



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Verlegetechniken für den Breitbandausbau

Verlegung in geringerer Verlegetiefe 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. Verlegungsmethoden 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 Tabellarische Gesamtübersicht der Verlegeverfahren	14
2.8 Tabellarische Gesamtübersicht der Anwendungsszenarien	16
2.9 Vorteile alternativer Verlegetechniken gegenüber konventionellem Tiefbau.....	17
3. Richtlinien und technische Bestimmungen.....	19
3.1 Technische Regelwerke	20
3.1.1 H Trenching (2014)	20
3.1.2 ATB-BeStra (2008).....	20
3.1.3 RStO (2012).....	21
3.1.4 ZTV A-StB (2012).....	23
3.1.5 ZTV E-StB 17 - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017 eingeführt	23
3.1.6 DIN 4142:2012-01 - Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsmethoden.....	23
3.1.7 DIN 18300:2016-09 - VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten	23
3.1.8 DIN 18322:2016-09 - VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Kabelleitungstiefbauarbeiten	23
3.1.9 DIN 4123:2013-04 - Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude	24
4. Mitglieder der AG Digitale Netze des BMVI	25

1. Einleitung

Durch den Einsatz untiefer Verlegetechniken für die Erweiterung von Telekommunikations-Infrastrukturen wird der Ausbau von Telekommunikationslinien durch Tiefbau in geringerer Verlegetiefe ermöglicht. Insbesondere in unterversorgten Gebieten ländlich strukturierter Regionen kann durch die Nutzung innovativer und konventioneller Verlegetechniken in reduzierter Tiefe der Glasfaserausbau zu den Gebäuden (FTTB) und Wohnungen (FTTH) signifikant beschleunigt werden. Es ist zu erwarten, dass hierdurch die Tiefbaukosten, die den überwiegenden Teil der Kosten des Ausbaus ausmachen, spürbar verringert und gleichzeitig die Geschwindigkeit der Projektrealisierung deutlich gesteigert werden.

Durch entsprechende Änderung der einschlägigen Vorschriften im TKG wurde es bereits 2012 gesetzlich für zulässig erklärt, dass die Verlegetiefe beim Breitbandausbau durch Nutzung von Micro- oder Minitrenching-Verfahren in Abweichung von den Allgemeinen Technischen Bestimmungen verringert werden kann. Ausgenommen hiervon sind gemäß § 68 Abs. 2 Satz 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 Microtrenching 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 Straßenbaulasträgers insgesamt erhöhen kann, ist im Rahmen der Zustimmung des Wegebauasträgers nach § 68 Abs. 2 Satz 3 TKG eine gebundene Abwägungsentscheidung zu treffen. Dabei ist dem Antrag auf Verlegung in geringerer Tiefe immer stattzugeben, wenn keiner der abschließend aufgezählten Ablehnungsgründe vorliegt. Ablehnungsgründe sind die wesentliche Beeinträchtigung des Schutzniveaus, die wesentliche Erhöhung des Erhaltungsaufwandes und

vom Antragsteller nicht übernommene Aufwendungen für etwaige wesentliche Beeinträchtigungen.

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 mindertiefer Verlegung in allen hierfür geeigneten Fällen zum Zuge kommen zu lassen und damit den Breitbandausbau zu beschleunigen.

§ 68 Abs. 2 TKG 2016:

Telekommunikationslinien sind so zu errichten und zu unterhalten, dass sie den Anforderungen der öffentlichen Sicherheit und Ordnung sowie den anerkannten Regeln der Technik genügen. Beim Träger der Straßenbaulast kann beantragt werden, Glasfaserleitungen oder Leerrohrsysteme, die der Aufnahme von Glasfaserleitungen dienen, in Abweichung der Allgemeinen Technischen Bestimmungen für die Benutzung von Straßen durch Leitungen und Telekommunikationslinien (ATB) in geringerer Verlegetiefe, wie im Wege des Micro- oder Minitrenching, zu verlegen. Dem Antrag ist stattzugeben, wenn

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

Die Sätze 2 und 3 finden keine Anwendung auf die Verlegung von Glasfaserleitungen oder Leerrohrsystemen in Bundesautobahnen und autobahnähnlich ausgebauten Bundesfernstraßen.

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 gegen-

über 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

Im Rahmen der Einzelabwägung vor Ort sind die alternativen Verlegetechniken 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

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 (bspw. Minibagger) und Fräsen eingesetzt.

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.

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 Grabenverbau 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 Baustellenzeiten
- 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 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 Unternehmens-

angaben 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 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: Nanotrenching

Quelle: Österreichische Glasfaser VerlegungsGmbH (Nano_Trench®²⁾)

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

2 Der Begriff NANO_TRENCH® ist eine patentierte statische Fugenmethode und bezieht sich nicht auf die Dimensionen der Leitungsgräben.

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 Trenching³). In Ergänzung bestehender Regelungen enthält das Dokument Hinweise und Erläuterungen

zum Aufbruch von Verkehrsflächen, zum Herstellen und Verfüllen von Leitungsrinnen, zur Wiederherstellung der Oberbauschichten von Asphaltstraßen und zu Qualitätsanforderungen für Baustoffe und Bauverfahren. Neben allgemeinen Bestimmungen (bautechnische Grundsätze, zu verwendende Verfüllmaterialien, Festigkeitsanforderungen) 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 und ein größtmögliches 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 Asphaltdecke 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

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

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 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 Meter pro Tag möglich)
- Verkehrsbehinderungen und Belästigungen der Anwohner verringern sich

Nachteile der Trenchingverfahren gegenüber offener Grabenbauweise:

- Bei Verbund-Pflaster-Flächen und schadhafte Asphaltoberflächen 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

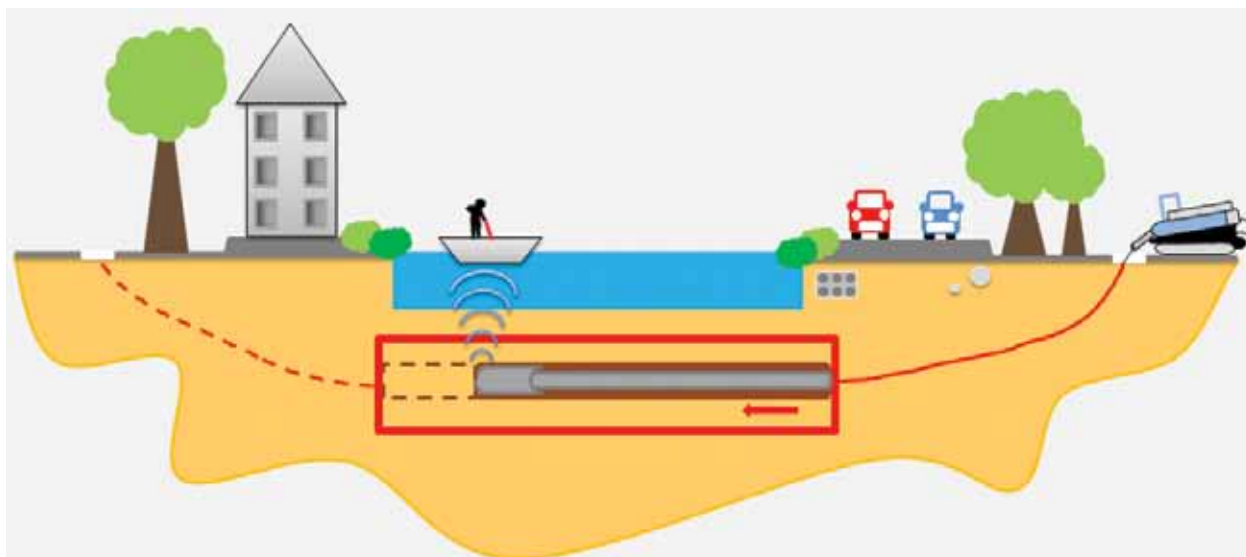


Abbildung 7: Spülbohrverfahren (Prinzipdarstellung), Quelle: BMVI

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.

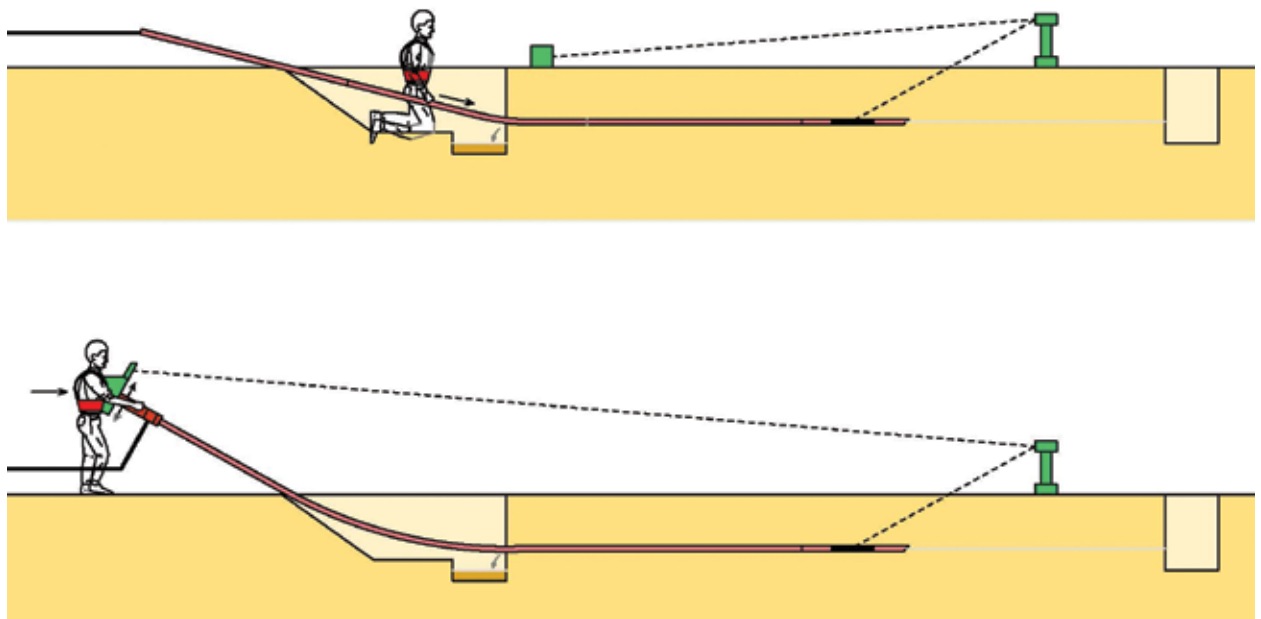
Das Horizontal-Spülbohrverfahren kommt insbesondere dann zur Anwendung, wenn ein offener Tiefbau nicht möglich oder wirtschaftlich nicht realisierbar ist. Hierzu zählt vor allem die Querung von Hindernissen. Weitere Anwendungsfelder sind der Einsatz bei besonders schützens-



Abbildung 8: 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 9 und 10: Prinzipdarstellung des Spüllanzenvorgangs (oben: manuelles Schieben, unten: Einsatz eines Drehantriebs)
Quelle: easy2jet

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

- Eine Sonderform des Horizontalspülbohrverfahrens 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 11 und 12: 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 13 und 14: 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 Tabellarische Gesamtübersicht der Verlegeverfahren

Verlegemethode	Technische Merkmale	Einsatzgebiete	Einschränkungen	Baukosten
Offene Grabenbauweise in klassischer Verlegetiefe	- Offene Bauweise mit Rücknahme und Wiederverwendung der Pflasterung, Gehwegplatten; Grabungen durch Bagger, Fräsen oder Handschachtung - < 100 m Tagesleistung	- Innerorts, außerorts - Für Strecken mit oder ohne bereits existierende(r) Infrastruktur geeignet (bei vorhandener Infrastruktur durch Handschachtung oder geringere Verlegetiefe/seitlichen Versatz einsetzbar)	- 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	- Wie oben, aber mehrere hundert Meter als Tagesleistung möglich	- Innerorts, außerorts - Für Strecken mit oder ohne bereits existierende(r) Infrastruktur	- Schädigung intakter Oberflächen möglich	Mittel
Trenching	- Durch Novellierung des TKG anerkannte „untiefe Verlegung“ nach § 68 Abs. 2 Satz 2 - Tiefe: Je nach Verfahren 10 bis 50 cm - Breite: Je nach Verfahren 2 bis 30 cm - Mehrere hundert Meter als Tagesleistung möglich	- Realisierung im Anschlussliniennetz	- Nicht auf allen Oberflächen anwendbar - Oberflächenschädigung intakter Straßensubstanz und damit Verkürzung der Lebensdauer	Mittel bis Hoch

Verlegemethode	Technische Merkmale	Einsatzgebiete	Einschränkungen	Baukosten
Horizontal-Spülbohrverfahren	- Steuerbare Bohrung zwischen zwei Baugruben - Entfernungen von wenigen Metern bis zu mehreren hundert Metern überbrückbar - Tiefe des Bohrverlaufs variabel bis zu mehreren hundert Metern	- 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	- Detaillierte und vollständige Übersichten vorhandener Infrastrukturen sind notwendig	Mittel bis Hoch
Pressbohrung (Erdrakete)	- Mittels Baustellenkompressor, druckluftbetriebene Bodenrakete	- Innerorts, außerorts - Insbesondere bei Straßenquerungen und Hausanschlüssen für FTTH/FTTB	- Nur verdrängungsfähige Böden - Nur für kurze Strecken (15 - 20 m) - Übersicht vorhandener Infrastrukturen ist notwendig	Mittel
Pflugverfahren	- Durch Zugkraft mittels im Erdreich bewegten Verlegepflug - Verlegung bis zu 5 km pro Tag	- Außerorts auf nicht befestigten Strecken und entlang von Straßen	- Nur außerorts - Latente äußere Krafteinwirkung bei fehlender Rohrkanalbettung	Niedrig bis Mittel

2.8 Tabellarische Gesamtübersicht der Anwendungsszenarien

Anwendungsszenarien	Offene Grabenbauweise	Offene Grabenbauweise mittels Grabenfräse	Trenchingverfahren	Pressbohrung (Erdrakete)	Horizontal-Spül- bohrverfahren	Pflugverfahren
Gewässerquerungen					X	
Längsverlegung Alleen	X			X	X	
Bahnquerungen				X	X	
Asphalt	X		X	X	X	
Beton	X		X	X	X	
Sonderpflaster	X			X	X	
Hydraulisch gebundene Oberflächen (z. B.: Glensander)	X			X	X	
Unbefestigte Flächen	X	X		X	X	X
Trassen mit sehr geringer Infra- struktur (Strom, Wasser, Gas)	X	X		X	X	X
Straßenkörper	X		X	X	X	
Gehwege	X		X	X	X	
Radwege	X		X	X	X	

2.9 Vorteile alternativer Verlegetechniken gegenüber konventionellem Tiefbau

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

Vorteile in der Anwendung von alternativen und im Hinblick auf die Verringerung der Verlegetiefe angewandten 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. 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 von 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:

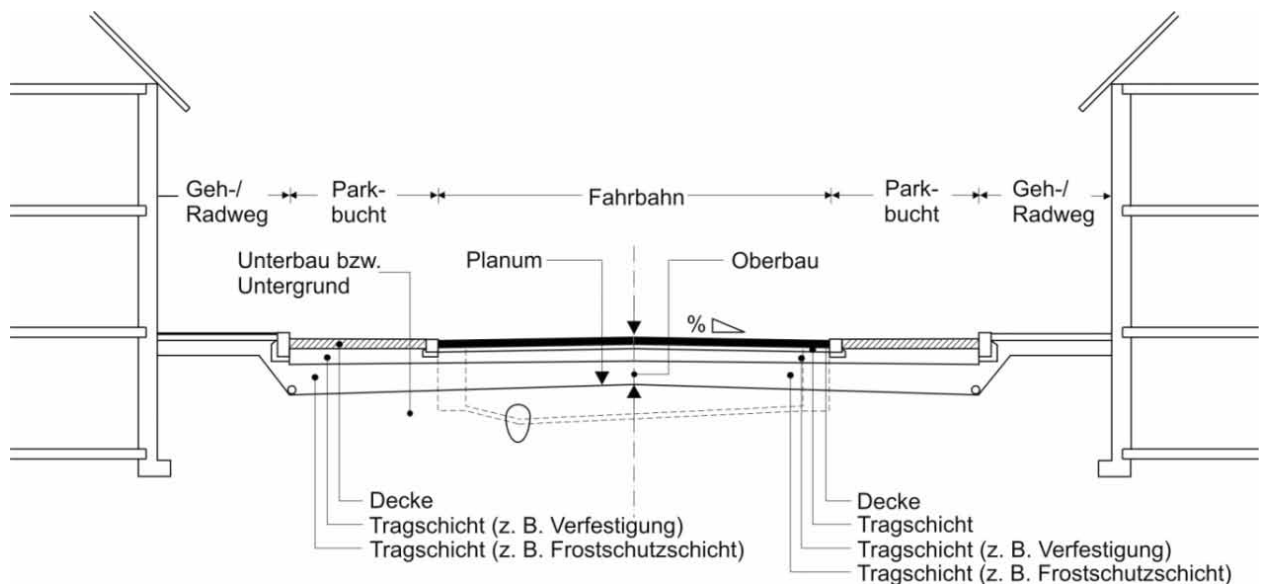


Abbildung 15: Beispielhafter Aufbau einer Befestigung in geschlossener Ortslage mit wasserundurchlässigen Randbereichen und geschlossener seitlicher Bebauung sowie mit Entwässerungseinrichtungen

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 Hinweisepapieres 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 Satz 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.

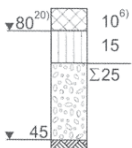
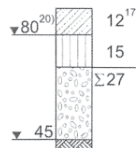
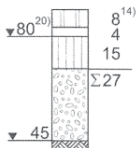
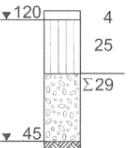
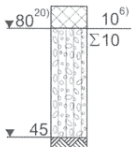
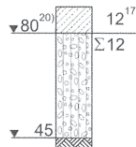
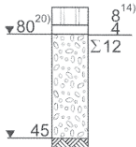
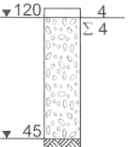
Seit der Änderung durch das DigiNetz-Gesetz 2016 ist die Verlegung in geringerer Tiefe unter den in § 68 Abs. 2 TKG genannten Voraussetzungen unabhängig von der Verlegetechnik zustimmungsfähig. Micro- und Minitrenching stellen somit nur noch ein Anwendungsbeispiel dar. Die Ausnahmeregelung des § 68 Abs. 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 Frostschutzschicht 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	
	Dicke des frostsich. Oberbaus	30	40	30	40	30	40	30	40
Schotter- oder Kiestragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material									
1	Decke								
	Schotter- oder Kiestragschicht	15	15	15	25				
	Schicht aus frostunempfindlichem Material	$\Sigma 25$	$\Sigma 27$	$\Sigma 27$	$\Sigma 29$				
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material ⁽¹⁶⁾	-	15	-	13	-	13	-	11
ToB auf Planum									
2	Decke								
	Schotter-, Kiestragschicht oder Frostschutzschicht	$\Sigma 10$	$\Sigma 12$	$\Sigma 12$	$\Sigma 4$				
	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 16: 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 ⁵⁾	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
1	Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht							
	Asphaltdecke	12	12	12	10	4	4	4 ⁸⁾
	Asphalttragschicht	22	18	14	12	16	14	10 ⁸⁾
	Frostschutzschicht	45	45	45	45	45	45	45
	Dicke der Frostschutzschicht	- 31 ²⁾ 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
2.1	Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln auf Frostschutzschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material							
	Asphaltdecke	12	12	12				
	Asphalttragschicht	14	10	8				
	Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)	15	15	15				
	Frostschutzschicht	45	45	45				
	Dicke der Frostschutzschicht	- - 34 ²⁾ 44	- 28 ³⁾ 38 48	- 30 ³⁾ 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
	Schicht aus frostunempfindlichem Material -weit- oder -intermittierend gestuft gemäß DIN 18196-	45	45	45	45	45	45	45
	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
	Schicht aus frostunempfindlichem Material -enggestuft gemäß DIN 18196-	45	45	45	45	45	45	45
	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
3	Asphalttragschicht und Schottertragschicht auf Frostschutzschicht							
	Asphaltdecke	12	12	12	10	4	4	4 ⁸⁾
	Asphalttragschicht	18	14	10	10	12	10	10
	Schottertragschicht ⁷⁾ E _{v2} ≥ 150(120)	15	15	15	15	15	15	15
	Frostschutzschicht	45	45	45	45	45	45	45
	Dicke der Frostschutzschicht	- - 30 ³⁾ 40	- - 34 ³⁾ 44	- 28 ³⁾ 38 48	- - 30 ³⁾ 40	- 24 ³⁾ 34 44	- 16 ³⁾ 26 36 46	- - 18 ³⁾ 28 38
4	Asphalttragschicht und Kiestragschicht auf Frostschutzschicht							
	Asphaltdecke	12	12	12	10	4	4	4 ⁸⁾
	Asphalttragschicht	18	14	10	10	12	10	10
	Kiestragschicht E _{v2} ≥ 150(120)	20	20	20	20	20	20	20
	Frostschutzschicht	45	45	45	45	45	45	45
	Dicke der Frostschutzschicht	- - 25 ³⁾ 35	- - 29 ³⁾ 39	- 33 ³⁾ 43	- - 25 ³⁾ 35	- - 29 ³⁾ 39	- 31 ³⁾ 41 51	- - 23 ³⁾ 33
5	Asphalttragschicht und Schotter- oder Kiestragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material							
	Asphaltdecke	12	12	12	10	4	4	4 ⁸⁾
	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⁾
	Schicht aus frostunempfindlichem Material	45	45	45	45	45	45	45
	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} ≥ 180 MPa (in Belastungsklassen Bk1,8 bis Bk100) bzw. E_{v2} ≥ 150 MPa

Abbildung 17: 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, Druckrohrleitarbeiten 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, Maste, 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.

4. Mitglieder der AG Digitale Netze des BMVI

BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur Recht der Digitalen Infrastruktur, Datenrecht	Herr Dr. Mirko Paschke (AG-Leitung)
Anga – Verband Deutscher Kabelnetzbetreiber e.V.	Frau Dr. Franziska Löw
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
BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur Vergabewesen im Straßenbau, Recht der Nebenbetriebe, Benutzung der Bundesfernstraßen	Frau Kristina Dressel
Breitbandbüro des Bundes	Herr Matthias Schulze-Mantei
Breitbandbüro des Bundes	Herr Tim Brauckmüller
Breko – Bundesverband Breitbandkommunikation e.V.	Herr Sven Knapp
Buglas – Bundesverband Glasfaseranschluss e.V.	Herr Stefan Birkenbusch
Deutsche Glasfaser Holding GmbH	Frau Gerda Johanna Meppelink
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)	Herr Thomas Kiel
EWE-Tel GmbH	Herr Matthias Büning
Hessen Mobil Mitglied der Expertengruppe Versorgungsleitungen der Verkehrsministerkonferenz	Herr Bernd Thalmann
MW Niedersachsen - Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr Mitglied im Länderarbeitskreis Telekommunikation, Informationswirt- schaft, Post der Wirtschaftsministerkonferenz	Herr Michael Helinski
MW Sachsen-Anhalt - Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung des Landes Sachsen-Anhalt Mitglied im Länderarbeitskreis Telekommunikation, Informationswirt- schaft, 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, Informations- wirtschaft, Post der Wirtschaftsministerkonferenz	Herr Rainer Helle
SMWA - Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr Mitglied der Expertengruppe Versorgungsleitungen der Verkehrsminister- konferenz	Herr Heinz-Georg Donner
STMI Bayern - Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr Mitglied der Expertengruppe Versorgungsleitungen der Verkehrsminister- konferenz	Frau Alexandra von Jagemann

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 Kommunalen Unternehmen e.V.	Frau Ulrike Lepper

Impressum

Herausgeber

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

Stand

Januar 2018

Gestaltung | Druck

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

Bildnachweis

Titelseite:
atene KOM GmbH, Florian Schuh
Österreichische Glasfaser VerlegungsGmbH (Nano_Trench®)
econtech GmbH

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

