

AERODYNAMICA

HOE ZELFS DE LUCHT BEPAALT WIE ER DE RACE WINT...

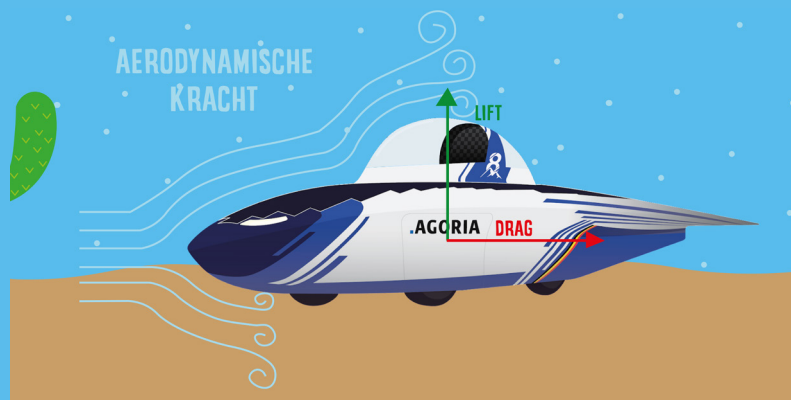
INLEIDING

Vanwaar haalt de zonnwagen zijn bijzondere vorm? En wat heeft dat te maken met lucht? Het heeft alles te maken met aerodynamische krachten. Die worden veroorzaakt door stilstaande luchtdeeltjes die tegen de zonnwagen botsen, en zo een kracht leveren op de wagen. De zonnwagen moet die luchtdeeltjes opzij duwen en verbruikt zo energie. Hoe minder luchtdeeltjes de wagen opzij moet duwen, hoe minder energie hij verbruikt en hoe groter de kans dat hij de wedstrijd wint!

AERODYNAMISCHE KRACHTEN

Lift en drag

Lift en drag zijn de twee krachten die aangrijpen op de wagen wanneer hij door lucht rijdt. Lift is een Engelse term voor opwaartse kracht en is het verschijnsel dat ervoor zorgt dat een vliegtuig omhoog gaat door de lucht die langs de vleugels stroomt. Drag is een Engelse term voor de tegenwerkende kracht die lucht levert, de kracht die de rijdende zonnwagen dus als het ware tegenwerkt. Drag is evenwijdig met de bewegingsrichting van de wagen, lift staat er loodrecht op!



Viscositeit

Viscositeit is het verschijnsel dat er bijvoorbeeld voor zorgt dat honing heel traag van een lepeltje loopt. Door het verschil in viscositeit vloeit honing minder van een lepeltje dan water. Ook water heeft een bepaalde viscositeit, maar die is dus minder groot dan die van honing. Hetzelfde geldt voor lucht! In het geval van de zonnwagen is de lucht die rond en langs de wagen beweegt dus te vergelijken met honing die van een lepeltje vloeit.

Spanningen, maar niet elektrisch!

In tegenstelling tot de elektrische spanning waarover we spraken in de les over de batterij, gaat het hier over een andere soort spanningen. Er zijn twee soorten spanningen van toepassing op de zonnwagen en die veroorzaken aerodynamische krachten. De eerste soort is afschuifspanning, die evenwijdig is met het oppervlak van de wagen. Die wordt veroorzaakt door de viscositeit van lucht. Dat zorgt voor wrijvingsweerstand. Hoe groter het oppervlak van de wagen, hoe groter de afschuifspanningen en dus hoe groter de wrijvingsweerstand. Als we dus een langer en groter zonnepaneel hebben, krijgen we grotere afschuifspanningen!

AFSCHUIFSPANNINGEN

WRIJVINGSWEERSTAND



Ten tweede zijn er drukspanningen. Die staan loodrecht op het oppervlak van de wagen. Ze worden veroorzaakt omdat de druk op de zonnwagen niet overal even groot is, vandaar de naam drukspanning. Die veroorzaken vormweerstand. Hoe breder de zonnwagen, hoe meer vormweerstand, want een bredere wagen moet meer luchtdeeltjes uit de weg duwen. Vormweerstand wordt veroorzaakt omdat de luchtdruk vlak voor de zonnwagen groter is dan vlak achter de zonnwagen. Als er dan nog eens loslating van de lucht plaatsvindt, wordt de vormweerstand nog groter, want dan ontstaat er een zone achter de zonnwagen waar de luchtdruk nog lager is en waar er wervelingen ontstaan.

DRUKSPANNINGEN

VORMWEERSTAND



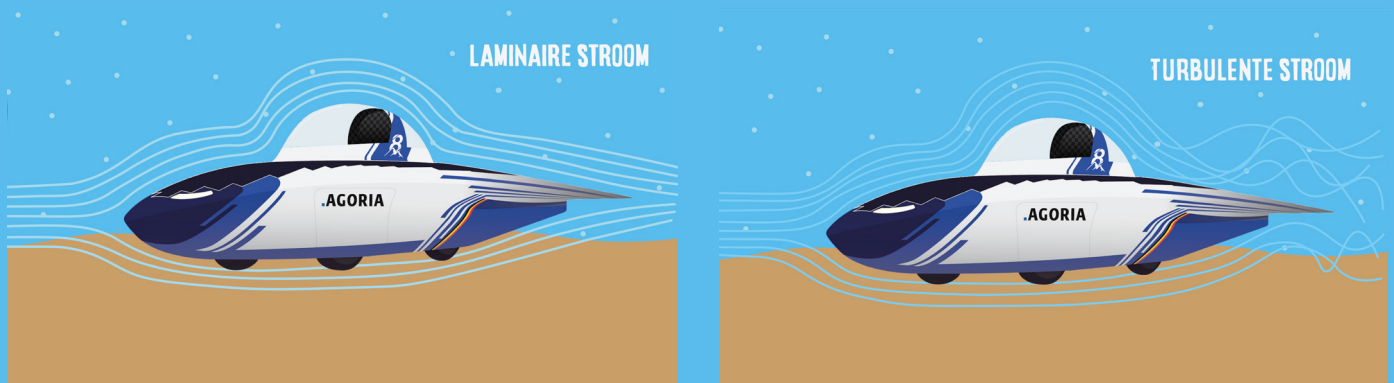
WEERSTANDSKRACHTEN VERMINDEREN

Wrijvingsweerstand: over turbulentie en haaien huid

Bij de zonnwagen is de wrijvingsweerstand, waar we in de eerste paragraaf over spraken, de belangrijkste kracht. Door wrijvingsweerstand zo hard mogelijk te vermijden in het ontwerp van de wagen, willen we de beste zonnwagen maken. Om de zonnwagen dus zo snel en efficiënt mogelijk te laten rijden, proberen we de wrijvingsweerstand te minimaliseren.

De wrijvingsweerstand minimaliseren doen we door rekening te houden met twee soorten stromingen. Er is laminaire stroming, waarbij de lucht in verschillende laagjes over de zonnwagen beweegt. Daarnaast is er turbulente stroming, daarbij beweegt de lucht chaotisch door elkaar en dat zorgt voor een grotere wrijvingskracht op de wagen. Om de wrijvingsweerstand zo klein mogelijk te houden en dus zo weinig mogelijk wrijvingskracht te laten aangrijpen op de zonnwagen, proberen onze ingenieurs turbulente stroming zo veel mogelijk te vermijden.

Om dat te doen, kleven we haaienhuid op onze wagen. Geen paniek, dat is een folie uit kunststof die een heel kleine structuur heeft die gebaseerd is op de huid van een haai. We gebruiken dus geen échte haaienhuid! Er staan kleine ribbels op waardoor de stroom als het ware in goede banen wordt geleid en daardoor laminair langs de wagen loopt.



Vormweerstand: smal, smaller, smalst!

We hadden het al over de belangrijkste factor, de wrijvingsweerstand. Daarnaast is ook de vormweerstand nog steeds belangrijk! Herinner je dat hoe breder de wagen is, hoe groter de vormweerstand. Daarom houden we de wagen zo smal mogelijk. Daarvoor hebben we een technische snufje bedacht!

De wielen van de BluePoint Atlas zitten heel dicht tegen het koetswerk of de 'body' van de wagen. Omdat de wielen bij scherpe bochten tot buiten dat koetswerk zouden moeten draaien, bedachten we actieve wielluikjes. Dat zijn stukken van het koetswerk rond de wielen die open kunnen klappen, zodat de banden er niet tegen botsen en toch verder door kunnen draaien. Omdat deze wielluikjes meebewegen, zijn ze dus 'actief'.



De natuur helpt ons!

We hebben voor het ontwerp van onze nieuwste zonnwagen, de BluePoint Atlas, nog meer dingen afgekeken van de natuur. Zo is de neus van de wagen gebaseerd op de neus van een haai en is de achterkant van de wagen gebaseerd op de staart van een slechtvalk. Die vorm is optimaal om zo weinig mogelijk weerstand te ondervinden, waardoor een slechtvalk zo makkelijk lang kan blijven vliegen zonder veel energie te verbruiken. Die optimale vorm met laag energieverbruik is dus ook voor ons interessant!

OEFENINGEN

1. Lift en drag zijn de twee belangrijke aerodynamische krachten. Duid 2 juiste stellingen aan.
 - a. Drag staat loodrecht op de bewegingsrichting van de wagen. Lift staat evenwijdig aan de bewegingsrichting van de wagen.
 - b. Lift staat loodrecht op de bewegingsrichting van de wagen. Drag staat evenwijdig aan de bewegingsrichting van de wagen.
 - c. Drag is het principe waardoor vliegtuigen omhoog kunnen gaan.
 - d. Drag werkt mee met de wagen en doet hem nog sneller rijden.
 - e. Drag werkt de wagen tegen en zorgt ervoor dat hij minder snel kan rijden.
2. Weet je nog wat viscositeit is? Selecteer het juiste antwoord.
 - a. Viscositeit is de stroperigheid van een stof en bepaalt dus hoe snel die stof van een lepeltje vloeit. Honing heeft een grotere viscositeit en vloeit daardoor trager van een lepeltje dan water.
 - b. Viscositeit is een speciale folie die we op de zonnwagen plakken om zo de lucht laminair te laten stromen. We noemen dit ook wel haaienhuid.
 - c. Viscositeit is de stroperigheid van een stof en bepaalt dus hoe snel die stof van een lepeltje vloeit. Honing heeft een kleinere viscositeit dan water en vloeit daar door trager van een lepeltje dan water.
 - d. Viscositeit is de tijd die nodig is om de actieve wielluikjes van de zonnwagen te openen.
3. Selecteer 3 kernwoorden die het beste passen bij afschuifspanning. Leg daarna in je eigen woorden uit hoe afschuifspanning ontstaat en wat het veroorzaakt. Gebruik je drie gekozen kernwoorden in je uitleg.
 - a. Loodrecht op het oppervlak
 - b. Viscositeit
 - c. Evenwijdig met het oppervlak
 - d. Luchtdruk
 - e. Vormweerstand
 - f. Wrijvingsweerstand
 - g. Temperatuur
4. Waardoor wordt vormweerstand veroorzaakt en hoe kunnen we vormweerstand beperken? Leg uit in je eigen woorden.
6. Waarom heeft de zonnwagen actieve wielluikjes?
 - a. Omdat die open kunnen gezet worden om extra lucht naar binnen te brengen als ventilatie voor de piloot.
 - b. Omdat zo de wagen extra smal gemaakt kan worden wanneer de wielen niet moeten draaien voor een scherpe bocht. Dat vermindert de wrijvingsweerstand, omdat de wagen zo een laminaire luchtstroom krijgt en dus minder last heeft van wrijvingsspanningen.
 - c. Omdat zo de wagen extra smal gemaakt kan worden wanneer de wielen niet moeten draaien voor een scherpe bocht. Dat vermindert de vormweerstand, omdat de wagen minder luchtdeeltjes moet opzij duwen en dus minder last heeft van drukspanningen.
 - d. Langs de actieve wielluikjes kan er eten en drinken worden doorgegeven aan de piloot.