

Adaptive Digitalfilter für die aktive Schalldämpfung in Röhrensystemen

Tobias Balkenhol

Der von technischen Geräten oder Maschinen erzeugte Lärm wird häufig durch Ausnutzung von passiven Dämpfungsmechanismen in Form von Reflexion und Absorption reduziert. Zunehmend an Bedeutung gewinnen in den letzten Jahren die aktiven Dämpfungsmaßnahmen, die vor allem tieffrequenten Lärm effektiver mindern. Das aktive Prinzip basiert auf der Überlagerung des durch primäre Schallquellen verursachten Störschallfelds mit einem von sekundären Schallquellen gezielt erzeugten Gegenschallfeld. Die Übertragungseigenschaften des Primär- und Sekundärpfads können im Betrieb, beispielsweise aufgrund von Änderungen der Gastemperatur, fortlaufend variieren. Daher ist ein Algorithmus wünschenswert, welcher auf der Grundlage einer gemessenen Referenz- und Fehlergröße dem zeitvarianten Verhalten der Übertragungspfade gerecht wird und das Gegenschallsignal adaptiv berechnet.

In dieser Arbeit werden Algorithmen für adaptive Digitalfilter zur aktiven Schalldämpfung in Röhrensystemen vorgestellt und untersucht, die neben der Berechnung des Gegenschallsignals zusätzlich im Rahmen einer *Online*-Modellierung die Berücksichtigung eines zeitvarianten Sekundärpfads ermöglichen. Die Algorithmen basieren auf einem erweiterten *Verfahren der kleinsten Fehlerquadrate*, bei denen mit Hilfe von Adaptationsparametern die Kovarianzmatrizen und damit das *Tracking*-Verhalten beziehungsweise die resultierende Störsignaldämpfung direkt beeinflusst werden können. Deshalb wurde ein Kovarianzmanagement erarbeitet, welches zu einem verbesserten *Tracking* führt und zusätzlich die Anzahl der vorzugebenden Adaptationsparameter reduziert.

Die Untersuchung der adaptiven Konzepte erfolgte simulationstechnisch anhand der exemplarischen Simulation eines aktiven Abgasschalldämpfers für einen PKW. Die dafür benötigten Verläufe des Schalldrucks sowie der Temperatur und der Strömungsgeschwindigkeit des Abgases wurden auf dem Fahrleistungsprüfstand in einem Abgasstrang eines PKWs für unterschiedliche Fahrzyklen gemessen oder abgeschätzt.

Der akustischen Modellierung von Röhrensystemen widmet sich der erste Teil der Arbeit, während im zweiten Teil die Algorithmen für eine aktive Dämpfung von schmal- und breitbandigen Störsignalen im Mittelpunkt stehen. Losgelöst von der Intention des zweiten Teils leistet der erste auch Beiträge zur Modellierung eines akustischen Wellenleiters mit Hilfe des Ausbreitungsmaßes, die bisher formal nicht präsentiert worden sind.

Es lässt sich zusammenfassen, dass die auf der Grundlage des Kovarianzmanagements vorgestellten Ansätze, im Vergleich mit den aus der Literatur bekannten Verfahren, zu den besten Ergebnissen bei der Dämpfung von schmal- und breitbandigen Störsignalen führen.