

Aktion Flüsterschlepp des SFVS und der SMF

Entwicklungsprojekt „leiser“

**Optimierung Lärmpegel und Schleppleistung
MCR 01 M**

Zwischenbericht

Für das Projektteam
30. 6. 2006 / Dr. P. von Burg

Inhalt

Inhalt	2
Ausgangslage	2
Ziel	2
Vorgehen	3
Bestandesaufnahme Schallquellen	3
Propeller	5
Schalldämpfer Auspuff	6
Nachschalldämpfer Auspuff	6
Schalldämmung Cowling	8
Übertragbarkeit der Resultate	9
Zusammenfassung	9
Quellen	9

Ausgangslage

Die Öffnung der Schweiz gegenüber den lange verbotenen Ecolight Flugzeugen hat auch bezüglich Segelflugschlepp neue Möglichkeiten eröffnet. Sehr schnell zeigte sich, dass Ecolight Flugzeuge der 100 PS Klasse einen ökonomisch und ökologisch sinnvollen Ersatz für konventionelle 180 PS Schleppflugzeuge darstellen. Da aber die Segelflugzeuge in den letzten Jahren immer schwerer wurden, befriedigen 180 PS Schleppflugzeuge auf vielen Flugplätzen nicht mehr.

Das Projekt MCR 01 M HB-YMD der privaten Entwicklungsgemeinschaft „Verein MCR Schlepper“ sollte die konventionellen 235 PS Schleppflugzeuge ersetzen können. Dieses Ziel kann bereits als erreicht angesehen werden.



Startleistungsvergleich Maule 235 PS gegenüber MCR 01 M 115 PS mit DG 500 im Schlepp

Ziel

Beim nachfolgenden Förderungsprojekt „leiser“ soll die bestehende MCR 01 M noch weiter im Schallpegel und Schleppleistung optimiert werden. Als Lärmwert für die Ecolight Version wird ein Pegel nach ICAO von 60 dB(A) angestrebt. Der vermessene Pegel der YMD beträgt 65 dB(A). Der Pegel eines konventionellen Schlepp-

flugzeuges gleicher Leistung liegt bei 72 dB(A). Die Massnahmen sollen auf andere Flugzeuge übertragbar sein.

Vorgehen

Zuerst wurden am bestehenden Flugzeug die verschiedenen Schallquellen analysiert. Je nach Dominanz wurde versucht, die vorherrschenden Frequenzanteile zu dämpfen, ohne dass eine Reduktion der Leistung des Flugzeuges auftreten sollte.

In Vorversuchen am nicht flugfähigen Flugzeug am Boden wurde die grundsätzliche Wirksamkeit der Massnahmen zuerst geprüft, bevor eine flugfähige Version der Schall-dämpfungsmassnahmen entwickelt, gebaut und nachgemessen werden kann.

Da die Zulassungsvorgaben des BAZL für Schleppflugzeuge im Eigenbau sehr restriktiv sind, können verschiedene Massnahmen nur am Boden nachgewiesen werden. Es wurde aber darauf geachtet, dass die realisierten Massnahmen für die Ecolight Flugzeuge, die auf anderen Zulassungsrichtlinien basieren, realisierbar sind.

Als mögliche Schallquellen werden

- Auspuffmündung
- Propeller
- Cowling (Motorabstrahlung)

in Betracht gezogen. Aeroakustische Effekte der Zelle oder durch die Zelle abgestrahlter Körperschall wurden als nicht relevant betrachtet.

Bei der Betrachtung der Lärmimmission muss unbedingt neben der Schallquelle auch die Steigleistung bei der eingesetzten Steiggeschwindigkeit betrachtet werden. So kann eine stärkere Schallquelle durch grössere Steigleistung kompensiert werden und umgekehrt. Alle Massnahmen sind deshalb sowohl auf ihre Auswirkung bezüglich abgestrahltem Schall und auf die zu erzielende Steigleistung zu beurteilen. Eine Verbesserung der Steigleistung bei gleich bleibender Schallquelle hat eine Reduktion der Immissionen zur Folge.

Bestandesaufnahme Schallquellen

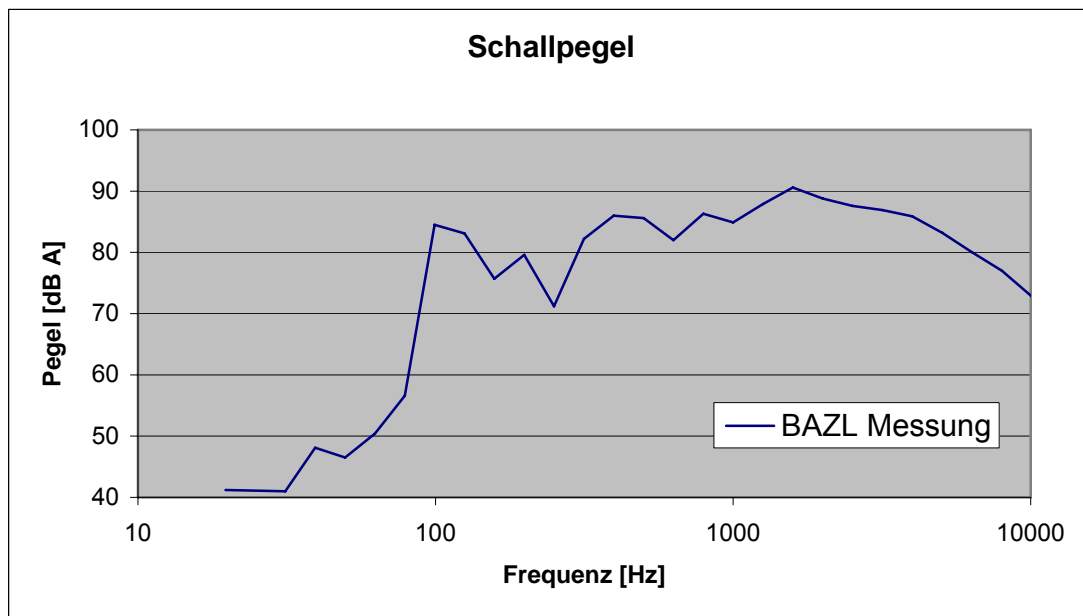
Als erstes wurde eine Schallpegelmessung mit dem genauen Frequenzgang des Flugzeuges vorgenommen. Dazu wurde das Messmikrophon 7.5 m seitlich der Flugzeugachse auf der Höhe der Flügelvorderkante und 1.2 m über dem Boden aufgestellt. Der Schall wurde auf einem Rechner erfasst und als Spektrum mit einer Auflösung von rund 1 Hz im Bereich von 0 - 5 kHz aufgenommen.

Zur besseren Entkopplung zum Boden und um die Schallabstrahlung nach unten besser messen zu können, wurde das Flugzeug auf eine Plattform gestellt.



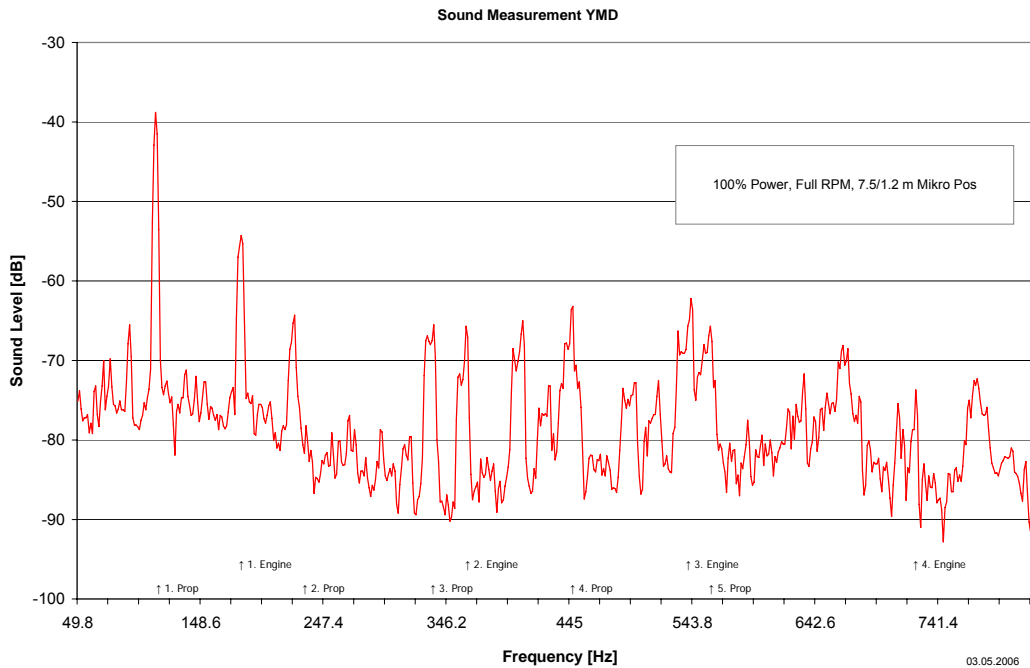
Anordnung Flugzeug und Mikrophon, Messausrüstung

Die Messungen erfolgten jeweils bei 100% Leistung (max. Continuous Power), da bei Startleistung das Flugzeug durch den Propellerwind bereits nicht mehr sicher auf dem Boden stand und die zulässige Motorenlaufzeit bei der Startleistung begrenzt wäre.



Grundpegel der MCR 01 M seitlich gemessen

Deutlich sichtbar ist, dass der Propellerlärm, die Grundfrequenz des Propellers beträgt hier 110 Hz, in der A-Bewertung bei diesem Flugzeug nicht dominiert. Der Grund liegt darin, dass bei diesen Motoren der Propeller über ein Getriebe untersetzt und damit bei relativ kleiner Umfangsgeschwindigkeit dreht.



Linearer Frequenzgang Schallpegel YMD mit Zuordnung der Frequenzen

Mit der hohen Frequenzauflösung können die Schallanteile eindeutig einer Ursache (Propeller, Motor) zugeordnet werden und mit gezielten Massnahmen gedämpft werden.

Propeller

Obwohl der Propellerlärm an der Quelle bei der MCR YMD nicht dominant ist, wurden frühzeitig Leistungsversuche mit anderen Propellern unternommen. Leider mussten sich diese Versuche auf Bodenmessungen (Stand Schub und Lärm) und einzelne Steigleistungsvermessungen ausserhalb des Segelflugschlepps beschränken. Schleppversuche mit der YMD waren wegen den BAZL Einschränkungen (nur nach JAR P zugelassene Propeller erlaubt) nicht möglich, bzw. hätten einen unverhältnismässigen Aufwand (jede Änderung am Flugzeug verlangte 50 h Flugzeit vor dem nächsten Schlepp) bedeutet.

Die getesteten Propeller sind für Ecolight Flugzeuge allesamt zugelassen, kommen von renommierten Herstellern und haben sich im Markt seit Jahren bewährt.

Es hat sich gezeigt, dass Propeller auf dem Markt sind, die sowohl im Stand Schub, wie auch im Steigflug mit einer üblichen Steiggeschwindigkeit gleiche oder bessere Leistungen wie der nach JAR-P zugelassene Propeller der YMD aufweisen.

Das Gewicht der vermessenen Propeller war bis zu 14 kg geringer und der Durchmesser kleiner, so dass allenfalls auch der Lärmanteil des Propellers noch kleiner erwartet werden kann.

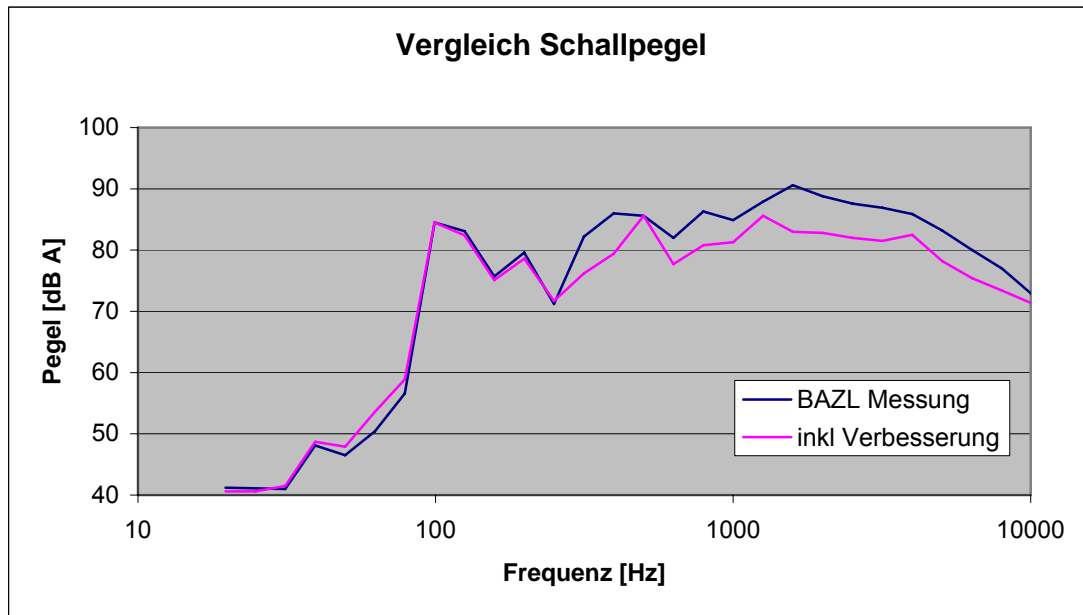
Wenn das Reduktionspotenzial beim Auspuff und der Cowling ausgeschöpft werden kann, wird dann allenfalls der Propeller zur dominanten Schallquelle, so dass dann diese Verbesserung auch messtechnisch bezüglich Gesamtlärm relevant werden kann.

Schalldämpfer Auspuff

Zum eingesetzten Motor der YMD gibt es verschiedene, durch den Hersteller serienmässig angebotene Schalldämpfer. Der Hersteller gibt aber dazu keine Angaben zum erreichbaren Schallpegel an, da die Integration des ganzen Antriebs in das Flugzeug massgeblich am Schallpegel mitbeteiligt ist.

Verschiedene für diesen Motor zugelassene Auspuffdämpfer wurden auf der MCR montiert und am Boden ausgemessen.

Die erreichbare Verbesserung des Pegels durch Wahl des optimalen Auspuffschalldämpfer zeigt das nachfolgende Diagramm.



Verbesserungspotential Auspuffschalldämpfer

Die zu erzielende Verbesserung dürfte im senkrechten Überflug sogar noch etwas grösser sein, als in der hier vorliegenden, seitlichen Messung.

Nachschalldämpfer Auspuff

Da bei einem aufgeladenen Motor der Gegendruck des Auspuffschalldämpfers nicht geändert werden darf, muss ein Nachschalldämpfer entsprechende Anforderungen erfüllen.

Für einen Vorversuch wurde ein 1 m langes handelsübliches Absorberrohr mit 100 mm lichter Weite verwendet und das Auspuffendstück seitlich eingeführt. Die heissen Auspuffgase wurden in einem ersten Mischer mit Aussenluft vermischt und damit abgekühlt und die Strömungsrichtung dem Absorberrohr angepasst. Das Absorberrohr ist vorne und hinten offen und wird durch den Propellerwind durchströmt. Ein erhöhter Gegendruck auf die Auspuffanlage wird durch die grosse durchgehende Öffnung des Absorberrohrs nicht erwartet.

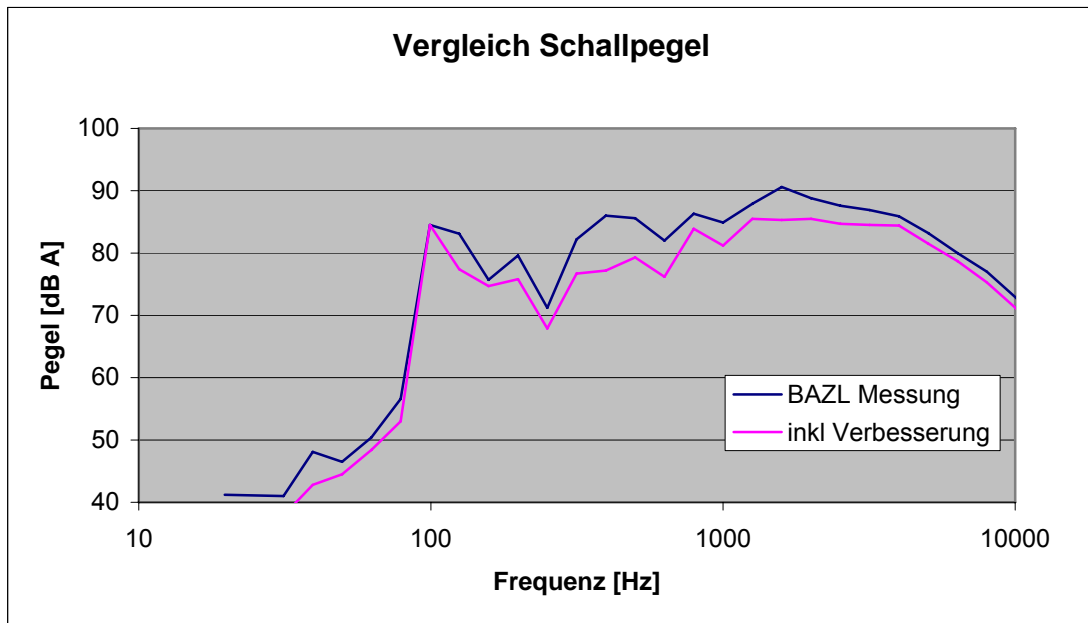


Vorversuch mit Absorberrohr als Nachschalldämpfer



Vorversuch mit Absorberrohr als Nachschalldämpfer

Eine endgültige, flugfähige Version eines Absorber-Nachschalldämpfer wird in eine neue Cowling integriert werden. Durch den eingeschränkt vorhandenen Platz wird dieses Rohr etwas kürzer sein müssen und deshalb nicht unbedingt die gleiche Dämpfungsleistung, speziell bei tieferen Frequenzen aufweisen können. Auch hier dürften das Verbesserungspotential im Überflug noch etwas besser sein, als bei der hier vorliegenden, seitlichen Messung.



Verbesserung Schallpegel mit Absorberrohr

Die beiden Potenziale aus optimalem Schalldämpfer und Nachschalldämpfer lassen sich nicht linear addieren um die mögliche Gesamtverbesserung zu bestimmen. Die beste Wirkung der beiden Massnahmen sind jedoch bei unterschiedlichen Frequenzen, so dass sich beide Massnahmen in ihrer Wirkung ergänzen.

Schalldämmung Cowling

Erste Versuche mit einer um die Cowling gebundenen Schwermatte zeigten das grundsätzliche Potenzial einer solchen Massnahme.



Vorversuch mit Schwermatte als Cowlingdämpfung

Die endgültige, flugfähige Version dieser Dämmung wird in eine neue Cowling integriert. Dabei wird der Effekt einer visko-elastisch verbundenen Zweischalenwand eingesetzt, um das zusätzliche Gewicht minimal zu halten.

Übertragbarkeit der Resultate

Die Resultate und Methoden können auf andere Flugzeuge übertragen werden. Speziell ist zu erwarten, dass Flugzeuge mit vergleichbaren Motoren und dabei untersetztem Propeller mit vergleichbaren Massnahmen leiser gemacht werden können.

Voraussetzung dazu sind vernünftige Rahmenbedingungen bei der Zulassung von schallreduzierenden Massnahmen und gewisse Reserven beim Rüstgewicht. Speziell die heutige Ecolight Kategorie ist im zulässigen Rüstgewicht sehr stark eingeschränkt. Aus diesem Grund wurden nur technische Massnahmen evaluiert, die mit geringer zusätzlicher Masse realisiert werden können.

Bei konventionellen Flugzeugen wäre eine weitere Schallreduktion technisch ebenfalls machbar. Die zeitliche und finanzielle Aufwand für die heutigen Zulassungsverfahren verhindern hier jedoch, dass der aktuelle Stand der Technik in die Optimierung dieser Flugzeugkategorien einfließen kann.

Zusammenfassung

Als Zwischenresultat sind bereits deutliche Verbesserungen im Schallpegel sichtbar. Ein Teil der Resultate ist bereits in die ersten, bald ausgelieferten MCR 01 M Ecolight Schleppflugzeuge eingeflossen (Auspuffdämpfer und Propeller). Die Umsetzung der teilweise erst prinzipiell nachgewiesenen Massnahmen im Bereich Absorber und Cowling ist im zweiten Teil des Projektes geplant.

Die gesetzten Projektzielsetzungen erscheinen nach dem aktuellen Stand der Erkenntnisse nach wie vor als erreichbar, bedeuten jedoch eine Realisierung aller geplanten Massnahmen.

Quellen

Bericht BAZL Lärmmessung HB-YMD vom 6. Sept. 2005