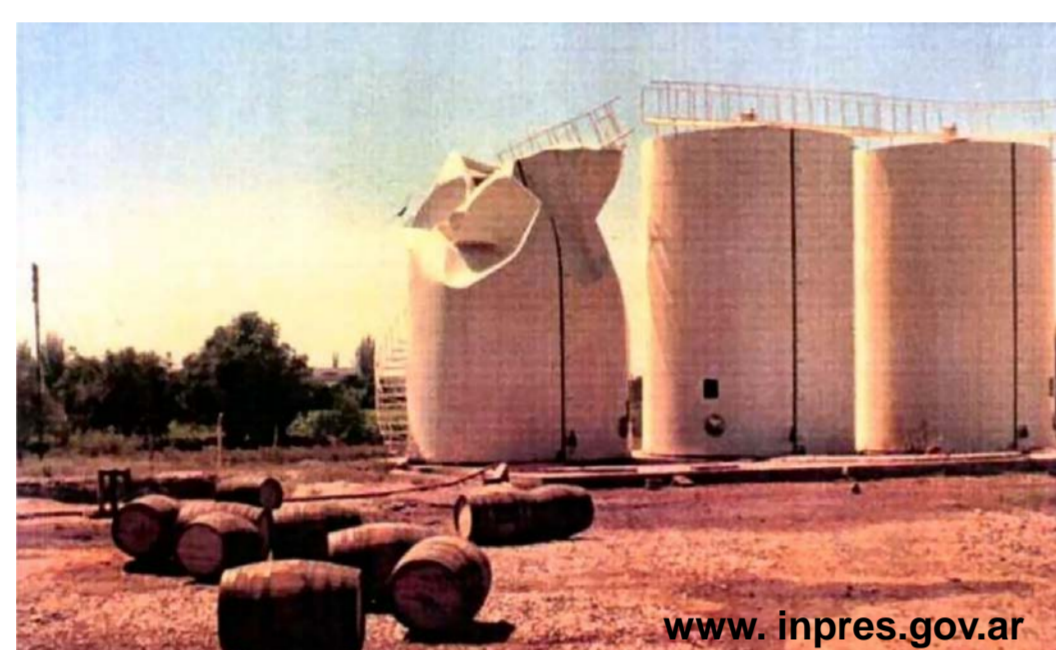


# Vergleich verschiedener Softwaresysteme zur Berechnung erdbebenbelasteter Flüssigkeitstanks

Bachelorarbeit von Aitana Gisbert

Flüssigkeitstanks werden zur Lagerung von Stoffen wie Wasser, chemischen Produkten oder Brennstoffen gebaut. Diese Tanks werden meistens in Form von Kreiszyklindern hergestellt. So können trotz der dünnen Schalenelemente sehr große Kräfte aufgenommen werden. Bei seismischer Belastung besteht jedoch die Gefahr, dass Stabilitätsversagen in Form von Beulen auftritt, was fatale Folgen nach sich ziehen kann.

Das Verhalten einer solchen Struktur unter Erdbebenbelastung ist nicht-linear und sehr komplex. Aus diesem Grund werden, zur Untersuchung eines solchen Verhaltens, numerisch gestützte Rechenprogramme herangezogen.

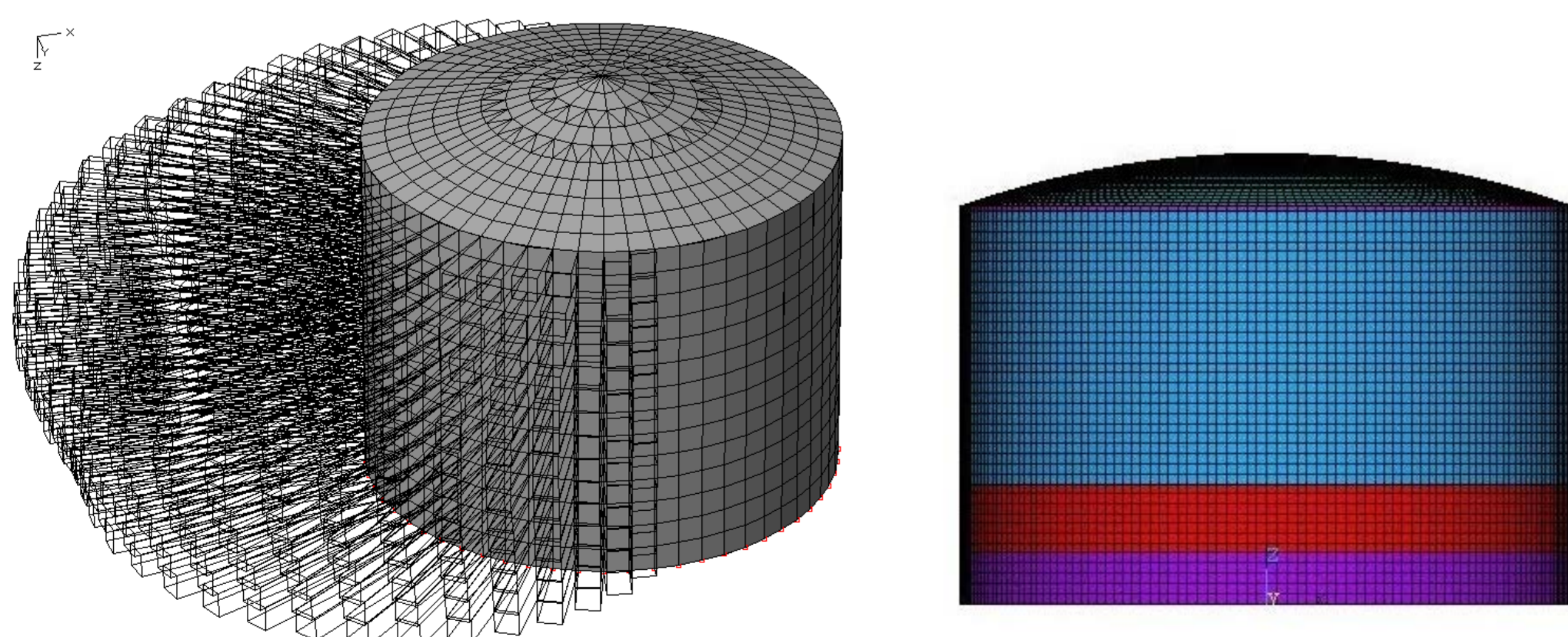


**Stabilitätsversagen eines Tanks infolge eines Erdbebens in Argentinien**

Im Rahmen dieser Arbeit werden einige dieser Programme hinsichtlich Spannungsberechnung und Nachweisführung miteinander verglichen. Es handelt sich dabei um folgende Softwaresysteme:

- **SALT** (LBB - RWTH Aachen University)
- **InfoCAD** (InfoGraph GmbH)
- **SeismoTank** (Dr.-Ing. Habenberger)

Der Vergleich wird anhand von unterschiedlichen Beispieltanks durchgeführt, deren Geometrien mit Hilfe der Softwareprogramme modelliert werden können. Diese Beispieltanks unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Schlankheiten ( $H/R$ -Verhältnis) und ihrer seismischen Beanspruchung durch eine Einordnung in verschiedene Erdbebenzonen und Untergrundkombinationen.

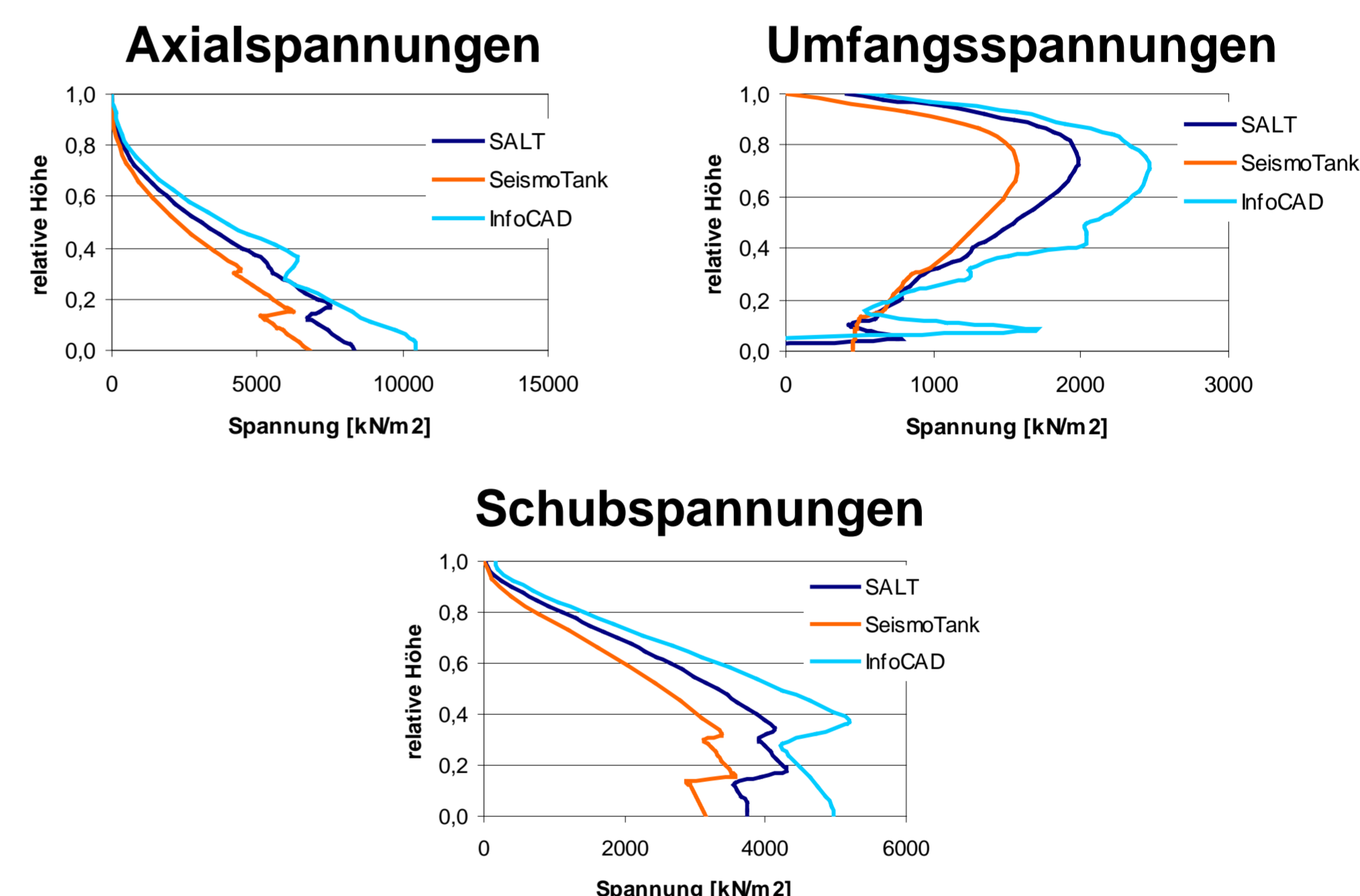


**Finite-Elemente-Modelle eines der untersuchten Beispieltanks, links: InfoCAD-Modell mit Erdbebenlast, rechts: Modell aus SALT**

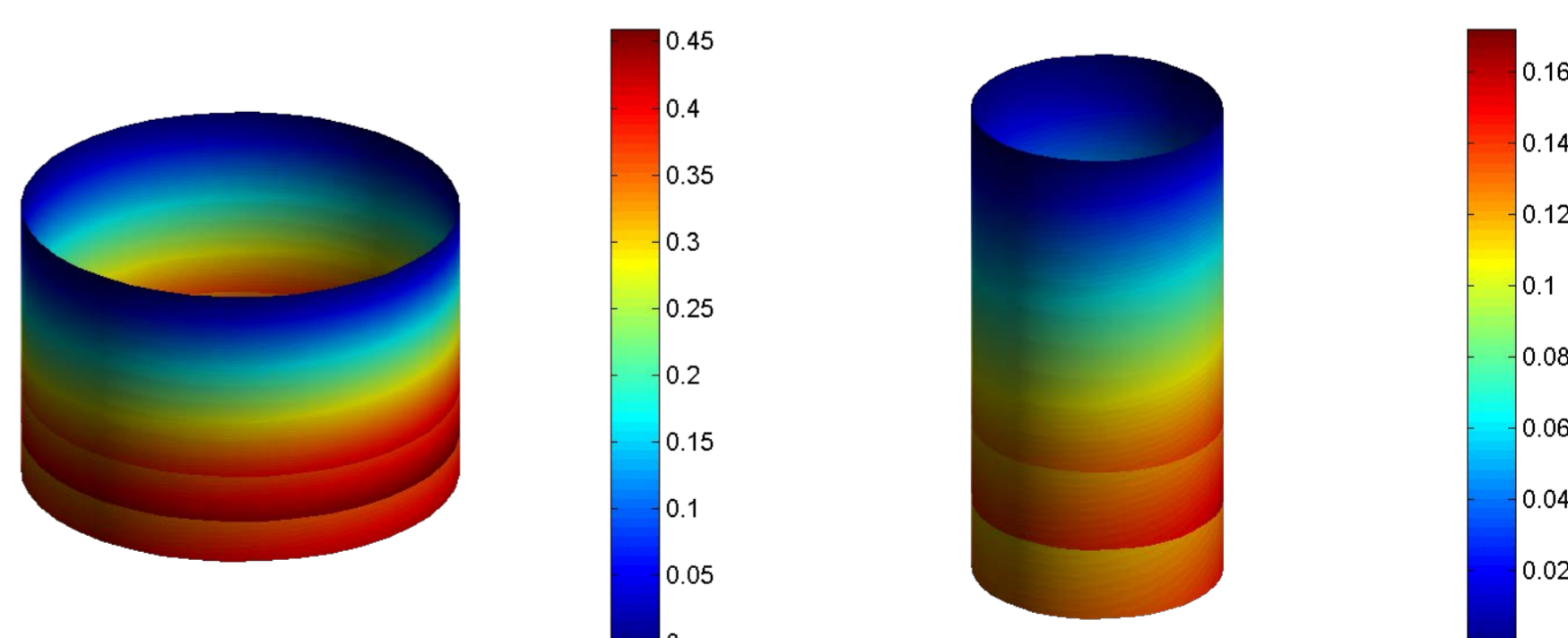
Das Verhalten dieser Tanks bei seismischer Belastung wird dann mit Hilfe der verschiedenen Softwarelösungen berechnet. Die Belastung aus der mitschwingenden Flüssigkeit ist dabei von der Eigenform des Tank-Fluid-Systems abhängig. Deswegen sind neben den sich ergebenden Spannungen im Tankmantel auch die berechneten Eigenperioden interessant. Nachweisrelevant für die Stabilitätssicherheit sind die Spannungen in Axial- und Umfangsrichtung sowie die Schubspannungen an den maßgebenden Stellen.

Beispieltank 1	SALT	SeismoTank
konvektiv	4,470 s	4,470 s
impulsiv flexibel, hor.	0,105 s	0,121 s
impulsiv flexibel, vert.	0,142 s	0,138 s

**Eigenperioden des ersten Beispieltanks**



Anschließend werden der Spannungsnachweis und der spannungsbasierte Beulsicherheitsnachweis nach Eurocode 3 geführt. Die Nachweisführung erfolgt mit den Ergebnissen aus jedem der Programme für beide maßgebenden seismischen Kombinationen. Die errechneten Ausnutzungsgrade werden anschließend dann miteinander verglichen.



**Ausnutzungsgrade der Vergleichsspannung (SeismoTank)**