

II/9 Vergleich von Sanierungsverfahren für Hochdruckleitungen aus Sicht eines regionalen Versorgers anhand einer konkreten Leitungssanierung im Thüringer Wald

Dipl.-Ing. (FH) Detlef Papp

Der Rennsteig führt über mehr als 100 km durch Thüringen, vorbei an vielen Ortschaften und touristisch interessanten Punkten. Zwei dieser Ortschaften sind Neustadt am Rennsteig und Maserberg. Sie verbindet aber nicht nur der Rennsteig, sondern auch eine Gashochdruckleitung, die beide Orte mit Erdgas versorgt. Diese Leitung verläuft teilweise parallel am Rennsteig und abschnittsweise direkt darauf.

Der Zustand der Leitung wird besonders aus den Messprotokollen des kathodischen Korrosionsschutzes, der Begehungen, der Befliegungen und der Kontrolle betriebswichtiger Punkte deutlich.

Es ist notwendig geworden die Leitung grundlegend zu sanieren. Jedoch stellt die räumliche Lage der Leitung ein Problem dar, denn die Nähe zum Rennsteig vereinfacht die Baumaßnahme nicht, im Gegenteil. Das ganze Gelände liegt in einem Naturschutzgebiet, das touristisch erschlossen und um jeden Preis zu schützen ist.

Dies stellt den Leitungseigentümer vor die Überlegung welcher Technologie er sich bedienen soll. Es ist nötig einen Weg zu finden, der einen angemessenen Aufwand und Naturverträglichkeit in sich vereint.

Neuere, aus der Wasser- und Abwassertechnik stammende Methoden, können eingesetzt werden. Hier sind besonders die Reliningverfahren zu nennen. Sie haben entscheidende Vorteile zu einer konventionellen Bauweise. Man verzichtet auf einen Rohrgraben und bedient sich mehrerer Baugruben, um an das Rohr zu gelangen.

Aber auch diese innovativen Konzepte weisen Nachteile auf. Sie können recht teuer sein und bedürfen einer näheren Betrachtung.

1. Sanierungsverfahren

1.1 Schlauchreliningverfahren „Phönix“

Das Verfahren „Phönix“ ist gekennzeichnet durch die Einbringung eines Gewebeschlaches in ein Altrohr. Der Schlauch an sich besteht aus zwei Lagen, aus einem Druckgewebe und einer Beschichtung. Bevor der Schlauch in das Rohr eingebracht werden kann, müssen verschiedene Vorbereitungen getroffen. Hierzu sind alle 250 m Baugruben zu schaffen. Aus der Rohrleitung wird dann jeweils ein etwa 1 m bis 1,5 m langes Stück herausgetrennt. Anschließend muss die Leitung gereinigt werden. Dies wird mit Hilfe eines Höchstdruckspülverfahrens durchgeführt, wobei Wasser mit einem Druck von bis zu 1200 bar zum Einsatz kommt. Nun muss die Leitung mit einer Kamera befahren werden. Hierzu wird eine Kamera aus der Abwassertechnik genutzt. Mit ihrer Hilfe kann das Rohr von innen untersucht und auf Stellen hin geprüft werden, die den Schlauch beschädigen könnten. In das Rohr einragende Schweißnähte beispielsweise sind damit

lokalisierbar. Diese störenden Objekte werden dann mit Hilfe eines Fräsroboters entfernt. Dazu müssen jedoch unter Umständen zusätzliche Baugruben geschaffen werden, da die Reichweite des Roboters nur etwa 50 m beträgt. Im ungünstigsten Fall sind also alle 100 m eine Grube und ein Zugang ins Rohr zu schaffen. Anschließend sind die herausgenommenen Passstücke mittels Überschieber wieder in die Leitung einzufügen. Somit entsteht eine durchgängige Rohrleitung von etwa 750 m, die einer Sanierungslänge entspricht.

Wenn der zu sanierende Leitungsabschnitt komplett durchgezogen ist, wird der Schlauch aufgefangen und unter Druck belassen. Anschließend wird Dampf mit einer Temperatur von etwa 100 °C eingeleitet, um das Harz auszuhärten. Nach einer gewissen Abkühlzeit kann der Druck aus dem Schlauch genommen werden. Der Einzug und die Aushärtungs- bzw. Abkühlphasen nehmen etwa einen Tag in Anspruch. An beiden Seiten des sanierten Bereiches wird der Schlauch in das Rohr zurück geschnitten.

Eine Tiefe von etwa 30 cm, abhängig von dem Durchmesser der Leitung, ist dabei vorzusehen.

Der Rückschnitt verhindert eventuelle Beschädigungen durch den Wärmeeinfluss, der beim späteren Verschweißen der Stahlleitung entsteht. Mit dem Rückschneiden ist die Sanierung eines etwa 750 m langen Leitungsabschnittes abgeschlossen.

Das Verfahren kann im Gashochdruckbereich von 16 bar und einer Leitungsdimension von bis zu DN 500 eingesetzt werden.

1.2 Reliningverfahren „Primus – Line“

Dieses Verfahren ist aus den PE-Reliningverfahren entstanden. Es wird in das zu sanierende Rohr ein Kunststoffrohr eingezogen. In der Mitte der Konstruktion befindet sich ein Armidgewebe. Dies ist von einer Außenbeschichtung (gelb) und einer Innenbeschichtung (schwarz) umgeben. Das Rohr bleibt auf Grund seines Aufbaues flexibel, wodurch es in die vorhandene Leitung eingezogen werden kann. Weiterhin gewährleistet der hochfeste Charakter die Verwendung des Verfahrens auch bei Betriebsdrücke von bis zu 25 bar. Durch den geringen Querschnitt bleibt der Innendurchmesser der Leitung annähernd erhalten.

Durchmesser von DN 150 bis DN 400 können realisiert werden.

Auch bei diesem Verfahren müssen Vorbereitungen getroffen werden.

1.3 Berstlining

Im Bereich der Gasleitungssanierung kann das statische Berstlining eingesetzt werden, bei dem es möglich ist, Kunststoffrohre oder vorgeschweißte Stahlrohre einzuziehen. Dieses Verfahren bringt einige Vorteile mit sich. Nicht nur die grabenlose Erneuerung der Leitung ist möglich, man kann ebenfalls den Querschnitt der Leitung in gewissen Grenzen erhöhen. Weiterhin weist die neu eingezogene Leitung dieselben Eigenschaften einer neuer errichteten auf. Vorbereitend wird die zu sanierende Leitung mittels einer Kamerabefahrung untersucht. Danach kann in einem statischen oder dynamischen Verfahren ein konisch geformter Berstkörper durch die vorhandene Leitung gezogen werden.

1.4 Vergleich der Sanierungsverfahren

Allen drei Sanierungsverfahren ist grabenlose Ausführung gemein. Es ist lediglich notwendig, die Leitung an verschiedenen Punkten freizulegen und zu öffnen. Dies reduziert den Aufwand und die damit verbundenen Kosten des Tiefbaues auf ein Minimum im Vergleich zu einer offenen Bauweise. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Erdoberfläche weitestgehend erhalten bleibt und somit die natürlichen Gegebenheiten kaum berührt werden. Auch die Trasse bleibt erhalten, wodurch zusätzliche trassenbildende Maßnahmen wegfallen. Es ist beispielsweise nicht nötig, einen neuen Schutzstreifen einzurichten. Aus der Sanierung ergibt sich jedoch ein Nachteil. Während der Baumaßnahmen muss die zu sanierende Leitung außer Betrieb genommen werden. Dies hat zur Konsequenz, dass ein Konzept erarbeitet werden muss, wie die Versorgung des nach geschalteten Netzes aufrechterhalten werden kann.

Aber auch untereinander unterscheiden sich die drei vorgestellten Verfahren erheblich (**Tabelle 1**). Das Schlauchreliningverfahren „Phönix“ ist das einzige, das auf den Erhalt der alten Leitung unter Umständen angewiesen ist. Die beiden anderen benötigen das Altrohr nicht mehr oder zerstören es sogar. Der Erhalt des Altrohres fordert wiederum Maßnahmen des Betreibers zum Schutz der Leitung. Darunter fällt der Erhalt des kathodischen Korrosionsschutzes (KKS). Aber gerade der schlechte KKS kann ein Grund für die Sanierung sein. Daher sind umfassende Überlegungen nötig, um den KKS weiter betreiben zu können, wenn nach der Sanierung nicht darauf verzichtet werden soll.

	Sanierung nach „Phönix“	Sanierung nach „Primus – Line“	Sanierung mit „Borstlining“
einziehbare Längen	750 m	333 m	abhängig vom eingesetzten Rohr
Kamerabefahrung alle	250 m	250 m	250 m
Einsatz Reinigungstechnik	ja	ja	nein
Abschnitte der Reinigung	250 m	250 m	entfällt
Reinigungsverfahren	Wasserhöchstdruck	Durchzug Bürstenkopf	entfällt
Entfernung ins Rohr ragender Schweißnähte	ja mittels Fräsroboter	ja mittels Fräsroboter	Nein
Einsatzlängen Fräsroboter	50 m	50 m	entfällt
Höchstdruck	16 bar	25 bar	abhängig vom eingesetzten Rohr
Dimensionen	bis DN 500	DN 150 bis DN 400	abhängig von ursprünglicher DN
Verbindung der eingezogenen Abschnitte	Keine Verbindung zwischen Eingezogenem Schlauch und dem neuen Rohr	Verbindung über Spezialhülsen	Verbindung abhängig von eingesetzten Material
Aufschaltung KKS	weiterhin notwendig	Einzelschutz der Verbindungsstücken durch galvanische Anoden	Durch Neucharakter der Leitung erforderlich

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Sanierungsverfahren

Der weitere KKS nach der Sanierung durch das „Primus – Line“ Verfahren ist laut Herstellerangaben nicht mehr zwingend nötig, da das neu eingesetzte Rohr aus einem Kunststoff besteht.

2. Die Gashochdruckleitung 79.00

2.1 Zustand vor der Sanierung

Der Abschnitt der Gashochdruckleitung 79.00 befindet sich im Thüringer Wald in der Nähe der Ortschaft Kahlert und muss auf Grund vorliegender Störungen und des schlechten KKS saniert werden. Es handelt sich um eine Leitung aus den 60er Jahren. Sie wurde als Stahlleitung mit einer Bitumenummantelung, einem Innendurchmesser von 300 mm und einer Druckstufe von PN 16 errichtet. Die Leitung weist verschiedene Rohrwandstärken auf, daher kommt es zu Versätzen zwischen den einzelnen Innendurchmessern. Aber auch andere Einbauten, wie ein selbst gebauter Bogen behindern den Gasstrom.

3. Technische Umsetzung

3.1 Allgemeiner Bauablauf aus Sicht des Versorgers

Der Leitungsbesitzer muss jedoch sein Gasnetz soweit vorbereiten. Hierzu ist der Leitungsabschnitt außer Betrieb zu nehmen. Da die Versorgung des nach geschalteten Netzes gewährleistet werden muss, ist der Einsatz einer Überspeisung vom Vorlieferanten unbedingt nötig. Zu dem kommt eine mobile Odoranlage zum Einsatz, da das Gas des Vorlieferanten nicht odoriert ist.

4. Grundlegende Vorgaben

4.1 Forderungen des DVGW – Regelwerkes

Im DVGW-Regelwerk wird auf ein Sanierungsverfahren ausführlich hingewiesen. Das DVGW-Arbeitsblatt G 478 mit dem Titel „Sanierung von Gasrohrleitungen durch Gewebeschlauchreinigung – Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung“ regelt die Vorgehensweise zur Durchführung einer solchen Sanierungsmaßnahme.

Die G 478 ist nur in Verbindung mit der Prüfgrundlage VP 404 zu sehen, denn die G 478 gilt nur bis zu einem Druck von 4 bar. Darüber hinaus greift die erwähnte VP 404. Somit ist eindeutig, dass die G 478 die technischen Belange klärt, die zu erfüllen sind, wenn man ein Schlauchreinigungverfahren durchführen will. Weiterhin regelt die G 478 eindeutig die Vorbereitungsmaßnahmen, die getroffen werden müssen, denn die Leitung ist soweit herzurichten, dass sie metallisch blank, rückstands- und fettfrei vorliegt. Hierzu ist es zwangsweise notwendig, die Leitung vorher einer TV-Untersuchung zu unterziehen, aber auch eventuelle Grate, an Schweißnähten beispielsweise, zu entfernen. Eventuelle Inkrustationen oder andere Fremdkörper sind aus der Leitung zu entfernen, bevor man den Schlauch einzieht. Dies kann mit Hilfe einer mechanischen Reinigung oder durch andere geeignete Mittel vorgenommen werden. Hierzu zählt auch die Wasserhöchst- druckreinigung. Das angewendete Sanierungsverfahren „Phönix“ bedient sich bei dieser Störung eines kalt aushärtenden Klebstoffes. Auf Grund dessen muss während der gesamten Aushärtphase der Druck und die Temperatur im Schlauch überwacht und vor allem erfasst werden. Dies ist von großer Wichtigkeit, da eine ordnungsgemäße Durchführung nur mit Hilfe dieser Schreiberdaten nachgewiesen werden kann.

Weiterhin fordert das DVGW-Regelwerk einen Gebrauchsfähigkeitsnachweis, dieser läuft wie folgt ab. Die Leitung wird mit Luft gefüllt und ein Überdruck von einem bar darauf gegeben. Anschließend erhöht man über den Druckminderer und das Messgerät auf 1,1 bar. Nachdem der Beharrungszustand erreicht ist, beginnt die Messung und das Messgerät darf nach 15 min keinen Unterschied zum Anfangszählerstand aufweisen. Dann gilt die Prüfung als bestanden. Eine weitere gütesichernde Maßnahme stellt das Herausnehmen mehrerer Probestücke dar. Dies wird nach allen 800 m gefordert und aus dem Ende eines Abschnittes geschnitten, wobei der Aushärtungsprozess abgeschlossen sein muss. Die Probestücke, die aus einem Stück Rohrwand und dem darauf fest verklebten Schlauch bestehen, werden dann einem Schälversuch unterzogen. Dabei wird der Schlauch von dem Rohrstück gezogen. Aus den aufgewendeten Kräften kann man wiederum auf die Qualität der Verklebung schließen. Aber auch die Oberfläche des Rohrstückes nach Abzug des Schlauches lässt Schlüsse auf die Sauberkeit der Oberfläche vor dem Kleben zu. Jedoch kann auch ein solches Prüfstück angebohrt werden, um die Anbohrfähigkeit und Tauglichkeit der Verbindung zu prüfen.

4.2 Anforderungen an den Umweltschutz

Die G 478 selbst stellt schon gewisse Anforderungen an den Umweltschutz. Wobei besonders auf die Ausrichtung Bezug genommen wird. Aber auch das Umweltamt ist in die Sanierung mit einzubeziehen. Da sich die Leitung in einem Landschaftsschutzgebiet befindet, sind besondere Vorkehrungen zu treffen, die das Umweltamt auferlegt. Hierzu gehört der Schutz zweier unter Denkmalschutz stehender einzelner Bäume, die im Bereich der Leitung stehen. Sie dürfen keinen Schaden durch die Sanierung erleiden. Weiterhin sind Biotopie vorhanden, die ebenfalls zu schützen sind. Das Umweltamt stellt in diesem Zusammenhang spezielle Forderungen. Da es sich um Wiesen handelt, die die Biotopie bilden, sind die Schäden auf diesen auf ein Minimum zu reduzieren. Hierzu gehören die Flächen, um die nötigen Baugruben nicht zu schädigen und diese abzusperren. Der komplette Baubereich muss abgesperrt werden, dazu sind Bauzäune vorzusehen. Vor Baubeginn der Sanierung ist ein Arbeitsstreifen festzulegen, der zwingend einzuhalten ist. Dazu gehört es auch anfallendes Material, Aushub und sogar die benötigten Fahrzeuge nicht außerhalb des Arbeitsbereiches abzustellen, um zu große Schäden an den Wiesen zu vermeiden. Die Oberfläche muss nach Beendigung der Baumaßnahme soweit es möglich ist, in den ursprünglichen Zustand versetzt werden. Wobei die Oberflächenprofilierung wieder herzustellen ist. Weiterhin sollte auf Grund des Aushubes der den Baugruben entnommene „biologisch aktive“ Oberboden an derselben Stelle wieder eingesetzt werden, um die ursprünglichen Gegebenheiten wieder herzustellen. In diesem Zusammenhang ist darauf zu achten, dass keine ortsfremden Pflanzen angesät werden. Auf Grund des Reinigungsverfahrens wird an den Stellen, an denen die Spülung des Rohres vorgenommen wird, Wasser benötigt. Dieses muss mit Hilfe von Tankwagen an Ort und Stelle gebracht und nach der Reinigung wieder auf selbem Weg entsorgt werden. Der Gasstaub, der in dem Wasser in Lösung gehen kann, ist nicht umweltverträglich und muss gesondert entsorgt werden. Hierzu ist das nach der Spülung anfallende Wasser mittels Tankwagen an geeignete Stellen zu bringen.

5. Kathodischer Korrosionsschutz

5.1 KKS-Konzept vor der Sanierung

Die Gashochdruckleitung 79.00 wurde ursprünglich von einem Vorlieferanten des Thüringer Gasversorgers gebaut und betrieben. Somit war sie in den kathodischen Korrosionsschutz des Netzes

mit einbezogen. Weite Strecken im Leitungsverlauf sind durch Felsen gekennzeichnet. Diese sind meist mit Geröll bedeckt und ergeben somit ein hohes Bodenpotential.

Aber es gibt auch örtlich kleinere Bereiche, in denen Feuchtgebiete anzutreffen sind. Auf Grund des felsigen Untergrundes kann hier das Wasser nur schlecht ablaufen und die Leitung befindet sich damit in einem feuchten Milieu. Man entschied sich dazu mehrere dem hohen Bodenwiderstand geschuldete KKS-Einspeisestationen zu errichten.

5.2 KKS-Konzept nach der Sanierung mit dem Verfahren „Phönix“

Durch das Sanierungsverfahren wird ein Reliningschlauch in die Leitung eingebracht, der nicht tragende Eigenschaften aufweist. Weiterhin müssen die eingefügten Rohrstücken zwischen den Einzugsabschnitten näher betrachtet werden. In diesem etwa 2 m langen Stücken der Leitungen ist kein Inliner im Rohr. Diese Zwischenstücke benötigen das Aufrechterhalten des kathodischen Korrosionsschutzes, denn die dichtende Wirkung des Inliners fehlt an diesen Stellen und daher ist die Rohrleitung soweit zu schützen.

Auch die Tatsache, dass ein statisch nicht tragender Schlauch eingezogen wird, veranlasst den Leitungsbesitzer die Leitung weiterhin mittels KKS zu schützen.

5.3 KKS-Konzept nach der Sanierung mit dem Verfahren „Primus – Line“

Bei dem Einsatz des „Primus – Line“ Verfahrens ist grundlegend zu wissen, dass das eingezogene Rohr wie ein ISO-Stück wirkt. Es trennt auf Grund der Verbindungstechnik zwischen Schlauch und altem Rohr beides elektronisch voneinander. Somit ist es unnötig, die alte Leitung mittels KKS zu schützen. Weiterhin braucht der Inliner bei diesem Verfahren das Altrohr aus statischen Gründen nur noch bedingt, wodurch der Zwang einen KKS anzulegen, wegfällt.

5.4 KKS-Konzept nach der Sanierung mit dem Verfahren „Berstlining“

Wenn die Leitung mit Hilfe des Berstlings saniert werden würde, ist es notwendig den bestehenden KKS weiter zu betreiben.

6. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

6.1 Grundlegendes

Das Ziel dieser Betrachtungen ist es, aus den technischen Angaben eine Kostenbetrachtung zu entwickeln, die Aufschluss darüber geben soll, wie viel jährliche Kosten auf den Besitzer zukommen, wenn er die Leitung entsprechend der verschiedenen Verfahren sanieren lässt.

Hierzu ist es notwendig, die Sanierungsverfahren nach „Phönix“ und „Primus – Line“ miteinander zu vergleichen. Dem gegenüber muss die offene Bauweise betrachtet werden (**Tabelle 2**). Auf Grund fehlender Kosten wird das Sanierungsverfahren „Berstlining“ außen vorgelassen.

Sanierungsverfahren	„Phönix“	„Primus – Line“	offene Bauweise
jährlich anfallende Kosten	48.984 €/a	75.575 €/a	57.051 €/a
jährlich anfallende Kosten Mit einer zusätzlichen KKS-Anlage	50.789 €/a	75.575/a	58.856 €/a
jährlich anfallende Kosten mit zwei zusätzlichen KKSAnlagen	52.781 €/a		60.848 €/a
jährlich anfallende Kosten mit drei zusätzlichen KKS-Anlagen	54.772 €/a		62.839 €/a

Tabelle 2: Vergleich der Sanierungsverfahren hinsichtlich Wirtschaftlichkeit

Zusammenfassend gilt jedoch, dass das Sanierungsverfahren „Phönix“ selbst unter Berücksichtigung zusätzlicher KKS-Anlagen am preisgünstigsten ist. Aber auch die offene Bauweise stellt eine Alternative dar. Unter Berücksichtigung heutiger Marktpreise liegt diese Sanierungsform an zweiter Stelle der Kostenbetrachtung. Momentan bietet das Sanierungsverfahren „Primus – Line“ die schlechtesten finanziellen Bedingungen und liegt preislich weit hinter dem anderen Sanierungsverfahren und der offenen Bauweise.

Verfasser: Dipl.-Ing. (FH) Detlef Papp
 Bereichsleiter Service Gas
 E.ON Thüringer Energie AG
 Schwerborner Straße 30
 99087 Erfurt
 Telefon: (03 61) 6 52 – 22 60
 Telefax: (03 61) 6 52 – 34 69
 e-mail: detlef.papp@eon-thueringerenergie.com