

**Entwicklung und Demonstration
einer aktiven Abgasanlage zur
Geräuschminderung an einem Lkw**

Regelungstechnik und Akustik

Schlussbericht der

MÜLLER-BBM GmbH

zum Forschungsvorhaben im

Förderschwerpunkt „Mobilität und Verkehr“

des Bundesministers für Wirtschaft und Technologie

Förderkennzeichen 19 U 7014B

März 2011

*Verbundprojekt
Leiser Verkehr -
Aktive LKW-Abgasanlage*

**gefördert durch das BMWF
Projektträger TÜV Energie und Umwelt GmbH**

Schlussbericht

Zuwendungsempfänger: Müller-BBM GmbH	Förderkennzeichen: 19 U 7014B
Titel des Vorhabens: Verbundprojekt „Leiser Verkehr – Aktive LKW-Abgasanlage Vorhaben „Entwicklung und Demonstration einer aktiven Abgasanlage zur Geräuschminderung an einem Lkw“ Teilvorhaben: „Regelungstechnik und Akustik“	
Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Joachim Scheuren	Tel: 089-85602-205 Fax: 089-85602-111 E-Mail: Joachim.Scheuren@MuellerBBM.de
Laufzeit des Vorhabens: von: 01.08.2007 bis: 30.04.2010	
Berichtszeitraum des Vorhabens: Von: 01.08.2007 bis: 30.04.2010	

Partner: Daimler AG, Stuttgart Fkz 19 U 7014C
Eberspächer GmbH&Co. KG, Esslingen Fkz 19 U 7014A

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Beschreibung des Vorhabens	7
2.1	Ausgangssituation	7
2.2	Aufgabenstellung und Zielsetzung	8
2.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	9
2.4	Stand von Wissenschaft und Technik	11
3	Wissenschaftlich – technische Ergebnisse	14
3.1	Prinzipielle Wirkungsweise des aktiven Abgasschalldämpfers	14
3.2	Aufgaben und prinzipielle Wirkungsweise der Steuerungs- und Regelungseinheit	18
3.3	Festlegungen	21
3.4	Systemuntersuchungen	24
3.4.1	Allgemeines	24
3.4.2	Untersuchungen zur theoretischen Modellbildung	28
3.4.3	Messung der Sekundärstrecke	34
3.4.4	Einfluss der Betriebstemperatur	36
3.4.5	Einfluss der Strömung	39
3.4.6	Untersuchungen zur Konvergenzgeschwindigkeit	43
3.5	Optimierung des Steuer-/Regelalgorithmus	47
3.6	Softwareentwicklung und Reglerrealisierung	49
3.7	Systemintegration	51
3.8	Experimentelle Untersuchungen im Labor	53
3.9	Experimentelle Untersuchungen im Prüfstand	56
3.10	Experimentelle Untersuchungen im Fahrbetrieb	68
3.11	Zusammenfassung der wissenschaftlich-technischen Ergebnisse	71
4	Verwertungsplan	73
5	Zusammenfassung der Ergebnisse des Teilvorhabens	74
6	Zusammenfassung der Ergebnisse des Gesamtvorhabens	75
7	Schlussfolgerungen und Ausblick	75
8	Schrifttum	76

9	Anlage 1 – Erfolgskontrollbericht	78
9.1	Beitrag der Ergebnisse zu den förderpolitischen Zielen	78
9.2	Wissenschaftlich-technisches Ergebnis	78
9.3	Fortschreibung des Verwertungsplans	79
9.4	Präsentationsmöglichkeiten	79
9.5	Kosten- und Zeitplanung	80
10	Anlage 2 – Berichtsblatt	81
11	Anlage 3 – Document Control Sheet	82

1 Einleitung

Mobilität und Transport als wesentliche individuelle und gesellschaftliche Bedürfnisse unserer Zeit sind unabdingbar mit der Entstehung von Antriebs- und Fortbewegungsgeräuschen verbunden. Trotz großer Fortschritte bei der Vermeidung und Minderung des Verkehrslärms im Einzelnen hat die Zunahme des Verkehrsaufkommens dazu geführt, dass eine wachsende Zahl von Betroffenen sich vom Verkehrslärm und insbesondere vom Straßenverkehrslärm wesentlich belästigt fühlt.

Neben dem Rollgeräusch als dominierender Quelle des Straßenverkehrs kommt dabei in vielen innerstädtischen Situationen auch dem Antriebsgeräusch eine wichtige Bedeutung zu. Dies gilt insbesondere für Lastkraftwagen und andere Nutzfahrzeuge, deren Abgasmündungsgeräusch in manchen Verkehrssituationen wesentlich zur Gesamtgeräuschbelastung beiträgt, etwa bei einem Anteil des Schwerlast- und Verteilerverkehrs von mehr als 8% am Gesamtverkehrsaufkommen.

Im Einklang mit dem Strategiepapier des CALM Netzwerks der europäischen Kommission (/1/) war in der Vorhabenbeschreibung (/2/) des hier beschriebenen Forschungsvorhabens gezeigt worden, dass durch eine Minderung des Antriebsgeräuschs um 10 dB im für innerstädtische Verkehrssituationen relevanten Bereich (Geschwindigkeiten bis 70 km/h und Lkw-Anteil von bis zu 25 %) Gesamtpegelminderungen von bis zu 6 dB erreicht werden können. Dabei waren die seinerzeit typischen Strassen- und Reifenverhältnisse auch für Pkw zugrundegelegt worden. Unterstellt man weitere Maßnahmen an Reifen und Straße (lärmarme Beläge), fällt die vom reduzierten Abgasmündungsgeräusch bewirkte Pegelminderung noch höher aus.

Vor dem Hintergrund der Anforderungen, die sich aus den im Zuge der Umsetzung der EU-Richtlinie erstellten Aktionsplänen und insbesondere aus den neuen Vorgaben der Außengeräuschgesetzgebung ergeben, hatte das hier beschriebene Vorhaben die Aufgabe, eine aktive Abgasanlage zur Geräuschminderung an einem Lkw zu entwickeln. Denn die anspruchsvollen Ziele der Zukunft wie auch die Notwendigkeit wirtschaftlicher Alternativen zu herkömmlichen Abgasschalldämpfern erfordern alternative und innovative Konzepte der Abgasgeräuschminderung an Lkw.

Nach erfolgreichen Untersuchungen aktiver Abgasschalldämpfer an Pkw war es naheliegend, die dabei eingesetzten Module wie auch die gewonnenen Erkenntnisse auf die Anforderungen an Lkw hin zu erweitern und zu modifizieren, um auch für Lkw aufzuzeigen, ob und inwieweit aktive Abgasschalldämpfer in der Lage sind, das Ab-