

Schlussbericht vom 28.02.2023

zu IGF-Vorhaben Nr. 20703 / N1

Thema

Entwicklung eines Methodenbaukastens zur ganzheitlichen akustischen Simulation von baumaschinen- und fördertechnischen Systemen

Berichtszeitraum

01.01.2020 - 28.02.2023

Forschungsvereinigung

Forschungskuratorium Maschinenbau e.V. - FKM

Forschungseinrichtung(en)

Ruhr-Universität Bochum

Institute Product and Service Engineering

Arbeitsgruppe Baumaschinen- und Fördertechnik

Gefördert durch:

Methodenbaukasten Akustik

IGF Vorhaben Nr. 20703 N / 1

Entwicklung eines Methodenbaukastens zur ganzheitlichen akustischen Simulation von baumaschinen- und fördertechnischen Systemen

Schlussbericht

Kurzfassung:

Vor dem Hintergrund der Neueinführung bzw. Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für Baumaschinen im Rahmen der Aktualisierung der Outdoor Noise Richtlinie 2000/14/EG ab 2019 sind erhöhte maschinenakustische Anforderungen im Rahmen der Entwicklung von Baumaschinen zu erwarten.

Ansätze zur Geräuschminimierung in der Branche sind jedoch bislang in der Regel durch eine stark empirisch geprägte, messgestützte Vorgehensweise gekennzeichnet.

Hierdurch gelingen Detailoptimierungen erst für bestehende bzw. prototypisch realisierte Systeme.

Vor diesem Hintergrund wurde im abgeschlossenen IGF-Vorhaben „Lärmminimierung“ (AiF-Nr.: 17324 N/1, FKM-Nr.: 702800) bereits ein methodischer Ansatz zur entwicklungsbegleitenden Modellbildung und Simulation des Strukturkörperschalls erarbeitet.

Das Anschlussvorhaben „Körperschall Schnittstellenelemente“ (AiF-Nr.: 18420 N/1, FKM-Nr.: 703280) ergänzt diesen Ansatz durch Modellierungs- und Parametrierungsansätze für baumaschinentypische, nichtlineare Schnittstellenelemente (Elastomerlager und Schraubenverbindungen).

Mit den in den beiden vorgenannten Vorhaben erzielten Forschungsergebnissen sind alle wesentlichen entwicklungsbegleitenden konstruktiven Maßnahmen zur Beeinflussung des Körperschallverhaltens der Tragwerksstruktur abgedeckt.

Aggregate und Komponenten des Antriebsstranges, wie z.B. Verbrennungs-, Hydraulik- und Elektromotoren, Getriebe, Pumpen, Kompressoren und Lüfter werden in diesem Zusammenhang als Körperschallerreger betrachtet.

Der von diesen Systemen direkt emittierte (vom Maschinenhersteller nicht unmittelbar zu beeinflussende) Luftschall sowie die Beeinflussung der Luftschallausbreitung durch gezielte konstruktive Maßnahmen war bislang nicht Gegenstand der Forschungsarbeiten.

Der Anteil der direkten Luftschallemission an der Gesamtemission einer mobilen Maschine ist jedoch nicht zu vernachlässigen und kann, abhängig von der konkreten Maschinenkonzeption und -konstruktion, mitunter sogar dominant sein.

Vor diesem Hintergrund ist es Motivation des hier dokumentierten Projektes, den Methodenbaukasten zu vervollständigen und dem entwickelnden Ingenieur die ganzheitliche akustische Simulation mobiler Baumaschinen zu ermöglichen.

Ziel des Projektes ist somit die Entwicklung einer methodischen Vorgehensweise, die den

Anwender in die Lage versetzt, die Gesamtschallemission einer komplexen Maschine bereits während der Entwicklungsphase zuverlässig abzuschätzen und Maßnahmen zur Lärminderung zu bewerten.

Dazu werden Methoden aus der Raumakustik – konkret das Raytracing-Verfahren – verwendet, da dieses Verfahren, basierend auf der Geometrischen Akustik, mit einer deutlich reduzierten Rechenzeit (im Vergleich zu FEM-, oder BEM-Ansätzen) eine akustische Bewertung ermöglicht.

Im Rahmen der Modellierung relevanter Schallquellen findet dabei die direkte Luftschallemission der Aggregate und Komponenten in gleicher Weise Berücksichtigung, wie der Strukturkörperschall.

Die Schallausbreitung beeinflussende Strukturelemente, wie Verblendungen, Hauben, Dämmelemente, Kühllöffnungen etc. werden mit ihren akustischen Eigenschaften abgebildet.

Auf Basis einer Luftschallausbreitungssimulation sollen Gesamtschalldruckpegel im Umfeld der Maschine oder im Kabinenbereich berechnet werden.

Vergleichende Simulationen mit modifizierten Schallquellen, alternativen Materialien oder konstruktiven Anpassungen zeigen bestehendes Schallreduktionspotential auf und sind Basis zur Ableitung gezielter Lärminderungsmaßnahmen.

Im Ergebnis ist unter Einbeziehung der Ergebnisse vorangegangener IGF-Projekte ein vollständiger Methodenbaukasten entstanden.

Zur effizienten Anwendung wurde ein Leitfaden sowie eine Bibliotheksstruktur zur Auswahl und Parametrierung typischer Schallquellen und geeigneter akustischer Dämmmaterialien zur Verfügung gestellt.

Das Ziel des Forschungsvorhabens **ist erreicht** worden.

Berichtsumfang:	146 Seiten
Beginn der Arbeiten:	01.10.2020
Ende der Arbeiten:	28.02.2023
Berichtszeitraum:	01.01.2020 - 28.02.2023
Zuschussgeber:	BMW i / AiF-Nr. 20703 N
Forschungsstelle:	Ruhr-Universität Bochum, Arbeitsgruppe Baumaschinen- und Fördertechnik
Leiter:	Prof. Dr.-Ing. Jan Scholten
Bearbeiter und Verfasser:	Dipl.-Ing. Tobias Sawala
Obmann des Projektbegleitenden Ausschuss:	Dipl.-Ing. (FH) Christian Engelhardt
Vorstandsvorsitzender der Forschungsvereinigung:	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Bauer