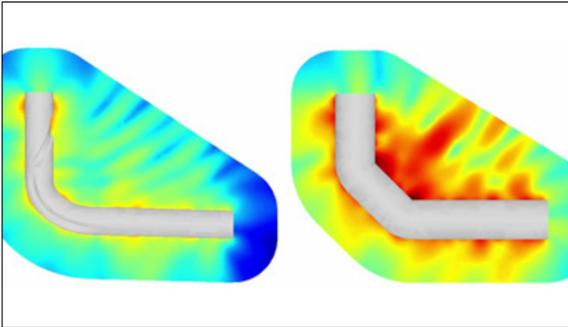




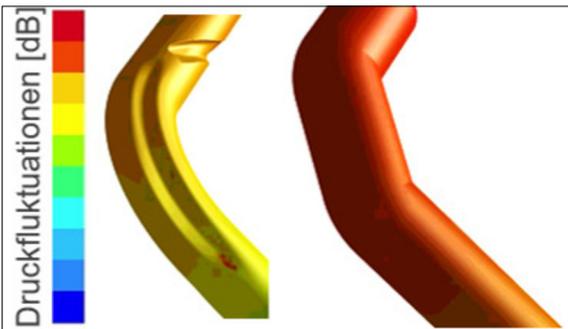
Dario Liechti

Diplomand	Dario Liechti
Examinator	Prof. Dr. Hanspeter Gysin
Experte	Prof. Dr. Hans Gut, Güdel AG, Langenthal, BE
Themengebiet	Innovation in Products, Processes and Materials - Industrial Technologies
Projektpartner	Geberit International AG, Rapperswil-Jona, St. Gallen

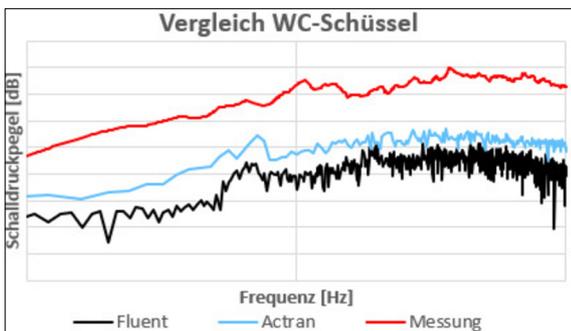
## Analyse von strömungsinduzierten Akustikquellen in einer Mehrphasenströmung



Schalldruckpegel [dB] ausserhalb des Rohrbogens bei 8 l/s, links: BottomTurn d110, rechts: 2x45G Rohrbogen d160  
Eigene Darstellung



Druckfluktuationen [dB] auf Rohrbogenwand bei 8 l/s im Frequenzbereich (Terzband: 1250 Hz)  
Eigene Darstellung



WC-Schüssel Simulation: Vergleich der ermittelten Schalldruckpegel zwischen Fluent-, Actran- und Messergebnissen  
Eigene Darstellung

**Einleitung:** Die Akustik rückt im Sanitärbereich immer mehr in den Fokus. Vielfach ist die zweiphasige Strömung (Wasser und Luft) in den Sanitär-Produkten die Quelle für die Lärmbelastungen (z.B. Abwasserrohre, Toilettenspülungen). Bis jetzt ist keine Methode bekannt, welche die Lärmentwicklung bei Mehrphasenströmungen voraussagen kann. Man weiss jedoch aus Messungen und Beobachtungen, dass die Mischung von Luft und Wasser einen starken Einfluss auf die Lärmentwicklung hat.

**Ziel der Arbeit:** Ziel dieser Arbeit ist es daher, das Lärmpotential einer Zweiphasenströmung bereits virtuell abschätzen und eine Aussage treffen zu können, ob ein Produkt zu einem Vergleichsprodukt lauter oder leiser sein wird. Dabei sollen verschiedene Abwasserrohrbögen und WC-Schüsseln untersucht werden.

Bevor mit der Simulation der zu untersuchenden Objekte begonnen werden konnte, mussten die Grundlagen der numerischen Akustik und Aeroakustik studiert werden. Anschliessend erfolgte der Einstieg in die beiden Simulationstools Fluent und Actran. In Fluent wurden die Strömungssimulationen sowie einzelne aeroakustische Untersuchungen durchgeführt. Basierend auf den Resultaten der Strömungssimulationen wurde das akustische Modell in Actran erstellt und die Schallausbreitung berechnet.

Verglichen wurden die Resultate mit den akustischen Messungen des bauphysikalischen Labors der Firma Geberit.

**Ergebnis:** Beim Abwasserrohrbogen wurden die verschiedenen Varianten BottomTurn d110 und ein Rohrbogen mit zwei 45° Winkel und einem Verbindungsstück mit Durchmesser 160 mm akustisch simuliert. Die Simulationen bestätigen die Messung, dass der BottomTurn d110 leiser ist. In der Abbildung 1 ist der in Actran berechnete Schalldruckpegel der beiden Varianten visualisiert. Abbildung 2 zeigt die in Fluent simulierten Druckfluktuationen auf der Rohrwand im Frequenzbereich. Eine Übereinstimmung der Absolutwerte zwischen Simulation und Messung konnte jedoch nicht erreicht werden. Eine Trenderaussage kann aber sowohl bei unterschiedlichen Geometrien wie auch Volumenströmen gemacht werden. Um eine bessere Übereinstimmung zwischen Simulation und Messung zu erzielen, müssen die gleichen Parameter wie für die Signalverarbeitung verwendet werden. Zudem muss der Einfluss der CFD Netzfeinheit beachtet und das akustische Modell dem Messaufbau angepasst werden.

Bei den WC-Schüsseln wurde der Schalldruckpegel einen Meter oberhalb des Schüsselrandes berechnet. Wie die Abbildung 3 zeigt, liegen sowohl die Fluent wie auch Actran Ergebnisse deutlich unterhalb der absoluten Messwerte. Somit liegen die Ergebnisse zu weit auseinander, als dass eine Trenderaussage zwischen den zwei untersuchten WC-Schüsseln gemacht werden kann.

Ein Ansatz, um die akustischen Ergebnisse der Simulation des Spülvorgangs näher an die Absolutwerte der Messung zu bringen, wäre die Simulation trotz tiefer Mach-Zahl kompressibel zu rechnen. Damit wird die Schallausbreitung im Nahfeld besser modelliert.