

Erdbebenschutzsystem für einen flüssigkeitsgefüllten Tank

Masterarbeit von Thomas Kubalski

Bei der Lagerung von Flüssigkeiten bieten rotations-symmetrische Geometrien besondere Vorteile aufgrund ihres gleichmäßigen Lastabtrages. In Kombination mit dem Werkstoff Stahl lassen sich dünnwandige Tankschalen herstellen. Gerade im Falle von seismischer Einwirkung kann es jedoch durch die hydrodynamischen Drücke, die auf die Tankwand wirken, zu einer Erhöhung des Risikos eines Stabilitätsversagens infolge hoher Axial- und Schubspannungen in der Schale kommen.



Stabilitätsversagen in Form von Manteldruckbeulen bei einem flüssigkeitsgefüllten Tank
© Malhotra et al. 2000

Da eine Erhöhung der Schalendicke die Wirtschaftlichkeit der Stahlschale stark beeinflusst, müssen andere Konzepte zur Reduzierung der Belastung herangezogen werden. Erdbebenschutzsysteme können im Vergleich dazu eine kostengünstige Alternative darstellen. Vor allem Schutzsysteme in Form einer Basisisolierung (z.B. Elastomer- oder Reibpendellager) bieten Vorteile im Hinblick auf die mögliche Reduzierung der Gefahr eines Stabilitätsversagens.

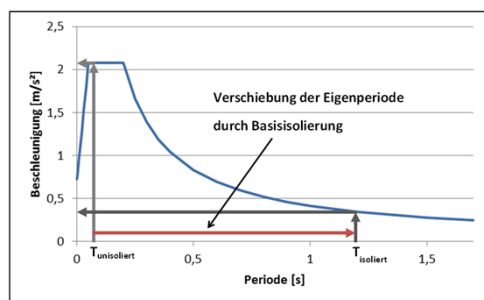


Bewehrtes Elastomerlager mit Bleikern sowie Kopf- und Fußplatte
© Blandford et al. 2009

Im Rahmen dieser Arbeit wird zunächst untersucht, inwieweit unterschiedliche Formen von Erdbebenschutzsystemen für einen Einsatz bei flüssigkeitsgefüllten Tankbauwerken geeignet sind. Des Weiteren erfolgt eine Untersuchung der möglichen Potentiale der Schutzsysteme. Dabei liegt der Fokus auf einer Basisisolierung durch die Verwendung bewehrter Elastomerlager.

Die Tankbauwerke werden zum einen numerisch mit dem Finite-Elemente-Programm LS-Dyna als Fluid-Struktur-System modelliert, zum anderen erfolgt eine Betrachtung mit Hilfe eines vereinfachten Ansatzes als Einmassenschwinger.

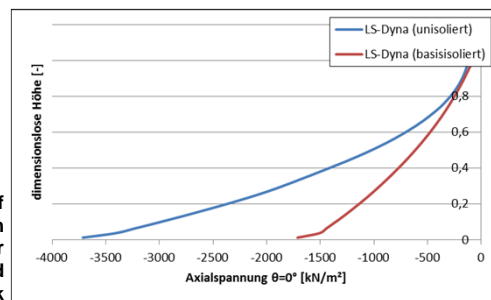
Die Basisisolierung unterhalb des Tankbodens entkoppelt das Tankbauwerk vom Untergrund und bewirkt eine Verringerung der horizontalen Steifigkeit, was in einer Erhöhung der Schwingdauer des Tanks resultiert. Betrachtet man dies innerhalb des Antwortspektrums, so zeigt sich eine verringerte Antwortbeschleunigung infolge der erhöhten Eigenperiode des Tanks und somit eine geringere Erdbebenbelastung.



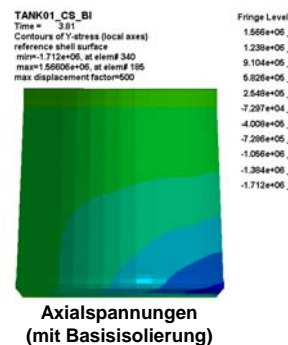
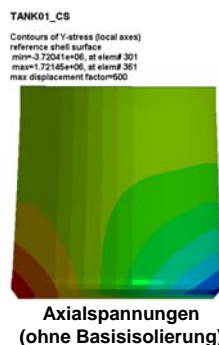
Elastisches Antwortspektrum für Deutschland gem. EC 8 (EBZ 2, C-S, 2,5 % Dämpfung)

Die maßgebenden Axial- und Schubspannungen lassen sich so auf ein Niveau reduzieren, bei dem ein Stabilitätsversagen ausgeschlossen werden kann.

Beispielhafter Verlauf der Axialspannungen über die Tankwand für einen unisolierten und einen isolierten Tank



Betrachtet man die Bewegung des basisolierten Bauwerks, so schaukelt dieses nicht mehr so stark, sondern verhält sich annähernd wie ein Starrkörper. Die Effizienz der Maßnahme ist dabei auch von den Untergrundverhältnissen abhängig. Generell lässt sich eine höhere Effizienz auf einem steiferen Untergrund erzielen.



Dipl.-Ing. Julia Rosin

Raum 626 | 0241-80 25090 | Julia.Rosin@LBB.RWTH-Aachen.de

Dr.-Ing. Christoph Butenweg

Raum 603 | 0241-80 25863 | Butenweg@LBB.RWTH-Aachen.de