

Historie

Das Prinzip des Phasenpeilers wurde seit den 1930er Jahren in der Luftfahrt zur Zielnavigation („Homing“) eingesetzt. So konnte der Flughafen in einer „Hundekurve“ (durch Winddrift) angefliegen werden.



Die amerikanischen Funkamateure nutzten das Verfahren schon früh für ihre Mobilfuchsjagden.

In DL griff Hartmut Mazur, DL6WA (silent Key), die Idee wieder auf und veröffentlichte eine Baubeschreibung für einen einfachen Phasenpeiler im CQDL, Heft 6 1998, für den die Firma Eisch-Kafka einen Bausatz lieferte.

Da dieser keine Seitenerkennung ermöglichte, erweiterte Horst-Werner Mayer, DG2MHW, die Schaltung um einen Synchrondetektor, der diesen Mangel behob.

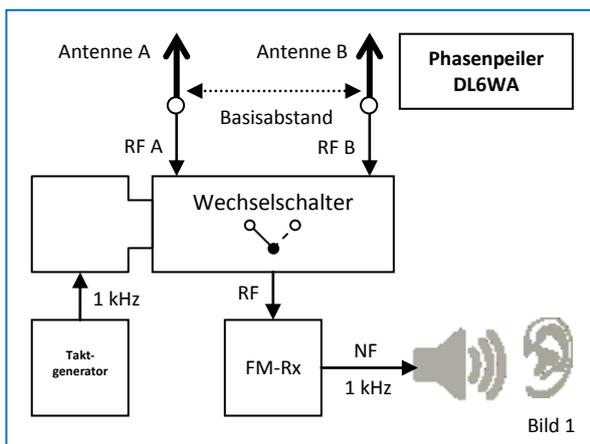
Zusammen mit anderen OMs stellte er 2007 einen Bausatz zusammen, welcher im Laufe der Jahre in einer Auflage von 120 Stück ausgeliefert wurde. Bei den vom Distrikt-C abgehaltenen Großraumfuchsjagden sind einige dieser Phasenpeiler sehr erfolgreich im Einsatz (Peilfehler im unteren einstelligen Bereich), während andere nur mäßige Ergebnisse lieferten.

Der Grund für die unterschiedlichen Ergebnisse liegt darin, dass einerseits die Gesamtkonstruktion mit Antenne beim Selbstbau große Freiheitsgrade zulässt und andererseits der Operator an diesem Peiler geschult sein muss bzw. reichlich Erfahrung mitbringen muss.

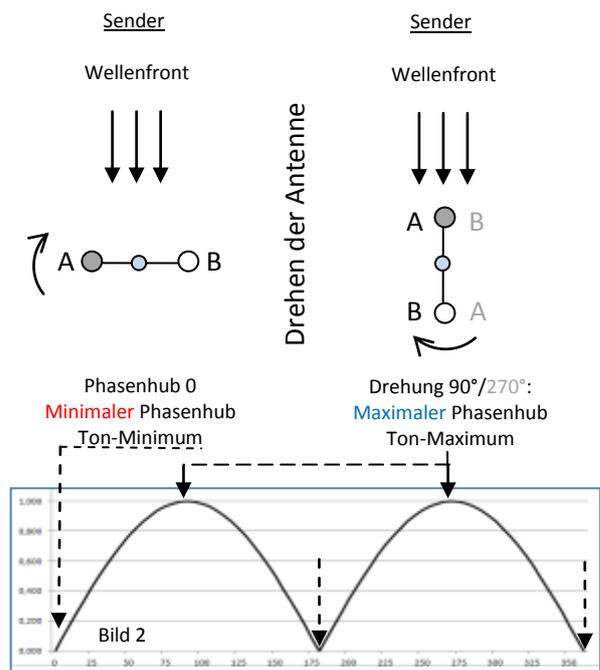
Weil die Nachfrage nach Bausätzen für den Phasenpeiler nach wie vor besteht, DG2MHW aber ausgewandert ist und keine Unterlagen für das Platinen-Layout mehr verfügbar sind, wurde der Wunsch nach einer verbesserten Neuauflage laut: **Phasenpeiler Update 2019**.

Wie funktioniert der Phasenpeiler?

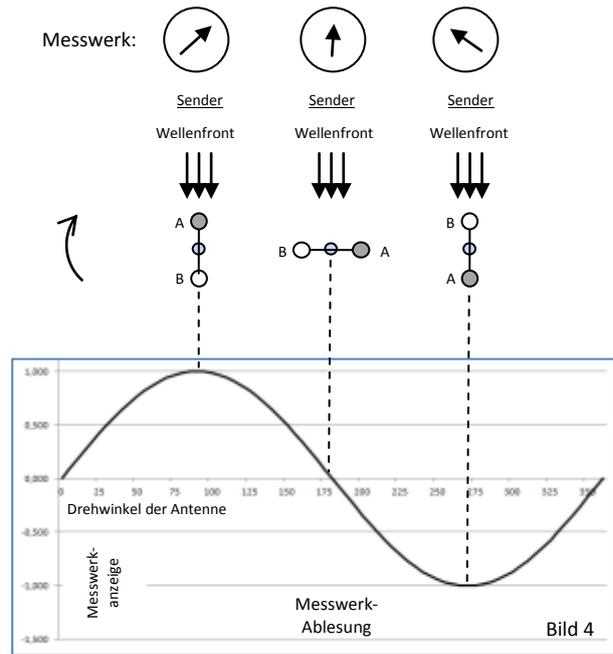
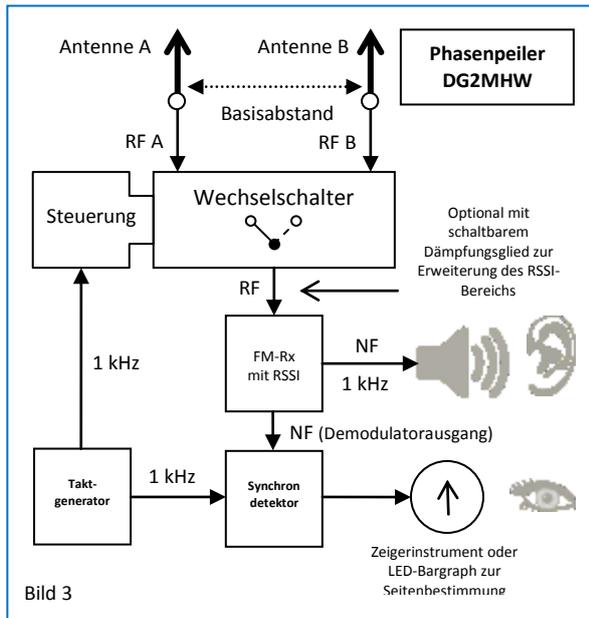
Das Grundprinzip, welches eine vertikale Polarisisation voraussetzt, sieht 2 Vertikalantennen vor, welche in einem bestimmten Basisabstand voneinander entfernt aufgestellt sind und die über einen HF-Wechselschalter mit dem FM-Empfänger alternierend verbunden werden. Ein niederfrequenter Taktgenerator steuert den Wechselschalter periodisch an. Der durch die Umtastung hervorgerufene Phasenhub ist von der Einfallsrichtung der Wellenfront abhängig; - er wird zu Null, wenn diese senkrecht zur Verbindungslinie der beiden Antennen einfällt - und erreicht ein Maximum, wenn beide Antennen auf einer Linie zum Sender stehen. Der FM-Empfänger demoduliert das Signal mit der Tastfrequenz im gut hörbaren Bereich von z.B. 1 kHz, wodurch der Peilfunker durch Drehen der Antenne die Standlinie zum Sender durch ein sehr scharfes Minimum (des 1 kHz-Tones) ermitteln kann.



Eine Seitenbestimmung ist mit diesem einfachen Peiler aber nicht möglich:
2 Maximas und 3 Minimas des Hubes bei einer Drehung der Antenne um 360°. -> Mehrdeutigkeit!



Zur **Seitenbestimmung** ist die Auswertung der Phase des Empfänger-Audiosignals relativ zum Steuersignal des Taktgenerators erforderlich:



Wie oben dargestellt, erfolgt die Ermittlung der Standlinie sowohl akustisch mit dem Tonminimum als auch visuell über den Nulldurchgang am Messwerk.

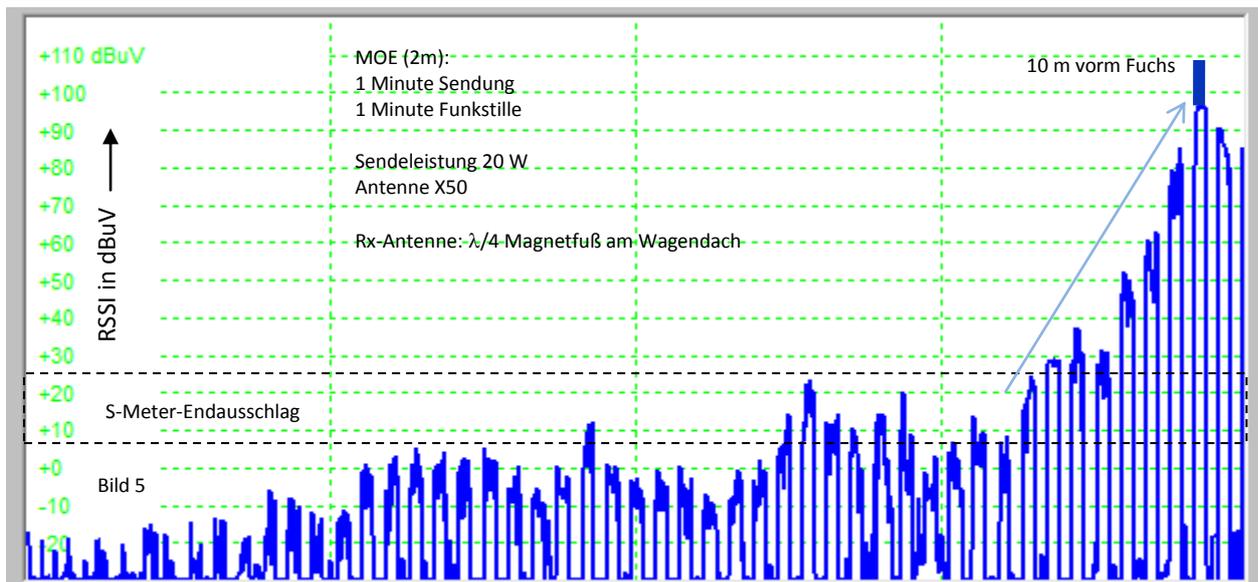
Zur Seitenbestimmung wird die Antenne um 90° bzw. -90° gedreht, so dass das Messwerk z.B. das positive Maximum anzeigt. Alternativ kann dazu die Drehrichtung des Messwerkzeigers in Relation zur Antennendrehrichtung herangezogen werden. Dieser muss sich dann gegenläufig dazu bewegen.

Nutzung des S-Meters (RSSI) zur Abschätzung der Entfernung zum Sender

Im Gegensatz zum HB9CV-Peiler wird das S-Meter (RSSI-Signal) zum Peilen nicht benötigt, weil der Sendeort allein durch Kreuzpeilung bestimmt werden kann.

Jedoch ist bei einer Peilanfahrt die Abschätzung der Entfernung zum Sender äußerst hilfreich.

Wie die **unten dargestellte Graphik** zeigt, überwiegen die Geländeeinflüsse im Fernfeld, während im Nahfeld ein steil ansteigender S-Wert relativ zur Senderentfernung zu beobachten ist. Bei einem Pegel von über +80 dBµV ist man unter den unten angegebenen Bedingungen höchsten 100 m von der Sendeantenne entfernt; bei Abschattungen sogar noch deutlich weniger.



Pegelprofil einer Großraumfuchsjagd (dj3yb)

Zeit- / Entfernungsachse →

Entsprechend der Freiraumdämpfung $a(\text{dB}) = 20 \log(4 \pi r / \lambda)$ steigt der Pegel bei einer Halbierung der Entfernung um 6 dB oder 1 S-Stufe.

Verwendet man handelsübliche Handys als Empfänger, so haben diese leider eine nur geringe S-Meterdynamik in der Größenordnung von 20 – 30 dB. Je nach Hersteller beträgt der Pegel beim Endausschlag etwa +6 dBµV bis höchsten +26 dBµV („Schätzseisen“); das ist weit weniger als die gewünschten >100 dBµV. Beim besten Empfänger fehlen also mindestens 74 dB! Daher wird für die grobe Entfernungsabschätzung ein vorschaltbares Stufen-Dämpfungsglied benötigt, dessen Stufung an den Dynamikbereich des S-Meters angepasst wird. DG2MHW sieht in seinem Konzept ein in 10 dB-Stufen schaltbares 60 dB-Dämpfungsglied vor.

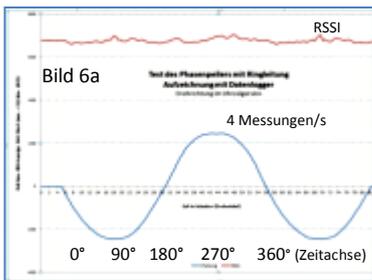
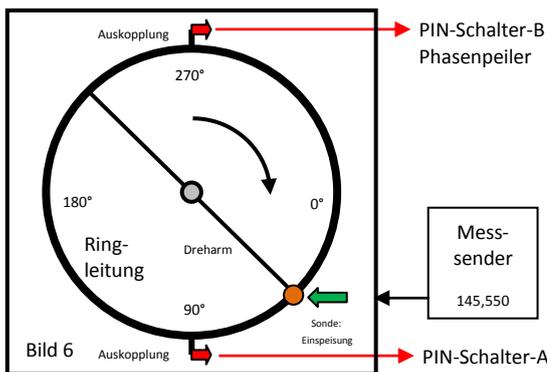
Die maximal vorschaltbare Dämpfung wird jedoch durch die unzureichende Schirmung der Handys begrenzt, so dass wegen der Direkteinstrahlung höchstens 50 bis 70 dB nutzbar sind. Sinnvoll sind maximal 60 dB mit 6 dB bis 12 dB-Stufen (Halbierung oder Viertelung der Entfernung). Der S-Meter Endanschlag wird dann in einer Distanz von wenigen hundert Metern erreicht.

Damit **beim Peilen** das Signal über die Antennen und nicht über äußere Umwege zum Empfänger gelangen muss, darf das Dämpfungsglied nicht im oberen Dämpfungsbereich betrieben werden.

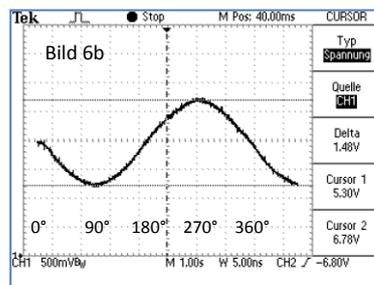
Phasenpeiler - Update 2019

Zur qualitativen Beurteilung wurden einige Hilfseinrichtungen gebaut sowie Messgeräte verwendet:

- **Motorbetriebene Ringleitung** ($L = \lambda/2$) zur Simulation der Peilantennen
Für den separaten Test der Schaltung unabhängig vom Antennenarray von DL8DWM realisiert

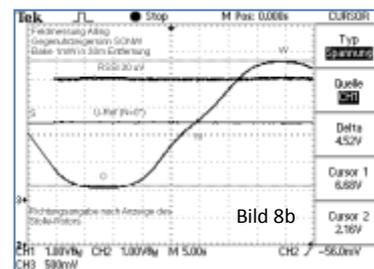


Aufzeichnung mit Datenlogger



Aufzeichnung mit Digital-Oszilloskop

- **Antennenrotor** für Feldmessungen mit dem Antennenarray



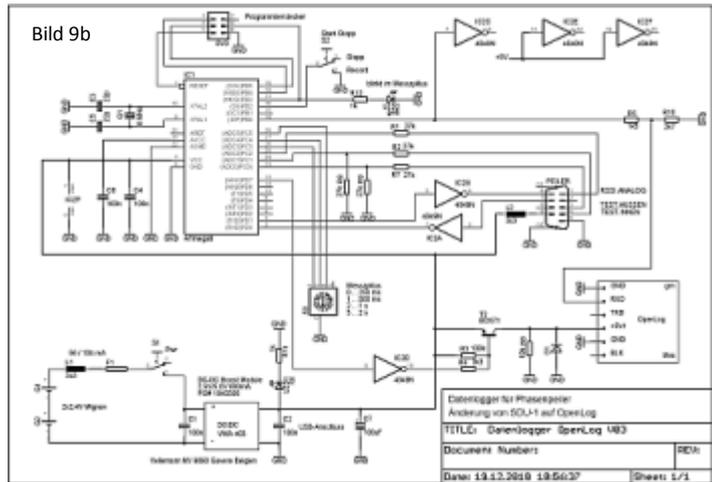
Aufzeichnung mit Digital-Oszilloskop

- Datenlogger (µSD-Karte) für die Beurteilung der Peilqualität im Feldeinsatz
Tragbarer Ersatz eines Digitaloszilloskops im Feldeinsatz (DJ3YB)

Bild 9a



Bild 9b



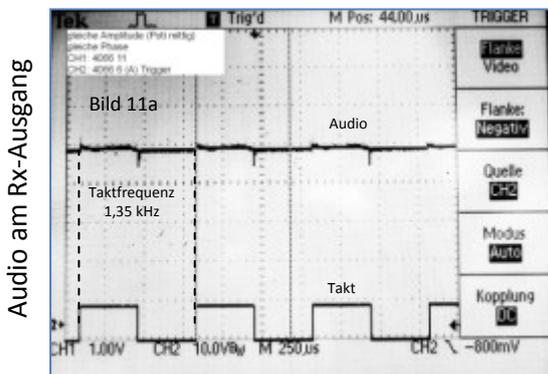
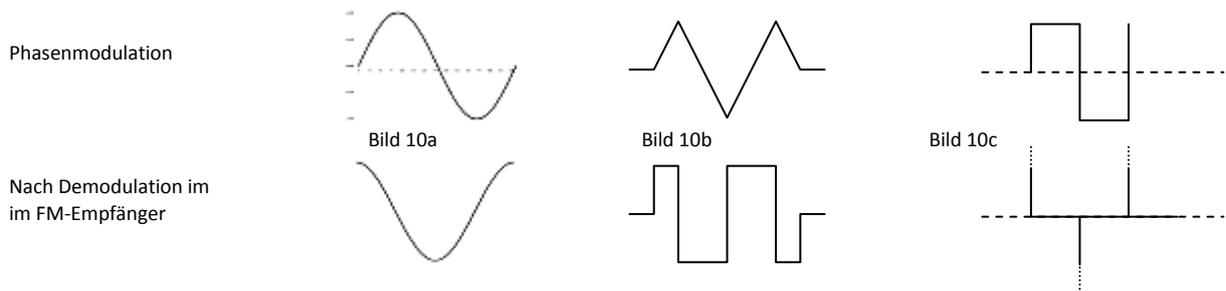
Ferner kam ein digitaler Network-Analyzer/Spektrum-Analyzer von Peter Butscher, DK8TG, zum Einsatz. Der von Horst-Werner Mayer, DG2MHW, entworfene Phasenpeiler wurde nun gründlich analysiert, so dass die Funktionsweise offengelegt und auch einige Schwachstellen beseitigt werden konnten.

Für die Auslegung der optimalen Konstruktion - und damit verbunden für den erfolgreichen Betrieb des Phasenpeilers - müssen einige physikalische Grundlagen näher betrachtet werden; bekanntlich liegt der Teufel im Detail!

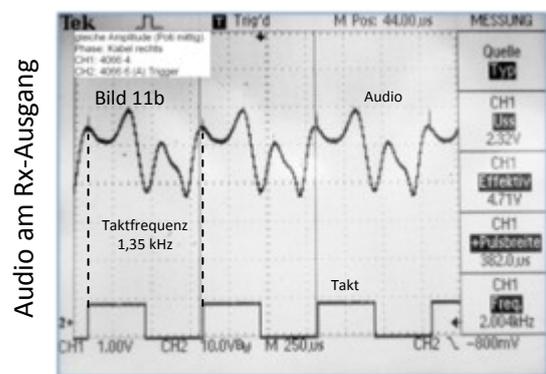
Phasen- und Frequenzmodulation

Als Peilempfänger wird ein gewöhnliches FM-Handy oder ein Scanner verwendet. Er hat die Aufgabe, den durch den Wechselschalter erzeugten Phasenhub (Bild 10) zu demodulieren, dessen Amplitude und Phase von Einfallswinkel des Peilstrahls abhängt. Nach der Demodulation des phasenmodulierten Signals im FM-Rx erscheint die NF an dessen Ausgang in differenzierter Form.

Aus einem Sinus wird ein Cosinus, aus einem Dreieck ein Rechteck und aus einem Rechteck werden Nadelimpulse – siehe Bild 10:



Kleiner Phasenhub nahe Null



großer Phasenhub

Bei kleinem Phasenhub (Bild 11a) sind die Nadelimpulse (Phasenhub als Rechteck) gut zu erkennen. Durch Integration würde wieder ein Rechteck entstehen (FM -> PM).

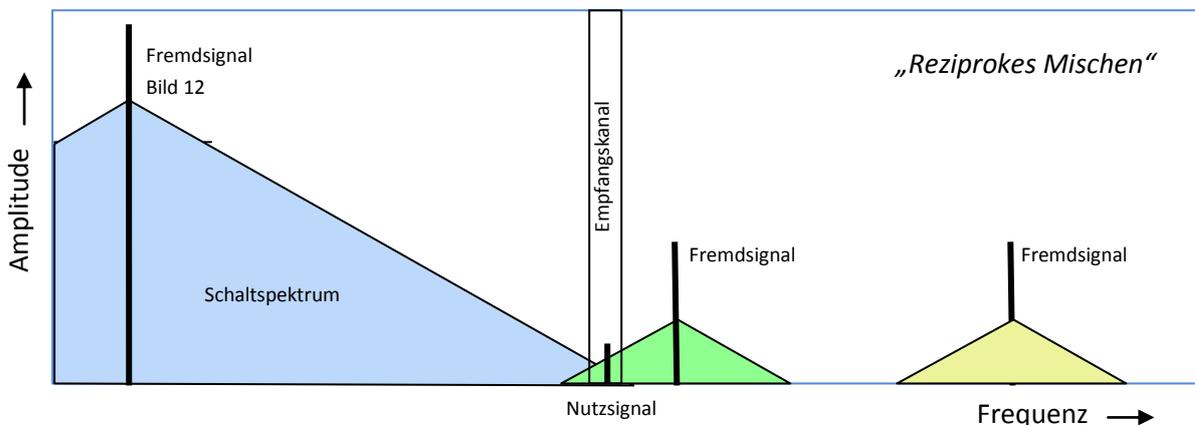
Bei größerem Phasenhub (Bild 11b) und gleichzeitig hoher Modulationsfrequenz beeinflussen auch die Filtereigenschaften des ZF-Quarzfilters die Signalform. Der steile Phasensprung verursacht ein „Nachklingeln“.

Damit kein breites Spektrum entsteht, ist es wünschenswert, den Phasenübergang bereits im Wechselschalter gleitend zu formen (Trapezform, Dreieck oder Cos^2) -> Übergang von „Harttaster“ zum „Weichtaster“.

Bei einem sinusförmigen Audio nimmt der Frequenzhub bei konstantem Phasenhub proportional der Audiofrequenz zu: $\text{Frequenzhub} = \text{Phasenhub} * \text{Audiofrequenz}$. Das hat zur Folge, dass mit zunehmender Schaltfrequenz auch der Frequenzhub ansteigt.

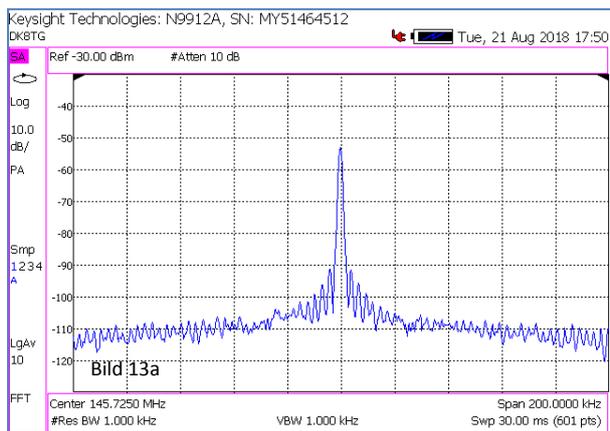
Schaltspektrum

Der periodische Schaltvorgang bewirkt, dass jedes RF-Signal mit einem Seitenbandspektrum (stark vereinfacht dargestellt) belegt wird. Ein schwaches Signal kann dann von starken Signalen - abhängig von deren Einfallswinkeln - gestört werden:

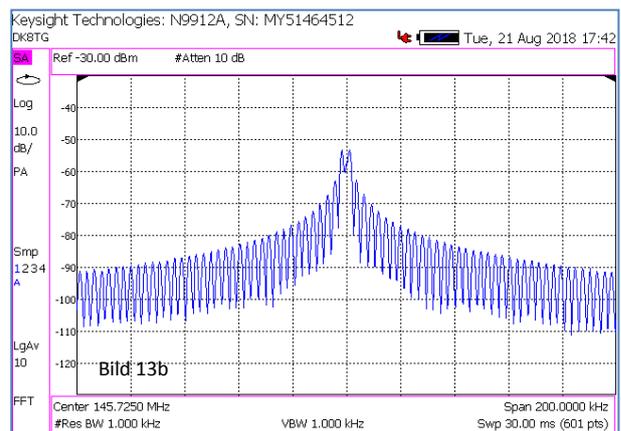


Das Schaltspektrum muss daher minimiert werden. Im einfachsten Fall geschieht dies durch eine Verflachung des Übergangs durch RC- oder Tiefpassfilter in den Steuerleitungen des Wechselschalters (mit Attenuator-PIN-Dioden). Allerdings ist damit eine zusätzliche Amplitudenmodulation verbunden, die auch im Falle der Phasengleichheit auftritt.

Gemessenes Schaltspektrum:



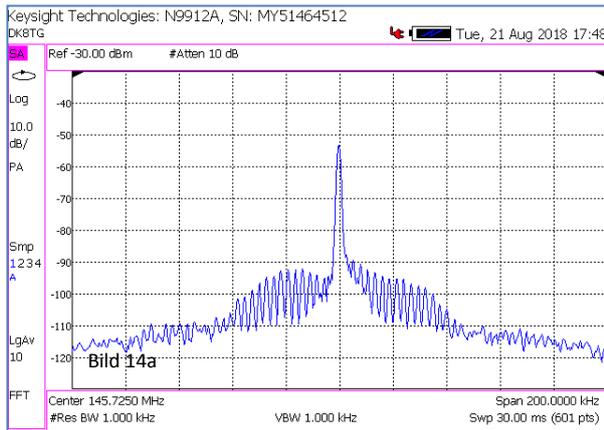
Drehwinkel 0° (geringster Phasenhub)
Steuerleitungen ohne Tiefpass



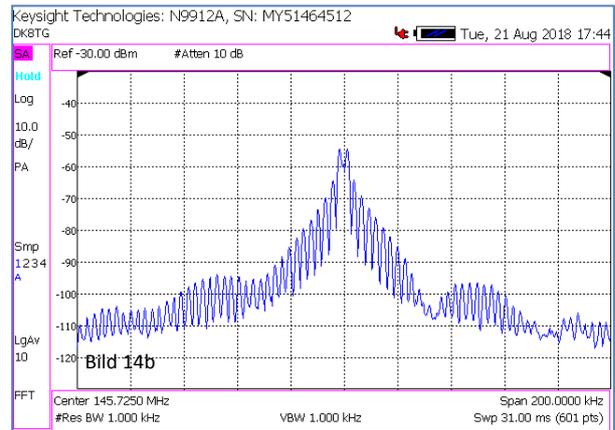
Drehwinkel 90° (größter Phasenhub)

Die Messungen zeigen die Abhängigkeit des Spektrums vom Einfallswinkel der Wellenfront (Phasenhub) bei der Taktfrequenz von 1,35 kHz. Im Idealfall einer exakt symmetrischen Ansteuerung sind die gradzahligen Seitenlinien unterdrückt.

Ein in die Steuerleitungen eingefügter RC-Tiefpass macht das Spektrum bei den meist vorkommenden Einfallswinkeln schmaler:

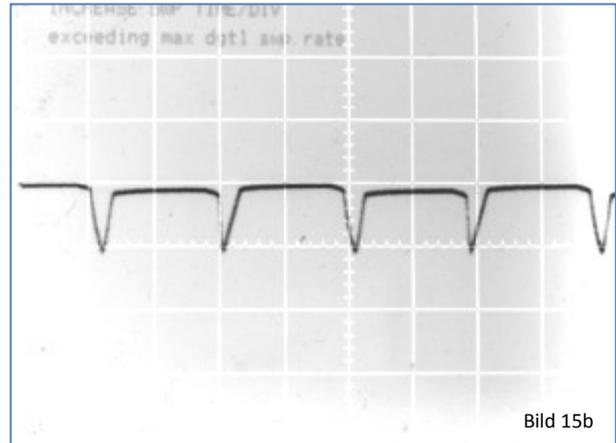
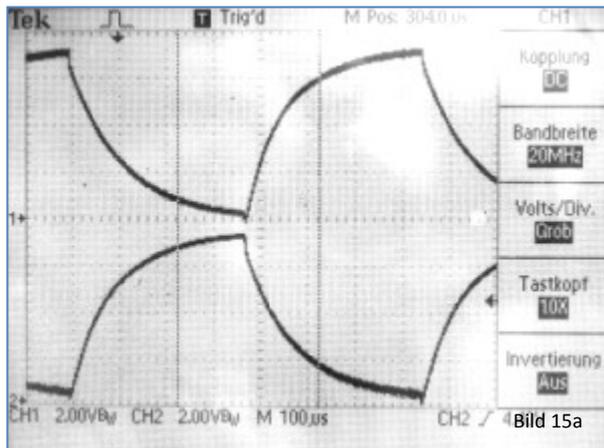


Drehwinkel 0° (geringster Phasenhub)
Steuerleitungen **mit RC-Tiefpass**



Drehwinkel 90° (größter Phasenhub)

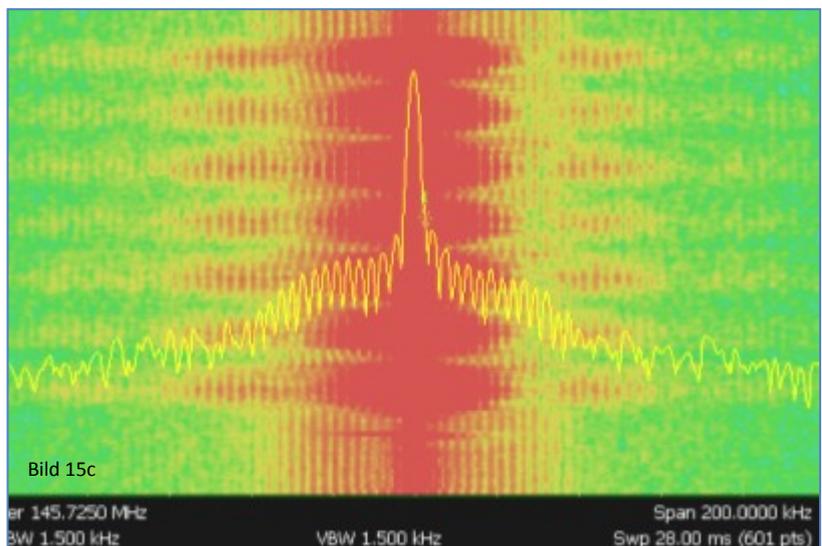
Nachteilig ist die durch das Filter hervorgerufene AM, welche das Spektrum bei kleinem Phasenhub sogar vergrößert.



Steuersignale über RC-Tiefpass - bewirken eine asymmetrische AM im Bereich des Übergangs

Das nebenstehende Bild zeigt das so gefilterte Steuersignal als Wasserfalldiagramm. Es wurde mit der Ringleitung aufgezeichnet, die eine periodische Richtungsänderung der einfallenden Wellenfront bei einem Basisabstand von $\lambda/4$ simuliert.

Für eine weitere Spektrums-Minimierung des DG2MHW-Peilers müsste ein aufwändigerer Filtertyp oder ein Wellform-generator vorgesehen werden.



Ein schmales Spektrum erhält man grundsätzlich bei einer mechanischen Translationsbewegung (Bild 16a) der Antenne, wobei ein periodischer Frequenzhub durch den Dopplereffekt hervorgerufen wird. Praktisch ist das Verfahren aber wegen der für einen ausreichenden Hub nötigen hohen Bewegungsgeschwindigkeit nicht realisierbar.

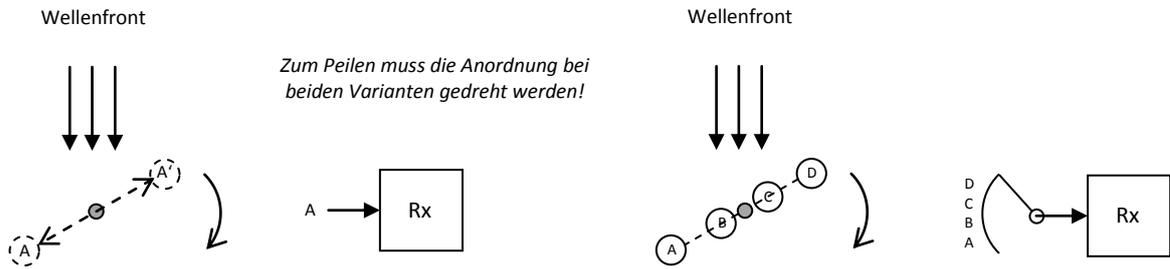


Bild 16a) Mechanische Translationsbewegung einer Antenne Bild 16b) kleine Antennenabstände $\ll \lambda/4$ mit Schalter

Alternativ lässt sich die mechanisch bewegte Antenne durch ein Antennen-Array (Bild 16b) mit entsprechender Anzahl von Schaltern ersetzen. Das Störspektrum vermindert sich mit abnehmendem Antennenabstand. Man erhält eine Anordnung, welche im Basisabstand beliebig skalierbar ist und der störende Einfluss von Reflexionen geht zurück. Kombiniert mit der Filterung des Schaltsignals ergibt sich so ein schmales Störspektrum (Modulationsindex < 1).

Unterschied zum Dopplerpeiler

Bei einem mechanischen Dopplerpeiler rotiert die drehbare Antenne auf einer Kreisbahn. Alternativ ist bei feststehenden Antennen das Antennen-Array ebenfalls auf einer Kreisbahn angeordnet (Bilder 17a, 17b):

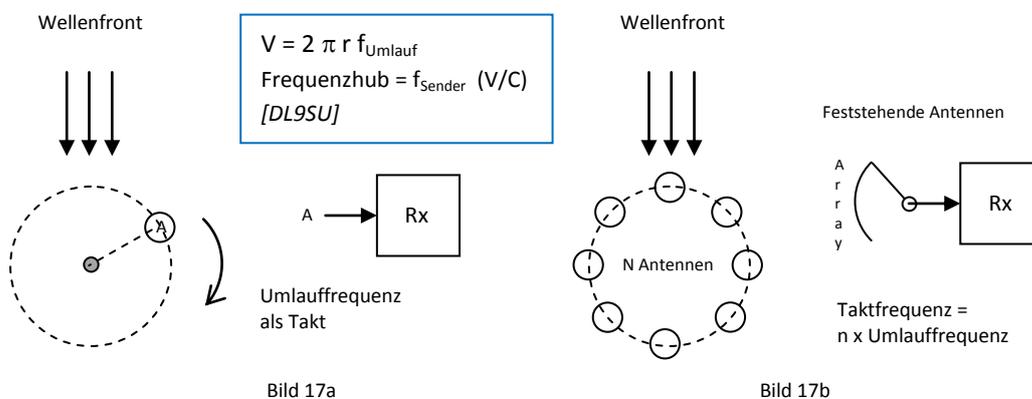


Bild 17a

Bild 17b

Der Dopplerpeiler ist im Gegensatz zum Phasenpeiler ein Sichtpeiler bei welchem die Antennenanordnung fest installiert ist und vom Operator zur Peilung nicht gedreht werden muss.

Der „richtige“ Antennenabstand (Basis)

Abrupte Phasensprünge können nur innerhalb einer Periode (2π oder 360°) eindeutig detektiert werden. Bei einem Antennenabstand von $\lambda/4$ ist der Phasenwinkel gleich dem Drehwinkel der Antenne (siehe Bild 18a).

Im Falle eines geringeren Basisabstandes als $\lambda/4$ (Bild 18b) geht nur der Phasenhub zurück, wodurch der Störabstand zum Rauschen sinkt und der Null-Durchgang flacher wird.

Vergrößert man die Basis über $\lambda/4$ hinaus (Bild 18c), so wird die 90° -Phase schon vor dem Drehwinkel von 90° erreicht und man erhält statt des Maximums eine „Delle“.

Abstände \geq als $\lambda/2$ führen bei einer 360° -Drehung zu mehreren Maximas (Bild 18d), wodurch es zu Mehrdeutigkeiten auch bei der Seitenbestimmung kommt. Daher muss bei einem Bandwechsel von 2 m auf 70 cm oder auf den Bereich der Wetterballone zusätzlich der Basisabstand entsprechend dem Verhältnis der Wellenlängen angepasst werden.

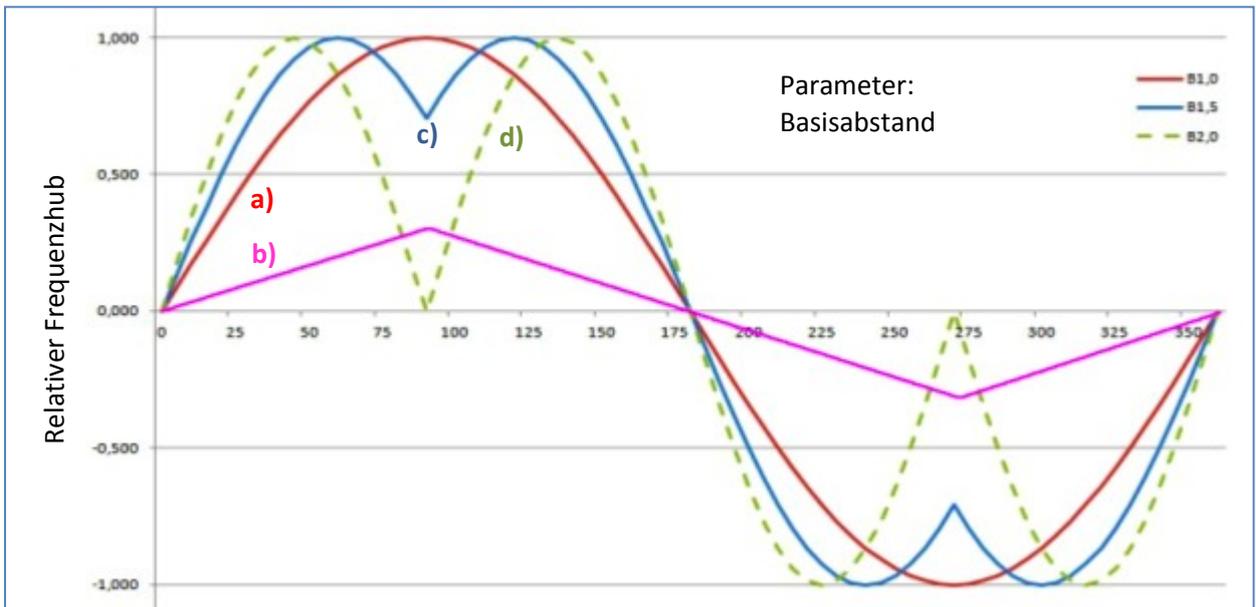
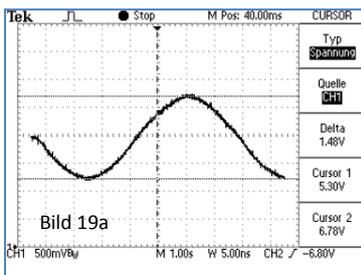
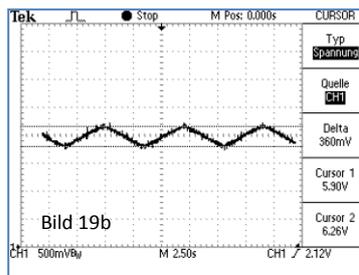


Bild 18: Relativer Frequenzhub vs. Drehwinkel der Antenne

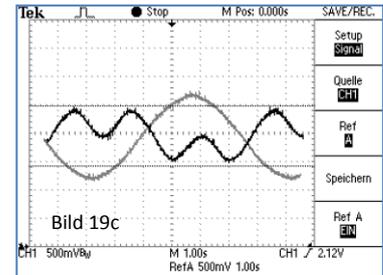
Die folgenden Messungen mit der Ringleitung bestätigen das Ergebnis der Excel-Berechnung:



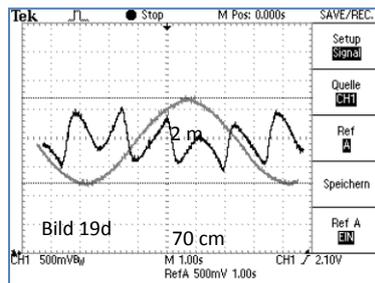
Messung a)



b)

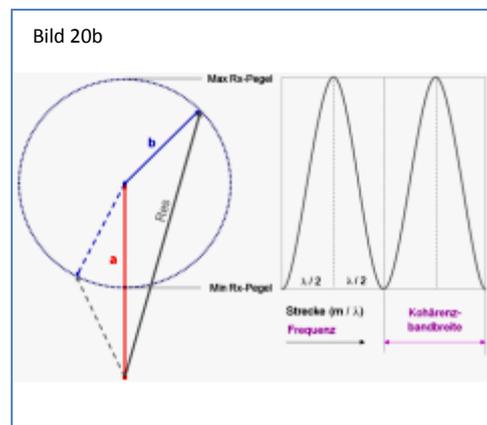
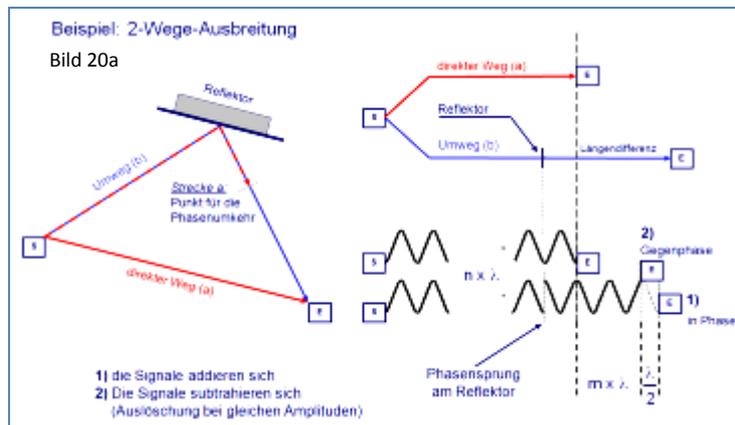


c)



Laut DH4MPW kann ein sehr erfahrener Operator mit Gefühl auch auf 70 cm - mit den großen 2 m-Basisabstand 73 cm - den richtigen Nulldurchgang herausfinden und die Seite bestimmen!

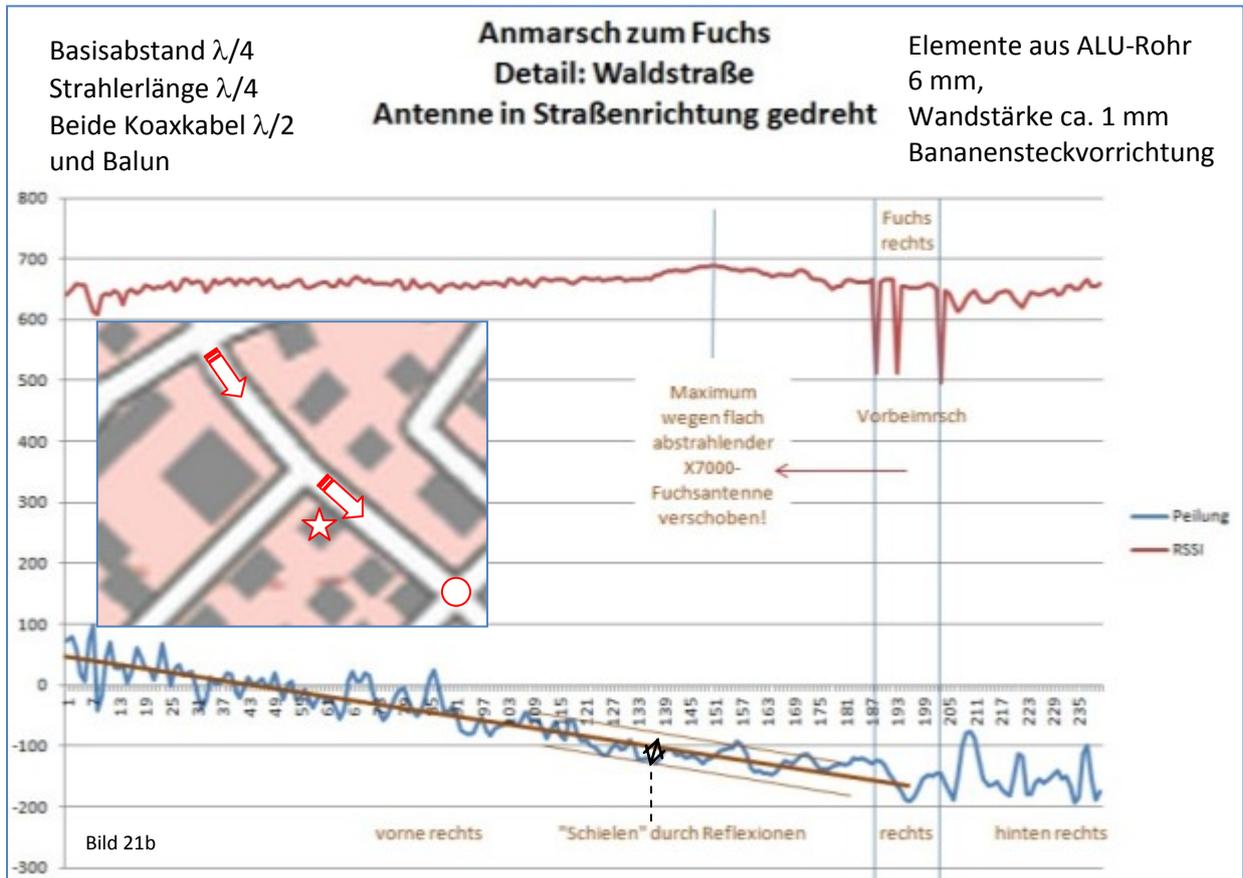
Peilung bei Mehrwegeausbreitung (Reflexionen)



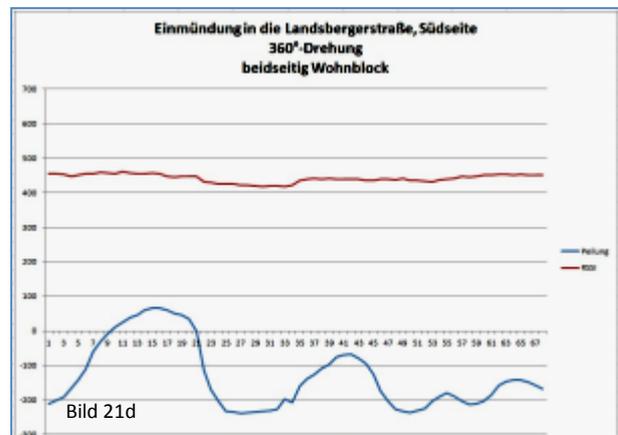
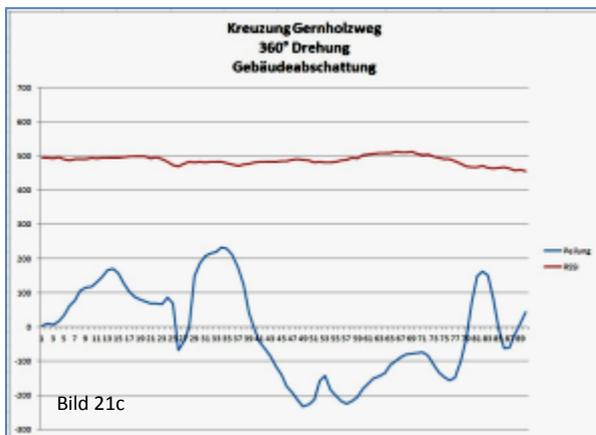
Wie die Graphiken der vorigen Seite zeigen, kommt es bei einer Mehrwegeausbreitung zu einer vektoriellen Addition der Signale des direkten Weges und der Reflexionspfade. Im Extremfall addieren oder subtrahieren sich alle Signale. Das Ergebnis ist das allen „Mobilisten“ bekannte Flatter- oder Rayleigh-Fading. Beim Peilen wirkt sich die damit verbundene Phasenverschiebung besonders nachteilig aus:



Im Falle eines kleinen Basisabstandes kann der Hub der Maximum-/Seitenpeilung größere oder auch kleinere Werte annehmen als dem Abstand entspricht, und der Nulldurchgang „schieft“ entsprechend dem Phasenfehler.

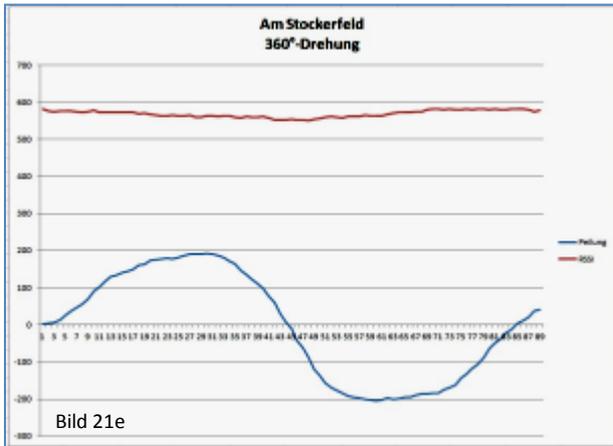


Bei starken Reflexionen kommt es zu sprunghaften Nulldurchgängen, was die Seitenbestimmung erschwert.

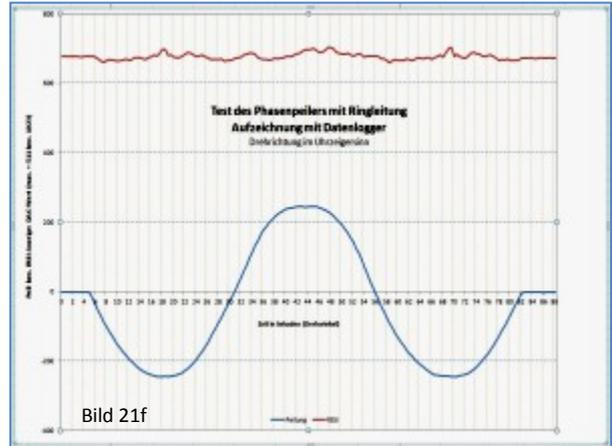


In Bild 21c sind abrupte Sprünge der Peilanzeige zu erkennen.

Dagegen ist der Plot bei Drehung in reflexionsarmen Bereichen sinusähnlich und stimmt mit dem der Ringleitung nahezu überein. Bei der 360°-Drehung zu Fuß führt die nicht gleichmäßige Winkelgeschwindigkeit zu Verzerrungen. Diese könnte man durch einen motorgetriebenen Drehteller vermeiden.



Vergleich: Drehung zu Fuß – im reflexionsarmen Bereich



Vergleich: Ringleitung

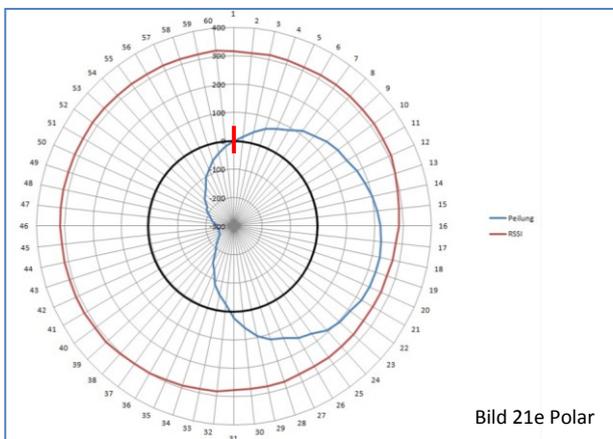


Bild 21e Polar

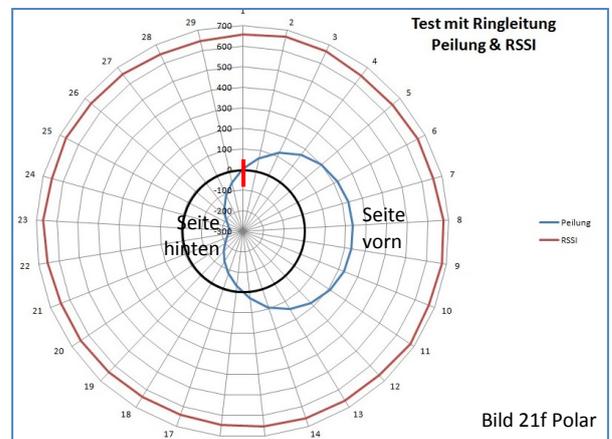


Bild 21f Polar

Einfluss der Kabellängen und des Balun

Gerade in Gebieten mit Mehrwegeausbreitung sollte das Antennenarray möglichst keine Richtwirkung haben. Da der Phasenpeiler zwei Antennen benötigt ist diese Forderung leider nur unvollständig zu erfüllen. Die jeweils durch den Wechselschalter gesperrte Antenne ist mit einem leerlaufenden Kabel verbunden. Bei einer Länge von $\lambda/4$ führt dies zu einem Kurzschluss, so dass beide Dipolhälften miteinander verbunden sind. Dieses nun passive Element wirkt als Reflektor für das aktive Element und führt zu einer Richtwirkung. Daher ist eine Kabellänge von $\lambda/2$ unbedingt erforderlich!

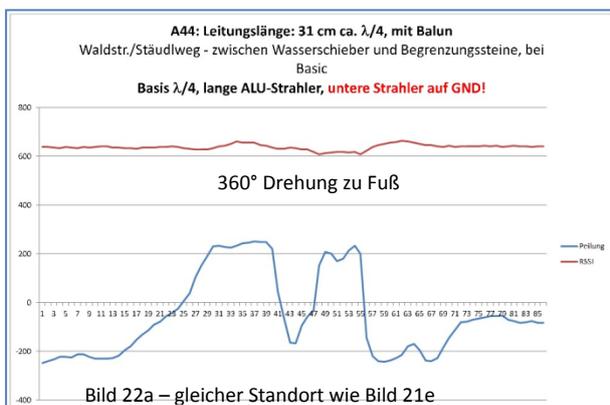


Bild 22a – gleicher Standort wie Bild 21e

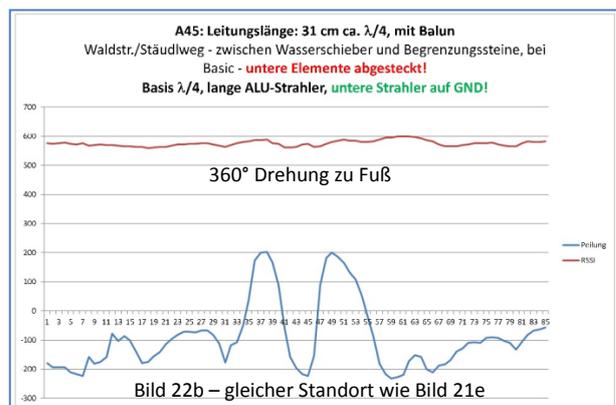


Bild 22b – gleicher Standort wie Bild 21e

Ungeeignete Antennenkonstruktionen: ohne Balun bzw. Ground-Plane und Kabellänge ca. $\lambda/4$

Die Antennen – Dipol oder Ground-Plane, Gummiwendel-Elemente?

Die Ground-Plane braucht meist weniger Platz und ist einfacher aufzubauen als ein Dipol, der darüber hinaus auch noch einen Balun benötigt. Sie hat aber den Nachteil, dass das Gegengewicht – also die Umgebung - einen erheblichen Einfluss auf das Peilergesamt hat. Sind keine Radials (oder ein darunter liegender mit der Masse verbundener $\lambda/4$ -Strahler) vorhanden, so bilden die Koaxkabel, metallische Halter und der Operator selbst das Gegengewicht. Ein Dipol ist daher die sicherste Lösung.

Im Gegensatz zum Basisabstand spielt die Antennenlänge beim Peilen nur eine untergeordnete Rolle. Lediglich Empfangspegel (Empfindlichkeit) und SWR sind bei $\lambda/4$ -Elementen wesentlich besser als bei kurzen. Die durchgeführten Untersuchungen zeigten, dass auch kurze Gummiwendel-Antennenelemente gute Ergebnisse liefern und eine geringere Richtwirkung haben als $\lambda/4$ -Strahler.

Auch Duobandantennen von Nagoya mit 40 cm Länge sind geeignet, haben aber eine unzureichende mechanische Stabilität.

Vor dem Update: Die Analyse des bestehenden Phasenpeilers



Bild 23a



Bild 24a

Um die Voraussetzungen für eine Neuauflage zu schaffen, lud DJ3YB zu einem Treffen der an diesem Projekt interessierten OMs ein.



Bild 23b



Bild 24b

Peter Woerle, DH4MPW, führte uns dabei den von ihm selbst optimierten Peiler vor, mit welchem er bei den Großraum-Fuchsjagen sehr erfolgreich ist.

Anschließend erfolgte ein Vergleich mit mehreren Peilern, die als Bastelprojekt im OV C37 gebaut wurden, aber bisher nicht betriebsfertig gemacht wurden.

Schwachstellen des DG2MHW- Phasenpeilers

- **Gesamtaufbau mit Antenne**

Die Bauanleitung ist ungenau und lässt zu viele Freiheitsgrade zu. DH4MPW entwarf aufgrund seiner Erfahrungen eine Anordnung, wie sie in den obigen angeordneten Bildern zu sehen ist.

Antennenarray und Geräte sind hintereinander angeordnet und die Mechanik besteht hauptsächlich aus Baumarkt-Kunststoffrohren; Antennen: klappbare Teleskopstäbe.

- **Dämpfungsglied und PIN-Schalter**

Das dreistufige **Dämpfungsglied** wurde im Gehäuse mit Kippschaltern, bedrahteten Widerständen und Koaxleitungen für eine Handverdrahtung entworfen, wodurch das Ergebnis ganz vom HF-Expertenwissen des Heimwerkers abhängig ist.

Im Extremfall wird die Funktion des PIN-Diodenschalters gestört und die Dämpfungswerte weichen erheblich von den errechneten Werten ab.
Es ist daher empfehlenswert, das Dämpfungsglied in einem externen Gehäuse mit SMD-Bauteilen aufzubauen und mit dem Wechselschalter (PIN-Dioden) zum **HF-Teil**, zusammenzufassen.

- **NF-Teil und LED-Bargraph-Anzeige**

Ist nur im engen Bereich des Nulldurchgangs (Minimum-Peilung) sichtbar. Eine Maximum-Peilung zur Seitenbestimmung ist nicht möglich. Die Seite kann nur über die Drehrichtung bestimmt werden. Auch wegen der Ablesung bei Tageshelligkeit ist ein (beleuchtbares) **Drehspulinstrument** der LED-Anzeige vorzuziehen.

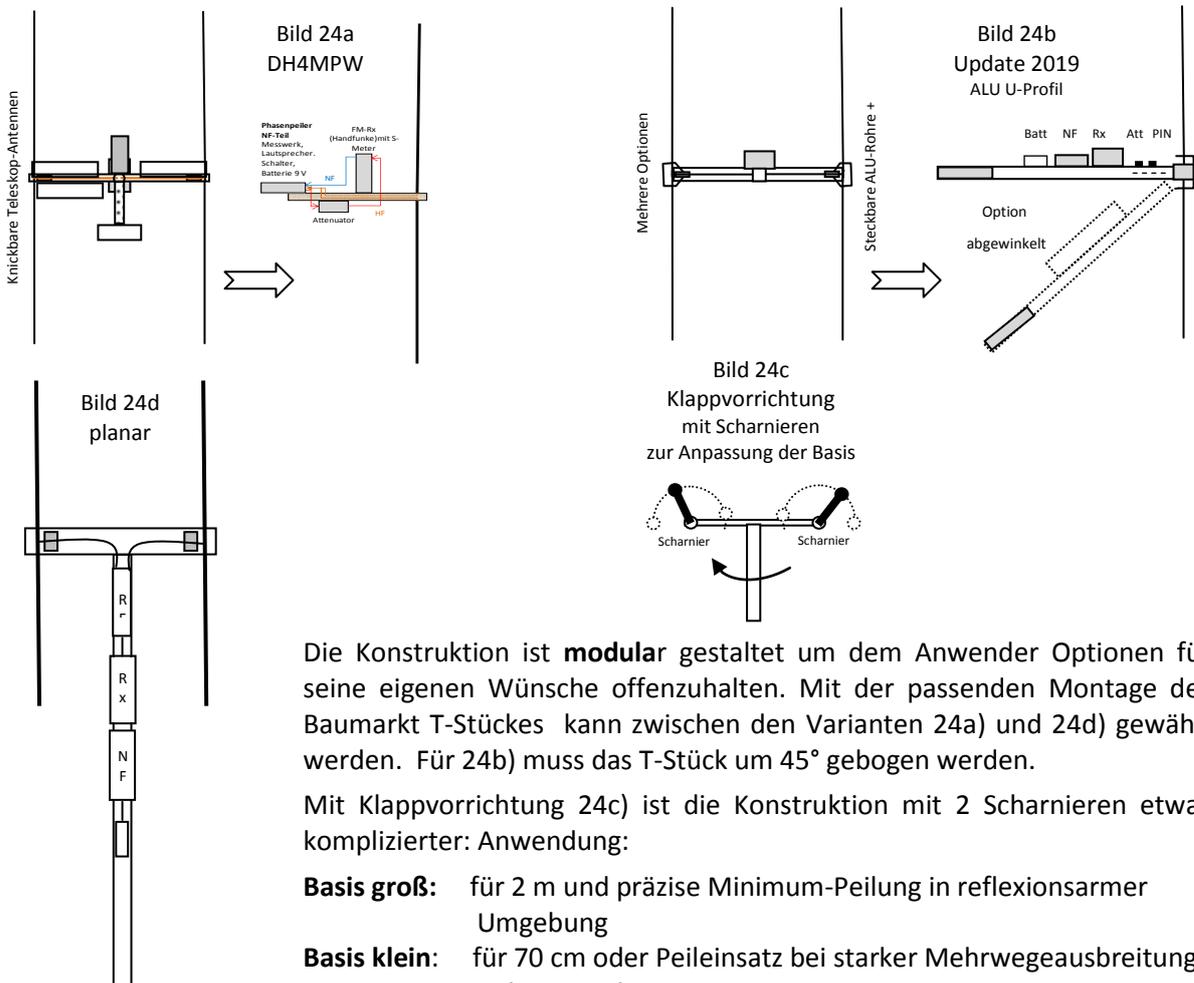
Weil preiswerte Messwerke ca. 250 µA verbrauchen, ist der Spannungsteiler für die Nullspannungserzeugung (Referenzspannung) der Operationsverstärker zu hochohmig. Daher sollte ein zusätzlicher Operationsverstärker als niederohmige Spannungsquelle für die Referenzspannung vorgesehen werden.

Update 2019

Für das Update wurde das bewährte Konzept übernommen und nur in Teilen durch neue Erkenntnisse abgeändert. Dagegen wurde der kaum dokumentierte mechanische Aufbau neu entworfen.

Dabei wurden die folgenden in Metallbauweise ausgeführten Varianten in Erwägung gezogen:

- 1) DH4MPW jedoch mit ALU-U-Profilen
- 2) Wie 1), aber um 45° geneigt
- 3) Wie 2) mit zusätzlicher Klappvorrichtung zur Anpassung der Basis
- 4) Planarer Aufbau in einer Ebene mit ALU-U-Profilen



Die Konstruktion ist **modular** gestaltet um dem Anwender Optionen für seine eigenen Wünsche offenzuhalten. Mit der passenden Montage des Baumarkt T-Stückes kann zwischen den Varianten 24a) und 24d) gewählt werden. Für 24b) muss das T-Stück um 45° gebogen werden.

Mit Klappvorrichtung 24c) ist die Konstruktion mit 2 Scharnieren etwas komplizierter: Anwendung:

Basis groß: für 2 m und präzise Minimum-Peilung in reflexionsarmer Umgebung

Basis klein: für 70 cm oder Peileinsatz bei starker Mehrwegeausbreitung in der Umgebung.

Die Antennenelemente sind sowohl lösbar als auch austauschbar ausgeführt und werden in der Standardversion mit Hilfe Bananen-Steckverbindern angeschlossen.

Nach vergleichenden Untersuchungen wurde der Aufbau von DH4MPW gegenüber dem ursprünglichen angedachten planaren Aufbau als praxistauglicher erkannt.

Anstelle der von DH4MPW verwendeten Kunststoffrohre werden jedoch ALU-U-Profile verwendet, die nicht nur einen mechanisch sehr stabilen Aufbau gewährleisten, sondern auch einen präzisen, geschirmten sowie gut fixierten Einbau der Koaxialleitungen und Balun-Kerne ermöglichen.

HF-Schaltung und Dämpfungsglied lassen sich dabei in die Mittelschiene ohne separates Gehäuse montieren. Bis auf den Rx-Anschluss werden keine Koaxialstecker und -buchsen benötigt, wodurch auch die Bauteilekosten sinken. Als Koaxkabel-Type wird das etwa 3 mm dünne RG174 (PE, VR=0,66) verwendet – alternativ die Ausführung in Teflon RG316 (PTFE, VR=0,69 - weniger flexibel aber lötfest). NF-Platine und Messwerk werden in ein preisgünstiges Weißblechgehäuse der Fa. Schubert gelötet, welches, ebenso wie der Empfänger und die Batterie, an den Mittelträger montiert wird.

Neue Aufteilung der Einzelkomponenten und Blockschaltbild

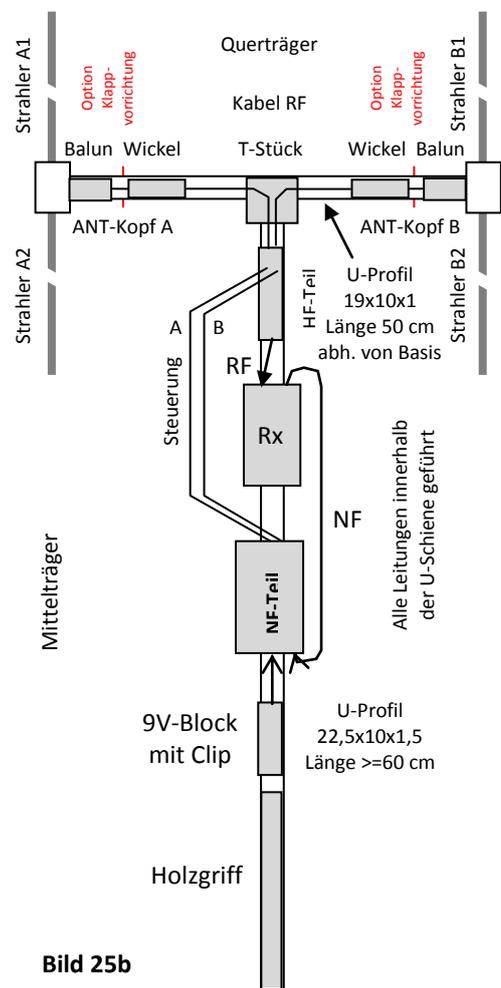
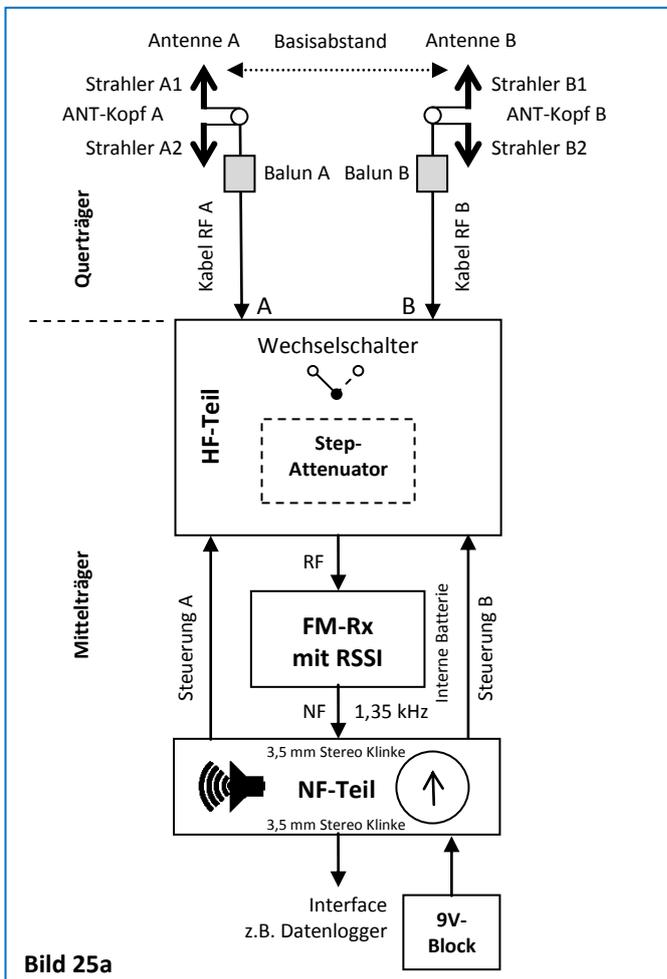
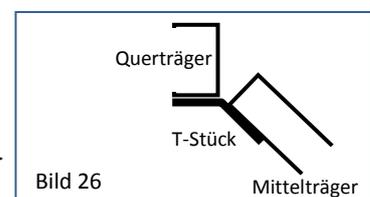


Bild 25 zeigt den grundsätzlichen Aufbau des Phasenpeilers. Die Varianten 24b und 24d werden durch die unterschiedliche Montage des T-Stücks realisiert:

24b: Montage an die Schmalseite des Querträgers (10 mm)

24d: Montage an die Breitseite des Querträgers (20 mm)

Für die empfohlene abgewinkelte Ausführung wird das T-Stück um 45° gebogen und so an die Schmalseite des Querträgers montiert.



Anfertigung der Strahler

In der **Standardausführung** sind ALU-Rohre mit 6 mm Durchmesser und einer Wandstärke von gut 1 mm vorgesehen. Diese ist ausreichend um ein M4-Gewinde zur Befestigung des Einbaustifts (mit Vorschneider) hineinzuschneiden. Als Stecker wird der Einbaustift VST 20 mit M4-Gewindestift verwendet.

Das ALU-Rohr wird dann auf die gewünschte Strahlerlänge zugeschnitten:

2 m $\lambda/4$: **49 cm** (+2,7 cm); 70 cm $\lambda/4$: **14,6 cm** (+2,7 cm) - oder nicht abgestimmte Kurzstrahler



Bild 27a: VST 20



Bild 27b: In das M4-Gewinde schrauben



Bild 27c: Fertig

Alternativ können auch verkürzte Gummiwendelstrahler eingesetzt werden. Anstelle Bananensteckverbinders ist dann die dazu passende Koaxbuchse in den Antennenkopf zu montieren.

Anfertigen der beiden Antennenköpfe - Standardausführung

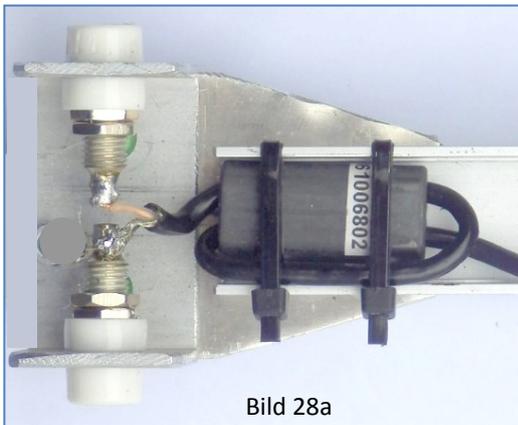


Bild 28a



Bild 28b

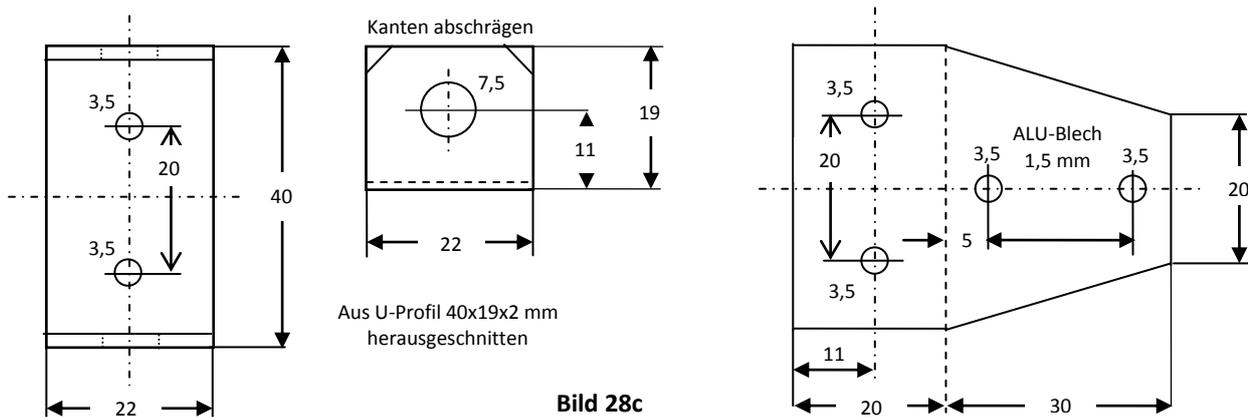


Bild 28c

Option: Antennenkopf für Gummiwendel-Strahler



Bild 29a



Bild 29b



BNC-Buchsen,
Strahlerlänge einschließlich Stecker 18 cm

Bild 29c

Bild 29: Angefertigt aus einem Kastenprofil 25x25x1,5 mm, Breite 22 mm

Option: Antennenkopf für Teleskopstrahler mit Kippvorrichtung (Konstruktion von DH4MPW)

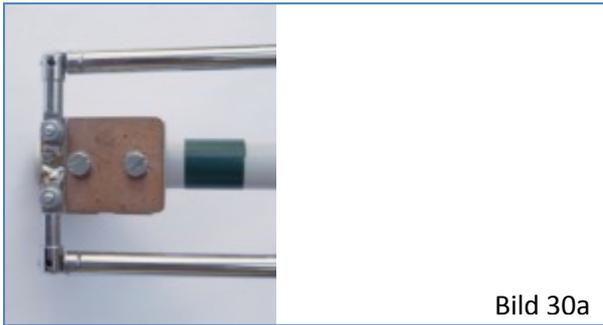


Bild 30a

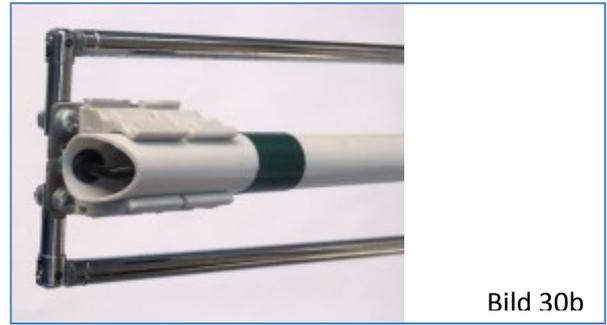


Bild 30b

Option: Klappvorrichtung für einen variablen Basisabstand

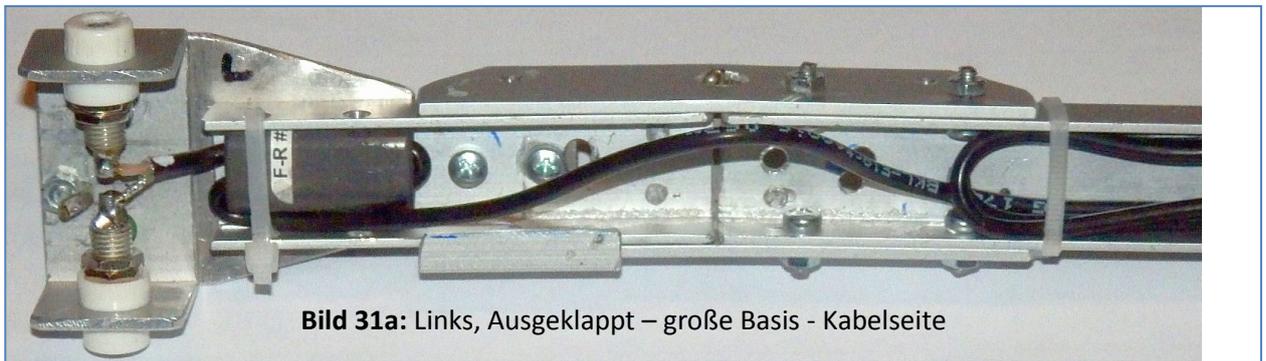


Bild 31a: Links, Ausgeklappt – große Basis - Kabelseite

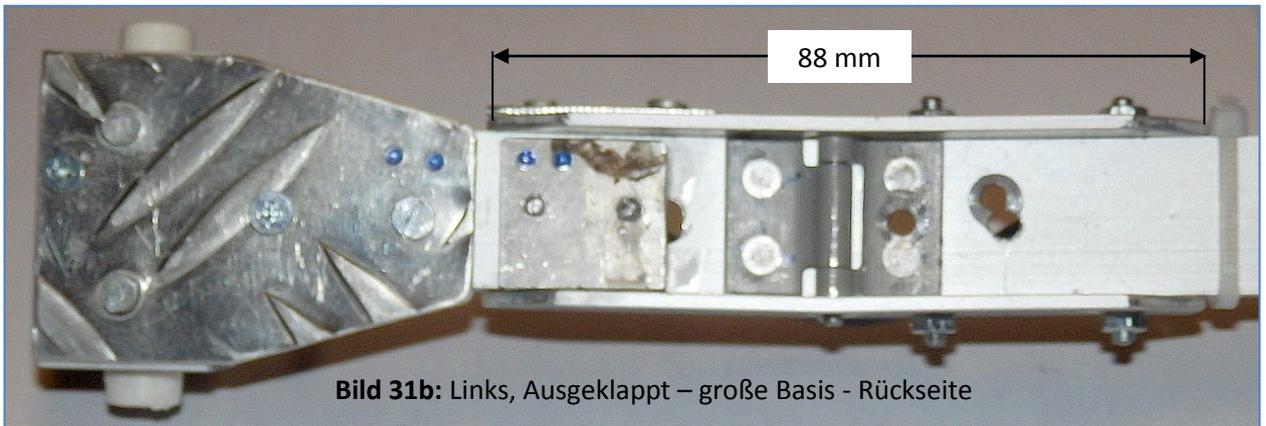


Bild 31b: Links, Ausgeklappt – große Basis - Rückseite

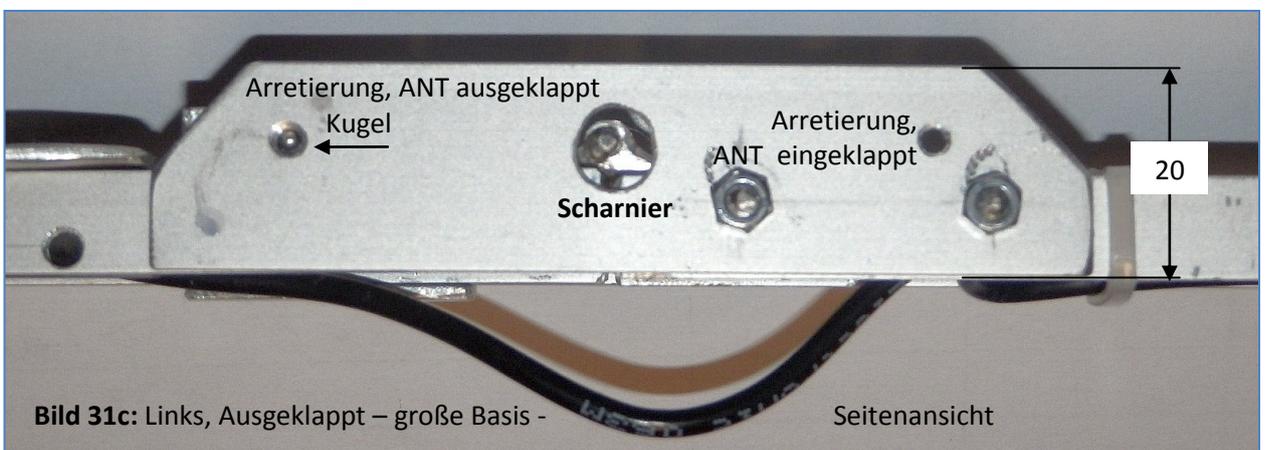


Bild 31c: Links, Ausgeklappt – große Basis -

Seitenansicht

Konstruktion von DL8DWM



Bild 31d: Links, eingeklappt – kleine Basis - Kabelseite



Bild 31e: Links, eingeklappt – kleine Basis - Balunseite

Montage des Querträgers (Zuordnung siehe Bild 25)

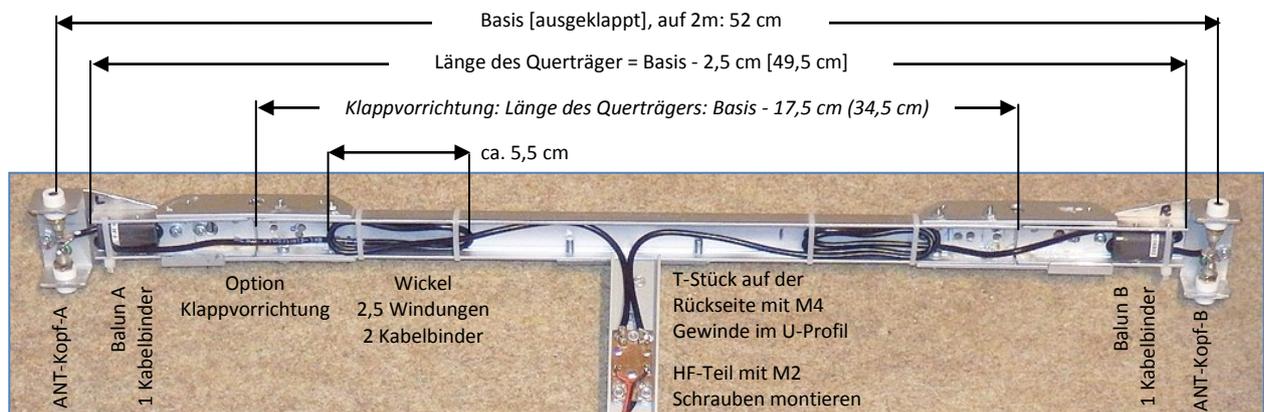


Bild 32: Montage der Baugruppen auf dem Querträger

Bild 34: Koaxkabel & Balun

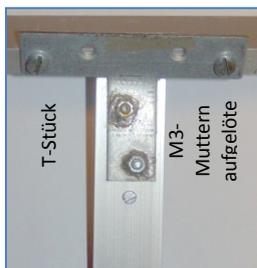
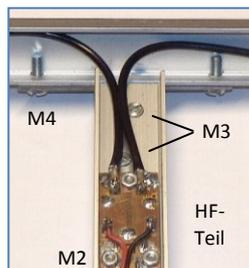
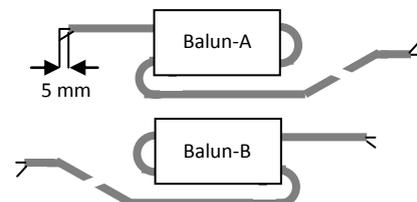


Bild 33: Montage des T-Stücks: Verbindung des Querträgers mit dem Mittelträger



Kabel RG174, Gesamtlänge $\lambda/2$ – auf 2m: ca. 67 cm
 $\lambda/2$ - 1 cm, Velocity-Factor VR = 0,66;
 beide Kabel exakt gleich lang



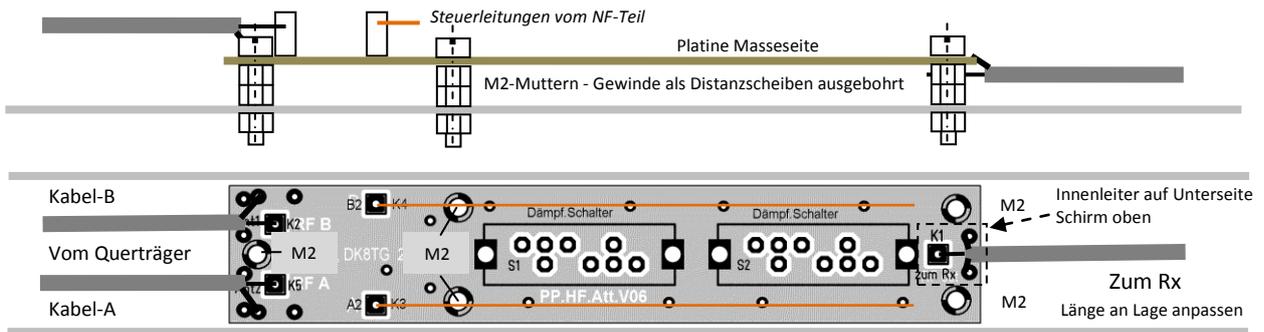


Bild 35: Montage des HF-Teils mit Attenuator in den Längsträger

Wie aus Bild 25 hervorgeht wurde die Schaltung auf verschiedene 2 Platinen verteilt:

HF-Teil und NF-Teil.

Die nur mit SMD-Bauteilen (Baugrößen 1206 & SOT323-3) bestückte **HF-Schaltung** ist dabei ausreichend klein, dass sie im U-Profil des Mittelträgers gut geschirmt Platz findet. Mit Hilfe des knapp 3 mm dünnen RG174-Kabels wird der Wechselschalter ohne HF-Steckverbinder über die beiden Baluns mit den Antennenköpfen verbunden. Nur für den Anschluss des Empfängers ist ein Koaxstecker erforderlich. Der NF-Teil beinhaltet die übrigen Schaltungsteile einschließlich Messinstrument sowie Lautsprecher und ist in einem preisgünstigen Weißblechgehäuse von Schubert untergebracht. Die über einen Clip anzuschließende 9 V-Blockbatterie wird unterhalb des NF-Teils in das U-Profil des Mittelträgers gesteckt und mit einem Kabelbinder fixiert.

Aufbau des HF-Teils

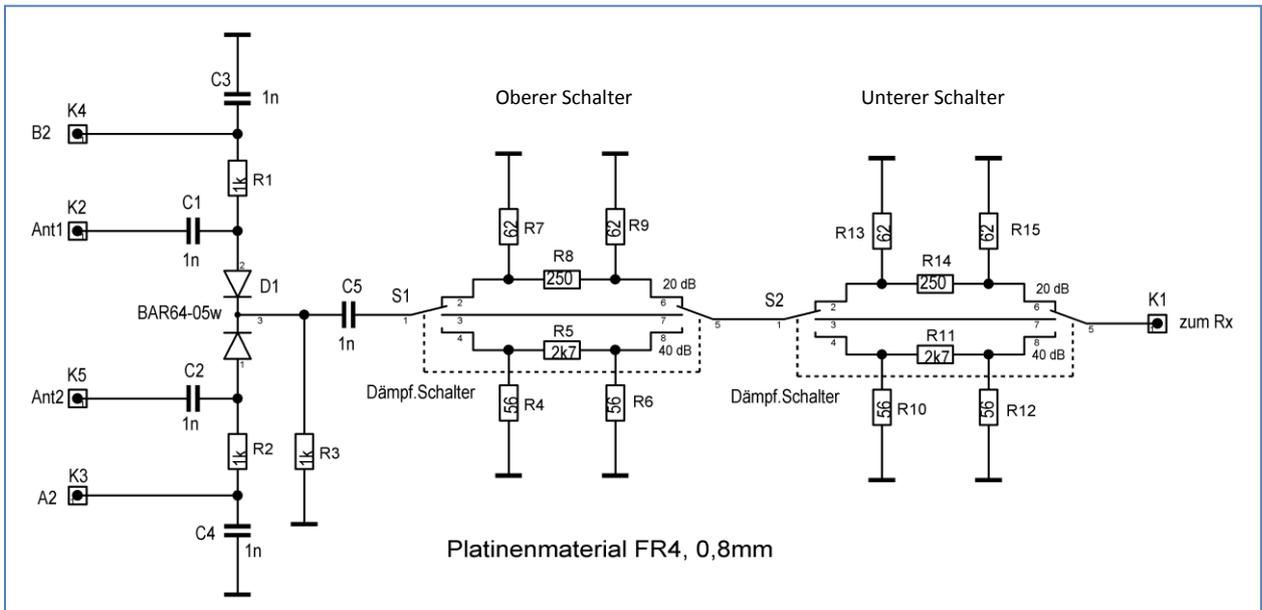


Bild 36: Schaltplan des HF-Teils

Das HF-Teil besteht aus dem Wechselschalter (D1, links) und dem Step-Attenuator (S1, S2 – Dämpfungsglieder) rechts im Bild. D1 ist eine Attenuator Doppel-Pin-Diode, welche die gewünschte Weichtastung ermöglicht.

Die zweipoligen Schiebeschalter S1 und S2 ermöglichen die Einstellung von je einer Durchgangsstufe und jeweils zwei verschiedenen Dämpfungsstufen. Durch geeignete Wahl der Widerstandswerte R4 bis R15 können Einzelstufen bis maximal 40 dB (2m) bzw. 30 dB (70cm) realisiert werden (Tabelle 1).

Eine sinnvolle Variante ist die Kombination von 15 - 0 - 30 dB für S1 und S2: Damit lassen sich die Stufen 0 – 15 – 30 – 45 – 60 dB auch auf 70 cm sicher einstellen. Die richtige Auswahl hängt jedoch vom S-Meter- Dynamikbereich und von der Schirmdämpfung des Empfängers ab.

Tabelle 1	Dämpfung in dB	S	R5, R8, R11, R14 (Längswiderstand) in Ohm (E24-Reihe)	R4*R6, R7*R9, R10*R12, R13*R15 (Ableitwiderstand) In Ohm (E24-Reihe)
	3		17,6 (18)	293 (300)
	6	1	37 (39)	151 (150)
	10		71 (68)	96 (100)
	12	2	93 (100)	84 (82)
	15		136 (130)	72 (75)
	18	3	195 (200)	64 (62)
	20		247 (240)	61 (62)
	24	4	394 (390)	57 (56)
	30	5	788 (820)	53 (51)
	36	6	1k6 (1k6)	52 (51)
40		2k5 (2k4)	51 (51)	

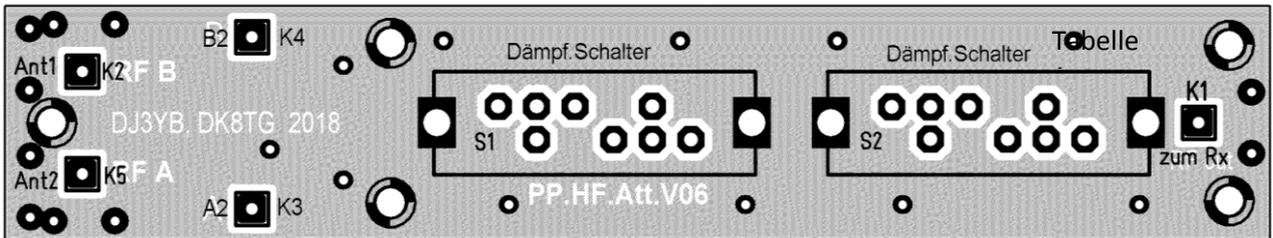


Bild 37a: Bestückungsplan (Oberseite – Lötstifte K1-K5, Schalter und Masseseite) *Layout von DK8TG*

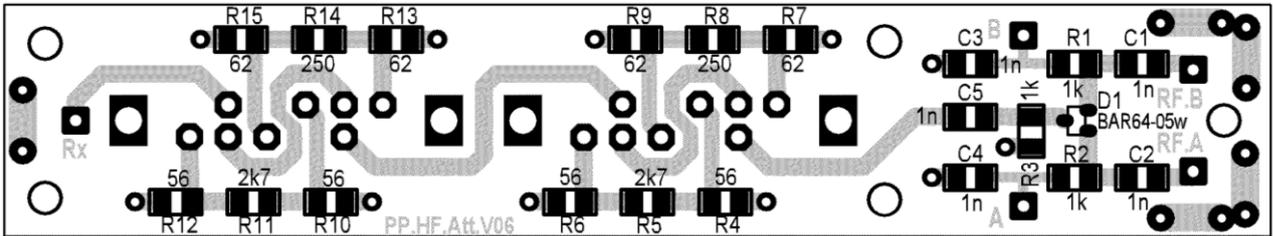


Bild 37b: Bestückungsplan (Unterseite – Bestückung der SMD-Bauteile)

Option: Wechselschalter mit Sperrdioden an den Dipolhälften

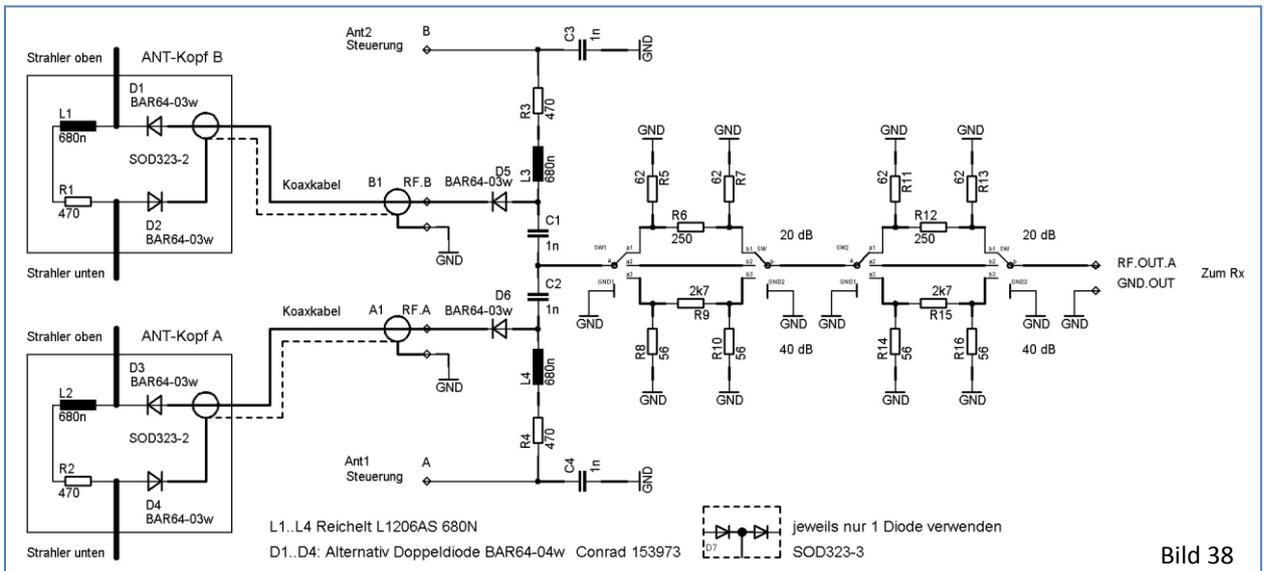


Bild 38

Schaltungsbeschreibung und Aufbau des NF-Teils (siehe Bild 39 – nächste Seite)

IC1 generiert die **Taktfrequenz** 1,35 kHz für den Wechselschalter im HF-Teil. Frequenzbestimmend ist das RC-Glied **R1/R2 und C1** (Feinabgleich mit R1/R2 möglich).

Der **Inverter-Treiber IC2** liefert die beiden komplementären Steuersignale über den **RC-Tiefpass** R17/R18 (Minderung des Schaltspektrums) an das HF-Teil. Mit S2 kann vom Peilbetrieb für Testzwecke auf den statischen Betrieb mit jeweils einer der beiden Antennen umgeschaltet werden.

Für die Peilanzeige wird das vom Rx ankommende Audio über K2 an den **NF-Verstärker IC4a** geführt.

Weil die gängigen Empfänger oder FM-Handys beim Anschluss eines externen Lautsprechers den internen abschalten, ist der zusätzliche Speaker Ls1 eingebaut.

Die **Audio-Verstärkung** wird bei 3.5 kHz-Hub (vom Messsender, Fm=1 kHz) mit P1 auf einen NF-Pegel von 4 bis 5 Vpp an PIN 1 (IC4a) bei mittlerer Lautstärke (VOL-Regler am Rx) eingestellt. Im Falle einer Begrenzung wird die Peilanzeige durch die Sendermodulation beeinflusst.

Zur **Auswertung der Phase** des vom Rx gelieferten periodischen Audiosignals ist der als **Synchrondetektor** verwendete C-MOS Anlogschalter IC3 vorgesehen.

Dieser wirkt als Umpolmodulator (Mischer) und polt das Rx-Audio im Takt der Schaltfrequenz um.

Dazu wird das Rx-Audio als Gleichtaktsignal dem IC3 zugeführt. Zur Vermeidung von Trafos ist der Modulator in zwei Gegentaktkanäle aufgeteilt, welche vom Taktgenerator invers angesteuert werden.

Auch das Ausgangssignal muss dann als Differenzsignal entnommen werden.

Zur Verbesserung der Anlogschalter-Sperrdämpfung sind jeweils zwei Anlogschalter in Serie geschaltet.

Beide Kanäle sind ausgangsseitig zur Glättung mit den als **Integratoren** (C4, C6) geschalteten Op-Amps **IC5a und IC5b** verbunden, an deren Ausgängen das Differenzsignal zur Peilauswertung mit dem Drehspul-Messwerk entnommen wird. Mit **P2** lässt sich der **Endausschlag** bei 90° Seitenpeilung einstellen. Bei geschlossenem Zoom-Schalter S2 wird die Steilheit der Peilanzeige für präzise Messungen (steiler Nulldurchgang) erhöht. An K3 lassen sich eine externe Peilanzeige oder ein Datenlogger anschließen.

Für die unipolare nicht stabilisierte Stromversorgung der Op-Amps ist eine niederohmige **Spannungsquelle** mit halber Batteriespannung nötig, welche IC4b generiert.

Zur Anzeige des Batteriebetriebs ist das **LED-Blitzlicht** mit geringem Stromverbrauch gedacht. Sofern darauf verzichtet wird, entfällt IC6 samt Umweltbeschaltung.

Bestückung (Bild 39c und 39d):

Vor der Montage in das Weißblechgehäuse werden zunächst die bedrahteten Bauteile auf der Platineoberseite bestückt (alle IC-Fassungen, Potis, Schalter, Steckverbinder und die 3 roten Folien-Kondensatoren). Erst in einem zweiten Schritt sind die SMD-Bauteile auf der Unterseite einzulöten. Nach Überprüfung auf Lötzinnbrücken können die ICs in die Fassungen gesteckt werden.



- Pfostenstecker:
- SV1:** Dreipoliges Flachband-Verbindungskabel als Steuerleitungen zum HF-Teil (Polung beachten)
 - SVL:** Zweipoliges Verbindungskabel zur Betriebsanzeige auf der Frontplatte
 - SV2:** Zweipoliges Verbindungskabel zum Drehspulinstrument auf der Frontplatte (Umpolmöglichkeit)
 - SV3:** Zweipoliges Verbindungskabel zum Lautsprecher auf der Frontplatte
 - SV4:** Zweipoliges Verbindungskabel zum externen Batterie-Clip (Polung beachten)

Bild 39a: Fotos vom NF-Teil

Die Platine wird noch ohne Weißblechgehäuse beidseitig bestückt. Auf der Oberseite (Bild 39b) sind alle bedrahteten Bauteile, Schalter, Potis und Steckverbinder untergebracht. Dagegen beinhaltet die Unter- bzw. Lötseite alle SMD-Bauteile – Widerstände und Kondensatoren der Bauform 1206.

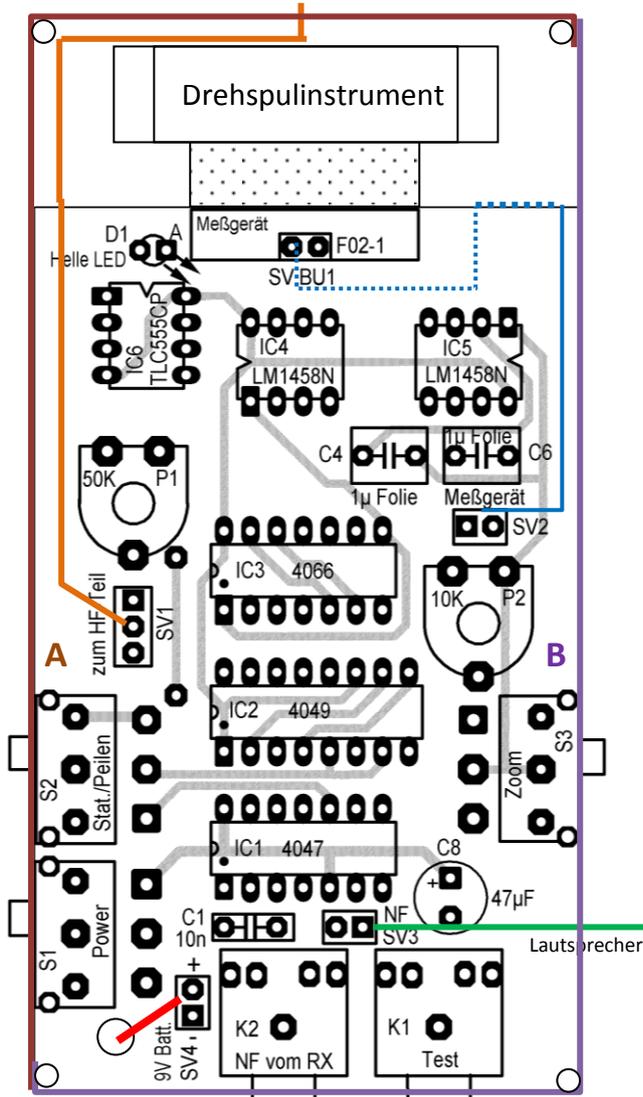


Bild 39c: Bestückungsplan, Oberseite

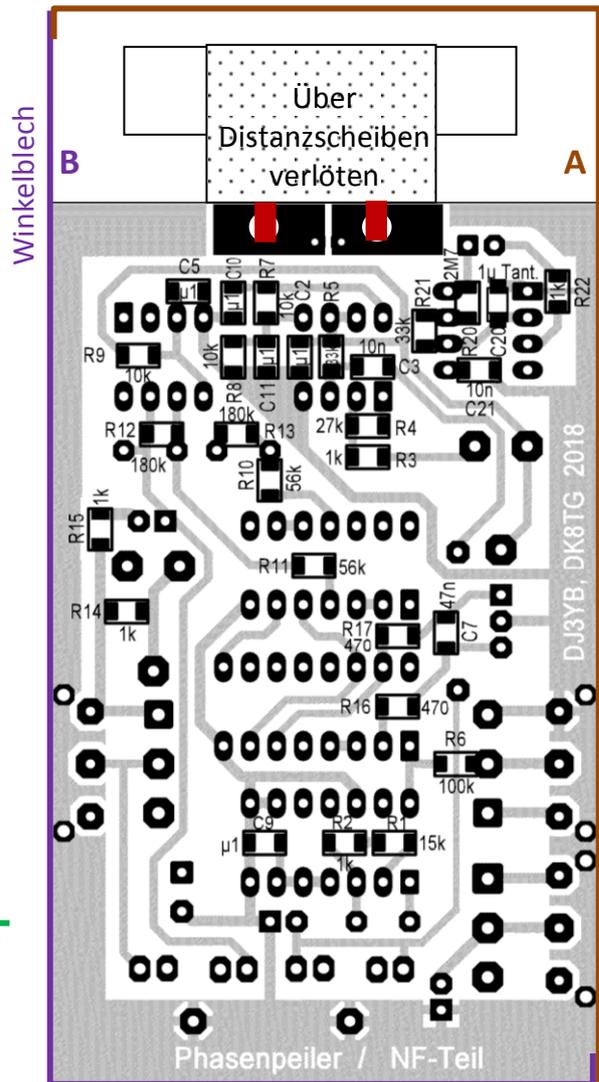


Bild 39d: Bestückungsplan, Unter- bzw. Lötseite

Bearbeiten der Winkelbleche des Weißblechgehäuses

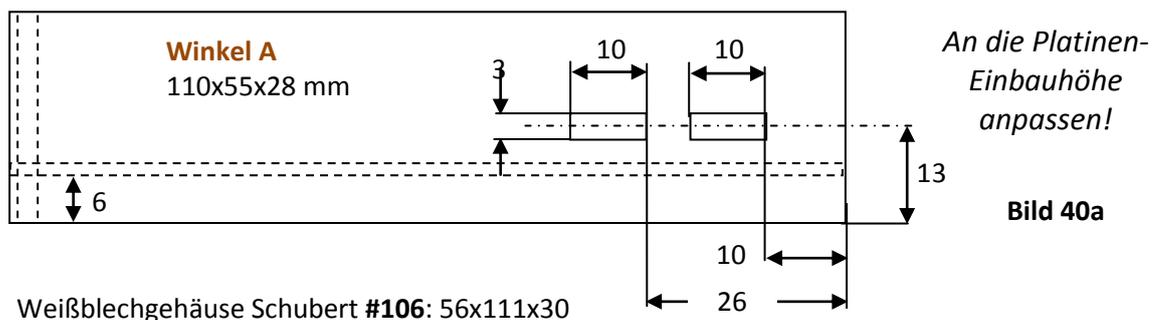


Bild 40a

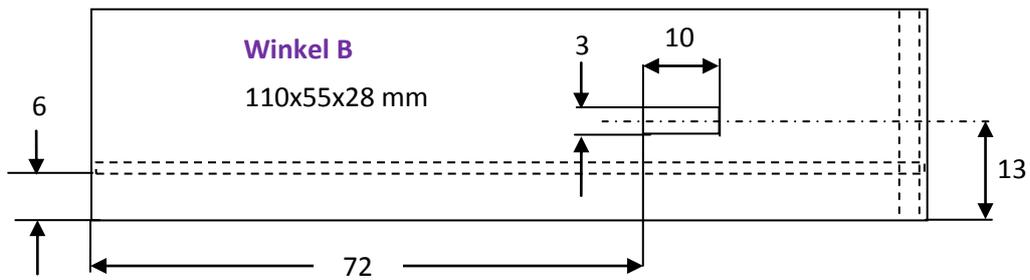


Bild 40b

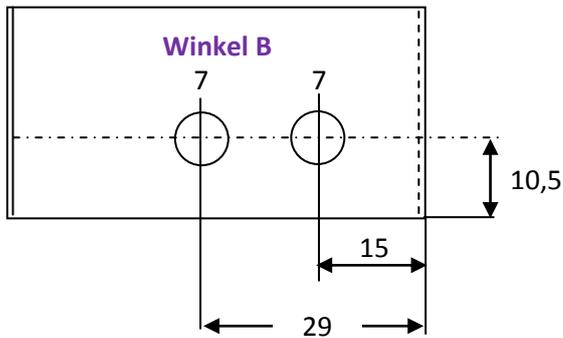


Bild 40c

Bodenblech bearbeiten

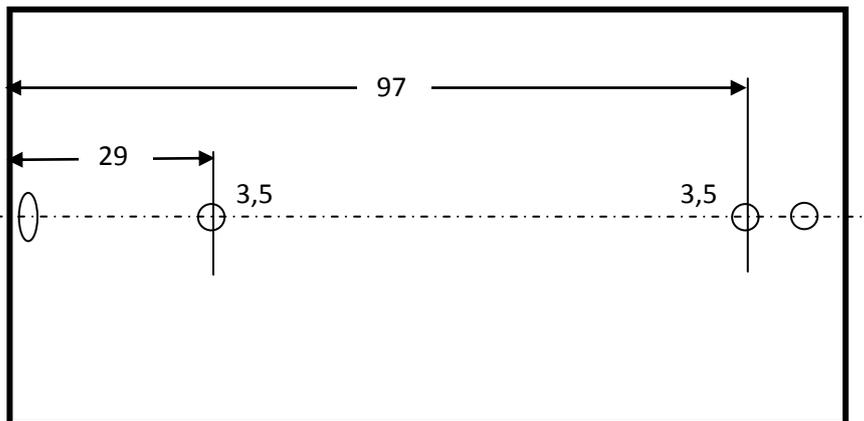
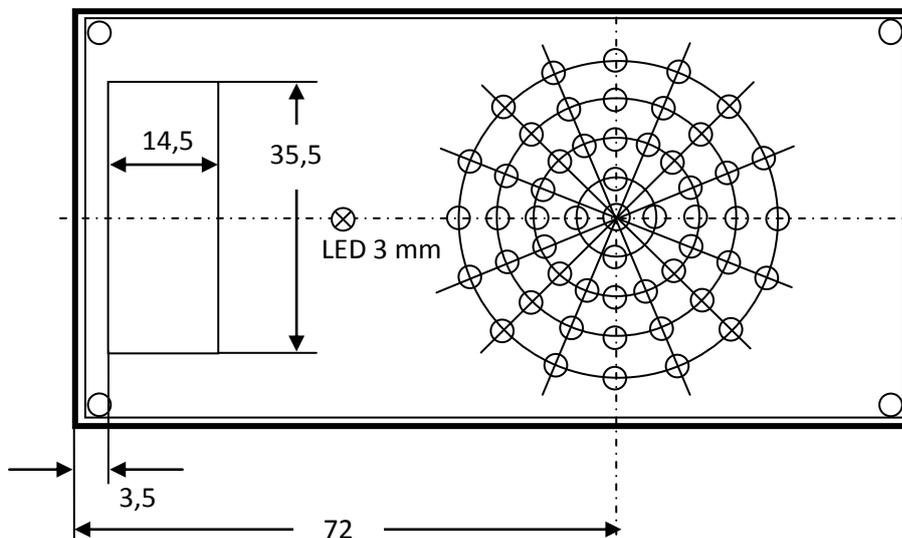


Bild 40d

Deckel (von unten gesehen) bearbeiten



Kreisdurchmesser:
42, 31,5, 21, 10,5
Lautsprecher-Bohrungen:
3 mm Durchmesser
für Ls1 BL50A

M 1:1
kann als Bohrschablone
verwendet werden

Bild 40e



Bild 41: Einlöten der Platine in das Weißblechgehäuse

1. Abstandslinie zur Platine auf den Blechwinkeln A und B anzeichnen
2. Zuerst Winkel A einpassen und dann mit Lötzinn anheften
3. Anschließend Winkel B mit Deckel einpassen und anheften
4. Überlappungsstellen der Winkel ausrichten und dann verlöten
5. An der Unterseite endgültig verlöten
6. Messwerk in Deckel stecken und von oben auf den Rahmen stecken
7. Messwerk ausrichten und Anschlüsse über Distanzbänder mit der Platine verlöten
8. Platine auf Kurzschluss-Zinnbrücken prüfen

Montage des NF-Teils auf dem Mittelträger

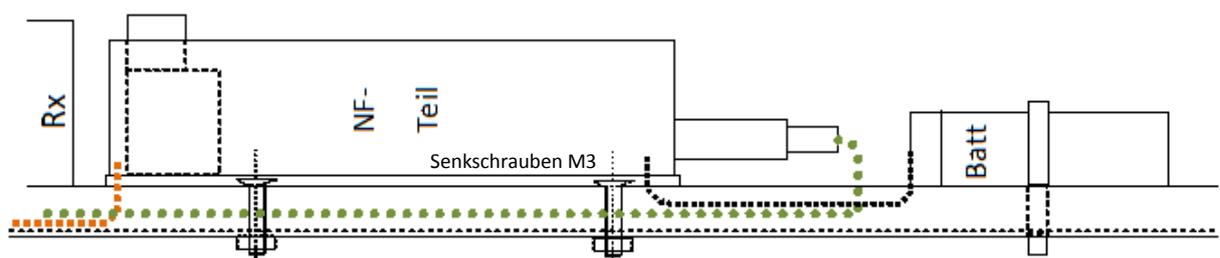


Bild 42: Montageplan

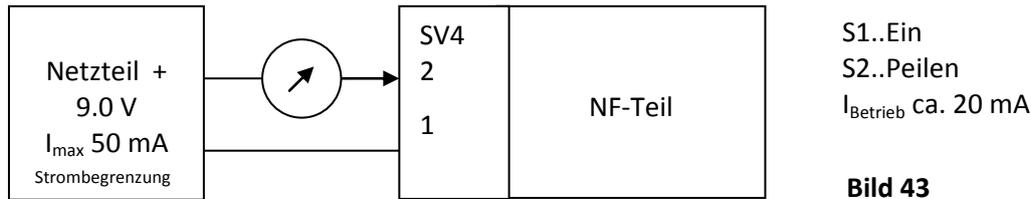
Verdrahtung siehe Schaltplan Bild 25:

1. Messwerk verdrahten (intern SV2/SV.BU1)
2. Lautsprecher verdrahten (intern SV3/SV.BU2)
3. LED verdrahten (intern D1)
4. Steuerleitungen zum HF-Teil verdrahten (SV1 A,GND,B) verdrahten
5. Batterieleitungen (SV4) verdrahten
6. NF-Verbindungskabel (SV3) zum Rx anfertigen und einbauen (ungeschirmt)
7. Koaxkabel vom HF-Teil zum Rx mit passenden Rx-Koaxstecker anfertigen und montieren

Die Baugruppendeckel können auf unterschiedliche Art am Rahmen befestigt werden:

1. Durch Verlöten (schlecht lösbar)
2. Durch Verschraubung von oben und unten mit M2-Schrauben – die Muttern werden an den Ecken in die Blechwinkel gelötet (Bild 40e).
3. Durch M1.7-Schrauben an den Seitenteilen mit eingelöteten Muttern auf der Innenseite

Inbetriebnahme



S1..Ein
S2..Peilen
I_{betrieb} ca. 20 mA

Bild 43

Oszilloskop an IC2-Pin.7: Rechteck 9 Vpp mit ca. 1.3 kHz (1,20..1,35 kHz)

Oszilloskop an SV1.1 und anschließend SV1.3: Schirmbild siehe Bild 15a

Mit 2-Kanal-Oszilloskop: invertierte Signale

Digitalvoltmeter an IC4b.7: 4.5V

Digitalvoltmeter an IC4a.1, IC5a.1, IC5b.7: 4.5V

1. Testschaltung:

Alle Kabel ab Anschlussplatte RG174 (VR=0,66) oder RG316 (VR=0,69, lötfest)

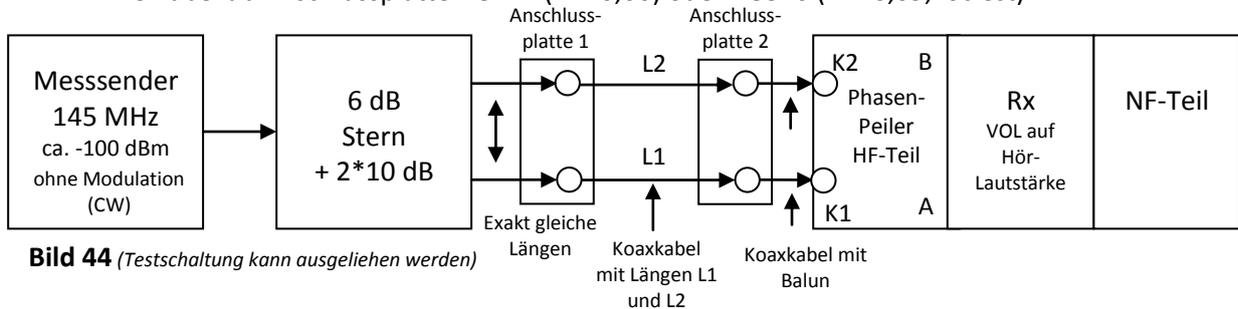


Bild 44 (Testschaltung kann ausgeliehen werden)

2. Abgleich der NF-Verstärkung:

Mit $\lambda/4$ -Umwegleitung – Maximaler Frequenzhub mit der Schaltfrequenz

L1 = L2 + $\lambda/4$ $\lambda/4$ bei 2m und RG174 ... 34 cm, $\lambda/4$ bei 70cm und RG174 ... 11.3 cm

Im Empfänger ist die Schaltfrequenz als Pfeifton zu hören

Abgleich mit P1:

Oszilloskop an IC1a.1: 4.5 Vpp mit P1 einstellen (Sinus)

3. Abgleich von P2 auf Vollausschlag des Messwerks:

Anordnung wie 2; Vollausschlag nach rechts (Zoom-Schalter S3 offen)

Bei Linksausschlag Anschlusskabel an SV2 mit SV.BU1 umpolen

4. Test für Rechtsausschlag des Messwerks:

Gegenphase: **L2 = L1 + $\lambda/4$**

Rechts-Vollausschlag beobachten

5. Gleichphase (Nullphase) prüfen und abgleichen [Standlinie]

Gleichphase: L1=L2: Messwerkausschlag Null (Mitte) – kein Ton hörbar

- wird zuerst einschließlich der beiden Balunkabel geprüft

Im Fehlerfall kann zwischen den Ungenauigkeiten im Wechselschalter und den Balunkabeln unterschieden werden, wenn L1 und L2 direkt an K1 und K2 angeschlossen werden.

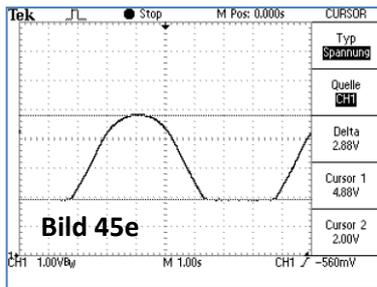
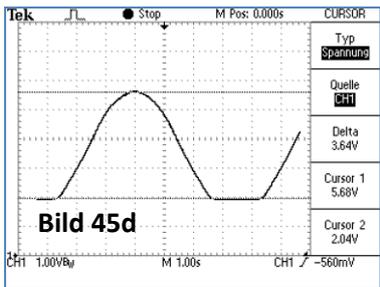
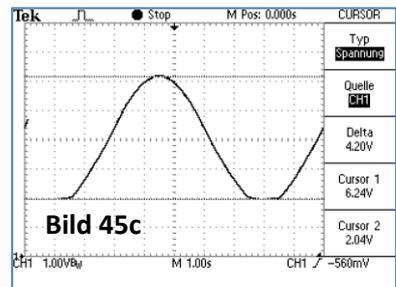
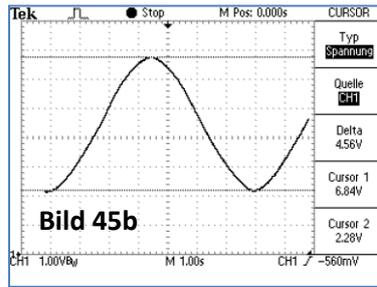
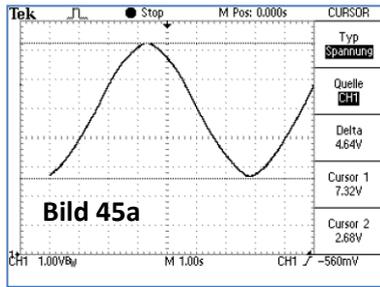
Der Abgleich erfolgt durch vorsichtiges Kürzen eines der beiden Balunkabels

6. Einfluss der Batteriespannung

Mit abnehmender Batteriespannung gehen die Operationsverstärker in die Begrenzung.

Durch Verwendung von „Rail-To-Rail“ Op-Amps lässt sich Begrenzerverhalten in Richtung kleineren Batteriespannungen bis zu 3 V verbessern.

Die folgenden Bilder zeigen den Einfluss der Batteriespannung auf die Peilanzeige:



7. Test im Freien und Hinweise zum Peilen

Mit Hilfe einer tragbaren Bake kann die Funktion des Phasenpeilers im Freien durchgeführt werden. Alternativ lässt sich der Peiler auch mit Messungen zur Dachantenne (vertikaler Rundstrahler) des Operators durchführen.

Der Maximalausschlag des Messwerks wird nur erreicht, wenn beide Antennen in einer Linie auf die Bake gerichtet sind und der Basisabstand $\lambda/4$ beträgt. Im Falle eines kleineren Basisabstandes ist der Ausschlag geringer, was mit Hilfe des Zoom-Schalters ausgeglichen wird. Wie bereits beschrieben (Bilder 21..22) können Reflexionen das durch Drehen auf der Stelle zu ermittelnde Antennendiagramm stark verzerren.

Zur Seitenbestimmung sollte man eine Drehung im Kreis durchführen. Dabei ist anhand von Unregelmäßigkeiten leicht zu erkennen, wenn eine Mehrwegeausbreitung zu Missweisungen führen.

Läuft man in Richtung der Standlinie, so „zappelt“ das Messwerk um den Nullpunkt mehr oder weniger stark. Der Peilfunker muss dann die Richtung nach dem Mittelwert der Ausschläge ermitteln.

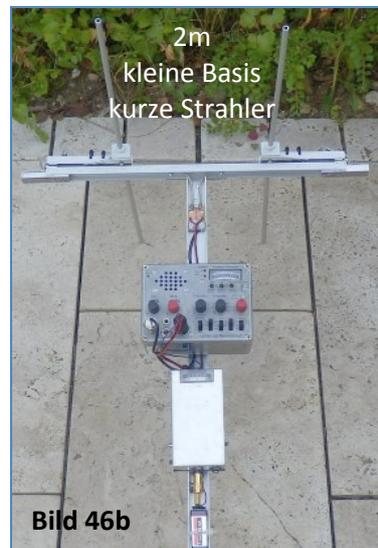




Bild 46c: 2 m-Phasenpeiler mit Gummiwendel-Antennen

8. Testanordnung und Peilung im Freien

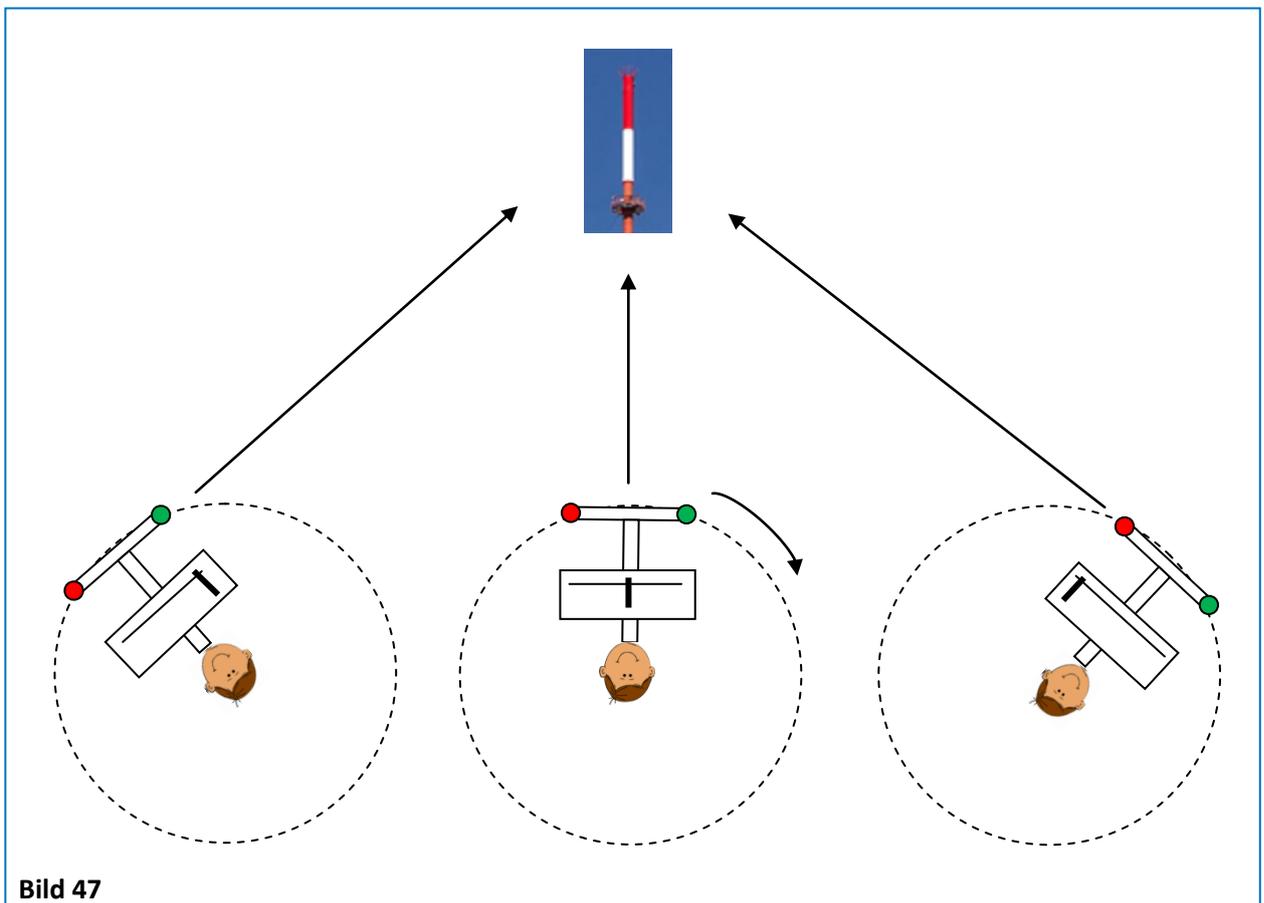


Bild 47

Phasenpeiler Update 2019

Stückliste: HF-Teil

HF-Teil:							
1	5	C1 ... C5	1nF	SMD-Keramik 1206 (0805)	NP0-G1206 1,5n	0,03 €	0,15 €
2	3	R1, R2, R3	1k	SMD 1206 (0805)	RND 1206 1 1,0k	0,02 €	0,06 €
3	12	R4 ... R15	abh. von Dämpfung, Tabelle 1	SMD 1206 (0805)	RND 1206 1 ...	0,02 €	0,24 €
4	1	D1	BAR64-05w	SMD SOT323	Mouser 726-BAR6405W H6327	0,24 €	0,24 €
5	2	Schiebeschalter	EIN-EIN-EIN	alte Nr 708097	1564872	0,76 €	1,52 €
6	8	Lötstützpunkte				0,05 €	0,40 €
7	1	Platine <i>Beta-Layout</i>	100 x18 mm Epoxyd, 0,8 mm	doppelkaschiert, durchkontaktiert		12,16 €	12,16 €
8	1	Satz Befestigungsteile				1,00 €	1,00 €
Summe							15,77 €

Stückliste: NF-Teil

NF-Teil:							
9	1	C1	10nF	Folien-C	MKS2-100 10n	0,21 €	0,21 €
10	2	C4, C5	1uF	Folien-C	MKS2-100 1,0u	0,24 €	0,49 €
11	1	C8	47µF	ELKO Radial	RUBY 25YXH47M	0,14 €	0,14 €
12	1	C20	1µF	Tantal SMD	SMD TAN.1,0/16	0,11 €	0,11 €
13	5	C2, 5, 9, 10, 11	0,1uF	Keramik SMD 1206	KEM X7R1206B100N	0,12 €	0,60 €
14	2	C3, C21	10nF	Keramik SMD 1206	X7R 1206 BG 10n	0,03 €	0,06 €
15	1	C7	47nF	Keramik SMD 1206	X7R 1206 CF 47N	0,02 €	0,02 €
16	1	D1	Rot	LED 3mm	LED 3mm 12V RT	0,31 €	0,31 €
17	1	IC1	CMOS 4047BCN	DIP14	MOS 4047	0,31 €	0,31 €
18	1	IC2	CMOS 4049BCN	DIP16	MOS 4049	0,27 €	0,27 €
19	1	IC3	CMOS 4066BCN	DIP14	MOS 4066	0,24 €	0,24 €
20	2	IC4, IC5	LM1458N	DIP8	LM 1458 N	0,35 €	0,70 €
21	1	IC6	TLC555CP	DIP8	ICM 7555	0,28 €	0,28 €
22	3	IC-Fassung IC4, IC5, IC6	8-pol.	DIP8	MPE 001-1-008-3	0,22 €	0,66 €
23	2	IC-Fassung IC1, IC3	14-pol.	DIP14	MPE 001-1-014-3	0,24 €	0,49 €

Stückliste NF-Teil - Fortsetzung

24	1	IC-Fassung IC2	16-pol	DIP16	MPE 001-1-016-3	0,28 €	0,28 €
25	1	LS1	1W	D=36 H=5.5	LSM-36M/B	2,30 €	2,30 €
26	1	P1	50k	PT10	PT 10-L 50k	0,24 €	0,24 €
27	1	P2	10k	PT10	PT 10-L 10k	0,24 €	0,24 €
28	2	R16, R17	470	SMD 1206	SMD 1/4W 470	0,03 €	0,06 €
29	5	R2, R3, R14, R15, R22	1k	SMD 1206	RND 1206 1 1,0k	0,02 €	0,10 €
30	3	R7, R8, R9	10k	SMD 1206	RND 1206 1 10k	0,02 €	0,06 €
31	1	R1	15k	SMD 1206	SMD 1/4W 15k	0,03 €	0,03 €
32	1	R4	27k	SMD 1206	RND 1206 1 27k	0,02 €	0,02 €
33	2	R5, R21	33k	SMD 1206	RND 1206 1 33k	0,02 €	0,04 €
34	2	R10, R11	56k	SMD 1206	RND 1206 1 56k	0,02 €	0,04 €
35	2	R12, R13	180k	SMD 1206	SMD 1/4W 180k	0,03 €	0,06 €
36	1	R20	2M7	SMD 1206	SMD 1/4W 2,7M	0,03 €	0,03 €
37	2	S1, S3	Schalter Ein-EIN	Schiebeschalter seitlich	SS 25536 N	1,89 €	3,78 €
38	1	S2	Schalter Ein-AUS-EIN	Schiebeschalter seitlich	SS-25539 N	2,02 €	2,02 €
39	1	SV1, SV2, SV3, SV4	Pfostenstecker	Leiste 9+	BKL 10120168	0,31 €	0,31 €
40	1	SV1, SV2, SV3, SV4	Pfostenbuchsen	Leiste 9+	BL 1X10 G7 2,54	0,52 €	0,52 €
41	2	K1, K2	3,5 mm	Einbau-Klinkenbuchse	EBSF 35	0,08 €	0,15 €
42	1	MG1	+200uA Voltcraft AM-39X14	Drehspulinstrument, 0..Mitte	103072	6,99 €	6,99 €
43	1	Platine <i>Beta-Layout</i>	85 x 52 mm	doppelkaschiert, durchkontaktiert		17,91 €	17,91 €
44	1	Weißblechgehäuse	55x111x30x0,5	Schubert, Größe 6		3,61 €	3,61 €
45	1	Satz Schrauben / Muttern				1,00 €	1,00 €
Summe							44,67 €

Die Stücklisten sind auch als Excel-Dateien verfügbar. Für Sammelbestellungen kann dann die Anzahl der aufzubauenden Peiler angegeben werden.

Stückliste Antenne

Antenne:							
46	2	Balun-Kerne	F-R #2861006802	Call-Elektronik		0,85 €	1,70 €
47	1	Satz Koaxkabel	2 m	RG174, 5 m-Ring	RG 174-5	3,40 €	3,40 €
48	1	Koax-Steckverbinder	BNC oder SMA		BKL 0401003-D	1,50 €	1,50 €
49	4	Buchsen (Banane)		blau	BB 4 BL	0,30 €	1,20 €
50	4	Stecker, Einbaustift 4 mm			VST 20	0,83 €	3,33 €
51	1	Klinkenstecker, Stereo	3,5 mm		KSSM 35	0,21 €	0,21 €
52	1	Clip	9 V	Batterieclip 9 V-Block	CLIP 9V	0,25 €	0,25 €
53	1	Batterie	9 V		ERG AL 9	1,70 €	1,70 €
54	1	Baumarkt U-Profil	19,5x10x1,5 mm, Länge 340 mm	alternativ 520 mm		3,00 €	3,00 €
55	2	Baumarkt U-Profil	19,5x10x1,5 mm, Länge 70 mm			1,00 €	2,00 €
56	1	Baumarkt U-Profil	22,5x10x1,5 mm, L = 600 mm	1 m		4,00 €	4,00 €
57	2	Baumarkt U-Profil	40x20x2 mm, L =22 mm			1,00 €	2,00 €
58	1	Baumarkt T-Stück	70x 50x17 mm			1,00 €	1,00 €
59	1	ALU-Rohr	6 mm, Wandstärke 1 mm	Länge 2 m		4,00 €	4,00 €
60	2	ALU-Blech	54x40x2 mm			2,00 €	4,00 €
61	2	Scharniere	B=19 mm			1,00 €	2,00 €
62				Summe			35,29 €
				Summe alles			95,73 €
Zubehör							
Z1		FM-Rx mit S-Meter oder Transceiver (Handy)					

Roteintrag: Conrad oder andere Distributoren

Für die Herstellung der Mechanik hat der OV C37 (Klaus Bichler, DL7KWA) Bohrschablonen und Montagehilfen hergestellt, die auf Anforderung ausgeliehen werden können.

Ausblick auf künftige Weiterentwicklungen:

Mono- und Duoband-Phasenpeiler mit Rx-Modul und Controller sowie LCD-Anzeige
Weichtastung zur Verminderung des Schaltspektrums

Ich danke den beteiligten OMs für ihre Mitarbeit:

DK8TG: Anregungen, Messungen, Platinen-Layout und Fertigung der Musterplatinen

DL8DWM: Antennensimulator und Antennenkonstruktion

DH4MPW: Erfahrungsberichte, Aufbaukonzept und wochenlange Erprobung

Bei Bedarf werden kommerziell gefertigte Platinen angeboten.

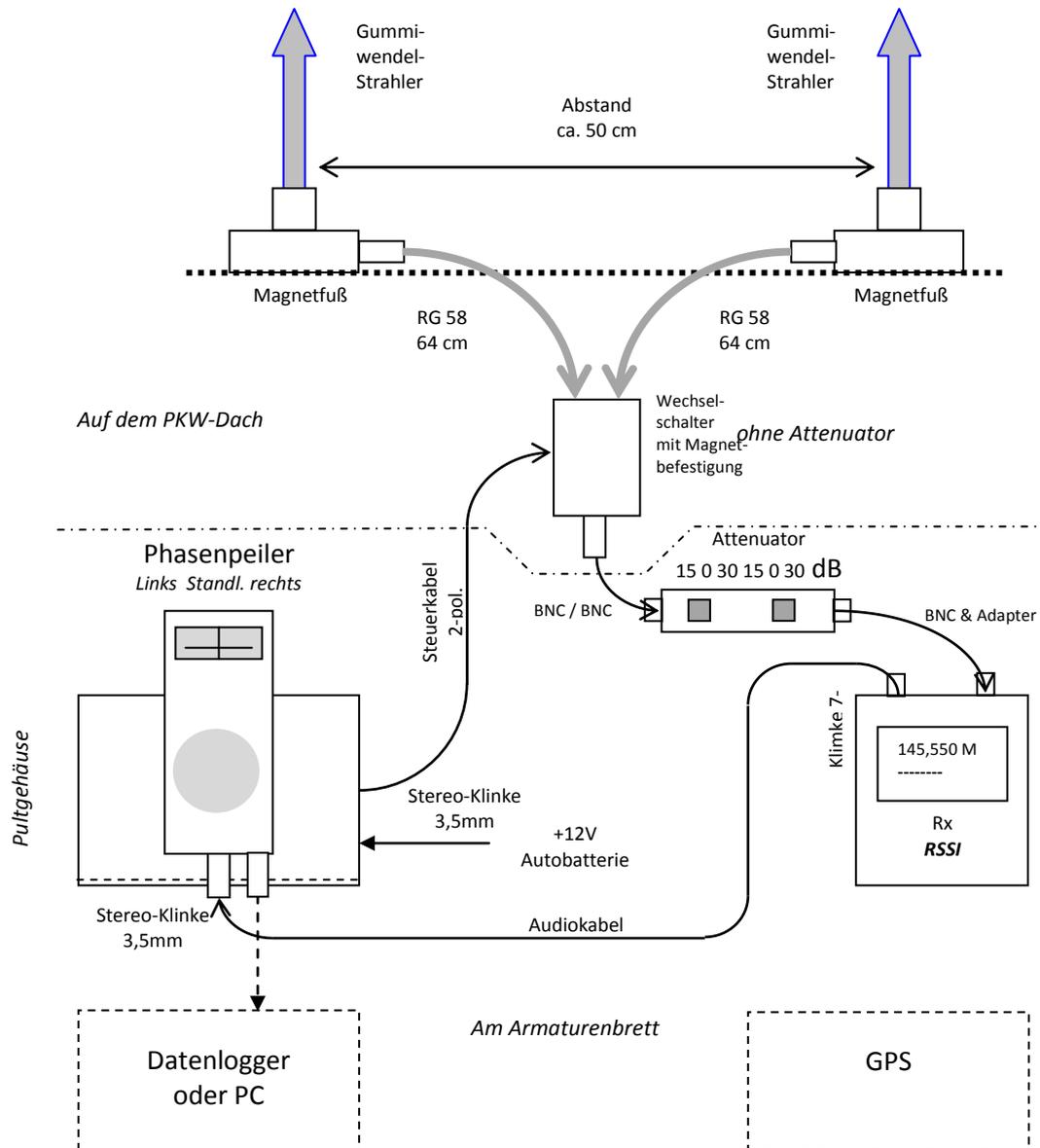
An einer Weiterentwicklung mit integriertem Empfänger-Modul wird gearbeitet.

Gilching, 13. Januar 2019

Peter Baier, DJ3YB

Anhang:

Phsenpeiler im PKW („Doppler-Halbe“)

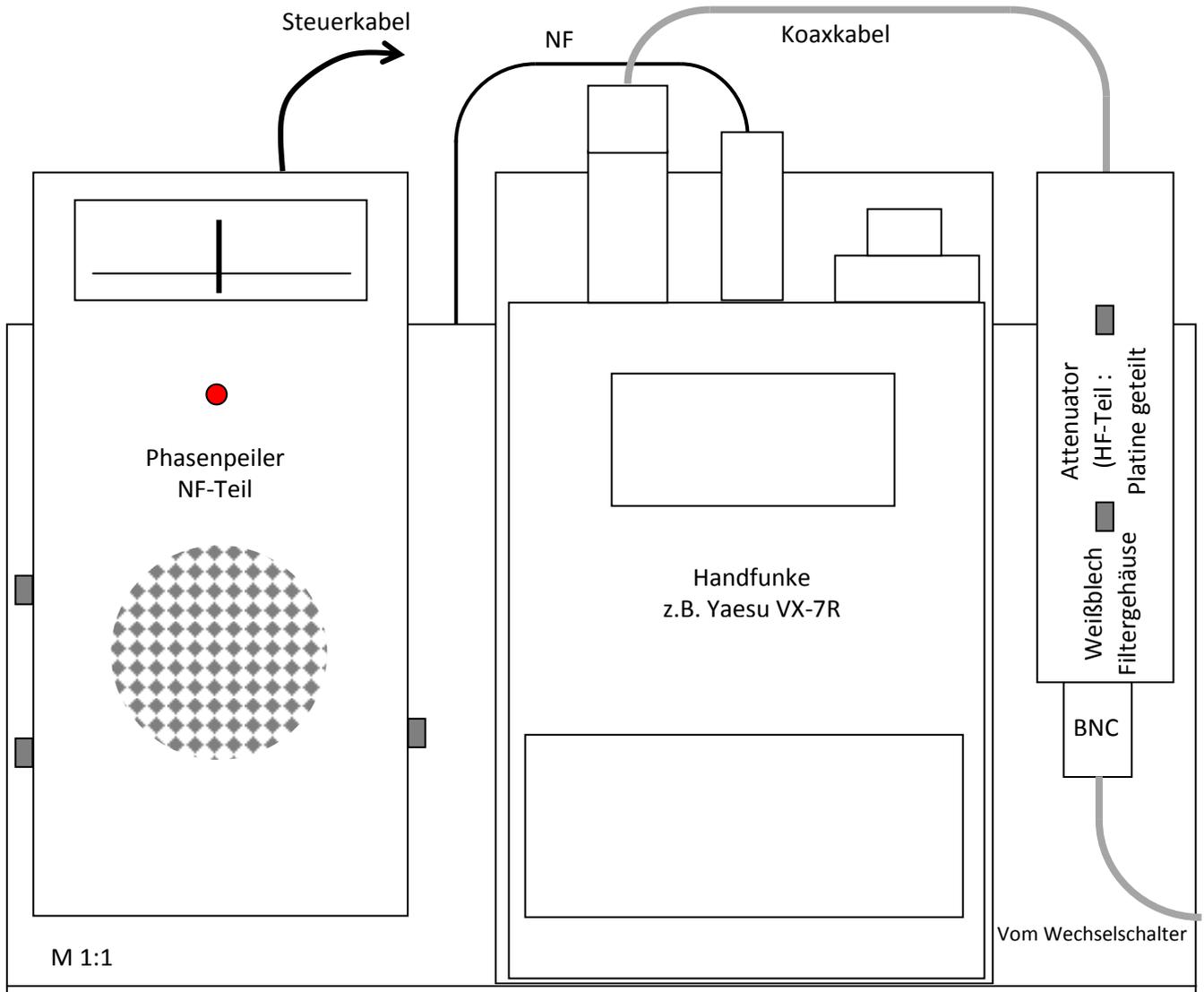


Die HF-Platine mit einer Säge geteilt:

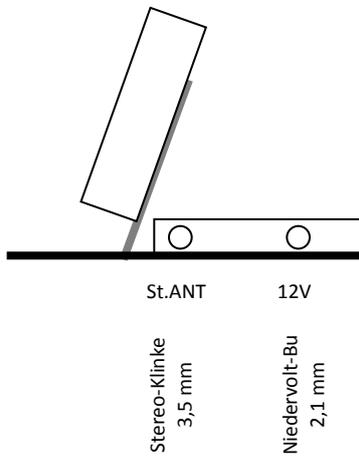
- Einbau des Wechselschalters in ein RF-Stahlblechgehäuse Reichelt # TEKO 371 mit 3 BNC-Buchsen und aufgeklebtem Magnet Conrad #503672
- Attenuator-Einbau in Filter-Weißblechgehäuse Schubert #FG3B, 74x20x20mm
-

Magnetfuß: SIRIO MAG 145

Antennen: CR-77 (2m/70-Duoband)



Seitenansicht



9V-Spannungsregler auf dem Bodenblech