
Nachweis der Eignung an einem Prüfstand für Kleinmotoren

E. Steffan, maxon motor ag

1 Einleitung

Eine Aufgabe zu übernehmen, die qualitätssichernde Maßnahmen und ebenfalls die Lösung eines akustischen Problems beinhaltet, war eine Herausforderung und Motivation zugleich, da die Bemühungen um den Einsatz akustischer Lösungsmöglichkeiten über längere Zeit bestanden.

In dem hier beschriebenen Nachweis zur Eignung eines Prüfstandes zur Einstellung von Motoren kam die über Jahre dauernde Zusammenarbeit mit dem iAQ der FH Heidelberg zum Tragen. Erlangte Kenntnisse aus der Arbeit an einem Projekt zur Lösung von Geräuschproblemen und Schulungen wurden genutzt und umgesetzt.

Ein projektierter und bereits gebauter Prüfstand sollte für den Einsatz in der Fertigung innerhalb kürzester Zeit seinem Zweck entsprechend als geeignetes akustisches Prüfmittel gestaltet und nachgewiesen werden.

2 Gegenstand, Ausgangssituation

Die maxon motor ag, Sachseln, stellt als Spezialausführung flach gebaute Gleichstrommotoren für den Antrieb von CD-ROM-Laufwerken her. Stator und Rotor des EC-Motors sind dabei als zwei tellerförmige Metalldeckel gebaut, die zusammengefügt werden.

Der Luftspalt zwischen Stator und Rotor muß so ausgerichtet werden, daß die größtmögliche Laufruhe gegeben ist. Dazu wird der Motor in einen Prüfstand eingelegt (Bild 1), über eine Kupplung an eine Bremse angeschlossen und über die Bedientasten das Prüfprogramm gestartet.

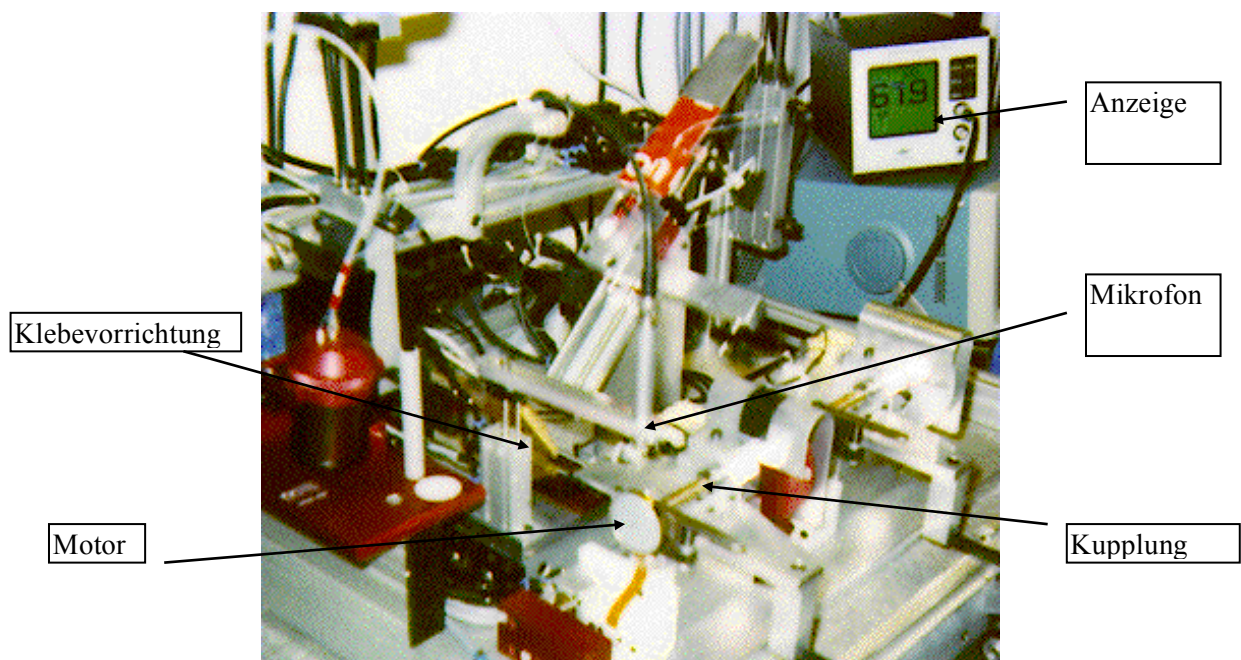


Bild 1: Prüfstand für die Einstellung von Motoren

Während des Prüflaufs werden Stator und Rotor mit Hilfe einer Mikrometerschraube solange gegeneinander verschoben, bis das Geräusch den geringsten Pegel aufweist. Die Messung des Geräuschs erfolgt über ein Mikrofon, das über dem Prüfling aufgehängt ist. Aus dem Mikrofonsignal wird der Schalldruckpegel berechnet und auf einem Meßinstrument angezeigt.

Nach dem Einstellvorgang werden die Position des Stators und Rotors durch eine Klebung fixiert.

Der Prüfstand ist als Doppelprüfstand ausgelegt und kann wechselweise betrieben werden.

3 Ziele der Untersuchung

Vor dem Einsatz des Prüfstandes in der Fertigung sollen seine Fähigkeit und Eignung untersucht und nachgewiesen werden. Ziel der Untersuchung ist, eine grundsätzliche Begutachtung des Prüfstandes sowie seiner Funktionalität vorzunehmen, die Wiederholpräzision (herkömmlich: Reproduzierbarkeit) der einzelnen Prüfeinheiten und die Vergleichspräzision (Übereinstimmung) der Prüfwerte beider Prüfeinheiten zu beurteilen sowie den Einfluß des Prüfers beim Einlegen und Einstellen zu ermitteln. Der Einfluss der Umgebung soll ausgeschlossen werden.

4 Vorgehensweise

Für die Untersuchung der Prüfstände standen 21 Flach-Motoren zur Verfügung. Sie waren unverklebt, damit die manuelle Einstellung vorgenommen werden konnte.

Die Untersuchung der Wiederholpräzision erfolgte auf dem linken und rechten Prüfstandteil mit Motor 5 und jeweils 10 Wiederholungen. Der Prüfling wurde zu jeder Messung erneut eingelegt und mit der Kupplung verbunden.

Für die Untersuchung der Vergleichspräzision wurde das gesamt Kollektiv der 21 Flach-Motoren benutzt. Die Motoren wurden jeweils in identischer Reihenfolge in die Vorrichtungen eingelegt. Auf jedem Prüfstand erfolgten jeweils zwei Durchgänge mit einem Prüfer, um die Wiederholbarkeit für jeden Prüfstand und die Vergleichbarkeit beider Prüfstandteile untereinander nachzuweisen. Ein zweiter Prüfer führte anschließend jeweils einen Durchgang auf jedem Prüfstand durch, um mit diesen Messungen den Prüferinfluß zu ermitteln.

Motor 15 wird bei den Auswertungen der Untersuchungen nicht berücksichtigt, da er auf dem linken Prüfstand nahezu problemlos, aber auf dem rechten Prüfstand nur zeitweise lief. Die Ursache ist möglicherweise eine nicht ganz übereinstimmende Kontaktierung.

Der vierte Versuch konzentrierte sich auf folgende Punkte:

Bestimmung der Wiederholpräzision in jeder Prüfstation mittels A-bew. Pegel.

- Die Untersuchung der Wiederholpräzision erfolgte auf dem linken und rechten Prüfstandteil mit Motor 4 bei jeweils 10 Wiederholungen. Der Prüfling wurde zu jeder Messung erneut eingelegt und mit der Kupplung verbunden.

Bestimmung der Vergleichspräzision zwischen drei verschiedenen Prüfern

- Für die Untersuchung der Prüfstände wurden 10 der bisher bereits verwendeten unverklebten Flach-Motoren verwendet. Drei Prüfer führten auf jeder Prüfstation je Motor zwei voneinander unabhängige Einstellungen und Messungen durch.

Bestimmung der Vergleichspräzision zwischen beiden Stationen.

- Aus den Vergleichsmessungen des besten Prüfers auf den beiden Stationen wurde die Vergleichspräzision der Prüfstationen bestimmt.

Alle Messungen fanden bei geschlossener Schallschutzhaube statt.

Zwischen den Versuchen zur messtechnischen Erprobung wurde die mechanische Umrüstung des Prüfstandes mit der sich notwendig machenden Schalldämmung realisiert. Zur Abschirmung der lauten Fertigungsgeräusche musste die Schallschutzhaube projektiert, bestellt und installiert werden.

Es ergaben sich Optimierungen des Arbeitsablaufes, Verbesserungsmöglichkeiten in der Steuerung und der Sicherungstechnik beim Öffnen und Schliessen der Haubentüre. Die Nachrüstung des B&K-Messgerätes auf A-bew. Pegelmessung geschah vor dem endgültigen Nachweis zur Eignung. Das Ablesen der Messwerte wurde durch ein analoges Zeigerinstrument gegenüber schnell wechselnder Zahlenanzeige vereinfacht.

Den Prüfern gegebene Bedienungshinweise bezogen sich auf das sorgfältige Einstellen der optimalen Lage beim Mithören des Geräusches über Kopfhörer, die nicht allein dem niedrigsten Pegelwert, sondern dem ruhigen, subjektiv am besten empfundenen Geräusch entspricht. Abschliessend werden die Arbeits-, Kalibrieranweisung und Regelkarten erstellt.

5 Auswerteverfahren

Für die Auswertung der Mikrofonsignale wurden zwei unterschiedliche Meßmittel verwendet (Bild 2). Es handelt sich dabei um ein Meßgerät Brüel&Kjaer 2525 sowie das Analysesystem Cortex. Beide Meßmittel berechnen den linearen Signalpegel. Zum Vergleich und zur Ergänzung wurden im Cortex-System der A-bewertete Gesamtpegel sowie die Lautheit nach Zwicker berechnet. Zusätzlich zur unmittelbaren Auswertung wurden alle Signale auf DAT-Band archiviert.

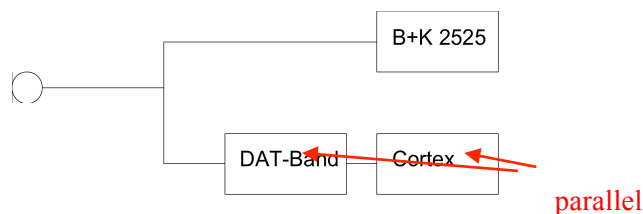


Bild 2: Blockschaltbild der Meßkette

6 Zusammenfassung

Der Prüfstand für die Einstellung der Motoren hat sich hinsichtlich seines mechanischen Aufbaus sowie seiner meßtechnischen Eigenschaften als geeignet erwiesen. Die Wiederholpräzision der Pegelwerte, die bei optimaler Einstellung des Motors erreicht werden kann, beträgt ca. 0,5 dB.

Die Vergleichspräzision der Prüfstände ist bei Messungen mit einem Motor sehr hoch. Die gemittelten Meßwerte stimmen für beide Prüfstände überein. Voraussetzung dafür ist allerdings eine sorgfältige Arbeitsweise des Prüfers. Er muß sich in seiner Arbeit auf die Anzeige des Meßwertes und auf den subjektiven Geräuscheindruck, den er sich über das Anhören der Geräusche über Kopfhörer verschafft, abstützen können. Der niedrigste Pegelwert entspricht nicht unbedingt dem subjektiv als günstig empfundenem Geräusch.

Die Vergleichspräzision der Einstellungen eines Prüfers sowie unter den Prüfern ist sehr hoch. Sie liegt bei sorgfältiger Arbeitsweise ebenfalls bei ca. 0,5 dB. Das bedeutet, daß die Unterschiede zwischen den Prüfständen sowie die Unterschiede zwischen den Prüfern vernachlässigbar sind.

