



1	PDCA-MODELL	2
2	ANFORDERUNGEN AN DAS MATERIAL	2
2.1	SYSTEMWAHL	2
2.2	MATERIALWAHL	3
2.3	WERKSTOFF-EIGENSCHAFTEN.....	7

Disclaimer

Dieser Textbausteine wurde von einer Arbeitsgruppe des VKR zusammengestellt und beinhaltet die Erfahrungen seiner Mitglieder. Die veröffentlichten Informationen sind sorgfältig erarbeitet, erheben aber keinen Anspruch auf Aktualität, sachliche Korrektheit oder Vollständigkeit. Eine entsprechende Gewähr wird nicht übernommen. Die Textbausteine dürfen allgemein verwendet werden. Der VKR behält sich vor, jederzeit ohne vorherige Ankündigung den Inhalt oder Teile davon zu verändern, zu ergänzen oder zu löschen.

Hinweise zu den Textbausteinen

Die SIA 190:2017 verlangt einiges mehr an Dokumentation als frühere Ausgaben. Aus diesem Grund finden Sie hier eine Reihe von Textbausteinen, die Ihnen bei der Projektbeschreibung/Projektdarstellung dienlich sein können.

Die SIA 190:2017 befasst sie sich ausschliesslich mit der Planung und dem Bau von Kanalisationssystemen. Viele Werkeigentümer orientieren sich an Qualitätsmanagementsystemen wie ISO9000 bzw. Umweltschutzmanagementsystem wie z.B. ISO 14000. Daher ist es hilfreich, wenn die Planung/Projektierung sich diesem grösseren Rahmen unterstellt. Dieser Rahmen ist mit dem Lebenszyklusmodell dargestellt.

Qplus stellt – zusätzlich zu den Euronormen – weitere Anforderungen an die Rohrsysteme, welche sich in der praktischen Anwendung in der Schweiz bewährt haben. Die konkreten Anforderungen an die Rohrsysteme sind im Internet unter www.qplus.ch zu finden.

Hinweis 1:

Bei grossen Durchmessern $\geq 1\text{m}$ werden auch glasfaserverstärkte Kunststoffrohre eingesetzt. Zurzeit laufen die Arbeiten für deren Registrierung. Qplus verfolgt die Entwicklung am Markt und prüft entsprechend weitere Registrationsen.

Hinweis 2:

Diese Richtlinie fokussiert sich auf Rohrsysteme ausserhalb von Gebäuden:

- EN 1852 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen - Polypropylen (PP)
- EN 12666 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen - Polyethylen (PE)
- EN 1401 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen – weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U)
- EN 13476 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen - Rohrleitungssysteme mit profilierter Wandung aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U), Polypropylen (PP) und Polyethylen (PE)
- EN 14758 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen – Polypropylen mit mineralischen Additiven (PP-MD)

2.2 Materialwahl

Je nach Art des Projektes kann es sinnvoll sein, wichtige Aspekte der Materialwahl im Projektbericht darzustellen:

SIA190 Kriterien

- 1 Widerstandsfähigkeit
- 2 Anschlussmöglichkeiten
- 3 Systemverträglichkeit
- 4 innere und äussere Belastungen
- 5 Dichtheitsanforderungen
- 6 Lagestabilität
- 7 thermisches Verhalten
- 8 Wirtschaftlichkeit (Bau und Unterhalt)
- 9 natürliche Ressourcen und Ökologie

Weitere Aspekte

- A Lebensdauer
- B Life Cycle Cost (Lebenszykluskosten)
- C Umweltbezogenes Schädigungspotential
- D Korrosionsbeständigkeit
- E Hydraulische Eigenschaft
- F Ablagerungen
- G Abrieb
- H Witterungsbeständigkeit
- I Temperaturbeständigkeit
- K Brandverhalten

SIA 190 Kriterien

- 1 *Widerstandsfähigkeit gegenüber den abzuleitenden Medien, dem Baugrund und dem Grundwasser.*

Mechanische Widerstandsfähigkeit: Wie sich aus den obigen Werkstoffeigenschaften ergibt, sind PE, PP und PVC-U mechanisch hierfür bestens geeignet. PE weist einen kleinen Vorteil bei kantigem, hartem Kies im Medium auf. PP und PVC-U hingegen sind resistenter gegen sehr aggressive Chemikalien. Deshalb werden auch Rohrleitungen im Chemieanlagenbau oft in den Werkstoffen PP oder PVC-U ausgeführt). Da alle drei

Rohrsysteme biegeweich sind, können sie Spannungsspitzen von äusseren Belastungen (z.B. Verkehrslasten, Setzungen) durch elastische Verformung ableiten.

Chemische Widerstandsfähigkeit: Kunststoffe weisen gegenüber Chemikalien und anderen Medien eine ausgezeichnete Beständigkeit auf. Kunststoffrohrleitungen widerstehen auch allen chemischen Einflüssen in natürlich vorkommenden Böden. Die vollständige Liste der Widerstandsfähigkeit gegenüber Chemikalien und anderen Medien sind unter diversen Quellen zu finden.

- 2 *Anschlussmöglichkeiten für bestehende/künftige Liegenschafts- und Oberflächenentwässerungen:* Kanalrohrsysteme aus PE und PP, sowie kompakte Vollwandrohrsysteme aus PVC-U sind sehr gut ausgereift und umfassend, weshalb alle denkbaren Anschlussmöglichkeiten mit geringem Aufwand realisierbar sind. Zudem besteht die Möglichkeit, bei aussergewöhnlichen Problemstellungen vorkonfektionierte Rohrleitungsteile zu verwenden. Besonders vorteilhaft kann dabei das geringe Gewicht der Teile sein, die auch im Graben meist von Hand bewegt werden können.
- 3 *Systemverträglichkeit:* Die Rohre, Rohrleitungsteile, Schächte und erweiterte Entwässerungskomponenten (Rigolen, etc.) aus PE, PP und PVC-U wurden als Komplettsysteme entwickelt und weisen (nicht zuletzt durch die sehr grosse Verbreitung dieser Systeme) eine fast unbegrenzte Vielfalt an Lösungen auf.
- 4 *Innere und äussere Belastungen:* Die Rohrstatik zeigt die Anforderungen der äusseren Belastungen auf, woraus sich die erforderliche Ringsteifigkeit der Rohre ergibt. Es ist nicht notwendig, dass ein Kanalisationssystem durchwegs aus Rohren der gleichen Ringsteifigkeit aufgebaut sein muss. Die unterschiedlichen Anforderungen aus der Rohrstatik können mit Rohren unterschiedlicher Ringsteifigkeitsklassen aus demselben System erfüllt werden. Da die Rohrdichtungen in entsprechenden Muffensicken mit vergleichsweise engen Toleranzen liegen, werden die Belastungen (z.B. durch Wurzeldruck) auch in den Verbindungsstellen sicher aufgenommen.
- 5 *Dichtheitsanforderungen:* Durch die spezielle Formgebung der Sicken in Verbindung mit den Dichtungen ist die Dichtheitsanforderung problemlos zu erfüllen. Entsprechend bestehen die Kunststoffrohrsysteme – korrekte Verlegung vorausgesetzt – die Dichtheitsprüfung während der Abnahme des Bauwerkes in allen Fällen.
- 6 *Lagestabilität:* Die Lagestabilität des Systems ist weitestgehend durch den Baugrund bestimmt. Sollte der Baugrund über längere Zeit leicht instabil sein, so bekommen die hervorragenden Eigenschaften eines biegeweichen Systems grösste Bedeutung, denn das Rohrsystem kann Verschiebungen bis zu gewissen Grenzen durch Verformung kompensieren ohne die Funktion zu verlieren.
- 7 *thermisches Verhalten:* Die Kunststoffe weisen durchwegs viel höhere Wärmedehnungskoeffizienten auf als alle biegesteifen Materialien. Allerdings werden die entsprechenden Dehnungen bzw. Schrumpfungen durch die Elastizität des Materials aufgenommen; Voraussetzung ist allerdings das korrekte Layout in Verbindung mit den thermischen Schwankungen des Rohres.
- 8 *Wirtschaftlichkeit bezüglich Bau und Unterhalt:*
Bau: Gewicht wirtschaftlich nahezu konkurrenzlos gegenüber alternativen Materialien. Ihr niedriges Gewicht senkt die Transportkosten und vereinfacht das Verlegen entscheidend. Durch den fachgerechten Einsatz geeigneter, biegeweicher Kunststoffrohre kann unter normalen Baubedingungen auf eine Betonumhüllung verzichtet werden. Für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen müssen nebst den Rohren auch die benötigten Formstücke miteinbezogen werden. Je nach Anzahl, Material und Durchmesser werden Formstücke für die Baukosten entscheidend.

Unterhalt: Auch der Unterhalt von Kunststoff-Kanalsystemen ist sehr kosteneffizient. Kunststoffrohre sind an den Grenzflächen zum Medium extrem glatt, sodass Absetzungen nur reduziert haften bzw. mit wenig Aufwand entfernt werden können. Bei einer Studie wurden 1800km Abwasserkanal unterschiedlicher Rohrwerkstoffe in Schweden, Deutschland und den Niederlanden mittels Kamerainspektion untersucht. Dabei wiesen die Kunststoff-Rohrsysteme 85% weniger Schäden auf als biegesteife Kanalrohrsysteme. Demzufolge entstehen bei Kunststoffrohrsystemen auch nur 1/6 der Betriebskosten sowie Kosten für werterhaltende Massnahmen als bei biegesteifen Kanalrohrsystemen.

Kunststoffrohre im Kanalbau sind durch ihre einfache Verlegbarkeit und das geringe Gewicht nahezu konkurrenzlos gegenüber alternativen Materialien. Auch im Unterhalt gilt dasselbe, zumal Kunststoffrohre an den Grenzflächen zum Medium extrem glatt sind, sodass ein Aufbau von Absetzungen nur reduziert haftet bzw. mit wenig Aufwand entfernt werden kann.

- 9 *die nachhaltige Nutzung von natürlichen Ressourcen und Ökologie:* Kunststoffrohre sind ökologisch hervorragend und überzeugen durch geringen Ressourcenverschleiss, tiefe Ökobilanz und geringes Gewicht. Zudem ist das Material am Ende der Lebensdauer relativ einfach rezyklierbar, was einen wesentlichen Teil der günstigen Ökobilanz darstellt. Kunststoff-Kanalsysteme weisen einen geschlossenen, technischen Wertstoffkreislauf auf. Kunststoffrohre sind frei von gesundheitsschädlichen Inhaltsstoffen und sind chemisch inaktiv. Das geringe Gewicht der Kunststoff-Kanalsysteme belastet beim Transport die Umwelt deutlich weniger als alternative, schwere Materialien. Die kürzere Verlegezeit reduziert ferner auch die Lärmemission.

Weitere Aspekte

- A *Lebensdauer:* Kunststoff Rohrleitungssysteme haben sich während mehr als 50 Jahren im täglichen Einsatz bewährt. Aufgrund bisheriger Erfahrungen und wissenschaftlicher Berechnungen sind mindestens 100 Jahre Nutzungsdauer gesichert. Bei Nachprüfungen an Leitungen, die während Jahren im Einsatz gestanden haben und an Prüflingen, die über 50 Jahre wissenschaftlich getestet wurden, lässt sich nachweisen, dass die Eigenschaften (bezogen auf die Nutzungsart und -dauer) unverändert blieben und sich wie vorausberechnet verhalten. Kunststoff ist ein planbarer, langlebiger Werkstoff.
- B *Life Cycle Cost (Lebenszykluskosten):* Neben den Kosten bei der Installation und während des Betriebs spielen bei einer Kostenbetrachtung über den Lebenszyklus vor allem die beiden Faktoren Lebensdauer und Schadenshäufigkeit eine wesentliche Rolle. Wie oben erwähnt kann bei Kunststoff Rohrleitungen von einer Mindestlebensdauer von 100 Jahren ausgegangen werden. Die Schadenshäufigkeit ist bei biegeweichen Kunststoffkanalsystemen deutlich geringer als bei biegesteifen Systemen.
- C *Umweltbezogenes Schädigungspotential:* Das Bauproduktegesetz verlangt, dass die Aspekte der Ökologie stärker gewichtet werden als früher: Das umweltbezogene Schädigungspotential biegeweicher Abwasserkanäle liegt bei nur 15 % im Vergleich zu biegesteifen Rohrsystemen. Das Risiko einer Umweltschädigung aufgrund von Exfiltration und Infiltration des Abwassers wird durch Kunststoffrohrsysteme im Vergleich mit biegesteifen Rohrsystemen deutlich reduziert.
- D *Korrosionsbeständigkeit:* Korrosion ist die Werkstoffzerstörung durch chemische oder elektromagnetische Oxydation. Kunststoffe gehen gegenüber den üblichen Medien von Kanalisationen keine chemischen Reaktionen ein und können natürlicherweise nicht

oxydieren. Die Unempfindlichkeit gegenüber Korrosion gehört zu den herausragenden Eigenschaften von Kunststoffen. Bei Metallrohren ist Korrosion eine der häufigsten Schadensursachen; eine ähnliche Erscheinung kann bei Betonrohren von innen durch die Entwicklung biogener Schwefelsäure und von aussen bei sehr korrosiven (sauren) Böden auftreten.

E *Hydraulische Eigenschaft:* Dank ihrer geringeren Oberflächenrauigkeit ist bei Abwasserkanälen und –leitungen aus Kunststoff die durch Ablagerungen entstehende betriebliche Wandrauigkeit deutlich geringer als bei Rohrleitungswerkstoffen mit poröser Innenwandung. Hierdurch weisen Kunststoffkanalsysteme eine höhere Abflussleistung auf.

F *Ablagerungen:* Ablagerungen in Rohren entstehen durch mitgeführte Schwebestoffe und sind stark ab-hängig von der Fliessgeschwindigkeit. Dank der glatten Oberflächen haften Sedimente schlecht auf dem Kunststoff. Dadurch sind bei mechanischen Reinigungen keine grossen Kraft- und Druckeinwirkungen notwendig. Generell sollte eine Spülung mit einem Druck von maximal 100 bar (nach der Düse) erfolgen. Idealerweise wird mit grösserer Wassermenge statt mit grösserem Druck gearbeitet. Bei korrektem Spülvorgang ist keine mechanische Beeinflussung an Kunststoffrohren erkennbar.

G *Abrieb:* Abrieb entsteht durch Reibung von Sand und Kies in der Sohle. Eine positive Eigenschaft von Kunststoff ist, dass gegenüber mechanischen Beanspruchungen - wie von Feststoffen im Medium oder beim Spülen - kein harter Widerstand entgegengesetzt wird. Das elastische Verhalten von Kunststoffen wirkt dämpfend auf Feststoffe im Medium und wirkt sich positiv auf das Abriebverhalten aus. Kanalisationsleitungen aus Kunststoff sind auch bei hohen Fliessgeschwindigkeiten praktisch abriebfest.

H *Witterungsbeständigkeit:* Kunststoffrohre sind gegen Witterungseinflüsse wenig empfindlich. Eventuelle Verfärbungen sind auf einen photomechanischen Effekt unter Sonnenbestrahlung zurückzuführen. Rohre, die über 2 Jahre der Sonne ausgesetzt sind, bleichen ohne qualitative Beeinträchtigung möglicherweise allmählich aus. Eine geschützte Lagerung auch gegen Verschmutzung ist zu bevorzugen. Rohre aus PEHD sind optimal für Aussenanwendungen, denn sie sind mit carbon black UV-stabilisiert und nicht empfindlich gegen Witterungseinflüsse.

I *Temperaturbeständigkeit:* Generell sollte die Dauereinsatztemperatur des Mediums 40° C nicht überschreiten. Kurzzeitig können höhere Temperaturen toleriert werden:

- PP-QD-Rohre mit speziellen Gummidichtungen 130° C, sonst 95° C
- PP-HM-Rohre: mit speziellen Gummidichtungen 110° C, sonst 95° C
- Rohre aus PE: 90° C
- PVC-Rohre: 60°C

J *Brandverhalten:*

Die Werkstoffe PP und PE gelten als mittelbrennbar und schwach qualmend. Brandkennziffer gemäss SI/VKF: 4.3. PE und PP sondern keine toxischen Gase beim Brennen ab. Die Wirkung ist vergleichbar mit Holz oder Wachs.

PVC-U ist schwer entflammbar, selbstverlöschend und mittel qualmend. Brandkennziffer gemäss SI/ VKF: 5.2. Im Brandfall werden korrosive Gase freigesetzt.

Aufgrund des Brandverhaltens sind kompakte Vollwandrohre aus PVC-U für oberirdische Anwendungen (z.B. Tunnelbau) eher ungeeignet.

2.3 Werkstoff-Eigenschaften

Eigenschaften PE, PP und PVC-U

- sehr gutes hydraulisches Verhalten durch glatte Rohrinneflächen
- hohe Abriebfestigkeit
- hohe Zähigkeit
- keine Korrosion – ausserordentliche Beständigkeit
- sehr gute Spannungsrissbeständigkeit
- niedriges Spannungspotenzial durch eine geringe Restspannung
- ausgezeichnete Stabilität und Flexibilität
- hervorragende Licht- und Witterungsbeständigkeit
- sehr gute Resistenz gegenüber vielen Säuren, Laugen und Lösungsmitteln
- hervorragende Verschweisbarkeit (bei PE und PP)

Die spezifischen Werkstoffkennwerte sind im Datenblatt der Anlage 2.3.2 zusammengefasst.

Bei Fragen und Unklarheiten steht der VKR jederzeit gerne zur Verfügung.

Aarau, Oktober 2018 PS/mg