

Kalibrierung aktiver mariner seismischer Quellen

Monika Breitzke (Universität Bremen, Email: Monika.Breitzke@uni-bremen.de)

Ziel der Kalibrierung mariner seismischer Quellen ist die Bestimmung (1) der räumlichen Verteilung der Schallpegel in der Wassersäule, (2) der breitbandigen Signalcharakteristika (z.B. Frequenzbandbreite, maximaler spektraler Schallpegel, Abfall der spektralen Amplituden bei höheren Frequenzen, kumulative Energie, Gesamtenergie), (3) der nominellen Quellschallpegel @ 1 m Referenzentfernung durch Extrapolation der gemessenen Fernfeldsignaturen unter Annahme sphärischer Divergenz, (4) von Mitigationsradien entsprechend den angewandten Grenzwertkriterien für TTS und PTS. Im Oktober 2003 wurde in Zusammenarbeit mit der Wehrtechnischen Dienststelle für Schiffe und Marinewaffen (WTD 71) eine Vermessung der Schallfelder der seismischen Luftpulsquellen ("Airguns") des FS *Polarstern* durchgeführt. Eine detaillierte Auswertung dieser Kalibrierungsmessung zeigt, dass durch die Vermessung der Schallpegel in unterschiedlichen Tiefen und als Funktion der Entfernung die dipolartige Abstrahlcharakteristik mariner seismischer Quellen ("Lloyd Mirror Effekt") verifiziert werden kann (Breitzke et al., 2008). Des Weiteren steigen die Mitigationsradien und die Quellschallpegel mit zunehmenden Volumina der Airguns an. Spektrale Amplituden nehmen bei höheren Frequenzen (> 1 kHz) kontinuierlich ab.

"Full Waveform" Modellierungen der Schallausbreitung ergänzen solche Kalibrierungsmessungen und bieten die Möglichkeit, (1) neue Airgun Konfigurationen zu berücksichtigen, (2) den Einfluss der Meeresoberfläche, der Eigenschaften des Meeresbodens und der Wassersäule auf die Schallausbreitung detailliert zu untersuchen, (3) kumulative Effekte und kumulative Schallbelastungspegel (SEL) aufgrund von Mehrfachschüssen entlang einer seismischen Linie zu berechnen und daraus Mitigationsradien abzuleiten. Entsprechende, für den Südozean (Weddell Meer, Amundsen/Bellingshausen See) durchgeführte Modellrechnungen zeigen, dass sich nach mehreren Schüssen entlang einer seismischen Linie ein schlauchförmiges kumulatives Schallfeld (SEL) unter der seismischen Linie ausbildet (Breitzke & Bohlen, 2010). Ein Kanal niedriger Schallgeschwindigkeit und ein sich daran anschließender positiver Schallgeschwindigkeitsgradient bewirken eine Ausbeulung der Isolinien der Schallfelder im "Tiefwassermodell" (3000 m Wassertiefe), allerdings nur für niedrige bis mittlere Schallpegel. Ein Einfluss auf die Mitigationsradien ist nicht zu verzeichnen. Im Schallkanal liegen die Schallpegel (SEL) um ca. 5 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ höher als in einem Vergleichsmodell mit konstanter Schallgeschwindigkeit. Die "Flachwassermodelle" (300 m Wassertiefe) zeigen nahezu konstante, tiefenunabhängige Schallpegel (SEL), die lediglich mit der Entfernung abnehmen und ca. 10 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ höher liegen als im entsprechenden "Tiefwassermodell". Die Mitigationsradien steigen mit abnehmenden hypothetischen Grenzwerten bei Einzelschüssen entsprechend einem sphärischen Gesetz ($20 \log r$) und bei Mehrfachschüssen entsprechend einem zylindrischen Gesetz ($10 \log r$) an.

Referenzen:

- Breitzke, M., Boebel, O., El Naggar, S., Jokat, W. & Werner, B., 2008. Broad-band calibration of marine seismic sources used by R/V *Polarstern* for academic research in polar regions, *Geophysical Journal International*, **174**, 505 - 524. doi: 10.1111/j.1365-246X.2008.03831.x
- Breitzke, M. & Bohlen, T., 2010. Modelling sound propagation in the Southern Ocean to estimate the acoustic impact of seismic research surveys on marine mammals, *Geophysical Journal International*, **181**, 818 - 846. doi: 10.1111/j.1365-246X.2010.04541.x