

Kurzfassung

Die Aufladung von Motoren mittels Abgasturbolader (ATL) blickt auf eine ähnlich lange Geschichte zurück wie der Verbrennungsmotor selbst. Jedoch war der Einsatz aufgeladener Motoren lange Zeit auf großvolumige maritime und stationäre Anwendungen beschränkt, da es technische Schwierigkeiten, insbesondere im Zusammenwirken von Verbrennungsmotor und Strömungsmaschine, zu überwinden galt. Im Jahre 1938 kam das erste Nutzfahrzeug und 1962/63 der erste Personenwagen mit abgasturboaufgeladenem Motor auf den Markt. Der eigentliche Durchbruch des Abgasturboladers gelang jedoch erst in den 80er Jahren.

Heutige Dieselmotoren im PKW- und NFZ-Bereich werden zur Steigerung der Motorleistung bei konstanter Motordrehzahl und unverändertem Hubvolumen nahezu ausschließlich mit Abgasturboladern ausgerüstet. Mit der dem Abgas entnommenen zusätzlichen Energie lässt sich auch mittels Downsizing bei gleicher Motorleistung eine Kraftstoff- bzw. Emissionsreduzierung realisieren. Diesen Vorteilen stehen aber auch konzeptbedingte Nachteile, wie das verzögerte Ansprechverhalten durch die rein strömungstechnische Kopplung zwischen Motor und Abgasturbolader, gegenüber. Einen Ansatz sowohl zur Steigerung des Abgasturbolader- und folglich des Motorwirkungsgrads als auch zur Erhöhung der Agilität stellt die Optimierung der ATL-Lagerung dar. Am häufigsten finden ölgeschmierte Gleitlager im ATL ihre Anwendung. Durch die Nutzung des Abgases zum Antrieb des ATL unterliegt dieser und daher auch der Schmierstoff einer hohen thermischen Belastung. Aufgrund dessen kommt der Kühlung, beispielsweise durch das Öl selbst, eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu.

Infolgedessen wird in der vorliegenden Arbeit eine ATL-Lagerung hinsichtlich Lagerwirkungsgrad/Reibleistung und Kühlung/Schmierstoffvolumenstrom analysiert. Zur Bewertung von Optimierungspotentialen auf diese Zielgrößen werden am Beispiel eines Nutzfahrzeug-Abgasturboladers (NFZ-ATL) die Auswirkungen unterschiedlicher Betriebs- und Geometrieparameter untersucht.

Zu diesem Zweck erfolgt der Aufbau eines Modellprüfstands für eine NFZ-ATL-Lagerung zur Bestimmung von Lagerreibung und Ölvolumenströmen. Mit dem Schleppprüfstand lassen sich, gegenüber Versuchen am realen ATL, die Parameter mit geringem Zeit- und Kostenaufwand variieren. Aufgrund einer Vielzahl potentieller Einflussparameter auf die Zielgrößen findet zunächst eine Vorfilterung mittels theoretischer Lagermodelle statt. Zu diesem Zweck erfolgt eine Modifizierung/Erweiterung der unterschiedlichen Lagermodelle für die ATL-typischen Gegebenheiten. Anschließend werden durch einen Vergleich von berechneten und experimentellen Werten die qualifiziertesten Modelle ausgewählt. Mit diesen Modellen kann durch theoretische Parameterstudien auf die Signifikanz der einzelnen Faktoren geschlossen werden, die anschließend detaillierter experimentell untersucht werden. Zusätzlich fließen auch Parameter in die experimentellen Analysen ein, die in den theoretischen Berechnungsansätzen nicht berücksichtigt werden können, jedoch voraussichtlich einen essenziellen Einfluss auf Reibung und Lagervolumenströme haben. Im Anschluss werden durch experimentelle Parameterstudien mittels der statistischen Versuchsplanung die signifikantesten Einflussfaktoren und Wechselwirkungen analysiert.

Auf Basis dieser Ergebnisse erfolgt abschließend der Entwurf einer hinsichtlich Reibleistung und Lagerkühlung optimierten Lagerkonfiguration. Diese wird experimentell untersucht und daraufhin mit der Ausgangslagerkonfiguration verglichen.

Abstact

The history of the turbocharged engines is nearly as long as the history of the combustion engine itself. Because of technical difficulties in interaction between the engine and the turbocharger in former times turbocharged engines were only used for maritime and high cubic capacity applications. In 1938 the first commercial vehicle and in 1962/63 the first car used a turbocharged engine. The break through of turbocharger has been in the 80's.

Nowadays turbocharger in diesel engines of passenger cars and commercial vehicles are used to increase the engine power at constant engine speed and constant cubic capacity. Using downsizing the engine fuel consumption and emissions can be reduced by constant power because of the utilized energy of the exhaust gas. A disadvantage is the delayed turbocharger response characteristic follow from the fluidic connection between engine and turbocharger. A possibility to increase the turbocharger efficiency, the engine efficiency and also to rise the agility is to improve the turbocharger bearings. Mostly oil lubricated bush bearings are used in turbochargers. Because of the exhaust gas the turbocharger and also the lubricant get a high thermal load. Consequently the cooling with for example oil has a high importance.

Hence in this paper the efficiency/friction power and the cooling/lubricant flow rate of the turbocharger bearings will be analysed. For the evaluation of improvements on these command variables, the effects of different operating and geometry parameters on a commercial vehicle turbocharger will be investigated.

For this purpose a model test rig of commercial vehicle turbocharger bearings will be build up to measure the friction power and lubricant flow rate. On this drag test bench the parameter can be varied with low expenditure of time and cost compared to tests on real turbochargers. Due to the big number of potentially influencing factors on the command variables at first the parameter quantity will be reduced by theoretical bearing models. Therefore different literature bearing models will be modified/extended to improve the simulation of the turbocharger specific conditions. Afterward the most adequate analytic models can be determined by the comparison of calculated and measured data. The models can be used to investigate the statistical significance of the factors and the most significant parameters will be analysed in detail on the test rig. Some parameter which probably have an essential influence on the friction or the lubricant flow rate but which cannot be analysed by the analytic models will be involved in the experimental analysis as well. Afterwards the most influencing factors and interdependencies will be analysed with the help of design of experiments.

Based on the results an optimized bearing configuration regarding friction loss and cooling is proposed. These bearings will be tested and compared to the results of start bearings.