

10.1 Aufgaben der Entwässerung

Bis Mitte des 19. Jahrhunderts herrschten in den Städten hygienisch unzumutbare Zustände: Das Schmutzwasser und Fäkalien liefen über die Hausgasse aus den Häusern in die Rinnsteine der Straße. Diese 50 cm breiten, ausgepflasterten Rinnen verliefen zwischen Fahrdamm und Gehweg und leiteten das Abwasser in Bäche und Flüsse. Oftmals versickerte das Abwasser in den Untergrund und verunreinigte das Grundwasser. Diese Zustände führten oft zu Choleraepidemien. Erst 1883 entdeckte der deutsche Arzt Robert Koch den Erreger dieser seuchenhaft sich ausbreitenden Krankheit, die durch verunreinigtes Trinkwasser hervorgerufen wird. Das zeigte, dass eine funktionierende Ortsentwässerung für die Stadtbewohner überlebensnotwendig ist.

Heute werden durch die hohen Anforderungen an den Umweltschutz und durch technische Entwicklungen Fortschritte in der Gewässerreinigung sichtbar. Ziel ist es, das in Siedlungs- und Gewerbegebieten anfallende Schmutz- und Niederschlagswasser schnell zusammenzuführen, betriebssicher abzuleiten und nach einer entsprechenden Behandlung wieder dem natürlichen Wasserkreislauf zuzuführen. Die anfallende Schmutzwassermenge hängt vom Wasserverbrauch ab. Er ist je nach Infrastruktur eines bestimmten Gebietes unterschiedlich groß und hängt von Gewerbe- und Industrieansiedlungen, Haushaltungen, öffentlichen Einrichtungen und dem Löschwasserbedarf einer Region oder Kommune ab.

Das in Siedlungs- und Gewerbegebieten anfallende Abwasser bezeichnet man als **Schmutzwasser**. Es setzt sich aus häuslichem, gewerblichem und industriellem Abwasser zusammen. Es wird über Ortsentwässerungen abgeleitet und nach einem Klärprozess wieder dem natürlichen Wasserkreislauf zugeführt. Die in einem Siedlungsgebiet anfallenden Mengen Niederschlagswasser in Form von Regen oder Schmelzwasser werden als **Regenwasser** bezeichnet. Beide Abwasserarten werden als Teil der Ortsentwässerung im Straßenkanal abgeleitet. Wenn Schmutz- und Regenwasser in einem Kanal zusammenfließen sollen, wird ein **Mischwasserkanal (KM)** gebaut.

Schmutz-, Regen- und Mischwasserkanäle sind meistens Gefälleleitungen, sie werden auch **Freispiegelleitungen** genannt. Die Kanalachse verläuft geradlinig von Schacht zu Schacht und das abfließende Abwasser hat einen freien Wasserspiegel. Je nach Art der Entwässerung fließt das Wasser durch die Kläranlage oder direkt in den Vorfluter.

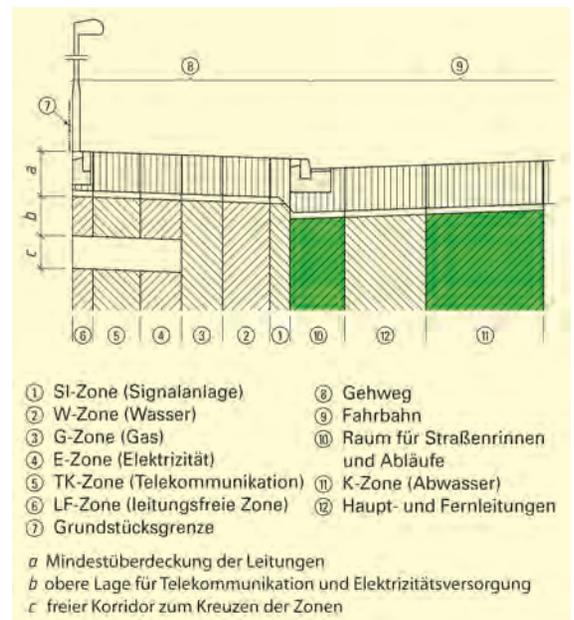
Bei Tief- und Straßenbauarbeiten sind in einem Straßenquerschnitt eine Vielzahl von Ver- und Entsorgungsleitungen anzutreffen. Nach DIN 1998 werden den Ver- und Entsorgungsleitungen im Straßenquerschnitt bestimmte Zonen zugewiesen.

Danach sollen **innerhalb** von Ortsdurchfahrten Telekommunikations-, Strom-, Gas-, Wasserleitungen und Signalkabel außerhalb der Fahrbahn, Fernwärmeleitungen, Abwasserkanäle sowie Haupt- und Fernleitungen innerhalb der Fahrbahn angeordnet werden.

Außerhalb von Ortsdurchfahrten sollen alle Leitungen am äußeren Rand des Straßenquerschnitts verlegt werden.



Straßenentwässerung im 19. Jahrhundert



Anordnung von Ver- und Entsorgungsleitungen in der Straße



Versorgungsleitungen mit Trassenbändern

10.4.3 Faserzementrohre

Herstellung: Faserzementrohre (Fz) nach DIN EN 588 sind heute gesundheitlich unbedenklich. Sie werden als erdverlegte Freispiegel- oder Druckrohrleitungen verwendet, können aber auch zur Gebäudeentwässerung eingesetzt werden. Zur Herstellung werden Zement und Wasser mit Synthetik- bzw. Zellstofffasern zu einer homogenen Mischung verarbeitet. Die Zugabe der Fasern gewährleistet die mechanische Festigkeit des Verbundwerkstoffes.

Eigenschaften: Faserzementrohre zeichnen sich im Vergleich zu Betonrohren durch eine geringere Masse, lange Rohrstücke und einfache Rohrverbindungen aus. Die Beständigkeit gegenüber chemischen Angriffen ist der eines Betonrohres vergleichbar. Die Nennweiten betragen DN 100...2500, geliefert werden Baulängen von 2,0...6,0 m. Faserzementrohre eignen sich wegen ihrer guten Bearbeitbarkeit (Bohren, Sägen) besonders für das nachträgliche Herstellen von Anschlüssen.

Faserzementrohre werden heute selten als Abwasserleitungen eingebaut, weil sich die Kunststofftechnologie weiterentwickelt hat. Insbesondere glasfaserverstärkte Kunststoffrohre (GfK) haben vergleichbare Eigenschaften.

Kennzeichnung: Nach DIN EN 588 werden Faserzementrohre in Typ AT (Asbest-Technologie) und Typ NT (asbestfreie Technologie) eingeteilt. Entsprechend ihrer Scheiteldruckfestigkeit werden die Rohre in die Klassen 60, 90 und 120 eingeteilt, basierend auf einer Bruchlast von 60, 90 und 120 kN/m². Die Kennzeichnung der Rohre erfolgt durch Angabe von Norm, Nennweite, Hersteller, Herstellungsdatum, Klasse und Typ.

Verbindungssysteme: Die Verbindung der Fz-Rohre wird entweder durch Muffen mit eingelegten Dichtringen oder – bei Falzrohren – durch Überschiebmuffen mit **Reka-Dichtungsrings** (Reka-Kupplungen) hergestellt.

10.4.4 Kunststoffrohre

Kunststoffrohre können in allen Bereichen der Abwasserentsorgung eingesetzt werden und sind inzwischen weit verbreitet. Die Kunststoffindustrie hält eine Vielzahl von Rohrarten und Formstücken bereit. Die erwartete Nutzungsdauer von Kunststoffrohren liegt bei über 100 Jahren, praktisch nachgewiesen sind bisher etwa 60 Jahre.

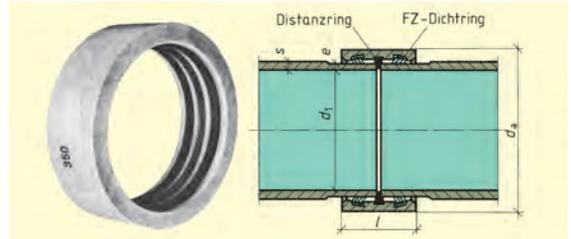
Kunststoffrohre aus Polyvinylchlorid (PVC), Hochdruckpolyethylen (PE) und Polypropylen (PP)

Herstellung: Der Rohstoff für Kunststoff ist Erdöl, das in einer Raffinerie durch Destillation in mehrere Bestandteile getrennt wird. Für die Kunststoffproduktion ist der wichtigste Bestandteil das Rohbenzin. Dieses wird unter hohen Temperaturen in Ethylen, Propylen, Butylen und andere Kohlenwasserstoff-Verbindungen aufgespalten (Crack-Prozess). Durch Polymerisation, Polykondensation oder Polyaddition werden die Grundelemente wie Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O) neu angeordnet und es entstehen Kunststoffe wie Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP).

Eigenschaften: Der hohe Verbreitungsgrad von Kunststoffrohren ist auf günstige Preise und vorteilhafte Materialeigenschaften zurückzuführen:



Fz-Muffenrohr



Reka-Dichtungring (Reka-Kupplung)



Ringsteifigkeit

12

kN/m²

HS[®]

Kanalrohrsystem

Rohre 12 kN/m², Formteile (SDR 34) und Sonderlösungen

- DN/OD 110 bis DN/OD 800
- Baulängen je nach Nennweite



Funke Gruppe

Funke Kunststoffe GmbH

PVC-U-Rohre mit Herstellerbezeichnung



PP-Rohre mit werksseitig aufgesteckter Muffe

- geringe Masse,
- ausreichende mechanische Festigkeit,
- chemische Beständigkeit,
- leichte Verarbeitbarkeit,
- besonders glatte Innenwand,
- ausreichende Wärme- und Kältebeständigkeit.



Kennzeichnung: Die Kennzeichnung muss dauerhaft auf dem Rohr aufgebracht sein und umfasst die Angabe von Norm, Anwendungsgebiet (U oder UD), Hersteller, Kurzbezeichnung des Kunststoffes, Nennweite (DN/OD), Rohrklassifizierung (SDR), Erzeugungsjahr, Ringsteifigkeitsklasse (SN).

Bezüglich der Nennweiten muss bei Kunststoffrohren eine Besonderheit beachtet werden: Nach DIN EN 1401 gibt **DN/OD** die Nennweite bezogen auf den Außendurchmesser des Rohres an. Der Innendurchmesser variiert entsprechend der Wandstärke und dem verwendeten Material.

Der Anwendungsbereich wird durch U und D angegeben:

U: Anwendung für einen Bereich, der mehr als 1 m von einem Gebäude, mit dem das erdverlegte Kanalsystem verbunden ist, entfernt liegt.

D: Anwendung für einen Bereich, der unterhalb und maximal 1 m von einem Gebäude entfernt liegt und in dem die erdverlegten Rohre mit dem Abwassersystem des Gebäudes verbunden sind.

Die **SDR-Klassifizierung (Standard Dimension Ratio)** bezeichnet eine Kennzahl, die sich aus dem Verhältnis von Außendurchmesser und Wanddicke des Rohres errechnet. Je kleiner die SDR-Zahl, desto druckbeständiger ist das Rohr. Übliche SDR-Zahlen von PVC-U-Rohren sind 51, 41 und 34.

Die **Steifigkeitsklasse SN (Stiffness Number)** beschreibt die Ringsteifigkeit des Rohres. Darunter versteht man den Verformungswiderstand eines Rohres gegen eine senkrecht aufgebrachte Belastung, bei der sich das Rohr genau um 3% des Durchmessers verformt. Im Allgemeinen besitzen Rohre mit einer größeren Wandstärke eine größere Ringsteifigkeit.

In der Praxis sind die Steifigkeitsklassen SN 2...SN 16 gängig, wobei SN 2 und SN 4 als Normallast, SN 8...SN 12 als Hochlast und ab SN 16 als Höchstlast bezeichnet werden.

Rohrarten: Nach dem Wandaufbau kann eine Einteilung in Vollwandssystem, profilierte Wandung und Mehrschichtsystem vorgenommen werden.

Besonders weit verbreitet sind **Vollwandrohre**, allgemein als **KG-Rohre (Kanalgrundrohr)** bekannt. Oft wird diese Bezeichnung allgemein für druckfreie Abflussrohre aus Kunststoff verwendet. KG-Rohre finden Verwendung bei Hausanschlussleitungen sowie im öffentlichen Kanalsystem zur Ableitung von Schmutz- und Regenwasser. KG-Rohre unterscheiden sich je nach Kunststoffart in der Außenfarbe: PVC-U-Rohre sind orangebraun, PP-Rohre sind meistens grün und PE-Rohre schwarz oder grau. Teilweise verwenden die Hersteller auch andere Farben.

KG-Rohre aus PVC-U dürfen nicht längere Zeit in der Sonne gelagert werden, weil durch UV-Licht das Material versprödet und so die Tragfähigkeit abnimmt. Bereits ausgebliehene Rohre sollten nicht verbaut werden.

Eine Weiterentwicklung der orangebraunen KG-Rohre ist das Rohrsystem **KG 2000**. Es besteht aus Polypropylen (PP) mit grüner Farbe. Seine Eigenschaften sind erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen aggressives Abwasser und hohe Temperaturbeständigkeit.



KGEM = Kanalgrundrohr mit einseitiger Muffe
 DN/OD = auf den Außendurchmesser bezogene Nennweite
 BL = Baulänge
 PVC-U = Polyvinylchlorid – weichmacherfrei
 SN = Ringsteifigkeitsklasse (Stiffness Number)
 UD = außerhalb und unterhalb eines Gebäudes

Kennzeichnung eines KG-Rohres

Kunststoff	Vollwandrohre	Mehrschichtrohre	Profilierte Wandung
PVC-U	orangebraun	x	x
PP	grün	orangebraun	orangebraun
	andere Farben	andere Farben	blau
PE	schwarz	andere Farben	x
	hellgrau		
GFK	weißgrau	x	x

Außenfarben von Kunststoffrohren



Unsachgemäße Lagerung von PVC-U-Rohren



PP-Rohre KG 2000



Ultra-Rib-Rohre mit profilierter Wandung

Rohre mit **profilierter Wandung** werden von den Herstellern unter dem Namen Ultra Rib vertrieben. Sie bestehen aus einem homogenen Rohrkörper aus Polypropylen (PP). Schmutzwasserrohre sind außen orangebraun eingefärbt und im Innern weiß, um bei der Kamerabefahrung ein optimales Bild zu erhalten. Regenwasserrohre sind komplett blau eingefärbt.

10.6.3 Kanalspiegelung

Die Sichtprüfung betrifft die Richtung und Höhenlage, die Verbindungen und Anschlüsse wie auch die Innenprüfung. Durch das Spiegeln kann man auch nach dem Verfüllen die Geradlinigkeit der Haltung sowie die Beschädigungen im Innern erkennen. Dazu wirft ein Scheinwerfer im Schacht A das Licht durch die Rohre zum Spiegel im Schacht B. Lageabweichungen und Hindernisse erscheinen im Spiegel als Schatten (siehe LF 16 – indirekte optische Inspektion).

10.6.4 Kanaluntersuchung mittels Kanalroboter

Es ist ein visuelles Verfahren, bei dem durch einen Kanalroboter Einbaufehler, z.B. beim Einbau von Hausanschlüssen und Abzweigen, oder Risse bzw. Verformungen der Rohre im nicht begehbaren Bereich (\leq DN 1200) sichtbar gemacht werden.

Im Allgemeinen werden die erdverlegten Entwässerungsleitungen nach dem Einbau und erfolgter Spülung durch einen elektronisch gesteuerten, selbstfahrenden Kanalroboter genau untersucht.

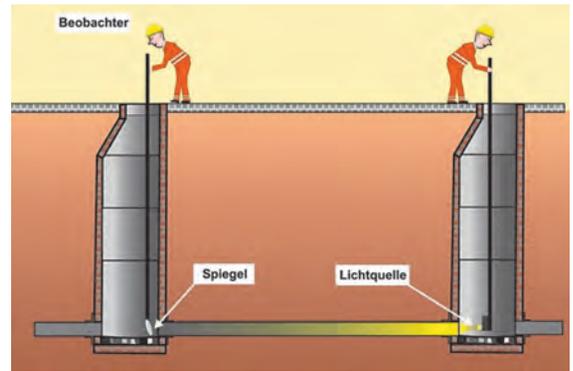
Während der Kanalroboter die Entwässerungsleitung durchfährt, kann man die Bildübertragung am Bildschirm verfolgen. Gleichzeitig wird ein Protokoll mit den Ergebnissen erstellt. Schadstellen oder außerhalb der Toleranz liegende Unkorrektheiten (z.B. Muffenspalt), können im Foto festgehalten werden.

Grundsätzlich wird nach jeder Prüfung einer Entwässerungsleitung, ganz gleich mit welchem Verfahren und zu welchem Zweck, ein **Prüfprotokoll** angefertigt. Es bescheinigt, dass die Leitung, wenn keinerlei Mängel an der Ausführung festgestellt wurden, in Betrieb genommen werden darf (Seite 173).

Zusammenfassung

Eingebaute Kanalleitungen können mit verschiedenen Verfahren geprüft werden. Eine Dichtheitsprüfung ist nach DIN EN 1610 vorgeschrieben. Sie findet nach dem Verfüllen des Kanalgrabens statt. Eine Vorprüfung ist nicht vorgeschrieben. Die Dichtheitsprüfung kann mit Luft oder Wasser durchgeführt werden. Bei der Prüfung mit Luft wird der zu prüfende Kanalabschnitt mit Absperrblasen verschlossen und mittels Kompressor mit dem vorgeschriebenen Prüfdruck beaufschlagt. Ist durch zu hohen Druckabfall die Dichtheitsprüfung nicht bestanden, kann eine Prüfung mit Wasserdruck durchgeführt werden, deren Ergebnis bindend ist.

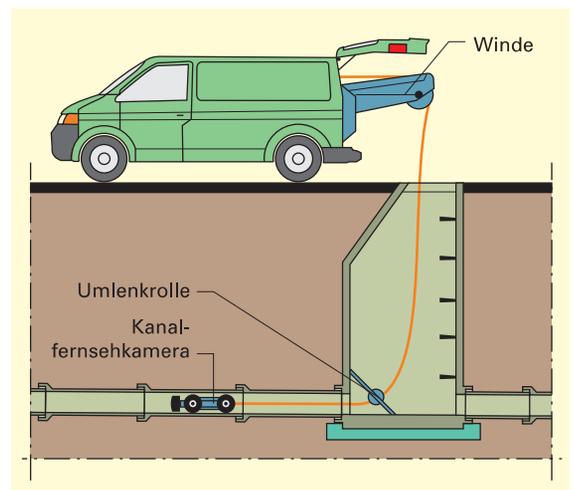
Mithilfe einer Kanalspiegelung können die Geradlinigkeit der Kanalhaltung überprüft und Beschädigungen an der Rohrrinnenwand erkannt werden. Bei einer Befahrung mit einem Kanalroboter können mittels Kamera Einbaufehler und Schäden im Kanal sichtbar gemacht werden.



Kanalspiegelung



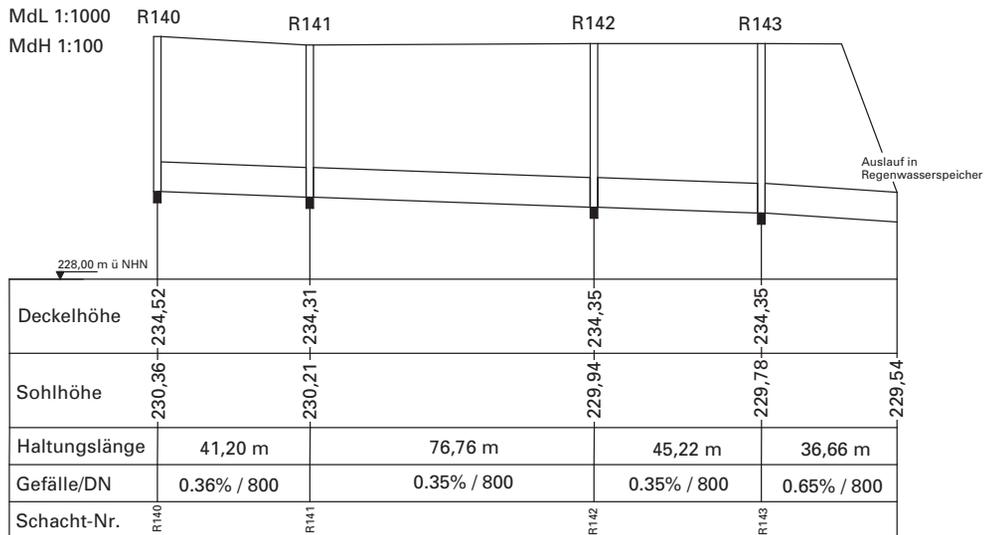
Inspektionsfahrzeug mit Kanalroboter



Kanalinnenprüfung mittels Kamera

12.7 Projektaufgabe zu Lernfeld 12

Das Regenwasser aus dem Projektgebiet soll aus Sicherheitsgründen nicht in einem offenen Wassergraben in das Regenspeicherbecken eingeleitet werden, sondern mithilfe eines geschlossenen Regenwasserkanals. Der Kanal soll aus Stahlbetonrohren DN 800 in einer Tiefe bis zu 4,50 m in einem nichtbindigen Boden hergestellt werden. Da in dieser Tiefe mit Grundwasser zu rechnen ist, müssen vor Beginn der Arbeiten umfassende Überlegungen zur Sicherung des Grabens und der Schachtbaugruben gemacht werden.



Aufgaben

- Überlegen Sie, welche Art der Grabensicherung hier sinnvoll ist. Erstellen Sie eine Tabelle mit Vor- und Nachteilen der Ihnen bekannten Grabensicherungsarten.
- Der Graben soll mit einem Verbau gesichert werden.
 - Zeichnen Sie im Maßstab 1:50 den Grabenquerschnitt zwischen Schacht R140 und R141 auf.
 - Berechnen Sie die Mindestgrabenbreite.
 - Auf der Baustelle sind Baugeräte mit einer Gesamtmasse bis zu 18 t im Einsatz. Worauf müssen Sie als Geräteführer in der Nähe des Grabens achten?
- Beim Aushub stoßen Sie auf eine kreuzende Wasserleitung. Wie muss diese Leitung gesichert werden?
- Beurteilen Sie die Sicherheit des auf dem Foto abgebildeten Grabens.
- Für Schacht R143 mit DN 1500 soll eine geböschte Baugrube hergestellt werden.
 - Ermitteln Sie die Baugrubentiefe.
 - Wählen Sie einen geeigneten Böschungswinkel.
 - Wie groß muss der Arbeitsraum sein?
 - Berechnen Sie die untere Breite der Baugrube.
 - Berechnen Sie die obere Breite der Baugrube.
 - Berechnen Sie das Aushubvolumen bei einer quadratischen Baugrube.
 - Wie oft müsste ein Lkw mit 26 t Ladekapazität fahren, wenn der Aushub komplett abtransportiert wird (Rohdichte des anstehenden Bodens $\rho = 1,8 \text{ kg/dm}^3$).
 - Zeichnen Sie eine Draufsicht der Baugrube mit allen notwendigen Maßen.
- Wenn die Schachtbaugrube verbaut ausgeführt werden soll, welche Verbauart ist geeignet? Wählen Sie eine kostengünstige und schnell herzustellende Variante.
 - Welche Möglichkeiten der Wasserhaltung gibt es?
 - Wie kann das Grundwasser in der Schachtbaugrube R143 beseitigt werden?
- Wie können Baugruben gegen Grundwasser abgedichtet werden?
 - Nennen Sie Beispiele, bei denen eine Baugrubenabdichtung nötig ist.



14.1 Anschluss an die Ver- und Entsorgungsleitungen

Zur Versorgung mit Gas, Trinkwasser und Strom sowie zum Anschluss an die Telekommunikation müssen die Gebäude mit den im Straßenquerschnitt liegenden Versorgungsleitungen verbunden werden. Dies erfolgt über erdverlegte Rohrleitungen und Kabel, die durch die Kelleraußenwand oder durch die Bodenplatte in das Gebäude geführt werden. Man unterscheidet dabei:

- **Versorgungsleitungen**, die im Bereich der Straße oder im Gehweg verlegt werden,
- **Anschlussleitungen**, die von der Versorgungsleitung zum Gebäude führen,
- **Verbrauchsleitungen**, die die Verteilung innerhalb des Gebäudes übernehmen.

Die Versorgungsleitungen sollten nach DIN 1998 wie folgt angeordnet sein:

- Fernleitungen, Kanäle und Fernwärmeleitungen in der Straße,
- Telekommunikation, Strom, Gas, Wasser und Signalleitungen im Gehweg.

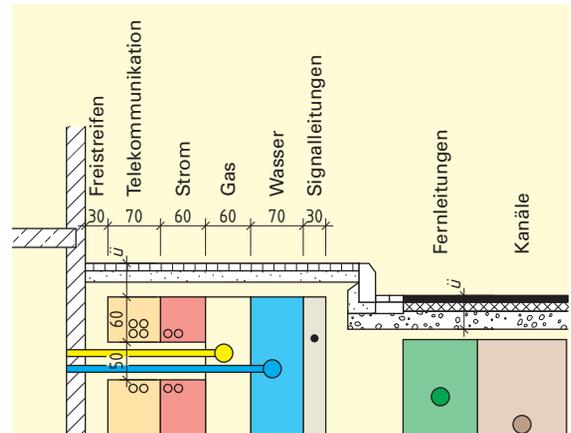
Sind beiderseits der Straße Gehwege vorhanden, so sollten die Leitungen auf beiden Seiten verlegt werden. Die Reihenfolge der Medien ist wie in Bild ① zu sehen einzuhalten.

Um die Leitungen vor den Verkehrslasten zu schützen, ist eine Mindestüberdeckung (\ddot{u}) von 50 cm einzuhalten. Bei großen Oberbauschichten müssen die Leitungen mindestens 10 cm unter Oberkante Planum liegen. Telekommunikations- und Stromleitungen können in zwei Lagen verlegt werden, zwischen denen mindestens 50 cm Freiraum liegen muss, um die Gas- und Wasserleitungen ins Gebäude zu führen.

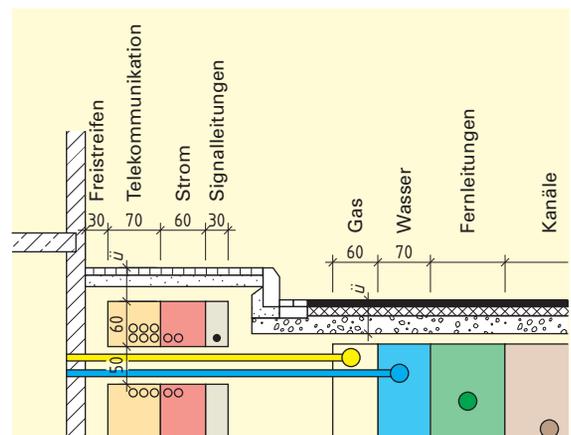
Bei schmalen Gehwegen müssen die Gas- und Wasserleitungen mit in der Straße verlegt werden. Dann gilt die Anordnung in Bild ②.

Die Anschlussleitungen enden unmittelbar nach der Gebäudeeinführung mit Verbrauchsmessern und Absperrrichtungen. Bis zu dieser Stelle befinden sich die Leitungen im Besitz der jeweiligen Versorgungsunternehmen.

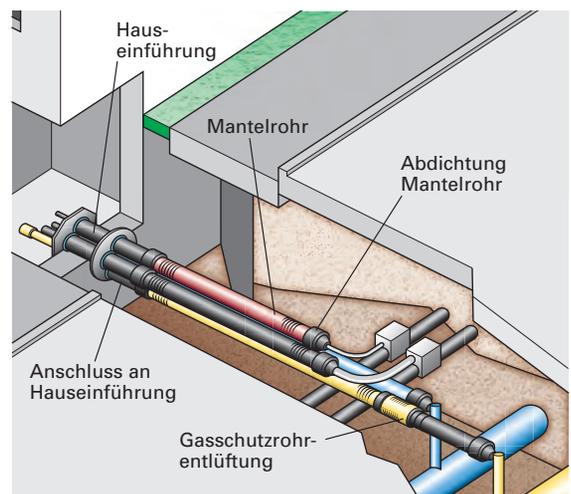
Um unnötig hohe Kosten zu vermeiden und Beeinträchtigungen für den Straßenverkehr und Behinderungen der übrigen, zur Erstellung eines Gebäudes notwendigen Bauarbeiten so gering wie möglich zu halten, sollte der Anschluss an die unterschiedlichen Versorgungsleitungen zeitlich abgestimmt werden. Es ist darüber hinaus zu prüfen, ob die Verlegung der Anschlussleitungen in einem gemeinsamen Rohrgraben erfolgen kann. Dies setzt meist voraus, dass sich die Gebäudeeinführung aller Leitungen an einem Punkt befindet.



① Regelzonenanordnung der Versorgungsleitungen



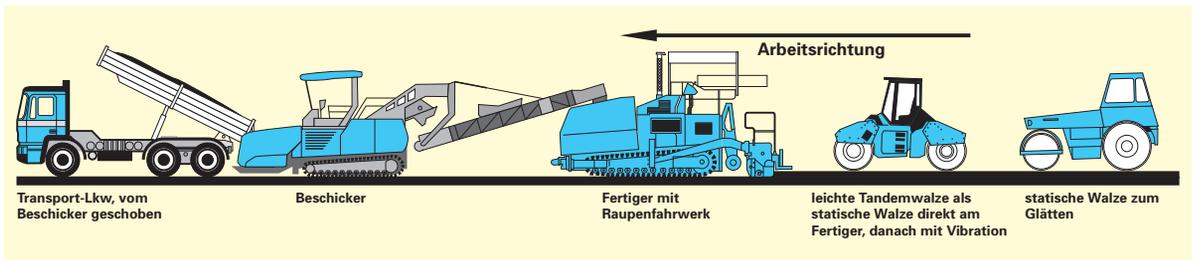
② Anordnung der Leitungen bei beengten Verhältnissen



Anschlussleitungen und Hauseinführung

Zum Herstellen eines Hausanschlusses gehört der Anschluss an die Gas-, Trinkwasser- und Stromversorgung sowie an die Telekommunikation.

Zur Entsorgung der anfallenden Abwässer ist darüber hinaus der Anschluss an das öffentliche Kanalnetz herzustellen.



Asphalt-Einbauzug schematisch

15.3.2 Mischguttransport

Für den Transport von Asphalt werden vor allem offene Hinterkipper-Lkw, seltener thermoisolierte Kippbehälter eingesetzt.

Beim Einsatz offener Lkw wird die Ladung gegen Abkühlung und Bitumenverhärtung mit Planen abgedeckt. Die Transportentfernung sollte nicht größer als 40 km sein und die Fahrzeit 2 h nicht überschreiten, da sonst der Temperaturverlust zu groß ist ($\approx 10 \text{ }^\circ\text{C/h}$).

Im Fernstraßenbau dürfen für den Asphalttransport nur noch gedämmte Mulden eingesetzt werden. Außerdem müssen die Fahrzeuge über eine Temperaturmesseneinrichtung verfügen, die das Ablesen der Asphaltmischguttemperatur an den vier Eckpunkten der Transportmulde ermöglicht.

Da sich beim **Gussasphalt** während des Transports der Splitt absetzen würde, kommen hier spezielle Ausfahrkocher, mit Rührwerk und Heizung (Temperaturen $230 \dots 240 \text{ }^\circ\text{C}$) ausgestattet, zum Einsatz.

15.3.3 Mischguteinbau

Der Einbau des Asphalts erfolgt in der Regel mit **Strassenfertigern** mit Raupen- oder Radfahrwerk.

Das Radfahrwerk ist vorteilhaft beim schnellen Umsetzen auf der Baustelle. Asphaltfertiger mit Raupenfahrwerk bieten eine bessere Traktion auf losem Untergrund und damit vielseitige Einsatzmöglichkeiten.

Im modernen Asphaltstraßenbau kommt häufig ein Beschicker zum Einsatz, der den Asphalt vom Transport-Lkw aufnimmt und an den Fertiger weitergibt. Dabei wird das Mischgut durchmischt und Anfahrstöße zwischen Lkw und Fertiger werden vermieden. Das verhindert Entmischungen oder Unebenheiten.

An beengten Örtlichkeiten, Flächen mit mehreren, unterschiedlich hohen Straßeneinläufen oder nach Aufgrabungen in Straßen und Fußwegen aus Asphalt ist der Einbau mit einem Fertiger oft unmöglich bzw. unwirtschaftlich. Dann muss der Asphalt von Hand eingebaut werden. Dabei ist zu beachten, dass dies bei Gussasphalt praktisch nur bis zu Splittgehalten von 45 Massen-% und größerem Bindemittelüberschuss möglich ist.

Ob Asphalt für den Einbau geeignet ist, lässt sich vorab durch Inaugenscheinnahme beurteilen.

Art und Sorte des Bindemittels im Mischgut	Asphaltbinder	Asphaltbeton (Heißeinbau)	Splittmatrixasphalt	Gussasphalt	Tragdeckschichtmischgut
20/30				200 ... 250	
30/45	130 ... 190	140 ... 190		200 ... 250	
50/70	120 ... 180	130 ... 180	150 ... 180	200 ... 250	
70/100	120 ... 180	130 ... 180	150 ... 180		120 ... 180
160/120		120 ... 170	120 ... 170		100 ... 170

Einbautemperaturen von Asphaltmischgut in $^\circ\text{C}$



Mischgutlieferung

Für eine wirksame Verdichtung ist darauf zu achten, dass der Asphalt mit ausreichend hoher Einbautemperatur die Einbaustelle erreicht.



Mischgutübergabe durch einen Beschicker



16.4 Reparaturverfahren

Nachdem die Leitungen bzw. Kanäle gereinigt sind und mittels optischer oder messtechnischer Inspektion Art, Größe und Häufigkeit der Schäden an den exakt bestimmten Stellen festgestellt und dokumentiert wurden, wird ein geeignetes Sanierungsverfahren ausgewählt.

Die Sanierungsverfahren werden nach DIN EN 15885 in Reparatur, Renovierung und Erneuerung eingeteilt.

Unter **Reparatur** fasst man alle Techniken zusammen, die einzelne, örtlich begrenzte Schäden beheben (siehe Schaden 1 und Schaden 2). Das Altrrohr muss in diesem Fall noch vollständig tragfähig sein.

Die **Renovierung** wird bei sehr vielen oder großflächigen Schädigungen eingesetzt. Dabei erhält das Rohr eine komplett neue Innenoberfläche. Das Altrrohr bleibt im Boden und erfüllt in vielen Fällen zumindest teilweise noch Tragfunktion.

Bei der **Erneuerung** ist das Altrrohr nicht mehr tragfähig, es wird zerstört und bei einigen Verfahren sogar ausgebaut. Das neue Rohr wird in der Trasse des Altrrohres verlegt, was garantiert, dass keine fremden Leitungen beschädigt werden.

Die Sanierung einer Leitung oder eines Kanals kann grundsätzlich in offener Bauweise, also durch vorherigen Aushub eines Grabens oder ohne Grabenaushub in geschlossener Bauweise erfolgen.

Aus den in der Einleitung zum Lernfeld 16 erläuterten wirtschaftlichen Gründen werden Sanierungsarbeiten heute in den meisten Fällen grabenlos durchgeführt.

Alle Sanierungsverfahren in diesem Buch haben daher folgende Vorteile gemeinsam:

- wenig Platzbedarf (kein Aushub, Abtransport, Zwischenlager und Wiedereinbau des Bodens),
- kurze Bauzeit (meist nur wenige Stunden, kein Bau zusätzlicher Leitungen zur Versorgung während der Bauzeit),
- keine Schädigung der Oberflächen (Straßen und Bepflanzungen bleiben erhalten),
- keine Beeinträchtigung von Fremdleitungen (es wird innerhalb des vorhandenen Trassenverlaufes gearbeitet).

Die **Reparaturverfahren** verursachen die geringsten Kosten und benötigen die kürzeste Bauzeit. Einzelne undichte Muffen, ein gerissenes Rohr oder einen fehlerhaften Anschluss durch die Erneuerung der gesamten Leitung zu beheben, ist nicht wirtschaftlich vertretbar.

Für derartige Schadensbilder stehen fünf Gruppen von Reparaturverfahren zur Auswahl:

- Spachtel- und Verpressverfahren,
- Innenmanschetten anbringen,
- vor Ort härtende Materialien einbauen,
- Injektionen,
- Flutungsverfahren.

Sanierungsverfahren		
„Reparatur“	„Renovierung“	„Erneuerung“
Behebung eines örtlich begrenzten Schadens	komplette Innenbeschichtung unter Beibehaltung des Altröhres	Bau einer neuen Leitung in der alten oder einer neuen Trasse

Überblick Sanierungsverfahren



Schaden 1: einzelner Riss



Schaden 2: einzelner fehlerhafter Anschluss



Mit Kanalrobotern wird in Rohren mit einer Nennweite von DN 100 bis DN 800 gearbeitet