



Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt

Tiefbauamt

▷ Infrastruktur

▶ **Planung**

Richtlinie

Anforderungen an Inlinersysteme Schlauchliner - Kanalrenovierung

Inkraftsetzung 1. Juli 2009 (Version vom 1. Februar 2015)

TIEFBAUAMT BASEL-STADT

Leiter Infrastruktur Planung

Andreas Flück

Einleitung

Die Technik, Schlauchliner für Kanalrenovierungen zu verwenden, wird in der Stadt Basel schon seit vielen Jahren erfolgreich eingesetzt. Diese Technik soll auch in Zukunft angewendet werden. Die zufriedenstellenden Erfahrungen mit Inlinersystemen sind Anlass, dieses Verfahren zu optimieren, langfristig zu planen und im Renovationsbereich in hoher Qualität zu etablieren.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, die Regelung der Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber, Planer und Unternehmer. Die noch relativ "junge" Technik ist einem stetigen, oft raschen Wandel unterworfen und ist mit einer grossen Vielfalt an Produkten auf dem Markt präsent. Dieser Umstand bedingt Kenntnisse des Auftraggebers bezüglich deren Anwendung, Verarbeitung, Einbau und Qualität. Nur wenn Auftraggeber und Planer diese Voraussetzungen mit sich bringen ist gewährleistet, dass der Erhalt, der mit diesen Verfahren sanierten Kanäle, langfristig gegeben ist. Der Qualitäts- und Ausführungskontrolle kommt dabei ein sehr hoher Stellenwert zu. Wenn die genannten Voraussetzungen erfüllt und die entsprechenden Vorgaben klar definiert sind, kann davon ausgegangen werden, dass die Bauwerke in einem optimalen Kosten-, Nutzenverhältnis saniert werden können.

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Zielsetzungen	5
2	Renovierungsziele	5
3	Allgemeine Anforderungen	6
3.1	Anforderungen an den Auftragnehmer (AN)	6
3.2	Allgemeine Anforderungen an Linerwerkstoffe und Verfahren	6
3.3	Anforderungen an das Trägermaterial	7
3.4	Anforderungen an die Harze	7
3.5	Zugelassene Härtingsverfahren	8
3.6	Zugelassene Füllstoffe	8
3.7	Zugelassene Folien und Beschichtungen	8
4	Statische Nachweise	9
4.1	Lastannahmen	9
4.2	Erforderliche Ringsteifigkeit	9
4.3	Materialkennwerte	10
4.4	Ermittlung der statisch erforderlichen Mindestwanddicke	11
5	Durchführung der Renovierung	12
5.1	Vorbereitungen	12
5.1.1.	Öffentlichkeitsarbeit	12
5.1.2.	Begehungen, Besprechungen	12
5.1.3.	Verkehrssicherheit	13
5.1.4.	Vertragsabschluss	13
5.2	Vorarbeiten	13
5.2.1.	Kalibrierung des Altkanals	13
5.2.2.	Roboterarbeiten	13
5.2.3.	Wasserhaltung	14
5.2.4.	Kanalreinigung	14
5.2.5.	TV-Aufnahmen des Altkanals	14
5.2.6.	TV-Aufnahmen der Hausanschlüsse	15
5.2.7.	Vorprofilierung / Vorabdichtung	15
5.3	Einbau Inliner in Hauptleitungen	15
5.3.1.	Anforderungen vor Einbau	15
5.3.2.	Anforderungen während dem Einbau	15
5.3.3.	Aushärtung	15
5.3.4.	Schachteinbindungen	16
5.4	Einbau Inliner Hausanschlüsse, Einbindungen	17
5.4.1.	Anforderungen vor Einzug	17

5.4.2.	Anforderungen während des Einzuges	17
5.4.3.	Aushärtung	17
5.4.4.	Anschlusseinbindungen	17
6	Abnahmen, Wertung, Projektabschluss	19
6.1	Bauabnahme durch Auftraggeber	19
6.2	Materialprüfungen zur Kontrolle der mechanischen Kennwerte und der Dichtheit	19
6.2.1.	Probenentnahme	19
6.2.2.	Dichtheitsprüfung bei Haupt- und Grundstückanschlussleitungen	20
6.2.3.	Prüfung Wandstärken	22
6.2.4.	Prüfung mechanische Kennwerte	22
6.2.5.	Prüfung physikalische, chemische Werte	22
6.2.6.	Prüfung Faltenbildung	23
6.2.7.	Ringspaltbildung	23
6.2.8.	Prüfung Schachtanschlüsse	23
6.2.9.	Prüfung Einbindungen Anschlüsse	23
6.2.10.	Baustellendokumentation	23
6.2.11.	Umgang mit strittigen Prüfergebnissen	25
6.3	Minderwertdefinitionen	27
6.3.1.	Kurzzeitwerte, Wandstärke	27
6.3.2.	Faltenbildung	28
6.3.3.	Langzeitwerte / Kriechneigung	29
6.3.4.	Reststyrolgehalt (bei UP-Harzen)	29
6.4	Rechnungsprüfung, Schlussrechnung	30

1 Allgemeine Zielsetzungen

Die vorliegenden Anforderungen basieren auf Erfahrungen des Auftraggebers sowie weiterer Kreise im Umfeld dieses Renovationsverfahrens. Es sollen Anforderungen definiert werden, die Auftraggebern und Planern Leitfaden und Hilfsmittel sind, um Planung, Erstellung und Prüfung dieser Renovierungstechnik zufriedenstellend ausführen zu können. Im Weiteren sollen die Anforderungen die Grundlagen enthalten, einen fairen und konformen Wettbewerb der Auftragnehmer zu gewährleisten, d.h. sie dienen insbesondere auch als Leitfaden für Ausschreibungen.

Ziel ist zudem, die vorhandenen, technischen Normen, Verordnungen und Richtlinien verfahrensspezifisch zu definieren und deren Anwendung festzulegen.

2 Renovierungsziele

Die Überbauungsdichte im städtischen Bereich, sowie die hohe Verkehrsdichte durch individual- und öffentlichen Verkehr sind massgebende Faktoren, die zur Entwicklung der neuen grabenlosen Renovierungsverfahren geführt haben. Es sind Komfort-, Umwelt- und Kostenaspekte, welche für diese Art der Renovierung sprechen. Es soll ein statisch tragfähiges System gemäss DWA-M 127-2 entstehen.

Dementsprechend werden folgende Vorgaben für Schlauchliner-Kanalrenovierungen festgelegt:

- Die gesamthafte Funktionsfähigkeit der sanierten Kanäle muss dauerhaft wiederhergestellt werden. Gebrauchsdauer: 50 Jahre
- Die entsprechenden statischen Nachweise sind zu erbringen
- Wiederherstellung der Dichtheit der Kanäle
- Erhalt der hydraulischen Abflussfähigkeit der Kanäle
- Die Vorteile des Schlauchlinerverfahrens gegenüber Neubau wie:
 - Kurze Bauzeit mit reduzierter Belastung der Öffentlichkeit
 - Geringer Eingriff in die Verkehrsströme
 - Geringe Umweltbelastung durch Emissionen von Lärm, Luftschadstoffen, Erschütterungen usw.
 - Geringe Eingriffe in den Privatbereich bei Sanierungen von Anschlussleitungen

sind zu nutzen.

Abkürzungen

Auftraggeber:	AG
Auftragnehmer:	AN
öBL	örtliche Bauleitung
QUIK	VSA Eignungsattest QUIK
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik

HPL-Liner
GAL-Liner

Schlauchliner \geq DN 300 mm
Schlauchliner $<$ DN 300 mm

3 Allgemeine Anforderungen

3.1 Anforderungen an den Auftragnehmer (AN)

Der AN hat im Bereich der öffentlichen Hauptkanäle über ein gültiges Eignungsattest gemäss VSA-Richtlinie QUIK zu verfügen.

Im Bereich der Grundstückanschlussleitungen muss der AN über ein gültiges Eignungsattest gemäss VSA-Richtlinie QUIK oder eine DIBT-Zulassung mit zusätzlichen Nachweisen verfügen.

Im Bereich der öffentlichen Hauptkanäle ist der Einbau des Schlauchliners durch den Bieter selbst Mindestvoraussetzung für die Auftragserteilung.

3.2 Allgemeine Anforderungen an Linerwerkstoffe und Verfahren

Grundsätzlich sind die folgenden Angaben nur gültig, falls in den Besonderen Bestimmungen (NPK 102) bzw. dem Leistungsverzeichnis keine genaueren oder spezifischeren Angaben genannt werden.

Nachweise

Ein gültiges Eignungsattest gemäss VSA-Richtlinie QUIK ist Grundvoraussetzung für eine Auftragserteilung. Das gültige Eignungsattest ist vom AN mit den Ausschreibungsunterlagen einzureichen. Es dürfen ausschliesslich Schlauchlinersysteme eingebaut werden, die über ein aktuelles QUIK Eignungsattest verfügen.

Eine Ausnahme bilden Schlauchlinersysteme für Grundstückanschlussleitungen. Diese dürfen bei Vorliegen einer gültigen DIBt-Zulassung und gleichzeitigem Nachweis:

- einer Wärmeformbeständigkeit von min. 60°C
- eines E-Modules von 2500 N/mm² und einer Biegezugfestigkeit von 50 N/mm² für warmhärtende Epoxidharz-Systeme bzw.
- eines E-Modules von 1800 N/mm² und einer Biegezugfestigkeit von 30 N/mm² für kalthärtende Epoxidharz-Systeme
- eines Qualitätsmanagementsystems

eingesetzt werden.

Falten im Liner

Falten sind grundsätzlich nicht erwünscht! Sollten dennoch Falten auftreten, so werden diese bis zu den nachfolgend beschriebenen Grenzwerten toleriert.

Hauptkanal

In geraden Haltungen und Haltungen mit einem Radius von $R > 10 \times DN$ gelten die Forderungen der SN EN ISO 11296-4: Oberflächenunregelmässigkeiten dürfen 2%

des Nenndurchmessers (bei Eiprofilen der kleinere Durchmesser) oder 6 mm nicht überschreiten. Der grössere Wert ist massgebend.

Bei Haltungen mit einem Radius von $5 \times DN \leq R \leq 10 \times DN$ dürfen die Oberflächenunregelmässigkeiten 3 % des Nenndurchmessers (bei Eiprofilen der hydr. Ersatzkreis) oder 2 cm nicht überschreiten. Der kleinere Wert ist massgebend.

Grund- und Anschlussleitungen

Für Falten in geraden Rohrstrecken gelten die Grenzen der SN EN ISO 11296-4. In Bögen gelten folgende Grenzwerte:

- < DN 150: Faltengrösse < 10 mm
- DN 150 bis ≤ 200 : Faltengrösse < 15 mm (vgl. Grenzwerte in DIN 1986-30:2010 für radiale Lageabweichungen, Schadensklasse C)

Linerstruktur

In jedem Fall ist ein Liner mit homogener Harzverteilung ohne Lufteinschlüsse oder Fehlstellen herzustellen. Eine gleichmässige Harzverteilung innerhalb der Linermatrix kann vom AG durch eine Dichtemessung am Probestück überprüft werden.

3.3 Anforderungen an das Trägermaterial

Zugelassen sind:

- korrosionsbeständiger Nadelfilz / Synthefaser
- korrosionsbeständige Glasfaser (ECR - Glas / Advantex)

Dabei sind folgende Rahmenbedingungen als Mindestvoraussetzung einzuhalten:

- Die Nähte müssen den 3-axialen Belastungen, entsprechend dem Trägermaterial, standhalten.
- Die vom Kanal aus sichtbare Naht sollte nach Möglichkeit zwischen 9 und 3 Uhr oberhalb der Kämpfer liegen.

3.4 Anforderungen an die Harze

Resistenz gegen kommunales Abwasser oder Angriff von aussen nach SN EN 476 und DWA-M 115-2 (Chem. Tauglichkeit des Laminats nach SN EN ISO 175 bzw. SN EN 1120; im pH -Wert - Bereich pH 1 bis pH 10).

Ungesättigtes Polyester - Harz

Mindestvoraussetzungen an UP – Harze:

- Harze auf Basis von Neopentylglykol (NPG)
- Mind. Typ 1140 nach DIN 16946 T.2
- Mindestens Harzgruppe 4 nach SN EN 13121-1 bzw. Gruppe 3 nach DIN 18820/1

Epoxid - Harz

Mindestvoraussetzungen an EP – Harze:

- Mind. Typ 1021-0 / 1040 nach DIN 16946 T.2 u. DIN 16945

Vinylester - Harz

Mindestvoraussetzungen an VE – Harze:

- Mind. Typ 1310/1330 nach DIN 16946 T. 2 und DIN 16945
- Mind. Harzgruppe 5 nach DIN 18820/1

3.5 Zugelassene Härtungsverfahren

Folgende Systeme sind zugelassen:

- Warmwasseraushärtung
- Dampfaushärtung
- UV - Aushärtung

Kalthärtung ist bei Hauptleitungen definitiv ausgeschlossen, ist aber bei GAL-Linern erlaubt.

3.6 Zugelassene Füllstoffe

Es sind nur inerte (reaktionsträge) Stoffe zugelassen. Ausgeschlossen sind organische und karbonathaltige Zuschlagstoffe.

3.7 Zugelassene Folien und Beschichtungen

Materialien aus PE, PU, PP, PA und Verbundfolien aus PE/PA sind zugelassen.

4 Statische Nachweise

4.1 Lastannahmen

Für die Standsicherheit der ausgeschriebenen Liner liegen Referenzberechnungen nach dem Merkblatt DWA-M 127-2 mit folgenden Parametern (Mindestanforderungen) zugrunde:

Kreisprofil

Altrohrzustand:	II
Grundwasserstand	1,5 m über Rohrsohle (entspr. DWA-M 127-2)
Örtl. Vorverformung in der Sohle:	2,0 % vom Linerradius (entspr. DWA-M 127-2)
Gelenkringvorverformung:	3,0 % vom Linerradius (entspr. DWA-M 127-2)
Ringspaltbildung:	0,5 % vom Linerradius (entspr. DWA-M 127-2)

Eiprofil

Altrohrzustand:	II
Grundwasserstand:	1.5 m über Rohrsohle (entspr. DWA-M 127-2)
Örtl. Vorverformung:	0.8 % vom Kämpferradius (DWA-M 127-2) Bei Betonrohren. Für andere Rohrmaterialien sind die angegebenen Ringsteifigkeiten nicht ausreichend.
Gelenkringvorverformung:	3.0 % vom Scheitelradius E_i (DWA-M 127-2)
Ringspaltbildung:	0.5 % vom Scheitelradius E_i (DWA-M 127-2)
Geometrie:	Breite / Höhe = 2/3
Ersatzkreisradius:	nach Falter $0.6 * h - s_L/2$
sl:	Wandstärke Liner
h:	Höhe Eiprofil

4.2 Erforderliche Ringsteifigkeit

In Abhängigkeit von den oben erwähnten Parametern und dem Grundwasserstand über Rohrsohle werden mindestens folgende Ringsteifigkeiten [N/mm^2] gefordert:

Grundwasserstand	bis 1.50m	$S_R = 0,0019 N/mm^2$
Grundwasserstand	bis 2.00m	$S_R = 0,0025 N/mm^2$
Grundwasserstand	bis 2.50m	$S_R = 0,0031 N/mm^2$
Grundwasserstand	bis 3.00m	$S_R = 0,0036 N/mm^2$

Eingangsdaten für die Regelstatiken zur Ermittlung der Ringsteifigkeiten waren:

$E_{Langzeit, Nadelfilz}$	$1'400 N/mm^2$
$E_{Langzeit, GFK}$	$6'000 N/mm^2$
Biegezugspannung $\sigma_{BZ, Langzeit, Nadelfilz}$	$14 N/mm^2$
Biegedruckspannung $\sigma_{DZ, Nadelfilz}$	$1.25 \times \sigma_{BZ}$
Biegespannung σ_{GFK}	über die Grenzdehnung nach DWA-A 127 Tab 3
Querkontraktion μ	0.35

Statische Berechnungen nach anderen Berechnungsprogrammen werden nicht berücksichtigt. Es wird darauf hingewiesen, dass in den dargestellten Ringsteifigkeiten keine über die DWA-M 127-2 hinaus gehenden Sicherheiten enthalten sind. Die Ringsteifigkeiten gelten nur für die dargestellten Lastannahmen.

4.3 Materialkennwerte

Die gemäss QUIK-Richtlinie ermittelten statisch relevanten Materialkennwerte hat der AN auf dem Ausschreibungsformular "Angaben zur statischen Berechnung bei Inlinersanierung" anzugeben und in der Wandstärkenberechnung einzusetzen. Das ausgefüllte Formular ist mit dem Angebot einzureichen.

Nadelfilzliner / Synthefaserliner

Die Langzeit-Biegefestigkeit muss mindestens 18.0 N/mm² betragen.

Glasfaser-Liner (GFK)

Abweichend von den Biegefestigkeiten aus 3-Punkt Biegeversuchen nach SN EN ISO 178 werden die Berechnungsspannungen für GFK-Liner über die zulässigen Grenzdehnungen gem. DIN 19565 Teil 1 und analog der relativen Bruchverformung gem. DWA-A 127 Tabelle 3 ermittelt. D.h., die erforderliche Ringsteifigkeit beinhaltet gleichermaßen die erforderliche Biegefestigkeit.

Wird bei Synthefaserlinern die **langzeitig** geforderte Mindest-Biegefestigkeit von 18.0 N/mm² nicht erreicht, hat der AN einen geprüften Standsicherheitsnachweis nach DWA-M 127-2 unter Berücksichtigung der vg. Parameter zu erbringen.

4.4 Ermittlung der statisch erforderlichen Mindestwanddicke

Die erforderliche Mindestwanddicke des Liners muss der AN mit der nachstehenden Formel über die vorgegebene **Langzeit-Ringsteifigkeit** (s.o.) und den linerspezifischen **Langzeit** - Biege - E -Modul berechnen. Dieser wird auf dem Ausschreibungsformular "Angaben zur statischen Berechnung bei Inlinersanierung" angegeben:

mit:

- s_L Mindestwanddicke des Liners (zu errechnen)
- E_L Biege-E-Modul des Liners (Langzeit)
- r_L mittlerer Linerradius = $(DA_{Liner} - s_{Liner}) \times 0.5$
- DA_{Liner} Außendurchmesser Liner bei Kreis ~ DN Altröhr
bzw. Außendurchmesser Ersatzkreis bei Ei = $0,6 \times h \times 2$
- SR_L vorgegebene Ringsteifigkeit des Liners (Langzeit)

$$\text{Ringsteifigkeit } S_{RL} = \frac{E_L \cdot s_L^3}{12 \cdot r_L^3} \Rightarrow \text{Linerwanddicke } s_L = \sqrt[3]{\frac{S_{RL} \cdot 12 \cdot r_L^3}{E_L}}$$

Abschnitt	DN	GW-Stand	Iterative Ermittlung der Mindestwandstärke	Errechnete Wandstärke	Ver-schleiss-schicht	Wandstärke > 4mm ?	endgültige Wandstärke
1			1. Iteration: $s_L = \sqrt[3]{\frac{S_{RL} \cdot 12 \cdot r_L^3}{E_L}} = \sqrt[3]{\frac{\dots \cdot 12 \cdot \dots^3}{\dots}} = \dots \text{ mm}$ 2. Iteration: $s_L = \sqrt[3]{\frac{S_{RL} \cdot 12 \cdot r_L^3}{E_L}} = \sqrt[3]{\frac{\dots \cdot 12 \cdot \dots^3}{\dots}} = \dots \text{ mm}$	\dots \text{ mm}	+ 1mm	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	\dots \text{ mm}
2			1. Iteration: $s_L = \sqrt[3]{\frac{S_{RL} \cdot 12 \cdot r_L^3}{E_L}} = \sqrt[3]{\frac{\dots \cdot 12 \cdot \dots^3}{\dots}} = \dots \text{ mm}$ 2. Iteration: $s_L = \sqrt[3]{\frac{S_{RL} \cdot 12 \cdot r_L^3}{E_L}} = \sqrt[3]{\frac{\dots \cdot 12 \cdot \dots^3}{\dots}} = \dots \text{ mm}$	\dots \text{ mm}	+ 1mm	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	\dots \text{ mm}
3			1. Iteration: $s_L = \sqrt[3]{\frac{S_{RL} \cdot 12 \cdot r_L^3}{E_L}} = \sqrt[3]{\frac{\dots \cdot 12 \cdot \dots^3}{\dots}} = \dots \text{ mm}$ 2. Iteration: $s_L = \sqrt[3]{\frac{S_{RL} \cdot 12 \cdot r_L^3}{E_L}} = \sqrt[3]{\frac{\dots \cdot 12 \cdot \dots^3}{\dots}} = \dots \text{ mm}$	\dots \text{ mm}	+ 1mm	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	\dots \text{ mm}

Gebrauchswanddicke

Die errechnete Wandstärke + die Verschleisschicht von 1mm ergibt die Gebrauchswandstärke. Diese Wandstärke hat der ausgehärtete Liner nach dem Einbau in der Ermittlung der Materialkennwerte des Probestückes zu erreichen. Sämtliche nötig werdenden Nachweise erfolgen unter Abzug der Verschleisschicht von 1.0 mm.

Mindestwandstärke (im ausgehärteten Zustand)

Auch wenn sich aus obigen Vorgaben und Berechnungen eine geringere erforderliche Wandstärke ergeben sollte, ist eine Mindestwandstärke von 4.0 mm inklusive 1 mm Verschleisschicht im ausgehärteten Zustand einzuhalten

5 Durchführung der Renovierung

5.1 Vorbereitungen

5.1.1. Öffentlichkeitsarbeit

Der AN hat sich in Bezug auf die Öffentlichkeitsarbeit an das "Merkblatt Baustellen / Öffentlichkeit", Bau- und Verkehrsdepartement Kanton Basel-Stadt zu halten. Der AG informiert Anstösser und Betroffene schriftlich über das Bauvorhaben, dessen generelle Ziele, Bauabläufe, Termine und die am Projekt beteiligten Instanzen. Dies geschieht mit zeitlich genügendem Vorlauf, damit sich die Anstösser auf die Massnahmen einstellen und allfällige Vorbereitungen treffen können. Sofern weitere Bauarbeiten durchgeführt werden, z.B. Strassenbau- und Werkleitungsarbeiten, erfolgt die Information in Koordination mit dem entsprechenden Auftraggeber.

5.1.2. Begehungen, Besprechungen

Unternehmergespräch

Vor der endgültigen Vergabe der Arbeiten an den AN wird ein Unternehmergespräch zwischen AG, Vertretern des Submissionsbüros Basel-Stadt und dem AN durchgeführt. Allfällig noch unklare Bedingungen zum Auftrag werden definitiv festgelegt und protokolliert.

Die Auftragserteilung erfolgt anschliessend, nach Durchlauf bei den Bewilligungsinstanzen und Ablauf der gesetzlichen Einsprachefristen, gemäss Vorgaben des AG.

Startsitzung

Nach erfolgtem Zuschlag an den AN wird eine Startsitzung durchgeführt. Dabei werden folgende Themen geklärt:

- Bauausführung allgemein
- Koordination mit Baumassnahmen anderer Stellen
- Generelles Bauprogramm, Lieferfristen
- Baustelleninstallation
- Verkehrsführung / Verkehrssicherheit
- Linerinstallationen, Standorte generell
- Wasserhaltung während Linereinbau
- Stationierung der Materialprüfungen / Probestücke
- Termine, Baubeginn usw.
- Subunternehmer
- Planlieferungen

Allmendbegehung

Die Allmendbegehung ist ein in der Stadt Basel institutionalisierter Akt. Er ist 1-2 Wochen vor Baubeginn zwingend durchzuführen. Die Bauleitung fordert zur Begehung

auf und erstellt das Protokoll. Die festgelegten Massnahmen sind vom AN einzuhalten.

5.1.3. Verkehrssicherheit

Die Baustelle ist nach den verkehrsrechtlichen Vorschriften während der ganzen Bauzeit zu sichern und zu betreiben. Abschränkungen, provisorische Übergänge, Baustellenbeleuchtungen, Signalanlagen usw. sind durch den AN laufend zu überprüfen und in Funktion zu halten. Darüber hinaus gelten das Eidg. Strassenverkehrsgesetz und die einschlägigen Richtlinien und VSS-Normen über die Sicherung von Baustellen.

Diese Leistungen sind vom AN in die Pos. "Baustelleneinrichtungen" einzurechnen, sofern nicht Einzelpositionen dafür vorgesehen sind.

5.1.4. Vertragsabschluss

Der AN wird vom AG über den Zuschlag der Arbeiten schriftlich informiert. Der Entscheid wird amtlich publiziert mit Rechtsmittelbelehrung. Nach Ablauf der Rekursfrist erstellt der AG den Vertragsentwurf. Der Vertrag basiert auf den Submissionsunterlagen und dem darin enthaltenen Musterwerkvertrag.

5.2 Vorarbeiten

5.2.1. Kalibrierung des Altkanals

Der AN hat sämtliche zu renovierenden Kanäle zu kalibrieren. Die genauen Haltungslängen sind zu messen sowie der Rohrinnendurchmesser und die Abwicklung des Umfanges der Hauptleitung ist bei sämtlichen Kontrollschächten und Kammern zu ermitteln.

5.2.2. Roboterarbeiten

Roboterarbeiten werden gemäss Leistungsverzeichnis dem AN separat vergütet. Es wird unterschieden zwischen Vorarbeiten zur Entfernung von Querschnittsverengungen wie Wurzelwerk, Scherben, usw. und effektiven Reparatur- und Renovationsarbeiten. Grundsätzlich sind bei diesen Arbeiten die gesetzlich vorgegebenen Lärmschutzrichtwerte einzuhalten. Bei Nachtarbeiten ist die Orientierung der Anwohner (s. Kap. 5.1.1) zwingend. Nachtarbeit ist auf ein Minimum zu reduzieren. Es ist bei der Abteilung Lärm des Amtes für Umwelt und Energie ein Gesuch für Bauarbeiten ausserhalb der zulässigen Zeiten einzureichen.

Generell gelten die entsprechenden Vorgaben der "Bedingungen und Leistungsverzeichnis für Roboter-, Injektions- und Schlauchreliningverfahren" (1998) des VSA.

5.2.3. Wasserhaltung

Die Ableitung des anfallenden Abwassers ist grundsätzlich zu gewährleisten. Beim Einbau des Liners in die Hauptleitung hat der AN für den allfällig notwendigen Rückstau und alle Überleitungen zu sorgen.

Der Betrieb einer funktionsfähigen Wasserhaltung mit Pumpen, Rohren und Schläuchen während der Dauer des Einbaues ist vom AN sicherzustellen. Er hat mit laufenden Kontrollen in den Hauptkanälen und Liegenschaften dafür zu sorgen, dass kein Rückstau in die Kellerräume, Untergeschosse usw. entsteht. Der AN haftet für Schäden an Privateigentum aber auch demjenigen der Stadt, ausgelöst durch unsachgemässe Wasserhaltung.

Die Installation und der Betrieb der Wasserhaltung ist in enger Absprache mit der öBL und den Hauseigentümern vorzunehmen. Einschränkungen im Betrieb der Grundstücksentwässerung der Anstösser sind durch den AN frühzeitig publik zu machen, d.h. schriftlich und mündlich zu kommunizieren.

5.2.4. Kanalreinigung

Im Auftrag des AN ist die Kanalreinigung als vorbereitende Massnahme enthalten. Sie hat mittels Hochdruckspülung zu erfolgen. Zu reinigen sind die Hauptkanäle und die Hausanschlussleitungen. Die Kanäle und Leitungen dürfen keine Ablagerungen, Spülgut usw. mehr enthalten, die den Querschnitt verringern. Die Reinigungsstadien sind zu protokollieren und die Protokolle vom AN zu unterschreiben. Auf Verlangen sind dem AG Kopien abzugeben.

Die Hochdruckreinigung hat bezüglich Wasserdruck und -menge den Merkblättern und Richtlinien sowie der Vorgehensweise des VSU¹ und VSA zu entsprechen. Schäden, die durch unsachgemässe Hochdruckspülung verursacht werden, sind durch den AN zu seinen Lasten zu beheben. Die Reinigung hat 24 - 48 Std. vor der Inspektion zu erfolgen, damit der Kanal in trockenem Zustand per Kanal-TV aufgenommen werden kann.

5.2.5. TV-Aufnahmen des Altkanals

Eine weitere vorbereitende Massnahme zur Beurteilung des Kanalzustandes ist die optische Dokumentation mittels Kanal-TV. Sie hat unmittelbar vor dem Linereinbau zu erfolgen und dient zur letztendlichen Prüfung des Altrohrzustandes und der Reinigung. Der AN hat allfällige Schäden die noch nicht bekannt waren, umgehend dem AG zu melden.

Bezüglich Geräte, Aufnahmetechnik und -qualität, sowie der Datenerfassung und des Datentransfers gelten die VSA Richtlinien:

- Zustandserfassung von Entwässerungsanlagen (August 2007)
- Optische Inspektion von Entwässerungsanlagen
- Schadencodierung und Datentransfer (August 2007)

Die Lage der Seitenanschlüsse ist genau einzumessen und zu dokumentieren (Videoprints etc.)

¹ Verband Schweizer Saug- und Spülwagen-Unternehmer

5.2.6. TV-Aufnahmen der Hausanschlüsse

Der AG lässt im Rahmen der Projektierungsarbeiten durch einen Drittunternehmer Kanal-TV Aufnahmen von den Hausanschlüssen erstellen.

Den Entscheid, welche Hausanschlüsse im Zuge der Renovation des Hauptsammlers mittels Inliner zu renovieren sind, fällt der AG.

Als Basisdaten für die Projektierung und Bauausführung erhält der AN die entsprechende Dokumentation zur Einsicht.

5.2.7. Vorprofilierung / Vorabdichtung

Der Umfang der Vorprofilierungs- bzw. Vorabdichtungsarbeiten ist im Leistungsverzeichnis angegeben. Eventuell zusätzlich für nötig erachtete Arbeiten zur Herstellung einer besseren Oberflächenbeschaffenheit sind mit dem AG abzustimmen.

5.3 Einbau Inliner in Hauptleitungen

5.3.1. Anforderungen vor Einbau

Vor Beginn der Sanierung sind der öBL sämtliche Nachweise für sämtliche Vorarbeiten und Vorbereitungen vorzulegen. Der Lieferschein des Inliners ist dem Bauleiter zu übergeben bzw. ist von diesem abzuzeichnen und in Kopie nachzusenden. Auf dieser Basis und durch die Inspektion der Baustelle wird diese durch die öBL zum Einbau des Liners freigegeben.

5.3.2. Anforderungen während dem Einbau

Wird der Inliner mittels Seilwinde eingezogen, hat eine elektronische Messung und Aufzeichnung der Einziehkräfte zu erfolgen. An der Winde muss eine Zugkraftbegrenzung vorhanden sein, die auf die maximal zulässige Einziehkraft (gemäss QUIK-Zulassung) eingestellt ist.

5.3.3. Aushärtung

Der Druck, mit dem das Material an die Rohrwandung gepresst wird, muss während der gesamten Aushärtephase konstant sein und eine ausreichende Verdichtung des Laminates gewährleisten. Ein Eindringen von Luft oder Wasser in das Laminat muss vermieden werden. Eine ausreichende Aushärtung der Harze gem. Richtlinie QUIK ist zu gewährleisten und zu protokollieren.

Warmwasserhärtung:

- Elektronische Aufzeichnung der Wassersäulenhöhe
- Elektronische Temperaturaufzeichnung (auch manuell mittels kalibrierter elektrischer Temperaturmessgeräte) im 30 Minuten – Takt am Anfangs- und Endschnitt sowie an den Zwischenschächten jeweils in Sohle und Scheitel an der

Außenkante des Liners oder faseroptische Temperaturkontrolle über die gesamte Sanierungsstrecke

- Temperaturaufzeichnung des Vor- und Rücklaufs der Heizung und des Temperaturfühlers am Inversionsschacht jeweils in Echtzeit.

Dampfhärtung:

- Elektronische Temperaturaufzeichnung im 30 Minuten – Takt. am Anfangs- und Endschacht sowie an den Zwischenschächten jeweils in Sohle und Scheitel an der Außenkante des Liners oder faseroptische Temperaturkontrolle über die gesamte Sanierungsstrecke.
- Dampfeintrittstemperatur in Echtzeitaufzeichnung.
- Dampfaustrittstemperatur in Echtzeitaufzeichnung.
- Linerinnendruck
- Die Kondensatabführung während des Prozesses ist sicherzustellen.

UV - Härtung:

- Bei Aussentemperaturen $< 10^{\circ}\text{C}$ sind gesonderte Maßnahmen zur Lufterwärmung nach den Vorgaben des Verfahrenshandbuches zu treffen.
- Eine Protokollierung der Einziehgeschwindigkeit, der Lampenaktivität (ein/aus) und des Innendrucks ist elektronisch durchzuführen.
- Vor Beginn der UV-Aushärtung hat auf Verlangen des AG auf der Baustelle eine Überprüfung der Strahlungsintensität der UV-Lampen mittels des Leistungsmessgerätes z. B. X 9 2 oder einem vergleichbarem Messgerät zu erfolgen. Die Strahlungsintensität der Lampen hat den Wert gemäß DIBt - Zulassung des Liners zu entsprechen. Bei geringeren Werten ist die Lampe auszu-tauschen.

5.3.4. Schachteinbindungen

Das Einbinden des Inliners hat nach dem Abklingen des Schwindprozesses gemäss dem gültigen TBA-Merkblatt "Schachtanschluss bei Inlining" zu erfolgen. Nach dem Merkblatt ist die Schachtsohle dann anzuheben, wenn der Inliner in der Sohle nicht durch den Schacht durchläuft.

5.4 Einbau Inliner Hausanschlüsse, Einbindungen

5.4.1. Anforderungen vor Einzug

Die Vorarbeiten vor dem Einzug des Hausliners sind wichtig, damit dieselben reibungslos abgewickelt werden können.

Dazu gehören:

- Bauliche Massnahmen für den Zugang zur Leitung zwecks Einführung des Liners (Kontrollschacht oder Putzstützen).
- Information der Eigentümer, Terminangaben und Zugangsvereinbarungen zu den Liegenschaften (Schlüssel etc.)
- Hochdruckreinigung des Altrohres
- Kontrolle des Rohrquerschnitts
- Allfällige Querschnittserweiterungen mittels Roboter oder lokale Reparaturen (Wurzeleinwuchs, Scherben, usw.)
- Notwendige Massnahmen der Wasserhaltung

5.4.2. Anforderungen während des Einzuges

Beim Einbau des Liners ist auf eine materialschonende Bauweise zu achten (z.B. Begrenzung der Einziehkräfte, vorherige Beseitigung von Scherben, Ablagerungen o. ä., die eine Beschädigung hervorrufen können).

Technische Anforderungen / Controlling

- Einhaltung der qualitativen Vorgaben aus Submission und Normen
- Vorkehrungen für Probenahmen gem. Angaben der Bauleitung treffen
- Protokollierung der Linderdaten
- Die Dichtheit ist unmittelbar nach dem Einzug zu prüfen
- Es sind von 10 % aller GAL's Materialproben zu entnehmen und die Wandstärke, den E-Modul sowie die Biegezugspannung vom Vertrags-Labor des AG ermitteln zu lassen.

5.4.3. Aushärtung

- Kalthärtung ist nur bei GAL-Inlinern zugelassen
- Die Soll - Materialkennwerte sind einzuhalten

5.4.4. Anschlusseinbindungen

In nicht begehbaren Kanälen sind die Einbindungen der Anschlüsse im Hauptkanal in der Regel mittels Roboter auszuführen. Dies gilt auch für Eiprofil-Kanäle bis zur Dimension 500/750. In begründeten Ausnahmefällen ist die manuelle Einbindung in

Eiprofil-Kanälen der Dimension 500/750 gestattet. Dies ist durch das Tiefbauamt vorgängig zu bewilligen.

Die dafür verwendeten Materialien müssen mit dem Linermaterial kompatibel sein, damit ein kraftschlüssiger Verbund entsteht.

In begehbaren Kanälen werden die Einbindungen manuell ausgeführt, sofern im Leistungsverzeichnis nicht anders ausgeschrieben.

6 Abnahmen, Wertung, Projektabschluss

6.1 Bauabnahme durch Auftraggeber

Der AG nimmt das Werk, auf Anzeige des AN, gem. SIA 118, Art. 157 ff ab. Die Abnahme der Anschlussleitungen wird entweder durch den AN oder durch Dritte im Auftrag des AG durchgeführt. Die renovierten Hauptkanäle und die Hausanschlüsse sind mit Kanal-TV Kameras zu befahren. Die Aufnahmen werden Bestandteil der Abnahme des Werkes und sind zu archivieren.

6.2 Materialprüfungen zur Kontrolle der mechanischen Kennwerte und der Dichtheit

Vorgängig der Bauabnahme sind Materialprüfungen durchzuführen. Sie werden vom AG auf seine Kosten in Auftrag gegeben (bei negativen Prüfergebnissen werden die Kosten durch den AN getragen). Hierzu wird das entnommene Probestück an ein akkreditiertes Prüflabor nach Wahl des AG geschickt.

6.2.1. Probenentnahme

Die Entnahme der Materialproben hat unmittelbar nach dem Einbau zu erfolgen (max. nach 2 Tagen) und nicht am Bauende. Die Entnahme erfolgt durch den AN im Beisein des AG oder der Bauleitung. Der AN ist für die Entnahme repräsentativer Proben verantwortlich. Dem AG sind ausschliesslich repräsentative Proben zur Prüfung zu übergeben. Die Proben sind sofort zu verpacken und umgehend dem vom AG beauftragten Prüflabor zuzustellen. Dabei ist zu unterscheiden zwischen kalt-, warm- oder mit UV-Licht gehärteten Linern. Proben von kalt- oder warm gehärteten Linern sind luftdicht, solche mit UV-Aushärtung sind in UV-gesicherten Verpackungen (schwarz) zu versenden.

Die Prüfstücke von Hauptleitungen sollten jeweils aus dem Kanal und nicht aus dem Kontrollschacht entnommen werden. Um sichere und effiziente Laborprüfungen vornehmen zu können, sind folgende Masse der Prüfstücke erforderlich:

- Wasserdichtheit, Wandstärke und mechanische Prüfungen
 - DN > 300 mm: Rechteck 30 cm in Umfangsrichtung und 40 cm in Längsrichtung aus dem Kanal
 - DN 200 - 300 mm: Ring L = 20 cm
 - DN 100 - 150 mm: Ring L = 10 cm
- Physikalisch, chemische Prüfungen
 - Alle Rohrdimensionen: Scheibe DN 50 mm oder Quadrat 70/70 mm

Die Entnahmestellen sind mit 2-Komponenten Epoxidharz-Mörtel entweder manuell oder mittels Roboter wasserdicht zu verschliessen.

Aufgrund der dargestellten Forderungen wird die Baustelle nach der Durchführung durch den AG bewertet. Sollte das Renovierungsergebnis die nachfolgend genannten Toleranzen überschreiten, wird durch den AG die jeweils aufgezeigte Minderung zur Anwendung gebracht. Grundsätzlich ist die Schadensbehebung einer Minderung vorzuziehen.

Der AG kann die im Folgenden beschriebenen Prüfungen beauftragen und zur Bewertung der erreichten Qualität heranziehen. Die am Probestück gemessenen Materialkennwerte müssen in Ihren Ergebnissen den Materialkennwerten der Werkvertragsbeilage "Angaben zur statischen Berechnung bei Inlinersanierung" entsprechen. Bis zur endgültigen Klärung der Materialkennwerte erfolgt keine Vergütung.

6.2.2. Dichtheitsprüfung bei Haupt- und Grundstückanschlussleitungen

Alle Schlauchlinersysteme

Die Beurteilung der Dichtheit erfolgt pro Einbauetappe und nicht pro Haltung. Zur Beurteilung der Dichtheit werden zwei Prüfungen durchgeführt.

1. Dichtheitsprüfung nach SIA 190

Es wird eine etappenweise Dichtheitsprüfung - nach Beendigung der Aushärtung und vor dem Öffnen der Anschlüsse durchgeführt. Diese Prüfung hat die Anforderungen und Kriterien der SIA 190 zu erfüllen.

2. Dichtheitsprüfung des Laminates

Die zweite Prüfung wird an Probestücken vorgenommen und prüft die Dichtheit des Laminates. Pro Einbauetappe ist ein Probestück zu entnehmen. Die Beprobung erfolgt an 3 Teilstücken

Bei Hausanschlüssen sind Stichproben zu ziehen, wobei mind. jeder 10. Hausanschluss zu prüfen ist.

Da diese Prüfung direkt durch den AG beauftragt und vergütet wird, ist diese Leistung nicht im Leistungsverzeichnis enthalten.

Die Durchführung und Wertung der Dichtheitsprüfung des Laminates ist in den Punkten a) bis d) beschrieben:

a) Prüfgeräte bzw. Prüfmethode

Die Prüfung wird an drei Stellen des Prüfstücks durchgeführt.
Die Prüfung ist unter Raumtemperatur (23 ± 5 °C) durchzuführen.

b) Probenvorbereitung

Alle Beschichtungen, Folien oder andere Komponenten wie Überschussharz etc. ausserhalb des tragenden Laminates, auch die als integraler Bestandteil definierten Folien oder Beschichtungen, werden entfernt bzw. beschädigt, dies geschieht wie folgt:

- Die Folien- bzw. Beschichtungsdicke wird mit digitalen Präzisionsmessschiebern gemessen.
- Die Schnitttiefe ist so zu begrenzen, dass die Außen- und Innenfolien durchtrennt werden und eine nennenswerte Beschädigung des Laminates vermieden wird.
- Es wird ein Schnittgitter aus jeweils 10 zueinander senkrecht stehenden Schnitten erstellt. Der Abstand der Schnittlinien beträgt 4 mm. Die Proben sind mindestens 4 h vor der Prüfung unter dem angegebenen Prüfklima zu lagern.

c) Durchführung der Laminatprüfung

Unterdruckprüfung: Die Probe wird mit Unterdruck an der Außenseite beaufschlagt. Die Prüffläche hat einen Durchmesser von $45 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$.

Das Prüfmedium wird auf der Probeninnenseite aufgebracht.

Prüfdruck $-0.5 \text{ bar} \pm 25 \text{ mbar}$

Prüfdauer 30 Minuten

Prüfmedium Trinkwasser (eingefärbt), ohne Entspannungsmittel

Auswahl von drei Einzelprüfungen je Baustellenprobe

d) Prüfergebnis

An der Probe darf an keiner der drei geprüften Stellen ein Wasserdurchtritt zu verzeichnen sein. Ein Wasserdurchtritt gilt als gegeben, wenn auf die Probe aufgelegtes Papier durch Feuchtigkeit verfärbt wird. Verfärbungen im Laminat sind zulässig.

Im Falle der Wasserdurchlässigkeit ist die Durchflussmenge in ml / 30 min zu ermitteln und entsprechend der Prüffläche in ml / m² umzurechnen. Die Prüfung gilt dann als bestanden, wenn die so ermittelte Durchflussmenge kleiner ist als der Grenzwert der SIA 190.

6.2.3. Prüfung Wandstärken

Wandstärkenproben sind mind. von jeder Einbauetappe zu entnehmen. Raue Rohrwandungen sind, an vom AG vorbestimmten Stellen, vor dem Linereinbau mit Mörtel zu glätten. Die Proben sind an diesen Stellen zu entnehmen. Die Gesamt-Wandstärke ist als erstes durch Messung des Probekörpers an sechs Punkten innerhalb des mittleren Drittels seiner Länge zu bestimmen. Die Verbund-Wandstärke wird durch Subtraktion der bekannten oder einzeln bestimmten Dicken jeder Innen- und Aussenfolie und der nichtstrukturierten Reinharz-Schicht von jeder Messung der Gesamt-Wandstärke ermittelt. Ist die Verschleisschicht keine Reinharzschicht, so wird 1 mm von der Wandstärke in Abzug gebracht.

6.2.4. Prüfung mechanische Kennwerte

Die Prüfungen bezwecken die Kontrolle der Rohrstatik anhand der Materialkennwerte des eingebauten Liners. An den entnommenen Prüfstücken ist im Labor der Kurzzeit E-Biegemodul- E_{Kurzzeit} und die Biegezugspannung σ_{Kurzzeit} zu ermitteln. Der Ist-Kurzzeit-E-Modul muss mindestens 90 % des Sollwertes gemäss dem ausgefüllten TBA-Formular "Angaben zur statischen Berechnung bei Inlinersanierung" betragen. Unterschreitet der Ist-Wert diese Grenze, werden zusätzlich die Prüfung der Aushärtung (Reststyrolgehalt bei UP-Harzen) und die Prüfung des Langzeitverhaltens mittels der Bestimmung der Kriechneigung Kn_{24} auf Kosten des AN durchgeführt (siehe Anhang 1).

Über die Wandstärke des Liners kann die vorhandene Ringsteifigkeit berechnet werden. Diese hat den geforderten Wert von 0.0019 N/mm^2 zu erreichen.

6.2.5. Prüfung physikalische, chemische Werte

Zur Vertiefung der materialtechnischen Überwachung kann der Liner auf seine physikalische und chemische Zusammensetzung hin untersucht werden. Weil diese Untersuchungen grundsätzlich bei der Zertifizierung des AN vorgenommen werden und systemkonform auszuführen sind, sind die materialtechnischen Voraussetzungen für den qualitativ einwandfreien Einbau des Liners grundsätzlich gegeben. Trotzdem sollen Stichproben genommen und von Prüflabors untersucht werden. Der Probenumfang und die auszuführenden Prüfungen bestimmt der AG.

Folgende Proben sind normiert:

- 24h-Kriechneigung
- Reststyrolgehalt bei UP- und VE-Linern
- Spektralanalyse zur Bestimmung der Harzqualität
- Zusammensetzung des Liners bezüglich
 - Harzanteil
 - Füllstoffgehalt
 - Füllstoffmaterial
- Dynamische Differenzkalorimetrie (DDK oder DSC). Der Mindestdurchmesser der Probestücke beträgt 35 mm.

6.2.6. Prüfung Faltenbildung

Bei Faltenbildung sind zwei verschiedene Typen zu unterscheiden:

1. Das Trägermaterial ist nicht gefaltet.
2. Das Trägermaterial ist auch gefaltet.

Ist das Trägermaterial nicht gefaltet, sind die Falten durch den AN zu seinen Lasten zu entfernen. Voraussetzung ist, dass die Gebrauchstauglichkeit und die statische Tragfähigkeit erhalten bleibt. Die Nachweise sind durch den AN zu erbringen.

Ist die Faltenbildung so, dass auch das Trägermaterial mitgefaltet wurde, ist die Falte komplett bis auf die konform verlegten Stellen auszufräsen. Die dadurch entstandenen Fehlstellen sind wasserdicht mit Epoximörtel zu verspachteln. Bezüglich Grenzen der Tolerierbarkeit gelten die Grenzwerte gemäss 3.2.

6.2.7. Ringspaltbildung

Wird der als Grundlage für die Statik definierte Ringspalt überschritten, so ist grundsätzlich die Statik nachzurechnen. Die in der statischen Berechnung erreichte Sicherheit wird in das Verhältnis zur Soll-Sicherheit gesetzt. Dieses Verhältnis wird auf die Linerkosten umgelegt und die Vergütung entsprechend reduziert. Als Linerkosten sind die Gesamtkosten der Herstellung des Liners einschließlich aller Nebenkosten, z.B. Baustelleneinrichtung, Vorarbeiten, Anschlussanbindungen usw. anzusehen.

6.2.8. Prüfung Schachtanschlüsse

Die Schachtanschlüsse werden anlässlich der Abnahme beurteilt, resp. bei nichtbegehbaren Kanälen aufgrund der TV-Aufnahmen. Sie müssen frei von Gittern sein. In den Kontrollschächten müssen die Übergänge von Schachtsohle und Liner eben und dicht sein. Im Abnahmeprotokoll sind allfällige Mängel festzuhalten.

6.2.9. Prüfung Einbindungen Anschlüsse

Nach Beendigung aller Arbeiten sind die Kanal-TV-Aufnahmen (s. 6.1) so vorzunehmen, dass jeder Seitenanschluss dokumentiert ist und visuell beurteilt werden kann. Mangelhaft erscheinende Anschlüsse sind nachzubessern oder einer Dichtheitsprüfung zu unterziehen.

6.2.10. Baustellendokumentation

Mit der Schlussabrechnung hat der AN dem Bauherrn eine Schlussdokumentation abzugeben. Diese hat folgende Unterlagen zu enthalten:

- Satelliten TV-Aufnahmen aller Hausanschlussleitungen auf DVD
- Videoprints der aufgefästen Seitenanschlüsse in den Anschlussleitungen
- Alle Lieferscheine des Produzenten der Hauptliner

Die Bauleitung hat dem AG eine Dokumentation aller durchgeführten Materialprüfungen abzugeben. Nebst den Dokumenten sind die Resultate durch die Bauleitung in Form eines Berichts zu kommentieren. Ausserdem sind die Korrekturpläne des ausgeführten Werkes (PAW) dem AG zu übergeben.

6.2.11. Umgang mit strittigen Prüfergebnissen

Mechanische Kennwerte

Bei der Entnahme einer Materialprobe aus der Haltung erfolgt in der Regel keine zweite Beprobung. Wurde die Probe aus dem Bereich des Schachtes entnommen, kann eine zweite Probe aus der Haltung entnommen werden.

Dichtheit

Sollte der AN anzweifeln, dass die Prüfung ordnungsgemäss durchgeführt wurde (z.B. keine nennenswerte Verletzung des Laminates beim einschneiden der Folie) kann die entnommene Probe, auf Wunsch des AN, zur Begutachtung an ein Prüflabor nach Wahl des AN gesandt werden. Die Kosten für den Versand und die Begutachtung trägt der AN. Sofern die Probe aus der Haltung entnommen wurde, ist die Entnahme einer zweiten Probe im Regelfall ausgeschlossen. Bei Proben die aus einem Schacht entnommen wurden, ist die Entnahme einer zweiten Probe aus der Haltung möglich. Die Kosten für die zusätzliche Entnahme und Prüfung trägt der AN.

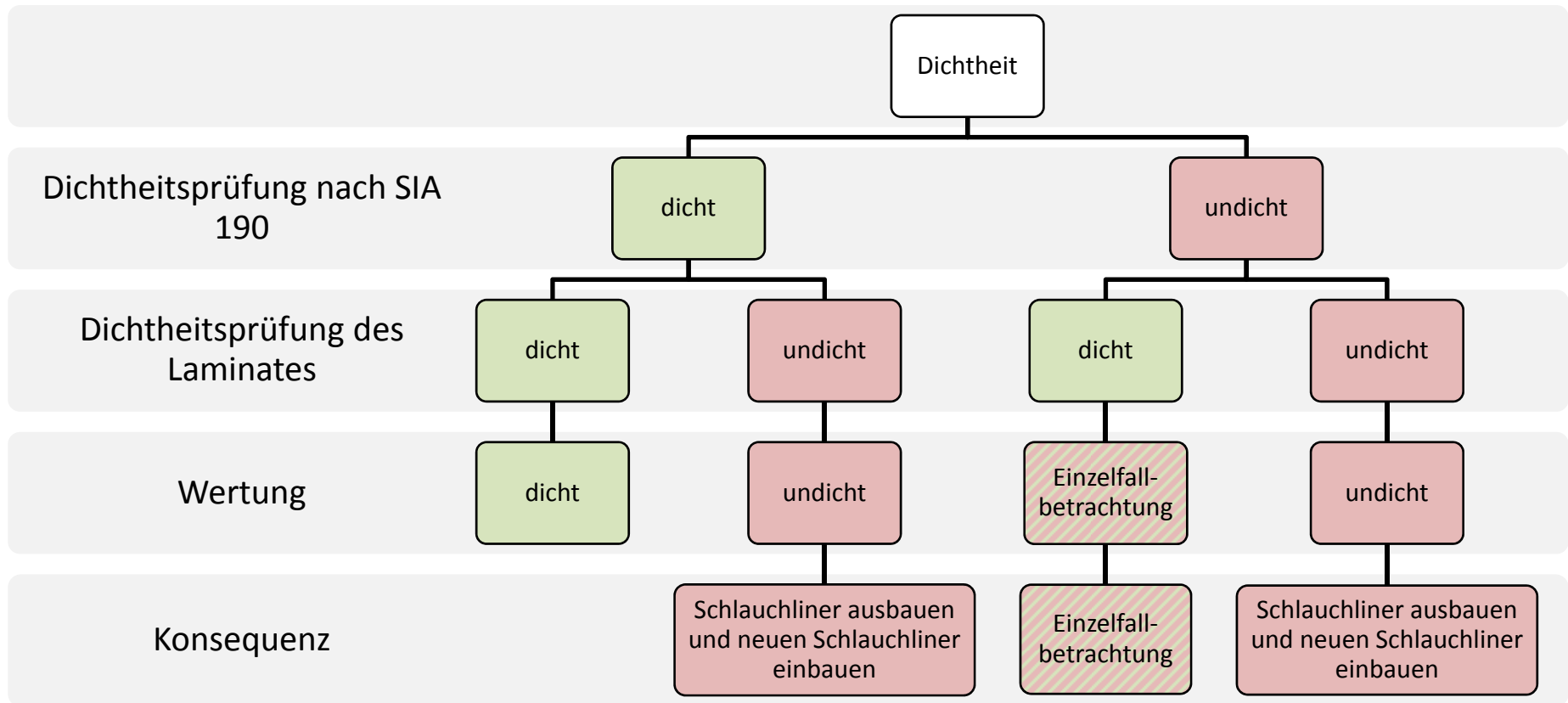


Abbildung 1 Bewertungsmatrix der Dichtheit

6.3 Minderwertdefinitionen

Aufgrund der dargestellten Forderungen wird die Baustelle nach der Durchführung durch den AG bewertet. Sollte das Renovierungsergebnis die nachfolgend genannten Toleranzen überschreiten, wird durch den AG die jeweils aufgezeigte Minderung zur Anwendung gebracht. Grundsätzlich ist die Schadensbehebung einer Minderung vorzuziehen.

6.3.1. Kurzzeitwerte, Wandstärke

Hauptleitungen

Die Wandstärke und die Kurzzeitwerte (E , σ_{bz}) werden nach SN EN 13566 ermittelt und fließen in die Ringsteifigkeit ein. Bei Abweichung der Ist - Ringsteifigkeit von der Soll - Ringsteifigkeit kommen folgende Sanktionen zum Tragen:

Abweichung $S_{R, Ist}$ von $S_{R, Soll}$	Abzug in % der Linerkosten
bei 10 % bis 20 %	5 %
über 20 % bis 30 %	10 %
über 30 %	Verweigerung der Abnahme, es ist in jedem Fall ein zweiter Liner auf Haltungslänge einzubauen. Aufgrund hydraulischer Erfordernisse kann es nötig werden, den ersten Liner auszubauen und durch einen neuen zu ersetzen.

Voraussetzung für die Abzüge ist die Gebrauchstauglichkeit (z.B. Dichtheit, Falten) des Liners.

Wird die Soll-Ringsteifigkeit durch die ermittelten Baustellenwerte nicht erreicht, muss ein Standsicherheitsnachweis nach den genannten Statikeingangsdaten unter Ziff. „4. Statische Nachweise“ erbracht werden. Die Abschläge nach o.g. Tabelle gelten dann dennoch.

Hausanschlüsse

Bei Unterschreitung der geforderten Mindestwandstärke von 4 mm kommen folgende Sanktionen zum Tragen:

Wandstärke [mm]	Abzug in % der Linerkosten
4.00 bis 3.90	0 % (Toleranzbereich, gemessen an der Probe)
kleiner 3.90 bis 3.80	10 %
kleiner 3.80 bis 3.70	50 %
kleiner 3.70 bis 3.60	80 %
kleiner 3.60 bis 3.00	100 % bzw. Ausbau des Inliners ²
kleiner 3.00	Der Inliner ist auszubauen

6.3.2. Faltenbildung

Werden die Toleranzen der Faltenbildung (siehe 3.2) überschritten und beschreibt auch das Trägermaterial eine Falte, ist die Falte bis auf eine ebene Fläche auszufräsen und die dadurch entstandene Fehlstelle dauerhaft wasserdicht mit Epoximörtel zu verspachteln. Der Liner wird auf der gesamten Strecke von Anfang bis Ende der Falte nicht vergütet. Als Linerkosten sind die Gesamtkosten der Herstellung des HPL-Liners oder GAL-Liners einschliesslich aller Nebenkosten, z.B. Baustelleneinrichtung, Vorarbeiten, Anschlussanbindungen usw. anzusehen. Andere Sanierungs- bzw. Reparaturverfahren sind zwischen AG und AN zu vereinbaren. Sanktionierungen sind dann ebenfalls neu zu vereinbaren.

² Der Inliner muss nicht ausgebaut werden, sofern die Dichtheit des Laminates und die Statik des Inliners nachgewiesen wurde.

6.3.3. Langzeitwerte / Kriechneigung

In Abhängigkeit vom erreichten Wert der Kriechneigung Kn_{24} wird folgende Staffelung in Ansatz gebracht:

$Kn_{24, IST} < 15 \%$	kein Abzug
$15 \% \leq Kn_{24, IST} \leq 20 \%$	5 % Abzug der Linerkosten. Als Linerkosten sind die Gesamtkosten der Herstellung des Sammelkanal- oder Anschlussleitung-Liners einschließlich aller Nebenkosten, z.B. Baustelleneinrichtung, Vorarbeiten, Anschlussanbindungen usw. anzusehen.
$Kn_{24, IST} > 20 \%$	Zwang: 1'000 h - 3-Punkt-Biegeversuch mit dem eingebauten Material, Extrapolation auf 50 Jahre, neuer A1-Wert. Vergütung nach der zu erwartenden Lebensdauer des Liners. Basis sind 50 Jahre nach ATV DVWK M127/2.

An Epoxidharz - Linern wird die Kriechneigung frühestens 4 Wochen nach dem Inliner - Einbau bestimmt.

Allgemein gilt:

Der AN kann alternativ durch ein akkreditiertes bzw. vom Deutschen Institut für Bautechnik in Berlin (DIBt) anerkanntes Prüfinstitut einen 1'000 h - 3-Punkt-Biegeversuch mit dem eingebauten Material durchführen lassen. Mit dem daraus extrapolierten Abminderungswert A1 wird die Statik nachgerechnet. Ist diese für 50 Jahre Lebensdauer erfüllt, wird der Liner vergütet.

6.3.4. Reststyrolgehalt (bei UP-Harzen)

Der Reststyrolgehalt lässt eine Aussage über die Durchhärtung von styrolhaltigen Reaktionsharzstoffen (UP- und VE-Harz) zu. Aus diesem Grund wird ein maximal zulässiger Styrolgehalt von 4% bezogen auf die Gesamtprobenmasse definiert. Wird der beschriebene maximale Reststyrolgehalt R (Massen - % nach DIN 53394 T. 2) überschritten, so wird folgende Staffelung für eine Mindervergütung in Ansatz gebracht:

$2.0 < R \leq 4.0 \%$ und $Kn_{24} < 15 \%$	Keine Minderung
$2.0 < R \leq 4.0 \%$ und $Kn_{24} \geq 15 \%$	5 % Abzug der Linerkosten. Als Linerkosten sind die Gesamtkosten der Herstellung des Liners einschließlich aller Nebenkosten, z.B. Baustelleneinrichtung, Vorarbeiten, Anschlussanbindungen usw. anzusehen.

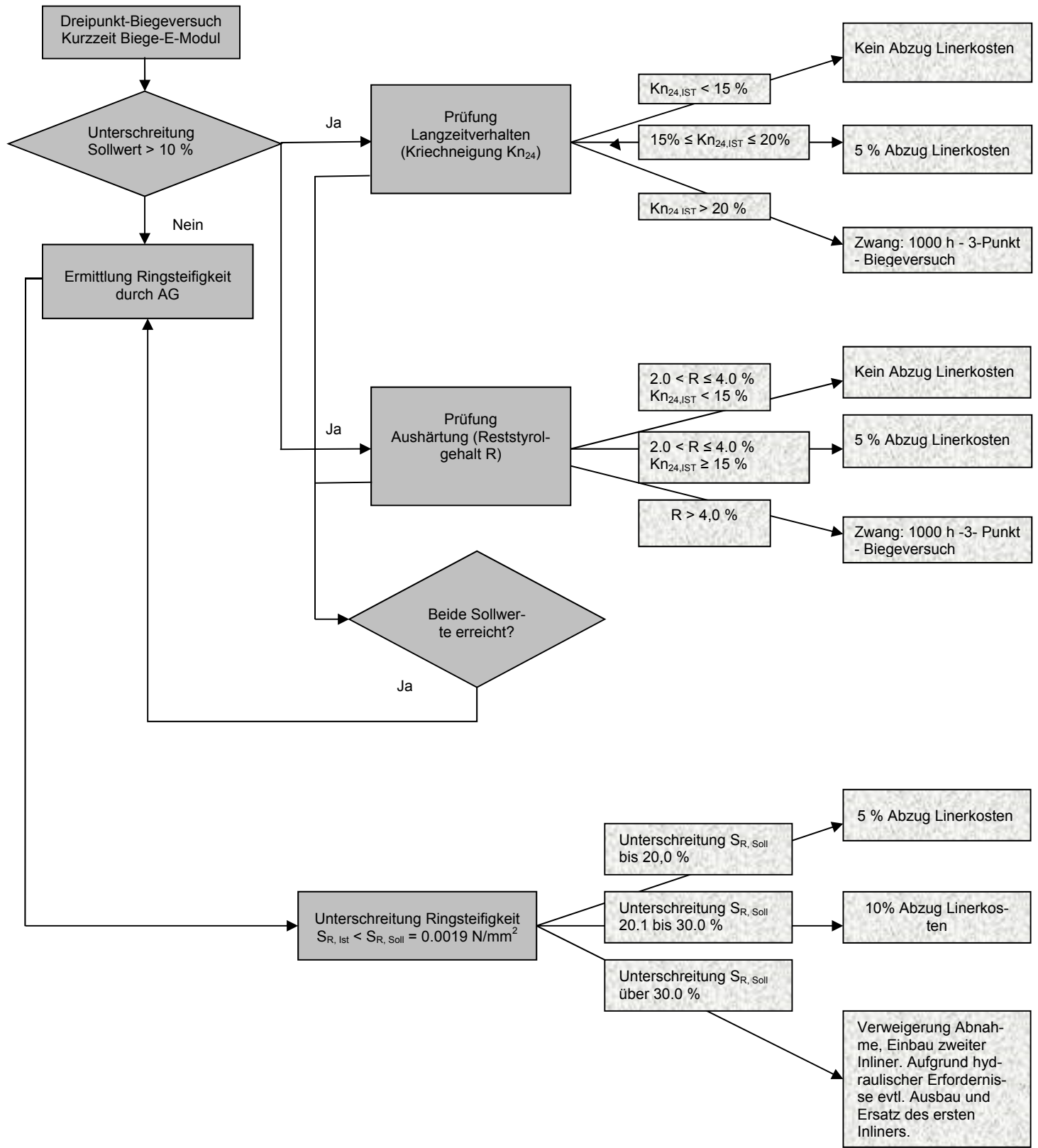
Bei Reststyrolwerten größer 4 % Zwang: 1.000 h - 3-Punkt-Biegeversuch mit dem eingebauten Material, Extrapolation auf 50 Jahre, neuer A1-Wert. Vergütung nach der zu erwartenden Lebensdauer des Liners. Basis sind 50 Jahre nach DWA- M 127-2.

6.4 Rechnungsprüfung, Schlussrechnung

Im Laufe der Bauausführung kann der AN Akontorechnungen stellen. Diese basieren ausnahmslos auf Ausmassen ausgeführter Arbeiten gemäss Werkvertrag. Hat der AG ein Ingenieurbüro mit der Bauleitung beauftragt, erfolgt die Rechnungsstellung zur Kontrolle über diese Stelle. Die Regelung des Garantierückbehaltes richtet sich nach SIA-Norm 118, Art. 149-152.

Der AN darf die Schlussrechnung erst einreichen, wenn die Prüfergebnisse des Labors und die Abnahmevideos vorliegen. Allfällige Abzüge an der Schlusszahlung infolge von Mängeln an den eingebauten Linern sind zu berücksichtigen. Es gilt weiter die SIA-Norm 118, Art. 153-156.

Anhang 1: Ablauf Materialprüfung und Sanktionen bei Mängeln



Wird die Soll-Ringsteifigkeit durch die ermittelten Baustellenwerte nicht erreicht, muss ein Standsicherheitsnachweis nach den genannten Statikeingangsdaten unter Ziff. "4. Statische Nachweise" erbracht werden. Die oben festgelegten Abzüge gelten dann dennoch. Es ist eine Ringsteifigkeit gefordert. Bei Unterschreitung mehrerer Sollwerte werden die prozentualen Abzüge addiert.