



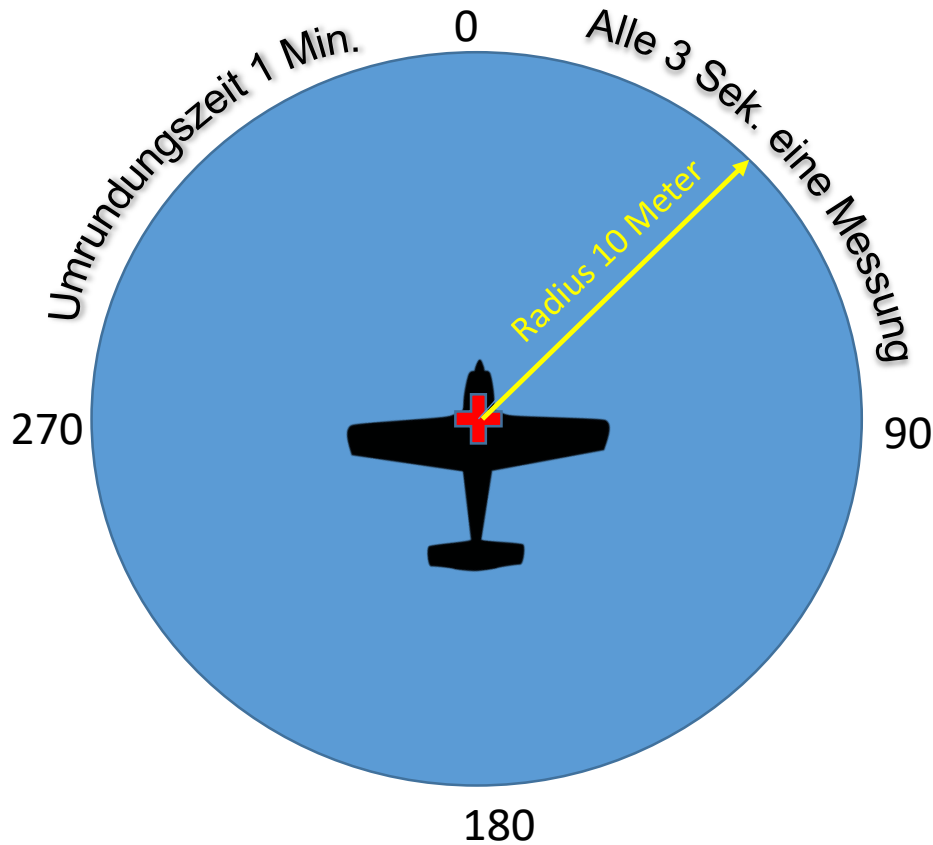
## Lärmmessung der SAC Schleppmaschinen für sensitive Gebiete

Gemessen wird in zehn (10) Metern Entfernung vom Modell. Wenn der Motor mit Vollgas läuft, wird der LEQ (Schall-Leistungsmittelwert über Rundummessung) durch gleichmässiges Umrunden des Modells ermittelt. Mit einer Umrundungszeit von 1 Min. haben wir 20 Messungen, ca. alle 18° eine Messung und wir können den Schallteppich grafisch darstellen. Mit dieser Darstellung können Lärmquellen identifiziert werden.

Das Modell wird auf das Zentrumskreuz gestellt genau in die Mitte von Spinner und Dämpferausgang, dies entspricht dem Zentrum des Lärms.

Modelle mit einem Massstab von 1:4 oder grösser werden am Boden gesichert.

Gurte um Höhenruder und Hauptflächen sind vorzunehmen. **Nur ums Leitwerk gesichert, überlastet die Rumpfstruktur!** Der Pilot verlässt die Messfläche für die Lärmaufzeichnung. Die Messung beginnt und endet auf Punkt 0 und geht im Uhrzeigersinn. Der Motor wird auf Vollgas beschleunigt, die Lärmaufzeichnung gestartet und das Messgerät umrundet das Modell in ca. einer Minute. In der LEQ Ausgabe werden die verschiedenen Messpunkte angezeigt und der ermittelte LEQ Wert. Die einzelnen Messwerte können nun den Positionen gegenüber dem Modell zugeordnet werden. Dies hilft bei der Ermittlung von potentiellen Lärmverursachern.



Für die sensitiven Gebiete und sensitiven Tageszeiten müssen die Modelle einen Wert von unter 80 dBA LQE erreichen. Mit diesem Wert erreichen wir dann folgende Lärmentwicklung:

Abstand vom Flugzeug zum Hörerstandort gemessen in Meter	Ankommender Lärmpegel am Hörerstandort	Empfindlichkeitsstufen nach schweizerischer Lärmschutzverordnung
<b>10</b>	<b>80 dBA</b>	
<b>20</b>	<b>74 dBA</b>	
<b>50</b>	<b>66 dBA</b>	
<b>Grenzwerte Stufe 4</b>	<b>65 dBA</b>	Empfindlichkeitsstufe IV nach LSV (65dBA) = Zonen mit stark störenden Betrieben, namentlich Industriezonen
<b>100</b>	<b>60 dBA</b>	
<b>Grenzwerte Stufe 3</b>	<b>60 dBA</b>	Empfindlichkeitsstufe III nach LSV (60dBA) = Zonen mit mässig störenden Betrieben, namentlich Wohn-Gewerbebezonen, Landwirtschaftszonen



150	56 dBA	
<b>Grenzwerte Stufe 2</b>	<b>55 dBA</b>	Empfindlichkeitsstufe II nach LSV (55dBA) = Zonen ohne störenden Betrieb, namentlich Wohnzonen, öffentliche Bauten und Anlagen
200	54 dBA	
300	50 dBA	
<b>Grenzwerte Stufe 1</b>	<b>50 dBA</b>	Empfindlichkeitsstufe I nach LSV (50dBA) = Zonen mit erhöhtem Lärmschutzbedürfnis, namentlich Erholungszonen (sehr selten)
400	48 dBA	

### Was sollte beachtet werden?

#### *Die optimale Drehzahl nutzen*

Die Propellerspitze sollte die Geschwindigkeit **von 840 Km/h nicht überschreiten**:

Beispiel für einen 30 x 12" Propeller mit einer Drehzahl von 5800 U/Min.

Formel:  $V = d \times \pi \times n$

Geschwindigkeit =  $\varnothing$  in Meter x Pi x Umdrehungen in Sek. x 3,6

$$0,762 \text{ m} \times 3,14 \times 98,333 \text{ U/Sek.} = 235.28 \text{ m/Sek.} \times 3,6 = \mathbf{833 \text{ Km/h}}$$

#### **Erklärung:**

Umdrehungen pro Minute 5800 U/Min.  $\div 60 =$  Umdrehungen pro Sekunde 98.333 U/Sek.

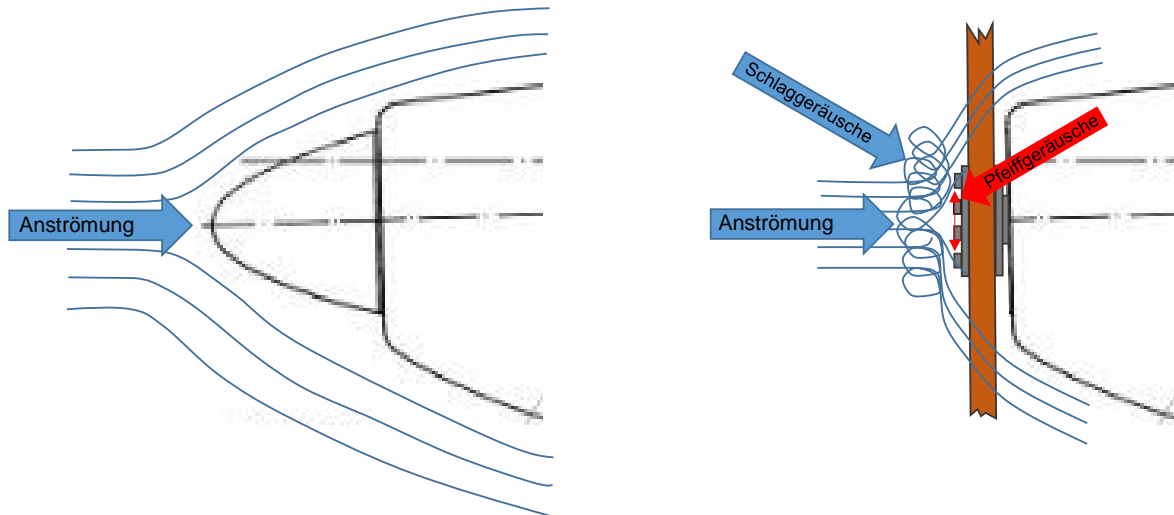
Geschwindigkeit in Meter pro Sekunde 235.28 m/Sek.  $\times 3,6 =$  Kilometer pro Stunde 833 Km/h

Wird die Drehzahl gesteigert, laufen die Blattspitzen nahe am Überschallbereich. Der Überschallbereich ist variabel und ist abhängig von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und der aerodynamischen Beschaffenheit der Blattspitze. Beschleunigen wir die Blattspitzen über die 840Km/h nimmt der Geräuschpegel massiv zu und die Leistung nimmt ab. Es arbeitet nur der Propellerbereich mit einer Geschwindigkeit unter 840Km/h im Bereich des optimalen Wirkungsgrades. Mit etwas mehr Steigung kann die Drehzahl gesenkt und der Vorschub gesteigert werden.

#### **Mit Spinner Ja oder Nein?**



**Klar ein Ja!** Bei Messversuchen haben wir ohne Spinner eine Lärmsteigerung von 1,5 bis 2,5 dBA gemessen. Was macht diese Steigerung aus? Es ist die Art der Propellerbefestigung. Bei grossvolumigen Motoren werden die Luftschrauben meist mit 6 Innensechskantschrauben befestigt. Werden diese direkt angeströmt, erzeugen sie über den Löchern ein Pfeifgeräusch und verwirbeln die Luft, die nachher verwirbelt auf die Propellerblätter aufschlägt.



### **Motorenhauben**

Viele Motorenhauben sind relativ dünn und labil aufgebaut. Werden diese nur am hinteren Ende mit der Rumpfstruktur verschraubt haben sie die Tendenz zu Schwingen. Diese Schwingbewegungen haben einen Gitarreneffekt und erhöhen den Lärm Wert um 1-1,5 dBA. Einfache Abhilfe bringen diagonal eingearzte Kohlebänder oder kleine Stützrippen oder Stützgurte auf der Innenseite der Haube. Eine weitere Lärmreduktion bringen Dämmmatten auf der Innenseite. Dieser Einbau steht im Kontext mit der Kühlung des Motors und muss mit grösster Vorsicht angegangen werden. Mit den Telemetrie Möglichkeiten sollten die Zylinderkopf-temperaturen nach dem Einbau der Matten überwacht werden bis man sicher ist, dass diese während dem Betrieb die Grenzwerte nicht überschreiten.

### **Flügel- Rumpfübergang**

Schiebt man bei der Montage der Flügel, die harte Flügelwurzelrippe gegen die harte Rumpfanformungsrippe, entstehen durch die Vibrationen des Motors Klappergeräusche. Diese kann man relativ einfach durch Montage einer dünnen Filzdämpfung oder Silikonraupe eliminieren.

### **Kabinenhauben**



Den gleichen Effekt wie beim Flügelübergang haben wir bei den Kabinenhauben. Im Beispiel eines Swisstrainers können Klappergeräusche zwischen Haubenrahmen und Rumpf entstehen. Abhilfe bringt die fixe Verschraubung mit leichter Vorspannung der Haube. Im Idealfall zieht man auf dem Haubenrahmen eine dünne Silikonschicht oder Silikonraupe auf, welche durch ihre Elastizität eine Dämpfung bewirkt.

### ***Bauweise***

Scaleflieger sind oftmals in Voll GFK/CFK Bauweise erstellt. Die Flügel werden in Schalenbauweise erstellt und haben dadurch Hohlräume. Diese wirken wie ein Klangkörper einer Gitarre. Minimale Reduktionen können durch Befüllen der zugänglichen Hohlräume mit Watte erreicht werden. Meist lohnt es sich aber nicht. Bessere Dämpfung bringen Flügel in Styropor/Balsa oder Styropor/Abachi Bauweise. Das Styropor hat die Eigenschaft zu dämpfen, so entsteht kaum Lärm von den Flügeln. Weitere Lärmquellen am Flügel sind nicht spielfrei Querruderanlenkungen, Spiel im Ruderscharnier und Klappergeräusche bei den Landeklappen. Die meisten Landeklappen liegen Fläche an Fläche mit den Flügeln an, hier entsteht ein Klappergeräusch analog des Flügelüberganges. Auch hier hilft eine dünne Filzdämpfung und spannt im anliegenden Zustand das Ruder leicht vor. Es ist somit spielfrei und satt anliegend.

### ***Vergaseransaugung***

Die Vergaseransaugung der Frischluft eines 2-Takt Motors erzeugt erhebliche Geräusche. Die Gasaustauschsteuerung bei 2-Takt Motoren erfolgt über Flattermembranen die einen grossen Geräuschpegel erzeugen. An dieser Steuerung können wir keine Veränderungen vornehmen. Einzige und wirksame Abhilfe ist die Umlenkung der Frischluftzufuhr durch den Rumpf. In diesem Fall missbrauchen wir den Rumpf als Ansaugdämpfer. Es gibt Motorenhersteller die Umlenkwinkel anbieten damit wir die Luft direkt aus dem Rumpf ansaugen können. Wir bauen meist auf den bestehenden Ansaugtrichter mit Rohren aus dem Sanitärbereich eine Umlenkung in den Rumpf. Hier ist zu beachten, dass der Querschnitt des Ansaugrohrs mindestens den Durchmesser des Ansaugtrichters oder grösser entspricht. Man beachte den Reibungswiderstand innerhalb des Rohres, den man mit einem etwas grösseren Durchmesser kompensieren kann. Wichtig bei der Rumpfdämpfung ist, dass genügend grosse Löcher für den Luftansaug im hintern Rumpfbereich vorhanden sind. Die Luftzufuhr zum Vergaser sollte ohne Sogwirkung erfolgen.

### ***Dämpferanlagen***

Wichtig ist, dass man eine hochwertige Dämpferanlage einsetzt. Die Anzahl der Dämpfkammern ist entscheidend über die Dämpfungswirkung. Ist das Volumen eines Dämpfers zu klein, staut es zu viel Abgasluft im Motor, dadurch ist er kaum einstellbar am Vergaser, überhitzt, hat fehlende Leistung und er schreit.



Der Gasaustausch eines 2Takt Motor geschieht über die Membransteuerung und dem Gegendruck aus der Dämpferanlage. Stimmt das Verhältnis von Krümmerlänge und Volumen nicht, kann der Motor die gewünschte Leistung nicht erreichen.

Ist das Verhältnis zu gross, wird zu viel brennbares Gemisch unverbraucht in den Schalldämpfer gepumpt. Dieses fehlende Gemisch fehlt dem Motor zur Leistungsentfaltung. Als Nebeneffekt können Gemischentzündungen im Dämpfer werden ausgelöst, lautes knallen und der Motor schiesst.

Ist das Verhältnis zu klein, stauen sich Abgase im Brennraum und es kann zu wenig frisches brennbares Gemisch in den Brennraum gelangen. Dieser Zustand führt dazu, dass der Motor seine Leistung nicht erreichen kann und überhitzt.

Die Dämpferhersteller geben die Dämpfergrösse bekannt zu den entsprechenden Kubikzahlen der Zylinder. Hier immer den grösstmöglichen Dämpfer wählen. Die Grössen sind immer eher etwas knapp berechnet von den Herstellern.

Die Einbauweise der Dämpfer bringt zwischen 0,5 bis 1,5 dBA.

Wenn es die Platzverhältnisse zulassen, bringt das unterbringen im Rumpf eine Reduktion des Lärmwertes. Beim Einbau im Rumpf ist auf die genügende Kühlung der Dämpferanlage zu achten. In keinem Fall darf die Ansaugluft erwärmt werden.

Warme Ansaugluft reduziert die Leistung des Motors. Hier ist oftmals ein Kompromiss zu Gunsten der Ansaugdämpfung die effektivere Lösung.