

Statik von Schlauchlinern:

Was Netzbetreiber wirklich wissen müssen

In Folge IKT06 des Podcasts KanalSpezial im kommunalen Netzwerk „KomNetAbwasser“ erläutern Moderator Bert Bosseler und Dr. Mark Klameth, Leiter Statik und Berechnungsmodelle am IKT, die statischen Grundlagen von Schlauchlinern – von Altrohrzuständen über Werkstoffkennwerte bis hin zu typischen Missverständnissen und Prüfverfahren. Klameth, der zur Standsicherheit von Leitungen promoviert hat und Kurse zu Rohr- und Linerstatik sowie Bodenmechanik anbietet, gibt dabei praxisorientierte Hinweise für Planung, Ausschreibung und Bewertung von Linermaßnahmen.

Schlauchliner – Funktion und grundlegende Anforderungen

Schlauchliner werden in alternde, undichte Kanäle eingezogen oder invertiert und vor Ort (Warmwasser, Dampf, UV) ausgehärtet, um ein neues Rohr im alten Rohr („close fit“) zu bilden. Der primäre Anlass für den Einsatz ist die Undichtheit des Altrohres; durch den Liner wird das System wieder dicht, während der hydraulische Querschnitt weitgehend erhalten bleibt. Für das Gesamtsystem gelten die klassischen Anforderungen: Standsicherheit, Dichtheit, Dauerhaftigkeit und Betriebssicherheit. Die Statik fokussiert dabei auf die Standsicherheit des Gesamttragwerks aus Liner, Altrohr und Boden sowie auf Langzeitwirkungen wie Kriechen.

Altrohrzustände 1, 2 und 3: Liner trägt nie „alles“

Klameth erläutert die in Deutschland üblichen Altrohrzustände als Modellgrundlage der Statik:

- Altrohrzustand 1: Altrohr ist undicht, aber standsicher; der Liner dient als Abdichtung und trägt den äußeren Wasserdruck (Grundwasser), während Erd- und Verkehrslasten weiterhin vom Altrohr-Bodensystem getragen werden.
- Altrohrzustand 2: Altrohr ist gerissen und ovalisiert, bildet mit dem Boden aber noch ein standsicheres System; der Liner dichtet ab und nimmt Außenwasserdruck auf, muss jedoch wegen zusätzlicher Ovalität (Biegemomente) dicker bemessen werden.
- Altrohrzustand 3: Altrohr-Bodensystem weist unzureichende Sicherheit auf (z.B. globaler Sicherheitsfaktor < 2); der Liner bildet mit dem Altrohr ein kombiniertes Tragwerk und kann typischerweise etwa 15–20% der Lasten übernehmen und erhöht somit die globale Sicherheit wieder über das notwendige Minimum.

In keinem Zustand trägt der Liner allein sämtliche Lasten aus Wasser, Erd- und Verkehrslasten; insbesondere im Zustand 3 ersetzt er das Altrohr nicht, sondern unterstützt es. Ursache ist, dass Altrohre oft deutlich dickwandiger und steifer sind als der relativ dünne Kunststoffliner und weiterhin mit dem Boden zusammenwirken. Klameth warnt daher vor der verbreiteten Fehlannahme, ein Liner schaffe „ein völlig neues, allein tragfähiges Rohr“; realistisch ist er primär eine Abdichtmaßnahme mit definierter Mittragwirkung.

Modellierung, Ringspalt und Sicherheitsphilosophie

Die statische Modellierung folgt zwei Prinzipien: hinreichende Abbildung der Realität und konservative, auf der sicheren Seite liegende Annahmen. Wichtige Einflussgrößen sind:

- Außenwasserdruck (Grundwasser), für den in der Regel mindestens 1,5 m Wassersäule als Bemessungswasserstand angesetzt werden.
- Ovalität und Materialkennwerte von Altrohr und Liner.
- Ringspalt zwischen Liner und Altrohr, der durch Abkühlschrumpfung nach Aushärtung entstehen kann (typisch ca. 0,5% des Radius).

Der Ringspalt hat maßgeblichen Einfluss auf das Stabilitätsverhalten: Liegt der Liner nicht vollständig an, kann er bei Außendruck „freier“ verformen, was die Beul-Stabilität verschlechtert. Zwar erhöhen hohe Grundwasserstände den Wasser-Außendruck auf den Liner, allerdings werden gleichzeitig durch Auftrieb die effektiven Erdlasten auf das Altrohr verringert, sodass die Lastverteilung zwischen Liner und Altrohr komplex ist.

Klameth betont, dass Altrohrzustand 3 nicht automatisch „ungünstiger“ als Zustand 2 ist; je nach Kombination von Ringspalt, Grundwasserstand, Überdeckung und Ovalität kann Zustand 2 maßgebend sein. Daher werden in der Bemessung verschiedene Lastfallkombinationen (min./max. Wasserstand, min./max. Überdeckung, mit/ohne Ringspalt, Altrohrzustände 2 und 3) parallel gerechnet, und die notwendige Wanddicke aus der Umhüllenden der ungünstigsten Belastung bestimmt. Pauschale Forderungen „immer Zustand 3 rechnen“ sind damit weder fachlich noch sicherheitstechnisch sinnvoll; entscheidend ist die realistische Abbildung des tatsächlichen Rohr-Bodensystems mit normgerechten Sicherheitsbeiwerten.

Werkstoffkennwerte, Wanddicke und Langzeit-E-Modul

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Rolle von Werkstoffkennwerten:

- Moderne Glasfaserliner besitzen deutlich höhere Kurzzeit-E-Moduln und Festigkeiten als klassische Nadelfilz-/Synthesefaserliner (teils Faktor 10), was theoretisch eine Reduktion der Wanddicke und des Materialeinsatzes erlaubt.
- In der Praxis begrenzen jedoch Mindestwanddicken (ca. 3 mm zuzüglich Verschleißschicht) und Stabilitätsnachweise (Beulversagen) die Ausnutzung hoher E-Moduln; häufig bleiben Spannungen von GFK-Linern daher deutlich unter der zulässigen Festigkeit, während die Stabilität maßgebend ist.
- Für eine wirtschaftliche Bemessung sollten Ausnutzungsgrade von Spannung und Stabilität in ähnlicher Größenordnung liegen; extrem hohe E-Moduln bei sehr dünnen Wanddicken führen zu unausgewogenen, knickgefährdeten Konstruktionen.

Beim Langzeit-E-Modul klärt Klameth ein zentrales Missverständnis: Der Langzeit-E-Modul beschreibt das Kriechverhalten (zunehmende Verformung unter konstanter Spannung über die Zeit), nicht die Alterung des Materials. Ein niedrigerer Langzeit-E-Modul bedeutet, dass der Liner über 50 Jahre unter Dauerlast mehr nachgibt, nicht dass der Werkstoff durch Umwelteinflüsse „weicher wird“. Alterung (z.B. chemische Angriffe, UV-Einwirkungen,

Temperatur) muss separat betrachtet werden; der Langzeit-E-Modul ersetzt keine Dauerhaftigkeitsprüfung.

Freispiegel- und Druckliner, Klassen A–D

Im Podcast wird zwischen Freispiegellinern (Schwerkraftentwässerung) und Drucklinern (Druckleitungen) differenziert. Beide müssen sowohl Innendruck- als auch Außendrucklastfälle nachweisen, allerdings mit unterschiedlichen Kennwerten:

- Kurzzeitkennwerte (Kurzzeit-E-Modul, Kurzzeitfestigkeit) können für kurzfristige Innendruckspitzen bei Freispiegelleitungen verwendet werden (z.B. kurzzeitiger Vollstau).
- Langzeitkennwerte sind für dauerhaft beanspruchte Druckliner und Außendrucknachweise maßgeblich, insbesondere wenn der Druckliner im Revisionsfall als Freispiegelliner unter Grundwasser-Außendruck wirkt.

Für Druckliner unterscheidet man Klassen A–D:

- Klasse A: Liner trägt den kompletten Innendruck als eigenständiges Rohr (Altrohr dient nicht als Drucktragglied, aber weiterhin für Erd- und Verkehrslasten).
- Klasse B/C: aufgeklebte oder dünne Systeme mit geringer Eigensteifigkeit; der Liner kann Muffenspalte/Löcher überbrücken, nutzt aber das Altrohr zur Abstützung um Innendruck abzutragen,
- Klasse D: aufgeklebte Systeme, die allein als Korrosionsschutz wirken.

Klameth warnt vor der Annahme, man könne einen reinen Innendrucknachweis einfach auf Außendruck „übertragen“. Innendruck führt primär zu Zugspannungen (Rohr wird „aufgeblasen“), während Außendruck Stabilitätsprobleme (Kollaps/Beulen) verursacht und meist kritischer ist.

Praxisempfehlungen, MAC-Verfahren und unabhängige Statik

Zum Abschluss geben Bosseler und Klameth mehrere konkrete Empfehlungen:

- Altrohrzustand realistisch bewerten: Altrohrzustände 1–3 sollten von statischen Fachleuten festgelegt werden, nicht pauschal vom Betreiber; Grundlage sind Befunde zu Rissen, Verformungen, Material und Belastungsgeschichte.
- Schadensursache klären: Vor jeder Linerplanung ist zu prüfen, ob das Altrohr durch Alterung, Korrosion oder durch Überbelastung (z.B. erhöhte Verkehrslasten, geänderte Überdeckung) geschädigt wurde. Bei Überbelastung kann ein Liner die grundsätzliche Fehlbemessung nicht „heilen“.
- Rohr-Boden-System im Blick behalten: Die Tragfähigkeit des kombinierten Rohr-Boden-Systems ist entscheidend, insbesondere bei Altrohrzustand 3. Hier setzt das vom IKT entwickelte MAC-Verfahren an – eine zerstörungsfreie, hydraulische Prüfmethode für begehbare Großprofile, bei der kontrollierte Mikrobelastrungen und Verformungsmessungen genutzt werden, um die Steifigkeit und Resttragfähigkeit des Rohr-Boden-Systems zu bewerten.

Der KanalSpezial Infodienst bietet inhaltliche Zusammenfassungen von Veranstaltungen im Kommunalen Netzwerk der Abwasserbetriebe www.komnetabwasser.de

- Unabhängige Statik: Statische Berechnungen sollten möglichst von unabhängigen Fachbüros oder Institutionen erstellt oder geprüft werden; Herstellerstatiken können durch fehlerhafte Parametereingaben (z.B. Vertauschung von Kurz- und Langzeitkennwerten) zu gefährlichen Fehlbemessungen führen.

Klameth berichtet, dass das MAC-Verfahren in mehreren Kommunen und auch international (z.B. Bristol, UK) zur Risikobewertung großer Sammler eingesetzt wurde und häufig zu einer Versachlichung führt – von der Bestätigung ausreichender Sicherheit bis zur klaren Empfehlung für Sanierungsoptionen.

Bosseler verweist zum Schluss auf die für KomNet-Abwasser-Teilnehmer kostenlosen Kurse zu Liner-/Rohrstatik und Bodenmechanik sowie auf weitere Informationsmaterialien und Kontaktdaten auf der IKT-Webseite.

Hier bekommen Sie den Link zu dem Podcast: <https://www.komnetabwasser.de/podcast/>