

Temperaturverteilung in großen Lagertanks



Abbildung 1 Lagertanks können mehr als 50 Millionen Liter fassen. Das über den Füllstand ermittelte Flüssigkeitsvolumen ist jedoch temperaturabhängig.

Lagertanks, wie sie beispielsweise für Mineralöl und dessen Produkte eingesetzt werden, können ein Fassungsvermögen von mehr als 50 Millionen Litern besitzen. Temperaturänderungen von wenigen Zehnteln Grad Celsius innerhalb der Flüssigkeit reichen in einem solchen Fall aus, um das Volumen um tausende Liter zu verändern. Beim Handel mit großen Mengen spielt deshalb die exakte Bestimmung der mittleren Flüssigkeitstemperatur innerhalb des Tanks eine wichtige Rolle.

Insgesamt acht Partner – neben der PTB und Eichbehörden auch Messgerätehersteller, Tanklagerbetreiber und die Technische Universität Hamburg- Harburg – haben sich im Zeitraum von insgesamt zwei Jahren im Rahmen einer wissenschaftlichen Kooperation mit den Fragen einer zuverlässigen Temperaturmessung in Mineralöl-Lagertanks befasst. Die umfangreichen Experimente an einem realen Tank wurden dabei aus praktischen Gründen nicht mit Mineralöl, sondern mit Wasser durchgeführt. Die in der Arbeitsgruppe 8.41 durchgeführten Simulationsrechnungen erlauben eine Übertragung der Ergebnisse auf andere Flüssigkeiten, andere Witterungsbedingungen und spezielle, bei großen Lagertanks übliche Füllvorgänge mit Flüssigkeiten unterschiedlicher Temperatur.

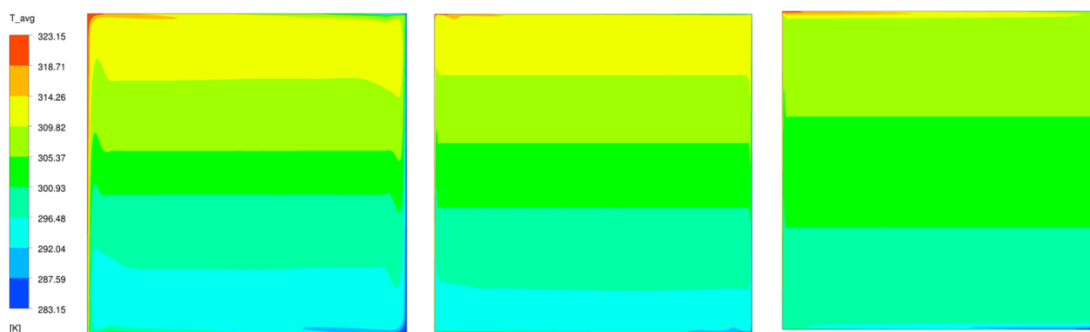


Abbildung 2 Schichtung der Temperatur in Lagertanks für den klassischen Fall einer links beheizten und rechts gekühlten Wand für unterschiedliche Fluide: links Luft, Mitte Wasser, rechts Diesel.

Die numerischen Simulationen der Temperaturverteilungen im Lagertank für unterschiedliche, teilweise zeitlich variierende Randbedingungen, die verschiedene typische Witterungsbedingungen nachstellten, zeigten, dass es – unabhängig vom betrachteten Fluid – in horizontaler Richtung kaum einen Temperaturgradienten gibt. Das bedeutet, dass eine Messkette, deren Sensoren vertikal gleichmäßig über den Tank verteilt sind, immer eine recht gute Approximation der mittleren Tanktemperatur liefert, unabhängig davon, an welcher Position im Tank sie montiert ist, siehe Abbildung 4 (links).

Anders sieht es allerdings beim Befüllen aus. Die Simulationen zeigen, dass beim Nachfüllen mit Flüssigkeiten abweichender Temperatur lange Angleichungszeiten von mindestens mehreren Stunden erforderlich sind, um eine zuverlässige Temperaturmessung im Behälter vornehmen zu können, siehe Abbildung 4 (rechts).

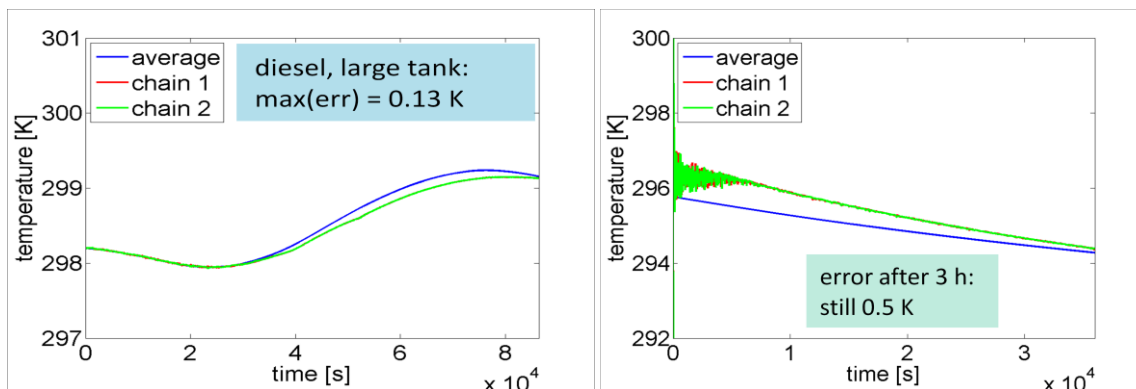


Abbildung 3 Vergleich der berechneten mittleren Temperatur in einem mit Diesel gefüllten Tank mit dem berechneten Wert zweier fiktiver Messketten. Links für die Simulation eines Sommertags, rechts für die eines Befüllvorgang.

Literatur

- [1] G. Wendt, R. Jost, S. Schmelter und D. Werner. Untersuchungen zum Temperaturverhalten von Flüssigkeiten in großen Lagertanks. *Technische Sicherheit*, Ausgabe 11-12/2014, Seiten 13-17, 2014.
- [2] S. Schmelter, R. Model, G. Wendt und M. Bär. Numerical investigation of temperature distributions in large storage tanks. In *16th International Flow Measurement Conference (FLOMEKO)*, Paris, 2013.
- [3] S. Schmelter, G. Lindner, G. Wendt and R. Model. Numerical investigation of turbulent natural convection in differentially heated square cavity. *AIP Conf. Proc.*, **1389**:106-109, 2011.

