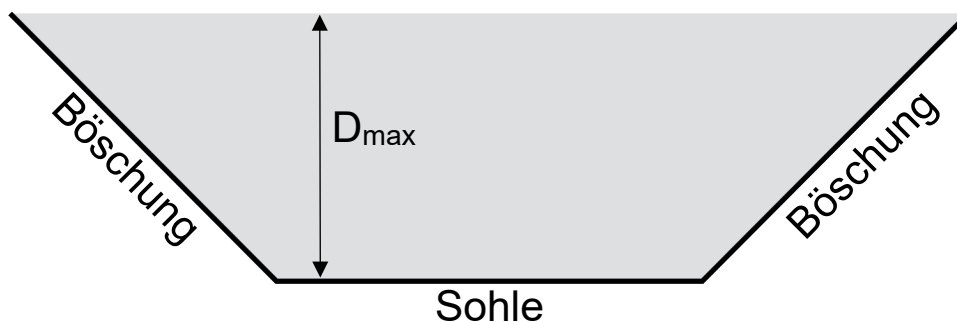


TECHNISCHE HYDRAULIK – Prüfung Jänner 2019**Beispiel 1****(42/133 Punkte)**

Ein Gebirgsbach hat eine Sohlneigung von $J_f = 0,35$, einen trapezförmigen Querschnitt mit einer Sohlbreite $B_{bottom} = 1,5$ m und 45° geneigten Uferböschungen und einer maximalen Fließtiefe von $D_{max} = 1,0$ m (siehe Grafik). Der Manning-Strickler Koeffizient wird auf $K_s = 25 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ geschätzt.

Der Bach fließt durch ein Dorf, wo das Gesetz vorgibt, dass der Bach eine ausreichende Kapazität für ein Q_{100} aufweisen muss. Dies ist der Abfluss mit einer Eintretenswahrscheinlichkeit von einmal pro Jahrhundert. Hydrologen geben diesen Abfluss mit $Q_{100} = 15 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ an.



Ein Wasserbauingenieur wird zuerst die bestehende maximale Abflusskapazität des Baches feststellen, d.h. den Maximalabfluss ohne die Gefahr, dass die Böschungskronen überströmt werden.

1. Als eine erste Schätzung, kann man davon ausgehen, dass immer Normalabfluss im Bach herrscht und dass es zu keinem Überströmen kommt solange die Wasseroberfläche bei Normalabfluss unterhalb der Böschungsoberkante (Böschungskrone) bleibt. Bestimme die maximale Abflusskapazität nach dieser Methode. (6 Punkte)
2. Berechne die normale und kritische Fließtiefe für diese maximale Abflusskapazität und bestimme das Strömungsregime. (15 Punkte)

Diese Methode ist allzu optimistisch, weil die Wasseroberfläche in Wirklichkeit nicht gleichmäßig und eben ist, sondern ungleichförmig und wellig. Darüber hinaus kann jedes Hindernis in der Strömung zu einem Anstieg des Wasserspiegels führen. Es ist recht üblich, die Abflusskapazität von Gebirgsbächen basierend auf einem kritischen Abfluss zu bestimmen anstatt auf Normalabfluss.

3. Bestimme die Abflusskapazität basierend auf der Hypothese eines kritischen Abflusses. (6 Punkte)

Falls die bestehende Abflusskapazität kleiner ist als Q_{100} , muss der Wasserbauingenieur eine konstruktive Anpassung des Baches vornehmen.

4. Entwerfe und berechne ein Flussbauprojekt welches die Abflusskapazität auf Q_{100} erhöht. Erkläre und begründe deine Maßnahmen. (15 Punkte)

Beispiel 2**(62/133 Punkte)**

Ein Feuer ist in einem 21 m hohen Bürogebäude ausgebrochen und die lokale Feuerwehr wurde gerufen um es zu löschen. Die Feuerwehrmänner bedienen ein Feuerwehrauto mit eingebauter Pumpe, welche Druck erzeugt und das Wasser von einem nahegelegenen Hydranten bezieht. Aufgrund des Druckes wird das Wasser durch das angeschlossene Schlauchsystem gedrückt bis es bei einer Düse als freier Wasserstrahl austritt.

Das Schlauchsystem besteht aus zwei Schläuchen: dem Einsatzschlauch und dem Versorgungsschlauch. Der Versorgungsschlauch ist direkt an das Feuerwehrauto in der Höhe von 1 m über Straßenniveau angeschlossen, ist 30 m lang und hat einen Durchmesser von 0,1 m. Der Einsatzschlauch verbindet den Versorgungsschlauch mit der Düse und hat eine Länge von 15 m und einen Durchmesser von 0,05 m. Beide Schläuche haben eine gleichwertige äquivalente Rauheit von $1 \cdot 10^{-4}$ m. Der Düsendurchmesser entspricht 0,04 m und der Feuerwehrmann hält die Düse 1 m über Straßenniveau. Der Durchfluss beträgt durchgehend $0,03 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Jedes Verbindungsstück bringt Energieverluste mit sich. Beim Anschluss des Versorgungsschlauches am Feuerwehrauto erfährt das Wasser einen Energieverlust mit dem Verlustbeiwert 0,2. Bei der Verbindung vom ersten zum zweiten Schlauch muss ein Energieverlust mit dem Verlustbeiwert von 0,5 stromabwärts berücksichtigt werden. Bei der Düse wird das ausströmende Wasser gedämpft mit einem Verlustbeiwert von 0,2.

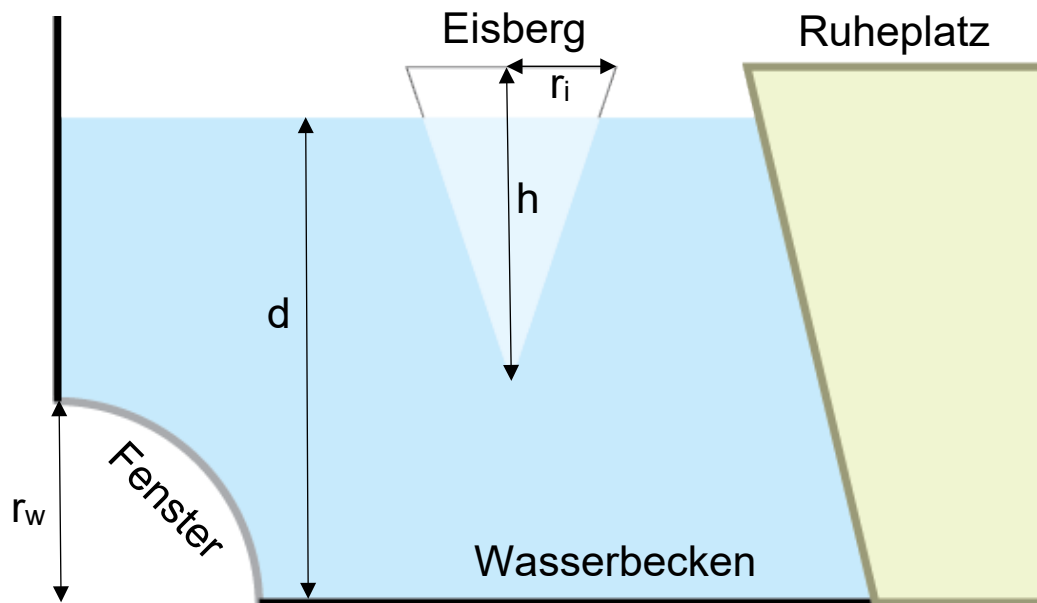
1. Zeichne eine verständliche Skizze der Aufgabenstellung. (10 Punkte)
2. Stelle eine Gleichung auf, welche die Fließgeschwindigkeit ausdrückt, die bei der Düse erreicht werden muss um eine gewisse Höhe h zu erreichen. Markiere ausdrücklich die Punkte, auf die du dich beziehst, in deiner Skizze. Energieverluste im freien Wasserstrahl können vernachlässigt werden. (5 Punkte)
3. Reicht die gegenwärtige Konfiguration aus um mit dem Wasserstrahl die Spitze des Gebäudes zu erreichen? Erkläre deine Antwort mit einer Berechnung. (3 Punkte)
4. Stelle eine Gleichung auf, welche den notwendigen Druck am Anschluss (Ausgang) des Feuerwehrautos beschreibt um einen gewissen Durchfluss Q bei der Düse zu erreichen. Markiere ausdrücklich die Punkte, auf die du dich beziehst, in deiner Skizze. (17 Punkte)
5. Berechne den notwendigen Druck für die gegenwärtige Konfiguration. (8 Punkte)

Der Feuerwehrmann spürt eine Kraft die von der Düse ausgeht. Die Düse selbst ist kurz genug um davon ausgehen zu können, dass keine vertikale Höhendifferenz zwischen dem Einlauf und Auslauf der Düse besteht.

6. Stelle eine Gleichung auf, welche die Gesamtkraft beschreibt, die in der Düse hervorgerufen wird. Zeichne eine verständliche Skizze der Aufgabenstellung und markiere ausdrücklich die Punkte auf die du dich beziehst. (15 Punkte)
7. Berechne die Größe dieser Kraft. (4 Punkte)

Beispiel 3**(29/133 Punkte)**

Ein Ingenieurbüro wurde von einem Zoo beauftragt, ein neues Gehege für Eisbären zu errichten. Dieses soll einen Ruheplatz, ein Wasserbecken und einen schwimmenden Eisberg aus Plastik beinhalten. Die Besucher werden die tauchenden Tiere nicht nur von oben betrachten können, sondern auch von einem Schauraum unterhalb des Wasserbeckens. Um dies möglich zu machen, muss ein großes, 90° radial gekrümmtes Fenster konstruiert werden. Um genau zu wissen, welche Dicke das Glas aufweisen muss und welche Kräfte dessen Tragstruktur aufnehmen muss, müssen die Ingenieure die wirkende Kraft zufolge des Wassers auf das Fenster berechnen. Die Form des Eisberges kann mit einem auf dem Kopf stehenden Kegel ($V = \frac{1}{3}\pi r_i^2 h$) angenähert werden. Die flache Seite ragt aus dem Wasser, damit die Eisbären darauf klettern können.



1. Stelle zwei Gleichungen auf, welche jeweils die vertikale und horizontale Kraftkomponente pro Einheitsbreite als Funktion von der Beckentiefe d und dem Fensterradius r_w darstellen, die von der Wassermasse auf das gekrümmte Glas ausgeübt wird. (5 Punkte)
2. Berechne die beiden Kraftkomponenten, wenn die Beckentiefe mit 7 m und der Radius des gekrümmten Fensters mit 3 m gegeben sind. (4 Punkte)
3. Bestimme die Größe, die Richtung und den Angriffspunkt der resultierenden Gesamtkraft. (5 Punkte)
4. Berechne die notwendige Dichte des Kegels (Eisberg), wenn der Kegel 4 m hoch ist und dabei 0,5 m aus dem Wasser ragen soll. (15 Punkte)