

SACHUNTERRICHT - 6 BIS 11 JAHRE

Die Flugzeuge, die sprechen

Vier Lektionen darüber, wie jedes Flugzeug am Himmel der Welt mitteilt, wo es ist, und wie wir zuhören können. Am Ende kannst du das Ganze von Anfang bis Ende erklären und hast einen Teil davon selbst gebaut.

Lernen - <https://radar.dataero.eu/de/learning/ages-6-11/student> 2026-10-22

INHALT

LEKTION 1 Der volle Himmel und das sprechende Flugzeug

LEKTION 2 Unsichtbares Licht: worauf die Nachricht reist

LEKTION 3 Ohren aus Metall und die runde Erde

LEKTION 4 Viele Ohren ergeben eine Karte

Quiz für Himmelslauscher

DAS ENDE Die Ohren aus Metall bauen

LEKTION 1

Der volle Himmel und das sprechende Flugzeug

Genau jetzt ist über deiner Schule fast sicher ein Flugzeug. Wahrscheinlich mehr als eins. Du kannst sie nicht sehen, weil sie zehn Kilometer hoch fliegen, höher als der höchste Berg Europas, und sie sind mit 900 Kilometern pro Stunde unterwegs, das sind 250 Meter in jeder Sekunde. An einem normalen Tag überqueren ungefähr dreißigtausend Flugzeuge Europa. Keins davon kann die anderen richtig sehen, und keins hat eine Straße, der es folgen kann. Also muss jemand am Boden jederzeit wissen, wo jedes einzelne ist, um sie auseinanderzuhalten. Diese Person ist ein Fluglotse. Aber wie kann jemand in einem Raum am Boden wissen, wo ein Flugzeug ist, zehn Kilometer hoch, hinter den Wolken?

Lange Zeit war die Antwort Radar: eine riesige, sich drehende Schüssel, die einen Funkimpuls aussendet und auf das schwache Echo horcht, das vom Flugzeug zurückprallt. Radar gibt es immer noch. Aber heute machen die meisten Flugzeuge etwas Schlaues. Jedes moderne Flugzeug hat einen Satellitenempfänger an Bord, so etwas Ähnliches, wie es die Karte im Auto oder im Handy funktionieren lässt, darum weiß das Flugzeug immer genau, wo es ist. Und das Flugzeug hat ein kleines Funkgerät. Statt also zu warten, bis jemand am Boden es findet, **sagt das Flugzeug einfach allen, wo es ist.** Ungefähr zweimal pro Sekunde schickt sein Funkgerät eine kurze Nachricht los: wer ich bin, wo ich bin, wie hoch ich bin, wie schnell ich fliege. Niemand fragt danach. Niemand drückt einen Knopf. Sie geht einfach immer wieder hinaus, an jeden, der zuhört.

Die Nachricht kann nicht aus Wörtern bestehen. Ein Funkgerät kann nur eins: einen winzigen Impuls senden oder nicht. Darum besteht die Nachricht aus Ja-oder-Nein-Antworten, 112 davon hintereinander, und alle haben vereinbart, was jede einzelne bedeutet. Die ersten 24 Antworten ergeben den Namen des Flugzeugs, einen Code, den es bekommt, wenn es gebaut wird, und für immer behält, wie ein Nummernschild. Es gibt fast 17 Millionen verschiedene Möglichkeiten, 24 Ja-oder-Nein-Fragen zu beantworten, also kann jedes Flugzeug auf der Welt seinen eigenen haben. Die letzten 24 Antworten sind

eine Kontrolle: Der Zuhörer rechnet mit der Nachricht, und wenn das Ergebnis nicht passt, ist die Nachricht unterwegs durcheinandergeraten und wird weggeworfen. Das Flugzeug schickt sie sowieso eine halbe Sekunde später noch einmal.

Das solltest du dir aus dieser Lektion merken, denn viele Erwachsene liegen da falsch: **Niemand findet das Flugzeug. Das Flugzeug meldet sich selbst.** Die Satelliten beobachten es nicht; sie sagen ihm nur die Uhrzeit, und den Rest rechnet es selbst aus.

In der Klasse: das Kontrollturm-Spiel

Die Hälfte von euch sind Flugzeuge, die über ein Raster auf dem Boden laufen und alle paar Schritte ihre Nachricht rufen: euren Namen, euer Feld, eure Höhe, eure Geschwindigkeit. Die andere Hälfte ist der Kontrollturm und zeichnet jedes Flugzeug in ein Raster auf Papier. Dann wird getauscht. Dann probiert ihr es so, dass die Flugzeuge nur einmal pro Minute sprechen dürfen, und schaut zu, wie die Zeichnung des Turms auseinanderfällt. Deshalb sprechen echte Flugzeuge zweimal pro Sekunde.

LEKTION 2

Unsichtbares Licht: worauf die Nachricht reist

Die Nachricht verlässt das Flugzeug als Funkwelle. Und eine Funkwelle ist Licht. Nicht so etwas Ähnliches wie Licht: genau dasselbe, das aus einer Taschenlampe oder von der Sonne kommt, gleich schnell unterwegs, 300.000 Kilometer in jeder Sekunde, siebenmal um die Erde in der Zeit, in der man „eins“ sagt.

Warum kannst du sie dann nicht sehen? Schüttle ein Seil langsam, und du machst lange, gemächliche Wellen; schüttle es schnell, und du machst kurze, hektische. Licht ist auch eine Welle, und verschiedene Farben sind verschiedene Wackelgeschwindigkeiten. Rot wackelt schnell; Violett wackelt noch schneller. Unsere Augen können nur ein schmales Band von Wackelgeschwindigkeiten bemerken, die Farben des Regenbogens. Funk wackelt viel zu langsam, als dass Augen ihn erfassen könnten, obwohl die Welle des Flugzeugs immer noch mehr als tausend Millionen Mal pro Sekunde wackelt. Funk ist eine Farbe, die wir nicht sehen können. Hunde hören Pfeifen, die wir nicht hören; Bienen sehen Muster auf Blumen, die wir nicht sehen; und eine Antenne sieht eine Farbe des Lichts, die wir nicht sehen.

Weil die Welle des Flugzeugs langsam wackelt, ist sie lang: Von einer Welle zur nächsten misst sie 27 Zentimeter, ungefähr die Länge eines Lineals. Halte ein Lineal hoch. Tausende Wellen dieser Größe gehen genau jetzt durch das Klassenzimmer, von jedem Flugzeug im Umkreis von 400 Kilometern, und niemand kann sie spüren.

Jetzt kommt der wichtigste Satz dieser Lektion. **Funk ist kein Schall.** Der Kasten namens „Radio“ macht Töne, und das ist verwirrend, aber Funkwellen selbst sind stilles Licht. Schall ist Luft, die gegen Luft drückt; er braucht Luft, um sich fortzubewegen, und er ist langsam, ungefähr 340 Meter pro Sekunde, darum siehst du den Blitz, bevor du den Donner hörst. Funk braucht nichts: Er durchquert den leeren Raum zwischen den Satelliten und dem Flugzeug, wo es überhaupt keine Luft gibt. Und er ist fast eine Million Mal schneller als Schall. Das Dröhnen der Triebwerke ist Schall und kommt bei dir an, lange nachdem das Flugzeug vorbeigeflogen ist. Die Nachricht des Flugzeugs ist Licht und erreicht eine 20 Kilometer entfernte Antenne in weniger als einer Zehntausendstelsekunde.

In der Klasse: das Seil und das Wettrennen

Macht zu zweit Seilwellen: langsam und lang, dann schnell und kurz, und misst sie. Dann das Wettrennen der schnellsten Boten: ein geflüstertes Wort, das eine Reihe von zwanzig Leuten entlang weitergegeben wird, gegen eine Taschenlampe, die quer durch die Halle aufblitzt. Das Flüstern ist wie Schall, von einem Stück Luft zum nächsten weitergereicht. Die Taschenlampe ist wie die Nachricht des Flugzeugs.

LEKTION 3**Ohren aus Metall und die runde Erde**

Wenn Funk eine Farbe ist, die wir nicht sehen können - was kann sie dann sehen? Ein Stück Metall, das **Antenne** heißt. Wenn eine Funkwelle an einem Stück Metall vorbeizieht, bringt sie die Elektrizität im Metall dazu, im Takt der Welle hin und her zu wackeln. Dieses winzige Wackeln ist das Hören, und eine Maschine, der Empfänger, liest daraus die Impulse des Flugzeugs ab. Schau dich um: Der WLAN-Router hat Antennen, das Auto hat eine auf dem Dach, dein Handy hat eine im Rand versteckt, und auf dem Schuldach sind wahrscheinlich gleich mehrere.

Eine Antenne ist ein abgestimmtes Ohr. Eine Schaukel schwingt am höchsten, wenn du sie im Takt ihres eigenen Hin und Her anschubst, und ein Stück Metall „schwingt“ elektrisch am besten, wenn es die richtige Größe für die Welle hat: ein Viertel der Wellenlänge. Die Welle des Flugzeugs ist 27 Zentimeter lang, also ist die beste Antenne dafür ungefähr 7 Zentimeter hoch. Darum ist die echte Antenne, am Flugzeug und am Boden, ein kleiner Stummel und keine große Schüssel. Größer ist hier nicht besser. Auf die richtige Größe kommt es an, und die richtige Größe ist klein.

Wie weit weg kann so ein Metallohr ein Flugzeug hören? Das entscheidet etwas Überraschendes: **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, wie ein Schiff, das hinter den Horizont gesegelt ist. Je höher du bist, desto weiter kannst du über die Wölbung schauen; das kennst du, wenn du auf einen Stuhl steigst, um über eine Menschenmenge zu sehen. Darum kommen Antennen auf Dächer, Masten und Hügel. Von einem Dach aus kann eine Antenne ein Flugzeug in zehn Kilometern Höhe aus mehr als 400 Kilometern Entfernung hören, weiter als von Brüssel nach Paris und zurück. Aber ein Flugzeug, das gerade auf einem Flughafen 50 Kilometer entfernt gestartet ist, kann ganz hinter der Erde versteckt sein, bis es hoch genug steigt, um darüber hinwegzuspähen.

In der Klasse: Antenne bauen, dann ab nach draußen

Schneide einen 7 Zentimeter langen Streifen aus Karton zu, wickle ihn in Alufolie und stell ihn auf ein mit Folie beklebtes Quadrat. Das ist die richtige Größe und die richtige Form für die echte Antenne; ein echter Empfänger hat zusätzlich ein Funkgerät und einen Computer, um die Impulse zu lesen. Dann auf dem Schulhof: hinhocken, aufstehen, auf eine Bank klettern. Was taucht jedes Mal auf? Genau das macht ein Dach für eine Antenne.

LEKTION 4

Viele Ohren ergeben eine Karte

Eine Antenne auf einem Dach hört die Flugzeuge in einem Kreis Himmel von ein paar hundert Kilometern Durchmesser. Um ganz Europa zu sehen, braucht man Hunderte von Antennen auf Häusern, Flughäfen und Schulen, so verteilt, dass sich ihre Kreise überlappen. Jede schickt über das Internet, was sie hört, an einen Computer, und der Computer setzt die Kreise zusammen wie ein Puzzle. Dasselbe Flugzeug wird meistens von zehn oder zwanzig Antennen gleichzeitig gehört; der Computer merkt, dass es dasselbe Flugzeug ist, und zeichnet es nur einmal. Meldet eine Antenne ein Flugzeug an einer Stelle, mit der alle anderen Antennen nicht einverstanden sind, weiß der Computer, dass diese Meldung wahrscheinlich ein Fehler ist, und lässt sie weg.

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 die ganze Kette, von Anfang bis 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 abgestimmtes Ohr aus Metall auf einem Dach fängt sie auf, solange das Flugzeug über der Wölbung der Erde ist. Und Hunderte Ohren zusammen, die teilen, was sie hören, ergeben die Karte. Niemand am Boden hat etwas gemessen. Die Flugzeuge haben es uns gesagt, und wir haben zugehört.

Eine letzte Frage, von der Art, die eine gute Forscherin und ein guter Forscher immer stellen. 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 benutzen es absichtlich nicht. Die Karte ist also ehrlich, aber nicht vollständig. Keine Karte ist das.

In der Klasse: erst das Puzzle, dann die echte Karte

Zuerst wieder das Raster auf dem Boden, aber jetzt kann jeder Turm nur seine eigene Ecke des Raums hören. Legt die Blätter nebeneinander: Zusammen zeigen sie jedes Flugzeug. Dann die echte Karte, auf die Schule gezoomt. Eure Gruppe verfolgt zehn Minuten lang ein Flugzeug: seinen Namen, seine Höhe, seine Geschwindigkeit, woher es kommt und wohin es fliegt. Dann erzählt ihr Schritt für Schritt und in euren eigenen Worten die ganze Geschichte, wie es auf die Karte gekommen ist.

Quiz für Himmelslauscher

Wähle eine Antwort. Wenn sie falsch ist, denk noch einmal nach und probiere eine andere; es geht darum, herauszufinden, warum.

1. 1. Wie oft sendet ein Flugzeug seine Nachricht?

- A. Einmal am Tag
- B. Ungefähr zweimal pro Sekunde
- C. Nur wenn der Pilot einen Knopf drückt

2. 2. Wer findet heraus, wo das Flugzeug ist?

- A. Die Satelliten beobachten es aus dem Weltall
- B. Das Flugzeug rechnet es selbst aus und sagt es allen
- C. Der Fluglotse rät

3. 3. Was ist eine Funkwelle?

- A. Ein lautes Geräusch
- B. Eine Art Licht, die unsere Augen nicht sehen können
- C. Eine Art Wind

4. 4. Warum kommt die Antenne aufs Dach?

- A. Um näher bei den Flugzeugen zu sein
- B. Damit ihre gerade Sichtlinie weiter über die Wölbung der Erde reicht
- C. Weil Vögel das mögen

5. 5. Warum braucht die Karte Hunderte von Antennen?

- A. Eine Antenne hört nur einen Kreis Himmel von ein paar hundert Kilometern Durchmesser
- B. Antennen gehen leicht kaputt
- C. Jedes Flugzeug braucht seine eigene Antenne

DAS ENDE**Die Ohren aus Metall bauen**

Jetzt kennst du die ganze Geschichte: das Flugzeug, das spricht, das unsichtbare Licht, die Ohren aus Metall und die runde Erde, und die Karte, die viele Zuhörer gemeinsam machen. Der letzte Schritt ist, selbst einer der Zuhörer zu werden. Deine Lehrkraft hat eine Seite, die erklärt, wie man einen echten Empfänger für die Schule baut, mit einer echten Antenne auf dem Dach oder an einem Fenster. Wenn er funktioniert, sind die Flugzeuge über deiner Schule auf der großen Karte, weil deine Klasse sie gehört hat.

Frag deine Lehrkraft nach dem Workshop <https://radar.dataero.eu/de/learning/workshop>

Lösungen

1. 1. Wie oft sendet ein Flugzeug seine Nachricht?

B. Ungefähr zweimal pro Sekunde In einer Minute legt ein Flugzeug 15 Kilometer zurück. Würde es nur einmal pro Minute sprechen, wäre die Karte immer falsch. Zweimal pro Sekunde hält sie aktuell, und niemand muss etwas drücken.

2. 2. Wer findet heraus, wo das Flugzeug ist?

B. Das Flugzeug rechnet es selbst aus und sagt es allen Die Satelliten rufen nur die Uhrzeit. Das Flugzeug misst, wie verspätet jeder Ruf ankommt, rechnet seine eigene Position aus und verkündet sie. Niemand findet das Flugzeug; das Flugzeug sagt es.

3. 3. Was ist eine Funkwelle?

B. Eine Art Licht, die unsere Augen nicht sehen können Funk ist Licht in einer Farbe, die unsere Augen nicht sehen können. Er braucht keine Luft, durchquert den leeren Raum und ist fast eine Million Mal schneller als Schall.

4. 4. Warum kommt die Antenne aufs Dach?

B. Damit ihre gerade Sichtlinie weiter über die Wölbung der Erde reicht Die Entfernung hinauf zu einem Flugzeug ändert sich auf einem Dach kaum. Was sich ändert, ist, wie weit die gerade Sichtlinie reicht, bevor sie auf den gewölbten Boden trifft. Höher heißt weiter.

5. 5. Warum braucht die Karte Hunderte von Antennen?

A. Eine Antenne hört nur einen Kreis Himmel von ein paar hundert Kilometern Durchmesser Jede Antenne hört nur die Flugzeuge über ihrem eigenen Horizont. Viele verteilte Antennen, deren Kreise sich überlappen, decken einen ganzen Kontinent ab, und der Computer setzt die Kreise zusammen.