

Science Slam
8. Geotechnik-Konvent
Berlin, 12. Mai 2022

*Abschrift des Science Slams von Marlene Steggewentz, M.Sc.,
Projektingenieurin, ICG Ingenieure GmbH*

Die Uretek Spezialtiefbau GmbH hat hier in der Alten Försterei ein Heimspiel für mich organisiert, danke dafür!

Denn meine Masterarbeit, die ich bei Prof. Rackwitz an der TU Berlin geschrieben habe, geht nun mal um Fußball, wie dem Titel unschwer zu entnehmen ist:

**„Wellen absorbierende Ränder in einer dynamischen
Erdbebensimulation“**

2004 – EM-Viertelfinale Portugal gegen England. David Beckham verweigert den entscheidenden Elfmeter, schießt am Tor vorbei und England ist raus. Das halbe Stadion ist in Jubellaune, die andere Hälfte in Schockstarre. Und kurz darauf wird der Ball im Internet zur Auktion eingestellt. Wie konnte das passieren?

Der Ball ist nicht wie gewohnt aus dem Publikum zurückgekommen, sondern wurde vom Publikum absorbiert. Der Absorbierer, der Stadionbesucher Pablo Corral wurde somit ein

„Fußball absorbierender Fan in einer Beckham'schen Elfmeterpanne“.

Und er wurde zur Inspiration für meine Masterarbeit: Was ist die wissenschaftliche Grundlage für Corrals sensationellen Coup? Und wie kann die UEFA so etwas künftig vermeiden?

Der Transfer auf die Bodendynamik drängt sich geradezu auf: Stellen Sie sich statt David Beckham eine Talsperre in Kirgistan vor, anstatt des Fußballstadions haben wir den umgebenden Boden und statt des Balls eine Erdbebenwelle. Die zentrale Problemstellung meiner Masterarbeit ergibt sich nun aus Corrals Perspektive: Wie können in einem numerischen Modell Wellenreflexionen an den Rändern vermieden werden? Also, wie schafft man es, dass der Ball nicht zurückkommt?

Der Baugrund ist unendlich ausgedehnt. Ein numerisches Modell hingegen ist räumlich begrenzt. Damit die Wellen an den künstlichen Rändern nicht reflektiert werden, können spezielle Randlelemente eingeführt werden.

Diese Randelemente verhindern, dass rücklaufende Wellen das berechnete Schwingungsverhalten des Bauwerks verfälschen (siehe Abb. 1).

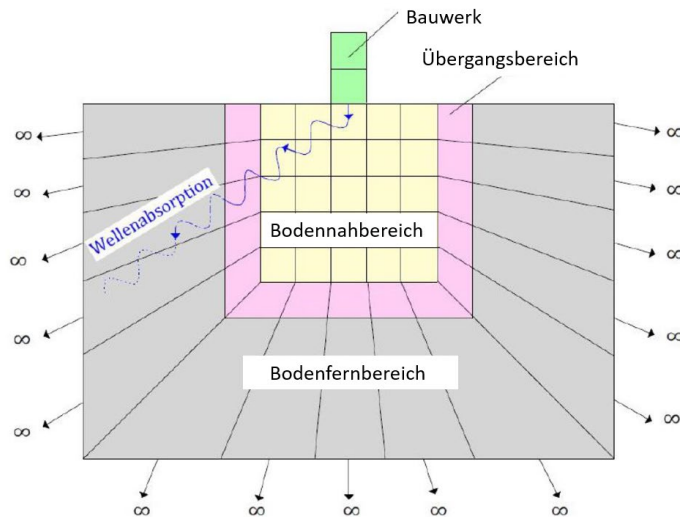


Abb. 1: Numerisches Modell mit absorbierenden Modellrändern;
© Marlene Steggewentz/ICG

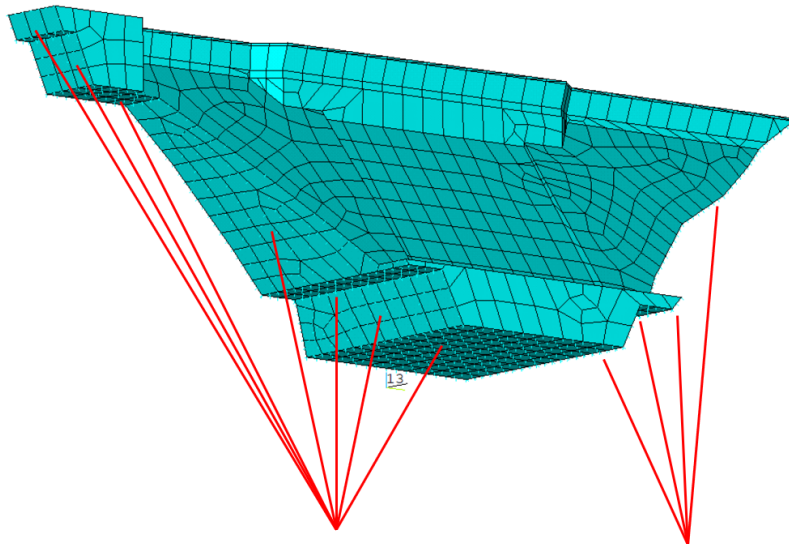
Zwangsläufig ergibt sich die Frage, was für Randelemente dafür eingesetzt werden können. Wir brauchen die richtige Taktik: verlustbehaftetes Material, als sogenannte Perfectly-Matched-Layer-Elemente, viskose Ränder als Infinite Elemente oder idealerweise spezielle Feder-Dämpfer-Elemente.

Für die Erdbebenanalyse an der Talsperre in Kirgistan, ein reales Projekt der TU Berlin, habe ich die Eignung verschiedener Ansätze untersucht und verifiziert.



Abb. 2: Kurpsai-Talsperre; © Fachgebiet Statik und Dynamik/TU Berlin

Neben Präzision und Zuverlässigkeit ist in der praktischen Anwendung auch der Zeitaufwand entscheidend. Als eindeutiger Champion verließen die Feder-Dämpfer-Elemente das Feld (siehe Abb. 3).



Feder-Dämpfer-Elemente

Abb. 3: Numerisches Modell der Kurpsai-Talsperre; © Marlene Steggewentz/ICG

Leider ist die Ermittlung der passenden Feder- und Dämpfer-Koeffizienten ziemlich aufwändig. Viele Faktoren spielen dabei eine Rolle: die Bauwerksgeometrie, die Einbindungstiefe, die Materialeigenschaften, der Baugrundaufbau sowie die Frequenz der Einwirkung. Alles muss unbedingt berücksichtigt werden. Auf diese Weise ist es mir letztlich gelungen, ein sehr zuverlässiges Modell aufzubauen, das in der Rechenzeit unschlagbar ist: Mein Ball blieb rund und eine Rechnung dauerte circa 90 Minuten.

Übrigens: Der Ball, der ja eigentlich der UEFA gehörte, wurde für 30.000 € bei eBay versteigert. Wäre also die UEFA mit unserem ingenieurtechnischen Verständnis gesegnet, dann wäre sie jetzt um einen Ball und ein historisches Andenken reicher.

Referentin:

Marlene Steggewentz, M.Sc.
Projektingenieurin
msteggewentz@icg-ing.de

ICG Ingenieure GmbH
Geotechnik · Spezialtiefbau · Baugrunderdynamik

Lange Laube 31
30159 Hannover
www.icg-ing.de