

LTE Antenne im Eigenbau

Besserer LTE-Empfang mit LTE800
für unter 20 €!



LTE-Anbieter.info

806MHz Doppel-Biquad LTE-Antenne Bauanleitung

- Von der Kunststoffdachrinne zur eigenen Antenne für unter 20€ -

LTE bietet seit dem Jahr 2011 auch in immer mehr ländlichen Regionen schnelles Internet. Fast immer lässt sich der Empfang mit einer speziellen Antenne optimieren. Der Aufwand wird in der Regel mit stabileren Verbindungen und höheren Datenraten belohnt. Bei einigen Nutzern ist eine Antenne sogar Grundvoraussetzung, da der Sendemast über 8 Kilometer entfernt ist.

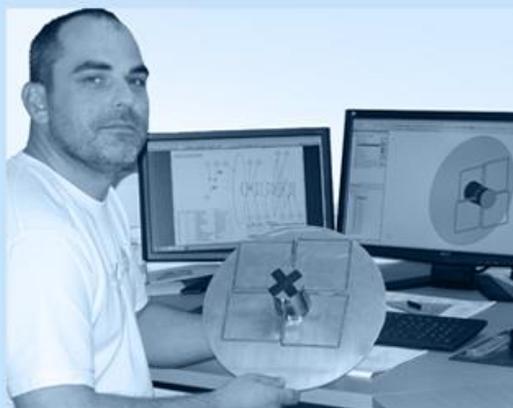
Doch in jedem Fall ist nicht unbedingt eine Empfangsanlage für über 100 Euro nötig. Meist reicht schon ein günstiges Modell. Mit unserer Bauanleitung müssen Sie sogar nur einen Bruchteil der Kosten und etwas Zeit aufbringen. Wer sich nicht sicher ist, ob und welche Variante für Ihn die Beste ist, kann sich übrigens in unserem [Forum](#) Rat holen.

Inspiriert wurde die Bauanleitung durch diverse Selbstbau-Guides im Internet zur Verbesserung des WLAN-Empfangs. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden dann auf die Frequenzen von LTE angewendet. Auf den folgenden Seiten finden Sie eine genaue Anleitung samt 3D-Modell der Antenne und einer detaillierten Einkaufsliste.

Als Randbedingungen wurden folgende Ziele gesetzt:

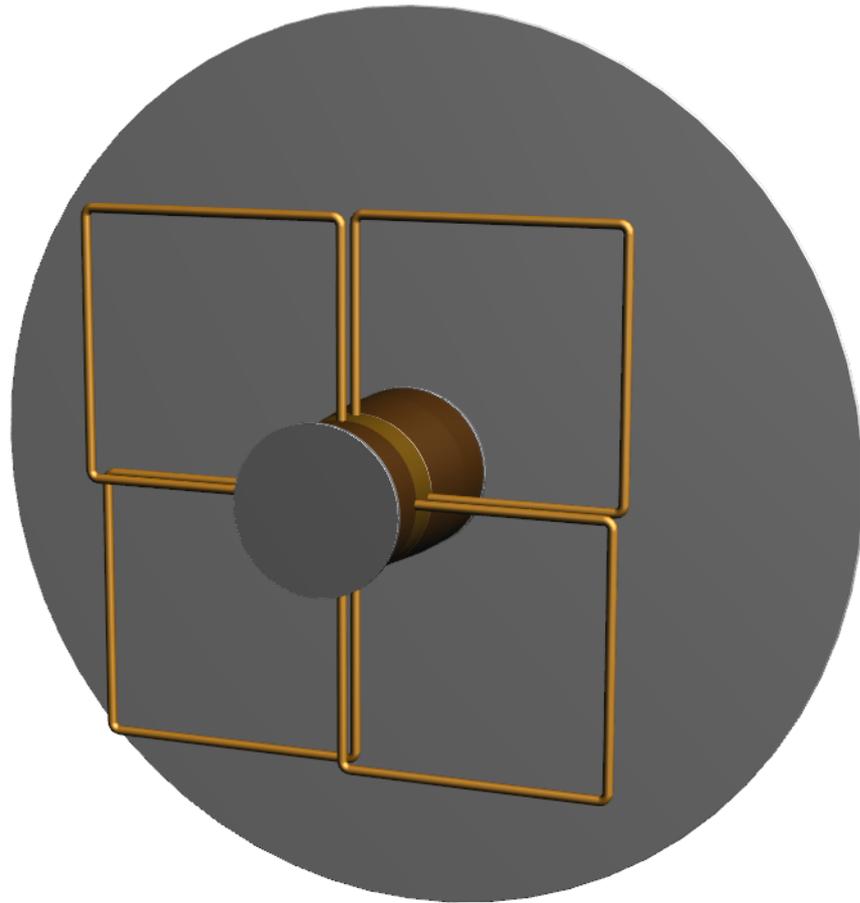
- Das zum Bau benötigte Material sollte 20€ nicht überschreiten,
- Die Antenne sollte leicht zu bauen sein, sodass auch unbedarfte Heimwerker die Antenne nachbauen können,
- Es sollte kein Spezialwerkzeug notwendig sein, was man halt so in einer Heimwerkerwerkstatt findet.
- Die Bauanleitung sollte schlüssig und leicht verständlich sein.

Alle Punkte konnten beim Bau des Prototypen leider nicht ganz eingehalten werden, aber dazu später mehr.



Danksagung an den Autor

Die folgenden Arbeiten wurden allesamt von Bernhard Ospel durchgeführt. Daher ist die folgende Anleitung auch teilweise in der „Ich“-Form gehalten. An dieser Stelle nochmal ein herzliches Dankeschön von uns, für die wirklich tolle Arbeit. Von der Konzeption, über das 3D-Modell bis hin zum fertigen Prototypen. Bei Fragen und Anregungen stehen wir und Herr Ospel (Nutzername „ospel“) gerne im Forum für Fragen bereit. Doch nun geht's endlich los mit dem Basteln!



Tipp: Das 3D-Modell ist drehbar mit der Mouse. Voraussetzung ist der [Acrobat-Reader](#) ab Version 8.1.

1. Berechnung der Antennengeometrie:

Bevor wir den Hammer und LötKolben schwingen, heißt es zuvor jedoch etwas rechnen. Denn die Maße sind selbstverständlich nicht willkürlich gewählt. Doch keine Angst! Wir haben die Berechnungen für Sie schon vorgenommen und können, je nach Anbieter, in der folgenden Tabelle abgelesen werden.

Tipps im Vorfeld

1: Je genauer Sie bei den relevanten Maßen arbeiten, desto besser wird die Antenne funktionieren.

2: Immer nur so genau wie nötig, nie so genau wie möglich!

Zum Verfahren: Die Größe der Biquad-Brille errechnet sich aus der Frequenz und der Lichtgeschwindigkeit. Man erhält dann die Wellenlänge, von der alle anderen Maße abgeleitet werden. Hier wurde als Grundlage die Downloadfrequenz von Vodafone (806MHz) genommen. Zum einen, da ich selbst von Vodafone mit LTE versorgt werde und zum anderen, ist die Frequenz genau zwischen der von O² (796Mhz) und der Telekom (816MHz). Wer es genau wissen will und die Antenne entsprechend der Frequenz seines LTE-Anbieters bauen möchte, kann in der Tabelle, wie schon erwähnt, die entsprechenden Maße entnehmen. Für die ganz großen Bastelkönige habe ich auch mal die Referenzmaße für eine WLAN-Antenne mit in die Tabelle aufgenommen. Bei einer WLAN-Antenne wird aber nur ein Biquad benötigt, denn hier ist kein MIMO nötig.

Frequenztabelle mit Konstruktionsmaßen

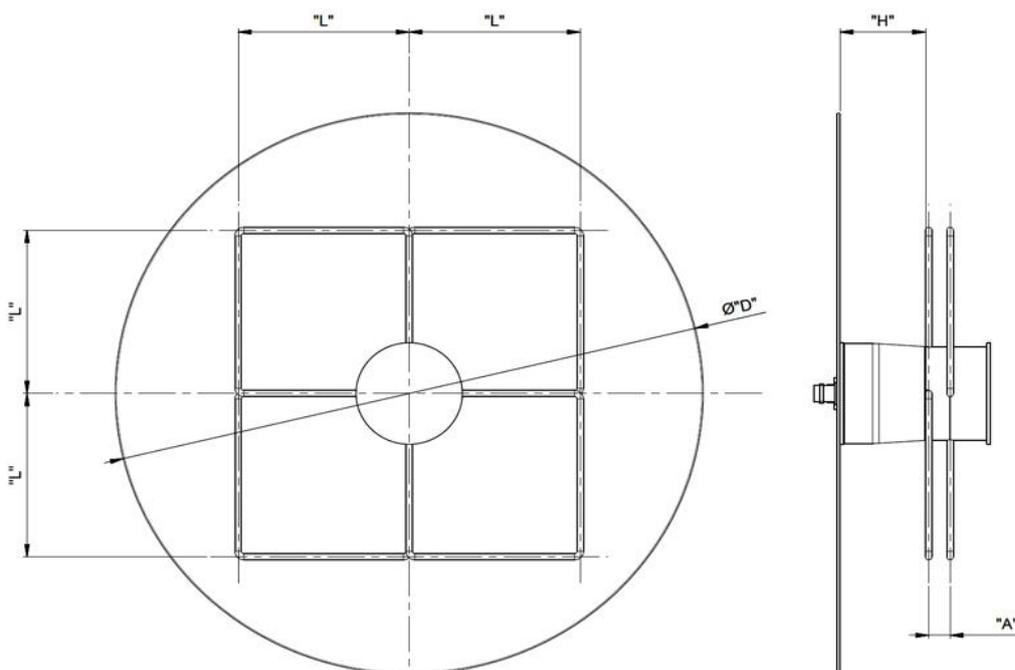
LTE	Frequenz (MHz)	Wellenlänge (mm)	Drahtlänge (mm)	L (mm)	H (mm)	A (mm)	D (mm)
	f	$\lambda = 300000 / f$	$= \lambda \times 2$	$= \lambda / 4$	$= \lambda / 8$	$= \lambda / 32$	$\approx \lambda$
O2	796	376,88	753,77	94,22	47,11	11,78	377
Vodafone	806	372,21	744,42	93,05	46,53	11,63	372
Telekom	816	367,65	735,29	91,91	45,96	11,49	368
WLAN	2440	122,95	245,90	30,74	15,37		123

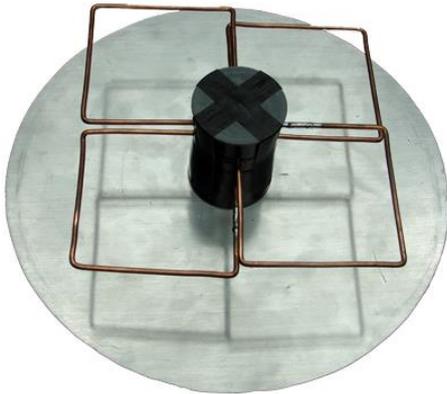
L = Seitenlänge der Quadrate (Drahtmitte)

A= Abstand der beiden Biquad's (Drahtmitte)

H= Abstand zum Reflektor (lichte Weite)

D= Durchmesser Reflektor





Beim Durchmesser des Reflektors sollte ein Kompromiss eingegangen werden. Denn eine runde Aluscheibe bekommt man günstig nur bis zu einem Durchmesser von 320mm. Das hat nach Tests glücklicherweise aber keinen großen Einfluss auf die Funktion der Antenne.

Auf dem linken Bild sehen Sie zudem, wie die fertigen Biquad-Elemente (folgender Abschnitt) und der Reflektor zusammen einmal aussehen sollten.

2. Materialbeschaffung:

Nachdem wir nun die Maße kennen, geht es an die Beschaffung der benötigten Einzelteile. Bei der Recherche führte mich der Weg zum nächsten Baumarkt. Hier finden sich die meisten Teile des Bausatzes. Für möglichst wenig Geld versteht sich. Die Prämisse war bei dem Vorhaben ja, unter 20 € zu bleiben. Am Regal für Kunststoffdachrinnen wurde ich als erstes fündig. Die Einzelteile lassen sich wie bei LEGO-Teile einfach zusammenstecken. Auch von den Abmessungen passte alles, wie die sprichwörtliche „Faust aufs Auge“ und zudem sind die Teile auch noch UV-beständig, was für eine Außenantenne von großem Vorteil ist. Für den notwendigen Reflektor benötigen wir ein Alu-Blech. Am besten eignet sich hierfür wahrscheinlich eine Alu-Tortenscheibe. Jetzt nur noch einen Draht für die eigentlichen Biquad-Elemente und ein paar Kleinigkeiten, die zur Montage notwendig sind.

Die Einkaufsliste:

Stück	Bauteil	Rohmaterial	Abmessung	Bezugsquelle	Bestellnr.	Einzelpreis	Gesamtpreis
2	806MHz-Brille	10mm ² Kupferleitung	2m	Elektrofachgeschäft		1,00 €/m	2,00 €
2	Aderendhülsen	Kaufteil	6mm ²	Elektrofachgeschäft		0,08 €	0,16 €
1	Gehäuse	Rohrmuffe	DN53	Baumarkt	Beispiel	2,99 €	2,99 €
2	Abstandhalter	Bogenverbinder	DN53	Baumarkt	Beispiel	0,69 €	1,38 €
2	Deckel	Muffenstopfen	DN50	Baumarkt	Beispiel	0,59 €	1,18 €
1	Rohrschelle	Kaufteil	DN50	Baumarkt		1,69 €	1,69 €
2	6kanterschraube DIN934	Kaufteil	M6 x 30	Baumarkt		0,30 €	0,60 €
2	6kantmuttern DIN934	Kaufteil	M6	Baumarkt		0,19 €	0,38 €
4	U-Scheiben DIN9021	Kaufteil	D6,4 x 1,6	Baumarkt		0,19 €	0,76 €
2	BNC-Einschraubmuffen	Kaufteil		Conrad Elektronik	740632-62	1,33 €	2,66 €
1	Koaxkabel RG58	Kaufteil	50cm	Conrad Elektronik	285030-62	1,33 €/m	0,67 €
1	Alureflektor	Tortenscheibe	D32cm	Gastrobrill	70140693320	4,20 €	4,20 €
Zwischensumme							18,67 €
1	Twin-Kabel für Antenne	Kaufteil	5m	Amazon	hier klicken	15,35 €	15,35 €
							34,02 €

Es fällt auf, dass die angestrebte Kostengrenze von 20 € mit der eigentlichen Antenne schon erreicht ist und es fehlt ja noch das Antennenkabel. Auch bei anderen Antennenherstellern ist es oft so, dass man das Antennenkabel extra dazu kaufen muss. Deshalb wurde das Kabel zunächst einmal vorsichtig aus der Kalkulation heraus genommen. Doch dazu später mehr. Zudem wird es zu den einzelnen Arbeitsschritten noch Alternativen geben.

3. Benötigtes Werkzeug:

Eine der Vorgaben war ja, dass kein Spezialwerkzeug notwendig sein sollte. Am besten hätte mir gefallen, wenn man alles mit einer Haushaltsschere und einem Zahnstocher realisieren könnte. Das klappt natürlich nicht ganz, aber die Liste der Hilfsmittel ist trotzdem überschaubar. Das meiste sollte in jedem Haushalt vorhanden oder vom Nachbarn kurz ausleihbar sein.

Werkzeug- und Hilfsmittelliste:

- Kombizange (besser 2)
- Seitenschneider
- Kleiner Hammer
- Körner
- Puksäge mit Metallblatt
- Akkuschauber
- Div. Bohrer
- Filzstift (permanent)
- Geo-Dreieck
- Rollbandmaß
- Lötkolben (min. 100W)
- Lötzinn
- Cuttermesser
- 10er Steckschlüssel oder Knarre mit Nuss
- 10er Gabelschlüssel
- ein paar Nägel
- ein Stück Schnur (200 mm lang)
- etwas Sekundenkleber
- Isolierband
- eine helfende Hand



4. Ausdrucken der Zeichnungen:

Für den nächsten Schritt benötigen wir den [Bauplan bzw. die Konstruktionszeichnung](#). Diese finden Sie hier [in dieser PDF](#). Wenn Sie die Zeichnungen ausdrucken (empfohlen), achten Sie bitte darauf, dass bei „Anpassen der Seitengröße“ – „keine“ eingestellt ist, da wir für den Bau die Zeichnungen im Maßstab 1:1 benötigen.

5. Los geht's

Beginnen wir nun mit dem Herzstück der Antenne, dem Biquad (*Zeichnungsblatt 2/11*). Als erstes schneiden Sie mit dem Seitenschneider von dem (noch ummantelten) Kabel 2 Stücke mit 800mm Länge ab und befreien den Kupferdraht mit dem Cuttermesser von der Isolierung. Am besten der Länge nach einschneiden und dann die Isolierung abziehen. Legen Sie den Draht auf eine ebene Platte und richten ihn durch leichtes Biegen so gerade wie möglich aus. Je gerader der Draht jetzt ist, umso leichter werden die weiteren Schritte.

Die Zeichnung kann direkt als Biegeschablone verwendet werden. Legen Sie den Draht so auf die Zeichnung, dass ein Ende an der eingezeichneten Stoßkante anliegt und das andere Ende von der Antennenmitte abgewandt ist. Markieren Sie sich nun mit dem Filzstift den Radianfang des ersten Knicks. Neben der Markierung am kürzeren Ende nun die Kombizange ansetzen und den Draht 90° biegen. Da sich der 3,5mm starke Draht nicht ganz scharfkantig biegen lässt, legen Sie den Knick an eine Tischkante oder ähnliches (wer einen Schraubstock besitzt, macht das natürlich damit) und richten die Biegung mit dem Hammer vorsichtig nach. Zwischendurch immer mal wieder auf die Zeichnung/Schablone legen und kontrollieren. Ist das geschafft, verfahren Sie mit den nächsten beiden Biegestellen genauso. An der mittleren Biegestelle ist ein größerer Biegeradius erforderlich, damit die Brille an dieser Stelle keinen Kontakt hat. Verfahren Sie aber bitte genauso wie vorher. Radianfang markieren und dann biegen. Das Richten an der Tischkante entfällt, da der Biegeradius dann sehr gut passen sollte. Verfahren Sie mit den restlichen Biegungen wie beschrieben.



Wenn alles vollständig gebogen ist, muss der Draht noch ab gelängt werden, sodass die beiden Enden sauber aneinander stoßen. Jetzt kann man die Aderendhülse darüber stecken und das Ganze verlöten. Bitte achten Sie darauf, dass die Aderendhülse mittig über der Stoßstelle sitzt. Hier braucht man jetzt zum ersten Mal die helfende Hand, welche mit 2 Zangen die Biquad-Brille festhält. Zum verlöten den LötKolben gut heiß werden lassen und dann von unten an die

Aderhülse halten bis auch das gut erhitzt ist. Nun das Lötzinn an die gebördelte Seite der Aderhülse halten, bis sich das Zinn von alleine durch die Hülse zieht. Leider ist das Größte damit noch nicht geschafft. Denn wir benötigen für unsere Antenne ja 2 dieser Brillen (MIMO). Also frisch ans Werk! Abschließend noch die Bohrungen zum Anlöten des Koaxialkabels ankorneren und einbringen – fertig!

Widmen wir uns jetzt dem Gehäuse (*Zeichnungsblatt 3/11*). Hier müssen Sie als ersten Arbeitsgang nur das Gehäuse auf beiden Seiten in die exakte Länge bringen. Machen Sie sich am Umfang mittels Filzstift und Rollbandmaß 4-5 Markierungen nach den Maßen auf der Zeichnung. Nehmen Sie nun ein Stück Isolierband und kleben es entlang der Markierungen einmal komplett außen herum ab. Anschließend beginnen Sie, am Rand des Isolierbandes zu sägen. Machen Sie nicht den Fehler und versuchen Sie, das Rohr auf einmal komplett durchzusägen.

Das wird mit Sicherheit kein gerader Schnitt. Sägen Sie nur soweit, bis Sie gerade durch die Wandstärke kommen, drehen dann das Rohr ein kleines Stück weiter und sägen wiederum nur knapp durch die Wandung. Drehen und sägen fortsetzen, bis das Rohr komplett durchtrennt ist. Nehmen Sie das Cuttermesser und entgraten das Rohr an beiden Schnittkanten. Das war es vorerst an diesem Bauteil.

Verfahren Sie nun mit dem Abstandhalter, Halteringen und Deckeln (*Zeichnungsblatt 4 bis 8/11*) genau wie eben beschrieben und bringen diese Bauteile vorerst nur auf Länge. Deckel hinten P107 und Haltering Deckel hinten P105 können in zusammengestecktem Zustand gekürzt werden.

Nehmen Sie nun das Gehäuse und stecken der Reihe nach den Abstandhalter P103, den Haltering Deckel vorne P104 und den Deckel vorne P106 zusammen und fixieren das mit Isolierband. Legen Sie das Paket mit dem Deckel nach unten auf die Draufsicht der Zeichnung vom Deckel vorne (*Zeichnungsblatt 7/11*) und übertragen das Achsenkreuz mit dem Filzstift auf den Deckel. Verlängern Sie nun die Markierungen mittels Geodreieck der Länge nach bis hoch zum Gehäuse. Im nächsten Schritt bohren wir mit einem 3,5er Bohrer insgesamt 8 Löcher wie auf Zeichnungsblatt 11/11 angegeben. Das Ganze am Umfang des Pakets 4 Mal. Markieren Sie sich mit dem Filzstift, in welche Richtung die Bauteile zusammengesteckt sind und legen das Paket wieder auseinander.

Nun nehmen wir uns das Gehäuse her und ziehen der Länge nach eine Linie zur Orientierung und sägen die Schlitz für die Biquad-Brille ein (*Zeichnungsblatt 3/11*). Nehmen Sie anschließend eine der fertigen Brillen und probieren, ob sich diese leicht in die Schlitz des Gehäuses einlegen lässt. Wenn nicht, dann evtl. etwas nacharbeiten.

Als nächsten Arbeitsgang bohren Sie mittig in den Deckel hinten P107 ein 6er Loch. Nun nehmen Sie den Reflektor und bohren auch hier mittig ein 6er Loch.

Soweit so gut. Wir kommen dem Ziel immer näher!

TIPP: Um die genaue Mitte des Reflektors anzuzeichnen schlagen Sie einen Nagel in eine ausreichend große Platte. Nehmen Sie ein Stück Schnur und kneten Sie 2 Ösen in einem Abstand, der dem Radius des Reflektors entspricht. Hängen Sie die eine Öse in den Nagel und legen den Reflektor an den Nagel an. Nun stecken Sie den Filzstift in die andere Öse der Schnur und ziehen über die Mitte des Reflektors einen Bogen. Drehen Sie den Reflektor zweimal um ca. 120° und ziehen nach jeder Drehung mit dem Filzstift erneut einen Bogen. Am Kreuzungspunkt der 3 Bögen ist die exakte Mitte.

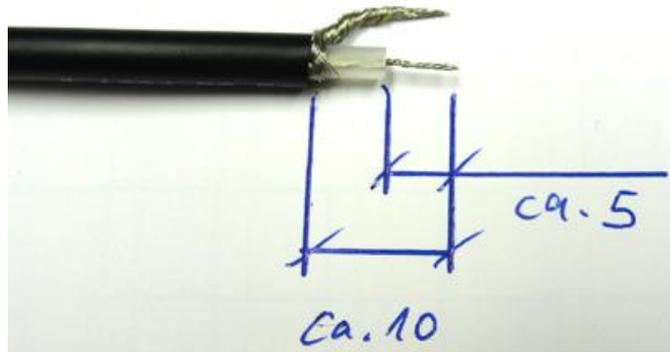


Nehmen Sie die Schraube, eine Beilagscheibe, den Reflektor, den Deckel hinten, wieder eine Beilagscheibe und die Mutter und verschrauben Sie jetzt den Reflektor mit dem Deckel hinten, der ja bereits mit dem Haltering hinten zusammengesteckt ist. Zeichnen Sie sich im inneren des Deckels, hinten links und rechts, neben der Mutter, die 2 Bohrungen für den Antennenanschluss an. Bohren Sie an diesen Positionen 2 Löcher für die BNC-Einschraubbuchsen komplett durch den Deckel hinten und den Reflektor.

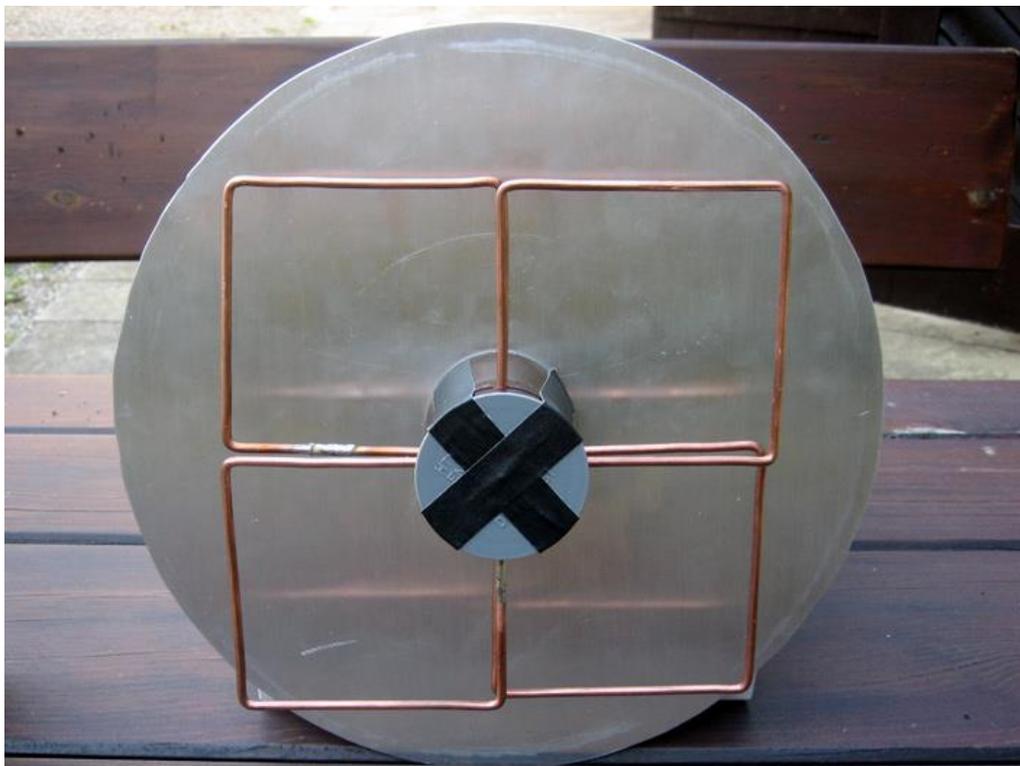
ALTERNATIVE: Man kann auch auf die BNC-Einschraubbuchsen verzichten, das Antennenkabel direkt in das Innere der Antenne führen und dort mit den Biquad-Brillen verlöten. Dann sollten Sie aber die Bohrungsdurchmesser an den Durchmesser des Antennenkabels anpassen.

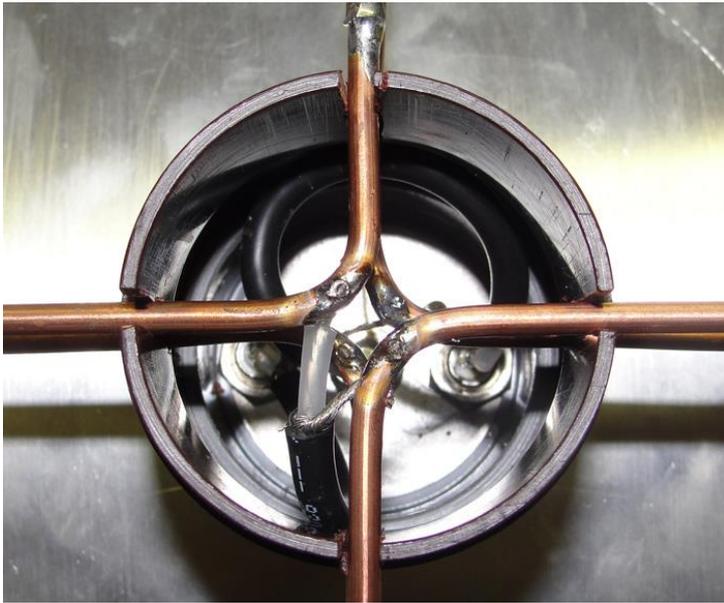
Vorteil: Man spart sich die Kosten für die Einschraubbuchsen und man hat weniger Lötarbeit. Außerdem ist die Verbindung zwischen BNC-Einschraubbuchsen und Biquad-Brille im Inneren der Antenne ein leidiges „Gefummel“. Wenn man sich für diese Variante entscheidet, würde ich trotzdem empfehlen, dass fertig konfektionierte Antennenkabel, wie in der Einkaufsliste aufgeführt, zu beschaffen und die beiden BNC-Stecker einfach abschneiden. Wenn man das Kabel und die beiden SMA-Anschlüsse einzeln kauft, spart man nur rund 1 Euro, muss die SMA-Anschlüsse zum Router aber trotzdem anlöten. Und die Dinger sind verdammt klein ...

Jetzt können die BNC-Einschraubbuchsen eingesetzt werden. Schneiden Sie sich vom Koaxialkabel RG58 zwei Stücke mit einer Länge von 10 cm ab. Entfernen Sie beidseitig ca. 10 mm der äußeren Ummantelung. Sortieren Sie das Drahtgeflecht der Abschirmung zur Seite



(das geht sehr gut mit einem Zahnstocher) und verdrillen die Einzeldrähte. Befreien Sie nun auch an beiden Enden die Seele des Kabels auf einer Länge von ca. 5 mm von der Isolierung. Nun löten Sie je ein Koaxialkabel an die BNC-Buchsen. Die Seele auf die Mitte und die Abschirmung auf das Gehäuse der BNC-Buchse.



Letzter Schritt: Montage

Jetzt beginnt die Montage und gleich ist die Antenne fertig! Stecken Sie als erstes das Gehäuse mit der Baugruppe „Reflektor – Deckel hinten – Haltering Deckel hinten“ zusammen und führen Sie die eben angelöteten Kabel nach vorne aus der Antenne. Nehmen Sie eine der Biquad-Brillen und die „helfende Hand“ fixiert diese wieder wie vorher mit 2 Zangen. Löten Sie die Seele des einen Koaxialkabels in die eine Bohrung und die Abschirmung in die andere Bohrung der Brille. Verstauen Sie das Kabel im inneren

der Antenne und setzen Sie die erste Brille an ihre Position. Stecken Sie jetzt den Abstandhalter P103 auf und verlöten Sie das andere Koaxialkabel mit der zweiten Brille, wie vorher beschrieben.

Verstauen Sie auch dieses Kabel in der Antenne und setzen die zweite Biquad-Brille um 90° verdreht zur ersten in die Schlitz des Gehäuses ein. Dann noch den Haltering Deckel vorne P104 und den Deckel vorne P106 aufsetzen.

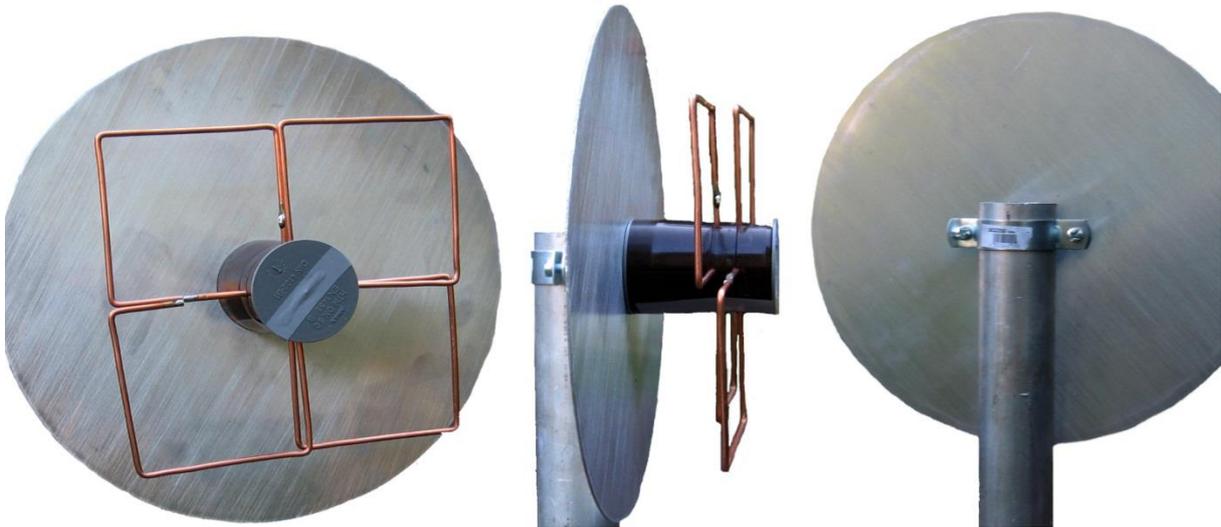
Drücken Sie jetzt das ganze Paket kräftig zusammen und fixieren es vorerst mit einem Stück Isolierband. Verbinden Sie nun das Antennenkabel mittels BNC-Buchsen mit der Antenne.

Befestigung

Für die Befestigung der Antenne an einem Mast oder auch an einer Wand, sind Ihrer Phantasie keine Grenzen gesetzt. Man kann beispielsweise an der zentralen Schraube M6 eine Rohrschelle befestigen, mit der man wiederum die Antenne an einen Mast schrauben kann. Es ist auch möglich, die Antenne einfach über 2 Bohrungen im Reflektor und einem kleinen Abstandhalter direkt an eine Wand oder den Kamin zu schrauben. Das möchte ich aber Ihnen und der individuellen Situation überlassen. Wenn dann alles funktioniert und Sie mit dem Ergebnis zufrieden sind, können Sie das provisorische Isolierband entfernen und die einzelnen Komponenten der Antenne mit Sekundenkleber verkleben. **FERTIG!**

Tipp zur Konservierung:

Kupfer neigt ja zu Oxydation. Ich kann nicht genau sagen, wie sich eine Oxydschicht auf die Funktion auswirkt. Wer dem vorbeugen will, kann die Kupferelemente mit Klarlack (wetterfest) versiegeln.



So in etwa könnte Ihre Antenne von vorne, der Seite und von hinten aussehen, wenn alles fertig ist. Dem ersten Funktionstest steht nichts mehr im Weg. Viel Erfolg!

Nun geht es an den Funktionstest. Schließlich wollen wir ja auch wissen, ob und was der Eigenbau gebracht hat. Die Ergebnisse meiner Tests finden Sie auf der folgenden Seite. Soviel vorweg: Ich war selbst erstaunt!

Der Selbstbau im Vergleich – so wurde getestet

Ich habe den Router B1000 alleine (ohne Antenne), eine alte LAT28-Richtantenne, die Antenne von Funkwerk und meinen Eigenbau gegeneinander antreten lassen. Der Erwartung nach, sollte die LAT28 die besten Werte bringen. Doch testen wir mal genauer ...

Vorgehensweise: Zunächst wurde eine Stelle gesucht, an der der Router B1000 ohne externe Antenne Empfang hat. Danach erfolgten die Abspeicherung der Signalwerte und 3 Speedtests in Folge. Genau an der Stelle, an der der Router stand, wurden die 3 Antennen getestet. Auch dabei wurden für jede Antenne wiederum die Signalwerte gespeichert (weiter unten als Tabelle hinterlegt), sowie je 3 Speedtests gemacht. Eine Abweichung wegen besserer Positionierung kann also ausgeschlossen werden. Jeder Empfänger sollte ja die gleichen Voraussetzungen haben!



Um alltagstaugliche Bedingungen zu simulieren, schloss ich außerdem an alle Antennen ein 10 m langes Antennenkabel an. Schließlich hängt der Router normaler Weise auch nicht direkt neben der Empfangsantenne an einem 50cm-Stummelkabel. Wenn man mit 5 Meter auskommt, sind die Signalwerte noch deutlich besser.

Beim dB-Gewinn in der Tabelle war ich mir allerdings nicht ganz sicher, ob ich das richtig mache. Abgelesen wurde dort der RSRP-Wert. Beim Speedtest gewann mein Eigenbau, obwohl (erwartungsgemäß) die geringsten Signalwerte im Vergleich zu den kommerziellen Antennenanlagen. Sei es drum: Bekanntlich kann sich bei Speedtests das Ergebnis sekundlich ändern und alles gleichzeitig zu messen, ist leider nicht möglich. Nichts desto trotz: Der Eigenbau funktioniert und das nicht mal schlecht!

Wenn Sie einen direkten Vergleich haben wollen, empfehlen wir ähnlich zu verfahren. Nur so sind objektive Aussagen zu vorher/nachher, jenseits von subjektivem Empfinden, möglich.

Wir würden uns freuen, wenn Sie Ihre Erfahrungen (egal ob positiv oder negativ) im [LTE-Forum](#) mit anderen teilen.

Auswertungstabelle Funktionstest

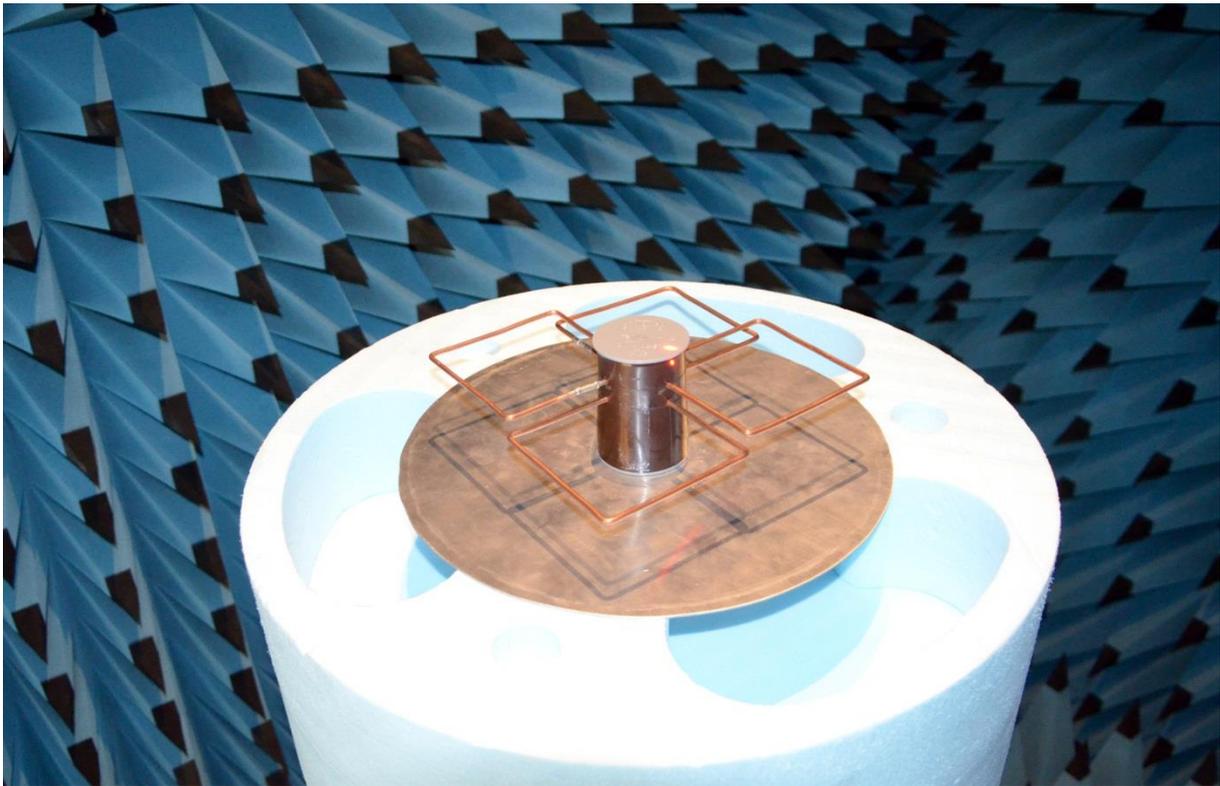
LTE Antenne	RSRP:	RSSI:	RSRQ:	Antennen-Gewinn	Download	Upload	Kabellänge Koaxkabel	Verbindung zum PC
	dBm	dBm	dBm	dBm	Kbit/s	Kbit/s	Meter	
ohne Antenne	-94	-69	-6	0	14327	5215	X	LAN-Kabel
Württembergischer LAT28	-86	-63	-6	8	13363	4456	10	LAN-Kabel
Funkwerk Dabendorf	-89	-67	-5	5	13430	4124	10	LAN-Kabel
Eigenbau 806MHz Doppel-Biquad	-90	-74	-4	4	14526	4962	10	LAN-Kabel

Für den Speedtest empfiehlt sich der recht valide Download-Speedtest unter www.speedtestx.de oder unser spezieller [LTE-Speedtest](#).

So, das war es schon mit unserer kleinen Bastelanleitung zum Selbstbau einer LTE-Antenne. Das Team von lte-anbieter.info und ich (B. Ospel) wünschen viel Spaß beim Nachbauen. Wenn Ihnen die Anleitung gefallen hat, wäre es schön, wenn Sie anderen davon erzählen. Zum Beispiel in Foren, auf Ihrem Blog, bei Facebook etc.

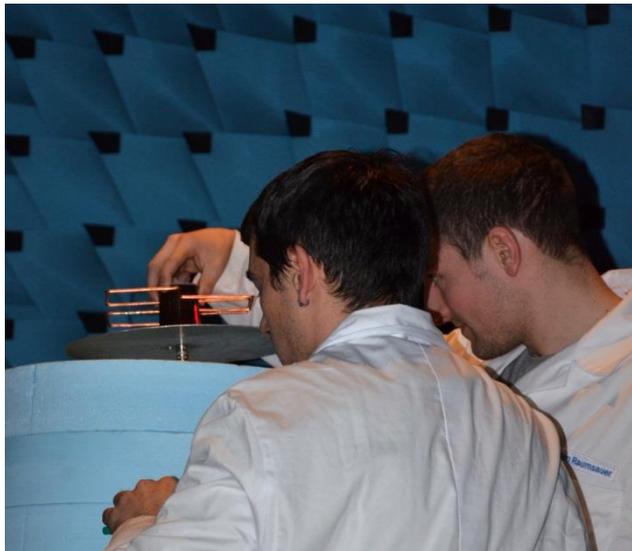
Im Folgenden finden Sie noch einen ausführlichen Test der Selbstbau-Antenne im Labor. Erfahren Sie, wie viel die Arbeit wirklich bringen kann. Auch im Vergleich zu kommerziellen Antennen.

Vermessung im Profilabor: So viel bringt die Selbstbauantenne wirklich ...



Bisher konnten nur Vermutungen über die Leistungsfähigkeit der Selbstbauantenne angestellt werden. Jetzt gibt es schwarz auf weiß ein präzises Ergebnis, das uns schon etwas überraschte. Im positiven Sinne. Doch dazu später mehr.

Die Vermessung der Antenne erfolgte in einer professionellen Messzelle, die praktisch zu 100% von außen gegenüber elektromagnetischen Störeinflüssen geschützt ist. Der Raum samt Messequipment* von **Rohde & Schwarz**, kostet ein gutes siebenstelliges Sümmchen. Nichts also, was man in der Garage zu stehen hat. Möglich machte den Messeinsatz unser Forenmitglied „Chriska“. Er und ein Kollege führten über mehrere Stunden die Messungen durch. Natürlich in Ospels und meinem staunenden Beisein. Ihnen gilt an dieser Stelle nochmals unser Dank für diese

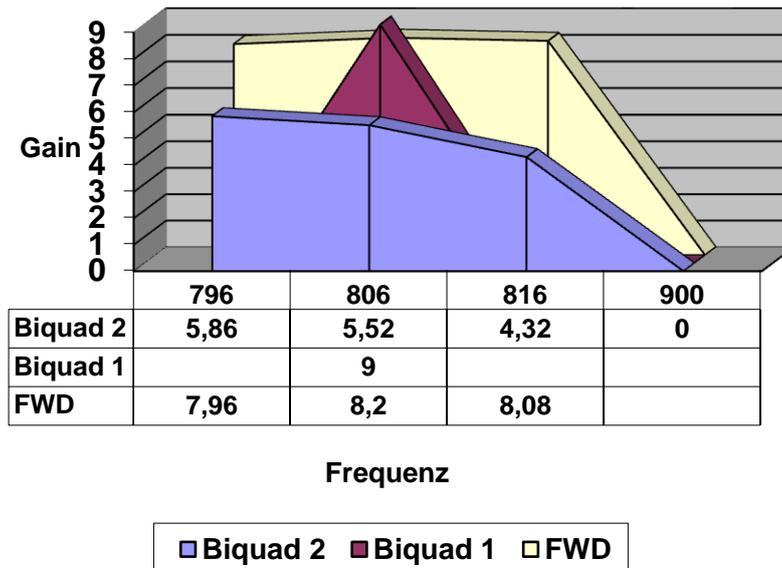


einzigartige Möglichkeit! Stattgefunden hat die Aktion in einer jüngst errichteten Messhalle bei [Rohde & Schwarz](#) in Memmingen. Die Ergebnisse können detailliert im Anhang weiter unten eingesehen werden.

[*] Messequipment: [Basisstation](#); [R&S® TS8991 OTA Performance Test System](#)

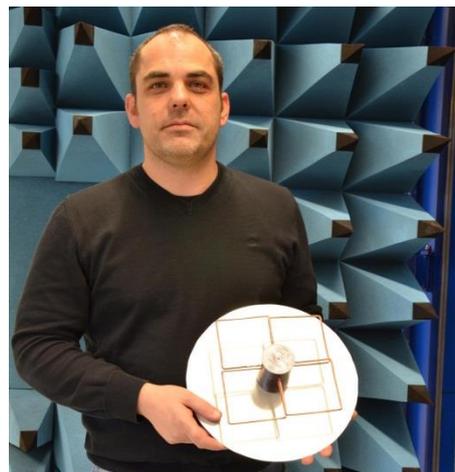
Die Messung

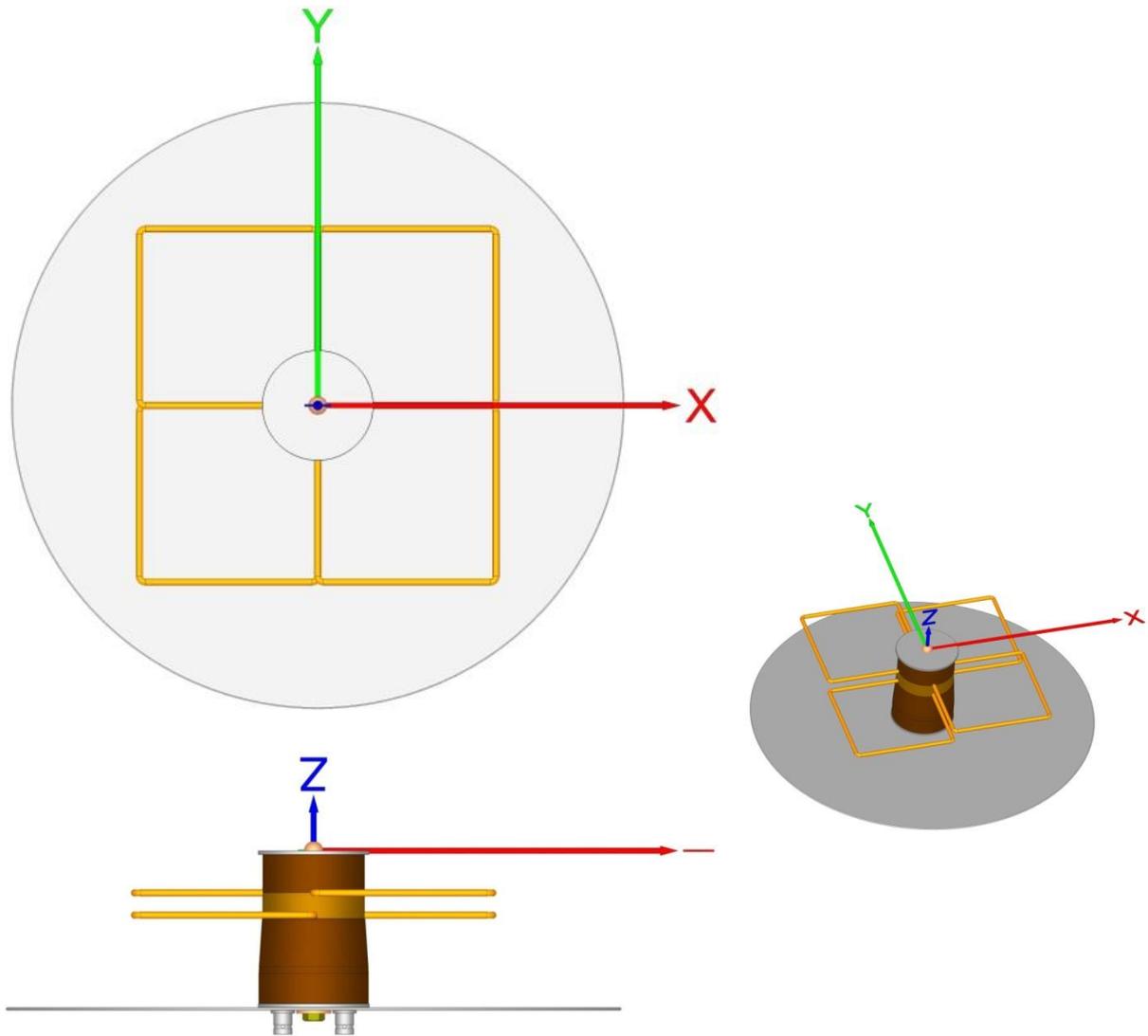
Die getestete Eigenbau-Biquad wurde ja für den Frequenzbereich von Vodafone LTE (801–811 MHz) optimiert und daher am Antennenanschluss 1 mit dem Mittelwert 806 MHz vermessen. Am Anschluss 2 haben wir den kompletten Messbereich einbezogen. Zum Vergleich erfolgte später, nach dem gleichen Versuchsmuster, auch ein Test der bekannten Funkwerk-Antenne (FWD) für LTE 800. Gemessen wurde jeweils die Abstrahlleistung, welche gleichsam als Empfangsgewinn (in dBi ~ Gain) gewertet werden kann.



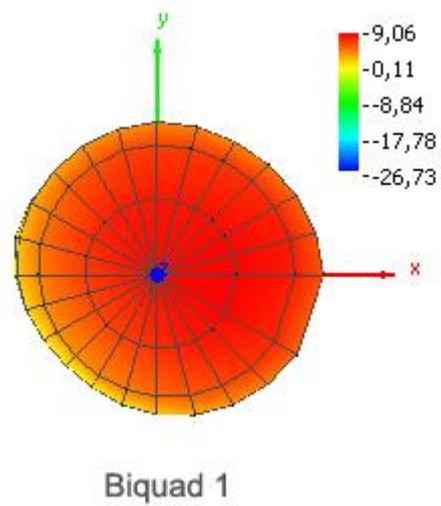
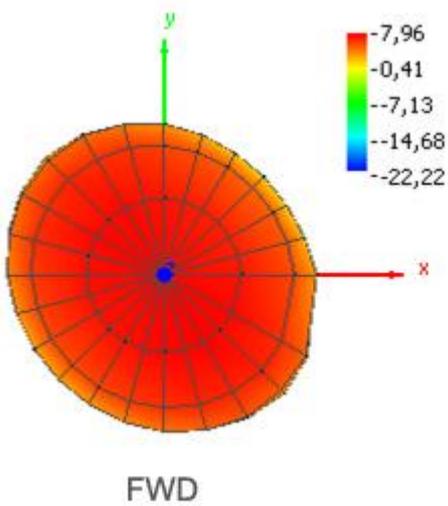
Die Eigenbau-Biquad erreicht im Maximum die gleichen Werte wie die FWD am Antennenanschluss 1. Siehe im Diagramm bei 806 MHz. Allerdings ist die Abstrahlleistung über den Frequenzverlauf nicht so gleichmäßig. Die Empfangsleistung nimmt bei höherer Frequenz, im Vergleich zur FWD, wesentlich stärker ab. Hier kommt wohl zum Tragen, dass der Eigenbau wie gesagt nur für einen speziellen Anbieter optimiert wurde, während die Funkwerk für alle Anbieter konzipiert ist. Der Pegelunterschied zwischen Anschluss 1 und 2 kann durch den unterschiedlichen Abstand zur Schirmung begründet werden.

Als Empfehlung gilt: Anschluss 1 an Router Antenne 1 (Sende/Empfang), Anschluss 2 an Router Antenne 2 (Empfang).

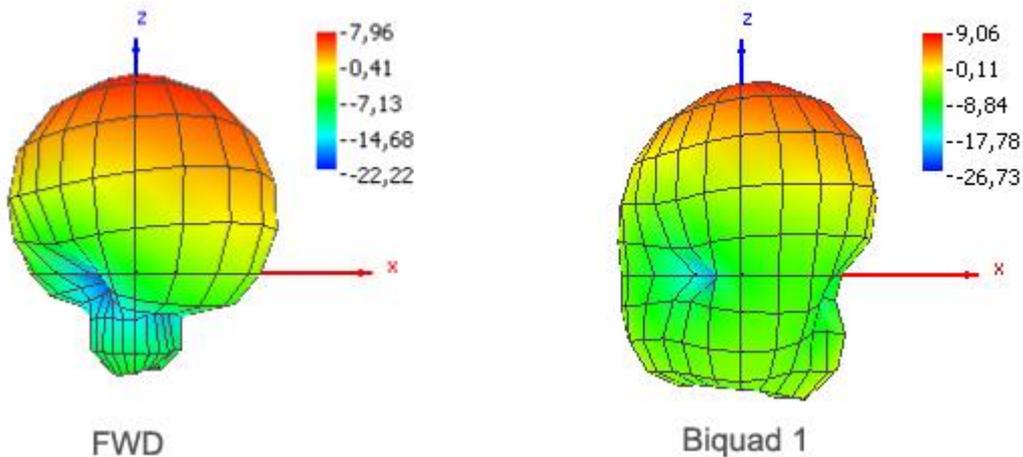




Betrachten wir nun das 3D Bild der Messergebnisse. Auf die Antenne gesehen, sind beide Antennen fast gleichwertig anzusehen. Jedoch mit etwas gleichmäßigerer Richtwirkung der FWD.



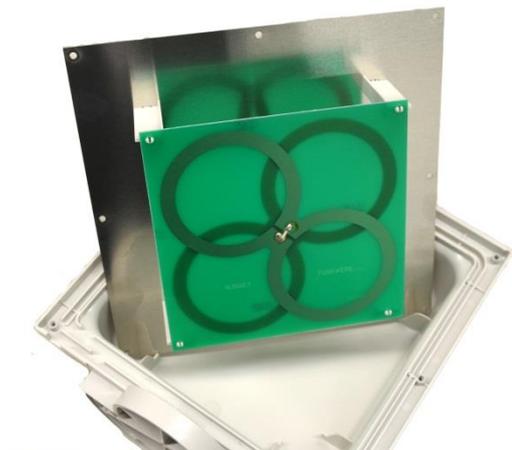
Von der Seite gesehen schirmt die FWD auf der Rückseite wesentlich besser ab. Als Folge ist eine etwas bessere Richtwirkung gegeben.

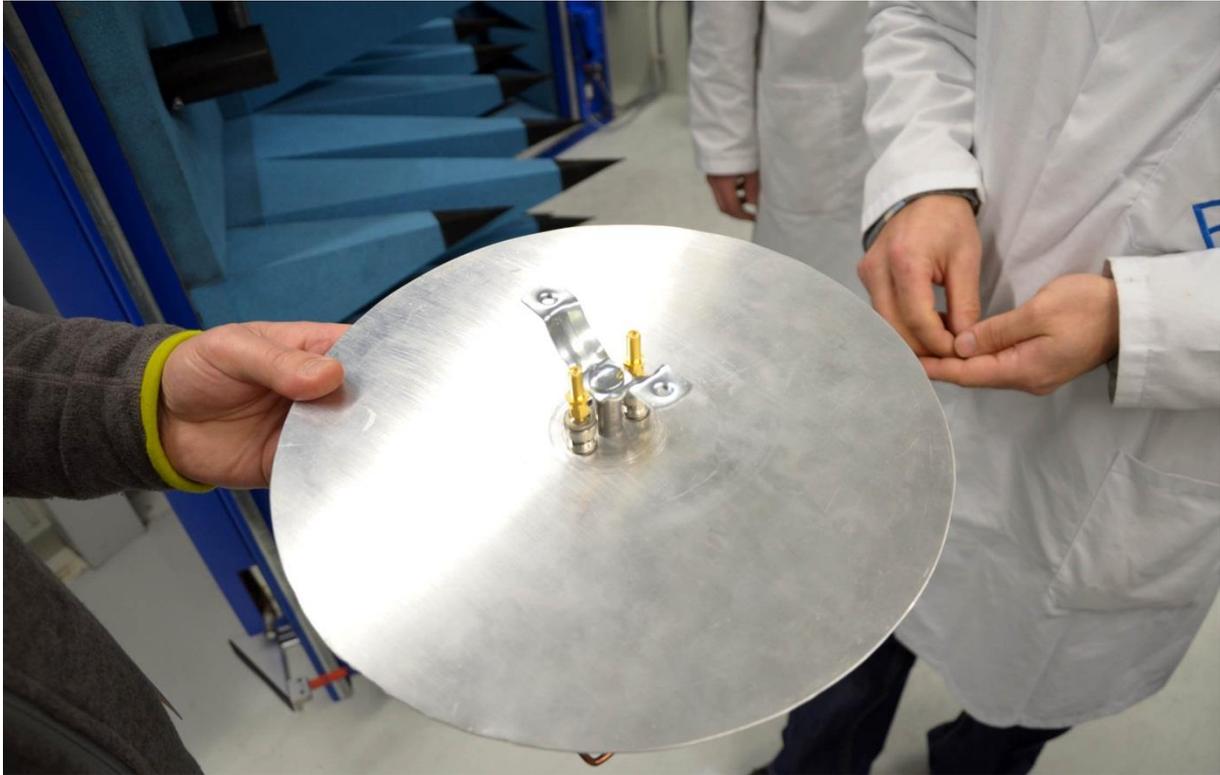


Fazit und ein Vergleich zur Funkwerk-Antenne

Das Ergebnis von gut 9dBi ist erstaunlich gut. Gerechnet haben wir mit 7-8dBi. Vielmehr als 9-10dBi sind zudem mit dem Biquad-Design technisch auch nicht möglich. Geringe Verbesserungen könnten noch durch einen präziseren Zuschnitt und optimale Biegungen der Brillenelemente erreicht werden, sowie mit sehr hochwertigen Anschlusskabeln. Bedenkt man, dass die gut 80 € teure Funkwerk (wurde ebenfalls vermessen, siehe Anlage), „nur“ gut 8dBi bringt (wie vom Hersteller angegeben), kann das Design also durchaus mit kommerziellen Produkten mithalten.

Es sei jedoch noch einmal bemerkt, dass die Funkwerk für alle drei Bänder im Bereich von 800 MHz konzipiert ist, während der Selbstbau-Typ jeweils nur für ein Band optimiert wurde. Dadurch ist im Prinzip die Abweichung von gut 1dBi erklärbar. Rein messtechnisch ist die Funkwerkantenne praktisch ideal. Erstaunt waren wir zudem, wie wenig sich eigentlich hinter der Schutzabdeckung verbirgt. Siehe Bild. Im Prinzip wird die Antenne nur auf eine Trägerplatte aufgedämpft bzw. geätzt. Damit lässt sich selbstverständlich eine ultrahohe Präzision erreichen.





Hierbei noch mal der rechtliche Hinweis:

Emissionsschutz: Laut Bundesnetzagentur darf die Gesamt-Sendeleistung 200 mW / 23 dBm am Antennenausgang nicht überschreiten! Siehe auch <http://emf2.bundesnetzagentur.de/pdf/LTE-BNetzA.pdf>. Jeder muss dies, ggf. durch eigene Messungen, eigenverantwortlich sicherstellen.

Anhang

Rechtliche Hinweise

Alle Arbeiten und Modifikationen auf eigene Gefahr. Es kann zudem nicht garantiert werden, dass der Nachbau gleiche oder ähnliche Vorteile bringt, wie im dargelegten Testbau.

Emissionsschutz:

Laut Bundesnetzagentur, darf die Gesamt-Sendeleistung 200 mW / 23 dBm am Antennenausgang nicht überschreiten! Siehe auch <http://emf2.bundesnetzagentur.de/pdf/LTE-BNetzA.pdf>. Jeder muss dies, ggf. durch eigene Messungen, eigenverantwortlich sicherstellen.

Verwendung & Vervielfältigung

Diese Bauanleitung (PDF) darf unverändert(!), unentgeltlich verbreitet werden. Wir würden uns selbstverständlich freuen, wenn Blog- oder Webseitenbesitzer die Anleitung vorstellen und verlinken.

Bildquellen

Deckblatt – Herr am PC - © Yuri Arcurs - Fotolia.com

LTE-Sendeturm auf dem Deckblatt: ©lte-anbieter.info

Werkzeuge und sonstige Gestaltungsbilder: © Bernhard Ospel

[Impressum](#)