

4. Rohrtouren

4.1. Allgemeine Aufgaben und Gliederung

Das bestimmende Element einer Bohrlochkonstruktion ist die Rohrtour. Die Futterrohre bilden das Gerüst der fertiggestellten Tiefbohrung. Sie geben der Bohrung (Sonde) die notwendige mechanische Festigkeit und Dichtigkeit, indem sie die hohen Belastungen, die beim Bohren, Testen und Fördern auftreten, sicher aufnehmen. Der sie umschließende Zementmantel übernimmt lediglich eine Stützfunktion (s. auch Abschnitt 9. - Festigkeit der Bohrlochkonstruktion).

Durch spezifische Aufgaben gekennzeichnet, untergliedert man die in einer Bohrung vorkommenden Rohrtouren unabhängig vom absoluten Wert des Durchmesser und der Einbautiefe in Standrohre (Standrohrtouren), Leitrohrtour (oder Ankerrohrtour), technische Rohrtouren (auch als Zwischenrohrtouren bezeichnet) und Endrohrtour (bei Produktionsbohrungen als Produktionsrohrtour bezeichnet).

Der vor Aufnahme der Erdöl- oder Erdgasförderung in die fertiggestellte Bohrung einzubauende Steigrohrstrang (oder Tubingstrang) zählt nicht zur Bohrlochkonstruktion. Er dient lediglich der Ausrüstung der Sonde. Auch das Hilfsstandrohr zählt nicht zur Bohrlochkonstruktion. Es ist nur zur Aufnahme der Bohrarbeiten (Herstellung des Spülungsumlaufes) notwendig.

In jeder Tiefbohrung trifft man, unabhängig von der projektierten Endteufe und der Größe des Verrohrungsschemas, eine Standrohrtour und eine Leitrohrtour an. Die Anzahl der technischen Rohrtouren kann zwischen null und vier differieren. Hierbei spielen die geologischen Verhältnisse und die projektierte Endteufe eine ausschlaggebende Rolle. Eine Endrohrtour wird in Such- und Erkundungsbohrungen nur dann eingebaut (häufig auch nicht bis zur Sohle des Bohrloches), wenn im Falle einer zu vermutenden Fündigkeit Testarbeiten durchgeführt werden müssen. Produktionsbohrungen haben dagegen immer eine Produktionsrohrtour. Die Belastungen, denen die verschiedenen Rohrtouren in einer Tiefbohrung beim Verteufen, beim Testen und beim Fördern ausgesetzt sind und die Festigkeitsmerkmale dieser Rohrtouren sind in der Fachbroschüre "Futterrohre" /4/ detailliert beschrieben.

4.2. Standrohrtour

Standrohrtouren oder das Standrohr (im Falle, daß auf Grund der geringen Einbauteufe nur ein einziges Rohr zum Einsatz kommt) werden bei großem Durchmesser (40" bis 28") in Teufen mitunter bis 100 m eingebaut. Sie verhindern Auswaschungen und Nachfall des Lockergebirges und schützen das Fundament der Bohranlage, speziell des Bohrturmes, vor Unterspülungen.

Standrohre werden über ihre gesamte Länge einzementiert, dabei wird die Zementschlämme nicht selten direkt in den Ringraum einzirkuliert. Die Länge der Standrohrtour kann auch nach technischen Gesichtspunkten bestimmt werden. Sie muß mindestens so lang sein, daß beim Ausbau des Bohrstranges der Spülungsspiegel nicht unter den Rohrschuh absinken kann. Damit soll verhindert werden, daß die Bohrlochwand zerstört wird. Im Regelfall wird das Bohrloch jedoch beim Gestängeausbau immer mit Bohrspülung aufgefüllt.

Das ist auch deshalb wichtig, weil die großkalibrigen Standrohrtouren eine sehr geringe Außendruckfestigkeit haben und leicht einbeulen können.

Treten bei komplizierten geologischen Verhältnissen, etwa im Caprockgebirge eines Salzstockes, unvorhergesehen Komplikationen auf (z. B. Spülungsverluste), die nicht wirkungsvoll bekämpft werden können, so muß mitunter noch eine Standrohrtour eingebaut werden.

Standrohr Touren sind in der Regel aus geschweißten Rohren (längs- und spiralförmig) zusammengesetzt. Der aus dem Kellerboden herausragende Teil der Standrohrtour wird nach erfolgtem Einbau und Zementation der Leitrohrtour entfernt (abgebrannt). Der einzementierte Teil verbleibt im Bohrloch und hat dort keine weiteren Aufgaben.

4.3. Leitrohrtour

Leitrohr Touren haben einen Durchmesser von 20" bis 8 5/8" und werden, aus nahtlos gewalzten Futterrohren zusammengesetzt, in sehr unterschiedliche Teufen (100 bis 1000 m) eingebaut. Auch sie werden über ihre gesamte Länge zementiert. Mit der Leitrohrtour wird in der Regel das unverfestigte Deckgebirge verrohrt (Ton, Kreide, Mergel, Sande u. a.), in dem nicht selten auch bohrtechnische Komplikationen entstehen können (z. B. Spülungsverluste). Die Einbauteufe wird deshalb von der Festigkeit des Gebirges und der Stabilität der Bohrlochwand bestimmt. Die Leitrohrtour überhimmelt gewisse Aufgaben zur Stabilisierung der Bohrlochrichtung. Hieraus leitet sich auch ihre Bezeichnung ab. In vertikalen Bohrungen muß sie ohne Abweichung von der Senkrechten sein.

Das ist eine wichtige Voraussetzung für den komplikationslosen Ablauf der Bohrarbeiten (kein Neigungsaufbau, keine Schlüsselochbildungen, ruhiger Lauf der Bohrgarnitur).

Leitrohr Touren haben auf Grund ihres relativ großen Durchmessers keine hohe Außendruck- und Innendruckfestigkeit. Die zulässige Lehrteufe ist begrenzt, Aus ihr heraus werden in der Regel auch keine Spülungsverlusthorizonte oder druckstarke Zuflußhorizonte angebohrt.

Wird auf der Leitrohrtour der Landflansch für den Bohrlochkopf und die Bohrlochsicherung montiert - in diesem Falle rechnet man mit dem Antreffen druckstarker Horizonte - so nennt man

diese Rohrtour auch Ankerrohrtour. Sie nimmt dann das Gewicht aller im Bohrlochkopf abgelandeten Rohrlasten einschließlich des Eigengewichtes des Bohrlochkopfes und der Bohrlochsicherung auf. Wenn der Preventer geschlossen ist und das Bohrloch unter Druck steht, so nimmt die Ankerrohrtour die dabei entstehenden Zugkräfte auf.

Da im Falle eines anstehenden Innendruckes in der Ankerrohrtour auch die Bohrlochwand unterhalb des Rohrschuhes dieser Rohrtour belastet wird, muß zur Vermeidung des Aufreißens der Bohrlochwand die Ankerrohrtour so lang sein, daß fraggefährdete Horizonte von ihr überdeckt werden.

4.4. Technische Rohrtouren

Technische Rohrtouren müssen eingebaut werden, wenn die geologischen Verhältnisse bezüglich der auftretenden Drücke und der Stabilität der Bohrlochwand technisch-technologisch nicht beherrscht werden können.

Es gibt heute in der Tiefbohrtechnik keine anderen Mittel zum erfolgreichen Durchteufen von wechselgelagerten druckstarken und druckschwachen Horizonten als den Einbau von Rohrtouren. Die Anzahl solcher technischen Rohrtouren bestimmt die Kompliziertheit der Bohrlochkonstruktion.

Je geringer die technischen und technologischen Möglichkeiten und je komplizierter die geologischen Verhältnisse bezüglich der Stabilität der Bohrlochwand und der Schichtdrücke sind, um so größer ist die Anzahl der erforderlichen technischen Rohrtouren und um so schwerer wird die Bohrlochkonstruktion.

Entsprechend der Vielseitigkeit der Aufgaben, die eine technische Rohrtour haben kann (Abdecken von Nachfallhorizonten, Verlusthorizonten, Zuflußhorizonten, fraggefährdeten Horizonten, Verschleißschutz u. a.), und der sehr unterschiedlichen Einbauteufen werden die technischen Rohrtouren als durchgehende Rohrtouren, kombinierte Rohrtouren, Liner, in einer oder mehreren Sektionen eingebaut und durchgehend bis übertage, teilweise oder in Stufen zementiert.

Es müssen sehr außendruckfeste, zugfeste und innendruckfeste Futterrohre verwendet werden. Die technischen Rohrtouren sind die schwergewichtigsten und verlangen nicht selten die volle Nutzung der Tragfähigkeit der Bohranlage. Das Nichterreichen der geplanten Einbautiefe oder die Beschädigung einer technischen Rohrtour können zur Aufgabe der Bohrung führen. Beim Herausbohren aus den technischen Rohrtouren werden die Futterrohre mechanischen Beanspruchungen durch den Bohrstrang und den Bohrmeißel ausgesetzt (Abrieb der Innenwand). Um ein Lokern der unteren Rohre (über dem Rohrschuh) zu vermeiden, werden diese beim Einbau miteinander verschweißt.

4.5. Endrohrtour

Nach dem Erreichen der Endteufe wird die Endrohrtour eingebaut. Handelt es sich um eine Produktionsbohrung, aus der Erdöl oder Erdgas gefördert werden soll, so nennt man diese Rohrtour auch Produktionsrohrtour. Nachdem die Produktionsrohrtour eingebaut und zementiert ist, ist die Bohrung fertiggestellt und kann getestet bzw. in Produktion genommen werden.

Der Innendurchmesser und die Qualität der Endrohrtour (mechanische Festigkeit, Dichtheit, Korrosionsfestigkeit) bestimmen den Wert der fertiggestellten Bohrung für die Nachfolgearbeiten (Test, Inproduktionsnahme, Förderung).

Endrohrtouren von Tiefbohrungen haben einen Durchmesser von 4 1/2", 5", 5 1/2", 5 3/4", 6 5/8" 7" und 7 5/8" (selten 8 5/8" und 9 5/8") und werden allgemein bis unter den tiefsten aufgeschlossenen, für den Test oder die Förderung vorgesehenen Speicherhorizont eingebaut. Nur in speziellen Fällen des Aufschlusses standfester Speicherhorizonte kann ein Einbau bis zur Oberkante dieses Horizontes erfolgen. Der Allgemeinfall des Speicheraufschlusses sieht jedoch die Überdeckung des Speichers und die Perforation der Endrohrtour im Speicherbereich vor (seltener erfolgt die Ausstattung der Endrohrtour mit vorperforierten Rohren oder Filterrohren). Zementiert wird eine Endrohrtour mindestens bis in den Rohrschuh der letzten technischen Rohrtour. Die Zementation erfolgt dabei

über den Rohrschuh oder über eine Zementiermuffe, die unmittelbar über dem Speicherhorizont steht. Letzteres erfolgt im o. g. Fall des Filterrohreinbaues oder wenn keine Fremdwasserzuflüsse vermutet werden.

Um die unbedingt notwendige Schichtentrennung zwischen Speicherhorizonten mit unterschiedlichem Inhalt (Erdöl, Erdgas, Wasser) und unterschiedlichen Drücken besser zu erreichen, werden zusätzlich zur Zementation des Ringraumes Futterrohr-Außenpacker gesetzt.

An den Zementsteinmantel einer Produktionsrohrtour werden höhere Anforderungen gestellt als an den Zementsteinmantel einer technischen Rohrtour. Der Zementsteinmantel einer Produktionsrohrtour muß neben der Verankerung der Rohrtour eine sehr gute Schichttrennung über einen kurzen Teufenbereich sichern. Das erfordert eine gute Haftung des Zementes an der Bohrlochwand und der Rohraußenwand, die auch durch Perforationsarbeiten nicht zerstört werden darf. Die Haftung des Zementsteines an einer Produktionsrohrtour ist aber sehr problematisch, da in der Rohrtour technologisch bedingte starke Druckschwankungen auftreten (beim Abdrücken, Testen, Inproduktionsetzen, Fördern, Totpumpen u. a.).

Um seitens der Bohrlochkonstruktion den hohen Anforderungen, die an den Zementstein gestellt sind, gerecht zu werden, ist ein ausreichend großes Ringraumspiel notwendig. Dadurch kann eine gute Verdrängung der Bohrspülung durch die aufsteigende Zementschlämme erreicht werden, es können in ausreichender Menge und Qualität Zentralisatoren eingesetzt werden, die den Rohrstrang im Bohrloch zentrieren, und die Zementschlämme kann ohne großen Fließwiderstand gepumpt werden. Letzteres ist wichtig, um die Speicherhorizonte vor großen Druckbeanspruchungen zu schützen, die zu einer Blockierung der Zuflußwege und somit zur Reduzierung der Förderleistung der späteren Sonde führen.

Endrohrtouren werden als durchgehende Rohrtouren mit konstantem aber auch mit kombiniertem Durchmesser eingebaut. Der kombinierte Durchmesser wird dann angewendet, wenn die letzte technische Rohrtour als Liner vorhanden ist. Damit wird der Durchmessererwerb, den ein Liner sichert, genutzt (s. Bild 4e).

Produktionsrohr Touren werden aber auch als Liner eingebaut, wenn die letzte technische Rohrtour nach Erreichen der Endteufe in einem solchen Zustand bleibt (mit ausreichender Festigkeit und Dichtheit, ohne Verschleiß durch die Einwirkungen von Bohrstrang, Bohrspülung und Bohrwerkzeug), der es möglich macht, sie als Produktionsrohrtour zu nutzen.

Die Variante stellt ebenfalls eine Möglichkeit zur Nutzung der Vorzüge eines Liners mit dem Ziel der Bohrlochvergrößerung und folglich der Erhöhung der Produktivität der Förder-sonde dar. In dieser Variante (s. Bild 4 f) ist der untere, im Durchmesser kleinere Abschnitt der Produktionsrohrtour kürzer als in der oben beschriebenen Variante des Einbaues einer kombinierten Endrohrtour, und es besteht die Möglichkeit, im Falle der Zerstörung der Produktionsrohrtour im oberen Teil (z. B. infolge Korrosion), eine zweite Sektion als Reserve nachzusetzen.