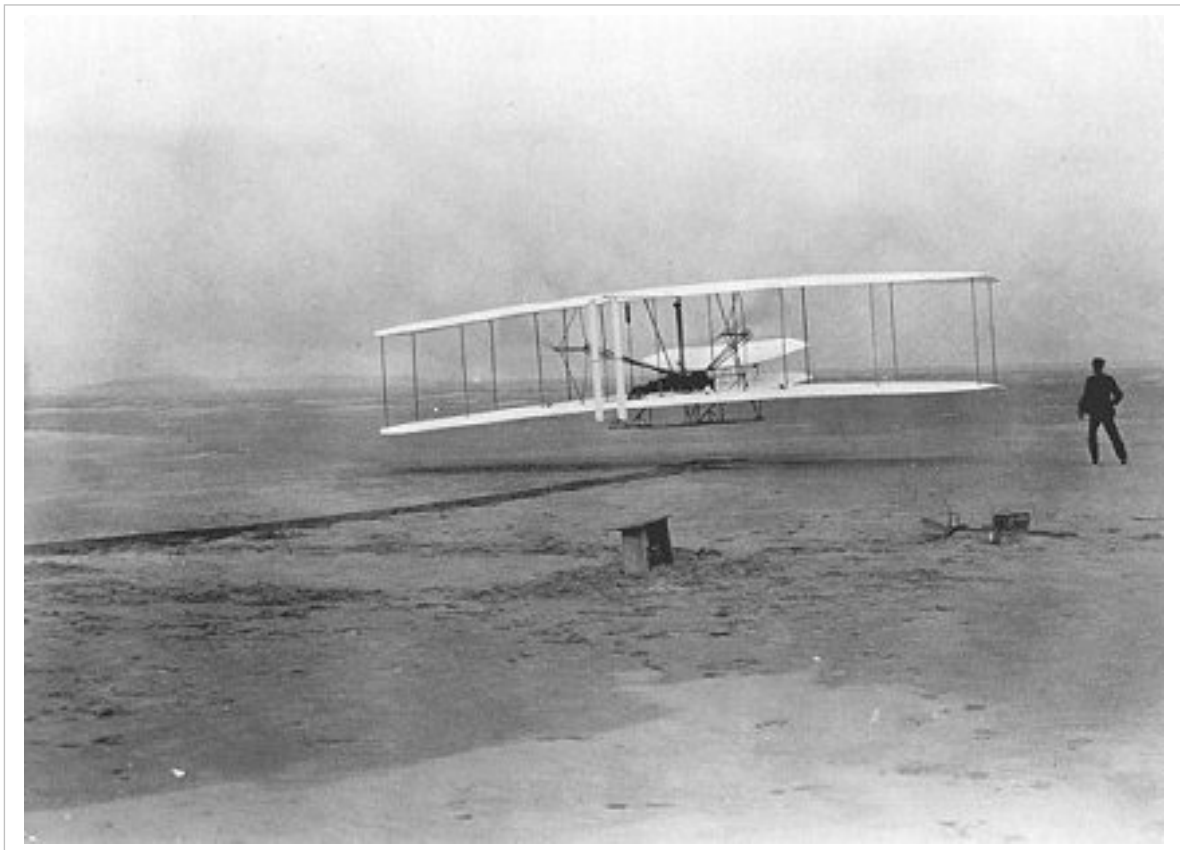


HET VLIEGTUIG



17 december





Inleiding

Op 17 december 1903 maken de Amerikaanse broers Wilbur en Orville Wright hun eerste vlucht met de Kitty Hawk. Het is de eerste vlucht van een zwaarder-dan-lucht-toestel met een piloot aan boord. Het toestel kan in de lucht blijven door motorkracht en de draagkracht van zijn vleugels. Tot dan toe hebben alleen ballonnen en andere lichter-dan-lucht-toestellen met mensen aan boord gevlogen. Met de vlucht van de Kitty Hawk begint de ontwikkeling van een nieuw vervoermiddel: het vliegtuig. De geboortedag van het vliegtuig is aanleiding voor deze lesbrief. De lesbrief maakt deel uit van een serie over 'reizen'.

Doelgroep

Leerlingen van de groepen 7 en 8 van het basisonderwijs (10-12 jaar)

Doelstellingen

- De leerlingen kunnen uitleggen volgens welke basisprincipes een vliegtuig werkt;
- De leerlingen zien welke rol het vliegtuig speelt op de manier waarop mensen reizen;
- De leerlingen proberen zich voor te stellen, aan de hand van de opgedane kennis, hoe de luchtvaart er in de toekomst uit kan zien.

Vakken en kerndoelen:

Aardrijkskunde

Domein C, topografie en kaartbeeld

10 De leerlingen kunnen zich een voorstelling maken van de kaart van de eigen omgeving, Nederland, Europa en de wereld. Zo'n kaart bevat de volgende topografische elementen:

- de kaart van de eigen omgeving: belangrijke steden, dorpen, wateren en deelgebieden;
- de kaart van Nederland: provincies, belangrijke steden, wateren en deelgebieden;
- de kaart van Europa: de landen, belangrijke steden, wateren, gebergten en deelgebieden;
- de kaart van de wereld: de werelddelen, belangrijke landen, belangrijke steden, wateren, gebergte en deelgebieden. Onder belangrijke landen wordt ten minste verstaan: landen die in de wereld groot politiek gewicht hebben en landen van waaruit veel bewoners naar Nederland zijn gekomen.

Techniek

20 De leerlingen kunnen een aantal technische producten uit de eigen leefwereld op hun niveau onderzoeken naar functionaliteit, materiaalgebruik en vormgeving en kunnen de werking ervan verklaren. De producten betreffen voorbeelden uit de gebieden constructies, transport, communicatie en productie.

Natuuronderwijs

Domein G, materialen en verschijnselen

33 De leerlingen kunnen:

- onderzoek doen aan verschijnselen waaronder licht, geluid, kracht, magnetisme en warmte

Dank

De illustraties zijn met toestemming overgenomen van CMO en zijn licentiegevers, Smithsonian National Air and Space Museum, NASA, S. Gosling.

W

werkbladen



De Kitty Hawk

Altijd al hebben mensen ervan gedroomd om te vliegen als een vogel. Ook de broers Wilbur en Orville Wright die in de Verenigde Staten woonden, droomden ervan.



De gebroeders Wilbur en Orville Wright

Drukkerij, fiets en vliegtuig

Wilbur wordt geboren in 1867 en zijn broer Orville in 1871. Ze hebben nog vijf broers en zussen, maar één broer en één zus sterven kort na de geboorte. Hun vader is een protestantse bisschop.

De familie verhuist vaak. Vanaf 1884 wonen ze in Dayton, Ohio. Als ze naar school gaan, lezen Wilbur en Orville van alles over techniek en knutselen ze vaak thuis.

Eerst houden ze zich bezig met druktechniek. Wilbur richt een eigen drukkerij op waar ook Orville een tijd in werkt.



Daarna gaan ze zich bezig houden met de fiets. In 1887 komt er een nieuw model fiets met twee even grote wielen op de markt. Het model dat dan nog gebruikt wordt, heeft een klein voorwiel en een groot achterwiel. Op het nieuwe model is het makkelijker fietsen dan op het oude. Het nieuwe model wordt daardoor razend populair. Wilbur en Orville repareren en verhuren fietsen, daarna verkopen ze nieuwe fietsen van eigen merk.

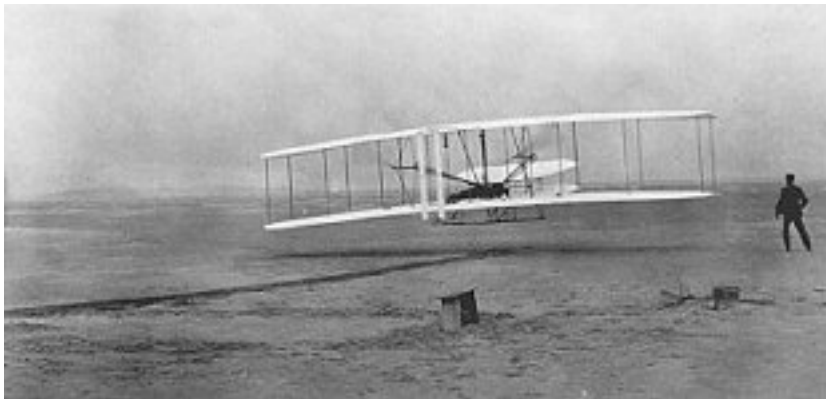
Maar in Dayton komen er steeds meer fietswinkels bij. Daardoor kunnen de broers hun rijwielen moeilijker verkopen. Ze besluiten om te proberen een vliegend toestel te bouwen met vleugels en een motor. Het toestel moet kunnen vliegen zonder hete luchtballon of ballon met gas. Daarnaast moet er een piloot in zitten. In die tijd is dat nog niemand gelukt.



Eerst lezen ze alles wat ze maar kunnen vinden over mensen die dat al geprobeerd hebben. Hun belangrijkste voorbeeld is de Duitser Otto von Lillienthal. Die had enkele vliegtuigtoestellen zonder motor gebouwd en getest. In 1899 bouwen en testen de broers een vliegerachtig toestel met twee boven elkaar geplaatste vleugels. Een jaar later ontwerpen en bouwen ze een zweeftoestel zonder motor, in 1901 nog één en het jaar daarop nog een derde.

Iedere keer proberen ze een toestel te maken dat beter vliegt dan het vorige. Van ieder toestel houden ze bij hoe het vliegt en proberen ze ontdekken hoe dat beter kan. Ook bouwen ze een windtunnel, de eerste ter wereld. Daarin testen ze talloze vleugels met verschillende vorm uit. Daardoor zien ze welke vorm het beste werkt. Die gebruiken ze dan om een nieuw toestel te maken. Hun toestellen testen ze uit op een strand bij Kitty Hawk, een stad in North Carolina.

In 1903 besluiten ze om weer een toestel te bouwen. Dat krijgt een benzinemotor die een propeller aandrijft en een zitplaats voor de piloot. Ze noemen het nieuwe toestel naar de plaats vlakbij het strand. Op 17 december 1903 maakt het vliegtuig op het strand bij Kitty Hawk zijn eerste vlucht. Het legt 36 meter door de lucht af in 12 seconden. Dan hebben de broers voor elkaar gekregen wat ze altijd hadden willen doen. Met het toestel maken ze op die dag nog drie vluchten, steeds in rechte lijn.



*De vlucht van
17 december 1903*

Op 5 januari 1904 maken ze bekend dat ze het vliegtuig hebben uitgevonden. In dat jaar en in 1905 bouwen de broers nog twee vliegtuigen met een motor en maken ze daar vluchten mee. Daarbij maken ze bochten of vliegen ze een tijd lang boven één plaats rond.

De jaren daarna blijft Wilbur demonstraties met zijn vliegtuig geven. Hij sterft in 1912. Orville blijft doorgaan met het bouwen en uitproberen van nieuwe vliegtuigen. Hij sterft in 1948.



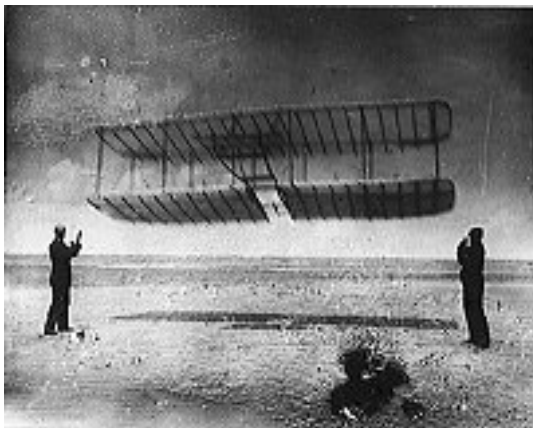
1. Zoek afbeeldingen van stoommachines die zuigers en cilinders hebben en van motoren die op benzine of diesel lopen. Waarom is volgens jou een stoommachine niet geschikt om er een vliegtuig mee aan te drijven?
2. De Kitty Hawk is het eerste echte vliegtuig. Alle vliegtuigen hebben vleugels, een rolroer en flappen. De meeste vliegtuigen hebben minstens één motor. Hoe die opstijgen, in de lucht blijven en bochten maken laten we zien in de volgende proeven. Daarbij zijn nodig: een ventilator, een elastiek en een modelvliegtuig met beweegbare flappen en rolroer.
 - a) Hang een vliegtuigmodel aan een elastiek op en laat een ventilator daar lucht langs blazen. Wat gebeurt er met het vliegtuig?
 - b) Doe hetzelfde maar dan met de rolroer naar links gedraaid. Wat doet het vliegtuig nu?
 - c) En als de rolroer naar rechts is gedraaid?
 - d) Wat doet het vliegtuig als de flappen naar boven zijn gedraaid?
 - e) En als de flappen naar beneden zijn gedraaid?
 - f) Hang nu de ventilator aan een touw en zet die aan. Wat gebeurt er met de ventilator? Waar dient de propeller van een vliegtuig dus voor?



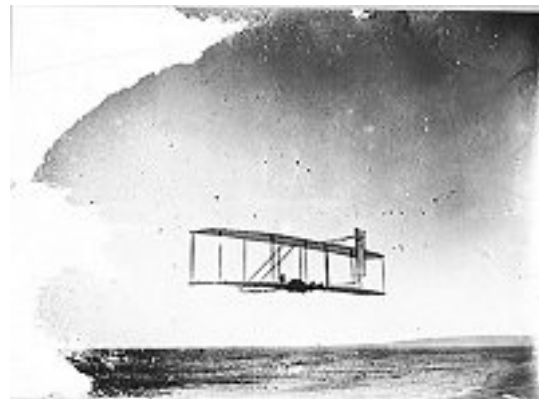
3. Hieronder zie je een fotopagina over de vliegtuigen van de gebroeders Wright. Maak met deze foto's en de foto op werkblad 3 een verhaal voor de schoolkrant waarin je deze foto's verwerkt.



Een onbemand model van 1900 tijdens een vlucht en na een ongeluk



Een onbemand model uit 1901

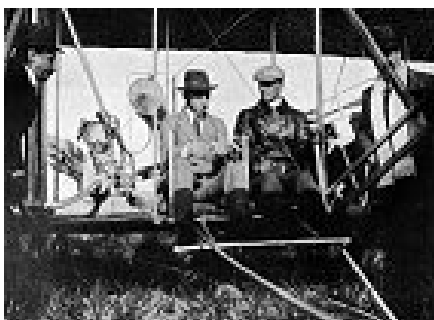


Een bemand model uit 1902, maar nog zonder motor



De Kitty Hawk van 1903 vlak vóór de eerste vlucht

Een demonstratievlucht



Wilbur (r) legt aan de koning van Spanje (l) uit hoe zijn vliegtuig werkt (1913)

Steeds sneller en groter

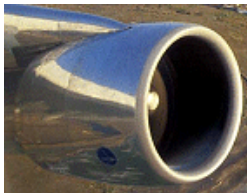
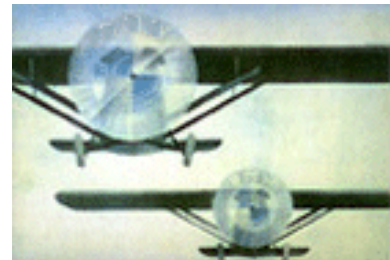
De Jumbo Jets en andere vliegtuigen van nu lijken nauwelijks op de Kitty Hawk.

Van latten en fietswielen naar Jumbo Jet



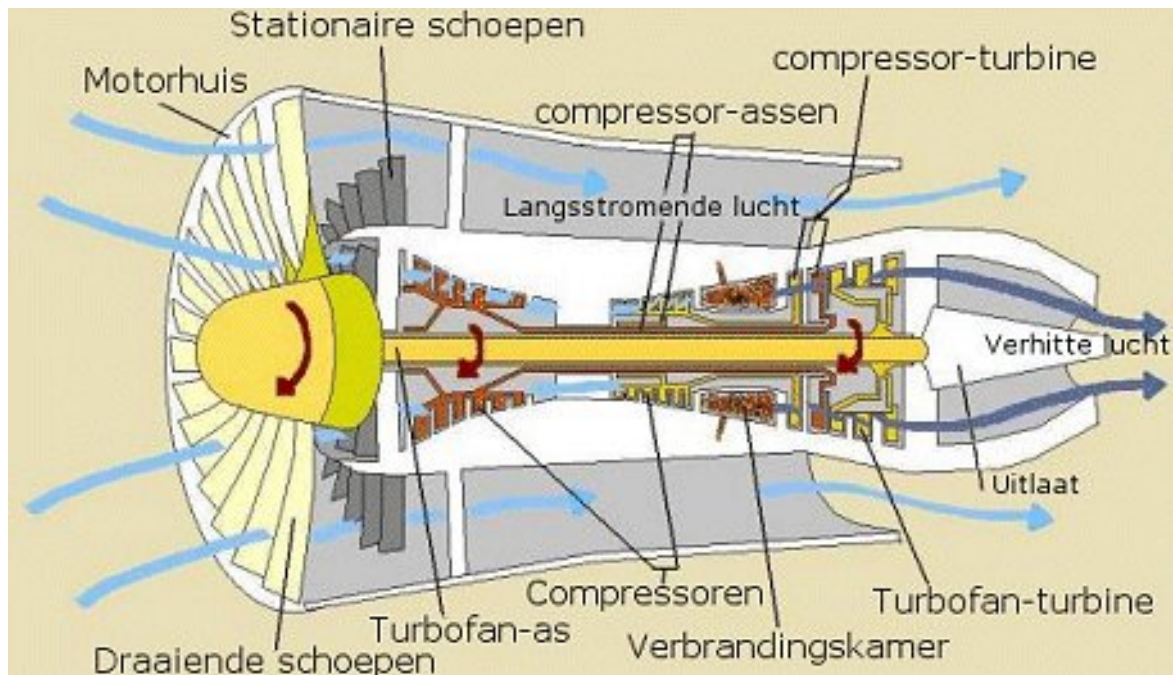
De eerste vliegtuigen worden gemaakt van latten, draden, zeildoek en wielen met spaken. De piloot zit in een stoel in de open lucht. In sommige vliegtuigen kunnen ook passagiers mee en die zitten óók in de open lucht. Daarna komen er vliegtuigen met een dichte romp zodat piloot en passagiers binnen kunnen zitten. Steeds meer vliegtuigen worden van metaal gemaakt. Ze worden steeds groter en krijgen soms twee of meer motoren.

Eerst hebben alle vliegtuigen motoren met cilinders die propellers aandrijven. In 1939 vliegt het eerste vliegtuig met een straalmotor. Deze motor heeft geen cilinders maar een turbine die aan de voorkant lucht aanzuigt en aan de achterkant de lucht met grote kracht weer uitstoot. Daardoor duwt de motor zich de andere kant op en trekt het vliegtuig mee. De motor is krachtiger dan een motor met cilinders.



Tijdens de Tweede Wereldoorlog (1940-1945) vliegen er militaire vliegtuigen met straalmotoren. In 1954 vliegt voor het eerst een passagiersvliegtuig met straalaandrijving. Het is de Comet uit Engeland.

Straalmotor



Tekening van een opengewerkte straalmotor

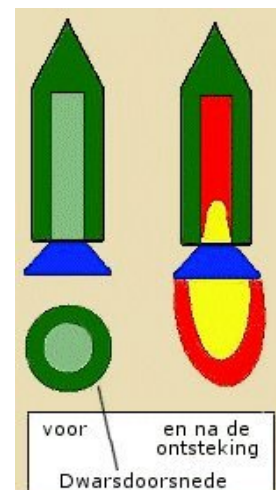
Ook de raketmotor doet zijn intrede. De Duitse luchtmacht laat voor en tijdens de Tweede Wereldoorlog vliegtuigen vliegen met een raketmotor. Daarna doet ook de Amerikaanse luchtmacht dat. Met raketmotoren kunnen vliegtuigen hoger en sneller vliegen dan met andere motoren. Op 14 oktober 1947 vliegt voor het eerst een vliegtuig sneller dan het geluid. Dit vliegtuig, de Bell X-1, heeft raketmotoren. Daarna kunnen ook vliegtuigen met straalmotoren sneller dan het geluid vliegen. Eerst zijn dat alleen militaire vliegtuigen. Daarna komt er een passagiersvliegtuig dat het ook kan, de Concorde, Tussen 1976 en 2003 vliegen er Concorde's tussen Londen of Parijs naar New York en terug en op andere routes. Daarna worden ze uit dienst genomen omdat ze duur in gebruik zijn.



Concorde



1. Kijk naar de afbeelding van een raketmotor hier-naast en vergelijk die met de afbeelding van de straalmotor op werkblad 5. Wat is het grote verschil in werking?
2. Blaas een ballon op en laat die los. Wat gebeurt er precies? Kun je nu verklaren waarom een vliegtuig met raketmotor tóch vooruitkomt?
3. Als een vliegtuigfabriek een nieuw vliegtuig wil maken, hoe gaan ze dan te werk? Dat kun je in boeken over vliegtuigen lezen. Zoek daar een voorbeeld van en schrijf daar een verhaal over.



Het vliegtuig maakt de wereld kleiner

Vliegen is voor veel mensen net zo gewoon als autorijden, maar nog niet zo lang geleden was dat wel anders.

De opmars van het vliegtuig

Regeringen van landen kopen voor hun leger vliegtuigen. Die kunnen troepen van de vijand beschieten of bombarderen. Dat gebeurt voor het eerst tijdens de Eerste Wereldoorlog (1914-1818).

Ook bedrijven gaan vliegtuigen gebruiken. Ze kunnen over terrein vliegen waar geen spoorlijnen zijn en waar auto's moeilijk of niet kunnen rijden. Ook kunnen ze over water vliegen.

In 1914 voert een bedrijf in Florida als eerste lijnvluchten uit, tweemaal per dag en met één passagier tegelijk. Dat is de eerste luchtvaartmaatschappij. Lang duurt dat niet; het bedrijf gaat na vier maanden failliet. Daarna worden nog andere luchtvaartmaatschappijen opgericht en die hebben meer succes. Ze laten vliegtuigen regelmatig langs vaste routes vliegen. Die vervoeren niet alleen passagiers, maar ook vracht.

In 1918 begint het Amerikaanse nationale postbedrijf post met vliegtuigen te vervoeren. Op 7 oktober 1919 wordt de KLM (= Koninklijke Luchtvaart Maatschappij) opgericht. Regeringen en luchtvaartmaatschappijen bestellen vliegtuigen bij bedrijven die ze kunnen maken.

Bekende vliegtuigbouwers worden Lockheed en Boeing in de Verenigde Staten en Fokker in Nederland.



Een Fokker 10

Vliegtuigen worden ook gebruikt om er wedstrijden mee te houden. Landen en luchtvaartmaatschappijen schrijven daar hun deelnemers voor in. Luchtvaartmaatschappijen doen dat om reclame voor zichzelf te maken. Zo vindt in 1934 de race van Londen in Engeland naar Melbourne in Australië plaats. Daar doet namens de KLM ook de Uiver aan mee. De regering van de Australische staat Victoria (waar Melbourne in ligt), laat de race houden omdat de staat 100 jaar bestaat. De Uiver komt als tweede deelnemer in Melbourne aan en wint de race op handicap.*



De Uiver na zijn landing in Melbourne

Vliegen is duur en er kunnen maar weinig mensen in één vliegtuig. Voor lange reizen, bijvoorbeeld van Nederland naar Amerika, nemen de meeste mensen de boot. Dat verandert na de komst van de Comet. Omdat straalmotoren krachtig zijn, kunnen ze grote vliegtuigen aandrijven. Er komen steeds grotere modellen in gebruik. Die hebben twee, drie of zelfs vier motoren. Één van de bekendste is de Boeing-747 of Jumbo Jet die in 1971 voor het eerst wordt gebruikt. Er kunnen wel 400 passagiers in. Daardoor wordt het vliegen goedkoper en dus voor meer mensen betaalbaar. Naast de auto is het vliegtuig het meest gebruikte vervoermiddel geworden.



1. In de tekst worden drie manieren genoemd om vliegtuigen te gebruiken. Kun je nog een andere noemen?
2. Een auto rijdt 100 kilometer per uur

Een gewone passagierstrein rijdt 120 kilometer per uur.

De Franse TGV (= Train à Grande Vitesse of Hogesnelheidstrein) rijdt ongeveer 300 kilometer per uur.

Een jumbojet of Airbus legt 800 kilometer per uur af.

Zoek een kaart op van Europa. Ga na hoeveel kilometer in het echt één centimeter op de kaart is. Teken voor ieder voertuig een cirkel rond Amsterdam (of je woonplaats) die aangeeft waar je volgens de kaart binnen een uur met dat voertuig kunt komen. Welke steden/landstreken/landen kun je in een uur tijd met dat voertuig bereiken?

* De snelheid van een vliegtuig hangt af van omvang en van de motorcapaciteit. Om alle deelnemers gelijke kansen op de overwinning te geven wordt er bij grote vliegtuigen met krachtige motoren extra tijd bijgeteld; dit noemt men 'een handicap'. Bij kleine vliegtuigen met minder krachtige motoren wordt juist tijd afgetrokken.

Iedereen een eigen vliegtuig?

In sommige verhalen die zich in de toekomst afspelen, heeft iedere familie een eigen vliegtuig. Mensen gaan ermee naar hun werk, op vakantie en naar een winkelcentrum. Ook in de tekenfilms van de Jetsons heeft iedere familie een eigen vliegtuig.

Vliegen als hobby

In werkelijkheid hebben alleen rijke mensen een eigen vliegtuig. Er zijn gebieden waar ook minder rijke mensen een eigen vliegtuig hebben of vaak een vliegtuig gebruiken, in Canada, Australië en de Verenigde Staten bijvoorbeeld. Daar wonen mensen ver uit elkaar en ver van grote steden af. Ook zijn er weinig of geen wegen en spoorlijnen. Daar zijn veel bergen, uitgestrekte bossen of woestijnen.

Toch lijkt het toekomstbeeld dichterbij te komen. Steeds meer mensen hebben vliegen als hobby. Sommigen kopen een klein soort vliegtuig dat ultralight (= uiterst licht van gewicht) wordt genoemd. Een ultralight lijkt op een parachute en op een gewoon vliegtuig. Technici maken parachutes met een driehoekige vorm die ook als vleugel werken. Wie aan deze parachute van een heuvel of een hoog gebouw afspringt, zweeft niet alleen naar beneden maar ook naar voren. In de jaren '70 van de vorige eeuw maken mensen een motor met propeller aan de parachutes vast. Daardoor kunnen ze net als met een gewoon vliegtuig net zo lang in de lucht blijven als ze willen. De ultralight is geboren. Daarna krijgen deze kleine vliegtuigen ook een stoel, flappen, rolroer en wielen om mee te landen.



Ultralight

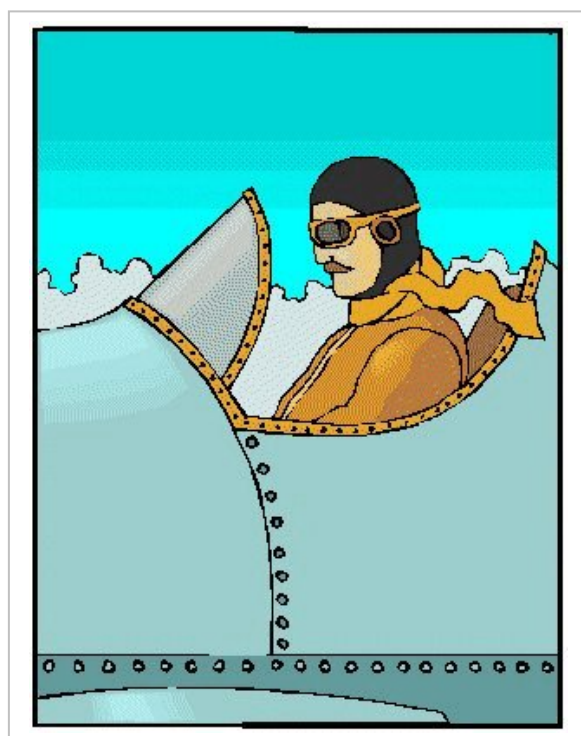
Andere liefhebbers bouwen thuis hun eigen vliegtuig en gaan daarmee vliegen precies zoals Wilbur en Orville Wright gedaan hebben. Fabrieken verkopen bouwdozen met alle onderdelen van een vliegtuig erin. Die kun je thuis in elkaar zetten. Ultralights en vliegtuigen die je zelf in elkaar kunt zetten, zijn goedkoper dan gewone vliegtuigen. Steeds meer mensen schaffen zich er één aan. Om er zelf mee te mogen vliegen, moeten ze eerst vlieglessen nemen en dan hun vliegbrevet zien te halen.



1. Waarom gebruiken boswachters, opzichters in natuurparken en mensen die wilde dieren bestuderen soms een ultralight of een ander klein vliegtuig?
2. Iedereen een eigen vliegtuig. Zou dat hier in Nederland kunnen? Zou je dat ook willen? Waarom wel, waarom niet? Schrijf daar een opstel over.
3. Maak een tekening van jouw ideale privé-vliegtuig. Wat moet er allemaal aan boord te vinden (en te doen?) zijn? Waar zou je het voor willen gebruiken?

H

Handleiding



De Kitty Hawk

Deze werkbladen laten zien hoe de Kitty Hawk en latere zwaarder-dan-lucht-toestellen kunnen vliegen.



1. Stoommachines hebben twee onderdelen: een ketel waar kolen (of een andere brandstof) in verstoekt wordt en waar water aan de kook wordt gebracht en een motordeel met cilinders. Ze zijn omvangrijk en zwaar. Ofschoon enkele onbemande vliegtuigen met stoomaandrijving hebben gevlogen, is het nooit gelukt om vliegtuigen te bouwen met stoomaandrijving die personen en/of vracht kunnen vervoeren.
2. a) Aan de bolle bovenkant van de vleugels stroomt de lucht sneller en is de luchtdruk lager dan aan de platte onderkant. Het drukverschil wordt de vleugel omhooggedrukt en gaat het hele model omhoog aan het elastiek.
b) Het toestel draait naar rechts omdat de rolroer naar opzij wordt weggeduwd door de lucht.
c) Het toestel draait naar links.
d) Het toestel draait met de neus omlaag omdat de flappen door de luchtstroom naar boven worden geduwd.
e) Het toestel draait met de neus omhoog.
f) De schoepen van de ventilator duwen door hun schuine stand de lucht één richting uit en ondervinden daardoor een kracht gericht in de tegengestelde richting. Daardoor gaat de ventilator uit het lood hangen. Dit is een omkering van het principe gedemonstreerd in opdracht a, b, en c waar een luchtstroom langs een schuinstaand vlak trekt en op dat vlak een kracht uitoefent. Bij vliegtuigen is die kracht zó sterk dat het vliegtuig daar genoeg vaart door krijgt om op te stijgen en in de lucht te blijven.

U kunt het toestel ook zijwaarts laten overhellen door één flap omhoog te zetten en de andere omlaag.

Steeds sneller en groter

Deze werkbladen behandelen drie verschillende soorten aandrijving voor vliegtuigen en hun invloed op de luchtvaart.



1. Een straalmotor heeft een inlaat en een uitlaat, een raketmotor alleen een uitlaat.
2. Als de lucht met grote snelheid uit de ballon stroomt, ontstaat daarbij een tegengestelde kracht die de ballon weg doet schieten. Een raketmotor werkt op dezelfde manier, al wordt daar door verbranding van brandstof en lucht gas gemaakt dat vervolgens onder hoge druk uit de uitlaat wegstroomt.
3. Een zoekopdracht om het werkblad af te sluiten. Over het algemeen gaat men op dezelfde manier te werk als de gebroeders Wright gedaan hebben tussen 1899 en 1903. Ontwerpers maken eerst tekeningen en daarnaast ook steeds vaker computeranimaties van het nieuwe vliegtuig. Daarna bouwen ze daar modellen van en testen die in windtunnels en/of in het luchtruim. Ten slotte wordt het zogenaamde prototype gebouwd en getest. Als die aan alle eisen blijkt te voldoen die aan het nieuwe vliegtuig zijn gesteld, wordt het nieuwe vliegtuig in productie genomen.

Het vliegtuig maakt de wereld kleiner

Door de ontwikkeling van de techniek wordt vliegen voor steeds meer mensen betaalbaar.



1. Naast het gebruik als wapen, als transportmiddel en voor het houden van wedstrijden heeft het vliegtuig nog andere toepassingen: wetenschappelijk onderzoek (verkenning vanuit de lucht, onderzoek van de atmosfeer op grote hoogte), het uittesten van nieuwe technieken (zoals van elektromotoren die stroom gebruiken opgewekt door zonnecellen op vleugels en romp), het bewaken van wildparken en andere terreinen (om stroperij tegen te gaan of om branden bijtijds op te sporen bijvoorbeeld), het opsporen van mensen of dieren in nood in ontoegankelijke gebieden, het maken van reclame (met behulp van doeken die aan een touw achter het vliegtuig zijn gehangen), luchtacrobatiek
2. Deze opdracht maakt aanschouwelijk dat de wereld kleiner is geworden door de ontwikkeling van de luchtvaart.
U kunt ook vragen welke gebieden binnen 24 uur te bereiken zijn met de auto, de gewone trein, de TGV enzovoort.

Iedereen een eigen vliegtuig?

Een toekomst waar iedereen een eigen vliegtuig heeft, is dat mogelijk?



1. Ultralights en andere kleine vliegtuigen vliegen betrekkelijk langzaam en laag en ze zijn ook wendbaar. Vanuit een ultralight of ander klein vliegtuig is het daardoor makkelijk te volgen wat er op de grond gebeurt. Soms is het ook mogelijk om een landing te maken om van nabij te kijken wat er gebeurt.
2. Een creatieve eindopdracht. Als voordelen van iedereen een eigen vliegtuig zijn onder andere te noemen: kortere reistijden omdat je in een rechte lijn naar je bestemming kunt vliegen over gebouwen, rivieren, bossen en andere obstakels heen; geen last van files of vertraging bij het openbaar vervoer
Nadelen zijn er ook, zoals: slecht weer dat vliegen gevaarlijk maakt. Als het hard regent of mistig is, is van de grond weinig te zien en dat maakt vliegen gevaarlijk. Ook als het hard waait, is vliegen gevaarlijk; naarmate er meer (kleine) vliegtuigen in de lucht zijn, neemt de kans op botsingen toe. Bij een botsing kunnen er bovendien wrakstukken vallen op drukke straten en andere plaatsen waar veel mensen bij elkaar zijn met alle gevaren van dien. Ook ontstaat er schade aan gebouwen, tuinen en wegvoertuigen door neervallende brokstukken.
3. --

Meer informatie op internet

<http://home.wanadoo.nl/present/airindex.htm>
De vliegtuig-homepage

http://www.hansonline.eu/wright100/special_wright.htm
Informatie over de gebroeders Wright en de Kitty Hawk

<http://www.avianet.nl/redactioneel/2003/2003-12/red1692.htm>
100 jaar bemande luchtvaart

<http://wright.nasa.gov/>
Informatie over de gebroeders Wright en de Kitty Hawk (Engelstalig)

<http://home.wanadoo.nl/hoewerkthet/>
De werking van allerlei onderwerpen simpel uitgelegd