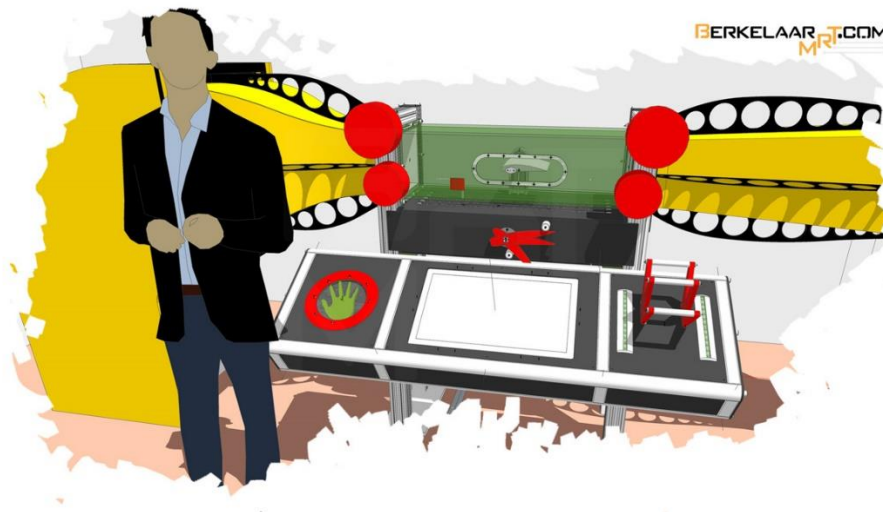


## WINDTUNNELWORKSHOP SCHOLIERENLAB



Tijdens deze middag maak je op een leuke en afwisselende manier kennis met windtunnelonderzoek. We starten met een theoretisch deel waarin de algemene onderwerpen in de aerodynamica worden aangesneden. Daarna ga je zelf aan de slag: het testen van het vleugelprofiel in de windtunnel.

### **De inhoud van de workshop**

#### *Introductie*

Eerst wordt er een stuk theorie behandeld over de werking van een vleugelprofiel. De volgende vragen worden beantwoord: Hoe werkt een vleugel?, Wat is de achterliggende natuurkunde ervan?, Wat kun je meten aan een vleugelprofiel?, Wat is een invalshoek en wat voor invloed heeft de invalshoek op de vliegeigenschappen van een vleugelprofiel? Probeer deze vragen alvorens de workshop te beantwoorden.

#### *Theorie*

In het theoretische gedeelte wordt een korte introductie gegeven over de aerodynamica van een vleugel. Belangrijke onderwerpen zoals de wet van Bernoulli, de Pitot buis, de Liftkracht formule, de weerstandskracht formule, de liftcoëfficiënt, de weerstandscoefficiënt, de invalshoek, laminaire en turbulente stroming worden aangesneden.

#### *Praktische gedeelte*

In het praktische gedeelte voeren we metingen uit in de windtunnel. Hiervoor heb je proef 1 en proef 2.

1. Hier kunnen we twee verschillende soorten vleugels vergelijken: vleugel (1) en vleugel (2). Probeer de verschillen te omschrijven in termen als camber en symmetrie. We kijken naar de verhouding tussen de invalshoek en de liftkracht. Deze verhouding zetten we in een diagram en zullen we bestuderen. Het is eventueel mogelijk om in een tweede experiment de verhouding tussen snelheid en liftkracht te bekijken.

Als er tijd over is zullen we ook nog het werveffect nabootsen met eventuele rook en kijken hoe moderne vliegtuigen dit effect tegenwerken met behulp van zogenaamde 'winglets'.



[1]



[2]

2. Ook is het mogelijk om weerstand te onderzoeken bij drie soorten auto's. Ze staan hiernaast weergegeven. Ook hierbij kan je kijken als je de windsnelheid of de oriëntatie van de auto varieert, hoe de weerstand verandert. Je kan de auto's ook in elkaars slipstream zetten en zien wat er verandert. Wederom is het mogelijk om rook over de auto's te laten stromen.



Tijdens het meten slaat een computer veel metingen op die je later zelf kan plotten in de  $c_l/\alpha$  en of  $c_l/c_d$  curve. Het is belangrijk dat je een usb-stick meeneemt, zodat je deze data kan opslaan.

## Jouw voorbereiding

### Theorie

De eerder genoemde onderwerpen worden als bekend verondersteld bij de leerling, maar vragen erover stellen mag natuurlijk! Dit is handig omdat je tijdens de workshop vragen kunt stellen aan een Luchtvaart- en Ruimtevaartstudent. Alle genoemde onderwerpen kun je opzoeken op Wikipedia en we raden je aan deze site goed te bestuderen. Hoe beter jij je voorbereidt hoe meer je aan de workshop hebt!

### Praktische gedeelte

#### Vleugelprofielen

Ter voorbereiding voor de vleugelprofielen workshop ga je vleugelprofiel [1] & [2] natekenen op de vergrootte schaal = **[3:1]**. Zorg dat je ze samen op één A4 hebt getekend onder elkaar en geef de volgende dingen aan:

- Koorde-lijn
- Camber-lijn (NL: skelet-lijn)
- Punt van max. dikte
- Punt met max. camber

Zorg dat je de punten gedefinieerd hebt en hebt getekend in je tekening. Beschrijf ook hoe je verwacht dat de  $cl/\alpha$  & de  $cl/cd$  curves tussen de twee profielen gaan verschillen (probeer dit te illustreren!).

Zie ook: <https://en.wikipedia.org/wiki/Airfoil>

#### Auto's

Onderzoek de drie auto's uit het plaatje en google ze! Probeer van alle 3 de auto's een niet-gedetailleerd **vooraanzicht** (contouren) te tekenen op schaal en zorg dat ze alle drie op één A4 passen. Schets nu voor alle 3 de auto's **een diagram zonder waardes** met op de X-as: de windsnelheid en op de Y-as: de luchtweerstandskracht. Onderbouw de verschillen aan de hand van je schetsen van de vooraanzichten.

Zie ook: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Luchtweerstand>

#### Algemeen

Het is handig om een pen en papier mee te nemen voor aantekeningen tijdens de workshop. Ook is een usb-stick van belang voor het opslaan van de metingen en een laptop om de data te verwerken en de grafiekjes te maken. . Daarnaast kun je natuurlijk ook foto's maken, neem dus een foto camera mee!

*Wat mee te nemen naar de workshop?*

- A4 met de voorbereiding
- Pen & papier
- Usb-Stick
- Computer met microsoft excel