der technischen sowie zeitlichen und logistischen Abfolge bietet.

Die wesentlichen Vorteile des Trägerbohlverbaus gegenüber einer Baugrubensicherung mittels überschnittenen Bohrpfählen stellen sich dabei wie folgt dar:

- Zeitliche Minimierung lärmintensiver Arbeiten, da für den Trägerbohlverbau ca. 50% weniger an Bohrlöchern herzustellen ist
- Aushub der Baugruben im trockenen durch vorausgehende Grundwasserabsenkung und somit technisch sowie zeitlich weniger aufwendig
- Wesentlich bessere CO₂-Bilanz, da deutlich weniger Beton für die Baugrubenwand und Baugrubensohle in den Boden eingebracht werden muss
- Wirtschaftliche Vorteile durch schnellere Bauweise und verringerten Materialeinsatz

6.2.3.3 Bauverfahren Baugruben

Die Herstellung des Baugrubenverbaus ist als Trägerbohlverbau mit kombinierter Holz- und Spritzbetonausfachung vorgesehen. Notwendige Maßnahmen zur Trockenhaltung der Baugruben werden mittels Innen- und außenliegender Filterbrunnen in Kombination mit einer offenen Wasserhaltung realisiert.

Die Start- und Zielbaugrube ist als umlaufender Trägerbohlverbau mit Ausfachungen aus Holz im oberen Bereich bzw. Spitzbeton bis zur Baugrubensohle vorgesehen. Die Spritzbetonausfachungen sind als bewehrter Beton mit flächigem Kontakt zum Gebirge geplant.

Die Verbauträger sind aus einem aufgelösten Doppel-T bestehend aus zwei U-Trägern mit Verbindungsplatten geplant. In dem sich ergebenden Zwischenraum werden die notwendigen Verpressanker eingebaut. Für den Einbau der Träger sind vorab vertikale Bohrungen mit einem Durchmesser von ca. 800 mm bis zur Endtiefe von bis zu 36 m herzustellen. Die Träger sind im Baugrund eingespannt. Der Ringraum zwischen Bohrloch und Träger wird bis zur geplanten Baugrubensohle mit Ortbeton gefüllt. Dadurch entsteht die notwendige Einspannung in den Baugrund. Oberhalb der Baugrubensohle bis zur Geländeoberkante wird der verbleibende Ringraum mit Sandbeton o.ä. gefüllt.



Abbildung 37: Beispiel Trägerbohlwand mit Spritzbetonausfächung (Projekt Nürnberg, Quelle: LGA)

6.2.3.4 Baugrubenkonstruktion

Vor Beginn der Aushubarbeiten sind die geplanten Verbauträger in voller Länge in den Boden einzubringen.

Die Träger sind bis zu ca. 9 m tief unterhalb der geplanten Baugrubensohle in den Fels eingespannt. Der Raum zwischen Gebirge und Trägern wird mit Beton verfüllt, um einen Kraftschluss für die Lastabtragung herzustellen.

Anschließend erfolgt der Baugrubenaushub in mehreren Etappen. Nach dem Lösen des Bodens bzw. Gesteins erfolgt im nächsten Schritt die Ausfächung der Verbauwände. Bis ca. 2,50 m unter Geländeoberkante, im Bereich der Lockergesteine, ist eine Ausfächung mittel Holzbalken vorgesehen.

Je nach Beschaffenheit des Baugrunds wird der Baugrubenaushub je Etappe ca. 2,0 m tief vorangetrieben und nachlaufend die Baugrubenwand ausgefacht.

Hinter dem Spritzbeton werden Drainagematten teilflächig verlegt, welche bis auf die Baugrubensohle geführt werden. An der Baugrubensohle wird eine offene Wasserhaltung in Form eines Grabens mit Pumpensümpfen errichtet.

Sobald in einer Etappe eine der geplanten Ankerlagen erreicht wird, sind in zusätzlichen Arbeitsschritten die geplanten Verpressanker herzustellen und somit die Baugrubenwand zu sichern.

Aufgrund der Tiefe der Baugruben sind in vier (Startbaugrube) bzw. sechs Lagen (Zielbaugrube) Verpressanker herzustellen, um die auftretenden Kräfte aus dem Erddruck in den Baugrund abzuleiten. Hierzu ist eine Sicherung mittels Litzenankern vorgesehen. Die Ankerlänge beträgt ca. 14 bis

16 m in der Startbaugrube und ca. 19 m in der Zielbaugrube. Davon entfallen ca. 5 m bzw. sowie ca. 9 m auf den Verpresskörper. Die Anker sind in bis zu 6 Lagen übereinander in jedem Verbauträger anzuordnen.

Der jeweilige Durchfahrtsbereich der TBM wird mittels einer vorgesetzten und rückverankerten Wand aus Stahlbeton hergestellt.

Der Baugrubenverbau wird nach Fertigstellung der Schachtbauwerke bis in eine Tiefe von ca. 2,50 m unter GOK zurückgebaut. Der tieferliegende Verbau verbleibt dauerhaft im Erdreich. Gleiches gilt auch für die Verpressanker.

6.2.3.5 Baugrubenstatik

Im Rahmen der Planungstätigkeit wurde eine entsprechend prüffähige Statik aufgestellt und durch einen von der Vorhabenträgerin beauftragten Prüfenieur geprüft. Der Prüfbericht für die Start- und Zielbaugrube ist als Unterlage 12.1 beigelegt.

6.2.4 Tunnel

6.2.4.1 Bauverfahren / Technische Alternativen

Im Rahmen der Planung wurden verschiedene Bauverfahren technisch gegenübergestellt. Als Ergebnis wurde das Schildvortriebsverfahren mit Tübbingausbau als Vorzugslösung für die Realisierung des Erdkabelabschnittes Katzwang ausgewählt. Sowohl das Rohrvortriebsverfahren mit erforderlichem Zwischenschacht als auch die Umsetzung mittels Horizontalspülbohrverfahren sind aufgrund örtlicher bzw. geometrischer Randbedingungen nicht umsetzbar.

Das grundsätzliche Verfahren des maschinellen Tunnelbaus ist nachfolgend schematisch dargestellt und beschrieben.

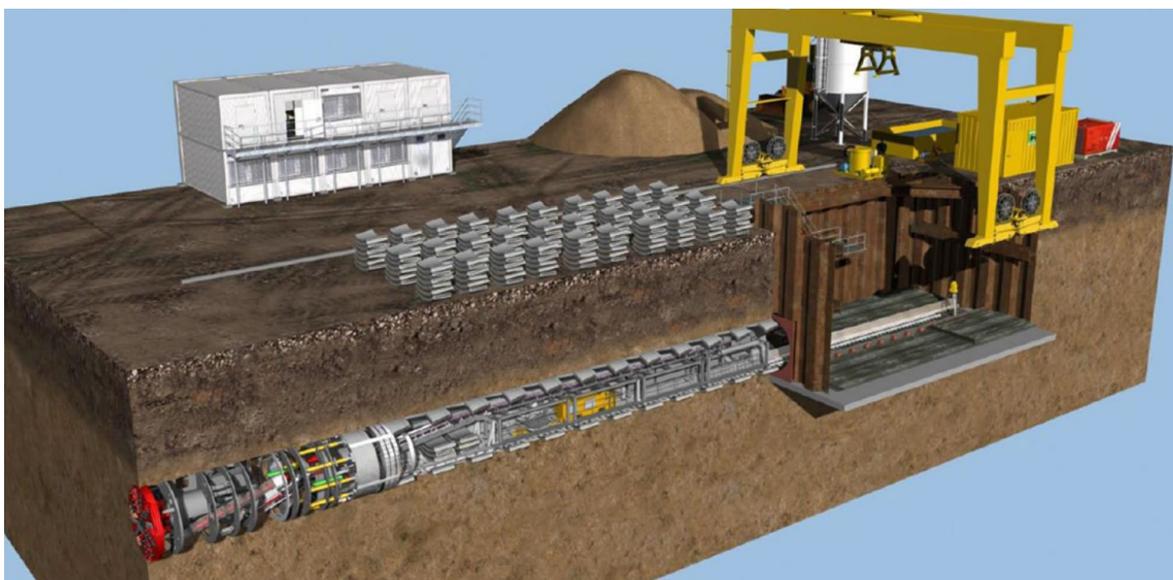


Abbildung 38: Schematische Darstellung eines maschinellen Tunnelvortriebs [W1]



Abbildung 39: Tunnelvortriebsmaschine für den Stromnetzausbau in London [W1]

Bei dem Vortriebsverfahren mit Schildmaschine (Tunnelvortriebsmaschine) wird der Boden im Schutze eines umgebenden ein- oder mehrgliedrigen zylindrischen Stahlmantels (Schild) über entsprechende Abbaueinrichtungen in Form eines Schneidrades abgebaut und der so erzeugte Hohlraum im hinteren Teil der Vortriebsmaschine im Schutze des umgebenden Stahlmantels durch den Einbau von Stahlbetonsegmenten (Tübbings) gesichert. Die mit Dichtungsbändern in den Fugen versehenen Tübbings werden zu einem Tunnelring zusammengebaut und gegen die bereits verbauten Ringe gepresst, wodurch die Tunnelröhre entsteht. Die Vortriebsmaschine presst sich an der bereits gebauten Röhre ab, um den Hohlraum für den nächsten Ring zu schaffen.

In Abhängigkeit der anstehenden Geologie sowie der sonstigen Randbedingungen, wie z. B. der Unterfahrung sensibler Bereiche, stehen Vortriebsmaschinen mit unterschiedlichen Stütz- und Förderprinzipien zur Verfügung.

Die geplanten Vortriebe beim Katzwangtunnel finden innerhalb einer Wechsellagerung aus Sandstein mit Ton-/Schluffstein statt, die vereinzelt auch Breckzien und Konglomerate aufweist. Dieser Boden weist voraussichtlich Festgesteinscharakter auf. Im Bereich des Rednitztals werden zudem Lockergesteinsschichten in Form von quartären Sanden (Südröhre Firstbereich; Nordröhre bis etwa Tunnelachse) sowie eine Störungszone (Rednitztal-Verwerfung) durchfahren. Details sind der Unterlage MB04 zu entnehmen.

Darüber hinaus wird aufgrund der erforderlichen Mindestüberdeckung unterhalb der Rednitz ein Teil des Vortriebs auch mit Einbindung in die Estherienschiefer stattfinden, bei denen es sich um Tonstein handelt.

Unter Berücksichtigung der Empfehlung zur Auswahl von Tunnelbohrmaschinen, Stand 03/2021“ des Deutschen Ausschusses für unterirdisches Bauen e. V. (DAUB) [N1] kommen zur Auffahrung der Tunnelbauwerke in der oben beschriebenen Geologie und diesem Durchmesserbereich sowie den

weiteren Randbedingungen ein sog. Flüssigkeitsschild oder eine Vortriebsmaschine mit einer kombinierten bzw. wechselbaren Förderung (Flüssigförderung/Schneckenförderung) sowie anpassbarem Stützmedium (flüssig/breiig) in Frage. Der tatsächlich zur Ausführung kommende Maschinentyp wird nach Vergabe der Ausführung gemeinsam mit dem Bauunternehmen final festgelegt.

Für die Planung der Vortriebslogistik (Flächen, Ver- und Entsorgung Baustelle) und die statischen Berechnungen wird ein Vortrieb mit Flüssigkeitsschild zugrunde gelegt. Die Festlegung der Abmessungen, wie z. B. Tunneldurchmesser, BE-Bestückung (Zentrifuge, Filterpressen, separate Sammelbecken/Abraumflächen etc.) erfolgt unter Berücksichtigung eines Flüssigkeitsschildes bzw. einer Vortriebsmaschine mit kombinierter Förderung.

6.2.4.2 Abmessungen / Anforderungen

Zur unterirdischen Querung des Nürnberger Stadtteils Katzwang, des Rednitztals, des Main-Donau-Kanals sowie der DB-Strecken 5971 und 5320 soll die Juraleitung in diesem Bereich in zwei parallel geführten Tunnelbauwerken verlaufen: Der lichte Abstand zwischen den Tunnelröhren beträgt 4,9 m. Der Innendurchmesser der Tunnel beträgt 3,6 m und ergibt sich aus den Anforderungen des Betriebs sowie insbesondere aus den technischen Anforderungen des geplanten Vortriebsverfahrens. Der geplante Regelquerschnitt des Tunnelbauwerks ist der Unterlage 6.2 zu entnehmen.

Um den heutigen Anforderungen an Arbeits- und Gesundheitsschutz gerecht zu werden und verfahrensoffen (Vortriebsverfahren) bereits die im Entwurf vorliegende Vor-Norm DIN EN 16191 zu berücksichtigen, ist ein Innendurchmesser von 3,60 m gewählt worden.

6.2.4.3 Konstruktion

Entsprechend der vorgenannten Erläuterungen zum Bauverfahren wird der Tunnel mit einer Tübbingauskleidung geplant. Aus der statischen Berechnung resultiert eine erforderliche Tübbingstärke von 0,3 m, so dass sich bei einem Innendurchmesser von 3,6 m ein Außendurchmesser von 4,2 m zuzüglich Ringspaltverpressung ergibt. Die Länge der Tübbinge (Länge eines Rings in Tunnelängsrichtung) wurde aus logistischen Gründen auf 1,2 m festgelegt, damit sich während der Vortriebsphase in dem geplanten Tunnelquerschnitt und Einsatz einer Weichenkonstellation zwei Versorgungszüge begegnen können.

Die Dichtigkeit gegen den äußeren Wasserdruck wird durch umlaufende Kontaktdichtungen aus Elastomerrahmen an den Tübbingfugen erreicht, die beim Einbau zusammengedrückt werden. Sie werden so ausgelegt, dass sie dem anstehenden Wasserdruck standhalten.

Die Längsfugen sind als glatte Fugen vorgesehen und werden von Ring zu Ring versetzt (T-Stöße) angeordnet). Um eine hohe Ausführungsqualität und Ringbaugenauigkeit zu erreichen, werden die Längsfugen temporär verschraubt sowie Führungsstäbe (sogenannte Guiding Rods) vorgesehen. In den Ringfugen werden Zugsteckdübel eingeplant.

Die Tübbinge selbst werden aus wasserundurchlässigem Stahlbeton als Fertigteile hergestellt.

Zusammenfassung Tunnelabmessungen:

- Tunnellänge (Trasse): ca. 2.225 m (Nord- bzw. Südröhre)
- Innendurchmesser: 3,6 m
- Außendurchmesser: 4,2 m

- Tübbingstärke: 0,3 m
- Ringlänge: 1,2 m

6.2.4.4 Tunnelstatik

Zur Überprüfung der Standsicherheit des Tunnelbauwerks wurden im Rahmen der Entwurfsplanung Ortsbrustnachweise, Auftriebsnachweise und eine Tübbingstatik aufgestellt, welche baustatisch geprüft wurden (vgl. Unterlage 12.4 und 12.5).

Im Rahmen der Ortsbrustnachweise wird zum Nachweis der äußeren Standsicherheit der Ortsbrust der minimal erforderliche Stützdruck (unterer Grenzwert) errechnet, der erforderlich ist, um der horizontalen Erddruck- und der Wasserdruckkraft entgegenzuwirken, ohne dass es zu einem Einbruch der Ortsbrust kommt. Gleichzeitig wird der maximale Stützdruck (oberer Grenzwert) errechnet, der umsetzbar ist, ohne dass es zu Ausbläsern an der Oberfläche kommt. Die Berechnung erfolgt anhand der Betrachtung erdstatischer Gleichgewichtsbedingungen mit Hilfe des Gleitkeilmodells. Die verwendeten Sicherheitsbeiwerte werden entsprechend der aktuellen ZTV-ING [N7] in Kombination mit den Empfehlungen des DAUB zu Stützdrucknachweisen [N2] gewählt.

Beim Nachweis der inneren Standsicherheit der Ortsbrust wird die Sicherheit gegen das Abgleiten von Einzelkörnern, Korngruppen oder dünnen Bodenschollen nachgewiesen.

Im Rahmen der Auftriebsnachweise wird gemäß Eurocode (EC) 7 [N3] geprüft, ob der Bemessungswert der Kombination aus destabilisierenden ständigen und veränderlichen Einwirkungen kleiner oder gleich der Summe des Bemessungswert der stabilisierenden Einwirkungen ist.

Das Tunnelbauwerk ist in die Süd- und Nordröhre unterteilt. Die vorgenannten Konstruktionsabmessungen wurden im Rahmen der Statischen Berechnungen in sechs maßgebenden Berechnungsquerschnitten berücksichtigt, untersucht und bestätigt. Die tunnelüblichen Belastungssituationen Eigengewicht, horizontaler / vertikaler Erddruck, Wasserdruck und Oberflächenlasten wurden mit den projektspezifischen Lasten infolge Ausbaus, insbesondere Kabelpakete und Schienentransportsystem innerhalb des Tunnels sowie den vortriebsrelevanten Pressenkräfte der Tunnelbohrmaschine (TBM) überlagert, nachgewiesen und bewehrungstechnisch dimensioniert. Die finale Wahl der TBM und die zugehörige, bemessungsrelevante Pressenanordnung obliegt dem zukünftigen AN-Bau.

Alle o.g. Untersuchungen wurden im Rahmen der Entwurfsplanung erstellt. Nach Vergabe der Bauleistung werden in Abhängigkeit der zum Einsatz kommenden Maschine Ausführungsstatiken erstellt, welche ebenfalls baustatisch geprüft werden. Diese Unterlagen können entsprechend nachgereicht werden.

6.2.4.5 Schutzstreifen

Um Schädigungen des Tunnelbauwerks durch zukünftige Baumaßnahmen auszuschließen, wird auf Basis des Lasteinwirkungsbereichs ein Schutzstreifen für das Tunnelbauwerk festgelegt. Beim Lasteinwirkungsbereich handelt es sich um die Fläche, die an der Oberfläche resultiert, wenn ab Tunnelachse unter einem definierten Lasteintragungswinkel die Ausbreitung an die Oberfläche projiziert wird. Die Außenkanten der Projektion bilden den Schutzstreifen des Bauwerks. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass die Tunnelschale durch zusätzliche äußere Belastung nur

dann eine Einwirkung erfährt, wenn sich der Lasteintrag innerhalb des Lasteinwirkungswinkels befindet. Um hierbei die geologischen Randbedingungen einfließen zu lassen wird der Lasteinwirkungswinkel mit $45^\circ + \varphi/2$ angesetzt. Für φ (Reibungswinkel Baugrund) wird im vorliegenden Fall 30° und somit ein Lasteinwirkungswinkel von 60° berücksichtigt.

Bei einer geringen Überdeckung resultiert ein geringerer Lasteinwirkungsbereich. Bei einer großen Überdeckung resultiert ein großer Lasteinwirkungsbereich. Dies wird durch die nachfolgende Abbildung verdeutlicht.

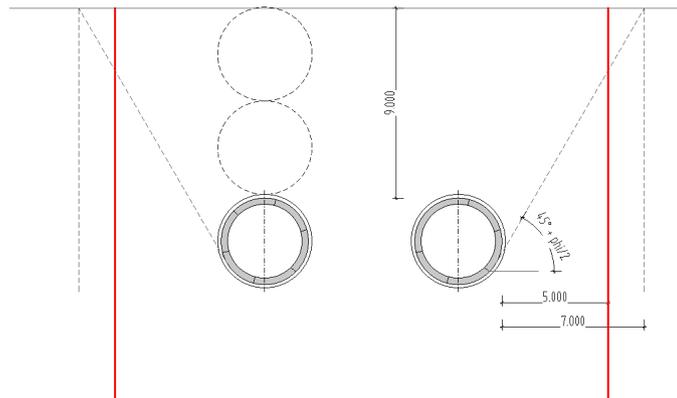


Abbildung 40: Lasteinwirkung bei minimaler Überdeckung (Basis Tunnelgradiente)

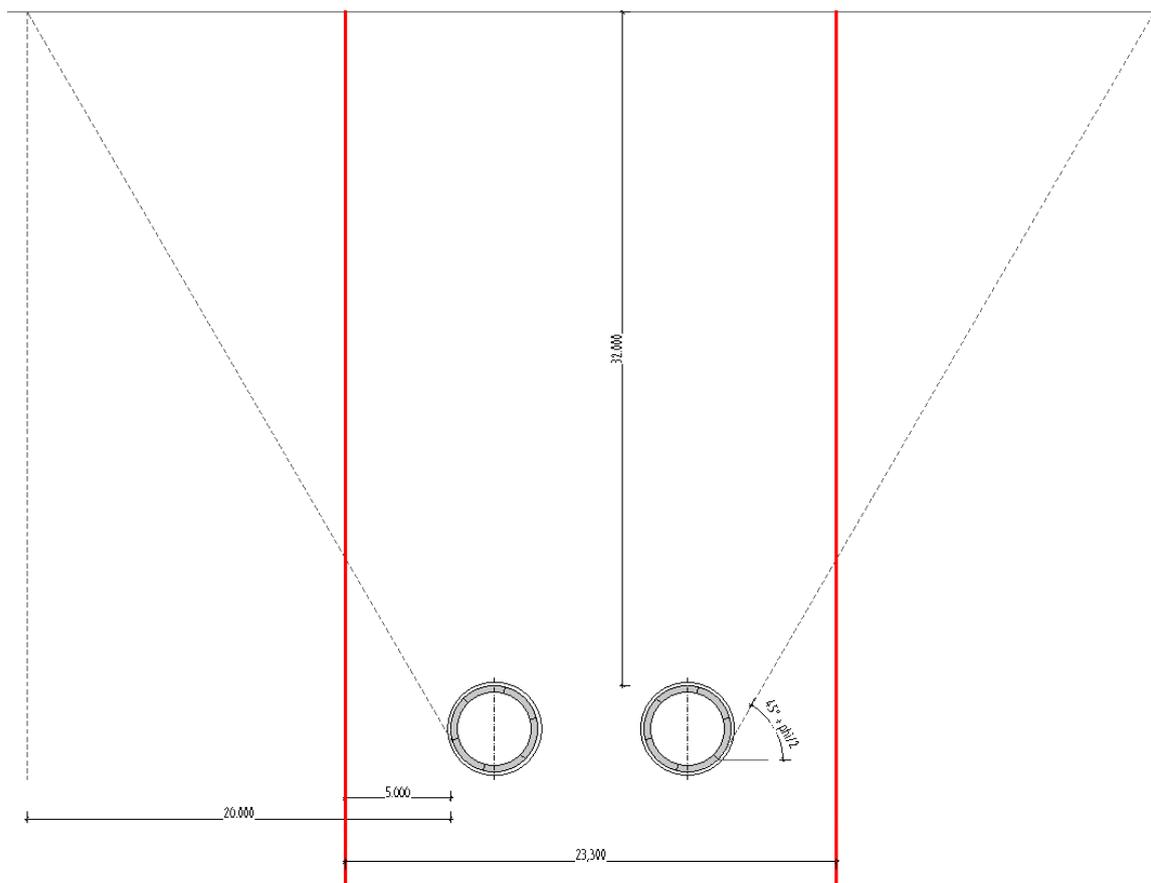


Abbildung 41: Lasteinwirkung bei maximaler Überdeckung (Basis Tunnelgradiente)

Auf Basis des Lasteinwirkungswinkels sowie der jeweiligen Überlagerungshöhe von **minimal 9 m und maximal 32 m** resultieren zur Abdeckung des gesamten Lasteinwirkungsbereiches, zwischen Außenkante Tunnel und Bezug GOK, Abstände von ca. **7 bis 20 m**.

Auf Basis der minimalen Überdeckung und einer üblichen Belastungsglocke von 2x Tunneldurchmesser auf das Tunnelbauwerk wird zugrunde gelegt, dass zukünftige äußere Zusatzbelastung außer- bzw. oberhalb dieses Bereiches, um die Tunnelöffnungen herum in den tieferliegenden Baugrundbereich abgetragen werden. Somit wird mit oben beschriebenem Lastausbreitungswinkel von $45^\circ + \varphi/2$ die Schutzstreifenbreite bestimmt, die auch bei größerer Überdeckung seine Anwendbarkeit begründet, obwohl die Oberflächendurchdringung geometrisch einen weitaus breiteren Korridor erfordern würde. Der seitliche Schutzstreifenabstand zum Tunnel wird einheitlich auf **5 m** festgelegt. Damit wird zwar der minimale Abstand eingekürzt und theoretisch haben zukünftige, direkt am Schutzstreifenrand verortete Belastungen horizontalen Einfluss auf die jeweilige Tunnelröhre, sie sind jedoch statisch untergeordnet und über das Bauwerk aufnehmbar.

Der Schutzstreifen ist eine dauerhaft rechtlich zu sichernde Fläche, welche für Wartungsmaßnahmen sowie den sicheren Betrieb des Erdkabels erforderlich ist. In diesem Bereich sind sämtliche Handlungen zu unterlassen, die zu Beschädigungen der Kabelanlage führen und/oder den sicheren

Betrieb gefährden. Dazu zählen auch Handlungen, die dazu führen, dass die Auslegungsstrombelastung der Anlage nicht mehr erreichbar ist. Die landwirtschaftliche Nutzung des Schutzstreifens ist weiterhin möglich. Der Schutzstreifen ist jedoch von sehr tiefwurzelnden Gehölzen (bspw. Douglasien) freizuhalten; flachwurzelnde Gehölze (alle Straucharten, auch Weihnachtsbaumkulturen) sind zulässig.

Über die Herleitung der seitlichen Schutzstreifenabstände resultiert über die gesamte Tunnelstrecke eine einheitliche Gesamtbreite des Schutzstreifens von 23,30 m.

6.2.4.6 Monitoring und Beweissicherung

Zur Überwachung möglicher Bodenveränderungen infolge des Tunnelvortriebs ist die Installation von acht Extensometerquerschnitten vorgesehen. Die Lage der Querschnitte wurde wie folgt festgelegt:

- 2 Querschnitte auf der Strecke zwischen Startbaugrube und Main-Donau-Kanal, um vor Unterfahrung sensibler Infrastruktur Erkenntnisse über das Baugrundverhalten zu erhalten und die Senkungsprognose zu verifizieren sowie die TBM-Einstellungen zu kalibrieren.
- 2 Querschnitte im Bereich der senkrecht unterfahrenen Fernwasserleitung (1 Querschnitt westlich der Leitung, 1 Querschnitt östlich der Leitung), um Bodenverformungen im Bereich der Fernwasserleitung zu erkennen und rechtzeitig Gegenmaßnahmen einleiten zu können.
- 2 Querschnitte im Bereich des Rednitztals (jeweils im östlichen und westlichen Randbereich) zur Überwachung der Streckenbereiche, in denen die geringste Überdeckung vorliegt.
- 2 Querschnitte im Bereich der DB-Strecken 5320/5971 (jeweils östlich und westlich des Gleisbereichs) zur Überwachung des Querungsbereichs.

An den Extensometerquerschnitten sollen jeweils drei Mehrfachstangenextensometer wie folgt installiert werden (vgl. Abbildung 42):

- 1 Extensometer über der Südröhre
- 1 Extensometer mittig zwischen den Röhren
- 1 Extensometer über der Nordröhre

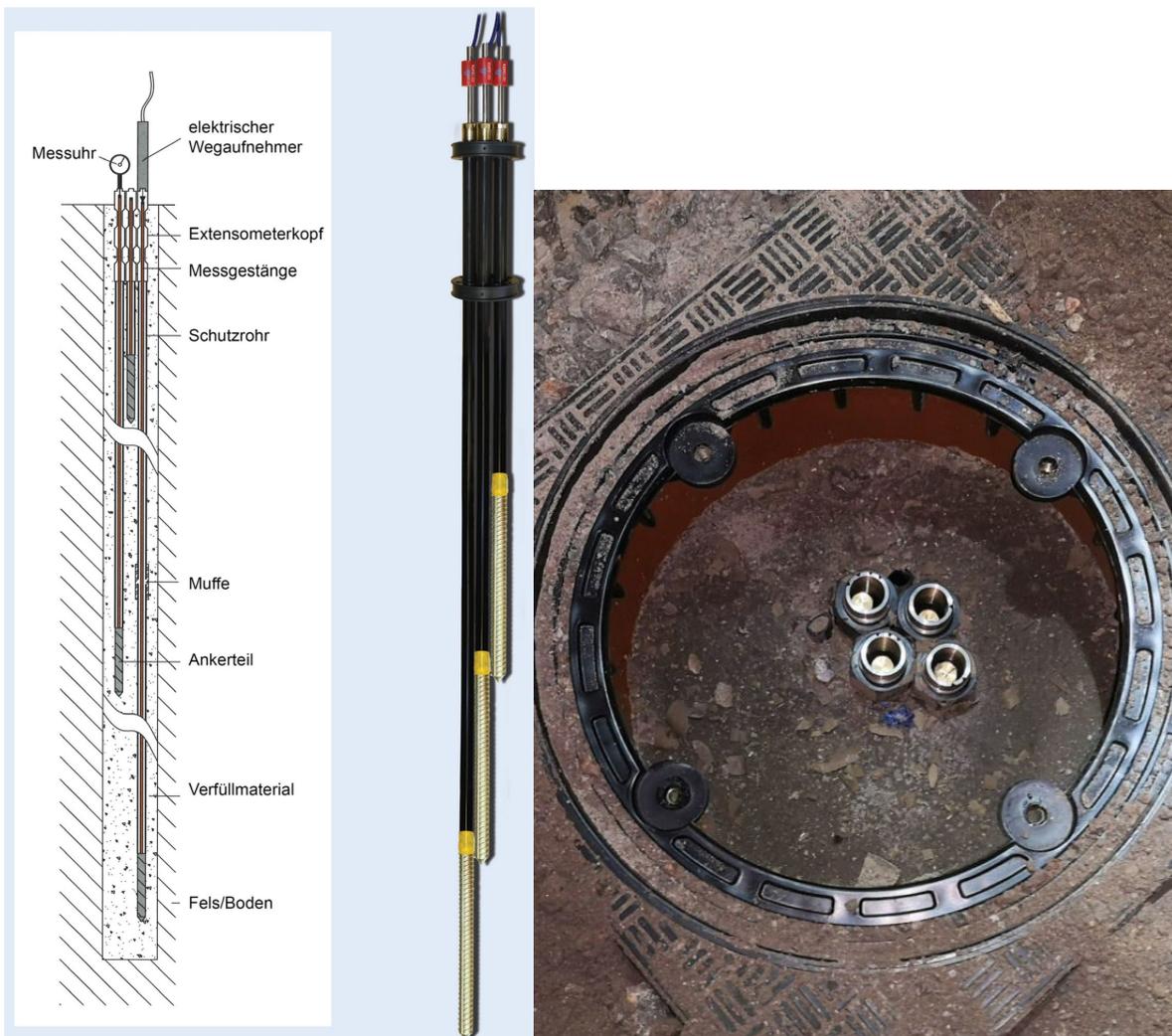


Abbildung 42: Prinzipskizze eines 3-fach Extensometers [W2] (links) 4-fach Extensometer im Einbauzustand [W3] (rechts)

Die für die Installation der Extensometerquerschnitte erforderlichen Flächen sind als temporäre Flächeninanspruchnahme festgelegt und im Lage-Rechtserwerbsplan sowie im Rechtserwerbsverzeichnis berücksichtigt (vgl. Unterlage 4.1 und 5.2).

Zum Zwecke der Überwachung der parallel verlaufenden Fernwasserleitung wird zusätzlich ein Streifen von 3,0 m oberhalb der Leitungsachse der Wasserleitung als temporäre Flächen in den o.g. Plänen ausgewiesen. In diesen Bereichen finden keine Bodeneingriffe statt.

Zur Überwachung von möglichen Höhen-/Lageveränderungen im Bereich der querenden Infrastrukturen (öffentliche Verkehrs- und Wasserwege, Bahnstrecken oder anderen Infrastrukturen) werden geodätische Messungen vorgesehen. Der endgültige Umfang wird im Rahmen der Ausgestaltung der Kreuzungsverträge bzw. Gestattungsverträge mit den jeweiligen Betreibern/Eigentümern abgestimmt. Für die Installation der Messpunkte wurden entsprechende Flächen als temporäre Flächeninanspruchnahme festgelegt und im Rechtserwerbsverzeichnis berücksichtigt.

Die allgemein vorgesehenen Maßnahmen zur Beweissicherung sind im Beweissicherungskonzept in der Anlage 1.0.3 beschrieben. Das Monitoring im Bereich des Main-Donau-Kanals ist der Unterlage 11.2 zu entnehmen.

6.2.5 Zugangsbauwerk

Nach Abschluss der Vortriebsarbeiten wird beidseits der Tunnelröhren je ein verbleibendes oberirdisches Betriebsgebäude sowie ein unterirdisches Stahlbetonbauwerk als Zugang in den Tunnel angeordnet.

Das Schachtbauwerk bildet das abschließende und verbleibende unterirdische Bauwerk an den Tunnelköpfen, um im Betriebsfall Zugangs- und Wartungsmöglichkeiten an der Kabelanlage und/oder den Bauwerksteilen vornehmen zu können. Über das oberirdisch angeordnete Betriebsgebäude erfolgt der Zugang zum Schachtbauwerk.

Der Betrieb des Gesamtbauwerkes erfordert, dass die Bauwerke sowie Tunnelröhren zu jeder Zeit durch Wartungs- und Reparaturpersonal begangen werden können. Die damit einhergehenden Randbedingungen werden genauer in Kapitel 7 „Betrieb der Leitung“ beschrieben.

Die ober- und unterirdischen Gebäudeteile sind daher als begehbare Bauwerk konzipiert und entsprechend mit versorgungstechnischen und sicherheitstechnischen Ausstattungen geplant. Diese werden im Kapitel 6.2.7.2 weiter ausgeführt. Weitere Anforderungen für die Konstruktion und den Platzbedarf in den Bauwerken sind durch die einzuhaltenden Kabelabstände und Einzugsradien gegeben, die im Kapitel 6.2.7.5 beschrieben werden.

Im Folgenden werden die Grundrisse, sowie die baulichen Besonderheiten, sowie Funktionen der unterirdischen Schachtbauwerke erläutert.

6.2.5.1 Abmessungen / Lage Teilbauwerke

Das Betriebsgebäude gründet auf der obersten Decke des Schachtbauwerks. Konkrete Ausführungen zum oberirdischen Betriebsgebäude folgen in den nachfolgenden Kapiteln.

Der obere Gebäudeabschluss der Schachtbauwerke liegt nahezu höhengleich zum derzeitigen Geländeniveau und wird mit der Oberfläche des Betriebsgeländes abschließen. Das Schachtbauwerk auf der Startseite erstreckt sich von hier aus bis in eine Tiefe von ca. 17 m unter Gelände.

Im Zielschachtbauwerk beträgt die Tiefe ca. 25 m bis zur Bauwerkssohle. Zwischengeschosse sind in beiden Schachtbauwerken nicht vorgesehen. Es erfolgt jeweils ein durchgängiger Zugang bis zur Bauwerkssohle über ein zentral angeordnetes Treppenhaus. Die Montage der Kabel erfolgt auf Stahltraggerüsten im Schachtbauwerk. Die Traggerüste umfassen Laufebenen. Näheres ist im Kapitel 6.2.7.6 zu finden.

In der folgenden Tabelle sind die wesentlichen Abmessungen der unterirdischen Schachtbauwerke dargestellt. Für weitere Details (Längsschnitte, Grundrisse, Abmessungen Bauteile etc.) wird auf die Planunterlagen (s. Unterlage 7.1 und 7.2) verwiesen.

Tabelle 6: Abmessungen Schachtbauwerke

Bauwerk	Außenmaße	Tiefenlage / Gebäudehöhe
Startschachtbauwerk	rd. 35 x 21 m	Lichte Tiefe rd. 17 m u. GOK
Zielschachtbauwerk	rd. 20 x 21 m	Lichte Tiefe rd. 25 m u. GOK

6.2.5.2 Funktion und Ausstattung unterirdischer Gebäudeteile

Die Herstellung der Bauwerke erfolgt als dauerhaft wasserundurchlässiges Bauwerk.

Die Ausführung der Bauwerkswände- und Decken ist als Massivbau aus Stahlbeton vorgesehen. Beide Bauwerke werden mit einer inneren Erdung der Betonkonstruktion des Schachtbauwerkes hergestellt. Die Decken der Schachtbauwerke sind für die Befahrbarkeit mit Schwerlastverkehr SLW 60 bemessen.

Die Abmessungen beider Bauwerke orientieren sich i. W. an den geometrischen Vorgaben der Baugruben. Lediglich im Startschachtbauwerk wird der Anschlussbereich zwischen Tunnel und „Kabelraum/Leitungsschacht“ als vorgelagerter Tunnel mit einer lichten Höhe von ca. 5 m Höhe geplant. Der darüberliegende Bereich wird für den späteren Betrieb nicht erforderlich und wird daher wieder lagenweise mit verdichtungsfähigem Bodenmaterial verfüllt.

Einen wesentlichen Teil innerhalb der Bauwerke nimmt der Kabelraum/Leitungsschacht ein, in dem die Systemkabel bis auf die Bauwerkssohle bzw. Verlegehöhe innerhalb des Tunnels geführt werden. Der Leitungsschacht erstreckt sich über die gesamte Höhe des Schachtbauwerkes.

Zentral im Bauwerk angeordnet, zwischen den beiden Räumen für die Kabelführung, befindet sich das Treppenhaus, welches den Zugang bis zur Bauwerkssohle und folglich zum Tunnel gewährleistet. Die Durchgangsbreite innerhalb des Treppenhauses beträgt unterhalb der Deckenplatte je Treppenlauf mindestens 2,0 m und wird somit auch den Anforderungen an eine mögliche Entfluchtung gerecht. Zusätzlich ist das Treppenhaus derart angeordnet, dass das Verlassen direkt ins Freie erfolgen kann.

An das Treppenhaus angeschlossen befindet sich ein gesonderter Schacht für Einbringungen mit Abmessungen von ca. 4 x 4 m. Dieser Schacht soll ebenfalls im Bedarfsfall für Personenrettung genutzt werden. Ein Zugang zur Einbringung erfolgt über das Betriebsgebäude von außen. Der Schacht erstreckt sich durchgehend von GOK bis zur Bauwerkssohle.

Für größere Transporte (z. B. Ersatzkabel / Spareparts etc.) ist in den Decken jeweils über jedem Kabelsystem eine Öffnung (ca. 5,5 m x 2,5 m) angeordnet. Die Lage der Öffnungen wurde so gewählt, dass ein durchgängiger Transport von Material von der Deckenoberkante bis auf die Bauwerkssohle gewährleistet ist und der Anschlagpunkt auf der Bauwerkssohle so dicht wie möglich vor dem Tunnelmund liegt.

Da die Deckel ausschließlich für den Revisions-/Wartungsfall vorgesehen werden, sind diese als Deckel aus Stahlbeton geplant. Die Deckel werden mit entsprechenden Gewindeaushebungen als Anschlagpunkt für das Hebemittel versehen. Als Absturzsicherung wird ein umlaufendes Einsteckgelenk vorgesehen.

Im rückwärtigen Schachtbereich des jeweiligen Kabelsystems werden die Kabelträgergestelle, welche der Kabelführung/ Kabelhalterung im Leitungsschacht dienen, angeordnet.

6.2.5.3 Betriebsgebäude

Die Betriebsgebäude dienen zum einen der Erschließung der unterirdischen Bauwerke (Schacht, Tunnel) und enthalten zum anderen technischen Anlagen, die für den Betrieb der unterirdischen Bauwerke erforderlich sind.

Die Betriebsgebäude sind nicht dauerhaft durch Personal besetzt, sind jedoch für den Aufenthalt von Personal im Wartungs- oder Reparaturfall ausgelegt.

Daher werden die Betriebsgebäude in dieser Zeit nur frostfrei gehalten (d. h. Sicherstellung einer Raumtemperatur von 5 °C bis 10 °C). Alle vorgesehenen TGA-Aggregate können diese Temperaturen sicher verarbeiten. Ausschließlich für den Aufenthalt von Personen zu Wartungs- oder Reparaturzwecken wird das Gebäude elektrisch beheizt. Diese Zeitdauer wird im Jahr nicht mehr als 4 Monate betragen.

Lage der Betriebsgebäude:

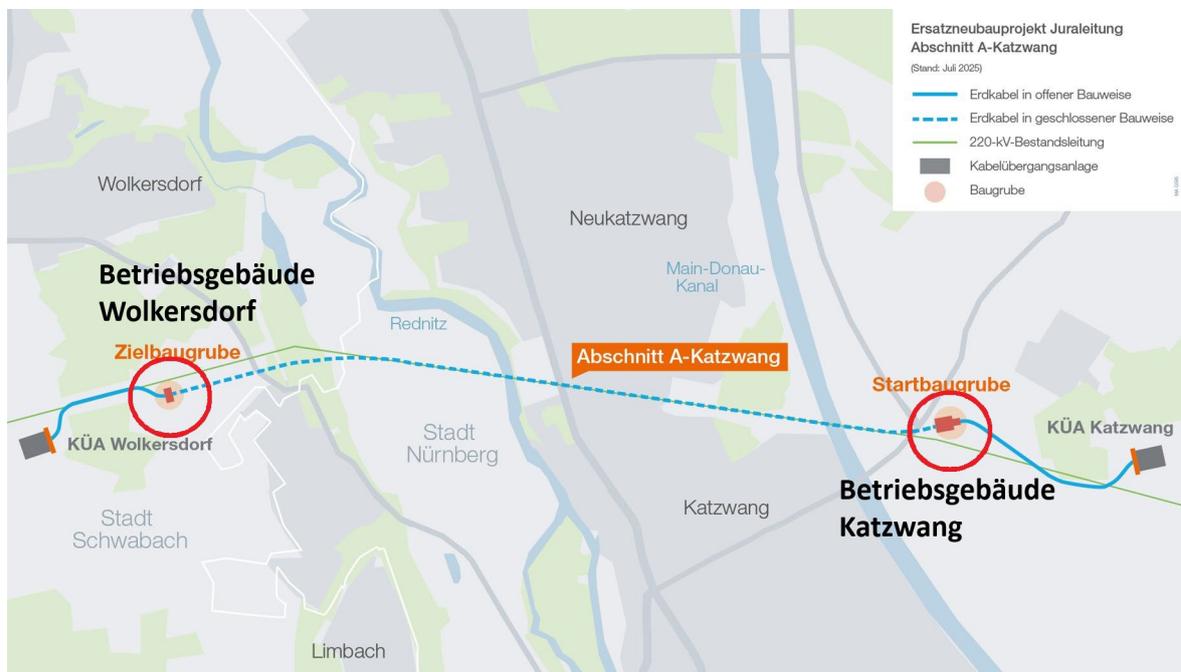


Abbildung 43: Schematische Darstellung Abschnitt A-Katzwang

6.2.5.4 Architekturkonzept/ konzeptionelle Anforderungen

Die Betriebsgebäude sind die abschließenden Bauwerke an den Tunnelköpfen, die zukünftig, nach Abschluss der Baumaßnahme, u.a. den Zugang zum Tunnelbauwerk ermöglichen.

Die Betriebsgebäude wurden in der geographischen Ausrichtung so platziert, dass am Ende der Baumaßnahme sich die Gebäude unauffällig in die Umgebung einfügen. Des Weiteren wurden sie möglichst in der Nähe von vorhandenen Feldwegen oder vorhandenen Straßen platziert.

Aufgrund ihrer konzeptionellen und gestalterischen Anforderungen ergeben sich eingeschossige Gebäude mit Satteldach, welche sich in Form und Gestaltung der umliegenden Bebauung anpassen.

Den Nutzungsanforderungen entsprechend, sind ein Ventilatorraum mit Lüftungsschächten, eine Einbringung, technische Betriebsräume und ein Treppenzugang geplant. Der Ventilatorraum ist den Anforderungen entsprechend dimensioniert, dass Schalldämpfer, Ventilatoren, Filter und Luftschächte installiert werden können. Unter der Ventilatordecke werden Stahlträger für Hebezeuge vorgesehen.

Über der Einbringung wird ebenfalls ein Stahlträger oder ein Säulenschwenkkran für die Nutzung einer Winde für eine Lastkrananlage installiert. Für die zusätzliche Nutzung zur Personenrettung ist der Kran für Personentransport zugelassen und es besteht das Erfordernis der zuständigen Feuerwehr ein redundantes Seil vorzuhalten.

An der Außenwand ist der Hausanschlussraum platziert, über den die medientechnische Anbindung des Gebäudes erfolgt. Die TGA wird entsprechend den Nutzungsanforderungen des Gebäudes ausgeführt. Die Brandschutzanforderungen werden gemäß der Brandschutzplanung entsprechend der Nutzung des Gebäudes umgesetzt. Maßgebende Brandschutzanforderung ist die Platzierung des Treppenhauses mit einem direkten Zu- und Ausgang ins Freie.

6.2.5.5 Konstruktion Betriebsgebäude

Bei dem Betriebsgebäude Katzwang handelt es sich um eine eingeschossige Stahlbetonkonstruktion mit einer Länge von ca. 49 m und einer Breite von ca. 14 m. Die Geschosshöhe beträgt ca. 5 m. Es ergibt sich eine Gebäudegrundfläche von ca. 686 m².

Das Betriebsgebäude Wolkersdorf ist ebenfalls eine eingeschossige Stahlbetonkonstruktion mit einer Länge von ca. 43 m und einer Breite von ca. 14 m. Die Geschosshöhe beträgt auch ca. 5 m. Hier ergibt sich eine Gebäudegrundfläche von ca. 602 m².

Baugrubensicherung der Betriebsgebäude

Die Gründung der Betriebsgebäude außerhalb der Schachtbauwerke erfolgt als Flachgründung über eine Bodenplatte. Zur Einhaltung der Frostfreiheit und zur Vergleichmäßigung möglicher Setzungsdifferenzen ergeben sich Baugrubentiefen von ca. 1,30 m.

Voraussichtliche Tiefen der Baugruben der Betriebsgebäude bezogen auf die Geländeoberkante:

- über den Schachtbauwerken hinausgehende Abschnitte des Betriebsgebäudes:
ca. 1,30 m unter OK Gelände
- über dem Schacht stehende Abschnitte des Betriebsgebäude:
keine Baugrube erforderlich

Die spätere seitliche Hinterfüllung erfolgt mit grob- und gemischtkörnigen Materialien (z.B. Schotter / Kies).

Die Baugruben werden geböscht hergestellt, sodass keine Verbaumaßnahmen erforderlich werden.

Innenausbau der Betriebsgebäude

Der Fußbodenaufbau sowie die Wand- und Deckenbekleidungen der einzelnen Räume ist unterschiedlich und ist an die unterschiedlichen Nutzungsanforderungen der Räume angepasst.

Im Allgemeinen erhalten die Rohbetonböden eine staubbindende Beschichtung auf den der entsprechende Systemboden festmontiert wird. Je nach Anforderung wird ggf. noch ein Estrich mit Fliesenbelag erforderlich. Einige Räume erhalten keinen Systemboden.

Die Wände erhalten einen Anstrich oder werden verputzt, die Deckenunterseite wird gestrichen.

6.2.5.6 Brand- und Objektschutz

Für die Maßnahme wurde ein durch einen Prüfsachverständigen geprüfter Brandschutznachweis erstellt. Die aufgestellten Anforderungen aus den Brandschutznachweisen bilden die Grundlage der gegenständlichen Planung der Betriebsgebäude.

Die Abstimmungen mit der Feuerwehr sind in die Planung integriert.

Das Betriebsgebäude ist im Regelbetrieb unbesetzt und wird im Wesentlichen nur zu Betriebs-, Instandhaltungs-, Wartungs-, Pflege- und Bauarbeiten betreten. Das Gelände des Betriebsgebäudes ist eingezäunt und abgesperrt. Das Betreten der Betriebsstätte ist nur dem dazu berechtigten Personal gestattet.

Die Türen, Fenster etc. werden entsprechend der Sicherheitsvorgaben der TenneT vorgesehenen Sicherheitsstufe ausgeführt.

6.2.5.7 Wärmeschutz

Gemäß §2 GEG (Anwendungsbereich) ist folgendes zu beachten (Auszug GEG):

Mit Ausnahme der §§ 74 bis 78 ist dieses Gesetz nicht anzuwenden auf sonstige handwerkliche, landwirtschaftliche, gewerbliche, industrielle oder für öffentliche Zwecke genutzte Betriebsgebäude, die nach ihrer Zweckbestimmung

- a. auf eine Raum-Solltemperatur von weniger als 12 Grad Celsius beheizt werden oder
- b. jährlich weniger als vier Monate beheizt sowie jährlich weniger als zusammenhängend zwei Monate gekühlt werden.

Für die vorhandene Maßnahme treffen beide Punkte zu.

Die Auslegung des Wärmeschutzes erfolgt daher nicht nach EnEV oder GEG. Der nach DIN 4108-2 einzuhaltende Mindestwärmeschutz wird umgesetzt.

6.2.5.8 Statik Betriebsgebäude

Bei den Betriebsgebäuden über der Schachtbauwerken handelt es sich um eine eingeschossige Stahlbetonkonstruktion mit einem Satteldach aus Holz.

Zwischendecke, Außenwände, tragende Innenwände, Unterzüge und Stützen sind in Stahlbetonbauweise mit Ortbeton geplant.

Die Aussteifung des Gebäudes ist über die massive Ausführung mit Wandscheiben gegeben.

Das Dach bildet jeweils eine Satteldach-Holzkonstruktion als Sparrendach mit einer Dachneigung von ca. 32° mit alleinigem Lastabtrag über die Außenwände. Das ungenutzte Dachgeschoss hat eine Höhe von ca. 6 m. Insgesamt ergibt sich eine Gebäudehöhe ab OK Gelände bis OK First von ca. 11 m.

Die nichttragenden Innenwände werden als Mauerwerkswände bzw. als Ständerwände ausgeführt. Geplant ist eine Putzfassade auf einem Wärmedämmverbundsystem (WDVS).

Es ist eine Flachgründung mit Bodenplatten aus Stahlbeton auf einer Perimeterdämmung im frostfreien Bereich geplant. Die Bodenplatte (Deckenplatte) über dem Schachtbauwerk ist thematisch dem Schachtbauwerk zugeordnet. In den Bereichen der Bodenplatte unterhalb des Geländeniveaus wird ein wasserundurchlässiger Beton, ohne zusätzliche Abdichtungsmaßnahme nach der Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ des Deutsche Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), geplant. Für die zwei Stützen im Erdgeschoss werden quadratische Einzelfundamente ausgeführt.

Zusätzlich statisch berücksichtigt wurde eine optionale Aufstockung um im Bedarfsfall ein zusätzliches Geschoss mit einer weiteren abschließenden Decke realisieren zu können.

6.2.5.9 Entwässerung Betriebsphase

Die Installation der Dachentwässerung erfolgt nach DIN 1986-100.

Die Entwässerung der Dachflächen ist mittels Versickerung auf dem Grundstück vorgesehen.

Die Ver- und Entsorgung des Gebäudes ist in dem Kapitel 6.2.7.1 der Technischen Gebäudeausrüstung zu entnehmen.

6.2.6 Betriebsfläche

Die Betriebsflächen erfüllen die Raumanforderungen für den späteren Betrieb. Die Anforderungen an die Betriebsflächen sind auf beiden Seiten gleich und somit auch der wesentliche Aufbau, sowie die Ausstattung. Für die Betriebsfläche Katzwang kann eine Anfahrt für einen späteren Kabeltransport immer, bzw. unter Beanspruchung von temporären Flächen erfolgen. Unter Umständen kann es dafür notwendig werden die Einfriedung der Betriebsfläche kurzzeitig zu entfernen und anschließend wieder herzustellen. Für die Betriebsfläche Wolkersdorf ist eine Anfahrt für einen Kabeltransport nicht notwendig.

Folgende Beschreibungen der Betriebsflächen sind für beide Seiten gültig.

Der Flächenbedarf setzt sich aus der Fläche für die befestigte Betriebsfläche und den Frei- bzw. Abstandsflächen zum Zaun usw. zusammen.

Aufgrund der Anforderungen für den späteren Betrieb werden Flächen ohne genaue Zuordnung vorgesehen.

Dazu zählen:

- Aufstellflächen für die Feuerwehr
- LKW-Stellflächen

- PKW-Stellflächen
- Befestigte Lagerflächen für Wartungs- und Reparaturarbeiten

Des Weiteren sind Flächen für das Notstromaggregat und die Anschlussstutzen über dem Löschwasserbehälter vorgesehen, welche in den Lageplänen schematisch dargestellt sind.

Die Gesamtlänge der Betriebsfläche ergibt sich zum einen aus dem o.g. Flächenbedarf für den Betrieb und zum anderen aus der Gesamtlänge des unter- und oberirdischen Bauwerks.

Die Gesamtbreite der Betriebsfläche erschließt sich aus der Trassierung des Tunnels und somit der Lage des Schachtbauwerkes zu den vorhandenen Flurgrenzen bzw. vorhandenen Feldwegen und auf der davon abgewandten Seite durch den erforderlichen Flächenbedarf für den Betrieb.

Die Hauptabmessungen und Flächen werden im Folgenden zusammengefasst.

6.2.6.1 Abmessungen / Anforderungen

Betriebsfläche Katzwang:

Betriebsfläche insgesamt: ca. 3562 m²

Länge Betriebsfläche ca. 61 m

Breite Betriebsfläche ca. 44 m bis 85 m

Befestigte Fläche (Ohne Gebäude): ca. 2490 m²

Zufahrt erfolgt über die Straße „Am Kühnleinsgarten“

Die folgende Abbildung stellt einen schematischen Auszug des Lageplans Betriebsfläche Katzwang (Unterlage MB06.2) dar. Die genaue Lage einzelner Flächen kann sich in der Ausführungsplanung noch verschieben.

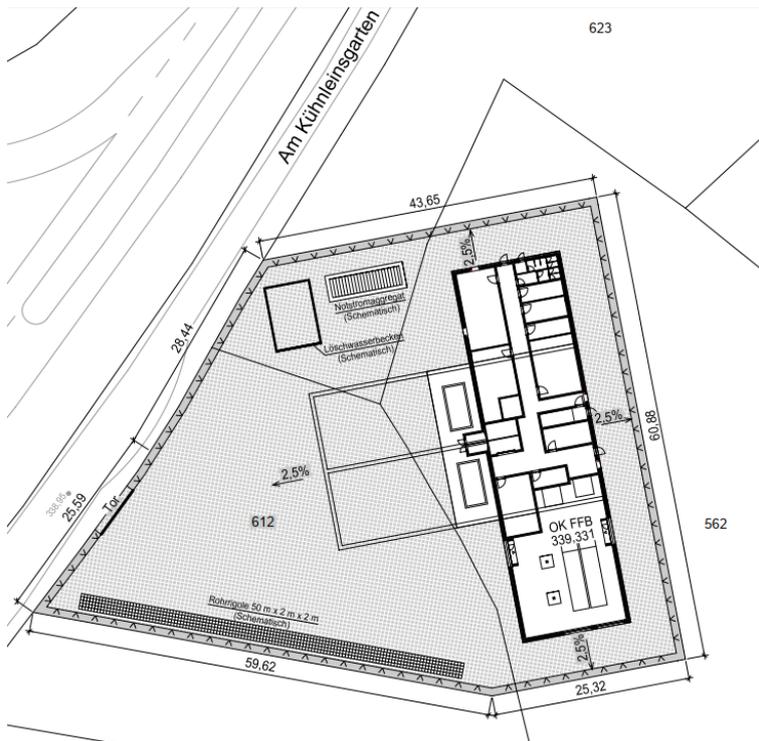


Abbildung 44: Betriebsfläche Katzwang (schematische Darstellung)

Die Betriebsfläche Katzwang schließt unmittelbar an die im Besitz der Stadt Nürnberg befindliche Privatstraße „Am Kühnleinsgarten“ an. In ca. 230 m Entfernung erfolgt über den vorhandenen Weg eine Anbindung an die öffentliche Gemeindeverbindungsstraße Kemptener Straße. Die Befahrbarkeit mit LKWs ist gegeben, bzw. wird im Zuge der Wiederherstellung von „Am Kühnleinsgarten“ entsprechend berücksichtigt. Die Befahrbarkeit durch ein Feuerwehrfahrzeug ist ebenfalls gewährleistet.

Betriebsfläche Wolkersdorf:

Betriebsfläche insgesamt: ca. 2648 m²

Länge Betriebsfläche ca. 58 m

Breite Betriebsfläche ca. 39 m bis ca. 56 m

Befestigte Fläche (ohne Gebäude): ca. 1676 m²

Die Zufahrt zur Betriebsfläche Zielseite Wolkersdorf schließt an die Volckamerstraße an und wird bis zur Betriebsfläche ausgebaut.

Der Ausbau erfolgt, um bei besonderen Anlässen im Betrieb (z. B. größere Reparaturen) einen Einbahnstraßenverkehr über den Weg zu ermöglichen. Die Betriebszufahrt ist ca. 270 m lang.

Die folgende Abbildung stellt einen schematischen Auszug des Lageplan Betriebszustand Wolkersdorf (Unterlage MB06.1) dar. Die genaue Lage einzelner Flächen kann sich in der Ausführungsplanung noch verschieben.

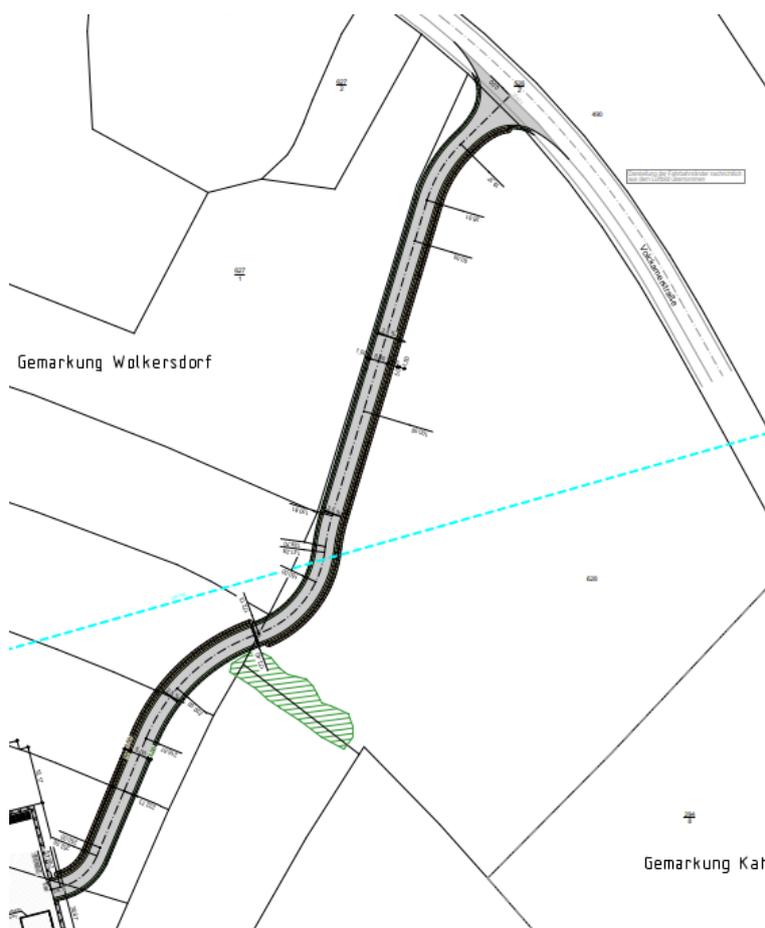


Abbildung 46: Zufahrt zur Betriebsfläche Wolkersdorf (schematische Darstellung)

6.2.6.2 Ausstattung

Die Betriebsgelände werden durch eine ca. 2,50 m hohe Zaunanlage umschlossen, die Zufahrt ist durch ein Tor gesichert. Zur Sicherung des Betriebsgeländes sind im Außenbereich Kameras vorgesehen. Des Weiteren ist ein 1,00 m breiter Schutzstreifen außerhalb des Zauns geplant.

6.2.7 Technische Gebäudeausrüstung

6.2.7.1 Technische Gebäudeausrüstung Bauwerke

Abwasser-, Wasseranlagen

Für die Betriebsgebäude Katzwang und Wolkersdorf sind Sanitärkerne geplant. Die Wasserversorgung erfolgt jeweils über einen Wassertank, der sowohl für die WCs und Handwaschbecken als auch für die Löschwasserversorgung ausgelegt ist.

Eine kontinuierliche Füllstandsanzeige wird installiert, um die Feuerwehr im Brandfall zu unterstützen und den Füllstand im Normalfall nicht zu unterschreiten. Die Nachfüllung erfolgt in der Regel über Tankwagen.

Die Abwässer der Sanitärkerne werden in Fäkalientanks gesammelt.

Im Tunnel und in den Betriebsgebäuden werden keine wassergefährdenden Stoffe gelagert, daher ist keine Löschwasserrückhaltung erforderlich. In den Schächten und im Tunnel fällt in der Regel kein Wasser an. Dennoch anfallendes Wasser wird an den Tiefpunkten abgepumpt und in ein Auffangbecken geleitet. Bei Erreichen eines Abpumpfüllstandes im Tank fördern Entwässerungspumpen das Wasser manuell zur Entsorgung über Tankwagen.

Die Entwässerung der Dachflächen ist mittels Versickerung auf dem Grundstück vorgesehen.

Wärme- und Kälteversorgungsanlagen

Für die Beheizung der Betriebsgebäude sind elektrische Heizsysteme vorgesehen, um eine Raumtemperatur von 5 °C bis 10 °C sicherzustellen.

Die Flure werden über die Transmissionsverluste der umgebenden Räume beheizt.

Klimatisierte Räume:

[W1] Betriebsgebäude Katzwang: elektr. Betriebsräume, Bedienraum, IT-Raum, Ventilatorraum

[W2] Betriebsgebäude Wolkersdorf: elektr. Betriebsräume, IT-Raum, Ventilatorraum

Starkstromanlagen

Für die elektrische Versorgung ist je Betriebsgebäude eine Niederspannungshauptverteilung (NSHV) vorgesehen. Alle elektrischen Teilanlagen, Verteiler und Unterverteiler der einzelnen Gewerke werden von der NSHV versorgt.

Stromversorgungsanlagen

Die Betriebsgebäude erhalten jeweils eine versorgerübliche 20 kV Kompaktstation für die Gebäudeanschlüsse. Die Kabelverlegung vom übergeordneten Netz bis zur Gebäudekante erfolgt gemäß den TABs des örtlichen Energieversorgers.

Alle Kabel und Leitungen innerhalb der Gebäude sind als Aufputzverlegung geplant.

Eine PV-Anlage mit etwa 20 kWp Leistung wird auf dem Betriebsgebäude Katzwang und eine mit 15 kWp auf dem Betriebsgebäude Wolkersdorf installiert.

Die Beleuchtung entspricht der DIN EN 12464, mit festgelegten Mindestbeleuchtungsstärken für die verschiedenen Räume. Eine Sicherheitsbeleuchtung wird über eine Zentralbatterieanlage bereitgestellt, die im Falle eines Ausfalls der regulären Einspeisung für mehrere Stunden einsatzbereit ist. Fluchtwege werden durch Rettungszeichenleuchten gekennzeichnet und die Tunnelbeleuchtung erfolgt im Schwarzfall durch akkubetriebene Handleuchten, die bei jeder Tunnelbegehung mitzuführen sind.

Eine Erdungsanlage in Form eines Ringerders wird für die Betriebsgebäude installiert. Die Tunnelanlage wird gemäß Blitzschutzkonzept gesichert.

Fernmelde- und informationstechnische Anlagen

In den Betriebsgebäuden ist eine strukturierte Verkabelung vorgesehen, die Telefonie und Alarmweiterleitung per VOIP ermöglicht. Die Gebäude verfügen jeweils über einen IT-Raum für aktive und passive Komponenten, die Redundant bis zum Tennet-Hauptleitstand vorgesehen werden soll.

Zur Gewährleistung der Sicherheit werden in den Tunnelanlagen Gefahrstoffe wie CO₂ und CO sowie der O₂-Gehalt durch flächendeckende Sensorik detektiert und über die MSR-Anlage überwacht.

Die Brandmeldeüberwachung erfolgt in Übereinstimmung mit DIN VDE 0833-3 durch Mehrkriteriemelder, die gemäß DIN 14675 installiert werden.

Innerhalb der Betriebsgebäude sind punktuelle Brandmelder vorgesehen. Im Tunnel werden Wärmesensorkabel zur Überwachung von Hochspannungskabeln und Umgebungstemperaturen installiert. Druckknopfmelder werden an den Ausgängen und Zugängen zu Treppenträumen sowie in der Leitwarte und innerhalb der Tunnel installiert.

Die Brandmeldezentrale befindet sich im Erdgeschoss der Betriebsgebäude und wird durch automatische Brandmelder überwacht. Eine Alarmierungsanlage für den Innenalarm nach DIN VDE 0833 wird installiert, um Personen über akustische und optische Signale zu alarmieren.

Die Betriebsgebäude sind über Kommunikationsanlagen mit dem zentralen Leitstand von Tennet verbunden. Ein DMR-Betriebsfunk wird gemäß den Vorgaben des Brandschutznachweises umgesetzt. Die Tunnelanlage wird in den digitalen Behördenfunk integriert.

Im Außenbereich werden die Gebäudevorflächen und Hauptzugänge mit Videosystem überwacht.

6.2.7.2 Technische Gebäudeausrüstung Betriebsfläche

Für die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) ist eine Batterieanlage sowie ein externes Notstromaggregat für jede Betriebsfläche vorgesehen. Bei einem Stromausfall startet das Notstromaggregat sofort, und die USV-Anlage ist auf die Start- und Synchronisationszeiten abgestimmt.

6.2.7.3 Lüftung

Die lufttechnischen Anlagen umfassen die Belüftung des Schachtbauwerks und der Betriebsgebäude. Die Betriebsräume erhalten Belüftung nur, wo technisch notwendig, während Sanitärräume mit mechanischer Lüftung ausgestattet werden. Die Treppenhäuser sind mit Zuluft- und Abluftventilatoren ausgestattet.

Die beiden Tunnelröhren erhalten eine mechanische Belüftungsanlage, die auf eine Außentemperatur von maximal 45°C ausgelegt wird.

Die Lüftungsanlage ist so beschaffen, dass bei einem Kabelfehler der Tunnel innerhalb von 24 Stunden auf eine Temperatur von 35 °C heruntergekühlt werden kann.

Die Lüfter sind nicht für den Rauchabzug (Heißgase) vorgesehen, können jedoch im Brandfall zur Rauchableitung genutzt werden. Die Lüftungsanlage wird dafür bei Detektion eines Brandes automatisch auf Höchstvolumenstrom geschaltet und ist an die Sicherheitsstromversorgung angeschlossen.

Für jeden Tunnel sind separate Lüftungsanlagen mit jeweils einem Zuluft- und Abluftventilator sowie einem Bypass vorgesehen. Die Ventilatoren arbeiten im Normalfall mit etwa 50 % Last und sind für den Dauerbetrieb ausgelegt. Bei Lüfterausfall übernimmt der verbleibende Lüfter die Funktion, und der Bypass minimiert den Druckverlust über den ausgefallenen Lüfter. In bestimmten Szenarien wird die Übertragungsleistung je nach Außentemperatur und Dauer des Lüfterausfalls reduziert. Der kurzfristige Austausch defekter Ventilatoren wird durch die Vorhaltung eines Ersatzventilators sichergestellt. Die Lüftungsanlage wird jährlich gewartet.

Die technischen Brandschutzmaßnahmen umfassen Brandschutzklappen in den Lüfterkanälen zur Abschottung zwischen Betriebsgebäuden und Schachtbauwerk sowie eine z.B. PROMAT Ummantelung der Lüfterkanäle in erforderlichen Abschnitten. Eine zusätzliche Abschottung ist nicht erforderlich. Wand- und Deckendurchbrüche werden nach der Installation der Brandschutzmaßnahmen, wie z. B. Conlit-Schalen bei Rohrleitungen, geschlossen. Diese Maßnahmen werden vor dem Schließen von Decken oder Schächten geprüft und dokumentiert.

6.2.7.4 Tunneltransportmittel

Für Wartungs-, Instandsetzungs- und Reparaturarbeiten müssen zeitweise Lasten im Tunnel transportiert werden. Für diesen Transport werden an Deckenschienen elektrisch verfahrbare Hebezeuge vorgesehen, die in Parkposition im Schacht vorgehalten werden.

Zur Personenrettung aus dem Tunnel werden in diesem Transportsystem entsprechend ausgestattete Rettungs-Transportmittel vorgesehen.

6.2.7.5 Kabelabstände, Einzugsradien

Die Primärkabelanlage ist Teil der 380 kV-Leitung Raitersaich West – Ludersheim West und umfasst eine Gesamtlänge von etwa 3.325 m, bestehend aus erdverlegten und im Tunnel verlegten Abschnitten.

Die Kabel sind für eine Stromtragfähigkeit von 3.600 A bei einem Belastungsgrad von 1 ausgelegt und sollen eine temporäre Überlast von 4.000 A für mindestens 12 Stunden nach einer Vorbelastung von 3.200 A ermöglichen.

Es kommt ein VPE-isoliertes Einleiterkabel mit einem Querschnitt von 3.200 mm² zum Einsatz, das aus sechs Segmenten besteht, um die Leiterverluste zu reduzieren. Die maximale Belastungstemperatur beträgt 90 °C. Die dauerhafte Einhaltung der maximalen Kabeltemperatur ist über die Lüftungsanlage sichergestellt, siehe Kap. 6.2.7.3.

Die Verlegung der Einzelkabel im Tunnel erfolgt vertikal mit einem Abstand von 60 cm und auf Konsolen, die im Abstand von etwa 7,2 m an der Tunnelwand befestigt werden.

Für die Montage und den Endzustand werden die herstellereigentlichen Einzugs- und Biegeradien der Kabelanlage sicher eingehalten. Hierzu sind für die Montage in den Schachtdecken verschließbare Öffnungen vorgesehen, die ein bestimmungsgemäßes Einbringen der Kabellängen in den Schacht und in den Tunnel sicherstellen.

In den Schächten werden die Kabel für den Endzustand bei Richtungsänderungen auf entsprechende Umlenkbögen befestigt, die die Herstellervorgaben der Verlegeradien sicher einhalten, siehe auch Kap. 6.2.7.6.

6.2.7.6 Kabelunterkonstruktionen

In den Schachtbauwerken werden Stahlunterkonstruktionen zur Aufnahme der Kabel installiert. An den Stellen, wo das Kabel eine Richtungsänderung erfährt, werden Umlenkbögen montiert. Die Zugänglichkeit der Halterungen an den Unterkonstruktionen erfolgt über fest installierte Laufstege, deren exakte Höhe und Positionierung in Abstimmung mit dem Kabellieferanten in den weiteren Planungsphasen festgelegt wird. Die Laufstege sind so konzipiert, dass eine regelmäßige Begehung

ohne zusätzliche Gerüste möglich ist. Vor der Fertigung der Kabel ist eine Typprüfung mit dem vorgesehenen Endverschluss, Muffe und Kabel gemäß den Spezifikationen erforderlich.

Dabei werden Kabelhersteller berücksichtigt, die einen Rahmenvertrag mit dem Auftraggeber haben und das Anforderungsprofil kennen.

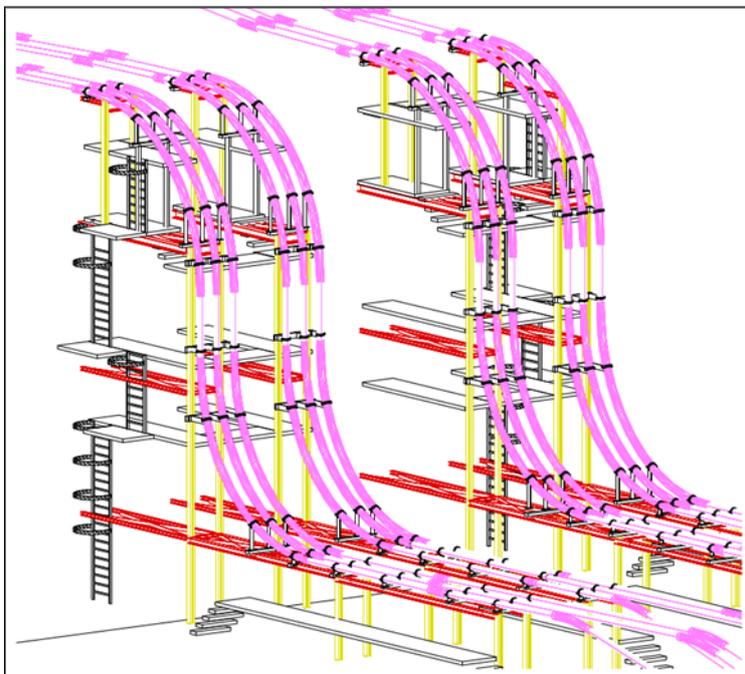


Abbildung 47: Stahltragkonstruktion, exemplarisch für die Schachtbauwerke

6.2.7.7 Kabelführungen im Schacht- und Tunnelbauwerk

Nach der Einführung in die Schachtbauwerke folgen die Kabel einem Bogen und werden in vertikalen Leitungsschächten bis zum Tunnelniveau gezogen, wo sie horizontal bis zum Vortriebstunnel verlegt werden und dort in eine vertikale Anordnung innerhalb der Tunnel wechseln. Die Fixierung der Kabel innerhalb der Bauwerke erfolgt auf einem Stahltraggerüst s. auch Kapitel 6.2.7.6.

Die Verbindung der Kabellängen erfolgt durch typgeprüfte, wartungsfreie Feststoffmuffen. Die Kabelendverschlüsse entsprechen den Prüfnormen, beispielsweise der IEC 62067.

Für die Signalübertragung in der Kabelanlage sind ausschließlich Lichtwellenleiter (LWL) vorgesehen. Die Verlegung der LWL-Kabel erfolgt in Leerrohren, die in den Kabelrinnen angeordnet sind. Für das Temperaturmonitoring werden ebenfalls LWL-Kabel in Leerrohren auf der Kabelmittellage verlegt.

Der Aufbau dieses Systems sieht eine Vernetzung aller Datenerfassungseinheiten über Glasfaserkabel vor, wobei die Stromversorgung der Sensoren im Kabeltunnel über induktive Geräte erfolgt.

An der Tunneldecke werden weiterhin in entsprechenden, nichtmetallischen Kabelrinnen weitere Begleitkabelanlagen im Tunnel mitgeführt. Diese versorgen u. a. die Lichanlage, den Betriebsstättenfunk im Tunnel, die Tiefpunktentwässerung sowie die Brandmelde- und Warneinrichtungen des Tunnels (s. auch Unterlage 6.2).

6.2.8 Technische Beschreibung Erdkabel

6.2.8.1 Allgemeines

Im planfestzustellenden Abschnitt A-Katzwang soll die Stromübertragung elektrischer Energie zwischen dem definierten Anfangs- und Endpunkt (KÜA Wolkersdorf – KÜA Katzwang) über eine Erdverkabelung erfolgen. Der Anlass für die Planung als Erdkabelabschnitt findet sich in Kapitel 5.2.2.

Um den Anschluss an ein Umspannwerk oder -wie hier- eine weiterführende Trasse als Freileitung zu ermöglichen, werden Kabelübergangsanlagen eingesetzt.

6.2.8.2 Kabelgraben, Schutzrohre

Kabelgraben

Das Regelgrabenprofil für die Erdkabelabschnitte (siehe Unterlage 6.1) besteht aus zwei parallelen Kabelgräben, welche jeweils zwei Kabelsysteme à drei Hochspannungskabel sowie Steuer- und Monitoringkabel führen. Auf Grund der begrenzten Stromtragfähigkeit der Kabel verdoppelt sich die Systemanzahl im Vergleich zur Freileitung.

Für den Bau der Kabelgräben wird ein Regelgrabenprofil mit einem Böschungswinkel von 45° genutzt. Dabei werden zwei Gräben hergestellt, deren Grabensohle in 1,95 m Tiefe liegt.

Die Mindestüberdeckung wurde mit einer Tiefe von 1,7 m gewählt. Die Verlege-Toleranz wurde auf 20 cm (-10/+10 cm) für die Ausführung der Bauarbeiten eingeschränkt.

In der Regelgrabenverlegung auf freier Verlegestrecke (im Offenland) beträgt die flächenhafte, temporäre Inanspruchnahme im Bau circa 70 m. Der gehölzfreie Schutzstreifenbereich für die Betriebsphase umfasst 28 m.

Abbildung 48 zeigt das Grabenprofil im Abschnitt Wolkersdorf. Hier wurde, zur Vermeidung eines Waldeingriffs und zur Gewährleistung der bauzeitlichen Einrichtung eines Provisoriums der Bestandstrasse als Baueinsatzkabel, vom Regelgrabenprofil abgewichen. Die temporäre Inanspruchnahme beträgt ca. 44 m. Dies ist möglich, wenn der Aushub des jeweiligen Rohrgrabens auf dem anderen Rohrgraben und in den angrenzenden Bauflächen zwischengelagert wird. Der gehölzfreie Schutzstreifenbereich für die Betriebsphase umfasst ca. 28 m.

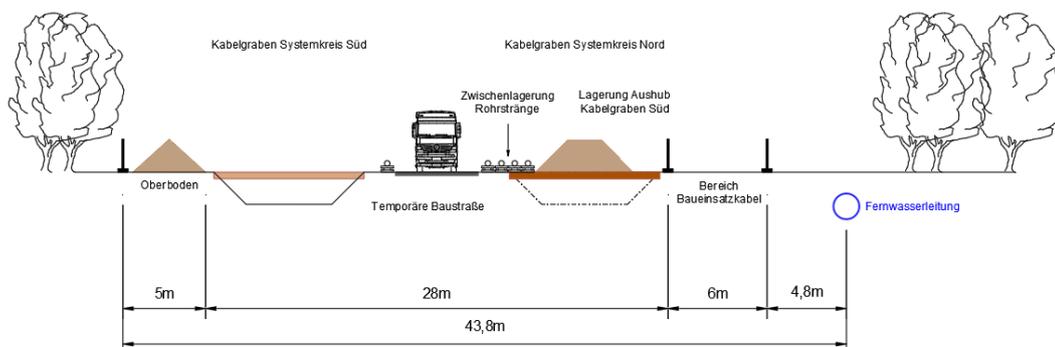


Abbildung 48: Darstellung Bauablauf mit Lagerung Aushub auf Rohrgraben, Zustand 1 (Skizze)

Es ist vorgesehen von der mittigen Baustraße aus zunächst den einen Rohrgraben und nach Abschluss den anderen Rohrgraben zu bearbeiten, siehe nachfolgende Abbildung 49.

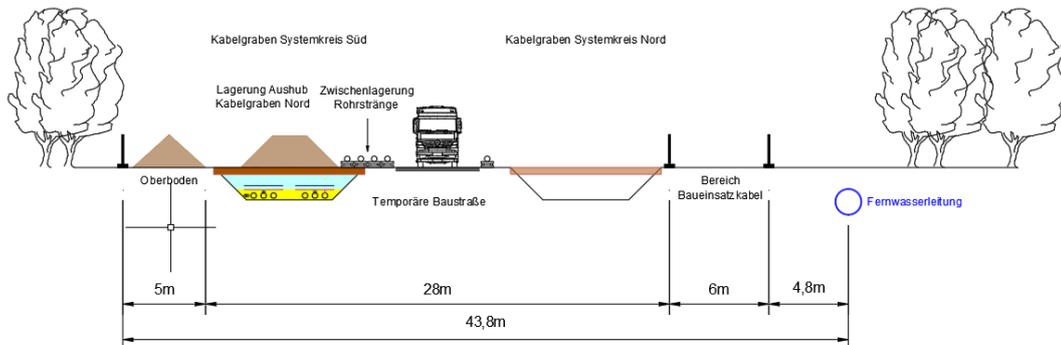


Abbildung 49: Darstellung Bauablauf mit Lagerung Aushub auf Rohrgraben, Zustand 2 (Skizze)

Schutzrohre

Die Kabel werden getrennt in einzelnen Schutzrohren verlegt, die sie vor äußeren Schäden schützen. Die Schutzrohre bestehen aus hochtemperaturbeständigem Polypropylen und/oder Polyethylen. Der Durchmesser des Schutzrohres ergibt sich durch den Außendurchmesser des verwendeten Erdkabeltyps inkl. Sicherheitszuschlag zum Einzug des Kabels.

Zur Aufnahme der Begleit- und Steuerkabel werden mehrere Leerrohre mit verlegt. Alle Schutz- / Leerrohre wurden auf die spezifischen Lastfälle in Bau- und Betriebszustand bemessen.

Es kommen folgende Schutzrohre zum Einsatz:

Tabelle 7: Schutzrohre im Abschnitt A Katzwang

Nr.	Zweck / Einbauort	Anzahl (pro Graben)	Außendurchmesser [mm]	SDR ¹
1	Kabelschutzrohr, Wolkersdorf	2 x 3	315	17

¹ SDR – standard dimension ratio; Verhältnis von Außendurchmesser zu Wandstärke. Je kleiner der SDR, desto stabiler ist das Rohr.

2	Kabelschutzrohr, Katzwang	2 x 3	280	21
3	Leerrohr, Wolkersdorf	4	63	11
4	Leerrohr, Katzwang	4	63	11

6.2.8.3 Erdkabel

Wesentlicher Unterschied zwischen Leiterseilen einer Freileitung und einem Erdkabel ist die verwendete Isolierung, welche den elektrischen Leiter umgibt. Beim hier verwendeten Erdkabel ist der leitende Kern aus Kupfer von einer Isolierung bestehend aus vernetztem Polyethylen (VPE) umgeben, siehe Abbildung 50. Der hier gewählte Kabeltyp kommt sowohl auf den Erdkabelabschnitten als auch im Tunnel zum Einsatz.

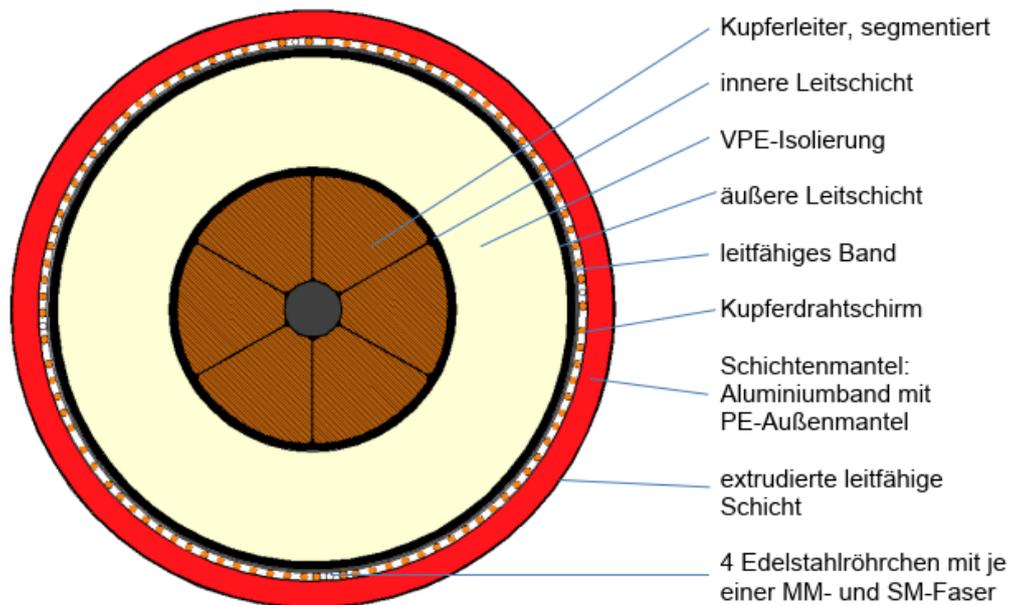


Abbildung 50: Aufbau beispielhaft ausgewählter Kabelquerschnitt (VPE-Kabel, Hersteller: NKT)

6.2.8.4 Offene Querungen

Im Abschnitt A-Katzwang sind, mit Ausnahme des Tunnelbauwerks, keine Kreuzungen mit Fremdleitungen, Straßen, Gräben o.ä. in geschlossener Bauweise geplant. Sämtliche Kreuzungen sind standardmäßig offen vorgesehen. Im Zuge der Planung wurden dazu anhand der notwendigen Querungstiefe die thermisch einzuhaltenden Abstände ermittelt. Die Kabel weiten sich mit größerer Verlegetiefe auf.

6.2.8.5 Schutzstreifen

Der Schutzstreifen ist eine dauerhaft rechtlich zu sichernde Fläche, welche für Wartungsmaßnahmen sowie den sicheren Betrieb des Erdkabels erforderlich ist. In diesem Bereich sind sämtliche Handlungen zu unterlassen, die zu Beschädigungen der Kabelanlage führen und/oder den sicheren

Betrieb gefährden. Dazu zählen auch Handlungen, die dazu führen, dass die Auslegungsstrombelastung der Anlage nicht mehr erreichbar ist. Die landwirtschaftliche Nutzung des Schutzstreifens ist weiterhin möglich. Der Schutzstreifen ist jedoch von sehr tiefwurzelnden Gehölzen (bspw. Douglasien) freizuhalten; flachwurzelnde Gehölze (alle Straucharten, auch Weihnachtsbaumkulturen) sind zulässig.

Der Schutzbereich erstreckt sich über die gesamte Länge des Erdkabels und beträgt 28 m.

6.2.8.6 Kabelendverschlüsse

Die Kabelendverschlüsse schließen das Ende eines Kabels ab und stellen die elektrische und mechanische Verbindung vom Kabel zum nächsten Anlagenteil her. In diesem Fall zur Kabelübergangsanlagen.

Im vorliegenden Fall stellen die Kabelendverschlüsse Beginn und Ende des Planungsraums dar. Der Übergang vom Kabel zur Freileitung erfolgt innerhalb einer KÜA.

6.2.8.7 Bauablauf Erdkabel

6.2.8.7.1 Vorbereitende Maßnahmen, Herstellung des Kabelgrabens

Vorbereitende Maßnahmen

Zu den vorbereitenden Maßnahmen im Zuge der Planung gehören Baugrunduntersuchungen. Diese Untersuchungen sollen u.a. Aufschluss über die Tragfähigkeit des Bodens, die Grundwasserverhältnisse (zwecks Planung der Wasserhaltung), sowie über die Wärmeleitfähigkeit des Bodens (zur Festlegung des Einsatzes von thermisch stabilem Bettungsmaterial) geben. Bis zum Baubeginn sowie baubegleitend / baunachbereitend finden regelmäßige Auswertungen der Grundwasserstände an den eingerichteten Grundwassermessstellen statt.

Vor dem Baubeginn können noch einzelne Maßnahmen zur Verifizierung der Planung nötig sein. Grundsätzlich sind die Baugrunduntersuchungen bereits durchgeführt und abgeschlossen (vgl. MB MB04.2 & MB04.3).

Zu den vorbereitenden Maßnahmen vor der Herstellung des Kabelgrabens gehört die Baufeldfreimachung, hierzu zählt unter anderem der Gehölzeinschlag (vorwiegend im Winterhalbjahr), die Entfernung von Zäunen sowie weitere Gegenstände o.ä. die dem Bau im Wege stehen. Es ist kein Eingriff in Wald erforderlich. Vorhandene Gehölze im Bereich des bestehenden Schutzstreifens werden im Rahmen der Baufeldfreimachung entfernt. Im Bereich der Zufahrten zu den Baufeldern wird der notwendige Lichtraum durch Rückschnitt hergestellt.

Anschließend folgt die Herstellung von Zuwegungen, Baustraßen sowie der Hauptbaustelleneinrichtungsflächen (mit Oberbodenabtrag und seitlicher Lagerung). Im Bereich der Erdkabelabschnitte selbst erfolgt für die temporären Baustraßen kein Oberbodenabtrag. Die Befestigung der mittig zwischen den Gräben angeordneten temporären Baustraße erfolgt mittels Bodenschutzplatten o.ä. (vgl. hierzu Unterlage MB01).

Im Erdkabelabschnitt Wolkersdorf ist vor Herstellung des Erdkabelabschnittes der Bestandsmast Nr. 84 zurückzubauen. Hierzu wird ein Provisorium als Baueinsatzkabel zwischen den Bestandsmasten Nr. 83 und Nr. 86 eingerichtet, siehe auch Kapitel 6.2.9.1.

Rückbau Mast Nr. 84 (Beschreibung analog zu Abschnitt A-West)

Im ersten Demontageschritt werden an zu sichernden Stellen i.d.R. (Verkehrskreuzungen, Wohngebäuden, etc.) Schutzgerüste aufgestellt, um bei einer Entfernung von der Beseilung und Armaturen keine Schäden zu verursachen. Im vorliegenden Fall sind für den Rückbau des Mast 84 auf Grund seiner Lage in der Bestandsschneise, keine gesonderten Schutzgerüste notwendig. Durch das Anbringen von Seilrollen an den Traversen oder andere technischen Maßnahmen, können die Leiterseile in Bereichen mit schutzwürdigen und schutzbedürftigen Biotopen so entfernt werden, dass dies möglichst berührungsfrei zum Boden stattfinden kann. Für die Seildemontage im Mastfeld zwischen Mast 84 und Mast 85 ist dazu eine mehrstündige Sperrung der Haimendorfstraße notwendig. Der Abtransport der Seile erfolgt mit LKW.

Nach der Seildemontage werden die einzelnen Masten an einem Mobilkran (Tragkraft bis zu 300 t) befestigt. An geeigneten Stoßstellen wird die Verschraubung des Mastes geöffnet und die Mastteile werden aus der Leitung gehoben. Vor Ort werden Mastteile in kleinere, transportierbare Teile zerlegt und abgefahren.

Die Fundamente werden anschließend bis zu einer Bewirtschaftungstiefe von 1,50 m u. GOK entfernt. Dazu kommt i.d.R. ein Bagger mit Hydraulikmeißel oder Fräße zum Einsatz. Das abgebrochene Material wird mit LKW abgefahren..

Die nach Demontage der Fundamente entstehenden Gruben werden mit geeignetem und ortsüblichem Boden entsprechend den vorhandenen Bodenschichten wiederverfüllt. Das eingefüllte Erdreich wird ausreichend verdichtet, wobei ein späteres Setzen des eingefüllten Bodens berücksichtigt wird. Das demontierte Material wird ordnungsgemäß entsorgt oder einer Weiterverwendung zugeführt.

Herstellung des Kabelgrabens

Nach Abschluss der vorbereitenden Maßnahmen erfolgt die Errichtung des Kabelgrabens gemäß den Anforderungen der DIN 4124. Entsprechend der vorherrschenden Bodenstandfestigkeit werden die Kabelgräben mit einem Böschungswinkel von 45 Grad hergestellt. Die Breite der Kabelgräben, zuzüglich Arbeitsstreifen, beträgt im Bau regelmäßig circa 70 m (vorübergehende Inanspruchnahme) und im Sonderfall der Waldschneise Wolkersdorf circa 44 m. Der im Grundbuch gesicherte Schutzbereich für den Betrieb beträgt 28 m (dauerhafte Inanspruchnahme).

Die Kabelgräben werden in durch das Bauunternehmen zu definierenden Abschnittslängen hergestellt. Es ist davon auszugehen, dass nicht der gesamte Kabelgraben bzw. Abschnitt zwischen KÜA und Tunnelbauwerk in einem Arbeitsgang hergestellt wird. Dies begründet sich insbesondere durch die notwendigen Wasserhaltungsmaßnahmen (s. dazu Kapitel 6.2.10.3). Es ist ergänzend davon auszugehen, dass die parallel liegenden Gräben nacheinander ausgeführt werden.

Bei nicht standfesten Böden ist der Kabelgraben zu verbauen, damit ein gefahrloses Arbeiten gewährleistet werden kann. Dies ist planmäßig nur im Bereich der Querung der Haimendorfstraße im Abschnitt Wolkersdorf vorgesehen.

Der Aushub des Kabelgrabens erfolgt schichtweise und wird getrennt nach homogenen Bodenschichten seitlich des Grabens im Arbeitsbereich gelagert. Der Mutterboden wird in zweiter Reihe gesondert neben dem Kabelgraben gelagert. Die örtlichen Gegebenheiten im Abschnitt Wolkersdorf erfordern es den Aushub teilweise innerhalb der beantragten Flächen umzutransportieren, zwischenzulagern und später wieder anzufahren.

Sofern vorhandene Drainagen betroffen sind, werden diese von der Antragstellerin, in Abstimmung mit dem Eigentümer, getrennt und nach Abschluss der Baumaßnahme wieder hergestellt.

Für beide Erdkabelabschnitte wird während der Bauphase eine Wasserhaltung zur Freihaltung des Kabelgrabens von Grundwasser oder Niederschlagswasser bei entsprechendem Grundwasserstand erforderlich. Um einen reibungslosen Bauablauf sicherstellen zu können, ist eine abschnittsweise Wasserhaltung erforderlich. Die Wasserhaltung ist durch verschiedene Maßnahmen umsetzbar. Demnach wird im Kabelgraben anfallendes Niederschlagswasser oder auch weiteres in den Graben eindringendes Wasser über Pumpensümpfe abgeleitet. Insbesondere bei hoch anstehendem Grundwasser muss der Kabelgraben durch andauerndes Abpumpen trocken gehalten werden. Es ist derzeit keine geschlossene Wasserhaltung vorgesehen.

Die Beantragung der Genehmigung für die Wasserhaltungsmaßnahmen erfolgt über den wasserrechtlichen Antrag, s. Unterlage 10.1.

Nach Aushub des Kabelgrabens wird zunächst die Baugrubensohle hergerichtet, um anschließend die erste Lage des Bettungsmaterials einzubringen. Dies soll aufgrund der vorgefundenen Bodeneigenschaften ein Bettungsmaterial mit vorgegebenen thermischen Eigenschaften sein.

Auf die verdichtete erste Lage werden die zuvor entlang der Baustraße / Kabelgräben hergestellten Schutzrohrstränge in den Kabelgraben gehoben. Die Verbindung der Teilstränge miteinander erfolgt durch Elektroschweißmuffen. Nach Abschluss der Verlegung der Schutzrohre erfolgen eine Abstandskontrolle, gegebenenfalls eine Lagekorrektur sowie die Vermessung der einzelnen Rohrstränge zu Dokumentationszwecken.

Danach erfolgt die Außerbetriebnahme der Wasserhaltung und allseitige Verfüllung mit dem Bettungsmaterial, die Verlegung der Abdeckplatten sowie der kennzeichnenden Trassenwarnbändern auf unterschiedlichen Höhen. Nachfolgend kann das Aushubmaterial schichtenweise wieder eingebaut werden, sodass die ursprüngliche Geländehöhe dauerhaft erhalten bleibt.

Die Einrichtung wird, im Sinne einer Wanderbaustelle, zum folgenden Grabenabschnitt umgesetzt.

Die Erdkabelabschnitte im Bereich der BE-Flächen (Anschluss an die Bauwerke) werden nachträglich gebaut, sollten die Flächen zum Zeitpunkt der Erdkabelarbeiten beispielsweise für die Baustelleneinrichtung anderweitig genutzt sein.

Damit die Schutzrohre sauber und durchgängig frei bleiben, werden die vorab hergestellten Abschnittsenden temporär druck- und wasserdicht verschlossen und bedarfsweise unter Geländeoberkante abgelegt.

Wiederherstellung

Im Anschluss an die Rückverfüllung des Kabelgrabens bzw. den Kabelzug werden alle betroffenen Flächen in ihren ursprünglichen Zustand wieder hergestellt. Dazu zählen die Oberflächenwiederherstellung im Allgemeinen und die Rekultivierung im Speziellen.

Zur Wiederherstellung zählen unter anderem der Rückbau aller bautechnischen Einrichtungen (Baustraßen, Lagerplätze etc.) sowie der Wiederauftrag des Oberbodens in strukturschonender Weise. Damit einhergehend werden die Flächen entsprechend den Vorgaben der bodenkundlichen Baubegleitung rekultiviert, um die Landschaft und die Lebensräume in den ursprünglichen Zustand

zurückzusetzen. Dafür stellt die Bodenkundliche Baubegleitung auch eine bodenkundliche Be-weissicherung sicher. Anschließend erfolgt eine Übergabe der rekultivierten Trasse an den Eigen-tümer bzw. Nutzungsberechtigten.

6.2.8.7.2 Kabelverlegung

Zur Kennzeichnung der Trasse, insbesondere an Kreuzungen, wird auf Anforderungen des Gestat-tungspartners (z.B. Wasserverband, Straßenbehörden) eine entsprechende Beschilderung ange-bracht. Die eigentliche Kabelverlegung erfolgt durch Einziehen der Kabel in die Leerrohre sowie in den Tunnel. Der Kabelabzug erfolgt von einer Kabeltrommel. Die maximale Einzelkabel länge, die eingezogen wird, überschreitet 1.200 m nicht.

Aus diesem Grund sind drei Kabelzüge erforderlich, um die Gesamtstrecke zwischen der KÜA in Wolkersdorf und der KÜA in Katzwang zu verbinden mit insgesamt einer Länge von etwa 3,4 km. Für jedes der 12 Systemkabel sind zudem zwei CB-Muffen im Tunnel je Kabelverbindung notwendig.

Es sind folgende durchschnittliche Kabelabschnitte geplant:

- KÜA Wolkersdorf 0+000 m – Tunnel Station 1+130 m, Abschnittslänge ca. 1.200 m
- Tunnel Station 1+130 m – Tunnel Station 2+310 m, Abschnittslänge ca. 1.100 m
- Tunnel Station 2+310 m – KÜA Katzwang Ost 3+460m, Abschnittslänge ca. 1.200 m

Es lassen sich grundsätzlich zwei verschiedene Arten von Kabelzügen unterscheiden. Zum einen der Kabelzug von einer der beiden KÜA bis zum jeweiligen Muffenstandort im Tunnel, und zum anderen der Kabelzug für die Mittellänge, bei dem der Kabelzug vom Schachtbauwerk Katzwang in den Tun-nel erfolgt. Zur Vereinfachung des Kabelzuges wird im Initialzug zunächst die Mittelkabel länge in den Tunnel eingezogen und anschließend die Kabel von der jeweiligen KÜA bis zum Muffenstandort im Tunnel.

Der Kabeleinzug erfolgt durch eine Winde. An das Ende der Systemkabel wird ein Ziehstrumpf mon-tiert, der aus einer Stahllitze besteht und eine flexible Kraftübertragung auf das Kabel ermöglicht, sodass dieses beim Einziehen unbeschädigt bleibt. Die beim Einziehen im Kabeltunnel entstehen-den Zug- und Radialkräfte wurden durch Berechnungen abgeschätzt. Die auftretenden Zug- und Radialkräfte dürfen die maximalen Belastungsgrenzen der Kabel nicht überschreiten. Diese Belas-tungsgrenzen wurden von den Kabelherstellern übergeben und bei den Berechnungen berücksich-tigt.

6.2.9 Einsatz von Provisorien

Im Bereich der Bestandsschneise Wolkersdorf, zwischen Mast 83 und 85, wird auf Grund der be-engten räumlichen Verhältnisse sowie zur zur Aufrechterhaltung der Versorgung während der Her-stellung des Erdkabelabschnittes (Konflikt mit Mast 84) die Errichtung eines Provisoriums zur Stro-mübertragung auf annähernd paralleler Trasse erforderlich. Das hier bzw. nachfolgend beschrie-bene Provisorium ist Bestandteil des Planfeststellungsantrages für den Abschnitt A-Katzwang. Das Provisorium wird in den Lage-/Rechtserwerbsplänen (Unterlage 4.1) grafisch als Provisoriumsflä-chen in Form eines Korridors dargestellt, der die Baubereiche überbrückt. Dies gilt sowohl für die stromführenden System als auch für die Lichtwellenleiter-Erdseile auf den Mastspitzen.

Das gegenständlich vorgesehene Provisorium ist als Kabelprovisorium (Baueinsatzkabel) vorgesehen und kann dem Bauwerksverzeichnis (Unterlage 5.1) sowie der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 8: vorgesehene Provisorien

Bauwerksnr.: (Unterlage 5.1)	Maßnahme	Ausführung	Leitung
2	Ersatzneubau 380-kV-Leitung LH-07-B170	Baueinsatzkabel	220-kV-Leitung LH-07-B48

6.2.9.1 Baueinsatzkabel

Die Baueinsatzkabel (BEK) bestehen je nach erforderlicher Leistungsübertragung aus drei bis sechs Adern VPE-Einleiterkabel. Die Anzahl der Adern ergibt sich aus der maximalen Übertragungsfähigkeit der jeweiligen Baueinsatzkabel.

Die BEK werden flach am Boden verlegt. Am Anfang und am Ende ist ein Portalmast als Freileitungsprovisorium zu errichten, der die Leiterseile der kreuzenden bzw. ins Provisorium zu verlegenden Leitung aufnimmt. Dort werden die Kabelendverschlüsse, die an den Kabelenden montiert werden, an Isolatorketten aufgehängt und die leitende Verbindung zum Freileitungsprovisorium hergestellt.

Im Bereich von Zuwegungen ist das Baueinsatzkabel in geeigneter Weise gegen Druckbelastung zu schützen. Im vorliegenden Fall besteht ein möglicher Konflikt im Bereich der Haimendorfstraße. Um eine Beschädigung durch die Nutzung der Straße zu vermeiden, wird das BEK oberirdisch mittels einer Kabelbrücke oder mittels einer Überspannung oberhalb des Lichtraums über die Straße geführt.



Abbildung 51: 110 kV-Kabelprovisorium mit Übergangsportal

Die Trassen der Baueinsatzkabel werden anschließend mit einem Bauzaun herum verschlossen, damit Unbefugten kein Zugang ermöglicht wird (siehe Abbildung 51). Im Rahmen der Einrichtung ist mit einer (Arbeitsraum-)Breite von 12 m auszugehen, im Betrieb nimmt das BEK ca. 6 m Breite in Anspruch.

Die Standzeit des Provisoriums beläuft sich auf den Zeitraum vor Herstellung der Erdkabeltrasse Wolkersdorf bis zur Inbetriebnahme des Ersatzneubaus, dementsprechend auf mehrere Jahre.

6.2.10 Wasserhaltung

Im Rahmen der Errichtung des hier beschriebenen Vorhabens werden Wasserhaltungsmaßnahmen zur Trockenhaltung von Baugruben und Gräben sowie zur Ableitung von anfallendem Niederschlagswasser notwendig. Die detaillierte Aufstellung für Grundwasserabsenkung/-entnahme, das Bauen im Grundwasser, die Wiedereinleitung des geförderten Grundwassers sowie die Niederschlagsentwässerung, während der Bau- und Betriebsphase einschl. der Entnahme- und Ableitungsmengen können dem wasserrechtlichen Antrag (s. Unterlage 10.1) sowie dem Wasserhaltungskonzept (Unterlage MB04.4) entnommen werden. Die Beurteilung zu möglichen Auswirkungen des Vorhabens, potentielle Belastungsquellen sowie die Verträglichkeit für die betroffenen Wasserkörper erfolgen in dem Fachbeitrag gemäß Europäischer Wasserrahmenrichtlinie (s. Unterlage 10.2).

6.2.10.1 Start- und Zielbaugrube

Für den Aushub der Start- und Zielbaugrube ist jeweils eine Wasserhaltung erforderlich. Diese ist als vorausseilende geschlossene Wasserhaltung zur Absenkung des Grundwasserspiegels geplant. Es ist eine geschlossene Wasserhaltung mit bis zu ca. 40 m tiefen Filterbrunnen außerhalb und innerhalb der Baugrube erforderlich. Für die Startbaugrube ist vorgesehen 6 Filterbrunnen außerhalb und 2 Brunnen innerhalb abzuteufen. Für die Zielbaugrube sind 4 Filterbrunnen außerhalb und ein Brunnen innerhalb der Baugrube vorgesehen.

Die Brunnen sind als Kiesschüttungsbrunnen mit Bohrdurchmessern von 400 bis 1.500 mm und Filterdurchmessern von 200 bis 1.250 mm vorgesehen. In der Regel werden elektrisch betriebene Unterwasserpumpen eingebaut. Die Anordnung der Brunnen erfolgt individuell entsprechend der vorherrschenden geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten. Die Brunnen werden im Zuge der Ausführungsplanung entsprechend den berechneten Andrangsmengen dimensioniert. Nach Beendigung der Arbeiten werden die Wasserhaltungsmaßnahmen eingestellt und die Tiefbrunnen und die Filterbereiche fachgerecht mit Brunnendämmer verschlossen.

Entsprechend den Ergebnissen aus der Modellrechnung ist an den jeweiligen Baugruben mit folgendem Grundwasserandrang zu rechnen:

- Startbaugrube: ca. 100 m³/d
- Zielbaugrube: ca. 25 m³/d

Auf Grundlage der Pumpversuchsdaten sowie den Erfahrungswerten aus dem Raum Nürnberg sind an den jeweiligen Baugruben hingegen folgende Wasserandrangsmengen zu erwarten:

- Startbaugrube: ca. 1.728 m³/d
- Zielbaugrube: ca. 1.080 m³/d

Im Zuge der weiteren Planung wird das Drain-Package Modell auf Basis der aktuellsten Erkundungsergebnisse sowie der Daten der Pumpversuchsauswertung angepasst. Um die potenziellen Auswirkungen der Grundwasserentnahme und -ableitung vorab abschätzen zu können und um Sicherheit hinsichtlich der erwarteten Mengen zu gewährleisten, werden u.a. im wasserrechtlichen Antrag lediglich die höheren, konservativ abgeschätzten Mengen aus den Pumpversuchsdaten / Erfahrungswerten herangezogen.

Für die Ableitung von Niederschlagswasser und Kluftwasser während der Baugrubenaushubs ist zusätzliche eine offene Wasserhaltung innerhalb der Baugrube zu betreiben. In der Mitte jedes Verbaufeldes sind 50 cm breite Dränmatten in vertikaler Richtung zwischen Gebirge und Spritzbetonschale für die Ableitung anfallenden Kluftwassers einzubauen. Bei erheblichem Wasserandrang sind zusätzliche Dränmatten horizontal zu verlegen, um das Wasser der Vertikaldränage zuzuführen.

In jedem Arbeitsschritt ist entlang der Baugrubenwand eine Rinne zur Ableitung des anfallenden Wassers anzulegen. Dazu werden in regelmäßigen Abständen Pumpensämpfe angeordnet, aus denen das Wasser abgepumpt werden kann.

Der Baugrubenaushub erfolgt vollflächig in Abschnitten vom ca. 2 m Tiefe. Sobald die Baugrubenwände zugänglich sind, erfolgt die Ausfachung der einzelnen Verbausegmente.

Ab einer Tiefe von ca. 2,5 m unter GOK (Ausfachung mit Spritzbeton) sind die Dränmatten vor der Herstellung der Ausfachung an der Baugrubenwand zu befestigen. Zwischen Baugrubensohle und

Unterkante der Ausfachung verbleibt während der Aushubarbeiten ein schmaler Spalt aus dem das anfallende Wasser in die Rinne fließen kann. Der beschriebene Ablauf ist bis zum Erreichen der Baugrubensohle zu wiederholen. Nach Fertigstellung des Baugrubenverbaus verbleibt das Gerinne zur Ableitung des anfallenden Wassers bis zur Herstellung der unterirdischen Schachtbauwerke

6.2.10.2 Tunnel

Da es sich beim Schildvortrieb mit Tübbingausbau um ein grundwasserhaltendes Verfahren handelt, sind keine Maßnahmen zur Wasserhaltung erforderlich.

6.2.10.3 Erdkabelgraben

Für die Verlegung der Erdkabel kann in Abhängigkeit des tatsächlichen Grundwasserstandes während der Verlegung eine Grundwasserhaltung erforderlich werden. Hierzu erfolgte unter Annahme konservativer Randbedingungen eine Vordimensionierung (siehe MB 04.04.1).

Aus der Vordimensionierung resultieren folgende, gemittelte Werte:

- Abschnitt Katzwang (Ost): ca. 130 m³/ Tag
- Abschnitt Wolkersdorf (West): ca. 160 m³/ Tag

Die ermittelten Werte berücksichtigen eine abschnittsweise Herstellung der Kabelgräben (Länge jeweils ca. 100 m) und sind im Vergleich zu den durch Niederschläge zu erwartenden Mengen gering. Es wird davon ausgegangen, dass in beiden Abschnitten eine offene Wasserhaltung eingerichtet wird, bei der das anfallende Schicht-, Stau- und Sickerwasser zusammen mit eventuellem Niederschlag in abschnittsweise ausgebildeten Pumpensümpfen gefasst wird. Von dort wird das Wasser über oberirdisch im Arbeitsstreifen verlegte Schlauch-/Leitungen zu den Baustelleneinrichtungsflächen der Start- bzw. Zielbaugrube geleitet und der übergeordneten Wasserhaltung zugeführt.

6.2.11 Baulogistik, Zuwegungen und Baustellenverkehr

Die beiden Baufelder liegen in ländlichen Gebieten, die im direkten Umfeld ausschließlich über das öffentliche Straßennetz erreicht werden können. Neben einer reinen Straßenandienung sind grundsätzlich auch zusätzliche Transportwege über den Wasser- und Schienenweg bis in den Nahbereich der Baufelder denkbar. Für den Wasserweg wäre der Main-Donau-Kanal prädestiniert. Ein Umschlagpunkt im Nürnberger Hafen (ca. 4,5 km vom Baufeld Katzwang entfernt) wäre möglich. Alternativ wäre eine neu zu errichtende Anliegerkonstruktion im Bereich des Rudervereins Nürnberg denkbar. Für den Schienenweg wäre ein Umschlagpunkt in einem Güterbahnhof im Bereich Nürnberg möglich.

Die vorgenannten Transportalternativen besitzen jedoch im Vergleich zum reinen LKW-Transport Nachteile. Einerseits ist mindestens ein zusätzliches Ladespiel für die Schüttgüter (sofern nicht ein direktes Abkippen auf Schiffe bzw. ein Entladen von diesen möglich ist) und Tübbingstapel (zwei Ladespiele zusätzlich) notwendig, um die Andienung auf die BE-Fläche bzw. von dieser zu realisieren. Die örtlichen Verkehre im direkten Umfeld zu den Baufeldern sind auch bei alternativen Transportrouten nicht reduzierbar. Des Weiteren birgt jedes zusätzliche Ladespiel ein Beschädigungsrisiko der Tübbingelemente, womit sich zusätzliche Sanierungsarbeiten und ggf. Rücktransporte/Entsorgungen ergeben. Ein Tübbingtransport mittels Schiffs ist wirtschaftlich nur sinnvoll, wenn eine große Anzahl Tübbingsegmente gleichzeitig transportiert wird. Entsprechende Lagerkapazitäten

würden zu deutlich größeren BE-Flächen und damit einer erhöhten Flächeninanspruchnahme führen.

Für die Anlieferung von Tübbings und sonstigen Baumaterialien wird die Anlieferung über den Main-Donau-Kanal oder den Schienenweg zum jetzigen Zeitpunkt nicht weiter berücksichtigt. Jedoch wird der Transport der TBM und die Kabelanlieferung voraussichtlich auf dem Wasserweg erfolgen, da die vorgenannten Nachteile hier kein Gewicht haben, da es sich hier um Schwerlasttransporte handelt.

Alle Transporte, die für die Baumaßnahme bis zur Inbetriebnahme notwendig sind, wurden auf Basis des geplanten Bauablaufs ermittelt. Die Ermittlung der Transportzahlen und die Transportmittel haben einen modellhaften Charakter. Durch Optimierung der bauausführenden Firma und weitergehenden Planung des Bauablaufs können sich z. B. Änderungen in den Transportzahlen, der zeitlichen Verteilung der Transporte und auch der Transportmittel ergeben, da die Festlegung erst in der Detailplanung erfolgt, bzw. unmittelbar vom laufenden Bauprozess beeinflusst wird.

Die genaue Betrachtung findet sich in der Unterlage 3.1 „Erläuterungsbericht Wegenutzung“.

6.2.11.1 Allgemeiner Baustellen- und Personenverkehr

Alle erforderlichen Transporte von Baumaschinen- und Baustelleneinrichtungen sowie Baumaterialien erfolgen per LKW zu den Baufeldern.

Bodentransporte zur An- und Abfahrt sowie Zwischenfahrten auf den Baufeldern zur Bodenzwischenlagerung erfolgen per LKW. Personentransporte per PKW bilden in der Anzahl der Gesamttransporte eine eher untergeordnete Rolle.

6.2.11.2 Schwertransport Tunnelbohrmaschine

Das Transportkonzept der TBM-Anlieferung erfolgt durch das ausführende Unternehmen. Sollten Sondertransporte erforderlich sein, werden diese mit ausreichend Vorlauf bei den zuständigen Behörden beantragt. Möglich ist zum einen der Antransport per Schiff bis zum Hafen Nürnberg mit anschließender Verladung auf LKWs oder direkt der Antransport über das überregionale Straßennetz. Da die TBMs modular aufgebaut sind, lassen sich die Transporteinheiten so gestalten, dass es zu keinen Überschreitungen der zulässigen Gewichte kommt. Die TBM wird dann auf dem Baufeld montiert und mit einem Mobil- und dem Portalkran in die Baugrube gehoben. Dort erfolgt die Endmontage.

6.2.11.3 Schwertransport Kabelanlieferung

Grundsätzlich sieht die Logistik einen Antransport der Kabelspulen über Binnengewässer bis in den Hafen nach Nürnberg vor. Vom Hafen erfolgt ein Straßentransport zum Tunneleingang Ost und später zum Tunneleingang West. Als Parameter für den Transport gilt dabei eine Kabelspule mit einem maximalen Gewicht von 100 t.

Für den Kabeltransport beginnend am Hafen Nürnberg wurden unterschiedliche Routen untersucht und bewertet. Zusammenfassend ist die Anlieferung über den Wasserweg sowie der Transport über öffentliche Straßen wie folgt geplant:

Anlieferung der Spulen auf der Schwerlastplatte im Hafen Nürnberg

Die Anlieferung der Spulen kann über den Hafen Nürnberg abgewickelt werden. Dies gilt für alle Spulengrößen und Gewichte. Für den Transport der großen Spule mit ca. 100 t wird ein Plateaufahrzeug eingesetzt, dieses kann auch für die leichteren und kleineren Spulen verwendet werden.

Route Baufeld Katzwang

Der Transport startet am Hafen in Nürnberg und folgt den öffentlichen Wegen bis zum Abspulplatz auf dem Baufeld Katzwang. Teilweise werden temporäre Absicherungen des Seitenstreifens mit Lastverteilungsplatten o.ä. erforderlich. Die Einfahrt von der Kemptener Straße erfolgt über die Baustellenzufahrt mittels Rampe.

Da später die Betriebsfläche Katzwang auch für Schwerlasttransport zukünftiger Kabelersatz-/Austauschmaßnahmen erreichbar sein muss, wird die Straße „Am Kühnleinsgarten“ im Zuge der Wiederherstellung in Absprache mit dem Eigentümer entsprechend ausgelegt.

Route Baufeld Wolkersdorf

Auf dieser Route ergeben sich nach Überprüfung der örtlichen Verhältnisse mehrere Konfliktpunkte (überwiegend erforderliche Baumrückschnitte). Der Transport startet am Hafen in Nürnberg und folgt den öffentlichen Wegen bis zum Abspulplatz auf dem Baufeld Wolkersdorf.

Baufeld und Betriebsfläche Wolkersdorf

Die Zuwegung zum Baufeld Wolkersdorf erfolgt von der Volckamerstraße aus über eine einspurige Baustraße mit Ausweibucht (siehe Kap. 6.2.11.6).

Da die Andienung der Betriebsfläche Wolkersdorf ebenfalls über diese Straße erfolgen wird, sind entsprechende Schleppkurven bei der Planung zugrunde gelegt.

6.2.11.4 Antransporte über öffentliche Straßen

Zufahrt Baufeld Katzwang

Die Zufahrt zum Baufeld Katzwang erfolgt ausschließlich über für die öffentlich gewidmeten Straßen (hier: zuletzt Gemeindeverbindungsstraße „Kemptener Straße“).

Aufgrund des Höhenunterschiedes zwischen der Baustelleneinrichtungsfläche und der Kemptener Straße ist eine direkte Einfahrt von der Kemptener Straße aus nur mittels einer Rampe möglich, die den ca. 1,80 m Höhenunterschied ausgleicht. Diese Rampe führt zu einer temporären Aufhöhung der parallel zur Kemptener Straße verlaufenden Straße „Am Kühnleinsgarten“, was zur Folge hat, dass die Durchgängigkeit der Straße „Am Kühnleinsgarten“ für die Dauer der Bauzeit nicht gegeben ist. Die Anlieger müssen aus anderer Richtung zu ihren Grundstücken geleitet werden. Auch eine Möglichkeit für Fahrradfahrer und Fußgänger die Straße „Am Kühnleinsgarten“ in dem Bereich der Rampe zu nutzen, ist nicht möglich. Der ursprüngliche Zustand wird nach Abschluss der Bauarbeiten in Absprache mit dem Eigentümer wieder hergestellt.

Zur Andienung des Baufeldes wird eine T-Kreuzung als Knotenpunkt zur Kemptener Straße errichtet (siehe Unterlage MB06.2). Diese wird nach Beendigung der Bautätigkeiten wieder vollständig zurückgebaut und in Absprache mit dem Straßenbaulastträger wieder hergestellt, bzw. ertüchtigt.

Weiterhin wird voraussichtlich das Tempo auf der Kemptener Straße während der Bauzeit nach Anforderungen der SÖR (Servicebetrieb Öffentlicher Raum Nürnberg) reduziert. Eine Lichtzeichenanlage (LSA) ist nach entsprechender Vorabstimmung nicht erforderlich.

Die genaue Betrachtung findet sich in der Unterlage 3.1 „Erläuterungsbericht Wegenutzung“.

Zufahrt Baufeld Wolkersdorf

Bis zum Baufeld Wolkersdorf erfolgt die Baustellenzufahrt ausschließlich über öffentliche Straßen (hier: zuletzt „Volckamerstraße“) und von dort mittels einer ca. 230 m langen Baustraße nach Süden folgend (siehe Kap. 6.2.11.5). Zur Andienung des Baufeldes wird eine T-Kreuzung als Knotenpunkt zur Volckamerstraße errichtet (siehe Unterlage MB06.1). Diese wird nach Beendigung der Bautätigkeiten Bestandteil der dauerhaften Zufahrt zur Betriebsfläche Wolkersdorf.

Die genaue Betrachtung findet sich in der Unterlage 3.1 „Erläuterungsbericht Wegenutzung“.

6.2.11.5 Zuwegungen / Baustraße

Im Folgenden wird die Verkehrsführung ab dem Verlassen der öffentlichen Straßen beschrieben.

Zuwegung Baufeld Katzwang

Als Baustellenzufahrt zum Baufeld Katzwang ist eine Rampe erforderlich. Die Rampe wird als Ein- und Ausfahrt von der öffentlichen Straße ins Baufeld entsprechend der Breite für Transporte von Kabelzug und Tunnelbohrmaschine dimensioniert.

Nach der Aufschüttung mit geeignetem Material ist zur Reduzierung von Staubbildung eine befestigte Oberfläche in Asphaltbauweise geplant.

Der Oberboden wird vorher abgetragen und im Baufeld gelagert. Dieser dient als Lärmschutz zur nord-östlich gelegenen Bebauung. Nach Beendigung der Bauphase werden alle Flächen wieder in ihren Ursprungszustand versetzt. Die Wiederherstellung wird mit den Eigentümern abgestimmt.

Zuwegung Baufeld Wolkersdorf

Beginnend ab dem Knotenpunkt „Volckamerstraße“ erfolgt die ca. 230 m lange Zufahrt zum Baufeld Wolkersdorf. Zur Reduzierung von Staubbildung ist eine befestigte Oberfläche in Asphaltbauweise geplant.

Für den Rücktransport der Tunnelbohrmaschine nach dem Vortrieb der ersten Röhre, bzw. Abtransport nach dem Vortrieb der zweiten Röhre, ist eine temporäre Überfahrt der angrenzenden Flurstücke notwendig. Zur Befestigung der Verbreiterungen sind temporäre Schwerlastplatten geplant.

Der Oberboden wird abgetragen und seitlich gelagert. Er dient auf der östlichen Seite als Lärmschutz zum östlich gelegenen Wohngebiet. Nach Beendigung der Bauphase wird die Oberbodenmiete wieder eingebaut. Überschussmassen werden verwertet. Aufgrund der Länge der Baustraße von 230 m wird eine Ausweichbucht für Begegnungsverkehr eingerichtet.

Des Weiteren überquert die Zufahrt eine Fernwasserleitung DN 700 aus Asbestzement. Zur Vermeidung eines Lasteintrages ist hier ein lastabtragendes Bauwerk in Form einer Überfahrrampe geplant.

Nach Beendigung der Bauphase werden alle Flächen wieder in ihren Ursprungszustand versetzt. Die Wiederherstellung wird mit den Eigentümern abgestimmt.

6.2.11.6 Baustellenverkehr

Der Baustellenverkehr wurde anhand des geplanten Bauablaufs ermittelt. Die anfallenden Transportströme variieren sehr stark über die Bauphasen. Die besonders transportintensiven Bauphasen sind die Baufeldvorbereitung, der Spezialtiefbau, sowie der Tunnelvortrieb (dieser betrifft nur das Baufeld Katzwang), in welchem große Mengen an Boden bewegt werden. Bei den Bodentransporten wurde darauf geachtet, dass wiederzuverwendender Boden im Baufeld verbleibt, um unnötige Ab- und Antransporte zu vermeiden. Hinzukommen aber auch Bodentransporte zur Zwischenlagerung auf dem Baufeld, die aus technischen Gründen nicht unmittelbar abgefahren werden können. Des Weiteren finden Transporte für die Tübinganlieferung und allgemeiner Verbrauchsmaterialien statt.

Die genaue Betrachtung findet sich in der Unterlage 3.1 „Erläuterungsbericht Wegenutzung“.

6.2.12 Ver- und Entsorgung Bauphase

Nachfolgend werden in diesem Abschnitt die Strom- und Wasserversorgung und die Wasserentsorgung getrennt nach den beiden Baufeldern Katzwang und Wolkersdorf beschrieben.

6.2.12.1 Baufeld Katzwang

Auf dem Baufeld Katzwang wird die Baustelleneinrichtung für den Tunnelvortrieb vorgesehen. Der Bedarf an Strom und Wasser ist im Vergleich zum Bedarf auf dem Baufeld Wolkersdorf deutlich größer.

6.2.12.1.1 Stromversorgung

In Abstimmung mit dem lokalen Netzbetreiber wird der Strombedarf für die Tunnelbohrmaschine, Separationsanlage sowie zugehörige Anlagen und die übrige Baustromversorgung auf dem Baufeld zur Verfügung gestellt.

6.2.12.1.2 Wasserversorgung

Während der Bauphase wird Wasser für den Tunnelvortrieb (Prozesswasser), für Sanitäranlagen und Löschwasser benötigt.

Prozesswasser

Die maßgebende Wasserbereitstellung wird für den Vortrieb der beiden Tunnelröhren erforderlich. Im Speziellen muss während des Tunnelvortriebs Wasser für folgende Prozesse bereitgestellt werden:

- Wasser zur Herstellung der Stützsuspension für den Tunnelvortrieb
- Wasser zur Herstellung des Ringspaltmörtels
- Brauchwasser zur Kühlung/Reinigung im Prozess des Tunnelvortriebs

Der Bedarf des für den Tunnelvortrieb erforderlichen Wassers wird zu einem großen Teil durch die Wasserhaltungsmaßnahmen der Erdkabelstrecken und der Baugrube gedeckt.

Wie viel Wasser bei den Wasserhaltungsmaßnahmen anfällt, wurde von zwei verschiedenen Gutachtern eingeschätzt. Da die Gutachten zu unterschiedlichen Zeitpunkten auf unterschiedliche Art und Weise und auf Grundlage verschiedener Basisparameter durchgeführt wurden, führen die beiden Ansätze zu unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich der anfallenden Wassermengen (vgl. Unterlage 10.1).

Beim ersten Gutachten, bei der die Abschätzung der Wasserandrangsmengen auf Basis eines dreidimensionalen geologischen Modells durchgeführt worden ist, deckt die geförderte Wassermenge aus den Wasserhaltungsmaßnahmen nicht den gesamten Bedarf für den Tunnelvortrieb.

Die übrige Menge, die je nach Fördervolumen aus der Wasserhaltung schwankt und den Tagesbedarf ergänzt, wird dem naheliegenden Main-Donau-Kanal entnommen. Grundsätzlich wird ein Speicherbecken gespeist, um über mehrere Tage einen kontinuierlichen Wasserzufluss für den Vortrieb zu gewährleisten.

Im zweiten Gutachten erfolgte die Abschätzung der Wasserandrangsmengen auf Grundlage der in einer späteren Stufe der Baugrunderkundung durchgeführten Pumpversuche sowie anhand von Erfahrungswerten aus vergleichbaren Projekten im Raum Nürnberg. Hier übersteigt die Wassermenge aus der Wasserhaltung den Bedarf für den Tunnelvortrieb bei weitem, sodass eine Wasserentnahme aus dem Main-Donau-Kanal nicht erforderlich wird.

Sanitäranlagen

In Abstimmung mit dem lokalen Versorger werden, die in der Bauphase in Baucontainern installierten Sanitäranlagen über einen Bauwasseranschluss an das öffentliche Wasserversorgungsnetz angeschlossen. In Abstimmung mit dem lokalen Versorger und der Stadt Nürnberg wurde die Möglichkeit eines Anschlusses an einen Unterflurhydranten im Bereich des Wendehammers der Rosine-Speicher-Straße (Nahlage zu MDK) besprochen. Das Leitungsprovisorium wird für die Bauzeit im Bereich des vorhandenen Leitungstrasse der Brücke „Gaulnhofener Straße“ angebracht und entlang des Weges „Am Kühnleinsgarten“ erdverlegt.

Löschwasser

Während der Bauphase wird für die Löschwasserversorgung eine Reserve von 100 m³ Wasser im oben genannten Speicherbecken vorgesehen. An dem Behälter wird ein Saugkupplungsanschluss für ein Löschfahrzeug installiert. Das Löschfahrzeug speist das Wasser im Ereignisfall in eine Trockenleitung ein und gewährleistet die Entnahme an den mit der Feuerwehr abgestimmten Standorten.

6.2.12.1.3 Wasserentsorgung

Die Wasserentsorgung resultiert maßgeblich aus dem Vortriebsrücklauf der beiden Tunnelröhren sowie der Wasserhaltung aus dem Erdkabelabschnitt und der Startbaugrube. Die Gesamtableitungsmenge variiert über die Bauzeit je nach gewerkespezifischer Nutzung. Für eine Beschreibung der zu erwartenden Mengen über die einzelnen Bauphasen wird auf Unterlage 10.1 verwiesen.

Prozesswasser

Während des Vortriebs wird ein Teil der sich im Kreislauf befindlichen Suspension in Altbentonit-Anks ausgeschleust. Diese Altsuspension ist nicht mehr Teil des Förderkreislaufes und wird vor Entsorgung in der sogenannten Feinstteilseparation weiterbehandelt. Die Feinstteilseparation erfolgt

über Kammerfilterpressen und Zentrifugen. Die flüssigen Endprodukte aus Kammerfilterpressen und Zentrifugen sind Filtratwasser und Zentratwasser. Das Filtrat- und Zentratwasser wird in einem Prozesswasserbecken auf der Baustelleneinrichtungsfläche gesammelt und zwischengepuffert. Zusätzlich fällt während des Vortriebs Sperrwasser an, welches ebenfalls dem Prozesswasserbecken zugeführt wird.

Das im Prozesswasserbecken gesammelte Wasser wird mittels Absetzcontainer mit Überläufen zur Reduzierung von Trüb- und Feinstoffanteile sowie Maßnahmen zur Regulierung des pH-Werts aufbereitet und anschließend in den Main-Donau-Kanal eingeleitet.

Die vorgesehene Freispiegelleitung verläuft parallel zum Weg „Am Kühnleinsgarten“ und des östlichen Betriebswegs des Main-Donau-Kanals. Über ein bestehendes Einleitbauwerk, nördlich der Brücke „Gaulnhofener Straße“ wird das Wasser kontinuierlich und mit einem geringen Abflussvolumenstrom dem Main-Donau-Kanal zugeführt. Um das Einleitbauwerk mit DN 700, das mittels Drainagesammler DN 400 die Oberflächenwässer aus den Straßen „Gaulhofer Straße“ und „Kempener Straße“ dem Main-Donau-Kanal zuführt, bei einem Starkregenereignis nicht zusätzlich zu beaufschlagen, kann bei Bedarf die Einleitmenge seitens der Baumaßnahme bei größeren Regenereignissen durch Zwischenspeicherbecken gedrosselt werden.

Eine Anbindung an das öffentliche Wasserentsorgungsnetz wird als Rückfallebene vorgesehen. Nach Absprache mit dem lokalen Versorger kann im Bereich der Kreuzung Gaulhofer Straße und Am Lerchenfeld eine Wassermenge von max. 200 m³/d in einen Regenwasserkanal eingeleitet werden.

Sanitäranlagen

In Abstimmung mit dem lokalen Versorger werden, die in der Bauphase in Baucontainern installierten Sanitäranlagen über eine Schmutzwasserdruckleitung an das öffentliche Wasserentsorgungsnetz angeschlossen. Analog zur Leitungsführung des Bauwasseranschlusses der Sanitärversorgung kann eine Leitung entlang des Weges „Am Kühnleinsgarten“ erdverlegt und im Bereich der vorhandenen Leitungstrassen der Brücke „Gaulnhofener Straße“ angebracht werden. Im Nahbereich des Wendehammers der Rosine-Speicher-Straße wird das Schmutzwasser einem Schacht des Mischwasserkanals des öffentlichen Abwassernetzes zugeführt. Am Übergabepunkt innerhalb des Baufeldes wird eine Abwasserhebeanlage installiert, welche das Schmutzwasser in Richtung des Mischwasserkanals fördert.

Wasserhaltung Schachtbaugrube/Erdkabelstrecken

Für eine Beschreibung der zu erwartenden anfallenden Wassermengen aus der Wasserhaltung wird auf Unterlage 10.1 verwiesen.

Übersteigen die anfallenden Wassermengen aus der Wasserhaltung den Wasserbedarf für den Tunnelvortrieb wird das Wasser in den Main-Donau-Kanal eingeleitet. Eine ortsnahe Versickerung ist aufgrund der geologischen Situation wirtschaftlich nicht möglich.

Die Beschreibung der vorgesehenen Art der Wasserhaltung ist für die Baugruben dem Kapitel 6.2.10.1 bzw. für die Erdkabelabschnitte dem Kapitel 6.2.10.3 zu entnehmen.

Oberflächenwasser

Das auf den befestigten Flächen anfallende Oberflächenwasser wird durch Straßenabläufe gefasst und einer bauzeitlichen Freispiegelkanalisation zugeführt. Eine gesamtheitliche Fassung der Oberflächenwässer führt zu einer einheitlichen Ableitung zum Main-Donau-Kanal mit einer entsprechenden Reinigung, welche auf dem Baufeld stattfinden wird und mindestens aus einer Absetzeinrichtung zum Rückhalt von Sediment und einer Abtrennung von Leichtflüssigkeiten bestehen. Bei den Menden werden auch Starkregenereignisse berücksichtigt.

Die Ableitung zum Main-Donau-Kanal erfolgt ebenfalls als Freispiegeleleitung und wird gemäß den gängigen Regelwerken geplant. Die Leitung wird seitlich zur Straße „Am Kühnleinsgarten“ provisorisch verlegt. Die geplante Einleitung sowie die daraus resultierende Erhöhung des Wasserspiegels während der jährlich im Frühjahr stattfindenden 3-wöchigen Sperrpause des Main-Donau-Kanals werden in der Unterlage 11.2 abgehandelt.

6.2.12.2 Baufeld Wolkersdorf

Auf dem Baufeld Wolkersdorf resultiert der Bedarf an Strom und Wasser maßgeblich aus der Herstellung des Schachtbauwerks und des Betriebsgebäudes.

6.2.12.2.1 Stromversorgung

In Abstimmung mit dem lokalen Netzbetreiber wird der Strombedarf für die Baustromversorgung auf dem Baufeld zur Verfügung gestellt.

6.2.12.2.2 Wasserversorgung

Während der Bauphase wird Wasser als Bauwasser, für Sanitäranlagen und Löschwasser benötigt.

Bauwasser

Der Grundbedarf des Bauwassers wird über die Wasserhaltungsmaßnahmen der Erdkabelstrecken und der Baugrube gedeckt. Um das Wasser aus der Wasserhaltung zwischenzuspeichern wird auf der Baustelleneinrichtungsfläche ein Wassertank vorgesehen. Als Rückfallebene dient der Anschluss an das öffentliche Wasserversorgungsnetz. Nach Absprache mit dem lokalen Versorger ist es vorgesehen, im Bereich der Volckamerstraße 69 an einem zu erstellenden Übergabeschacht mit einer bauzeitlich oberirdisch verlegten Leitung anzuschließen. Diese wird bis zur Baustraße im Randbereich des Gehwegs der Volckamerstraße verlegt.

Sanitäranlagen

In Abstimmung mit dem lokalen Versorger werden, die in der Bauphase in Baucontainern installierten Sanitäranlagen über den beschriebenen Bauwasseranschluss an das öffentliche Wasserversorgungsnetz angeschlossen.

Löschwasser

Anders als auf dem Baufeld Katzwang wird die Löschwasserversorgung bereits während der Bauphase durch einen unterirdischen Löschwassertank realisiert. Dieser ist befahrbar und besitzt durch

eine Saugkupplung eine Entnahmemöglichkeit für eine Löschfahrzeugentnahme. Der Löschwassertank verbleibt nach Abschluss der Bauphase unterirdisch und wird ebenfalls in der Betriebsphase benutzt.

6.2.12.2.3 Wasserentsorgung

Die Wasserentsorgung resultiert maßgeblich aus der Wasserhaltung der Erdkabelstrecken und der Baugrube.

Sanitäranlagen

In Abstimmung mit dem Umweltamt Nürnberg werden, die in der Bauphase in Baucontainern installierten Sanitäranlagen an einen Fäkalientank angeschlossen. Die Entsorgung des gesammelten Sanitärabwassers geschieht über Tankwagen.

Wasserhaltung Schachtbaugrube/Erdkabelstrecken

Für eine Beschreibung der zu erwartenden anfallenden Wassermengen aus der Wasserhaltung wird auf Unterlage 10.1 verwiesen.

Entsprechend der wasserrechtlichen Antragsunterlage fällt im Bereich der Zielbaugrube unbelastetes Grund- und Oberflächenwasser der Wasserhaltungen aus drei Bereichen an:

Offene Wasserhaltung Erdkabelbereich West

Geschlossene Wasserhaltung der Zielbaugrube

Ring- und Stichdrainage der Zielbaugrube

Das Grund- und Oberflächenwasser der o. g. Wasserhaltungen wird in einem Sammelcontainer auf dem Gelände der Zielbaugrube zusammengeführt. Entsprechend der wasserrechtlichen Antragsunterlage wird von einer Wassermenge von max. 1.240 m³/d ausgegangen.

Von dem Sammelcontainer wird das Wasser in einer fliegenden Rohrleitung DN150 bis DN200 (HDPE und/oder Stahlleitung) mit Schnellkupplung nach Nordosten in Richtung der Volckamerstraße gefördert. Die hierfür erforderliche Pumpleistung wird im Rahmen der Ausführungsplanung ermittelt. Für die Überquerung der Volckamerstraße sowie im weiteren Verlauf in Richtung Bahnlinie sind zwei Rohrbrücken vorgesehen um den Verkehr und die bestehenden Zufahrten nicht zu behindern. Um den Abtransport der TBM nicht zu behindern, wird die Rohrbrücke südöstlich der Mündung der Baustraße in die Volckamerstraße angeordnet.

Nach der Überquerung der Volckamerstraße verläuft die Rohrleitung zunächst entlang vorhandener Wege (Volckamerstraße bis Zufahrt Hausnummer 57, ab hier unbefestigter Weg) und parallel zur Bahnstrecke 5320 (Streckenabschnitt Schwabach – Nürnberg-Reichelsdorf, W2, Gegenrichtungsgleis, Oberleitung vorhanden) in deren Schutzstreifen in Richtung Norden. Vor dem Erreichen der Rednitz ist die Querung des Weihergrabens und einem angrenzenden Feldweges vorgesehen. Die Rohrleitung mündet auf Höhe der Eisenbahnüberführung in die Rednitz.

Ab der Rohrbrücke zur Querung der Volckamerstraße fließt das Wasser in freiem Gefälle von ca. 328 m NHN bis zur Rednitz bei ca. 305 m NHN. Die Gesamtlänge der Rohrleitung zur Ableitung des Grundwassers von der Zielbaugrube zur Rednitz beträgt ca. 1,1 km.

Oberflächenwasser

Das auf den befestigten Flächen anfallende Oberflächenwasser wird dem Seitenwegegraben zugeführt, welcher parallel zur Zufahrtsstraße geplant ist.

7 Betrieb der Leitung

7.1 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme der Kabelanlage für die Hochspannungsübertragung im Tunnel erfolgt in mindestens zwei Phasen. Zuerst werden sämtliche Bauarbeiten abgeschlossen. Im Anschluss werden die vorgeschriebenen Prüfungen an der Leitung durchgeführt. Im Rahmen der Inbetriebnahme werden alle relevanten Anlagenkomponenten überprüft, getestet und auf ihre Funktionsfähigkeit hin überprüft, um eine sichere und zuverlässige Nutzung der Kabelanlage zu gewährleisten.

In Phase I wird zunächst die technische Gebäudeausrüstung in Betrieb genommen, einschließlich der Lüftungsanlage für den Tunnel. Im Vordergrund steht die Sicherheitstechnik und die Herstellung der Kommunikationsverbindung. Dabei erfolgt die Aufschaltung an die Leitwarte des Betreibers (TenneT). Bevor die Kabelanlage in Betrieb genommen werden kann, müssen alle gebäudetechnischen und sicherheitstechnischen Installationen im Tunnel funktionsfähig sein.

Vor der eigentlichen Inbetriebnahme werden alle erforderlichen vorbereitenden Maßnahmen getroffen. Dazu gehören die Überprüfung der technischen Dokumentation, die Sicherheitsinspektionen sowie die elektrotechnische Abnahmeprüfung der Kabelinstallation.

Phase II erfolgt nach der Inbetriebnahme und stellt den Probetrieb bis zum Regelbetrieb der Kabelanlage dar. Während des Probetriebs erfolgen Kabel- und Funktionstests im Tunnelbauwerk.

Nach erfolgreichem Abschluss der Tests und der Sicherstellung, dass alle Komponenten einwandfrei funktionieren, erfolgt die schrittweise Inbetriebnahme der Kabelanlage. Während der Inbetriebnahme wird die Anlage kontinuierlich überwacht, und alle relevanten Parameter wie Stromstärke, Spannung und Temperatur werden protokolliert. Jegliche Sollwert-Abweichungen werden dokumentiert, analysiert und behoben.

Nach erfolgreicher Inbetriebnahme durch den Lieferanten erfolgt die endgültige Übergabe der Kabelanlage an den Betreiber (Tennet). Dies beinhaltet die Erstellung eines Abschlussberichts sowie eines Wartungsplans, der die regelmäßige Überprüfung und Instandhaltung der Kabelanlage umfasst. Mit der erfolgreichen Inbetriebnahme wird die Kabelanlage vollständig in den Betrieb integriert und kann ihre Funktion als Hochspannungsübertragungsanlage aufnehmen.

7.2 Regelbetrieb

Für den Betrieb der Kabelanlage ist der Vorhabenträger (Tennet) zuständig. Seine Aufgabe ist die operative Vorbereitung und Durchführung von Inspektionen, von geplanten und ungeplanten Instandsetzungen. Zum Betrieb gehört außerdem die Ein- und Unterweisung Dritter.

Für die Netzführung der Leitung ist ebenfalls der Vorhabenträger verantwortlich. Aufgabe der Schaltleitung ist u.a. die Koordination des Lastmanagements und die Durchführung bzw. Anweisung von Schaltungen, die Überwachung der Anlage sowie Alarmierung des zuständigen Betriebsbereiches bei Unregelmäßigkeiten.

Die Leitung ist ferngesteuert und rund um die Uhr fernüberwacht. Alle relevanten Betriebszustände werden erfasst und gespeichert. Diese Daten stehen für die weitere Auswertung und Störungsanalyse bereit.

Die elektrischen Daten der Leitung werden kontinuierlich durch automatische Schutzeinrichtungen an den beiden Enden der Leitung auf ihre Sollzustände hin überprüft. Die Kabeltemperatur wird permanent überwacht. Sofern eine Überbeanspruchung festgestellt wird, erfolgt die automatische Lastreduzierung, bis hin zu einer Abschaltung der gestörten Einrichtung vom Netz.

7.3 Wartungs- / Inspektionsintervalle und Reparaturarbeiten

Die Kabelanlagen sind grundsätzlich wartungsfrei, mit Ausnahme von bestimmten Komponenten, die regelmäßige Wartung erfordern. In solchen Fällen wird ein detaillierter Wartungsplan erstellt, der in Zusammenarbeit mit dem entsprechenden Wartungsteam im Vorfeld abgestimmt wird. Dies stellt sicher, dass die Zugänglichkeit zu den wartungsrelevanten Bereichen sicher gewährleistet wird.

Ein wesentlicher Bestandteil der Wartungsarbeiten sind die jährlichen Sichtprüfungen der Kabelanlagen im Tunnel. Dazu gehören die Überprüfung der Crossbonding Muffen, Kabelendverschlüsse und Kabelschellen. Darüber hinaus wird die Erdungsanlage regelmäßig geprüft, ebenso wie die Lüftungsanlage, um sicherzustellen, dass alle Anlagen unter den vorgesehenen Betriebsbedingungen ordnungsgemäß funktionieren.

Im Falle eines unvorhergesehenen Schadensfalls, der die Funktionalität der Anlage beeinträchtigen könnte, ist eine sofortige Begehung erforderlich, nachdem eine Temperaturreduzierung durch die Lüftungsanlage erfolgt ist. Diese Begehung wird nach einer Netzabschaltung des betroffenen Drehstromkreises durchgeführt. Dadurch wird eine schnelle Fehlerdiagnose und Reparatur ermöglicht, um den sicheren Betrieb der Kabelanlage jederzeit zu gewährleisten.

Sofern die Kabel der Leitung beschädigt sein sollten, z. B. durch äußere Einwirkungen oder innere Kabelfehler, so werden die Kabel umgehend repariert. Hierzu werden entsprechende Reparaturmaterialien und Reservelängen bereitgehalten. Die Reparatur erfolgt nach Fehlersuche durch Austausch des defekten Kabelstücks.

Der Vorhabenträger oder von ihm beauftragte Dritte verwenden für Begehungen und Befahrungen der Erdkabelstrecken zu Kontrollzwecken sowie gegebenenfalls erforderliche Inspektions- und Instandsetzungsarbeiten die Schutzstreifen und Zuwegungen, die durch eine beschränkt persönliche Dienstbarkeit gesichert sind. So können sie die Kabel an jedem Punkt erreichen. Die jährliche Überprüfung der Leitungstrasse erfolgt durch Begehungen oder Befliegungen im Außenbereich. Dabei wird der Zustand im Schutzbereich hinsichtlich eventuell neu errichteter Baulichkeiten, Bewuchs oder Anpflanzungen sowie der Beschilderung überprüft. Falls Bäume oder Sträucher eine Gefahr für die Leitung darstellen, werden diese in Absprache mit dem Eigentümer oder Nutzer entfernt.

Bei Reparaturen wird zunächst der Fehler gesucht, indem das defekte Kabelstück ausgetauscht wird. Dazu wird das Kabel im Schutzbereich freigelegt, um den schadhaften Teil zu entfernen und durch ein Ersatzkabel zu ersetzen. Liegt der Defekt im Bereich eines Kabelschutzrohres, werden die beiden Enden des Schutzrohres freigelegt, das Kabel entfernt und durch eine neue Teillänge ersetzt. Sollte die Entfernung des Kabels aus dem Schutzrohr nicht gelingen, wird in der Nähe des bestehenden Rohres ein neues Schutzrohr verlegt, durch das die Reparaturstrecke gezogen wird.

Durch regelmäßige Inspektionen, präventive Wartungsmaßnahmen und schnelle Reaktionszeiten bei unerwarteten Schadensfällen wird ein sicherer Netzbetrieb durch den Betreiber stets gewährleistet. Für die Beförderung größerer Lasten im Reparaturfall wird im Tunnel ein Transportsystem mit Lastaufnahmemittel vorgesehen.

7.4 Führungen für technische Besucher und behördliche Begehungen

Es sind lediglich technische Besichtigungen für Besucher oder behördliche Begehungen im Tunnel und der Betriebsgebäude vorgesehen, die der Erläuterung der Funktionsweise der dazugehörigen Einrichtungen dient, wie beispielsweise Einweisungen für Feuerwehr und Rettungsdienst. Gemäß dem betrieblichen Sicherheitskonzept ist für diesen Einzelfall ein Sicherheitskonzept zu erstellen, das mit den örtlichen Behörden und Feuerwehren abgestimmt wird. Führungen für die Öffentlichkeit sind derzeit nicht vorgesehen.

7.5 Instandhaltungskonzept

Seitens des Betreibers wird ein Instandhaltungskonzept für die Kabelanlage erarbeitet. Dieses Konzept ist für den Betreiber sehr wichtig, um die langfristige Zuverlässigkeit und Sicherheit der Anlage zu gewährleisten. Das Instandhaltungskonzept umfasst regelmäßige Inspektions- und Wartungsarbeiten (siehe Kapitel 7.3), die durch qualifiziertes und geschultes Personal durchgeführt werden.

8 Auswirkungen des Vorhabens

8.1 Grundstücksinanspruchnahme und Leitungseigentum

8.1.1 Allgemeine Hinweise

Die Grundstücke, die für die Baumaßnahmen und den späteren Betrieb der Leitung in Anspruch genommen werden, sind in den Lage- und Rechtserwerbsplänen dargestellt (siehe Unterlage 4.1). Art und Umfang der Inanspruchnahme von Grundeigentum durch das geplante Vorhaben sind im Rechtserwerbsverzeichnis aufgelistet (siehe Unterlage 5.2). Den Grundstückseigentümern werden aus Vertraulichkeitsgründen Schlüsselnummern zugewiesen. Die dazugehörige Eigentümerschlüsselnummer mit den Namen der Grundstückseigentümer liegt nicht öffentlich aus. Gegen Nachweis seiner Identität erhält der Eigentümer bei der Planfeststellungsbehörde oder der auslegenden Gemeinde seine persönliche, zugewiesene Eigentümer-Schlüsselnummer.

Ein Teil der Grundstücke wird dauerhaft durch die Betriebsflächen und die Schutzbereiche für Tunnel und Erdkabel in Anspruch genommen. Der Schutzbereich ist für den Bau und den Betrieb der Leitung erforderlich, der sich für den Tunnelabschnitt im Bau und Betrieb nicht unterscheidet und im Endzustand die grundsätzliche Baufreihaltung über und seitlich der Tunnelbauwerke gewährleisten soll, vgl. Kapitel 6.2.4.5. Für die Erdkabelabschnitte ist der Schutzstreifen für den Betrieb der Leitung erforderlich, um im Endzustand eine grundsätzliche Baufreihaltung zu gewährleisten, vgl. Kapitel 6.2.8.5. Mit der Ausweisung von Schutzstreifen ist kein Verlust des Grundeigentums verbunden; die Sicherung der Leitungsrechte erfolgt über die Eintragung von Dienstbarkeiten auf den betroffenen Flurstücken.

Andere Grundstücke werden nur vorübergehend in Anspruch genommen, z. B. durch Arbeitsflächen, temporäre Zuwegungen oder Leitungsprovisorien. Auch diese Flächen sind im Rechtserwerbsverzeichnis (s. Unterlage 5.2) aufgelistet und sind ebenfalls den zugehörigen Lage- und Rechtserwerbsplänen zu entnehmen (s. Unterlage 4.1).

Während der Bautätigkeiten bleibt die Bewirtschaftung der angrenzenden Flächen weiterhin möglich. Sollten temporäre Absperrungen von Wegen und Zufahrten notwendig werden, werden die Betroffenen rechtzeitig und umfassend informiert. Die bei Durchführung der Baumaßnahme entstehenden Schäden an Straßen, Wegen und Flurstücken werden entschädigt und wieder beseitigt. Der ursprüngliche Zustand wird in Abstimmung mit den entsprechenden Eigentümern bzw. Nutzern wieder hergestellt.

8.1.2 Dauerhafte Inanspruchnahme von Grundstücken, dinglich gesicherte Nutzungsbeschränkung

Zur dauerhaften, eigentümerunabhängigen rechtlichen Sicherung der Leitung ist die Eintragung einer beschränkt persönlichen Dienstbarkeit in Abteilung II des jeweiligen Grundbuches erforderlich. Die Eintragung erfolgt für die von der Leitung durchörterte Fläche, also den Schutzbereich der Leitung, sowie für dauerhafte Zuwegungen, wie sie in den Lage- und Rechtserwerbsplänen (siehe Unterlage 4.1) dargestellt und im Rechtserwerbsverzeichnis (siehe Unterlage 5.2) aufgelistet sind.

Voraussetzung für die Eintragung einer beschränkt persönlichen Dienstbarkeit im Grundbuch ist

eine notariell beglaubigte Bewilligungserklärung des jeweiligen Grundstückseigentümers. Die Vorhabensträgerin setzt sich daher mit jedem, vom Leitungsneubau und Rückbau unmittelbar betroffenen Grundstückseigentümer, ins Benehmen und bemüht sich um die Unterzeichnung einer entsprechenden Vereinbarung, die auch Entschädigungsregelungen enthält.

Im Falle der Nichterteilung der Bewilligung stellt der Planfeststellungsbeschluss die Grundlage für Eintragung der benötigten beschränkt persönlichen Dienstbarkeit im Wege der Enteignung in einem sich anschließenden Enteignungsverfahren dar (§ 45 EnWG).

Die beschränkt persönliche Dienstbarkeit gestattet der Vorhabensträgerin den Bau und den Betrieb der Leitung. Erfasst wird insoweit die Inanspruchnahme der Grundstücke u. a. durch Betreten und Befahren zur Herstellung der erdverlegten Kabelverbindung zwischen den KÜAs Wolkersdorf und Katzwang inkl. sämtlicher Vorbereitungs- und Nebentätigkeiten während des Leitungseinzuges sowie die Nutzung der Grundstücke während des Leitungsbetriebes für Begehungen und Befahrungen zu Kontrollzwecken, Inspektions- und Instandsetzungsarbeiten.

Beschränkungen der Nutzbarkeit des Grundstücks ergeben sich ggf. zudem daraus, dass Bäume bzw. deren Wurzelwerk, welche die Leitung gefährden, nicht im Schutzbereich der Leitung belassen werden können bzw. vom Vorhabenträger entfernt werden dürfen, Bauwerke und sonstige Anlagen innerhalb der Schutzbereiche nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung des Vorhabenträgers errichtet werden dürfen, sowie sonstige die Leitung gefährdende Verrichtungen, etwa den Betrieb gefährdende Annäherungen an die Erdkabel, untersagt sind.

Soweit ein schuldrechtliches oder dingliches Recht - etwa zum Besitz, z. B. Pacht oder Nießbrauch, - an dem dauerhaft in Anspruch zu nehmende Grundstücke besteht, wird dies ebenfalls beschränkt. Über die beschränkt persönliche Dienstbarkeit zum Bau und Betrieb der Leitung hinaus werden in einigen Bereichen auch Flurstücke für umweltfachliche Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen in Anspruch genommen. Um den Bestand und die Wirksamkeit dieser Maßnahmen dauerhaft sicherzustellen, sind auch hierfür beschränkt persönliche Dienstbarkeiten in das Grundbuch einzutragen.

8.1.3 Vorübergehende Inanspruchnahme

Bei Flurstücken, die nur vorübergehend in Anspruch genommen werden, ist eine dingliche Sicherung nicht erforderlich. Auch die vorübergehende Inanspruchnahme ist in den Lage-/ Rechtserwerbspläne (siehe Unterlage 4.1) dargestellt und im Rechtserwerbsverzeichnis (siehe Unterlage 5.2) aufgelistet.

Für die während der Bauausführung der nur vorübergehend in Anspruch genommenen privaten Zufahrtswege bemüht sich die Vorhabensträgerin bei den jeweiligen Eigentümern/Nutzern um eine entsprechende schuldrechtliche Gestattung. Insbesondere für die Errichtung der Leitungsprovisorien werden Grundstücke ebenfalls nur vorübergehend in Anspruch genommen. Wird eine Gestattung nicht erteilt, stellt der Planfeststellungsbeschluss auch die Grundlage für die Verschaffung des benötigten vorübergehenden Besitzrechts im Wege der Besitzeinweisung dar.

8.1.4 Entschädigung

Die wirtschaftlichen Nachteile, die durch die Inanspruchnahme von Grundstücken entstehen, werden in Geld entschädigt. Für die dauerhafte Inanspruchnahme der Grundstücke zahlt TenneT nach

der gesetzlichen Bestimmung gemäß § 5a Abs. 2 S. 2 StromNEV eine Entschädigung in Höhe von 25 % des Verkehrswertes der in Anspruch genommenen Schutzstreifenfläche. Temporäre Inanspruchnahmen werden nach einem Staffelmessmodell entschädigt. Die konkrete Höhe der Entschädigung ist nicht Gegenstand des Planfeststellungsverfahrens.

Als Grundlage für die einzelnen abzuschließenden Bewilligungs- und Gestattungsverträge wurde von TenneT mit dem Bayerischen Bauernverband eine Rahmenvereinbarung geschlossen. Die Inhalte der Rahmenvereinbarung sind für TenneT bindend und werden für jeden Eigentümer zum Vertragsbestandteil, unabhängig von einer Mitgliedschaft beim Bauernverband.

TenneT legt auf Grundlage eines Verkehrswertgutachtens eines amtlich anerkannten Sachverständigen pauschalierte Verkehrswerte für die Berechnung der Entschädigung in der jeweiligen Gemarkung fest. Kann der Eigentümer innerhalb eines Jahres nach Abschluss der Vereinbarung und Bewilligung der Dienstbarkeit einen höheren Verkehrswert seines Grundstücks nachweisen, so wird die Differenz nachentschädigt.

TenneT zahlt gemäß § 5a Abs. 3 StromNEV einen Beschleunigungszuschlag in Höhe von 75 % der Dienstbarkeitsentschädigung, wenn der Eigentümer seine Unterschrift innerhalb von acht Wochen nach erstmaliger Übersendung/Übergabe der Dienstbarkeitsbewilligungen beglaubigen lässt. Der Beschleunigungszuschlag beträgt mindestens 0,50 Euro pro m² und maximal 2 Euro pro m². Für den Abschluss der Dienstbarkeitsbewilligung erhält der Eigentümer eine Aufwandspauschale.

TenneT verpflichtet sich, die betroffenen Eigentümer einheitlich nach den gleichen Grundsätzen zu entschädigen. Für die Entschädigungsbemessung maßgebliche und im Einzelfall vergleichbare Sachverhalte werden bei der Entschädigung in gleicher Weise behandelt.

8.1.5 Kreuzungsverträge (Gestattungsverträge)

Die Ausgestaltung von Rechtsverhältnissen bzgl. der Nutzung oder Querung von öffentlichen Verkehrs- und Wasserwegen, von Bahnstrecken oder anderen Infrastrukturen wird über Kreuzungsverträge bzw. Gestattungsverträge erfolgen. Eine Auflistung aller von diesem Projekt betroffenen Kreuzungsobjekte ist im Kreuzungsverzeichnis (siehe Unterlage 5.4) enthalten.

Für die Unterquerung der DB-Strecken 5320/5971 mit dem Tunnelbauwerk wurde am 12.02.2025 ein Kreuzungsantrag bei der DB eingereicht (Aktenzeichen Lw_521_2025).

Bezüglich Querung und Passage in Parallellage der Fernwasserleitung mit dem Tunnelbauwerk erfolgen Abstimmungen zu Sicherungsmaßnahmen mit dem Leitungsbetreiber infra fürth GmbH. Hierbei werden auch Überwachungsmaßnahmen zur Lagefeststellung und Dichtigkeit der Leitung sowie ein Notfallkonzept festgelegt. In den Rechtserwerbsplänen sind für die möglichen Überwachungsmaßnahmen entsprechende Flächen oberhalb der Fernwasserleitung für Begehungs- und Monitoringzwecke ausgewiesen.

8.1.6 Strom- und schifffahrtspolizeiliche Genehmigung

Alle Baumaßnahmen an Bundeswasserstraßen bedürfen gemäß § 31 WaStrG [N5] in der Regel eine strom- und schifffahrtspolizeiliche Genehmigung (ssG). Hierzu zählen gemäß § 31 Abs. 1 Nr. 2 auch Änderungen an bestehenden Anlagen in, über oder unter einer Bundeswasserstraße.

Die für den Leitungsabschnitt A-Katzwang beantragte Trasse quert den Main-Donau-Kanal bei Stromkilometer 76,1. Der betreffende Kreuzungsbereich ist in den Lage-/Höhenplänen der Tunnelröhren (Unterlage 7.5 und 7.6) sowie dem zusätzlichen Lage-/Höhenplan für den Kreuzungsbereich (Anlage 1 zur Unterlage 11.2) dargestellt.

Abstimmungen mit dem WSA Donau MDK haben ergeben, dass auf eine strom- und schifffahrtspolizeiliche Genehmigung (ssG) verzichtet werden kann, sofern die im Bereich des Main-Donau-Kanals geplanten Bautätigkeiten und deren Maßnahmen im Rahmen des Antrags auf Planfeststellung in ausreichender Detailtiefe beschrieben werden. Diesen Abstimmungen wird mit der Unterlage 11.2 nachgekommen.

Die Ausgestaltung der Rechtsverhältnisse erfolgt gemäß der Beschreibungen in Kapitel 8.1.5.

8.1.7 Leitungseigentum, Erhaltungspflicht und Rückbau der Leitung

Die Vorhabenträgerin ist Eigentümer der Kabelstrecken einschließlich der Schacht- und Betriebsgebäude sowie dem Tunnel. Die Kabeleinrichtungen sind nur Scheinbestandteile des jeweiligen Grundstückes gemäß § 95 Abs. 1 S. 2 BGB und gehen somit nicht in das Eigentum des Grundstückseigentümers über. Ein Eigentumsübergang auf den Grundstückseigentümer durch Verbindung mit dem Grundstück (§ 946 BGB i. V. m. § 94 BGB) findet daher nicht statt.

Die Vorhabensträgerin ist gemäß § 1090 Abs. 2 i. V. m. § 1020 Satz 2 BGB grundsätzlich dazu verpflichtet, Kabeltrassen und die Betriebsgebäude in einem ordnungsgemäßen Zustand zu erhalten.

Es wird von einer Mindestbetriebszeit von 60 Jahren ausgegangen, jedoch mit dem vorrangigen Ziel eines längeren Betriebes der Gesamtkabelanlage, auch für den Fall einer Sanierung des Tunnels oder beispielsweise dem Austausch der Kabelstrecke.

8.2 Umweltfachliche und raumordnerische Belange

8.2.1 Naturschutzfachliche Belange

In Bezug auf Natur und Landschaft erfolgen Bestandsbeschreibung, Konfliktanalyse und Maßnahmenplanung in Unterlage 8.2 – Landschaftspflegerischer Begleitplan, ergänzt durch Unterlage 8.4.3 – Maßnahmenblätter und die Kartendarstellungen von Bestand und Konflikten (Unterlage 8.3) und Maßnahmen (Unterlage 8.4). Der LBP integriert dabei die Konflikte und Ergebnisse der Unterlagen zur Verträglichkeit mit dem Natura 2000-Gebietsschutz (Unterlage 8.5) und die Anforderungen aus der Unterlage zur Ableitung von Minderungsmaßnahmen nach § 43m EnWG (Unterlage 8.6). Behandelt sind, im Sinne einer integrativen Maßnahmenplanung, auch Schutzansprüche des Denkmalschutz- und Waldrechts, jeweils mit Querbezügen zu Naturhaushalt und Landschaftsbild.

Erarbeitet wurde ferner ein Fachbeitrag Umwelt (Unterlage 8.1), welcher die bereits in der SUP zum Bundesbedarfsplan behandelte Umweltverträglichkeit des Projekts für die konkrete Planung zur Planfeststellung darlegt, wenngleich gemäß § 43m EnWG von der Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung für das Projekt abzusehen ist. Darüber hinaus beinhaltet er eine Prüfung der Belange des zwingenden Umweltrechts, wobei auch die maßgeblichen Ergebnisse aus anderen eingegebenen Unterlagen wiedergegeben sind. Der Fachbeitrag Umwelt umfasst somit, über die Ausführungen des LBP zu Natur und Landschaft hinaus, eine Befassung mit den zu betrachtenden Umweltbelangen, als für die Verfahrensbeteiligten praktikabel nachvollziehbare Unterlage.

8.2.2 Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung gem. § 15 BNatSchG

Im Landschaftspflegerischen Begleitplan (siehe Unterlage 8.2) werden die im Zusammenhang mit dem Vorhaben nicht vermeidbaren Eingriffe in Natur und Landschaft erfasst und bewertet bzw. die Eingriffsregelung gemäß §§ 13 ff. Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) abgearbeitet. Daraus resultierende Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen sind den Maßnahmenblättern in Unterlage 8.4.3 sowie den Karten in den Unterlagen 8.4.1 und 8.4.2 zu entnehmen. Die naturschutzrechtliche Kompensation wird gemäß der Bayerischen Kompensationsverordnung (BayKompV) bewältigt. Hierbei kommt Realkompensation (Ausgleich / Ersatz) zur Anwendung. Insgesamt werden die Anforderungen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung nach BNatSchG und BayKompV mit Umsetzung der im LBP (siehe Unterlage 8.2) aufgeführten Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen erfüllt.

8.2.3 Betroffenheiten von Natura 2000-Gebieten

Im Zusammenhang mit dem beantragten Vorhaben wurde für das folgenden Natura 2000-Gebiet die Verträglichkeit mit dem Schutzzweck und den Erhaltungszielen untersucht:

- „Rednitztal in Nürnberg“ (FFH 6632-371).

Da für das FFH-Gebiet erhebliche Beeinträchtigungen nicht von vornherein ausgeschlossen werden können, wurde eine vertiefende Natura 2000-Verträglichkeitsprüfung durchgeführt (siehe Unterlage 8.5.1).

Im Ergebnis konnte bei der detaillierten Prüfung festgestellt werden, dass erhebliche Beeinträchtigungen von Schutzzweck und Erhaltungszielen durch das Vorhaben sicher ausgeschlossen werden können.

8.2.4 Betroffenheiten weiterer Schutzgebiete und -objekte

Im Umfeld des beantragten Vorhabens sind folgende weitere naturschutzrechtlich oder aus anderen Rechtsgrundlagen definierte Schutzgebietskategorien oder Schutzobjekte berührt bzw. durch räumliche Nähe potenziell von Eingriffen betroffen:

- Landschaftsschutzgebiete (§ 26 BNatSchG)
- Geschützte Landschaftsbestandteile (§ 29 BNatSchG)
- Gesetzlich geschützte Biotope (§ 30 BNatSchG, Art. 23 BayNatSchG)
- Landschaftsbestandteile nach Art. 16 BayNatSchG
- Überschwemmungsgebiet (§ 76 WHG)
- Bodendenkmäler (Art. 1 Abs. 4 BayDSchG)

Die Prüfungen auf naturschutzrechtliche Konflikte werden im Landschaftspflegerischen Begleitplan (siehe Unterlage 8.2) vorgenommen. Denkmalrechtliche Konflikte sind im Fachbeitrag Umwelt (siehe Unterlage 8.1, Kapitel 4.8) beschrieben. In der wasserrechtlichen Antragsunterlage (siehe Unterlage 10) sind die Prüfungen in Bezug auf wasserrechtliche Schutzgebiete enthalten. Eine Darstellung der Betroffenheiten erfolgt jeweils auch im Fachbeitrag Umwelt (siehe Unterlage 8.1). So-

weit gesetzliche Verbote oder Verbote nach Schutzgebietsverordnungen berührt sind, wird mit Bezug auf die Darlegung der Betroffenheit in den jeweiligen Gutachten die Ausnahme von diesen Verboten beantragt.

8.2.5 Berücksichtigung artenschutzrechtlicher Belange nach § 43 m EnWG

Gemäß § 43m Abs. 1 Satz 1 EnWG ist von der Durchführung einer Prüfung des Artenschutzes nach den Vorschriften des § 44 Abs. 1 BNatSchG abzusehen. Die zuständige Behörde stellt sicher, dass auf Grundlage der vorhandenen Daten geeignete und verhältnismäßige Minderungsmaßnahmen ergriffen werden, um die Einhaltung der Vorschriften des § 44 Absatz 1 des Bundesnaturschutzgesetzes zu gewährleisten, soweit solche Maßnahmen verfügbar und geeignete Daten vorhanden sind. Ungeachtet dessen hat die Vorhabensträgerin einen finanziellen Ausgleich für nationale Artenhilfsprogramme nach § 45d Abs. 1 BNatSchG zu zahlen.

Im Zuge der Unterlage zur Ableitung von Minderungsmaßnahmen nach § 43m EnWG (siehe Unterlage 8.6) werden Bestand und potenzielle sich durch das Vorhaben ergebende Betroffenheiten gemeinschaftsrechtlich geschützter Arten (europäische Vogelarten gem. Art. 1 Vogel-schutz-Richtlinie, Arten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie) im Untersuchungsgebiet dargelegt. Auch werden Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung von Betroffenheiten dieser Arten (nach dem Wortlaut des Gesetzes „Minderungsmaßnahmen“) entwickelt und ihre Geeignetheit sowie Verhältnismäßigkeit eingeschätzt. Ferner wird der Umfang der gemäß § 43m Abs. 2 EnWG erforderlichen Zahlung für nationale Artenhilfsprogramme ermittelt.

Die Minderungsmaßnahmen nach § 43m EnWG sind im LBP (siehe Unterlage 8.2) bzw. in den Maßnahmenblätter (siehe Unterlage 8.4.3) berücksichtigt. Vielfach gehen sie in Vermeidungsmaßnahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung auf. Sofern die Maßnahmen geeignet und verhältnismäßig sind und zusätzlich auch Flächen für die Umsetzung verfügbar sind, wurden diese Maßnahmen in den LBP übernommen. Diese Maßnahmen sind im LBP, einschließlich in den Maßnahmenblättern und Maßnahmenplänen (siehe Unterlagen 8.4.1, 8.4.2 und 8.4.3) dargestellt.

8.2.6 Forstwirtschaftliche Belange

Es kommt durch das Vorhaben zu keinen dauerhaften Eingriffen in bestehenden Wald – weder durch Versiegelungen noch durch den Erdkabelschutzstreifen.

Auf einer bestehenden Ausgleichs- und Ersatzfläche bei Wolkersdorf für den 6-streifigen Ausbau der BAB A6, die für die Zuwegung zum Schachtbauwerk teilweise versiegelt wird, ist als Entwicklungsziel teilweise Wald vorgesehen. Somit liegt dort ein dauerhafter Eingriff in eine noch nicht vollständig umgesetzte Aufforstungsfläche im Verdichtungsraum Nürnberg / Fürth / Erlangen vor, der kompensiert werden muss.

Durch eine Waldentwicklungsmaßnahme im Bereich der alten Schneise wird der erforderliche walddrechtliche Ausgleich im Verhältnis 1:1 erbracht. Sowohl der Eingriff als auch der Ausgleich erfolgen im Verdichtungsraum Nürnberg / Fürth / Erlangen. Der Erhalt bzw. die Wiederherstellung der Waldfunktionen und die Sicherung des Waldes ist damit gem. BayWaldG gegeben.

Eine ausführliche Beschreibung der Auswirkungen auf den Wald ist im LBP (Unterlage 8.2, Kapitel 4.3 sowie Kapitel 3.5.1.1) enthalten. Zu den vorgesehenen Kompensationsmaßnahmen und zur Bilanzierung nach Waldrecht siehe Kapitel 5.3 und 5.4.5 des LBP.

8.2.7 Landwirtschaftliche Belange

Ein Großteil der für das Vorhaben erforderlichen technischen Flächeninanspruchnahmen betrifft landwirtschaftlich genutzte Flächen. Dies umfasst sowohl dauerhaft in Anspruch genommene Flächen für die Start- und Zielbaugruben, die Erdkabelabschnitte und Zuwegungen. Darüber hinaus werden temporäre Flächen für Provisorien und zur Aushublagerung beansprucht.

Von den dauerhaft beanspruchten Flächen werden jedoch nur die Flächen der Betriebsgebäude mit den Zufahrten dauerhaft der landwirtschaftlichen Nutzung entzogen. Auf den übrigen Flächen des Schutzstreifens steht einer typischen landwirtschaftlichen Nutzung als Acker- oder Wiesenfläche nichts entgegen.

Durch die temporäre Flächeninanspruchnahme kommt es in der Zeit der baulichen Nutzung, und damit wohl in den meisten Fällen für mehrere Vegetationsperioden, zu Minderungen oder sogar Ausfällen des Ernteertrags. Diese Schäden werden von TenneT im Rahmen der Schadenregulierung ersetzt. Als Grundlage hierzu gilt für fast alle abzuschließende Bewilligungs- und Gestattungsverträge mit Betroffenen, die mit dem Bayerischen Bauernverband geschlossene Rahmenvereinbarung, in der zu Entschädigungsmodalitäten und Themen der Landwirtschaft nähere Regelungen getroffen werden.

Um bei den anstehenden Baumaßnahmen die Bodenfunktionen möglichst zu erhalten bzw. wieder herzustellen, wurde eine Unterlage zum Bodenschutz erarbeitet. Die dort angegebenen Maßnahmen finden auch Eingang in den Landschaftspflegerischen Begleitplan und die dort festgelegten Maßnahmen (siehe Unterlage 8.2). Zur Ausführungsplanung wird zudem ein umfassendes Bodenschutzkonzept erstellt, auf dessen Grundlage eine bodenkundliche Baubegleitung in der Bauphase eingesetzt wird.

Im Zuge der Erarbeitung des Landschaftspflegerischen Begleitplans (siehe Unterlage 8.2, Kapitel 5.2) wurden agrarstrukturelle Belange bei der Auswahl von Kompensationsflächen berücksichtigt. Hierzu wurden auch die Konkretisierungen gemäß § 9 Abs. 2 BayKompV und der „Vollzugshinweise zur Anwendung der Acker- und Grünlandzahlen gemäß § 9 Abs. 2 BayKompV“ berücksichtigt. Dabei werden die Restflächen der Grundstücke genutzt, die von der Kabelübergangsanlage bzw. den Betriebsgebäuden in Anspruch genommen werden. Es handelt es sich um Flächen, die aufgrund ihres Zuschnitts und ihrer Größe großenteils nicht mehr für eine landwirtschaftliche Bewirtschaftung attraktiv sind. Zudem weist ein Großteil der Flächen bezogen auf den Landkreis unterdurchschnittliche Acker- bzw. Grünlandzahlen auf. Es handelt es sich bei den geplanten Maßnahmen um produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK), die der dauerhaften Aufwertung des Naturhaushalts und des Landschaftsbilds dienen. Sie führen daher gemäß § 9 Abs.4 Satz 5 zu keiner Inanspruchnahme landwirtschaftlicher Flächen im Sinn von § 15 Abs. 3 BNatSchG.

Anlagenbedingte Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Nutzung durch die Erdkabel oder die Tunnelröhre im Boden sind nicht erwarten. Der Tunnel und die Erdkabel in offener Bauweise liegen so tief, dass oberhalb davon eine landwirtschaftliche Nutzung möglich ist.

Neben den anlage- und baubedingten Auswirkungen auf den Boden sind auch betriebsbedingte Wirkungen möglich. Im Rahmen des Stromtransport entsteht in den Stromleitern Wärme, die über die Außenhülle in den Boden abgeleitet wird. Die Bodenerwärmung kann wiederum Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Nutzung haben.

Bei der Tunnelröhre sind aufgrund der großen Überdeckung die Temperaturänderungen so gering, dass Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Nutzung ausgeschlossen werden können (vgl. Unterlage 10.3 der Planfeststellungsunterlagen).

Auswirkungen der Erwärmung beim Erdkabel (offene Bauweise)

Beim Erdkabel in offener Bauweise wurde zur Bewertung zunächst die erwartete Veränderung der Bodentemperaturen im Umfeld des Erdkabels für das vorliegende Vorhaben errechnet. Für die Ermittlung der Erwärmung wurde dazu eine Last von 2880 A angesetzt, was ca. 80% der thermischen Grenzlast entspricht. Die darin beinhalteten Erwärmungskennlinien, siehe Abbildung 52, beispielhaft ermittelt für den Erdkabelabschnitt Katzwang, zeigen ein lokales Erwärmungsmaximum zwischen 0,86 Kelvin (an GOK) und 5,6 Kelvin (0,5 m unter GOK), das sich bis zum Trassenrand verringert auf 0,2 K (an GOK) bzw. 1,4 K (0,5 m unter GOK). Die mittlere Erwärmung oberhalb der Kabelanlage liegt zwischen 0,4 Kelvin (an GOK) und 3,1 Kelvin (0,5 m unter GOK). Jenseits des Bereichs des Schutzstreifens sind die Temperaturdifferenzen vernachlässigbar gering.

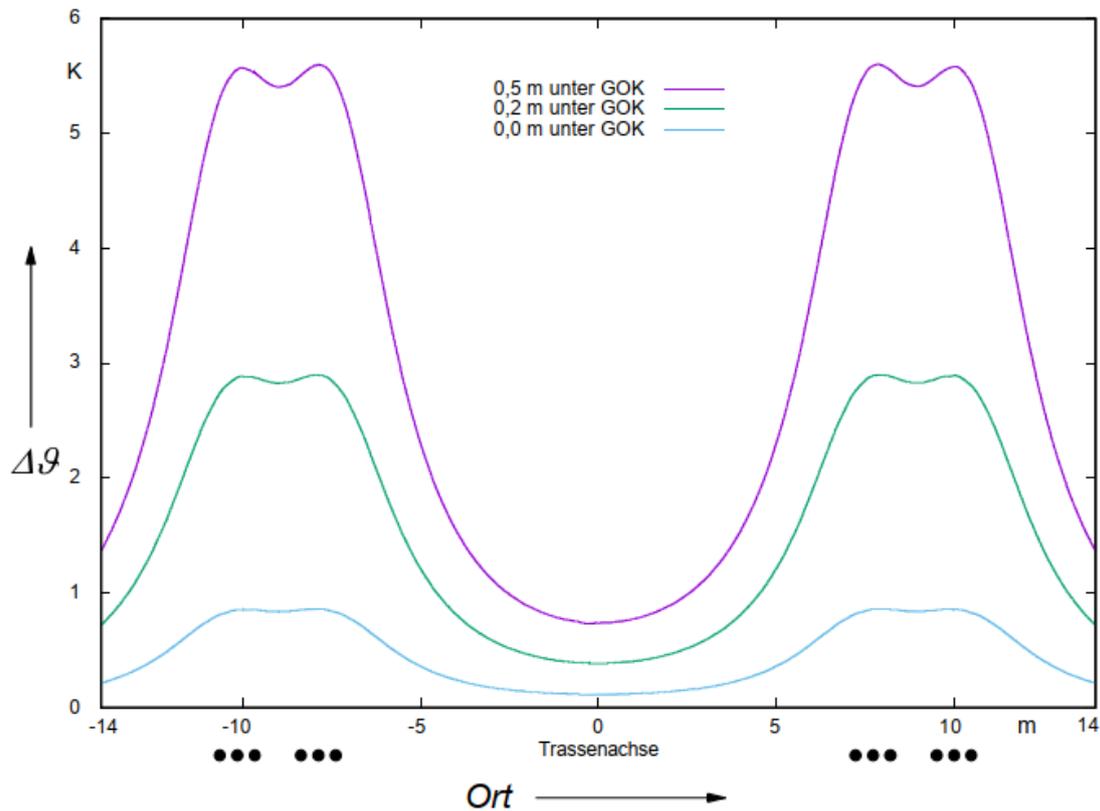


Abbildung 52: Errechnete Erwärmungskennlinien in Wurzeltiefen von 0,5 m und 0,2 m unterhalb GOK und an der GOK

Um die Erwärmung des Bodens durch die Kabelanlage besser einordnen zu können, wird eine mittlere Erwärmung über die Breite der Kabeltrasse angegeben. Bei dem gewählten Regelgrabenprofil für die Erdkabelabschnitte beträgt die Trassenbreite inkl. Schutzstreifen 28,0 m (14 m links und rechts der Trassenachse). Über diese Breite wird die mittlere Erwärmung angegeben. Die berechneten Erwärmungen werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 9: Errechnete Erwärmung in Wurzeltiefen

Tiefe [m]	Lokales Erwärmungsmaximum [K]	Mittlere Erwärmung oberhalb der Kabelanlage [K]	Erwärmung am Trassenrand [K]
0,0	0,86	0,42	0,21
0,2	2,90	1,58	0,72
0,5	5,60	3,08	1,36

Um die Auswirkungen von Bodenerwärmungen durch Hochspannungserdkabeln beurteilen zu können wurden verschiedene Studien durchgeführt. Zunächst wurden bei Freiburg Versuche mit erhitzten Wasserrohren gemacht, um die Erwärmung durch Stromleitungen zu simulieren. Danach wurden bei einer 110 kV-Leitungen bei Osterath Simulationen durchgeführt, die zu ähnlichen Erwärmungen wie bei 380 kV-Leitungen führen. Aus den in Osterath durchgeführten Kulturversuchen und der im "Freiburger Experiment" angelegten Demo-Pflanzungen ergibt sich ein sehr eindeutiger, in sich geschlossener Befund. Aus keinem der Versuche ergaben sich Hinweise darauf, dass es durch die Anlage und den Betrieb von Erdkabelanlagen zu Ertragseinbußen oder sonstigen, signifikant negativen Einflüssen auf landwirtschaftliche Kulturen kommt. Es bestehen auch sonst keine Hinweise auf negative Auswirkungen z.B. durch erhöhten Schädlingsbefall oder pathogene Organismen sowie auf den Bodenwasserhaushalt. Wenngleich es sich um Feldversuche ohne Wiederholungen handelt und eine statistische Absicherung dadurch nicht möglich ist, sind die Ergebnisse in ihrer Gesamtheit eindeutig [U3].

Die in Osterath durchgeführten Kulturversuche zeigen, dass die Erwärmung von untergeordneter Relevanz sein wird. Grundsätzlich können die Keimung und das Auflaufen der Kulturen beschleunigt werden. Die zu erwartenden Effekte werden sehr gering sein und sich allenfalls tendenziell bemerkbar machen [U3]. Weiterhin wurde untersucht, ob durch die Bodenerwärmung eine Bodenaustrocknung verursacht wird. In den Versuchen hat sich jedoch gezeigt, dass die Bodenfeuchte auch bei extrem hoher, langfristig anhaltender Wärmeemission von der Erwärmung nicht messbar beeinflusst wird, sondern dem witterungs- und saisonabhängigen Jahresgang folgt. Das gilt insbesondere für den Oberboden. Hier waren keine Effekte feststellbar. Die Bodenerwärmung ist deshalb im Hinblick auf die befürchtete Bodenaustrocknung irrelevant [U3].

In den letzten Jahren wurden an schon bestehenden 380 kV-Erdkabelanlagen weitere Experimente durchgeführt. Mit der Fertigstellung der Pilotstrecke in Raesfeld konnten seit 2016 erstmals an einer 380 kV-Erdkabelanlage ein ökologisches Monitoring durchgeführt werden. Die Bodenerwärmung erfolgte dabei im erwarteten Rahmen für die in dieser Zeit gemessenen Stromstärken, die deutlich unter der Maximallast lagen [U3]. Auch hier hatte die Bodenerwärmung keinen messbaren Einfluss auf die Bodenfeuchte. Die Bodenfeuchte wurde in der ökologisch relevanten Oberbodenzone weder durch das Bauwerk noch durch den Betrieb nachweisbar beeinflusst [U3]. Auch auf die Bodenfauna (Regenwürmer) zeigte sich kein negativer Einfluss. Zweieinhalb Jahre nach der Rekultivierung hatte sich der Regenwurmbestand auf einem sehr hohen Niveau etabliert. Schon ein Jahr nach Abschluss der Baumaßnahme war die Regenwurmabundanz auf der Trasse auf demselben

Niveau oder sogar tendenziell höher als auf den Referenzflächen außerhalb der Trasse. Ein Grund dafür war die nährstoffreiche Zwischenbewirtschaftungsvegetation [U3].

Seit 2018, drei Jahre nach Abschluss der Bauphase mit dreijähriger Zwischenbewirtschaftung, führte die Landwirtschaftskammer NRW in Raesfeld einen Feldversuch durch, bei dem Winterweizen, Wintergerste und Silomais im Rotationsprinzip auf Parzellen im baulich beanspruchten Trassenbereich sowie auf unbeeinträchtigten Kontrollflächen angebaut und hinsichtlich verschiedener Ertragsparameter analysiert wurden. Der Feldversuch zeigte in beiden Untersuchungsjahren Mindererträge für alle Kulturen von durchschnittlich -15% (2019) bzw. -19% (2020). Jedoch spiegeln diese Mindererträge mehrere Randbedingungen während und nach der Bauausführung wider und sind daher als nicht repräsentativ für den gesamten Trassenbereich oder andere Erdkabelprojekte anzusehen; sie lassen keine Schlüsse auf die betriebsbedingten Wirkungen durch die Erwärmung zu. Mehrere ungünstige Faktoren waren z.B. überdurchschnittlich viele Erdbewegungen und Befahrungen im Testfeld verglichen zur Gesamttrasse, eine ungünstig durchgeführte Einsaat im ersten Versuchsjahr, eine Einebnungsmaßnahme während des laufenden Versuchs, ein Sortenwechsel beim Mais sowie ein Bewirtschaftungsfehler bei der Saatbettvorbereitung, der zu ungleichmäßigem Aufwuchs führte sowie überproportionaler Vogelfraß während des Versuchs ([U4] zitiert in [U5]).

Im Zusammenhang mit den Versuchen bei Raesfeld wurden Brutversuche durchgeführt, um zu untersuchen, wie eine mit dem Betrieb von Hochspannungserdkabelanlagen einhergehende Wärmeemission die mikrobielle Aktivität beeinflussen kann. Es zeigte sich, dass die Erwärmung die mikrobielle Aktivität grundsätzlich stimulieren kann [U3]. Neuere Modellberechnungen zeigen, dass beim Erdkabelbetrieb aufgrund der erhöhten mikrobiellen Aktivität mit erhöhten Humusabbauraten zu rechnen ist, diese aber in der Regel nur 5-8% über denen des ungestörten Bodens liegen. An den meisten Standorten dürften diese Humusverluste durch die Zufuhr organischer Substanzen mit Ernterückständen und Düngung ausgeglichen werden. Ausnahmen gelten z.B. für Niedermoorstandorte oder Plaggeneschprofile, wenn die aktuelle Bewirtschaftung bereits derzeit zu negativen Bilanzen führt [U6]. Solche Standorte sind beim vorliegenden Vorhaben aber nicht betroffen.

Im Zusammenhang mit dem 380 kV-Leitungsbauprojekt Wahle – Mecklar, bei dem ebenfalls Erdkabelabschnitte vorhanden sind, wurde das Testfeld Reinshof angelegt, in dem seit mehr als 5 Jahren die bau- und betriebsbedingten Auswirkungen auf den Boden und die Landwirtschaft untersucht werden [U5]. Auch hier waren bis zum jetzigen Zeitpunkt keine nennenswerten Ertragsunterschiede zwischen den Versuchsvarianten und der Kontrolle feststellbar ([U5], [U7]). Vergleichsweise erhöhte Nitratwerte zwischen den Versuchspartellen und der Kontrolle, die zu erhöhten Nitratauswaschungen führen könnten, konnten im Sickerwasser bisher nicht nachgewiesen werden. Im Gegenteil ließ sich ein Trend erkennen, dass der Warmversuch im Verlauf der Vegetationsperiode im Durchschnitt niedrigere Nitratkonzentrationen aufwies als der Kaltversuch, was für eine verbesserte wärmeinduzierte N-Aufnahme der Wintergerste sprechen würde [U5]. Ein betriebsbedingter Einfluss der erhöhten Bodentemperaturen auf den Bodenwassergehalt konnte nicht festgestellt werden [U5].

Bodenuntersuchungen werden auch an einer Gleichstromleitung von Belgien nach Aachen durchgeführt. Hier wurden durch die Erwärmung an der Kabeltrasse sehr geringe Minderungen des Feuchtegehalts im Vergleich zur Kontrolle nachgewiesen. Allerdings wirkte sich dies nicht auf die Erträge aus. Die Erträge differierten nicht zwischen Kabeltrasse und Kontrolle [U8].

Neben Versuchsanlagen wurde auch ein kombiniertes Boden-Wasserhaushalts-Klima-Stickstoff-Ertragsmodell eingesetzt, um die Auswirkungen auf den Boden und die Landwirtschaft zu ermitteln. Solche Modelle haben sich für viele Fragen des Klimawandels und Ernährungssicherheit bewährt [U9]. Die Bodenkundliche Bewertung der Bodenerwärmung im Bereich der 380-kV-Zwischenverkabellung „Henstedt-Ulzburg“ und „Kisdorferwohld“ zeigt, dass die Auswirkungen der Bodenerwärmungen auf die Erträge der Kulturpflanzen bei sandigen und lehmigen Böden bei Normallast und selbst bei Höchstlast als gering und nicht signifikant einzustufen sind. Die Pflanzenentwicklung wird durch ein früheres Auflaufen um wenige Tage bis zu einer Woche beschleunigt. Die darauffolgende Entwicklung der Kulturpflanzen wird dagegen durch die atmosphärischen Bedingungen (Licht und Wärme) gesteuert. Bis zum Erntezeitpunkt haben sich die Entwicklungsunterschiede im Bestand weitgehend angeglichen, d.h. eine gesonderte Ernte auf der Trasse ist nicht erforderlich [U9]. Die Bodenerwärmung im Hauptwurzelraum führt tendenziell zu einem geringfügig höheren Ertragspotenzial, weil die Prozesse Mineralisierung, Nährstoffversorgung und -aufnahme der Pflanzen begünstigt werden [U9]. Eine relevante Bodenaustrocknung und Zunahme von Wassermangelstress im Wurzelraum für die Kulturpflanzen durch die Kabelerwärmung in 160 cm Tiefe findet nicht statt [U9]. Die Nitratbelastung des Sickerwassers geht im Bereich der Trasse leicht zurück, weil die Pflanzen mehr Stickstoff aufnehmen als vorher. Durch den kabelbedingten Temperaturanstieg steigt die Denitrifikation auf der Trasse leicht an [U9].

Aussagen zu Auswirkungen auf Spezialkulturen wurden für die Erwärmung durch Gleichstromtrassen getroffen, die sich aber nicht grundsätzlich von der Erwärmung durch Wechselstromtrassen unterscheidet. Grundsätzlich kann eine Bodenerwärmung die Ertragsbedingungen sogar verbessern, wie Beispiele aus der landwirtschaftlichen Praxis mit künstlich erzeugter Bodenerwärmung zeigen. Gründe für diese Maßnahme sind, dass die Vegetationsperiode früher einsetzt, die Stickstoffmineralisierung gefördert und das Bodenleben im Boden angeregt wird. Dies ermöglicht den Landwirten eine frühere Vermarktung und führt zu einem Ansteigen des Ertragsniveaus [U10].

Zusammenfassend lassen sich durch die Bodenerwärmung und die damit einhergehenden sonstigen Bodenveränderungen aus den bisherigen Versuchen und Berechnungen keine relevanten Ertragsverluste für die Landwirtschaft ableiten. In manchen Fällen kann die Bodenerwärmung sogar zu Ertragssteigerungen führen.

8.2.8 Wasserwirtschaftliche Belange

Zu den zentralen wasserwirtschaftlichen Belangen zählen die Sicherstellung der Wasserqualität, der Schutz von Trinkwasserversorgungsanlagen sowie die Einhaltung der Vorgaben zum Hochwasser- und Trinkwasserschutz. Die Beachtung der einschlägigen wasserrechtlichen Bestimmungen, insbesondere des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) sowie der länderspezifischen Wassergesetze, ist dabei von entscheidender Bedeutung.

Im Rahmen der Verlegung des Erdkabels und der Errichtung des Tunnelbauwerks ist es unerlässlich, die relevanten wasserwirtschaftlichen Belange im Projektgebiet umfassend zu analysieren und zu berücksichtigen. Besonders das Grundwasser spielt eine zentrale Rolle, da Eingriffe in den Grundwasserleiter während der Bauarbeiten zu Veränderungen des Grundwasserspiegels und der Grundwasserbeschaffenheit führen können. Die Eingriffe umfassen die Verlegung des Erdkabels sowie die Errichtung des Tunnels im grundwassergesättigten Bereich, einschließlich der erforderlichen Maß-

nahmen zur Trockenhaltung der Baugruben und Leitungsgräben. Da für die Betriebsphase versiegelte Flächen sowie Gebäude notwendig sind, ist auch die Regenwasserbewirtschaftung von Bedeutung. Zur schadlosen Versickerung von Niederschlägen in der Betriebsphase sind daher in den entsprechenden Bereichen Versickerungsanlagen geplant.

Das Tunnelbauwerk quert den Main-Donau-Kanal sowie die Rednitz und im Zuge der Bauarbeiten werden Wässer aus der Wasserhaltung in den Main-Donau-Kanal und die Rednitz eingeleitet. Für die Tunnelvortriebsarbeiten wird ggf. auch Wasser aus dem Main-Donau-Kanal entnommen. Entsprechend sind potenzielle Auswirkungen auf die Oberflächenwasserkörper zu prüfen und zu berücksichtigen. Unter anderem dürfen die Abflussverhältnisse sowie die Wasserqualität der Gewässer nicht durch die Baumaßnahmen beeinträchtigt werden, weshalb in der Planung geeignete Maßnahmen zum Schutz und nachhaltigen Nutzung der Gewässer zu integrieren sind.

Darüber hinaus sind die Eigenwasserversorgungsanlagen im Umfeld der Maßnahme zu beachten. Der Schutz der vorhandenen Brauch- und Nutzwasserbrunnen ist von entscheidender Bedeutung, um die Wasserversorgung der betroffenen Eigentümer nicht zu gefährden. Es sind daher geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um sicherzustellen, dass keine schädlichen Substanzen in den Boden oder das Grundwasser gelangen. Bei quantitativen Auswirkungen wird der Auftragnehmer in Abstimmung mit den Eigentümern eine geeignete Ersatzwasserversorgung für die Bauzeit bereitstellen.

Eingriffe in bestehende Hoch- und Trinkwasserschutzgebiete sind durch die geplanten Maßnahmen hingegen nicht zu erwarten. Eine gutachterliche Einschätzung der bestehenden hydrogeologischen Situation im Bereich der Baumaßnahme ist in der Unterlage 10.3 dokumentiert.

Die Untersuchungen der Umweltaspekte, die mit den wasserwirtschaftlichen Belangen verknüpft sind, erfolgen im Fachbeitrag Umwelt (Teil 8.1) sowie im landschaftspflegerischen Begleitplan (Teil 8.2). Entsprechende Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung von Auswirkungen sind im Maßnahmenkatalog (Teil 8.4) aufgeführt.

Im Fachbeitrag zur EU-Wasserrahmenrichtlinie (Teil 10.2) werden die möglichen Auswirkungen des Vorhabens sowie die potenziellen Belastungsquellen und die Verträglichkeit der Baumaßnahmen sowohl für die Oberflächengewässer als auch den Grundwasserkörper näher beschrieben. Diese Aspekte werden anschließend hinsichtlich ihrer Vereinbarkeit mit den Bewirtschaftungszielen gemäß §§ 27 und 47 WHG beurteilt.

Alle relevanten wasserrechtlichen Genehmigungen zur Entnahme und Ableitung von Grund- und Oberflächenwasser sowie mögliche Befreiungen von Verboten in wasserwirtschaftlich sensiblen Bereichen in der Unterlage 10.2 der Planfeststellungsunterlagen dokumentiert bzw. zu entnehmen. (siehe wasserrechtliche Anträge 10.2)

8.2.9 Denkmalrechtliche Belange

Das Tunnelbauwerk liegt im Bereich eines bekannten Bodendenkmals bzw. einer Vermutungsfläche für ein Bodendenkmal, vgl. nachfolgende Abbildung, die im Rahmen der Spartenauskunft durch die Stadt Nürnberg übergeben wurde.



Abbildung 53: Bodendenkmal/Vermutungsfläche Katzwang

Die Antrittstiefe des Tunnels sowie die gesamte Unterfahrung liegen so tief, dass das wesentlich höher liegende Bodendenkmal bzw. die Vermutungsfläche davon nicht beeinträchtigt werden. Ein denkmalschutzrechtliches Erlaubnisverfahren ist nach Aussage der Stadtarchäologie der Stadt Nürnberg somit nicht notwendig (vgl. [U1]).

8.2.10 Klimaschutzrechtliche Belange

Träger öffentlicher Aufgaben – und damit gemäß § 43 Abs. 3a Satz 1 EnWG auch die Vorhabenträgerin als Betreiberin von Übertragungsnetzen – haben gemäß § 13 Abs. 1 Satz 1 Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) bei ihren Planungen und Entscheidungen den Zweck dieses Gesetzes, nämlich den Schutz vor den Auswirkungen des weltweiten Klimawandels, die Erfüllung der nationalen Klimaschutzziele sowie die Einhaltung der europäischen Zielvorgaben, zu berücksichtigen. § 13 Abs. 1 Satz 1 KSG begründet keine gesteigerte Beachtungspflicht und ist daher insbesondere nicht im Sinne eines Optimierungsgebots zu verstehen. Ein Vorrang des Klimaschutzgebots gegenüber anderen Belangen lässt sich daher weder aus Art. 20a GG noch aus § 13 KSG ableiten (BVerwG, Urteil vom 4. Mai 2022 – 9 A 7/21, Rn. 85).

Da das KSG keine näheren Vorgaben für das Verfahren der Berücksichtigung i.S.v. § 13 Abs. 1 Satz 1 KSG enthält, gelten die allgemeinen planungsrechtlichen Grundsätze. In Planfeststellungsverfahren ist der Zweck des Klimaschutzgesetzes somit im Rahmen der Abwägung zu berücksichtigen. Im Hinblick auf das Gewicht, mit dem die Belange des Klimaschutzes in die Abwägung einzustellen sind, ist zwischen Vorhaben, die dem Klimaschutz dienen und solchen, bei denen nach einer Grobanalyse eine negative CO₂-Bilanz zu erwarten ist, zu differenzieren [N8]. Mit dem Gewicht des Klimaschutz-Belangs korrespondieren die Anforderungen an die Ermittlung und Bewertung der CO₂-relevanten Auswirkungen des Vorhabens. Die Ermittlungstiefe ist zudem durch die Abwägungs- und damit Entscheidungsrelevanz gewonnener Erkenntnisse beschränkt. Auswirkungen, die auf die zu treffende Entscheidung erkennbar keinen Einfluss haben, müssen auch nicht, insbesondere nicht vertieft, ermittelt werden. Weder das planerische Abwägungsgebot noch die Vorschriften zur Umweltverträglichkeitsprüfung erfordern eine Beschreibung von Umweltauswirkungen um ihrer selbst willen (so ausdrücklich BVerwG, Beschluss vom 18.02.2021 – 4 B 25.20, juris Rn. 18).

Für den hier zur Planfeststellung beantragten Abschnitt A-Katzwang bedeutet dies: das Vorhaben leistet einen wesentlichen Beitrag zur Energiewende und dient somit dem Ziel, die Klimaneutralität zu erreichen (siehe auch Kapitel 0). Es ist also bereits im Ausgangspunkt zu berücksichtigen, dass das Vorhaben vor allem das Ziel verfolgt, aus erneuerbaren Energien erzeugten Strom in die Verbrauchszentren zu transportieren und dadurch eine möglichst klimafreundliche Energieversorgung zu gewährleisten. Daher ist das Vorhaben schon von seiner Zielrichtung her nicht darauf angelegt, klimaschädliche Auswirkungen zu verursachen. Das Vorhaben leistet aufgrund seiner Funktion somit einen Beitrag zum Klimaschutz im Sinne der angestrebten „Netto-Treibhausgasneutralität“. Eine entsprechende fachgesetzliche Wertung findet sich in § 43 Abs. 3a Satz 2 EnWG, wonach der beschleunigte Ausbau der Hochspannungsleitungen nach § 43 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 bis 4 EnWG und der für den Betrieb notwendigen Anlagen als vorrangiger Belang in die jeweils durchzuführende Schutzgüterabwägung eingebracht werden soll, bis die Stromversorgung im Bundesgebiet nahezu treibhausgasneutral ist. Gemäß § 43 Abs. 3a Satz 1 EnWG liegen die Errichtung und der Betrieb sowie die Änderung von Hochspannungsleitungen nach Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 bis 4 einschließlich der für den Betrieb notwendigen Anlagen im überragenden öffentlichen Interesse und dienen der öffentlichen Sicherheit.

Es sind keine Anhaltspunkte ersichtlich, dass mit der Realisierung der planfestzustellenden Höchstspannungsleitung eine negative CO₂-Bilanz zu erwarten wäre. Gegenstand der Betrachtung ist dabei allein das zur Planfeststellung beantragte Vorhaben nach Maßgabe des fachplanungsrechtlichen Vorhabenbegriffs. Betrachtungsgegenstand der CO₂-Bilanz sind daher weder die mit der fortgelieferten Energie durchgeführten Tätigkeiten oder Auswirkungen auf den Energiemarkt noch die vorgelagerten, etwa bei der Produktion von Baustoffen, entstehenden Treibhausgasemissionen (vgl. OVG Berlin-Brandenburg, Urteil vom 12.03.2020 – 11 A 7/18, juris Rn. 52 sowie nachgehend BVerwG, Beschluss vom 18.02.2021 – 4 B 25.20, juris Rn. 10 ff. sowie Rn. 22 ff.).

8.3 Immissionsschutzrechtliche Belange

8.3.1 Elektrische und magnetische Felder (26. BImSchV)

Das Gutachten hat überprüft, ob die Grenzwerte der 26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) und die Vorgaben zur Minimierung gemäß der allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV im Umfeld der geplanten Kabelquerung eingehalten werden.

Die wesentlichen Ergebnisse des Berichtes sind nachfolgend kurz zusammengefasst. Das Gesamtgutachten ist der Unterlage 9.1 zu entnehmen.

Für den Kabelabschnitt Katzwang wurden keine maßgeblichen Immissionsorte ermittelt. Der Grenzwert für die magnetischen Flussdichten gemäß 26. BImSchV beträgt 100 μT . Die ermittelten Maximalwerte der magnetischen Flussdichte betragen auf den Grundstücken oberhalb der Leitung in 0 m Höhe zwischen 2,2 μT und 6,0 μT .

8.3.2 Bau- und betriebsbedingte Geräusche von Leitungen und den Betriebsgebäuden

Im Zuge der Planungsarbeiten wurde eine Untersuchung hinsichtlich der durch die Bauarbeiten sowie durch den Betrieb entstehenden Lärmimmissionen durchgeführt.

Die wesentlichen Ergebnisse des Berichtes sind nachfolgend zusammengefasst. Das Gesamtgutachten ist der Unterlage 9.2 (Schaltechnisches Gutachten im Zuge der Baumaßnahme) sowie 09.3 (Schalltechnisches Gutachten zur Betriebsphase) zu entnehmen.

Immissionsprognose Baulärm

Die Ergebnisse der Schallimmissionsprognosen zeigen, dass innerhalb der betrachteten Emissionsvorgänge Überschreitungen der geltenden Immissionswerte an der nahegelegenen Wohnbebauung teilweise nicht ausgeschlossen werden können. Folgende Maßnahmen wurden in der Modellierung in Betracht gezogen, um die Schallimmissionen zu reduzieren:

Lärmschutzwand: Bereits im Vorfeld wurden vor dem Hintergrund zu erwartender Grenzwertüberschreitungen Überlegungen zu möglichen schallreduzierenden Maßnahmen angestellt. Demnach ist bereits geplant, den im Zuge der Baufeldvorbereitung anfallenden Ober- und Erdboden in Form von Erdmieten als "natürliche" Lärmschutzelemente zu verwenden. Diese Erdmieten sind unbedingt vorrangig herzustellen, damit der Schallschutz für alle nachfolgenden Arbeitsvorgänge sichergestellt ist.

Die planungsseitig vorgesehene Vorzugslösung sieht für die Baustellenzufahrt eine Zuwegung aus westlicher Richtung über die Kemptener Straße vor. Hierbei führt der Verkehr über den Marthweg kommend, in nördliche Richtung über die Kemptener Straße und anschließend südlich der Gärtnerei über eine zu errichtende Rampe auf das Baufeld.

Aus Lärmschutzgründen werden dazu 3 m hohe Erdmieten südlich der Gärtnerei in Richtung Osten verlaufend aufgeschüttet. Diese Variante ist im Gutachten unter Kapitel 4.3 als „Option 2“ ausgewiesen.

Im Zuge des Immissionschutzkonzeptes wird im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung von Option 1 ausgegangen. Diese sieht eine Zuwegung nördlich der Gärtnerei sowie 2 m hohe Erdmieten rund um die Gärtnerei vor. Zusätzlich wurde die Aufschüttung einer weiteren Erdmiete entlang der nördlichen Baufeldgrenze zum Schutz der nahegelegenen Wohnbebauung angenommen. Die Höhe der dortigen Erdmiete wurde im Zuge der Immissionsprognose auf 3 m festgelegt.

Entlang der verbleibenden Baufeldgrenzen wurde entsprechend der vorliegenden Planunterlagen während sämtlicher Emissionsvorgänge ein einfacher, holzbeplankter Bauzaun mit einer Höhe von 2 m berücksichtigt.

Auf dem westlichen Baufeld (Wolkersdorf) fallen die zu erwartenden Lärmimmissionen dank ausbleibender nächtlicher Arbeiten sowie größeren Abständen zur Wohnbebauung etwas geringer aus. Auch hier wurde von Anfang an die Verwendung des abgeschobenen Oberbodens als "natürliches" Lärmschutzelement vorgesehen. In diesem Fall befindet sich die 2 m hohe Erdmiete östlich der nach Norden verlaufenden Baustraße.

Darüber hinaus ist das Aufstellen von Lärmschutzwänden in den Phasen mit prognostizierten Überschreitungen der Immissionsrichtwerte nicht zielführend. Der Grund hierfür liegt in den vorhandenen topografischen Begebenheiten mit einem deutlichen Geländeabfall zwischen Baufeld und östlicher Wohnbebauung.

Zwischen der östlichen Baufeldgrenze und der nächstgelegenen Wohnbebauung wurde entsprechend der vorliegenden Planunterlagen während sämtlicher Emissionsvorgänge ein einfacher, holzbeplankter Bauzaun mit einer Höhe von 2 m berücksichtigt.

Sofern abgesehen von den Erdmieten weitere Lärmschutzelemente errichtet werden (Lärmschutzwände oder Seecontainer) sollte bei der Installation ein Abstand von einigen Metern ($> 2\text{ m}$)⁹ zu innerhalb der Baufelder gelegenen Baumaschinen und -geräten eingehalten werden. Keinesfalls darf es zwischen den Gerätschaften und den Lärmschutzelementen zum Kontakt kommen. Dadurch wird die Übertragung von Vibrationen und/oder tieffrequentem Schall auf die Lärmschutzwände verhindert, wodurch diese ihrerseits als schallemittierende Flächen fungieren könnten.

Auf beiden Baufeldern werden im Zuge der Baugrubenherstellung (K2 und W2) schallreduzierende Maßnahmen während der Pfahlbohr- und Meißelarbeiten notwendig. Sofern die Reduzierung nicht durch die Beschränkung der Einsatzzeiten gewährleistet werden kann, sind weitere lokale Schallschutzmaßnahmen notwendig. Hierbei kann die Schallabschirmung am Entstehungsort selbst vorgenommen werden (insbesondere beim Meißel) oder im Nahbereich der eigentlichen Maßnahme, z. B. durch das Aufstellen einer temporären, mobilen Schallschutzwand im Bereich der Baugruben, erfolgen. Hierbei ist zu beachten, dass im Falle des östlichen Baufeldes (Katzwang) die Schallabschirmung in nördlicher und westlicher Richtung, im Fall des westlichen Baufeldes (Wolkersdorf) lediglich in östlicher Richtung, gewährleistet ist. Die genaue Festlegung der Maßnahmen ist unter Berücksichtigung der örtlichen Begebenheiten zu treffen.

Einsatzzeitbeschränkungen: Auf beiden Baufeldern sind, bedingt durch die geringen Abstände zu den nächstgelegenen Wohnbebauungen, während verschiedener Emissionsvorgänge gewisse Einsatzzeitbeschränkungen notwendig. Diese sind im Detail im beiliegenden Gutachten (Unterlage 9.2) den jeweiligen Kapitel 6.1.1 bis 6.1.9 sowie Kapitel 6.2.1 bis 6.2.7 zu entnehmen.

Die Auferlegung von Einsatzzeitbeschränkungen orientiert sich an den in /14/ gemachten Vorgaben zu den arbeitsschrittabhängigen Geräteeinsatzzeiten. Deren Umsetzung kann somit auf Basis der im Vorfeld kommunizierten Angaben gewährleistet werden. Die berücksichtigten Einsatzzeitbeschränkungen liegen höchstens bei < 8 h, um weiterhin einen reibungslosen Bauablauf zu gewährleisten. Es sei angemerkt, dass im Sinne einer Negativbetrachtung von einem gleichzeitigen Einsatz aller aufgeführten Baumaschinen und -geräte ausgegangen wurde, welche gleichmäßig über die ausgewiesenen Arbeitsbereiche verteilt wurden. Da es im Zuge der tatsächlichen Arbeiten bei den Baumaschinen und -geräten zu lokaler Konzentration oder einem zeitlichen Versatz kommen kann, sind Abweichungen von den prognostizierten Beurteilungspegeln nicht auszuschließen.

Immissionsprognose Betriebsphase (aus Betriebsgebäuden)

Den Ergebnissen der Immissionsberechnungen zufolge sind an den ausgewiesenen Immissionsorten im Zuge des Betriebes des Tunnels, bzw. der aus immissionstechnischer Sicht ausschlaggebenden Betriebsgebäude, keine Überschreitungen der geltenden Immissionsrichtwerte nach TA Lärm zu erwarten.

Als maßgebliche Emissionsquellen wurden die Axialventilatoren zwecks Tunnelbelüftung identifiziert. Von besonderer Relevanz zur Einhaltung der Immissionsrichtwerte ist daher die Ausrichtung der Betriebsgebäude bzw. der Zu- und Abluftöffnungen der Ventilatoren sowie die Eigenschaften der berücksichtigten Kulissenschalldämpfer. Letztere sollten sich in ihren schalltechnischen Eigenschaften an den in Kapitel 5.1.1 des Gutachtens (Unterlage 9.3) aufgeführten Parametern orientieren. Da den Berechnungen im Sinne einer auf der sicheren Seite liegenden Immissionsprognose ein deutlicher Sicherheitsfaktor zugrunde gelegt wurde, ist die Verwendung von Kulissenschalldämpfern mit leicht abweichenden schalldämpfenden Eigenschaften akzeptabel, sofern dies aus technischen Gründen notwendig sein sollte.

Die übrigen Emissionsquellen (Treppenhausbelüftung, Notstromaggregat, PKW- und LKW-Verkehr) sind in ihrer immissionstechnischen Relevanz gegenüber den Axialventilatoren nachrangig. Kleinere Abweichung von den im Zuge der Immissionsprognose angesetzten Parametern sind somit ohne Auswirkungen und dementsprechend hinnehmbar.

Zusätzliche aktive oder passive Lärminderungsmaßnahmen sind nicht notwendig

8.3.3 Erschütterungen

Im Zuge der Planungsarbeiten wurde eine Untersuchung hinsichtlich der während der Bauarbeiten entstehenden Erschütterungen durchgeführt. Die wesentlichen Ergebnisse des Berichtes sind nachfolgend zusammengefasst. Das Gesamtgutachten ist in der Unterlage 9.4 zu entnehmen.

Die Baumaßnahme ist für eine Dauer von insgesamt 3,5 Jahre geplant. Der Tunnel wird in zwei Trassen unterteilt: Trasse Nord und Trasse Süd. Der Tunnelvortrieb wird dabei zunächst für die Trasse Nord und im Anschluss für die Trasse Süd durchgeführt und dauert jeweils rd. sechs Monate. Während der gesamten Baumaßnahme erfolgen regelmäßig LKW-An- und Abtransporte. Ebenso erfolgen Abbrucharbeiten sowie Verdichtungsarbeiten im Bereich der Schächte.

Die Arbeiten, die während dieser Baumaßnahme relevante Erschütterungen auslösen, sind die Abbrucharbeiten mittels Hydraulikhammer, Verdichtungsarbeiten mittels Rüttelplatte und Vibrationswalze, Anlieferungen per LKW und der Tunnelvortrieb mittels Vortriebsmaschine. Dabei erfolgte

die Berechnung der Rüttelplatte, Vibrationswalze und des Hydraulikhammers anhand von Literaturdaten. Die Bewertung der Vortriebsmaschine erfolgte anhand Messergebnisse aus der Literatur sowie die Bewertung des LKW-Verkehrs anhand selbst durchgeführten Messungen.

Die je Erschütterungsgeräte nächstgelegenen Gebäude bzw. Bauwerke können den jeweiligen Kapiteln 6.2 und 6.3 des Gutachtens entnommen werden.

Wie die Ergebnisse nach DIN 4150-3 (Einwirkung auf Gebäude) zeigen, werden die Anhaltswerte für die Rüttelplatte, Vibrationswalze, den Hydraulikhammer, den LKW-Verkehr sowie die Vortriebsmaschine eingehalten.

Nach DIN 4150-2 (Einwirkung auf Menschen in Gebäuden) ist für den Einsatz der Rüttelplatte, der Vibrationswalze und des Hydraulikhammers mit Einhaltung der Anhaltswerte zu rechnen. Auch für den LKW-Verkehr im Tages- und Nachtzeitraum werden die Anhaltswerte eingehalten.

Für die Vortriebsmaschine wurde anhand der vorliegenden Messergebnisse von Rallu et al. sowie Hiller und Crabb die höchste zu erwartende Schwinggeschwindigkeit im Sinne einer konservativen Abschätzung herangezogen. Unter dieser Annahme kommt es zu Überschreitungen der Anhaltswerte im Nachtzeitraum. Entsprechend werden die Anhaltswerte nach DIN 4150-2 für den Nachtzeitraum für Entfernungen unterhalb von 39 m überschritten. Unter Berücksichtigung eines Vortriebs von 12 m / Tag (bzw. 24 Stunden), ergeben sich entsprechend 4 Nächte (je Vortriebsrichtung) bzw. insgesamt 8 Nächte an denen es zu Überschreitungen der Anhaltswerte im Nachtzeitraum kommt.

Darüber hinaus wurde auch eine mittlere Schwinggeschwindigkeit aus den Messergebnissen herangezogen, womit die Anhaltswerte im Nachtzeitraum eingehalten werden würden.

Da Erschütterungsprognosen mit erhöhten Unsicherheiten verbunden sind, wird in der Erschütterungsprognose (vgl. Unterlage 9.4) empfohlen an dem am stärksten betroffenen Gebäude ein Erschütterungsmonitoring in Form einer Dauermessung durchzuführen. Dabei handelte es sich um das Gebäude "Katzwanger Hauptstraße 24". Aus den Ergebnissen geht hervor, dass das Gebäude ungefähr während einer Dauer von 4 Tagen bzw. Nächten von Überschreitungen betroffen sein könnte. Dieser Empfehlung wird nachgekommen. Details sind dem Kapitel 3.3 des Beweissicherungskonzeptes (vgl. Unterlage 1.0.3) zu entnehmen.

8.3.4 Luft

Im Zuge der Planungsarbeiten wurde eine Luftschadstoffuntersuchung durchgeführt, welche die während der Bauarbeiten entstehenden Luftschadstoffimmissionen beurteilt. Die wesentlichen Ergebnisse des Berichtes sind nachfolgend zusammengefasst. Das Gesamtgutachten ist in der Unterlage 9.5 zu entnehmen.

Es waren die zu erwartenden Staubimmissionen (Feinstaub $PM_{2,5}$ und PM_{10} sowie Staubdeposition) sowie die Stickstoffdioxid (NO_2) Immissionen zu ermitteln. Zwischen der Start- und der Zielseite des Bauvorhabens liegt zudem das FFH-Gebiet "Rednitztal in Nürnberg". Daher waren ferner Aussagen zu den Stickstoffeinträgen zum Schutz empfindlicher Ökosysteme zu treffen. Die Staub- und Stickstoffdioxid-Immissionen wurden gemäß den Grenzwerten der TA Luft beurteilt.

Die Ermittlung der Stickstoffdepositionen erfolgte entsprechend den Ausführungen des Forschungsberichtes „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“, herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung sowie dem Stickstoffleitfaden Straße, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.

Die Staubemissionen der Baustellen wurden gemäß der VDI 3790 Blatt 3 und Blatt 4 ermittelt.

Die Ermittlung der Abgasemissionen (Staub- und Stickoxide) der auf den Baustellen eingesetzten Maschinen erfolgten gemäß TREMOD-MM. Staub- und Stickoxid-Emissionen der eingesetzten Lkw wurden mit Hilfe der aktuellen Version des Handbuchs für Emissionsfaktoren (HBEFA) 4.2 berechnet.

Es wurden Luftschadstoffausbreitungsberechnungen für Feinstaub $PM_{2,5}$ und PM_{10} und in Bezug für stickstoffdepositionsrelevanten Luftschadstoffe Stickoxide (NO_x) und Ammoniak (NH_3) mit dem Simulationsprogramm LASAT (Lagrange-Simulation von Aerosol-Transport) in der aktuellen Version 3.4 durchgeführt.

Die Gesamtbaumaßnahme soll in den Jahren 2027 bis 2030 stattfinden. Die ermittelten Emissionen sind hierbei weitestgehend vom Prognosehorizont unabhängig.

Zur Ermittlung der Hintergrundbelastung für die Prognosejahre wurde auf Messwerte des Bayerischen Luftüberwachungsmessnetzes zurückgegriffen und diese mit Korrekturfaktoren gemäß RLUS 2023 für die Zukunft hochgerechnet.

Die Ergebnisse der Emissionsberechnungen zeigen, dass bei einer Stromversorgung der Baustellen über Dieselaggregate, insbesondere der Tunnelvortriebsmaschine auf der Startseite, sehr hohe Stickoxid-Emissionen verursacht werden.

Daher wurde in der weiteren Planung die Stromversorgung mittels Dieselaggregaten abgeschichtet und eine Stromversorgung der Baustelle und insbesondere der Tunnelbohrmaschine durch eine Baustromanbindung berücksichtigt. Notstromaggregate (NEAs) sind nur für einen Notfallbetrieb bereitzuhalten.

Es erfolgten somit Emissions- und Immissionsberechnungen für die drei Varianten

- Variante mit Versorgung der Baustellen mit Stromaggregaten,
- Versorgung der Baustellen durch Baustromanbindung (keine Emissionen durch NEAs) und
- Versorgung der Baustellen durch Baustromanbindung mit einem Notbetrieb der NEAs von zwei mal 12 Stunden während der gesamten Bauzeit (im Rahmen der Immissionsberechnungen 2 mal 12 Stunden innerhalb eines Jahres).

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen zu den Immissionswerten der TA Luft zum Jahresmittelwert für NO_2 , PM_{10} und $PM_{2,5}$ sowie der Kurzzeitgrenzwerte für NO_2 und PM_{10} zeigen für alle betrachteten Varianten deutliche Einhaltungen an den nächstgelegenen Beurteilungspunkten.

Im Bereich der Baustellen selbst liegen teilweise Bereiche mit Überschreitungen der Immissionswerte der TA Luft zu den Jahresmittelwerten und voraussichtlich auch der Kurzzeitgrenzwert vor. Hier sind dementsprechend Grenzwerte zum Arbeitsschutz zu beachten. Bezüglich des Immissionswertes für nicht gefährdenden Staubbiederschlag wird das Irrelevanzkriterium auf der Startseite

knapp überschritten, es ist aber insgesamt von einer Einhaltung des Immissionswertes von 0,35 g/(m²·d) auszugehen. Auf der Zielseite wird das Irrelevanzkriterium von 0,0105 g/(m²·d) am nächstgelegenen Beurteilungspunkt eingehalten.

Für die Varianten mit Baustromanbindung liegen keine Stickstoffeinträge oberhalb von 0,3 kg N/(ha·a) vor. Somit können negative Auswirkungen auf das FFH-Gebiet "Rednitztal in Nürnberg" durch die Bautätigkeiten zur Juraleitung auf der Startseite bei einer Stromversorgung mit Baustromanbindung beziehungsweise bei Notstrombetrieb der NEAs und für die Zielseite für alle betrachteten Varianten ausgeschlossen werden.

Immissionsberechnungen wurden jeweils für das Jahr mit den höchsten Emissionen für die Start- und Zielseite durchgeführt. In den übrigen Bauphasen liegen deutlich geringere Emissionen vor, sodass auch in diesen Zeiten die Immissionswerte der TA Luft und das Abschneidekriterium für Stickstoffdepositionen deutlich unterschritten werden.

8.3.5 Licht

Im Zuge der Planungsarbeiten wurde eine Untersuchung der während der Bauarbeiten entstehenden Lichtimmissionen beauftragt. Die wesentlichen Ergebnisse des Berichtes sind nachfolgend zusammengefasst. Das Gesamtgutachten ist in der Unterlage 9.6 zu entnehmen.

In der vorliegenden Untersuchung waren die lichttechnischen Auswirkungen einer für die Baustellenzzeit typischen Beleuchtungsanlage für die beiden insgesamt 36.500 m² großen Baustelleneinrichtungsflächen auf die umliegenden Wohnnutzungen zu beurteilen. Zusätzlich war die Auswirkung der Beleuchtungsanlage auf die nahegelegenen Fluss-, Hecken- und Baumgrenzen und damit auf bedrohte Tierarten, wie Insekten, Vögel und Fledermäuse, zu betrachten.

Hierzu wurde die Beleuchtung im Sinne einer „worst-case“-Betrachtung als durchgehend in Betrieb zugrunde gelegt und gemäß der Hinweise der LAI beurteilt.

Ergebnis der Untersuchung für die beiden Baustellenbeleuchtungsanlagen ist, dass die Immissionsrichtwerte der Hinweise der LAI für die geplanten Leuchten der Gesamtanlage überall im Umfeld eingehalten werden, wenn das Beleuchtungskonzept entsprechend der in Kapitel 5.1 und im Datenanhang dokumentierten Eingangsdaten des Gutachtens umgesetzt und insgesamt die vorgegebenen Lichtströme und Leuchtenhöhen der Leuchten sowie eine maximale Aufneigung der Leuchtenköpfe von 10 ° berücksichtigt werden. Sollten vom zugrunde liegenden Lichtkonzept abweichende Leuchten notwendig werden, um insbesondere größere Aufneigungen der Leuchtenköpfe zu realisieren, sind Leuchten mit ausreichendem Blendschutz einzusetzen. Zusätzlich ist zum Schutz von Flora und Fauna am westlichen und nördlichen Waldrand an der Ziel-Baugrube in Wolkersdorf ein jeweils ca. 81 m langer Lichtschutzzaun mit einer Höhe von 3 m vorzusehen.

Mit dem vorgesehenen Lichtkonzept halten sowohl das Blendmaß k bzw. die Blendbeleuchtungsstärke als auch der Indikator für Raumaufhellung die Immissionsrichtwerte für die untersuchte Umfeldbebauung (Wohnnutzungen) ein. Sollte im weiteren Verfahren eine von dem hier zugrunde liegenden Lichtkonzept abweichende Lichtplanung bzw. weitere oder andere Leuchten gewählt werden, sind darüber hinaus Auswirkungen durch mögliche Lichtimmissionen erneut zu prüfen.

Bezüglich einer möglichen Störwirkung der Beleuchtung auf Insekten oder Vögel, ist es empfehlenswert, Leuchten in ihrer Leistung so zu dimensionieren, dass die Leuchtdichten der Beleuchtungsanlage im Rahmen des Anforderungsprofils liegen. Eine warmweiße Lichtfarbe der Leuchten (z. B. 3000 Kelvin) ist positiver zu bewerten, als eine kaltweiße (z. B. 6000 Kelvin), da die meisten Tiere auf das blaue UV-Licht stärker reagieren. Grundsätzlich ist eine LED-Leuchte für den Einsatz zur Minderung einer möglichen Störwirkung auf Insekten, Vögel oder Fledermäuse als positiv einzuschätzen. Diese Anforderungen werden mit den der Untersuchung zugrunde liegenden Leuchten für die Beleuchtung der beiden Baustelleneinrichtungsflächen eingehalten. Weiter wird mit dem zugrundeliegenden Lichtkonzept und insbesondere der Abschottung der Leuchten durch den jeweils 81 m langen und 3 m hohen opaken Lichtschutzzaun zum nördlichen und westlichen Waldrand (nördlicher Abschnitt des Landschaftsschutzgebiets Rednitztal) eine Streuwirkung des Lichtes in schützenswerte Bereiche in einem Bereich von ca. 2 m Höhe im Bereich hinter dem Zaun auf ein Minimum reduziert. Erhöhte Aufhellungswerte sind zwar insgesamt festzustellen, dennoch sind diese durch den flexiblen Baustellenbetrieb lediglich temporär zu erwarten. Zudem wird der Baustellenbetrieb insgesamt vorwiegend im Tageszeitraum stattfinden.

Die in der zugrunde liegenden Untersuchung gewählten Leuchten für die Beleuchtung der Baugrubenflächen während der Baustellenzeit mit ihren geringen Lichtpunkthöhen, ihren nach unten weisenden Abstrahlcharakteristiken sowie die gewählten Lichtfarben von 3000 Kelvin und den Gehäusen der Leuchten sind hier ebenfalls als positiv zu bewerten. Siehe hierzu auch „Leitfaden zur Neugestaltung und Umrüstung von Außenbeleuchtungsanlagen“ des Bundesamtes für Naturschutz. Auch hinsichtlich der lichttechnischen Auswirkungen auf Fauna und Flora zeigt die Untersuchung die Möglichkeit der Wahrung von geschützten Räumen für schützenswerte Tierarten im Sinne des Naturschutzgesetzes auf.

Für die vorliegende Lichtimmissionsuntersuchung wurde eine beispielhafte Grundrissdarstellung der Baustelleneinrichtungsflächen zu Grunde gelegt.

Die aktuellen Planungen haben keinen Einfluss auf die Berechnungs- und Untersuchungsergebnisse. Die vorangegangenen dargestellten Ergebnisse der Immissionsberechnungen liegen daher auf der sicheren Seite.

Bei einer abweichenden Lichtplanung sollten die Hinweise aus Kapitel 4.2 des Gutachtens weiterhin Berücksichtigung finden. Siehe hierzu auch „Leitfaden zur Neugestaltung und Umrüstung von Außenbeleuchtungsanlagen“ des Bundesamtes für Naturschutz.

Aus lichttechnischer Sicht können somit die Beleuchtungsanlagen für die Baustellenzeit der Flächen in Katzwang und Wolkersdorf umgesetzt werden.

8.4 Verkehrsrechtliche Belange

Das Vorhaben berührt nicht nur während des Baus, sondern auch während des Betriebs verschiedene Verkehrsrechtliche Belange. Diese werden im Folgenden behandelt.

8.4.1 Kreuzung öffentlicher Straßen und Wege durch die Leitung und Anbaubeschränkung

Soweit öffentliche Straßen dauerhaft durch die Leitung gequert und insofern über den Gemeingebrauch hinaus genutzt werden (Art. 14 Bayerisches Straßen- und Wegegesetz – BayStrWG), handelt

es sich im Allgemeinen um eine Sondernutzung im Sinne des Art. 18 Abs. 1 BayStrWG. Wenn allerdings der Gemeingebrauch nicht beeinträchtigt wird oder die Nutzung der öffentlichen Versorgung dient, richtet sich die Einräumung von Rechten zur Nutzung der öffentlichen Straßen nach bürgerlichem Recht, soweit nicht durch Gesetz etwas anderes bestimmt ist (Art. 20 Abs. 1 BayStrWG). Das ist regelmäßig dann der Fall, wenn – wie bei der vorgesehenen Kreuzung durch Unterquerung – die Verkehrsfläche nicht tangiert wird. Dasselbe gilt für die Querung sonstiger öffentlicher Straßen i.S.v. Art. 53 BayStrWG, insbesondere für öffentliche Feld- und Waldwege, die der Bewirtschaftung von Feld- und Waldgrundstücken dienen. Die Einräumung der Kreuzungsgenehmigungen des Vorhabens mit öffentlichen Straßen erfolgt also grundsätzlich über zivilrechtliche Gestattungs- oder Kreuzungsverträge, für welche die Planfeststellung die Grundlage bietet (siehe auch Kapitel 8.1).

Sofern durch die Leitungsbestandteile bauliche Anlagen an klassifizierten öffentlichen Straßen errichtet werden, ist eine Genehmigung erforderlich, wenn sich diese innerhalb von 30 m längs der Fahrbahnen von Kreisstraßen, 40 m längs der Fahrbahnen von Bundes- und Staatsstraßen sowie 100 m längs der Fahrbahnen der Bundesautobahnen befinden (gemäß § 9 Abs. 2 Nr. 1 FStrG bzw. Art. 24 Abs. 1 BayStrWG). Verboten ist die Errichtung baulicher Anlagen innerhalb von 15 m längs der Fahrbahnen von Kreisstraßen, 20 m längs der Fahrbahnen der Bundes- und Staatsstraßen bzw. 40 m längs der Fahrbahnen der Bundesautobahnen (gemäß § 9 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 FStrG bzw. Art. 23 Abs. 1 BayStrWG). Darüber hinaus sind Gemeinden gemäß Art. 23 Abs. 4 BayStrWG befugt, durch Satzung bestimmte Gemeindeverbindungsstraßen vom Anbau freizuhalten. Das Anbauverbot an diesen Straßen beträgt 10 m längs der Fahrbahnkante. Im Einzelfall können gemäß § 9 Abs. 8 FStrG bzw. Art. 23 Abs. 2 BayStrWG Ausnahmen von diesem Verbot zugelassen werden, wenn die Durchführung der Vorschriften im Einzelfall zu einer offenbar nicht beabsichtigten Härte führen würde, die Abweichung mit den öffentlichen Belangen vereinbar ist oder wenn Gründe des Wohls der Allgemeinheit die Abweichungen erfordern bzw. die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs es gestatten.

Die genaue Betrachtung findet sich in der Planfeststellungsunterlage 5.4 „Kreuzungsverzeichnis“.

8.4.2 Nutzung öffentlicher Straßen und Wege

Baustraßen sind über öffentliche Straßen mit dem sonstigen Verkehrsnetz verbunden. Die Benutzung der öffentlichen Straßen und Wege ist in der Planfeststellungsunterlage 3.1 „Erläuterungsbericht Wegenutzung“ dargestellt. Hieraus ergeben sich folgende Konstellationen, über die in der Planfeststellung zu entscheiden ist:

Die Benutzung der öffentlichen Straßen ist grundsätzlich jedem im Rahmen des Gemeingebrauchs gestattet (Art. 14 BayStrWG). Soweit der Gemeingebrauch durch die bau- und verkehrstechnische Beschaffenheit der Straße begrenzt ist (§ 7 Abs. 2 FStrG) und die Vorhabenträgerin hiervon im Rahmen der Befahrung der öffentlichen Straßen und Wege abweichen möchte, liegt eine genehmigungspflichtige Sondernutzung i.S.d. Art. 18 Abs. 1 BayStrWG und § 8 Abs. 1 FStrG vor.

Dies ist bspw. bei neu zu errichtenden Zufahrten an klassifizierten Straßen der Fall (Art. 19 BayStrWG). Bei der Zuwegungsplanung wurden soweit möglich bestehende Zufahrten zu den öffentlichen bzw. klassifizierten Straßen verwendet. Es kann vorkommen, dass diese aufgrund des verwendeten Geräts (Schwerlastverkehr TBM, Kabeltransport) temporär für den Bau der Leitung ertüchtigt

werden müssen. Sollte im Einzelfall bauzeitlich oder dauerhaft eine neue Zufahrt an einer klassifizierten oder sonstigen öffentlichen Straße erforderlich sein, ist diese über den Planfeststellungsbeschluss zu genehmigen.

Soweit sich die Sondernutzung nicht auf sonstige öffentliche Straßen i.S.v. Art. 53 BayStrWG bezieht, wird die Sondernutzungserlaubnis im Zuge der Planfeststellung gemäß § 75 Abs. 1 Satz 1 VwVfG erteilt. Die Einräumung der Sondernutzung an „sonstigen öffentlichen Straßen“ erfolgt gemäß Art. 22 Abs. 1 BayStrWG grundsätzlich mit zivilrechtlichem Gestattungs- oder Sondernutzungsvertrag, für den die Planfeststellung die Grundlage bietet.

Für die klassifizierten Straßen ist anzunehmen, dass ein Ausbau oder eine Ertüchtigung nur im Einzelfall erforderlich ist. Die bauliche Ausführung ggf. erforderlicher Ertüchtigungen von Gemeindestraßen und sonstigen öffentlichen Straßen erfolgt nur provisorisch. Soweit Gemeindestraßen und Wirtschaftswege zu ertüchtigen sind, so ist die Planfeststellung auch hierfür die Grundlage. Die Planfeststellungsbehörde kann die Vorhabenträgerin berechtigen, die Ertüchtigung vorzunehmen.

Gemäß § 74 Abs. 2 Satz 2 VwVfG sind ggf. Schutzmaßnahmen zu formulieren (Vorkehrungen oder die Errichtung und Unterhaltung von Anlagen, die zum Wohl der Allgemeinheit oder zur Vermeidung nachteiliger Wirkungen auf Rechte anderer erforderlich sind), wie etwa die Verpflichtung der Vorhabenträgerin, vor Beginn der Baumaßnahme den Zustand der Straßen gutachterlich feststellen zu lassen, z.B. um zu ermitteln, inwieweit Verstärkungsmaßnahmen erforderlich sind, bzw. im Nachhinein eventuelle Schäden festzustellen.

8.5 Sonstige Auswirkungen

8.5.1 Annäherung an Infrastrukturanlagen

Im Trassenverlauf kommt es zu verschiedenen Annäherungen des geplanten 380 kV-Erdkabelabschnittes an bestehende Rohrleitungen und andere Infrastrukturen, die in den Lage- und Rechtserwerbsplänen (siehe Unterlage 4.1) dargestellt sind. Hierdurch kann es im Betrieb der Leitung zu induktiven Langzeit- und Kurzzeitbeeinflussungen der Rohrleitungen/Infrastrukturen kommen.

Im Zuge der Spartenauskunft wurden in einem rund 600 m breiten Korridor entlang der geplanten Leitungstrasse die Betreiber technischer Infrastrukturen identifiziert. Auf Basis dessen wird parallel zum Planfeststellungsverfahren eine Notwendigkeitsprüfung nach den geltenden Regelwerken durchgeführt, die Aufschluss darüber gibt, welche Infrastrukturen von der geplanten Leitung elektromagnetisch beeinflusst werden können. Dazu zählt auch die mögliche Beeinflussung von Geräten mit satellitengestützter Navigation. Um rechtzeitig Maßnahmen zum Personen- und Anlagenschutz ergreifen zu können, wird anschließend eine detaillierte Höchstspannungsbeeinflussungsuntersuchung derer Infrastrukturen durchgeführt, für die im vorherigen Schritt die Notwendigkeit dieser Untersuchung festgestellt wurde.

Das Ausmaß dieser Beeinflussung darf sich nur in bestimmten Bereichen bewegen und wird durch entsprechende gutachterliche Einschätzungen oder Berechnungen ermittelt. Sollten bei der Überprüfung der Beeinflussungswerte Überschreitungen festgestellt werden, sind die erforderlichen Maßnahmen mit den jeweiligen Betreibern abzustimmen. Die Beeinflussung von Geräten mit satellitengestützter Navigation ist auszuschließen.

8.5.2 Planungen Dritter

Die Realisierung des antragsgegenständlichen Netzausbauprojektes berührt keine bekannten Planungen und Planungsabsichten Dritter (zum Beispiel Gemeinden, Betreiber anderer Infrastrukturen und andere).

8.5.3 Temporäre Annäherung an Infrastrukturanlagen

Bauzeitlich sind Entwässerungsleitungen notwendig, welche innerhalb des Baufeldes und darüber hinaus bis in die Rednitz bzw. den Main-Donau-Kanal verlegt werden. Im Bereich der Trasse der Deutschen Bahn befindet sich die DN150 / DN200 in ca. 5 m Entfernung zum Bahnkörper.

Bei Querungen von Straßen, werden temporäre Rohrbücken vorgesehen. Weitere Annäherungen an Infrastrukturanlagen sind nicht geplant.

9 Quellen

9.1 Literatur / Daten

- [U1] E-Mail „WG: 20241423, Instruktionsergebnisse, Gaulnhof Str., Katzwanger Hauptstr., Wolkersdorfer Str., Juraleitung-Abschnitt A-Katzwang“ vom 28.11.2024. Verfasser: John P. Zeitler (Stadtarchäologie Stadt Nürnberg).
- [U2] Merkblatt Düker (Herstellung mittels Rohrvortrieb). Herausgeber: Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Donau MDK. Ohne Datum.
- [U3] Trüby, P. (2020): Auswirkungen der Wärmeemission von Höchstspannungserdkabeln auf den Boden und auf landwirtschaftliche Kulturen. Gutachten zur 110-/380-kV Höchstspannungsleitung Wehrendorf - Gütersloh (EnLAG, Vorhaben 16). Abschnitt: Pkt. Hesseln - Pkt. Königsholz (Landesgrenze NRW/NDS). Im Auftrag der Amprion GmbH.
- [U4] Knauff, U. (2021): Gesamtgutachterliche Beurteilung der Boden- und Ertragsuntersuchungen innerhalb der Erdkabeltrasse Raesfeld – Gutachten (Auftraggeber Amprion GmbH).
- [U5] Leibniz-Universität Hannover (2024): Testfeld Reinshof: Bau- und betriebsbedingte Auswirkungen von 380-kV-Erdkabeln auf den Boden: Bodenphysikalische Parameter, Bodentemperatur, Bodenfeuchte, Nitratmobilisierung. Bodenkundlich-landwirtschaftliche Beweissicherung 380-kV-Leitung Wahle-Mecklar, Abschlussbericht. Im Auftrag der TenneT TSO GmbH.
- [U6] Marschner, B., König, C., Schröder, S. (2023): Abschätzung der Bodenerwärmungen durch Erdkabel und deren Auswirkungen auf den Humusumsatz. Bodenschutz 28, S. 43-50.
- [U7] Ahl, C., Bremer, J., Löppmann, V., Redweik, H. (2023): Erdkabeltrassen: Zwischenbilanz nach drei Jahren Versuchsfeldbetrieb Reinshof. Bodenschutz 28, S 36-42.
- [U8] Emmerling, C., Hoffmann, C., Herzog, M., Schieber, B., Stöckhert, F., Koschel, S., Kurtenacker, M. Trüby, P. (2024): Soil warming by electrical underground transmission lines impacts temporal dynamics of soil temperature and moisture. J. Plant Nutr. Soil Sci. 2024, S. 1–11. DOI: 10.1002/jpln.20240005.
- [U9] Wessolek, G., Kersebaum, C. (2020): Bodenkundliche Bewertung der Bodenerwärmung im Bereich der 380-kV-Zwischenverkabelung „Henstedt-Ulzburg“ und „Kisdorferwohld“. Studie Teil II. Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren. Materialband 14.10. Neubau der 380 kV Leitung Kreis Segeberg – Raum Lübeck, Nr. LH-13-328.
- [U10] Bertermann, D., Drefke, C., Stegner, J., Wessolek, G.(2020): Interaktionen des Erdkabelsystems SuedLink mit der Kabelumgebung. Bodenkundlich-Technische Aspekte. Erlangen FAU University Press.

9.2 Internetquellen

- [W1] Presseservice Herrenknecht AG: <https://www.herrenknecht.com/de/presseservice/2007/> Zuletzt zugegriffen am 21.03.2025.
- [W2] Prinzipskizze Stangenextensometer https://www.geodata.com/wp-content/uploads/2020/10/Stangenextensometer_20201020.pdf Zuletzt zugegriffen am 16.04.2025.
- [W3] Darstellung eines Stangenextensometers im Einbauzustand <https://www.geodata.com/produkte/stangenextensometer/> Zuletzt zugegriffen am 16.04.2025

9.3 Gesetze / Normen / Verordnungen

- [N1] Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e.V.: Empfehlungen zur Auswahl von Tunnelbohrmaschinen, März 2021.
- [N2] Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e.V.: Recommendations for Face Support Calculations for Shield Tunneling in Soft Ground, Version 10/2016.
- [N3] EC 7 – Eurocode 7: DIN EN 1997 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik.
- [N4] Ril 878 – Stromkreuzungsrichtlinien (SKR), DB Netz AG, 2016.
- [N5] WaStrG – Bundeswasserstraßengesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Mai 2007 (BGBl. I S. 962; 2008 I S. 1980), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3901) geändert worden ist.
- [N6] WHG – Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 22. Dezember 2023 (BGBl. I Nr. 409) geändert worden ist.
- [N7] ZTV-ING – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für Ingenieurbauten, Dezember 2023.
- [N8] KlimR, Klimaschutz in der Abwägung von Verwaltungsentscheidungen; Muffler, Lukas; 2023
- [N9] BayStrWG – Bayerisches Straßen- und Wegegesetz in der in der Bayerischen Rechtsammlung (BayRS 91-1-B) veröffentlichten bereinigten Fassung, das zuletzt durch § 1 Abs. 101 der Verordnung vom 4. Juni 2024 (GVBl. S. 98) geändert worden ist.