

Flussbau

Übung 2: Abflussberechnung

Alessandro Agazzi, André Müller, René Kaufmann

24. April 2010



1 Idealisiertes Gerinne

1.1 Schätzung des mittleren Reibungsbeiwerts für die Böschung

Das flussnahe Ufer weist ein relativ dichtes, mannshohes Gebüschwerk auf, das oft durch kleinere Bäume (Weichholz) mit Höhen von rund 5 m durchzogen ist. Auf Wasserspiegelhöhe wachsen kniehohes Sträucher. In einem Abstand von einigen Metern säumen ausgewachsene Bäume den Flussabschnitt. Die Uferböschungen sind teilweise mit größeren Blöcken stabilisiert, die von Gras und im Gebüschwerk mit einer Erdschicht überdeckt sind. Daher wird gemäss Tabelle 4.3 im Skript «Flussbau» von Gian Reto Bezzola für den Rauigkeitsbeiwert nach Strickler einen Wert von $k_{St} = 20 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ angenommen.

1.2 Pegel-Abfluss Relation

Die Pegel-Abfluss Relation ist in Abbildung 1 dargestellt und wurde mit der Teilflächenmethode berechnet.

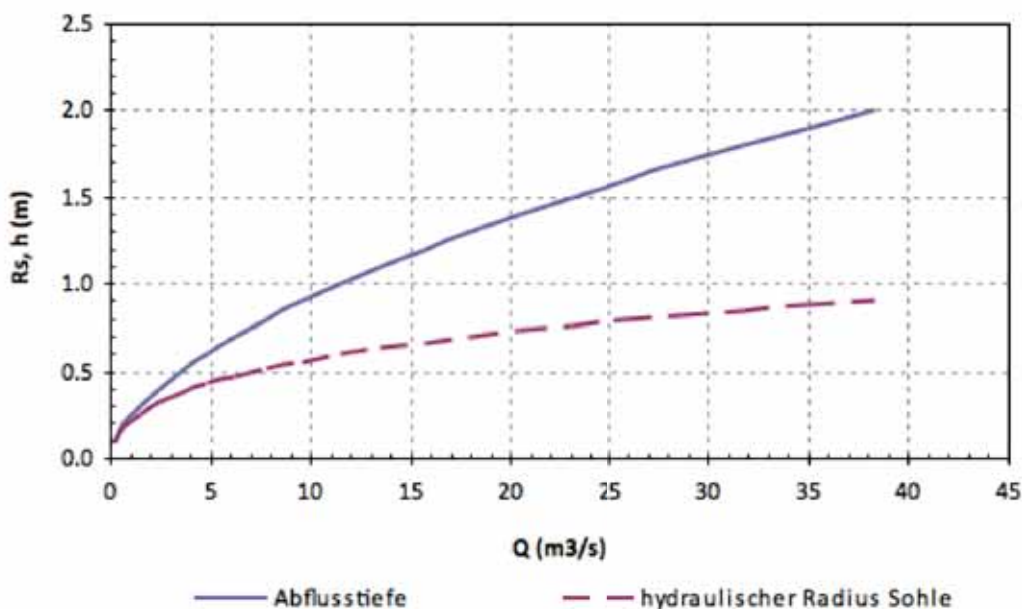


Abbildung 1: Pegel-Abfluss Relation: Pegel (ausgezogen), Hydraulischer Radius (gestrichelt)

1.3 Abflusskapazitäten

Ohne Berücksichtigung eines Freibordes kann sich ein max. Wasserstand von $h = 2 \text{ m}$ im Querschnitt einstellen. Dabei beträgt die Abflusskapazität $Q = 38,2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Wird ein Freibord von $f = 0,8 \text{ m}$ ($h = 1,2 \text{ m}$) gewählt, ergibt sich eine max. Abflusskapazität von $Q = 15,6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

2 Vollständig überwachsene Uferböschung

In dieser Teilaufgabe wird der durch Vegetation belegte Teil des Profils in Folge der sehr geringen Fließgeschwindigkeiten für die Abflusskapazität vernachlässigt. Die Begrenzungslinien zwischen Gehölz und freiem Querschnitt werden hier als Vertikale angenommen. Gemäss Skript Abschnitt 4.9 wird für diese Begrenzungslinie ein Reibungsbeiwert von $k_{St} = 20 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ verwendet.

Weiter wird hier die Abflusskapazität im Querschnitt mittels der äquivalenten Rauigkeit $k_{St,m}$ gemäss Gleichung (1) berechnet, welcher sich aus der Sohle und den Begrenzungslinien jeweils gewichtet über deren benetzten Umfang zusammensetzt.

$$k_{St,m} = \frac{P^{2/3}}{\left(\sum_i \frac{P_i}{k_{St,i}^{3/2}}\right)^{2/3}} \quad (1)$$

Für den Sohlenteilquerschnitt kann gemäss Gleichung (2) der Stricklerbeiwert $k_{St,S}$ in Abhängigkeit des charakteristischen Korndurchmessers des Sohlenmaterials $d_{90} = 128 \text{ mm}$ ausgedrückt werden. Für die Uferböschung wird der Stricklerbeiwert mit $k_{St,U} = 20 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ angenommen.

$$k_{St,s} = \frac{21.1}{\sqrt[6]{d_{90}}} \quad (2)$$

Die Abflusskapazität Q wird nach Strickler berechnet.

In Tabelle 1 sind die nach der Teilflächenmethode und der Methode der äquivalenten Rauigkeit ermittelten Abflusskapazitäten sowohl mit und ohne Freibord als auch mit und ohne Vegetation aufgeführt.

Tabelle 1: Vergleich der Abflusskapazitäten berechnet nach der Teilflächenmethode und der Methode der äquivalenten Rauigkeiten. (x = berücksichtigt)

	<i>Freibord</i>	<i>Vegetation</i>	Abfluss Q (m ³ /s)
Teilflächenmethode	-	-	38.2
	x	-	15.6
	-	x	23.6
	x	x	11.8
Methode äquivalente Rauigkeit	-	x	23.6
	x	x	12.0

Ein vollständig überwachsenes Ufer reduziert die Abflusskapazität deutlich. Die Teilflächenmethode mit Berücksichtigung der Vegetation und die Methode der äquivalenten Rauigkeiten liefern die gleiche Abflusskapazität. In Tabelle 2 sind die Abflüsse sowie die Abflusshöhen für die Wiederkehrperiode von 20, 50 und 100 Jahren gemäss eigener Hochwasserstatistik aufgeführt. Für die Berechnung nach der Teilflächenmethode wurde die Uferböschung als nicht vollständig überwachsen betrachtet. Dies verlangt aber einen regelmässigen Unterhalt der Uferböschung.

Das Bemessungshochwasser für diesen Abschnitt liegt bei einem $HQ50 = 26 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Dies entspricht nach der ermittelten Pegel-Abfluss Relation einem Wasserstand von 1.6 m im Gerinne mit einem Freibord von 0.4 m (vgl. Abbildung 1). Falls die Vegetation mitberücksichtigt wird, kommt es zu Ausuferungen. Bei einem 20-jährigen Hochwasser beträgt das Freibord 60 Zentimeter (optimistischer Ansatz) bzw. bei vollständig überwachsenen Ufer 10 Zentimeter. Dieser Abschnitt weist bei einem regelmässigen Unterhalt der Uferböschungen eine ausreichende Abflusskapazität auf. Sollten die Ufer aber stark zuwachsen, so ist die Abflusskapazität nicht mehr ausreichend und es muss mit Ausuferungen gerechnet werden.

Tabelle 2: Abflüsse und Abflussstände der Reppisch für 20-, 50- und 100-jährliche Wiederkehrperioden (optimistischer Ansatz).

Wiederkehrperiode (a)	Abfluss (m ³ /s)	Abflusstiefe) (m)
20	21	1.4
50	26	1.6
100	29	1.8