



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Verlegetechniken für den Breitbandausbau

Breitbandausbau in geringerer Verlegetiefe und
oberirdische Verlegung nach § 68 Absatz 2 TKG



Eine Informationsbroschüre der **Arbeitsgruppe Digitale Netze** zur Umsetzung des Gesetzes zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze (DigiNetzG) unter Vorsitz des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Verlegemethoden und eingesetzte Techniken	5
2.1 Offene Grabenbauweise.....	5
2.2 Offene Grabenbauweise mit geringerer Verlegetiefe.....	6
2.3 Trenchingverfahren	7
2.4 Horizontal-Spülbohrverfahren	10
2.5 Pressbohrung (Erdraketentechnik).....	12
2.6 Pflugverfahren	13
2.7 Verlegung im Abwasserkanal.....	14
2.8 Oberirdische Errichtung von Telekommunikationslinien.....	16
2.9 Tabellarische Gesamtübersicht der Verlegeverfahren	19
2.10 Tabellarische Gesamtübersicht der Anwendungsszenarien	22
2.11 Vorteile alternativer Verlegetechniken gegenüber konventionellem Tiefbau.....	23
3. Richtlinien und technische Bestimmungen.....	24
3.1 Technische Regelwerke	25
3.1.1 H Trenching (2014).....	25
3.1.2 ATB-BeStra (2008).....	25
3.1.3 RStO (2012).....	25
3.1.4 ZTV A-StB (2012).....	28
3.1.5 ZTV E-StB 17 - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017 eingeführt	28
3.1.6 DIN 4142:2012-01 - Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsmethoden.....	28
3.1.7 DIN 18300:2016-09 - VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten	28
3.1.8 DIN 18322:2016-09 - VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Kabelleitungstiefbauarbeiten	29
3.1.9 DIN 4123:2013-04 - Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude	29
3.1.10 DWA-M 137-1 - Einbauten Dritter in Abwasseranlagen – Teil 1: Elektronische Kommunikationseinrichtungen - Merkblatt	29
3.1.11 BGI/GUV-I 5136 - Umgang mit Holzmachen	29
3.1.12 DIN EN 14229 - Holzbauwerke - Holzmasten für Freileitungen (Stand 02-2011).....	30
3.1.13 RPS2009 - Richtlinie für passive Schutzeinrichtungen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme....	30
3.1.14 TH Holzmasten - Technischer Hinweis Imprägnierte Holzmasten (Stand 10-2011).....	30
3.1.15 DIN EN 61663-1 (VDE 0845-4-1), Blitzschutz - Telekommunikationsleitungen – Teil 1: Lichtwellenleiteranlagen.....	30

3.1.16 DIN EN 60794-3:2015-12 VDE 0888-108:2015-12 Lichtwellenleiterkabel	
– Teil 3: LWL-Außenkabel-Rahmenspezifikation.....	30
3.1.17 DIN EN 60794-3-20 VDE 0888-320:2017-06 Lichtwellenleiterkabel.....	30
3.1.18 DIN EN 60794-3-21 VDE 0888-14:2016-10 Lichtwellenleiterkabel.....	31
3.1.19 DIN EN 61663-2 (VDE 0845-4-2), Blitzschutz-Telekommunikationsleitungen	
– Teil 1: Leitungen mit metallischen Leitern.....	31

4. Mitwirkende..... 32

4.1 Mitglieder der AG Digitale Netze des BMVI.....	32
4.2 Mitglieder der Redaktionsgruppe zur Verlegung in Abwasserkanälen	33
4.3 Mitglieder der Redaktionsgruppe zur oberirdischen Verlegungsmethode.....	33

1. Einleitung

Die Erweiterung der Telekommunikations-Infrastrukturen und der Ausbau der Telekommunikationslinien werden durch den Einsatz unterschiedlichster Verlegetechniken ermöglicht. Insbesondere in unterversorgten Gebieten ländlich strukturierter Regionen kann durch die Nutzung konventioneller und insbesondere innovativer alternativer Verlegetechniken der Glasfaserausbau zu den Gebäuden (Fiber to the Building (FTTB)) und Wohnungen (Fiber to the Home (FTTH)) signifikant beschleunigt werden. Es ist zu erwarten, dass durch die Verlegung in geringerer Verlegetiefe die Tiefbaukosten, die den überwiegenden Teil der Kosten des Ausbaus ausmachen, spürbar verringert und gleichzeitig die Geschwindigkeit der Projektrealisierung deutlich gesteigert werden. Gleiches gilt in bestimmten Fällen für die oberirdische Verlegung der Telekommunikationslinien. Das Gesetz nimmt in § 68 TKG zunächst keine Bevorzugung einer bestimmten Verlegeart – ober- oder unterirdisch – vor. Beide Arten der Verlegung können unter den jeweiligen Voraussetzungen gleichberechtigt zum Einsatz kommen.

Durch entsprechende Änderung der einschlägigen Vorschriften im TKG wurde es bereits 2012 gesetzlich für zulässig erklärt, dass die Verlegetiefe beim Breitbandausbau durch Nutzung der Micro- oder Minitrenching-Verfahren in Abweichung von den Allgemeinen Technischen Bestimmungen verringert werden kann. Ausgenommen hiervon sind gemäß § 68 Abs. 2 S. 4 TKG nur Bundesautobahnen und autobahnähnlich ausgebaute Bundesfernstraßen.

Im Zuge des DigiNetz-Gesetzes zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze wurde 2016 die bisherige Beschränkung zulässiger alternativer Verlegetechniken auf Mini- und Minitrenching in § 68 Abs. 2 TKG aufgehoben und allgemein die Verlegung in geringerer als der gewöhnlichen Verlegetiefe für zulässig erklärt. Damit sind nunmehr alle Verlegetechniken und Bauverfahren für in reduzierter Tiefe verlegte Glasfaserleitungen oder Leerrohrsysteme, die der Aufnahme von Glasfaserleitungen dienen, von der Ausnahmeregelung umfasst.

Da eine Verlegung in geringerer Verlegetiefe im Einzelfall das Schutzniveau für Telekommunikations-Infrastrukturen beeinträchtigen und den Erhaltungsaufwand des Straßenbausträgers insgesamt erhöhen kann, ist im Rahmen der Zustimmung des Wegebausträgers nach § 68 Abs. 2 S. 3 TKG eine gebundene Abwägungsentscheidung zu treffen.

Dabei ist dem Antrag auf Verlegung in geringerer Tiefe immer stattzugeben, wenn keiner der abschließend aufgezählten Ablehnungsgründe vorliegen. Ablehnungsgründe sind die wesentliche Beeinträchtigung des Schutzniveaus, die wesentliche Erhöhung des Erhaltungsaufwandes und vom Antragsteller nicht übernommene Aufwendungen für etwaige wesentliche Beeinträchtigungen.

Bei einer oberirdischen Verlegung kommen die gesetzlichen Normen des § 68 Abs. 2 S. 5 bis 7 TKG zur Anwendung, sodass die Interessen des Wegebausträgers, des Telekommunikationsnetzbetreibers und die städtebaulichen Belange abzuwägen sind, wobei in der Abwägung der Anschluss vereinzelt stehender Gebäude oder Gebäudeansammlungen berücksichtigt werden kann. Eine Verlegung sollte unterirdisch erfolgen, wenn diese im Rahmen einer Gesamtbaumaßnahme koordiniert werden kann.

Es ist Ziel dieser Broschüre, den Entscheidern vor Ort eine allgemeine Darstellung der Vor- und Nachteile der jeweiligen Verlegetechniken an die Hand zu geben, um die Vorteile einer alternativen Verlegung in allen hierfür geeigneten Fällen zum Zuge kommen zu lassen und damit den Breitbandausbau zu beschleunigen.

§ 68 Abs. 3 TKG 2016:

Bei der Verlegung oberirdischer Leitungen bedarf es gemäß § 68 Abs. 3 S.1 TKG grundsätzlich der Zustimmung des Wegebausträgers. Das BMVI hat jedoch klargestellt: Die Verlegung der Glasfaserfreileitungen auf bestehenden Holzmasten im Wege der bloßen „Mehring/Er Ergänzung“ bzw. im Austausch ist zustimmungsfrei, wobei eine Information des Wegebausträgers durch den Betreiber der Glasfasertelekommunikationslinie geboten ist. Soweit sich die Holzmasten oder etwa Gestänge/Querträger (Ausleger) bzw. die Leitungen nicht auf bzw. über, sondern längs der gewidmeten Verkehrswege befinden, ist § 68 TKG bereits nicht einschlägig, da dieser nur die Nutzung der öffentlichen Verkehrswege betrifft. Zustimmungspflichtig ist allerdings die Neuerrichtung, Vergrößerung oder Verschiebung von Masten. Wird jedoch die oberirdische Verlegung beantragt, sind die Interessen des Wegebausträgers, der Betreiber öffentlicher Kommunikationsnetze sowie die städtebaulichen Belange durch den Wegebausträger abzuwägen (§ 68 Abs. 3 S. 5 TKG).

In die Abwägung kann zugunsten einer Verlegung oberirdischer Leitungen insbesondere einfließen, dass vereinzelt stehende Gebäude oder Gebäudeansammlungen erschlossen werden sollen“ (§ 68 Abs. 3 S. 6 TKG). Das gerichtlich voll überprüfbare Ergebnis der Abwägung kann dann im Fall einer Zustimmung zur oberirdischen Verlegung mit Nebenbestimmungen versehen werden. Zu beachten ist auch, dass bei der Errichtung von Holzmasten Verkehrssicherungspflichten im Hinblick auf die Schaffung einer Gefahrenlage einzuhalten sind. Auch hierzu hat das BMVI eine entsprechende Klarstellung veröffentlicht, die für weitere erhebliche Erleichterungen bei der Errichtung sorgt. Demnach können die für die Glasfaserverlegung relevanten Holzmasten mit einer Länge von 7 bzw. 8 Metern im Regelfall ohne Schutzmaßnahmen in Form von Fahrzeugrückhaltesystemen errichtet werden.

Dieses Dokument dient einer Bestandsaufnahme zum Fragenkomplex der sogenannten „untiefen Verlegetechniken“ und beschreibt hierfür die gängigen Methoden zur mindertiefen Verlegung, erläutert ihre Einsatzzwecke, Einsatzbereiche sowie Kostenfaktoren und stellt Vor- und Nachteile gegenüber der klassischen Grabenbauweise dar. Da bisher nicht für alle Verlegetechniken allgemein verbindliche Regelwerke bestehen, werden ihre Vor- und Nachteile gegenüber der klassischen Verlegemethode des offenen Grabenbaus für die erforderliche Einzelabwägung in Fachkreisen offen diskutiert. Die vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) ins Leben gerufene Arbeitsgruppe Digitale Netze hat diese Diskussion aufgegriffen und stellt mit dieser Broschüre den Entscheidern vor Ort Erläuterungen und Abwägungshilfen als Entscheidungshilfe zur Verfügung.

Ferner enthält dieses Dokument einen Auszug aus zu beachtenden Regelwerken, die direkt oder indirekt Bestimmungen zur Festlegung von Grabentiefen zur Verlegung von Leitungen enthalten. In der AG sind neben dem zuständigen Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur Experten der Wirtschafts- und Verkehrsministerkonferenzen der Länder, der kommunalen Spitzenverbände, des Breitbandbüros des Bundes sowie der Telekommunikationsverbände und -unternehmen vertreten. Eine vollständige Auflistung der AG-Mitglieder findet sich am Ende der Broschüre.

2. Verlegungsmethoden und eingesetzte Techniken

Telekommunikationskabel und -leitungen werden in der Regel in einer Verlegetiefe von 60 cm verlegt. Im Straßenbereich können aber je nach Einsatzbereich auch Mindestüberdeckungen der zu verlegenden Kabelinfrastruktur bis zu 1,20 m oder mehr notwendig sein. Im Einzelfall sind die entsprechenden Regelungen der Allgemeinen Technischen Bestimmungen für die Benutzung von öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen durch Leitungen und Telekommunikationslinien (ATB-BeStra 2008) zu beachten.¹

Im weiteren Dokument wird für die Verlegung in „geringerer Tiefe“ aus Vereinfachungsgründen eine Verlegetiefe von 60 cm allgemein als Referenztiefe herangezogen.

Folgende Verlegetechniken werden derzeit im Tiefbau eingesetzt und werden im Folgenden im Hinblick auf ihre Eignung für die Verlegung in geringerer Tiefe gegenübergestellt:

- Offene Grabenbauweise
- Trenchingverfahren
- Horizontal-Spülbohrverfahren
- Pressbohrung (Erdraketentechnik)
- Pflugtechnik

Über die vorangestellten Verlegetechniken hinaus:

- Oberirdische Errichtung von Telekommunikationslinien

Im Rahmen der Einzelabwägung vor Ort sind die alternativen Verlegetechniken bzw. die oberirdische Errichtung von Telekommunikationslinien beim Straßenbau regelmäßig den Vor- und Nachteilen der klassischen offenen Grabenbauweise gegenüberzustellen, denn eine Abweichung ist

nur in Absprache mit dem Baulastträger, zum Beispiel der jeweiligen Kommune, möglich. Eine vergleichbare Abwägung sollte auch bei Gehwegen, Radwegen und sonstigen Straßenrandbereichen erfolgen.

2.1 Offene Grabenbauweise

Die offene Grabenbauweise ist ein Verfahren im Leitungstiefbau für die Erdverlegung von Ver- und Entsorgungsleitungen. Dabei wird die Erdoberfläche geöffnet und ein Graben ausgehoben. Die offene Grabenbauweise kommt in allen topologischen Szenarien zum Einsatz und ist grundsätzlich bei allen Arten von Oberflächen durchführbar.



Abbildungen 1 und 2: Offene Grabenbauweise
Quelle: atene KOM GmbH, Florian Schuh

¹ Auch nach den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen der Deutschen Telekom AG (DTAG), ZTV-TKNetz 10, beträgt die Mindestüberdeckung 50 cm. Die Mindestüberdeckung ist so zu wählen, dass die Leitungszone nicht in den Oberbau hineinragt.

Je nach zu verlegender Infrastruktur, Bodenart und bereits vorhandenen Infrastrukturen erfolgt die Erstellung des Grabens in unterschiedlicher Weise.

Für den Leitungstiefbau von Telekommunikationslinien werden sowohl Handschachtungen als auch Baugeräte (z.B. Minibagger) und Fräsen eingesetzt.

Nach dem Verlegen der Leitungen wird der ausgehobene Graben wieder verfüllt, der Boden lagenweise verdichtet und die Oberfläche wiederhergestellt. In Deutschland sind Grabentiefen bis zu 1,25 m ohne Abböschung der Grabenkante bzw. ohne Einsatz eines Grabenverbaus zulässig.

Die hier beschriebene offene Grabenbauweise in Regeltiefe dient als Referenzverfahren, um die im Folgenden dargestellten alternativen Verlegetechniken zu bewerten.

Vorteile offener Grabenbauweise in klassischer Verlegetiefe:

- Hohe Lebensdauer bei fachgerechter Ausführung
- I. d. R. keine Einschränkungen hinsichtlich Nennweite, Profilart und Rohrwerkstoff
- Verfügbarkeit von Rohren und Bauteilen mit definierten Materialeigenschaften

Nachteile offener Grabenbauweise in klassischer Verlegetiefe:

- Hoher Material- und Arbeitsaufwand
- Lange Bauzeiten
- Starke Beeinträchtigung des Bauumfeldes (z.B. Lärmbelastigung, Verkehrsstörungen)
- Schädigung intakter Oberflächen
- Gefährdung angrenzender Außenanlagen birgt Risiko hoher Zusatzkosten durch Beschädigung z.B. von Bewuchs
- Teilweise Abtransport des Aushubs erforderlich
- Damit insgesamt ein hoher Kostenaufwand

2.2 Offene Grabenbauweise mit geringerer Verlegetiefe

Die offene Grabenbauweise kann auch zur Verlegung in geringerer Tiefe genutzt werden. Bereits durch Abweichung von der Regeltiefe, der Durchführung in Geh- und Radwegen oder durch den Einsatz von Grabenfräsen können gegebenenfalls Einsparpotentiale realisiert werden.



Abbildungen 3 bis 5: Baustellenbereich mindertiefe Grabenfräse
Quellen: Deutsche Glasfaser Holding GmbH (3); BMVI (4 und 5)

So kann bei der offenen Grabenbauweise für FTTB/FTTH-Anschlussnetze die Verlegetiefe im Straßenrandbereich bzw. in Rad- und Gehwegen im Einzelfall auf 20-60 cm verringert werden. Das reduziert das Volumen des Aushubs und ermöglicht im gesamten Bauprozess von Öffnung, Trassenlegung, Verdichtung und Schließung nach Unter-

nehmensangaben eine Bauleistung von bis zu mehreren hundert Metern pro Tag. Anbieter können auch bei Verwendung der klassischen offenen Grabenbauweise durch eine geringere Verlegetiefe die Kosten des Leitungstiefbaus senken und die Geschwindigkeit bei der Realisierung von FTTB/FTTH-Netzinfrastrukturen erhöhen. Nachteil der offenen Grabenbauweise in geringerer Verlegetiefe ist das später erhöhte Risiko möglicher Kabelschäden (insbesondere bei fehlender bzw. fehlerhafter Dokumentation der verlegten Kabel), welches den Einsparpotentialen gegenzurechnen ist.

Vorteile offener Grabenbauweise in geringerer Verlegetiefe gegenüber klassischer Verlegetiefe:

- Reduzierter Kostenaufwand
- Erhöhung der Baugeschwindigkeit
- Gleichbleibend hohe Lebensdauer bei fachgerechter Ausführung

Nachteile offener Grabenbauweise in geringerer Verlegetiefe gegenüber klassischer Verlegetiefe:

- Erhöhtes Risiko möglicher Kabelschäden durch die geringere Verlegetiefe
- Höherer Dokumentationsaufwand
- Es verbleibt ein hoher, wenn auch reduzierter Kostenaufwand

2.3 Trenchingverfahren

Beim Trenching wird ein Schlitz in eine Straßendecke, einen Asphaltgeh- oder -radweg oder nicht befestigte Flächen gefräst oder gesägt, in den erdverlegbare Mikrorohre eingelegt werden und der dann unmittelbar danach mit einer Füllmasse verschlossen wird.



Abbildung 6: Trenching
Quelle: DTAG



Abbildung 7: Fräsrads im Graben
Quelle: LEONHARD WEISS GmbH & Co. KG

Trenching verspricht kurze Bauzeiten und deutlich niedrigere Baukosten gegenüber der Verlegung in der offenen Grabenbauweise.

Die Trenchingverfahren werden in Abhängigkeit der zu realisierenden Schlitz- bzw. Grabenbreite als Nano- (bis 2 cm), Micro- (8 cm bis 12 cm), Mini- (12 cm bis 20 cm) oder Macrotrenching (20 cm bis 30 cm) sowie nach der verwendeten Schneide- bzw. Frästechnik unterschieden.

Neben asphaltierten Oberflächen können auch andere Böden bei einer Breite bis 60 cm und einer Tiefe bis zu 200 cm bearbeitet werden.

Als innovative Verfahren zur Verlegung von Glasfaserkabeln in Straßen und Wegen stellen die Trenching-Technologien ein großes Potenzial für zügigen und kosteneffizienten Breitbandausbau dar.

Die Verfahren haben eine hohe Bauleistung von ca. 250 bis 600 m pro Tag und führen aufgrund der raschen Wiederverfüllung des Straßenkörpers zu einer Verminderung etwaiger Verkehrsbeeinträchtigungen. Alle 600 m bis 800 m sind Schächte für das Einblasen der Lichtwellenleiter-(LWL)-Kabel notwendig. Bei der Planung sind zukünftige Sanierungs- und Bauarbeiten am Straßenkörper zu berücksichtigen, so dass unter Beachtung der von der Forschungsgesellschaft für Straßenbau und Verkehr veröffentlichten „Hinweise für die Anwendung des Trenchingverfahrens bei der Verlegung von Glasfaserkabeln in Verkehrsflächen in Asphaltbauweise“ dieses bevorzugt im Bereich von Geh- und Radwegen eingesetzt werden sollte und hierbei der Zustand der vorhandenen Befestigung als ein Auswahlkriterium berücksichtigt werden muss. Die im Vorfeld der Arbeiten auszuführenden Voruntersuchungen hinsichtlich Beschaffenheit und Eignung des zu nutzenden Weges ermöglichen signifikante Einsparpotenziale im Regelfall erst ab einer bestimmten Länge der Verlegestrecke.

Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) hat auf der Basis bestehender Richtlinien und Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV/ZTV) sowie der Erfahrungen bei der Durchführung von Aufgrabungen im kommunalen Straßenbau ein Hinweispapier veröffentlicht (H Trenching²). In Ergänzung bestehender Regelungen enthält das Dokument Hinweise und Erläuterungen zum Aufbruch von Verkehrsflächen, zum Herstellen und Verfüllen von Leitungsgräben, zur Wiederherstellung der Oberbauschichten von Asphaltstraßen und zu Qualitätsanforderungen für Baustoffe und Bauverfahren. Neben allgemeinen Bestimmungen (bautechnische Grundsätze, zu verwendende Verfüllmaterialien, Festigkeitsanfor-

derungen) detaillieren die Hinweise auch Verfahren zur Bauausführung (Herstellung des Schlitzes, Verlegung der Leerrohre, Wiederherstellung des Oberbaus). Damit wird der technische Rahmen gebildet, der es Kommunen und Straßenbaubehörden erlaubt, beim Breitbandausbau mittels Micro-, Mini-, oder Macrotrenchingverfahren auf ein größtmögliches Maß an Sicherheit im Hinblick auf Erhalt von Substanz und Beschaffenheit der genutzten Straßen und Wege zu setzen.

Aufgrund der Vielzahl von Trenchingverfahren und mangels universell geeigneter Verfüllbaustoffe wurde über das Hinweispapier hinaus bisher kein formelles technisches Regelwerk für zu verwendende Verfüllbaustoffe zum dauerhaften Verschließen des Schlitzes erstellt, das sicherstellt, dass konstruktionsbedingte Anforderungen des Straßenbaus, wie ausreichende Verdichtung, Frostsicherheit, Wasserdurchlässigkeit und Wiederausbaubarkeit und Dauerhaftigkeit der Verfüllstoffe gewährleistet sind. Gleichwohl können Kommunen und Straßenbaubehörden auf Grundlage des Hinweispapiers ihre Abwägungsentscheidungen beim Breitbandausbau mittels z.B. Microtrenching treffen, um den Ausbauaufwand einerseits mit einem größtmöglichen Maß an Sicherheit im Hinblick auf den Erhalt von Substanz und Beschaffenheit der genutzten Straßen und Wege, insbesondere bei der Wiederherstellung des Oberbaus in der Asphaltbefestigung, andererseits in Einklang zu bringen. Eine besondere Bedeutung hat dabei die Wiederherstellung des Oberbaus in der Asphaltbefestigung. Das Hinweispapier empfiehlt hierfür eine geeignete Vorgehensweise.

Das Nano- oder Microtrenchingverfahren sollte nur bei Vorhandensein einer geeigneten Asphaltsschicht eingesetzt werden. Die Verlegung in der gegebenenfalls stufenförmig gesägten Fuge findet idealerweise innerhalb der Asphaltdecke statt.

Pilotversuche bei gepflasterten Oberflächen oder bei im Vorfeld beschädigten Asphaltdecken haben gezeigt, dass Trenching aufgrund der drohenden Durchtrennung der Verbundpflastersteine oder Platten durch das Sägeblatt dort nur eingeschränkt einsetzbar ist. Bei offener Bauweise sind gepflasterte Oberflächen dagegen vergleichsweise einfach aufzunehmen und wieder instand zu setzen. Beim Einsatz von Trenchingverfahren hingegen würden die

2 <https://breitbandbuero.de/hinweispapier-der-fgsv-zur-anwendung-des-microtrenching-veroeffentlicht/>.

Pflastersteine dauerhaft beschädigt. Der eingesetzte Verfüllstoff verfügt nicht über die gleichen Eigenschaften wie die Pflastersteine, was zu Beschädigungen bei Belastungen durch Verkehr oder durch Temperaturschwankungen führen kann.

Auch bei bereits beschädigten Asphaltstraßen ist die vorhandene Spannung der Straßenkonstruktion durch Verkehr und Witterungseinflüsse innerhalb des Straßenoberbaus bereits eingeschränkt. Durch den zusätzlichen Schlitz beim Trenchingverfahren wird die Konstruktion weiter geschwächt. Dies kann dazu führen, dass der Asphaltoberbau frühzeitig ausgetauscht werden muss. Hierbei müsste dann auch das in der Straße verlegte Glasfaserkabel ausgetauscht bzw. neu verlegt werden.

Vorteile der Trenchingverfahren gegenüber offener Grabenbauweise:

- Die Ausführung ist weniger aufwendig, Baukosten werden eingespart
- Die Baustellen sind generell kleiner (Wanderbaustellen)
- Die Baustellenzeit ist kürzer (250 – 600 m pro Tag möglich)
- Verkehrsbehinderungen und Belästigungen der Anwohner verringern sich

Nachteile der Trenchingverfahren gegenüber offener Grabenbauweise:

- Bei Verbund-Pflaster-Flächen und schadhafte Asphaltflächen kaum geeignet
- Erhöhtes Risiko möglicher Kabelschäden der verlegten Kabelinfrastruktur durch die geringere Verlegetiefe
- Praktische Restriktionen/Mehraufwand bei Hauseinführungen (z.B. Erfordernis eines zusätzlichen Kopflochs)
- Niveauveränderungen des Straßenkörpers durch Bodenverschiebungen oder Gebrauchseinwirkungen sowie Frost- oder Verdichtungsschäden sind möglich
- Technisches Regelwerk für den Einsatz von geeigneten Verfüllbaustoffen liegt noch nicht vor
- Ersatz oder Umlegung des Kabels im Zuge der baulichen Erhaltung der Straßenbefestigung erforderlich, wenn das Kabel im Asphaltoberbau angeordnet ist

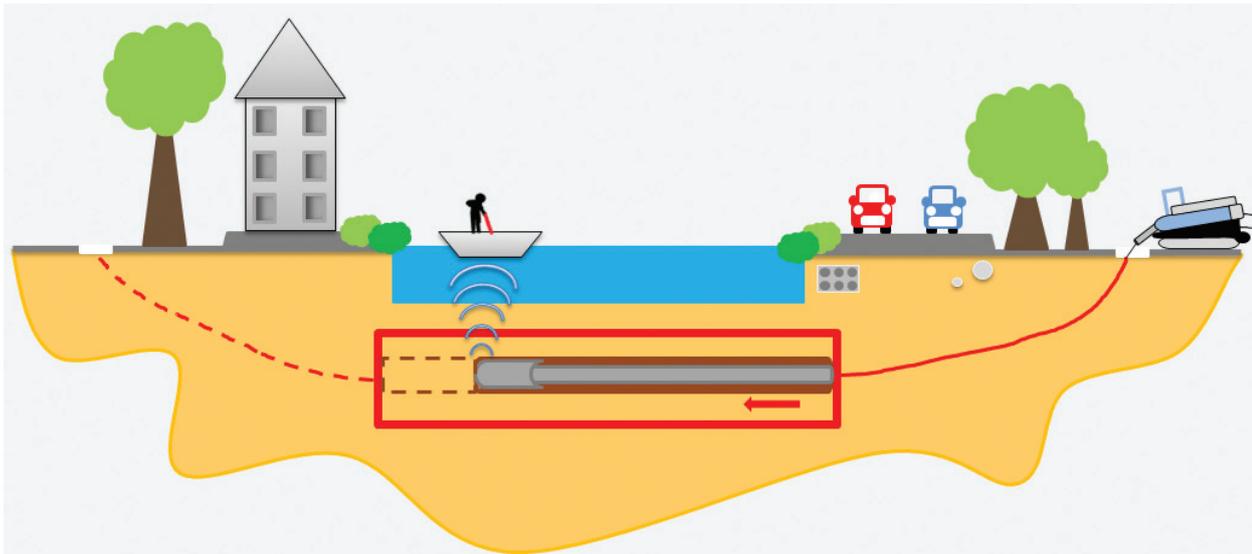


Abbildung 8: Spülbohrverfahren (Prinzipdarstellung), Quelle: BMVI

2.4 Horizontal-Spülbohrverfahren

Das Horizontal-Spülbohrverfahren ist eine Richtbohrtechnik, die es ermöglicht, grabenlos Kabelschutzrohre zu verlegen. Häufiger Einsatzbereich ist die Querung von Hindernissen wie Flussläufen, Alleen (Baumschutz) und Bahntrassen. Das Verfahren eignet sich auch für die Verlegung von Telekommunikationslinien in Geh- und Radwegen und wird bereits von vielen Marktteilnehmern standardisiert und über viele Distanzen genutzt. Es spart Kosten, Aufwand, Zeit und mindert die Belastung von Anwohnern bzw. Verkehrsteilnehmern.

Zwischen zwei Baugruben wird eine steuerbare Pilotbohrung durchgeführt. Die Wirkung von Rotation, Hub- und Stoßbewegungen und Verflüssigung ermöglicht einen Vortrieb bei unterschiedlichsten Bodenbeschaffenheiten. Mittels einer Bentonit-Bohrspülung (Bohrsuspension) wird das Erdreich zusätzlich gelockert und das Bohrgut aus dem Kanal gefördert (gespült). Durch das anschließende Verpressen der Bohrung mit dem Bentonit unter sehr hohem Druck durch den Bohrkopf wird zusätzlich das Erdreich rund um die Bohrung in einem Ringbereich stabilisiert. Nach der durchgeführten Pilotbohrung wird eine Räum- oder Ausweitbohrung vorgenommen. Hierzu wird der Bohrkopf in der Zielbaugrube ausgetauscht und dieser erweitert beim Zurückziehen des Bohrgestänges den vorhandenen Kanal. Wassergesättigte Böden oder das Auftreten von Grundwasser stellen kein Problem dar. Sie sind aufgrund des verringerten Spülungsverlustes sogar vorteilhaft.

Das Horizontal-Spülbohrverfahren kommt insbesondere dann zur Anwendung, wenn ein offener Tiefbau nicht möglich oder wirtschaftlich nicht realisierbar ist. Hierzu zählt vor allem die Querung von Hindernissen. Weitere Anwendungsfelder sind der Einsatz bei besonders schützens-

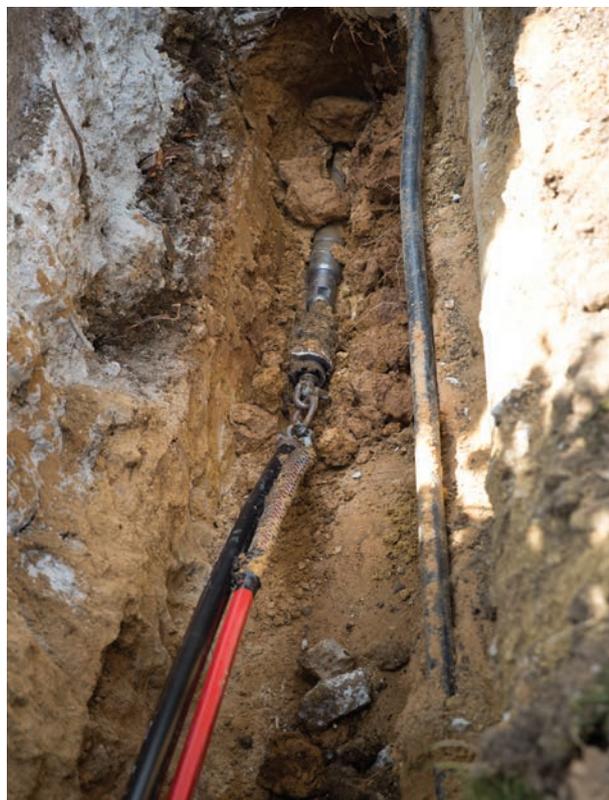
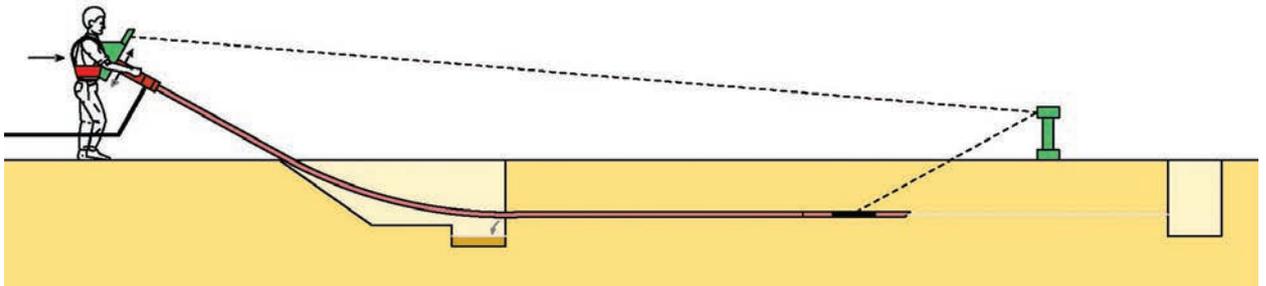
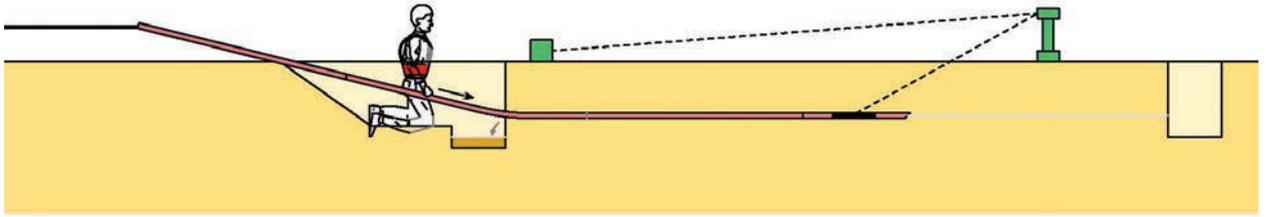


Abbildung 9: Spülbohrverfahren – Bohrkopf an der Einführungsstelle
Quelle: atene KOM GmbH, Florian Schuh

werten Oberflächen, wie unter Denkmalschutz stehenden Pflasterungen oder Naturschutzgebieten.

Das Horizontal-Spülbohrverfahren wird je nach eingesetztem Bohrgerät in unterschiedlichen Maximaltiefen durchgeführt. Kleine Bohrgeräte können Tiefen bis zu 10 m erreichen, große Bohrgeräte mit Bohrlängen von bis zu 2 km können Tiefen von 300 m und mehr erreichen.



Abbildungen 10 und 11: Prinzipdarstellung des Spüllanzverfahrens (oben: Manuelles Schieben, unten: Einsatz eines Drehantriebs)
Quelle: easy2jet

Mitunter können kostenintensive Untersuchungen der ausgespülten Böden vor einer Entsorgung nötig sein.

- Eine Sonderform des Horizontal-Spülbohrverfahrens stellt das sog. Spüllanzverfahren dar, bei dem Baugruben ferngesteuert über kürzere Distanzen mit einer

nahezu waagerechten Spülbohrung verbunden werden können. Beim Einsatz einer Spülgarnitur aus Kunststoff und rein manuellem Vorschub ohne Drehantrieb kann die Gefahr der Beschädigung bereits im Boden vorhandener Leitungen und Kabel stark verringert werden.

Vorteile des Horizontal-Spülbohrverfahrens gegenüber klassischer Verlegung:

- Einsetzbarkeit in vielen Bodenarten
- Geringerer Materialeinsatz
- Kürzere Bauzeit
- Weniger beanspruchte Verkehrsflächen
- Geringere Beschädigung der Oberflächen
- Geringerer Aufwand bei der Wiederherstellung der Oberflächen
- Hohe Praktikabilität bei der Anbindung von FTTB/ FTTH-Hausanschlüssen
- Weniger Baustoffmengen; grabenlos verlegte Leitungen besitzen eine längere Lebensdauer

Besonderheiten des Spüllanzverfahrens:

- Kontinuierliche Vermessung des Spülkopfes, d.h. jederzeitige Positionskenntnis
- Zwischengruben oder Bergegruben können mit minimalem Aufwand erstellt werden
- Geringere Wahrscheinlichkeit von Schäden an Fremdleitungen
- Nur Betriebsdruck von 3,5 bis 8 bar gegenüber 15 bis 80 bar bei Horizontalbohrungen, deshalb keine Ausbläser bei geringer Überdeckung (ab 0,4 m)

Nachteile des Horizontal-Spülbohrverfahrens gegenüber klassischer Verlegung:

- Durch Ein- und Austrittswinkel ggf. Teilstreckenrückbau erforderlich
- Kenntnis vorhandener Infrastruktur notwendig, um Schäden zu verhindern
- Bei Benutzung in geringer Tiefe (< 20-30 cm) kann es durch die Verdrängung zu Oberflächenhebungen und -verformungen kommen (z.B. angehobene Bordsteine)
- Unter Umständen unerwünschtes oberflächiges Austreten der Bohrsuspension insbesondere bei geringer Tiefenlage und lockeren, nicht bindigen Böden (Ausbläser)
- Zum Teil werden Umwelt- sowie Gesundheitsbedenken bezüglich der Bentonit-Bohrsuspension und ihrer Inhaltsstoffe (Additive) laut; ggf. Beurteilung der Eignung des Bodens für die Anwendbarkeit des Verfahrens erforderlich

Besonderheiten des Spüllanzverfahrens:

- In steinigem Boden nicht einsetzbar, Hindernisse müssen ausgegraben werden
- Kostengünstiger als das klassische Horizontal-Spülbohrverfahren

2.5 Pressbohrung (Erdraketentechnik)

Die Erdraketentechnik ist ein Bodenverdrängungsverfahren, bei dem ein pneumatisch angetriebener Bodenverdrängungshammer (Erdrakete) mittels Druckluft durch das Erdreich getrieben wird. Durch die entstandene Erdröhre wird unmittelbar im gleichen Arbeitsgang ein Schutzrohr im Hin- oder Rücklauf der Rakete eingezogen. Damit macht auch die Erdraketentechnik ein unterirdisches Verlegen ohne Öffnung der Oberfläche möglich. Die Überdeckungshöhe muss allerdings mindestens dem Zehnfachen des Durchmessers der Erdrakete entsprechen, um Aufwölbungen der Geländeoberfläche zu vermeiden.

Das Verfahren erlaubt die Verlegung auf Längen von bis zu 50 m bei Durchmessern von 65 - 180 mm.

Die Erdraketentechnik eignet sich für Bodengruppen nach DIN 18196. In Mooren oder sehr felsigen Böden kann sie nicht eingesetzt werden.

Eine aktive Steuerung der Pressbohrung im Erdreich ist anders als bei der Spülbohrung nicht möglich. Falls die einmal ausgerichtete Erdrakete durch Hindernisse im Erdreich blockiert wird, muss ein Rücklauf zur Startgrube möglich sein. Das Verfahren eignet sich besonders für kurze Querungen von Verkehrswegen, da der Verkehr bei diesem Verfahren nicht behindert wird. Zudem kommt die Erdrakete auch bei der Herstellung des Hausanschlusses zum Einsatz, um ein Aufgraben des Grundstücks zu umgehen. Es müssen lediglich eine Start- und eine Zielgrube ausgehoben werden. Ein abgewandeltes Verfahren ermöglicht das Ansetzen der Erdrakete innerhalb der anzuschließenden Räumlichkeiten, womit ein vorgelagerter Grubenaushub entfallen kann. Zur Vermeidung von Schäden des Wurzelbereichs von Bäumen können Erdraketen mit einem glatten Aufsteckkopf zum Einsatz kommen.

Vorteile der Pressbohrung gegenüber klassischer Verlegung:

- Das Verfahren ist weniger aufwendig und spart Baukosten
- Die Baustellen sind kleiner (Kopflöcher am Anfang und am Ende der Strecke)
- Verkürzte Baustellenzeit, damit verringern sich Verkehrsbehinderungen, Luftverschmutzung durch Abgase und Belästigungen der Anwohner



Abbildungen 12 und 13: Erdraketentechnik zur Herstellung eines Hausanschlusses, Quelle: REHAU AG+Co

Im Vergleich zu der Horizontal-Spülbohrung ist die Erdraketentechnik weniger aufwendig und schneller einsetzbar. Die Druckluft kann mit einem Baustellenkompressor erzeugt werden.

Eine untiefe Verlegung ist mit diesem Verfahren möglich, bietet dabei aber keinen signifikanten wirtschaftlichen Vorteil, sondern birgt in Abhängigkeit vom Bohrdurchmesser vielmehr bei zu flacher Ausführung das Risiko der Zerstörung von Oberflächen (Minderdeckung führt immer zur Aufwölbung).

Nachteile der Pressbohrung gegenüber klassischer Verlegung:

- Das Verfahren wird fast ausschließlich für Hausanschlüsse genutzt
- Gefahr von Zerstörungen vorhandener Infrastrukturen, eine genaue Kenntnis der Lage ist notwendig
- Nur Ausrichtung aber keine Steuerung möglich
- Nur kurze Strecken von 15 - 20 m möglich
- Bei Benutzung in Tiefen von ca. 20 - 30 cm kann es durch die Verdrängung zu Oberflächenanhebungen und -verformungen kommen (z.B. angehobene Bordsteine)
- Beim Auftreten von Hindernissen in der Trasse ggf. umfangreiche Anpassungen der Verlegetrassen erforderlich

2.6 Pflugverfahren

Beim Pflugverfahren wird ein Verlegepflug mit Hilfe einer Zugmaschine durch das Erdreich gezogen. In die dadurch entstehende Furche wird ein flexibles Leerrohr verlegt. Mikrokabelrohrverbunde sind durch ihre Flexibilität und durch die Liefermöglichkeit auf Trommeln besonders für das direkte Einpflügen geeignet.

Je nach Beschaffenheit des Bodens können pro Tag bis zu 5.000 m Leerrohr verlegt werden. Das Pflugverfahren eignet sich nicht für die Verlegung im Fels. Der Aushub kann leicht wieder eingebracht und verdichtet werden. Die Leitungszone bleibt bestehen, der durchschnittene Bereich darüber lässt sich durch Verdichtung einfach wieder andrücken.

Es können Leerrohre mit einem Außendurchmesser bis 250 mm und in einer Tiefe von maximal 2 m verlegt werden. Durch die fehlende Rohrkanalbettung besteht zwar eine latente äußere Krafteinwirkung. Erfahrungsgemäß sind jedoch Verkehrslasten bis 60 t Gesamtlast (SLW 60) bei einer Überdeckungshöhe von über 0,9 m problemlos möglich.

Das Verfahren ist vergleichsweise kostengünstig und erlaubt das Verlegen von weiten Strecken bei geringem Aufwand. Beispielsweise können Ortschaften entlang von Straßen oder Feldwegen miteinander verbunden werden. Allerdings kann es nur auf unversiegelten Oberflächen eingesetzt werden und eignet sich daher nicht für asphaltierte Straßen. Hindernisse auf der Oberfläche, ein zu starkes Gefälle oder schlecht befahrbares Gelände können das Verfahren stark behindern oder unmöglich machen.

Eine untiefe Verlegung bietet bei dem Verfahren geringe wirtschaftliche Vorteile. Bei einem Einsatz auf oder an landwirtschaftlichen Wegen besteht bei mindertiefer Verlegung eine gesteigerte Gefahr der Zerstörung der Kabel durch die Ackerwirtschaft.



Abbildungen 14 und 15: Leerrohrverdichtung im Pflugverfahren
Quelle: econtech GmbH

Vorteile des Pflugverfahrens gegenüber klassischer Verlegung:

- Extrem hohe Verlegeleistungen (bis zu 5 km am Tag)
- Einsetzbar in unterschiedlichsten Geländeformen
- GPS-Messung während der Verlegung (Wegfall zusätzlicher Vermessungskosten)
- Rohrkanalbettung durch Einsandung der Leitung möglich
- Kostengünstige Verlegeart
- Sofortige Wiederherstellung der Trasse
- Geringe Verkehrsbeeinträchtigung
- Mehrfachverlegung von Leerrohren möglich

Nachteile des Pflugverfahrens gegenüber klassischer Verlegung:

- Nicht auf versiegelten Flächen anwendbar
- Gefahr von Zerstörungen vorhandener Infrastrukturen; Notwendigkeit genauer Lagekenntnis
- Keine beliebige Bettung der Leerrohre möglich
- Möglichkeit von Riefenbildung beim Nachziehverfahren

2.7 Verlegung im Abwasserkanal

Eine Verlegung von Leerrohren und Glasfaserkabeln in Abwasserkanälen kann eine weitere Möglichkeit sein, Tiefbaukosten zu vermeiden und damit den Breitbandausbau kostengünstig voranzutreiben. Allgemein werden zwei Einbauszenarien unterschieden: Der direkte Einbau in den Kanal und der Einbau im Rahmen von Kanalsanierungen. Je nach Kanaldurchmesser und -zustand kommen im Einzelfall unterschiedliche Verlegeverfahren in Frage. Die derzeit bekannten Verfahren, wie z.B. die Verwendung von Spannrings (sog. Briden) bzw. von Ankern (Dübeln), die in der Kanalrohrwand befestigt werden, oder von Schlauch- und Kurzlinern, werden im Merkblatt DWA-M 137-1 „Einbauten Dritter in Abwasseranlagen – Teil 1: Elektronische Kommunikationseinrichtungen“ der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) dargestellt und bewertet.



Abbildung 16: Verwendung von Spannrings (sog. Briden),
Quelle: Fast Opticom AG



Abbildung 17: Kabelbefestigung mittels Doppelanker,
Quelle: JT-elektronik GmbH

Der Einbau in Abwasseranlagen ist grundsätzlich sowohl in begehbaren als auch in nicht begehbaren Kanälen möglich. Je nach Verlegeverfahren und technischem Zustand eignen sich sowohl betriebene als auch stillgelegte Abwasseranlagen. Der direkte Einbau erfolgt in nicht begehbaren Kanälen mit einem Durchmesser ab 20 cm (DN 200) z.B. mittels Verlegeroboter und in begehbaren Kanälen auf manuelle Art und Weise. Der Einbau im Rahmen von Kanalsanierungen in nicht begehbaren Kanälen ab DN 100 erfolgt mit Schlauch- und Kurzlinern. Schlauchliner werden auch in begehbaren Kanälen eingesetzt.

Bei allen Verfahren sind die technische Eignung und der Zustand der Abwasseranlagen im Einzelfall eingehend zu prüfen, damit keine Einschränkung der Funktionsfähigkeit des Kanals stattfindet. Der Einbau ist mit dem Abwasserbetrieb abzustimmen und der Stand der Technik ist einzuhalten, insbesondere das Merkblatt DWA-M 137-1. Satzungen und Grunddienstbarkeiten der Abwasserbetriebe sind zu prüfen und ggf. anzupassen.



Abbildung 18: Einbau Schlauchliner zur Kanalsanierung und Schutzrohrpaket für Kabel,
Quelle: BKP Berolina Polyester GmbH & Co. KG



Abbildung 19 Einbau Kurzliner zusammen mit Schutzrohr für Kabel, Quelle: Gerald Preuß, Baubetriebshof der Stadt Oer-Erkenschwick

Vorteile der Verlegung im Abwasserkanal gegenüber klassischer Verlegung:

- Weitestgehende Vermeidung von Tiefbauarbeiten
- Keine Kollision mit anderen Versorgungsleitungen bei Bau, Wartung und Betrieb
- Schnelle Verlegung bei geeigneten Abwasseranlagen
- Keine Beschädigungen der Kabel bei zukünftigen Tiefbauarbeiten, da das Abwassernetz wesentlich tiefer liegt als herkömmlich verlegte Kabel
- Installation unabhängig von der Tages- und Jahreszeit möglich
- Einsatz auch bei schwierigen oberirdischen Verhältnissen, insbesondere bei eingeschränkter Zugänglichkeit der Oberflächen
- Das Verlegeverfahren ist weniger aufwendig und spart Baukosten insbesondere bei versiegelten Oberflächen und schwierigen Bodenverhältnissen
- Insbesondere geeignet für Punkt zu Punkt-Anbindungen, Behördenetze, Schulen ans Netz, FTTC/FTTB in Gewerbegebieten, Firmenvernetzung

Nachteile der Verlegung im Abwasserkanal gegenüber klassischer Verlegung:

- Einbau nur möglich, wenn baulicher Zustand und betriebliche und hydraulische Verhältnisse des Kanals und der Schächte für das jeweilige Verfahren geeignet sind – daher Prüfung des Kanalzustandes erforderlich
- Bei Fräs- und Ankerverfahren ist eine ausreichende Wanddicke erforderlich; eine Schädigung des Kanalrohrs ist möglich
- Einbauten können bei nicht fachgerechter Befestigung zu Abflusshindernissen werden – daher müssen Einbausituation und verwendete Materialien hochdruckspülfest sein und der Kanalatmosphäre standhalten
- Möglicher Mehraufwand des Kanalbetriebs und bei Kanalsanierungen sind vorab abzuschätzen und vertraglich zu regeln (z.B. Betriebssicherheit, Störungsbeseitigung, Betriebswartung, Inspektionsarbeiten, Sanierung/nachträgliche Änderung der Kanäle und Rückbaumaßnahmen)
- Alle in Kanalisationsanlagen eingebauten Komponenten unterliegen den besonderen Auflagen des Explosionsschutzes (Ex-Schutz)
- Der Aufwand kann sich durch die Verlegetiefe der Kanäle sowie bei Kabelaustritten zu den Gebäuden, insbesondere bei dichter Wohnbebauung, erhöhen

2.8 Oberirdische Errichtung von Telekommunikationslinien

In Anbetracht der hohen Kosten des Glasfaserausbaus und insbesondere der Tiefbaukomponente richtet sich der Blick auf die verstärkte Nutzung alternativer und kostensenkender Verlegungsmethoden. Dazu zählt auch die oberirdische Verlegung mittels Holzmasten. Gerade in ländlichen Gebieten, wo die Breitbandversorgung von hoher Bedeutung aber auch mit größeren Aufwänden verbunden ist, sollte die oberirdische Errichtung von Telekommunikationslinien von Kommunen und Unternehmen stärker in Betracht gezogen werden.

Die oberirdische Verlegung, insbesondere von Glasfaserleitungen, mittels Holzmasten ist eine bisher vernachlässigte Möglichkeit zur kostengünstigen Verlegung von Infrastruktur für das Gigabit-Internet.



Abbildung 21: Glasfasermuff am Mast,
Quelle: Deutsche Telekom Technik GmbH

Die oberirdische Bauweise kommt im Zuge des Breitbandausbaus und der -versorgung, besonders für die Anbindung abgesetzter Lokationen im Rahmen der Erschließung ländlicher Räume, in Betracht. Sie dient etwa zur Versorgung sehr kleiner Ortsteile mit wenigen Gebäuden oder außerhalb einer Ortschaft gelegener Objekte, wie auch für eine effiziente Überbrückung von größeren Strecken. Sie kann für Infrastrukturen, wie FTTx³, Hybrid Fiber Coax (HFC) oder für die Anbindung von Mobilfunkbasisstationen genutzt werden.

Die mit einer oberirdischen Verlegung einhergehenden Vorteile und Kosteneinsparungen lassen sich dabei in erster Linie dann realisieren, wenn vorhandene Masten für die Anbringung spezieller Glasfaserkabel mit Zug-/Stützelementen, eines kleinen Leerrohres oder eines Luftkabels (EN 60794-3, EN 60794-3-20, EN 60794-3-21, siehe Abschnitt 3: Richtlinien und technische Bestimmungen) verwendet werden können und andere kostengünstige Verlegeverfahren (z.B. Pflügen) aufgrund der Bodenbeschaffenheit oder anderer Zwänge nicht nutzbar sind.



Abbildung 20: Oberirdische Telekommunikationslinie,
Quelle: Deutsche Telekom Technik GmbH

3 FTTx: Oberbegriff für Glasfaseranschluss-Technologien bis zum Kunden. Das erweiterbare x steht hier als Platzhalter für die typischen Ausbauten: „H“ für „home“ (Wohnung), „B“ für „building“ (Haus) und „C“ für „curb“ (Kabelverzweiger/Multifunktionsgehäuse). Die Glasfaser wird dabei unterschiedlich weit zum Endkunden gelegt.

Sie kommt insbesondere in der Ableitungsebene, z.B. bei der Verbindung zwischen den zu versorgenden Gebäuden bzw. Grundstücken und einem Verzweigerpunkt bzw. Point Of Presence (POP) „auf der letzten Meile“ des jeweiligen Netzes zum Einsatz. In seltenen Fällen wird die oberirdische Verlegung an den Holzmasten auch in der Zuleitungsebene im Backbone verwendet (siehe <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/ag-digitale-netze-handreichung-materialkonzept.html>, vergleiche Seiten 8 und 9).

Beispielhafte Anwendungsszenarien für die oberirdische Verlegung sind dabei die Anbindung von:

- Wohnhäusern und Gehöften außerhalb geschlossener Ortschaften bzw. im Außenbereich (z.B. Aussiedlerhöfe)
- sonstigen touristisch genutzten Gebäuden (z.B. Campingplätzen, Gebirgshütten)
- sonstigen entlegenen, behördlich genutzten Gebäuden (z.B. Forst-Dienststellen, Pumpstationen etc.)
- Mobilfunk-Basisstationen (etwa im Wald oder auf Hügeln)

Darüber hinaus kommt eine oberirdische Verlegung z.B. auch in Betracht für eine Leitungsführung entlang von Bahntrassen sowie Wasser- und Schifffahrtstraßen.

Die Nutzung vorhandener Trägerstrukturen, z.B. einer Freileitung an Holzmasten, ist dabei weiterhin kostensenkend, da die Materialkosten vergleichsweise niedrig sind und die Montagearbeiten bei geeigneten Trägerstrukturen schnell und im Vergleich kostengünstig umgesetzt werden können.

Die oberirdische Bauweise ist ein anerkanntes Verfahren, bei dem, besonders in ländlichem Gebiet, schnell und kostengünstig größere Strecken überbrückt werden können. Die nur gering erforderliche Erdbewegung wirkt sich schonend auf die Umwelt aus.

Eine oberirdische Linie beginnt am Übergang einer unterirdischen Kabelanlage auf eine oberirdische Kabelanlage und endet an einer Abschlusseinrichtung in oder am Gebäude.



Abbildung 22: Mast mit Querträger und Verzweiger für Kupferkabel, Quelle: Deutsche Telekom Technik GmbH



Abbildung 23: Oberirdische Telekommunikationslinie, Quelle: Breitbandzentrum Niedersachsen-Bremen

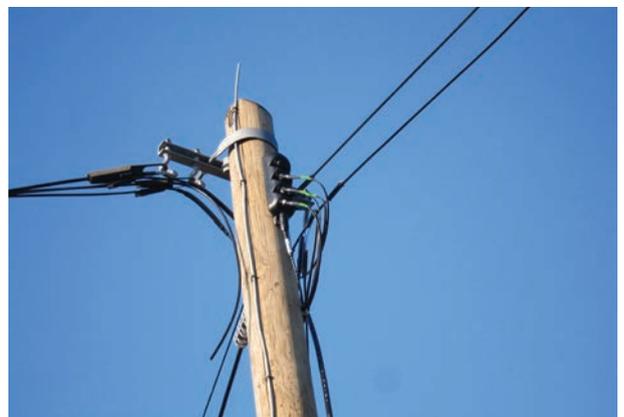


Abbildung 24: Gf-MastBox für Hausanschlüsse, Quelle: Deutsche Telekom Technik GmbH

Bei der Auswahl der Maststandorte sind die Bodenbeschaffenheit sowie die Besonderheiten in Gebieten mit felsigem Untergrund, mit und ohne Wohnbebauung, in Mooren, in Dünen- und Flugsandregionen, in Naturschutz- und Landschaftsschutzgebieten, in der Nähe von Biotopen, Wäldern, und in Abschnitten mit hohem Grundwasserstand zu beachten.

Des Weiteren ist auf evtl. vorhandene Anlagen/Kabel/Leitungen und Versorgungsinfrastrukturen anderer Versorger zu achten.

Für die Einhaltung der Verkehrssicherungspflicht sind regelmäßige Inspektionen durchzuführen, anhand derer der Materialzustand beurteilt wird und ggf. Instandsetzungsarbeiten eingeleitet werden können.

Vor dem Besteigen eines Mastes ist immer eine Standsicherheitsprüfung durchzuführen.

Vorteile der oberirdischen Verlegung gegenüber klassischer Verlegung:

- Schnelle und einfache Verlegung/Ergänzung⁴ an den bestehenden oberirdischen Mastlinien möglich
- Kostengünstig
- Langjährig bewährte Verlegevariante
- Höhere Ausbaugeschwindigkeit im Vergleich zum klassischen Tiefbau
- Einfachere und schnellere Entstörung, da kein Tiefbau erforderlich

Nachteile der oberirdischen Verlegung gegenüber klassischer Verlegung:

- Wiederkehrende Kosten für regelmäßige Inspektionen und Instandhaltung der oberirdischen Linie
- Einfluss Belastung durch Witterung: Wind, Eis, extremes Wetter, UV-Strahlung
- Die Verbindung ist unter Umständen für Notfall-Kommunikation im Katastrophenfall nicht geeignet, da sie oberirdisch den Witterungs- und Sabotageeinflüssen ausgesetzt ist
- Beschädigung durch Dritte (z.B. Vandalismus, Vogelfraß)
- Alternative Bauweisen z.B. Pflügen, HDD-Bohrungen, etc. sind weniger wartungs- und störanfällig
- Entsorgung der Holzmasten aufgrund der begrenzten Lebensdauer muss berücksichtigt werden
- Eingeschränkter Nutzungsbereich der oberirdischen Verlegemethode
(siehe Anmerkungen/Einschränkungen in der Tabelle 2.7)

4 Eine Ergänzung ist ein Hinzufügen von Kabeln an eine bestehende oberirdische Mastlinie ohne Änderung der Mastdimensionierung, des Maststandortes oder einer Mastverstärkung.

2.9 Tabellarische Gesamtübersicht der Verlegeverfahren

Verlegemethode	Technische Merkmale	Einsatzgebiete	Einschränkungen	Baukosten
Offene Grabenbauweise in klassischer Verlegetiefe	<ul style="list-style-type: none"> - Offene Bauweise mit Rücknahme und Wiederverwendung der Pflasterung, Gehwegplatten; Grabungen durch Bagger, Fräsen oder Handschachtung - < 100 m Tagesleistung 	<ul style="list-style-type: none"> - Innerorts, außerorts - Für Strecken mit oder ohne bereits existierende(r) Infrastruktur geeignet (bei vorhandener Infrastruktur durch Handschachtung oder geringere Verlegetiefe/seitlichen Versatz einsetzbar) 	<ul style="list-style-type: none"> - Schädigung intakter Oberflächen nur im Falle einer Asphalt- bzw. Betondecke - Keine Schädigung sonstiger Oberflächen, da offene Bauweise Pflaster und Gehwegplatten vor Beginn des Fräs- oder Aushubvorgangs entnimmt und später wieder einsetzt - Oberflächendokumentation und Abnahme verhindern Schäden 	Hoch
Offene Grabenbauweise in geringerer Verlegetiefe	<ul style="list-style-type: none"> - Wie oben, aber mehrere hundert Meter als Tagesleistung möglich 	<ul style="list-style-type: none"> - Innerorts, außerorts - Für Strecken mit oder ohne bereits existierende(r) Infrastruktur 	<ul style="list-style-type: none"> - Schädigung intakter Oberflächen möglich 	Mittel
Trenching	<ul style="list-style-type: none"> - Durch Novellierung des TKG anerkannte „untiefe Verlegung“ nach § 68 Abs. 2 S. 2 - Tiefe: Je nach Verfahren 10 bis 50 cm - Breite: Je nach Verfahren 2 bis 30 cm - Mehrere hundert Meter als Tagesleistung möglich 	<ul style="list-style-type: none"> - Realisierung im Anschlussliniennetz 	<ul style="list-style-type: none"> - Nicht auf allen Oberflächen anwendbar - Oberflächenschädigung intakter Straßensubstanz und damit Verkürzung der Lebensdauer 	Mittel bis hoch

Verlegemethode	Technische Merkmale	Einsatzgebiete	Einschränkungen	Baukosten
Horizontal-Spülbohrverfahren	<ul style="list-style-type: none"> - Steuerbare Bohrung zwischen zwei Baugruben - Entfernungen von wenigen Metern bis zu mehreren hundert Metern überbrückbar - Tiefe des Bohrverlaufs variabel bis zu mehreren hundert Metern 	<ul style="list-style-type: none"> - Innerorts, außerorts - Unterquerung von Hindernissen (Flüsse, Bahntrassen) - Bei teureren oder schützenswerten Oberflächen - Grundsätzlich zur Beschleunigung und Kostenreduktion auch im Anschlussbereich anwendbar - Punkt zu Punkt-Verbindungen auf der Längstrasse 	<ul style="list-style-type: none"> - Detaillierte und vollständige Übersichten vorhandener Infrastrukturen sind notwendig 	Mittel bis hoch
Pressbohrung (Erdrakete)	<ul style="list-style-type: none"> - Mittels Baustellenkompressor, druckluftbetriebene Bodenrakete 	<ul style="list-style-type: none"> - Innerorts, außerorts - Insbesondere bei Straßenquerungen und Hausanschlüssen für FTTH/FTTB 	<ul style="list-style-type: none"> - Nur verdrängungsfähige Böden - Nur für kurze Strecken (15 - 20 m) - Übersicht vorhandener Infrastrukturen ist notwendig 	Mittel
Pflugverfahren	<ul style="list-style-type: none"> - Durch Zugkraft mittels im Erdreich bewegten Verlegepflug - Verlegung bis zu 5 km pro Tag 	<ul style="list-style-type: none"> - Außerorts auf nicht befestigten Strecken und entlang von Straßen 	<ul style="list-style-type: none"> - Nur außerorts - Latente äußere Krafteinwirkung bei fehlender Rohrkabellattung 	Niedrig bis mittel
Verlegung in Abwasserkanälen	<ul style="list-style-type: none"> - Je nach Kanaldurchmesser und -zustand kommen unterschiedliche Verlegeverfahren in Frage, - z.B.: Befestigung an der Kanalrohrwand mittels Spannringen (sog. Briden) bzw. Ankern (Dübeln) oder Verlegung mit Schlauch- oder Kurzlinern mit eingebautem Schutzrohr(paket) 	<ul style="list-style-type: none"> - Innerorts, außerorts - Verlegung in existierender Infrastruktur - Insbesondere geeignet für Punkt zu Punkt-Anbindungen, Behördenetze, Schulen ans Netz, FTTC/FTTB in Gewerbegebieten, Firmenvernetzung 	<ul style="list-style-type: none"> - Einbau nach dem Stand der Technik nur in geeigneten Abwasseranlagen - Prüfung des Kanalzustandes erforderlich - Funktionsfähigkeit des Kanals darf nicht eingeschränkt werden - Erfordert vertragliche Regelungen für Einbau und Betrieb zwischen Kanal- und Kabelbetreiber 	Mittel

Verlegemethode	Technische Merkmale	Einsatzgebiete	Einschränkungen	Baukosten
Oberirdische Errichtung von Telekommunikationslinien	<ul style="list-style-type: none"> - Mastlinie mit Feldlängen bis zu 100 m - Oberirdische Linien bestehen aus Holzmasten, Mastverstärkungsbauteilen (Anker, Strebe), Kabeln, Aufhänge- und Befestigungsvorrichtungen (Querträger, Abspann-, Hängeklemme, ...), Verbindungsbauteilen für Kabel, Abschlusseinrichtungen für Kabel und Erdungsanlagen (Masterder, Potentialausgleich (PotA)) - Die Anzahl der möglichen Glasfaser-Kabel je Mast richtet sich nach der max. Nutzlast des Holzmastes, nach den resultierenden Zugkräften und nach der max. Anzahl der Mastbefestigungen (Querträger, Abspann-, Hängeklemme) 	<ul style="list-style-type: none"> - Innerorts, außerorts - Breitbandige Erschließung ländlicher Gebiete - Versorgung abgelegener Standorte 	<ul style="list-style-type: none"> - Gebiete mit dichter Bebauung - Bereiche mit Denkmalschutz und anderem Schutzstatus (z.B. Weltkulturerbe) - Kreuzung von Straßen, Verkehrsanlagen und Versorgungsleitungen - Autobahnen - Straßen mit sehr viel Verkehr - Mehrspurige Straßen - Straßen mit oberirdischer Fahrleitung z.B. Straßenbahn - Alle Kreuzungen mit Gleisanlagen - Straßen und Verkehrsanlagen wo eine Mindestdurchfahrthöhe nicht gewährleistet wird - Auf Brücken (keine Maststandorte) - Auf Flughäfen und Landeplätzen - Trassen im Wasser (Wattgebiete, Binnensee, Häfen und Flüsse) - Gefährdung Standsicherheit Mast durch Bodenbeschaffenheit 	Niedrig bis mittel

2.10 Tabellarische Gesamtübersicht der Anwendungsszenarien

Anwendungsszenarien	Offene Grabenbauweise	Offene Grabenbauweise mittels Grabenfräse	Trenchingverfahren	Pressbohrung (Erdrakete)	Horizontal-Spülbohrverfahren	Pflugverfahren	Verlegung in Abwasserkanälen	Oberirdische Errichtung von Telekommunikationslinien
Gewässerquerungen					X			
Längsverlegung Alleen	X			X	X		X	
Bahnquerungen				X	X		X	
Asphalt	X		X	X	X		X	X
Beton	X		X	X	X		X	X
Sonderpflaster	X			X	X		X	X
Hydraulisch gebundene Oberflächen (z.B.: Glensander)	X			X	X		X	X
Unbefestigte Flächen	X	X		X	X	X	X	X
Trassen mit sehr geringer Infrastruktur (Strom, Wasser, Gas)	X	X		X	X	X	X	X
Straßenkörper	X		X	X	X		X	X (entlang der)
Gehwege	X		X	X	X		X	X (entlang der)
Radwege	X		X	X	X		X	X (entlang der)

2.11 Vorteile alternativer Verlegetechniken gegenüber konventionellem Tiefbau

Die dargestellten Beispiele belegen, dass durch die Verringerung des Aushubs bei geringerer Verlegetiefe bzw. durch oberirdische Bauweise Einsparpotentiale gegenüber konventionellem Tiefbau (in Regeltiefe) erzielt werden können.

Vorteile in der Anwendung alternativer und im Hinblick auf die Verringerung der Verlegetiefe angewandter Verfahren bestehen insbesondere in der Verkürzung der Bauzeit und der damit einhergehenden Verkehrsbeeinträchtigungen. Die Einsparpotentiale gegenüber konventionellem Tiefbau (in Regeltiefe) sind teilweise signifikant, da das zu bewegende Aushubvolumen überproportional verringert wird.

Allerdings ist nicht bei jedem Verfahren die Verlegetiefe der relevante Kostentreiber. So spielt die Verlegetiefe bei den alternativen Verlegeverfahren der Horizontal-Spülbohrung und der Pressbohrung im Hinblick auf ihre Kosten nur eine untergeordnete Rolle, während die Gefahr von Bodenaufwölbungen bei geringerer Verlegetiefe steigt.

Bei der oberirdischen Bauweise ist als Tiefbauleistung nur das Ausheben der Mastlöcher erforderlich.

Für eine nachhaltige Ermittlung der Baukosten sollten zudem neben dem Kosteneinsparpotential bei der Verlegung auch die absehbaren Folgekosten berücksichtigt werden.

Jedes Verfahren hat eigene Beschränkungen und Einsatzszenarien, die insbesondere von der Oberflächenbeschaffenheit, bestehenden Infrastrukturen und der Länge der zu verlegenden Strecke abhängen. Wo welche Technik vorzugsweisen Einsatz finden kann und sollte, richtet sich daher nach den Gegebenheiten vor Ort und ist mit dem Träger der Wegebauast abzustimmen.

Immer wenn die Grundsanierung eines Baukörpers stattfindet, sollten TK-Linien in Regeltiefe mitverlegt werden. Aus technischer Sicht sollten Hausanschlussrohre so verlegt werden, dass man die Rohre bei Bedarf ohne großen Aufwand anschließen kann. Insbesondere bei Abweichungen von klassischen Verlegetiefen ist eine genaue Dokumentation wichtig zur Verminderung eines Risikos möglicher Kabelschäden der verlegten Kabelinfrastrukturen sowie zur Berücksichtigung der verlegten Kabelinfrastruktur hinsichtlich nachfolgender Maßnahmen der baulichen Erhaltung der Verkehrsanlagen.

Diese Informationsbroschüre ersetzt nicht den Blick in die Technischen Regelwerke und die notwendige Abstimmung mit dem Straßenbaulastträger/Eigentümer.

3. Richtlinien und technische Bestimmungen

Bauarbeiten sind im Rahmen der anerkannten Regeln der Technik herzustellen. Für Straßentiefbauarbeiten (zur Leitungsverlegung) finden eine Vielzahl von Vorschriften und Normen in der jeweils geltenden Fassung Anwendung, soweit bilateral keine abweichende Vereinbarung getroffen wird.

Nachfolgend aufgeführt ist ein Auszug zu beachtender Regelwerke, die direkt oder indirekt Bestimmungen zur Festlegung von Grabentiefen zur Verlegung von Leitungen enthalten.

Zur Einordnung der angewandten Begriffe dient nachfolgende Abbildung zum Aufbau einer Verkehrsfläche unterteilt in Oberbau, Unterbau (gegebenenfalls) und Untergrund sowie Lage und Begrenzung sowie Bezeichnungen der einzelnen Schichten:

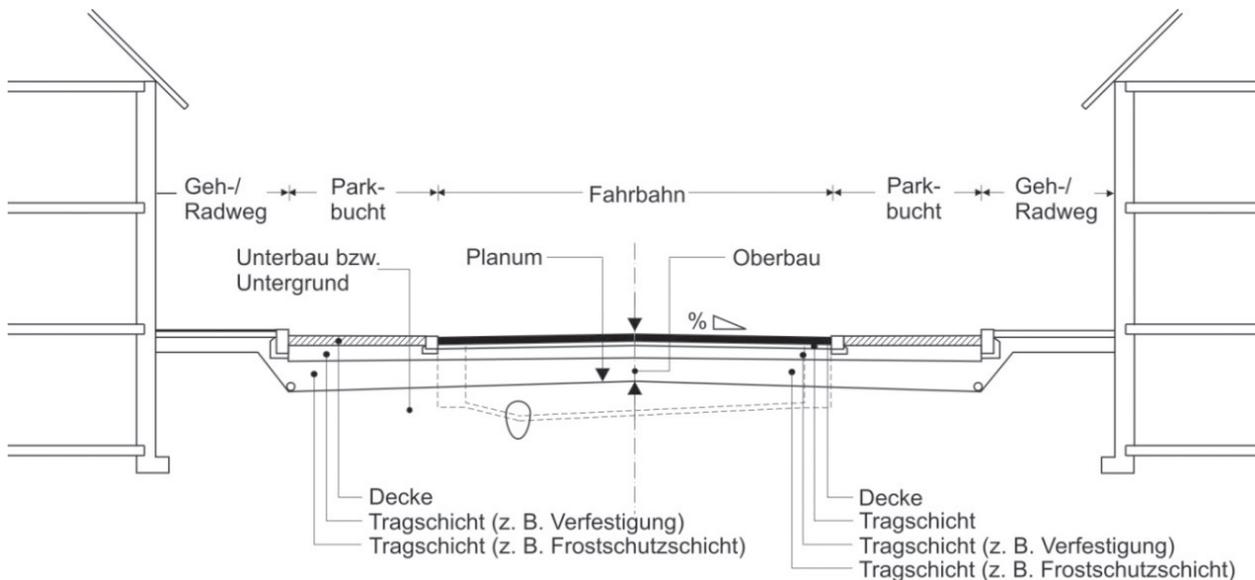


Abbildung 25: Beispielhafter Aufbau einer Befestigung in geschlossener Ortslage mit wasserundurchlässigen Randbereichen und geschlossener seitlicher Bebauung sowie mit Entwässerungseinrichtungen

Quelle: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12

3.1 Technische Regelwerke

3.1.1 H Trenching (2014)

Um den Kommunen Orientierungshilfe für Investitionsmaßnahmen zu geben, bei denen das Trenching eingesetzt werden soll, hat die Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (FGSV) auf der Basis bestehender Richtlinien und Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV/ZTV) sowie der Erfahrungen bei der Durchführung von Aufgrabungen im kommunalen Straßenbau Nutzungshinweise für Trenchingverfahren in Form eines Hinweispapieres erarbeitet. Diese „Hinweise für die Anwendung des Trenchingverfahrens bei der Verlegung von Glasfaserkabeln in Verkehrsflächen in Asphaltbauweise - H Trenching“ enthalten allgemeine Bestimmungen (bautechnische Grundsätze, zu verwendende Verfüllmaterialien, Festigkeitsanforderungen). Zudem detaillieren sie Verfahren zur Bauausführung in Straßen, Geh-/Radwegen (Herstellung des Schlitzes, Verlegung der Leerrohre, Wiederherstellung des Oberbaus).

3.1.2 ATB-BeStra (2008)

Die Allgemeinen Technischen Bestimmungen für die Benutzung von Straßen durch Leitungen und Telekommunikationslinien (ATB-BeStra) beschreiben Regeln, wo und in welcher Weise Leitungen unter Berücksichtigung der verkehrlichen und technischen Belange der Straßenbauverwaltung, der Straßennutzer und bereits vorhandener Leitungseinrichtungen verlegt werden können und wie die Verlegung überwacht und geprüft werden sollte. Sie enthalten u. a. Regelungen zur notwendigen Tiefe der zu verlegenden Leitungssysteme und bestimmen die Höhe der Mindestüberdeckung von Leitungen. Mindestüberdeckung bezeichnet den Abstand zwischen Oberkante der Verkehrsfläche bzw. des Geländes und der Oberkante der Leitung bzw. des Schutzrohres. Darüber hinaus besteht die Vorgabe, Leitungen stets unterhalb des Oberbaus einer Straße zu verlegen.

Seit 2012 ist gemäß § 68 Abs. 2 S. 2 TKG im Einzelfall eine Abweichung von den Vorgaben der ATB-BeStra im Falle der Verlegung von Leitungen im Rahmen des Micro- oder Minitrenchingverfahrens zulässig. Entsprechenden Anträgen ist stattzugeben, soweit

1. die Verringerung der Verlegetiefe nicht zu einer wesentlichen Beeinträchtigung des Schutzniveaus und
2. nicht zu einer wesentlichen Erhöhung des Erhaltungsaufwands führt oder
3. der Antragsteller die durch eine mögliche wesentliche Beeinträchtigung entstehenden Kosten beziehungsweise den höheren Verwaltungsaufwand übernimmt.

Seit der Änderung durch das DigiNetz-Gesetz 2016 ist die Verlegung in geringerer Tiefe unter den in § 68 Abs. 2 TKG genannten Voraussetzungen unabhängig von der Verlegetechnik zustimmungsfähig. Micro- und Minitrenching stellen somit nur noch ein Anwendungsbeispiel dar. Die Ausnahmeregelung des § 68 Abs. 2 und 3 TKG findet nach wie vor keine Anwendung auf die Verlegung in Bundesautobahnen und autobahnähnlich ausgebauten Bundesfernstraßen.

3.1.3 RStO (2012)

Die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ (RStO) regeln die Standardfälle bei Neubau und Erneuerung für den standardisierten Oberbau von Verkehrsflächen (Fahrbahnen, Geh- und Radwege) innerhalb und außerhalb geschlossener Ortslage und in Abhängigkeit der Belastungsklasse und Bauweise. In Abhängigkeit der Dicke der gewählten Frostschuttschicht ist die Festlegung der Dicke des frostsicheren Oberbaus möglich und damit in Anwendung der Bestimmungen aus den ATB-BeStra die Ermittlung der Verlegetiefen von Leitungen. Die Verlegung von Leitungssystemen erfolgt sowohl in Fahrbahnen als auch in Geh- und Radwegen. Die nachfolgenden Abbildungen geben exemplarisch Auskunft über verschiedene Ausführungen des Oberbaus für Fahrbahnen mit Asphaltdecke sowie für Geh- und Radwege mit verschiedenen Bauweisen.

Bauweisen für Rad- und Gehwege auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau

(Dickenangaben in cm; ∇ E_{v2} -Mindestwerte in MPa)

Zeile	Bauweisen	Asphalt		Beton		Pflaster (Plattenbelag)		ohne Bindemittel	
		30	40	30	40	30	40	30	40
Schotter- oder Kiestragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material									
1	Decke								
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material ¹⁶⁾	-	15	-	13	-	13	-	11
ToB auf Planum									
2	Decke								
	Dicke der Schotter-, Kiestragschicht oder Frostschutzschicht	20	30	18	28	18	28	26	36

6) Asphalttragdeckschicht oder Asphalttrag- und Asphaltdeckschicht, siehe auch Abschnitt 3.3.3

14) Auch geringe Dicke möglich

16) Ab 12 cm aus frostunempfindlichem Material, geringere Restdicke ist mit dem darüber liegenden Material auszugleichen

17) Bei einer 12 cm dicken Betondecke ist keine Verdübelung bzw. Verankerung möglich

20) Bei Belastung durch Fahrzeuge (Wartung und Unterhaltung) $E_{v2} \geq 100$ MPa

Abbildung 26: Bauweisen für Rad- und Gehwege auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau

Quelle: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12

Bauweisen mit Asphaltdecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau

(Dickenangaben in cm; ∇ E_{v2} -Mindestwerte in MPa)

Zeile	Belastungsklasse	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
		B [Mio.]						
		> 32	> 10 - 32	> 3,2 - 10	> 1,8 - 3,2	> 1,0 - 1,8	> 0,3 - 1,0	≤ 0,3
Dicke des frostsich. Oberbaus ¹⁾		55 65 75 85	55 65 75 85	55 65 75 85	45 55 65 75	45 55 65 75	45 55 65 75	35 45 55 65
Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht								
1	Asphaltdecke	12	12	12	10	4	4	4 ¹⁾ 10 ²⁾
	Asphalttragschicht	22	18	14	12	16	14	14
	Frostschutzschicht	45	45	45	45	45	45	45
Dicke der Frostschutzschicht		- 31 ³⁾ 41 51	25 ³⁾ 35 45 55	29 ³⁾ 39 49 59	- 33 ³⁾ 43 53	25 ³⁾ 35 45 55	27 37 47 57	21 31 41 51
Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln auf Frostschutzschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material								
2.1	Asphaltdecke	12	12	12				
	Asphalttragschicht	14	10	8				
	Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)	15	15	15				
Dicke der Frostschutzschicht		- - 34 ²⁾ 44	- 28 ³⁾ 38 48	- 30 ²⁾ 40 50				
2.2	Asphaltdecke	12	12	12	10	4	4	4
	Asphalttragschicht	18	14	10	10	12	10	10
	Verfestigung	15	15	15	15	15	15	15
Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material		10 ⁴⁾ 20 ⁴⁾ 30 40	14 ⁴⁾ 24 34 44	18 ⁴⁾ 28 38 48	10 ⁴⁾ 20 30 40	14 ⁴⁾ 24 34 44	16 ⁴⁾ 26 36 46	6 ⁴⁾ 16 ⁴⁾ 26 36
2.3	Asphaltdecke	12	12	12	10	4	4	4
	Asphalttragschicht	18	14	10	10	12	10	10
	Verfestigung	20	20	20	20	15	15	15
Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material		5 ⁴⁾ 15 ⁴⁾ 25 35	9 ⁴⁾ 19 ⁴⁾ 29 39	13 ⁴⁾ 23 33 43	5 ⁴⁾ 15 ⁴⁾ 25 35	14 ⁴⁾ 24 34 44	16 ⁴⁾ 26 36 46	6 ⁴⁾ 16 ⁴⁾ 26 36
Asphalttragschicht und Schottertragschicht auf Frostschutzschicht								
3	Asphaltdecke	12	12	12	10	4	4	4 ¹⁾ 8 ²⁾
	Asphalttragschicht	18	14	10	10	15	15	15
	Schottertragschicht ⁷⁾ $E_{v2} \geq 150(120)$	15	15	15	15	15	15	15
Dicke der Frostschutzschicht		- - 30 ²⁾ 40	- - 34 ²⁾ 44	- 28 ³⁾ 38 48	- - 30 ²⁾ 40	- 24 ³⁾ 34 44	16 ³⁾ 26 36 46	- 18 ³⁾ 28 38
Asphalttragschicht und Kiestragschicht auf Frostschutzschicht								
4	Asphaltdecke	12	12	12	10	4	4	4 ¹⁾ 8 ²⁾
	Asphalttragschicht	18	14	10	10	12	10	10
	Kiestragschicht $E_{v2} \geq 150(120)$	20	20	20	20	20	20	20
Dicke der Frostschutzschicht		- - 25 ³⁾ 35	- - 29 ³⁾ 39	- - 33 ²⁾ 43	- - 25 ³⁾ 35	- - 29 ²⁾ 39	- 31 ²⁾ 41 51	- - 23 ²⁾ 33
Asphalttragschicht und Schotter- oder Kiestragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material								
5	Asphaltdecke	12	12	12	10	4	4	4 ¹⁾ 8 ²⁾
	Asphalttragschicht	18	14	10	10	12	10	10
	Schotter- oder Kiestragschicht	30 ⁵⁾	30 ⁵⁾	30 ⁵⁾	30 ⁵⁾	30 ⁵⁾	30 ⁵⁾	25 ⁵⁾
Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material		Ab 12 cm aus frostunempfindlichem Material, geringere Restdicke ist mit dem darüber liegenden Material auszugleichen						

- 1) Bei abweichenden Werten sind die Dicken der Frostschutzschicht bzw. des frostunempfindlichen Materials durch Differenzbildung zu bestimmen, siehe auch Tabelle 8
- 2) Mit rundkörnigen Gesteinskörnungen nur bei örtlicher Bewehrung anwendbar
- 3) Nur mit gebrochenen Gesteinskörnungen und bei örtlicher Bewehrung anwendbar
- 4) Nur auszuführen, wenn das frostunempfindliche Material und das zu verfestigende Material als eine Schicht eingebaut werden
- 5) Bei Kiestragschicht in Belastungsklassen Bk3,2 bis Bk100 in 40 cm Dicke, in Belastungsklassen Bk0,3 und Bk1,0 in 30 cm Dicke
- 6) Alternativ: unter Beachtung von Abschnitt 3.3.3 auch Asphalttragdeckschicht anwendbar
- 7) Alternativ: Abminderung der Asphalttragschicht um 2 cm bei 20 cm dicker Schottertragschicht und $E_{v2} \geq 180$ MPa (in Belastungsklassen Bk1,8 bis Bk100) bzw. $E_{v2} \geq 150$ MPa

Abbildung 27: Bauweisen mit Asphaltdecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau
Quelle: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12

3.1.4 ZTV A-StB (2012)

Die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen (Ausgabe 2012) enthalten keine unmittelbaren Vorgaben betreffend einer bestimmten Graben-/Verlegetiefe, definieren aber unter „Punkt 1.2 Begriffsbestimmungen“ die Leitungszone als Bereich des Auflagers und der Einbettung bei Grabenleitungen in der Breite des Leitungsgrabens bis 30 cm über dem Scheitel der Leitung.

Weitere erwähnenswerte Bestimmungen der Leitungszone und damit indirekt auch die Bemessung dafür erforderlicher Grabentiefen finden sich im Anhang des Regelwerks, der Auszüge zu berücksichtigender DIN-Normen enthält. So enthält Anhang 10 Auszüge aus der DIN 18300 VOB, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten, Ausgabe April 2010 unter dem „Punkt 3.10 Hinterfüllen und Überschütten von baulichen Anlagen, Unterpunkt 3.12“ die Anmerkung, dass bei Kabelleitungstiefbauarbeiten in der Leitungszone bis zu einer Höhe von 10 cm über dem Scheitel der Leitungen und Leitungsverbindungen verdichtungsfähiger Boden lagenweise einzubauen ist.

Ferner wird unter Punkt 3.10.8 ausgeführt, dass bei Kabeln und Kabelschutzrohren erst ab 30 cm über dem Scheitel der Leitung maschinell verdichtet werden darf, sowie gemäß Punkt 3.10.9 Stoffe, die Leitungen schädigen können, z.B. Schlacke oder steinige Böden, im Grabenraum zwischen der Grabensohle und einer Höhe von 30 cm über dem Scheitel der Leitung nicht verwendet werden dürfen. Mittels Absandung kann die Gefahr einer Beschädigung verringert werden. Alternativ finden Kabelschutzrohre mit dickerer Wandstärke Anwendung.

3.1.5 ZTV E-StB 17 - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017

Die überarbeiteten ZTV E-StB, Ausgabe 2017, enthalten die Umstellung der Einteilung von Boden und Fels in Homogenbereiche. Hierdurch wird das bisher verwendete System der Bodenklassen durch das in den ATV DIN 18300 „Erdarbeiten“ beschriebene System der Homogenbereiche für die Erdarbeiten im Straßenbau ersetzt.

Die ZTV E-StB, Ausgabe 2017, sind darauf abgestellt, dass die VOB/C, insbesondere die ATV DIN 18299, ATV DIN 18300 und ATV DIN 18320, Bestandteil des Bauvertrages sind.

Weiterhin enthalten sie Regelungen für das Lösen, Laden, Fördern, Behandeln, Einbauen und Verdichten von Boden und Fels sowie von sonstigen erdbautechnisch geeigneten Stoffen. Dazu zählen auch die Anwendung, die Prüfung und der Einbau von Geokunststoffen im Erdbau. Die ZTV E-StB, Ausgabe 2017, regeln die Ausführung und die Qualitätsanforderungen für den Untergrund und Unterbau von Verkehrsflächen und für sonstige Erdbauwerke.

3.1.6 DIN 4124:2012-01 - Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten

DIN 4124 gilt für geböschte und für verbaute Baugruben und Gräben, die von Hand oder maschinell ausgehoben werden. Die Norm gilt u. a. für Baugruben und Gräben, in denen:

- Kanäle, zum Beispiel Fernwärme, Kabelkanäle oder bedingt Abwasserkanäle, hergestellt,
- Leitungen, zum Beispiel Kabel oder Rohre, verlegt werden,
- sowie für andere vorübergehende Aufgrabungen und Ausschachtungen aller Art, zum Beispiel für Startschächte und Bergschächte.

Die DIN 4124 ist die sicherheitstechnisch wichtigste Richtlinie für den tiefbautechnischen Teil zur Herstellung von Leitungsgräben.

3.1.7 DIN 18300:2016-09 - VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten

Diese Norm legt die allgemeinen technischen Vertragsbedingungen fest, die für Erdarbeiten bezüglich der Baustoffe, der Ausführung, der Haupt- und der Nebenleistungen sowie der Abrechnung gelten.

Diese Norm gilt für das Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten von Boden, Fels und sonstigen Stoffen. Sie gilt auch für Erdarbeiten im Zusammenhang mit Verbauarbeiten, Entwässerungskanalarbeiten, Druckrohrleitungsarbeiten außerhalb von Gebäuden, Drän- und Versickerarbeiten und Kabelleitungstiefbauarbeiten.

3.1.8 DIN 18322:2016-09 - VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Kabelleitungstiefbauarbeiten

Diese Norm legt die allgemeinen technischen Vertragsbedingungen fest, die für Kabelleitungstiefbauarbeiten bezüglich der Baustoffe, der Ausführung, der Haupt- und der Nebenleistungen sowie der Abrechnung gelten.

Diese Norm gilt für das Legen von Kabeln und Kabelschutzrohren und für das Herstellen und Instandsetzen von Kabelkanälen, einschließlich der dazugehörigen Schächte, Masten, Verteilerschränke und dergleichen. Sie gilt auch für Leistungen zum Verfüllen der Leitungszone und den Aufbruch befestigter Oberflächen für Kabelleitungstiefbauarbeiten.

3.1.9 DIN 4123:2013-04 - Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude

Diese Norm gilt für Ausschachtungen und Gründungsarbeiten neben bestehenden Gebäuden sowie für die herkömmliche Unterfangung von Gebäudeteilen in schmalen Streifen mit Mauerwerk, Beton oder Stahlbeton. Sie gibt an, wie diese Arbeiten so durchgeführt werden können, dass Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der bestehenden Gebäude erhalten bleiben, und welche Nachweise dafür erbracht werden müssen.

3.1.10 DWA-M 137-1 - Einbauten Dritter in Abwasseranlagen - Teil 1: Elektronische Kommunikationseinrichtungen - Merkblatt

Das Merkblatt DWA-M 137-1 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) richtet sich an Kommunen, Abwasserbeseitigungspflichtige und Kabelnetzbetreiber. Es stellt die Bedingungen und die Auswirkungen einer gemeinsamen Nutzung von Kanalnetzen zur Abwasserableitung und für den Betrieb von elektronischen Kommunikationseinrichtungen dar. Hierfür werden Anforderungen an Einbau und Betrieb von elektronischen Kommunikationseinrichtungen in Kanalnetzen beschrieben sowie am Markt verfügbare und in Kanalnetzen einsetzbare Installationstechniken aufgezeigt. Im Hinblick auf die gemeinsame Nutzung werden einerseits funktionale Leistungsanforderungen an Kanalnetze

auf Grundlage bisheriger Erfahrungen bewertet und andererseits Wechselwirkungen analysiert und beurteilt. Dies geschieht im Hinblick auf:

- Betriebssicherheit und Störungsbeseitigung,
- Durchführung von Betriebs-, Wartungs- und Inspektionsarbeiten,
- Sanierung und nachträgliche Änderung der Kanäle und Kommunikationseinrichtungen,
- Einschätzung der Auswirkungen einer gemeinsamen Nutzung auf die langfristige Entwicklung der Betriebskosten,
- Hinweise zu vertraglichen Regelungen bei Einbau und Betrieb von elektronischen Kommunikationseinrichtungen in Abwasseranlagen.

3.1.11 BGI/GUV-I 5136 - Umgang mit Holzmasten:

Die von der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung herausgegebene Information zeigt Maßnahmen zum Schutz der Versicherten auf, insbesondere

- beim Transport
- beim Errichten und der Demontage
- beim Besteigen von und
- beim Arbeiten auf Holzmasten

und soll den Unternehmer bei seiner Gefährdungsbeurteilung für den Umgang mit Holzmasten im Sinne des Arbeitsschutzgesetzes und der Betriebssicherheitsverordnung unterstützen.

Sie zeigt beispielhafte Lösungen für einen sicheren Umgang mit Holzmasten auf.

Sie findet Anwendung auf

- die Errichtung, den Betrieb und die Demontage von Holzmasten und Kabelanlagen
- das Besteigen von und das Arbeiten auf Holzmasten
- das Lagern der Holzmasten sowie
- auf den Transport der Holzmasten

Sie findet keine Anwendung z.B. auf

- Betonmasten
- Stahlvollwandmasten
- Stahlgittermasten
- Fahrleitungsmasten
- Masten von Windenergieanlagen

3.1.12 DIN EN 14229 - Holzbauwerke - Holzmasten für Freileitungen (Stand 02-2011)

Diese Europäische Norm legt Anforderungen an einzelne, vorbeugend mit Holzschutzmittel behandelte oder unbehandelte Holzmasten für Freileitungen unter Biege- oder Druckbeanspruchung fest (Masten, die als Holzträger verwendet werden, sind von ihr nicht abgedeckt).

Sie behandelt Prüfverfahren, die Bestimmung charakteristischer Werte und Verfahren zur Festlegung von Dauerhaftigkeit und Dimensionen. In ihr werden außerdem Grundsätze für die visuelle Sortierung festgelegt.

3.1.13 RPS2009 - Richtlinie für passive Schutzeinrichtungen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme

In der RPS sind der Einsatz und die Anwendung von Fahrzeug-Rückhaltesystemen (FRS) geregelt.

Diese sollen die Folgen von Unfällen so gering wie möglich halten. Sie kommen in Frage

- zum Schutz unbeteiligter Personen oder schutzbedürftiger Bereiche neben der Straße oder des Gegenverkehrs bei zweibahnigen Straßen.
- zum Schutz der Fahrzeuginsassen vor schweren Folgen infolge Abkommens von der Fahrbahn, z.B. bei einem Absturz oder vor dem Anprall an gefährliche Hindernisse neben der Fahrbahn.

3.1.14 TH Holzmasten - Technischer Hinweis Imprägnierte Holzmasten (Stand 10-2011)

Dieser vom Forum für Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN) erstellte technische Hinweis (TH) gilt für imprägnierte Holzmasten, die in den Netzen der elektrischen Energieversorgung und der Telekommunikation sowie zum Zwecke der Beleuchtung verwendet werden.

Die DIN EN 14229 stellt die normative Grundlage für diesen technischen Hinweis dar.

Ergänzend zur DIN EN 14229 werden Anforderungen für die Herstellung, Kennzeichnung und Lieferung imprägnierter Holzmasten beschrieben und Hinweise für deren Verwendung gegeben.

3.1.15 DIN EN 61663-1 (VDE 0845-4-1), Blitzschutz - Telekommunikationsleitungen - Teil 1: Lichtwellenleiteranlagen

Zweck dieser Norm ist es, die in einem Lichtwellenleiterkabel einer bestimmten Anlage auftretende Anzahl möglicher Schäden auf Werte zu beschränken, die ebenso groß wie oder geringer als der als zulässige Schadenshäufigkeit definierte Grenzwert sind.

Sie beschreibt hierzu ein Verfahren zur Berechnung der möglichen Schadensanzahl, zur Auswahl der anwendbaren Schutzmaßnahmen und gibt die zulässige Schadenshäufigkeit an.

3.1.16 DIN EN 60794-3:2015-12 VDE 0888-108:2015-12 Lichtwellenleiterkabel - Teil 3: LWL-Außenkabel - Rahmenspezifikation

Dieser Teil der Norm IEC 60794 legt Anforderungen an Kabel mit Lichtwellenleitern und Kabelelementen fest, die für die Außenanwendung in Kommunikationsnetzen eingesetzt werden. Andere Anwendungen, die ähnliche Bauformen erfordern, können ebenfalls in Betracht kommen. In dieser internationalen Norm sind Anforderungen an Erd- und Röhrenkabel, Luftkabel und Kabel für die Durchquerung von Seen und Flüssen festgelegt. Ebenfalls enthalten sind Kabel für den speziellen Einsatz in der Kanalisation sowie in Wasser- und Gasleitungen. Bezüglich der Anwendung als Luftkabel umfasst diese Norm nicht alle funktionalen Aspekte von Kabeln, die in der Umgebung von Hochspannungs-Freileitungen eingesetzt werden. Im Falle einer solchen Anwendung können zusätzliche Anforderungen und Prüfverfahren erforderlich werden. Diese Norm gilt nicht für Lichtwellenleiterkabel, die an Phasen- oder Erdseilen von Hochspannungs-Freileitungen angehängt sind.

3.1.17 DIN EN 60794-3-20 VDE 0888-320:2017-06 Lichtwellenleiterkabel

Dieser Teil von IEC 60794 ist eine Familienspezifikation und gilt für selbsttragende LWL-Fernmelde-Luftkabel. Anforderungen der Rahmenspezifikation IEC 60794-3 für Röhren-, Erd- und Luftkabel gelten für Kabel dieser Norm. Selbsttragende LWL-Fernmelde-Luftkabel im Sinne dieser Norm haben einen Kabelaufbau mit ausreichenden Zugentlastungselementen und sind für die Aufhängung an Masten und ähnlichen Einrichtungen ohne Zuhilfenahme anderer stützender Drähte oder Leiter vorgesehen. ADSS-

Kabel an Starkstromleitungen, für die spezielle Mantelwerkstoffe hinsichtlich Kriechwegbildung und Erosionsbeständigkeit erforderlich sind, sowie andere Kabelaufbauten für Hochspannungsanwendungen werden in dieser Norm nicht behandelt.

3.1.18 DIN EN 60794-3-21 VDE 0888-14:2016-10 Lichtwellenleiterkabel

Dieser Teil der IEC 60794 ist eine Produktspezifikation. Sie enthält die genauen Anforderungen für selbsttragende LWL-Fernmelde-Luftkabel für anwendungsneutrale Standortverkabelung, um die Kompatibilität mit ISO/IEC 11801 und ISO/IEC 24702 sicherzustellen. Die Anforderungen der Familienspezifikation IEC 60794-3-20 und der Rahmenspezifikation IEC 60794-3 gelten für alle Kabel, die von dieser Norm erfasst werden.

3.1.19 DIN EN 61663-2 (VDE 0845-4-2), Blitzschutz - Telekommunikationsleitungen - Teil 1: Leitungen mit metallischen Leitern

Dieser Teil der IEC 61663 gilt für den Blitzschutz von Telekommunikations- und Signalleitungen mit metallischen Leitern, die sich außerhalb von Gebäuden befinden (z.B. Zugangsnetze, Leitungen zwischen Gebäuden).

Zweck dieser Norm ist der Schutz der Telekommunikationsleitungen und der daran angeschlossenen Einrichtungen gegen die direkte und indirekte Blitzbeeinflussung durch Begrenzung des Schadensrisikos auf Grund von in diesen Leitungen wahrscheinlich auftretenden Überspannungen und Überströmen auf Werte, die kleiner oder gleich dem zulässigen Schadensrisiko (Ra) sind.

4. Mitwirkende

4.1 Mitglieder der AG Digitale Netze des BMVI

BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	Herr Dr. Mirko Paschke (AG-Leitung)
Anga – Verband Deutscher Kabelnetzbetreiber e.V.	Frau Dr. Andrea Huber
Bitkom – Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.	Herr Nick Kriegeskotte
BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur Vergabewesen im Straßenbau, Recht der Nebenbetriebe, Benutzung der Bundesfernstraßen	Herr Ulrich Stahlhut
Breitbandbüro des Bundes	Herr Tim Brauckmüller
Breko – Bundesverband Breitbandkommunikation e.V.	Herr Sven Knapp
Buglas – Bundesverband Glasfaseranschluss e.V.	Herr Stefan Birkenbusch
Deutsche Telekom AG	Frau Martina Westhues
Deutsche Telekom Technik GmbH	Herr Manfred Geis
Deutscher Landkreistag (DLT)	Herr Dr. Klaus Ritgen
Deutscher Städte- und Gemeindebund (DSTGB)	Herr Ralph Sonnenschein
Deutscher Städtetag (DST)	Frau Dr. Uda Bastians
Hessen Mobil Mitglied der Expertengruppe Versorgungsleitungen der Verkehrsministerkonferenz	Herr Bernd Thalmann
Ministerium für Inneres, Digitalisierung und Migration BW	Frau Henriette Schumm
MW Niedersachsen - Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr Mitglied im Länderarbeitskreis Telekommunikation, Informationswirtschaft, Post der Wirtschaftsministerkonferenz	Herr Michael Helinski
MW Sachsen-Anhalt - Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung des Landes Sachsen-Anhalt Mitglied im Länderarbeitskreis Telekommunikation, Informationswirtschaft, Post der Wirtschaftsministerkonferenz	Herr Theo Struhkamp
MWVATT Schleswig-Holstein - Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein Vorsitzender des Länderarbeitskreises Telekommunikation, Informationswirtschaft, Post der Wirtschaftsministerkonferenz	Herr Rainer Helle
SMWA - Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr Mitglied der Expertengruppe Versorgungsleitungen der Verkehrsministerkonferenz	Herr Heinz-Georg Donner
Straßen NRW Mitglied der Expertengruppe Versorgungsleitungen der Verkehrsministerkonferenz	Herr Joachim Majcherek
Vatm – Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten e. V.	Herr Dr. Frederic Ufer
VKU – Verband Kommunaler Unternehmen e.V.	Frau Ulrike Lepper

4.2 Mitglieder der Redaktionsgruppe zur Verlegung in Abwasserkanälen

BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	Herr Olaf Pauli
Anga – Verband Deutscher Kabelnetzbetreiber e.V.	Herr Carsten Engelke
Buglas – Bundesverband Glasfaseranschluss e.V.	Herr Stefan Birkenbusch
Deutscher Städtetag (DST)	Herr Tim Bagner
FAST Opticom AG	Herr Harry Aichele
Rohrleitungsbauverband e.V. (rbv)	Herr Andreas Hüttemann
Stadtentwässerung Dresden GmbH	Herr Torsten Seiler
VKU – Verband Kommunaler Unternehmen e.V.	Herr Dirk Seifert

4.3 Mitglieder der Redaktionsgruppe zur oberirdischen Verlegungsmethode

BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	Herr Olaf Pauli
Anga – Verband Deutscher Kabelnetzbetreiber e.V.	Herr Carsten Engelke
Breitbandzentrum Niedersachsen-Bremen	Herr Peer Beyersdorff
Deutsche Telekom Technik GmbH	Herr Steffen Schandel
E.ON SE.	Herr Hartmut Leske
s&p Beratungs- und Planungsgesellschaft mbH	Herr Thomas Weidlich
Vatm - Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwert-diensten e.V.	Herr Dr. Frederic Ufer
Vodafone GmbH	Herr Christopher Hasenkamp

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Invalidenstraße 44
10115 Berlin
Internet: www.bmvi.de
E-Mail: poststelle@bmvi.bund.de

Stand

Dezember 2019

Gestaltung | Druck

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Referat Z 32, Druckvorstufe | Hausdruckerei

Bildnachweis

Titelseite:
atene KOM GmbH, Florian Schuh
DTAG
econtech GmbH
Deutsche Telekom Technik GmbH

Diese Broschüre ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit der Bundesregierung.
Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt.

