

Rotor und Antennen im Browser steuern

Ein Projekt von HB9FLD und HB9CQZ · Oktober 2026 · Stand Version 1.73

Zwei Stationen, ein Rotor, vier Antennen und bei jedem Funkbetrieb dieselbe Frage: Wohin drehe ich, und geht dort überhaupt etwas? Aus einer einfachen Rotorsteuerung ist bei uns eine Webanwendung geworden, die steuert, anzeigt und rechnet. Den Programmcode hat zum grössten Teil eine KI geschrieben, und ich staune selbst, was damit heute möglich ist.

Auf einen Blick

- Rotor drehen per Klick auf die Karte, mit Locator oder mit Rufzeichen
- Antennen umschalten, beide Stationen sehen, wer QRV ist
- **LIVE:** wer wird gerade gehört, geht das Band zum Ziel?
- **Prognose** für Beam und Langdraht mit VOACAP und NEC
- **Aussichtskarte:** wohin geht was, auf der ganzen Welt
- **Reflexionskarte** für UKW: Antenne auf die Hänge statt aufs Ziel
- Läuft im Heimnetz, auch ohne Internet, und auf dem Handy
- Geschrieben mit einer KI, geprüft an der echten Anlage



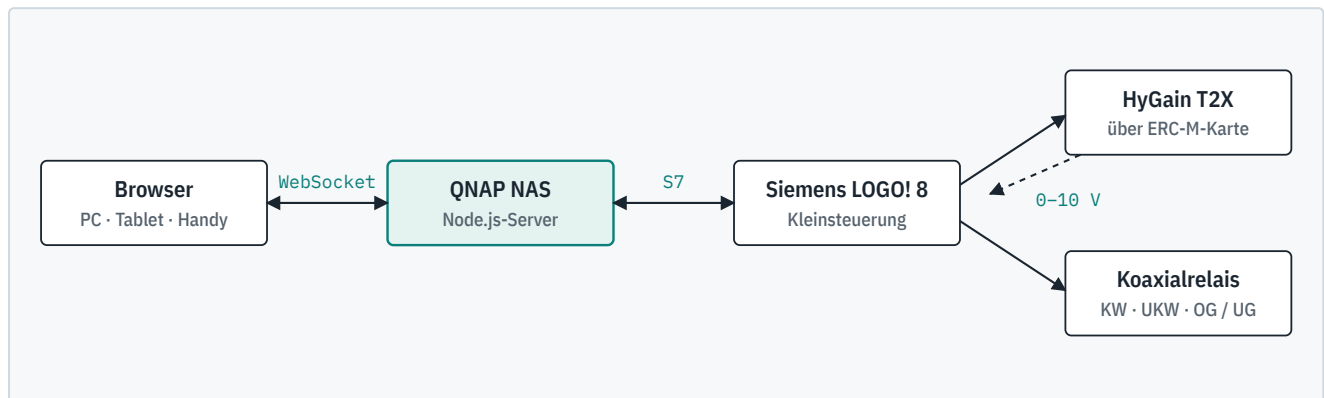
Die Ansicht LIVE: Auf der Weltkarte stehen die Stationen, die in unserer Region gehört werden oder die wir hören. Rechts unten für das gewählte Ziel (hier die US-Ostküste) die offenen Bänder und die Prognose für Beam und Langdraht, dazu ein Knopf, der den Rotor aufs Ziel dreht.

Die Ausgangslage

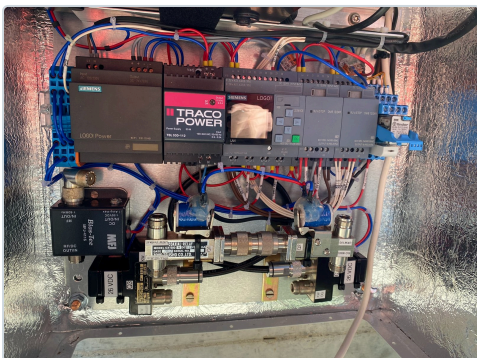
Im Obergeschoss funkt HB9CQZ, im Untergeschoss HB9FLD. Auf Kurzwelle stehen ein Beam (Sommer XP407) und ein Langdraht mit dem automatischen Tuner SG-237 zur Verfügung, auf UKW eine Vertikalantenne V-2000 und eine 2-m-Yagi von Flexa. Diese vier Antennen lassen sich wahlweise auf die obere oder die untere Station schalten. Gedreht wird mit einem **HyGain T2X**. Rotor und Antennenumschaltung steuert eine **Siemens LOGO! 8** in einem Steuerkasten im Freien.

Diese Steuerung gab es schon lange, bedient über eine einfache Seite auf dem eingebauten Webserver der LOGO!. Im Alltag stellten sich immer die gleichen Fragen: Wer hat gerade welche Antenne? Wohin zeigt der Beam? Dreht der andere gerade am Rotor? Das Ziel der Modernisierung war, dass beide Stationen alles bequem im Browser bedienen und jederzeit sehen, wohin der Beam zeigt und wer QRV ist. Dazu sind Dinge gekommen, die wir uns am Anfang gar nicht vorgenommen hatten.

So ist es aufgebaut



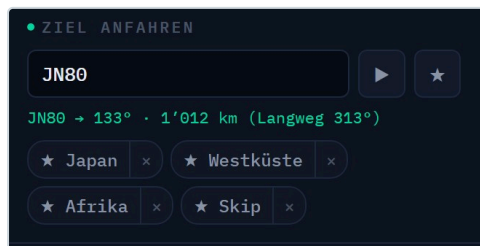
Blockschema. Die gestrichelte Linie ist die Rückmeldung der Rotorposition als Spannung an die LOGO!.



Der Steuerkasten im Freien: oben die Netzteile und die LOGO! 8 mit zwei Erweiterungsmodulen, unten die Koaxialrelais und links das Bias-Tee für den Tuner des Langdrahts.

Die LOGO! bedient das Steuergerät des Rotors und schaltet die Koaxialrelais der Antennen. Ein Node.js-Programm auf unserem QNAP-NAS spricht über das Heimnetz mit ihr, liest sie zweimal pro Sekunde aus und gibt jede Änderung sofort an alle offenen Browser weiter. Die Bedienoberfläche ist eine normale Webseite: am PC, am Tablet oder am Handy sieht jeder dasselbe Bild.

Die Steuerung im Alltag



Ziel anfahren: Locator, Rufzeichen oder Grad eintippen, darunter die Favoriten.

Rotor

Die Zielrichtung wählt man mit einem Klick auf die Karte, mit den Richtungstasten (N, NE, E ...), mit den Pfeiltasten oder indem man einen **Locator** oder ein **Rufzeichen** eintippt. Die Vorschau zeigt sofort Richtung und Distanz, auch für den Langweg. Mit dem Stern speichert man häufige Ziele als Favoriten; sie gehören zum jeweiligen Rufzeichen und sind am PC und am Handy dieselben.

Der Rotor fährt selbständig zum Ziel und hält auf $\pm 3^\circ$ genau an. Der T2X hat seinen Anschlag im Süden. Die Steuerung plant deshalb jede Drehung so, dass er nie dagegen fährt: Steht der Beam auf 223° und das Ziel auf 133° , dreht sie 270° im Uhrzeigersinn über Nord statt 90° dagegen.

Antennen und zwei Stationen

Ein Klick schaltet auf UKW zwischen Vertikal und Yagi, auf KW zwischen Beam und Langdraht und bestimmt, welche Station die Antenne bekommt. Die LOGO! meldet den tatsächlichen Schaltzustand zurück, und alle Browser zeigen sofort dasselbe. Wer steuern will, meldet sich als OG oder UG an. Im Kopf der Seite sieht man, wer QRV ist, und ein Protokoll zeigt, wer wann gedreht oder umgeschaltet hat. Jede Station kann dem anderen eine kurze Notiz hinterlassen („Contest 20 m, bitte nicht drehen“). Dazu gibt es eine kleine Statistik, wie oft die Relais geschaltet haben und wie lange der Rotor gelaufen ist.

Spannungslos, wenn niemand QRV ist: Sind beide Stationen abgemeldet, schaltet die LOGO! den Steuerkasten spannungslos: Rotorsteuerung, Relais und das Bias-Tee für den Tuner. Sobald sich jemand anmeldet, ist alles wieder betriebsbereit.

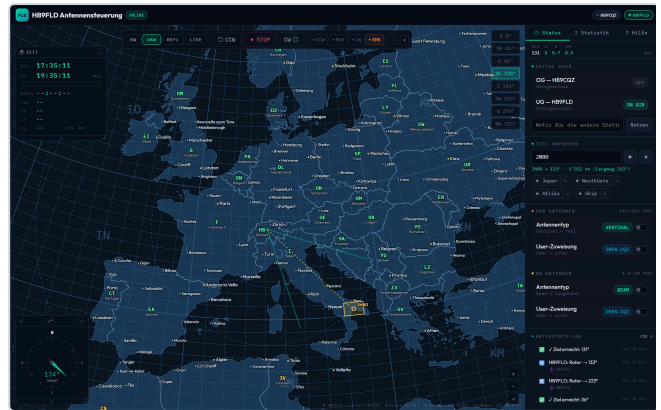
Die Karten

Die **KW-Karte** öffnet mit der ganzen Welt: klare Ländergrenzen, die Greyline, dazu alle Länder mit Rufzeichen-Präfix und deutschem Namen. Beim Hineinzoomen kommen erst die grossen Länder, dann Städte und kleine Gebiete dazu, ohne dass sich Beschriftungen überdecken. Eine Uhr zeigt UTC und Lokalzeit und für den Punkt unter dem Mauszeiger die echte Ortszeit des Landes, Locator, Zonen sowie Richtung und Distanz.

Die **UKW-Karte** zeigt Europa in einer abstandstreuen Projektion rund um unseren Standort. Darin stimmen Richtung und Entfernung ab der Antenne, Ringe bei 250, 500, 1000 und 2000 km zeigen die Distanz, und der Strahl ist so breit wie im Datenblatt der Antenne (55° bei der Yagi). Das Locatorraster wird beim Hineinzoomen feiner, von den Feldern über die Quadrate bis zu den Unterfeldern. Beim KW-Beam zeichnen wir 70° (je nach Band nennt das Datenblatt 60° bis 90°).



Die KW-Ansicht (Beispieldaten): Weltkarte mit Tag-Nacht-Grenze, Länderkürzeln und Beam, oben die Rotortasten, unten links der Kompass, rechts die Ausbreitungsdaten, die Zieleingabe, die Antennenumschaltung und das Protokoll.

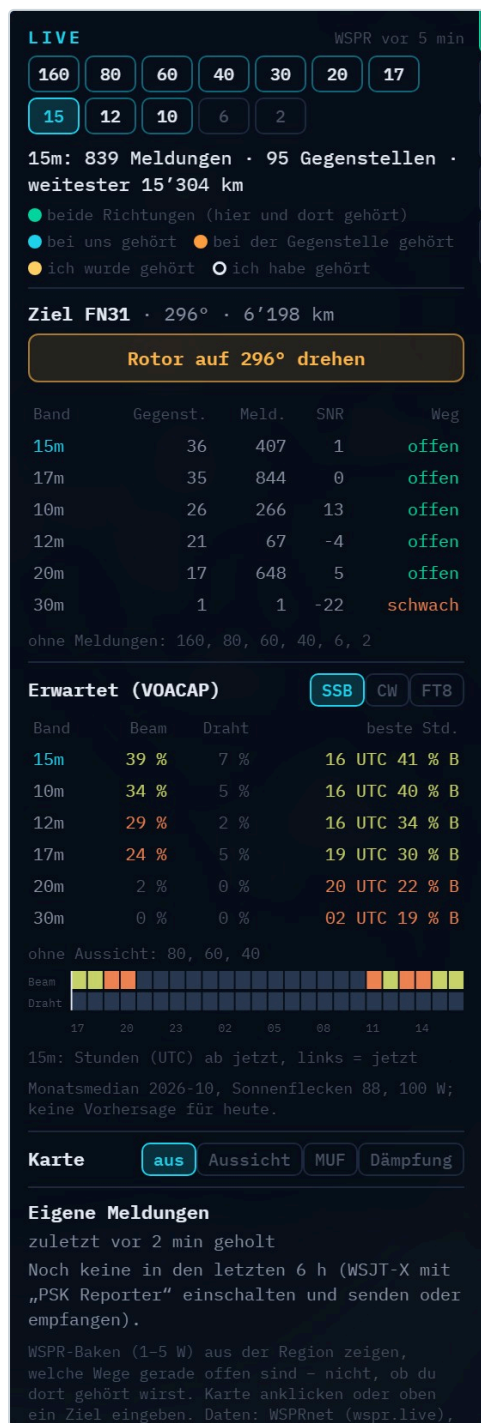


Die UKW-Ansicht: Europakarte mit Distanzringen und Locatorfeldern, das Ziel ist als Quadrat eingrahmt und mit einer gestrichelten Linie verbunden.

Wohin soll ich drehen? Die Ausbreitung

Die Karten zeigen, wohin der Beam zeigt. Die nächste Frage ist, ob dort etwas geht. Dafür sind drei Funktionen dazugekommen, die aufeinander aufbauen.

LIVE: was geht gerade?



Das Fenster LIVE für ein gewähltes Ziel.

Prognose für Beam und Langdraht

Für das gewählte Ziel rechnet der Server mit dem Ausbreitungsprogramm **VOACAP** den Monatsmedian: die Zuverlässigkeit in Prozent für jedes Band von 80 bis 10 m (VOACAP rechnet erst ab 2 MHz, 160 m fehlt deshalb) und jede Stunde, getrennt für Beam und Langdraht und wählbar für SSB und CW mit 100 W oder FT8 mit 25 W. Die Anzeige nennt die beste Stunde und zeichnet die nächsten 24 Stunden als Streifen. Im Beispiel im Bild oben (17 UTC) liegt der Beam auf 15 m nach Nordamerika bei 39 %, der Langdraht bei 7 %.

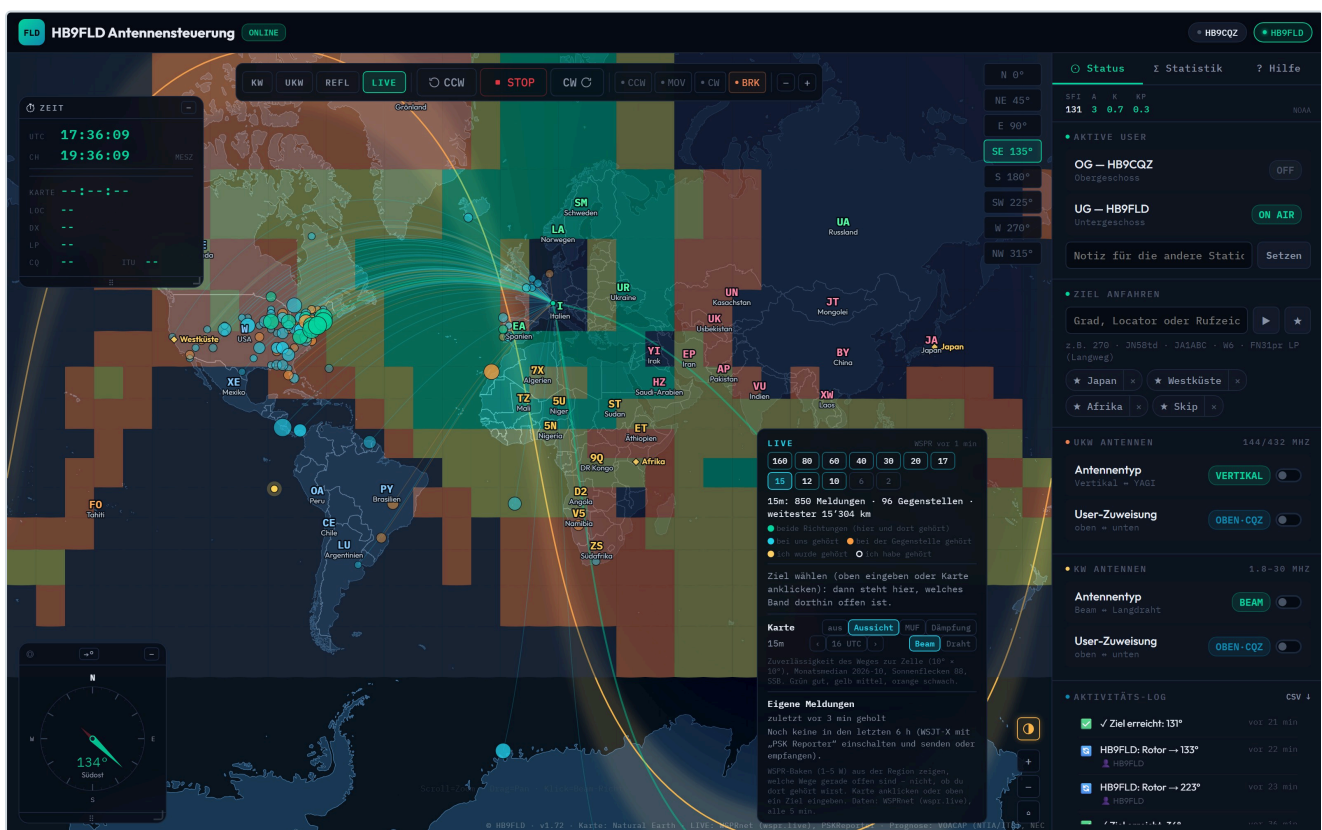
Die Ansicht LIVE zeigt auf der Weltkarte, welche Wege auf einem Band gerade offen sind. Der Server holt alle fünf Minuten die WSPR-Meldungen unserer Region von WSPRnet: wer bei uns gehört wird und wen wir hören. Jede Gegenstelle ist ein Punkt, die Grösse zeigt die Zahl der Meldungen. Wer ein Ziel eintippt oder anklickt, sieht für jedes Band, ob der Weg *offen*, *schwach* oder *zu* ist, und ein Knopf dreht den Rotor gleich dorthin.

Ist jemand angemeldet, holt der Server zusätzlich unsere eigenen Meldungen von PSKReporter und merkt sich, welche Antenne geschaltet war und wohin der Beam zeigte. Daraus lässt sich später auswerten, was Beam und Langdraht wirklich bringen.

Zwei Dinge machen die Rechnung für unsere Anlage genauer als die Standardannahme. Erstens sperren die Hügel rund ums Haus flache Abstrahlwinkel: Der Horizont jeder Richtung kommt aus einem Geländemodell und wird als Dämpfung eingerechnet. Zweitens ist der Langdraht endgespeist und hat die Dachrinne als Gegengewicht, das mitstrahlt. Die Antennensimulation NEC rechnet Draht, Gegengewicht und Boden zusammen durch und liefert das Abstrahldiagramm für die Prognose.

Aussichtskarte, MUF und Dämpfung

Dieselbe Rechnung gibt es auch ohne Ziel für die ganze Welt: Die Ebene **Aussicht** färbt in Zellen von $10^\circ \times 10^\circ$, wohin auf dem gewählten Band zur gewählten Stunde etwas gehen sollte, für Beam oder Draht. Die Ebene **MUF** zeigt die höchste nutzbare Frequenz, die Ebene **Dämpfung** die Absorptionskarte der D-Schicht (D-RAP) von NOAA: gefärbt, wo das gewählte Band gerade merklich geschluckt wird.



Die Aussichtskarte für 15 m und den Beam um 16 UTC (Monatsmedian, SSB, 100 W): Je grüner die Zelle, desto besser die erwartete Zuverlässigkeit, dunkel heisst kaum Aussicht. Mit den Pfeilen im Fenster wandert man durch die Stunden.

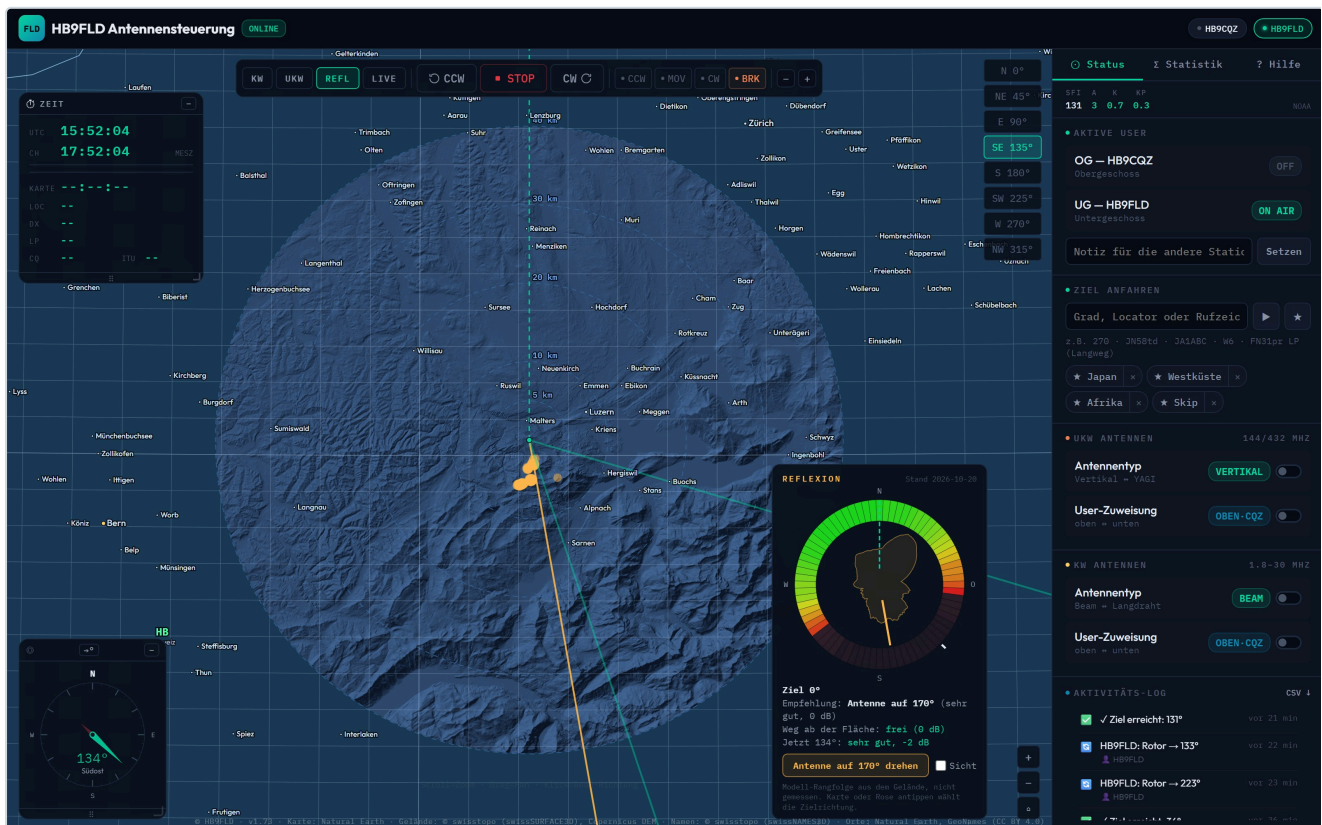
Wichtig: Das ist ein Monatsmedian und keine Vorhersage für heute. Bei Sonnenstürmen oder Sporadic-E stimmt er nicht, und die Antennen sind vereinfacht. Wie gut die Prognose zu unserer Anlage passt, zeigen erst die gesammelten eigenen Meldungen.

UKW im Gelände: die Reflexionskarte

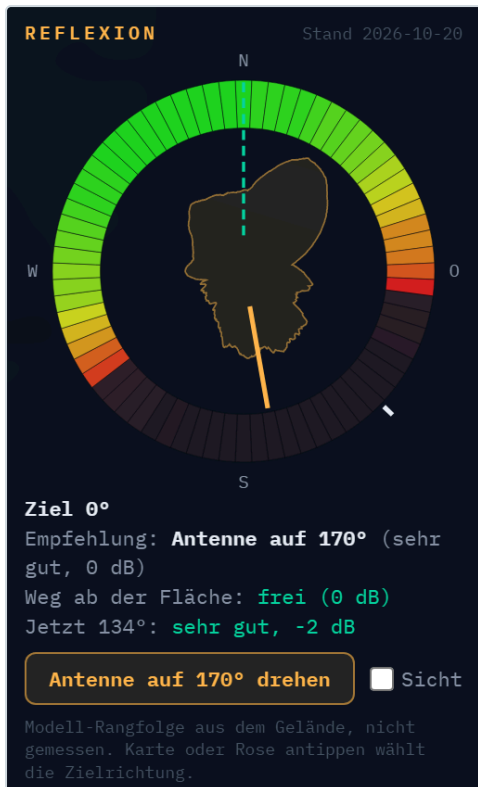
Bei uns gibt es auf UKW keinen direkten Weg: Wir sind durch das Gelände abgeschattet und haben in keine Richtung freie Sicht. Funken geht nur über Reflexionen an Hängen und Felsen, und nach Norden ist ohne Reflexion gar nichts möglich. Im Betrieb haben wir gelernt, die Antenne dafür

dorthin zu drehen, wo es am besten zurückkommt, bei Zielen im Norden also nach Süden. Genauer nachgerechnet hatten wir das nie. Mit der Ansicht **REFL** tun wir es jetzt.

Grundlage sind die Höhendaten von swisstopo, ein Oberflächenmodell mit Wald und Gebäuden, in der Nähe der Antenne bis auf 4 m genau. Für jede Geländefläche, die die Antenne sieht, schätzt das Programm, wie viel Signal sie Richtung Ziel zurückwirft. Es berücksichtigt den Antennengewinn in dieser Richtung, die Entfernung, die Neigung der Fläche und ihr Material (Wiese, Geröll, Fels oder Wald) und ob der Weg von der Fläche zum Ziel frei ist oder von einem Hügel verdeckt wird. Das Ergebnis ist eine Rose: Für jede Zielrichtung steht die beste Antennenrichtung samt Güteklasse. Auf der Karte sind die wichtigsten reflektierenden Flächen markiert. Ein Klick wählt die Zielrichtung, gedreht wird erst auf Knopfdruck.



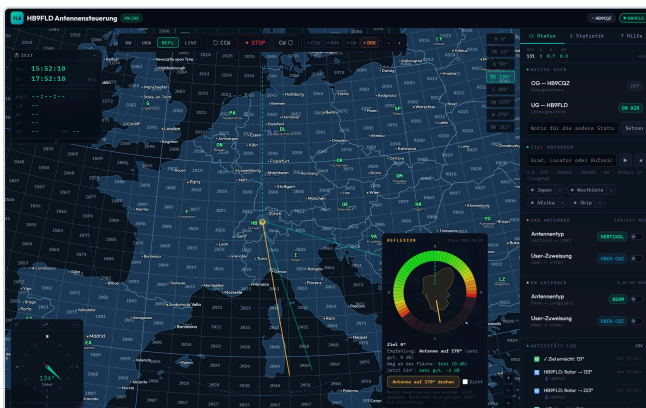
Die Reflexionskarte im Umkreis von 40 km um die Antenne. Orange die Flächen, die für ein Ziel im Norden am meisten Signal zurückwerfen, gestrichelt die Zielrichtung, orange Linie die empfohlene Antennenrichtung (170°), grün der Strahl der Yagi. Dünn eingezeichnet das Raster der Locator-Unterfelder, unten rechts die Rose.



Die Rose: Der Ring zeigt die erreichbare Güte für jede Zielrichtung (grün gut, rot schwach), innen der Horizont.

Die Rose fasst alles zusammen. Im Ring sieht man auf einen Blick, in welche Richtungen es leicht geht und wo es schwierig wird. Im Inneren steht der Horizont der Antenne: das Gelände, das sie direkt sieht. In allen Richtungen liegt dort ein Hang im Weg: Die Reflexion ist der einzige Weg, und das Programm sagt, auf welche Fläche man zielen soll.

Für Ziele im Norden empfiehlt es die Antenne auf 170°, also nach Süden auf die Hänge. Das deckt sich mit dem, was wir im Betrieb erleben. Systematisch geprüft haben wir es noch nicht: Es ist ein vereinfachtes Modell und keine Feldstärkerechnung, und Wald, Schnee und Wetter sind nur grob erfasst.



Dieselbe Karte weit herausgezoomt: Die Zielrichtung nach Norden läuft über Norddeutschland, die empfohlene Antennenrichtung zeigt in die Gegenrichtung.



Ganz hineingezoomt: In der Nähe der Antenne ist das Gelände bis auf 4 m genau gezeichnet, dazu die Namen der Hügel und Gipfel und die Namen der Locator-Unterfelder. Die orangen Flächen sind die Hänge, die für das Ziel im Norden das meiste Signal zurückwerfen.

Stolpersteine unterwegs

Beim Ausprobieren an der echten Anlage sind einige Dinge aufgefallen, die die Software heute abfängt. Der Motor startet erst 3,2 Sekunden nach dem Befehl, weil die LOGO! zuerst die Bremse löst; die Steuerung wartet darauf, statt den Rotor für blockiert zu halten. Das Potentiometer des Rotors rauscht bei laufendem Motor um bis zu 15°; ein Filter wirft solche Ausreisser weg. Die Anlage soll nie versehentlich eingeschaltet bleiben: Der Server gleicht alle zehn Sekunden ab, ob sie zu den Anmeldungen passt. Und jede neue Version wird zuerst getestet, die alte bleibt als Rückfall bereit.

Wie das Projekt entstanden ist

Ich bin in der Elektrotechnik tätig, habe aber keine grosse Erfahrung mit dem Programmieren. Den Programmcode hat deshalb grösstenteils ein KI-Assistent geschrieben: **Claude** von Anthropic, im Werkzeug Claude Code. Meine Aufgabe: in Worten genau beschreiben, was die Steuerung tun soll, alles an der echten Anlage ausprobieren und Fehler zurückmelden. Die Hauptentwicklung fand im Februar 2026 statt, seither läuft die Oberfläche im täglichen Betrieb. Im Oktober ist in wenigen Tagen das dazugekommen, was die Seite für mich am spannendsten macht: LIVE, die Prognosen, die Aussichtskarte und die Reflexionskarte.

STEUERUNG	PROGRAMMCODE	AUTOMATISCHE TESTS	KARTENANSICHTEN
LOGO! 8	12 277 Zeilen	540	4

Der Code liegt versioniert in einem privaten GitHub-Repository, und die automatischen Tests prüfen Rotorlogik, Karten, Prognosen und Sicherheit, teils mit echten Messreihen von der Anlage und echten Ausgaben von VOACAP, NEC und NOAA.

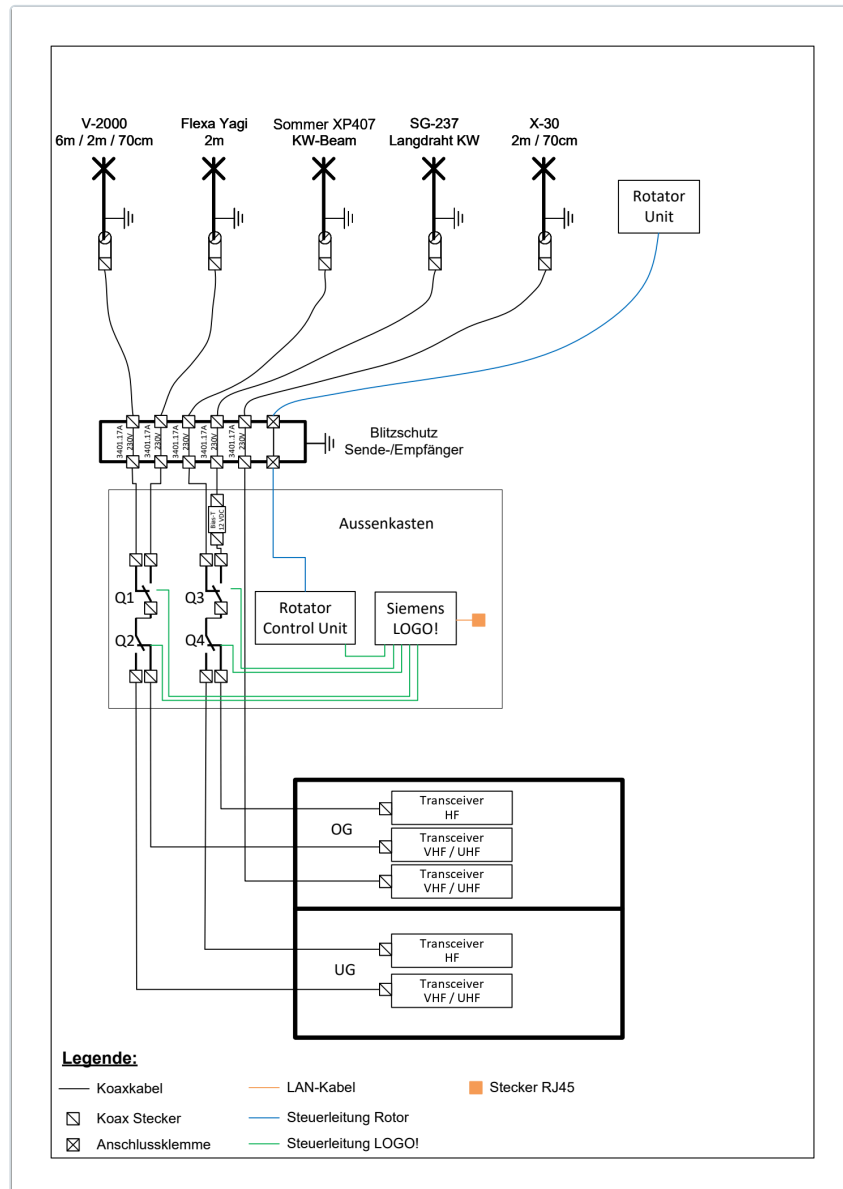
Fazit und Ausblick

Für mich als Funkamateurliebeskinder wäre dieses Projekt ohne KI nicht machbar gewesen: Der Aufwand wäre neben Beruf und Familie viel zu gross gewesen. Mit einem KI-Assistenten konnte ich mich auf das konzentrieren, was ich kann: die Anlage verstehen, genau beschreiben, was sie tun soll, und alles an der echten Hardware prüfen. Eindrücklich ist, wie viel sich zwischen Februar und Oktober verbessert hat. Am Anfang machte der Assistent viele Fehler, heute versteht er meine Anliegen sehr gut und setzt sie meist fehlerfrei um. Das liegt an der Technik und daran, dass ich gelernt habe, meine Aufträge präzise zu formulieren.

Die Gefahren sind real: Ein Assistent kann überzeugend Falsches liefern und kennt unsere Anlage nicht. Das gilt auch für die Prognosen und Empfehlungen: Sie sind Rechenmodelle mit Annahmen und ersetzen weder eine Messung noch das Ohr am Empfänger. Die Verantwortung für alles, was sich am Mast bewegt, bleibt beim Operator. Wer skeptisch ist, hat gute Gründe; wer es ausprobieren will, sollte klein anfangen und nie blind vertrauen. Die Steuerung ist nur im Heimnetz und über VPN erreichbar, nicht offen im Internet.

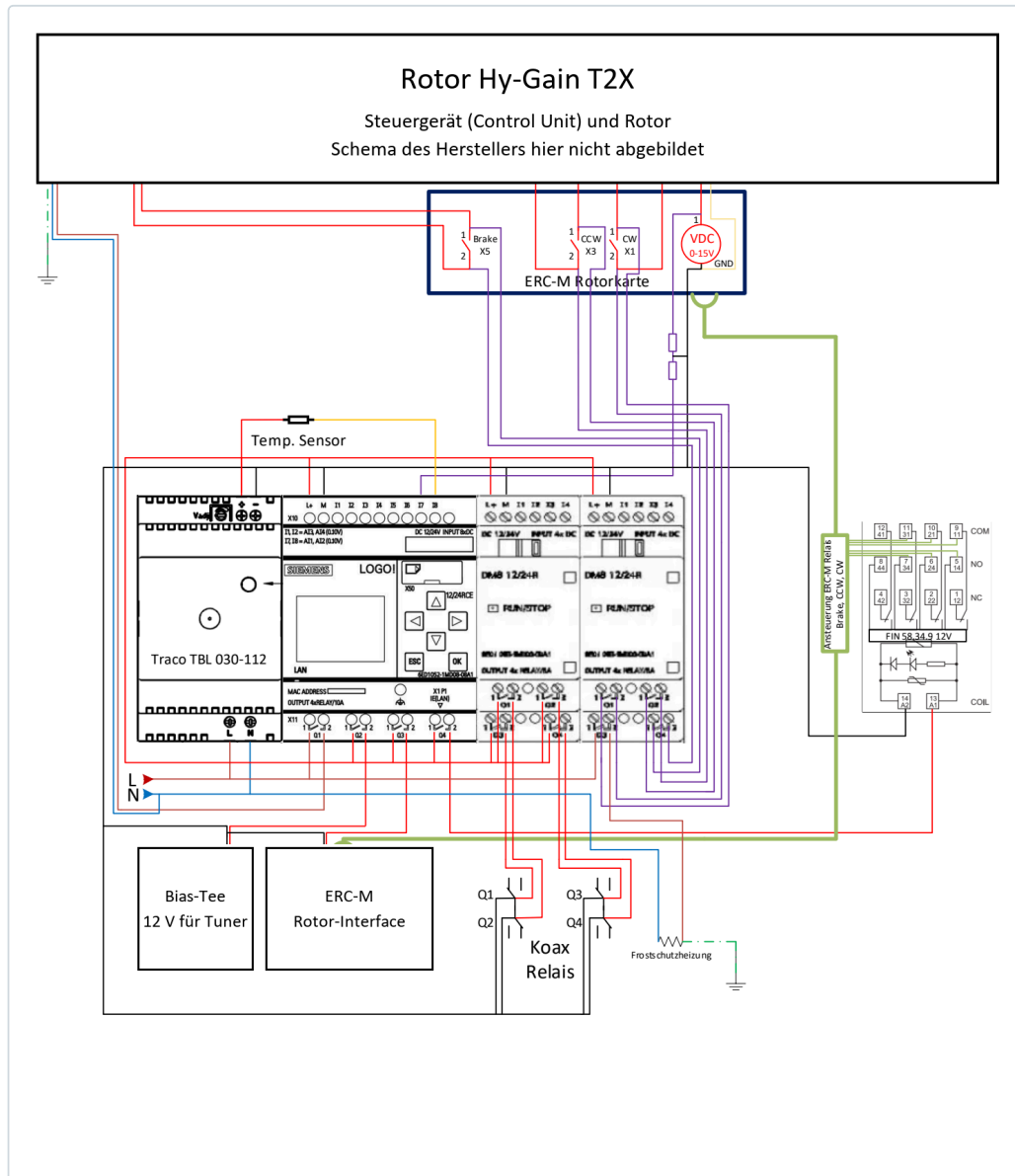
Als Nächstes werden wir aus, was im Funkbetrieb tatsächlich gehört wurde. Die Anlage protokolliert jede Meldung zusammen mit der geschalteten Antenne und der Rotorrichtung. Damit prüfen wir, ob die Prognose für Beam und Langdraht stimmt und ob die Reflexionsempfehlung auf 2 m funktioniert. Danach wissen wir, welchen Zahlen wir trauen dürfen.

Anhang: Prinzipschema



Übersicht der Anlage. Die Antennen laufen über einen Blitzschutz in den Aussenkasten. Dort verteilen die Koaxialrelais Q1–Q4 die beiden UKW-Antennen und die beiden KW-Antennen auf die Geräte im OG und im UG. Das Bias-Tee speist den Tuner SG-237 des Langdrahts mit 12 V. Die X-30 ist fest mit einem Gerät im OG verbunden.

Anhang: Stromlaufschema Aussenkasten



Oben als Kasten das Steuergerät des Hy-Gain T2X (Herstellerschema nicht abgebildet) mit der eingebauten ERC-M-Rotorkarte (Bremse, CCW, CW und Positionsspannung). Unten der Aussenkasten mit LOGO! 8, zwei Erweiterungsmodulen, Koaxialrelais Q1–Q4 und Bias-Tee. Temperaturfühler und Frostschutzheizung sind eingezeichnet, aber nicht umgesetzt.

© 2026 HB9FLD. Weitergabe und Wiederverwendung nur mit Quellenangabe. Alle genannten Produktnamen sind Marken ihrer Inhaber. Prognosen und Empfehlungen sind Rechenmodelle ohne Gewähr; Nachbau und Betrieb auf eigene Verantwortung.

Quellen. Karten: Natural Earth. Orte: GeoNames (geonames.org), CC BY 4.0. Gelände und Namen: © swisstopo (swissSURFACE3D, swissALTI3D, swissNAMES3D) und Copernicus DEM GLO-30: produced using Copernicus WorldDEM-30 © DLR e.V. 2010–2014 and © Airbus Defence and Space GmbH 2014–2018 provided under COPERNICUS by the European Union and ESA; all rights reserved. The organisations in charge of the Copernicus programme by law or by delegation do not incur any liability for any use of the Copernicus WorldDEM-30. Das Projekt wird von den Copernicus-Stellen nicht unterstützt oder empfohlen. Ausbreitung: WSPRnet, PSKReporter, NOAA Space Weather Prediction Center. Rechenprogramme: VOACAP (NTIA/ITS), NEC (nec2c).