

Dipl. Ing. Ulrich Sieler
 Öffentlich bestellter und vereidigter
 Sachverständiger für Tunnelbau, Rohrvortrieb
 und Baugruben
 LGA Bautechnik GmbH- Grundbauinstitut
 Dreikronenstraße 31
 97082 Würzburg

Grabenlose Querung von Gewässern und Wasserstraßen

Einleitung

Gewässer und Wasserstraßen liegen häufig im Wege einer geplanten Rohrleitung. Diese kann vielfältigen Zwecken dienen, Beispiele sind Leitungen für Gas, Wasser und Abwasser, in neuester Zeit auch häufig Leerrohre für die Telekommunikation oder für die Stromversorgung. Dies können lokale Netze wie der Anschluss der Kläranlage eines Gemeindeteils oder Bestandteile der europaweiten Lichtwellenleiternetze sein. In jedem Fall besteht ein berechtigtes Interesse des Vorhabenträgers an einer Querung des Gewässers und ein berechtigtes Interesse der Gewässerverwaltung, dass diese Querung ohne Beeinträchtigung des Gewässers, oft auch unter Berücksichtigung ökologischer Gesichtspunkte, erfolgt. Nicht zu vergessen ist die Forderung, dass die Sicherheit der verlegten Rohrleitung und ihres Umfelds auf Dauer gewährleistet ist vielen ist der Dambruch von Nürnberg - Katzwang noch in Erinnerung. Nicht umsonst verlangt die neue MSD Richtlinie der Bundeswasserstraßenverwaltung eine detaillierte Untersuchung der Standsicherheit im Bereich querender Einbauten.

Damit sind bei der Querung zum einen der Aspekt der Sicherheit während der Querungsarbeiten zu untersuchen, der sich wie bei jedem Bauvorhaben wieder in den Aspekt Technik und den Aspekt Organisation aufgliedert. Ein zweiter Aspekt ist die Standsicherheit auf Dauer, der sich wiederum aus den Teilgebieten Standsicherheit und Korrosionsbeständigkeit des Rohrs und speziell hydraulische Sicherheit des umgebenden Bodens aufgliedern lässt.



Bild 1: Risikobereiche für das zu querende Gewässer

Vortriebsverfahren

Die Techniken des grabenlosen Vortriebs befinden sich in einer stetigen Entwicklung. Sie unterscheiden sich in der Art des Lösens des Bodens, in der Art der Sicherung des Bodens an der Ortsbrust, dem Abbaubereich und in der Art des Vorschubens oder Einziehens der Rohre. Auch der notwendige Ringspalt, der Abstand zwischen dem eingebrachten Rohr und dem anstehenden Boden, ist unterschiedlich. Nicht verwunderlich ist es deshalb, dass auch die Risiken, die mit den Verfahren verbunden sind, sich unterscheiden. Für die Beurteilung der Sicherheit eines Vortriebs ist es deshalb unverzichtbar, die einzelnen Verfahren zu kennen. Einen systematischen Überblick gibt Bild 2. Etwas näher sind die Verfahren in der grundlegenden Richtlinie ATV/ DWGW A 125 beschrieben.



Bild 2: Überblick über die Verfahren des grabenlosen Bauens

Grundsätzlich muss zwischen den Verfahren Bohren, dem Rammern und dem Rohrvortrieb unterschieden werden. Wie Bild 2 zeigt, hat dies auch Auswirkungen auf die geeigneten Rohrmaterialien. Pressbohren bedeutet das Eindringen eines Stahlrohres, dass auf der Baustelle aus druckfesten Rohrabchnitten zusammenschweißt wird. Geeignete Durchmesser liegen im Bereich von etwa 150 mm bis 1400 mm. Der Boden wird am Anfang des Rohrstrangs von einem Schneidrad gelöst und über eine Schnecke durch das Rohr in die Startgrube gefördert. Dieses Verfahren ist damit nicht für Böden bei einem wesentlichen Grundwasserandrang geeignet, da das Grundwasser Boden in das Rohr einspülen würde. Für die Querung von Gewässern kommt es also nur im Sonderfall in Frage.



Kanal- & Rohrleitungsbau
Meisterbetrieb
Erd- & Teichbau
Röntgenstr. 18
95478 Kemnath-Stadt
☎ 09642 / 621 u. 622 - Fax 8486



EDUARD ZEITLER



Spezialisierung:
Teichbau
Fischzuchtanlagen
Ökologischer Wasserbau
Erd - und Rohrleitungsarbeiten

**35 Jahre
Erfahrung
im Wasserbau**

Moorbagger, Mobilbagger
Lade- und Planiertrauen
LKW - Allrad
Radlader





Bild 3: Präzisionsbohrgerät (hier mit Felschneidrad)

Ein sehr modernes Verfahren ist die gesteuerte Horizontalbohrung, im Lockergestein auch unter dem Begriff Spülbohrung bekannt. Ein Pilotgestänge mit einem Durchmesser von etwa 70 mm bis 120 mm wird von der Geräteseite („Rig-Site“) in den Boden eingebracht. Der Boden wird dabei durch Spülen, Fräsen (Felsbohrkopf) oder Rammen gelöst und in einer Stützflüssigkeit entlang des Pilotgestänges ausgetragen. Diese Flüssigkeit stützt gleichzeitig den umgebenden Boden. Der Bohrkopf ist durch Abwinkelung oder eine schräge Schneidfläche steuerbar. Die Lage des Bohrkopfs wird durch eine Messung vom Gelände aus („walk-over“) oder durch eine Magnetfeldmessung festgestellt, damit können diese Verfahren eine sehr hohe Zielgenauigkeit erreichen. Das einfachere walk-over Verfahren ist für die Querung tieferer oder breiterer Gewässer nicht geeignet. Nach der Fertigstellung der Pilotbohrung wird diese durch Anhängen eines Aufweitkopfs an das Gestänge auf der Zielseite („pipe-site“) rückschreitend aufgeweitet. Dieser Schritt kann mehrfach wiederholt werden bis die Bohrung den erforderlichen Durchmesser erreicht hat. Üblich sind Bohrungen bis zu einem Durchmesser von etwa 800 mm, möglich bei günstigen Verhältnissen bis etwa 1400 mm. In diese, nur von der Stützflüssigkeit gestützte Bohrung, wird anschließend das Rohr in einem Zuge eingezogen. Geeignete Rohrmaterialien sind häufig HDPE und Stahl, Sonderlösungen existieren beispielsweise aus dem Gusrohrbereich. Für dieses Verfahren wurden gesonderte Richtlinien für den Bereich der Bundeswasserstraßen erarbeitet.

Rammverfahren sind zum einen für kleine Durchmesser bekannt



Bild 4: Große HDD - Bohranlage

(„Erdrakete“), bei denen der umliegende Boden verdrängt wird. Diese Verdrängungsrammungen können auch als Pilotbohrung für ein Rohr größeren Durchmessers eingesetzt werden, das dann am Gestänge eingezogen wird. Rammverfahren mit offenem Rohr sind in geeigneten Böden häufig sicher und wirtschaftlich. Dabei wird ein Stahlrohr im Durchmesser bis 2000 mm in den Boden eingedrückt, der Boden im Rohr wird in Abschnitten oder nach Abschluss der Rammung mit einer Schnecke oder einem Wasserstrahl ausgetragen. Vorteilhaft ist bei fachgerechter Ausführung, dass der verdichtete Bodenpfropfen an der Rohrspitze während des Vortriebs den Boden stützt und übermäßigen Bodenentzug verhindert.



Bild 6 Vortrieb im Rammverfahren

Rohrvortrieb im engeren Sinne ist ein Verfahren, bei dem der Boden im Ortsbrustbereich durch ein Schild, einen Stahlrohabschnitt, gestützt wird. Der Bodenabbau kann offen, mit einem Schneidrad und Schneckenförderung oder auch mit Flüssigkeitsförderung erfolgen. Im Anschluss an das Schild werden Rohre, in aller Regel Betonrohre, in Abschnitten von 1,50 m bis 3 m in der Startgrube an das Schild und hintereinan-



Bild 5: Austritt des Bohrkopfs am Ziel einer Pilotbohrung

der angesetzt. Diese Rohre werden stumpf gestoßen, mit einem sogenannten Überschubring und Rollgummis wird die hydraulische Dichtung hergestellt. Der Rohrstrang entspricht so einer Gliederkette, die von der Startgrube aus mit hydraulischen Pressen eingeschoben wird. Für die Richtungsgenauigkeit sind im Schild Steuerpressen angeordnet. Die technologischen Übergänge zu modernen Tunnelvortriebsmaschinen sind fließend. Die obere Durchmessergröße für den Rohrvortrieb wird letztendlich durch die Transportmöglichkeiten für die Rohre auf etwa DN 3500 mm begrenzt. Die Vortriebslängen können sehr groß werden, der Rekord unter Gewässern liegt bei etwa 3,5 km unter dem Watt.



Bild 7 Blick in eine Anfahrgrube Rohrvortrieb mit dem Schild



Bild 8 Vortriebspressen Rohrvortrieb

Es ist einsichtig, dass den verschiedenen Verfahren unterschiedliche Risiken zuzuordnen sind, die sich immer im Zusammenhang mit den Bodenverhältnissen ergeben. Beispiele sind große Richtungsabweichungen bei ungesteuerten Bohrungen, Bodeneinbrüche bei Pressbohrungen und Rohrvortrieben oder Suspensionsaustritte und Hebungen bei den gesteuerten Horizontalbohrungen.

Dies bedeutet, dass für die Risiko- beurteilung das jeweils vorgesehene Verfahren bekannt sein muss. Ein „Rohrvortrieb in einem Verfahren nach Wahl des AN“, wie es häufig in Ausschreibungen formuliert ist, kann nicht abschließend auf seine Sicherheit hin beurteilt werden. Dies leitet über zu den Anforderungen an die Kontrolle.

Kontrolle von Planungs- und Ausführungsqualität

Eine Grundvoraussetzung für die Kontrolle der Planungsqualität ist es, dass es eine solche gibt. Dies bedeutet als Erstes eine Darstellung der Maßnahme in Grund- und Längsschnitt. Hierbei ist zu kontrollieren, dass beispielsweise Einbauten im Gewässer oder nahe liegende Sparten in der Planung mit erfasst sind. Auch Fragen der Eigentumsverhältnisse sind hier, soweit für die prüfende Stelle relevant, zu klären.

Der nächste Schritt der Prüfung gilt den Bodenverhältnissen. Hier ist zu klären, ob die Bodenverhältnisse in ausreichendem Maße erkundet sind. Hierzu gibt es Mindestanforderungen in der Norm DIN 4020, Erkundung und Untersuchung des Baugrundes. Für Linienbauwerke wie die grabenlose Rohrverlegung wird ein Erkundungsabstand von 50 m bis 200 m empfohlen, für Sonderbauwerke von 25 m. In der Regel kann davon ausgegangen werden, dass zumindest beidseits

der Gewässerquerung ein direkter Aufschluss, also eine verrohrt ausgeführte Erkundungsbohrung, erforderlich ist. In sandigen Böden sind zusätzliche Sondierungen zur Erkundung der Lagerungsdichte sinnvoll und zum Teil erforderlich. Die Erkundungstiefe ist in mit mindestens 2 m unter der geplanten Ausführungstiefe anzusetzen. Hier ist die Maximaltiefe anzusetzen, die zum Beispiel bei gesteuerten Horizontalbohrungen, die häufig im Bogen unter dem Gewässer ausgeführt werden, deutlich tiefer als die Ausführungstiefe am Gewässerrand sein kann. Auch für die prüfende Stelle ist es wichtig zu klären, ob die Bodenparameter richtig aus geeigneten Laborversuchen ermittelt wurden. Diese Parameter sind z.B in DIN 18196, Rohrvortriebsarbeiten, zusammengestellt. Für die Überprüfung der Baugrundverhältnisse kann nach der SV Bau ein verantwortlicher Sachverständiger für Erd- und Grundbau eingeschaltet werden. Oft gibt es auch bei dem Gewässerverantwortlichen Kenntnisse über den Untergrund, wie mögliche Findlinge oder ein unregelmäßig ansteigender Felshorizont, die in die Prüfung eingebracht werden sollten. In jedem Fall muss für die abschließende Überprüfung des Untersuchungsumfangs das geplante Vortriebsverfahren bekannt sein. Auch die Referenzen der ausführenden Vortriebsfirma für das geplante Verfahren unter

vergleichbaren Verhältnissen sollten abgefragt werden.

Oft sind sich die Beteiligten nicht bewusst, dass eine Gewässerquerung, weil das Eigentum Dritter gefährdet werden kann, in die Geotechnische Kategorie 3 nach DIN 4020 und DIN 1054 einzustufen ist. Dies ist die höchste der Kategorien schwieriger Bauvorhaben. Hier sind nach der Norm die Baugrundverhältnisse nicht nur im Vorfeld zu erkunden sondern auch baubegleitend zu überprüfen.

Im geotechnischen Bericht sollten nicht nur die Untergrundverhältnisse in sondern auch mögliche Risiken bei der Ausführung in einem bestimmten Verfahren beschrieben sein. Aus diesen möglichen Risiken und der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens kann ein Konzept für die Überwachung der Maßnahme vor Ort abgeleitet werden.

Zumindest muss zu Beginn der Maßnahme überprüft werden, ob die Untergrundverhältnisse an den Startpunkten der Prognose entsprechen. Aufgrund der Tatsache, dass die Subunternehmer für die eigentlichen Vortriebsarbeiten gelegentlich kurzfristig wechseln, ist auch die tatsächlich eingesetzte Vortriebseinrichtung auf die Übereinstimmung mit der Planung zu überprüfen.

Grundbauinstitut

Ihr Partner in der Geotechnik

LGA Bautechnik GmbH

Baugrunduntersuchung,
 Geotechnische Beratung, Sachverständigengutachten

- ▶ Gründungen
- ▶ Spezialtiefbau
- ▶ Tunnel- und Felsbau
- ▶ Rohrvortrieb
- ▶ Erd- und Wasserbau
- ▶ Deponiebau
- ▶ Geotechnische Berechnungen
- ▶ Grundwassermodelle
- ▶ Wasserrechtsverfahren
- ▶ Verkehrswegebau
- ▶ RAPSTRA – Prüfstraße
- ▶ Qualitätsüberwachungen
- ▶ Labor für Boden- und Felsmechanik

- ▶ Messungen in der Geotechnik
- ▶ Pfahl- und Ankerprüfungen
- ▶ Erschütterungsmessungen
- ▶ Elektronische Bauwerksüberwachung
- ▶ Ressourcenerkundungen
- ▶ Altlastenuntersuchung
- ▶ Entsorgungs- und Abfallmanagement
- ▶ Gebäuderückbau

LGA Bautechnik GmbH
 Grundbauinstitut
 Tillystr. 2, 90431 Nürnberg
 Tel. (0911) 6 55-55 59, Fax (0911) 6 55-55 10
 grundbauinstitut@lga.de
 und in Würzburg, Weimar, Stettin/Polen
www.lga.de

Besonderes Augenmerk gilt der Funktionsfähigkeit der Messeinrichtungen für die Protokollierung des Vortriebs. Für die Sicherheit einer Unterquerung sind hier neben der Lagekontrolle besonders die Kontrolle der Vorpresskräfte und des Maschinendrehmoments sowie eventuell des Stützdrucks in der Abbaukammer zu nennen. Übliche Systeme protokollieren in Abhängigkeit von der Vortriebsstation. Ergänzend ist es wünschenswert, die tatsächlichen Betriebszeiten (z.B. Drehen des Schneidrades) zu erfassen.

Die wesentlichen zu kontrollierenden Parameter sind in der ATV A 125 zusammengestellt.

Situationsspezifisch sind aber auch mögliche katastrophale Risiken zu bedenken. Beispiele sind:

Beim Rohrvortrieb speziell mit offenem Schild unter einem Gewässer führt ein Einbruch zu einer raschen Füllung von Rohr und Anfahrtschächten mit höchster Gefahr für das eingesetzte Personal. Verläuft der Wasserweg in Dammlage kann das Wasser das anliegende Gelände überschwemmen.

Bei einem suspensionsgestützten Verfahren kommt es zu einer längeren Standzeit (zum Beispiel Maschinenschaden vor Feiertagen). Die Standsicherheit suspensionsgestützter Hohlräume sinkt während dieser Zeit stark ab, es kann zu einem unbemerkten Versagen kommen.

Unbemerkter Bodenentzug während des Lösens von eingelagerten Findlingen oder Holzresten führt zum Einbruch längere Zeit nach Abschluss der Bohrarbeiten.



Bild 9: Bentonitaustritt HDD - Verfahren neben Bahndamm

Die Austritte von Suspension bei einer gesteuerten Horizontalbohrung können zu einer Füllung und Verstopfung vorhandener Sohlrinnen unter einer Gewässerdichtung führen. Ein Beispiel für einen solchen Austritt neben einem anderen Verkehrsweg, einer Bahnstrecke, zeigt Bild 9. Im Umfeld dieses Austritts kam es auch zu Hebungen des Gleiskörpers.

Für diese Katastrophenszenarien ist nach Möglichkeiten zu suchen, das Verhalten des Gebirges im Umfeld zu beobachten. Sinnvoll kann es zum Beispiel sein, bewusst eine Anfangsstrecke außerhalb des Gewässers einzurichten, in der die Sicherheit des Vortriebs ohne Gefahr für das Gewässer beurteilt werden kann. Die Einrichtung und Beobachtung von Pegeln kann Hinweise auf einen Austritt von Suspensionen geben. Bei großen Durchmessern sind Extensometer zu Beobachtung des Verformungsverhaltens sinnvoll.

Für diese Fälle ist die Einrichtung einer Alarmkette, die auch an Wochenenden oder in der Nacht funktioniert, erforderlich. An der Spitze dieser Alarmkette muss ein Verantwortlicher stehen, der tatsächlich auf der Baustelle anwesend ist.

Für die Überprüfung aller dieser Anforderungen hat sich in schwierigen Fällen bewährt, die Einschaltung eines Sachverständigen als Bestandteil der Querungsgenehmigung festzuschreiben. Dieser Sachverständige sollte das Vertrauen insbesondere des Gewässereigners besitzen. Auch wenn er dann im Auftrag des Vorhabensträgers tätig wird, ist durch die Mitbestimmung bei der Auswahl ein großes Maß an Objektivität gesichert. Die Anforderungen an die Tätigkeit dieses Sachverständigen sind für den Bereich der gesteuerten Horizontalbohrung in einem Merkblatt der GSTT zusammengestellt, das sinngemäß auch gut für andere Vortriebsverfahren angewandt werden kann. In allen anderen Fällen ist es in jedem Fall dringend zu empfehlen, die Baustelle seitens des Gewässereigners häufig, in der Regel täglich, aufzusuchen und sich von den funktionierenden Abläufen zu überzeugen.

Sicherheit im Bestand

Auch die Sicherheit des Rohres und des gequerten Gewässers im Bestand ist möglichst abschließend in den Phasen Planung und Ausführung zu kontrollieren und zu gewährleisten.

Die Sicherheit gegen Erosion im Rohrumfeld wird stark von der hydraulischen Situation bestimmt.

Sobald die Möglichkeit besteht, dass sich entlang des Rohres eine Wegigkeit bis zu einem Austrittspunkt im Gelände entwickelt, muss der Ringraum, der Raum zwischen Rohr und dem umgebenden Boden, sicher verpresst werden. Für diese Verpressung sind hydraulisch abbindende Materialien einzusetzen. Sie können projektspezifisch entwickelt werden, meist werden aber handelsübliche Materialien wie Dämmer™, Füllbinder™ oder vergleichbare eingesetzt.

Einen Ringraum gibt es bei allen Verfahren, und bei fast allen Verfahren ist eine Verfüllung möglich. Am schwierigsten ist die Verfüllung bei Rammborungen oder Rohrvortrieben mit kleinen, nicht begehbaren Durchmessern. In einfachen Fällen können hier Dichtabschnitte von den Start- und Zielbaugruben mit Lanzen hergestellt werden, in besonders kritischen Fällen müssen diese Verfahren ausgeschlossen werden.

In rasch strömenden Gewässern ist auch eine ausreichende Überdeckung des Rohres unter der Fließsohle einzuhalten. Beispielsweise wurde in einer Wasserstraße ein Rohr durch Materialumlagerung in der Flusssohle freigelegt und ist aufgeschwommen, begünstigt auch durch eine unzureichende Aufnahme der Gewässersohle vor Beginn der Maßnahme.

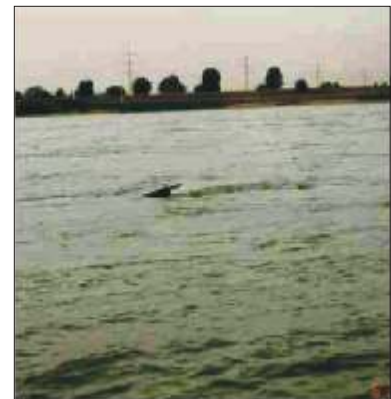


Bild 10: aufgeschwommenes und durchtrenntes Rohr im Fluss

Für die mögliche Veränderung der Strömungsverhältnisse im Grundwasser im Umfeld des Rohres und eventueller Schächte gibt das MSD Merkblatt der Bundesanstalt für Wasserbau in der aktuellen Fassung von 2005 detaillierte Hinweise.

Für die Berechnung der statischen Sicherheit des Rohres gibt die ATV A 161 ein bewährtes Verfahren vor, bei der Wahl der zutreffenden Belastungszustände kann ein mit Sicherheit auskömmlich bemessenes Rohr als Ergebnis der Berechnung erwartet werden. Für die Berechnung besonderer Belastungszustände können Finit - Elementprogramme eingesetzt werden, die in ihrem heutigen Entwicklungsstand ebenfalls eine schnelle Dimensionierung erlauben. Hier sind aber Ansätze, Materialgesetze und Berechnungsablauf im Detail zu prüfen. In der Rohrberechnung gibt es aber leider Mängel in der Praxis, die letztendlich aus der viel zu häufigen Ausschreibungsformulierung „Liefere von xxx Rohren einschließlich geprüfter statischer Berechnung“ resultieren. Dies bedeutet, dass der Rohrlieferant unter wirtschaftlichen Zwängen, da er seinerseits günstig anbieten muss, auf der Grundlage von Angaben, die ihm eine in der Baustellenvorbereitung befindliche Baufirma liefert, eine Bemessung durchführt. Diese wird von einem Prüfenieur geprüft, der in der Regel die örtlichen Verhältnisse auch nicht kennt und nur die Richtigkeit der ihm vorliegenden Berechnung bestätigt. Die Konsequenz sollte wiederum sein, dass der Gewässerverantwortliche eine Prüfung der Berechnung und ins-

besondere ihrer Annahmen durch einen Prüfenieur seines Vertrauens verlangt. Dies liegt nach Überzeugung des Verfassers eigentlich auch im besonderen Interesse desjenigen, der die Rohrverlegung beauftragt.

Die Korrosionssicherheit von Rohren ist vom Material und den Umgebungsbedingungen abhängig. Wenn eine Korrosionsgefährdung speziell von metallischen Rohren nicht sicher ausgeschlossen werden kann, ist die Korrosionsgefahr nach DIN 50929 zu beurteilen. Kritisch sind hier meeresnahe Gewässer, ein Untergrund mit organischen Anteilen aus Mooren sowie eventuell Gebiete, in denen ein Einfluss durch Industrieanlagen gegeben ist. Letzteres stellt nach den Anstrengungen im Umweltbereich in Deutschland in der Regel keine aktuelle Gefahr mehr da. Ein vergleichbarer Einfluss ist die Alterung von Kunststoffrohren speziell beim Auftreten zyklischer Belastungen aus Verkehr oder dem Tidenhub.

Die Beurteilung, ob aus Betriebsstörungen des Rohres eine Gefährdung für das zu unterquerende Gewässer oder den Wasserhaushalt im Umfeld resultiert, muss im Einzelfall getroffen werden. Für den Bereich der Gasleitungen sind dabei durch den DVGW in Deutschland sehr hohe Anforderungen aufgestellt, zu denken ist aber auch an auslaufende Medien wie Abwasser bei Störfällen. Eine wesentliche Frage ist dabei, inwieweit Kontrollen möglich sind. Im Zweifelsfall müssen mehrfache Sicherheiten wie das Einziehen einer für sich standsicheren

Leitung in ein in der Regel stählernes Schutzrohr verlangt werden, wie dies die DB Netz AG in vergleichbaren Fällen regelt.

Schluss

Dass die Sicherheit von Gewässern bei der Unterquerung durch grabenlos verlegte Rohre gewährleistet werden kann, beweist eine Vielzahl von erfolgreichen Maßnahmen. Gewährleistet wird der Erfolg durch fachlich hochwertige Arbeit der ausführenden Firmen, eine fachgerechte Planung, die Zusammenarbeit aller Beteiligten und durch die Akzeptanz der Tatsache, dass es sich hierbei in jedem Fall um eine schwierige Baumaßnahme handelt. Dies kommt zum Ausdruck in der Einstufung in die geotechnische Kategorie 3 nach den Grundbaunormen DIN 4020 und DIN 1054. Eigentlich sind im Grundsatz alle Fragen geregelt. Dass es bedauerlicherweise trotzdem immer wieder zu Schadensfällen kommt, ist häufig auf die Vernachlässigung bekannter Regeln und das Unterlassen einer Risikoanalyse zurückzuführen. Ein weiterer Problemfall sind Firmen mit ungenügender Erfahrung in einem bestimmten Verfahren. Auch auf dem Gebiet der Beurteilung einer Maßnahme durch den Verantwortlichen für ein Gewässer ist eine Detailkenntnis der vorgesehenen Verfahren für eine fachgerechte Beurteilung erforderlich.

Literatur

- ATVA 125 / DVGW A 302 Rohrvortriebsarbeiten Stand 9/1996
- ATV A161 Berechnung von Vortriebsrohren, Stand 1/1990, in Überarbeitung Beide über DWA Bundesgeschäftsstelle; Theodor-Heuss-Allee 17, D-53773 Hennef (<http://www.atv-dvdk.de/>)
- GSTT Information Nr. 17 Verfahren zur Überprüfung der Arbeitsvorbereitung des Auftragnehmers einer HDD-Maßnahme durch einen vereidigten Sachverständigen (<http://www.gstt.de>)
- Merkblatt Standsicherheit Dämme MSD (2005) Herausgegeben von der Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe. Erhältlich unter www.baw.de
- VOB C DIN 18319 Rohrvortriebsarbeiten, Beuth-Verlag, Köln
- DIN 50929 Teil 3 Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung, Beuth-Verlag, Köln

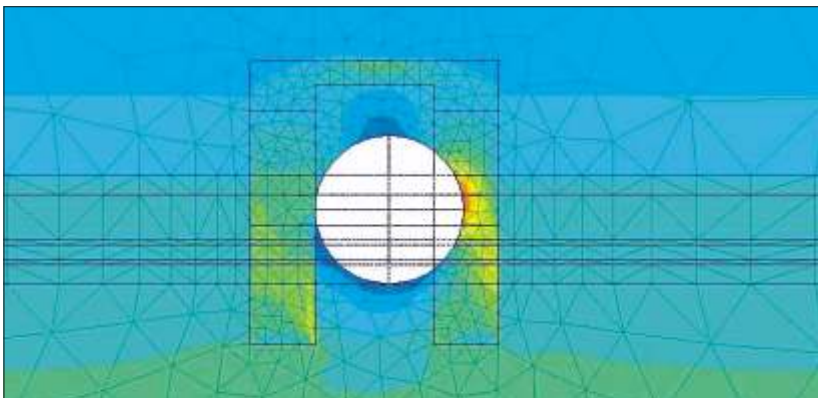


Bild 11: FE - Berechnung für Sonderfälle

Der Unimog.



Perfektion erfahren.

► Der Unimog ist anders. Weder Allrad-Lkw noch Schlepper. Sondern eine Fahrzeug-Gattung für sich. Mit doppeltem Leistungs-Plus: Erstens ist der Unimog als professioneller Geräteträger so vielseitig wie kein zweites Fahrzeug. Und zweitens: Dank einzigartigem Fahrwerkskonzept genießen Sie jederzeit uneingeschränkte Handlungsfähigkeit. Auch dann, wenn andere Fahrzeuge scheitern.

► Bei jeder Herausforderung - auf und abseits der Straße: Der Unimog bietet Ihnen passgenau, was Sie für Ihren individuellen Arbeitseinsatz brauchen. Power pur, ungebremste Dynamik, einzigartige Effizienz - alles auf perfekte Weise miteinander verbunden. Das Ergebnis: Meter für Meter das gute Gefühl, sich auch unter schwierigsten Bedingungen auf überlegene Technologie verlassen zu können.

► Was drin ist für Sie mit dem Unimog erfahren Sie bei Ihrer Unimog-Vertretung. Oder unter www.mercedes-benz.com/unimog

Mehr bewegen. Unimog.



Mercedes-Benz

Henne-Unimog GmbH

Ein Unternehmen der DaimlerChrysler AG

Hürderstraße 6 · 85551 Heimstetten · Telefon 0 89 / 12 06 61 00 · www.henne-unimog.de