

Abschnitt 1. Teilweise ausgefülltes Kill Sheet – Manometer Interpretationen

Die Manometer Interpretationsübungen basieren auf teilweise ausgefüllten Kill Sheets, mit allen zur Beantwortung der Fragen nötigen Angaben.

Alle Fragen basieren auf den Angaben der Hübe, der Pumprate, des Gestänge- und Ringraumdruckes zu einem bestimmten Moment der Totpumpoperation. Eine oder mehrere dieser Angaben können Anzeigen wie weiter vorzugehen ist. Die Möglichkeiten sind als Multiple-Choice Antworten gegeben.

Veränderungen im Ringraum- und/bzw. Gestängedruck sind nur dann zu bewerten, wenn –

- Der in den Fragen gegebene Ringraum- und/oder Gestängedruck unter den erwarteten Werte(en) liegt, oder
- Der in den Fragen gegebene Ringraum- und/oder Gestängedruck 5 bar oder mehr oberhalb des(r) erwarteten Werte(s) liegt.

Abschnitt 2. Formeln zur Berechnung

Verwendete Abkürzungen

l/m	=	Liter pro Meter
l/min	=	Liter pro Minute
l/Hub	=	Liter pro Hub
BOP	=	Blowout Preventer
BHP	=	Bohrlochsohlendruck
m	=	Meter
m/hr	=	Meter pro Stunde
m/min	=	Meter pro Minute
LOT	=	Leak-off Test
MAASP	=	Maximal erlaubter Ringraumkopfdruck
kg/l	=	Kilogramm pro Liter
bar	=	Bar (Druck)
bar/m	=	Bar pro Meter
bar/hr	=	Bar pro Stunde
SICP	=	Casingeinschließdruck
SIDPP	=	Gestängeeinschließdruck
SPM	=	Hübe pro Minute
TVD	=	Vertikale Teufe
10.2	=	Konstanter Faktor

1. **Hydrostatischer Druck [bar]**

$$\frac{\text{Flüssigkeitsdichte [kg/l]} \times \text{vertikaler Teufe [m]}}{10,2}$$

2. **Spüldichte [kg/l]**

$$\text{Druckgradient [bar/m]} \times 10,2$$

3. **Druckgradient [bar/m]**

$$\frac{\text{Flüssigkeitsdichte [kg/l]}}{10,2}$$

4. **Formationsdruck [bar]**

$$\text{Hydrostatischerdruck im Strang [bar]} + \text{Gestängeeinschließdruck [bar]}$$

5. Pumpenleistung [l/min] effektiv

$$\frac{\text{Pumpenvolumen [l/Hub]} \times \text{Pumpenhübe [Hübe/min]} \times \text{volumetrischen Wirkungsgrad [\%]}}{100}$$

6. Ringraumauftriebsgeschwindigkeit [m/min]

$$\frac{\text{Pumpenleistung [l/min]}}{\text{Ringrauminhalt [l/m]}}$$

7. ECD (Spüldichtegleichwerte) [kg/l]

$$\frac{\text{Ringraumdruckverluste (bar)} \times 10,2}{\text{vertikale Teufe (m)}} + \text{Spüldichte (kg/l)}$$

8. Sicherheitszuschlag für Spülung [kg/l]

$$\frac{\text{Druckzuschlag [Safety Margin] (bar)} \times 10,2}{\text{vertikale Teufe (m)}} + \text{Spüldichte (kg/l)}$$

9. Neuer Pumpendruck (bei Hubänderung) [bar]

$$\left(\frac{\text{neue Hübe}}{\text{alte Hübe}} \right)^2 \times \text{alter Pumpendruck [bar]}$$

10. Neuer Pumpendruck (bei Dichteänderung) bar]

$$\frac{\text{reduzierter Pumpendruck [bar]} \times \text{Totpumpspüldichte [kg/l]}}{\text{Alte Spüldichte [kg/l]}}$$

11. Maximale Spüldichte [kg/l]

$$\frac{\text{Leak Off Testdruck [bar]} \times 10,2}{\text{vertikale Rohrschuhteufe [m]}} + \text{Testspüldichte [kg/l]}$$

12. MAASP [bar]

$$\frac{(\text{max. Spüldichte [kg/l]} - \text{derzeitige Spüldichte [kg/l]}) \times \text{vertikale Rohrschuhteufe [m]}}{10,2}$$

13. Totpumpspüldichte [kg/l]

$$\text{alte Spüldichte} + \frac{\text{Gestängeeinschließdruck (bar)} \times 10,2}{\text{vertikale Teufe (m)}}$$

14. Anfangszirkulationsdruck [bar] ICP

$$\text{Gestängeeinschließdruck (SIDPP) [bar]} + \text{reduzierter Pumpendruck (SCR) [bar]}$$

15. Endzirkulationsdruck [bar] FCP

$$\frac{\text{reduzierter Pumpendruck [bar]} \times \text{Totpumpspüldichte [kg/l]}}{\text{Alte Spüldichte [kg/l]}}$$

16. Barittmenge zur Dichterhöhung [kg/l]

$$\frac{(\text{Totpumpspüldichte [kg/l]} - \text{alte Spüldichte [kg/l]}) \times 4,2}{4,2 - \text{Totpumpspüldichte [kg/l]}}$$

17. Aufstiegsgeschwindigkeit von Gas [m/Std]

$$\frac{\text{Anstieg des Gestängedrucks [bar/Std]} \times 10,2}{\text{Spüldichte [kg/l]}}$$

18. Gasgesetz von Boyle-Gay Lusac

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 \quad P_2 = \frac{P_1 \times V_1}{V_2} \quad V_2 = \frac{P_1 \times V_1}{P_2}$$

19. Druckabfall pro Meter trocken (dry) ausgebautes Gestänge [bar/m]

$$\frac{\text{Spüldichte [kg/l]} \times \text{metallische Verdrängung [l/m]}}{(\text{Rohrinhalt [l/m]} - \text{metallische Verdrängung [l/m]}) \times 10,2}$$

20. Druckabfall pro Meter voll (wet) ausgebautes Gestänge [bar/m]

$$\frac{\text{Spüldichte [kg/l]} \times (\text{metallische Verdrängung [l/m]} + \text{Gestängeinhalt [l/m]})}{(\text{Rohrinhalt [l/m]} - (\text{metallische Verdrängung [l/m]} + \text{Gestängeinhalt [l/m]})) \times 10,2}$$

21. Spiegelabfall beim Ausbau der restlichen Schwerstagen (offen / dry) (m)

$$\frac{\text{Länge Schwerstangen (m)} \times \text{Verdrängung offen (l/m)}}{\text{Riser oder Rohrinhalt (l/m)}}$$

22. Spiegelabfall beim Ausbau der restlichen Schwerstagen (geschlossen / wet) (m)

$$\frac{\text{Länge Schwerstangen (m)} \times \text{Verdrängung geschlossen (l/m)}}{\text{Riser oder Rohrinhalt (l/m)}}$$

23. Länge des ausbaubaren Gestänges (offen / dry) bevor die Bohrung zu fließen beginnt (m)

$$\frac{\text{Druckdifferenz [bar]} \times (\text{Rohrinhalt [l/m]} - \text{metallische Verdrängung Strang [l/m]}) \times 10,2}{\text{Spüldichte [kg/l]} \times \text{metallische Verdrängung Strang [l/m]}}$$

24. Länge des ausbaubaren Gestänges (geschlossen / wet) bevor die Bohrung zu fließen beginnt (m)

$$\frac{\text{Überbalance (bar)} \times [\text{Riser oder Rohrinhalt (l/m)} - \text{geschlossene Verdrängung (l/m)}] \times 10,2}{\text{Spüldichte (kg/l)} \times \text{geschlossene Verdrängung (l/m)}}$$

25. Abzulassendes Volumen, um den Bohrloch-sohlendruck konstant zu halten [l]

$$\frac{\text{Druckanstieg [bar]} \times \text{originales Zufußvolumen [l]}}{\text{Formationsdruck [bar]} - \text{Druckanstieg [bar]}}$$

26. **Volumen einer Pille (Slug) [l]**

$$\frac{\text{Länge des Gestänges [m]} \times \text{Gestängeinhalt [l/m]} \times \text{Spüldichte [kg/l]}}{\text{Dichte der Pille [kg/l]} - \text{Spüldichte [kg/l]}}$$

27. **Tankanstieg bei Verbringen einer Pille (Slug) [l]**

$$\left(\frac{\text{Dichte der Pille [kg/l]}}{\text{Spüldichte [kg/l]}} - 1 \right) \times \text{Volumen der Pille [l]}$$

28. **Riser Margin (Zuschlag) (kg/l)**

$$\frac{[\text{Luftraum Wasser/Plattform (m)} + \text{Wassertiefe (m)}] \times \text{Spüldichte (kg/l)} - [\text{Wassertiefe (m)} \times \text{Seewasserdichte (kg/l)}]}{\text{TVD/vertikale Teufe (m)} - \text{Luftraum Wasser/Plattform (m)} - \text{Wassertiefe (m)}}$$

29. **Verlust an hydrostatischem Druck, wenn das Rückschlagventil des Rohrschuhes beim Einbau versagt**

$$\frac{\text{Spüldichte (kg/l)} \times \text{Rohrinhalt (l/m)} \times \text{nicht angefüllte Rohre (m)}}{[\text{Rohrinhalt (l/m)} + \text{Ringrauminhalt (i/m)}] \times 10,2}$$

International Well Control Forum
 Inchbraoch House
 South Quay
 Montrose
 Angus DD10 9UA, Scotland,

Tel: 44-1674-678120
 Fax: 44-1674-678125
 Email: admin@iwcf.org

Internet site URL; <http://www.iwcf.org>

Secretary-General: Michael J. Cummins,

The International Well Control Forum is a legally constituted non-profit making organisation whose articles of association are bound by the laws of the Netherlands. The Forum is registered at The Dutch Chamber of Commerce in The Hague, The Netherlands, Reg. No. 41157732