

Bewertung von Abwasserdruckleitungen im Kippenbereich des ehemaligen Tagebaus Laubusch-Lugteich

Einleitung

Der ehemalige Tagebau Laubusch wurde noch während seiner Betriebszeit wiederbefüllt und ab Ende 1952 mit Pflugkippen und stellenweise mit Spülkippen überzogen. Die Mächtigkeit der Kippen variiert dabei zwischen 25 m und 38 m. Auf einer Strecke von rund 3,7 km verlaufen zwei Abwasserdruckleitungen parallel zueinander vom Ort Laubusch Richtung Elsterheide durch den Kippenbereich. Im Rahmen der Sanierung des ehemaligen Tagebau Laubusch-Lugteich durch die LMBV, erfolgte im Jahr 2009 eine sanierungsbegleitende Leitungsbewertung.

Im näheren Umfeld zu den Abwasserdruckleitungen wurden in der Planungsphase die Sanierungsmaßnahmen durch die LMBV festgelegt und dem Leitungsbetreiber der Abwasserdruckleitungen mitgeteilt. Hierbei zeigte sich, dass die Sanierungsarbeiten auch im mittelbaren Umfeld zur Leitung stattfinden und somit eine Standsicherheitsuntersuchung notwendig war. Neben den Einwirkungen aus den Sanierungsarbeiten galt es auch den künftigen Grundwasserwiederanstieg und lokale Auffüllungen des Geländes in die Betrachtung mit einzubeziehen. Neben den Abwasserdruckleitungen wurden auch die Kanalschächte der Leitungen in die Untersuchung mit einbezogen.

Aufgabenstellung

Die Bemessung von erdverlegten Leitungen erfolgt in der Planungsphase im Allgemeinen für die Hauptlasten aus Innen- und/oder Außendruck sowie gegen Überdeckung und Verkehrslasten. Unbekannte Zusatzlasten können in dieser Phase noch nicht berücksichtigt werden. Es ist jedoch bekannt, dass Leitungen ausreichende Tragreserven aufweisen, welche die Zusatzlasten bis zu einem bestimmten Maß mit tragen können. Da die Zusatzlasten zum jetzigen Zeitpunkt abzuschätzen und bekannt sind, so wird die Tragfähigkeit und Gebrauchsfähigkeit überprüft und für die Leitungen nachgewiesen.

Die zu erwartenden Zusatzlasten sind im wesentlichen eine vergrößerte Überdeckung und Setzungen im Kippenbereich. Innerhalb der Leitungstrasse von 3,7 km [Abbildung 1] liegen zudem mehrere Kanalschächte vor, welche der Wartung dienen und mögliche Festpunkte in Bezug auf zu erwartende Leitungsbewegungen darstel-

len. Dieser Einfluss der Kanalschächte sowie deren Auftriebssicherheit infolge Grundwasserwiederanstiegs werden ebenso eingehender betrachtet.

Bei den untersuchten Leitungen handelte es sich um zwei Abwasserdruckleitungen aus dem Kunststoff PE-HD mit den Nenndurchmessern DN 400 und DN 315. Der Leitungswerkstoff PE-HD hat die Eigenschaft, dass er sowohl für die Kurzzeitbeanspruchungen als auch für die Langzeitbeanspruchungen verschiedene E-Moduli und zulässige Zugspannungen aufweist, welche in einer Bewertung berücksichtigt werden.

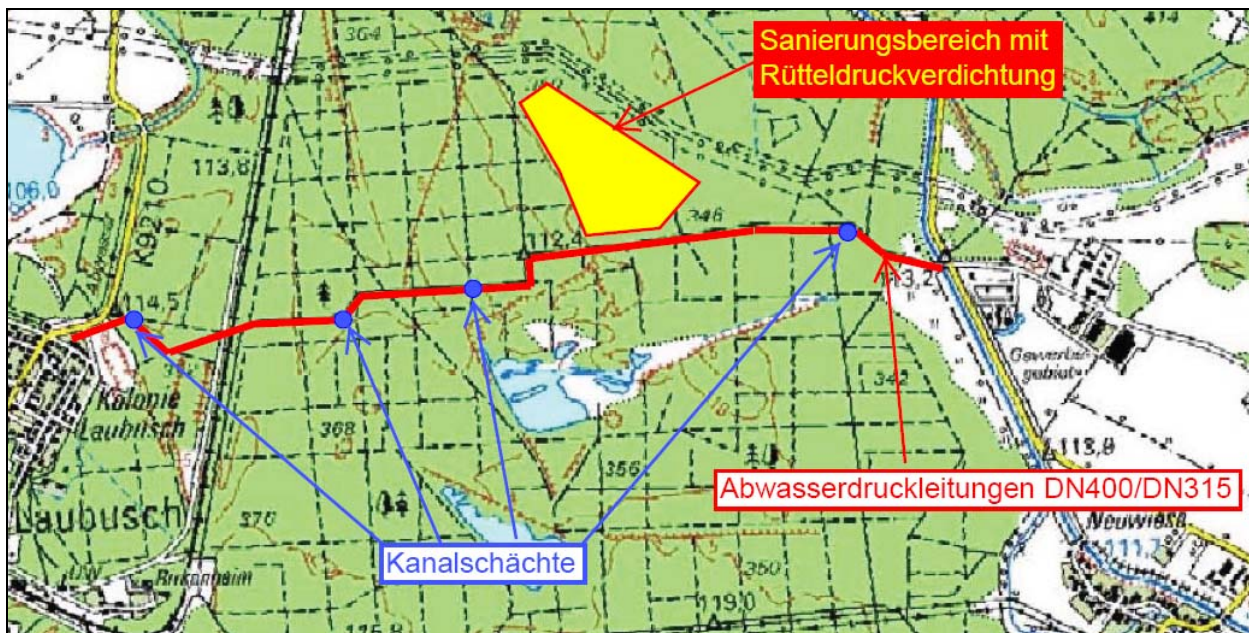


Abbildung 1: Trassenausschnitt

Lasten

Die primäre Bemessung der Abwasserdruckleitungen zum Zeitpunkt der Errichtung erfolgte für einen Innendruck von 6 bar sowie für Sekundärlasten aus Überdeckung und Verkehrslasten, entsprechend dem Regelwerk der ATV 127. Neben diesen ständigen Lasten liegen in diesem Sonderfall Zusatzlasten vor, welche in der Bewertung der Standsicherheit Eingang finden. Hierzu zählen:

- Bodenlasten
- Lasten aus Temperaturänderung
- Dynamische Lasten

Diese Beanspruchungen auf die Leitungen müssen hinsichtlich der Kurzzeit- und Langzeiteigenschaften des Werkstoffes nachgewiesen werden. Entsprechend der Beanspruchungen ist eine Differenzierung der Werkstoffparameter sowie der Teilsicherheiten auf der Widerstandsseite erforderlich.

Bodenlasten

Da der Grundwasserstand im Tagebau nicht künstlich niedrig gehalten wird, ist in den kommenden Jahren mit einem Grundwasserwiederanstieg, primär im Kippenbereich, zu rechnen. Hierfür wurden vom Bodengutachter umfangreiche Grundwasserwiederanstiegsprognosen durchgeführt, welche sich auf die kommenden Jahre beziehen [Abbildung 2]. Infolge dieses Grundwasserwiederanstiegs kommt es zu Setzungen des Kippenbereiches und der darin verlegten Leitungen und Kanalschächte. Diese Setzungen können in Abhängigkeit von den Randbedingungen sowohl für die Leitungen als auch für die Kanalschächte negative Auswirkungen haben.

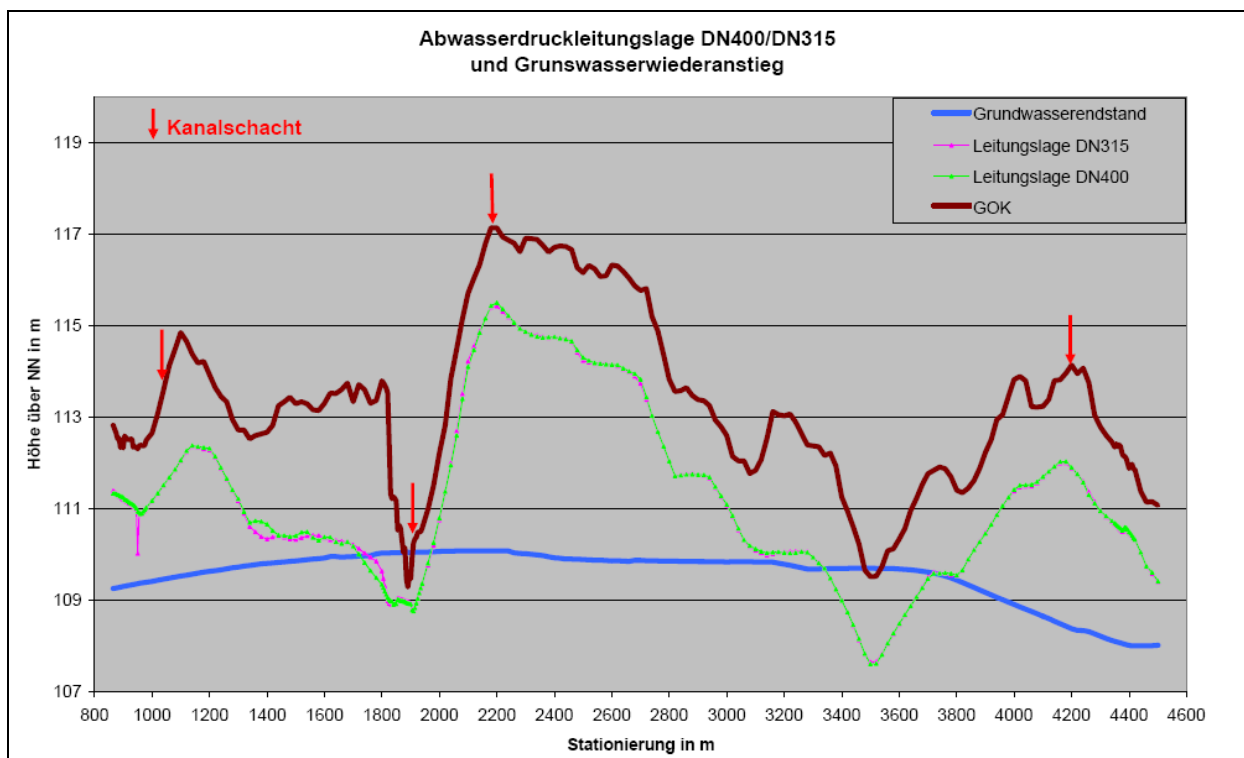


Abbildung 2: Leitungslage im Kippenbereich

Die Lasten aus zusätzlicher Überschüttung und Setzungsunterschieden entlang der Trasse führen zu Längsspannungen, die in einer Bewertung mit zu berücksichtigen

sind. Die Ermittlung der Längsspannungen erfolgt in einer Spline-Berechnung mit der Setzungsfigur aus der Setzungsprognose für die Kurzzeit- und Langzeitwerkstoffkennwerte.

Durch den Grundwasserwiederanstieg besteht die potentielle Gefahr des Auftriebes für Leitungen und Kanalschächte. Für die vollständig befüllte Abwasserdruckleitung ist die Auftriebsgefahr weniger maßgebend. Jedoch kann der Auftrieb bei leeren Abwasserdruckleitungen und den Kanalschächten zur Lageänderung führen und ist im Weiteren zu prüfen.

Lasten aus Temperaturänderung

Temperaturbeanspruchungen werden durch jahreszeitlich bedingte Änderungen der Bodentemperaturen und des transportierten Mediums hervorgerufen. Diese Temperaturdifferenzen führen zu zusätzlichen Längsspannungen in den Leitungen und können Zug-, aber auch Druckspannungen hervorrufen.

Dynamische Beanspruchung

Die dynamische Beanspruchung resultiert aus den Rütteldruckverdichtungen im näheren Umfeld zu den Leitungen im Zuge der Sanierungsmaßnahmen. Dieser Beanspruchungszustand ist von der Größe des dynamischen Energieeintrages, den Bettungsbedingungen sowie dem Abstand abhängig. Neben der Schwinggeschwindigkeitsamplitude wird auch die Wellenausbreitungsgeschwindigkeit berücksichtigt. Im Rahmen der Bewertung wurden die aus dynamischer Anregung resultierenden Schwingbeanspruchungen berechnet. Dabei zeigte sich, dass für die eingesetzten Geräte und einem Mindestabstand von 130 m keine nennenswerten Zusatzlasten auftreten.

Der ehemalige Tagebau Laubusch-Lugteich wurde zum Ende seiner Betriebszeit wiederverfüllt. Es entstand ein sogenannter Kippenbereich, welcher sich massiv vom gewachsenen Boden unterscheidet. Es ist bekannt, dass in Kippenbereichen durch dynamische Anregung Bodenfließprozesse einsetzen können. Diese Bodenfließprozesse werden als Bodenverflüssigung bezeichnet, welche zu einer unvorhersagbaren Lageänderung, zum Einsinken bzw. zum Auftreiben von Leitungen und Bauwerken führen können.

Die Bodenverflüssigung als solche ist sowohl von ihrem zeitlichen Auftreten als auch vom Ausmaß sowie der Örtlichkeit nicht sicher zu bestimmen. Es existiert

lediglich die Aussage, dass durch dynamische Anregungen eines unverdichteten Kippenbodens dieser Effekt auftreten kann. Auslöser können neben dem Rammen von Spundwänden und Rütteldruckverdichtungen auch Motorenvibrationen von Fahrzeugen und Baumaschinen sein. Tritt die Bodenverflüssigung innerhalb des Trassenbereiches auf, so kann es zu einer unvorhersagbaren Lageänderung der Leitung bzw. auch der Kanalschächte kommen. Dies bedeutet, dass Kanalschächte und Leitungen entweder auftreiben oder tiefer in den Boden absinken. Die dabei an der Leitung auftretenden Verformungen und Verzerrungen sind in ihrer Größe und in ihrem Betrag nicht sicher abschätzbar. Es werden für diesen Beanspruchungszustand im Weiteren Überwachungsmaßnahmen empfohlen, die das Auftreten der Bodenverflüssigung anzeigen und ein schnelles Handeln ermöglichen.

Bewertung

Zur Bewertung beider Abwasserdruckleitungen wurden drei Lastkollektive generiert. Die Nachweise müssen entsprechend der auftretenden Dehnungen und Spannungen bezüglich der Kurzzeit- und Langzeiteigenschaften des Werkstoffes erstellt werden.

Lastkollektive	1	2	3
Nachweisart	Kurzzeit	Langzeit	Kurzzeit
Innendruck	x	x	x
Temperatur	x	x	x
Überdeckung	x	x	x
SLW 60	x	x	x
Dynamik	x	-	x
Setzung	-	x	x

Die Nachweise für beide Leitungen sowie die jeweiligen Lastkollektive konnten erbracht werden. Die Auftriebssicherheit der Leitungen sowie der Kanalschächte ist über den kompletten Trassenbereich gegeben. Bezüglich der Bodenverflüssigung können keine Nachweise geführt werden, da die Auswirkungen dieses Vorganges auf die Leitungen und Kanalschächte nicht klar darzustellen sind.

Die Bodenverflüssigungen und die damit verbundenen nicht vorhersagbaren Auswirkungen sind innerhalb einer Leitungsbewertung nicht umfassend darstellbar. Es wird deshalb für solche Bereiche auch in Zukunft notwendig sein, Überwachungsmaßnahmen einzuleiten und im Vorfeld der Sanierungsmaßnahmen Handlungs-

empfehlungen für den Störfall vorzubereiten. In einer solchen Überwachungsmaßnahme werden Messwerte von DMS kontinuierlich aufgezeichnet und per Funk periodisch an eine Zentrale übermittelt. Innerhalb der Live-Überwachung ist es möglich beim Eintreten von festgelegten Alarmwerten sofort Sicherungsmaßnahmen zu treffen. Weiterhin besteht die Möglichkeit durch konstruktive Sonderlösungen die Leitung sicher zu verlegen, was sich allerdings als sehr kostenintensiv erweist.

Zur Kontrolle der prognostizierten Setzungen empfiehlt es sich in einigen Bereichen mit Übergängen zwischen Leitung und versteckten Dämmen oder Kanalschächten Setzungsspiegel zu errichten oder eine hydrostatische Setzungsmessung vorzunehmen. Diese Maßnahme dient der Kontrolle der tatsächlichen Bodenreaktionen und kann die Qualität der Setzungsprognose und anschließenden Leitungsbewertung verbessern.

Zusammenfassung

Die Sanierung von ehemaligen Tagebau- und Kippenbereichen führt zu Leistungsbeanspruchungen, welche bezüglich der Standsicherheit der Leitungen und Kanalschächte einen Einfluss haben. Dabei sind nicht nur unmittelbare Lasten zu betrachten, sondern auch die geologischen Randbedingungen, wie z. B. Grundwasserwiederanstieg und Auftrieb zu berücksichtigen. Generell ist es zielführend auch in Zukunft Kunststoffleitungen in Kippenbereichen gesondert zu betrachten und hinsichtlich der derzeitigen und künftigen Beanspruchungen zu überprüfen. Denn sich zeitlich ändernde Beanspruchungen müssen für Kunststoffleitungen auch für die Kurzzeit- und Langzeiteigenschaften des Werkstoffes nachgewiesen werden.