

# Hybride Untersuchung des Fließwiderstands von Waldflächen bei Flüssen

Diplomandin



Robine Luchsinger

**Ausgangslage:** Üblicherweise werden für numerische 2D-Modellierungen von Überschwemmungsflächen mit Waldgebieten die Rauigkeitsbeiwerte für die gesamte Fläche anhand bekannter empirischer Wertebereiche abgeschätzt. Dabei werden grössere Bäume in ihrer Geometrie und Oberflächenbeschaffenheit nicht berücksichtigt, was eine grosse Unsicherheit bei der Bestimmung der Rauigkeitsbeiwerte mit sich trägt. Bäume werden folglich im Modell nicht physisch definiert. Um dieser Unsicherheit entgegenzutreten wird der Einfluss der Bäume in verschiedenen Versuchsanordnungen in den Fokus gerückt. Ziel der Arbeit ist, eine Untersuchung der Fließwiderstände einer Waldfläche bei Flüssen durch Laborarbeiten und eine 2D-Modellierung durchzuführen. Dazu wird in der Versuchsrinne im Wasserbaulabor der Fachhochschule OST ein Aufbau erstellt, welcher ein Untersuchen der nötigen Parameter ermöglicht. Dafür werden in der Versuchsrinne Waschbetonplatten verlegt, eine PVC-Platte wird mit Versuchsanordnungen versehen und Bäume werden in verschiedenen Dichten / Anordnungen durch Aluminiumstäbe dargestellt. Anschliessend werden mithilfe numerischer 2D-Modellierungen mit dem Programm BASEMENTv3 die Rauigkeitsbeiwerte der Versuchsanordnungen ausgewiesen.

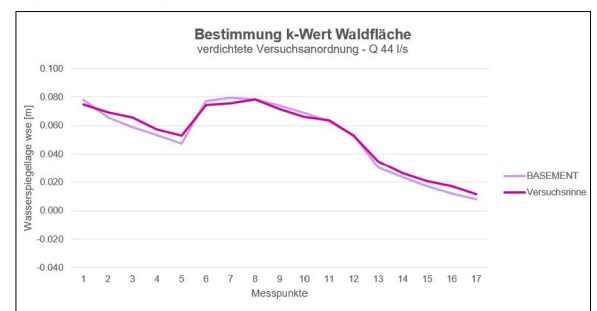
**Vorgehen:** Vorgängig müssen die Rauigkeitsbeiwerte der Waschbetonplatten und der PVC-Platte ohne Bäume bestimmt werden. Dazu werden in einem ersten Verfahren Wasserspiegelmessungen ohne Versuchsanordnung durchgeführt. So können anschliessend über die Berechnung des Energieliniengefälles die Rauigkeitsbeiwerte der beiden Materialien ermittelt werden. Damit die bestimmten Werte weiterverwendet werden können, werden sie anhand einer 2D-Modellierung kalibriert. In einem zweiten Verfahren wird eine Waschbetonplatte mit einem industriellen 3D-Scanner aufgenommen, um aus den daraus hervorgehenden Daten den Rauigkeitsbeiwert über die absolute Rauigkeit zu bestimmen. Beide Vorgehensweisen führen zu ähnlichen Resultaten. Zur Durchführung der Laborarbeiten fällt der Entscheid auf eine lineare, eine versetzte und eine verdichtete Versuchsanordnung. Diese werden auf je vier Abflüsse und drei Neigungen der Versuchsrinne untersucht. Mithilfe der gewonnenen Daten aus den Wasserspiegelmessungen werden 2D-Modellierungen erstellt, um Erkenntnisse über die Rauigkeitsbeiwerte für eine gesamte Waldfläche und den Einfluss der Bäume zu gewinnen. Dabei werden die Verläufe der Wasserspiegelmessungen aus den Versuchsanordnungen mit der 2D-Modellierung ohne eine Versuchsanordnung zusammengebracht. So können für die Waldfläche je Versuchsanordnung Rauigkeitsbeiwerte ermittelt werden, welche zur Anwendung kommen, ohne die Bäume im Modell ausschneiden zu müssen.

**Ergebnis:** Anhand der hybriden Untersuchung können für die definierten Abflüsse die Rauigkeitsbeiwerte je Versuchsanordnung bei einer Rinnenneigung von 1.125% bestimmt werden. Die Rauigkeitsbeiwerte der linearen Anordnung fallen in einen Bereich von  $k_{st} = 39-45 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ . Die versetzte Versuchsanordnung weist Rauigkeitsbeiwerte von  $k_{st} = 35-42 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  auf und die verdichtete Versuchsanordnung weist Werte von  $k_{st} = 22-32 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  auf. Somit kann aufgezeigt werden, dass eine höhere Dichte der Baumanordnungen, wie erwartet, einen höheren Fließwiderstand aufweist und damit ein tieferer Rauigkeitsbeiwert mit einhergeht. Ausserdem wird sichtbar, dass aus einer höheren Dichte bei höherem Abfluss eine tiefere Froude-Zahl resultiert.

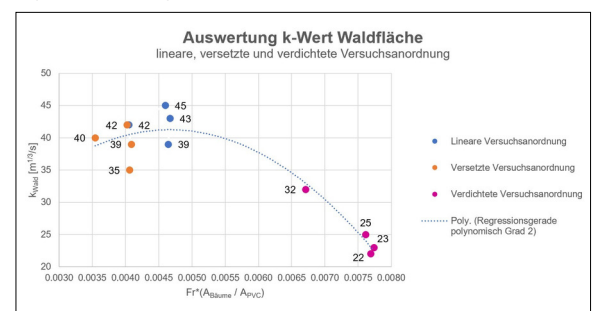
**Versuchsrinne mit Versuchsaufbau im Wasserbaulabor**  
Eigene Fotoaufnahme



**Darstellung Messung Versuchsrinne und Berechnung BASEMENTv3, Neigung der Versuchsrinne 1.125%**  
Eigene Darstellung



**Auswertung k-Werte Waldfläche in Abhängigkeit von Versuchsanordnung und Froude-Zahl**  
Eigene Darstellung



**Referent**  
Prof. Dr. Davood Farshi

**Korreferentin**  
Dr. Azin Amini, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, VD

**Themengebiet**  
Wasser

