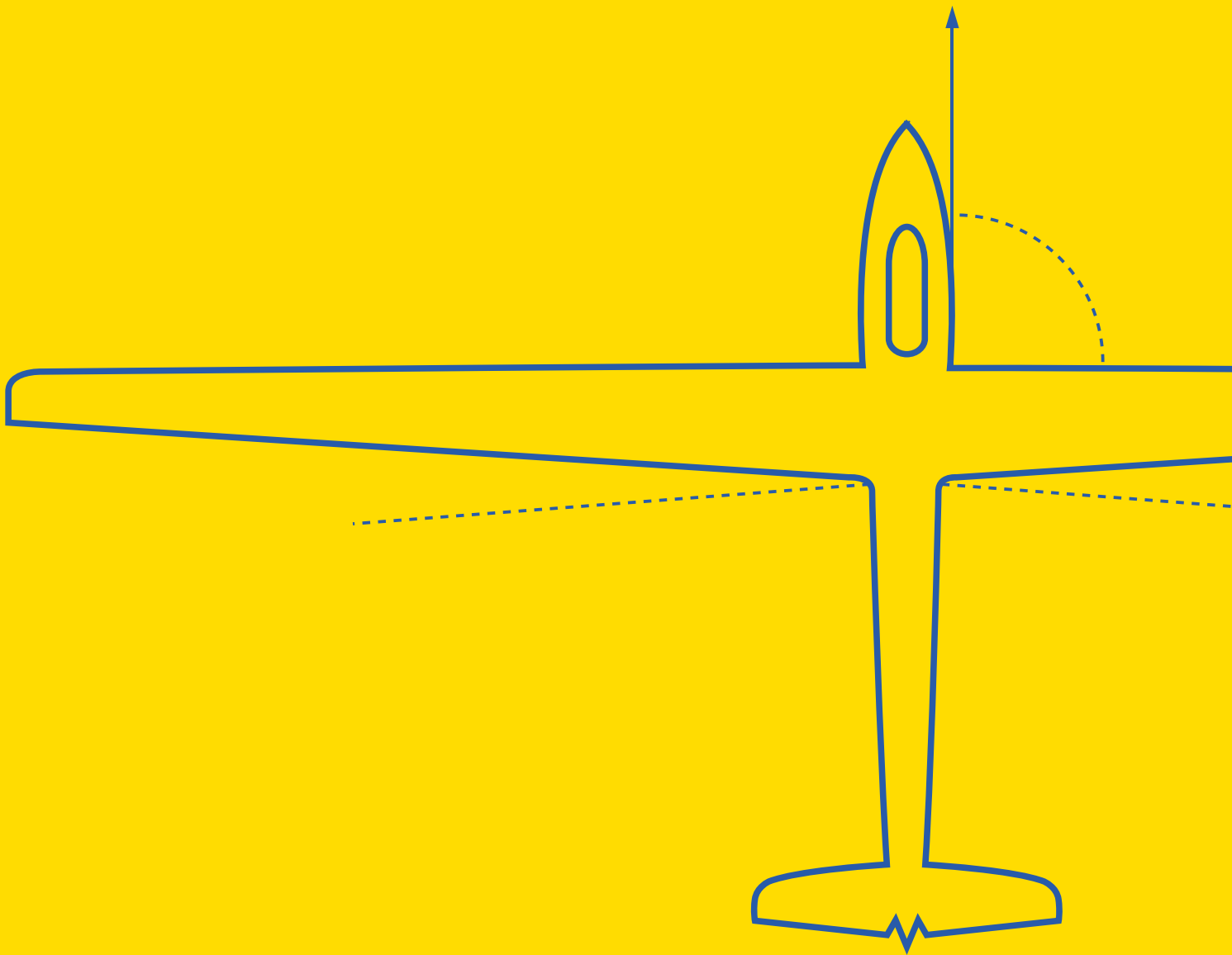


Leerkrachtenhandleiding lesmodule

Krachten

Maak een vliegtuig



MAAK
KUNDE



Colofon

Lesmodule Krachten

Leerkrachtenhandleiding groep 5-8

Versie 2019 - 1

© NEMO

Deze lesmodule Maakkunde van NEMO Science Museum is ontwikkeld door NEMO Science Learning Center, het expertisecentrum van NEMO op het gebied van leren over wetenschap en technologie.

Deze lesmethode heb je ontvangen na het volgen van een Maakkundetraining. Het is toegestaan om het materiaal of delen van het materiaal te kopiëren en te distribueren voor gebruik binnen de eigen school. Het is niet toegestaan om het materiaal te kopiëren en te distribueren voor gebruik door derden.

Illustraties: Henk Stolker

Fotografie: Digidaan

Voor reacties of vragen:

info@maakkunde.nl

NEMO besteedt veel aandacht aan de betrouwbaarheid, juistheid en volledigheid van de informatie in deze lesmodule. Wij zijn niet aansprakelijk voor kennelijke (type)fouten.

NEMO

Postbus 421

1000 AK Amsterdam

www.maakkunde.nl

Inhoud

Lesmethode Maakkunde	3
Lesinstructie	5
Introductieles – Wat is techniek? 40 minuten	7
Lesoverzicht	7
Lesbeschrijving	8
Inleiding lesmodule Krachten	9
Les 1 – Wat is het probleem? 35 minuten	11
Lesoverzicht	11
Lesbeschrijving	12
1.1 Inleiding	12
1.2 Het probleem introduceren	12
1.3 Verkennen	13
1.4 Afronding	13
Les 2 – Krachten onderzoeken 40 minuten	14
Lesoverzicht	14
Lesbeschrijving	15
2.1 Inleiding	15
2.2 Luchtdruk onderzoeken	15
2.3 Krachten op een zweefvliegtuig	16
2.4 Luchtweerstand onderzoeken	16
2.5 Afronding	17
Les 3 – Ontwerp en maak je eigen zweefvliegtuig 1 uur en 30 minuten	18
Lesoverzicht	18
Lesbeschrijving	19
3.1 Inleiding	19
3.2 Ontwerpen	19
3.3 Maken, testen en verbeteren	20
3.4 Afronding	21
Les 4 – Is het probleem opgelost? 1 uur	22
Lesoverzicht	22
Lesbeschrijving	23
4.1 Inleiding	23
4.2 Presenteren	23
4.3 Gebruiksaanwijzing maken	23
4.4 Afronding	23
Achtergrondinformatie	25
Achtergrondinformatie Krachten	27
Ideeën van kinderen over krachten	29
Instructie lanceerplatform maken	30
Extra activiteiten	31
Lijst van lees- en prentenboeken	33
Informatieve boeken	33
Aanvullende activiteiten en excursies	33

Lesmethode Maakkunde

Over Maakkunde

Maakkunde is een hands-on lesmethode voor ontwerpen en onderzoeken. Deze lesmethode is geschikt voor groep 1 tot en met 8 van het basisonderwijs. Deze sluit aan bij de kerndoelen en kan goed worden gecombineerd met vakken als rekenen en taal.

Maakkunde richt zich op wetenschap en technologie en omvat een zeer breed scala aan wetenschappelijke fenomenen en technische principes. In de lesmodule staan uitdagingen centraal die dicht bij de belevingswereld van kinderen staan. De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een probleem en testen en verbeteren het totdat het werkt.

Bij Maakkunde leren de leerlingen door te doen. Ze leren naast kennis over wetenschap en technologie ook 21e-eeuwse vaardigheden, zoals probleemoplossend vermogen, creativiteit en samenwerken. Zo ontwikkelen de leerlingen zelfvertrouwen en een positieve houding ten opzichte van wetenschap en technologie. De lesmethode is ontwikkeld met scholen en zeer uitgebreid getest.

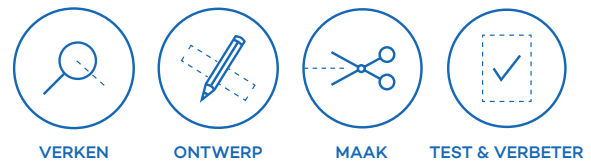
De didactiek

Ontwerpend leren wordt gecombineerd met onderzoekend leren. De leerlingen lossen een probleem op door een product te maken, waarbij ze gebruik maken van de ontwerpcyclus. De benodigde natuurwetenschappelijke kennis doen ze op door het doen van onderzoek. Deze kennis kunnen ze daarna toepassen in het maken van het ontwerp. Wat de leerlingen gaan maken ligt vast in de methode. Hoe de

leerlingen het product gaan maken wordt door hen zelf bepaald. Hierdoor ontstaat een grote diversiteit aan eindproducten. De oplossing is dus enigszins gekaderd. Binnen de gestelde kaders komen de oplossingen en ideeën van alle leerlingen goed tot hun recht.

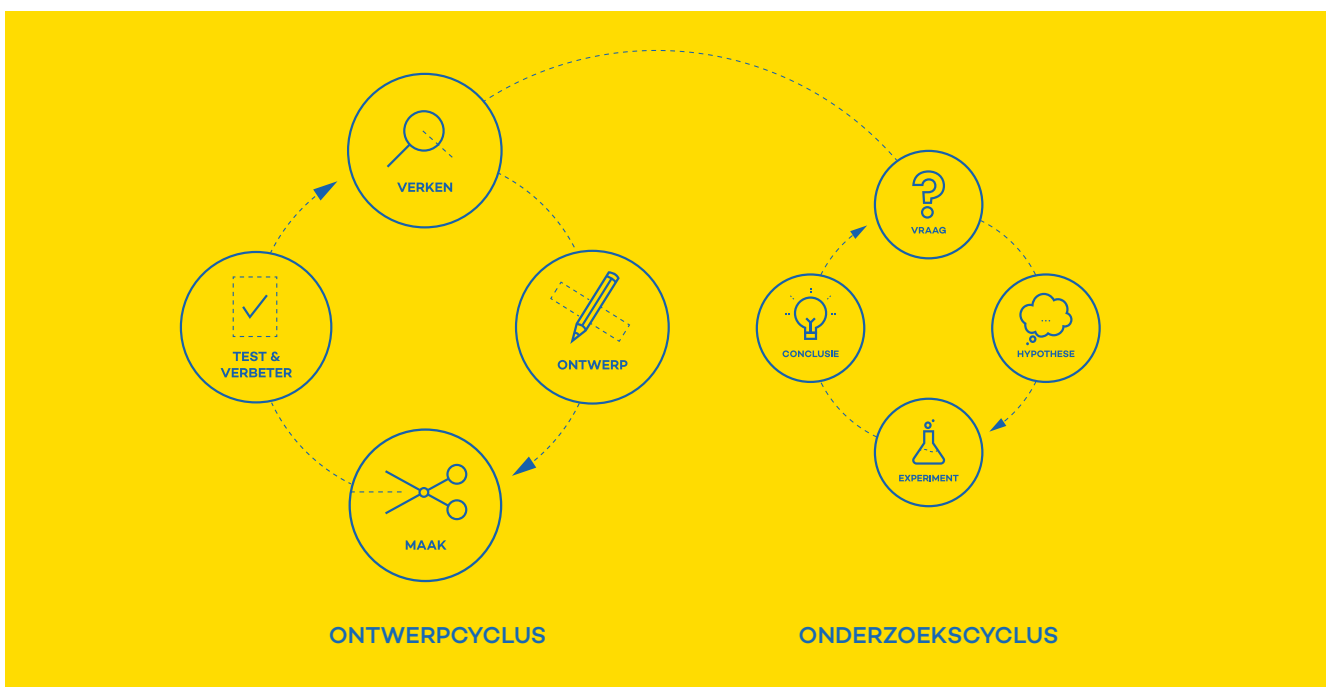
Gebruik Ontwerpcyclus

In de lesmethode wordt de ontwerpcyclus gebruikt. Iedere stap is uitgebeeld met een pictogram. Deze cyclus kan je geheel of in delen gebruiken om de les te ondersteunen. In de leerkrachtenhandleiding staat beschreven waar je je bevindt in de ontwerpcyclus.



Gebruik Onderzoekscyclus

De verkenstap van de ontwerpcyclus kan op verschillende manieren worden gedaan. In Maakkunde verken je onder andere door onderzoek te doen. Dit gebeurt in les 2. Hierbij maak je gebruik van de onderzoekscyclus. Elke stap is uitgebeeld met een pictogram. Deze cyclus kun je geheel of in delen gebruiken om de les te ondersteunen.



Organisatie van de lessen

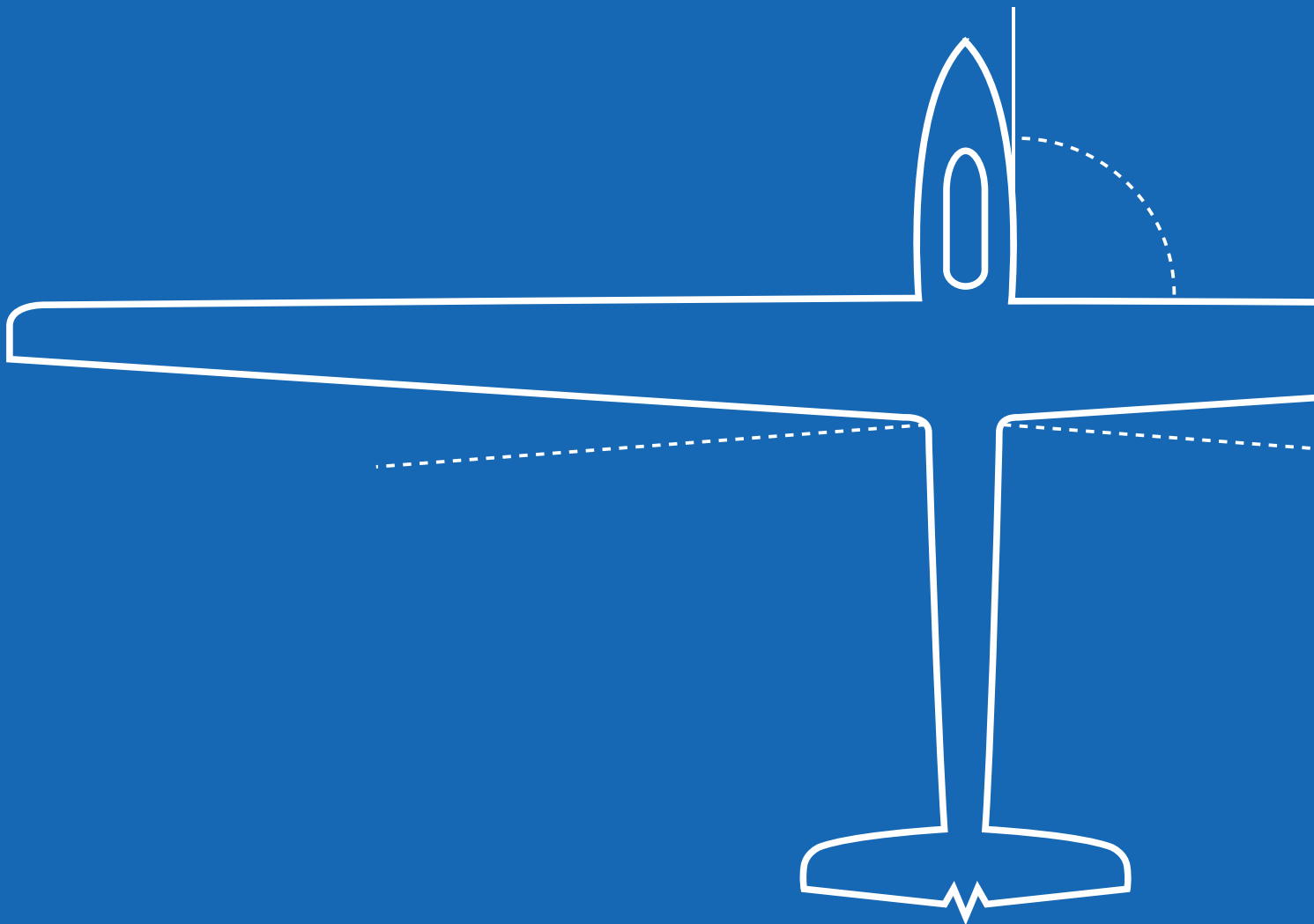
De lesmethode Maakkunde bestaat uit tien lesmodules, ieder met een aansprekend thema. Elke lesmodule bestaat uit vier lessen. Les 1 introduceert het probleem en geeft daarmee de basis voor de volgende lessen. Les 2 richt zich op de kennis die de leerlingen nodig hebben om het probleem op te lossen. In les 3 ontwerpen en maken de leerlingen hun oplossing. Ten slotte evalueren de leerlingen in les 4 hun product.

Elke lesmodule van Maakkunde begint met de optionele 'Introductieles – Wat is techniek?'. Deze les is bedoeld voor leerlingen die nog nooit hebben gewerkt met Maakkunde. Deze les introduceert de ontwerpcyclus en maakt aan leerlingen duidelijk dat alles om ons heen ontworpen is.

Leerkrachten ondersteuning

Elke les is beschreven in de lesinstructie van de leerkrachtenhandleiding. Deze handleiding bevat tips voor uitbreiding en differentiatie van de lessen, suggesties voor extra activiteiten, achtergrondinformatie en informatie over de ideeën van kinderen over het behandelde thema. Ook is er een benodigdhedenlijst. Online is aanvullend presentatiemateriaal te vinden, waaronder de afbeeldingen van de onderzoeks- en ontwerpcyclus en de bijbehorende losse pictogrammen.

Lesinstructie



Introductieles – Wat is techniek?

Lesoverzicht

De leerlingen onderzoeken theezakjes. Ze ontdekken dat alles is ontworpen voor een bepaalde functie.



Tijdsduur

40 minuten

Leerdoelen

De leerlingen:

- weten dat voorwerpen ontworpen zijn met het doel een bepaald probleem op te lossen of te voorzien in een specifieke behoefte;
- weten dat techniek overal om je heen in hele alledaagse voorwerpen te vinden is;
- maken kennis met de ontwerpcyclus.

Aansluiting bij taal

- De leerlingen formuleren en beargumenteren hun kennis over vorm en functie bij theezakjes.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de ontwerpcyclus zichtbaar in de klas
- 1 pak post-its
- 5 grote vellen papier (bijv. A2)
- 5 sets van verschillende soorten theezakjes:
 - theezakje (eenkops) met (papier/plastic) zakje eromheen
 - theezakje (eenkops) zonder (papier/plastic) zakje eromheen
 - theezakje voor een hele pot thee
 - piramidevormig theezakje
 - theezakje dat er luxer uit ziet

Vorbereiding

- Verdeel de leerlingen in vijf groepjes.

Lesbeschrijving



Inleiding

Groepjes/klassikaal – 10 minuten

Vertel de leerlingen dat ze iets gaan leren over techniek. Geef elke leerling een post-it. Laat de leerlingen bespreken waar ze allemaal aan denken bij de term 'techniek'. Elke leerling schrijft één gedachte over techniek op een post-it. Daarna plakken alle leerlingen de post-its op een groot vel en lichten ze hun keuze klassikaal toe.



Alledaagse techniek onderzoeken

Groepjes/klassikaal – 15 minuten

Onderzoek

Geef elk groepje een setje theezakjes en laat ze het materiaal, de vorm en functie van de theezakjes onderzoeken. Mogelijke vragen die je de leerlingen kunt stellen als je rondloopt:

- Waar is het theezakje van gemaakt?
- Waarom zitten er gaatjes in? Zijn de gaatjes groot? Waarom wel/niet?
- Waarom zien de theezakjes eruit zoals ze eruitzien?
- Waar is bij het maken rekening mee gehouden?
- Kan een theezakje er nog anders uitzien? Leg uit.

Bespreek

Vraag de leerlingen waarom het theezakje eruitziet zoals het eruitziet. Een theezakje is een alledaags voorwerp waarvoor geen ingewikkelde technologie nodig is geweest. Toch is hier heel goed over nagedacht. Laat hierbij het materiaal, de vorm en functie weer aan de orde komen:

- Welk probleem heeft het zakje opgelost? Losse blaadjes in je thee is onhandig. Je hebt dan een zeefje nodig om het er weer uit te krijgen. Dit is daarvoor een handige uitvinding.
- De thee zit vaak nog in een ander papieren zakje. Dit dient als bescherming. Ook kun je eraan zien welke smaak de thee heeft.
- Het zakje is niet met lijm dichtgemaakt. Waarschijnlijk omdat dat niet goed voor je is.
- Het zakje zit vast met kleine gaatjes in het papier. Op deze manier is het licht.
- Het papier is dun, dus goedkoper in materiaal- en vervoerskosten, maar niet zo dun dat het te snel scheurt.

- Het theezakje zelf is gemaakt van papier met hele kleine gaatjes, zodat de smaak en kleur erdoor kan, maar niet de theeblaadjes.
- Het theezakje zelf is groot genoeg dat er thee in kan voor één kopje thee en dat de blaadjes kunnen zwellen.

Concludeer

Over zoiets simpels als een theezakje is dus heel goed nagedacht. Alles is ontworpen voor een bepaalde functie. Bij het ontwerpen en bedenken is hier rekening mee gehouden. Ook bij het ontwikkelen van een theezakje is de ontwerpcyclus gebruikt.

Introduceer de ontwerpcyclus

Doorloop met de leerlingen de stappen: verken, ontwerp, maak, test & verbeter aan de hand van een fictief probleem.

Er is een rivier, er staan mensen aan de ene kant die naar de andere kant willen.

Verken

Bedenk wat je weet en wat je nog moet weten.

- Welke materialen heb je?
- Hoe zwaar zijn de mensen?
- Hoe ver is het naar de overkant?

Ontwerp

Bedenk mogelijke oplossingen en werk er eentje uit.

- Van welk materiaal wil je de brug maken?
- Hoe komt de brug eruit te zien?

Maak

Maak de brug.

Test & verbeter

Test de brug en verbeter hem.

Afronding

Klassikaal – 15 minuten

Kom terug op wat de leerlingen allemaal bedacht hebben bij de term 'techniek'. Denken de leerlingen nu anders over techniek? Techniek is alles dat door mensen is gemaakt; het lost een probleem op of vervult een behoefte. Als er een probleem opgelost moet worden kun je dat in een aantal stappen doen.

Inleiding lesmodule Krachten

De leerlingen ontwerpen en maken een zweefvliegtuig waarmee ze briefjes kunnen versturen.



Tijdsduur

3 uur en 45 minuten

(les 1-4; exclusief uitbreiding)

In les 1 wordt het probleem geïntroduceerd. In les 2 onderzoeken de leerlingen welke krachten er op een zweefvliegtuig werken. In les 3 lossen de leerlingen met behulp van de ontwerpcyclus het probleem op door een zweefvliegtuig te ontwerpen en te maken. Ten slotte wordt in les 4 het proces geëvalueerd. In de lesbeschrijvingen staan opties tot uitbreiding en differentiatie.

Klassenmanagement en materiaal

In deze lessen doen we suggesties voor het verdelen van de leerlingen in kleine groepjes of tweetallen. De aantallen benodigde materialen zijn hierop gebaseerd. Het staat je vrij om andere organisatorische keuzes te maken bij het geven van de lessen. Let er dan wel op dat de benodigdheden moeten worden aangepast.

Alle benodigdheden staan in de benodigdhedenlijst. De materialen zijn gemakkelijk verkrijgbaar. Online is ook presentatiemateriaal aanwezig.

De maakfase kan een behoorlijke uitdaging voor de leerlingen zijn. Het is aan te raden om van tevoren zelf een zweefvliegtuig te maken, zodat je weet waar de leerlingen tegenaan kunnen lopen. Bijvoorbeeld bij het bevestigen van de vleugels aan de romp.

De ontwerp- en de onderzoekscyclus

Bij de activiteiten in het lesmateriaal staat aangegeven op welke stap in de ontwerpcyclus deze activiteit betrekking heeft.



VERKEN



ONTWERP



MAAK



TEST & VERBETER

Bij het onderzoek in les 2 wordt gebruik gemaakt van de pictogrammen van de onderzoekscyclus, die je terugvindt op de werkbladen.



VRAAG



HYPOTHESE



EXPERIMENT



CONCLUSIE

Kerdoelen

1, 2, 3, 4, 12, 33, 42, 44, 45, 55

Leerdoelen

De leerlingen:

- passen de ontwerpcyclus toe bij het maken van een zweefvliegtuig;
- passen de onderzoekscyclus toe bij het onderzoeken van luchtdruk;
- weten dat als twee krachten op een voorwerp werken, het voorwerp beweegt in de richting van de grootste kracht;
- weten dat even grote krachten, die in tegengestelde richting werken, elkaar opheffen;
- kennen de krachten die op een zweefvliegtuig werken:
 - Stuwkracht, de kracht die het vliegtuig naar voren laat bewegen.
 - Gewicht, deze wordt veroorzaakt door de zwaartekracht en is naar beneden gericht.
 - Lift, een kracht die omhoog gericht is en veroorzaakt wordt door de lucht die over de vleugels stroomt.
- weten dat luchtweerstand remmend werkt op een vliegend zweefvliegtuig;
- Optioneel voor differentiatie: de leerlingen leren de Wet van Bernoulli.

Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- formuleren vragen;
- verwoorden hun eigen ervaringen;
- beargumenteren hun ontwerpkeuzes;
- presenteren hun product;
- schrijven een gebruiksaanwijzing voor het maken van een zweefvliegtuig;
- gebruiken de volgende begrippen:
 - lierstart
 - sleepstart
 - startmethode
 - tegengesteld
 - omhooggerichte kracht
 - neerwaartse kracht
 - luchtweerstand
 - luchtdruk
 - zwaartekracht
 - stuwkracht
 - lift
 - lanceerplatform
 - romp
 - sjabloon
- Optioneel voor differentiatie: aerodynamisch.

Aansluiting bij rekenen

- De leerlingen meten de afgelegde afstand in centimeters, decimeters en meters.

Mogelijkheden tot uitbreiding/ differentiatie

Les 1

- Een video bekijken over de bungeestart.
- Het begrip thermiek leren.
- De Klokhuis aflevering over zweefvliegen bekijken.
- Spreekwoorden en uitdrukkingen over lucht en vliegen bedenken.

Les 2

- Alle leerlingen het touwtrek experiment laten doen.
- De wet van Bernoulli leren.

Les 3

- Extra criteria opstellen voor een goed werkend zweefvliegtuig.
- Zelf ontwerpen van de romp van het zweefvliegtuig.
- Onderzoek naar het effect van gewicht van het zweefvliegtuig.
- Werken met een budget voor het maken van het zweefvliegtuig.

Les 1 – Wat is het probleem?

Lesoverzicht

Het probleem wordt geïntroduceerd. De leerlingen activeren hun voorkennis door na te denken over de kennis die ze nodig denken te hebben om het probleem op te kunnen lossen.



Tijdsduur

35 minuten

Leerdoelen

De leerlingen:

- gebruiken de verkenstap van de ontwerpcyclus;
- weten dat zweefvliegtuigen geen motor hebben en dus een andere kracht nodig hebben om naar voren te bewegen.

Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- formuleren vragen over de kennis die zij nodig denken te hebben;
- gebruiken de volgende begrippen: lierstart, sleepstart en startmethode.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de ontwerpcyclus zichtbaar in de klas

- 15 x werkblad 1
- Filmpjes van startmethodes van zweefvliegtuigen en toegang tot internet
- Presentatie lesmodule Krachten 5-8

Vorbereiding

- Zet de foto's van zweefvliegtuigen en vliegtuigen klaar, deze staan in de bijbehorende presentatie.
- Zet een filmpje klaar van een lierstart (zoek op zweefvliegen en lierstart).
- Zet een filmpje klaar van een sleepstart (zoek op zweefvliegen en sleepstart).
- Optioneel voor uitbreiding: zet een filmpje klaar van een bungeestart (zoek op: bungee, launching en discus).
- Optioneel voor uitbreiding: zet de aflevering *Zweefvliegen* van Het Klokhuis klaar.

Lesbeschrijving



1.1 Inleiding

Klassikaal – 5 minuten

Vertel de leerlingen dat ze de komende lessen veel gaan leren over zweefvliegtuigen en hoe het kan dat deze kunnen vliegen. Ze gaan zelf de krachten ervaren die invloed hebben op een zweefvliegtuig. Daarna gaan ze een zweefvliegtuig ontwerpen en maken. In deze les passen de leerlingen de verkenstap van de ontwerpcyclus toe door het probleem binnen dit onderwerp te verkennen. Vertel de leerlingen dat ze gaan nadenken over het oplossen van dit probleem.



1.2 Het probleem introduceren

Klassikaal – 5 minuten





1.3 Verkennen

Klassikaal/tweetallen – 20 minuten

Laat de foto's van vliegtuigen en zweefvliegtuigen zien.

- Welke verschillen tussen een vliegtuig en een zweefvliegtuig kunnen de leerlingen ontdekken? Een belangrijk verschil is dat een zweefvliegtuig geen motor heeft.
- Hoe stijgt een zweefvliegtuig op? Wat denken de leerlingen? Er zijn verschillende manieren voor het laten opstijgen van een zweefvliegtuig. In Nederland worden de lierstart en de sleepstart het meest gebruikt. Laat van elke start een filmpje zien.
- Hoe kan een zweefvliegtuig vliegen zonder motor? In de volgende les komen de leerlingen hierachter.

Bedenk vragen

Het oplossen van een probleem begint met het stellen van vragen. Wat moeten de leerlingen weten om een zweefvliegtuig te ontwerpen en te maken? In tweetallen kunnen de leerlingen hun vragen opschrijven op werkblad 1.

Bespreek de vragen klassikaal

Schrijf vervolgens alle vragen op het bord.

Vragen die besproken kunnen worden:

- Wat is een zweefvliegtuig?
- Hoe komt het dat een zweefvliegtuig zweeft?
- Welke krachten hebben invloed op een zweefvliegtuig?
- Welke startmethode gaan we gebruiken?
- Wat zijn de criteria voor een goed werkend zweefvliegtuig?

Aandachtspunten

- Als de leerlingen alleen vragen stellen over de materialen en/of de criteria, moedig ze dan aan over natuurkundige kwesties na te denken door vragen te stellen als 'Hoe kan het dat een zweefvliegtuig vliegt?'
- Het is belangrijk dat de gebruikte begrippen duidelijk zijn voor de leerlingen. Schrijf begrippen en alle andere woorden die uitleg behoeven ergens duidelijk zichtbaar op. Vul deze lijst aan tijdens de lessen.
- De criteria worden in les 3 samen vastgesteld. Een paar criteria zijn nu al belangrijk om te weten:
 - Het zweefvliegtuigje moet minstens 3 meter vliegen (om het andere huis te bereiken).
 - Het zweefvliegtuigje moet recht vliegen; om het andere raam binnen te kunnen vliegen.

Opties voor uitbreiding

- Laat een filmpje van de bungeestart zien. Kan deze startmethode in Nederland gebruikt worden?
- Introduceer het begrip thermiek. Thermiek is warme lucht die opstijgt. Zweefvliegtuigen gebruiken vaak thermiek, maar ook vogels, zoals gieren en buizerds gebruiken thermiek.
- Bekijk de aflevering *Zweefvliegen* van Het Klokhuis.
- Maak een woordveld 'Welke vervoermiddelen bewegen zich door de lucht?'

1.4 Afronding

Klassikaal – 5 minuten

Bespreek met de leerlingen de les na en herhaal de ontwerpcyclus. De volgende les komen de leerlingen meer te weten over hoe zweefvliegtuigen vliegen.

Les 2 - Krachten onderzoeken

Lesoverzicht

De leerlingen ervaren welke krachten invloed hebben op een zweefvliegtuig.



Tijdsduur

40 minuten

Leerdoelen

De leerlingen:

- passen de onderzoekscyclus toe bij het onderzoeken van luchtdruk;
- weten dat even grote krachten die in tegengestelde richting werken, elkaar opheffen;
- weten dat als twee krachten op een voorwerp werken, het voorwerp beweegt in de richting van de grootste kracht;
- kennen de krachten die op een zweefvliegtuig werken:
 - Stuwkracht, de kracht die het vliegtuig naar voren laat bewegen.
 - Gewicht, deze wordt veroorzaakt door de zwaartekracht en is naar beneden gericht.
 - Lift, een kracht die omhoog gericht is en veroorzaakt wordt door de lucht die over de vleugels stroomt.
- weten dat luchtweerstand remmend werkt op een vliegend zweefvliegtuig;
- weten dat langzaam stromende lucht een hogere luchtdruk heeft dan snelstromende lucht.
- Optioneel voor differentiatie: de leerlingen kennen de Wet van Bernoulli.

Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- verwoorden de eigen ervaringen die ze opdoen tijdens de experimenten;
- kennen en gebruiken de begrippen tegengesteld, luchtdruk, zwaartekracht, stuwkracht, lift, omhooggerichte kracht, neerwaartse kracht, luchtweerstand.
- Optioneel voor differentiatie: het begrip aerodynamisch.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de onderzoekscyclus zichtbaar in de klas
- 15 x werkblad 2
- 15 x werkblad 3
- 36 vellen A4 papier
- 15 vellen krantenpapier
- 15 linialen
- Touwtrektouw

Vorbereiding

- Lees de achtergrondinformatie over krachten.
- Vouw van een vel A4 papier een simpel papieren vliegtuigje.
- Knip 30 korte stroken van ongeveer 5 cm breed, uit 5 vellen A4 papier (in de breedte).

Lesbeschrijving



2.1 Inleiding

Klassikaal – 5 minuten

Vertel de leerlingen dat ze in deze les verschillende onderzoeken gaan doen. Dit is een onderdeel van de verkenstap van de ontwerpcyclus. Leg met behulp van de afbeelding van de onderzoekscyclus de verschillende stappen hiervan uit. De leerlingen passen de kennis die ze in deze les opdoen toe in les 3 bij het maken van het ontwerp.

Een zweefvliegtuig kan in de lucht blijven door gebruik te maken van krachten. Deze les onderzoeken de leerlingen daarom wat krachten zijn.

- Stel ze de volgende vraag:
Wat zijn krachten? Wat denken jullie?
- Houd samen met de leerlingen een demonstratie touwtrekken.
Wat denken de leerlingen dat er gebeurt als de een harder trekt dan de ander?
En wat gebeurt er als beide personen even hard trekken?
- Voer het experiment uit. Laat de leerlingen observeren en uitleggen wat er gebeurt.

Bespreek

Een kracht kun je niet zien, maar je kunt wel zien wat het resultaat van de kracht is. Als persoon A harder aan het touw trekt dan persoon B, dan gaat het touw naar persoon A. De kracht die persoon A op het touw uitoefent is dan groter dan de kracht die persoon B op het touw uitoefent. Als A en B even hard aan het touw trekken, blijft het touw gespannen, maar beweegt zich niet naar persoon A of B. De krachten die A en B op het touw uitoefenen zijn namelijk even groot, maar tegengesteld gericht.

Concludeer

- Twee even grote krachten die in tegengestelde richting werken, heffen elkaar op.
- Als twee krachten op een voorwerp werken, beweegt het voorwerp in de richting van de grootste kracht.



2.2 Luchtdruk onderzoeken

Klassikaal/tweetallen – 10 minuten

Met de volgende experimenten ervaren de leerlingen luchtdruk. Gebruik hiervoor werkblad 2 en laat de leerlingen in tweetallen experimenteren.

Bespreek

- Voelde het slaan op de liniaal bij het uitgevouwen vel hetzelfde of anders dan bij het opgevouwen vel? Het is moeilijker om het uitgevouwen krantenvel omhoog te krijgen.
- Bleef de krant liggen? Wanneer wel/niet? Waarschijnlijk vliegt het vier keer opgevouwen vel door de lucht.
- Lucht is overal om ons heen, en drukt overal op. We noemen dit luchtdruk. Luchtdruk is het gewicht van alle lucht boven een vierkante meter.
- De oppervlakte van het uitgevouwen vel is groter dan de oppervlakte van het opgevouwen vel. Er drukt meer lucht op het grote uitgevouwen vel, de luchtdruk is groter. Daardoor is het moeilijker om de krant omhoog te krijgen.

Concludeer

Lucht is overal om ons heen, en drukt overal op. We noemen dit luchtdruk. Luchtdruk is het gewicht van alle lucht boven een vierkante meter.

Optie tot differentiatie

Laat de leerlingen uitrekenen hoe groot de luchtdruk op het krantenvel is. De luchtdruk op aarde is ongeveer 10.000 kg per m². Wat is de luchtdruk op de krant? Een uitgevouwen krantenvel (tabloid formaat) heeft een oppervlakte van ongeveer 0,24 m². Dat betekent dat er meer dan 2.200 kg lucht op dat krantenvel drukt.



2.3 Krachten op een zweefvliegtuig Klassikaal – 10 minuten

Pak het papieren vliegtuigje en bespreek onderstaande punten.

- Vraag de leerlingen wat er gebeurt als je het vliegtuigje loslaat, zonder het te gooien? Het vliegtuig valt. Door welke kracht vallen dingen naar beneden als er niets is wat ze in de lucht houdt? De zwaartekracht, dit is een neerwaartse kracht.
- Wat moet je doen om het vliegtuig door de lucht te laten vliegen? Het gooien, daarmee geef je er een kracht aan: stuwkracht. Stuwkracht is de kracht die het vliegtuig naar voren laat bewegen. Bij een vliegtuig met een motor komt de stuwkracht van de motoren. Gooi het vliegtuigje weg. Wat gebeurt er? Als het goed is blijft het vliegtuigje een tijdje vliegen.
- Introduceer de term lift. Lift is een kracht die wordt veroorzaakt door de lucht die over de vleugels van het vliegtuigje gaan. Bij zweefvliegtuigen is lift omhooggericht, dit is een opwaartse kracht.
- Geef alle leerlingen een strook papier, laat ze deze onder hun onderlip houden en vervolgens hard blazen. Wat gebeurt er? De strook papier gaat omhoog.



Dit komt doordat langzaam stromende lucht een hogere luchtdruk heeft dan snelstromende lucht. Als je over de strook blaast, gaat de lucht daar bewegen. De lucht onder de strook staat (bijna) stil. De lucht onder de strook duwt de strook dus omhoog. Dit experiment is een voorbeeld van lift.

- Gooi het vliegtuigje nog een keer. Waarom valt of glijdt het vliegtuigje op een gegeven moment naar beneden? Laat de leerlingen antwoorden. Als de neerwaartse kracht groter is dan de opwaartse kracht zal het vliegtuigje dalen en op de grond terechtkomen. De zwaartekracht trekt het vliegtuigje naar beneden. Lift (opwaartse kracht) is er alleen als het vliegtuig naar voren beweegt. De luchtweerstand zorgt ervoor dat de stuwkracht van de gooi steeds kleiner wordt, totdat het vliegtuig op de grond valt.

Concludeer

De luchtweerstand zorgt ervoor dat de stuwkracht van de gooi steeds kleiner wordt, totdat het vliegtuig op de grond valt.

Opties voor differentiatie

- Introduceer de Wet van Bernoulli, zie de achtergrondinformatie.
- Introduceer het begrip aerodynamisch, zie de achtergrondinformatie.



2.4 Luchtweerstand onderzoeken Klassikaal/tweetallen – 10 minuten

Met dit experiment onderzoeken de leerlingen het effect van luchtweerstand op een vel en een prop A4 papier. In tweetallen kunnen de leerlingen hierbij werkblad 3 gebruiken.

Concludeer

De prop valt sneller dan het vel. Het vel heeft een groter oppervlakte dan de prop, de luchtweerstand bij het vel is veel groter.

Aandachtspunt

Let op dat leerlingen hierdoor niet denken dat gewicht niet van belang is bij zweefvliegtuigen. De zwaartekracht bij een zwaar voorwerp is groter dan bij een licht voorwerp (de aarde 'trekt' harder aan een zwaar voorwerp dan aan een licht voorwerp). Maar een zwaar voorwerp is ook moeilijker in beweging te brengen. Zware en lichte voorwerpen vallen daarom met dezelfde valversnelling. Het vel en de prop zijn even zwaar, maar hebben een andere vorm. Het vel A4 papier ondervindt door zijn vorm meer luchtweerstand en valt later op de grond dan de prop.



2.5 Afronding

Klassikaal – 5 minuten

Herhaal de conclusies.

- Twee even grote krachten die in tegengestelde richting werken, heffen elkaar op.
- Als twee krachten op een voorwerp werken, beweegt het voorwerp in de richting van de grootste kracht.
- Lucht is overal om ons heen, en drukt overal op. Dit noemen we luchtdruk. Luchtdruk is het gewicht van alle lucht boven een vierkante meter.
- De krachten die op een zweefvliegtuig werken zijn:
 - Stuwkracht, de kracht die het vliegtuig naar voren laat bewegen.
 - Gewicht, deze wordt veroorzaakt door de zwaartekracht en is naar beneden gericht.
 - Lift, een kracht die omhoog gericht is en veroorzaakt wordt door de lucht die over de vleugels stroomt.
- Luchtweerstand werkt remmend op een vliegend zweefvliegtuig.

In de volgende les gaan de leerlingen verder met de ontwerpcyclus en ontwerpen en maken ze de vleugels van hun eigen zweefvliegtuig.

Les 3 – Ontwerp en maak een zweefvliegtuig

Lesoverzicht

De leerlingen ontwerpen en maken een zweefvliegtuig, waarbij ze de stappen doorlopen van de ontwerpcyclus. Ze gebruiken de kennis die ze in les 2 hebben opgedaan.



Tijdsduur

1 uur en 30 minuten

Leerdoelen

- De leerlingen passen de ontwerpcyclus toe bij het ontwerpen en maken van een zweefvliegtuig.

Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- kennen de begrippen: lanceerplatform, romp en sjabloon;
- beargumenteren de keuzes voor hun ontwerp met de begrippen die ze geleerd hebben in les 1 en 2.

Aansluiting bij rekenen

- De leerlingen meten de afgelegde afstand in centimeters, decimeters en meters.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de ontwerpcyclus zichtbaar in de klas
- 15 x werkblad 4
- 15 x werkblad 5
- 15 rompsjablonen (120 grams A4-papier)
- 30 vel A4 papier (80 grams)
- 30 vel A4 papier (120 grams)
- 30 vel overtreppapier
- 4 vel A4 karton (ongeveer 1 mm dik)
- 1 meter bandelastiek
- 15 scharen
- stanleymes/afbrekmes
- 1 meetlint
- Klei (ongeveer 200 gram)
- 1 doosje paperclips
- 2 kranten
- 15 lijmstiften
- 100 rietjes

- 1 rol dunne schoonmaakdoekjes
- 5 rollen plakband
- 60 satéprikkers
- 5 rollen schilderstape
- 60 ijslollystokjes
- Optioneel voor differentiatie: keukenweegschaal, paperclips, klei, werkblad 6, werkblad 7

Vorbereiding

- Maak vier lanceerplatforms. Zie de *Instructie lanceerplatform maken* in de bijlagen.
- Maak een testgebied voor het testen van de zweefvliegtuigen.
- Print de rompsjablonen op A4 papier (120 grams).

Aandachtspunten

- De leerlingen ontwerpen en maken de vleugels van hun zweefvliegtuig. De romp van het zweefvliegtuig (werkblad 4) is voor iedereen hetzelfde. Zo kunnen de leerlingen de kennis over de krachten die invloed hebben op een zweefvliegtuig toepassen, in plaats van een gewoon papieren vliegtuigje vouwen (waarbij aerodynamica belangrijker is).
- Leerlingen hebben soms de neiging om (te) lang door te gaan met maken, waardoor hun zweefvliegtuig heel zwaar kan worden. Stimuleer de leerlingen om op tijd te gaan testen.

Lesbeschrijving



3.1 Inleiding

Klassikaal – 5 minuten

In deze les gebruiken de leerlingen hun opgedane kennis bij het ontwerpen en maken van hun zweefvliegtuig. Vat met de leerlingen samen wat ze tot nu toe hebben geleerd:

- Er spelen verschillende krachten op een zweefvliegtuig:
 - Stuwkracht, de kracht die het vliegtuig naar voren laat bewegen
 - Gewicht, veroorzaakt door de zwaartekracht en is naar beneden gericht.
 - Lift, een kracht die omhoog gericht is en veroorzaakt wordt door de lucht die over de vleugel.
- Luchtweerstand werkt remmend op een vliegend zweefvliegtuig.
- Het is belangrijk dat het zweefvliegtuig licht is zodat de zwaartekracht zo klein mogelijk is.
- Welke stappen van de ontwerpcyclus hebben de leerlingen doorlopen? Bij welke stap zijn ze nu?



3.2 Ontwerpen

Klassikaal/tweetallen – 20 minuten

De leerlingen ontwerpen in tweetallen een zweefvliegtuig.

Introduceer de materialen

Romp

Alle rompen van de zweefvliegtuigen zijn hetzelfde. Op werkblad 4 staat hoe de romp te maken is.

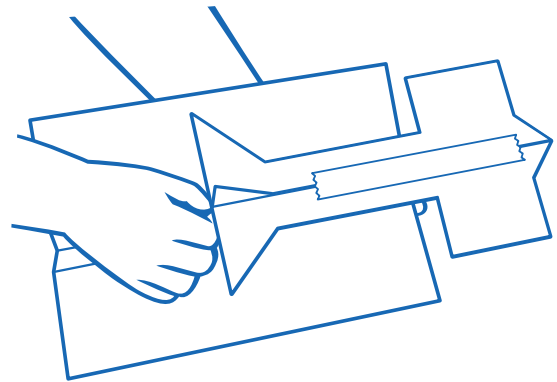
Vleugels

De tweetallen ontwerpen en maken de vleugels zelf.

- Papier van verschillende dikte, krantenpapier, overtrekpapier
- Rietje, ijslollystokje, satéprikkers
- Schoonmaakdoekje
- Schilderstape, plakband, lijmstift
- Klei, paperclips

Lanceerplatform

Demonstreer het gebruik van het lanceerplatform.



Aandachtspunten

- Het lanceerplatform is nuttig, omdat de leerlingen hierdoor niet het probleem kunnen oplossen door het vliegtuig heel hard te gooien. Ze moeten nu echt goed nadenken over het ontwerp van hun zweefvliegtuig.
- Het platform stelt de leerlingen in staat hun zweefvliegtuigen consequent te lanceren. Ook leren ze zo het concept 'objectief testen' doordat op deze manier verschillende zweefvliegtuigen vergeleken kunnen worden.

Bespreek met de klas de criteria

Wanneer is het probleem opgelost? Benoem bijvoorbeeld de volgende criteria:

- Het zweefvliegtuig moet minstens drie meter kunnen vliegen (om het andere huis te bereiken).
- Het zweefvliegtuig moet recht kunnen vliegen (om het andere raam binnen te vliegen).
- Het zweefvliegtuig moet een briefje kunnen vervoeren.

Bespreek vervolgens hoe de zweefvliegtuigen geëvalueerd gaan worden. Hoe denken de leerlingen hierover? Een paar belangrijke dingen om rekening mee te houden:

- Iedereen is het erover eens hoe de zweefvliegtuigen geëvalueerd worden. Het is belangrijk dat de leerlingen hier zeggenschap over hebben, omdat het hun betrokkenheid vergroot.

- De leerlingen hoeven met deze uitdaging niet in één keer het perfecte zweefvliegtuig te maken. Het is prima als ze eerst iets maken en er dan achter komen dat dit niet de beste oplossing was. De ontwerpcyclus gaat over testen en verbeteren. Zo gaat het bij ingenieurs ook.
- Het is belangrijk dat de leerlingen snappen dat ze van elkaar kunnen leren. En hoewel ze in tweetallen een zweefvliegtuig maken, kunnen ze ook bij anderen om advies vragen en naar elkaars werk kijken.

Maak de romp

De tweetallen maken eerst de romp. Geef elk tweetal werkblad 4 met een rompsjabloon.

Ontwerp

De tweetallen ontwerpen de vleugels. Gebruik hiervoor werkblad 5. De tweetallen maken het zweefvliegtuig nadat ze hun ontwerp hebben gemaakt.

Opties voor differentiatie

- Breid in overleg met de leerlingen de criteria uit.
 - Het zweefvliegtuig moet meer dan drie meter (bijvoorbeeld vier meter) overbruggen.
 - Het zweefvliegtuig moet een envelop van 20 gram kunnen vervoeren.
- Laat de leerlingen de romp zelf ontwerpen. Laat ze wel controleren of deze goed in combinatie met het lanceerplatform te gebruiken is.
- Het zweefvliegtuig mag niet meer dan bijvoorbeeld €10,- kosten. Op werkblad 6 staat hoeveel de materialen per stuk kosten.



3.3 Maken, testen en verbeteren Tweetallen – 1 uur

Maak

Elk tweetal maakt een zweefvliegtuig aan de hand van hun ontwerp.

Vraag na ongeveer 15 minuten hoe het gaat.

- Werkt het idee dat jullie hebben bedacht?
- Hebben jullie tips of trucs die jullie met de klas willen delen?

De leerlingen kunnen hun ideeën aan de rest van de klas voorleggen en adviezen en ideeën uitwisselen. Laat ze vervolgens verder werken aan hun zweefvliegtuig.

Test

Stimuleer de tweetallen hun zweefvliegtuig zo snel mogelijk te testen. Het hoeft niet perfect te zijn op het moment dat ze een test uitvoeren. Laat ze de afgelegde afstand meten in centimeters, decimeters, en meters. Dit kan genoteerd worden op werkblad 5.

Tip!

Neem de testvluchten op met de slow motion video functie van een smartphone.

Verbeter

De tweetallen kunnen steeds verbeteringen aanbrengen aan hun zweefvliegtuig.

Aandachtspunten

- Het zweefvliegtuig moet niet te zwaar zijn. Leerlingen willen wellicht graag materiaal blijven toevoegen, maar hoe lichter, hoe beter.
- Als het zweefvliegtuig stijl omhoog gaat en dan neer duikt, is het niet goed gebalanceerd van neus tot staart. Zweefvliegtuigen functioneren het beste als ze goed gebalanceerd zijn, zodat hun vleugels horizontaal liggen. Als er aan de achterkant van het vliegtuig meer gewicht zit dan aan de voorkant, wijst het vliegtuig omhoog. Zit er meer gewicht aan de voorkant dan aan de achterkant, dan wijst het vliegtuig omlaag.
- Als het zweefvliegtuig slingert en steeds een bocht maakt is het niet goed gebalanceerd van vleugeltip naar vleugeltip. Dit gebeurt meestal als een van de vleugels van het vliegtuig zwaarder is dan de andere.
- De leerlingen kunnen het gewicht van de verschillende onderdelen van het vliegtuig veranderen met klei of paperclips.
- Over het algemeen is het beter een lange vleugel te maken dan twee losse vleugels.

Optie voor differentiatie

Laat de tweetallen onderzoek doen naar het effect van gewicht op het zweefvliegtuig. Hierbij kan werkblad 7 worden gebruikt. De leerlingen bedenken zelf hoe ze het onderzoek gaan uitvoeren.

3.4 Afronding

Klassikaal – 5 minuten

Bespreek het maakproces dat de leerlingen hebben doorlopen.

- Welke oplossingen hebben jullie gevonden?
- Hoe zijn jullie op het idee gekomen?

In de volgende les kijken de leerlingen of aan de criteria is voldaan.

Les 4 - Is het probleem opgelost?

Lesoverzicht

In deze les worden het proces en het product geëvalueerd. Is het probleem opgelost? Hoe hebben de leerlingen de verworven kennis toegepast en hoe is er met de ontwerpcyclus gewerkt? Dit is ook het moment waarop ze hun oplossing voor het probleem presenteren én het moment om trots te zijn op wat ze geleerd en gemaakt hebben.



Tijdsduur

1 uur

Leerdoelen

De leerlingen:

- weten dat er verschillende manieren zijn om een probleem op te lossen;
- weten dat terugkijken en evalueren aan de hand van criteria belangrijke aspecten van de ontwerpcyclus zijn;
- demonstreren hun zweefvliegtuig en beargumenteren daarbij hun keuzes in het maakproces.

Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- gebruiken de begrippen van les 1, 2 en 3 bij het verwoorden van de opgedane kennis;
- demonstreren hun zweefvliegtuig aan elkaar en beargumenteren daarbij hun keuzes in het maakproces;
- schrijven een gebruiksaanwijzing voor het maken van een zweefvliegtuig.

Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de ontwerpcyclus zichtbaar in de klas
- De door de leerlingen gemaakte zweefvliegtuigen
- 15 x werkblad 8

Vorbereiding

- Maak een gebied voor het demonstreren van de zweefvliegtuigen.

Lesbeschrijving



4.1 Inleiding

Klassikaal - 5 minuten

De leerlingen hebben in tweetallen een zweefvliegtuig ontworpen en gemaakt. In deze les bespreken de leerlingen de verschillende oplossingen en evalueren ze de producten. Laat aan de leerlingen zien dat ze nu de ontwerpcyclus hebben doorlopen.

4.2 Presenteren

Klassikaal/tweetallen – 30 minuten

Elk tweetal demonstreert om de beurt hun zweefvliegtuig. Voldoen de zweefvliegtuigen aan de criteria? Vraag de leerlingen de goede eigenschappen van elkaars ontwerpen te benoemen. Goede eigenschappen kunnen zijn:

- Het vliegtuig is licht.
- De kwaliteit van de bouw is sterk.
- Het vliegtuig vliegt heel recht.

Laat de leerlingen de geleerde begrippen gebruiken bij het benoemen van de goede eigenschappen.

Kom terug op het probleem

Twee buurkinderen willen briefjes naar elkaar sturen, ieder vanuit de eigen slaapkamer. Kunnen de leerlingen een zweefvliegtuig ontwerpen en maken waarmee ze die briefjes kunnen versturen?

Bespreek

- Is het probleem opgelost?
- Kunnen de briefjes verstuurd worden met de zweefvliegtuigen?

4.3 Gebruiksaanwijzing maken

Tweetallen – 20 minuten

De tweetallen maken een gebruiksaanwijzing voor het maken van een zweefvliegtuig. Hiervoor kan werkblad 8 worden gebruikt.

4.4 Afronding

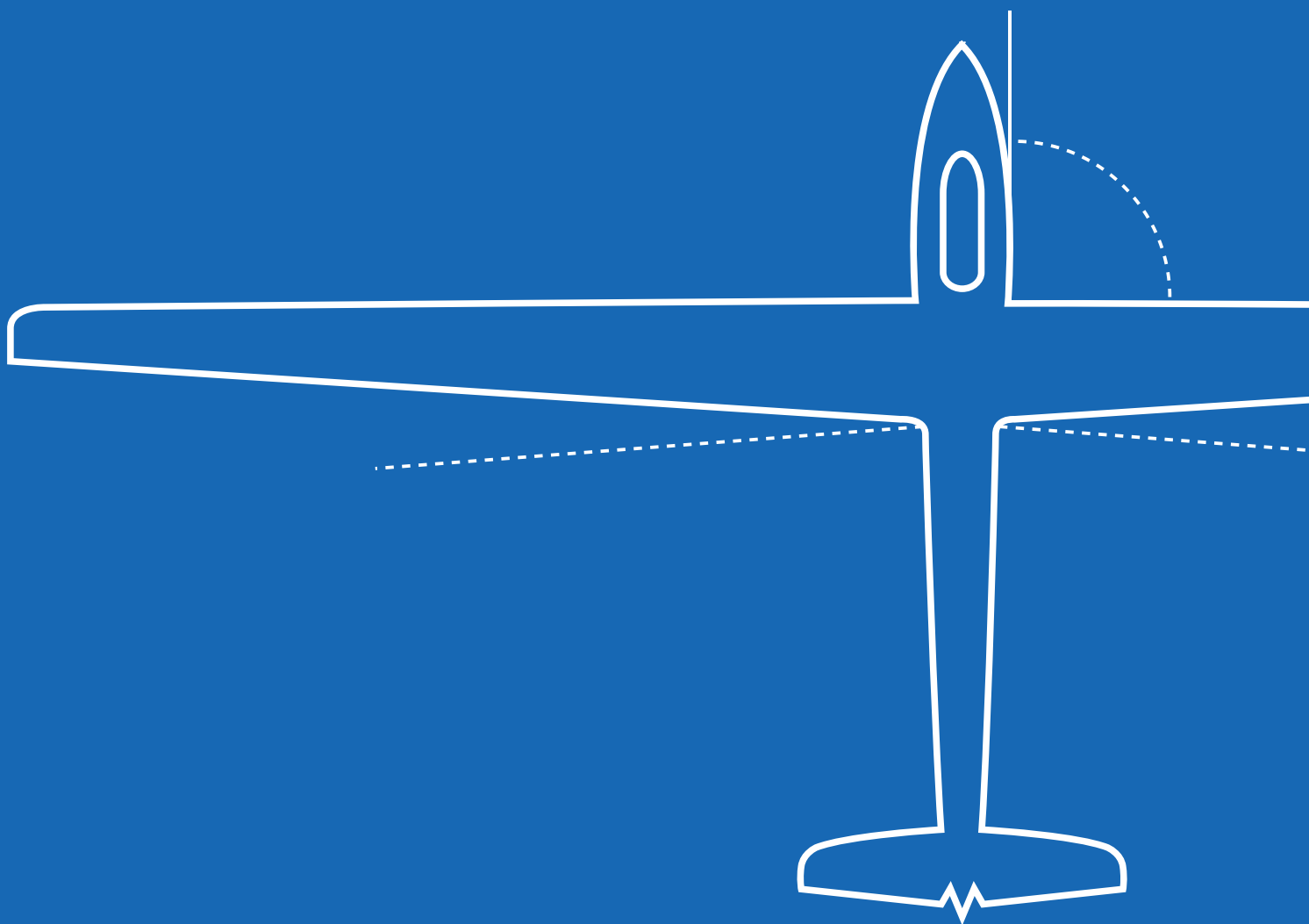
Klassikaal – 5 minuten

Bespreek met de leerlingen wat ze hebben geleerd bij het maken van het zweefvliegtuig. Denk hierbij aan:

- de natuurkundige kennis over krachten die ze verworven en toegepast hebben;
- het werken met de onderzoeks- en ontwerpcyclus.

Handwriting practice area consisting of 20 horizontal dashed blue lines.

Achtergrond informatie










Achtergrondinformatie

Krachten

Belangrijke natuurkundige concepten en kennis

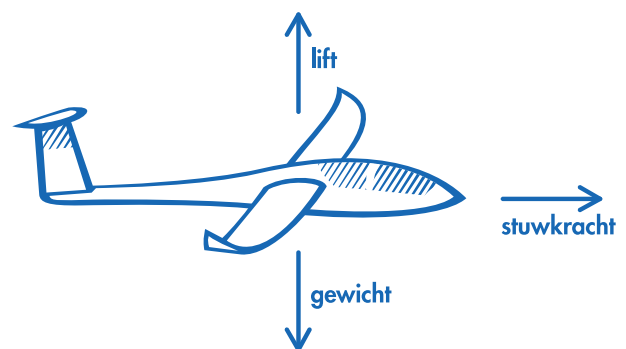
- Als er twee krachten op een voorwerp werken, beweegt het voorwerp zich in de richting van de grootste kracht.
- Er werken verschillende krachten op een zweefvliegtuig:
 - Gewicht, deze wordt veroorzaakt door de zwaartekracht en is naar beneden gericht.
 - Lift, een kracht die omhoog gericht is en veroorzaakt wordt door de lucht die over de vleugels stroomt.
 - Stuwkracht, de kracht die het vliegtuig naar voren laat bewegen.
- Luchtweerstand werkt remmend op een vliegend zweefvliegtuig.

Voorwerp en krachten	Resulterende kracht	Beschrijving
		Als er slechts één kracht op een voorwerp inwerkt, beweegt* het voorwerp zich in de richting van die kracht.
	Geen netto kracht	Twee krachten die dezelfde grootte hebben, maar in tegengestelde richting op een voorwerp inwerken, heffen elkaar op. Er is geen resulterende kracht; het voorwerp beweegt niet.
		Als twee ongelijke krachten in tegengestelde richting op een voorwerp inwerken, is de richting van de gecombineerde (of: resulterende) kracht in de richting van de grotere kracht.
		Als twee krachten in twee verschillende, niet-tegenovergestelde richtingen bewegen, is de resulterende kracht een combinatie van die twee krachten.

* Strikt genomen accelereert het voorwerp in de richting van de netto kracht.

Zwaartekracht

De zwaartekracht is de kracht waarmee de aarde een voorwerp aantrekt. Zwaartekracht wordt uitgedrukt in Newton. De aarde trekt harder aan een zwaar voorwerp dan aan een licht voorwerp, de zwaartekracht bij een zwaar voorwerp is dan ook groter dan bij een lichter voorwerp. Maar een zwaar voorwerp is ook moeilijker in beweging te brengen. Zware en lichte voorwerpen vallen daarom met dezelfde valversnelling.



Gewicht

Gewicht is de wetenschappelijke term voor een kracht veroorzaakt door de aantrekkingskracht van de aarde op een object. Deze wordt in Newton uitgedrukt. In het dagelijks taalgebruik wordt de term gewicht gebruikt voor het aantal kilogrammen van iets. Natuurkundig is dit niet gewicht, maar massa. Massa is de maateenheid voor de hoeveelheid 'materie' in een voorwerp, die wordt uitgedrukt in kilogrammen. Als astronauten bijvoorbeeld naar de maan vliegen, blijft hun massa hetzelfde, de hoeveelheid 'materie' verandert niet. Echter hun gewicht neemt af, omdat de zwaartekracht op de maan minder is dan op aarde. De astronauten voelen daardoor een kleinere kracht die hen richting het oppervlak van de maan trekt. Het resultaat is dat ze het makkelijk vinden om in de lucht te springen.

Lift

Lift is de kracht die wordt veroorzaakt door de lucht die over de vleugels van het vliegtuig gaat. Het is een opwaarts gerichte kracht. Het vliegtuig moet wel voorwaarts bewegen. Twee belangrijke factoren zorgen ervoor dat de vleugels lift veroorzaken. De ene is de hoek van de vleugels ten opzichte van de luchtstroom, de andere is de aerodynamische vorm van de vleugels.

Stuwkracht

Dit is de kracht die nodig is om het vliegtuig naar voren te laten bewegen. Bij vliegtuigen zorgen straalmotoren of propellers meestal voor de voorwaartse beweging. Straalmotoren zuigen aan de voorkant lucht rondom het vliegtuig naar binnen en persen die samen. Via een gecontroleerde explosie in de motor ontstaat er een grote hoeveelheid energie, die aan de achterkant van de machine uitgestoten wordt, waardoor het vliegtuig in de tegenovergestelde richting beweegt.

Wet van Bernoulli

Hoe sneller een luchtstroom beweegt, hoe lager de luchtdruk. De luchtdruk is het grootst bij stilstaande lucht en wordt kleiner bij stromende lucht.

Luchtweerstand

Luchtweerstand remt het vliegtuig af. Factoren die van belang zijn:

- De vorm van het vliegtuig. Vliegtuigen zijn meestal lang, dun en puntig aan de uiteinden, net als een speer. Deze vorm hindert de lucht rondom het vliegtuig het minst. Hoe minder de lucht wordt gehinderd, hoe minder het vliegtuig wordt afgeremd. De vorm van een vliegtuig noemen we aerodynamisch. Als vliegtuigen veel hoekiger waren, zou de lucht er niet zo gemakkelijk langs kunnen bewegen en zou het vliegtuig worden afgeremd.
- De (on)effenheid van het oppervlak van het vliegtuig. Lucht die zich langs de oneffenheden op het oppervlak van een vliegtuig beweegt, veroorzaakt wrijving. Moderne vliegtuigen hebben een glad oppervlak, waardoor deze kracht afneemt.
- De invalshoek van de vleugels. Om lift voort te brengen staan de vleugels van een vliegtuig meestal in een bepaalde hoek ten opzichte van de luchtstroomrichting. Hierdoor ontstaat meer weerstand dan wanneer de vleugels plat zouden zijn. Hoe groter de hoek, hoe groter de weerstand en hoe meer lift.

Zweefvliegen

Een zweefvliegtuig heeft geen motor. Er zijn verschillende manieren om een zweefvliegtuig op te laten stijgen. De lierstart en de sleepstart worden het meest gebruikt.

- Bij een lierstart is er een lange kabel bevestigd aan het zweefvliegtuig, de kabel wordt door de lier snel in getrokken, hierdoor wordt het zweefvliegtuig de lucht in getrokken. Als het zweefvliegtuig op een bepaalde hoogte is, wordt de kabel losgekoppeld zodat het zweefvliegtuig niet weer naar beneden wordt getrokken.
- Bij een sleepstart is er een kabel bevestigd aan een sleepvliegtuig en aan het zweefvliegtuig. Het sleepvliegtuig stijgt op en trekt het zweefvliegtuig mee.
- Bij een bungeestart trekken mensen het zweefvliegtuig over de rand van een berg. Door de thermiek stijgt het zweefvliegtuig vervolgens.

Thermiek

Thermiek is warme lucht die opstijgt, de warmte komt van de zon. Een zweefvliegtuig kan van thermiek gebruik maken om te blijven zweven. Vogels gebruiken thermiek ook om lange afstanden af te leggen met zo min mogelijk inspanning.

Ideeën van kinderen over krachten

Kinderen hebben al verklaringen voor natuurwetenschappelijke fenomenen voordat zij er op school mee in aanraking komen. Deze ideeën en mentale modellen zijn ontwikkeld uit dagelijkse interacties en ervaringen met de wereld om hen heen en komen niet altijd overeen met onze huidige kennis van de natuurwetenschappen. Zo zijn er bijvoorbeeld kinderen die denken dat wind ontstaat doordat bomen met hun takken wapperen. Het zelf ervaren dat de eigen verklaring niet kan kloppen blijkt belangrijk bij het veranderen van deze ideeën, al duurt het veranderen soms een leven lang. In de lesmodules van Maakkunde is er rekening gehouden met het kunnen uiten van de eigen ideeën en het ervaren van de natuurwetenschappelijke fenomenen. De meest voorkomende ideeën over het onderwerp van deze lesmodule zijn hieronder in kaart gebracht.

Krachten en zwaartekracht

Kinderen denken vaak dat krachten bij voorwerpen horen, in plaats van op hen inwerken. Uit onderzoek blijkt dat kinderen vaak denken dat zware voorwerpen sneller vallen dan lichte voorwerpen (1). Andere kinderen denken dat zwaartekracht op voorwerpen duwt (2). Ook wordt er gedacht dat zwaartekracht met lucht te maken heeft en met het gewicht (of zwaarte/massa) van een object (2).

Krachten op een zweefvliegtuig

De 'Nuffield Primary Science Teachers Guide' over krachten geeft een goed voorbeeld van het mentale model van een kind over de krachten die op een zweefvliegtuig inwerken. 'De neerwaartse zwaartekracht (die ervoor zorgt dat het niet omhoog gaat) wordt tegengewerkt door de opwaartse duw van de lucht onder de vleugels (die ervoor zorgt dat het niet naar beneden komt)'.

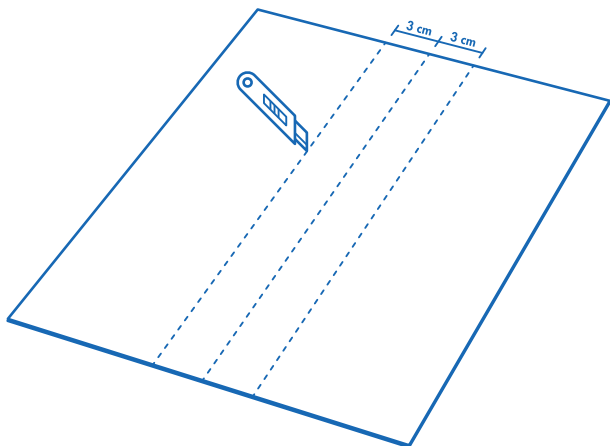
Wind

Kinderen kunnen denken dat een vliegtuig wind nodig heeft om te kunnen vliegen, aangezien vleugels lucht nodig hebben die over hen beweegt om lift te veroorzaken. Sommige kinderen denken dat lucht ervoor zorgt dat voorwerpen vallen, terwijl andere denken dat de lucht ervoor zorgt dat voorwerpen in de lucht blijven (2).

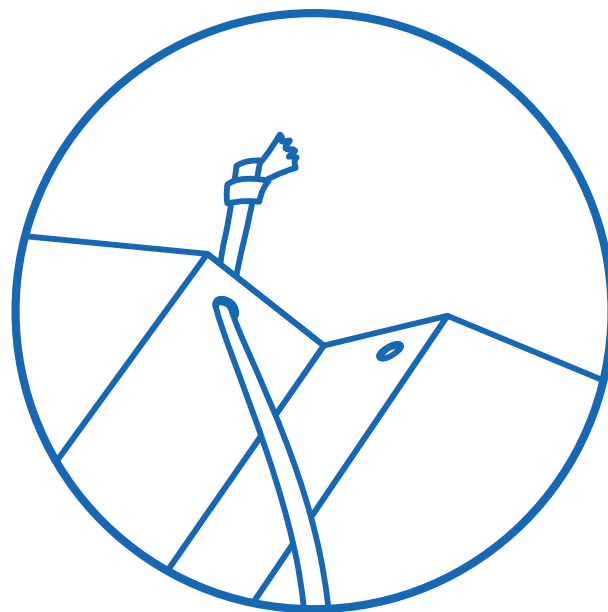
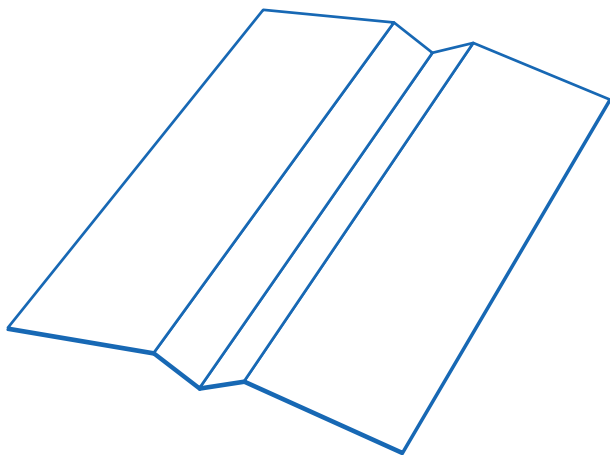
- (1) Allen, M. (2010). *Misconceptions in Primary Science*. Berkshire, England: Open University Press.
- (2) *Nuffield Primary Science Teachers' Guide: Forces and Movement*. Ages 7-12. (1995). London: HarperCollins Publishers.

Instructie lanceerplatform maken

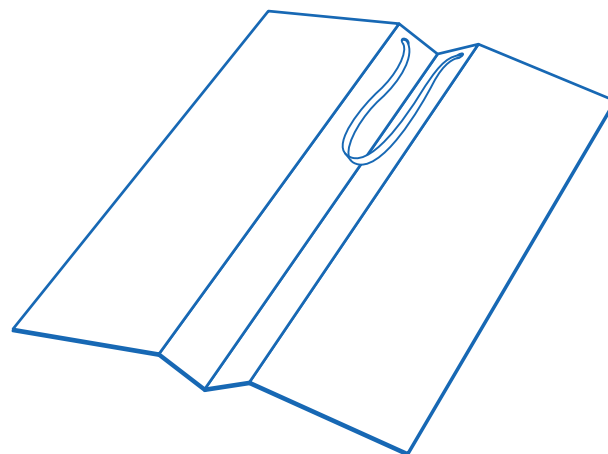
1. Trek op een vel stevig karton (± 1 mm dik) drie lijnen. Een lijn in het midden en twee lijnen op 3 centimeter aan weerszijden.
2. Snijd de lijnen een beetje in met een stanley- of afbreekmes.
4. Maak twee gaatjes aan een van de uiteinden en rijg er een stuk bandelastiek van 15 centimeter door. Maak het elastiek aan de achterkant van het lanceerplatform vast.



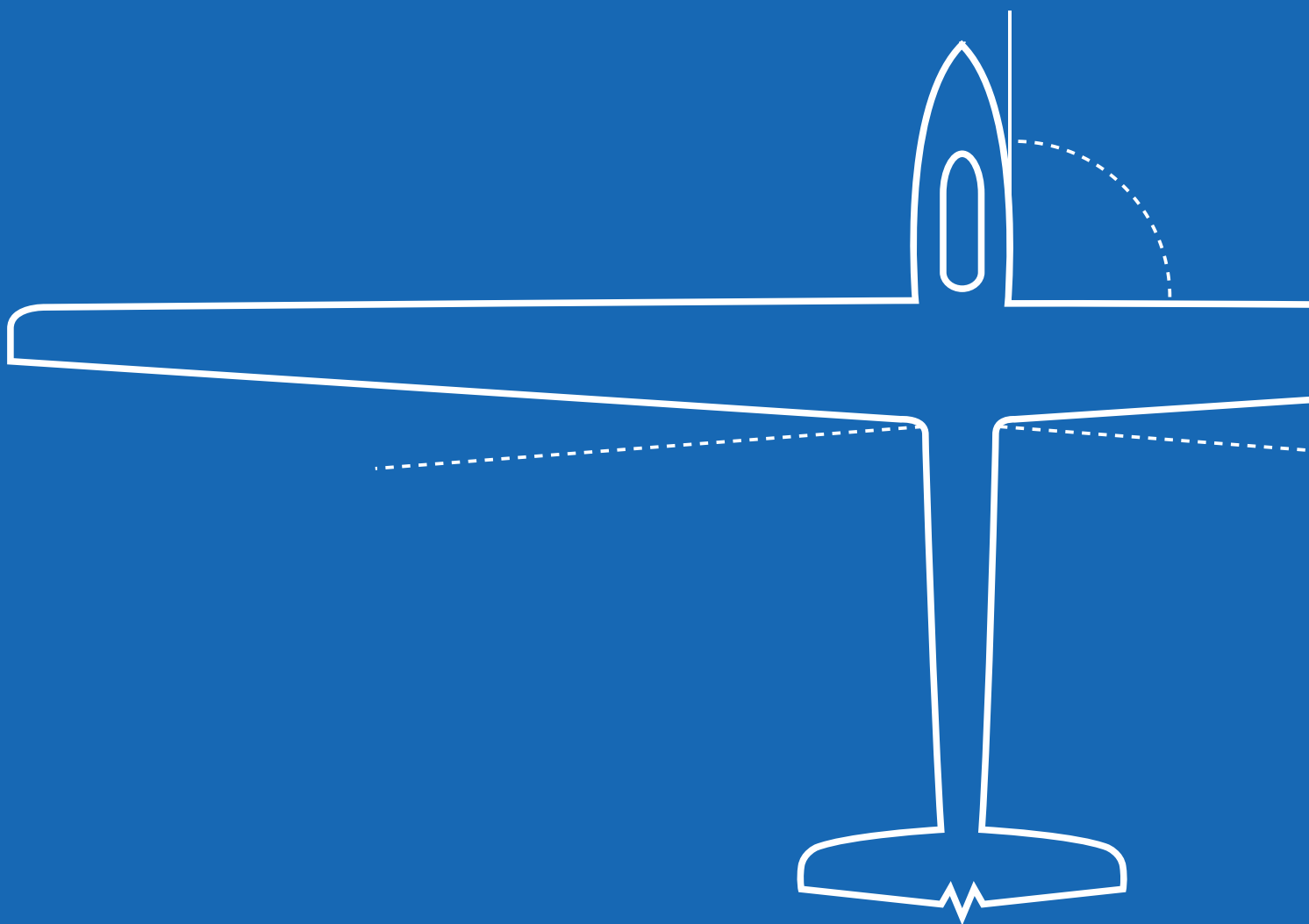
3. Vouw het karton zoals op de illustratie.



5. Het lanceerplatform is klaar.



Extra activiteiten



Extra activiteiten

Lijst van lees- en prentenboeken

Arnold, N. (2001). *Machtige krachten*. Alkmaar: Kluitman. ISBN 9020605127

Breeden, C. (2002). *Luchtpiraten*. Amsterdam: Sjaloom. ISBN 9062493955

Petermeijer, H. (2008). *Vleugels voor Vera*. Tilburg: Zwijzen. ISBN 9789027675002 AVI-M6

Törnqvist, M. (2015). *Opmerkelijke uitvindingen*. Amsterdam: Querido. ISBN 9789045118413

Velde, van der, R. (2012). *Stijn, uitvinder*. Amsterdam: Ploegsma. ISBN 9789021669953

Informatieve boeken

Hanegraaf, M. (2012). *Zweefvliegen*. Groningen: Noordhoff. ISBN 9789001890223

Parker, S. (2004). *Kracht en beweging*. Leidschendam: Biblion Uitgeverij. ISBN 9054835079

Richards, J. (2004). *Krachten & eenvoudige apparaten*. Harmelen: Corona. ISBN 9054955589

Royston, A. (2017). *Krachten*. Etten-Leur: Corona, Ars Scribendi Uitgeverij. ISBN 9789463410229

Royston, A. (2016). *Kracht en beweging*. Etten-Leur: Corona, Ars Scribendi Uitgeverij. ISBN 9789461753977

Mersbergen, van Z. (2009). *Het vliegtuig: van zweefvliegtuig tot jumbojet*. Groningen: Noordhoff. ISBN 9789001308391

Scott, J. (2016). *De kunst van het vliegen*. Etten-Leur: Corona, Ars Scribendi Uitgeverij. ISBN 9789461754554

Snedden, R. (2001). *Krachten*. Harmelen: Corona. ISBN 9054954280

Steen Hanse, P. (2003). *Vliegen als hobby*. Leidschendam: Biblion Uitgeverij. ISBN 9054834862

Aanvullende activiteiten en excursies

- Excursie naar een zweefvliegveld.
- Aansluiten bij thema's in de klas, zoals:
 - vakantie;
 - vervoer;
 - beeldende vorming: Leonardo Da Vinci en het verhaal van Icarus.
- Nodig een professional uit de in de klas, bijvoorbeeld een luchtvaartingenieur, piloot of zweefvlieger.
- Nodig een hobbyist uit in de klas, bijvoorbeeld iemand van een zweefvliegclub.
- Onderzoek verschillende gevouwen papieren vliegtuigjes.

Handwriting practice area consisting of 20 sets of horizontal dashed lines.

Blank page with horizontal dashed lines for writing.

Handwriting practice area consisting of 20 horizontal dashed blue lines.

