

Geluidsvermindering bij modelvliegtuigen. Deel 6. Geluidsvermindering door toepassing van dempers

Citation for published version (APA):

Schlösser, W. M. J. (1978). Geluidsvermindering bij modelvliegtuigen. Deel 6. Geluidsvermindering door toepassing van dempers. *Bouwen en vliegen*, 15, 22-24.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1978

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

7217 F
15 1979

Geluidsvermindering bij modelvliegtuigen

Deel 6: Geluidsvermindering door toepassing van dempers

Prof. dr. ir. W. M. J. Schlösser

Inleiding

In de vorige bijdrage kwamen we tot de conclusie dat het voorlopig nog noodzakelijk is om met de positieve en negatieve talenten van de 2-takt gloeibougie modelmotor te leren leven. Geluidsdemping van de uitlaat bleek daarbij noodzakelijk te zijn. In dit artikel besteden we daarom aandacht aan uitlaatdempers voor deze modelmotoren. Een uitlaatdemper is een hol lichaam dat op de uitlaatpoort wordt aangesloten. De drukpuls van de verbrandingsgassen wordt in de demper 'afgevlakt', ofwel gedempt en de verbrandingsgassen verlaten de demper met een meer gelijkmatige stroomsnelheid. De motor wordt hierdoor accoustisch van de hem omringende lucht 'ontkoppeld'. Zie hiervoor fig. 15 in (11). Op deze wijze wordt dan het geluidsdrukkniveau van de modelmotor verlaagd tot een meer aanvaardbare waarde.

Niet alles wat er als een demper uitziet, werkt als een demper.

Toen het om milieu-redenen duidelijk werd dat het zonder meer sterk pulserend afblazen van uitlaatgassen in de omringende lucht ontoelaatbaar was, werden de dempers op de markt gebracht die er alleen maar als dempers uitzagen, maar die niet of nauwelijks als dempers werkten. Monteren van zulke dempers vestigde echter de indruk dat men van goede wil was en dit feit was velen geld waard. Sommige fabrikanten verdienden er goed geld aan. Belangrijk was echter dat hierdoor bleek dat de modelbouwer bereid was om extra gewicht aan zijn model te dulden en dat hij er geld voor over had, om iets aan geluidbestrijding te doen.

De hier bedoelde dempers zijn de z.g. venturi-dempers (fig. 26). Deze z.g. dempers zouden nu, zonder nadelige gevolgen voor de modelbouw van de markt kunnen verdwijnen.

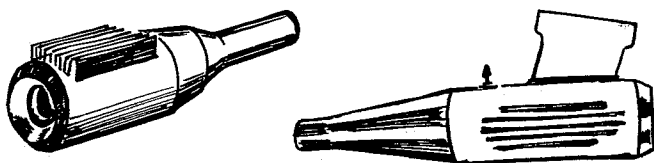


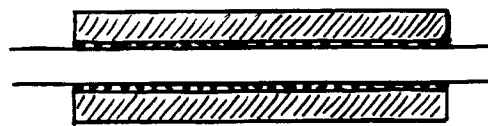
FIG. 26 DEMPERS MET OPEN VOORZIJDJE, ZGN. VENTURI-DEMPERS

Dempers, die dempen ten koste van een beetje vermogen
Gelukkig zijn er daarvan veel op de markt. Er is keuze genoeg. Het probleem is alleen om tot goede combinaties van modelmotoren en dempers te komen.

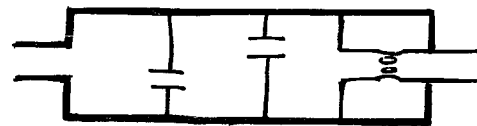
De meeste dempers bestaan uit een cilindrisch hol lichaam, waarin en waaraan niets zit dat bewegen kan. Deze holle lichamen worden nu d. m. v. beugels, veren of alleen maar d. m. v. bouten op de uitlaat van de modelmotor bevestigd. Deze bevestiging moet stevig en duurzaam zijn.

Met geborgde bouten lukt deze bevestiging meestal nog het beste. Voor de bepaling van de afmetingen van dempers zijn er geen betrouwbare rekenmethoden. Een van de oorzaken hiervan schuilt in het meestal onbekend zijn van de geluidssnelheid in de uitlaatgassen van de modelmotor, omdat de temperatuur van deze uitlaatgassen evenmin bekend blijkt te zijn. Al rekenend de juiste demper vinden is dus nog niet mogelijk.

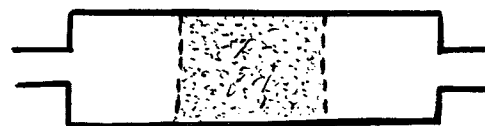
Gelukkig kunnen we niet in het inwendige van dempers kijken. De meeste dempers kunnen we nl. niet openen. Zouden we dit wel kunnen dan zouden we geconfronteerd worden met een frusterende hoeveelheid van combinaties



absorbtie effect



reflexie effect



smoor effect

FIG. 27 DEMPINGSEFFECTEN VOOR DEMPERS

van expansie-holtes, weerstanden, absorbtiekamers en serie- en parallelresonatoren. Zie fig. 27. Veel wijzer wordt u daar ook al niet van.

Blijft dus niets over dan het al proberend zoeken van goede combinaties van modelmotoren en dempers.

Veelal worden er goede combinaties op de markt gebracht door de fabrikant van modelmotoren. Hij heeft er immers steeds meer baat bij, als zijn motoren van goede dempers voorzien zijn.

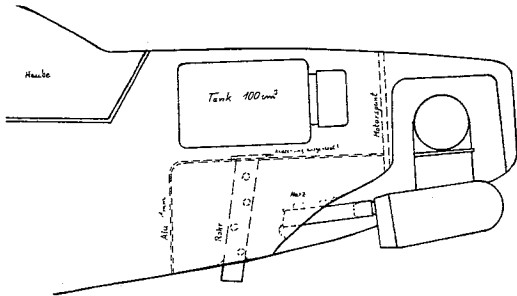
Ook zijn er fabrikanten van dempers, die met goed resultaat met motoren van verschillende andere fabrikanten kunnen worden gecombineerd.

Aanbevelingen van dempers door de motor-fabrikanten zouden hier nuttig kunnen zijn. Meestal moet men de informatie over goede motor-demper-combinaties krijgen van andere clubleden of tijdens wedstrijden. Zeer nuttig zijn echter ook publicaties zoals (22), waarin verschillende dempers met elkaar worden vergeleken. Zo tonen metingen van Demuth aan dat de 'Super Standard'-demper van Kölliker en de 'Super Silent'-demper van Minivox uitstekende resultaten met de HB61 en met de Webra Speed 61 leveren. De auteurs van (23) maken een iets minder ervaren indruk. Bij bestudering van de gepubliceerde geluidsdrukkniveaus krijgt men echter de indruk dat de eis van 84(+3) dBA/7m uit een rondom meting, zeer wel haalbaar is. Er blijft een behoefte bestaan aan metingen zoals door Demuth verricht om de op de markt komende nieuwe 'huliers' voortdurend te combineren met de op dat ogenblik beschikbare en meest geschikte demper(s). Reden waarom aan de Technische Hogeschool te Eindhoven dit onderzoek wordt gestart.

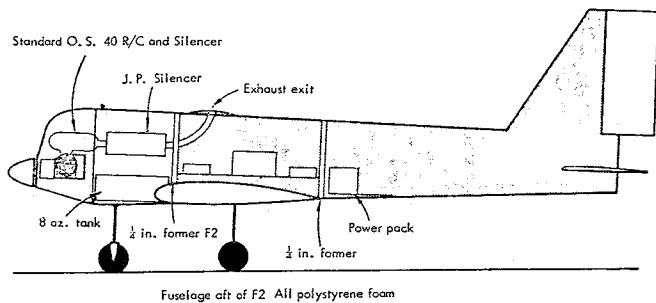
Dubbel-op doet 't nog beter

Krijgt men uit het bovenstaande de indruk dat de modelbouwer niets anders te doen staat dan te trachten de optimale combinatie van motor en demper te vinden, dan is dat onjuist. In de praktijk is inmiddels gebleken dat twee

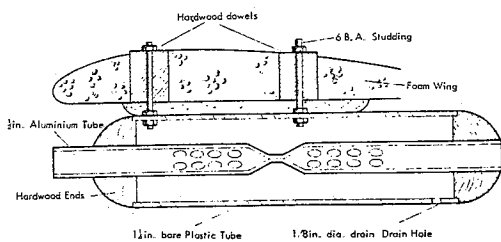
dempers achter elkaar op de uitlaat van een modelmotor een heel doeltreffende oplossing kan zijn. Mocht men er niet in slagen om de juiste combinatie van motor en demper ter beschikking te krijgen, dan kan men op deze wijze de knoop doorhakken. Men voorziet de motor van de door de fabrikant aanbevolen demper en mocht het geluidsdrukkniveau niet aan de gestelde eisen voldoen, dan construeert men zelf een tweede demper aan of in het modelvliegtuig. Beide dempers worden met een siliconenslang 'kop aan staart' gezet en het resultaat is frappant.



volgens Engelhardt in (24)



volgens Gilmour in (25)



volgens Hutchinson in (26)

FIG. 28 CONSTRUCTIEVE UITVOERINGEN VAN TWEE DEMPERS IN SERIE-SCHAKELING

In fig. 28 zijn enkele constructieve uitvoeringen van serie-geschakelde dempers geschetst. Bij een van deze uitvoeringen is zelfs een compartiment van de romp van het model als tweede demper gebruikt. Het is allemaal doodeenvoudig. Een rondom-gemeten gemiddelde van 75,5 dBA/7m van het model van Gilmour is veelzeggend. Men krijgt de indruk dat wij hier met deze serie publicaties zouden kunnen stoppen. Maar ook deze oplossing heeft haar nadelen. (24)(25)(26).

Allereerst, dempen kost vermogen. De dempers hebben stromingsweerstand en deze weerstand veroorzaakt een tegendruk op de uitlaat van de motor. Hierdoor wordt de gaswisseling van de modelmotor bemoeilijkt, dat kost verlaging van de \bar{P}_e en dus vermogen. Een verkeerde motor-demper combinatie kost te veel vermogen en dempt in ruil daarvoor te weinig. Een combinatie die zeer goed dempt, maar daarvoor zeer veel vermogensverlies vraagt, is eveneens een slechte combinatie. Een goede combinatie is een combinatie die goed dempt, maar daarvoor zo min mogelijk vermogen vraagt. Men ziet, er is meer kans op een slechte combinatie, dan op

een goede. Reden waarom Demuth (22) dan ook laat zien hoe goed een combinatie dempt, maar eveneens hoeveel motorvermogen er tenslotte nog overblijft. Twee dempers in serie hebben een grotere doorstroomweerstand dan één demper. Het op deze wijze 'afdwingen van stilte' kost dus waarschijnlijk extra vermogen. Het ideaal blijft dus: één demper, die zijn taak met zo min mogelijk vermogensverlies verricht. Of: twee dempers in serie, minder ideaal, maar als het persé moet. U ziet, hier is ruimte voor een constructieve uitdaging. Gaat u maar alvast aan de slag. Het probleem is blijkbaar niet alleen op te lossen, door het over de toonbank uitwisselen van de juiste motor-demper combinatie en geld. Wel moet u daarbij letten, welke weg u ook kiest, op de temperatuur van de cilinderkop van uw motor. Maar daarover straks meer.

Een demper, die niet alleen maar dempt: de resonantie-demper

Ook de resonantie-pijpen zijn geen dempers in de eigenlijke zin (fig. 29). Een resonantie-pijp kan men het beste vergelijken met een trompet. De motor blaast via zijn uitlaatpoort pulserend op deze trompet en brengt op deze wijze de luchtkolom in de resonantie-pijp in trilling. Heeft deze resonantie-pijp nu de juiste lengte, dan geraakt de luchtkolom op zodanige wijze in trilling dat de gaswisseling in de motor er zeer gunstig door wordt beïnvloed. De bedrijfstoestand, waarbij dit gunstige effect optreedt, is gebonden aan een heel bepaald motor-toerental d.w.z. de lengte van de resonantie-pijp en het motor-toerental waarbij dit gunstige effect optreedt, zijn onverbreekelijk met elkaar verbonden. De lengte van de resonantiepijp wordt daarom afgestemd op het gewenste motor-toerental (27)(28)(30). Lukt dit allemaal goed, dan brengt de motor de resonantie-pijp als een volleerd trompettist in trilling. Een goede verklaring van deze harmonieuze samenwerking van motor en resonantie-pijp kan men lezen in (28)(30). Alles goed en wel, maar nu hebben wij een modelvliegtuig met een motor, die als een gelukkige trompettist door de lucht raast. Dit is toch niet de bedoeling in het kader van geluidshindervermindering! Terecht, aan een resonantie-pijp alléén hebben wij geen goed hulpmiddel voor geluidsbestrijding. Daarom heeft men hiervoor resonantie-dempers op de markt gebracht, dit zijn resonantie-pijpen met daaraan een dempergedeelte direct verbonden (fig. 29). Niet alle resonantie-dempers werken echter even goed. Daarom werden enkele ervan door Demuth aan een vergelijkend onderzoek onderworpen (29).



Fig. 29 Resonantie-demper

Resonantie-dempers voldoen goed, mits aan enkele voorwaarden wordt voldaan

Allereerst moet de bevestiging van de resonantie-pijp degelijk en duurzaam zijn. Spanbeugels met boutjes blijken niet goed te voldoen, omdat zij op den duur vermoedheidsbreuken vertonen. Slangklemmen voldoen beter. Veel problemen leveren ook de bochtstukken waarmee de resonantie-demper aan de motor wordt verbonden. Demuth laat zich zeer positief uit over de Minivox-resonantiedempers m.b.t. de bevestiging en bochtstukken.

Verder bleek de beste bevestiging te bestaan uit directe aansluiting van de resonantie-demper aan een uitlaat op de achterkant van de cilinder gelegen, zodat het bochtstuk kan vervallen en zodanig dat de resonantie-demper achter de motor in de model-langsas komt te liggen. Zie fig. 30.

Vergelijkende metingen, door Demuth verricht, tonen aan dat er grote verschillen in demping kunnen optreden, tussen de verschillende fabrikaten van resonantie-dem-pers. Zeer goed komen de resonantie-dem-pers van Graupner en Minivox uit dit onderzoek naar voren. Demuth vermeldt meetwaarden van 65 tot 70 dBA/7m aan HB. 40 PDP en HB. 61 PDP motoren bij toerentallen van 10.000 tot 16.000 omw/min. (29). Ook beschrijft hij de

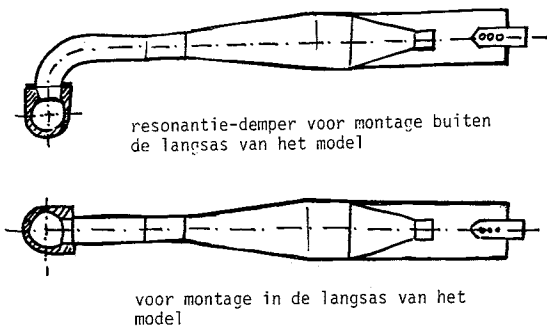


FIG. 30 INBOUW RESONANTIEDEMPER ZONDER BOCHTSTUK

Webra-Speedy-motor (1,789 cm³), met een Webra resonantie-demper, met een maximaal geluidsdrukniveau van 81 dBA/7m (31). Hiermee maakt men dus een goede kans om te voldoen aan de eis van 84(+3)dBA/7m, als resonanties van het model zelf de winst niet bederven.

Niet alle modellen eisen dat wij het uiterste uit de motoren halen, door toepassing van speciale spoelsystemen, brandstofpompen en van resonantie-dem-pers. Het is echter goed om te weten dat zelfs de 'hot-rod-ders' uit de modelbouw een geluidsdrukniveau kunnen realiseren, dat aanvaardbaar is. Terwijl bovendien nog het maximale vermogen beschikbaar komt, dat een motor te bieden heeft.

Ook hier geldt dus geen enkel excuus als niet voldaan wordt aan de eis 84(+3)dBA/7m.

Niet alle modellen bieden op elegante wijze gelegenheid om de resonantiedemper in de romp in te bouwen. Zie fig. 31. Gelukkig zijn dit meestal modellen die geen

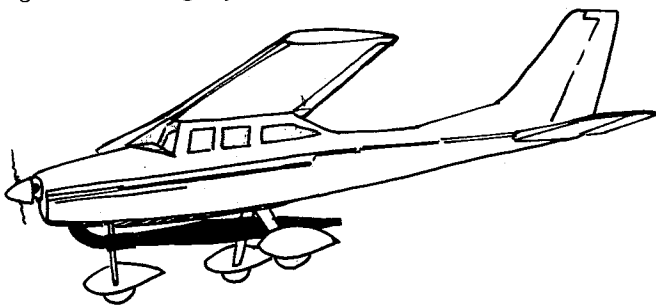


FIG. 31 MODELVliegtuig MET RESONANTIE-DEMPER

resonantiedemper nodig hebben. Voor dit type model is b. v. voldoende vermogen 'te koop' via een goed spoel-systeem, als 't moet met een brandstofpomp, maar met een normale demper. Toepassing van een resonantiedem-per, buiten de romp hangend, is bij deze modellen meest-al onesthetisch en 'tegen natuurlijk'.

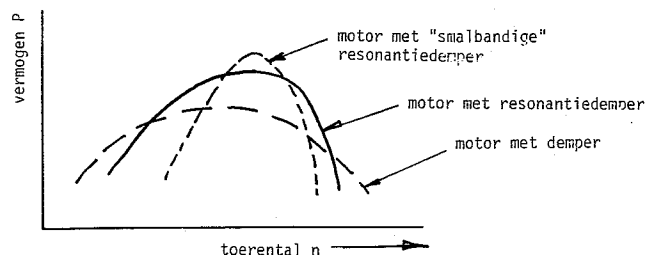


FIG. 32 INVLOED VAN DE DempER OP HET MOTORVERMogen

Dat men met de toepassing van resonantiedempers selec-tiever te werk dient te gaan, dan de fig. 31 doet vermoeden, wordt verduidelijkt door fig. 32. Hierin ziet men dat de motor met normale demper in een breed toeren-bereik een redelijk vermogen heeft. Bij toepassing van een resonantie-demper geeft de motor een groter ver-mogen af in een enger toerenbereik. Modellen die nage-noeg voortdurend in dit engere toerenbereik van de motor worden gevlogen, zijn geschikt voor een resonantie-dem-per. Modellen met een vliegpatroon dat een groot toeren-gebied vereist, komen voor een normale demper in aan-merking. Wij zijn van mening dat het model van fig. 31 een model met zulk een vliegpatroon is.

En dan moeten we nog op de temperatuur van de cilinder-kop letten

Bij metingen aan modelmotoren met dempers, al of niet van het resonantie-type, blijkt de cilinderkop-tempera-tuur toe te nemen t. o. v. de temperatuur op dezelfde plaats gemeten bij de motor zonder demper. Bij de demper neemt het afgegeven vermogen af door vermindering van het toerental en wellicht ook door ver-mindering van de p_e . Bij de resonantiedemper neemt het afgegeven vermogen toe door toename van het toerental en wellicht ook door een (soms kleine) stijging van de p_e . Hier zouden metingen nog helderheid kunnen verschaffen. Het gevolg voor de cilinderkop-temperatuur is bij beide typen van dempers dezelfde: een toename.

Demuth (22)(29) vindt bij beide typen van dempers temperatuurstijgingen van 160° op 200° C, waarbij de resonantiedempers de hoogste waarden voor hun reke-ning nemen. Castro-smeermiddelen zouden hier dan betere smeereigenschappen hebben dan de ricinus-oliën. Faalt het smeermiddel, dan kost dat levensduur van de modelmotor. Vliegen tijdens heet zomerweer kan bij sommige motor-demper-combinaties de motor dan ook zwaar op de maag liggen. Uit de Amerikaanse literatuur is bekend dat men daarom, bij vliegen in woestijnachtige gebieden, dempers niet graag toepast. Gelukkig leven er echter in de Amerikaanse woestijnen minder mensen dan bij ons in de buurt van onze vliegveldjes. Anderzijds zijn bij ons de zomertemperaturen lang niet zo heet als in de Amerikaanse woestijnen. Bij onze normale Nederlandse temperaturen zien wij de motoren daarom niet snel in gevaar komen. Aanstippen van de cilinderkop met een temperatuur-gevoelige verf zou hier enige houvast kun-nen bieden. Hiervoor zijn verfsorten in de handel, die bij bepaalde temperaturen (b. v. 200° C) tijdelijk of blij-vend van kleur veranderen.

Blijkbaar moet men bij de keuze van een demper voor een modelmotor letten op:

1. De door de motor-demper-combinatie gerealiseerde demping. Hierom gaat 't namelijk.
2. Het effect dat men waant m. b. t. het vermogen:
 - 2.1 Een klein vermogensoffer voor een goede demping d. m. v. een demper.
 - 2.2 Een (kleine of grotere) vermogenstoename met een goede demping d. m. v. een resonantiedemper.
3. De cilinderkop-temperatuur, om de motor enige levens-duur te gunnen.

Samenvatting

Hiermee zijn we aan het einde gekomen van deze eerste reeks artikelen over geluidsvermindering bij modelvlieg-tuigen. We hopen dat u nog eens de moeite zult nemen, om alle artikelen te lezen van het begin tot het einde. Daarbij kunnen we dan het oorzaak-gevolg schema uit het eerste artikel nog eens bijzonder in uw aandacht aanbeve-len. Wellicht bekijkt u het nu met andere ogen.

We hopen dat uw inzicht zal doorwerken in de modellen die u voortaan mee zult brengen naar onze vliegvelden. Wij vertrouwen erop dat dan de limiet van 84(+3)dBA/7m spoedig aan de hoge kant zal blijken te zijn.

Dit zal dan goed zijn voor onze sport, dus ook voor u en voor mij.

Maar ook voor vele anderen, die wellicht nooit een model-vliegtuig zullen besturen of bouwen.