



Science for a
moving society

FINAL REPORT

1319 | 2023 – Frankfurt am Main

Gemischhomogenisierung Otto II

Modellierung des Inhomogenitätsgrades und der Rohemissionsbildung im verbrannten Gemisch bei homogenen und insbesondere homogen-mageren Ottomotoren

Homogenisation Model SI Engines II

Modelling of the level of inhomogeneities and the formation of engine-out emissions in the burned mixture for homogeneous and in particular homogeneous-lean SI-engines

Gemischhomogenisierung Otto II

Vorhaben Nr. 1357

Modellierung des Inhomogenitätsgrades und der Rohemissionsbildung im verbrannten Gemisch bei homogenen und insbesondere homogen-mageren Ottomotoren

Abschlussbericht

Kurzfassung:

Homogen-magere Ottobrennverfahren rücken aufgrund ihres großen Potenzials zur Wirkungsgradsteigerung, verbunden mit einer CO₂-Reduktion als zukunftsorientierte Technologie vermehrt in den Fokus. Da beim Magerbetrieb der Einsatz eines konventionellen Drei-Wege-Katalysators zur Reduktion der Stickoxidemissionen (NO_x) nicht zielführend ist, gewinnt die verlässliche Vorhersage der NO_x-Rohemissionen immer mehr an Bedeutung. Auch für stark hybridisierte stöchiometrische Motorkonzepte, bei welchen aufgrund häufiger Motorstarts ein potenziell ausgekühltes Abgasnachbehandlungssystem vorliegt, ist eine belastbare Vorhersage der NO_x- und CO-Rohemissionen unerlässlich. Die Bildung von NO_x und CO hängt maßgeblich von den lokalen Luft-Kraftstoff- und Temperaturverhältnissen im verbrannten Gemisch ab. Entsprechend haben vorhandene Gemischinhomogenitäten einen erheblichen Einfluss auf die Emissionsbildung, was von aktuell bekannten 0D/1D-Ansätzen nicht hinreichend abgebildet wird.

Daher wird in diesem Projekt ein phänomenologisches 0D/1D-Modell zur Beschreibung der Kraftstoff- und Temperaturinhomogenitäten im verbrannten Gemisch erarbeitet. Das Modell baut auf dem im Vorgängervorhaben entwickelten Inhomogenitätsmodell für die unverbrannte Masse auf und stellt den Zusammenhang zu den Inhomogenitäten im Verbrannten her. Erkenntnisse aus umfangreichen Messungen und detaillierten 3D-CFD-Simulationen für einen Einzylinder-Forschungsmotor werden für die Modellentwicklung genutzt. Das neu entwickelte Inhomogenitätsmodell wird mit einem quasidimensionalen Verbrennungsmodell gekoppelt und liefert eine Verteilung von Kraftstoff und Temperatur. In Kombination mit den gängigen Emissionsmodellen führt dies zu einer verbesserten Vorhersage der NO- und CO-Rohemissionen.

Das Ziel des Forschungsvorhabens ist erreicht worden.

| | |
|--|--|
| Laufzeit: | 01.07.2019 – 31.03.2022 |
| Fördergeber: | Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz / Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e.V. (BMWK/AiF) |
| Fördernummer(n): | IGF 20562 N |
| Forschungsstelle(n): | Institut für Fahrzeugtechnik Stuttgart (IFS), Universität Stuttgart Leiter: Prof. Dr.-Ing. Michael Bargende Prof. Dr.-Ing. André Casal Kulzer Lehrstuhl für Thermodynamik mobiler Energiewandlungssysteme (tme), RWTH Aachen University Leiter: Univ-Prof. Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger |
| Bearbeiter und Verfasser: | Dipl.-Ing. Daniel Ismail Mir (IFS) Fabian Steeger, M.Sc. (tme) |
| Projektkoordination/projektbegleitender Ausschuss: | Dipl.-Ing. Marc Sens (IAV GmbH Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr) |
| Vorsitzender wiss. Beirat: | Dr.-Ing. Andreas Kufferath (Robert Bosch GmbH) |
| Weitere Berichte zum Forschungsvorhaben: | R603 (2022) |

Danksagung

Dieser Bericht ist das wissenschaftliche Ergebnis einer Forschungsaufgabe, die von der FVV e.V. gestellt und am Institut für Fahrzeugtechnik Stuttgart (IFS) der Universität Stuttgart unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Michael Bargende und Prof. Dr.-Ing. André Casal Kulzer und am Lehrstuhl für Thermodynamik mobiler Energiewandlungssysteme (tme) unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger bearbeitet wurde.

Die FVV dankt den Professoren Bargende, Kulzer und Pischinger und den wissenschaftlichen Bearbeitern Dipl.-Ing. Daniel Ismail Mir (IFS) und M.Sc. Fabian Steeger (tme) für die Durchführung des Vorhabens. Das Vorhaben wurde von einem Arbeitskreis der FVV unter der Leitung von Dipl.-Ing. Marc Sens (IAV GmbH Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr) begleitet. Diesem projektbegleitenden Ausschuss gebührt unser Dank für die große Unterstützung.

Insbesondere danken wir den Firmen Convergent Science GmbH und Siemens AG für die Bereitstellung akademischer Berechnungslizenzen.

Das Forschungsvorhaben wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF-Nr. 20562 N) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) e.V. aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Forschungsnetzwerk
Mittelstand



Industrielle
Gemeinschaftsforschung



Science for a
moving society