



# Information

Nr. 10-2

Planung, Bau und Betrieb unterirdischer,  
begehbarer Leitungskanäle und -düker (UBL)

*Teil 2: Baukonstruktive Planung – Bau und Ausrüstung –  
Bauliche Instandhaltung*

Gänzlich überarbeitete Neuauflage Juni 2024

Gemeinsamer GSTT/AGFW-Arbeitskreis UBL

NO DIG – warum Gräben aufreißen, wenn es bessere Lösungen gibt !

## Leitfaden

# **Planung, Bau und Betrieb unterirdischer, begehbarer Leitungskanäle und -düker (UBL)**

**Teil 2:  
Baukonstruktive Planung –  
Bau und Ausrüstung –  
Bauliche Instandhaltung**

**Juni 2024**

**Ersatz für GSTT-Information Nr. 10, Teil 2, April 2002**

Inhalt	Seite
<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Begriffe</b> .....	<b>5</b>
<b>3 Abkürzungen</b> .....	<b>5</b>
<b>4 Baukonstruktive Planung / Planungsphasen</b> .....	<b>6</b>
4.1 Allgemein .....	6
4.2 Leistungsphase 1 - Grundlagenermittlung.....	7
4.3 Leistungsphase 2 - Vorplanung .....	8
4.4 Leistungsphase 3 - Entwurfsplanung.....	9
4.5 Leistungsphase 4 - Genehmigungsplanung .....	12
4.6 Leistungsphase 5 - Ausführungsplanung.....	13
4.7 Leistungsphase 6 - Vorbereitung der Vergabe .....	14
4.8 Leistungsphase 7 - Mitwirkung bei der Vergabe .....	16
4.9 Leistungsphase 8 - Objektüberwachung / Bauoberleitung .....	17
4.10 Leistungsphase 9 – Objektbetreuung.....	19
<b>5 Bau und Ausrüstung</b> .....	<b>19</b>
5.1 Bauliche Hüllkonstruktion.....	19
5.2 Bedienräume und Bediengänge.....	23
5.3 Montageräume und –schächte .....	24
5.4 Verlegeräume.....	24
5.5 Leitungseinbau/-verlegung und -nachrüstung .....	26
5.5.1 Allgemein .....	26
5.5.2 Korrosionsschutz.....	27
5.6 Betriebliche Einrichtungen.....	27
5.6.1 Allgemein .....	27
5.6.2 Betriebsstromanlage .....	27
5.6.3 Schutzzpotential- und Erdungsanlage .....	28
5.6.4 Entwässerungsanlage .....	28
5.6.5 Lüftungsanlage .....	29
5.6.6 Brandschutz .....	30
5.6.7 Beschilderung und Sicherheitskennzeichnung .....	31
5.6.8 Überwachungs- und Steuerungssysteme .....	31
<b>6 Bauliche Instandhaltung</b> .....	<b>32</b>
6.1 Allgemein .....	32
6.2 Inspektion und Wartung.....	32
6.3 Instandsetzung und Verbesserung.....	32

6.4	Ersatzneubau/ Erneuerung .....	33
<b>Anhang A (informativ) Planungs-, Prüf- und Leistungsumfang</b>		
<b>beim Bau von Leitungskanälen und-dükern .....</b>	<b>34</b>	
<b>Literaturhinweise .....</b>	<b>40</b>	

## **Einleitung**

Allgemeine Einleitung - siehe Leitfaden Teil 1.

Gegenüber der Ausgabe des GSTT-Leitfadens Nr. 10 aus den Jahren 1999-2007 werden im vorliegenden Teil 2 des Leitfadens von GSTT und AGFW folgende wesentliche Änderungen vorgenommen:

- Redaktionelle und inhaltliche Überarbeitung;

In diesem Teil 2 des Leitfadens werden für begehbarer Leitungskanäle und -räumen wesentliche Hinweise zur konstruktiven Planung, Bau und Ausrüstung gegeben, die sich an den allgemein anerkannten Regeln der Technik für unterirdische Ingenieurbauwerke orientieren. Zur Ausrüstung bzw. Ausstattung der Leitungskanäle und -räumen werden langjährige Erfahrungen zur Dauerhaftigkeit, Funktionalität und Sicherheit systematisiert und zusammengefasst.

Weitere Ausarbeitungen in dieser Leitfadenreihe sind:

Teil 1 Grundlagen - Strategische Planung und Konzeptplanung – Wirtschaftlichkeit

Teil 3 Betrieb und Sicherheit

## 1 Anwendungsbereich

Der Anwendungsbereich ist im Leitfaden „Planung, Bau und Betrieb unterirdischer, begehbarer Leitungskanäle und -düker“, Teil 1 festgelegt. Im Teil 2 werden vertiefend die Planungsphasen für den Neubau oder bei wesentlicher Änderung der Leitungskanäle dargestellt, dazu die in der Objektplanung zu berücksichtigenden Ausrüstungen bzw. Einrichtungen für eine dauerhafte und sichere Nutzung der baulichen Anlage sowie Grundlagen der baulichen Instandhaltung.

## 2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Leitfadenteils gelten die Begriffe nach dem Leitfaden „Planung, Bau und Betrieb unterirdischer, begehbarer Leitungskanäle und -düker“, Teil 1.

## 3 Abkürzungen

**Tabelle 1 - Abkürzungen**

Abkürzung	Bedeutung
AG	Auftraggeber
AGFW	AGFW   Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.
AN	Auftragnehmer
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
DA	Durchmesser, außen
DAfStb	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V.
DAUB	Deutschen Ausschuss für unterirdisches Bauen e. V.
DB AG	Deutsche Bahn AG
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
ErsatzbaustoffV	Ersatzbaustoffverordnung
E-MSR	Elektrisches Messen, Steuern und Regeln
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz - Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung
Eurocode(s)	Europaweit vereinheitlichte Regeln für die Bemessung im Bauwesen
GWB	Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
HSE	Health-Environment-Safety
IP	Schutzklasse Berührungsschutz elektr. Betriebsmittel
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LBO	Landesbauordnung
LBP	Landschaftspflegerische Begleitplan
PF	Planfeststellung
PFV	Planfeststellungsverfahren

RiLi SIB	Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen" des DAfStb
SiGeKo	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator
TR	Technische Regel
UBL	unterirdische, begehbar Leitungskanäle und -düker
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie
UVU	Umweltverträglichkeitsuntersuchung
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.
VOF	Verdingungsordnung für freiberufliche Leistungen
WTA	Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V.
WU	Wasserundurchlässigkeit

## 4 Baukonstruktive Planung / Planungsphasen

### 4.1 Allgemein

Unter Beachtung der im Leitfaden Teil 1, Abschnitt 5 einer Projektplanung vorgelagerten Untersuchungen und Rahmenbedingungen, ist vor Planungsbeginn die Bedarfsermittlung zu projektspezifischen Anforderungen mit erforderlichem Medienbedarf, einer Grobbemessung der Leitungen und möglichen Kapazitätserweiterungen zu konkretisieren. Der Bedarfsplan, die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und folgende Kostenberechnungen sind in den jeweils folgenden Planungsphasen anzupassen.

Für die Projektplanung von Leitungskanälen und -dükern können die Leistungsinhalte der HOAI vereinbart werden. Neben den Mindestinhalten einschlägiger Verordnungen (z. B. HOAI, VOF, ZTV-ING) zu den Leistungsbildern

- Freianlagen,
- Ingenieurbauwerke,
- Verkehrsanlagen,
- Tragwerksplanung,
- Technische Ausrüstung

werden nachfolgend die Leistungsphasen nach HOAI übernommen und dabei die besonderen bzw. zusätzlichen inhaltlichen Planungsanforderungen benannt.

Zum Planungsbeginn wird ein Leistungskatalog/Projektstrukturplan mit Planungsterminen und Zuständigkeiten einschließlich erforderlicher Leistungen aller Fachbereiche (Schnittstellen) empfohlen. Hierzu gehören u. a.:

- Aufbereitung der strategischen Planung,
- Baugrunduntersuchung und Hydrogeologischer Bericht,
- Ökologische Planung (UVS, LBP),
- Luftbildauswertung / Kampfmitteluntersuchung,
- Topographische Lage- und Höhenvermessung,
- Tragwerksplanung,

- Rohrtechnische Planung,
- Elektrotechnische Planung,
- Immissions- und Schalltechnisches Gutachten,
- Einbindung Sachverständige und Prüforganisationen,
- Fachplanungen (u. a. Kraftwerk-Kennzeichensystem (KKS), Technische Gebäudeausrüstung (TGA), Brandschutz, Verkehr),
- SiGeKo.

Alle Betreiber und Eigentümer von Ver- und Entsorgungsanlagen mit potenziellem Verlege- bzw. Einbaubedarf sowie die zu beteiligenden kommunalen Ämter sind frühzeitig in die Planung einzubeziehen.

Insbesondere sind eine frühzeitige Einbindung und Abstimmung der erforderlichen Sachverständigen- und Ingenieurleistungen sowie behördlicher Voranfragen zweckmäßig. Fachübergreifend sind dazu die Anforderungen an Gesundheit, Sicherheit und Umwelt zu berücksichtigen (sog. HSE-Management).

Bei intensiven Schnittstellenanforderungen mehrerer Fachbereiche sowie bei größeren Projekten wird eine technische/ wirtschaftliche Projektsteuerung zur internen und externen Koordination während der Planungs- und Ausführungsphasen empfohlen.

## 4.2 Leistungsphase 1 - Grundlagenermittlung

Die Grundlagenermittlung dient mit Klärung der Aufgabenstellung auch zur Feststellung benachbarter Vorhaben und der Planung beeinflussender Faktoren. Zur Fortschreibung des strategischen Konzeptes oder einer Machbarkeitsstudie sind die im Teil 1 aufgeführten Entscheidungsmerkmale und Anforderungen zu spezifizieren und zu ergänzen.

Dazu gehören u. a.

- Ingenieurgeologische Karte sowie Unterlagen zu Altlasten zur Bestimmung der nachfolgenden Baugrunderkundung,
- Ermittlung bestehender Schutzgebiete in Natur und Landschaft, Grund- und Trinkwasser u. a.,
- Beschaffung und Auswertung amtlicher Karten wie Kataster, Flurbereinigung und ggf. zu Bundeswasserstraßen,
- Bestandsauskunft zur bergbaulichen Situation bzw. daraus resultierender Gefährdungen,
- Einholung von Leitungsauskünften/ Bestands- und Zustandsdaten zu benachbarten Leitungsnetzen und Bauwerken,
- Recherche in Stadtarchiven und Museen, u. a. zur Ermittlung alter Pfahlbauten oder veränderter Flussläufe,
- Voranfrage bei der unteren Denkmalschutzbehörde zu Bodendenkmalen, einschl. einer archäologischen Begleitung,
- Anforderungen an zu verlegende Leitungen wie Molchbarkeit, Druckstoßbeeinflussung, Entlüftung, Entleerung, Spülung sowie gegenseitige Beeinflussungen (u. a. Vibration, Wärmeentwicklung, elektromagnetische Feldwirkungen),
- Medienbedarf mit Eckparametern, schlussfolgernd Leitungsbelegung min. – max. (evtl. Nachbelebung),
- Ermittlung der Anbindepunkte nach Zustand, Lage und Tiefe sowie Auswirkungen auf den Bestand,
- Lage und Anzahl der Gebäudeanschlüsse,
- Evaluierung Instandhaltungsbedarf und Gestaltungsmaßnahmen Dritter (z. B. zu Verkehrsflächen).

Mit vorgenannten Kenntnissen lassen sich erste Trassenvarianten, Ausführungsalternativen und Einbaukonzepte für eventuelle Bauvoranfragen verdichten.

### 4.3 Leistungsphase 2 - Vorplanung

In der Vorplanung werden die möglichen Planungs- und Ausführungskonzepte umfassend gegenübergestellt und verdichtet, besonders gekennzeichnet durch eine fachliche wie Trassen spezifische Variantenuntersuchung. Dazu gehören u. a.:

- Trassenwahl in Varianten/ Belegung min. – max.,
- Lage- und Funktionsbezug/ Einbaukonzepte,
- Kanalquerschnitte, Trassenanpassungen,
- Kreuzungen und Näherungen von Trassen/ Baukörper und Verkehrswegen,
- Varianten bezogene Anbindepunkte in Lage und Tiefe,
- Fortschreibung der Gebäudeanschlüsse nach Varianten,
- Festlegen der Gefälleverhältnisse,
- Auswahl der Bauweisen und Bautechnologien, einschließlich einer Risikobeurteilung,
- erstes statisches Konzept (Vordimensionierung),
- Kosten–Nutzen–Untersuchung,
- erste Erdmassenbilanz bzw. Bodenmanagementkonzept,
- Immissions- und schalltechnische Untersuchungen,
- Umfang der Eingriffe in Natur und Landschaft, einschließlich Konflikt- und Kompensationsplan.

Zur Ermittlung des technisch risikoärmsten bzw. wirtschaftlich günstigsten Bauausführungsverfahrens sind Kenntnisse über den Baugrund unerlässlich. Mit Veranlassung und Fortschreibung der Baugrund- und hydrogeologischen Untersuchung (gesonderte wasserrechtliche Genehmigung erforderlich) sowie der Laborkennwerte können neben den Anforderungen nach DIN 18300 (Erdarbeiten), DIN 18319 (Rohrvortriebsarbeiten) und den allgemein anerkannten Regeln der Technik zusätzliche Untersuchungen von Bedeutung sein. Dazu gehören beispielsweise:

- Ermittlung von Baugrundkennwerten aus benachbarten Tiefbauvorhaben,
- Berücksichtigung zu erwartende Hochwasserstände, z. B. HQ<sub>100</sub> oder HQ<sub>200</sub>,
- Hydrogeologische Verhältnisse (u. a. horizontaler Grundwasserfluss, Grundwasserchemie),
- Gefüge, Kluft- und Fugenneigung von Gesteinsplatten,
- Quell- und Verklebungspotential von Lehm und/oder Ton/Mergel,
- Klassifizierung Boden und Wasser nach ErsatzbaustoffV, LAGA M20 und Deponieverordnung sowie länderspezifische Regelungen,
- Nutzung bestehender und Aufbau neuer Grundwassermessstellen,
- ergänzende geophysikalische Untersuchung,
- Berücksichtigung von Gasvorkommen (z. B. Faul- oder Schiefergas),
- Ermittlung von Altlasten, Kampfmittel- und Schadstoffkataster.

Im Bereich geschlossener Bauweisen sind zur Vermeidung späterer Austritte von Stütz- und Spülflüssigkeiten die geologischen Bohrungen > 5 m links- und rechtsversetzt anzuordnen sowie anschließend mit Quellton zu verschließen. Bei wechselnden Grund- oder Oberflächenwässern sollte im Bereich des

Startschachtes eine Bohrung als Grundwassermessstelle zum Abgleich des Stützdruckes ausgebildet werden.

Im Bereich der offenen Bauweisen, insbesondere bei Bohrpfahl- und Nassbaggerarbeiten in feinkörnigen Bodeneigenschaften wird eine Untersuchung des Dispergierens (Schwebeigenschaften gelöster Bodenarten im Grundwasser) empfohlen, damit bei nachfolgender Betonage keine Verminderung der statisch erforderlichen Betonklassifizierung eintritt.

Mit den geophysikalischen Ergebnissen von Boden und Wasser nach ErsatzbaustoffV, LAGA M20 und Verordnung über Deponien und Langzeitlager - Deponieverordnung (DepV) lassen sich frühzeitig Aufwand und Kosten zum Bodenmanagement erkennen. Diese Kenntnisse sind auch zur späteren Kalkulation von Entsorgungswegen zur Beseitigung und/oder Wiederverwertung überschüssigen Bodens erforderlich.

Nach Ermittlung aller beeinflussenden Faktoren kann der endgültige, erforderliche Querschnitt des Leitungskanals bemessen und festgelegt werden. Je nach Anzahl und Art der Medienleitungen sowie Anordnung von Armaturen und betrieblichen Einrichtungen sind Montage- und Reserveräume für Instandhaltungsarbeiten und Nachrüstungen zu berücksichtigen. Ebenso sind gegenseitige Beeinflussungen der Leitungen, wie beispielsweise Wärmeabgabe von Heizleitungen, Kompensationsräume, Biegeradien oder elektromagnetische Feldwirkungen zu beachten.

In Kenntnis aller Ergebnisse aus den Leistungsphasen 1 und 2 wird empfohlen, eine Sicherheitsbetrachtung zu erstellen, welche in allen weiteren Planungsphasen zu überprüfen bzw. zu ergänzen ist.

#### **4.4 Leistungsphase 3 - Entwurfsplanung**

Die Entwurfsplanung ist in erster Linie durch ein abgeschlossenes Planungskonzept bzw. eine abgeschlossene Bedarfsplanung gekennzeichnet. Nach Ermittlung der Vorplanungsergebnisse sind die für den Bau des begehbar Leitungskanals bevorzugten Bauverfahrensarten (offene und geschlossene Verfahren) zu bestimmen.

Weiterhin sind die Vorzugsvarianten auf allen Fachgebieten zur Kanalstrecke, den Schachtbauwerken, dem Rohrleitungsbau, der Kabellegung, dem Stahlausbau und zum Ausrüstungsbedarf zu bestimmen.

Seitliche Anschlüsse aus oder in den bereits gebauten Leitungskanal mittels Spül- oder Pressbohranlagen sind hinsichtlich Abstände für T-Stücke, Armaturen etc. und Bewehrungsfenster in der Betonschale zu berücksichtigen.

Insbesondere sind in der Planung von Leitungskanälen frühzeitig der erforderliche Montageraum zur Verlegung der Leitungen sowie die Sicherheitsbelange in Form einer Sicherheitsbetrachtung mit Gefährdungsbeurteilung hinsichtlich Arbeitssicherheit und Arbeitsschutz entsprechend den Vorgaben der BG Bau zu prüfen.

In Kenntnis aller Ergebnisse aus den Leistungsphasen 1 und 2 sowie den betreiberspezifischen Anforderungen lassen sich im Zuge einer Risikoanalyse die verschiedenen Anforderungen mit Verfahrensalternativen gegenüberstellen.

Die Risikoanalyse ist Bestandteil der Bauplanungsphasen. Im Vergleich zur Gefährdungsbeurteilung sind im Ergebnis der Risikoanalyse die Anforderungen an die konstruktive Gestaltung der Baukonstruktion und der Auslegung der betrieblichen Einrichtungen zu beschreiben. Sie erfasst und wertet damit alle sicherheitsrelevanten baukonstruktiven Details sowie die Anforderungen aus der Leitungsbelebung. Hierbei sind auch die Anforderungen der Gefährdungsbeurteilung für den späteren Betrieb zu berücksichtigen.

Die Risikoanalyse stellt insbesondere die Anlagensicherheit in den Vordergrund, unter Vorwegnahme der Betriebszustände, des Arbeitsschutzes und des Umweltschutzes sowie Belange Dritter.

Sollten bestimmte Risiken und/oder Gefährdungen nicht minimiert werden können, sind Zielvorstellung und Randbedingungen wiederholend zu prüfen.

Wesentliche Kriterien der Risikoanalyse sind u. a.:

- Genehmigungsfähigkeit (mit Defizitbetrachtung),
- Bauausführungszeit (jahreszeitliche Beeinflussung),
- Mengen und Massen (Aushub, Verwertung, Entsorgung),
- Verkehrs- und Betriebssicherheit (z. B. Zugang, Hochwasser),
- Bautechnisch mögliche Behinderungen/ Risiken,
- Bau- und Betriebskosten, Baunebenkosten,
- spezifische Anforderungen und Leistungen Dritter.

Weitere Entscheidungsmerkmale zur Detaillierung der Vorzugsvariante können die ersten statischen Grundlagenberechnungen ergeben.

Für alle Verfahrensarten gelten u. a.:

- Material (vor allem Betongüte) und Wandstärke des Leitungskanals (Rohrstatik/ Spannungsberechnung hinsichtlich maximaler Belastbarkeit),
- Auf- bzw. Abtrieb sowie Schutz gegen äußere Einwirkungen (z. B. Ankerwurf/ -eindringtiefe unter Bundeswasserstraßen) hinsichtlich Einbautiefe,
- Verfahrensspezifische Berechnungen (z. B. Stützdruck, Ausbläsersicherheit, Vorpresskraft mit Ermittlung möglicher Dehnerstationen),
- Material und Wandstärke der Medienleitungen (Biegeradien/ axiale Dehnung),
- Druckstoss- und Dehnungsberechnung,
- Kapazität (Auslegung / Kraft) der Maschinentechnik (einschließlich deren Einleitung in den Baugrubenverbau),
- Setzungsberechnungen an der Geländeoberfläche,
- Lastannahmen nach DIN EN-Normen 1991 und 1992 bzw. Eurocode 1 und Eurocode 2,
- Lastaufnahmen während der Bauzeit,
- Verbauart und Standsicherheit der Baugruben und eventueller Dichtblöcke, Schächte und Bauteile (im Bauzustand),
- Verbauart und Standsicherheit des Leitungskanals (Endzustand),
- Erforderlicher hydraulischer Stützdruck hinsichtlich der Verlegetiefe beim Rohrvortrieb,
- Montagekonzept zum Einbau der Medienleitungen in den Leitungskanal,
- Einleitkräfte und -momente der Leitungen, Rohrlager, Festpunkte, Federhänger und sonstiger Einbauten in den Leitungskanal.

Die vorgenannten Erstberechnungen sind in jeder weiteren Planungsphase unter Berücksichtigung der Geologie sowie Erd- und Verkehrslasten zu prüfen bzw. zu ergänzen.

Die zum Bau des Leitungskanals erforderlichen Baugruben bzw. späteren begehbarren Schachtbauwerke sind in ihrer Bauart und Dimensionierung u. a. von nachfolgenden Ausführungen abhängig.

Geologie, Grundwassersäule und einzuleitende Kräfte in der Bauphase entscheiden, ob die Baugrube als Konstruktionshülle oder direkt als fertiges Schachtbauwerk erstellt werden kann.

Je nach erforderlicher Tiefe, Geologie und Hydrologie kommen überwiegend folgende Bauarten in runder, ovaler oder rechteckiger Form zur Anwendung:

- Spundwandverbau (bis ca. 15 m Sohltiefe),
- Spritzbetonverbau (Tiefe nach Grundwasserstand),
- Senkkästen (Tiefe nach geologischen Verhältnissen),
- Überschnittene Bohrpfähle (bis ca. 35 m Sohltiefe),
- Schlitzwände (bis ca. 60 m Sohltiefe),
- Trägerbohlwand (vorrangig bei offener Bauweise).

Bei der Größe der Baugruben sind neben dem Arbeitsblatt DWA-A 125 zu beachten:

- Art des Ab-/Ausstiegs (Leiter, Treppenturm, Lift),
- Anzahl Armaturen, E-MSR Technik, Montage- und Rettungsschleuse,
- Radius der Rohrbögen und Länge der Dehnschenkel.

Insbesondere ist die Ermittlung der erforderlichen Grund- und Tagwasserhaltung aus technischen und wirtschaftlichen Aspekten von Bedeutung. Nachfolgend sollen zur Vermeidung von Beeinträchtigungen an Bauwerken und Schutzgütern wesentliche Stichpunkte genannt werden:

- Beachtung von Grundwasserrechten und Entnahme-/Einleitvereinbarungen,
- Absenktrichter durch Filterlanzen oder Schluckbrunnen,
- Aufbereitung, Reinigung zur Einleitung oder Entsorgung,
- Beeinflussung bzw. Verunreinigung durch Additive in Spülflüssigkeiten.

Zur einer vollständigen Entwurfsplanung gehören u. a. noch:

- medienspezifische Rohrstatik,
- Materialbedarf, Erdmassenbilanz,
- Ausrüstungsplan (Stahlausbau und betriebliche Einrichtungen),
- Lüftungs- und Brandschutzkonzept inkl. überschlägige Brandlastberechnung,
- Sicherheitsbetrachtung zur Aufbereitung aller in der Bauplanung zu berücksichtigenden Details, einschließlich Risikoanalyse (siehe auch Leitfaden Teil 3, Abschnitt 5),
- Explosionsschutzdokument (bei Bedarf),
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (zur Gesamtinvestition, einschl. Langfristbetrieb).

Zur Planung von geschlossenen Bauweisen wird hinsichtlich dem Brand- und Gesundheitsschutz insbesondere auf die Beachtung des „D-A-CH-Leitfaden für Planung und Umsetzung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzeptes auf Untertagebaustellen“ sowie den „Empfehlungen für den Einsatz von Fluchtkammern auf Untertagebaustellen“ des DAUB hingewiesen.

Nach Bestimmung der Vorzugsvarianten zur Trassenführung und Bauausführungsart kann die Kostenabschätzung in eine Kostenberechnung überführt werden.

## 4.5 Leistungsphase 4 - Genehmigungsplanung

Genehmigungsanträge sind entsprechend den Landes- und Kommunalgesetzen aktiv durch den Bauherrn bzw. künftigen Eigentümer zu stellen, da die Genehmigung zum Bau, Betrieb und Instandhaltung auf diesen ausgestellt wird.

Zu den Genehmigungsvoraussetzungen für den Neubau gehören umfassende Darlegungen aller entscheidungserheblichen Sachverhalte.

Zu den öffentlich-rechtlichen Verfahren gehören u. a.:

- Genehmigung nach EnWG,
- Genehmigung nach LBO,
- Genehmigung nach der technischen Regel für Rohrfernleitungsanlagen (TRFL), Anhang I,
- Genehmigung nach Wasserhaushaltsgesetz (WHG),
- Landschaftsschutzrechtliche Genehmigung BNatSchG,
- Deichschutzrechtliche Genehmigung,
- Strom- und Schifffahrtspolizeiliche Genehmigung.

Zu den privatrechtlichen Genehmigungen gehören zum Beispiel:

- Nutzungs- und Bauvertrag mit DB AG und weiteren Betreibern von Gleisanlagen,
- Nutzungsvertrag mit Wasserschifffahrtsdirektionen,
- Gestattungsvertrag mit Betreibern von Schutzstreifen,
- Gestattungsverträge mit Grundeigentümern und Wegeunterhaltungspflichtigen.

Sofern öffentliche bzw. innerstädtische Flächen in Anspruch genommen werden, erfolgt ein Plangenehmigungsverfahren nach Landesbaurecht mit Beteiligung der direkt betroffenen Behörden. Je nach Medium (EnWG) und bei Eingriffen in Natur und Landschaft ist ein Planfeststellungsverfahren einschließlich Alternativprüfungen mit Eingriffsregelung nach BNatSchG, ggf. eine wasserrechtliche Erlaubnis und/oder eine UVU gemäß UVPG, § 6 durchzuführen.

Für das oftmals daraus resultierende Planfeststellungsverfahren mit Einbindung aller Behörden, Verbände und Interessenvertretungen ist je nach Komplexität der Baumaßnahme eine Genehmigungsphase von 6 bis 24 Monaten zu kalkulieren.

Ein Planfeststellungsantrag muss Alternativbetrachtungen sowie detaillierte Bauausführungskonzepte wie z. B. Lärmschutzgutachten, Wasserhaltungs-, Wegenutzungs- und Verkehrslenkungskonzept enthalten.

Für das Genehmigungsverfahren zu Leitungskanälen sind insbesondere zu beachten:

- Einbindung der Verkehrsplanungsbehörde und des Bauordnungsamtes zur Berücksichtigung möglicher langfristiger Bauwerksplanungen (z. B. Brücken, Tiefgaragen, Fußgängertunnel),
- Standorte von Zwischenschächten mit Dehnschenkeln, Lüftungs- und Rettungsschächten, insbesondere für das Stadtbild relevante oberirdische Anlagenteile,
- Anbindungen und/oder Abgänge von Versorgungsleitungen in das angrenzende Leitungsnetz,
- Sicherheitsrelevante Betrachtung hinsichtlich Brand- und Explosionsschutz,

- Standsicherheitsnachweise und Setzungsberechnungen für vorhandene Bauwerke im Kreuzungs- und Näherungsbereich,
- Bauausführungszeiten, insbesondere bei Pfahlbohrungen und Vortriebsverfahren in Schichtarbeit an 7 Tagen/Woche.

Bei einem erforderlichen Planfeststellungsverfahren (PFV) empfiehlt sich, die folgende Ausführungsplanung parallel zur Genehmigungsplanung durchzuführen, da eine Änderung aus einer erst nachfolgenden Ausführungsplanung direkt einen Änderungsantrag zur Planfeststellung bedeutet.

Eine Änderung aus einer nachfolgenden Ausführungsplanung bedeutet nicht notwendigerweise einen Änderungsantrag im PFV. Durch Einwendungen und Stellungnahmen im PFV kann es zu Änderungen der PF-Inhalte kommen, wofür dann auch die Ausführungsplanung angepasst werden muss. Änderungen der PF-Antragsunterlagen im laufenden Verfahren sind je nach Umfang mit oder ohne Neuauslegung durchzuführen.

Liegt ein Planfeststellungsbeschluss vor, so ist jegliche Änderung im Zuge der nachfolgenden Planungsphasen oder in der Bauausführung entsprechend Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfg) von der erneuerten Planfeststellung freigestellt, sofern diese unwesentlich ist und die Belange Dritter nicht berührt. „Berühren“ bezeichnet den geringsten Grad rechtlicher Betroffenheit. Dennoch muss eine Anzeige der Planänderungen bei der zuständigen PF-Behörde erfolgen. Eine Änderung des PF-Beschlusses bedarf eines erneuten oder geänderten PF-Beschlusses. Darüber hinaus existieren zum Umgang mit Planänderungen vor Fertigstellung des Vorhabens weitere fachgesetzliche Grundlagen (z. B. EnWG, § 43d).

Es wird empfohlen, im Genehmigungsantrag und auch im Planfeststellungsantrag entsprechend dem GWB genügend Freiraum für Sondervorschläge und technische Varianten im späteren Angebotsverfahren bzw. der Bauausführungsplanung des Bauunternehmens zu bieten.

Instandsetzungs- bzw. Verbesserungsleistungen am Leitungskanal in der ursprünglich genehmigten Funktion sind in der Regel nicht genehmigungsbedürftig. Eine Genehmigung von Rückbauvorhaben ist über eine Voranfrage bei der zuständigen Behörde zu klären.

#### 4.6 Leistungsphase 5 - Ausführungsplanung

Neben der Bau- und Rohrtechnik sind zu allen Leistungsparametern und Ausstattungselementen aus schreibungsfähige bzw. Gewerke übergreifende Unterlagen vorzubereiten. Mit der Wahl der Konstruktionsform (erhebliche Längenausdehnung) und des statischen Konzeptes erfolgen die Standsicherheitsnachweise für den Leitungskanal auf der Grundlage vollständiger Lastannahmen/ Lastfälle (ständige Lasten und veränderliche Einwirkungen) sowie der fortgeführten Sicherheitsbetrachtung in Zusammenarbeit mit dem SiGeKo.

Des Weiteren sind folgende Hinweise wichtig:

- Festlegung des Herstellverfahrens (Vortriebsklassen nach DIN 18312, Nutzungsklasse u. a.),
- Gründungsarbeiten nach DIN 4123,
- Wasserhaltung nach DIN 18305,
- Auswahl und Wechsel der Baustelleneinrichtungs- und Lagerflächen,
- vollständige Tragwerksplanung; Bemessung und Konstruktion nach Einzelbauteilen (Transportlastfälle und Einbauzustand) für Stahlbetonbauwerke nach DIN 1045, DIN EN 1992, DIN 18532, DIN 18533, inkl. Verbaustatik, Auftriebssicherung,
- Maßnahmen zur Sicherstellung der Maßhaltigkeit bei Baugruben größerer Tiefe (u. a. Bohrpfähle, Schlitzwände),

- Ermittlung von erforderlichen Maßnahmen durch Setzungs- und/oder Schwingungsbeeinflussung auf benachbarte Bauwerke,
- statisch-konstruktive Planzeichnungen,
- Betontechnologie, inkl. Rissbildungen/ Fugenanordnung und Fugenausbildung,
- Bauteildicken, inkl. Druckfestigkeits-, Expositions- und Feuchtigkeitsklassen, Abdichtungssysteme für erdberührte Bauwerke und Verkehrsflächen,
- Schal- und Bewehrungspläne (inkl. Ausschalfisten, Hilfsstützen, Betonklassen) unter Berücksichtigung von Öffnungen in der Hüllkonstruktion,
- konstruktive Gestaltung der Abdichtung des Leitungskanals, einschl. der Leitungsdurchdringungen und aller Übergänge,
- rohrstatische Bemessung und sonstige Nachweise, inkl. Wahl der Auflagerarten und Art der Befestigungen im Montage- und Endzustand,
- Angaben zum Rohrmaterial, zur Rohrumhüllung, Rohrverbindungen und deren Längskraftschlüssigkeit,
- Konstruktive Gestaltung der Leitungshalterungen, inkl. Statik,
- Ausrüstungspläne: Betriebsstrom nach DIN VDE 0100 / DIN EN 61439, Lüftungs-/ Entwässerungsanlage, Brandschutz u. a.,
- Ausstattungspläne zu Stahleinbauten; Lastannahmen und Standorte für Gitterrostflächen, Podeste, Treppen, Leitern, Geländer u. a. bei Normal- und Baustellenbetrieb nach umfangreichem Vorschriftenwerk,
- Beschilderung und Sicherheitskennzeichnung, Überwachungs- und E-MSR-Technik über Installationspläne,
- Maßnahmen zur Vermeidung von Kondenswasserbildung an Stahleinbauten, Stahlbeton-Führungsringen und weiteren Bauteilen,
- Bodenmanagementkonzept zur Zwischenlagerung, Beprobung und Wiederverwendung bzw. Beseitigung der Aushub- und Abbaumassen,
- Einbauten in Schächten und im Leitungskanal zur Aufnahme von Lasten für den Betrieb und die Instandhaltung,
- Vorgabe von Einbautoleranzen im Vortrieb, Stahlbeton-, Stahl- und Rohrbau,
- Materialstücklisten aller erforderlichen Bauteile, insbesondere bei langen Lieferfristen.

Zur Ausführungsplanung des Leitungskanals zählen auch die Berücksichtigung aller Ausrüstungen bzw. betrieblichen Einrichtungen sowie Durchdringungen für seitliche Anschlüsse.

Ebenso ist die fortgeführte Sicherheitsbetrachtung zu überprüfen und deren erforderlichen Maßnahmen in der folgenden Leistungsbeschreibung zu berücksichtigen.

## 4.7 Leistungsphase 6 - Vorbereitung der Vergabe

Unabhängig der nach Verordnung über die Vergabe öffentlicher Aufträge - Vergabeverordnung (VgV) erforderlichen Art einer Angebotsanfrage ist diese als ausführungsreifer Bauherrenentwurf unter Beachtung der Baugenehmigung klar, eindeutig und verständlich für jeden gleich kalkulierbar zu erstellen.

Dies gilt für eine Leistungsbeschreibung mit detailliertem Leistungsverzeichnis ebenso wie für eine funktionale (pauschale) Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm.

Bei einer funktionalen Leistungsbeschreibung obliegt dem Bieter in fast allen Leistungsbereichen die bautechnische Ausführungsplanung inkl. Mengen- und Massenkalkulation unter Berücksichtigung der

Mindestbedingungen. Sich daraus oftmals ergebende Bedarfs- bzw. Ausführungsänderungen sind insbesondere bei Planfeststellungsverfahren, mit Eigentümern und Behörden zur Ergänzung der Genehmigungsplanung nachzuverhandeln.

Möglich ist auch eine teilfunktionale Angebotsanfrage, bei welcher zwar ein ausführungsreifer Bauherrenentwurf mit teilweisen detaillierten Auflagen, Mengen und Massen vorliegt, in einigen Positionen dem Bieter die Werks- und Ausführungsplanung überlassen wird. Damit kann der Bieter im Wettbewerb alternativ zu vielen Nebenangeboten vermehrt eigene Ausführungsvarianten, Geräte, Materialien und/oder Ideen umsetzen.

Die Qualität der Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis ist daher eine wesentliche Grundlage für eine ausführungskonforme Kalkulation und für eine zweckentsprechende Bewertung der Angebote. Nur bei realistischen Mengenangaben und technisch einwandfreier Beschreibung wird derjenige Unternehmer das annehmbarste Angebot vorlegen können, der in der Lage ist, die angefragten Lieferungen und Leistungen technisch und terminlich einwandfrei zum voraussichtlich niedrigsten Abrechnungspreis ausführen zu können.

Vielfach werden bei (teil-)funktionalen Angebotsanfragen pauschalierte Leistungen bzw. Leistungspositionen angefragt. Hierbei ist zu beachten, dass auch eine „pauschale“ Leistung im Angebotswettbewerb kalkulierbar sein muss (siehe auch Leitfaden Teil 2, Abschnitt 4.8).

In welchem Umfang dem Bieter eigene Kreativität und Preisgestaltung in Form von Nebenangeboten oder einer teilfunktionalen Angebotsanfrage überlassen wird, entscheidet der Bauherr.

Ein Angebot sollte jedoch zumindest nach den „Allgemein anerkannten Regeln der Technik“ abgefragt werden. Der „Stand der Technik“ erlaubt dem Bauherrn die Sicherheit, dass es zum Einsatz der besten verfügbaren Technik kommt. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg in der Praxis erprobt worden sind.

Die Mindestangaben einer Bekanntmachung/ Veröffentlichung zum Teilnahmewettbewerb sind:

- Angabe der erforderlichen Fachrichtungen,
- Angabe der geforderten Referenzen, Nachweise und/oder Bescheinigungen sowie deren Wertung,
- Angabe der Mindestanforderungen zum Bauvorhaben,
- Angabe einer groben Mengenkubatur der Fachgewerke,
- Angabe von wesentlichen Beginn-, Zwischen- und Fertigstellungsterminen,
- Wertungsmatrix der Eignungs- und Zuschlagskriterien,
- Wirtschaftliche und technische Vertrags- und Einkaufsbedingungen.

Um eine suggestive Wertung der Eignungs- und Zuschlagskriterien zu vermeiden, wird empfohlen, die Kriterien eindeutig, aber nicht bis in die letzte technische Ebene (z. B. Mengendurchsatz von Pumpen, Geräte für Grabenaushub etc.) aufzuteilen.

Bei zu geringen Eignungs- und Zuschlagskriterien besteht jedoch das Risiko, keine ausreichende Wertung nach Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit (FaLeiZu), nach GWB und VgV zu erzielen.

Detaillierte Angaben des Bieters zur Bauausführung, welche nach Wahl des Bieters zu kalkulieren sind, können in der nachfolgenden Angebotsanfrage mittels eines Angabenverzeichnisses und/oder fachspezifischer Ausführungskonzepte eingefordert und bewertet werden.

Sofern folgende Unterlagen nicht schon zum Teilnahmewettbewerb vorlagen, sind diese zur Angebotsanfrage zu ergänzen:

- Detaillierte Leistungsbeschreibung mit Baubeschreibung und Leistungsverzeichnis,
- alle in der Ausführungsplanung zum Bauherrenentwurf erstellten Unterlagen,
- Gutachten der Vor- und Entwurfsplanung,
- Genehmigungsbescheide mit deren Freigaben und Auflagen,
- Betreiberspezifische technische Vorgaben und Standards,
- Angaben zu Versicherungen und Schadensregulierung,
- Detaillierte Auflistung zum Inhalt der wertungsrelevanten Bauausführungskonzepte des Bieters.

Zur Risikoabgrenzung sollten bestehende Bauversicherungen (Construction all Risk) auf Leistungsinhalte für Sonderbauverfahren geprüft werden. Eventuell ist diese mit fehlenden, möglichen Schadensfällen zu ergänzen und/ oder vor Auftragsvergabe mit der Bauwesensversicherung des ausführenden Unternehmens abzulegen.

Bei einer Angebotsanfrage nach Losen (Bauabschnitte und/oder Fachgewerke) sind insbesondere die daraus resultierenden Schnittstellen für den Auftraggeber wie auch für den Auftragnehmer zu beachten.

#### **4.8 Leistungsphase 7 - Mitwirkung bei der Vergabe**

Die Angebotswertung sollte durch voneinander unabhängigem Fachpersonal je Fachgewerk durchgeführt werden, um eventuelle technische Vorteile und/oder Schwachstellen zu erkennen.

Eine formgerechte Angebotswertung erfolgt in vier Kategorien:

- Formelle Wertung: Liegen alle geforderten Referenzen, Nachweise, Erklärungen und Beschreibungen des Bieters vor. Gibt es Aussagen oder Hinweise zu bedenken?
- Preisliche Wertung: rechnerische Prüfung der digitalen und analogen Einzelpreis-, Gesamtpreis- und Summenkalkulation mittels Preisspiegel,
- Technische Wertung: Prüfung der Bauausführungskonzepte, Bieterangaben, Gerätekapazität etc. des Bieters gegenüber genehmigungs- und bauherrnrelevanten Vorgaben, Terminen oder Sondervorschlägen,
- Wirtschaftliche Wertung: Preis-Leistungs-Prüfung hinsichtlich Auskömmlichkeit gegenüber angefragter Leistung bzw. den Bieterangaben.

Ein detaillierter Abgleich einzelner Bieterangaben wie zum Beispiel:

- Termin- mit Ressourcenplanung,
- Gerätekapazität mit Baufortschrittsplanung,
- Ansätze und Eigenprüfungen zur Qualitätssicherung,
- Bauleitungs- und Schnittstellenmanagement,
- Verhältnis Lohnkosten, Baustellengemeinkosten und allgemeine Geschäftskosten gegenüber Kalkulationslohn

wird empfohlen, um später mögliche Behinderungen, Differenzen und Risiken zu vermeiden.

Nebenangebote bzw. Sondervorschläge sind im Hinblick auf die technische und funktionelle Durchführbarkeit sowie unmittelbaren und mittelbaren Auswirkungen auf Konformität mit den vorgegebenen Projektzielen zu prüfen.

In der Wertung erkannte Diskrepanzen bzw. erforderlicher Klärungsbedarf können in einem Bieterfragenkatalog gelistet und dem Bieter zur Vorbereitung eines Bietergespräches mitgeteilt werden.

Antworten des Bieters zum Bieterfragenkatalog und Protokoll des Bietergesprächs sollte ein Bestandteil des Vergabeauftrags werden.

Zur Vermeidung einer Verfahrensrüge ist zwingend darauf zu achten, dass alle Bieter den gleichen Informationsstand bis zum finalen Angebot erhalten.

Um umfangreiche Leistungsnachweise und Abrechnungsmodalitäten zu vermeiden wird oftmals die Vergabe als Pauschalvertrag verhandelt.

Hierbei ist der Unterschied zwischen einem detailpauschalen und einem globalpauschalen Vertrag zu beachten. Beim Detailpauschalvertrag werden Leistungs- bzw. Fachgruppen pauschaliert, die Leistungen unterliegen jedoch weiterhin einer kalkulierbaren Leistungsbeschreibung des Bauherrenentwurfs mit einem Auftragnehmerrisiko bis zu ca. 20 %.

Bei einem Globalpauschalvertrag trägt der Unternehmer das gesamte Mengen- und Massenrisiko in voller Höhe. Demzufolge sind für alle möglichen Bauausführungsrisiken entsprechende Zuschläge berücksichtigt. Inwieweit das geologische Bauherrenrestrisiko enthalten ist, sollte gesondert vereinbart werden.

#### **4.9 Leistungsphase 8 - Objektüberwachung – Bauüberwachung und Dokumentation**

Die Bauoberleitung des Auftraggebers (AG) ist dem Projektmanagement und dem Projektleiter untergeordnet. Der Bauoberleiter muss über die für seine Aufgabe erforderliche Sachkunde und Erfahrung verfügen. Ansonsten ist gemäß Musterbauordnung ein Fachbauleiter heranzuziehen, der an die Stelle des Bauoberleiters tritt. Seine Aufgaben sind nicht zu verwechseln mit denen einer Bauüberwachung, welche nicht Bestandteil der Leistungsphase 8 nach HOAI ist und je nach beaufsichtigungspflichtigem Aufwand gesondert vereinbart werden muss.

Er prüft auf Plausibilität und leitet die zu erbringenden Leistungen auf Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen des öffentlichen Baurechts, der Genehmigungsauflagen und vertraglichen Bedingungen sowie den allgemein anerkannten Regeln der Technik, insbesondere auf später nicht einsehbare Baustoffe und Bauteile.

Die Oberbauleitung des Auftragnehmers (AN) ist für die mangelfreie Erstellung der bestellten Leistungen verantwortlich. Insbesondere obliegt ihr neben dem technischen und terminlichen Schnittstellenmanagement nach Bürgerlichem Gesetzbuch (BGB) und LBO die Hinweis- und Informationspflicht gegenüber dem Bauherrn zu technischen und wirtschaftlichen Bedenken aller Gewerke.

Entsprechend seiner Termin-, Geräte- und Materialdisposition wird durch den AN vor Baubeginn eine Werksplanung (Bauausführungsplanung) erstellt. Diese ist durch die Bauoberleitung des AG zu prüfen. Hierzu gehören unter anderem:

- Technische Beurteilung von Hinweisen, Nebenangeboten, Sondervorschlägen,
- Übereinstimmung der Auflagen aus den Genehmigungen und dem Bauvertrag mit der Bauausführungsplanung,
- Generelle Durchführbarkeit,
- Grundsatzberechnungen unter Einhaltung der Grenz- und Sicherheitsbeiwerte (Rohrstatiken, bohr- und spülungstechnische Parameter, Volumenbilanzen, etc.),
- Einhaltung der Baufeldgrenzen, Trassierungen, Grunddienstbarkeiten,
- Terminkalkulation,
- Sicherungsmaßnahmen, Risikoverteilung und Vertragsbedingungen.

Die Bauoberleitung des AG ist unter Beachtung ihrer Hinweispflicht ein Koordinator, Entscheidungsgeber und Berater des Bauherrn bei allen projektbezogenen Maßnahmen/ Änderungen/ Behinderungen in terminlichen, technischen und wirtschaftlichen Belangen.

Die Bauüberwachung kontrolliert und dokumentiert die zu erbringenden Leistungen auf Einhaltung der Genehmigungsaflagen und vertraglichen Bedingungen. Sie muss die Arbeiten in angemessener und zulässiger Weise überwachen und sich durch Kontrollen vergewissern, dass die Arbeiten sach- und fachgerecht erledigt werden. Bei Baumaßnahmen, wie dem Bau eines Leitungskanals, die erfahrungsgemäß ein hohes Mängelrisiko aufweisen, ist die Bauüberwachung zu erhöhter Aufmerksamkeit und zu einer intensiveren Wahrnehmung der Bauaufsicht verpflichtet.

Arbeiten sind dann besonders zu kontrollieren, wenn sie durch den weiteren Baufortschritt verdeckt werden. Dies trifft insbesondere beim Bau von Leitungskanälen zu. Daher sind entsprechend BGH zusätzlich zur Eigenüberwachungspflicht des Unternehmers permanent Plausibilitätsprüfungen von kritischen Arbeiten, welche ein erhöhtes Mängelrisiko aufweisen, durchzuführen und zu dokumentieren. Im Folgenden seien nur einige Beispiele genannt:

- Maßnahmen zur Arbeitssicherheit, Vorgaben zum Arbeitsschutz,
- Gründungsarbeiten,
- Wasserhaltungsmaßnahmen,
- Betonarbeiten,
- Abdichtungsarbeiten,
- Lotrechte von Bohrpfahlwänden,
- Schal- und Bewehrungsarbeiten,
- Materiallieferungen,
- Mindestmaß Fugenklaffung, Stützdruck und Pressenkraft im Vortrieb,
- Soll-Ist-Abgleich der Abbaumenge im Vortrieb zur Vermeidung Hohlräumbildungen und folgenden Setzungen.

Bauoberleiter und Bauüberwacher des AG haben gegenüber dem ausführenden Unternehmen nur bei Gefährdung von Leib, Leben und Gesundheit eine Entscheidungs-, Weisungs- und Durchsetzungsbefugnis, nicht hinsichtlich technischer Anordnungen bzw. Anweisungen. Ihnen obliegen jedoch eine wiederholende Hinweispflicht und Bedenkenanmeldung bei Anhaltspunkten zu und/oder erkennbar fehlerhaften Leistungen.

Abhängig vom Projekt- bzw. Leistungsvolumen kann ein gesondertes Projektmanagement sinnvoll werden. Insbesondere folgende Aufgaben, Phasen und Gewerke sind dabei übergreifend zu koordinieren:

- Alle Bauausführungsmaßnahmen aus betrieblicher, technischer und wirtschaftlicher Sicht gegenüber dem Bauherrn,
- Terminliche Schnittstellen zwischen unterschiedlichen Auftragnehmern und Lieferanten,
- Technisches und wirtschaftliches Berichtswesen zur revisionsfesten Nachweisführung und Projekt-dokumentation,
- Koordinierung Bauunternehmen, Behörden, Bauherr und Bürger während der Baumaßnahme bis zur Abnahme,
- Technische und terminliche Schnittstellenbetrachtung möglicher Fachgewerke, wie z. B. E-MSR, Tief-, Rohrleitungs- und Ingenieurbau,
- Technische Dokumentation zur Inbetriebnahme,
- Wirtschaftliche, revisionsfeste Abschlussdokumentation.

## 4.10 Leistungsphase 9 – Objektbetreuung

Nach Abnahme des Auftraggebers für die Gesamtbauleistung des Auftragnehmers tritt für die Bauüberwachung / Bauoberleitung eine Gewährleistungsfrist in Kraft. Erster und letzter Tag dieser Frist sind im Abnahmeprotokoll festzuhalten. In dieser Zeit sind eventuelle Projektmängel zu beurteilen bzw. deren Beseitigung zu veranlassen. Ferner können nachfolgende Projektabchlussdokumente vereinbart werden:

- Unterlagen zum Gewährleistungsmanagement,
- Inkraftsetzung einer Betriebsordnung mit Arbeitsanweisungen (siehe Leitfaden Teil 3),
- Gefährdungsbeurteilung zur Inbetriebnahme (siehe Leitfaden Teil 3),
- Instandhaltungskonzept des Betreibers und der Nutzer,
- Fortführung Wirtschaftlichkeitsbetrachtung / Betriebskostenrechnung,

Im Anhang A werden wesentliche Planungsbausteine aller Leistungsphasen in Eckpunkten in einer Tabelle dargestellt.

## 5 Bau und Ausrüstung

### 5.1 Bauliche Hüllkonstruktion

Für Tragwerke aus bewehrtem Beton ist das Normenwerk (DIN EN) sowie Merkblätter und Richtlinien entsprechend dem Bauteil- bzw. Elementsortiment zu nutzen. Maßgeblich für die Planung und Ausführung sind die DIN 1045 sowie die Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (WU-Richtlinie des DAfStb). Sie gilt für teilweise oder vollständig ins Erdreich eingebettete WU-Betonbauwerke.

Hinsichtlich der Dichtheit des Leitungskanals ist hauptsächlich die Betonklasse des Bauwerks, die Ausbildung der Fugen zwischen Hüllrohren, Fertigteilen und Ortbetonkonstruktionen sowie deren Verbindungen zu den Anschlussbauwerken zu beachten.

Die Planung von ins Erdreich eingebetteten WU-Konstruktionen beginnt mit dem Baugrundgutachten, dem Bemessungs- bzw. zu erwartenden Höchstwasserstand zur Unterscheidung der

- Beanspruchungsklasse 1: ständig oder zeitweise drückendes Wasser das hydrostatischen Druck ausübt,
- Beanspruchungsklasse 2: Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser.

Eine WU-Betonkonstruktion sollte im Querschnitt wasserundurchlässig sein, d.h., dass alleinige WU-Betonkonstruktionen jedoch i.d.R. nicht als wasserdicht zu bezeichnen sind.

Wasserundurchlässigkeit bedeutet im Sinne der WU-Richtlinie die Begrenzung bzw. Verhinderung des Feuchttetransports über die Bauteildicken, sowohl durch den Beton als auch durch Fugen und Risse, bei von außen drückendem oder nichtdrückendem Wasser.

Daher sind die Qualitätsanforderungen hinsichtlich wasserundurchlässig und wasserdicht wie folgt mit dem Bauherrn abzustimmen:

- Nutzungsklasse A: ein Wasserdurchtritt in flüssiger Form ist nicht zulässig, Feuchtstellen auf der inneren Seite des Betonflächen des Leitungskanals als Folge von Wasserdurchtritt sind auszuschließen.
- Nutzungsklasse B: Hierbei sind Feuchtestellen sowie Dunkelfärbungen und Wasserperlen als Folge des Wasserdurchtritts erlaubt. Dagegen ist ein Wasserdurchtritt, der zum Ablaufen des Wassers und

Tropfen an den Bauteilen führt, nicht zulässig. Feuchtstellen im Bereich von kontrollierten Trennrissen und Fugen sind zulässig.

Bei beiden Nutzungsklassen ist eine Tauwasserbildung insbesondere bei Leitungskanälen mit Fernwärme oder Heißdampf möglich.

Um zu verhindern, dass das Wasser durch Risse in den Innenraum eindringt, können entsprechend WU-Richtlinie Planungskonzepte erstellt werden. Für alle Konzepte sollten Dichtmaßnahmen für unerwartet entstandene Trennrisse eingeplant werden.

Bauwerks- und Hüllrohrfugen sowie Durchdringungen stellen eine weitere Schwachstelle von Undichtigkeiten dar. Diese sind je nach äußerem hydrostatischem Wasserdruck für die geplante Nutzungsdauer auszulegen. Beispielhafte Dichtungssysteme sind:

- Einfach- oder Doppelkeilgleitdichtung,
- Zusätzlich innen- und außenliegende Blockdichtung,
- Injektionsröhren zur zusätzlichen Fugenverpressung,
- Hochwertige Stahlführungsringe (Lebensdauer/Abrostungsfaktor),
- Durchdringungen gemäß AGFW FW 419 u. a.

Ferner sind zur Bestimmung der erforderlichen Betonqualität die Kenntnisse der chemischen Zusammensetzung des anstehenden Wassers oder Bodens zu beachten. Der chemische Angriffsgrad des Grundwassers oder des Bodens ist entscheidend für die Wahl der Expositionsklasse (XA1 bis XA3) des zu verwendenden Betons.

Ebenso müssen neben den Druckfestigkeitsklassen (z. B. C25/30) auch die Konsistenzklassen (z. B. F3) definiert werden. Dabei spielen eine Vielzahl von Faktoren eine Rolle, insbesondere mögliche Belastungen durch Salze, Abrieb und Hitzebeständigkeit. Diese Festlegungen sind durch den Tragwerksplaner in Abstimmung mit dem Bauherrn zu definieren.

Zur baulichen Hüllkonstruktion zählen auch die verbauten Baugruben, wenn sie für die Erstellung des begehbar Leitungskanals oder zum Vortrieb als Start- und Zielbaugrube dienen und später durch die begehbar Schachtbauwerke bzw. Montageräume ersetzt werden.

Neben den geologischen und hydrologischen Gegebenheiten sind die erforderliche Baugrubentiefe sowie die Krafteinleitung aus dem Baubetrieb und späterem Ausbau für die Bauart maßgebend.

Mögliche Herstellungsarten sind:

- System- oder Spundwandverbau kann nach Endausbau des Schachtbauwerkes zurückgebaut werden,
- Überschnittene Bohrpfähle verbleiben auch nach Endausbau des Schachtbauwerkes im Erdreich,
- Schlitzwandverbau wird vielfach als Endbauwerk des Schachtes genutzt,
- Senkkasteneinsatz dient auch als Endbauwerk des Schachtes.

Bei allen Bauverfahren ist besonderes Augenmerk auf die lotrechte Einbringung in erforderlicher Tiefe zu geben, damit Dichtheit sowie nachfolgende Krafteinleitungen gewährleistet sind.

Bei der Herstellung einer wasserdichten und auftriebssicheren Baugrubensohle mittels Ankerpfählen oder als Schwerlastsohle sind eventuelle Minderstärken aus späteren Pumpensümpfen, Entleerungsbecken oder anderen Bauteilen zu berücksichtigen.

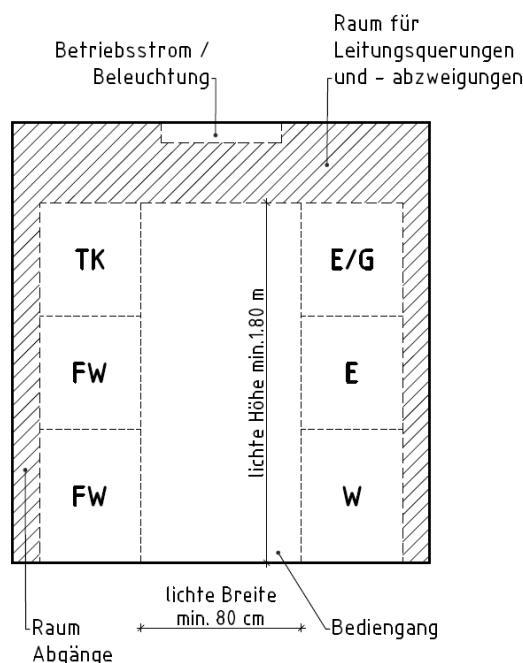
Feste und direkte Verbindungen vom Baugrubenverbau und nachfolgenden Schachtausbau sollte zur Vermeidung von Rissbildungen mit resultierender Undichtheit vermieden werden.

Die nachfolgende Anordnung von Leitungen in Leitungskanälen ist hauptsächlich von folgenden Punkten abhängig:

- geplanter und absehbarer Medienbedarf,
- Trassierung und Parameter der Haupt-, Verbindungs- und Anschlussleitungen,
- Lage der Armaturen, Einbindungen und Abzweigungen,
- wechselnde Tiefenlage (einschl. Unter-/ Überquerungen),
- Auswahl der Material- und Anlagenkomponenten und
- Wechselwirkungen zum Montage-, Bedien- und Reserveraum sowie den Rettungswegen.

Aus der Vielzahl der zu verlegenden Leitungen und deren Parameter sind Verlegeschemata/ Belegungszonen zu verifizieren, die gegenseitige Beeinträchtigungen bzw. Gefährdungen in der Parallelverlegung von Leitungen dauerhaft minimieren. Dazu gehören vorrangig mechanische, thermische, korrosive und elektromagnetische Einwirkungen.

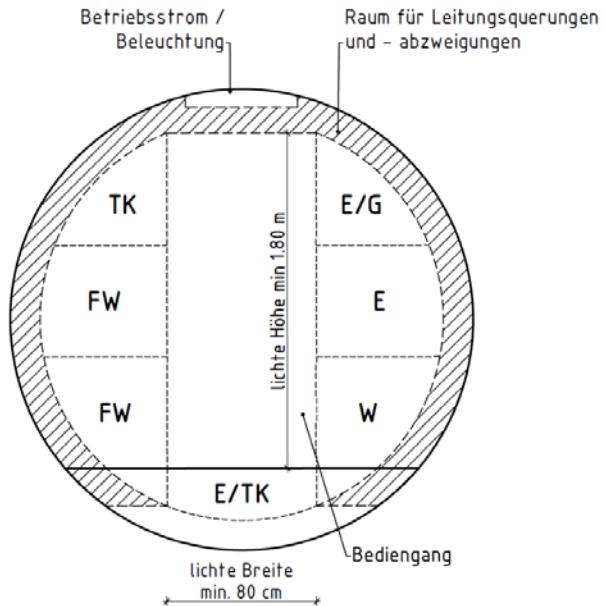
Bild 1 und Bild 2 zeigen Beispielschemata zur Leitungsbelegung im Leitungskanal.



#### Legende

- |                                      |                                |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| E Zone für Stromkabel                | FW Zone für Fernwärmeleitungen |
| G Zone für Gasleitungen/Sondermedien | TK Zone für Informationskabel  |
| W Zone für Wasserleitungen           |                                |

**Bild 1 - Beispielschema zur Leitungsbelegung im Leitungskanal im Rechteckquerschnitt**



#### Legende

- |                                      |                                |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| E Zone für Stromkabel                | FW Zone für Fernwärmeleitungen |
| G Zone für Gasleitungen/Sondermedien | TK Zone für Informationskabel  |
| W Zone für Wasserleitungen           |                                |

**Bild 2 - Beispielschema zur Leitungsbelegung im Leitungskanal im Kreisquerquerschnitt**

Entsprechend dieser oder weiterer Querschnittsformen, der ggf. wechselnden Lage im Baugrund zu benachbarten Bauwerken oder Pflanzungen sowie den Baugrund- und hydrologischen Werten ist ein statisches Konzept zu erarbeiten.

Die spezifischen Umwelt- und dauerhaften Nutzungsbedingungen sind bei der Materialauswahl des Leitungskanals zu beachten.

Bei einer vorgesehenen Verwendung von Verbundwerkstoffen, die nicht über die DIN 1045 geregelt sind, ist als Anwendungsvoraussetzung ein Eignungsnachweis u. a. nach DIN EN 13501-1 zu führen. Für glasfaserverstärkten Kunststoff (GFK), als Kreis- oder Sonderprofile für die Kanalhülle, sind unter Beachtung des Medienbedarfs die entsprechenden Produktanforderungen (DIN, EN, ISO) und Verwendbarkeitsnachweise vorzugeben.

Für Leitungskanäle, die aus Stahlrohren oder Stahlsegmenten errichtet werden, sind u. a. Stahlsorte, Wanddicke, Materialkennwerte, Verbindungstechniken, innerer und äußerer Korrosionsschutz und Abdichtungsformen/ Dichtprofilkonzepte ebenfalls nach dem betreffenden Normenwerk (DIN EN ISO 3834 ff.) auszuwählen.

Der Bau von Mauerwerkszwischenlösungen bzw. -schächten erfolgt auf der Grundlage der DIN EN 1996-1-1 bzw. DIN 1053.

Die statische Nachweisführung hat für alle Materialarten zusätzliche potenzielle Veränderungen im Leitungsbauwerk, dazu nachträgliche Abzweigungen bzw. Anschlüsse mit veränderlichen Lasten ebenso zu berücksichtigen, wie konstruktive Details z. B. an Übergängen, Versätzen, Sohlsprüngen oder An- und Aufbauten an Decken und Wänden.

Damit einher gehen Festlegungen zu Kubaturen und wechselnder Tiefenlage sowie Einwirkungen wie Decken- und Seitenschächte, dazu Schachtbauwerke für Armaturen, Speicher, Schaltgeräte, Kompensatoren, Lastaufnahmemittel, Gitterrostflächen u. a.

## 5.2 Bedienräume und Bediengänge

Die Begehbarkeit des Leitungskanals ist über Bediengänge sicher zu stellen, die ebenso die Funktionen eines Rettungsweges oder Montageraumes erfüllen können. Die Aufenthaltsflächen sind so zu planen, dass ein aufrechter und schneller Gang sowie Bedienung, Inspektion und Wartung in normaler Körperhaltung möglich sind. Die baulichen Vorgaben für den Normalbetrieb sowie bei Betriebsstörungen bzw. Unfällen ergeben sich aus der in die Planung zu integrierende Sicherheitsbetrachtung.

Die Mindesthöhe im Bediengang sollte 1,80 m, die Mindestbreite 0,80 m betragen. Für den Bediengang wird eine Höhe von 2,00 m empfohlen. An Bedienplätzen ist ein Freiraum von mindestens 3,00 m<sup>3</sup> (mind. 1,50 m<sup>2</sup> Arbeitsfläche) vorzusehen. Sohlflächen und zusätzliche Ebenen müssen über eine ausreichende Trittsicherheit verfügen. Einschränkungen in Höhe und Breite sind auf ein Minimum zu beschränken, die sich daraus ableitenden Gefährdungen durch zusätzliche Maßnahmen zu mindern.

Das Öffnungsmaß in der baulichen Hülle für Ein- und Ausstiege bzw. Ein- und Ausgänge und das lichte Schachtmaß mit Anordnung einer ortsfesten Steigleiter muss den ungehinderten Ausstieg und den Rettungsfall ermöglichen. Türen müssen von außen gesichert und von innen leicht zu öffnen sein.

Für Schachtabdeckungen sind insbesondere folgende Funktionskriterien zu beachten:

- dauerhaft tragsichere Konstruktion,
- Anordnung vorzugsweise außerhalb von Verkehrsflächen,
- Schachthals- bzw. Deckeloberkante, wenn möglich mind. 10 cm über Geländeoberfläche,
- Ausführung und Tragfähigkeit entsprechend der zu erwartenden Beanspruchung und Verkehrslasten,
- einbruchhemmendes Schließsystem,
- integrierte Wärmedämmungsschicht,
- dichte Ausführung gegen Starkregen oder Überflutung,
- Korrosionsschutz an allen Bauteilen,
- wartungsarme Ausführung (z. B. Öffnungshilfen, Schloss),
- leichte Handhabung,
- bei Notausstiegsfunktion: von innen einhändig leicht zu öffnen.

Das lichte Schachtmaß für Ein- und Ausstiege beträgt mindestens 800 mm x 800 mm, das lichte Maß einer Tür mindestens 600 mm x 1.800 mm (Breite x Höhe).

Rettungswägen sind in zwei Richtungen vorzusehen. Die horizontale und vertikale Rettungsweglänge sollte höchstens 200 m betragen. Ausnahmen, z. B. für Leitungsdüker, sind mit den Rettungsdiensten zu prüfen. Vom Kanalende sollte der Rettungsweg nicht länger als 25 m sein. Rettungswägen enden an der Geländeoberfläche oder hinter Brandschutztüren.

Für Baustellen im Leitungskanal ist zu prüfen, inwieweit weitere Öffnungen als Notausstiege geöffnet und gesichert werden können.

Für Gitterrostflächen und deren Lager- und Stützkonstruktionen sowie für ortsfeste Steigleitern, Treppen, Podeste, Überstiege und Geländer sind Profilstähle (genormt, mindestens feuerverzinkt) zu verwenden.

Ortsfeste Steigleitern mit Fallhöhen von mehr als 5 m sind mit Einrichtungen zum Schutz gegen Absturz von Personen (Rückenschutz oder Steigschutzeinrichtung) auszurüsten, wobei die Voraussetzungen zur Rettung zu gewährleisten sind. Die Auswahl derartiger Einrichtungen sowie deren Bau- und

Prüfgrundsätze erfolgen auf der Grundlage der DGUV I 208-032 und der DIN EN 14396. Sie sieht u. a. auch die Verwendung von Zwischenpodesten sowie ausziehbarer Haltebügel bzw. -holme am oberen Ende der Leiter vor. Bei Höhendifferenzen von Trittfächern > 1 m über Sohlen oder Gefahrenbereichen sind mindestens einseitig Geländer, Bügel oder Holme sowie eine selbstschließende Absturzsicherung anzuordnen. Stufen aus Beton benötigen zusätzlich einen dauerhaften Kantenschutz.

Für Leitungskanäle mit Längsneigungen bis 10° Gefälle bzw. Steigung werden rutschhemmende Oberflächengestaltungen empfohlen. Die Auswahl erfolgt unter Berücksichtigung der DGUV Regel 108-003 innerhalb der Sicherheitsbetrachtung bzw. Gefährdungsbeurteilung und darüber hinaus unter Einbeziehung weiterer baulicher Lösungen (z. B. Sohlsprünge mit Stufen, Treppen oder Leitern).

Für alle Stahleinbauten ist ein Stahlausbauprojekt zu erstellen, indem lastfallbezogen genormte Profile vorzugeben sind.

### **5.3 Montageräume und -schächte**

Montageräume dienen der grabenlosen Verlegung, des Austausches, des Rückbaus, des nachträglichen Einbaus und der Instandhaltung von Leitungen. Die dafür notwendigen Freiräume sind zwischen den Lagerebenen der Rohre und Kabel, als Teil des Bedienganges und in aufgehenden Montageschächten freizuhalten.

Montageschächte sind so anzuordnen, dass Rohrleitungen und Kabel über entsprechende Einschub-/Einfädeltechnologien mit geringen Einschränkungen von Verkehrsflächen und bei laufendem Betrieb des Leitungskanals verlegt werden können. Das Mindestöffnungsmaß einer Montageöffnung richtet sich vorrangig nach

- dem größten potenziellen Außendurchmesser (DA),
- den Rohrlängen der Rohrsegmente am Kran (mindestens 6 m),
- den Abmessungen einzubringender Bauteile (u. a. Kompensatoren, Formteile),
- dem Maß zwischen Oberfläche Gelände und Kanalsohle,
- der höhenmäßigen Einordnung der Schachtabdeckung,

und darf nicht kleiner als 4,00 m x 1,00 m (Länge x Breite) sein.

Montageabdeckungen müssen tagwasserdicht und verkehrssicher ausgeführt sowie möglichst de- und wieder montierbar sein (siehe auch Schachtabdeckungen, Leitfaden Teil 2, Abschnitt 5.2). Für den Abstand zweier Montageöffnungen sind hauptsächlich die lichten Innenmaße, Richtungsänderungen und die Leitungsbelegung zu beachten.

Größe und Ausstattung von Montageräumen müssen den Austausch von Leitungen während des Betriebs der Leitungskanäle ermöglichen. Neben der Berücksichtigung von Nennweiten und Materialien können die Leitungskanäle mit ortsfesten Schienen, Montageösen, Haltekonstruktionen/ Anschlagpunkten oder weiteren Lastaufnahmemitteln ausgestattet werden.

### **5.4 Verlegeräume**

Verlegeräume befinden sich in der Kanalstrecke sowie in Schachtbauwerken und bestehen aus der Auflagerebene mit Stütz-, Lager- und Aufhängungskonstruktionen sowie den Rohren bzw. Kabeln. Zur Gewährleistung eines sicheren Betriebs und zur Minimierung von Baukosten bedarf es einer geordneten Leitungsführung.

Die nachfolgenden Tabellen 2 und 3 beinhalten Orientierungswerte für Mindestabstände auf Leitungskanalstrecken und Schachtbauwerken, u. a. in Abhängigkeit von Dämmdicken oder zu erwartender Taupunktunterschreitung. Die Mindestabstände sind projektbezogen zu prüfen.

**Tabelle 2 - Mindestabstände Rohraußenflächen DA (mit Dämmung / Isolierung / Kabelmantel) zu Innenflächen des Leitungskanals bzw. Bediengang in mm [1]**

Nr.	Medium	Sohle	Wand	Decke	Bediengang
1	Trinkwasser	300	200	1000	150
2	Kaltwasser	300	200	200	150
3	Heizwasser	250	200	200	100
4	Dampf / Kondensat	1000	300	300	150
5	Gas	1000	200	300	150
6	Niederspannung	100	100	300	50
7	Mittelspannung	100	100	300	50
8	IT - Kabel	100	100	100	100
9	E-MSR - Kabel	100	100	100	100

**Tabelle 3 - Mindestabstände Rohraußenflächen DA (mit Isolierung / Kabelmantel) zueinander in mm**

Nr.	Medium	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Wasser (metall.)	200	200	300	300	300	300	300	300	300
2	Wasser (kunstst.)	200	100	300	300	300	200	200	200	200
3	Heizwasser VL/RL	300	300	200	200	300	300	300	300	300
4	Dampf / Kondensat	300	300	200	200	300	300	300	300	300
5	Gas	300	300	300	300	200	300	300	300	300
6	Niederspannung	300	200	300	300	300	D1	D2	100	100
7	Mittelspannung	300	200	300	300	300	D2	D1	100	100
8	IT - Kabel	300	200	300	300	300	100	100	D1	D2
9	E-MSR - Kabel	300	200	300	300	300	100	100	D2	D1

#### Legende

D1 Durchmesser gleicher Kabelbündel (horizontaler Abstand)

D2 größerer Durchmesser benachbarter Kabelbündel (horizontaler Abstand)

Stütz-, Auflager- und Aufhängungskonstruktionen von Rohrleitungen und Kabeln sind entsprechend ihrer Bemessung so einzuordnen, dass Bedien-, Instandhaltungs-, Montage- und Reserveräume in den vorgegebenen Maßen nutzbar sind. Für lokale Einschränkungen sind entsprechende Sicherungsmaßnahmen zu treffen.

Der vertikale Mindestabstand von Auflagerflächen sollte zwischen nicht belegten Kabelpritschen / Kabelrinnen 300 mm, zwischen Kabelkonsolen (ohne durchgehende Auflagerfläche) 350 mm betragen.

Bei einem Kabeldurchhang über 300 mm sind die Lagerabstände zu verringern oder Kabeltragschalen (Kabelpfannen) anzuordnen. Die Mindestbiegeradien für Einleiter- sowie Mehrleiterkabel und Mehrfachrohre sind gemäß Herstellerangaben zu beachten.

Sohl-, Wand- und Deckenbauteile sind auf die Lasteinwirkungen bei Montage und Betrieb von Leitungen, einschließlich ihrer Durchdringungen, durch statisch-konstruktive Lösungen, u. a. durch Bewehrungsauswahl und -anordnung sowie Einbau flexibel nutzbarer Befestigungselemente, vorzubereiten.

Befestigungen für Regalsysteme, Gitterrostflächen, Hebegeräte und Festpunkte können je nach erforderlicher Krafteinleitung schon bei der Betonage mittels eingelassener Metallschienen oder durch Verdübelung innerhalb von Bewehrungsfenstern erfolgen.

Es werden Kabeltragsysteme mit variabler Auflageranordnung häufig bevorzugt (Wandschienen mit Einschubprofilen in variabler Höhen- und Längenanordnung). Für die Bemessung ist von einer durchschnittlichen Belastbarkeit von 6,5 kg/m je Kabel/ System auszugehen.

Bei einer Nachrüstung sind zusätzlich die DIN 4140 sowie Technische Hinweise (z. B. Anschlussbedingungen oder Merkblätter der jeweiligen Versorgungsunternehmen) zu Mindestabständen zu beachten.

## 5.5 Leitungseinbau/-verlegung und -nachrüstung

### 5.5.1 Allgemein

Leitungen sind im Leitungskanal so zu legen, dass Schäden an Ummantelungen, Verformungen und sonstige mechanische Einwirkungen vermieden werden. Bei der Montage sind projektabhängig ggf. zusätzliche Hilfskonstruktionen, Stützkörper, Abdeckungen oder Einhausungen vorzusehen und statisch nachzuweisen.

Für den ersten und nachträglichen Einbau von Leitungen in Leitungskanälen sowie Durchdringungen sind die entsprechenden Regelwerksverweise der einzelnen Sparten (u. a. AGFW, DVGW, VDE, DWA) sowie ggf. die spezifischen Vorgaben der Eigentümer zu beachten.

Der Einzug der jeweiligen Rohrleitungen erfolgt üblicherweise über am Regalsystem befestigten Rollenlager. Bei kürzeren Einzugslängen können auch vorgefertigte Regalwagen auf Rollen einschließlich der aufliegenden Rohrleitungen eingeschoben werden.

Hinweise zur statischen Bemessung, Dehnungskompensation, konstruktiven Ausbildung warmgehender Rohrleitungen und deren Halterungen sind der AGFW FW 411 sowie ggf. DIN EN 13480 zu entnehmen.

Die Rohrhalterungen müssen eine funktionssichere Lagerung und Führung der Medienleitung gewährleisten. In Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten werden entweder Aufhängungen oder Unterstützungen eingesetzt. Die Abstände der Unterstützungen sind nach den zulässigen Durchbiegungen und der zulässigen Festigkeit zu berechnen oder aus entsprechenden Tabellen zu entnehmen. Dabei ist das jeweilige Gefälle der Rohrleitung zu beachten, es darf sich in Folge der Durchbiegung nicht umkehren.

Leitungen sind so anzuordnen, dass sie während des Betriebs vor mechanischen, korrosiven, thermischen, chemischen sowie elektromagnetischen Einwirkungen geschützt und gegenseitige Beeinflussungen, u. a. durch Starkstromkabel, thermische Beeinträchtigung von Trinkwasser durch Heizwasser oder Dampf minimiert bzw. ausgeschlossen werden.

Die Lagerung der Leitungen erfolgt unter Beachtung der Betriebsbedingungen, u. a. zum Dehnverhalten, in Kombination mit den Anforderungen zum Korrosionsschutz, zur Gesamtbrandlast bzw. zum Verhalten im Brandfall sowie zu potenziellen Schäden, u. a. bei Überflutung. Die gegenseitigen Abhängigkeiten im Sinne der Dauerhaftigkeit sind u. a. Gegenstand einer Sicherheitsbetrachtung.

Die Nachrüstung von Leitungen während des Betriebs erfolgt unter Nutzung eingebauter Ankerschienen sowie stationärer und mobiler Lastaufnahmemittel. In Vortriebsrohren ist auf spezielle Lastfälle, sog. Verrollung oder Kurzschlusslasten zu achten. Zur Nachrüstung von Kabeln eignen sich breiten- und höhenverstellbare Kabeltragsysteme.

Für seitlich aus dem Leitungskanal abgehende Anschlussleitungen zu außenliegenden Schächten und/oder Hausanschlüssen ist im Leitungskanal ausreichend Raum für Armaturen, T-Stücke u. a. zu planen. Dazu muss eine Anbohrung der Hüllkonstruktion im Bereich von Bewehrungsfenstern möglich sein.

Zwecks Lagegenauigkeit sollte vom Innenraum des Kanals nach Außen, möglichst rechtwinklig zur Kanalwand, gebohrt werden. Es empfiehlt sich eine vorherige Dichtinjektion des außenliegenden Baugrundes im Bereich der Öffnung, damit anschließend anzubringende Dichtlippen/ Rohrdurchführungen keinem zu hohem hydrostatischem Druck ausgesetzt sind.

Die Anschlussleitungen können mit ungesteuerten oder gesteuerten Bohrverfahren bis zur Geländeoberkante oder zum angrenzenden Bauwerk geführt werden.

### 5.5.2 Korrosionsschutz

Ein dauerhafter und wirtschaftlicher Korrosionsschutz von Stahl, Stahlbeton, Rohrleitungen sowie deren zugehörige Anlagen und Komponenten wird durch einen entsprechenden Korrosionsschutz erreicht. Dafür ist ein Korrosionsschutzkonzept zu erstellen. Dieses ist die Grundlage für die weitere Planung und Ausführung der Korrosionsschutzarbeiten.

Die Wahl des Korrosionsschutzsystems ist abhängig von verschiedenen Faktoren. Diese sind u. a.

- Korrosive Belastung (Umwelteinflüsse, Feuchte, Tausalzeinwirkung etc.),
- Geplante Nutzungsdauer,
- Schutzdauer (Instandhaltungsintervalle des Korrosionsschutzes),
- Größe des Bauteils,
- Erreichbarkeit der Flächen oder Zugänglichkeit.

Ein aktiver Schutz vor Korrosion wird hauptsächlich für Werkstoffe eingesetzt, die während ihrer Nutzung schwer zugänglich sind und sich dadurch der regelmäßigen Oberflächenbeschichtung entziehen. Der Schutz erfolgt auf der Grundlage des kathodischen oder des anodischen Korrosionsschutzes und durch die Beeinflussung des Werkstoffs oder des korrodierend wirkenden Mediums.

Bei der Wanddurchführung einer kathodisch geschützten Zuleitung ist eine dauerhafte elektrische Trennung zum Bauwerk sicherzustellen. Isoliertrennstellen sind möglichst unmittelbar nach der Wanddurchführung vorzusehen. Aus statischen Gründen kann es erforderlich sein, dass die elektrische Trennung außerhalb des Bauwerks vollzogen wird. In diesem Fall kann der kathodische Korrosionsschutz für den Abschnitt zwischen Trennstelle und Bauwerk durch eine lokale Korrosionsschutzanlage (LKS-Anlage) erfolgen.

Ein passiver Korrosionsschutz wird durch Korrosionsschutzmittel erreicht, mit denen die Metalloberflächen beschichtet werden. Die DIN EN ISO 12944 legt Grundsätze beim Korrosionsschutz durch Beschichtungen fest. Zinküberzüge erfolgen gemäß DIN EN ISO 1461 (Stückverzinkung) und DIN EN ISO 2063 (Spritzverzinkung).

## 5.6 Betriebliche Einrichtungen

### 5.6.1 Allgemein

Als betriebliche Einrichtungen werden alle Ausstattungselemente verstanden, die einen ordnungsgemäßen Betrieb ermöglichen.

### 5.6.2 Betriebsstromanlage

Die Betriebsstromanlage dient vorrangig der Beleuchtung und der Nutzung einer Steckdosenanlage. Für die Nutzung von elektromechanischen Antrieben, u. a. für Stellmotoren an Leitungsarmaturen, Pumpen, Regelklappen, Türen, Hebebühnen oder Aufzügen sind zusätzliche Anforderungen im Ergebnis einer Sicherheitsbetrachtung zu beachten.

Die Installation erfolgt entsprechend dem VDE-Vorschriftenwerk. Die Stromzuführung zum Betrieb eines räumlich abgeschlossenen Leitungskanals soll möglichst über mehrere Einspeisestellen des Verteilernetzbetreibers und im Weiteren über Haupt- und Unterverteilungen erfolgen.

Für fest installierte Betriebsmittel wie Kabel, Leuchten, Schalter, Taster oder Schutzkontakt-Steckdosen ist die Schutzart „staubdicht und strahlwassergeschützt“ (IP 65) vorzusehen. Als weitere Schutzmaßnahme ist eine automatische Abschaltung der jeweiligen Unterverteilung über Fehlerstromschutzeinrichtung (IDn 30 mA) zu planen.

Die Beleuchtung in Leitungskanälen ist als Orientierungsbeleuchtung auszulegen. Die Beleuchtungsstärke soll dabei 50 bis 100 Lux in ca. 1 m Höhe betragen, vorzugsweise über warmweiße LED-Leuchtkörper. An wesentlichen Bedienräumen wird eine Beleuchtungsstärke von mind. 100 Lux in 1 m Höhe angestrebt.

Sofern eine Notbeleuchtung vorgesehen wird, ist sie als unabhängiges Beleuchtungssystem von der allgemeinen Stromversorgung mit einer Sicherheitsstromquelle zu planen. Sie unterstützt Personen, den Gefahrenbereich auf dem Rettungsweg zu verlassen.

Für eine potenzielle Notbeleuchtung sind die Abhängigkeiten zur Rettungswegekennzeichnung sowie den Standorten weiterer E-MSR- bzw. Überwachungstechnik zu beachten.

### **5.6.3 Schutzpotential- und Erdungsanlage**

Die Schutzpotential- und Erdungsanlage dient dem Schutz gegen elektrischen Schlag und dem Schutz elektrischer Betriebsmittel bei Überspannung. Die Installation erfolgt gemäß VDE-Vorschriftenwerk.

Der Ausgleich der Potentialunterschiede zwischen nicht zur elektrischen Anlage gehörenden leitfähigen Ausrüstungen der Leitungskanäle sowie zwischen diesen Ausrüstungsteilen und dem Schutzleiter ist durch eine Schutzpotentialausgleichsleitung zu gewährleisten.

Schutzpotentialausgleichssammelleitung und Erdungsanlage sind zu verbinden. Sie können durch ein Isolationsfehler- und Differenzstromsuchsystem ergänzt werden. Die Erdungsanlage besteht aus einem oder mehreren miteinander leitend verbundenen Erdern und der Erdungsleitung, die zu erdende Anlagenteile mit dem Erder verbindet.

Die Bemessung und Auswahl der leitfähigen Teile sowie der Leiterquerschnitte erfolgen auf der Grundlage der VDE – Vorschriften unter besonderer Berücksichtigung der Leitungsbelegung, der Materialarten, einschließlich Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) sowie des inneren Blitzschutzes, u. a. über angrenzende Gebäude oder Schächte/ Bauwerke mit oberirdischen Bauteilen.

Bei potenziell schädlicher Streustrombeeinflussung durch Gleichströme sind Schutzmaßnahmen, wie z. B. Kathodenschutzanlage, galvanische Ableitung oder Isolierflansche vorzuziehen.

Für die sichere Funktion der elektrischen Anlage und deren Schutzeinrichtungen ist das Erdungssystem ein sicherheitsrelevantes Teil. Die Planung, Installation, Kontrolle und Abnahme der Erdungsanlage ist durch eine Elektro- oder Blitzschutzfachkraft auszuführen.

### **5.6.4 Entwässerungsanlage**

Die Entwässerungsanlage dient der gefahrlosen Ableitung von

- Handhabungsverlusten im Betrieb wasserführender Leitungen (u. a. bei Entleerungs- oder Entlüftungsvorgängen, einschl. Kondensatleitungen),
- Infiltrationen über undichte Stellen,
- Leckagen innerhalb und außerhalb des Leitungskanals,
- Niederschlagswasser über Schachtoffnungen oder
- Löschwasser

über ein Längs- und ggf. Quergefälle zu Tiefpunkten im Leitungskanal und im Weiteren zu einem Übergabepunkt ins Abwassernetz. Sie besteht hauptsächlich aus Sohlgerinne, Pumpensumpf, Entwässerungsleitung und Übergabeschacht zum Abwassernetz.

Für den Neubau eines Leitungskanals ist ein integriertes Entwässerungsprojekt, inkl. Elektroplanung notwendig, welches anhand der Rahmenbedingungen die Form der inneren Ableitung als Druck- oder Freigefälleentwässerung bzw. in Mischform vorsieht. Dabei ist außerdem ein zwischenzeitliches Zurückhalten/ Drosseln abzuleitender Wässer oder ein möglicher Rückstau von Abwasser aus dem Abwassernetz zu beachten.

Die Entwässerungsanlage ist so zu bemessen, dass eine Überflutung der Kanalsohle und von Anlagenteilen in kürzester Zeit unterbunden wird und unter Beachtung der zutreffenden Abwassersatzung des örtlichen Abwasserunternehmens die Ableitung erfolgt. Die Bemessungsannahmen sind mit den behördlichen Auflagen abzustimmen.

Entwässerungsleitungen im Leitungskanal sind gemäß Einsatzfällen zu bemessen, sollten jedoch mindestens in DN 200 (Freigefälle) oder DN 50 (Druck) dimensioniert werden. Ebenso sollten Pumpensümpfe mit einem Mindestfassungsvolumen von  $0,15 \text{ m}^3$  vorgesehen werden.

Der Einsatz von Tauchpumpen mit Steuerung und Füllstandmessung ist zu gewährleisten.

Für die Bemessung der Entwässerungsanlage sind die potenziellen Ereignisse und deren Risiken für das Eintreten von Überflutungen innerhalb einer Risikoanalyse zum Bau bzw. einer Gefährdungsbeurteilung für den Betrieb des Leitungskanals zu Grunde zu legen. Der jeweilige Bemessungsfall (Minimum Handhabungsverluste oder Maximum Überflutung der Leitungen) ist genehmigungsbedürftig.

Sind an Tiefpunkten Entleerungsarmaturen von Wärmeleitungen vorhanden, ist ein sog. Mischschacht für die Zugabe von Kaltwasser oder ein anderes Entleerungskonzept vorzusehen. Entwässerungsschächte und -leitungen außerhalb von Leitungskanälen sind nach dem DWA-Regelwerk zu errichten und instand zu halten. Alle Anlagenteile müssen inspektions- und wartungsfähig sein.

Zusätzlich kann Grund- oder Schichtenwasser im Gründungsbereich bzw. außerhalb des Leitungskanals über Drainagen gefasst bzw. abgeleitet werden.

### 5.6.5 Lüftungsanlage

Lüftungsanlagen dienen der Be- und Entlüftung eines Leitungskanals. Die funktionalen Anforderungen leiten sich aus den Schutzzielen ab, die im Lüftungskonzept, als Bestandteil der Planung, formuliert werden.

Der Leitungskanal ist mit einer natürlichen und/oder technischen bzw. Zwangslüftung auszustatten und in Lüftungsabschnitte zu unterteilen. Zu einer Lüftungsanlage gehören u. a. Lüftungsschächte und Lüftungsrohre, Regelklappen bzw. Jalousien, Lüfter (Ventilatoren) sowie manuelle und elektronische Regelungseinheiten.

Lüftungsanlagen sind so auszulegen, dass im Leitungskanal eine natürliche Atmosphäre gewährleistet werden kann und die Betriebsführung der Leitungen uneingeschränkt möglich ist. Die Anlage ist so zu bemessen, dass sie jahreszeitlich witterungs- und leitungsbedingte Einflüsse im Normalbetrieb durch

- minimal und maximal zulässige Innentemperatur,
- maximale Luftfeuchte und
- Minimierung der Taupunktunterschreitung

genauso berücksichtigt wie Emissionen bei Bauarbeiten im Kanal oder Auswirkungen bei Betriebsstörungen (u. a. Entstaubung / Entrauchung). Der sich daraus ergebende Regelbetrieb ist über eine manuelle und/oder sensorische Steuerung abzusichern (siehe auch Leitfaden Teil 3).

Eine Lüftungsanlage ist für den Normalbetrieb mindestens auf einen einfachen Luftwechsel pro Stunde im jeweiligen Lüftungsabschnitt auszulegen. Technische Be- und Entlüftungsmaßnahmen (einschl. Einsatz mobiler Lüfter) gelten als wirksam, wenn mindestens ein Luftstrom von  $600 \text{ m}^3/\text{h je m}^2$  Kanalquerschnitt gegeben ist.

Für die Planung der Lüftungsanlage sind des Weiteren die Bemessungsgrundlagen in Abhängigkeit zur Leitungsbelegung und deren Parameter (einschl. Strahlungswärme), den Höhenverhältnissen, den Kubaturen sowie Stellgrößen u. a. zur Beleuchtung und der E-MSR-Technik zu beachten.

Lüftungsschächte und -rohre in Decken- oder seitlicher Anordnung sind statisch-konstruktiv und hinsichtlich der Abdichtungslösung dauerhaft mit dem Leitungskanal zu verbinden. Der freie Mindestöffnungsquerschnitt muss o.g. Anforderungen für einen Luftwechsel entsprechen.

Schutzgitter vor Lüftungsöffnungen, die u. a. die Zuwanderung von Kleintieren unterbinden, dürfen den bemessenen Luftdurchsatz nicht wesentlich einschränken.

Ein Lüftungsabschnitt sollte eine Länge von höchstens 500 m, bei ausschließlich technischer Lüftung, besitzen. Ausnahmen sind je nach Topografie zu prüfen.

Die gesamte Lüftungsanlage ist mit den Vorgaben zum Brandschutz und der Gestaltung der Rettungswege abzustimmen. In die Neubauplanung und bei wesentlichen Änderungen im Bestand ist dazu ein Lüftungs- und Brandschutzkonzept zu integrieren.

### 5.6.6 Brandschutz

Anforderungen zum Brandschutz in baulichen Anlagen sind in den jeweiligen Landesbauordnungen oder nachgeordneten Vorschriften benannt. Zusätzlich sind Schutzziele aus der Sicherheitsbetrachtung, dem Brandschutzkonzept und privater Vorgaben (Eigentümer, Versicherungen) zu beachten.

Mit der Entwurfsplanung besteht die Notwendigkeit Anforderungen und Wechselwirkungen, insbesondere zur Lüftung und Entwässerung, aus den spezifischen Schutzz Zielen abzuleiten und bauliche, anlagentechnische und organisatorische Maßnahmen vorzusehen.

Leitungskanäle bestehen aus einem oder mehreren Brandabschnitten. Ein Brandabschnitt sollte höchstens eine Länge von 200 m besitzen.

Aus baulich-konstruktiver Sicht sind in die Bauplanung u. a. zu integrieren:

- bauliche Hüllkonstruktion, u. a. mit Vorgaben zur Feuerwiderstandsdauer gemäß Bauteilliste,
- Brandwände in Trennung von Brandabschnitten,
- Brandschotte, Brandschutztüren,
- Durchdringungen (AGFW FW 419 u. a.),
- Brandsperren an Leitungen, u. a. durch Intumeszenz-Flammschutzsysteme,
- Anforderungen an Lager- und Stützkonstruktionen,
- Anforderungen an Lüftungsanlagen,
- Anforderungen an Rettungswege,
- zusätzliche Bauteile gemäß Brandschutzkonzept,

- Auswahl und Eignung von Baustoffen, Bauprodukten und Bausätzen nach den jeweiligen Verwendbarkeitsnachweisen (u. a. DIN 4102, DIN EN 13501, DIN EN 1992 sowie sonstiger Einsatz brandlastmindernder Werkstoffe).

Der Bau bzw. die Montage von Brandschutzerzeugnissen darf nur in Verantwortung eines Fachbauleiters und durch für die Aufgabe geschultes Fachpersonal erfolgen.

Das in die Bauplanung zu integrierende Brandschutzkonzept ist bei wesentlichen Änderungen im Betrieb des Leitungskanals fortzuschreiben.

### **5.6.7 Beschilderung und Sicherheitskennzeichnung**

Zur Inbetriebnahme eines Leitungskanals sind eine Orientierungs- und Rettungswegebeschilderung (Rettungszeichen) sowie eine Sicherheitskennzeichnung (Warn- und Schutzprofile) zu montieren. Auf der Grundlage der DIN EN ISO 7010 sind optische Sicherheitsleitsysteme auszuwählen und deren Standorte vor Ort zu prüfen. Generell ist zwischen innen beleuchteten und/ oder langnachleuchtenden Sicherheitszeichen bzw. Kennzeichnungen zu unterscheiden. Wesentliche Abhängigkeiten bestehen u. a. zu(r)

- stationären Beleuchtung,
- Leitungsbelegung,
- Richtungswechsel sowie Wechsel zwischen horizontalen und vertikalen Rettungsweg,
- baulichen Gestaltung des Rettungsweges,
- Engstellen.

Ergänzend können Bezeichnungen der Schachtbauwerke und Entfernungsangaben im Leitungskanal angebracht werden.

Zur Montage ist ein Plan zur Beschilderung und Sicherheitskennzeichnung als Bestandteil der Ausführungsunterlagen zu erstellen. Dieser Plan ist mit dem Lage- und Einsatzplan der Feuerwehr abzustimmen und bei wesentlichen Änderungen im Leitungsbestand zu aktualisieren.

Alle Leitungen sind mit Namen des Eigentümers und der wesentlichen Parameter in einem Abstand bis zu 100 m dauerhaft zu beschildern.

### **5.6.8 Überwachungs- und Steuerungssysteme**

Zur Absicherung eines dauerhaften Normalbetriebs und Minderung der Risiken durch innere und äußere Einwirkungen eignen sich sensorbasierte Überwachungs- sowie E-MSR-Technik. Als standardisierte IT-Systeme können folgende Komponenten zur Anwendung kommen:

- funkbasierter Zutrittserkennungs- bzw. Überwachungssysteme,
- Beleuchtungssteuerung bzw. Steuerung der Betriebsstromanlage,
- Transponder basierende Schließsysteme,
- Sensorik an Deckeln, Tiefpunkten oder Regelklappen,
- Steuerung von Sumpfpumpen,
- Stellantriebe an Lüftungsanlagen oder Brandschutztüren,
- Gaswarn- und Brandmeldeanlagen,
- Temperatur- und Luftfeuchte- bzw. Atmosphärenmessung,
- schienengeführte Kamerasyteme,
- Kommunikation mit Leitungsanlagen.

Die Systemkomponenten sind entsprechend den spezifischen Anforderungen (Staub, Strahlwasser, Korrosion, Temperaturschwankungen) auf eine maximale Verlässlichkeit (schnelle Detektion, hohe Fehalarmsicherheit, Alarmzonen frei konfigurierbar) auszulegen. Die Daten können Online ausgewertet, visualisiert und dokumentiert werden.

## 6 Bauliche Instandhaltung

### 6.1 Allgemein

Leitungskanäle sind in der statisch – konstruktiven Auslegung sowie im Materialeinsatz, inkl. der Ausstattung, auf eine Nutzungsdauer von mindestens 80 Jahren auszulegen. Für diesen Zeitraum unterliegen sie der Instandhaltung im Sinne der DIN 31051 bzw. DIN EN 13306.

### 6.2 Inspektion und Wartung

Nach DIN 1076 sind Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen regelmäßig und sachkundig zu überwachen und zu prüfen. Hierunter fallen auch sonstige Ingenieurbauwerke für die ein Einzelstandsicherheitsnachweis erforderlich ist.

Durch Anwendung der AGFW FW 437 „Bauliche Anlagen in der Fernwärme - Überwachung und Prüfung“ wird der Zweck der DIN 1076 erfüllt, die Dauerhaftigkeit, Standsicherheit und Verkehrs-sicherheit baulicher Anlagen unter Beachtung der Nutzungsbedingungen zu gewährleisten.

Die dafür notwendigen technischen und organisatorischen Maßnahmen zum Erhalt bzw. Wiederherstellung einer dauerhaften Funktionsfähigkeit sind für die speziellen Einwirkungen auf Leitungskanäle sowie den betrieblichen Beanspruchungen auszulegen. Inspektions-, Wartungs- und Reparaturmaßnahmen sowie Austausch von Einbauteilen, Ausrüstungen bzw. betrieblichen Einrichtungen werden im Teil 3 geregelt.

### 6.3 Instandsetzung und Verbesserung

Grundlage für das Erstellen fachlich fundierter, baupraktisch ausführbarer und wirtschaftlicher Instandsetzungsplanungen ist die Erarbeitung eines Instandsetzungskonzeptes (siehe u. a. WTA-Merkblatt 5-17) auf der Basis einer Baustoff- und ggf. einer Baugrunduntersuchung.

Für die Ausführung von Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen an bewehrten und unbewehrten Betonbauwerken ist die DIBt - Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung) im Zusammenhang mit weiteren Standards (RiLi SIB, ZTV ING) anzuwenden.

Aufgrund der Umgebungs- und Nutzungsbedingungen für Leitungskanäle unterliegen diese besonderen Beanspruchungen, die über die Anforderungen der TR Instandhaltung hinausgehen können. Instandsetzungs- und Verbesserungsmaßnahmen, die während des Betriebs der Leitungen erfolgen, sind unter besonderen Schutzmaßnahmen auszuführen.

Alle Maßnahmen zur Instandsetzung von Betonbauteilen sind durch einen „Sachkundigen Planer“ (vergleiche TR Instandhaltung) federführend zu planen und zu begleiten.

Für die Verbesserung der Tragfähigkeit bzw. Gebrauchstauglichkeit oder für den Ersatzneubau von Betonbauteilen im Rahmen der Instandsetzung sind zusätzlich Standsicherheitsnachweise zu führen.

Für nachträgliche Abdichtungen erdberührter Bauteile und insbesondere für Fugen und Flächen außerhalb des Geltungsbereiches der DIN EN 206 bzw. DIN 1045 sind neben den anerkannten Regeln (u. a. DIN 18533, DIN EN 1992-1-1, WTA-Merkblatt 4-6 sowie die RiLi SIB) weitere ausgewählte Verfahren zur wirtschaftlichen Instandsetzung von Leitungskanälen heranzuziehen.

Zur Instandsetzung von Mauerwerkskonstruktionen ist u. a. das WTA-Merkblatt 7-1 (Ausgabe 12.2018/D) zu beachten.

Für die Instandsetzung großformatiger Stahlrohre oder Stahlsegmente sowie von historischen Baustoffen und Baukonstruktionen sind u. a. die entsprechenden WTA-Merkblätter heranzuziehen.

Bei der Instandsetzung von Vortriebsrohren bzw. Tübbingbauwerken sind aufgrund der oftmals sehr begrenzten Bauraumverhältnisse und wesentlicher Einschränkungen in der Verfahrensauswahl erhöhte Anforderungen an die Erarbeitung und Prüfung des Instandsetzungskonzeptes zu stellen. Je nach Größe und Anzahl der Schadstellen kann eine Instandsetzung von innen hauptsächlich über Injektionsbohrungen oder von außen mittels großflächiger HDI-Injektionen erforderlich werden.

#### **6.4 Ersatzneubau/ Erneuerung**

Unter Ersatzneubau bzw. Erneuerung eines Leitungskanals wird die Errichtung der kompletten baulichen Hüllkonstruktion oder wesentlicher Teile in gleicher Trasse verstanden. Dazu sind die Planungsgrundsätze gemäß Kapitel 4.1 je nach Umfang des Vorhabens anzuwenden.

Zusätzlich gilt u. a.:

- Beachtung von z. T. erheblichen Versorgungsunterbrechungen,
- Beeinträchtigungen angrenzender Verkehrsprozesse sowie von Schutzgütern.

## Anhang A (informativ)

### Planungs-, Prüf- und Leistungsumfang

### beim Bau von Leitungskanälen und -dükern

Tabelle A.1 stellt eine Empfehlung hinsichtlich des Planungs-, Prüf- und Leistungsumfanges in den Leistungsphasen 1 bis 9 der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) dar. In Bezug auf Leitungskanäle und Düker wurden zweckbezogene Anpassungen in der Tabelle vorgenommen. Zu den einzelnen Planungs- bzw. Leistungsphasen sind ergänzend die spezifischen Hinweise und Empfehlungen im Kapitel 4.1 des vorliegenden Dokumentes zu beachten. Darüber hinaus sind zusätzliche Angaben der HOAI zu entnehmen oder vom Auftraggeber festzulegen.

**Tabelle A.1 - Planungs-, Prüf- und Leistungsumfang**  
**beim Bau von Leitungskanälen und -dükern**

Leistungs- phase	Art der Unterlage	Planungsumfang	
		Mindest- umfang	Wenn zutreffend <sup>1</sup>
1	<b>Grundlagenermittlung</b>		
	zur Fortschreibung des strategischen Konzeptes bzw. einer Machbarkeitsstudie		
	Unterlagen zur Baugrunderkundung (Geologie, Altlasten)	X	
	Einholen von Auskünften angrenz. Leitungen/Bauwerke	X	
	Recherche/Voranfrage Stadtarchive, Denkmalschutz	X	
	Einholen aller Bestandsunterlagen	X	
	Anforderungen bzw. Aufgabenstellungen bestimmen (Leitungen, Medienbedarf, Anbindepunkte/Anschlüsse, Verkehrsflächen)	X	
	Projektsteuerung / Schnittstellenmanagement (frühzeitiger Kontakt mit pot. beteiligten EVU/Kommunen)	X	
2	<b>Vorplanung</b>		
	Allgemein		
	Topografische Bestandsaufnahme		X
	Baugrund- / Grundwasseruntersuchung	X	
	Rohrleitungs- und Kabelanlagen sowie Tiefbau		
	Zeichnungen	X	
	Kostenschätzung	X	
	Planungskonzept		X
	Funktionsschemata		X
	Berechnungen / Dimensionierungen		X
	Variantenvergleiche / Kosten – Nutzen - Untersuchungen	X	

	Ingenieurbauwerke Zeichnungen Kostenschätzung Abstimmung mit Dritten / Genehmigungsfähigkeit Amtliche Karten Variantenuntersuchung/-vergleich Verkehrs- und Nebenanlagen (ggf. auch i. d. Folgephasen) Entwürfe Anpassung, Umgestaltung	X X X X X X X	
<b>Leistungs- phase</b>	<b>Art der Unterlage</b>	<b>Planungsumfang</b>	
		Mindest- umfang	Wenn zutreffend <sup>1</sup>
<b>3</b>	<b>Entwurfsplanung</b>		
	Allgemein Kampfmitteluntersuchung Entsorgungskonzept	X	X
	Rohrleitungs- und Kabelanlagen sowie Tiefbau Erläuterungsbericht Planunterlagen Kostenberechnung Bauzeitenplan Berechnungen und Bemessungen	X X X	X X
	Ingenieurbauwerke Erläuterungsbericht (baul. Hülle, Ausrüstung, Ausstattung) Planunterlagen Kostenberechnung Entwurfsstatik Abstimmung mit Dritten / Genehmigungsfähigkeit Untersuchungen / Gutachten Bauzeitenplan Sicherheitsbetrachtung Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, Stufe 1	X X X X X	X X X X
<b>4</b>	<b>Genehmigungsplanung</b>		
	Abstimmungen Medienträger Ab-/ Zustimmung Behörden Vereinbarungen mit Investor, Bauträger, Grundstückseigen- tümer, Behörden Dienstbarkeiten, Gestattungs- und Kreuzungsverträge Wasserrechtliche Anzeige / Genehmigung Erläuterungsbericht Planunterlagen (Lageplan, Schnitte)	X X X X X X	X

	Grunderwerbsplan / -verzeichnis Grundstücksverzeichnis mit Eigentümern Leistungen nach BNatSchG/ UVPG (LBP, UVU ...)		X X X
<b>Leistungs- phase</b>	<b>Art der Unterlage</b>	<b>Planungsumfang</b>	
		Mindest- umfang	Wenn zutreffend <sup>1</sup>
<b>5 Ausführungsplanung</b>			
5	Rohrleitungs- und Kabelanlagen sowie Tiefbau Erläuterungsbericht Lageplan mit eingetragenem Medienbestand und Höhenangaben Höhen- / Längsschnitte (Strecken und Schachtbauwerke) Verlegepläne Leitungsführung (Grundriss, Schnitte, eventuell Isometrie, Lagerungskonzept) Konstruktion und Berechnung der Rohrleitungssysteme (Planungsstand) Vorspannplan	X X X X X X	
	Überwachungssystem <sup>1</sup> Lageplan (Schaltung, Anordnung der Sensoren und Messdosen) Verdrahtungs- / Schleifenplan		X X
	Ingenieurbauwerke Erläuterungsbericht Planunterlagen (Lageplan, Schnitte) Baustoffangaben Schalungs- und Bewehrungspläne Statik ggf. Prüfstatik Detailzeichnungen (z. B. Abdichtung, Fugen) Korrosionsschutzpläne Baugrundgutachten Brandschutzplan, inkl. Lüftung, Flucht- und Rettungswege, Entwässerung, Beschilderung	X X X X X X	X X
	Elektro- / E-MSR-Technik Erläuterungsbericht Übersichts- und Stromlaufpläne	X X	
<b>6 Vorbereitung der Vergabe</b>			
6	Vergabeunterlagen Ausschreibungsbedingungen Einkaufsbedingungen Besondere Vertragsbedingungen	X X X	

	Leistungsbeschreibung Baubeschreibung Leistungsverzeichnis Leitungs- Tief- und Verkehrsbau Leistungsverzeichnis Ingenieurbauwerke Leistungsverzeichnis Elektrotechnik / E-MSR und sonstige betriebliche Einrichtungen Anlagen: Planunterlagen, Spezifikationen, Materiallisten etc.	X X X X X	X
<b>Leistungs- phase</b>	<b>Art der Unterlage</b>	<b>Prüf-/Leistungsumfang</b>	
		Mindest- umfang	Wenn zutreffend <sup>1</sup>
7	<b>Mitwirkung bei der Vergabe</b>  Formgerechte Angebotswertung Formelle Wertung Preisliche Wertung Technische Wertung Wirtschaftliche Wertung  Detaillierter Abgleich einzelner Bieterangaben Termin- mit Ressourcenplanung Gerätekapazität mit Baufortschrittsplanung Ansätze und Eigenprüfungen zur Qualitätssicherung [Qualitätsmanagementsystem (z. B. nach ISO 9001)] Bauleitungs- und Schnittstellenmanagement Verhältnis Lohnkosten, Baustellengemeinkosten und allgemeine Geschäftskosten gegenüber Kalkulationslohn  Nebenangebote bzw. Sondervorschläge technische Durchführbarkeit funktionelle Durchführbarkeit unmittelbaren Auswirkungen auf Konformität mit den vorgegebenen Projektzielen mittelbaren Auswirkungen auf Konformität mit den vorgegebenen Projektzielen  Bieterfragenkatalog und Bietergespräch Diskrepanzen erforderlicher Klärungsbedarf Antworten des Bieters Protokoll des Bietergesprächs Bieter haben alle den gleichen Informationsstand bis zum finalen Angebot erhalten	X X X X X  X X X X X  X X X  X X X  X X X X X	

Leistungs- phase	Art der Unterlage	Prüf-/Leistungsumfang	
		Mindest- umfang	Wenn zutreffend <sup>1</sup>
8	<b>Objektüberwachung - Bauüberwachung und Dokumentation</b>		
	Bauoberleitung		
	Sachkunde und Erfahrung	X	
	Fachbauleiter anstelle Bauoberleiter		X
	Prüfung der Bauausführungsplanung (Werksplanung)		
	Technische Beurteilung von Hinweisen, Nebenangeboten, Sondervorschlägen	X	
	Übereinstimmung der Auflagen aus den Genehmigungen und dem Bauvertrag mit der Bauausführungsplanung	X	
	Generelle Durchführbarkeit	X	
	Grundsatzberechnungen unter Einhaltung der Grenz- u. Sicherheitsbeiwerte (Rohrstatiken, Bohr- und Spülungs-technische Parameter, Volumenbilanzen, etc.)	X	
	Einhaltung der Baufeldgrenzen, Trassierungen, Grund-dienstbarkeiten		X
	Terminkalkulation		X
	Sicherungsmaßnahmen, Risikoverteilung und Vertragsbe-dingungen	X	
	Plausibilitätsprüfungen von kritischen Arbeiten, welche ein erhöhtes Mängelrisiko aufweisen, durchzuführen und zu dokumentieren (nachfolgend nur beispielhaft)		
	Maßnahmen zur Arbeitssicherheit	X	
	Gründungsarbeiten	X	
	Wasserhaltungsmaßnahmen	X	
	Betonarbeiten	X	
	Lotrechte von Bohrpfahlwänden		X
	Schal- und Bewehrungsarbeiten	X	
	Materiallieferungen	X	
	Fugenklaffung, Stützdruck und Pressenkraft im Vortrieb		X
	Soll-Ist der Abbaumenge im Vortrieb		X
	Projektmanagement (übergreifende Koordinierung von Aufga-ben, Phasen und Gewerken)		
	Alle Bauausführungsmaßnahmen aus betrieblicher, techni-scher und wirtschaftlicher Sicht gegenüber dem Bauherrn		X
	Terminliche Schnittstellen zwischen unterschiedlichen Auf-tragnehmern und Lieferanten		X
	Technisches und wirtschaftliches Berichtswesen zur revisi-onsfesten Nachweisführung und Projektdokumentation	X	

	<p>Koordinierung Bauunternehmen, Behörden, Bürgern, und Bauherr während der Baumaßnahme bis zur Abnahme</p> <p>Technische und terminliche Schnittstellenbetrachtung möglicher Fachgewerke, wie z. B. E-MSR, Tief-, Rohrleitungs- und Ingenieurbau</p>	X	
	<p>Projektabschlussdokumente</p> <p>Unterlagen zum Gewährleistungsmanagement</p> <p>Inkraftsetzung einer Betriebsordnung mit Arbeitsanweisungen (siehe dazu Leitfaden Teil 3)</p> <p>Gefährdungsbeurteilung zur Inbetriebnahme (siehe dazu Leitfaden Teil 3)</p> <p>Instandhaltungskonzept des Betreibers und der Nutzer</p> <p>Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, Stufe 2</p>		X X X X X X
	<p><u>Zur</u> Abnahme des Auftraggebers für die Gesamtbauleistung (Es tritt hierdurch für die Bauüberwachung/ Bauoberleitung eine <u>Gewährleistungsfrist von 5 Jahren</u> in Kraft.)</p> <p>Abnahmeprotokoll/ Erster Tag dieser Frist festzuhalten</p> <p>Abnahmeprotokoll/ Letzter Tag dieser Frist festzuhalten</p> <p>Eventuelle Projektängel beurteilen bzw. beseitigen</p>	X X	X
<b>Leistungs- phase</b>	<b>Art der Unterlage</b>	<b>Prüf-/Leistungsumfang</b>	
9	<b>Objektbetreuung</b>	Mindest- umfang	Wenn zutreffend <sup>1</sup>
	<p><u>Nach</u> Abnahme des Auftraggebers für die Gesamtbauleistung (Es tritt für die Bauüberwachung/ Bauoberleitung eine <u>Gewährleistungsfrist von 5 Jahren</u> in Kraft. Siehe Leistungsphase 8.)</p> <p>Eventuelle Projektängel beurteilen bzw. beseitigen</p>		X

**Legende:** X      Zutreffend

-      Nicht zutreffend (Leerfeld)

<sup>1</sup> gegebenenfalls projektspezifisch erforderlich

## Literaturhinweise

[1] Werknorm DREWAG TN A 2.07, 2016-10, *Versorgungsnetze, Planung, Bau und Betrieb von begehbarer Versorgungskanälen*, DREWAG-Stadtwerke Dresden GmbH, Dresden

AGFW FW 411, *Fernwärmeleitungen ohne direkte Erdauflast*

AGFW FW 419, *Bauwerksdurchdringungen und deren Abdichtung für erdverlegte Leitungen*

AGFW FW 437, *Bauliche Anlagen in der Fernwärme - Überwachung und Prüfung*

Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Brücken- und Ingenieurbau - Fachthemen, *Korrosionsschutz von Stahl- und Stahlverbundbrücken*

D-A-CH-Leitfaden, 2007, *Planung und Umsetzung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzeptes auf Untertagebaustellen*, Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e. V. (DAUB)

DAfStb-Richtlinie, *Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen* (RiLi SIB)

DGUV Information 201-035, *Handlungsanleitung für sicheres Arbeiten im Tunnelbau*

DGUV Regel 101-604, *Branche Tiefbau*

DGUV Regel 103-002, *Fernwärmeverteilungsanlagen*

DGUV Regel 108-003, *Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr*

DIBt - Technische Regel, *Instandhaltung von Betonbauwerken* (TR Instandhaltung)

DIN 1045, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton*

DIN 1053, *Mauerwerk*

DIN 1076, *Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen - Überwachung und Prüfung*

DIN 4102, *Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen*

DIN 4123, *Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude*

DIN 4140, *Dämmarbeiten an betriebstechnischen Anlagen in der Industrie und in der technischen Gebäudeausrüstung - Ausführung von Wärme- und Kältedämmungen*

DIN 18300, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - *Erdarbeiten*

DIN 18305, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - *Wasserhaltungsarbeiten*

DIN 18312, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - *Untertagebauarbeiten*

DIN 18319, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - *Rohrvortriebsarbeiten*

DIN 18532, *Abdichtung von befahrbaren Verkehrsflächen aus Beton*

DIN 18533, *Abdichtung von erdberührten Bauteilen*

DIN 31051, *Grundlagen der Instandhaltung*

DIN EN 206, *Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität*

DIN EN 353-1, *Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz - Mitlaufende Auffanggeräte einschließlich einer Führung - Teil 1: Mitlaufende Auffanggeräte einschließlich fester Führung*

DIN EN 353-2, *Persönliche Absturzschutzausrüstung - Teil 2: Mitlaufende Auffanggeräte einschließlich beweglicher Führung*

DIN EN 1991, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*

DIN EN 1992, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken*

DIN EN 1996-1-1, *Eurocode 6 - Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten*

DIN EN 13306, *Instandhaltung - Begriffe der Instandhaltung*

DIN EN 13480, *Metallische industrielle Rohrleitungen*

DIN EN 13501-1, *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten*

DIN EN 61439, *Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen*

DIN EN IEC 61537 VDE 0639, *Führungssysteme für Kabel und Leitungen*

DIN EN ISO 1461 (ISO 1461), *Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrachte Zinküberzüge (Stückverzinken) - Anforderungen und Prüfungen*

DIN EN ISO 2063, *Thermisches Spritzen - Zink, Aluminium und ihre Legierungen*

DIN EN ISO 3834, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen*

DIN EN ISO 7010, *Graphische Symbole - Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen - Registrierte Sicherheitszeichen*

DIN EN ISO 12944, *Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme*

DIN VDE 0100, *Errichten von Niederspannungsanlagen*

Empfehlungen für den Einsatz von Fluchtkammern auf Untertagebaustellen, Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e. V. (DAUB)

Klaus – Peter Reim und Autorenkollektiv, *Integrale Planung zur Demonstration eines weiterentwickelten unterirdischen begehbarer Versorgungskanals für Medienleitungen am Beispiel des Energieparks Kulkwitz/Stadt Markranstädt*, 2017, Abschlussbericht zum Entwicklungsprojekt (gefördert unter Az 31331/01 von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt), GIBA mbH Gesellschaft für Ingenieurbau Bauwerksinstandhaltung und Anlagenmanagement mbH

Kluthe - Magazin, *Passiver und aktiver Korrosionsschutz*, Chemische Werke Kluthe GmbH, Heidelberg

Technische Regel FW 01 DREWAG, *auszugsweise*, DREWAG-Stadtwerke Dresden GmbH, Dresden

Technische Regel für Rohrfernleitungsanlagen (TFR), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

WTA-Merkblatt 5-17, *Schutz und Instandsetzung von Beton - Instandsetzungskonzepte*

WTA-Merkblatt 4-6, *Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile*

WTA-Merkblatt 7-1, *Erhaltung und Instandsetzung von Mauerwerk – Konstruktion und Tragfähigkeit*

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV ING)



## GERMAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY E.V.

Deutsche Gesellschaft für grabenloses Bauen und Instandhalten von Leitungen e.V.

Kurfürstenstr. 129, D – 10785 Berlin  
Tel.: +49 30 81 45 59 84 E-Mail: [info@gstt.de](mailto:info@gstt.de), Internet: [www.gstt.de](http://www.gstt.de)