

3D-CFD IN DER SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFT: POTENTIAL, NUTZEN UND HERAUSFORDERUNGEN

Mattias Deller, TK CONSULT AG, Neugasse 136, 8005 Zürich, +41 (0) 44 288 81 86, mattias.deller@tkconsult.ch

Steffen Corbe, TK CONSULT AG, Neugasse 136, 8005 Zürich, +41 (0) 44 288 81 87, steffen.corbe@tkconsult.ch

Michel Kuhlmann, TK CONSULT AG, Neugasse 136, 8005 Zürich, +41 (0) 44 288 81 82, michel.kuhlmann@tkconsult.ch

Nutzen

- Vermeidung von Unter- oder Überdimensionierungen maximiert Nutzen
- Verstehen und Visualisieren der Strömung in komplexen Bauwerken
- Bauwerksgeometrien können einfach im Modell angepasst und optimiert werden
- Bessere Dimensionierung der Bauwerke und dadurch beispielsweise Reduktion der Entlastungshäufigkeit in Vorfluter
- Abbildung und Quantifizierung von 3D-Strömungseffekten (z.B. Turbulenzen, Kurveneffekte)

Herausforderungen

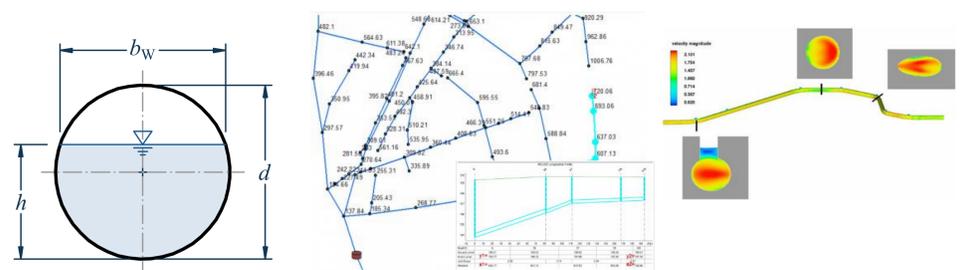
- Grosse Perimeter führen zu langen Rechenzeiten
- Lange instationäre Charakteristik der Prozesse führt ebenfalls zu hohen Rechenzeiten
- Begrenzte Datengrundlagen für die Erstellung komplexer Geometrien

Potential

- Visualisierung von 3D-Strömungsergebnaten im BIM
- Komplexe Phänomene wie Be- und Entlüftung, Schadstofftransport, Sedimentation, Mehrphasen (z.B. Wasser, Öl), Abrasion sowie thermodynamische Prozesse können mitbetrachtet werden
- 3D-Planung (BIM) dient als Grundlage für eine kostengünstige Strömungssimulation
- 3D-Simulationen liefern präzise Randbedingungen für grossräumige 1D-Modelle

Unterschied analytisch vs. 1D vs. 3D-CFD

	Empirische Berechnung	1D-Modellierung	3D-Modellierung
Modellgrösse/Perimeter	punktuell	regional	lokal
Komplexität	gering	mittel	hoch
Gleichungen	z.B. Prandtl-Colebrook, Poleni	z.B. 1D Saint-Venant	Navier-Stokes
Berechnungsergebnisse	Strömungsgrössen als $f(x)$	Strömungsgrössen als $f(x)$	Strömungsgrössen als $f(x,y,z)$
Anwendung	Grobhydraulik in einem Bauwerk/Querschnitt etc.	Integrale Grobhydraulik in einem System, mit einer Vielzahl an hydraulischen Knotenpunkten	Detailhydraulik



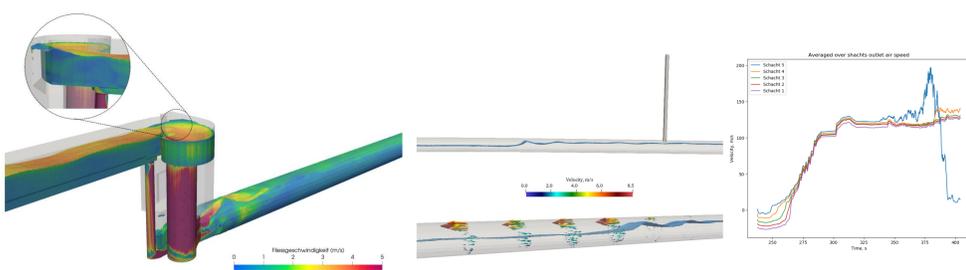
Quelle: <https://www.bauformeln.de/wasserbau/rohrhydraulik/>

Quelle: <http://wiki.mikepoweredbydhi.com/mikeurban/anleitungen/gleichmaessiges-gefaelle-anwenden>

Quelle: TKCONSULT AG, 2017

Anwendungsbeispiele in der Siedlungsentwässerung

Wirbelfallschacht mit Trockenwetter- und Regenwetterfallrohr, Stauraumkanal und Hochwasserentlaster

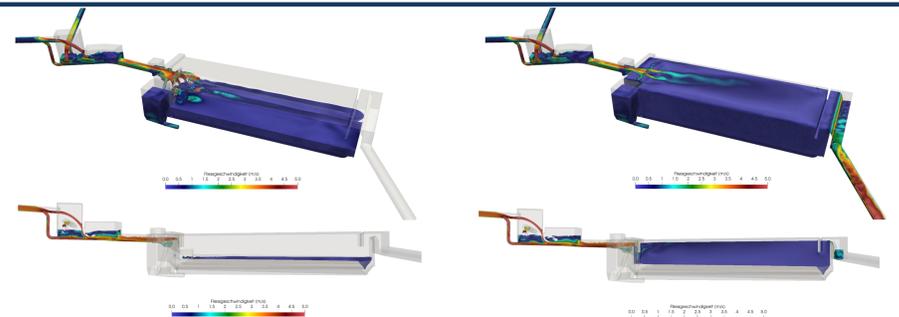


Nutzen

- Hydraulische Prüfung des bestehenden Gesamtsystems
- Bestimmung der maximalen Kapazität der Trocken- und Regenwetterfallrohre
- Nachweis Be- und Entlüftungsleistung
- Nachweis Leistungsfähigkeit Hochwasserentlaster
- Optimierung Gesamtsystem



Vereinigungsbauwerk mit Absturzkammer, Regenbecken und Hochwasserentlastung



Nutzen

- Hydraulische Begleitung bei der Planung des Absturzbauwerkes und des Umbaus Regenbeckens
- Optimierung Dissipationskammer
- Berechnung des Wasserspiegels im Regenbecken bei maximalem Abfluss
- Nachweis Funktionalität diverser Anlagenteile



Vereinigungs- und Stabilisationskammer mit nachgelagertem Wirbelfallschacht (Fallhöhe 60 m) und Dissipationskammer

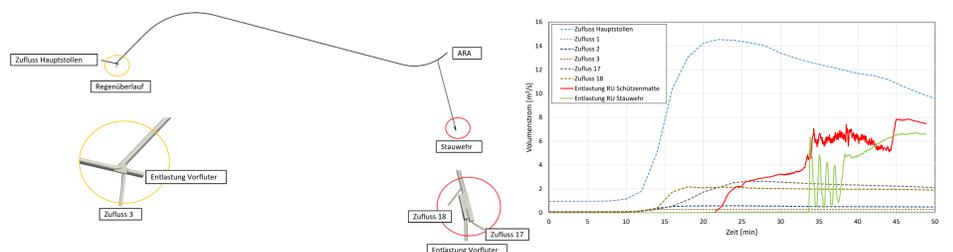


Nutzen

- Hydraulische Begleitung der Planung
- Optimierung der Stabilisationskammer
- Nachweis hydraulische Kapazität im Wirbelfallschacht bei maximalem Abfluss
- Nachweis der Be- und Entlüftungsleistung
- Nachweis der Funktionsweise der Dissipationskammer



Kläranlage-Zulaufstollen (3 km Länge) mit diversen Zuflüssen und zwei Hochwasserentlaster



Nutzen

- Berechnung der Entlastungskennlinie bei einem Hochwasserentlaster als Randbedingung für eine 1D-Simulation
- Berechnung der Entlastungsmengen in Vorfluter für verschiedene Abflussszenarien
- Verbessertes Verständnis der hydraulischen Wirkungsweise des Stollens bei z5-Regenereignis und Auswirkung auf oberliegendes Gewässernetz
- Verifizierung der Entlastungsvolumen aus der 1D-Strömungssimulation