

TECHNISCHE HYDRAULIK – Prüfung Dezember 2018

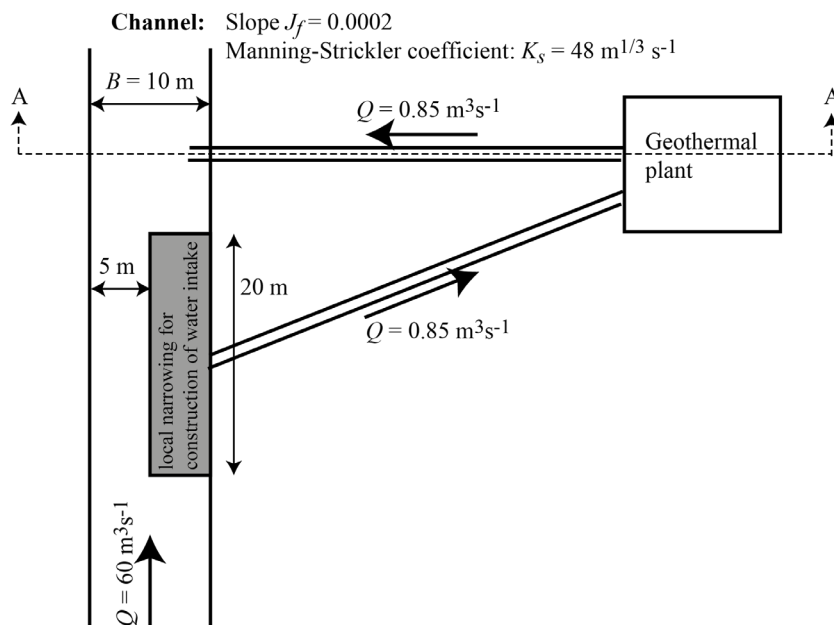
Beispiel 1 bis 3: (Bitte ein neues Blatt für jedes Beispiel verwenden)

Ein Geothermie-Kraftwerk (welches Erdwärme aus großer Tiefe nutzt) wird in der Nähe eines künstlichen Kanals geplant. Der Wasserbauingenieur wird gebeten, die Nutzung des Kanalwassers als Kühlwasser für das Geothermie-Kraftwerk auf Machbarkeit zu prüfen. Es wird eine Wasserentnahme in der Kanalwand vorgesehen und durch das anschließende Rohr zum Kraftwerk geleitet.

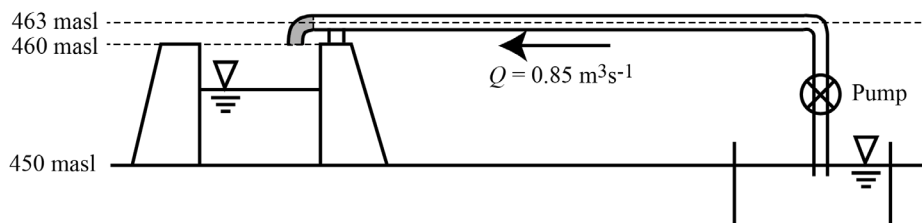
Wenn das Kühlwasser verwendet wurde (wird durch den Wärmetausch erwärmt), wird es durch ein anderes Rohr wieder in den Kanal zurückgeleitet, wie im schematischen Plan ersichtlich ist.

Alle notwendigen Dimensionen und Kennwerte sind in der Grafik oder den Beispielsangaben gegeben. Die Grafik ist nicht maßstabsgetreu!

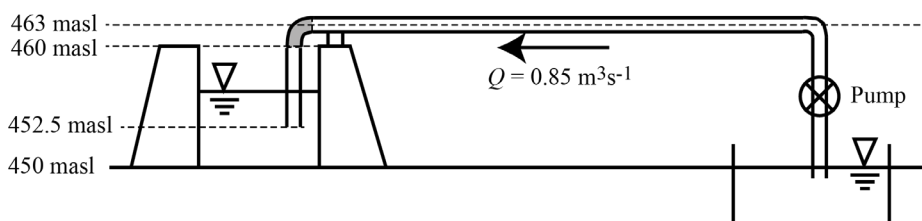
PLANVIEW



SECTION A-A: scenario 1



SECTION A-A: scenario 2



Beispiel 1.**(38/133 Punkte)**

Die erste Frage beschäftigt sich mit dem Basisabfluss im künstlichen Kanal. Der Kanal hat eine rechteckige Querschnittsform mit einer Breite von $B = 10$ m und einer Sohlneigung von $J_f = 0,0002$. Der Manning-Strickler-Reibungskoeffizient wird auf $K_s = 48 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ geschätzt. Der Abfluss im Kanal beträgt konstant $Q = 60 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

1. Berechnen Sie Normalabflusstiefe (1,5 Punkte) und kritische Tiefe (1,5 Punkte) und bestimmen Sie den Abflusszustand (1,5 Punkte). (6 Punkte)
2. Zeichnen Sie die spezifische Energiekurve. Tragen Sie die Punkte für Fließtiefen von 0,65 [m], 1,0 [m], 1,5 [m], 2,5 [m] und 5,0 [m] ein. Stellen Sie auch die kritische und Normalabflusstiefe auf der spezifischen Energiekurve dar. (4 Punkte)

Um die Wasserentnahme im Trockenbau zu können, wird der Querschnitt lokal auf $B_{\text{narrow}} = 5$ m verengt auf einer Länge von ungefähr 20m, wie in der Grafik auf der vorigen Seite dargestellt.

3. Zeichnen Sie die spezifische Energiekurve im eingegengtem Bereich. Tragen Sie die Punkte für Fließtiefen von 1,4 [m], 1,8 [m], 2,5 [m], 3,3 [m] und 5,0 [m] ein. Stellen Sie auch die kritische und Normalabflusstiefe auf der spezifischen Energiekurve dar (4 Punkte)
4. Zeichnen Sie qualitativ die Staukurven in einem Bereich von stromaufwärts bis stromabwärts der Einengung.
 - a. Stellen Sie normale und kritische Fließtiefen dar. (4 Punkte)
 - b. Starten Sie beim Zeichnen der Staukurve von stromabwärts oder stromaufwärts? Warum? (4 Punkte)
 - c. Benennen Sie die unterschiedlichen Bereiche. (4 Punkte)
5. Erhöht die Verengung im Baubereich das Hochwasserrisiko? Anders ausgedrückt, vermindert die Verengung die hydraulische Kapazität des Kanals? (6 Punkte)
6. Kennzeichnen Sie die relevanten Punkte der Staulinien in der spezifischen Energiekurve. (6 Punkte)

Beispiel 2. (Bitte ein neues Blatt verwenden)**(40/133 Punkte)**

Die zweite Aufgabe beschäftigt sich mit der Wahl des Rohrdurchmessers der Rückleitung vom Geothermie-Kraftwerke (dort herrscht atmosphärischer Druck bei einer Wassertemperatur von 20°) zum Kanal (siehe Grafik). Der Durchfluss im Kühl-Kreislauf beträgt $Q = 0,85 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Es ist eine Pumpe verfügbar, welche eine Energiehöhe von $\Delta h = 11\text{m}$ erzeugen kann. Das Rohr ist nicht gerade, die vorhandenen Rohrkrümmen stellen lokale Verluste dar, welche durch einen gesamten Verlustbeiwert von $K = 0.6$ berücksichtigt werden. Es wird ein Betonrohr mit einer äquivalenten Sandrauheit von $k_s = 1 \text{ mm}$ verwendet. Das Rohr hat über die gesamte Länge einen konstanten Durchmesser. Bestimmen Sie den minimalen Rohrdurchmesser, wenn folgenden Durchmesser im Handel verfügbar sind: $D = 0,5 \text{ m}$, $0,65 \text{ m}$, $0,8 \text{ m}$ und $1,0 \text{ m}$.

Szenario 1: das Rohr wirft das Wasser in die Luft aus bei einer Höhe von 460 masl (siehe Grafik). Die Gesamtlänge des Rohres beträgt 100 m.

1. Stellen Sie eine Gleichung/die Gleichungen auf, welche erlaubt/erlauben den minimalen Rohrdurchmesser zu bestimmen. (6 Punkte)
2. Bestimmen Sie die Unbekannten und beschreiben Sie Ihren Lösungsweg. (8 Punkte)
3. Geben Sie den Wert für den von Ihnen verwendeten Darcy-Weisbach-Reibungskoeffizienten f an. (4 Punkte)
4. Geben Sie den gewählten Rohrdurchmesser an. (5 Punkte)

Szenario 2: Das Rohr endet unter Wasser im Kanal auf einer Höhe von 452,5 masl und der Wasserspiegel im Kanal liegt bei 455 masl (siehe Grafik). Die Gesamtlänge des Rohres beträgt 107,5 m. Es kann der gleiche Darcy-Weisbach Reibungskoeffizienten wie in Szenario 1 verwendet werden. Beim Ausfluss unter Wasser erfährt die Strömung eine maßgebliche Divergenz der Stromlinien, welche mit beachtlichen Energieverlusten verbunden ist, die mit einem Verlustbeiwert von $K_{outflow} = 1$ angenommen werden.

5. Stellen Sie eine Gleichung/die Gleichungen auf, welche erlaubt/erlauben den minimalen Rohrdurchmesser zu bestimmen. (6 Punkte)
6. Geben Sie den gewählten Rohrdurchmesser an. (5 Punkte)
7. Welches Szenario ist zu bevorzugen? (6 Punkte)

Beispiel 3. (Bitte ein neues Blatt verwenden)**(35/133 Punkte)**

Diese Aufgabe beschäftigt sich mit den Kräften die durch das strömende Wasser auf die letzte Rohrkrümmung des Rückleitungsrohres ausgeübt werden (der Rohrabschnitt ist in der Grafik in Grau dargestellt). Dieser Rohrkrümmer hat eine Länge von 5 m (Achslänge). Nehmen Sie an, dass das Rohr einen konstanten Durchmesser von $D = 0,8$ m und einen Darcy-Weisbach-Reibungskoeffizienten $f = 0,02$ hat. Beachten Sie, dass die gegebenen Werte nicht mit den Lösungen der vorigen Beispiele überstimmen müssen.

Szenario 1: das Rohr wirft das Wasser in die Luft aus bei einer Höhe von 460 masl.

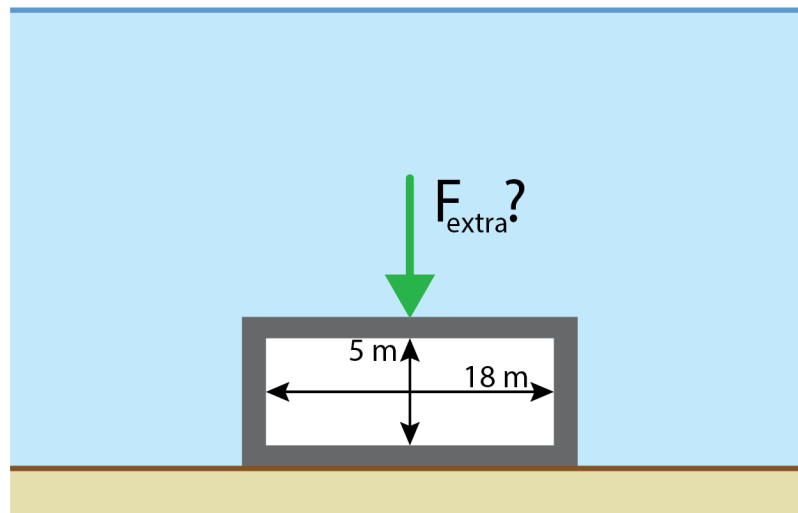
1. Bestimmen Sie die horizontalen und vertikalen Kräfte wirkend auf die Rohrkrümmung. (10 Punkte)
2. Sind diese Kräfte primär auf die Geschwindigkeit oder den Druck in der Rohrströmung zurückzuführen? (5 Punkte)

Szenario 2: Das Rohr endet unter Wasser im Kanal auf einer Höhe von 452,5 masl und der Wasserspiegel im Kanal liegt bei 455 masl. Beim Ausfluss unter Wasser erfährt die Strömung eine maßgebliche Divergenz der Stromlinien, welche mit beachtlichen Energieverlusten verbunden ist, die mit einem Verlustbeiwert von $K_{outflow} = 1$ angenommen werden.

1. Bestimmen Sie die horizontalen und vertikalen Kräfte wirkend auf die Rohrkrümmung. (10 Punkte)
2. Sind diese Kräfte primär auf die Geschwindigkeit oder den Druck in der Rohrströmung zurückzuführen? (5 Punkte)
3. Welches Szenario ist zu bevorzugen? (5 Punkte)

Beispiel 4. (Bitte ein neues Blatt verwenden)**(20/133 Punkte)**

Es wird die Errichtung eines neuen Tunnels am Grund eines großen Sees geplant um den Verkehr zu beschleunigen. Der See hat eine sandige und somit sehr durchlässige Sohle. Der gesamte Tunnel wird aus Beton mit einer Dichte $\rho_{\text{concrete}} = 2400 \text{ kg m}^{-3}$ hergestellt. Der Tunnel ist 18 m breit und 5 m hoch (Lichte Abmessungen). Die Wände, die Decke und die Bodenplatte sind einheitlich 1,3 m dick. Das Wasser wird mit einer Dichte von $\rho_{\text{water}} = 1000 \text{ kg m}^{-3}$ angenommen.



1. Die Ingenieure befürchten, dass der Tunnel nicht schwer genug ist um sich selbst vom Aufschwimmen zu bewahren. Welche zwei gegengleich wirkenden Kräfte auf den Tunnel müssen beachtet werden um zu verstehen, ob die Befürchtung berechtigt ist?
(3 Punkte)
2. Berechnen Sie beide dieser Kräfte für eine Einheitslänge des Tunnels (1 m), welcher vollständig im Wasser eingetaucht ist.
(8 Punkte)
3. Welche Kraft wird zusätzlich benötigt um den Tunnel vor Aufschwimmen zu schützen?
(4 Punkte)
4. Welche Kraft wird zusätzlich benötigt um den Tunnel vor Aufschwimmen zu schützen, wenn der Seegrund perfekt eben und undurchlässig wäre? Begründen Sie Ihre Antwort.
(5 Punkte)