

## 7. Varianten des Verrohrungsschemas

Das umfangreiche Größen(Durchmesser)sortiment der Futterrohre von 4 1/2" bis 24 1/2" in seiner Abstufung von 1/2" bis 2" und das noch feiner abgestufte Sortiment an Bohrwerkzeugen gestatten eine Vielzahl von Rohrtour-Bohrlochdurchmesserkombinationen.

Jede Rohrtour-Bohrlochdurchmesserkombination ist in erster Linie durch die Radialspiele der Rohre zueinander und der Rohre zur Bohrlochwand gekennzeichnet. Je größer die Radialspiele sind, um so leichter lassen sich die Futterrohre einbauen. Hohe Radialspiele haben aber den Nachteil, daß das Verrohrungsschema nur eine sehr geringe Anzahl von technischen Rohrtouren zuläßt oder daß der Durchmesser der Endrohtour sehr klein ausfällt.

Eine Beschreibung der Radialspiele ist in Kapitel 2. erfolgt. Kennzeichnend für die Rohrtour-Bochlochdurchmesserkombinationen sind aber nicht nur die Radialspiele oder die Radialspielverhältnisse (Verhältnis von Radialspiel zu freier Austrittslänge), sondern auch die äußere Form der Futterrohrverbindung. Haben

die Futterrohre einen fließenden Übergang vom Rohraußendurchmesser zum Verbinderaußendurchmesser, wie das beispielsweise bei Extreme-Line-Rohren und Omega-Rohren der Fall ist, so können solche Futterrohre bei gleichem Radialspiel von Verbindung zu Bohrlochwand ( $r_1$ , s. Bild 2) leichter eingebaut werden als Rohre mit einer Standardmuffenverbindung. Es können kleinere Werte des Radialspielverhältnisses erreicht werden.

Diese Tatsache war u. a. dafür ausschlaggebend, daß im Industriezweig Erdöl-Erdgas in der ersten Hälfte der sechziger Jahre 8 5/8" Extrem-Line-Rohre und 6 5/8" Omega-Rohre in den Futterrohrbestand aufgenommen worden sind. Zu dieser Zeit wurden die ersten Übertiefen Bohrungen mit Endteufen von 5000 bis 5500 m projektiert, wobei das damals noch übliche Verrohrungsschema 16 3/4" - 12 3/4" - 8 5/8" - 5 3/4", mit dem erfolgreich Zechsteinbohrungen mit Endteufen von 2000 bis 3000 m realisiert werden konnten, bereits für diese Teufen und die zu erwartenden geologischen Verhältnisse deutliche Grenzen aufwies.

So konnte man die 12 3/4"-Rohrtour als erste technische Rohrtour aus der 16 3/4"-Leitrohrtour im 394-mm- $\phi$ -Bohrloch auf Grund des relativ geringen Radialspiels nicht mehr bis auf die für die 5000 bis 5500-m-Bohrungen notwendige Einbauteufe von 1800 bis 2400 m (zur Oberdeckung der druckschwachen Horizonte des Mesozoikums) bringen. Deshalb erfolgte der Übergang auf 11 3/4"-Rohre.

Mit dem Übergang von 12 3/4"- auf 11 3/4"-Rohre kam es aber zwangsläufig zu einer Verringerung des Radialspiels zur zweiten technischen Rohrtour (8 5/8"). Jetzt mußten 8 5/8"-Futterrohre mit Standardmuffenverbindungen, deren Außendurchmesser 244,5 mm beträgt, in ein 269-mm- $\phi$ -Bohrloch eingebaut werden und nicht mehr wie zuvor in ein 295-mm- $\phi$ -Bohrloch (s. hierzu Bild 3, Variante 2). Das Radialspiel  $r_1$  verringerte sich also von  $0,5 \cdot (295 - 244,5) = 25,25$  mm auf  $0,5 \cdot (269 - 244,5) = 12,25$  mm.

Ein derartig geringes Radialspiel schien für Austrittslängen bis 1500 m nicht ausreichend, zumal die zweite technische Rohrtour die Aufgabe hatte, den druckstarken Zechsteinbereich

zu überdecken. Da ein Einsatz von Futterrohren mit geringerem Durchmesser (etwa 7 5/8") ausgeschlossen war, weil dann der Einbau der 5 3/4"-Endrohrtour nicht gesichert schien, wählte man 8 5/8"-Rohre mit Extreme-Line-Verbindungen (Außendurchmesser - 231,7 mm). Somit erhöhte sich das Radialspiel auf  $0,5 \cdot (269 - 231,7 \text{ mm}) = 18,6 \text{ mm}$  bei seichtem Übergang vom Rohr zur Verbindung. Da Extreme-Line-Futterrohre teurer sind als Rohre mit Standardmuffen, letztere aber ein ausreichendes Radialspiel im verrohrten Bereich des Bohrloches haben (8 5/8" in 11 3/4"), wurde die 8 5/8"-Rohrtour nur im unteren, unverrohrten Bohrlochbereich aus Extreme-Line-Rohren zusammengestellt.

Bleiben wir noch beim angeführten Beispiel der Anpassung des Verrohrungsschemas 16 3/4" - 12 3/4" - 8 5/8" - 5 3/4" an die Mitte der sechziger Jahre aufgekommene Veränderung der geologischen Aufgabenstellung. Die größeren Bohrteufen und die ungenügenden bohrtechnischen Erfahrungen in den tieferen Formationen (Präzechstein) verlangten nach einer dritten technischen Rohrtour. Das bis dahin praktizierte Verrohrungsschema besaß aber nur zwei technische Rohrtouren (12 3/4" bzw. 11 3/4" und 8 5/8").

Einen Ausweg bot lediglich die Variante 3 (im Bild 3 mit einer 6 5/8"-Rohrtour als dritte technische Rohrtour und einer 4 1/2"-Endverrohrung. Um dabei ausreichende Radialspiele zu erhalten, mußten für beide Rohrtouren Spezialverbindungen vorgesehen werden.

Später, als die Bohrteufen noch weiter zunahmen (bis 7000 m) mußte ein gänzlich neues Verrohrungsschema herangezogen werden. Es ist im Bild 3 als Variante 4 dargestellt und beinhaltet drei technische Rohrtouren (13 3/8", 9 5/8" und 7").

Eine Zusammenstellung der wichtigsten, international üblichen Verrohrungsschemata ist im Bild 4 angegeben.

Die schraffierten Bereiche der Kästchen im Bild 3 entsprechen den Rohrwanddicken. Links oben am Kästchen ist der Innendurchmesser (Kontrolldorndurchmesser) des Rohres, rechts oben am Kästchen der Außendurchmesser der Verbindung in Millimeterangaben. Innerhalb des Kästchens ist die Nenngröße des Rohres

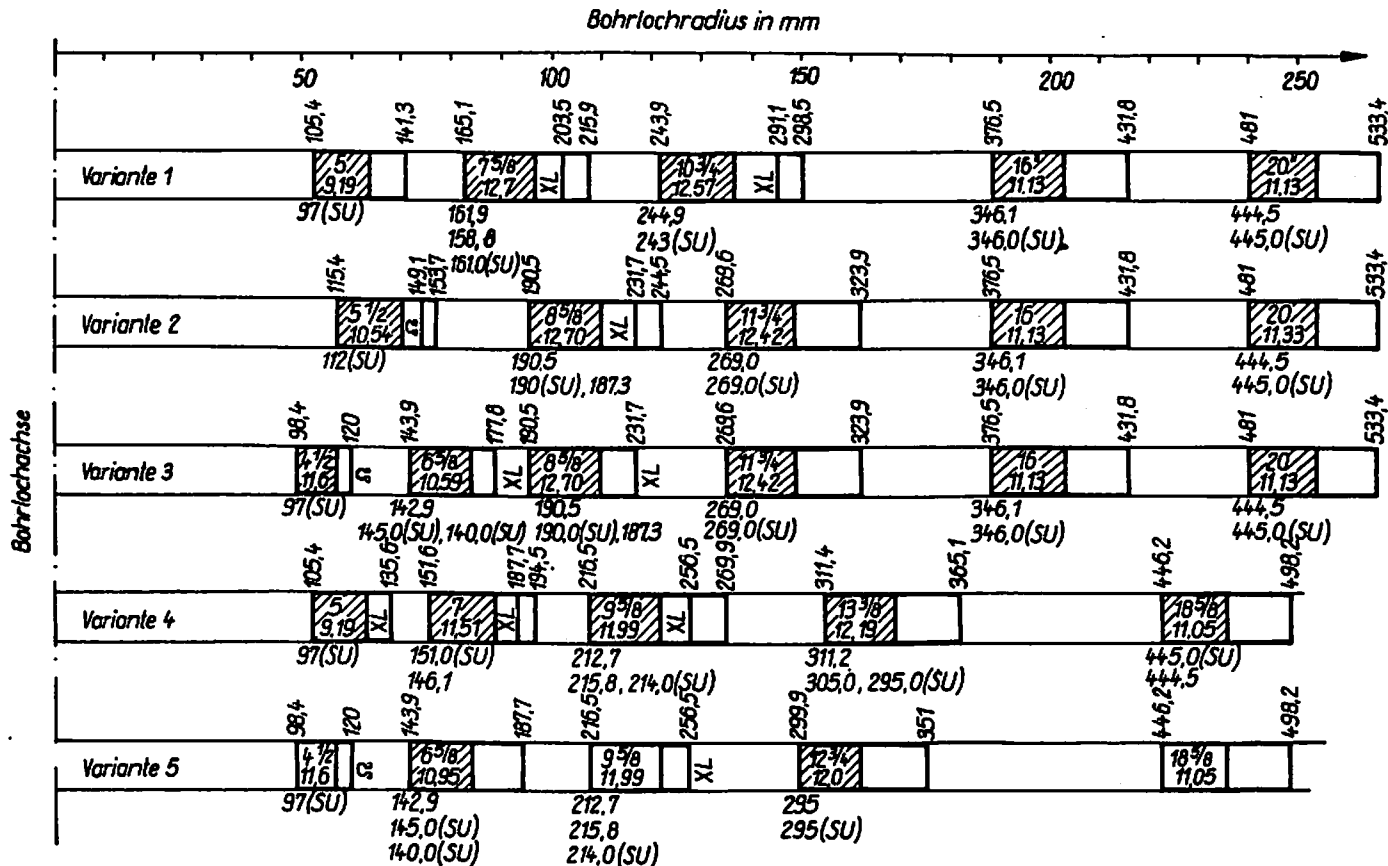


Bild 3. Maßstabgerechte Darstellung üblicher Varianten des Verrohrungsschemas für Tiefbohrungen

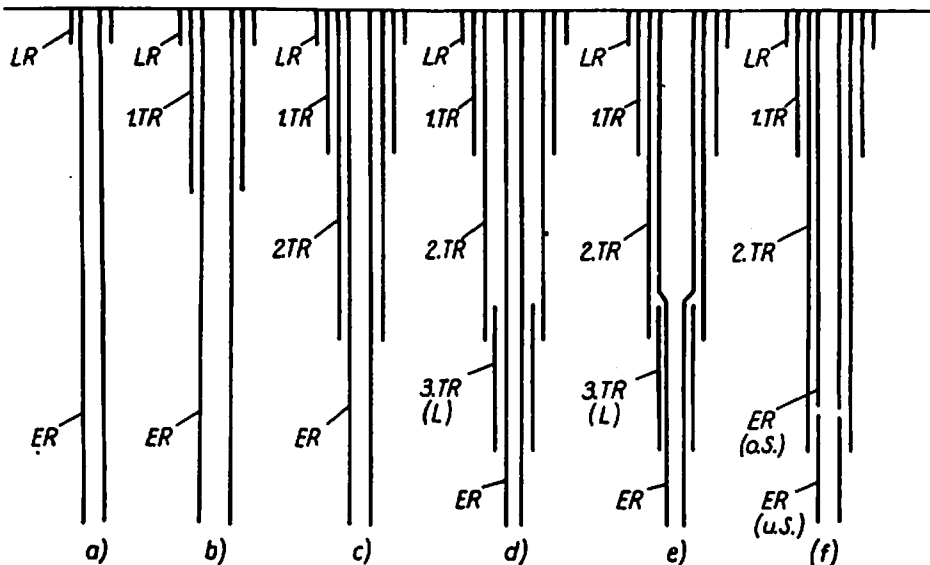


Bild 4. Varianten der Bohrlochkonstruktion (Verrohrungsschemata)

LR Leitrohrtour

1. TR erste technische Rohrtour

2. TR zweite technische Rohrtour

3. TR dritte technische Rohrtour

ER Endrohrtour

o. S. obere Sektion

u. S. untere Sektion

L Liner

in Zoll und die maximale Wanddicke in Millimeter eingetragen. Der nichtschraffierte Bereich des Kästchens stellt die Verdickung an der Verbindung dar. Spezialverbindungen mit geringem Durchmesser sind gesondert angeführt (XL Extreme-Line,  $\Omega$  Omega).

Die Abstände zwischen den einzelnen Kästchen der jeweiligen Variante stellen das Radialspiel der Rohre zueinander dar. Der Schneiddurchmesser der Bohrwerkzeuge, mit denen aus der Rohrtour herausgebohrt werden kann, ist in der Skizze als Zahl unter dem Kästchen links angegeben. Es handelt sich hierbei um Standardnennendurchmesser von Rollenmeißeln (Angabe in Millimeter).

Die Differenz zwischen den angeführten Werten des Kontroll-dorndurchmessers und dem Schneidmaß des betreffenden Kästchens stellt das Radialspiel  $r_3$  (s. Bild 2) zwischen Rohrtourinnenwand und Bohrwerkzeug dar.

Die Differenz vom Schneiddurchmesser zum Verbindungsdurchmesser des benachbarten linken Kästchens ergibt das Radialspiel  $r_1$  (s. Bild 2) zwischen Rohrverbindung (Muffe) und Bohrlochwand (nicht ausgekesselt und nicht verengt). Bei fast allen Kästchen sind mehrere Schneiddurchmesser angeführt, da das Durchmessersortiment der Rollenmeißel umfangreicher ist, als das der Futterrohre. Die Durchmesserwerte des sowjetischen Meißels sind mit (SU) gekennzeichnet.

Die im Bild 3 gezeigten fünf Varianten erfassen noch nicht alle Kombinationsmöglichkeiten. Eine wesentliche Erweiterung der Möglichkeiten tritt in Sonderfällen auf, beispielsweise beim Einbau muffenloser, verschweißter Futterrohre. Typische Besonderheiten bei Gasbohrungen und übertiefen Bohrungen sind in Kapitel 11. angeführt. Die Vor- oder Nachteile der auf Bild 3 gezeigten Varianten des Verrohrungsschemas erkennt man erst dann, wenn die geforderten Einbauteufen bekannt sind. Muß die erste technische Rohrtour sehr tief eingebaut werden und die zweite und dritte Rohrtour mit normaler Austrittslänge, dann ist die Variante 4 sehr geeignet, weil die erste technische Rohrtour (13 3/8") ein sehr großes Radialspiel hat. Dieses Radialspiel kann, wenn erforderlich, noch vergrößert werden, wenn anstelle der 18 5/8"-Leitrohrtour eine 20"-Leitrohrtour (wie in den Varianten 1 bis 3) gewählt wird. Wird in dieser Variante die Austrittslänge der dritten technischen Rohrtour gering sein (Beispiel: ein kurzer Liner), so kann man zugunsten der Radialspielerweiterung der Endrohrtour anstelle der 7"-Rohre 7 5/8"-Rohre (geschweißt) einbauen. Die Radialspielerweiterung der Endrohrtour (5" in 7 5/8" anstelle 5" in 7") ist besonders bei Produktionsbohrungen vorteilhaft, weil dadurch günstigere Bedingungen für eine gute Zementsteinqualität gegeben sind.

Aus den angeführten Beispielen ist ersichtlich, daß es für die im Bild 3 dargestellten Varianten wiederum Variationsmöglichkeiten gibt und daß bei jeder Bohrung die konkreten geo-

logischen Bedingungen aber auch die Zielstellung der Bohrung  
letztlich ausschlaggebend für die Wahl der Verrohrungsvariante  
sind.