

PRAXIS-WORKSHOP

Bauen Sie Ihren eigenen ADS-B-Empfänger und bringen Sie Ihren Himmel auf die Karte

Alles in diesem Kurs lässt sich vom eigenen Fenster aus überprüfen. Dieser Workshop erklärt genau, was Sie kaufen, wie Sie es zusammenbauen, wie Sie den Dataero-Feeder auf einem Raspberry Pi installieren und wie die Flugzeuge, die Sie empfangen, auf radar.dataero.eu erscheinen, Ihrer Station gutgeschrieben. Vorkenntnisse in Funk, Elektronik oder Linux sind nicht nötig. Rechnen Sie mit etwa 100 bis 150 Euro, einem Nachmittag und einem Fenster mit Blick auf den Himmel.

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

INHALT

BEVOR SIE BEGINNEN Was Sie bauen und warum es sich lohnt

AUF EINEN BLICK Wie die Teile zusammenspielen

EINKAUFSLISTE Was Sie kaufen müssen, Teil für Teil

WOHIN DAMIT Die Antenne platzieren: Höhe, Himmel und Kabel

SCHRITT 1 Die Hardware zusammenbauen

SCHRITT 2 Den Raspberry Pi vorbereiten

SCHRITT 3 Den Dataero-Feeder installieren

SCHRITT 4 Live gehen und Ihren Empfänger zuordnen

SCHRITT 5 Feinabstimmung und verstehen, was Sie sehen

WENN ES NICHT FUNKTIONIERT Fehlerbehebung

DANACH Den Betrieb aufrechterhalten

FÜR EINE KLASSE ODER EINE FAMILIE Aus dem Empfänger ein Projekt machen

WILLKOMMEN Was Feeder bekommen und was die Karte von Ihnen bekommt

BEVOR SIE BEGINNEN

Was Sie bauen und warum es sich lohnt

Ein Empfänger besteht aus vier Dingen in einer Reihe: einer Antenne, die die 1090-MHz-Welle auffängt, einem USB-Dongle, der die Welle in Zahlen verwandelt, einem kleinen Computer, der die Zahlen zu Nachrichten decodiert, und einer Internetverbindung, die die decodierten Positionen zu Dataero überträgt. Sobald der Feeder läuft, wird jedes Flugzeug, das Ihre Antenne empfängt, auf der Live-Karte unter **radar.dataero.eu** dargestellt, für alle sichtbar und mit Ihrer Station als Quelle. Nichts in dieser Kette sendet: Sie hören nur zu, und das Zuhören ist in Belgien, in der gesamten Europäischen Union und in den meisten Ländern der Welt erlaubt (wenn Sie anderswo leben, prüfen Sie die Vorschriften für Empfangsgeräte in Ihrem Land).

Der Kurs hat erklärt, warum das System funktioniert; mit dem Empfänger können Sie es überprüfen. Sie messen den Funkhorizont aus Kapitel 7 an echten Flugzeugen, sehen das Abstandsquadratgesetz in der Spalte der Signalstärke, beobachten, wie sich die Nachrichtenrate mit der Tageszeit ändert, und

vergleichen eine Fensterantenne mit einer Dachantenne. Für eine Familie ist es das Projekt, das die Geschichte abschließt; für eine Klasse ist es ein dauerhaftes Messinstrument auf dem Dach, das das ganze Jahr über echte Daten liefert.

Außerdem werden Sie damit zum **Feeder**. Die Karte von Dataero entsteht ausschließlich aus Empfängern, die von Freiwilligen, Flughäfen und Schulen betrieben werden, und die Karte ist nur so gut wie ihre Zuhörer. Ein Feeder erhält kostenlos, was ein Besucher nicht bekommt: ein Dashboard mit allem, was die Station empfängt, eine Abdeckungskarte seines Himmelsausschnitts in zwei und drei Dimensionen, 365 Tage Flughistorie und einen Platz in der Rangliste im Vergleich mit allen anderen Stationen des Netzwerks. Es fallen keine Kosten an, es wird nichts unterschrieben, und derselbe Empfänger kann weiterhin jedes andere Netzwerk beliefern, das Sie bereits nutzen.

Zeit, Geld, Kenntnisse

Geld: 150 bis 200 Euro für den Basis-Aufbau, neu gekauft, 300 bis 420 für den erweiterten Aufbau; weniger, wenn Sie bereits einen Raspberry Pi besitzen. **Zeit:** ein Nachmittag, sobald die Teile da sind - etwa 30 Minuten Zusammenbau, 10 Minuten für die Vorbereitung der Speicherkarte, 10 Minuten für die Installation des Feeders. **Kenntnisse:** einen Stecker festschrauben, drei Zeilen in ein Terminal kopieren. **Betriebskosten:** Der Empfänger braucht 4 bis 5 Watt, etwa 40 kWh im Jahr, also rund 10 bis 15 Euro Strom.

AUF EINEN BLICK

Wie die Teile zusammenspielen



In der Antenne spielt sich die Physik der Kapitel 5 bis 8 ab: Ein Viertelwellenstrahler aus Metall, etwa 65 mm lang, schwingt mit der 27,5-cm-Welle in Resonanz und verwandelt einige milliardstel Watt in eine winzige Spannung. Das Kabel leitet diese Spannung zum Dongle und verliert bei einem dünnen Kabel etwa die Hälfte davon auf je zehn Metern; deshalb sollte die Antenne nahe am Dongle sitzen oder das Kabel dick sein. Filter und Verstärker sind optional: Sie verstärken das 1090-MHz-Signal, bevor es den Dongle erreicht, und halten Mobilfunk- und UKW-Sender fern, die ihn sonst taub machen würden. Der Dongle ist ein softwaredefiniertes Radio, das die Welle zwei Millionen Mal pro Sekunde abtastet und die Zahlen an den Raspberry Pi weitergibt, wo der Decoder (readsb, ein Nachfahre von dump1090) die Präambel aus Kapitel 4 findet, die 112 Bit liest, den Fehlercode prüft und alles verwirft, was die Prüfung nicht besteht. Der Dataero-Feeder schickt die decodierten Nachrichten dann über Ihre Internetverbindung an den Ingest-Hub von Dataero, der Ihre Station mit allen anderen zur Karte zusammenführt.

EINKAUFLISTE

Was Sie kaufen müssen, Teil für Teil

Die folgende Liste ist vollständig: Mit diesen Teilen und nichts weiter werden Sie Daten liefern. Es gibt sie in zwei Ausbaustufen. Der Basis-Aufbau hält eine kleine Antenne drinnen, am Fenster oder auf dem Dachboden, und reicht, um das System arbeiten zu sehen und vom ersten Abend an Daten zu liefern; der erweiterte Aufbau setzt eine abgestimmte Antenne nach draußen, mit gefiltertem Verstärker und verlustarmem Kabel, und erreicht den Funkhorizont. Die Preise sind Richtwerte für Neuware inklusive Mehrwertsteuer und schwanken je nach Geschäft und Monat. Die Kaufen-Schaltflächen öffnen jedes Teil im Amazon-Shop des Landes, das Sie wählen; dieselben Teile gibt es in jedem Elektronikgeschäft, den Computer bei den offiziellen Raspberry-Pi-Händlern (die Raspberry-Pi-Website listet sie nach Land auf). Kaufen Sie in jedem Fall den für ADS-B angebotenen Dongle, denn derselbe Dongle, als Fernsehempfänger angeboten, ist oft eine ältere, stärker rauschende Version.

Der Computer: ein Raspberry Pi

Ein **Raspberry Pi 4 Model B mit 2 GB** Arbeitsspeicher ist die richtige Wahl: Er decodiert 1090 MHz mit einem Bruchteil seiner Leistung, hat vier USB-Anschlüsse, kabelgebundenes Ethernet und WLAN und wird als Set mit Gehäuse und Netzteil verkauft. Ein Raspberry Pi 5 funktioniert genauso gut und kostet etwas mehr; ein Raspberry Pi 3B+ funktioniert, wenn Sie schon einen haben; ein Raspberry Pi Zero 2 W funktioniert, ist aber knapp bei der USB-Stromversorgung und für einen ersten Aufbau besser zu meiden. Kaufen Sie das **offizielle Netzteil** für Ihr Modell (ein schwaches Handyladegerät ist die häufigste Ursache für einen Empfänger, der sich zufällig neu startet), eine **microSD-Karte mit 16 oder 32 GB** eines bekannten Herstellers und ein **Gehäuse** mit etwas Belüftung, denn Dongle und Prozessor werden beide warm. Nehmen Sie das kleine Kühlkörper-Set dazu, falls das Set keines enthält. Rechnen Sie mit 50 bis 70 Euro für den Computer, 10 bis 15 für das Netzteil, 10 für die Karte und 10 für das Gehäuse.

Das Funkteil: ein RTL-SDR-Dongle

Der Dongle ist ein softwaredefiniertes Radio mit einem RTL2832U-Chip und einem R820T2- oder R860-Tuner, aus derselben Familie, die Kapitel 9 beschrieben hat. Kaufen Sie einen, der **für ADS-B verkauft** wird. Die beste Wahl für den Einstieg ist ein Dongle mit **eingebautem 1090-MHz-Filter und Verstärker** (der FlightAware Pro Stick Plus ist der bekannteste; der FlightStick von AirNav ist ähnlich): Der Filter und der rauscharme Verstärker, die Sie sonst separat kaufen würden, stecken im Stick, und er empfängt in einer Stadt zwei- bis dreimal weiter als ein einfacher Dongle. Ein Allzweck-Dongle (der RTL-SDR Blog V4, ein Nooelec NESDR SMARTEE) funktioniert ebenfalls und ist vielseitiger, falls Sie später auch anderes empfangen möchten; fügen Sie aber den unten beschriebenen externen Filter hinzu, wenn Sie wenige Kilometer von Mobilfunkmasten entfernt wohnen. Was Sie auch kaufen, prüfen Sie den Antennenanschluss: **SMA** ist der Standard, und jede Antenne und jedes Kabel in dieser Liste verwendet ihn; meiden Sie Dongles mit dem kleinen MCX-Anschluss, der einen Adapter braucht und leicht bricht. Rechnen Sie mit 30 bis 45 Euro.

Die Antenne

Beginnen Sie mit der kleinen Magnetantenne aus dem Dongle-Karton, falls eine beiliegt: Auf einer Metallfläche am Fenster empfängt sie Flugzeuge in 80 bis 150 km Entfernung und reicht aus, um das System am ersten Abend arbeiten zu sehen. Für einen richtigen Empfänger braucht es jedoch eine **auf**

1090 MHz abgestimmte Antenne, und hier sollten Sie nicht sparen: eine gestockte Kollinearantenne in einem wetterfesten Rohr, 60 bis 70 cm lang, mit 4 bis 6 dBi Gewinn und einem N- oder SMA-Anschluss am unteren Ende (die 1090-MHz-Antenne von FlightAware und die A3 von Jetvision sind die üblichen Modelle, 50 bis 70 Euro). Sie ist so gebaut, dass sie genau bei der Wellenlänge aus Kapitel 8 in Resonanz ist und ihre Empfindlichkeit zum Horizont hin bündelt, wo die weit entfernten Flugzeuge sind; im Freien, an einem kurzen Mast mit freier Sicht, erreicht sie den Funkhorizont, 350 bis 450 km für Flugzeuge in Reiseflughöhe. Selbst gebaute Antennen aus Draht sind ein Experiment für den Unterricht, kein Empfänger: Wenige Millimeter Abweichung verstimmen sie, und sie empfangen nur einen Bruchteil dessen, was eine werkseitig abgestimmte Antenne empfängt.

Kabel und Stecker

Steht die Antenne neben dem Pi, genügt ein **1 bis 3 m langes Kabel SMA-Stecker auf SMA-Stecker** einer dünnen, flexiblen Sorte (RG-174 für einen Meter, RG-58 oder H155 für drei). Je länger die Strecke, desto dicker muss das Kabel sein: Bei 1090 MHz verliert ein dünnes Kabel auf je zehn Metern etwa 3 dB, also die Hälfte des Signals, während ein dickes, verlustarmes Kabel wie LMR-400 oder H1000 etwa 1,3 dB verliert. Eine Dachantenne 15 m vom Pi entfernt braucht daher LMR-400 oder einen gefilterten Verstärker an der Antenne, oder beides. Kaufen Sie das Kabel konfektioniert mit montierten Steckern (N-Stecker am Antennenende, wenn die Antenne eine N-Buchse hat, SMA-Stecker am Dongle-Ende), denn einen N-Stecker von Hand zu montieren erfordert eine Crimpzange und Übung. Rechnen Sie mit 10 Euro für ein kurzes Kabel und 30 bis 60 für ein langes, verlustarmes. Nehmen Sie ein **kurzes USB-Verlängerungskabel** von 30 bis 50 cm dazu, um den Dongle vom Pi wegzurücken: Ein direkt in die Platine gesteckter Dongle fängt das Funkrauschen des Prozessors ein und blockiert den benachbarten Anschluss.

Filter und Verstärker (optional, aber die günstigste Reichweite, die man kaufen kann)

Hat Ihr Dongle keinen eingebauten Filter, entfernt ein **1090-MHz-Bandpassfilter** (20 bis 25 Euro, SMA-Ein- und -Ausgang) zwischen Kabel und Dongle die Mobilfunk-, UKW-, Fernseh- und Pagersignale, die ein einfacher Dongle ebenfalls empfängt und die ihn in Stadtnähe übersteuern. Noch besser ist ein **gefilterter rauscharmer Verstärker** (etwa 35 Euro; der RTL-SDR Blog 1090 LNA und der Vorverstärker von Uputronics sind die gängigen), montiert am Antennenende eines langen Kabels: Er verstärkt das Signal, bevor das Kabel es verliert, und wird vom Dongle über das Kabel selbst mit Strom versorgt (eine *Bias-Tee*, die der Dongle unterstützen muss; der Blog V4, der Pro Stick Plus und der SMATee können das alle). Ein Verstärker am Pi-Ende eines langen Kabels ist nahezu nutzlos, weil er nur verstärkt, was das Kabel bereits verloren hat.

Werkzeug und der Rest

Sie brauchen einen Computer mit SD-Kartenleser (oder einen USB-Kartenleser, 5 Euro), um die Speicherkarte zu beschreiben, das WLAN-Passwort Ihres Routers oder einen freien Ethernet-Anschluss samt Kabel, und für die Antenne eine Fensterbank, einen Dachbalken oder einen kurzen Mast mit zwei Wandhalterungen. Für eine Außenantenne kommen selbstverschweißendes Band zum Abdichten des Steckers (3 Euro), Kabelbinder und ein paar Meter Kabelreserve für eine Tropfschleife hinzu. Ein kleiner Schraubendreher und eine Schere sind das einzige Werkzeug.

Basis-Aufbau Kleine Antenne drinnen, am Fenster oder auf dem Dachboden - 50 bis 150 km - 150 bis 200 EUR

Teil	Wozu es dient	Bei Amazon kaufen
Raspberry-Pi-4-Set Modell B mit 2 oder 4 GB, dem offiziellen Netzteil, einem belüfteten Gehäuse und einer microSD-Karte mit 32 oder 64 GB, alles im Set; ein Raspberry-Pi-5-Set geht genauso gut	Dekodiert die Nachrichten und betreibt den Dataero-Feeder	https://radar.dataero.eu/go/pi
AirNav Radar FlightStick (Dongle) USB-Software-Defined-Radio mit eingebautem 1090-MHz-Filter und Verstärker, SMA-Buchse; der FlightAware Pro Stick Plus ist, solange es ihn gibt, gleichwertig	Macht aus der Funkwelle Zahlen; der eingebaute Filter und Verstärker bringen die Reichweite in der Stadt	https://radar.dataero.eu/go/sdr
USB-Verlängerung, 30 bis 50 cm USB 2.0, A-Stecker auf A-Buchse	Rückt den Dongle vom Funkrauschen des Prozessors weg und macht den Nachbaranschluss frei	https://radar.dataero.eu/go/usb-ext
Kleine 1090-MHz-Antenne mit Magnetfuß Auf ADS-B abgestimmt, mit eigenem Kabel und SMA-Stecker	Fängt die Welle am Fenster; auf einer Metallfläche hört sie Flugzeuge in 50 bis 150 km	https://radar.dataero.eu/go/antenna-indoor

Erweiterter Aufbau Außenantenne auf einem kurzen Mast, für große Reichweite - 250 bis 400 km - 300 bis 420

EUR

Teil	Wozu es dient	Bei Amazon kaufen
Raspberry-Pi-4-Set Modell B mit 2 oder 4 GB, dem offiziellen Netzteil, einem belüfteten Gehäuse und einer microSD-Karte mit 32 oder 64 GB, alles im Set; ein Raspberry-Pi-5-Set geht genauso gut	Dekodiert die Nachrichten und betreibt den Dataero-Feeder	https://radar.dataero.eu/go/pi
AirNav Radar FlightStick (Dongle) USB-Software-Defined-Radio mit eingebautem 1090-MHz-Filter und Verstärker, SMA-Buchse; der FlightAware Pro Stick Plus ist, solange es ihn gibt, gleichwertig	Macht aus der Funkwelle Zahlen; der eingebaute Filter und Verstärker bringen die Reichweite in der Stadt	https://radar.dataero.eu/go/sdr

Teil	Wozu es dient	Bei Amazon kaufen
USB-Verlängerung, 30 bis 50 cm USB 2.0, A-Stecker auf A-Buchse	Rückt den Dongle vom Funkrauschen des Prozessors weg und macht den Nachbaranschluss frei	https://radar.dataero.eu/go/usb-ext
FlightAware-Außenantenne 1090 MHz Kollinear im wetterfesten Rohr, 66 cm, N-Buchse; die A3 von Jetvision ist die Alternative	Gebaut, um genau bei 27,5 cm zu resonieren und zum Horizont zu schauen: draußen mit freier Sicht erreicht sie den Funkhorizont	https://radar.dataero.eu/go/antenna-outdoor
Gefilterter 1090-MHz-Verstärker RTL-SDR Blog ADS-B LNA, Nooelec SAWbird+ ADS-B oder der Uputronics-Vorverstärker, über das Kabel versorgt (Bias-Tee)	An der Antenne montiert verstärkt er das Signal, bevor das Kabel es verliert	https://radar.dataero.eu/go/lna
Adapter N-Stecker auf SMA-Stecker Zwischen der N-Buchse der Antenne und der SMA-Buchse des Verstärkers	Verbindet die Antenne mit dem Verstärker	https://radar.dataero.eu/go/adapter
Verlustarmes Koaxialkabel, 10 m LMR-400 oder H1000, SMA-Stecker an beiden Enden, auf Länge mit montierten Steckern	Trägt das Signal vom Dach zum Dongle und verliert nur etwa 1,3 dB je 10 m	https://radar.dataero.eu/go/coax
Kurzer Mast mit Wandhaltern Etwa 1 m lang, 30 bis 40 mm Durchmesser, mit zwei Haltern	Hebt die Antenne über die Dachkante, frei von Wänden und Schornsteinen	https://radar.dataero.eu/go/mount
Selbstverschweißendes Band Eine Rolle	Dichtet jeden Außenstecker gegen Regen ab	https://radar.dataero.eu/go/tape

Als Amazon-Partner verdient Dataero Europe an qualifizierten Verkäufen über diese Links, ohne Mehrkosten für Sie. Preise, Verfügbarkeit und Lieferung sind die von Amazon angezeigten; dieselben Teile gibt es in jedem Elektronikgeschäft.

Was Sie nicht kaufen sollten

Einen Fernsehstick für 10 Euro mit namenlosem Chip und MCX-Anschluss (er funktioniert eine Woche, driftet, überhitzt und verliert die schwachen Nachrichten); eine „Breitband“-Discone- oder eine Autoradioantenne (nicht resonant bei 1090 MHz; Kapitel 8 erklärt, warum die Länge zählt); eine WLAN- oder 4G-Antenne mit passend aussehendem Stecker (falsche Frequenz); ein langes Kabel mit Steckern zum Selbstcrimpen; ein Handyladegerät als Netzteil; einen gebrauchten Raspberry Pi unbekannter Herkunft mit bereits eingesteckter Karte.

WOHIN DAMIT

Die Antenne platzieren: Höhe, Himmel und Kabel

Der Standort schlägt den Preis. Die Formel für den Funkhorizont aus Kapitel 7, $d = 4,12 \times (\sqrt{h_{\text{Flugzeug}}} + \sqrt{h_{\text{Antenne}}})$ mit Höhen in Metern, besagt, dass eine Antenne in 2 m Höhe auf einer Fensterbank ein Verkehrsflugzeug in 11.000 m Höhe bis zu 438 km weit sieht, und dieselbe Antenne auf einem 20 m hohen Dach nur 13 km weiter. Die Höhe zählt weit weniger als das, was **im Weg** ist: Eine Wand, ein Hügel, ein Metalldach oder ein Nachbargebäude unterbricht die Sichtlinie vollständig, und ein Fenster, das von der Flugroute abgewandt ist, hört nur den halben Himmel. Die erste Frage lautet also nicht „wie hoch“, sondern „was kann die Antenne sehen“, und die Antwort sollte sein: so viel Himmel wie möglich, bis hinunter zum Horizont, in so viele Richtungen wie möglich.

Am Fenster setzen Sie die Antenne nach Möglichkeit auf die Außenseite der Scheibe (an ein Balkongeländer, mit ihrem Magneten auf einer Stahlplatte gehalten), sonst innen auf die Fensterbank direkt ans Glas; moderne Doppelverglasung mit Metallbeschichtung schwächt das Signal merklich, und durch ein Fenster, das sich öffnen lässt, kann das Kabel nach draußen. Wählen Sie das Fenster, das zum nächsten Flughafen oder zur verkehrsreichsten Flugroute zeigt; die Live-Karte verrät Ihnen, welches das ist. **Auf dem Dachboden** ist ein Dach aus Ziegeln oder Schiefer für 1090 MHz nahezu durchlässig, und die Antenne sieht in alle Richtungen; ein Metalldach oder eine alukaschierte Dämmung ist undurchlässig. Hängen Sie die Antenne an einen Balken, so hoch, wie es der First erlaubt, entfernt von Wassertanks und Leitungen. **Auf dem Dach** überragt ein Mast, der einen Meter über den First hinausreicht und an zwei Wandhalterungen befestigt ist, den Schornstein und die Nachbarn; dieser Standort erreicht den Funkhorizont, braucht aber ein dickes Kabel oder einen Verstärker an der Antenne.

Kabel	Verlust pro 10 m bei 1090 MHz	Verbleibendes Signal nach 10 m	Einsatz
RG-174 (2,8 mm)	etwa 7 dB	20 %	innen, unter 1 m
RG-58 (5 mm)	etwa 5 dB	30 %	innen, 1 bis 3 m
H155 / LMR-200 (5,5 mm)	etwa 3 dB	50 %	bis 5 m
LMR-400 / H1000 (10 mm)	etwa 1,3 dB	75 %	Dachstrecken von 10 bis 20 m
Verstärker an der Antenne + beliebiges Kabel	Verlust erst nach der Verstärkung	fast alles	jede lange Strecke

Sicherheit

Bringen Sie eine Antenne niemals dort an, wo sie eine Freileitung berühren oder auf sie fallen könnte; bleiben Sie unterhalb des höchsten Dachpunkts, wenn das Gebäude einen Blitzableiter hat, und nehmen Sie andernfalls hin, dass eine kleine Kunststoffantenne an einem 1-m-Mast Blitze nicht stärker anzieht als der Schornstein - ziehen Sie bei Gewitter aber den Dongle ab. Arbeiten auf dem Dach sind Sache eines Erwachsenen, bei Tageslicht und mit jemandem, der die Leiter hält; ein Dachboden oder ein Fenster bringt 80 % des Ergebnisses ohne jedes Risiko. Dichten Sie jeden Außenstecker mit selbstverschweißendem Band ab und lassen Sie unterhalb der Einführung eine Schlaufe im Kabel, damit Regen abtropft, statt hineinzulaufen. Der Empfänger hört nur zu: Nichts davon strahlt etwas ab.

SCHRITT 1

Die Hardware zusammenbauen

Der Zusammenbau besteht darin, Stecker zusammenzuschrauben; worauf es ankommt, ist nur, jeden von Hand und ohne Werkzeug festzudrehen, bis er sich nicht mehr dreht, und das Kabel innerhalb einer Handbreite vor einem Stecker nicht scharf zu knicken.

1. Kleben Sie die Kühlkörper auf den Pi, falls das Set welche enthält, setzen Sie den Pi in sein Gehäuse und lassen Sie den Deckel vorerst offen.
2. Schrauben Sie das Antennenkabel an die Antenne (N oder SMA, handfest), und wenn Sie einen separaten Filter oder Verstärker verwenden, schrauben Sie ihn an das Dongle-Ende des Kabels: Antenne, Kabel, Filter oder Verstärker, Dongle, in dieser Reihenfolge. Ein Verstärker an der Antenne kommt stattdessen zwischen Antenne und Kabel.
3. Schrauben Sie das Kabel an die SMA-Buchse des Dongles. Stecken Sie den Dongle in das USB-Verlängerungskabel und die Verlängerung in einen der blauen USB-3-Anschlüsse des Pi (jeder Anschluss funktioniert; die blauen liegen am weitesten von der WLAN-Antenne entfernt).
4. Platzieren Sie die Antenne an dem oben gewählten Ort und führen Sie das Kabel in sanften Bögen. Legen Sie den Dongle dorthin, wo er Luft bekommt; er wird spürbar warm, das ist normal.
5. Verbinden Sie das Ethernet-Kabel mit dem Router, falls Sie eines verwenden. Stecken Sie das Netzteil noch nicht ein: Zuerst kommt die Speicherkarte.

SCHRITT 2

Den Raspberry Pi vorbereiten

Der Pi braucht ein Betriebssystem auf seiner Speicherkarte und eine Möglichkeit, von Ihrem eigenen Computer aus Befehle einzugeben. Beides dauert zehn Minuten und wird per Mausklick in einem einzigen Programm erledigt, dem **Raspberry Pi Imager**, den Sie kostenlos von der Raspberry-Pi-Website für Windows, macOS oder Linux herunterladen.

1. Stecken Sie die microSD-Karte in Ihren Computer. Öffnen Sie den Raspberry Pi Imager. Wählen Sie unter „Raspberry Pi Modell“ Ihr Modell; unter „Betriebssystem“ wählen Sie **Raspberry Pi OS (other)** und dann **Raspberry Pi OS Lite (64-bit)**, die Version ohne Desktop, denn der Empfänger hat nie einen Bildschirm; unter „SD-Karte“ wählen Sie die Karte.

2. Klicken Sie auf Weiter, und wenn der Imager anbietet, OS-Anpassungen anzuwenden, klicken Sie auf **Einstellungen bearbeiten**. Setzen Sie im Reiter „Allgemein“ den Hostnamen auf **adsb** (damit der Pi unter `adsb.local` antwortet), aktivieren Sie „Benutzername und Passwort festlegen“ und wählen Sie beides (schreiben Sie es auf), und geben Sie Name und Passwort Ihres WLANs mit Ihrem Land ein, sofern Sie kein Ethernet-Kabel verwenden; stellen Sie Ihre Zeitzone ein. Aktivieren Sie im Reiter „Dienste“ **SSH aktivieren** mit Passwort-Authentifizierung. Speichern Sie, bestätigen Sie dann, dass die Karte gelöscht wird, und lassen Sie den Imager sie beschreiben und überprüfen.
3. Stecken Sie die Karte in den Pi, schließen Sie das Netzteil an und warten Sie zwei Minuten: Die grüne Leuchte flackert während des Starts, und der erste Start dauert länger.
4. Öffnen Sie auf Ihrem Computer ein Terminal: unter Windows die PowerShell (über die Suche im Startmenü), auf einem Mac das Terminal, unter Linux ein beliebiges Terminal. Tippen Sie den folgenden Befehl mit dem gewählten Benutzernamen ein, drücken Sie die Eingabetaste, beantworten Sie die Frage zum Fingerabdruck mit **yes**, tippen Sie dann Ihr Passwort ein (während der Eingabe wird nichts angezeigt) und drücken Sie die Eingabetaste. Die Eingabeaufforderung wechselt zu der des Pi: Sie tippen jetzt auf dem Empfänger.

```
ssh <username>@adsb.local
```

Wird `adsb.local` nicht gefunden, leitet Ihr Router keine lokalen Namen weiter: Öffnen Sie seine Weboberfläche, suchen Sie die Liste der verbundenen Geräte, notieren Sie die IP-Adresse des Pi (etwa 192.168.1.42) und verwenden Sie diese anstelle des Namens. Sobald die Verbindung steht, bringen Sie das System auf den neuesten Stand und installieren git, das Werkzeug, das den Feeder herunterlädt; kopieren Sie die Zeile, fügen Sie sie ein, drücken Sie die Eingabetaste und warten Sie. Die Aktualisierung kann beim ersten Mal zehn Minuten dauern.

```
sudo apt update && sudo apt full-upgrade -y && sudo apt install -y git
```

SCHRITT 3

Den Dataero-Feeder installieren

Der Dataero-Feeder ist ein kleines Open-Source-Programm, das Dataero auf GitHub veröffentlicht (github.com/dataero-adsb/dataero-adsb-feeder). Sein Installationsprogramm erledigt alles, was ein Empfänger braucht: Es installiert den Decoder (readsb), falls der Pi noch keinen hat, registriert Ihren Empfänger bei Dataero, erzeugt seine eindeutige Empfänger-ID, richtet die Dienste ein, die die Nachrichten weiterleiten und die Verbindung aufrechterhalten, und prüft am Ende, ob Dataero Sie empfängt. Sie können jede Zeile davon auf GitHub lesen, bevor Sie es ausführen. Drei Befehle, auf dem Pi eingegeben, einer nach dem anderen:

```
git clone https://github.com/dataero-adsb/dataero-adsb-feeder
cd dataero-adsb-feeder
sudo bash installer.sh
```

Das Installationsprogramm stellt einige Fragen. Hier steht, was jede bedeutet und was Sie antworten.

Das Installationsprogramm fragt	Was es bedeutet	Was Sie antworten
Do you want to automatically install readsb? (yes/no)	Auf diesem Pi wurde kein Decoder gefunden; readsb ist das Programm, das die Abtastwerte des Dongles in Nachrichten umwandelt.	Tippen Sie yes, ausgeschrieben. Jede andere Antwort bricht die Installation ab. Download und Kompilierung dauern einige Minuten.
Station name (optional)	Der Name, der mit Ihrem Empfänger auf der Karte und in der Rangliste angezeigt wird.	Ein kurzer Name: Ihr Ort und ein Wort, der Name einer Schule. Er lässt sich später ändern, indem Sie das Installationsprogramm erneut ausführen.
Enable MLAT for this receiver? (y/N)	Multilateration (Kapitel 10): Die Zeitstempel Ihres Empfängers helfen, Flugzeuge zu orten, die keine Position senden. Dafür ist eine genaue Antennenposition nötig.	n bei einer ersten Installation, oder y, wenn Sie die Position der Antenne auf wenige Meter genau angeben können.
Latitude, Longitude, Antenna altitude (metres)	Wo die Antenne steht. Mit MLAT Pflicht, sonst optional; wird für Ihre Abdeckungskarte und die Reichweitenstatistik verwendet.	Dezimalgrad mit Punkt (50.8467, 4.3525), Höhe über dem Meeresspiegel in Metern: die Geländehöhe an Ihrer Adresse plus die Höhe der Antenne über dem Boden.

Um die Position zu ermitteln, öffnen Sie eine beliebige Online-Karte, klicken mit der rechten Maustaste genau auf den Standort der Antenne und kopieren die Koordinaten; die meisten Karten zeigen sechs Nachkommastellen, was einer Genauigkeit von einem Zehntelmeter entspricht. Die Geländehöhe finden Sie auf einer topografischen Karte oder im Feld „Höhe“ einer GPS-App; addieren Sie die Höhe der Antenne über dem Boden (ein Fenster im zweiten Stock liegt bei etwa 6 m, der Dachfirst eines zweigeschossigen Hauses bei etwa 9 m). Die Höhenangabe eines Handys liegt oft zehn oder zwanzig Meter daneben; nehmen Sie also die Karte für das Gelände und ein Maßband für den Rest. Aktivieren Sie MLAT nicht mit einer geschätzten Position: Ein Empfänger, dessen Zeitstempel „ich bin hier“ sagen, während er woanders steht, verschlechtert jede Lösung, an der er beteiligt ist.

Das Installationsprogramm arbeitet dann einige Minuten und endet mit einem Banner, das mit **Installation complete** beginnt. Es gibt Ihre **Empfänger-ID** aus, einen langen Code aus Buchstaben und Ziffern (eine UUID), den Dataero-Hub, mit dem Ihre Station verbunden ist, und das Ergebnis eines ersten Kontakts mit Dataero: Wenn die Registrierungsstelle das Lebenszeichen (Heartbeat) des Empfängers annimmt, ist Ihre Station live. Die Empfänger-ID ist der Schlüssel zu Ihrer Station: Sie reist mit jeder Nachricht mit, und Sie fügen sie in Ihr Konto ein, um die Station zuzuordnen. Behalten Sie sie für sich, denn das erste Konto, das sie verknüpft, besitzt den Empfänger. Sollten Sie sie einmal verlieren, ist sie auf dem Pi gespeichert:

```
sudo grep RECEIVER_UUID /usr/local/dataero-adsb-feeder/.env
```

Was das Installationsprogramm laufen lässt

Drei kleine Dienste, die bei jedem Systemstart von selbst starten: *readsb*, der Decoder, der auch eine lokale Karte bereitstellt; *dataero-readsb*, eine zweite, reine Netzwerk-Instanz des Decoders, die einen reduzierten Strom Ihrer Nachrichten an den Hub von Dataero weiterleitet; und *dataero-feeder*, das Lebenszeichen, das Dataero mitteilt, dass Ihre Station in Betrieb ist. Mit aktiviertem MLAT kommt ein vierter hinzu, *dataero-mlat*. Wenn Sie das Installationsprogramm später erneut ausführen, bleiben Empfänger-ID, Name und Position erhalten, und nur das Geänderte wird aktualisiert.

SCHRITT 4

Live gehen und Ihren Empfänger zuordnen

Innerhalb einer Minute nach dem Banner sollten die ersten Flugzeuge erscheinen. Schauen Sie an drei Stellen nach. Auf dem Pi selbst gibt der folgende Befehl eine laufend aktualisierte Tabelle aller decodierten Flugzeuge aus, mit Adresse, Rufzeichen, Höhe, Geschwindigkeit und Signalstärke in dBFS; mit **q** verlassen Sie sie. Das readsb-Installationsprogramm hat außerdem eine lokale Karte auf dem Pi eingerichtet, **<http://adsb.local/tar1090>** (oder die IP-Adresse anstelle des Namens), die den Himmel aus Sicht Ihrer eigenen Station mit Entfernungsringen zeigt. Und auf **radar.dataero.eu**, der öffentlichen Karte, werden die Flugzeuge, die Ihre Station empfängt, innerhalb von Sekunden zusammen mit denen aller anderen dargestellt.

```
viewadsb
```

Ihr Empfänger liefert bereits Daten, anonym. Wenn Sie ihn **zuordnen**, wird er mit Ihrem Konto verknüpft und schaltet den Feeder-Bereich der Website frei: Öffnen Sie radar.dataero.eu, erstellen Sie ein kostenloses Konto oder melden Sie sich an, öffnen Sie **Empfänger** im Kontomenü, wählen Sie **Empfänger verknüpfen** und fügen Sie die Empfänger-ID ein, die das Installationsprogramm ausgegeben hat. Verwenden Sie die Dataero-Empfänger-ID, nicht die UUID eines anderen Feeder-Programms, falls Sie eines betreiben. Ab diesem Moment hat Ihre Station einen Namen auf der Karte, ein **Dashboard** (gesehene Flugzeuge, Nachrichten pro Sekunde, die verkehrsreichsten Stunden, die seltensten Flugzeuge), eine **Abdeckungskarte**, gezeichnet aus der Signalstärke jeder Nachricht in zwei und drei Dimensionen, **365 Tage Flughistorie** statt gar keiner wie für Besucher, und einen Platz in der **Rangliste**. Alles, was vor der Zuordnung gesammelt wurde, ist bereits vorhanden.

Was Sie am ersten Abend erwarten können: am Fenster mit der beiliegenden Antenne 20 bis 60 Flugzeuge gleichzeitig in einer verkehrsreichen Gegend Europas, bis 100 oder 150 km weit, mit einem Loch auf der Gebäudeseite; mit einer abgestimmten Antenne auf dem Dachboden 100 bis 200 Flugzeuge bis 250 km; auf dem Dach 200 bis 400 Flugzeuge und eine Reichweite von bis zu 400 km in den Richtungen, in denen nichts im Weg ist. Der Nachrichtenzähler im Dashboard ist ein besseres Maß als die Reichweite: Eine gute Station decodiert zur europäischen Tagesspitze 500 bis 1.500 Nachrichten pro Sekunde und in den frühen Morgenstunden ein paar Dutzend. Die Kurve über einen Tag macht Lektion 4 des Kurses sichtbar: Flugzeuge fliegen nachts nicht, weil Menschen nachts nicht fliegen.

Live-Karte öffnen <https://radar.dataero.eu/de/map>

Konto erstellen und zuordnen <https://radar.dataero.eu/de/contribute>

SCHRITT 5

Feinabstimmung und verstehen, was Sie sehen

Zwei Einstellungen bestimmen den Großteil der Leistung einer Station, und beide lassen sich auf dem Pi in einer Sekunde ändern. Die erste ist die **Verstärkung** (Gain), also wie stark der Dongle verstärkt, bevor er digitalisiert. readsb startet mit automatischer Verstärkung, einem brauchbaren Kompromiss.

Verschwinden Flugzeuge direkt über Ihnen, während entfernte bleiben, wird der Empfänger von den starken nahen Signalen übersteuert und die Verstärkung ist zu hoch; tauchen die fernen Flugzeuge nie auf, ist sie zu niedrig. Der folgende Befehl stellt eine feste Verstärkung in dB ein; probieren Sie Werte zwischen 30 und 49 (49,6 ist das Maximum des Dongles) und beobachten Sie jeweils zehn Minuten lang die Zahl der Flugzeuge und die maximale Reichweite auf der lokalen Karte. Bei einem Dongle mit eigenem Verstärker sind am Fenster meist 40 bis 45 am besten, auf dem Dach weniger. Mit dem Wert -10 kehren Sie zur automatischen Verstärkung zurück.

```
sudo readsb-gain 43
```

Die zweite ist der **Standort der lokalen Karte**, den readsb verwendet, um seine Entfernungsringe zu zeichnen und die Entfernung jedes Flugzeugs zu berechnen; er ist unabhängig von der Position, die Sie dem Dataero-Installationsprogramm angegeben haben (diese verwendet Dataero), und wird mit dem zweiten Befehl eingestellt. Öffnen Sie dann die lokale Karte und beobachten Sie, wie der Umriss der entferntesten Flugzeuge im Laufe eines Tages wächst: Dieser Umriss ist Ihr Funkhorizont, und seine Form ist die Form Ihrer Hindernisse.

```
sudo readsb-set-location 50.8467 4.3525
```

Die Signalspalte in *viewadsb* ist das Abstandsquadratgesetz aus Kapitel 6 in Zahlen. Ein Flugzeug, das in 10 km Entfernung über Sie hinwegfliegt, kommt mit etwa -5 dBFS an; dasselbe Flugzeug in 300 km Entfernung, dreißigmal weiter weg, kommt neunhundertmal schwächer an, mit etwa -30 dBFS, und der Decoder liest es trotzdem, weil die Nachricht nur stärker als das Rauschen sein muss. Beobachten Sie, wie das Signal eines Flugzeugs steigt und fällt, während es Ihren Himmel überquert, und Sie haben das Gesetz ohne Formel gemessen. Die Spalte der verworfenen Nachrichten sagt, wenn sie hoch ist, das Gegenteil: Starke Signale von zwei Flugzeugen, die im selben Augenblick ankommen, stören sich gegenseitig - das ist die Grenze, die Kapitel 11 beschreibt, und der Grund, warum ein zweiter Empfänger dreißig Kilometer entfernt Nachrichten sieht, die Ihnen entgehen.

Wenn Sie **MLAT** aktiviert haben, erscheinen die per Multilateration georteten Flugzeuge auf der Dataero-Karte und fließen mit einer eigenen Markierung in Ihre lokale Karte zurück. Das sind die Flugzeuge, die selbst keine Position senden: ältere Geschäftsreiseflugzeuge, Militärtransporter, manche Hubschrauber. Ihr Beitrag zu jedem davon ist ein auf wenige Nanosekunden genauer Zeitstempel, aus dem der Hub zusammen mit drei weiteren Stationen die Hyperbeln aus Kapitel 10 löst. Eine falsche Antennenposition von nur 30 m verschiebt Ihre Zeitmessung um eine Zehntelmikrosekunde, genug, um ein berechnetes Flugzeug einen Kilometer danebenzusetzen - deshalb besteht das Installationsprogramm darauf.

WENN ES NICHT FUNKTIONIERT

Fehlerbehebung

Fast jedes Problem ist eines aus der folgenden Tabelle, und für jedes gibt es eine Prüfung in einer Zeile. Die Befehle laufen auf dem Pi, über dieselbe Terminalverbindung wie bei der Installation.

Symptom	Wahrscheinlichste Ursache	Was zu tun ist
ssh findet adsb.local nicht	Der Router löst keine lokalen Namen auf, oder der Pi ist nicht im Netzwerk.	Verwenden Sie die IP-Adresse aus der Geräteliste des Routers. Steht der Pi nicht in der Liste, prüfen Sie die WLAN-Angaben, die Sie im Imager eingegeben haben, oder verwenden Sie ein Ethernet-Kabel.
readsb startet nicht; „no device found“	Der Dongle wird nicht erkannt: lockeres USB-Kabel, zu schwaches Netzteil oder ein Dongle, der kein RTL-SDR ist.	Stecken Sie Dongle und Verlängerung neu ein; führen Sie lsusb aus und suchen Sie nach „RTL2838“ oder „Realtek“; tauschen Sie das Netzteil gegen das offizielle.
readsb läuft, zeigt aber keine Flugzeuge	Die Antenne ist nicht angeschlossen, ein Kabelstecker hat keinen Kontakt, oder die Antenne steht im Funkschatten.	Prüfen Sie, ob alle Stecker fest sitzen; stellen Sie die Antenne an ein Fenster mit freiem Himmel; ein einfacher Dongle ohne Filter braucht in der Stadt eventuell einen.
Nahe Flugzeuge verschwinden, ferne bleiben	Übersteuerung: Verstärkung zu hoch oder ein starker Sender in der Nähe.	Verstärkung senken (readsb-gain 35), einen 1090-MHz-Filter einsetzen.
Flugzeuge auf der lokalen Karte, aber nicht auf radar.dataero.eu	Die Feeder-Dienste laufen nicht, oder der Pi hat kein Internet.	Führen Sie den folgenden Statusbefehl aus; ein Dienst mit dem Status „failed“ nennt den Grund in seinem Protokoll. Führen Sie das Installationsprogramm erneut aus: Es repariert die Konfiguration und behält Ihre ID.
Der Pi startet neu oder der Dongle verschwindet zufällig	Stromversorgung. Der Dongle zieht ein Drittel Ampere; ein schwaches Netzteil lässt die Spannung einbrechen.	Verwenden Sie das offizielle Netzteil; entfernen Sie andere USB-Geräte; prüfen Sie, ob die rote Betriebsleuchte ruhig leuchtet.
„Receiver not found“ beim Zuordnen	Es wurde eine andere UUID eingefügt (aus einem anderen Feeder-Programm oder mit Tippfehler).	Fügen Sie den Wert ein, den der grep-Befehl aus Schritt 3 ausgibt; das ist die Dataero-Empfänger-ID.

```
sudo systemctl status readsb dataero-readsb dataero-feeder
sudo journalctl -u dataero-feeder -n 50
```

Hilft nichts davon, eröffnen Sie auf der GitHub-Seite des Feeders ein Issue mit der Ausgabe dieser beiden Befehle: Die Autoren des Installationsprogramms lesen sie. Dataero betreibt außerdem einen Community-Kanal, der auf der Seite „Feeder werden“ verlinkt ist; dort beantworten andere Feeder die meisten Fragen innerhalb weniger Stunden.

DANACH

Den Betrieb aufrechterhalten

Ein Empfänger braucht fast nichts. Die Dienste starten nach einem Stromausfall von selbst; der Pi hat keine beweglichen Teile; der Dongle hält jahrelang. Verbinden Sie sich einmal pro Jahreszeit mit dem Pi und führen Sie die Aktualisierungszeile aus Schritt 2 erneut aus, danach das Installationsprogramm aus dem Ordner, in den es heruntergeladen wurde (`cd dataero-adsb-feeder`, dann `sudo bash installer.sh`): Es holt den aktuellen Feeder, behält Ihre Empfänger-ID, Ihren Namen und Ihre Position und stellt dieselben Fragen mit Ihren früheren Antworten als Vorgabe. Versetzen Sie die Antenne, führen Sie das Installationsprogramm erneut aus und geben Sie die neue Position an; ziehen Sie um, tun Sie dasselbe, sonst ändert sich nichts. Möchten Sie irgendwann aufhören, enthält derselbe Ordner ein Deinstallationsprogramm.

Zwei Gewohnheiten halten eine Station gesund. Schauen Sie einmal pro Woche ins Dashboard: Eine Nachrichtenrate, die sich über Nacht halbiert, bedeutet, dass sich ein Kabel gelockert hat oder ein Baum gewachsen ist. Und notieren Sie am ersten Tag drei Zahlen von der lokalen Karte: die maximale Reichweite in jeder Richtung, die Zahl der Flugzeuge zur Abendspitze und die Nachrichtenrate. Sie sind Ihre Ausgangswerte, und jede spätere Änderung - eine bessere Antenne, ein höherer Mast, ein Filter - wird an ihnen gemessen. Diese Messung ist die Wissenschaft, auf die der Kurs hingeführt hat.

FÜR EINE KLASSE ODER EINE FAMILIE

Aus dem Empfänger ein Projekt machen

Der Empfänger ist ein dauerhaftes Messinstrument, und am besten nutzt man ihn für eine Reihe von Messungen, von denen jede eine Idee aus dem Kurs überprüft. Für eine Familie füllt jede davon einen Sonntag; für eine Klasse ist jede eine Unterrichtsstunde, und die Daten, die die Station zwischen den Stunden sammelt, sind die Hausaufgabe. Das Stundendiagramm des Dashboards, die Abdeckungskarte und der Reichweitenumriss der lokalen Karte sind die Instrumente; die Lektionen liefern die Vorhersagen; die Messungen entscheiden.

1. **Höhe und Reichweite** (Kapitel 7). Notieren Sie die maximale Reichweite mit der Antenne auf einem Tisch, an einem Fenster im ersten Stock, an einem Fenster im obersten Stock und auf dem Dachboden. Tragen Sie die Reichweite gegen die Höhe auf und vergleichen Sie mit der Formel für den Funkhorizont; der Unterschied sind die Hindernisse.
2. **Das Abstandsquadratgesetz** (Kapitel 6). Verfolgen Sie ein Flugzeug in viewadsb über den Himmel und notieren Sie jede Minute Signal und Entfernung; tragen Sie das Signal in dB gegen den Logarithmus der Entfernung auf; die Steigung sollte nahe bei -20 dB pro Dekade liegen.
3. **Der Tagesrhythmus** (Lektion 4). Lesen Sie eine Woche lang jede Stunde die Nachrichtenrate im Dashboard ab. Erklären Sie die Form: die Morgenwelle, die Abendspitze, das Nachtflugverbot am nächsten Flughafen, den Unterschied zwischen Werktag und Sonntag.
4. **Wo der Himmel endet**. Zeichnen Sie nach einer Woche den Reichweitenumriss der lokalen Karte nach und legen Sie ihn über eine Karte der Umgebung. Jede Delle ist ein Gebäude, ein Hügel oder ein Baum; benennen Sie sie.
5. **Die Karte ist nur so gut wie ihre Zuhörer** (Kapitel 11). Vergleichen Sie an einem Abend die Abdeckungskarte Ihrer Station mit der öffentlichen Karte: Die Flugzeuge, die Sie nicht empfangen,

empfängt jemand anderes. Suchen Sie die nächstgelegene andere Station in der Rangliste und berechnen Sie mit der Formel, wo sich Ihre Kreise überschneiden.

In einer Schule beantwortet der Empfänger außerdem die Frage, die jede Klasse stellt - „Was ist das für ein Flugzeug?“ -, mit einem Bildschirm im Flur, der die lokale Karte zeigt. Die Liste der „seltensten Flugzeuge“ im Dashboard ist jeden Monat eine Überraschung: ein Regierungsflugzeug, ein historisches Verkehrsflugzeug, ein Ambulanzflugzeug, und hinter jedem steckt eine Geschichte, warum es dort ist. Und eine Schulstation, die Dataero beliefert, erscheint auf der öffentlichen Karte mit dem Namen der Schule als Quelle - eine bessere Art von Ruhm als die meisten.

WILLKOMMEN

Was Feeder bekommen und was die Karte von Ihnen bekommt

Ein Besucher von radar.dataero.eu sieht eine Live-Karte, eine begrenzte Zahl von Flugzeugen und wenige Felder pro Flugzeug, jeweils für eine Ansichtssitzung von zehn Minuten. Ein kostenloses Konto hebt die Sitzungsbegrenzung auf, zeigt alle Felder und bewahrt sieben Tage Flughistorie auf. Ein Feeder - und das sind Sie jetzt - bekommt die ganze Website: 365 Tage Historie für jeden Flug, das Dashboard, die Abdeckungskarte in zwei und drei Dimensionen, die Rangliste und eine auf der Karte genannte Station. Nichts davon kostet etwas, weder jetzt noch später, und der Empfänger beliefert weiterhin jedes andere Netzwerk, das Sie zusätzlich wählen.

Was die Karte von Ihnen bekommt, kann man mit keinem Geld kaufen: einen Zuhörer, wo es keinen gab. Jeder Empfänger im Netzwerk hört einen Kreis des Himmels, und ein Kontinent ist nur dort abgedeckt, wo sich diese Kreise überschneiden. Eine neue Station in einer Lücke - ein Dorf, eine Küste, ein Tal, ein Land mit wenigen Feedern - lässt Flugzeuge erscheinen, die niemand empfangen hat, und ermöglicht Multilateration für diejenigen, die keine Position senden. Schauen Sie sich heute Abend die Abdeckung Ihrer Region auf der Karte an und dann noch einmal eine Woche, nachdem Ihre Station live ist: Der Unterschied ist Ihr Werk.

Feeder werden <https://radar.dataero.eu/de/contribute>

Live-Karte öffnen <https://radar.dataero.eu/de/map>

Zurück zur Kursübersicht <https://radar.dataero.eu/de/learning>