GEZINSPAKKET - VOOR HET KIND

De vliegtuigen die praten

Een verhaal in zes hoofdstukken over een geheim dat zich nu, op dit moment, recht boven je huis afspeelt. Lees het samen met een volwassene, en probeer onderweg de dingen in de kaders uit.

Leren - https://radar.dataero.eu/nl/learning/family/child 2026-11-21

INHOUD

HOOFDSTUK 1 De lucht zit vol, en niemand ziet het
HOOFDSTUK 2 Donder, bliksem, en hoe een vliegtuig weet waar het is
HOOFDSTUK 3 Het bericht: wat een vliegtuig zegt, twee keer per seconde
HOOFDSTUK 4 Een kleur die je ogen niet kunnen zien
HOOFDSTUK 5 Metalen oren, en waarom het belangrijk is dat de aarde rond is
HOOFDSTUK 6 Veel oren maken één kaart
Snap je het? Drie vragen
HET EINDE VAN HET VERHAAL Zou jij zelf metalen oren kunnen hebben?

HOOFDSTUK 1

De lucht zit vol, en niemand ziet het

Ga naar een raam en kijk omhoog. Misschien zie je een vliegtuig, een klein glinsterend puntje met een witte streep erachter. Misschien zie je er helemaal geen. Maar hier is het geheim: er is bijna altijd een vliegtuig boven je stad of dorp. Meestal zelfs een paar. Ze vliegen zo hoog, tien kilometer, dat is tienduizend meter, hoger dan elke berg in Europa, dat je ze nauwelijks kunt zien, en de mensen in de vliegtuigen kunnen elkaar ook nauwelijks zien.

En ze zijn snel. Een groot vliegtuig daarboven legt ongeveer 900 kilometer per uur af. Dat is 250 meter in elke seconde. Als je met je ogen knippert, is het al zo ver gevlogen als twee voetbalvelden lang zijn. Stel je nu duizenden vliegtuigen voor, overal in Europa, allemaal in verschillende richtingen, allemaal tegelijk, en geen enkel kan de andere goed zien. Iemand moet ervoor zorgen dat ze nooit te dicht bij elkaar komen. Die iemand heet een luchtverkeersleider, en de regel is dat vliegtuigen altijd minstens driehonderd meter van elkaar moeten blijven in de hoogte, dat zijn drie voetbalvelden rechtop op elkaar, of meerdere kilometers naast elkaar.

Maar hoe kan een verkeersleider die in een kamer op de grond zit, weten waar elk vliegtuig is, elke seconde, als de vliegtuigen tien kilometer hoog vliegen en achter de wolken verstopt zitten? Over die vraag gaat dit hele verhaal. Het antwoord is slim, en het lijkt een beetje op toveren, maar het is helemaal geen toverij. Het is wetenschap, en aan het eind snap je er alles van.

Probeer het: vijf minuten tellen
Kijk vijf minuten uit het raam en tel elk vliegtuig dat je ziet of hoort. Schrijf het getal op. Vraag dan aan je volwassene om de vliegtuigkaart op zijn of haar telefoon te openen en in te zoomen op jouw woonplaats. Tel de vliegtuigen op de kaart. Waren het er meer dan jij telde? Bijna altijd wel. Elk van die vliegtuigen op de kaart doet wat er in hoofdstuk 2 staat.

HOOFDSTUK 2

Donder, bliksem, en hoe een vliegtuig weet waar het is

Heb je ooit de seconden geteld tussen een bliksemflits en het gerommel van de donder? Tel je tot drie, dan is het onweer ongeveer één kilometer ver. Tel je tot negen, dan is het drie kilometer ver. Dat werkt omdat het licht van de flits je meteen bereikt, maar het geluid van de donder traag is, en hoe verder weg het onweer is, hoe langer het geluid erover doet om bij je te komen. De **vertraging vertelt je de afstand**. Onthoud dat, want dat is de truc die vliegtuigen gebruiken.

Hoog boven de vliegtuigen, veel hoger, twintigduizend kilometer hoog in de ruimte, draaien ongeveer dertig speciale satellieten rond de aarde. Elke satelliet heeft een klok aan boord die zo precies is dat ze in een miljoen jaar nog geen seconde zou verliezen. En elke satelliet roept de hele tijd, via de radio: "Ik ben satelliet nummer twaalf, ik ben precies hier, en het is precies nu." Het kan hem niet schelen wie er luistert. Hij blijft het gewoon zeggen.

Het vliegtuig luistert. Radio is heel, heel snel, maar twintigduizend kilometer is zelfs voor radio een lange weg, dus de roep van de satelliet komt een heel klein beetje te laat bij het vliegtuig aan, ongeveer een vijftiende van een seconde. De computer van het vliegtuig vergelijkt de tijd die de satelliet zei met de tijd waarop de roep aankwam. De vertraging vertelt de afstand, net als bij de donder! Nu weet het vliegtuig hoe ver het van satelliet twaalf is. Het doet hetzelfde met nog drie satellieten. En er is maar één plek op de hele wereld die precies op de juiste afstand van alle vier de satellieten tegelijk ligt. Op die plek is het vliegtuig. Nu weet het vliegtuig waar het is, tot op een paar meter, en dat heeft het helemaal zelf uitgerekend.

Valt je iets op? De satellieten hebben het vliegtuig niet gezien. Ze hebben geen idee dat het vliegtuig er is. Ze roepen gewoon de tijd, zoals een kerkklok die het uur slaat, en het vliegtuig doet al het rekenwerk. Veel mensen denken dat satellieten naar de vliegtuigen kijken. Dat doen ze niet. Het vliegtuig luistert naar de satellieten.

Probeer het: de klap en de zaklamp
Ga aan het ene eind van de tuin of van een lange kamer staan. Je volwassene staat aan het andere eind en klapt in de handen. Steek je hand op zodra je het hoort. Doe nu hetzelfde met een flits van een zaklamp in plaats van een klap. De klap komt een heel klein beetje te laat aan als jullie ver van elkaar staan; de flits komt meteen. Licht en radio zijn zo snel dat je thuis de vertraging niet merkt. Maar de satellieten zijn zo ver weg dat zelfs licht er een meetbaar ogenblik over doet om naar beneden te komen.

HOOFDSTUK 3

Het bericht: wat een vliegtuig zegt, twee keer per seconde

Het vliegtuig weet dus waar het is. Nu komt het slimme deel. In plaats van dat de mensen op de grond het vliegtuig proberen te vinden, **vertelt** het vliegtuig het hun gewoon. In elk groot vliegtuig zit een kleine radio, en ongeveer twee keer per seconde, zonder dat iemand op een knop drukt, stuurt die een bericht uit. Het bericht heeft vier delen: **wie ik ben** (elk vliegtuig heeft een eigen code, een beetje zoals een nummerplaat, die het zijn hele leven houdt), **waar ik ben** (de positie van de satellieten), **hoe hoog ik ben**, en **hoe snel ik ga, en in welke richting**.

Het vliegtuig wacht niet tot iemand het vraagt. Het stuurt het bericht niet naar iemand in het bijzonder. Het roept het gewoon naar de hele wereld, twee keer per seconde, vanaf het moment dat het begint te rijden tot het weer geparkeerd staat. Andere vliegtuigen horen het en gebruiken het om bij elkaar uit de buurt te blijven. De luchtverkeersleiders horen het. En, zoals je in hoofdstuk 5 ontdekt, iedereen met het juiste soort oor kan het ook horen.

Hoe kan een radio "zeggen" waar hij is? Hij kan geen woorden versturen. Hij kan maar één ding: een piepklein pulsje sturen, of er geen sturen. Daarom bestaat het bericht uit ja-of-nee-antwoorden, honderdtwaalf achter elkaar, en iedereen heeft vooraf afgesproken wat elk antwoord betekent. De eerste vierentwintig ja-of-nee-antwoorden vormen de naam van het vliegtuig. Vierentwintig ja-of-nee-antwoorden lijkt misschien niet veel, maar er zijn bijna zeventien miljoen verschillende manieren om ze te beantwoorden, genoeg voor elk vliegtuig dat ooit gebouwd is om er een eigen te hebben. Het hele bericht van 112 antwoorden duurt ongeveer een tienduizendste van een seconde. Aan het eind staan vierentwintig extra antwoorden die werken als een controle, zodat de luisteraar het merkt als het bericht onderweg door elkaar is geraakt, bijvoorbeeld omdat twee vliegtuigen op hetzelfde moment riepen, en het weggooit. Dat geeft niets: het vliegtuig zegt het een halve seconde later opnieuw.

Probeer het: wees een vliegtuig
Steek je armen uit en vlieg door de kamer. Zeg om de paar stappen je bericht hardop: "Ik ben vliegtuig Zoef! Ik ben naast de bank! Ik vlieg hoog! Ik ga snel!" Je volwassene is de verkeerstoren, met een blad papier, en tekent elke keer dat je praat waar je bent. Wissel dan om. Probeer daarna het bericht maar één keer per minuut te zeggen en kijk hoe nutteloos de tekening van de toren wordt. Nu weet je waarom echte vliegtuigen het twee keer per seconde zeggen.

HOOFDSTUK 4

Een kleur die je ogen niet kunnen zien

Het bericht verlaat het vliegtuig als een **radiogolf**. En nu komt iets wat de meeste volwassenen verrast: een radiogolf is licht. Niet *zoals* licht. Het *is* licht. Het is hetzelfde spul dat uit een zaklamp of uit de zon komt, en het gaat even snel: driehonderdduizend kilometer in één seconde, dat is zeven keer rond de hele aarde. Elke seconde.

Waarom kun je het dan niet zien? Denk aan een touw. Als je één uiteinde langzaam heen en weer schudt, krijg je grote, luie golven. Als je snel schudt, krijg je veel kleine, drukke golven. Licht werkt ook zo. Rood licht wiebelt heel snel; blauw licht wiebelt nog sneller. Onze ogen zijn gemaakt om maar een kleine strook wiebelsnelheden op te merken, de kleuren van de regenboog. Radio wiebelt veel te langzaam voor

onze ogen, ook al wiebelt het nog altijd meer dan duizend miljoen keer per seconde. Radio is dus een kleur, een heel langzame kleur, die onze ogen gewoon niet kunnen zien. Honden horen fluitjes die jij niet kunt horen. Bijen zien patronen op bloemen die jij niet kunt zien. En antennes zien een kleur licht die jij niet kunt zien.

Omdat ze langzaam wiebelt, is de golf van het vliegtuig vrij lang: van de ene golftop naar de volgende is het 27 centimeter, ongeveer zo lang als een schoolliniaal. Duizenden van die golfjes gaan op dit moment door je kamer, van elk vliegtuig binnen vierhonderd kilometer, en je voelt er niet één.

Nog één heel belangrijk ding. Radio is **geen geluid**. Een kastje dat "een radio" heet, maakt geluid, en dat is verwarrend, maar de radiogolven zelf zijn stil licht. Geluid is lucht die tegen lucht duwt; het is traag (ongeveer 340 meter per seconde, en daarom komt de donder na de bliksem), en het heeft lucht nodig om zich te verplaatsen. Radio heeft helemaal niets nodig: het gaat door de lege ruimte van de satellieten naar het vliegtuig, waar geen lucht is om geluid te dragen. Het gebrul van de motoren van een vliegtuig is geluid en bereikt je pas lang nadat het vliegtuig voorbij is. Het bericht van het vliegtuig is licht en bereikt de antenne bijna voordat het vliegtuig klaar is met versturen.

Probeer het: het touw en de liniaal
Bind een springtouw aan een deurklink en schud het andere uiteinde. Langzaam: grote golven. Snel: kleine golven. Meet elke keer één golf met een liniaal. Leg dan de liniaal op de grond: zo lang ongeveer is de golf van het vliegtuig, van de ene golftop naar de volgende. Doe nu een zaklamp aan en vraag waar het licht is. Overal, meteen. Het bericht van het vliegtuig reist precies zo.

HOOFDSTUK 5

Metalen oren, en waarom het belangrijk is dat de aarde rond is

Als radio een kleur is die wij niet kunnen zien, wat kan het dan wel zien? Het antwoord is een stuk metaal dat een **antenne** heet. Als een radiogolf over een stuk metaal gaat, laat ze de elektriciteit in het metaal heen en weer wiebelen, in de maat van de golf. Dat piepkleine gewiebel is het "horen", en een klein apparaatje dat een ontvanger heet, kan daaruit de pulsjes van het vliegtuig aflezen. Een antenne is dus een metalen oor. En net als een echt oor heeft ze een maat die bij haar past: ze hoort de golf van het vliegtuig het best als ze een kwart zo lang is als de golf, dat is ongeveer 7 centimeter. Daarom is de antenne hiervoor een klein staafje en geen grote schotel.

Hoe ver kan een metalen oor een vliegtuig horen? Je zou denken dat het afhangt van hoe luid het vliegtuig is. Dat speelt een beetje mee. Maar iets anders is belangrijker, en dat is dit: **de aarde is rond**. Radio is licht, en licht gaat in rechte lijnen, en het kan niet door de grond. Een rechte lijn vanaf een antenne op een dak botst dus al snel op de bolling van de aarde, en elk vliegtuig dat achter die bolling zit, is verstopt, hoe luid het ook is. Het is precies zoals bij een schip dat wegvaart: eerst verdwijnt de romp achter de horizon, en dan de mast.

Hoe hoger je bent, hoe verder je over de bolling kunt kijken. Dat weet je al: als je op een stoel staat, kun je over een menigte heen kijken. Daarom zetten we antennes op daken, op masten en op heuvels. Vanaf een dak kan een antenne een vliegtuig dat tien kilometer hoog vliegt horen op meer dan vierhonderd

kilometer afstand, verder dan van Brussel naar Parijs en terug. Maar een vliegtuig dat net is opgestegen van een luchthaven vijftig kilometer verderop, kan helemaal verstopt zitten achter de aarde, en de antenne hoort het pas als het hoog genoeg geklommen is om over de bolling te gluren.

Probeer het: de antennejacht en de horizonwandeling
Zoek vijf antennes in en rond je huis. Tips: het wifikastje, het dak van de auto, het dak van het huis, een radio, en een die verstopt zit in de telefoon. Kijk eens hoeveel er hoog zitten. Ga dan ergens naartoe met een mooi uitzicht. Ga op je hurken zitten, ga dan staan, en ga dan op de schouders van je volwassene zitten. Wat verschijnt er elke keer als je hoger komt? Dat is wat een dak doet voor een antenne.

HOOFDSTUK 6

Veel oren maken één kaart

Eén antenne op één dak kan de vliegtuigen horen in een cirkel lucht van een paar honderd kilometer breed. Dat is veel, maar het is niet heel Europa. Daarom zijn er honderden antennes, op huizen en luchthavens en scholen, en elke antenne stuurt wat ze hoort via het internet naar een computer. De computer legt alle stukjes samen, zoals een legpuzzel waarin elk stukje de cirkel lucht van één antenne is. Hetzelfde vliegtuig wordt meestal door tien of twintig antennes tegelijk gehoord, en de computer merkt dat het hetzelfde vliegtuig is en tekent het geen twintig keer.

Het resultaat is de live kaart. Elk vliegtuig dat praat, waar het is, hoe hoog, hoe snel, in welke richting, elke seconde bijgewerkt. En nu ken je het hele geheim van hoe het werkt, van begin tot eind: het vliegtuig luistert naar de satellieten en rekent uit waar het is; het zegt dat twee keer per seconde in een bericht van 112 ja-of-nee-antwoorden; het bericht reist mee op een golf van onzichtbaar licht; een metalen oor op een dak vangt het op, zolang het vliegtuig boven de bolling van de aarde zit; en honderden oren samen maken de kaart. Niemand op de grond heeft ooit iets gemeten. De vliegtuigen vertelden het ons, en wij luisterden.

Nog één laatste ding, want een goede detective vraagt het altijd. Toont de kaart *elk* vliegtuig? Nee. Ze toont de vliegtuigen die praten. Bijna alle grote passagiersvliegtuigen praten. Sommige kleine vliegtuigjes, zweefvliegtuigen en ballonnen hebben de radio niet, en sommige militaire vliegtuigen kiezen ervoor om stil te blijven. De kaart is dus eerlijk, maar ze is niet volledig. Geen enkele kaart is dat.

Probeer het: vind jouw vliegtuig
Open samen met je volwassene de vliegtuigkaart en zoom in op je huis. Wacht tot er een vliegtuig overkomt, zoek het op de kaart en tik erop. Lees zijn naam, zijn hoogte en waar het naartoe gaat. Kijk dan omhoog naar het echte vliegtuig en denk: dat vliegtuig zegt op dit moment zijn bericht, twee keer per seconde, en iemands metalen oor heeft het opgevangen, en daarom kan ik het op de kaart zien. Vraag jezelf dan af: wat zou er gebeuren als het ophield met praten?

Snap je het? Drie vragen

Bedenk eerst je antwoord en druk dan op de knop om het te controleren.

1. **Kijken de satellieten naar de vliegtuigen?**

2. **Is een radiogolf een soort geluid?**

3. **Waarom staat de antenne op het dak?**

HET EINDE VAN HET VERHAAL

Zou jij zelf metalen oren kunnen hebben?

Ja. Een echte luisteraar voor vliegtuigen past in een schoenendoos: een kleine antenne, een stickje dat je in een piepkleine computer steekt, en het internet. Een volwassene kan er op een middag samen met jou een bouwen, en als hij werkt, verschijnen de vliegtuigen die over je huis vliegen op de grote kaart omdat jouw oren ze gehoord hebben. Vraag een volwassene om samen met jou de workshoppagina te openen.

Toon de workshop aan een volwassene `https://radar.dataero.eu/nl/learning/workshop`

Antwoorden

1. Kijken de satellieten naar de vliegtuigen?
   Nee. De satellieten roepen alleen de tijd, zoals een kerkklok. Het vliegtuig luistert, rekent uit de vertraging uit hoe ver elke satelliet weg is en vindt zo zijn eigen positie. Daarna vertelt het die aan iedereen.
2. Is een radiogolf een soort geluid?
   Nee. Het is een soort licht, een kleur die onze ogen niet kunnen zien. Het heeft geen lucht nodig, het gaat door de lege ruimte, en het reist bijna een miljoen keer sneller dan geluid.
3. Waarom staat de antenne op het dak?
   Omdat de aarde rond is en radio in rechte lijnen gaat. Hoe hoger de antenne, hoe verder haar rechte lijn over de bolling reikt voordat ze de grond raakt, en dus hoe verder weg ze vliegtuigen kan horen.