Optimierung der quadrifilaren Helixantenne des Weatherman-Sets der Fa. Vierling

Matthias Bopp DD1US 06.März 2014

Hallo,

derzeit werden per Ebay regelmäßig Wettersatelliten-Empfangssets bestehend aus Empfänger und Antenne von der Firma Vierling angeboten. Es handelt sich mit den gehandelten 99-130 Euro meines Erachtens um sehr günstige Angebote. Das Set wurde übrigens früher von der Firma Conrad Electronic für 499 Euro angeboten.

Informationen zu den Sets sind direkt bei der Firma Vierling auf deren Homepage abrufbar. Hier die Links:
http://www.vierling.de
http://www.vierling.de/de/unternehmen/karriere/ausbildung/weatherman-bau-eines-wetter-satellitenempfaengers/
http://www.vierling.de/fileadmin/files/downloads/70351.202_V1_3_Weather_Satellite_Receiver_de.pdf

Die Sendung kommt prima verpackt und der Empfänger ist betriebsfertig montiert. Hier einige Bilder des Gerätes. Der Aufbau ist sehr professionell ausgeführt.

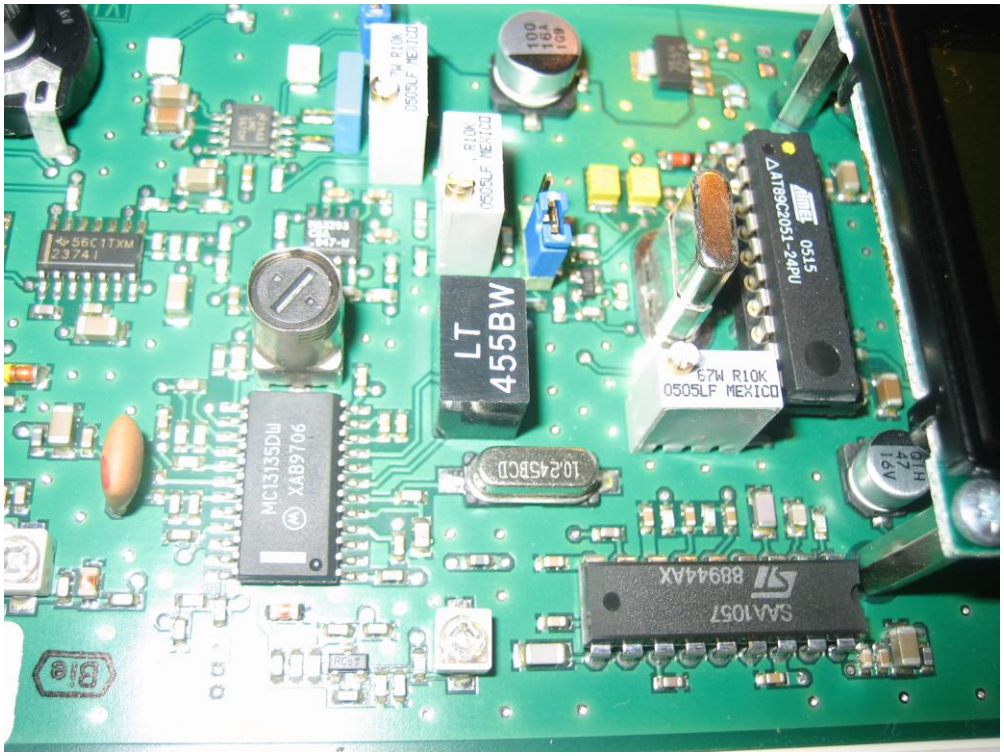
Ich habe den Empfänger an verschiedenen Antennen getestet und hatte auch Vergleichsempfänger zur Verfügung. Er schlägt sich ausgezeichnet.

VIERLING
351.2001/1 A4

VIERLING
351.2001/1 A4

Signal
Antenna
input

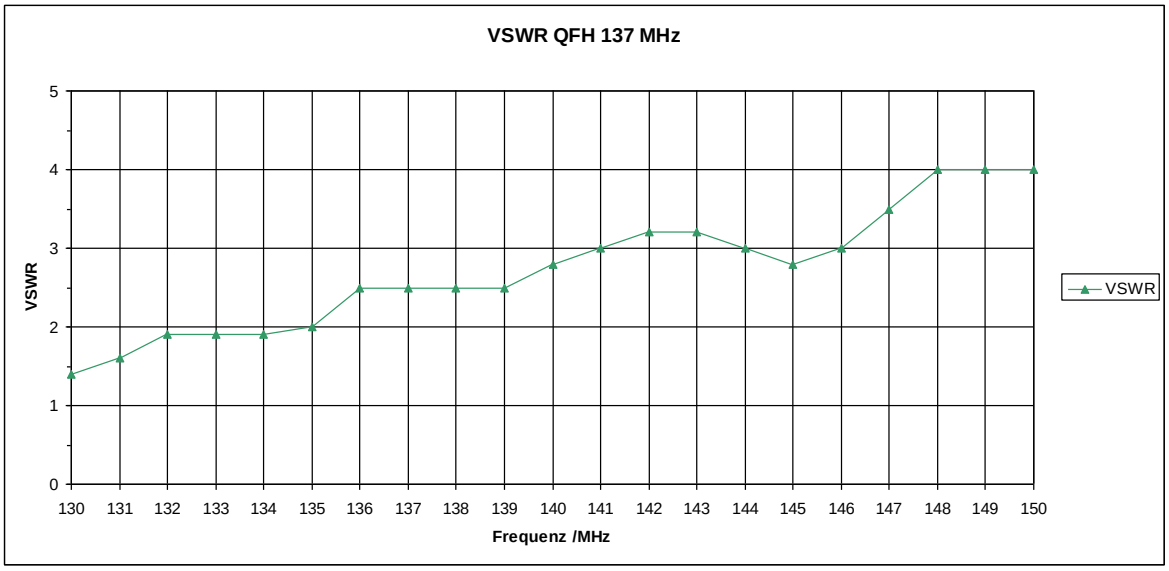
PC
V.24
9-15V DC


LT
455BW
MC13135DW
XAB9706
SAA1057
AT89C2051-24PU
0505LF MEXICO

Die Antenne ist ein Bausatz. Die Anleitung ist klar verständlich und damit ist der Zusammenbau recht schnell vorgenommen. Ein Mastrohr aus Aluminium ist vorhanden. Eine Mastschelle, um dieses an einem anderen Rohr zu befestigen ist allerdings nicht dabei. Gegebenenfalls ist auch direkt ein Mastfuß zu verwenden, wenn die Antenne beispielsweise auf dem Balkon aufgestellt werden soll. Anbei Bilder der Antenne, wie sie bei mir provisorisch auf dem Balkon aufgestellt war.

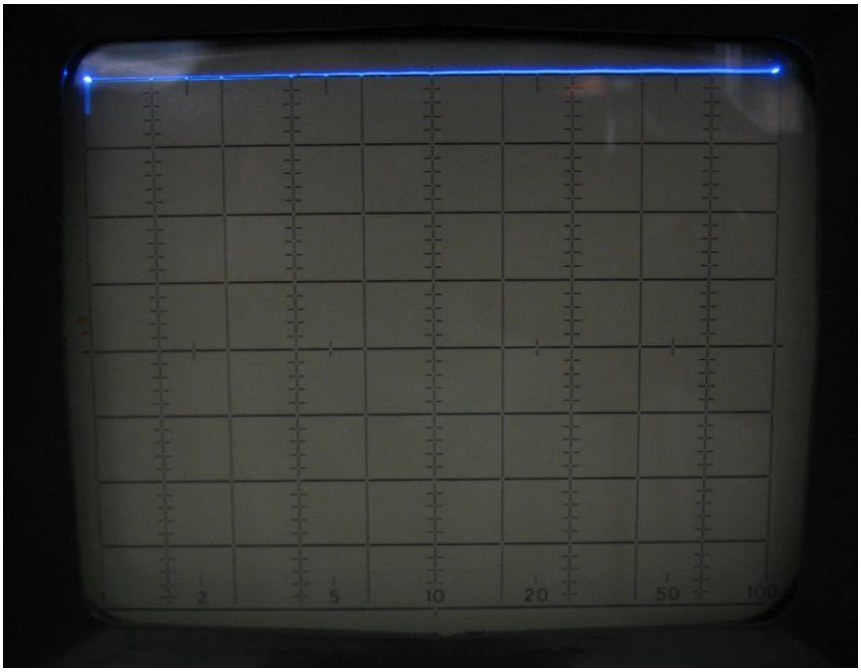
Als Vergleichsantenne für diverse Experimente wurde eine vertikal polarisierte aktive Stabantenne verwendet, welche ca. 4m höher auf dem Hausdach montiert ist.

Ich war von den Empfangsergebnissen mit der QFH etwas enttäuscht und habe deshalb deren Anpassung gemessen. Anbei sehen Sie die gemessene Anpassung im Frequenzbereich zwischen 130 MHz und 150 MHz. Die Stufen in der Kurve sind sicherlich auf Ableseungenauigkeiten am Messgerät zurückzuführen.

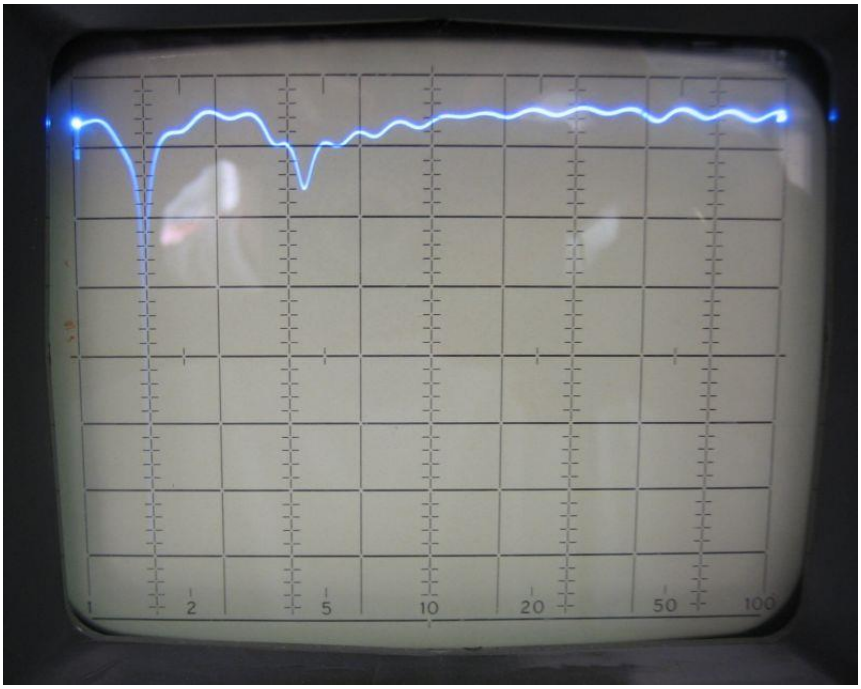


Die beste Anpassung wird also bei ca. 130 MHz erreicht, wobei nicht klar ist ob das absolute Minimum noch darunter liegt. Im gewünschten Frequenzbereich 137-138 MHz war das VSWR nur ca. 1:2,5. Dies kann zwar für eine Empfangsantenne noch akzeptabel sein, bedenklicher für mich war aber, dass ggf. die ganze Antenne nicht optimal für 137.5 MHz dimensioniert sein könnte !?

Deshalb habe ich weitere Messungen mit Hilfe meines Netzwerkanalysators durchgeführt. Da das Kabel (RG-58) der Antenne mit mehr als 10m recht lang ausgelegt ist, konnte ich die Antenne auf dem Balkon belassen und im Arbeitszimmer mit meine Netzwerkanalysator die Messungen durchführen. Hier zunächst die Referenzkurve der Anpassung bei kompletter Fehlanpassung:



Die vertikale Teilung ist 10db/div, die Referenzkurve oben stellt 0 dB Anpassung dar. Die horizontale Skala beginnt links mit ca. 100MHz und endet rechte bei ca. 200 MHz. Die Frequenzachse ist mit etwas Vorsicht zu genießen, da mein doch schon betagter Wobbelsender eine deutliche Temperaturdrift aufweist. Man sieht im nächsten Bild eine deutliche Resonanz mit guter Anpassung bei ca. 110 MHz und dann eine weitere weniger ausgeprägte Resonanz bei 130 MHz. Ich habe diese hinsichtlich der Frequenz genau ausgemessen: sie lag bei 130 MHz.

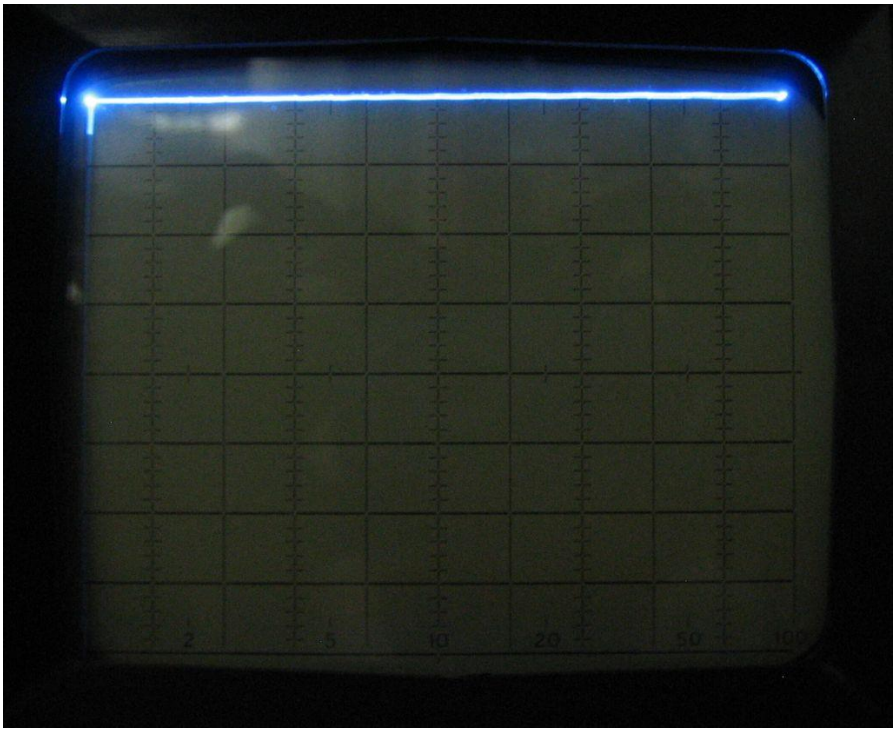


Die Messung entspricht also der vorhergehenden VSWR-Messung: ein lokales Minimum bei ca. 130 MHz und dann eine schlechter werdende Anpassung zu höheren Frequenzen. Das besonders ausgeprägte Minimum bei 110 MHz war für mich sehr erstaunlich. Nun habe ich die Antenne doch genauer untersucht, und auch den Anschlusskasten inspiziert. Dabei habe ich festgestellt, dass er keinerlei Symmetrierung enthält. Das 50Ohm Koaxialkabel ist direkt mit den beiden Schleifen verbunden. Anbei Bilder:

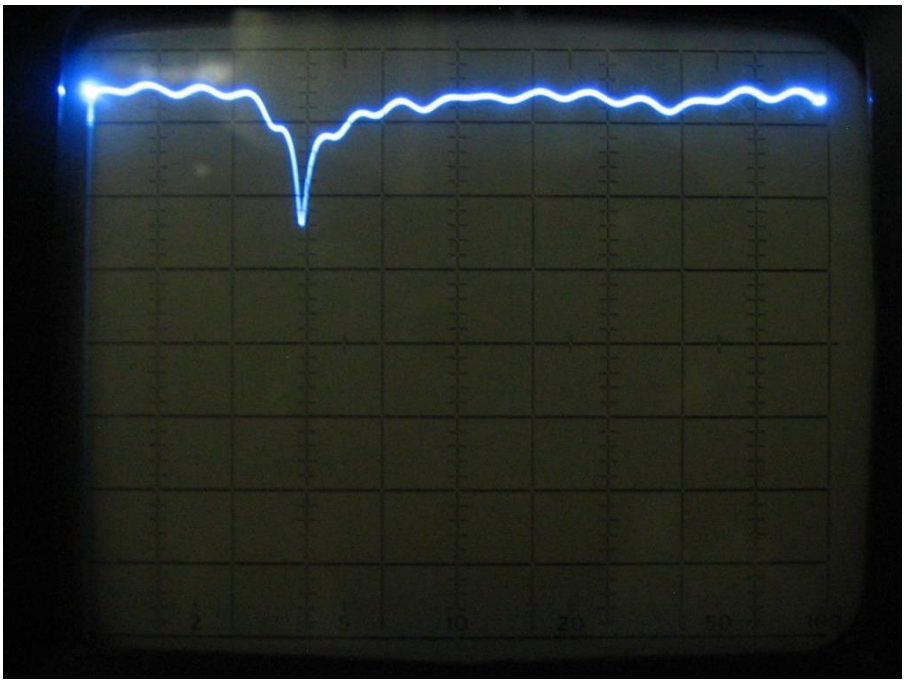
Ich habe mich entschieden, einen Leitungsbalun einzufügen. Hierzu habe ich das RG-58 Kabel auf eine vorhandene Aluminiumhülse gewickelt (6 Windungen) und dann mit etwas Isolierband fixiert. Der fertige Leitungsbalun hat einen Durchmesser der erlaubt, dass der Balun mit dem Anschlusskasten in das zentrale Aluminiumrohr versenkt werden kann. Er ist also nach der Modifikation nicht mehr sichtbar und gut vor Witterungseinflüssen geschützt. Hier ein Bild:

Leitungsbalun (6 Windungen RG-58 auf Aluminiumhülse mit Isolierband fixiert)

Nach dem Zusammenbau habe ich wieder die Messung von zuvor wiederholt und folgende Ergebnisse erhalten:



Referenzlinie



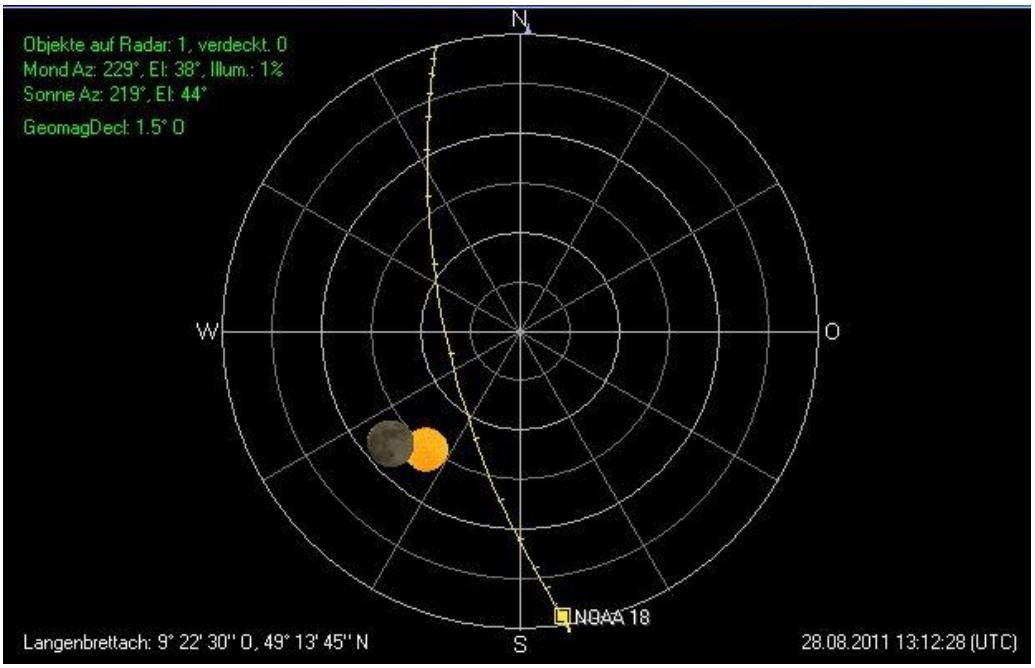
Anpassung mit Balun

Wie zu sehen ist, ist die Resonanz bei 110 MHz komplett verschwunden (später habe ich festgestellt, dass sie in der Frequenz weiter nach unten verschoben wurde). Die Resonanz bei 130 MHz hat sich in der Frequenz nicht verschoben (dies wurde genau nachgemessen), jedoch ist sie ausgeprägter und mit ca. 25dB Anpassung auch besser. Die bessere Symmetrierung dürfte sich auch auf das Strahlungsdiagramm positiv ausgewirkt haben. Dieses kann ich aber nur vermuten und nicht messtechnisch nachvollziehen.

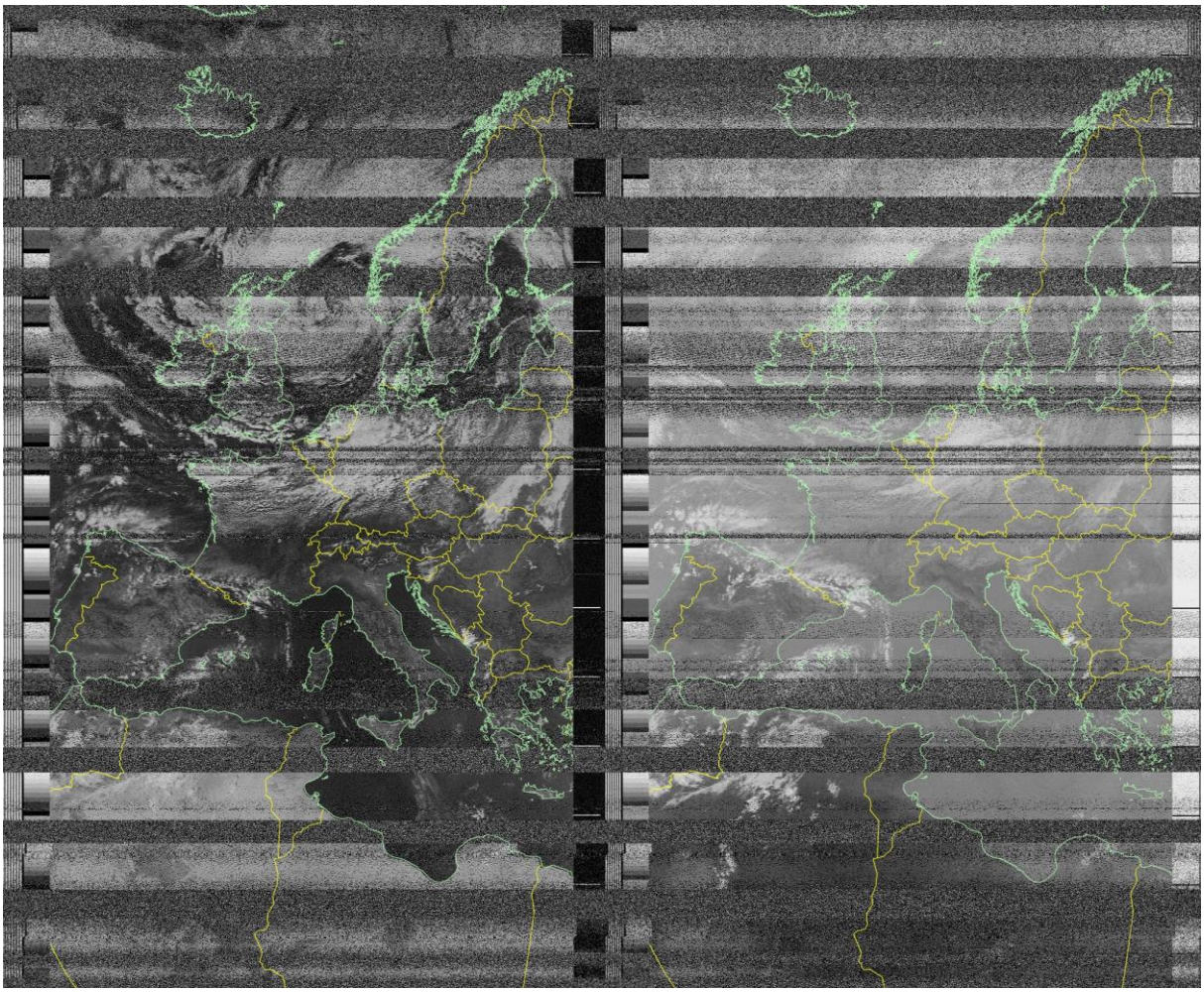
Leider ist aber die Resonanzfrequenz immer noch zu tief !

Nun folgte ein praktischer Empfangsversuch von NOAA-19. Hierzu wurden die QFH-Antenne und die vertikal polarisierte Aktivantenne über einen manuellen Antennenumschalter mit dem Vierling-Empfänger verbunden.

Es wurde dann ein kompletter Überflug von NOAA-19 empfangen. Es war ein recht hoher S->N Transit mit einer maximalen Elevation von fast 70°, hier die Bahnkurve aus Sicht meines Standortes:



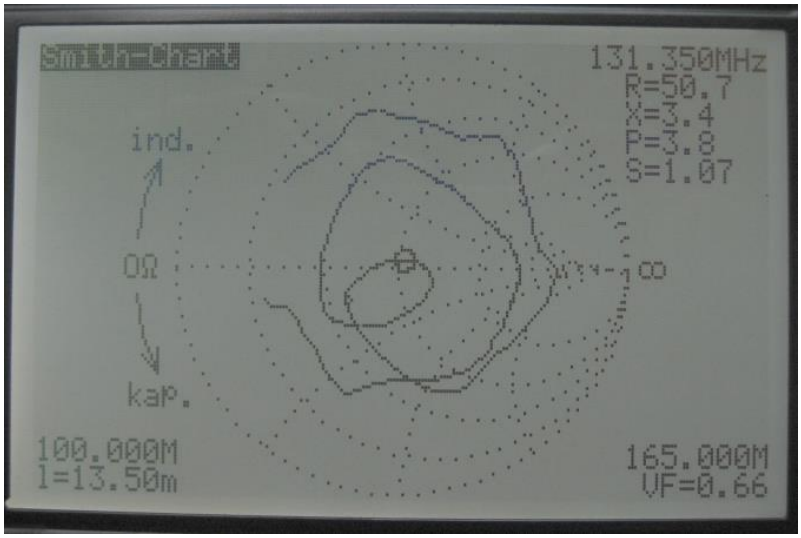
Um zwischen den beiden Antennen unterscheiden zu können wurde die Vertikalantenne jeweils etwas länger eingeschaltet (ca. 35 Sekunden) als die QFH-Antenne (ca. 25 Sekunden). Hier das resultierende Wetterbild:

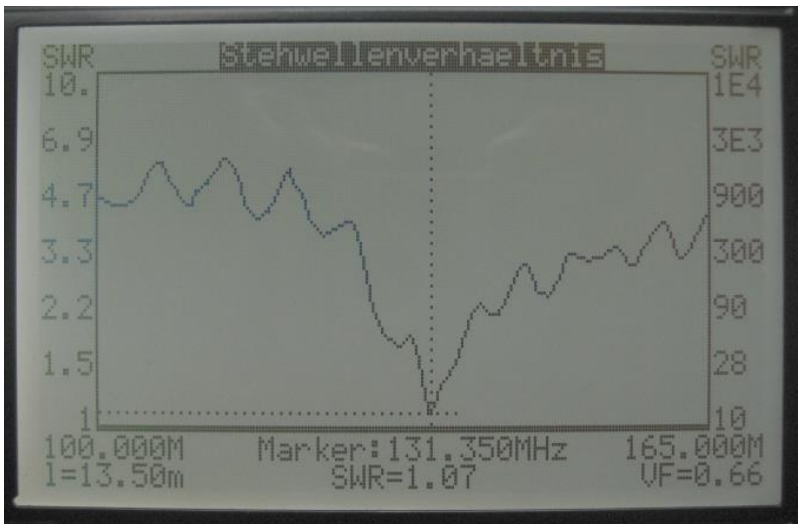


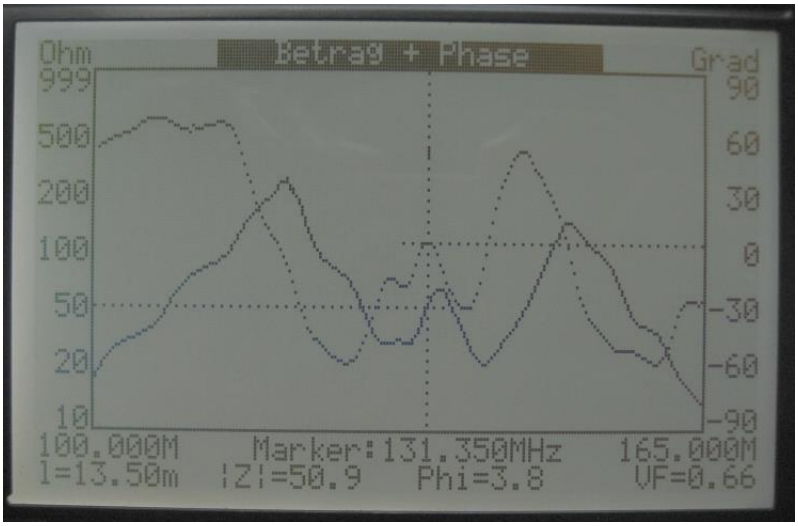
Wie zu sehen ist, ist die QFH-Antenne bei flachen Elevationswinkeln der vertikal polarisierten aktiven Stabantenne deutlich unterlegen. Dies kann zum Teil auch auf die niedrigere Höhe (auf Balkon) gegenüber der Vertikalantenne (auf dem Dach) zurückzuführen sein. Bei sehr hohen Elevationswinkeln hat die Vertikalantenne wie zu erwarten eine Nullstelle und die QFH ist besser geeignet. Insgesamt war ich aber immer noch nicht mit der QFH zufrieden / hätte ein besseres Ergebnis erwartet.

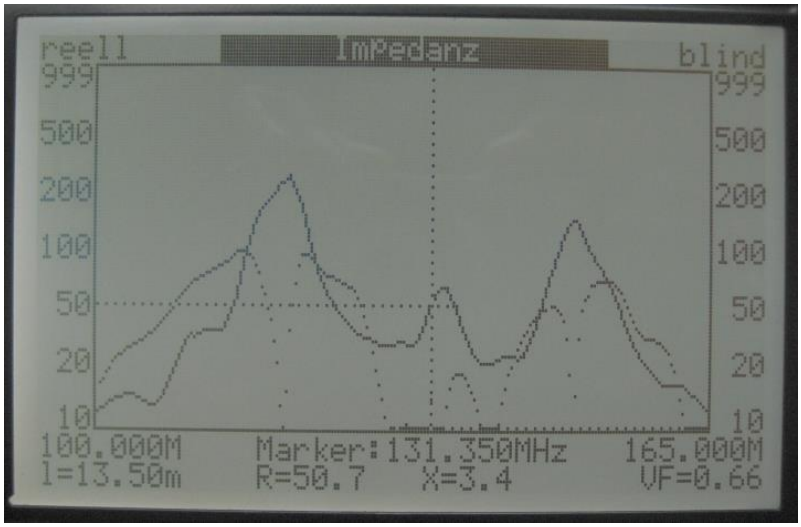
Auch weitere Empfangsversuche lieferten keine zufrieden stellende Ergebnisse und so machte ich weitere Messungen an der Antenne. Hierfür wurde mir von meinem Bekannten Marco Bauer ein Vector Antenna Analyzer des Typs „FA-VA MK II“ von www.funakmateur.de zur Verfügung gestellt. Dieser hat sich als sehr nützlich erwiesen, da er Dank integrierter Akkus und Display direkt an der Antenne betrieben werden kann.

Hier zunächst Messungen der Impedanz der QFH wie zuvor beschrieben (mit eingebautem Leitungsbalun):









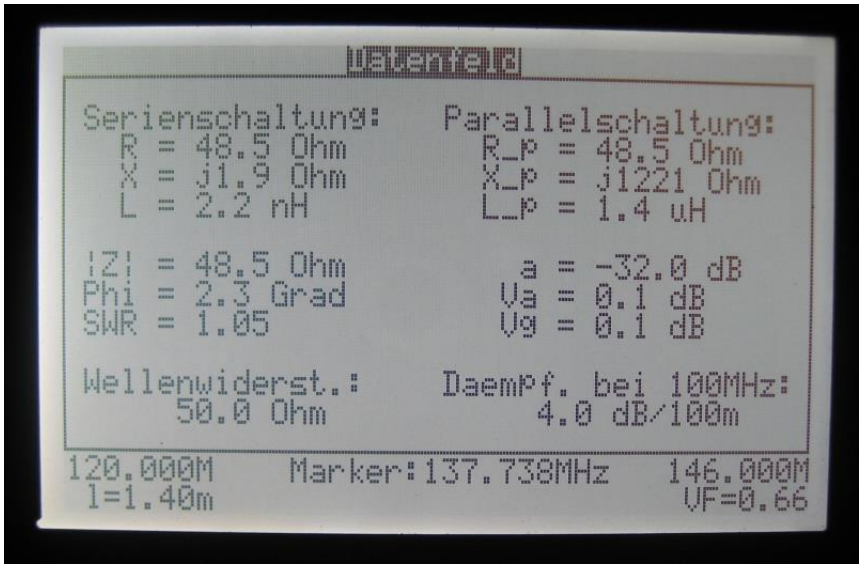
Wie man erkennt, liegt die Resonanzfrequenz der Antenne bei ca. 131.350 MHz und damit zu tief. Auch der Phasenverlauf der Impedanz ist nicht ideal. Ich kann mir nicht vorstellen, dass diese Antenne bei 137.5 MHz ein vernünftiges Strahlungsdiagramm aufweist.

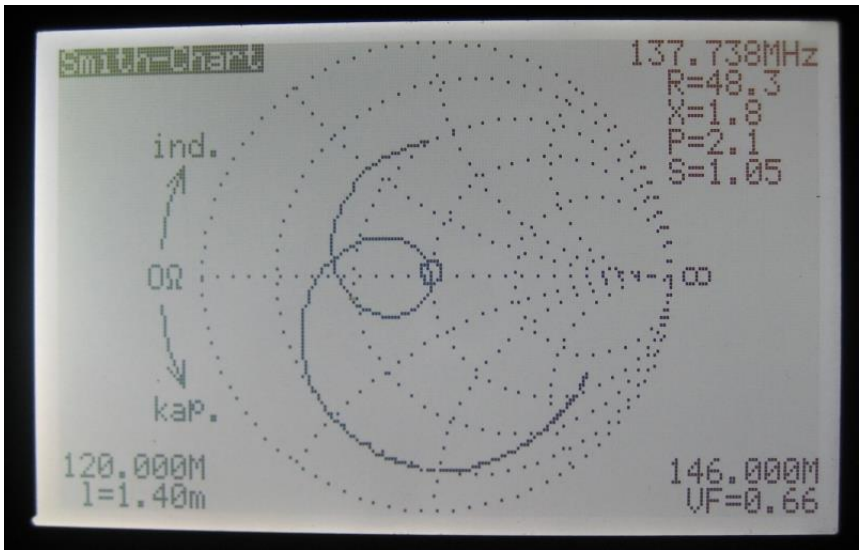
Es wurden nachfolgend eine Reihe von Optimierungsschritten durchgeführt, die ich aber nicht alle im Detail aufführen möchte. Im Wesentlichen wurden die folgenden Änderungen an der Antenne durchgeführt:

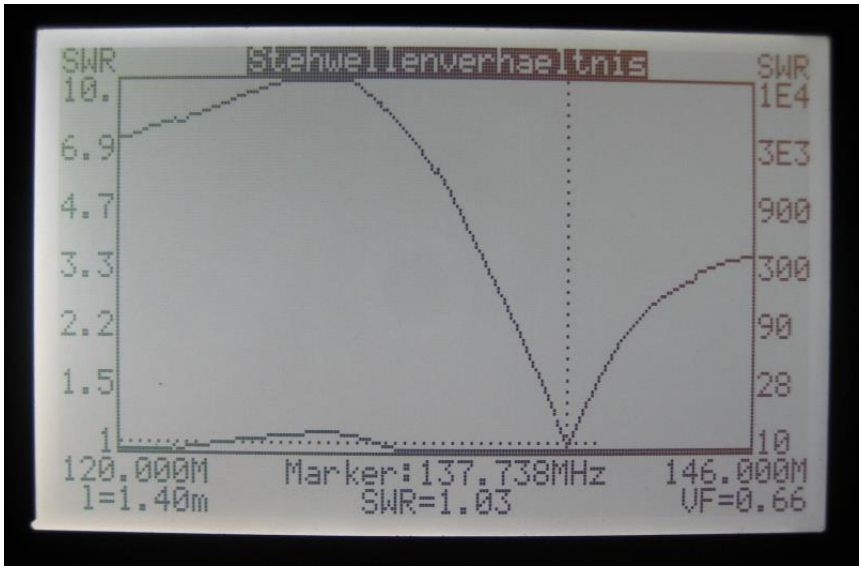
1.) Einbau eines Leitungsbaluns, 6 Windungen des RG58 auf einen nicht-magnetischen Kern wickeln (möglichst nah am Einspeisepunkt, bei mir ca. 5cm von diesem entfernt).
2.) Kürzen des Koaxialkabels so dass es gerade noch aus dem Aluminiumrohr heraus ragt und ein BNC Stecker montiert werden kann
3.) Versetzen der unteren Querstrebe der kürzen Wendel um 25mm nach oben
4.) Kürzen der senkrechten Messingstäbe (Flachmessing 10mmx2mm Querschnitt) der kürzeren Wendel um 29mm. Sie sind danach noch 950mm lang. Es müssen nach dem Kürzen Befestigungslöcher mit einem Durchmesser von 5mm gebohrt werden und in diese dann M6 Gewinde geschnitten werden
5.) Versetzen der unteren Querstrebe der längeren Wendel um 85mm nach oben
6.) Kürzen der senkrechten Messingstäbe (Flachmessing 10mmx2mm Querschnitt) der längeren Wendel um 91mm. Sie sind danach noch 997mm lang. Es müssen nach dem Kürzen Befestigungslöcher mit einem Durchmesser von 5mm gebohrt werden und in diese dann M6 Gewinde geschnitten werden
7.) Einfügen von Kunststoff-Spreizern (orange in den Bildern unten) in der Mitte der längeren Schleife um einen optimalen Windungsdurchmesser zu erreichen. Die Distanzstücke haben eine Länge von 58mm.
8.) Anschließend habe ich noch einen Vorverstärker mit 18dB Verstärkung und ca. 0,8 dB Rauschzahl direkt am Fußpunkt der Antenne montiert. Er wird über das Koaxialkabel zum Empfänger ferngespeist.

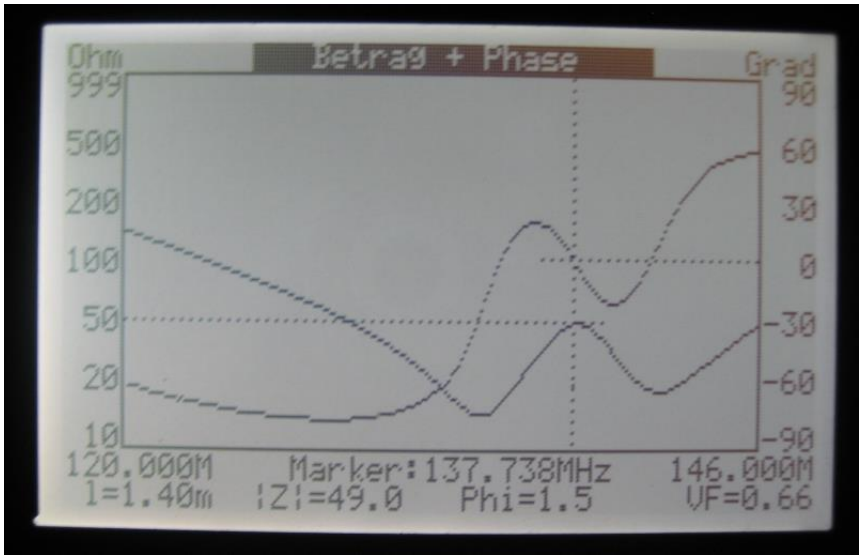
Hier Bilder der umgebauten Antenne. Wie Sie sehen sind nun einige Löcher in meinem Aluminiumrohr, welche Teile der Optimierungsschritte dokumentieren. Die Löcher wurden am Ende mittels Schrumpfschlauch verschlossen.

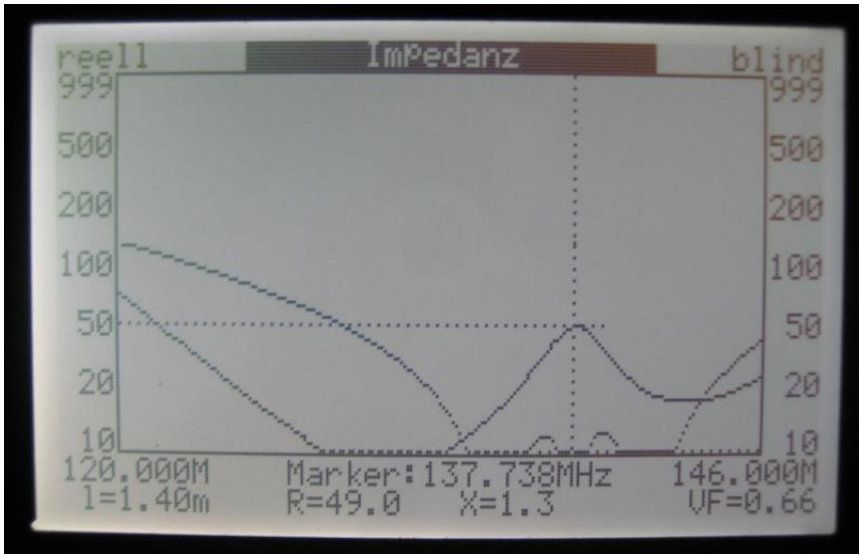
Schließlich nun die Messergebnisse. die an der optimierten Antenne ermittelt wurden.







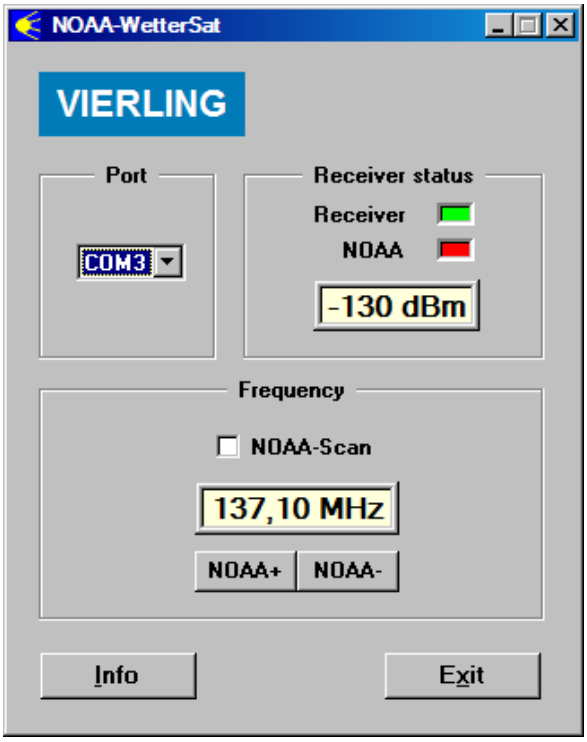




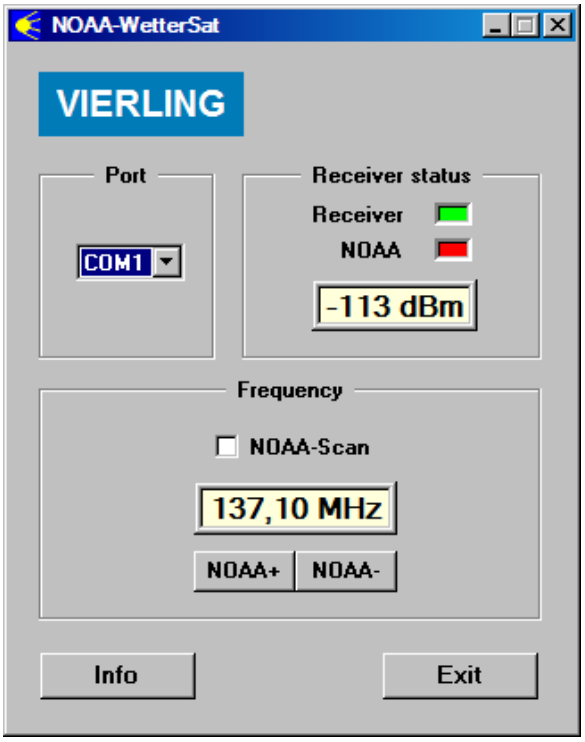
Wie Sie sehen können, lässt sich die Antenne auf die Sollfrequenz von ca. 137.5 MHz optimieren.
Alle Kurven inklusive der Phasenverläufe haben nun meines Erachtens eine Verlauf, wie man ihn aus einem Lehrbuch erwarten würde.

Zum Abschluss habe ich noch zwei Überflüge von NOAA18 und NOAA19 aufgenommen. Die Antenne stand dabei auf dem Balkon und war deshalb nach Süden und Norden ab mittleren Elevationswinkeln abgeschattet.

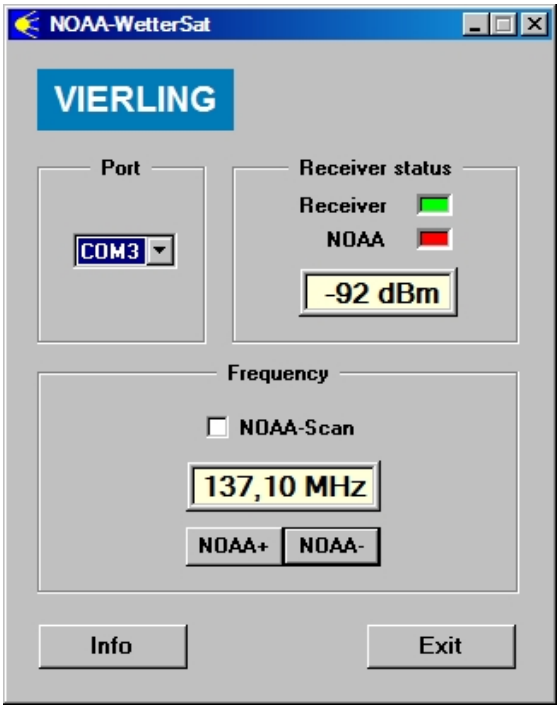
Zunächst noch einige Messungen des Empfangspegels unter verschiedenen Randbedingungen:



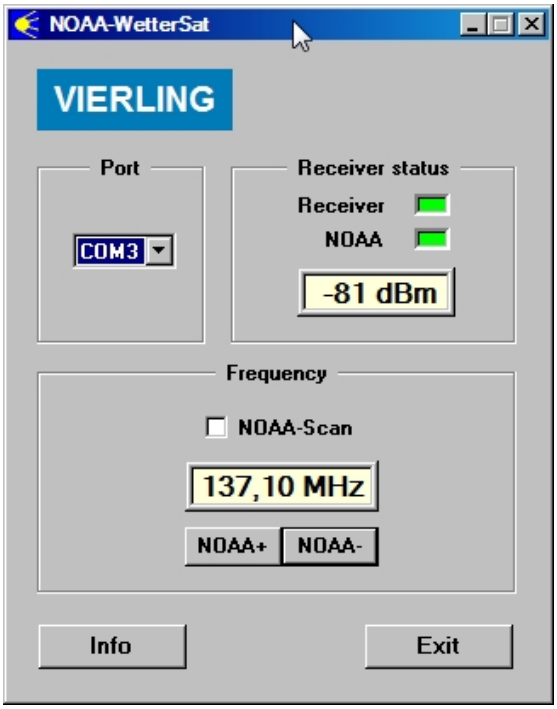
Empfängereingang offen, ohne Vorverstärker



Empfänger plus Vorverstärker,
Eingang mit 50 Ohm abgeschlossen



Empfänger mit Vorverstärker und Antenne

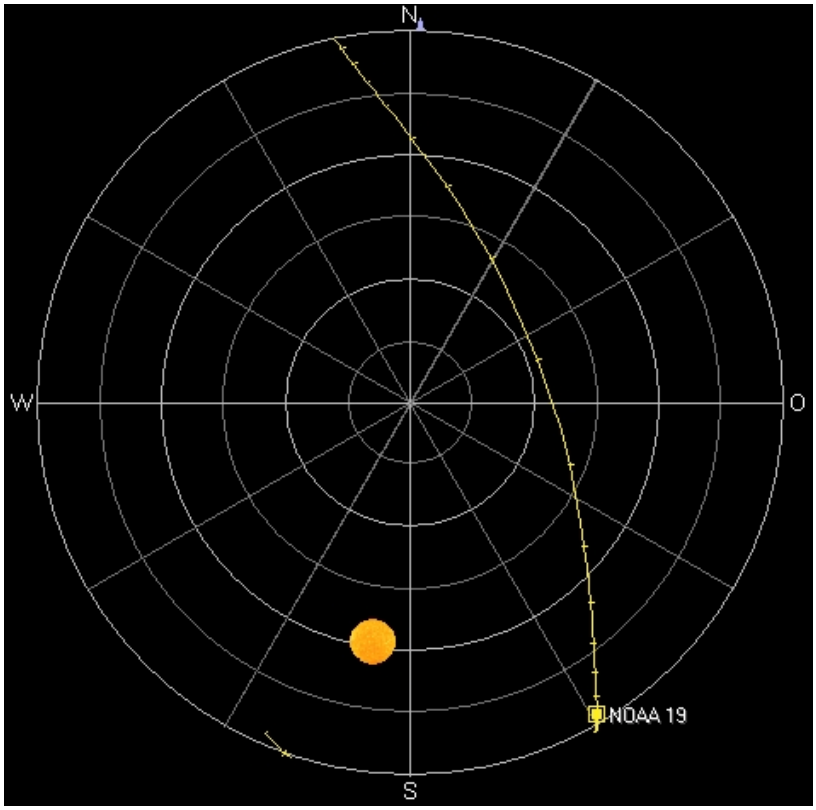


Empfänger mit Vorverstärker maximaler Pegel
von NOAA19

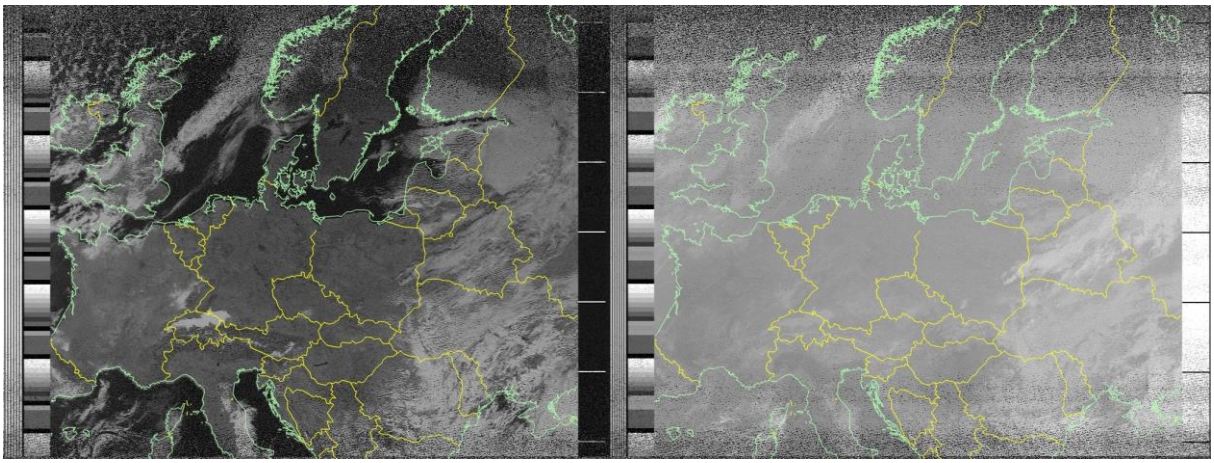
Der Empfänger zeigte mit angeschlossenem Vorverstärker, dessen Eingang mit einem 50Ohm Abschluss abgeschlossen war einen Anstieg von 17dB. Dies entspricht recht genau der Verstärkung des Vorverstärkers. Wird dann aber die Antenne angeschlossen, so steigt der Rauschpegel um 21dB auf -92 dBm an. Dies ist sehr

erstaunlich und ich kann mir ihn nur durch einen elektronischen Störnebel aus dem Arbeitszimmer, welches nur 2-3 Meter neben der Antenne gelegen ist, erklären. Der maximale Empfangspegel von -81dBm von NOAA19 ist wiederum sehr gut.

Hier die Bahnspur von NOAA19 während des Überfluges am 16.12.2011 um 11:45h UTC.

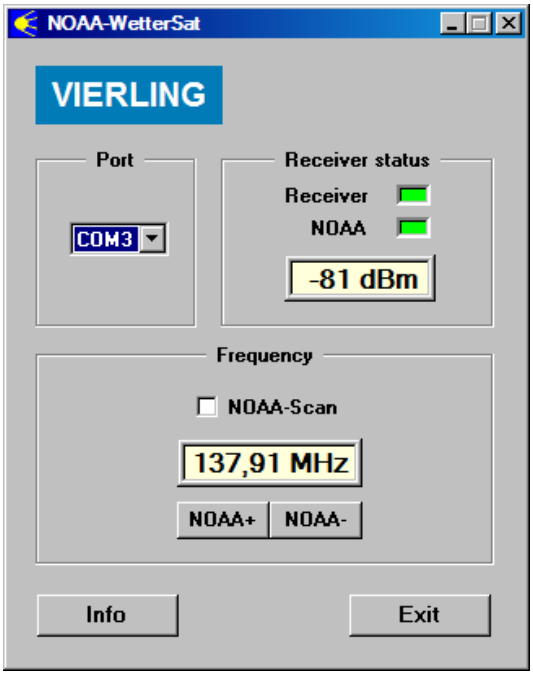


Hier das empfangene Bild von NOAA19 Überflug am 16.12.2011 um 11:45h UTC.

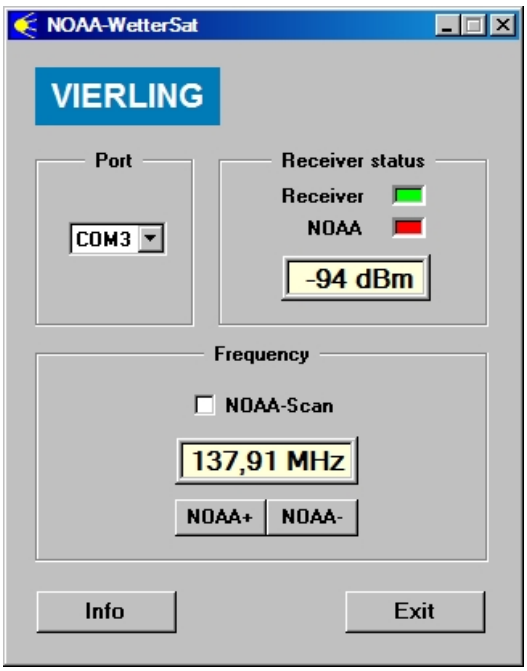


Ich hatte gehofft, mit der optimierten Antenne auch bei niedrigeren Elevationswinkeln „durch Haus und Scheune“ hindurch einen brauchbaren Empfang zu erreichen. Dies hat sich nicht bestätigt. Bei hohen Elevationswinkeln was das Signal aber sehr konstant.

Als nächstes wurde ein Überflug von NOAA18 empfangen. Hier die Empfangssignalpegel an der QFH:

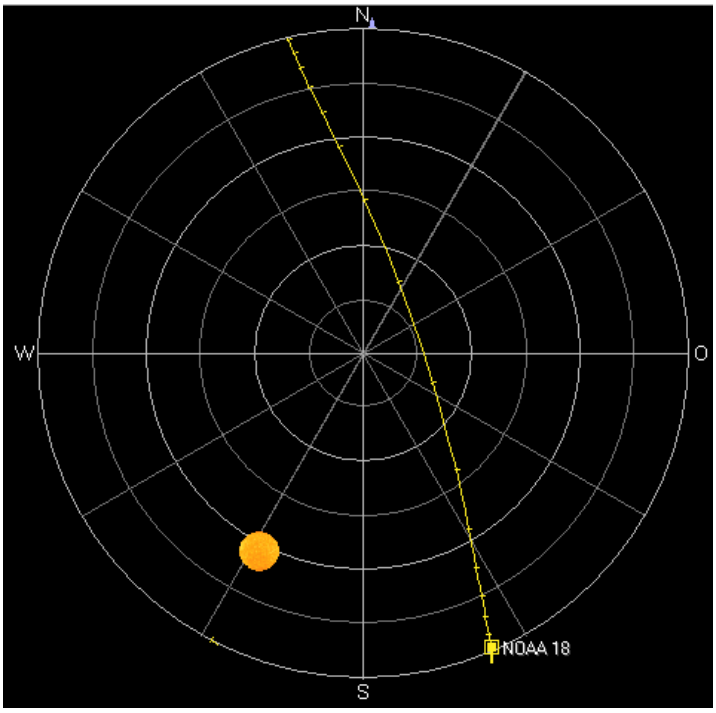


Maximaler Empfangspegel von NOAA18 incl. Vorverstärker beträgt -81dBm

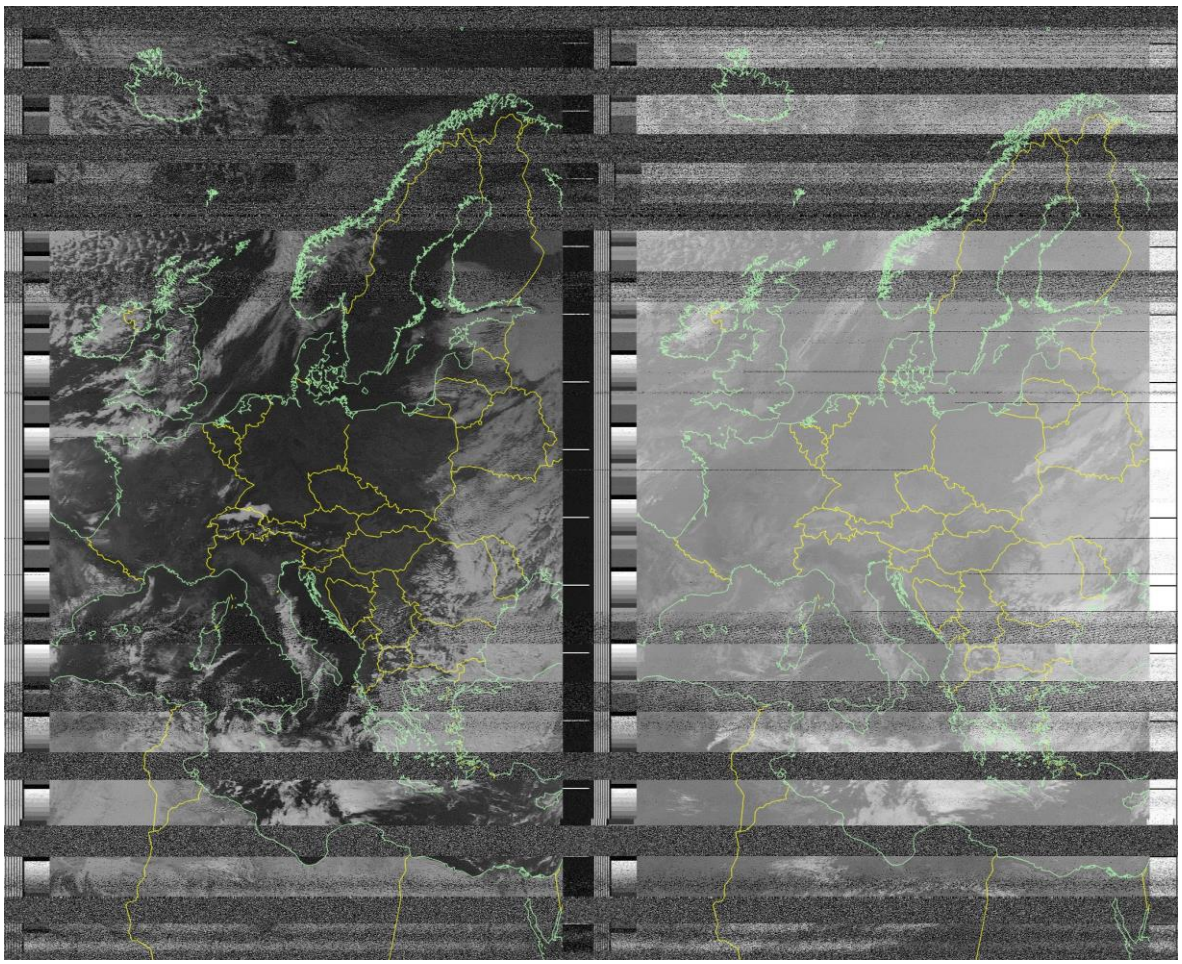


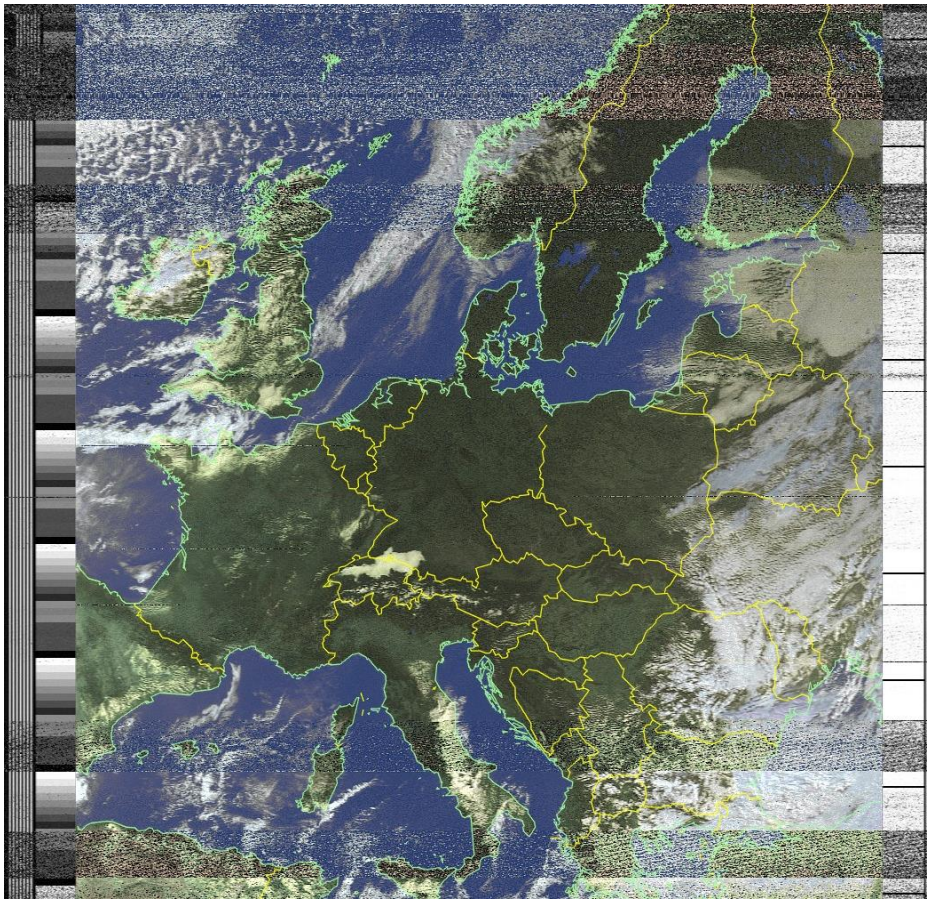
Empfangspegel ohne NOAA18 Signal mit Vorverstärker beträgt -94 dBm

Hier die Bahnspur von NOAA18 während des Überfluges am 16.12.2011 um 11:45h UTC.



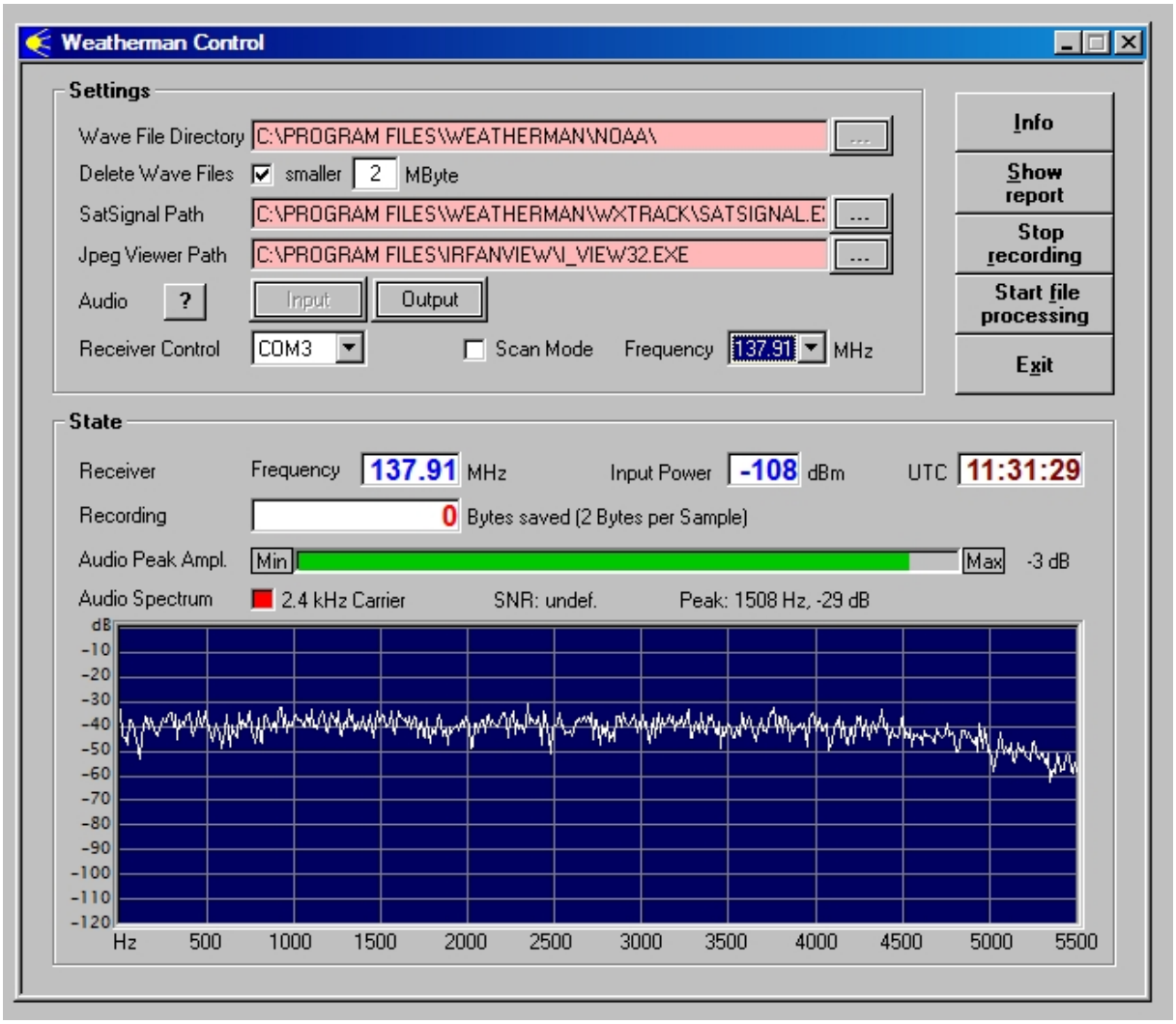
Um die Leistungsfähigkeit der QFH genauer beurteilen zu können, schaltete ich diesmal wieder zyklisch zwischen der optimierte QFH und der aktivenVertikalantenne um. Um die Signale der beiden Antennen unterscheiden zu können wurde die Vertikalantenne jeweils etwas länger eingeschaltet (ca. 35 Sekunden) als die QFH-Antenne (ca. 25 Sekunden). Hier das resultierende Wetterbild von NOAA19:



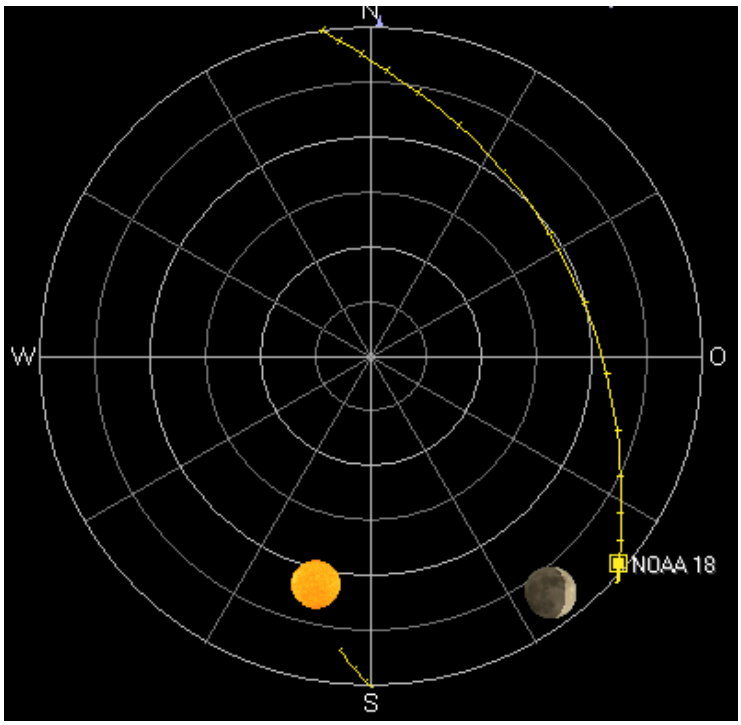


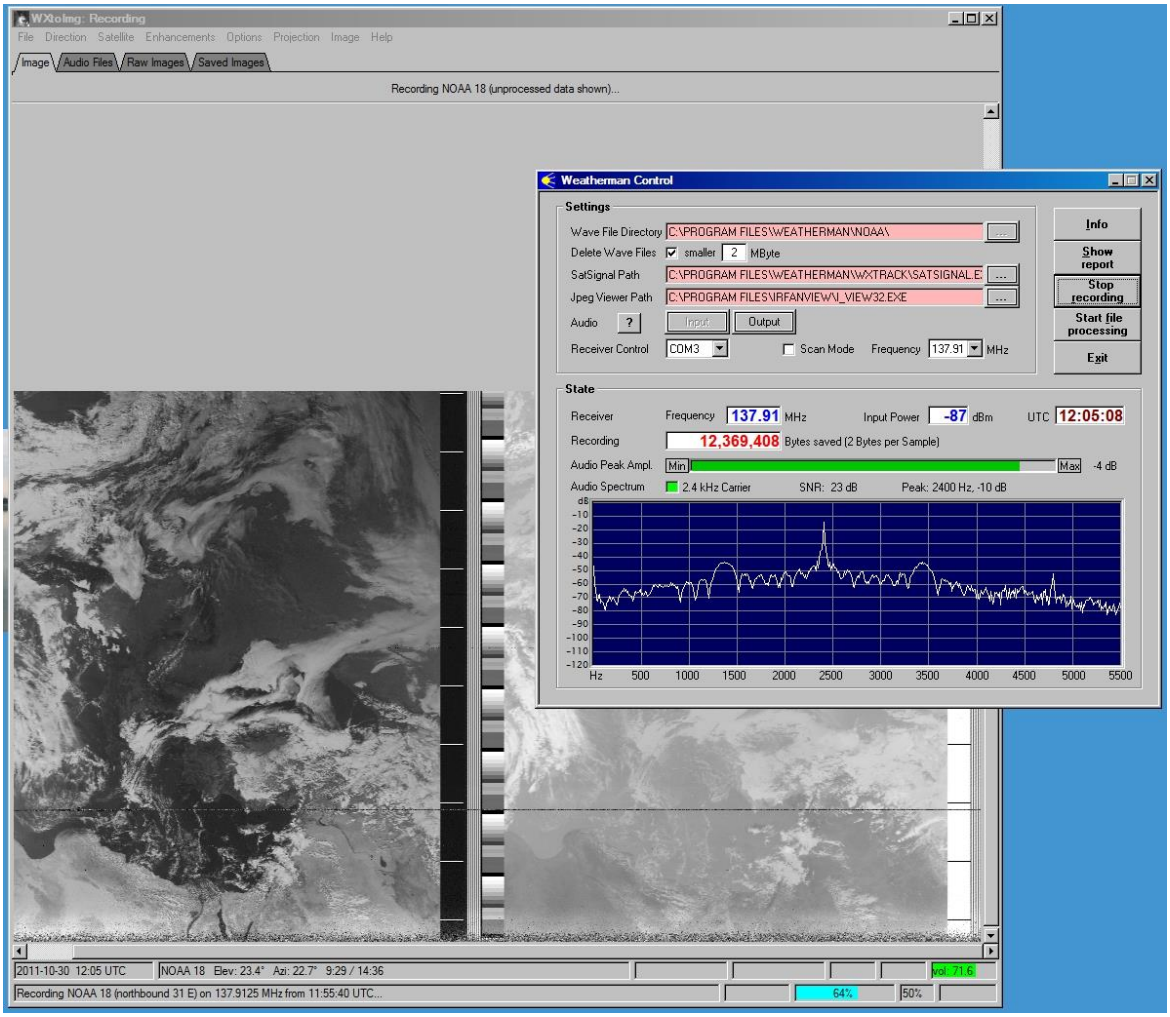
Die vertikale Aktivantenne auf dem Hausdach war der QFH-Antenne auf dem Balkon bei niedriger Elevation weit überlegen. Auch bei hohen Elevationswinkeln war sie ihr ebenbürtig. Also Stand als Nächstes an, die QFH-Antenne auf dem Scheunendach zu montieren. Im Halterohr der Antenne befindet sich der Vorverstärker mit einem BF981, welcher über das Koaxialkabel vom Weatherman Empfänger ferngespeist wird. Die Länge des Koaxialkabels zum Arbeitszimmer beträgt ca. 30m. Hier die Ansicht der Antenne auf dem Dach.

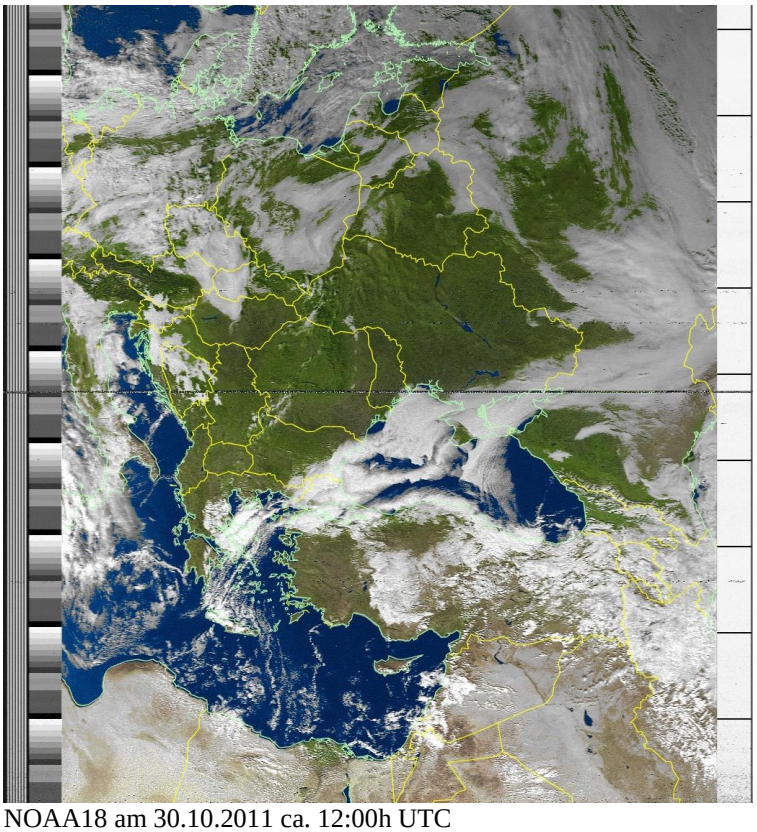
Sie ist nun recht weit vom Arbeitzimmer entfernt und so hat sich der Rauschpegel ohne Satellitensignale auch auf ca. -108 dBm reduziert. Anbei der Pegel gemessen mit einer aktuelleren Version des Programmes „Weatherman Control“ welches auch das NF-Spektrum darstellen kann:



Am Sonntag, den 30.10.2011 konnte ich mit diesem Setup einige Wettersatellitendurchgänge aufnehmen. Zunächst ein östlicher Durchgang von NOAA18 mit einer maximalen Elevation von 30 Grad.

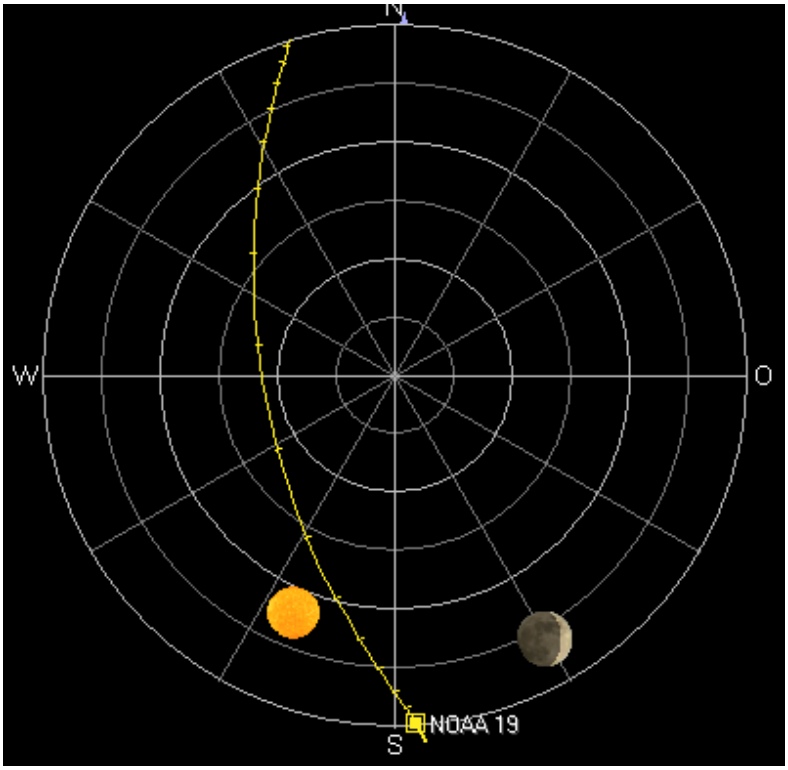


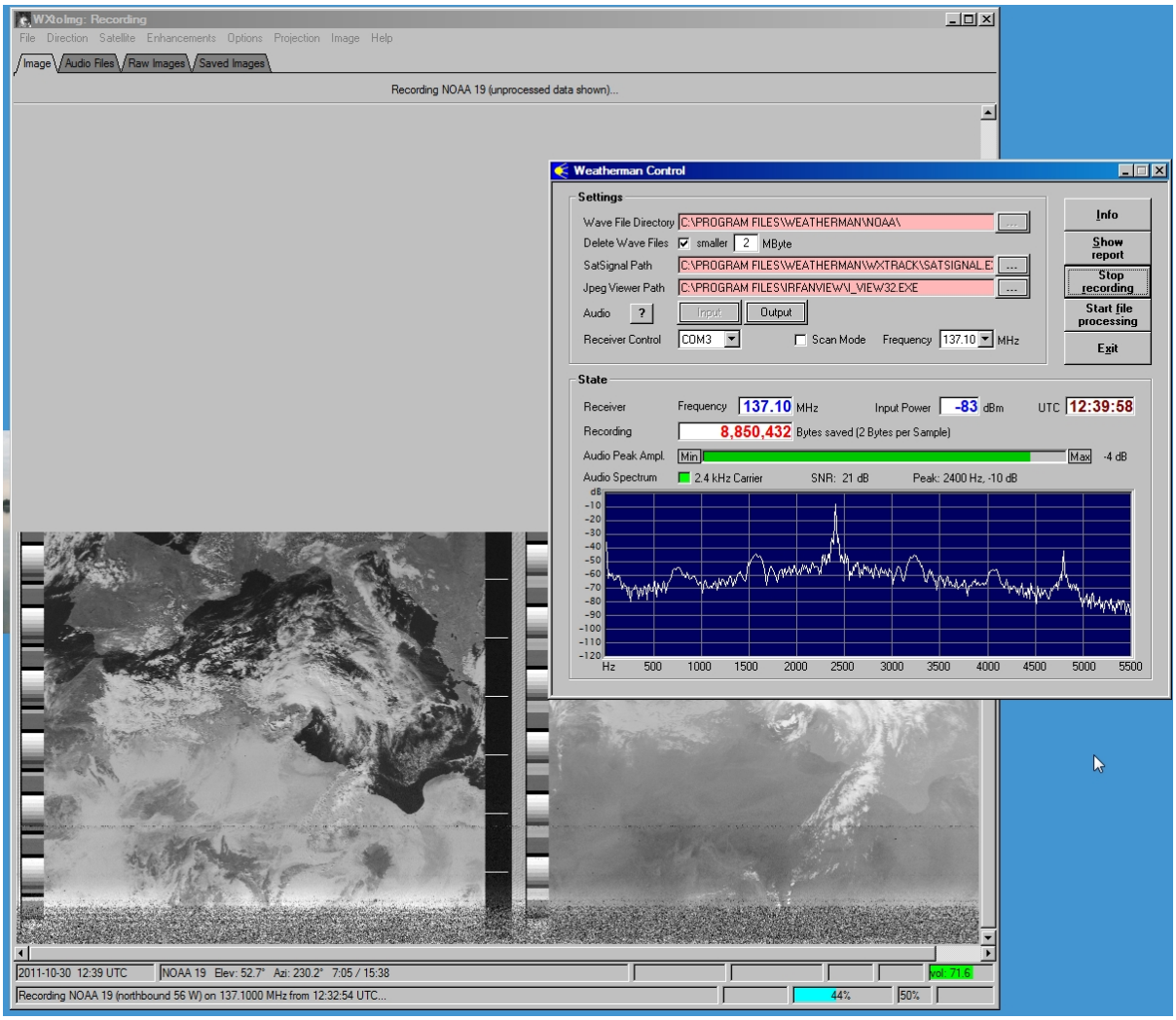


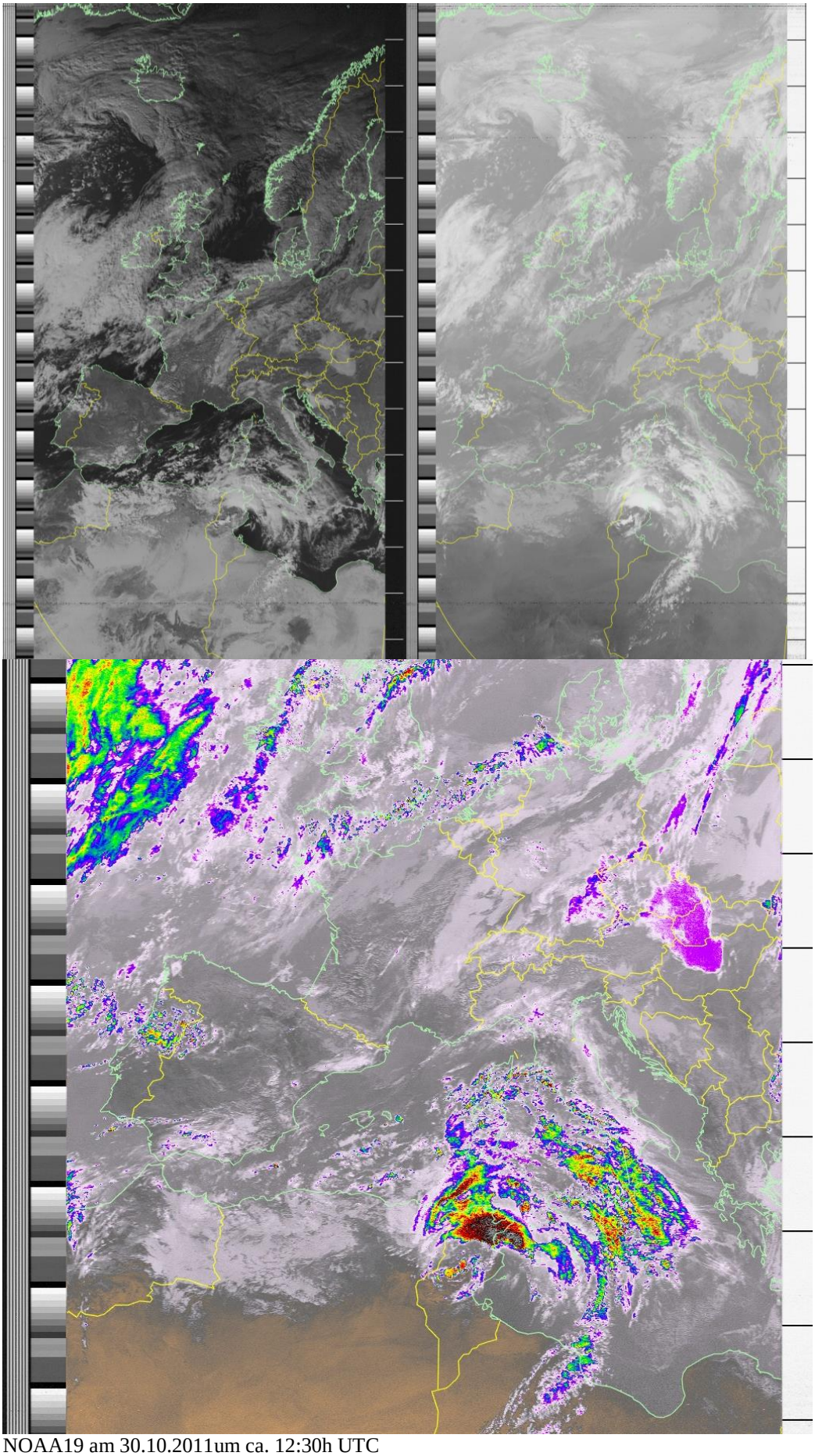


NOAA18 am 30.10.2011 ca. 12:00h UTC

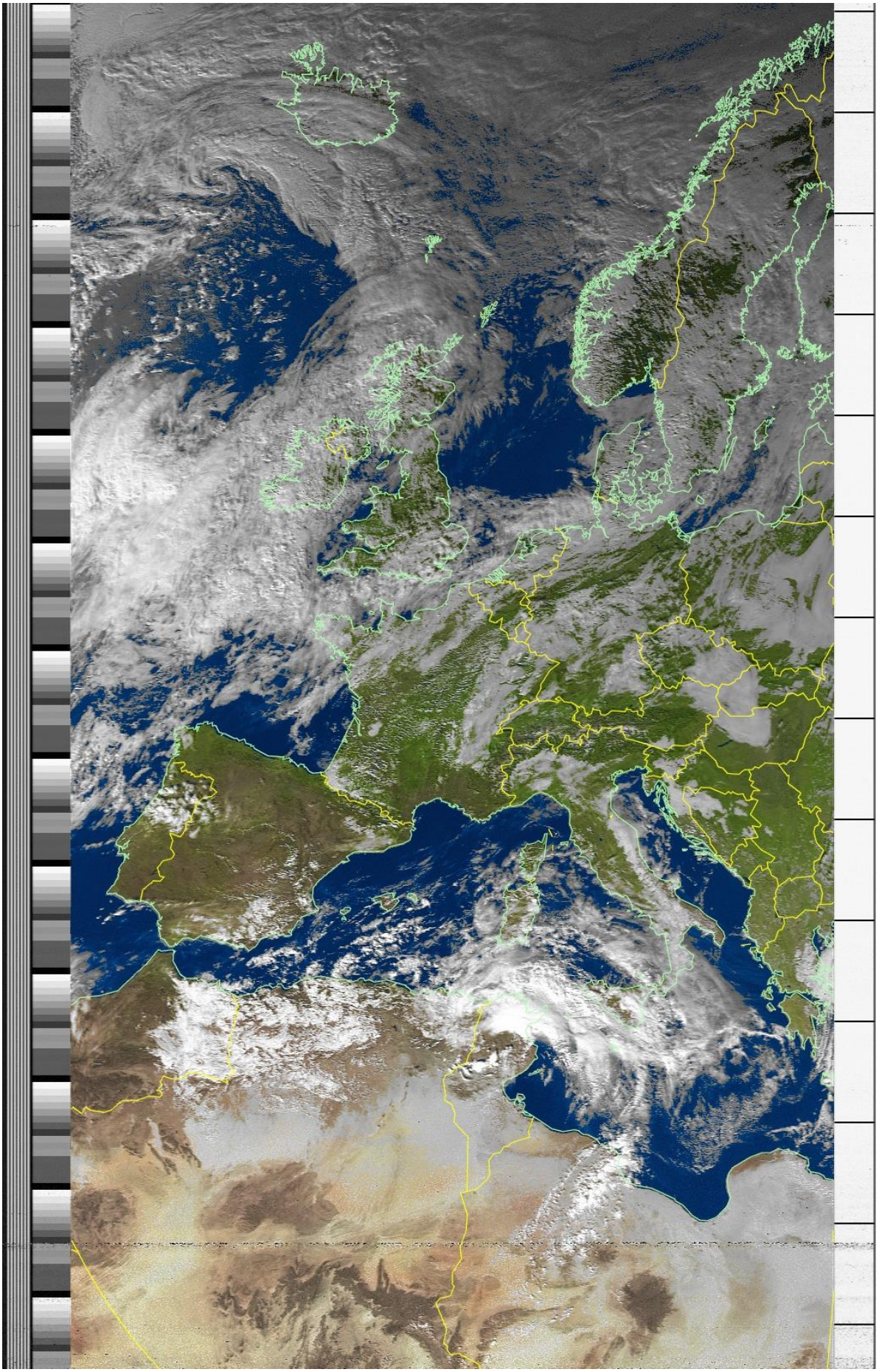
Dann folgte ein Durchgang von NOAA-19 mit einer maximalen Elevation von ca. 60 Grad:







NOAA19 am 30.10.2011um ca. 12:30h UTC

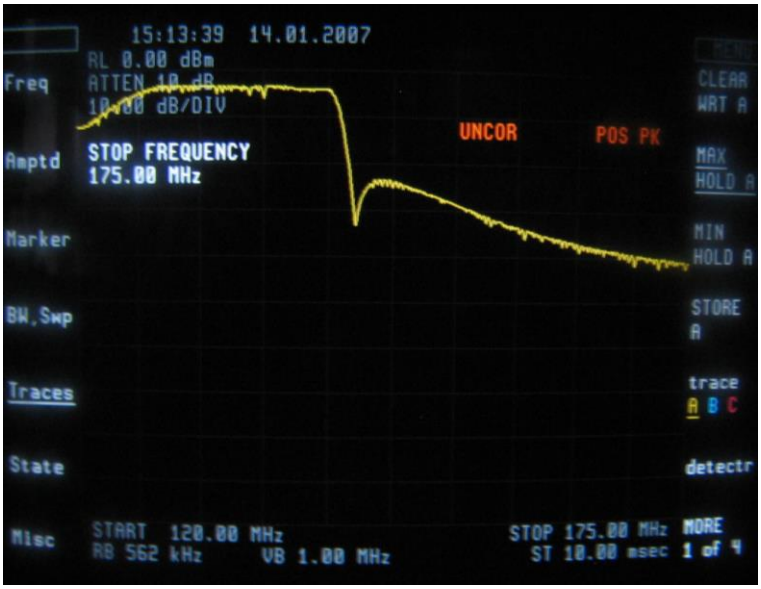


NOAA19 am 30.10.2011um ca. 12:30h UTC

Der Aufbau ist noch etwas empfindlich gegenüber Störungen, die aus eigenen Sendungen im nahe gelegenen 2m Band herrühren. Daher habe ich noch ein Filter unter dem Dach (nach dem Vorverstärker) eingefügt, welches Blocking-Effekte im Empfänger vermeiden soll.

Es ist ein Bandpassfilter, welches im 2m Amateurfunkband eine Polstelle aufweist. Wie dem Messdiagramm gut zu entnehmen ist, bietet dieses Filter durch den Pol im Bereich von 145 MHz eine ausgezeichnete Unterdrückung von ca. 33 dB der Aussendungen im Amateurfunkbereich bei gleichzeitig sehr geringer Dämpfung im flachen Durchlassbereich (im Bereich des Wettersatellitenbandes) darunter. Damit sollten die Eingangsstufe und der Mischer des Empfängers ausreichend entlastet werden, um die schwachen Satellitensignale der umlaufenden Wettersatelliten bei 137 MHz problemlos zu empfangen. Die Satellitensignale werden dabei im Durchlassbereich des Filters nur minimal gedämpft und damit bleibt die Empfindlichkeit des Gesamtsystems sehr hoch. Das Filter wurde so modifiziert, dass die Fernspeisespannung für den Vorverstärker durchgeleitet wird.

Hier eine Ansicht des Filters und dessen Frequenzgangs:



Der Weatherman-Empfänger unterstützt auch die Fernspeisung eines externen Empfangsvorverstärkers über das Antennenkabel. Dies kann durch eine vorgesehene Modifikation im Empfänger zu aktivieren. Dabei ist aber einiges zu beachten:

- der Empfänger lässt sich leicht öffnen, wenn man einen Schraubenzieher leicht in die 4 Vertiefungen der Schmalseiten drückt.

- Eine Speisung eines abgesetzten Antennenverstärkers via Antennenkabel (mit 9V bei Einsatz des mitgelieferten Netzteils) ist möglich, wenn Brücke X10 (normal offen; ohne Jumper) mit einem Jumper gebrückt wird. Dabei ist zu beachten, dass kein Kurzschluss am Antenneneingang auftreten sollte, da die Sicherung F1 auslösen kann (nur QFH ohne Antennenverstärker produziert einen Kurzschluss!).

- Wenn via X10 eine Speisung erfolgen soll, dann sollte über X10 eine Strombegrenzung eingeschleift werden (Widerstand, Stromquelle z.B. mittels LM1117 und einem Widerstand, …). Der Spannungsverlust dieser Strombegrenzung kann durch ein anderes Steckernetzteil mit höherer Ausgangsspannung Ua (max. 15V; möglichst kein Schaltnetzteil mit hohem Störpegel) ausgeglichen werden. Um dabei V1 nicht zu gefährden ist eine Zusatzmaßnahme unabdingbar: Im Drain-Zweig von Doppelgate-MOSFET V1 sind Z-Diode V103 und die Widerstände R274 / R275 zu entfernen. Für V103 sollte eine Z-Diode mit 8,2V und statt R274 / R275 ein Widerstand passender Größe verwendet werden. Dieser sollte bei Ua=12V 200 Ohm/0,1W und bei Ua=15V 360 Ohm/0,2W betragen. Auf Grund der Platzverhältnisse können diese zu ersetzenden Bauteile natürlich auch bedrahtet sein. C99 und das nachfolgende Filter L10, C85 und C18 dämpft die Rauschanteile von Z-Diode bzw. Steckernetzteil.

- Bei Verwendung des 9-V-Steckernetzteils ist V103 nicht aktiv (rauscht also auch nicht) , da auf Grund des Drainstroms von ca. 10mA über R274 / R275 etwa 0,5V abfallen. V103 arbeitet nur bei Spannungsspitzen vom Netz als Schutzelement für V1.

Insgesamt bin ich nun mit dem Setup sehr zufrieden. Ich freue mich stets über Rückmeldungen, vorzugsweise an die Emailadresse unten. Im Voraus vielen Dank.

Viele Grüße

Matthias DD1US

Email: DD1US(at)AMSAT.ORG
Homepage: http://www.dd1us.de