

FAMILIENPAKET - FÜR DAS KIND

Die Flugzeuge, die sprechen

Eine Geschichte in sechs Kapiteln über ein Geheimnis, das genau jetzt direkt über deinem Haus passiert. Lies sie mit einem Erwachsenen und probiere unterwegs aus, was in den Kästen steht.

Lernen - <https://radar.dataero.eu/de/learning/family/child> 2026-10-22

INHALT

KAPITEL 1 Der Himmel ist voll, und niemand sieht es

KAPITEL 2 Donner, Blitz, und wie ein Flugzeug weiß, wo es ist

KAPITEL 3 Die Nachricht: was ein Flugzeug zweimal pro Sekunde sagt

KAPITEL 4 Eine Farbe, die deine Augen nicht sehen können

KAPITEL 5 Ohren aus Metall, und warum es wichtig ist, dass die Erde rund ist

KAPITEL 6 Viele Ohren ergeben eine Karte

Hast du es verstanden? Drei Fragen

DAS ENDE DER GESCHICHTE Könntest du eigene Ohren aus Metall haben?

KAPITEL 1

Der Himmel ist voll, und niemand sieht es

Geh ans Fenster und schau nach oben. Vielleicht siehst du ein Flugzeug, ein winziges Glitzern mit einem weißen Strich dahinter. Vielleicht siehst du auch gar keins. Aber hier ist das Geheimnis: Über deiner Stadt ist fast immer ein Flugzeug. Meistens sogar mehrere. Sie sind so hoch oben - zehn Kilometer, also zehntausend Meter, höher als jeder Berg in Europa -, dass du sie kaum sehen kannst, und die Leute in den Flugzeugen können einander auch kaum sehen.

Und sie sind schnell. Ein großes Flugzeug fliegt da oben ungefähr 900 Kilometer pro Stunde. Das sind 250 Meter in jeder einzelnen Sekunde. Wenn du blinzelst, ist es schon zwei Fußballfelder weiter. Stell dir jetzt Tausende davon vor, überall in Europa, alle in verschiedene Richtungen, alle gleichzeitig, und keins kann die anderen richtig sehen. Jemand muss aufpassen, dass sie sich nie zu nahe kommen. Dieser Jemand heißt Fluglotse, und die Regel lautet: Flugzeuge müssen immer mindestens dreihundert Meter übereinander Abstand halten, das sind drei aufgestellte Fußballfelder, oder nebeneinander mehrere Kilometer.

Aber wie kann ein Fluglotse, der unten in einem Raum sitzt, jede Sekunde wissen, wo jedes Flugzeug ist, wenn die Flugzeuge zehn Kilometer hoch fliegen und hinter Wolken versteckt sind? Um genau diese Frage geht es in der ganzen Geschichte. Die Antwort ist schlau und ein bisschen magisch - nur dass sie überhaupt keine Zauberei ist. Sie ist Wissenschaft, und am Ende wirst du jedes Stück davon verstehen.

Probier es aus: die Fünf-Minuten-Zählung

Schau fünf Minuten lang aus dem Fenster und zähle jedes Flugzeug, das du siehst oder hörst. Schreib die Zahl auf. Dann bitte einen Erwachsenen, die Flugzeugkarte auf dem Handy zu öffnen und auf deine Stadt zu zoomen. Zähle die Flugzeuge auf der Karte. Waren es mehr, als du gezählt hast? Fast immer ist das so. Jedes dieser Flugzeuge auf der Karte macht das, was in Kapitel 2 steht.

KAPITEL 2**Donner, Blitz, und wie ein Flugzeug weiß, wo es ist**

Hast du schon einmal die Sekunden zwischen einem Blitz und dem Grollen des Donners gezählt? Wenn du bis drei zählst, ist das Gewitter ungefähr einen Kilometer weit weg. Wenn du bis neun zählst, sind es drei Kilometer. Das klappt, weil das Licht des Blitzes sofort bei dir ist, der Schall des Donners aber langsam ist, und je weiter das Gewitter weg ist, desto länger braucht der Schall zu dir. Also: **Die Verspätung verrät die Entfernung**. Merk dir das, denn genau diesen Trick benutzen die Flugzeuge.

Hoch über den Flugzeugen, noch viel höher, zwanzigtausend Kilometer oben im Weltall, kreisen ungefähr dreißig besondere Satelliten um die Erde. Jeder hat eine Uhr eingebaut, die so genau ist, dass sie in einer Million Jahren keine Sekunde verlieren würde. Und jeder Satellit ruft die ganze Zeit per Funk: „Ich bin Satellit Nummer zwölf, ich bin genau hier, und es ist genau jetzt.“ Es ist ihm egal, wer zuhört. Er sagt es einfach immer weiter.

Das Flugzeug hört zu. Funk ist sehr, sehr schnell, aber zwanzigtausend Kilometer sind selbst für Funk ein weiter Weg, darum kommt der Ruf des Satelliten ein klitzekleines bisschen zu spät beim Flugzeug an, ungefähr eine Fünfzehntelsekunde. Der Computer im Flugzeug vergleicht die Zeit, die der Satellit gesagt hat, mit der Zeit, zu der der Ruf angekommen ist. Die Verspätung verrät die Entfernung, genau wie beim Donner! Jetzt weiß das Flugzeug, wie weit es von Satellit zwölf entfernt ist. Dasselbe macht es mit drei weiteren Satelliten. Und es gibt auf der ganzen Welt nur einen einzigen Ort, der von allen vier Satelliten gleichzeitig genau die richtige Entfernung hat. An diesem Ort ist das Flugzeug. Jetzt weiß das Flugzeug auf wenige Meter genau, wo es ist, und das hat es ganz allein herausgefunden.

Fällt dir etwas auf? Die Satelliten haben das Flugzeug gar nicht gesehen. Sie haben keine Ahnung, dass es da ist. Sie rufen einfach die Uhrzeit, wie eine Kirchenglocke, die die Stunde schlägt, und das Flugzeug rechnet alles selbst aus. Viele Leute glauben, Satelliten beobachten die Flugzeuge. Das stimmt nicht. Das Flugzeug hört den Satelliten zu.

Probier es aus: Klatschen und Taschenlampe

Stell dich an ein Ende des Gartens oder eines langen Zimmers. Ein Erwachsener stellt sich ans andere Ende und klatscht. Heb die Hand in dem Moment, in dem du es hörst. Jetzt dasselbe mit einem Taschenlampenblitz statt mit Klatschen. Das Klatschen kommt ein winziges bisschen zu spät an, wenn ihr weit auseinander steht; der Blitz kommt sofort. Licht und Funk sind so schnell, dass du die Verspätung zu Hause nicht bemerken kannst. Aber die Satelliten sind so weit weg, dass sogar Licht einen messbaren Moment braucht, um herunterzukommen.

KAPITEL 3

Die Nachricht: was ein Flugzeug zweimal pro Sekunde sagt

Das Flugzeug weiß also, wo es ist. Jetzt kommt der schlaue Teil. Statt dass die Leute am Boden versuchen, das Flugzeug zu finden, **sagt** es ihnen das Flugzeug einfach. In jedem großen Flugzeug steckt ein kleines Funkgerät, und ungefähr zweimal pro Sekunde schickt es eine Nachricht los, ohne dass jemand einen Knopf drückt. Die Nachricht hat vier Teile: **wer ich bin** (jedes Flugzeug hat seinen eigenen Code, ein bisschen wie ein Nummernschild, den es sein ganzes Leben lang behält), **wo ich bin** (die Position von den Satelliten), **wie hoch ich bin** und **wie schnell ich fliege, und in welche Richtung**.

Das Flugzeug wartet nicht, bis es gefragt wird. Es schickt die Nachricht nicht an jemand Bestimmten. Es ruft sie einfach in die ganze Welt hinaus, zweimal pro Sekunde, von dem Moment an, in dem es losrollt, bis es wieder geparkt ist. Andere Flugzeuge hören sie und halten damit Abstand voneinander. Die Fluglotsen hören sie. Und wie du in Kapitel 5 herausfinden wirst, kann jeder sie hören, der die richtige Art von Ohr hat.

Wie kann ein Funkgerät „sagen“, wo es ist? Es kann keine Wörter schicken. Es kann nur eins: einen winzigen Impuls senden oder keinen. Darum besteht die Nachricht aus Ja-oder-Nein-Antworten, hundertzwölf davon hintereinander, und alle haben vorher vereinbart, was jede einzelne bedeutet. Die ersten vierundzwanzig Ja-oder-Nein-Antworten ergeben den Namen des Flugzeugs. Vierundzwanzig Ja-oder-Nein-Antworten klingen vielleicht nicht nach viel, aber es gibt fast siebzehn Millionen verschiedene Möglichkeiten, sie zu beantworten - genug, damit jedes Flugzeug, das je gebaut wurde, seinen eigenen Namen hat. Die ganze Nachricht mit 112 Antworten zu senden dauert ungefähr eine Zehntausendstelsekunde. Am Ende stehen vierundzwanzig zusätzliche Antworten, die wie eine Kontrolle funktionieren: Wenn die Nachricht unterwegs durcheinandergeraten ist, vielleicht weil zwei Flugzeuge im selben Moment gerufen haben, merkt der Zuhörer das und wirft sie weg. Das macht nichts: Das Flugzeug sagt sie eine halbe Sekunde später noch einmal.

Probier es aus: Sei ein Flugzeug

Streck die Arme aus und flieg durchs Zimmer. Sag alle paar Schritte laut deine Nachricht: „Ich bin Flugzeug Zoom! Ich bin neben dem Sofa! Ich bin hoch oben! Ich fliege schnell!“ Der Erwachsene ist der Kontrollturm, mit einem Blatt Papier, und zeichnet jedes Mal ein, wo du bist, wenn du sprichst. Dann tauscht ihr. Dann probiere, die Nachricht nur einmal pro Minute zu sagen, und schau, wie nutzlos die Zeichnung des Turms wird. Jetzt weißt du, warum echte Flugzeuge sie zweimal pro Sekunde sagen.

KAPITEL 4

Eine Farbe, die deine Augen nicht sehen können

Die Nachricht verlässt das Flugzeug als **Funkwelle**. Und jetzt kommt etwas, das die meisten Erwachsenen überrascht: Eine Funkwelle ist Licht. Nicht *wie* Licht. Sie *ist* Licht. Es ist derselbe Stoff, der aus einer Taschenlampe oder von der Sonne kommt, und er ist genauso schnell: dreihunderttausend Kilometer in einer Sekunde, das ist siebenmal um die ganze Erde. In jeder Sekunde.

Warum kannst du sie dann nicht sehen? Denk an ein Seil. Wenn du ein Ende langsam schüttelst, bekommst du große, gemächliche Wellen. Wenn du es schnell schüttelst, bekommst du viele kleine, hektische Wellen. Bei Licht ist das genauso. Rotes Licht wackelt sehr schnell; blaues Licht wackelt noch schneller. Unsere Augen sind so gebaut, dass sie nur ein kleines Band von Wackelgeschwindigkeiten bemerken, die Farben des Regenbogens. Funk wackelt viel zu langsam, als dass unsere Augen es bemerken könnten, obwohl er immer noch mehr als tausend Millionen Mal pro Sekunde wackelt. Funk ist also eine Farbe, eine sehr langsame Farbe, die unsere Augen einfach nicht sehen können. Hunde hören Pfeifen, die du nicht hörst. Bienen sehen Muster auf Blumen, die du nicht siehst. Und Antennen sehen eine Farbe des Lichts, die du nicht siehst.

Weil sie langsam wackelt, ist die Welle des Flugzeugs ziemlich lang: Von einer Welle zur nächsten sind es 27 Zentimeter, ungefähr so lang wie ein Schullineal. Tausende solcher Wellen gehen genau jetzt durch dein Zimmer, von jedem Flugzeug im Umkreis von vierhundert Kilometern, und du spürst keine einzige.

Noch etwas sehr Wichtiges. Funk ist **kein Schall**. Ein Kasten namens „Radio“ macht Töne, und das ist verwirrend, aber die Funkwellen selbst sind stilles Licht. Schall ist Luft, die gegen Luft drückt; er ist langsam (ungefähr 340 Meter pro Sekunde, darum kommt der Donner nach dem Blitz), und er braucht Luft, um sich fortzubewegen. Funk braucht überhaupt nichts: Er durchquert den leeren Weltraum von den Satelliten bis zum Flugzeug, wo es keine Luft gibt, die einen Ton tragen könnte. Das Dröhnen der Triebwerke ist Schall und kommt bei dir an, lange nachdem das Flugzeug vorbei ist. Die Nachricht des Flugzeugs ist Licht und erreicht die Antenne, fast bevor das Flugzeug mit dem Senden fertig ist.

Probier es aus: Seil und Lineal

Binde ein Springseil an eine Türklinke und schüttle das andere Ende. Langsam: große Wellen. Schnell: kleine Wellen. Miss jedes Mal eine Welle mit dem Lineal. Dann leg das Lineal auf den Boden: So lang ist ungefähr die Welle des Flugzeugs, von einer Welle zur nächsten. Jetzt schalte eine Taschenlampe ein und frag, wo das Licht ist. Überall, sofort. Genau so reist die Nachricht des Flugzeugs.

KAPITEL 5

Ohren aus Metall, und warum es wichtig ist, dass die Erde rund ist

Wenn Funk eine Farbe ist, die wir nicht sehen können - was kann sie dann sehen? Die Antwort ist ein Stück Metall, das **Antenne** heißt. Wenn eine Funkwelle über ein Stück Metall zieht, bringt sie die Elektrizität im Metall dazu, im Takt der Welle hin und her zu wackeln. Dieses winzige Wackeln ist das „Hören“, und eine kleine Maschine, der Empfänger, kann daraus die Impulse des Flugzeugs ablesen. Eine Antenne ist also ein Ohr aus Metall. Und wie ein echtes Ohr hat sie eine Größe, die zu ihr passt: Sie hört die Welle des Flugzeugs am besten, wenn sie ein Viertel so lang ist wie die Welle, also ungefähr 7 Zentimeter. Darum ist die Antenne dafür ein kleiner Stummel und keine große Schüssel.

Wie weit weg kann so ein Metallohr ein Flugzeug hören? Du würdest denken, das hängt davon ab, wie laut das Flugzeug ist. Ein bisschen schon. Aber etwas anderes ist wichtiger, und zwar: **Die Erde ist rund**. Funk ist Licht, Licht geht geradeaus, und es kann nicht durch den Boden. Eine gerade Linie von einer

Antenne auf einem Dach stößt also bald an die Wölbung der Erde, und jedes Flugzeug hinter dieser Wölbung ist versteckt, egal wie laut es ist. Das ist genau wie bei einem Schiff, das davonsegelt: Zuerst verschwindet der Rumpf hinter dem Horizont und dann der Mast.

Je höher du bist, desto weiter kannst du über die Wölbung schauen. Das weißt du schon: Wenn du auf einem Stuhl stehst, kannst du über eine Menschenmenge sehen. Darum kommen Antennen auf Dächer, auf Masten und auf Hügel. Von einem Dach aus kann eine Antenne ein Flugzeug in zehn Kilometern Höhe aus mehr als vierhundert Kilometern Entfernung hören, das ist weiter als von Brüssel nach Paris und zurück. Aber ein Flugzeug, das gerade auf einem Flughafen fünfzig Kilometer entfernt gestartet ist, kann ganz hinter der Erde versteckt sein, und die Antenne hört es erst, wenn es hoch genug gestiegen ist, um über die Wölbung zu spähen.

Probier es aus: Antennenjagd und Horizontspaziergang

Finde fünf Antennen in deinem Zuhause und drumherum. Tipps: der WLAN-Router, das Autodach, das Hausdach, ein Radio und eine, die im Handy versteckt ist. Achte darauf, wie viele hoch oben sind. Dann geh an einen Ort mit Aussicht. Hock dich hin, dann steh auf, dann setz dich auf die Schultern eines Erwachsenen. Was taucht jedes Mal auf, wenn du höher kommst? Genau das macht ein Dach für eine Antenne.

KAPITEL 6**Viele Ohren ergeben eine Karte**

Eine Antenne auf einem Dach kann die Flugzeuge in einem Kreis Himmel von ein paar hundert Kilometern Durchmesser hören. Das ist viel, aber nicht ganz Europa. Darum gibt es Hunderte von Antennen, auf Häusern, Flughäfen und Schulen, und jede schickt über das Internet, was sie hört, an einen Computer. Der Computer setzt alle Teile zusammen wie ein Puzzle, bei dem jedes Teil der Himmelskreis einer Antenne ist. Dasselbe Flugzeug wird meistens von zehn oder zwanzig Antennen gleichzeitig gehört, und der Computer merkt, dass es dasselbe Flugzeug ist, und malt es nicht zwanzigmal.

Das Ergebnis ist die Live-Karte. Jedes Flugzeug, das sendet, wo es ist, wie hoch, wie schnell, in welche Richtung, jede Sekunde neu. Und jetzt kennst du das ganze Geheimnis, wie das funktioniert, vom Anfang bis zum Ende: Das Flugzeug hört den Satelliten zu und rechnet aus, wo es ist; es sagt das zweimal pro Sekunde in einer Nachricht aus 112 Ja-oder-Nein-Antworten; die Nachricht reitet auf einer Welle aus unsichtbarem Licht; ein Ohr aus Metall auf einem Dach fängt sie auf, solange das Flugzeug über der Wölbung der Erde ist; und Hunderte Ohren zusammen ergeben die Karte. Niemand am Boden hat je etwas gemessen. Die Flugzeuge haben es uns gesagt, und wir haben zugehört.

Eine letzte Sache, denn ein guter Detektiv fragt das immer. Zeigt die Karte *jedes* Flugzeug? Nein. Sie zeigt die Flugzeuge, die senden. Fast alle großen Verkehrsflugzeuge senden. Manche kleinen Flugzeuge, Segelflugzeuge und Ballone haben das Funkgerät nicht, und manche Militärflugzeuge bleiben absichtlich still. Die Karte ist also ehrlich, aber nicht vollständig. Keine Karte ist das je.

Probier es aus: Finde dein Flugzeug

Öffne zusammen mit einem Erwachsenen die Flugzeugkarte und zoome auf dein Haus. Warte, bis ein Flugzeug über dich hinwegfliegt, such es auf der Karte und tippe darauf. Lies seinen Namen, seine Höhe und wohin es fliegt. Dann schau hinauf zum echten Flugzeug und denk: Das da sagt gerade jetzt seine Nachricht, zweimal pro Sekunde, und irgendjemandes Ohr aus Metall hat sie aufgefangen, und darum kann ich es auf der Karte sehen. Dann frag dich: Was würde passieren, wenn es aufhören würde zu senden?

Hast du es verstanden? Drei Fragen

Überleg dir zuerst deine Antwort, dann drück auf den Knopf, um nachzusehen.

1. Beobachten die Satelliten die Flugzeuge?

2. Ist eine Funkwelle eine Art Schall?

3. Warum ist die Antenne auf dem Dach?

DAS ENDE DER GESCHICHTE

Könntest du eigene Ohren aus Metall haben?

Ja. Ein echter Lauscher für Flugzeuge passt in einen Schuhkarton: eine kleine Antenne, ein Stick, der in einen winzigen Computer gesteckt wird, und das Internet. Ein Erwachsener kann an einem Nachmittag zusammen mit dir einen bauen, und wenn er funktioniert, erscheinen die Flugzeuge, die über dein Haus fliegen, auf der großen Karte, weil deine Ohren sie gehört haben. Bitte einen Erwachsenen, die Workshop-Seite mit dir zu öffnen.

Einem Erwachsenen den Workshop zeigen <https://radar.dataero.eu/de/learning/workshop>

Lösungen

1. Beobachten die Satelliten die Flugzeuge?

Nein. Die Satelliten rufen nur die Uhrzeit, wie eine Kirchenglocke. Das Flugzeug hört zu, rechnet aus der Verspätung aus, wie weit jeder Satellit entfernt ist, und findet so seine eigene Position. Dann sagt es sie allen.

2. Ist eine Funkwelle eine Art Schall?

Nein. Sie ist eine Art Licht, eine Farbe, die unsere Augen nicht sehen können. Sie braucht keine Luft, sie durchquert den leeren Weltraum, und sie ist fast eine Million Mal schneller als Schall.

3. Warum ist die Antenne auf dem Dach?

Weil die Erde rund ist und Funk geradeaus geht. Je höher die Antenne, desto weiter reicht ihre gerade Linie über die Wölbung, bevor sie auf den Boden trifft, und desto weiter weg kann sie Flugzeuge hören.