

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Raithel, Marc; Kirchner, Andreas; Khademi-Hashemi, Fashid Dreidimensionale numerische Berechnungsmodelle der Hauptbaugrube zur Erstellung der 5. Maschine des Rheinkraftwerks Iffezheim

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/105328>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Raithel, Marc; Kirchner, Andreas; Khademi-Hashemi, Fashid (2009): Dreidimensionale numerische Berechnungsmodelle der Hauptbaugrube zur Erstellung der 5. Maschine des Rheinkraftwerks Iffezheim. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Aktuelle Entwicklungen bei der Anwendung numerischer Verfahren in der Geotechnik. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 75-76.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.





DREIDIMENSIONALE NUMERISCHE BERECHNUNGSMODELLE DER HAUPTBAUGRUBE ZUR ERSTELLUNG DER 5. MASCHINE DES RHEINKRAFTWERKS IFFEZHEIM

MARC RAITHEL, ANDREAS KIRCHNER, FASHID KHADEMI-HASHEMI
*Kempfert + Partner Geotechnik, Goerdeler Straße 4, 97084 Würzburg,
Email: m.raithel@kup-geotechnik.de*

Die Staustufe Iffezheim liegt bei Rhein-km 334,0 und wurde 1977 in Betrieb genommen. Das bestehende Kraftwerk besitzt vier Rohrturbinen und ist für eine Ausbauwassermenge von 1.100 m³/s ausgelegt. Eine ergänzende Vereinbarung vom 21.03. bzw. vom 30.03.1994 zum Staatsvertrag vom 04.07.1969 gestattet einen maximalen Durchfluss von 1.500 m³/s. Dieser soll mit dem Bau der 5. Maschine optimal ausgeschöpft werden.

Zur Herstellung der 5. Maschine sind drei Baugruben konzipiert, die Oberwasser-Baugrube (Einlauf), die Hauptbaugrube (Kraftwerk) und die Unterwasser-Baugrube (Saugschlauch und Auslauf). Sämtliche Baugruben befinden sich innerhalb einer an das bestehende Kraftwerk anschließenden künstlichen Insel. Die 33 m tiefe Hauptbaugrube mit den Abmessungen von 51 m auf 36 m ist als ovale Baugrube (korbbogenförmige Baugrube) mit rückverankerter Unterwasserbetonsohle geplant. Die ca. 45 m tiefe Baugrubenwand besteht aus Schlitzwänden ($d = 1,50$ m). Zur Annäherung an die Bogenform wird die Schlitzwand und der Kopfbalken als ein Polygon mit Segmentlängen von ca. 3,0 m hergestellt. Nach Herstellung der Schlitzwand wird ein Kopfbalken mit den Abmessungen von 2 m Höhe auf 4 m Breite auf der Wand hergestellt. Eine Aussteifung oder eine Rückverankerung der Baugrubenwände ist nicht vorgesehen.

Da eine entsprechende analytische Berechnung z.B. mit Schalenmodellen aufgrund der analytisch nicht zu ermittelnden unsymmetrisch auftretenden Einwirkungen infolge Erddruck nicht zielführend ist, sollen die ermittelten Schnittgrößen direkt zur Bewehrungsermittlung verwendet werden. Somit war ein entsprechend komplexes numerisches Berechnungsmodell zu erstellen, wobei das Tragverhalten der Baugrube allein aus deren Form bzw. aus deren räumlichen Lastabtrag zutreffend zu berücksichtigen war.

Im Rahmen der Ausführungsplanung der Hauptbaugrube wurden daher dreidimensionale numerische Berechnungen durchgeführt. Diese Berechnungen werden mit dem FE-Programm PLAXIS 3DFoundation (Version 2.2) am Kontinuummodell durchgeführt.

Das dreidimensionale Berechnungsmodell wurde unter Berücksichtigung der vorhandenen Situation abgebildet. Dabei wurde die geplante Hauptbaugrube, der anstehende Baugrund aber auch die vorhandenen vorhandene Nachbarbebauung berücksichtigt. Insbesondere war es erforderlich, das in westlicher Richtung dicht an die Hauptbaugrube anschließende bestehende Kraftwerk sowie die im Bereich der Hauptbaugrube liegenden Ufermauern (Schwergewichtsmauern) in ihrer Lage und ihren Abmessungen realitätsnah zu modellieren.

Da der Baugrund im Wesentlichen aus unterschiedlich mächtigen nichtbindigen Auffüllungen sowie aus gewachsenen Sanden und Kiesen besteht, wurde zur Abbildung des anstehenden Baugrundes das sog. Hardening Soil (HS) Modell (elaso-plastisches Stoffgesetz mit deviatorischer und volumetrischer Verfestigung) verwendet, welches Ent- und Wiederbelastungseffekte bzw. spannungsabhängige Steifigkeiten des Baugrundes erfasst.

Zur Berücksichtigung der Zusammensetzung des Korbbogens aus einzelnen Schlitzwandlamellen wurde eine Zugkraftübertragung in horizontaler Richtung bzw. Ringrichtung zwischen den einzelnen Lamellen nicht ermöglicht (Zugkraft in Ringrichtung zu Null gesetzt) sowie der Korbbogen ohne eine Momentenbeanspruchung in Ringrichtung berechnet (Radialmoment zu Null gesetzt).

Neben dem beschriebenen dreidimensionalen Berechnungsmodell zur Ermittlung der Schnittgrößen und Verformungen bzw. zur statischen Nachweisführung wurde zusätzlich ein dreidimensionales



Strömungsmodell generiert, mit welchen die Strömungs- und Potentialverhältnisse im Bereich der Baugruben untersucht wurden. In diesem Berechnungsmodell war die Erfassung der anisotropen Durchlässigkeitseigenschaften des Baugrundes erforderlich. Des Weiteren musste ein globales Dichtungssystem aus mehreren Dichtwänden mit über 100 m Länge sowie einer Asphaltabdichtung des Einlaufbereiches zum Kraftwerk abgebildet werden, um die Differenz zwischen dem Unterwasserstand und dem aufgestauten Oberwasserstand von über 10 m berechnen zu können.

Auf Grundlage dieses dreidimensionalen Strömungsmodells konnten somit auch die Auswirkungen von sog. Havariefällen wie z.B. außerplanmäßige Undichtigkeiten oder Umströmungen auf die Gesamtsicherheit der Haltung untersucht werden. Des Weiteren konnte durch das Strömungsmodell belegt werden, dass die Strömungsverhältnisse durch den Einbau der Baugruben nicht entscheidend verändert werden und der Ansatz von entsprechenden Differenzwasserdrücken im statischen Modell näherungsweise vernachlässigt werden kann.

Anhand der Berechnungsergebnisse des dreidimensionalen statischen Modells kann gezeigt werden, dass tatsächlich die Tragwirkung wesentlich von den in Ringrichtung wirkenden Normalkräften bestimmt wird und eine standsichere Konstruktion auch ohne Radialmoment dimensioniert werden kann. Einen maßgebenden Effekt auf die Berechnungsergebnisse stellt hierbei neben den unsymmetrischen Einwirkungen die realistische Abbildung der Baugrube als Polygonzug mit den tatsächlich geplanten Schlitzabständen dar.