Risiken und Chancen einer Reparatur

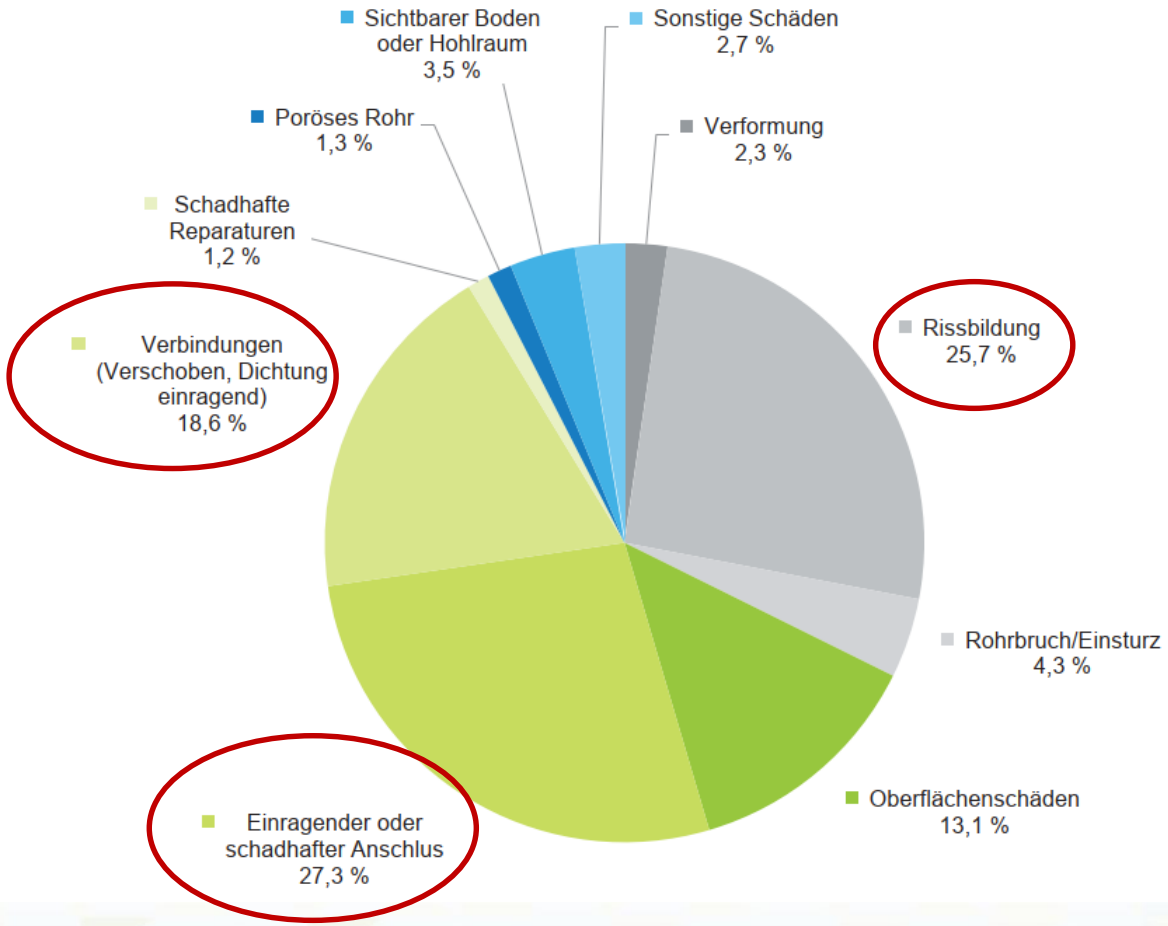
Erkennen, Bewerten und Beherrschen

Prof. Dr. Ing. F. Wolfgang Günthert

Dipl. Ing. Thomas Palaske

12. Deutscher Reparaturtag, 20.09.2023, Düsseldorf

Schadensverteilung an Kanälen

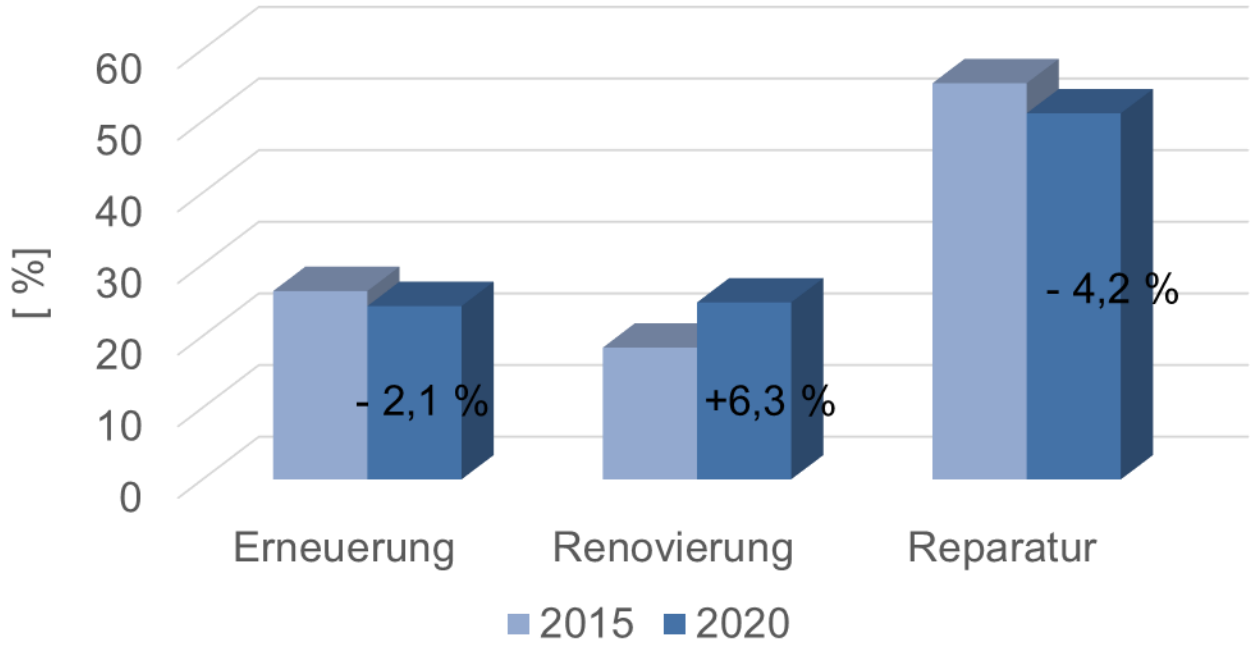


Schadensverteilung zur **baulichen** Struktur

(Quelle: DWA, Umfrageergebnisse 2020)

(c) Impulse pro Kanal

Verteilung der Sanierungsverfahren Im Vergleich 2015 zu 2020



Reparatur: punktuelle Schäden → Lebensdauer 2 - 15 Jahre
Renovierung: Streckenschäden → Lebensdauer 25 - 50 Jahre
Erneuerung: Starke Schäden → Lebensdauer 50 - 100 Jahre

(Quelle: DWA, Umfrageergebnisse 2015 und 2020)

(c) Impulse pro Kanal

VSB Fachausschuss Risikobewertung

Der **Fachausschuss Risikobewertung** des VSB e.V. beschäftigt sich mit der Qualitätssicherung von Kanalsanierungs-Maßnahmen.

Ziel ist es, die zu erwartenden Nutzungsdauern genauer zu bestimmen.

Instrument dafür: Bewertung der Ausführungsrisiken

Übergeordnetes Ziel: Planungs- und Finanzierungsentscheidungen für öffentliche und private Auftraggeber absichern (Gebührensicherheit).

RISIKOMANAGEMENT
RISIKO
ENTWICKLUNG
PROJEKTMANAGEMENT
AUSWIRKUNGEN
MANAGEMENT
SCHADENSAUSMASS
RISIKOANALYSE
RISIKEN
STEUERUNG
METHODEN
VSB - Empfehlung NR. 0.6
REPARATURVERFAHREN
RISIKOBEWERTUNG KANALSANIERUNG
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen
VSB
Verband zertifizierter Sanierungs-Berater

Kanalsanierungsverfahren

Reparatur

Ausbesserungsverfahren

Schachtreparatur,
Rohrersatz,
Betoninstandsetzung,
Robotertechnik

Injektionsverfahren

Injektion von Mörtel,
Suspensionen, Emulsionen,
Lösungen, Injektion von
außen und innen

Abdichtungsverfahren

Abdichtung von außen und
innen, Schrumpfschläuche,
Außenmanschetten,
Fugenabdichtungen,
Innenmanschetten,
Kurzschläuche, Quicklock

Renovierung

Beschichtungsverfahren

Auspressverfahren,
Verdrängungsverfahren,
Aufspritzverfahren,
Anschleuderverfahren

Auskleidungsverfahren

Auskleidung mit
vorgefertigten Rohren

Auskleidung mit örtlich
hergestellten Rohren (Liner),

Teil – und Vollauskleidungen

Erneuerung

Offene Bauweise

Traditioneller Tiefbau

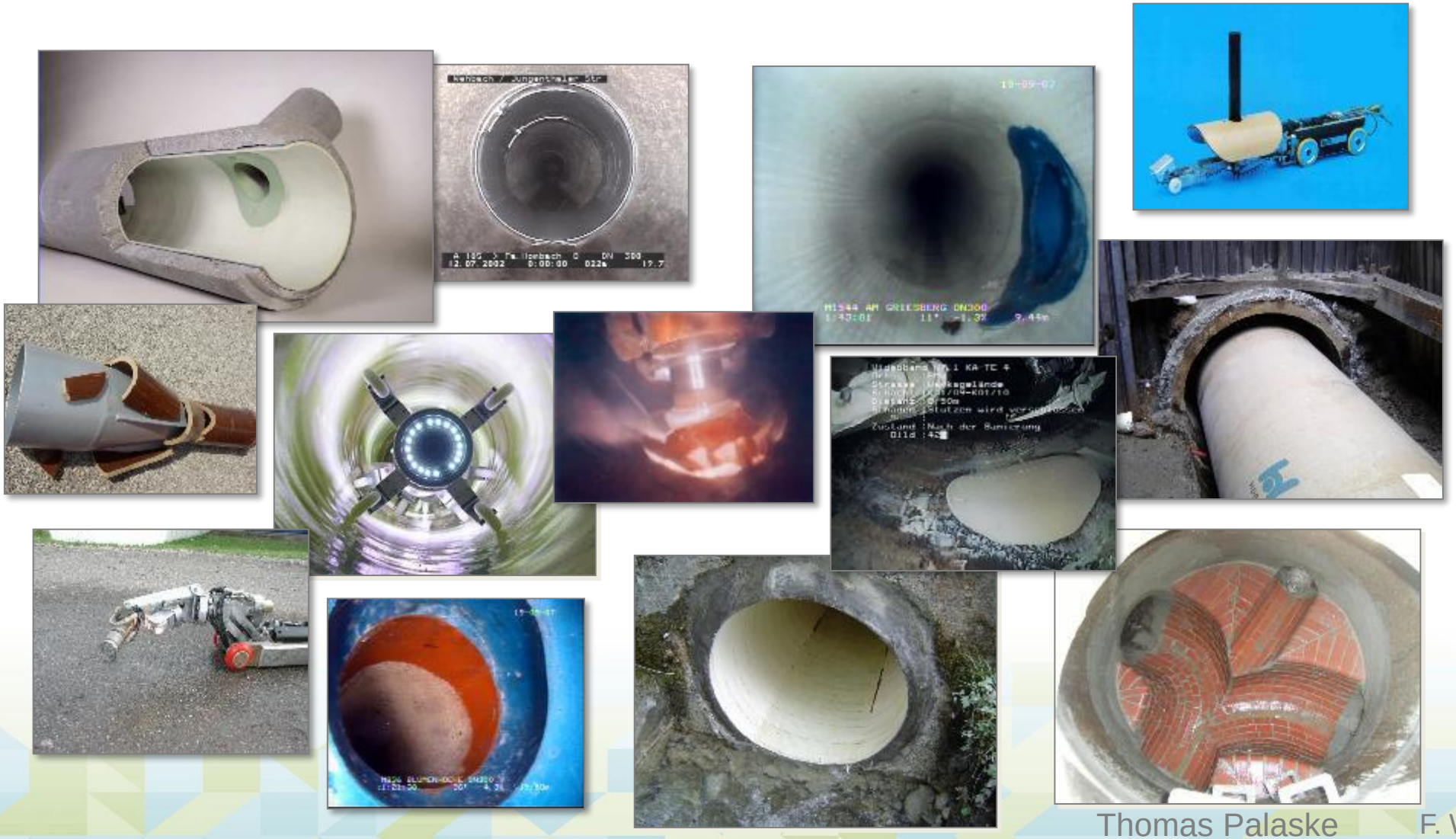
Halboffene Bauweise

Hydraulischer Rohrvortrieb
mit Start- und Zielgrube

Geschlossene Bauweise

Bergmännischer
Stollenvortrieb,
Schildvortrieb,
Berstverfahren,
Rohreinziehverfahren

Verfahrenstechniken

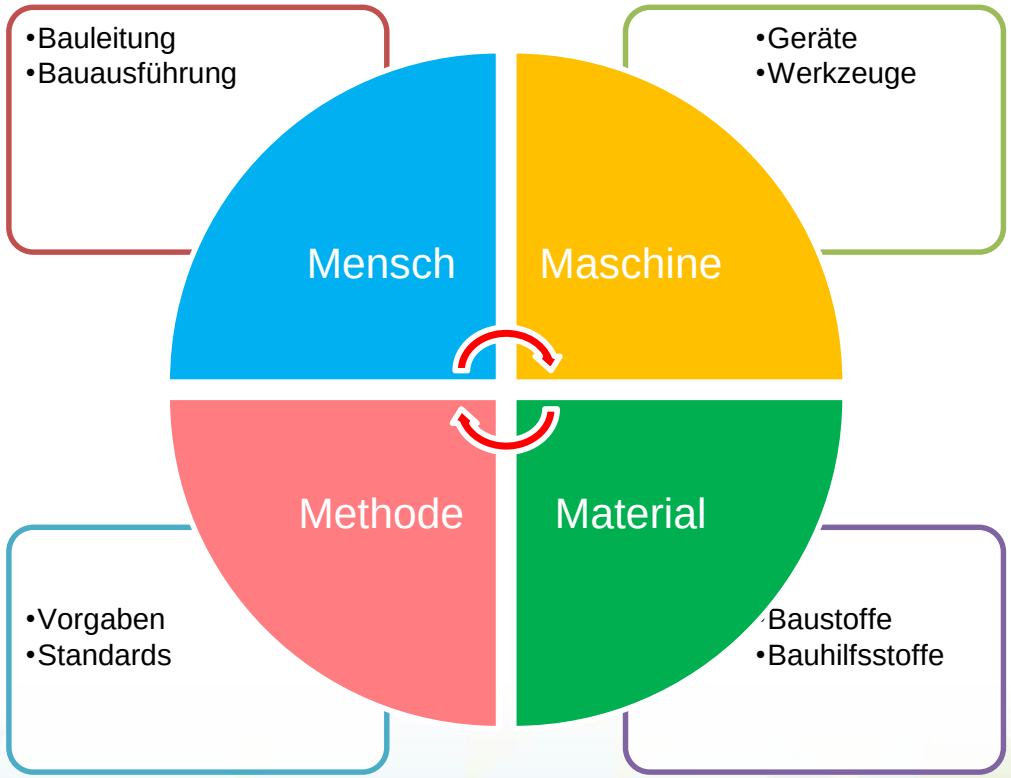


Sanierungsentscheidung

Sanierungsart	Anwendungsgebiet	Beispiel	Wirtschaftlichkeit
Reparatur	Punktuelle, örtlich begrenzte Schäden	Abdichtung einer Rohrverbindung mit Roboter	■ Geringe Kosten ■ Geringe Nutzungsdauer: ca. 2 – 15 Jahre
Renovierung	Streckenschäden (z. B. lange Risse) oder zahlreiche Einzelschäden (z. B. undichte Muffen)	Auskleidung einer ganzen Haltung mit einem harzgetränkten Glasfaserschlauch	■ Mittlere Kosten ■ Mittlere Nutzungsdauer: ca. 25 – 50 Jahre
Erneuerung	Gesamter Kanal ist stark geschädigt oder hydraulische Leistungsfähigkeit soll erhöht werden	Erneuerung einer Haltung in offener Bauweise	■ Hohe Kosten ■ Hohe Nutzungsdauer: ca. 50 – 100 Jahre

Quelle: Leitfaden Kanalsanierung, LFU Bayern

Risikofaktoren bei der Bauausführung



Beispiel Kurzlinertechnik

Fehlerquellen

keine / begrenzte Eignung
keine standardisierter Bauablauf
unzureichende Wasserhaltung
keine / mangelnde Reinigung
fehlende Vorverpressung bei GW-Druck
falsche Materialauswahl
keine / mangelnde Haftgrundvorbereitung
falsche Mischung, falsche Mischbedingungen
keine gleichmäßige Tränkung
falsches Auflegen und Befestigen der Matte
Wandberührung, Materialabstreifung
ungleichmäßiger Pressdruck
Beschädigung bei Packerentfernung
fehlende Dokumentation

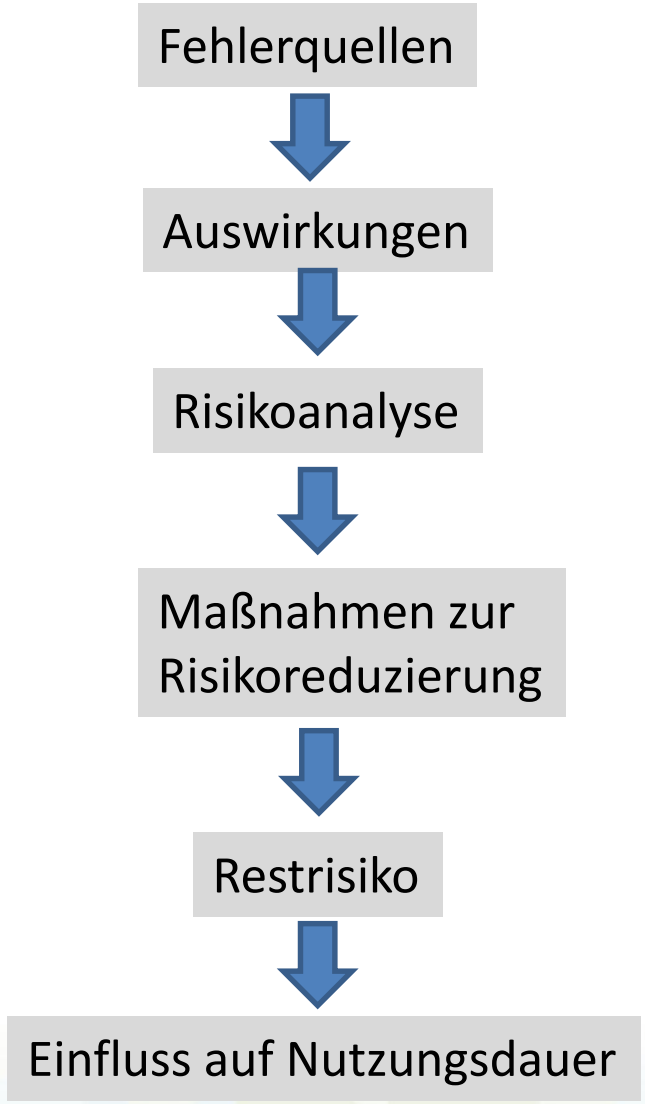
Zielsetzung Risikobewertung

- Erarbeitung von Risikotabellen mit praxistauglichen Aussagen über verfahrenstypische Risiken

- Erarbeitung von Maßnahmen zur Risikoreduzierung

- Ermittlung des Restrisikos je Verfahren

- Ermittlung der Beeinflussung der technischen Nutzungsdauer durch Risikoauswirkungen und -bewertung



Risikobewertung nach VSB Empfehlung Nr. 0.6

Voraussetzung: geeignetes Sanierungsverfahren ausgewählt

1. Systematische Analyse der Verfahrensschritte
   Vorarbeiten: vgl. Tab 1
   Vorbereitung Technikeinsatz: vgl. Tab 2
   Technikeinsatz: vgl. Tab 3

2. Abschätzen der Wahrscheinlichkeit des Auftretens des Fehlers und dessen Auswirkungen (Abschnitt 4.1)

3. Risikobewertung aus Auswirkungen x Eintrittswahrscheinlichkeit (Abschnitt 4.2)

Risikobewertung nach VSB Empfehlung Nr. 0.6

4. Qualitative und quantitative **Kontrollmaßnahmen** zur Risikoreduzierung (Abschnitt 5)

5. Verbleibendes Restrisiko (Abschnitt 6)

6. Überprüfung Sanierungsverfahren, erforderliche **Überwachungsmaßnahmen, Abschätzung Nutzungsdauer**

7. Tabelle zur Risikobeurteilung (Abschnitt 7 und Anhang)
   Grundlage: Erfahrungen der Arbeitsgruppe
   Anpassung im Einzelfall erforderlich

Aufbau der Risikotabellen nach VSB Empfehlung Nr. 0.6

Arbeits-abschnitt	Fehler-quelle	Auswir-kung	Wahrscheinlich-keit des Eintretens	Bewertung der Auswirkung	Risiko-analyse	Maßnahmen zur Risiko-reduzierung	Risiko-reduzierung %	Rest-Risiko
			0 - 1	1 - 4			0 - 100	

Aufbau der Risikotabellen nach VSB Empfehlung Nr. 0.6

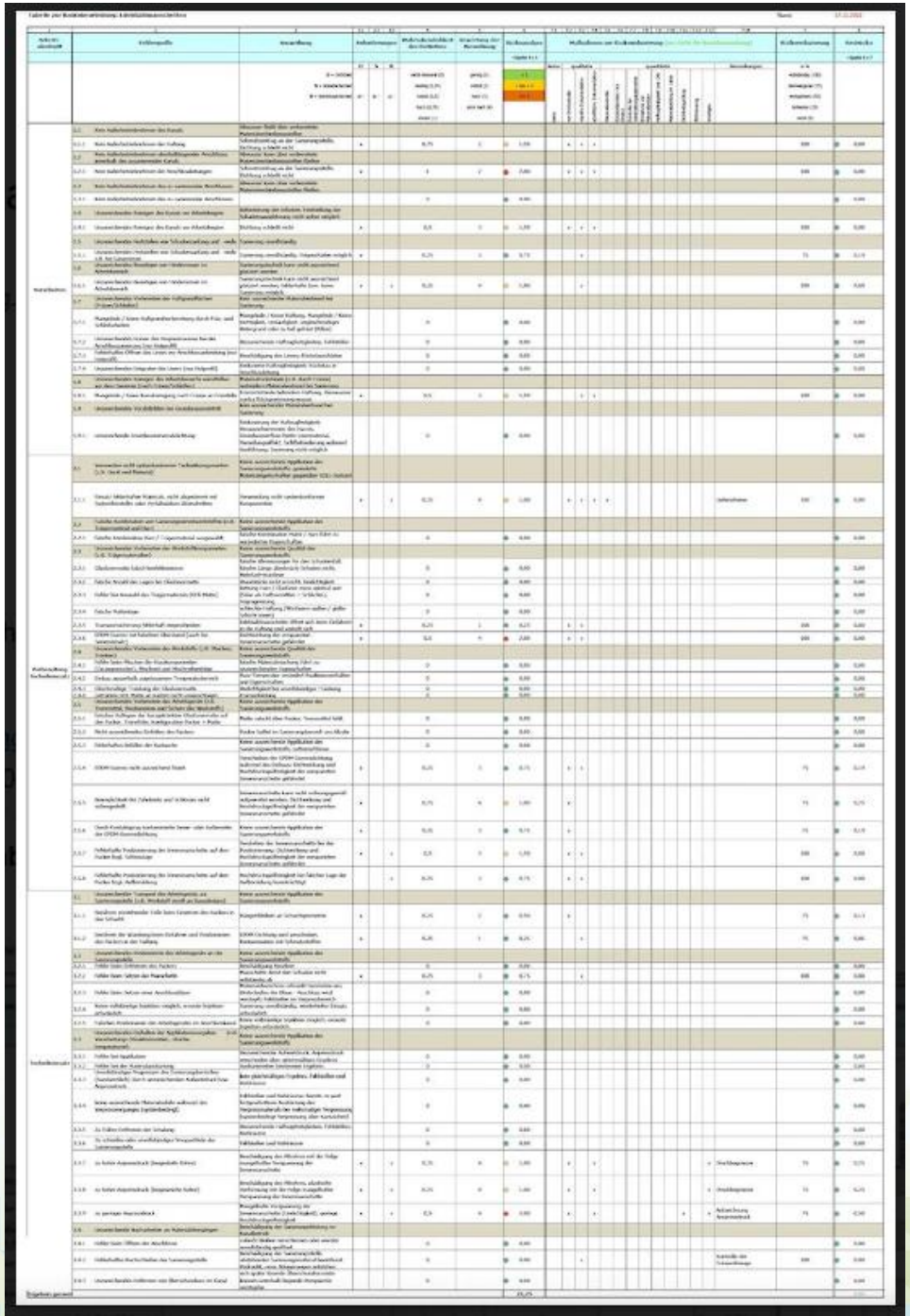
Arbeits-abschnitt	Fehlerquelle	Auswirkung	Wahrschein-lichkeit des Eintretens	Bewertung der Auswirkung	Risiko-analyse	Maßnahmen zur Risiko-reduzierung	Risiko-reduzierung %	Rest-Risiko
			keine (0) niedrig (0,25) mittel (0,5) hoch (0,75) immer (1)	gering (1) mittel (2) hoch (3) sehr hoch (4)	Produkt aus Wahrsch. + Bewertung			
Vorarbeiten	Keine Außerbetriebnahme der Haltung	Schmutzeintrag an der Sanierungsstelle	0,75	4	3			
Vorarbeiten	Kein Außerbetriebnehmen der Anschlussleitungen	Schmutzeintrag an der Sanierungsstelle	0,5	2	3			
Vorarbeiten	Unzureichendes Fräsen des Verpressraumes bei der Muffen- und Risssanierung	Unzureichende Haftzugfestigkeiten, Fehlstellen	0,25	4	1			
Vorarbeiten	Unzureichendes Fräsen des Verpressraumes bei der Stutzensanierung	Unzureichende Haftzugfestigkeiten, Fehlstellen	0,75	4	3		50	1,50

keine	Vor –Ort-Kontrolle	visuelle Dokumentation	schriftl. Dokumentation	Materialkontrolle	Rückstellproben (vor Einbau)	Kontrolle Verarbeit.temp.	Entnahme Materialprobe	Haftzugfestigkeit (vor Ort)	Materialprüfung im Labor	Dichtheitsprüfung	Sonstiges	Zeitmessung
	X		X									

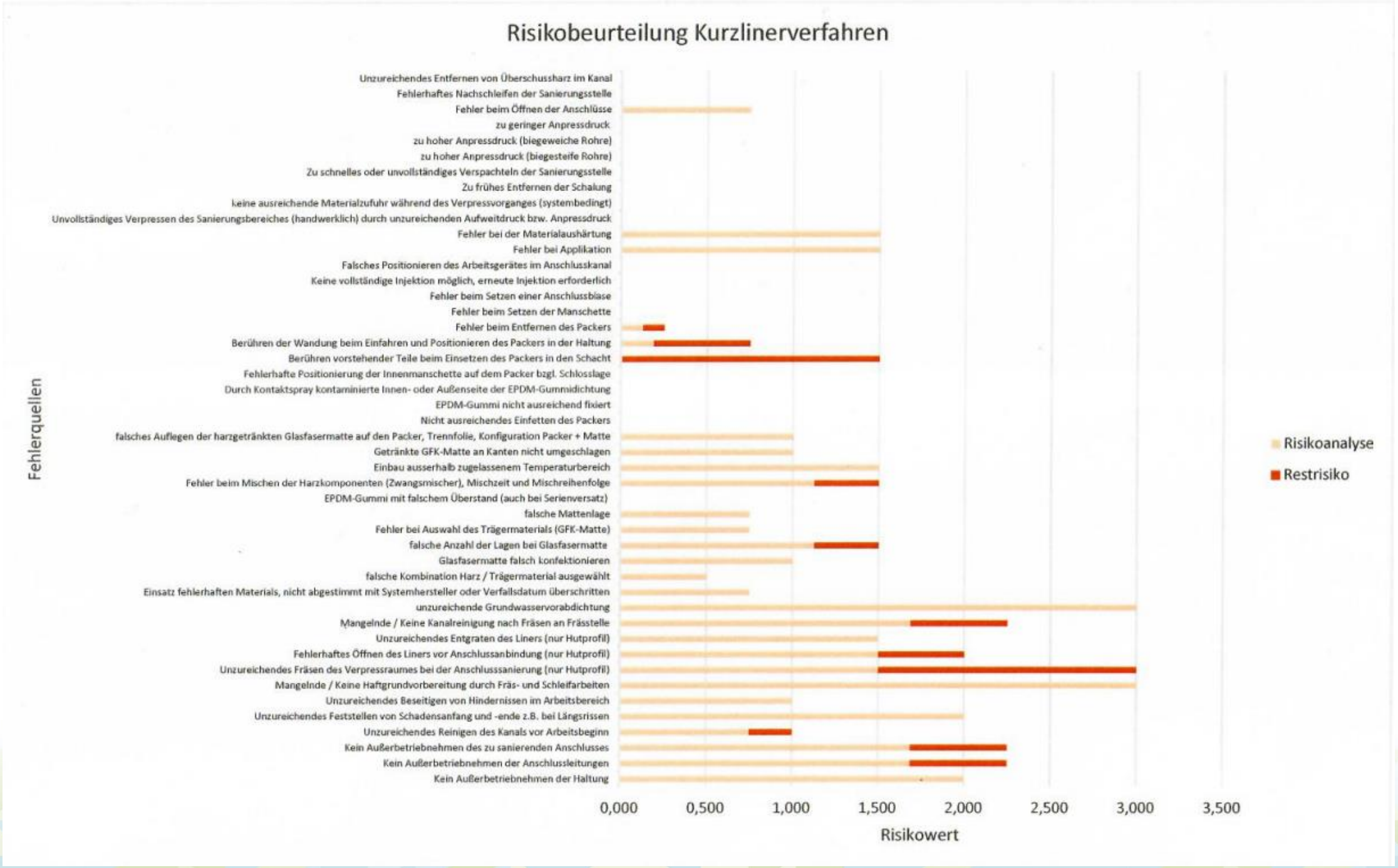
Risikobewertung Reparaturverfahren VSB Empfehlung Nr. 0.6

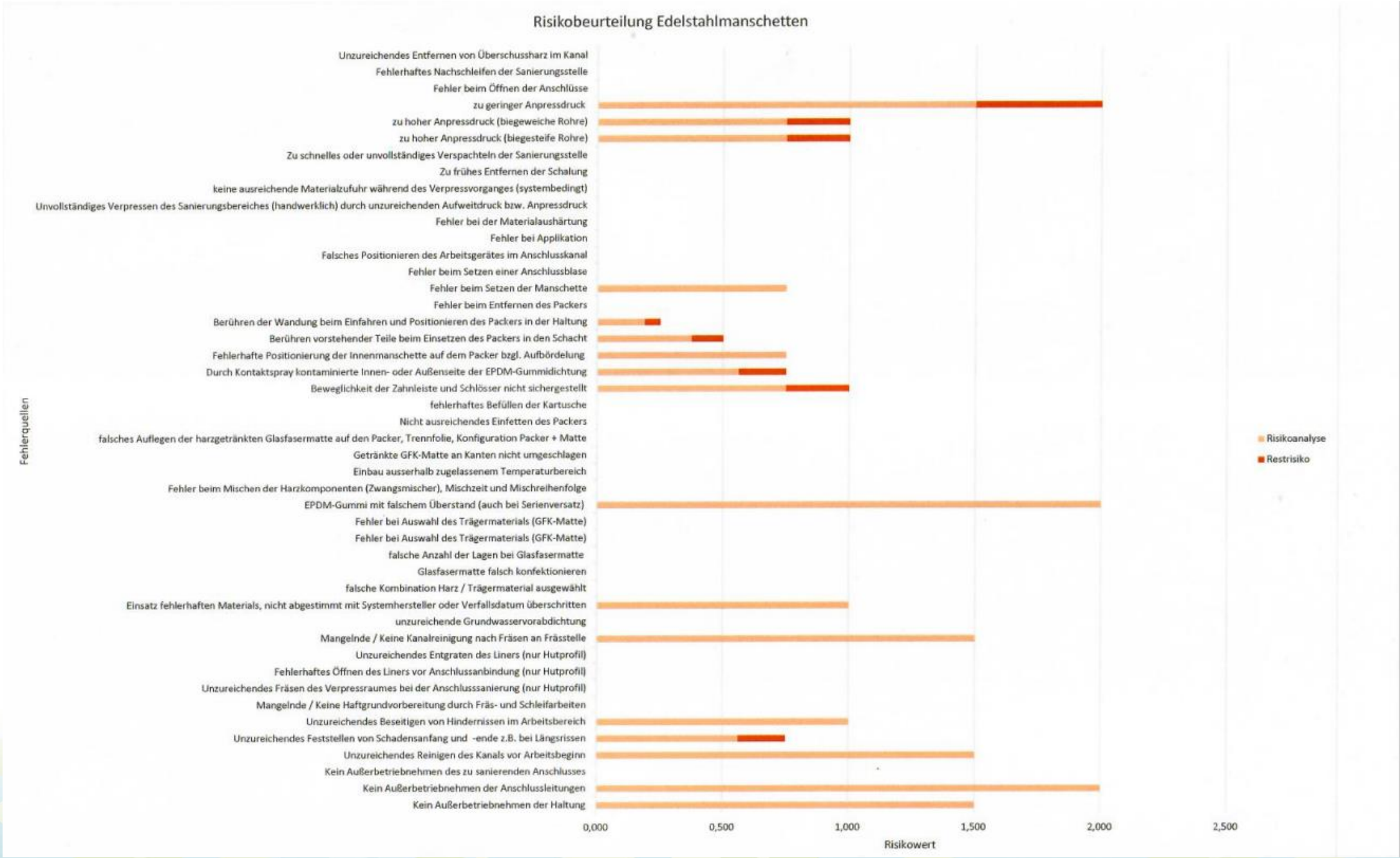
- Spachtel – oder Verpressverfahren (Anlage 1)
- Kurzlinerverfahren (Anlage 2)
- Edelstahlmanschetten (Anlage 3)
- Injektionsverfahren ohne Fräserfordernis (Anlage 4)
- Injektionsverfahren mit Fräserfordernis (Anlage 5)

Tabelle
zur Risikobeurteilung
Edelstahlmanschetten
VSB Empfehlung Nr. 0.6

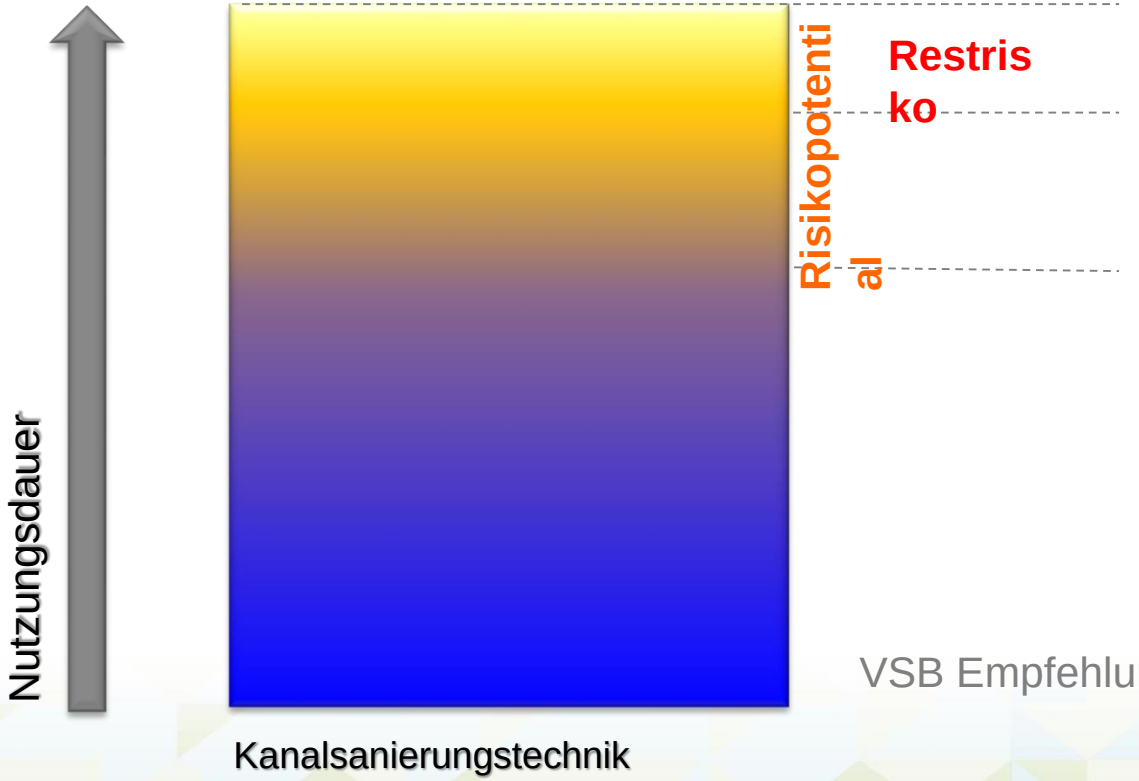


Thomas Palaske
F. Wolfgang Günthert


Risikobeurteilung Kurzlinerverfahren
Fehlerquellen
Unzureichendes Entfernen von Überschussharz im Kanal
Fehlerhaftes Nachschleifen der Sanierungsstelle
Fehler beim Öffnen der Anschlüsse
zu geringer Anpressdruck
zu hoher Anpressdruck (biegeweiche Rohre)
zu hoher Anpressdruck (biegesteife Rohre)
Zu schnelles oder unvollständiges Verspachteln der Sanierungsstelle
Zu frühes Entfernen der Schalung
keine ausreichende Materialzufuhr während des Verpressvorganges (systembedingt)
Unvollständiges Verpressen des Sanierungsbereiches (handwerklich) durch unzureichenden Aufweitdruck bzw. Anpressdruck
Fehler bei der Materialaushärtung
Fehler bei Applikation
Falsches Positionieren des Arbeitsgerätes im Anschlusskanal
Keine vollständige Injektion möglich, erneute Injektion erforderlich
Fehler beim Setzen einer Anschlussblase
Fehler beim Setzen der Manschette
Fehler beim Entfernen des Packers
Berühren der Wandung beim Einfahren und Positionieren des Packers in der Haltung
Berühren vorstehender Teile beim Einsetzen des Packers in den Schacht
Fehlerhafte Positionierung der Innenmanschette auf dem Packer bzgl. Schlosslage
Durch Kontaktspray kontaminierte Innen- oder Außenseite der EPDM-Gummidichtung
EPDM-Gummi nicht ausreichend fixiert
Nicht ausreichendes Einfetten des Packers
falsches Auflegen der harzgetränkten Glasfasermatte auf den Packer, Trennfolie, Konfiguration Packer + Matte
Getränkte GFK-Matte an Kanten nicht umgeschlagen
Einbau ausserhalb zugelassenem Temperaturbereich
Fehler beim Mischen der Harzkomponenten (Zwangsmischer), Mischzeit und Mischreihenfolge
EPDM-Gummi mit falschem Überstand (auch bei Serienversatz)
falsche Mattenlage
Fehler bei Auswahl des Trägermaterials (GFK-Matte)
falsche Anzahl der Lagen bei Glasfasermatte
Glasfasermatte falsch konfektionieren
falsche Kombination Harz / Trägermaterial ausgewählt
Einsatz fehlerhaften Materials, nicht abgestimmt mit Systemhersteller oder Verfallsdatum überschritten
unzureichende Grundwasservorabdichtung
Mangelnde / Keine Kanalreinigung nach Fräsen an Frässtelle
Unzureichendes Entgraten des Liners (nur Hutprofil)
Fehlerhaftes Öffnen des Liners vor Anschlussanbindung (nur Hutprofil)
Unzureichendes Fräsen des Verpressraumes bei der Anschlusssanierung (nur Hutprofil)
Mangelnde / Keine Haftgrundvorbereitung durch Fräs- und Schleifarbeiten
Unzureichendes Beseitigen von Hindernissen im Arbeitsbereich
Unzureichendes Feststellen von Schadensanfang und -ende z.B. bei Längsrissen
Unzureichendes Reinigen des Kanals vor Arbeitsbeginn
Kein Außerbetriebnehmen des zu sanierenden Anschlusses
Kein Außerbetriebnehmen der Anschlussleitungen
Kein Außerbetriebnehmen der Haltung
0,000
0,500
1,000
1,500
2,000
2,500
3,000
3,500
Risikowert
Risikoanalyse
Restrisiko


Risikobeurteilung Edelstahlmanschetten
Unzureichendes Entfernen von Überschussharz im Kanal
Fehlerhaftes Nachschleifen der Sanierungsstelle
Fehler beim Öffnen der Anschlüsse
zu geringer Anpressdruck
zu hoher Anpressdruck (biegeweiche Rohre)
zu hoher Anpressdruck (biegesteife Rohre)
Zu schnelles oder unvollständiges Verspachteln der Sanierungsstelle
Zu frühes Entfernen der Schalung
keine ausreichende Materialzufuhr während des Verpressvorganges (systembedingt)
Unvollständiges Verpressen des Sanierungsbereiches (handwerklich) durch unzureichenden Aufweitdruck bzw. Anpressdruck
Fehler bei der Materialaushärtung
Fehler bei Applikation
Falsches Positionieren des Arbeitsgerätes im Anschlusskanal
Fehler beim Setzen einer Anschlussblase
Fehler beim Setzen der Manschette
Fehler beim Entfernen des Packers
Berühren der Wandung beim Einfahren und Positionieren des Packers in der Haltung
Berühren vorstehender Teile beim Einsetzen des Packers in den Schacht
Fehlerhafte Positionierung der Innenmanschette auf dem Packer bzgl. Aufbördelung
Durch Kontaktspray kontaminierte Innen- oder Außenseite der EPDM-Gummidichtung
Beweglichkeit der Zahnleiste und Schlösser nicht sichergestellt
fehlerhaftes Befüllen der Kartusche
Nicht ausreichendes Einfetten des Packers
falsches Auflegen der harzgetränkten Glasfasermatte auf den Packer, Trennfolie, Konfiguration Packer + Matte
Getränkte GFK-Matte an Kanten nicht umgeschlagen
Einbau ausserhalb zugelassenem Temperaturbereich
Fehler beim Mischen der Harzkomponenten (Zwangsmischer), Mischzeit und Mischreihenfolge
EPDM-Gummi mit falschem Überstand (auch bei Serienversatz)
Fehler bei Auswahl des Trägermaterials (GFK-Matte)
Fehler bei Auswahl des Trägermaterials (GFK-Matte)
falsche Anzahl der Lagen bei Glasfasermatte
Glasfasermatte falsch konfektionieren
falsche Kombination Harz / Trägermaterial ausgewählt
Einsatz fehlerhaften Materials, nicht abgestimmt mit Systemhersteller oder Verfallsdatum überschritten
unzureichende Grundwasservorabdichtung
Mangelnde / Keine Kanalreinigung nach Fräsen an Frässtelle
Unzureichendes Entgraten des Liners (nur Hutprofil)
Fehlerhaftes Öffnen des Liners vor Anschlussanbindung (nur Hutprofil)
Unzureichendes Fräsen des Verpressraumes bei der Anschlusssanierung (nur Hutprofil)
Mangelnde / Keine Haftgrundvorbereitung durch Fräs- und Schleifarbeiten
Unzureichendes Beseitigen von Hindernissen im Arbeitsbereich
Unzureichendes Feststellen von Schadensanfang und -ende z.B. bei Längsrissen
Unzureichendes Reinigen des Kanals vor Arbeitsbeginn
Kein Außerbetriebnehmen des zu sanierenden Anschlusses
Kein Außerbetriebnehmen der Anschlussleitungen
Kein Außerbetriebnehmen der Haltung
Fehlerquellen
0,000
0,500
1,000
1,500
2,000
2,500
Risikowert
Risikoanalyse
Restrisiko

Ausführungsrisiko und Nutzungsdauer



Theoretische, optimale Nutzungsdauer

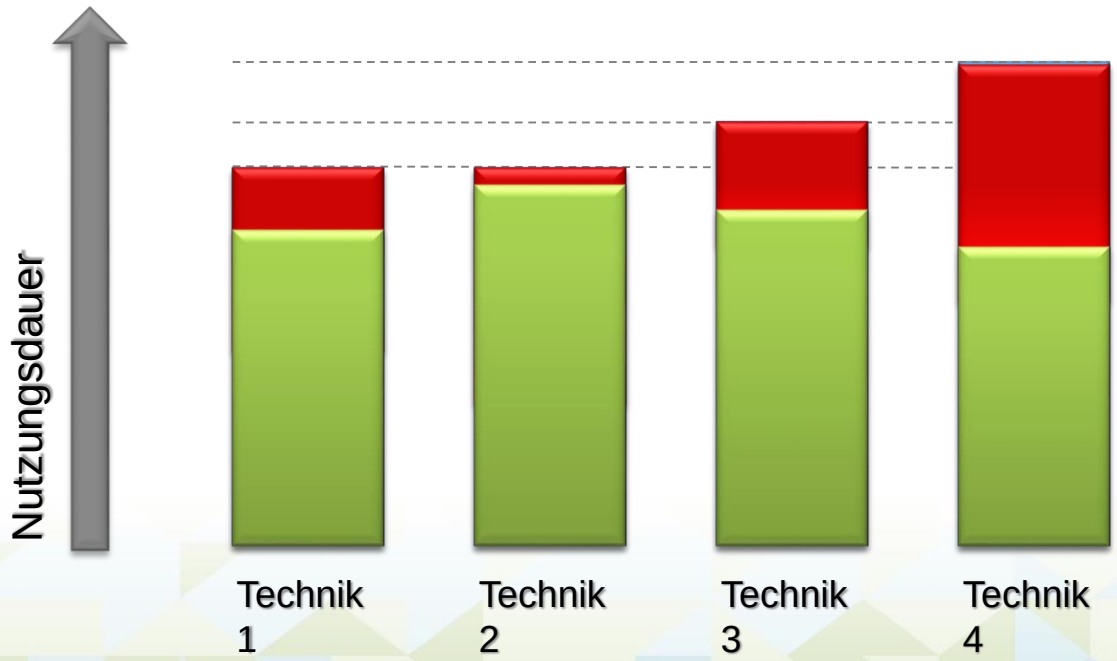
Optimierte Nutzungsdauer mit Prüfmaßnahmen

Nutzungsdauer ohne Prüfmaßnahmen

VSB Empfehlungen Nr. 06 Risikobewertung

Risikobewertung bei der Bauausführung

Auswirkungen von Ausführungsrisiken auf die Nutzungsdauer



Theoretische optimale Nutzungsdauer je Technik

Risikopotential Ausführung

Reale Nutzungsdauer in Abhängigkeit von Gegenmaßnahmen

Zusammenfassung Risikobewertung

1. • Risikobenennung
2. • Risikobeurteilung /-bewertung
3. • Risikovermeidung durch Maßnahmen
4. • Ausschreibung / Überwachung
5. • Ermittlung der geprüften Nutzungsdauer (100%)
6. • Ermittlung der tatsächlichen Nutzungsdauer incl. Risiko-Beurteilung
7. • Ermittlung der individuellen Abschreibung je Kanalabschnitt - > Gebührensicherheit

Terminankündigung

VSB Seminare

Ausführungsrisiken bei der Kanalreparatur

19. Oktober 2023, Leipzig
05. Dezember 2023, Stuttgart