

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 99 (2007)
Heft: 3

Artikel: Transiente 3d-Simulation einer Pendelrampe
Autor: Moser, Lukas / Schmocker, P.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-940142>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Transiente 3d-Simulation einer Pendelrampe

■ Lukas Moser, P. Schmocker

Zusammenfassung

Mittels einer 3d-transienten Zwei-Phasen-CFD-Simulation wurde das Verhalten der Pendelrampe des Scherlibaches im Hochwasserfall untersucht. Die Simulation zeigt die Wasseroberfläche im zeitlichen Verlauf. Die Auswirkungen eines Hochwassers können somit aufgezeigt werden. Im Modell ist es möglich, verschiedene Bachverbauungen und deren Verhalten bei Hochwasser zu untersuchen und miteinander zu vergleichen.

1. Die Pendelrampe

«Pendelrampen» sind in Abständen gegenseitig verschränkte, leicht zur Flussmitte neigende Natursteinschwellen. Sie bremsen die Wasserwucht und verlängern gleichzeitig den Wasserweg. Das Wasser «pendelt» – wenn auch auf kleinem Raum – in naturnahen Mäandern. Im Gegensatz zu den herkömmlichen Rampen erhält man an den Seitenrändern weniger Uferangriffe. Denn obschon das Wasser «pendelt», wird die Energie des Hauptstromes stets vom Ufer weggezogen und zur Gewässermitte hingelenkt. Diese nachhaltige Sicherungsmassnahme eignet sich besonders in kleineren Gewässern, bei relativ grossem Gefälle und in dicht besiedelten Räumen.

2. Der Scherlibach

Beim Unwetter 2005 tiefte sich die Bachsohle des Scherlibaches teilweise um mehr als 50 cm ein. Holzschwellen und diverse Uferpartien wurden unterspült. Zusätzliche Massnahmen wurden nötig. Die Gemeinde Köniz entschied, zusammen mit dem Wasserbauexperten, Herman Grober aus Österreich, die erste Pendelrampe in der Schweiz zu realisieren.

In Zusammenarbeit mit der IG «Wasserbau im Fluss» wurde die Strömung bei einem Hochwasser in der Pendelrampe des Scherlibaches von der ProcEng Moser GmbH untersucht. Die ProcEng Moser GmbH hat sich auf die Simulation von Strömungen mittels CFD spezialisiert.



Bild 1. Scherlibach mit fertig gestellter Pendelrampe.



Bild 2. 3-dimensionales Modell der Pendelrampe.

3. Was ist CFD

CFD steht für computed fluid dynamics. Die Navier-Stokes-Gleichungen und zusätzliche physikalische Modelle werden numerisch gelöst. Dazu wird die zu simulierende Geometrie dreidimensional erstellt und mit einem Netz (Würfel, Polyeder oder Tetraeder) gefüllt. In jeder Zelle werden nun die Geschwindigkeit, der Druck und alle weiteren Grössen berechnet. Mittels Schnitten durch das Modell kann man die

berechneten Grössen, z.B. die Geschwindigkeit, farblich oder mittels Vektoren darstellen. CFD bedeutet somit nicht: colorful pictures for directors. Eine Simulation kann stationär oder transient durchgeführt werden. Bei der transienten Simulation wird die Strömung in Funktion der Zeit berechnet. Da die Geschwindigkeiten für jeden Zeitschritt iterativ berechnet werden müssen, sind transiente Strömungssimulationen sehr rechenaufwändig.

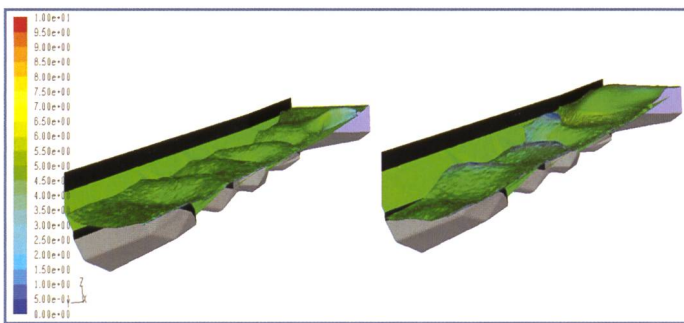


Bild 3. Wasseroberfläche Scherlibach, eingefärbt nach der Fließgeschwindigkeit.

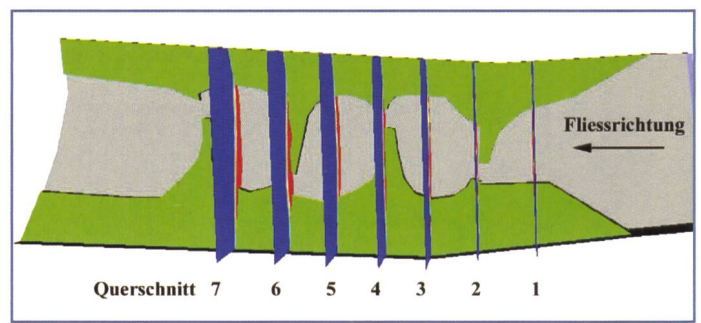


Bild 4. Lage der Querschnitte durch den Scherlibach.

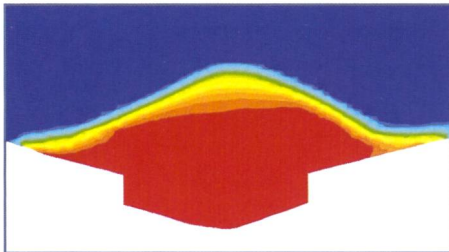


Bild 5. Querschnitt 1.

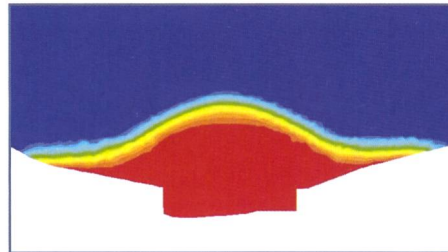


Bild 6. Querschnitt 2.

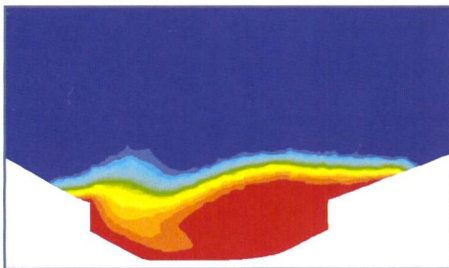


Bild 7. Querschnitt 3.

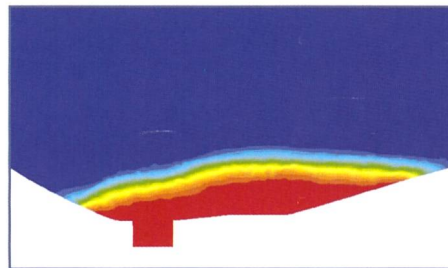


Bild 8. Querschnitt 4.

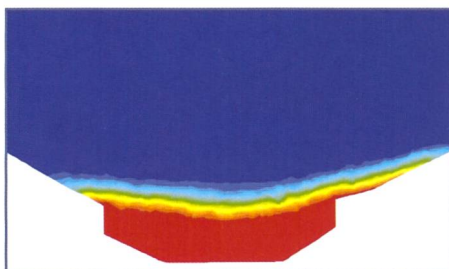


Bild 9. Querschnitt 5.

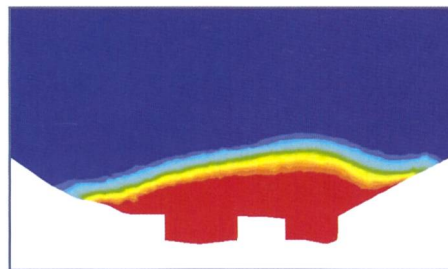


Bild 10. Querschnitt 6.

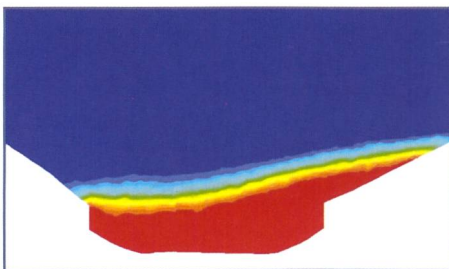


Bild 11. Querschnitt 7.

In der Industrie sind CFD-Simulationen ein etabliertes Tool, um Anlagen auszulegen und zu optimieren. Im Wasserbau sind sie noch nicht stark verbreitet. Dies liegt daran, dass für die Simulation eines Bachabschnittes beachtliche Rechenleistungen nötig sind. Die unten beschriebene Simulation eines Ausschnittes der Pendelrampe vom Scherlibach wurde auf dem

Linux Cluster der ProcEng Moser GmbH, auf mehreren CPUs parallel durchgeführt. Trotzdem dauerte eine Berechnung mehrere Tage.

4. Erstellen des Modelles

Ein Ausschnitt der Pendelrampe wurde 3-dimensional erstellt (Bild 2). Anschliessend wurde eine transiente Zwei-Phasen Strömungssimulation eines Hochwassers durchgeführt. Dies bedeutet, dass die Geschwindigkeiten des Wassers und der Luft an jeder Stelle im Modell in Funktion der Zeit berechnet wurden. Es liegt die Phase Luft sowie die Phase Wasser vor. Die Phasengrenze, die Wasseroberfläche, wurde während der Simulation mit einem speziellen Modell aufgrund der Geometrie und der Strömungsverhältnisse zu jedem Zeitpunkt berechnet.

5. Resultate

Bild 3 zeigt die Wasseroberfläche des Scherlibaches zu zwei verschiedenen Zeitpunkten. Die instationären Wellen sind gut sichtbar. Im rechten Bild ist die Strömungsgeschwindigkeit am Ufer etwas tiefer, bläulicher Bereich.

Im Bild 4 ist die Lage der verschiedenen Querschnitte durch die Pendelrampe dargestellt.

Die Bilder 5–11 zeigen die Querschnitte. Rot dargestellt ist das Wasser, Blau die Luft. In den Bildern 5, 6, 7, 8, 10 ist gut sichtbar, wie sich die Welle in der Mitte des Baches ausbildet. Dies entlastet das Ufer. Es ist zu beachten, dass die Wellen sich mit der Zeit ändern und die Bilder 5–11 eine Momentaufnahme darstellen.

6. Ausblick

Dank sehr leistungsfähiger Hardware und moderner Software lassen sich heute auch anspruchsvolle Aufgaben, wie ein Hochwasser in einer Pendelrampe, im Wasserbau mittels CFD-Simulationen untersuchen.

Somit können verschiedene Bauten im Wasserbau simuliert und miteinander verglichen werden. Die Simulationsmodelle im Masstab 1:1 können kostengünstig durchgeführt werden. Ohne Gefahr können extreme Bedingungen und Vorkommnisse untersucht werden. Die Durchführung teurer Modellversuche entfällt.

Dank

Wir danken den Firmen bhc-projektplanung, Witschi Bau AG und Kästli Bau AG und ProcEng Moser GmbH für die finanzielle Unterstützung der Arbeit.

Anschrift der Verfasser
 Lukas Moser, ProcEng Moser GmbH
 Juchen 5, CH-2577 Siselen
 lukas.moser@proceng.ch
 Tel. 032 396 37 14