

Neubau Pumpspeicherkraftwerk Atdorf

Hybride Wasserbauliche Modellversuche

Bearbeitung: Dipl.-Ing. T. Mohringer, Dipl.-Ing. M. Musall

Neubau des Pumpspeicherkraftwerks Atdorf

Weil der Anteil fluktuierender Stromerzeugung, wie z.B. Windenergie oder Solarenergie zunimmt, müssen mehr und mehr nicht nur Schwankungen beim Stromverbrauch, sondern auch solche bei der Stromerzeugung ausgeglichen werden. Aktuell sind Pumpspeicherkraftwerke die einzige Technologie, die den Bedarf an Speicherenergie mit akzeptablem Wirkungsgrad decken kann.

Im Südschwarzwald, nördlich von Bad Säckingen wird deshalb von der Schluchseewerk AG das größte Pumpspeicherkraftwerk Deutschlands mit einer Leistung von 1400 MW geplant. Zwischen dem Hornberg und dem Haselbachtal soll die Höhendifferenz von rund 600 m genutzt werden. Das Oberbecken wird durch das Hornbergbecken II mit einem Nutzinhalt von 9 Mio. m³ gebildet. Ca. 8 km südwestlich im Haselbachtal, einem Seitental des Rheins, entsteht das Haselbecken mit gleichem Nutzinhalt, das als Unterbecken dient. Vom Hornbergbecken II führen zwei ca. 700 m lange vertikale Druckschächte mit jeweils 4,8 m Durchmesser zur Kaverne Atdorf. In der Kaverne werden sechs Pumpenturbinen installiert. Von dort führt der ca. 8,3 km lange Unterwasserstollen mit einem Durchmesser von 9,2 Metern zum Haselbecken.

Um Planungssicherheit zu erlangen wurde das Institut für Wasser und Gewässerentwicklung des KIT von der Schluchseewerk AG beauftragt Modellversuche für den Bereich des Auslaufbauwerkes im Haselbecken durchzuführen.



Fragestellung

Folgende Aspekte liegen im Aufgabenbereich der Modelluntersuchungen:

- Vermeidung der Bildung luftansaugender Wirbel vor dem Auslaufbauwerk im Pumpbetrieb.
- Untersuchung von Erosion an den angrenzenden Uferbereichen
- Sicherstellung einer gleichmäßigen Anströmung im Pumpbetrieb
- Sicherstellung einer gleichmäßigen Abströmung im Turbinenbetrieb
- Minimierung der hydraulischen Verluste

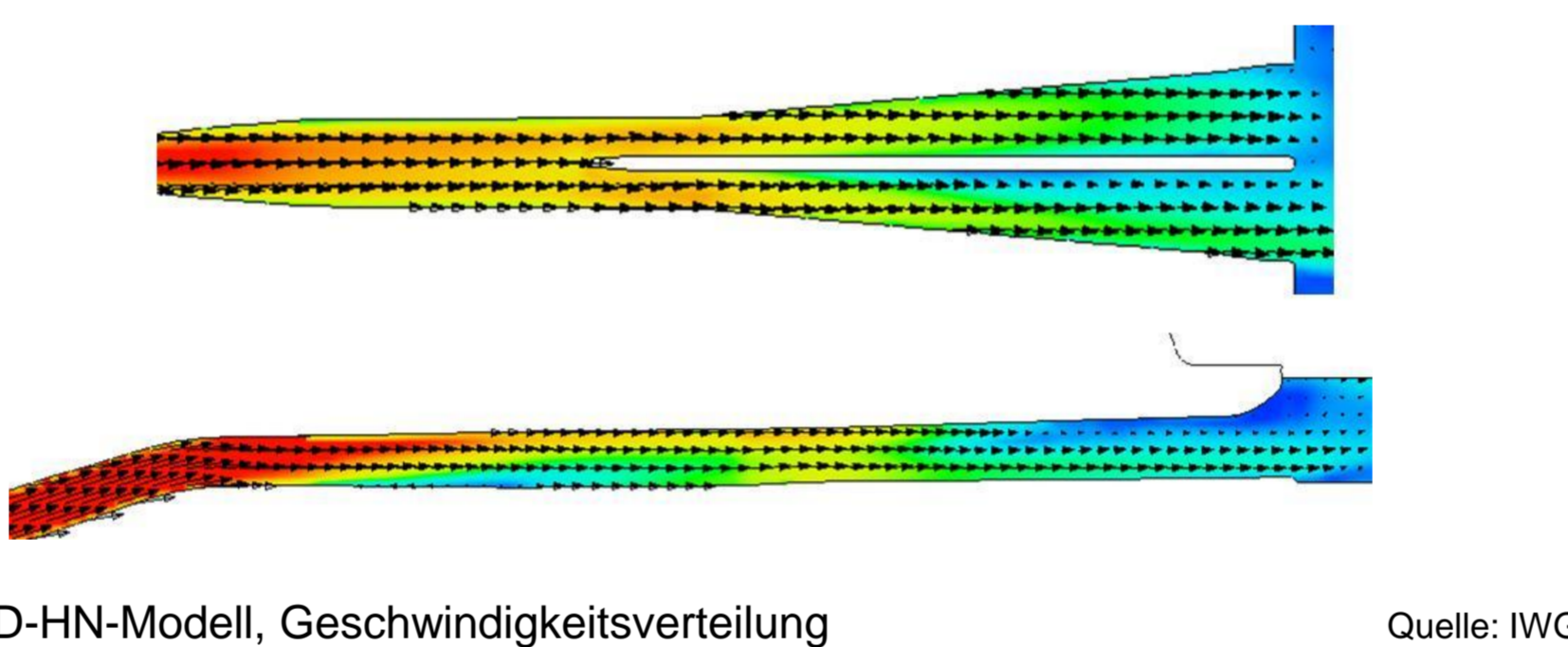
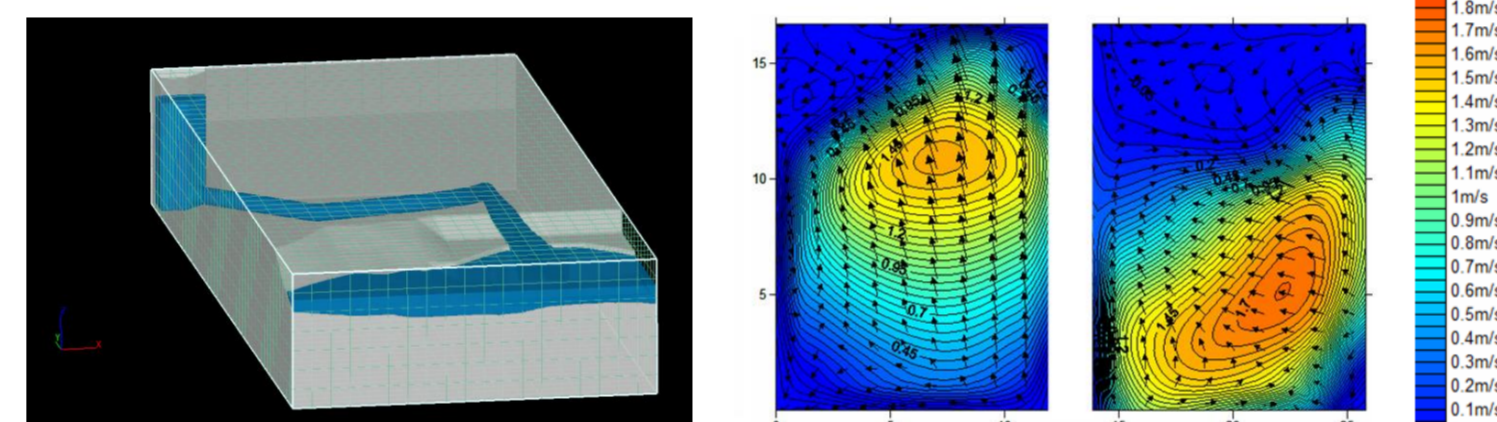
Die Modelle

Die hydraulischen Untersuchungen wurden mit Hilfe einer hybriden Vorgehensweise durchgeführt. Unter Verwendung eines 3D-HN-Modells wurde die Geometrie des Auslaufbauwerkes im Haselbecken vordimensioniert. Das Physikalische Modell dient der Feinoptimierung und Verifizierung der Bauwerksgeometrie und der Bearbeitung der übrigen Fragestellungen.

Numerisches Modell

Die 3D-HN-Modellierung wurde mit dem Programm Flow-3D durchgeführt.

- Berechnung: RANS-Gleichungen (Reynolds-averaged Navier-Stokes)
- Turbulenzmodell: RNG (Renormalization Group) k-ε Modell
- Gitter: Äquidistantes strukturiertes Rechteckgitter



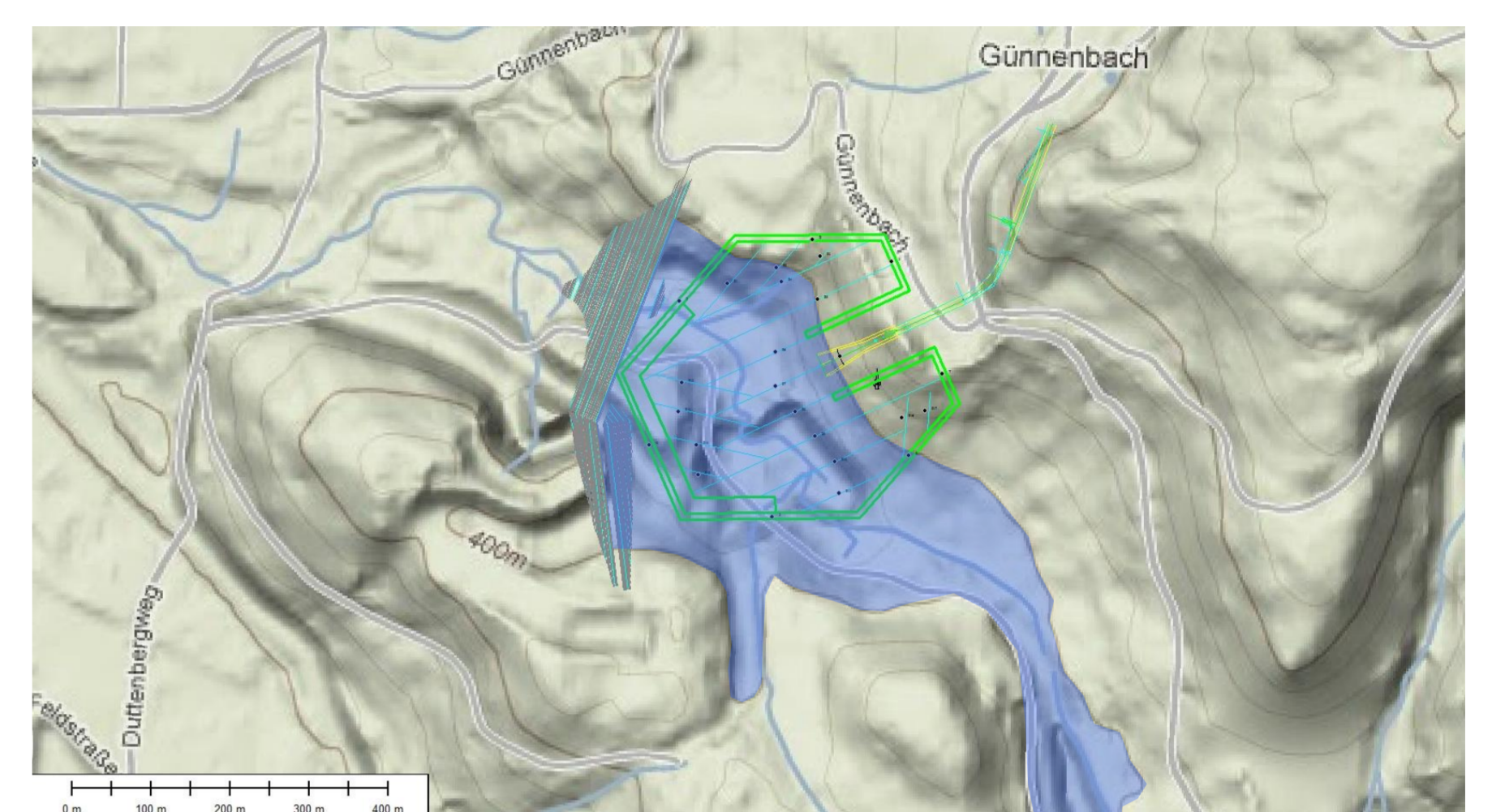
Pumpspeicherkraftwerk (PSW)

Ein Pumpspeicherkraftwerk (PSW) ist eine besondere Form eines Speicherkraftwerkes und dient der Speicherung von elektrischer Energie durch Umwandlung in potentielle Energie von Wasser. Kennzeichen eines Pumpspeicherkraftwerkes ist der reversible Anlagenbetrieb. Eine Pumpenturbine und ein Motorgenerator bilden eine Einheit, die zwei Betriebsarten hat: bei Strombedarf arbeitet der Motor-Generator als Generator und liefert, von der Turbine angetrieben, elektrischen Strom. Bei Überschuss an elektrischer Leistung im Stromnetz arbeitet der Motorgenerator als Elektromotor und treibt die Pumpe an. Der Gesamtwirkungsgrad für diesen Prozess liegt bei ca. 80%.

Die Fähigkeit der Pumpspeicherkraftwerke, sowohl Energie aufzunehmen als auch abzugeben wird zur Stabilisierung des Stromnetzes genutzt. In Deutschland ist eine Pumpspeicherleistung von etwa 7 GW installiert, die bei einer Jahreslaufzeit von 1070 h/a einen Stromumsatz von 7,5 TWh als so genannte "Regelenergie" bereit stellt.

Physikalisches Modell

Froude'sches Modellgesetz / Modellmaßstab: 1:38,33



Natur- und Modelldaten

	Natur 1:1	Modell 1:38,333
D _{Stollen}	9,2 m	240 mm
Q _{Stollen}	266,66 m ³ /s	29 l/s
V _{Stollen}	4,01 m/s	0,65 m/s
Re _{Stollen}	3,69*10 ⁷	1,55*10 ⁵

Modellaufbau

Schritte beim Aufbau:

- Aufbau der Modellumgrenzungsmauer
- Übertragen der digitalen Höhendaten auf Profilbleche
- Millimeter genaues Einmessen der Profilbleche im Modell
- Verfüllen der Zwischenräume und Vormodellieren des Geländes mit Sand
- Aufbringen der 5 cm starken Betonoberfläche und Feinmodellieren des Geländes
- Aufbau und Einbau der PVC-Bauwerksmodelle

