

De aerodynamica van een vliegende frisbee

Ben jij goed in het gooien van een frisbee? Heb je jezelf ooit afgevraagd hoe het komt dat hij zo goed zweeft in de lucht? In dit experiment onderzoek je hoe de hoek waaronder je de frisbee gooit van invloed is op de richting en afstand van de frisbee.

Wat je nodig hebt : Een frisbee, 10 meter touw of koord en een rolmaat
Hoe lang het duurt : 20 tot 30 minuten
Wat komt aan bod : Aerodynamica, krachten, natuurkunde, lift, luchtweerstand

Vorbereiding

Gebruik het touw of koord om een lange rechte lijn neer te leggen van ca. 10 meter. Gooi de frisbee telkens zo, dat hij deze lijn volgt. Misschien moet je eerst een paar keer goed oefenen.

Tip: Een goede manier om de frisbee te gooien is zo te gaan staan dat de schouder van je werparm in de richting van waar je wilt gooien wijst. Houd de frisbee horizontaal voor je lichaam en gooi hem dan horizontaal weg. Als het waait, noteer dan de windsnelheid en richting.

Je gaat straks de frisbee op 3 manieren gooien:

1. Vlak en recht vooruit
2. Onder een hoek van 45 graden links gekanteld recht vooruit
3. Onder een hoek van 45 graden rechts gekanteld recht vooruit

Hoe verwacht je dat de vlucht van de frisbee er uit ziet? Denk hier vooraf over na en teken een schets.

Uitvoering

1. Gooi de frisbee zo vlak en horizontaal mogelijk. Probeer recht over de lijn te gooien. Laat eventueel een assistent aan het andere uiteinde van de lijn aangeven of je goed richt. Hoe ver kwam de frisbee? Hoe ver week hij af van de lijn en in welke richting (links of rechts)?
2. Hou papier en pen bij de hand om deze en alle volgende resultaten op te schrijven.

3. Voer opdracht 1 nog tenminste 4x uit. Probeer de manier waarop je gooit, de hoek, de snelheid en de draaiing van de frisbee en het punt waarop je hem los laat elke keer gelijk te houden. Noteer de uitkomsten.



4. Herhaal 1 tot 3 maar houd de frisbee vast onder een hoek (zie afbeelding hieronder) van ongeveer 45 graden. Noteer de resultaten.



5. Voer het experiment nogmaals uit maar houd de frisbee nu in een hoek van 45 graden de andere kant uit (zie afbeelding hieronder). Noteer de resultaten.



6. Welke relatie zie je tussen de werphoek en de richting van de frisbee?



Wat gebeurde er?

Om goed te kunnen vliegen heeft de frisbee genoeg "lift" nodig (opwaartse kracht die er voor zorgt dat de frisbee in de lucht blijft) en zo weinig mogelijk luchtweerstand (die de frisbee vertraagt en laat zakken) nodig. Als de frisbee iets naar beneden gericht wordt raakt hij de grond eerder. Hij zal dan niet zo ver komen. De frisbee komt veel verder als je hem horizontaal of iets omhoog richt. Er is dan veel lift en weinig weerstand. Gooi je de frisbee te steil omhoog, dan ontstaat een zogenaamde "stall" in de vlucht. Er is dan te weinig lift en te veel weerstand waardoor hij (vaak naar de zijrichting) wegvalt. Als er goed gegooid is zal een horizontale rechte worp vaak het verst komen en de meest rechte lijn volgen.

Voor wie nog meer wil weten

De twee belangrijkste krachten die op de frisbee worden uitgeoefend gedurende de vlucht zijn lift en luchtweerstand. Daarnaast speelt ook de zwaartekracht een rol: hoe zwaarder de frisbee, hoe sterker hij naar de grond wordt getrokken en hoe meer lift er nodig is om hem in de lucht te houden. De frisbee creëert zijn eigen lift in de lucht: terwijl hij vooruit vliegt duwt hij lucht aan de kant en drukt hij wat lucht naar beneden.

De naar beneden gedrukte lucht drukt terug naar boven en zorgt voor de lift-kracht. Weerstand of wrijving is een tegenwerkende kracht op de frisbee die ontstaat door het bewegen door de lucht. Hij remt de snelheid van de frisbee af. De weerstand werkt haaks op de lift. De vorm van de frisbee, snelheid en hoek waaronder hij beweegt ten opzichte van de stilstaande lucht zijn allemaal van invloed op zowel de lift als de weerstand.

Wellicht is opgevallen dat de frisbee niet ver komt als hij geen draaiing meekrijgt. Het snel ronddraaien van de frisbee om zijn eigen as zorgt voor een zogenaamd hoekmoment waardoor de frisbee stabiel blijft. Hoe sneller de frisbee ronddraait, hoe stabiel hij vliegt.

Ook nog leuk om te onderzoeken

Video analyse

Je kan natuurlijk denken aan andere werphoeken, steile en minder steile worpen. Maar ook leuk is het opnemen van een video met een smartphone of camera en analyseren met behulp van video-analyse. Is er een ideale hoek waarbij de frisbee het beste vliegt in termen van afstand en stabiliteit? Maak vooraf voorspellingen over de uitkomst van je experiment en noteer deze of maak er een schets van. Vergelijk de uitkomsten met je voorspelling (in de wetenschap hypothese genoemd).

Wind

In dit experiment werd nog geen aandacht geschonken aan de factor wind. Welke invloed heeft de windsnelheid en – richting op de frisbee? Wat werkt het beste: met de wind mee gooien, tegen de wind in of juist met zijwind? Maak vooraf voorspellingen over de uitkomst van je experimenten en noteer deze of maak er een schets van. Vergelijk de uitkomsten met je hypothese.

Aerodynamica

Welke verschillen verwacht je te zien als je met een Aerobie (een open ring "frisbee") gooit? Kun je deze uitleggen op basis van de aerodynamische krachten? Maak vooraf voorspellingen over de uitkomst van je experimenten en noteer deze of maak er een schets van. Vergelijk de uitkomsten met je hypothese.

Credits: Science Buddies / Vertaling: Techni Science Dongen