

Eine externe Antenne für das DAB+ Radio Ein Vorschlag zum Selbstbauen

Besonders im Funkschatten von Hochhäusern, in Tallagen und in den Randbereichen der Versorgungsgebiete des digitalen Hörfunks (DAB/DAB+), aber auch bei Funkstörungen entsteht der Wunsch nach einer Verbesserung des Empfangs. Dieses Ziel kann am ehesten durch eine externe Antenne mit Antennenverstärker erreicht werden.

„Digital Audio Broadcast“ (DAB/DAB+) arbeitet auf den Kanälen 5A bis 13F mit Frequenzen von 174 bis 239 MHz im Bereich VHF III. Bis 2008 wurde dort das analoge Antennen-Fernsehen (Kanäle 5 bis 12) übertragen. Die Rundfunkwellen des VHF- und des UKW-Bereichs breiten sich so ähnlich aus wie das Licht, nämlich überwiegend gradlinig. Optimalen Empfang erzielt man bei Sichtverbindung, weil dann die Signalstärke an der Empfangsantenne höchstmöglich ist. Das Antennensignal schwankt durch witterungsabhängige Änderungen der Ausbreitungsbedingungen. Als „Überreichweite“ bezeichnet man die Situation, bei der weit entfernte UKW- und/oder VHF-Stationen hörbar werden, was dem Hörer interessanten Fernempfang beschert oder Störungen anderer Sender verursacht, hervorgerufen durch sporadisch auftretende Reflexionen an niedrig gelegenen Schichten der Atmosphäre. Ferner gibt es Beugungserscheinungen, so dass die Radiowellen – erheblich abgeschwächt – den Bereich hinter flachen Geländeerhebungen erreichen, und auch Reflexionen an großen Gebäuden etc. Wetterbedingte Schwankungen des Empfangs stören beim analogen UKW kaum, entscheiden aber beim Digitalradio im Grenzbereich darüber, ob die Schwelle zum Empfang der digitalen Signale gerade eben überschritten ist oder nicht, ob also „Empfang“ oder „kein Empfang“ vorliegt. Der bis dahin ungestörte Digitalradioempfang kann auch abrupt abbrechen, wenn mangelhaft funktentstörte Geräte wie Computer oder Schaltnetzteile in der Nähe der Empfangsantenne eingeschaltet werden. Anders als beim analogen Rundfunk, bei dem man aus der Art des Störgeräusches auf die Quelle der Störung schließen kann, ist beim Digitalradio nicht erkennbar, warum der Empfang ausbleibt.

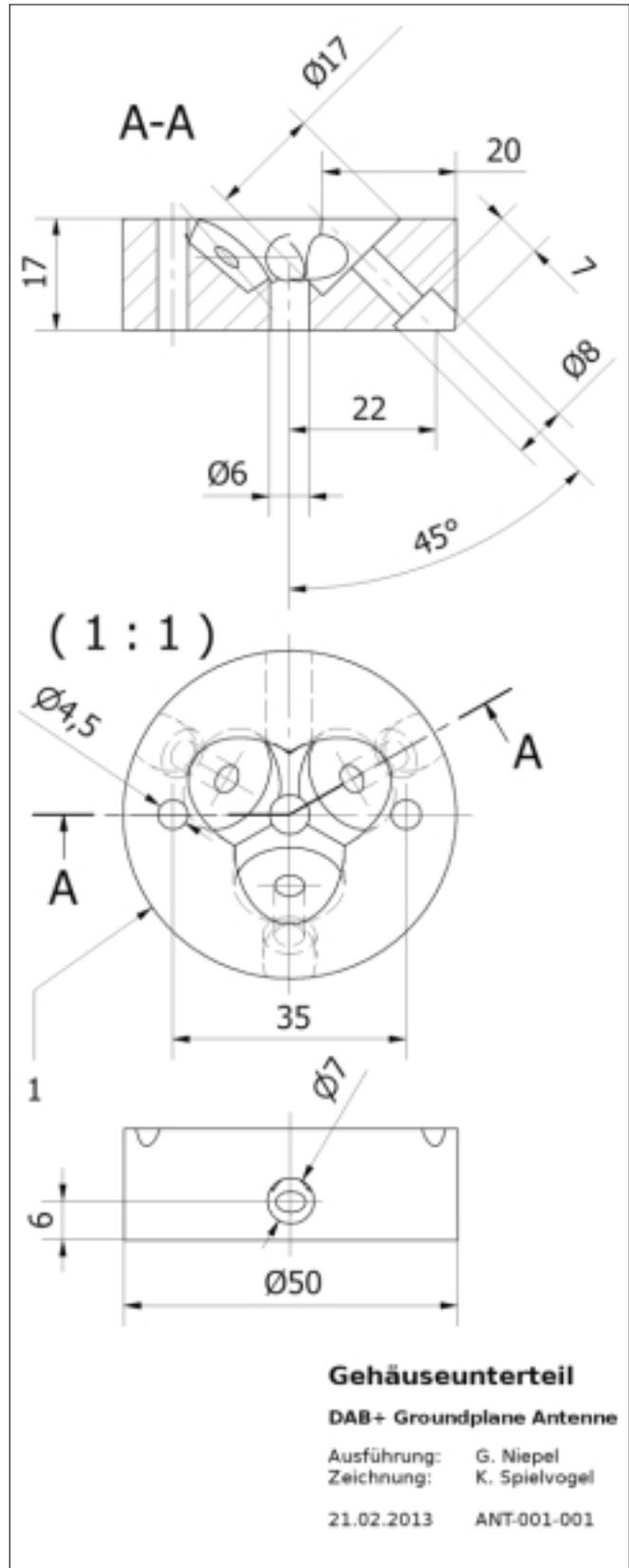
Die Antenne soll ein kräftiges Antennensignal an den Empfänger abgeben und gleichzeitig möglichst wenige Funkstörungen empfangen. Die eingebaute Teleskopantenne befindet sich ausgerechnet in unmittelbarer Nähe der störenden Digitalelektronik des Radios selbst. Da die Entstörung

dieser und zahlreicher anderer Störquellen meist unmöglich ist, strebt man mit der externen Antenne einen großen Abstand zu Störquellen an. Bei einer Montage am Antennenmast oberhalb des Dachfirstes blickt die Antenne weit über Geländehindernisse hinweg, entspricht allerdings nur mit vorschriftsmäßigem Blitzschutz den Sicherheitsanforderungen. Die Montage unterhalb Firsthöhe außen an der Giebelseite des Hauses oder auf dem überdachten Balkon erspart den Blitzschutz, erfordert aber immer noch eine korrosionsfeste und damit teure Ausführung der Antenne. Ein geschützter Montageort wie der Dachboden oder ein ausgewählter Standort im Wohnraum ermöglicht eine einfachere Ausführung der Antenne.

Für das Antennenkabel, das gegen Einstrahlungen von Störungen abgeschirmt sein muss, kommen nur Koaxialkabel infrage. Statt des in der Funktechnik bevorzugten 50-Ohm-Kabels, empfehle ich hier handelsübliches „Satellitenanlagen-Kabel“ mit 75 Ohm Wellenwiderstand zu verwenden. Ein in der Nähe der Antenne montierter Antennenverstärker gleicht die im Kabel entstehenden Verluste aus. Aus verschiedenen Gründen ist die gesamte Antennenanlage nur so gut wie die Antenne. Eine unmittelbar am Gerät platzierte nicht abgestimmte Antenne über einen Antennenverstärker anzuschließen, wird nur bei einem unempfindlichen Empfänger gegenüber der eingebauten Antenne ein wenig Empfangsverbesserung bringen. Eine ganz ent-

scheidende Verbesserung erzielt man aber mit einer auf die Wellenlänge abgestimmten Antenne, die zudem noch außerhalb des Bereiches der Funkstörungen möglichst hoch angebracht ist.

Die hier vorgestellte DAB/DAB+ Groundplane-Antenne für den Bereich VHF III um 200 MHz ist eine solche abgestimmte



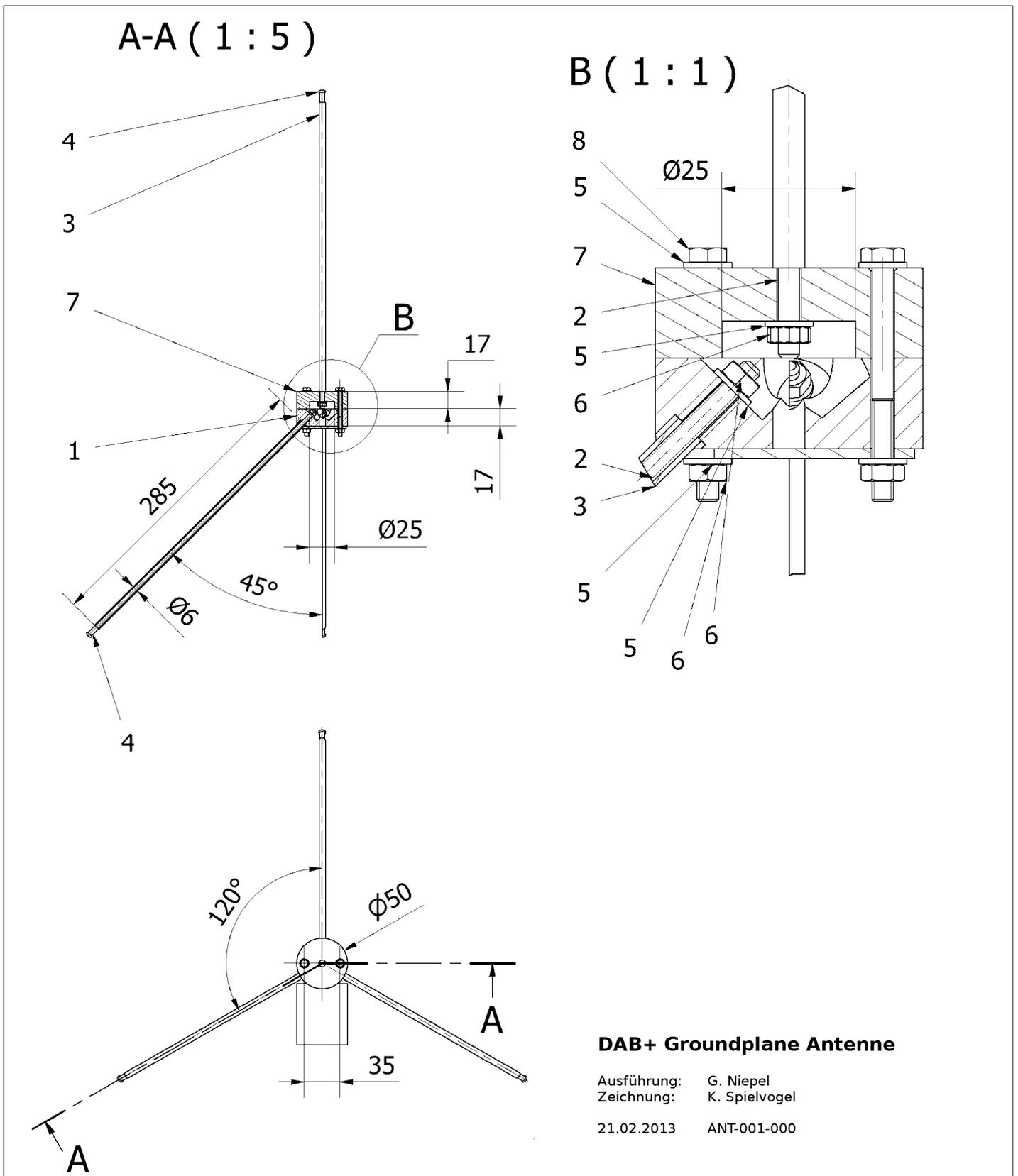
Antenne [1, 2]. Sie lässt sich mit vertretbarem Aufwand selbst herstellen. Eine Groundplane-Antenne besteht grundsätzlich aus einem senkrecht stehenden Metallstab (in der Fachsprache: Strahler), der die empfangene Energie der Radiowellen an den Innenleiter des Koaxial-Kabels abgibt, und mehreren horizontal oder schräg nach unten gerichteten Metallstäben, die alle mit der Abschirmung des Koaxial-Kabels verbunden sind. Speziell unsere Lambda-Viertel-Groundplane-Antenne mit den drei schräg nach unten weisenden Strahlern ist besonders unkompliziert, weil sie ohne Anpassglieder ideal an das 50...75-Ohm-Koaxialkabel angepasst ist. Die Bezeichnung „Lambda-Viertel“ leitet sich von der Länge der vier Antennenstäbe ab, welche jeweils knapp 1/4 der Wellenlänge (Lambda) entspricht. Wir benötigen vier metallische Stäbe [3], die mit 4 Gewindestangen [4] in einem Körper (Gehäuse) aus Kunststoff in vier Bohrungen montiert werden. Die Rohre schneidet man auf die richtige Länge zu und schiebt sie auf ganzer Länge über die Gewindestangen. Die überstehenden Enden der Gewindestangen werden an den äußeren Spitzen der Antennenstäbe mit Hülsenmutter [5] versehen und an den inneren Enden mit Sicherungsmuttern [6] am Gehäuse befestigt. Das Kunststoffgehäuse besteht aus zwei ca. 17 mm dicken runden massiven Scheiben, die man mit einer Lochsäge (Durchmesser ca. 5 cm) aus Kunststoffplatten (z.B. PVC) selber herstellen kann, um sie danach mit den nötigen Bohrungen zu versehen, was ein wenig Bastlergeschick erfordert. Durch die horizontale 7 mm-Bohrung wird das Koaxialkabel in das Gehäuse geführt. Der einzelne senkrecht nach oben weisende Strahler wird an seinem Befestigungspunkt mit einer Lötöse versehen und mit der Seele des Koaxialkabels verlötet. Die drei jeweils im Winkel von 120 Grad in der Horizontalen und jeweils 45 Grad gegen die Senkrechte schräg nach unten gerichteten Strahler werden an ihren Befestigungspunkten untereinander elektrisch leitend verbunden und an die Abschirmung des Kabels gelötet. Die beiden Teile des Gehäuses werden durch zwei Gewindeschrauben M3 oder M4 und passende Muttern miteinander verbunden. Die beiden Schrauben werden so lang gewählt, dass mit ihnen auch ein horizontal liegender (Kunststoff-)Flansch zur Wand- oder Mastmontage der Antenne befestigt werden kann. Beim Zusammenbau muss man sorgfältig darauf achten, einen Kurzschluss zwischen Innenleiter und Abschirmung zu vermeiden, da sonst kein Empfang zustande kommt. Wird beabsichtigt, die Antenne der Witterung auszusetzen, verwendet man für die Metallteile ausschließlich rostfreien Edelstahl. Heißkleber dient der Isolierung des Kunststoffkörpers gegen Feuchtigkeit. Abschließend versie-



gelt transparenter Schutzlack die Konstruktion [7]. Die Befestigung der Antenne am Hausgiebel, Balkon oder Dachgebälk erfolgt mit Elementen aus Kunststoff (außen) oder Holz (innen). Bei Verwendung eines Mastes erfolgt die Montage an dessen Spit-

ze, um die Empfangseigenschaften der Antenne nicht zu verschlechtern. Die Antenne wird weit weg von Metallteilen wie Dachrinnen usw. montiert. Innerhalb geschlossener Räume kann man die Antenne auch einfach auf ihre drei „Beine“ stellen. Das Ko-

Stueckliste			
Zeichnung:	210213-ANT-001-000		
Zeichnung:	210213-ANT-001-001		
Ausführung:	G. Niepel	Gewicht [g]:	~400
Zeichnung:	K. Spielvogel		
Pos.	Menge	Bauteil	Material
1	1	Gehaeuseunterteil	Kunststoff
2	4	Gewindestange M4x320	Messing (Edelstahl)
3	4	Rohr 6x2x285	Aluminium (Edelstahl)
4	4	Huelsenmutter-M4	Stahl verzinkt (Edelstahl)
5	8	Scheibe ISO7091 - M4	Stahl verzinkt (Edelstahl)
6	6	Mutter - M4	Stahl verzinkt (Edelstahl)
7	1	Gehaeuseoberteil	Kunststoff
8	2	Schraube ISO4014 - M4x45	Stahl verzinkt (Edelstahl)
9	1	Flansch	siehe Text



axial-Kabel führt man auf den ersten Metern entweder nach unten, schräg unten oder horizontal, keinesfalls jedoch aufwärts.

Auch den Antennenverstärker kann man selber bauen. Dazu dient ein Bausatz [8 oder 9], der auf einer mitgelieferten Platine aufgebaut wird. Beim Bestücken der Platine muss gelötet werden, was für den geübten

Bastler dank einer beigelegten Anleitung unproblematisch ist. Die fertige Platine muss man in ein ringsum geschlossenes metallisches Abschirmgehäuse setzen und die Masseleitbahnen der Platine durch mehrere kurze Drähte mit dem Gehäuse verbinden. Auch die Abschirmung der Koaxial-Kabel steht jeweils über die Außenkontakte der Koax-Ein- und Ausgangsbuchsen mit dem

Gehäuse in unmittelbarer Verbindung. Ob F-Stecker, BNC-Stecker oder vom Analog-Kabelfernsehen bekannte Koax-Stecker: diese drei Normen sind gleichermaßen geeignet. Alle Verbindungen zwischen Platine und Buchsen sollten so kurz wie möglich sein. Für die Befestigung der Platine und die Montage der Buchsen werden passende Bohrungen am Metallgehäuse ausgeführt.

Zur Stromversorgung dient ein herkömmliches Steckernetzteil mit Netztransformator, dessen Ausgangs-Gleichspannung von 4,5 bis 12 Volt einstellbar ist. Schaltnetzteile sind wegen der zu erwartenden Funkstörungen ungeeignet. Um selbsterregte Schwingungen zu vermeiden, sollen die Koaxialkabel an Ein- und Ausgang des Antennenverstärkers keinesfalls aneinander angeschlossen werden, und es sollte ein Mindestabstand von zwei Metern zwischen Radiogerät und Verstärker sowie zwischen Radiogerät und Groundplane-Antenne eingehalten werden. Die gesonderte Erdung des Antennenverstärker-Metallgehäuses kann den Empfang verbessern. Auch wenn dank des bewährten Bausatzes kaum Probleme zu erwarten sind, sollten sich an den Selbstbau des Verstärkers nur geübte Radiobastler heranwagen. Treten trotz aller Sorgfalt selbsterregte Schwingungen auf, so setzt der Digitalempfang wegen Übersteuerung des Empfängers aus. Man reduziert dann die Versorgungsspannung des Verstärkers am einstellbaren Netzteil, bis der Empfang wieder einsetzt. Der Vergleich zwischen den beiden erwähnten Bausätzen ergab einen leichten Vorsprung für den Antennenverstärker von *Smart Kit*.

Alternativ zum Eigenbau sind alle regelbaren TV-Antennenverstärker und TV-Kabelverstärker – auch älterer Bauart – verwendbar, beispielsweise aus einer nicht mehr benötigten TV-Antennenanlage. Der Verstärker muss für den Frequenzbereich VHF bis über 240 MHz geeignet sein; der Frequenzbereich UKW bis 108 MHz reicht nicht aus. Das von der Groundplane kommende, ca. ein bis zwei Meter lange Koaxial-Antennenkabel wird am Eingang des Verstärkers angeschlossen. Vom Ausgang des Verstärkers führt das Koaxial-Kabel in die Wohnung zum Digitalradio. Standby-Stromverbrauch vermeidet man, indem man das Kabel der Stromversorgung des Antennenverstärkers in den Wohnraum leitet und die Betriebsspannung bei Bedarf einschaltet.

Die Groundplane-Antenne eignet sich wegen des senkrecht stehenden Antennenstabes für die vertikal polarisierten Wellen des Digitalrundfunks. Wegen fehlender Richtwirkung lässt sich diese Antenne gleichermaßen für mehrere aus verschiedenen Himmelsrichtungen einfallende DAB/DAB+Stationen verwenden. Die recht breitbandig auf ca. 200 MHz abgestimmte Antennenlänge verbessert den Empfang im Bereich VHF III. Diese Groundplane mit Antennenverstärker schneidet allerdings auch im UKW-Bereich oft noch besser ab als die eingebaute Teleskopantenne.

Den Empfangsversuchen im Aachener Westen diente der *Sony XDR S-16 DBP*. Dieses DAB/DAB+Radio besitzt keinen externen Antennenanschluss und musste zunächst umgebaut werden. Obwohl damit die Garantie erlischt, fiel die Wahl auf diesen Empfänger, weil er bei eigenen Tests und auch bei Tests des *Schweizer Fernsehens SFI* [10] in Bezug auf Klangeigenschaften und Empfängerempfindlichkeit besonders gut abgeschnitten hatte. Zum Vergleich wurde die Groundplane-Antenne mit Verstärker zusätzlich an dem *Noxon dRadio 110* [11] und an dem *Philips Original Radio ORD7300* [12] erprobt, welche beide ab Werk eine eingebaute F-Buchse aufweisen.

Bei der praktischen Erprobung erwies sich die VHF Band III-Groundplane mit Verstärker bei allen drei Empfängern als gute Allround-Antenne für den Digitalradioempfang. Für den Vergleich mit der eingebauten Teleskopantenne befand sich die Groundplane an einer Stelle mit gutem Empfang in ca. 3 Meter Abstand zu dem festen Standort des Radios im Wohnraum. Die subjektive Bewertung des digitalen Empfangs erfolgte durch die Vergabe von bis zu drei Punkten für jedes empfangbare DAB/DAB+ Programm. Drei Punkte wurden für ungestörten, zwei für leicht gestörten, ein Punkt für stark gestörten Empfang, und kein Punkt für den fehlenden Empfang vergeben. Die Beurteilung wurde mehrmals wiederholt, um den Einfluss von wetterbedingten Empfangsschwankungen auf das Ergebnis gering zu halten.

Bei Verwendung der eingebauten Teleskopantenne empfing der *Sony* insgesamt 43 Programme, davon 33 einwandfrei, mit der Groundplane plus Antennenverstärker stieg die Anzahl der Programme jeweils um 12 bzw. 13. In der Summe erzielte der *Sony* an diesem Standort mit der Teleskopantenne 119 Punkte, die Verwendung der Groundplane-Antenne plus Antennenverstärker ließ die Punktzahl auf 151 anwachsen. Auch beim *Noxon* und beim *Philips* verbesserte die Groundplane mit Verstärker den Empfang erheblich. Der Unterschied ist im praktischen Betrieb sehr deutlich. Mit der Teleskopantenne waren im Randbereich der DAB-Versorgung bestimmte Programme kaum oder gar nicht empfangbar, die Teleskopantenne musste bei jedem Wechsel des Programms kritisch neu eingestellt werden, und Annäherung an die Antenne oder auch Bewegung im Raum konnte den Empfang nachteilig beeinflussen. Die Groundplane wird einmal fest montiert und danach nicht mehr verstellt. Die Beeinflussung durch Annäherung ist minimal, ebenso durch Funkstörungen. *Publike Omroep* aus den Niederlanden erschien erstmals als regelmäßig hörbar. Zwischen den beiden nächstgelegenen

DAB-Sendern in den Niederlanden (Arnhem, Loon op Zand) und dem rund 120 km entfernten Empfangsort (Aachen-West) liegt eine flache Geländeerhebung und es besteht keine Sichtverbindung. Der Empfang bleibt deswegen auch mit externer Antenne wetterabhängig.

Entscheidend für den Erfolg ist der optimale Montageort der Antenne. Reflexionen an Häuser- oder auch Zimmerwänden führt an bestimmten Positionen günstigstenfalls zu einer Verstärkung des Signals, so dass ein bis dahin nicht empfangbarer Sender gerade über die Schwelle gehoben und hörbar wird. Deswegen liefert ein möglichst hoher Montageort in der praktischen Anwendung nicht unbedingt immer den besten Empfang. Außerdem verbietet sich die Errichtung eines hohen Antennenmastes meist aus baulichen Gründen. Einige orientierende Versuche mit der Groundplane-Antenne mit einem Antennenverstärker zeigen schnell, ob sich die gewünschte Verbesserung des Empfangs vor Ort erreichen lässt. Mit einer provisorisch aus Kupferdraht zusammengesetzten Groundplane-Antenne kann man testen, ob sich der beschriebene Bau der Antenne lohnt. Wir wünschen allen Lesern beim Nachbau viel Erfolg.

Georg Niepel und Klaus Spielvogel

Literatur, Verweise und Quellenangaben:

- ⇒ [1] Werner W. Diefenbach, Walter Geyrhalter: KW- und UKW-Amateurfunk-Antennen für Sendung und Empfang. RPB electronic-taschenbücher Nr. 44, Franzis Verlag, 1978
- ⇒ [2] Groundplane-Antenne, Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/Groundplane>
- ⇒ [3] Aluminium-Rohr, Außendurchmesser 6 mm, Innendurchmesser 4 mm, Länge je 28,5 cm, Fa. Alfer, erhältlich bei Obi. Wetterfeste Alternative: Rohr aus Edelstahl.
- ⇒ [4] Messing-Gewindestange, M4, 4 mm Außengewinde, Länge je 32 cm. Wetterfeste Alternative: Gewindestange aus Edelstahl.
- ⇒ [5] Hülsen-Muttern, LUX 478762, M4 x 14. Wetterfeste Alternative: rostfreie Ausführung
- ⇒ [6] Sicherungsmuttern, LUX 478802, M4. Wetterfeste Alternative: rostfreie Ausführung
- ⇒ [7] Plastik 70, Fa. Kontakt Chemie, CRC Industries Deutschland
- ⇒ [8] Smart Kit No.1084; erhältlich in Elektronik-Geschäften bzw. im Versandhandel, z.B. <http://www.quasarelectronics.co.uk>
- ⇒ [9] Kemo Antennenverstärker Nr. B 067; erhältlich in Elektronik-Fachgeschäften
- ⇒ [10] Sendung „Kassensturz“ vom 4.12.2012 <http://www.kassensturz.sf.tv/Nachrichten/Archiv/2012/12/04/Test/Nur-jedes-zweite-Digitalradio-klingt-gut>
- ⇒ [11] Radio Kurier, Dezember 2012, Seite 34 ff.
- ⇒ [12] Radio Kurier, April 2013, Seite 28 ff.