

Der Oberbogen – oftmals unterschätzt in seiner Komplexität

Von Albert Großmann, Jörg Himmerich, Rüdiger Kögler

Die konstruktive Auslegung, der Aufbau sowie der Betrieb eines Oberbogens sind keinesfalls triviale Aufgabenstellungen. Insbesondere für Stahlrohrleitungen großer Dimensionen mit entsprechender Umhüllung sind zahlreiche Aspekte und Rahmenbedingungen zu beachten, um sicherzustellen, dass weder die Materialfestigkeiten des Rohrmaterials noch diejenigen der Rohrumhüllung überschritten werden und die zulässigen Belastungen der Rollenböcke sowie deren Unterbau eingehalten werden. Neben diesen konstruktiven Aspekten sind für den Oberbogen auch die sicherheitstechnischen Aspekte entsprechend zu beachten, da hier zahlreiche Gefährdungen des dort eingesetzten Personals auftreten können.

EINLEITUNG

Für den Rohreinzug im Rahmen eines HDD-Projekts (HDD = Horizontal Directional Drilling) wird über einen Oberbogen der auf der Pipesite vorgestreckte Rohrstrang in einem elastischen Bogen unter einem definiert flachen Winkel an das Bohrloch herangeführt. In der Regel schließt sich an den Oberbogen ein meist horizontaler Hauptteil des vorgestreckten Rohrstranges auf der Geländeoberfläche an (**Bild 1**).

Insbesondere bei einzuziehenden Rohrsträngen mit großen Außendurchmessern ist die Ausbildung dieses Oberbogens nicht trivial. Die wesentliche Bemessungsgröße des Oberbogens ist der gewünschte elastische Biegeradius, den die Rohrleitung beschreiben soll. Weiterhin ist der Austrittswinkel des Bohrkanals aus dem Boden eine einzuhaltende Randbedingung. Aus dem Austrittswinkel der Bohrung, die im Weiteren den Einzugswinkel der Rohrleitung darstellt, wird mit dem Biegeradius die Höhe und Länge des Oberbogens ermittelt, welcher auf Rollenböcken geführt wird.

Ist zur Unterstützung des Einziehvorgangs die Verwendung eines Pipe-Trusters oder eines Pipe-Pushers vorgesehen, so ist eine möglichst zwängungsfreie Rohrführung im Bereich dieses Baugeräts zu gewährleisten (**Bild 2**). Dabei ist das Augenmerk auf die Ausbildung des Oberbogens unter Berücksichtigung der Zwangsführung (Lage und Neigungen des Produktenrohres im Bereich des Pipe-Trusters/Pipe-Pushers) zu richten.

REGELWERK

Der rechtliche Rahmen der technischen Umsetzung solcher Projekte wird durch die allgemein gültigen bautechnischen Normen und Richtlinien vorgegeben. Bei Rohrleitungen ist darauf zu achten, dass je nach Einsatz der Rohrleitung unterschiedliche Regelwerke gelten.

In der vorliegenden Veröffentlichung wird beispielhaft eine Gashochdruckleitung betrachtet und damit gilt das DVGW-Regelwerk.

Die bautechnische Bemessung von Bauwerken unterscheidet sich von der betriebstechnischen Bemessung im Ansatz des Sicherheitskonzeptes. Die betriebstechnische Bemessung setzt voraus, dass das bemessene System bezüglich

der Betriebslasten und etwaiger Zusatzlasten ausreichende Sicherheiten aufweist. Die Systeme im Betriebszustand unterliegen jedoch nicht der gleichen Überwachungs- und Kontrollmöglichkeit wie Systeme im Bauzustand. Der Bauzustand ist dadurch gekennzeichnet, dass die Lastzustände der Systeme sehr gut bekannt sind und einer ständigen Kontrolle unterliegen. Hierdurch dürfen im Bauzustand auch geringere Sicherheiten angesetzt werden als im Betriebszustand.

Diese Sicherheitsphilosophie für Gashochdruckleitungen ist unter anderem in der DIN EN 1594:2000 [3, 4] wiedergegeben, wo für Bau- und Betriebszustände die Sicherheiten differenziert werden. Für den Bauzustand und die Errichtung eines Oberbogens gilt demnach eine Sicherheit von 1,10 für die resultierenden Baulasten, um welche die Lasten zu erhöhen oder die Widerstände zu verringern sind. Für den späteren Betriebszustand müssen jedoch wieder die Sicherheiten nach DVGW-Richtlinie G 463 [2] zwischen 1,50 bis 1,60 eingehalten werden.

RANDBEDINGUNGEN

Bei der Planung und Bemessung des Oberbogens sind zahlreiche Randbedingungen zu beachten, die den erfolgreichen und beschädigungsfreien Einzug der Rohrleitung sicherstellen:

- » zwängungsfreie Absenkung des Rohres in die Oberbogengeometrie,
- » Einhaltung der zulässigen Spannung an der Rohrleitung im Bauzustand,
- » Einhaltung der zulässigen Traglasten der Rollenböcke,
- » Einhaltung der zulässigen Spannung der Umhüllung bei Kontakt der Rohrleitung mit den Rollenböcken,
- » sichere Aufnahme der auftretenden Horizontal- und Vertikalkräfte durch die Rollenböcke und deren Unterbau.

Nachfolgend sollen exemplarisch für ein Stahlrohr DN 1000 die mit der Bemessung und Errichtung des Oberbogens zusammenhängenden Aspekte diskutiert werden. Folgende Kennwerte wurden in den nachfolgenden Berechnungen angesetzt:

- Durchmesser: 1.000 mm
- Wanddicke: 16 mm
- Streckgrenze: 360 N/mm²

- E-Modul: 206.000 N/mm²
- Rohrlänge: 1.000 m
- Einzugswinkel: 7 °

Aus den Ausführungen zum Regelwerk geht hervor, dass für die Bauphase eine Sicherheit zu berücksichtigen ist, welche nach [4] eine Minderung der Streckgrenze des Rohrwerkstoffes um einen Faktor von 1,10 bedeutet.

$$\text{zul. } \sigma = \frac{Re}{1,10}$$

mit:

Re = Streckgrenze in N/mm²

zul. σ = zulässige Spannung in N/mm²

Für das vorliegende Beispiel ergibt sich somit eine zulässige Spannung des Rohrwerkstoffes für die Bemessung im Bauzustand von 327 N/mm².

ZUGKRAFT

Zu Beginn des Einzugvorganges ist die Trägheit des Rohrstranges zu überwinden, um die Bewegung des gesamten auf den Rollenböcken aufliegenden Rohrstranges in Gang zu setzen. Dabei treten verteilt über den Querschnitt des Rohres Axialspannungen auf, die sich mit den Biegespannungen aus der im Oberbogen ausgelegten Rohrleitung überlagern. Für eine Bemessung des Oberbogens ist dies zu berücksichtigen und die zulässige Spannung des Rohrwerkstoffes um den Betrag der Axialspannungen zu mindern.

Zur Minimierung der Auftriebskräfte während des Einzugs in den Bohrkanal, ist für Rohrleitungen mit großem Durchmesser häufig eine Ballastierung notwendig. Erstreckt sich diese Ballastierung bautechnisch bedingt auch auf den ausgelegten Teil der Rohrleitung im Oberbogen, so ist das Gewicht des Rohrstranges um den Betrag der Ballastierung zu erhöhen und somit bei der Axialspannungsermittlung zu berücksichtigen.

Bei der Axialspannungsermittlung wird das spezifische Rohreigengewicht (im Beispiel = 396 kg/m) zuzüglich etwaiger Zusatzlasten entlang des zu bewegenden Rohrstrangs angesetzt und mit dem Reibungsbeiwert auf den Rollenböcken multipliziert. Erfahrungsgemäß liegt der Reibungsbeiwert zwischen 0,05 und 0,10 und wird hier im Beispiel mit 0,08 angesetzt.

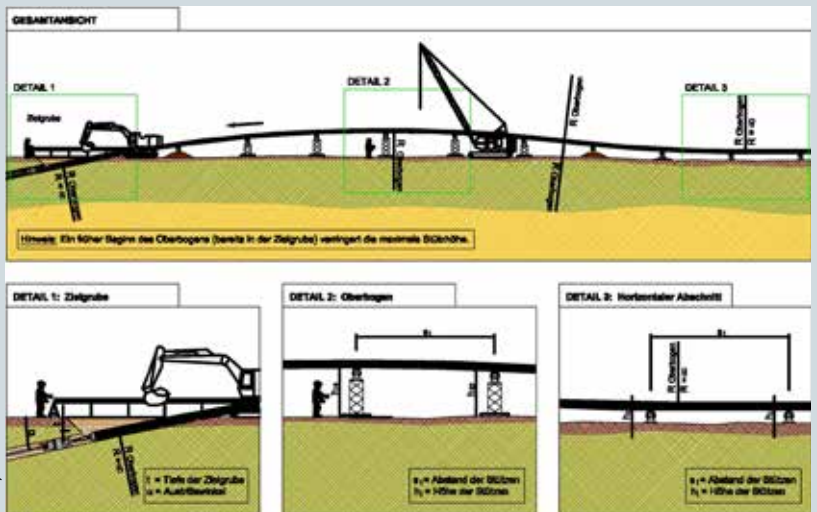
$$\sigma_{x,N} = \rho_{\text{Stahl}} \cdot L_{\text{Rohr}} \cdot 0,08$$

mit:

L_{Rohr} = Länge des einzuziehenden Rohres in mm

$\sigma_{x,N}$ = Axialspannung im Rohr in N/mm²

ρ_{Stahl} = Wichte Stahl mit $78,5 \cdot 10^{-6}$ in N/mm³



DCA, 2007

Bild 1: Wesentliche Komponenten eines Oberbogens



Foto: Kögler

Bild 2: Oberbogen während des Einziehvorgang



Foto: Kögler

Bild 3: Auflegen eines Rohrstrangs in eine Oberbogenkonstruktion

Im Beispiel wird für den 1.000 m langen Rohrstrang eine Axialspannung von ca. 6 N/mm² im Rohrstrang wirken. Die zulässige Spannung des Rohrwerkstoffes muss um diesen Betrag verringert werden, um die zulässige Biegespannung zu erhalten.

In der Regel können Axialspannungen dieser Größenordnung vernachlässigt werden, was im Weiteren auch geschieht. Dennoch muss im Rahmen der Planung und Bemessung des Oberbogens diese ermittelt und überprüft werden.

BIEGERADIEN

Nach DVGW-Richtlinie G 463 [2] errechnet sich der zulässige elastische Biegeradius einer Rohrleitung für den Betriebszustand nach der Formel

$$R_{\min} = \frac{206 \cdot Da}{f_0 \cdot Re}$$

mit:

Da = Außendurchmesser in mm

f₀ = Nutzungsgrad = Kehrwert der Sicherheit

R_{min} = kleinster zulässiger Biegeradius in m

Für das hier gewählte Beispiel einer Gasleitung DN 1000 und mit einer Streckgrenze des Rohrwerkstoffes von 360 N/mm² errechnet sich ein elastischer Biegeradius zu 630 m unter Berücksichtigung eines Nutzungsgrades von 0,91 (Sicherheit 1,1).

Dabei gilt es zu erwähnen, dass die resultierenden Spannungen aus dem elastischen Biegeradius der Leitung für den Betriebszustand mit den Umfangsspannungen aus Innendruck im Vergleichsspannungsnachweis nachzuweisen sind. Da der Bauzustand mit kleineren Sicherheiten nachgewiesen werden kann und keine Umfangsspannungen aus Innendruck vorliegen, kann auch der Biegeradius kleinere Werte annehmen als im Betriebszustand.

Durch Umstellung der unten dargestellten Gleichung, die den einaxialen Spannungszustand aufzeigt, wird für das behandelte Beispiel ein Biegeradius von 315 m ermittelt.

$$\text{zul. } \sigma = \frac{Re}{S} > \frac{E \cdot r}{R}$$

mit:

E = Elastizitätsmodul in N/mm²

r = Außenradius der Rohrleitung in mm

R = min. Biegeradius der Rohrleitung in mm

S = Sicherheit

Die für die Projektierung von HDD-Projekten anwendbare DCA-Richtlinie [1] gibt eine Formel an, nach der die Bemessung des Oberbogenradius ermittelt werden kann:

$$R = 134 \cdot \frac{S \cdot Da}{Re}$$

mit:

Da = Außendurchmesser der Rohrleitung in mm

R = zul. Biegeradius der Rohrleitung in m

S = Sicherheit

Dabei wird für die Sicherheit S ein Faktor von 1,30 vorgeschlagen, wonach sich ein zulässiger Biegeradius von 484 m für dieses Beispiel ergibt.

Als eine weitere gängige Faustformel wird nach [1] der Rohrdurchmesser in Millimetern multipliziert mit dem Faktor 0,8 zum Oberbogenradius in Metern ermittelt. Für ein Rohr DN 1000 wären dies entsprechend 800 m (1.000 mm x 0,8).

Anhand der unterschiedlichen Formeln ergeben sich somit theoretische Mindestbiegeradien für den Bauzustand zwischen 315 m und 800 m. Diese rein formalen Berechnungsverfahren sind alle nur auf die Einhaltung der Spannung fokussiert. Betrachtungen zur zwängungsfreien Auslegung der Leitung oder der Nachweis der Tragfähigkeit der Rollenböcke bleiben dabei außen vor.

Ob sich ein bestimmtes Rohr aber tatsächlich „freiwillig“ (d. h. nur unter Einfluss seines Eigengewichts) an den Oberbogen anlegt, ist von der Eigensteifigkeit des Rohres abhängig. Die Eigensteifigkeit des Rohres steigt mit zunehmenden Durchmessern und Wanddicken an. Eine Überprüfung dieses Sachverhalts ist aber keineswegs einfach und naheliegend. Die Eigensteifigkeit steht dabei den Verformungen aus Eigengewicht entgegen. Wenn die Eigensteifigkeit klein genug ist, stellt sich unter dem Eigengewicht eine Krümmung im Rohr ein, die größer ist als die des Radius des Oberbogens.

Zudem ist die zulässige Stützlast der Rollenböcke zu beachten, da diese die mechanische Stabilität der Rollenböcke beschreibt. Abhängig von der zulässigen Stützlast werden unterschiedliche Rollen verwendet, die direkten Einfluss auf die resultierende Kontaktfläche zwischen Rolle und Rohr haben. Je größer diese Kontaktfläche ist, desto geringer ist die Flächenpressung in diesem Bereich und desto geringer ist die Belastung für die Umhüllung.

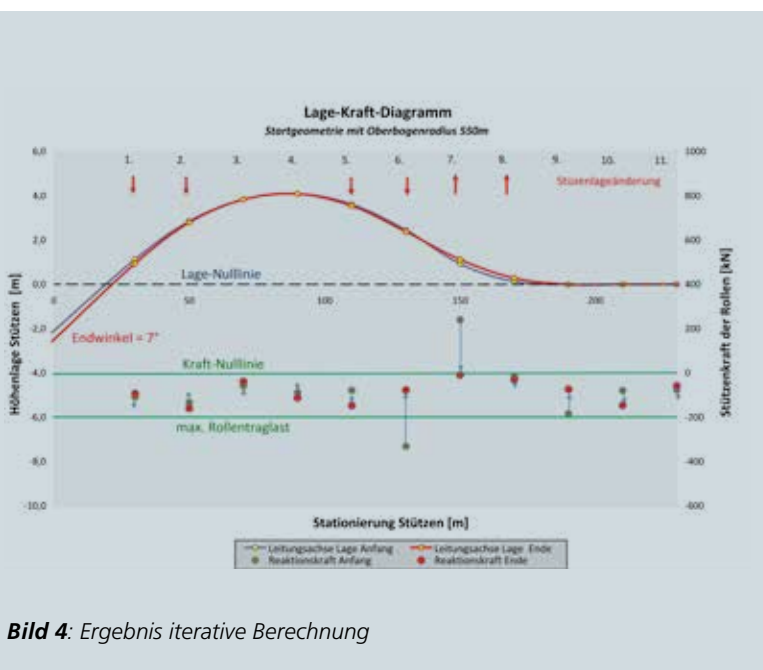


Bild 4: Ergebnis iterativer Berechnung

FEM-BERECHNUNG

Die zuvor aufgeführten Berechnungen dienen ausschließlich als Grundlage für die Ermittlung der Mindestwerte für die Oberbogenradien, da diese Berechnungen nur die Spannungen aus der Oberbogenkrümmung bewerten, jedoch nicht die statische Gleichgewichtslage infolge sich einstellender Verformung. Erfolgt keine Überprüfung hinsichtlich der Gleichgewichtslage des verformten Systems, so können z. B. einige Rollenböcke keinen Kontakt zur Leitung aufweisen, da die Eigensteifigkeit der Leitung den vorgegebenen Radius nicht zulässt, mit der Folge, dass die benachbarten Rollenböcke zusätzlich belastet werden. Die Lagereaktionskräfte und die Verformungsmöglichkeit stehen für diese Systeme in einem komplexen Zusammenhang und können nicht durch analytisch geschlossene Modelle angenähert werden. Genaue Ergebnisse sind nur auf numerischem Weg zu ermitteln.

Für HDD-Projekte, bei denen besondere Anforderungen an die Genauigkeit der Eintrittswinkel, komplexere Last-, Ballastierungs- und Verformungszustände vorliegen oder ein Pipe-Thruster zum Einsatz kommt, ist die Berechnung mit FEM-Systemen zwingend erforderlich. Es ist in jedem Fall für große und schwere Rohrleitungen (> DN 1000) erforderlich, für jeden Oberbogen mit den projektspezifischen Randbedingungen ein maßgeschneidertes Design für den Einzelfall zu entwickeln.

Für das bereits exemplarisch aufgeführte Rohr wird im Folgenden die Vorgehensweise aufgezeigt. Grundsätzlich vorgegeben werden müssen der Rollenbockabstand und der gewünschte Oberbogenradius. Der Rollenabstand kann überschlägig aus einer Durchlaufträgerberechnung ermittelt werden, wenn die Tragfähigkeit der Rollen vorgegeben wird. Für den Oberbogenradius gilt, dass der nach den Spanningskriterien ermittelte Mindestradius (hier: 315 m) erfahrungsgemäß in aller Regel von einer Leitung aus Gründen von Eigengewicht/Eigensteifigkeit nicht eingenommen werden kann.

Der Rollenbockabstand im Beispiel wird so gewählt, dass die Rohrleitung als statisches System Durchlaufträger den einzelnen Rollenbock mit seiner zulässigen Traglast von 20 t nur zu 50 % belastet. In der nun folgenden numerischen Berechnung wird das System mit seinen Steifigkeitseigenschaften und Stützen entsprechend dem Rollenbockabstand modelliert. Im ersten Iterationsschritt werden die Stützen samt Leitung in die vorgegebene geometrische Oberbogenposition verschoben. In den nun folgenden Iterationsschritten werden die Lagerreaktionskräfte an den Stützen hinsichtlich Einhaltung der zulässigen Rollenbocktraglast geprüft und auf Kontakt überprüft. Wenn die Rollenbocktraglast an einer Stütze überschritten wird oder kein Kontakt vorliegt, wird diese Stütze im Rahmen des Rechenmodells angehoben oder abgesenkt. Zur Einhaltung des vorgegebenen Einzugwinkels der Rohrleitung von 7° wird innerhalb der Berechnungsabläufe der Abstand des ersten Rollenbockes zum Bohrloch variiert, sodass dieser Winkel sich einstellt. Die Einhaltung der zulässigen Biegespannung im verformten System ist zwar im Prinzip gegeben, sollte aber überprüft werden.

Für das Beispiel wird die Startgeometrie des Oberbogens ausgehend von 450 m Oberbogenradius modelliert und der im letzten Absatz beschriebene iterative Berechnungsablauf



Bild 5: Überlastete Rolle während des Auflegens einer Rohrleitung DN 1000 im Oberbogen

durchgeführt. Es zeigt sich, dass für dieses System der iterative Berechnungsablauf nicht konvergiert. Die Leitung folgt aus Belastung mit Eigengewicht nicht dem vorgegebenen Oberbogenradius. In einem zweiten Berechnungsablauf wird die Startgeometrie des Oberbogens für einen Oberbogenradius von 550 m modelliert, wobei nach einigen Iterationsschritten bereits die Grenzwerte für die Stützlast der Rollenböcke eingehalten werden. Der Oberbogen wird im Endzustand nur durch die geometrische Anordnung der Stützen beschrieben. In **Bild 4** ist diese Geometrie durch die Leitungsachse dargestellt und wird bezüglich der Lage-Nulllinie (gerade ausgelegte Leitungsachse) dargestellt. Damit beschreibt der Oberbogen keine kontinuierliche Krümmung mehr, sondern stellt sich eher als eine Spline-Funktion dar.

Bedingt durch die örtlichen Verhältnisse kann sich ergeben, dass der Oberbogen Radien einnehmen muss, die sich aus Eigengewicht und Eigensteifigkeit des Rohres nicht selbständig einstellen. In diesen Fällen sind bautechnische Sondermaßnahmen zu treffen, die den Oberbogen in eine bestimmte Geometrie zwingen, z. B. mit Rollenbockfenstern. Die Vorgehensweise beim iterativen Nachweis ist genauso wie oben beschrieben, allerdings ist auf das Einhalten der Spannungsnachweise für die Leitung dann besonderes Augenmerk zu legen.

Die Ausführungen beziehen sich ausschließlich auf eine einaxiale Biegung der Rohrleitungen im Bereich des Oberbogens. Sofern die Gegebenheiten vor Ort eine Krümmung der Rohrleitung im Oberbogen auch in der horizontalen Ebene notwendig machen, so sind die Biegespannungen aus dieser Krümmung mit zu betrachten. Aufgrund der Rückstellkräfte des Rohres bewirkt eine horizontale Krümmung des Rohres

horizontale Lagerkräfte an den Rollenböcken. Diese Lagerkräfte sind bei der Auswahl der Rollenböcke und bei der Gründung der Rollenböcke zu berücksichtigen.

UMHÜLLUNGSBEANSPRUCHUNG

Die Stützlast wird vom Rohr und dessen Umhüllung auf den Rollenbock übertragen und führt zu Kontaktspannungen in der Umhüllung. Je nach Art der Umhüllung kann diese durch zu große Stützlasten beeinträchtigt werden. Mit Hilfe der Hertzschen Pressung kann die höchste Spannung, die in der Mitte der Berührungsfläche herrscht, ermittelt werden. Die Spannung hängt von der Kraft, mit der die Leitung auf den Rollenbock gepresst wird, vom Radius der Rollen und dem Elastizitätsmodul der Kontaktwerkstoffe ab.

Ein eher baupraktischer Ansatz verfolgt die Ermittlung der Kontaktfläche auf Grundlage der ermittelten Stützenlast und maximal zulässigen Zug/Druckspannung des Umhüllungswerkstoffes. Werden 16,0 t Stützenlast bei einer zulässigen Kurzzeitbeanspruchung des Umhüllungswerkstoffes von 10 N/mm² angesetzt, so ergibt sich eine mindestens erforderliche Kontaktfläche von 169 cm² je Stütze. Hiernach gilt es, einen Rollenbock mit einer entsprechenden Rollentragfläche und Gesamttraglast auszuwählen (**Bild 5**).

Der Temperaturaspekt (Sprödigkeit der Rohrumhüllung bei niedrigen Temperaturen, Weichheit der Umhüllung bei hohen Temperaturen) darf bei der Umsetzung nicht vernachlässigt werden, d. h. bei Einziehvorgängen während sehr niedrigen oder sehr hohen Außentemperaturen muss die Belastung der Rollen, und damit auch der Rohrumhüllung, entsprechend reduziert werden.

BAUPRAKTISCHE UMSETZUNG

Die Umsetzung der geplanten Oberbogenkonstruktion in die Praxis ist eine anspruchsvolle und nicht ungefährliche Arbeit. Zunächst muss die Achse (d. h. die Verlängerung der Bohrlinie im Austrittsbereich) genau ausgefluchtet werden, damit später keine horizontalen Kräfte auf die Rollenböcke einwirken. Des Weiteren muss das Gelände nivelliert werden, da ansonsten die exakte Höhe der Rollenböcke nicht eingestellt werden kann. In einem weiteren Schritt werden dann die genauen Positionen der Rollenböcke vor Ort markiert (z. B. mit Fluchtstangen).

Nach diesen vermessungstechnischen Arbeiten ist der Baugrund im Bereich der Rollenböcke vorzubereiten. Hierbei ist insbesondere darauf zu achten, dass der Untergrund ausreichend standfest und tragfähig ist. Beim Aufbau selbst ist die jeweilige Bauhöhe der Rollen zu berücksichtigen, da die oben beschriebene Berechnung sich auf die Oberkante der Rollen bezieht und nicht auf den Rahmen des Rollenbocks.

Der Unterbau der Rollenböcke muss besonders standfest ausgelegt werden, damit das Rohr später sicher aufgelegt und alle Längs- sowie möglichen Horizontalkräfte (z. B. Wind) problemlos aufgenommen werden können. Hierzu eignen sich z. B. Container als Unterbau sehr gut (siehe **Bild 3**). Alternativ können Erdhügel mit entsprechender Geometrie des Oberbogens geschüttet und verdichtet werden. Die Verankerung der Rollenböcke bezüglich möglicher Horizontalkräfte muss bei dieser Ausführung mit entsprechender Erdverankerung erfolgen.

Ebenso muss die Verbindung der Rollenböcke mit dem Unterbau sorgfältig und sicher vorgenommen werden. Am besten geschieht dies durch Anschweißen des Rollenbockrahmens an den Container oder ggf. durch entsprechend dimensionierte



Bild 6: Unzureichende Beleuchtung eines Oberbogens DN 1200 Foto: Kögler

Spanngurte. Es muss auch sichergestellt werden, dass das auf den Rollenböcken lastende Gewicht des Rohrstrangs sicher vom Unterbau (z. B. Container) aufgenommen werden kann. Hierzu sind ggf. entsprechende statische Berechnungen durchzuführen.

Bevor die Rollenböcke aufgebaut werden, sind die Rollen auf Leichtgängigkeit und die Rollenoberflächen auf Unversehrtheit zu prüfen sowie alle erforderlichen Wartungsarbeiten (z. B. Abschmieren) durchzuführen.

Ebenso muss der Bereich des Oberbogens hinreichend ausgeleuchtet werden, sodass er auch bei Dunkelheit gut überblickt werden kann und eventuell anfallende Reparatur- oder Korrekturarbeiten sicher ausgeführt werden können.

Entgegen der häufig anzutreffenden Praxis wird insbesondere bei großen und schweren Rohren nicht empfohlen, den Oberbogen ausschließlich mit mobilen Fahrzeugen (Kränen, Seitenbäume usw.) herzustellen, da zum einen die genaue seitliche und höhenmäßige Positionierung der Rollen wesentlich schwieriger einzustellen und einzuhalten ist und zum anderen die Sicherheit bei festen Fundamenten größer ist.

Nachdem sämtliche Rollenböcke sicher in den vorgesehenen Positionen aufgestellt wurden, wird das Rohr aufgelegt. Hierzu ist es in bestimmten Fällen (s. o.) erforderlich, entsprechende Zugkräfte aufzubringen und das vordere Ende mit dem Ziehkopf über die Rollenböcke zu führen (d. h. den Ziehkopf in diesem Bereich anzuheben). Demzufolge ist mindestens ein ausreichend dimensioniertes, mobiles Hebegerät erforderlich. Diese Arbeiten (Auflegen des Rohrstrangs)

sollten unbedingt während einer Zeit mit ausreichendem Tageslicht und nicht in der Nacht mit künstlicher Beleuchtung durchgeführt werden (**Bild 6**).

SICHERHEITSTECHNISCHE ASPEKTE

Für alle im Bereich des Oberbogens tätigen Personen ist vor Beginn der Arbeiten eine spezielle Unterweisung durchzuführen, um einen sicheren und effektiven Arbeitsablauf gewährleisten zu können. Während des Einziehvorgangs ist der Bereich des Oberbogens wegen erhöhter Unfallgefahr nur von befugten Personen zu betreten. Dazu ist er entsprechend kenntlich zu machen und ggf. abzusperren.

Sämtliche Rollenböcke und Fundamente sind kontinuierlich visuell zu überwachen. Ebenso ist auf die Umhüllung des Rohres zu achten, ob diese eventuell Beschädigungen in Längsrichtung aufweisen, die auf eine blockierte Rolle hindeuten könnten. Für diese Arbeiten sind ausreichend dimensionierte Leitern vorzuhalten.

FAZIT

Wie die Ausführungen zeigen, ist die Planung und Errichtung eines Oberbogens nicht trivial. Eine Lösung ist nur mit numerischen Verfahren möglich. Auf jeden Fall sind die normativen Beschränkungen der jeweiligen Einsatzgebiete der Rohrleitung bei Planung und Bau zu berücksichtigen.

AUTOREN



ALBERT GROSSMANN

Dr.-Ing. Veenker
Ingenieurgesellschaft mbH, Leipzig
Tel. +49 341 21737-62
E-Mail: albert.grossmann@veenkermbh.de



JÖRG HIMMERICH

Dr.-Ing. Veenker
Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover
Tel. +49 511 28499-14
E-Mail: joerg.himmerich@veenkermbh.de



DR.-ING. RÜDIGER KÖGLER

Ingenieurbüro für HDD,
Uplengen-Nordgeorgsfehn
Tel. +49 4956 912971
E-Mail: info@dr-koegler.de

LITERATUR

- [1] Technische Richtlinien des DCA: „Informationen und Empfehlungen für Planung, Bau und Dokumentation von HDD-Projekten“, Ausgabe 5/2007
- [2] DVGW-Arbeitsblatt G 463: „Gasleitungen aus Stahlrohren für mehr als 16 bar Betriebsdruck; Errichtung“, Ausgabe 12/2001
- [3] DIN EN 1594: „Gasversorgungssysteme – Rohrleitungen für einen maximal zulässigen Betriebsdruck über 16 bar – Funktionale Anforderungen; Deutsche Fassung EN 1594:2009“, Ausgabe 06/2009
- [4] DIN EN 1594: „Gasversorgungssysteme – Rohrleitungen für einen maximal zulässigen Betriebsdruck über 16 bar – Funktionale Anforderungen; Deutsche Fassung EN 1594:2000“, Ausgabe 09/2000