

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 138 (2012)
Heft: Dossier (5-6): Best of Bachelor 2010/2011

Artikel: Bewegungen der Staumauer Emosson visualisieren : Entwicklung eines hybriden Modells zur Staumauerüberwachung
Autor: Bleuler, Mira
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-178487>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.07.2025

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

BEWEGUNGEN DER STAUMAUER EMOSSON VISUALISIEREN

Entwicklung eines hybriden Modells zur Staumauerüberwachung



DIPLOMANDIN Mira Bleuler

DOZENT Peter Gonsowski, Prof. Dr.-Ing. TU/SIA

EXPERTE Helmut Stahl, dipl. Ing. ETH

DISZIPLIN Wasserbau

Staumauern bewegen sich und müssen regelmässig untersucht und geprüft werden. Für die Praxis ist es sinnvoll, ein Modell benutzen zu können, das Resultate liefert, die mit den gemessenen Werten genau übereinstimmen. Deshalb soll ein Modell entwickelt werden, das aus vorgegebenen Parametern die voraussichtlichen Verformungen berechnen kann.

Der Stausee Emosson im Wallis ist schon heute der wichtigste Bestandteil der Wasserkraftanlage Emosson. Für das im Bau befindliche Pumpspeicherkraftwerk Nant de Drance wird er zusätzlich als Unterbecken dienen und muss somit über eine Druckleitung mit einer höher gelegenen Stauanlage verbunden werden.

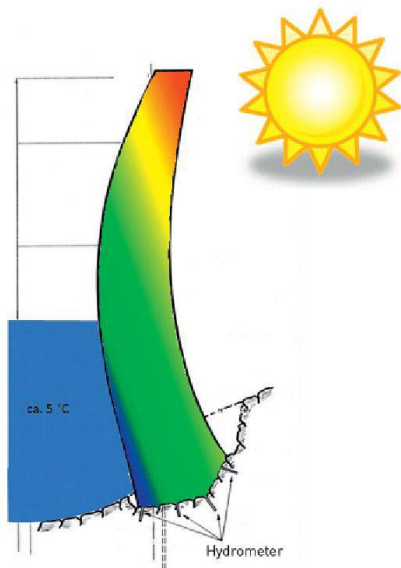
Der Zugangstunnel zur geplanten Kavernenanlage des Pumpspeicherkraftwerks führt unter dem Stausee hindurch. Eine solche Bohrung kann ein massiver Eingriff in die hydrogeologischen Verhältnisse sein und zu ungewöhnlichen Verformungen in den Talflanken des Sees sowie der Bogenstaumauer selbst führen. Zudem wird in den

nächsten Jahren der Seepiegel aus bautechnischen Gründen über längere Zeit stark abgesenkt. Dies stellt einen aussergewöhnlichen Lastfall für die Staumauer dar. Die Bogenstaumauer soll deshalb verstärkt überwacht werden, sodass ungewöhnliche Deformationen sofort festgestellt werden können.

Im Zuge dieser Arbeit wurde ein hybrides Vorhersagemodell entwickelt, das hilft, Deformationen zu beurteilen, und das zur verstärkten Überwachung beiträgt.

ÜBER OPTIMIERUNGSSCHRITTE ANS ZIEL

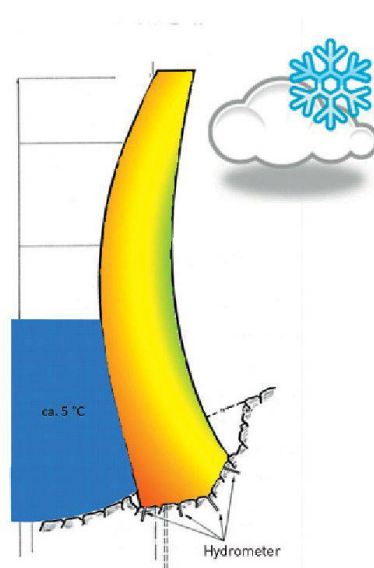
Die Verformungen der Staumauer Emosson hängen im Wesentlichen vom saisonal schwankenden Seestand und der Temperatur in der Struktur ab. Diese Umwelteinflüsse sind im Modell angesetzt. Die Entwicklung des hybriden Modells erfolgte iterativ. Zuerst wurden Wasserdruck und Temperaturlastfälle auf ein Finite-Elemente-Modell der Staumauer aufgebracht und die Verformungen berechnet. Diese statischen Einflüsse konnten anschliessend funktionell ausgedrückt werden und



01

01 Temperaturschwankungen verursachen Bewegungen der Staumauer: Schnitt in der Staumauermite – beispielhafte Temperaturfelder im Sommer und im Winter

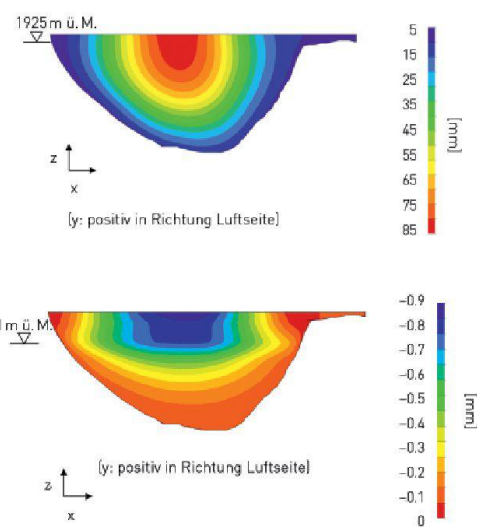
02 Deformationen müssen aufgezeigt werden, um allfällige Massnahmen einleiten zu können. Oben: Deformationen aus einem Wasserdrucklastfall. Bereits der Wasserdruck



02

allein verursacht in der Mauermite eine Verformung von über 90 mm. Unten: Deformationen aus einem Temperaturlastfall (Temperaturanstieg auf der Kote 1881 m ü. M.)

03 Die Staumauer Emosson hält dem Wasserdruck stand: Ansicht vom linken Widerlager aus



dienten als Grundlage dafür, die Deformationen vorherzusagen. Mit den vorhandenen Pendelmesswerten wurden diese Funktionen über ein statistisches Verfahren kalibriert, um das tatsächliche Verhalten der Mauer beschreiben zu können.

KORRELATION DER STATISCHEN VARIABLEN

Das Messdispositiv der Staumauer Emosson umfasst nicht nur Pendel zur Deformationsmessung, sondern auch zahlreiche Betonthermometer, einen Seestandsmesser und viele weitere Instrumente. Werden der gemessene Seestand und die gemessenen Betontemperaturen als Eingangsgrößen in das Vorhersagemodell eingespeist, erhält man die resultierenden theoretischen Verformungen, deren Ganglinien mit denjenigen der tatsächlich gemessenen Verformungen korrelieren. Um die Korrelation zu optimieren, wurden in der Regressionsgleichung in mehreren Schritten noch weitere Parameter wie Lufttemperatur und Messungen von ausgewählten Thermometern integriert.

Das endgültige Modell zeigt eine sehr gute Korrelation mit den Messwerten – auch wenn der Seestand ungewöhnlich tief ist. Werden nun in der Staumauer Emosson Verformungen gemessen, die signifikant von der Vorhersage des hybriden Modells abweichen, sind diese auf aussergewöhnliche Ereignisse zurückzuführen. Verantwortliche können unmittelbar reagieren, den Ursprung eruieren und gegebenenfalls Massnahmen einleiten.



03

SEESTÄNDE (m.ü.M.)

The Emosson reservoir in the Canton of Valais is used as the lower basin for the "Nant de Drance" pumped storage power plant which is currently under construction.

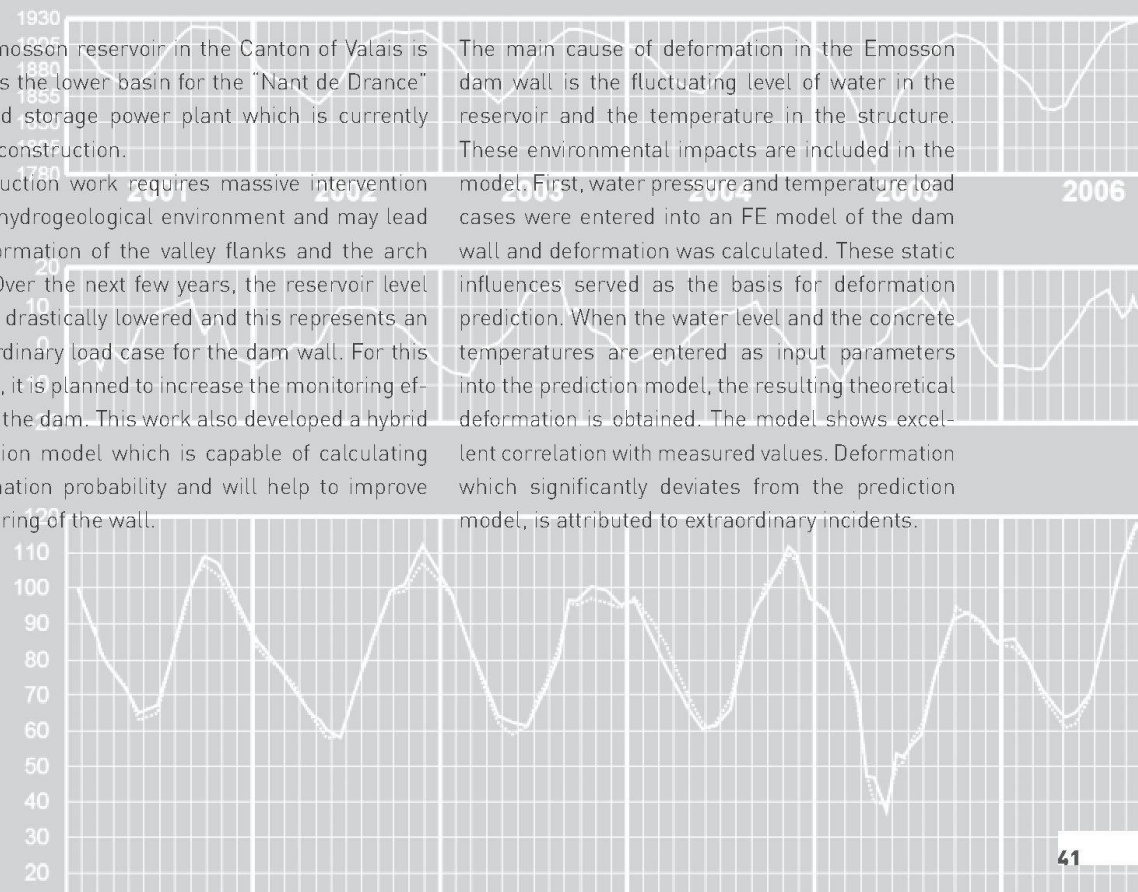
Construction work requires massive intervention in the hydrogeological environment and may lead to deformation of the valley flanks and the arch dam. Over the next few years, the reservoir level will be drastically lowered and this represents an extraordinary load case for the dam wall. For this reason, it is planned to increase the monitoring effort on the dam. This work also developed a hybrid prediction model which is capable of calculating deformation probability and will help to improve monitoring of the wall.

The main cause of deformation in the Emosson dam wall is the fluctuating level of water in the reservoir and the temperature in the structure. These environmental impacts are included in the model. First, water pressure and temperature load cases were entered into an FE model of the dam wall and deformation was calculated. These static influences served as the basis for deformation prediction. When the water level and the concrete temperatures are entered as input parameters into the prediction model, the resulting theoretical deformation is obtained. The model shows excellent correlation with measured values. Deformation which significantly deviates from the prediction model, is attributed to extraordinary incidents.

LUFTEMPERATUR (°C)

RADIALE DEFORMATIONEN

Pendel III Kote 1926 (mm)

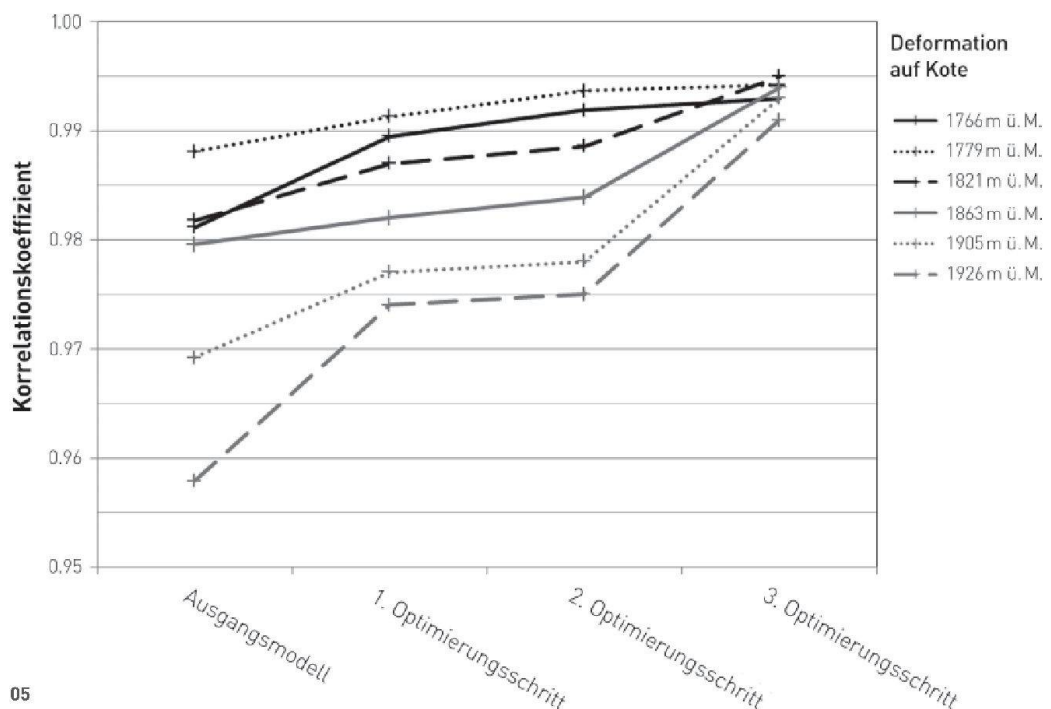


04

41

04 Vergleich zwischen Messungen und Vorhersage; aufgetragen über zehn Jahre und im Vergleich mit Seestands- und Lufttemperaturschwankungen

05 Die Entwicklung des Modells, das Verformungen aufzeigt, ist ein iterativer Prozess: Entwicklung der Korrelationskoeffizienten zwischen hybridem Modell und Pendelmessungen



05