

Ultraleichte KW-Antenne für SOTA Aktivitäten

Dzianis Lukashevich, DD1LD
München, Mai 2008

Vorwort

Bevor man sich für eine bestimmte Antennenkonstruktion entscheiden kann, sollte man zuerst die wichtigsten Anforderungen zu einer Antenne formulieren und dann überlegen, welches Design diese am besten erfüllt. In den hohen Bergen wie den Alpen hat man öfters kaum Platz, um einen Mast abzuspannen, dafür hat man aber die Höhe und eine freie Sicht. Bei langen Touren und insbesondere beim Klettern und Klettersteiggehen möchte man seinen Rucksack so leicht und kompakt wie möglich halten. So haben sich im Laufe der Zeit während meiner zahlreichen SOTA Aktivitäten in den Alpen folgende Anforderungen zu einer portablen SOTA Antenne herauskristallisiert (aufgezählt nach Wichtigkeit):

1. Die Antenne muss sehr leicht und kompakt, aber zugleich ziemlich robust sein. Jedes zusätzliche Kilo kostet Kraft; man muss beide freie Hände haben, und ein sperriger Mast wird beim Bersteigen und Klettern nur stören.
2. Die Antenne muss extrem schnell auf- und abgebaut werden können. Man möchte schließlich funken und sich nicht ständig mit Auf- und Abbau beschäftigen. Vor allem, wenn man mehrere Gipfel an einem Tag aktivieren möchte, ist die Zeit sehr wichtig.
3. Die Antenne muss beinahe überall (Felsen, Wald, Kies, Schnee) aufgebaut werden können. Öfters hat man nicht genug Platz für eine richtige Abspannung.
4. Die Antenne muss auf mehreren Bändern schnell abgestimmt werden können, falls man Multibandbetrieb machen möchte. Für SOTA sind die Bänder 40m, 30m und 20m von großer Bedeutung.
5. Die Antenne muss „brauchbaren“ Gewinn und Wirkungsgrad aufweisen. Strahlungswinkel ist nicht allzu wichtig.

Eine verkürzte Ground Plane Antenne (GPA) mit zwei-drei Radials dürfte die ersten vier Anforderungen erfüllen. Und was ist mit dem Gewinn und Wirkungsgrad? Der schlechte Gewinn einer stark verkürzten GP-Antenne spielt eine untergeordnete Rolle, erstens, er lässt sich teilweise durch die Antennenhöhe und freie Umgebung kompensieren, und zweitens, man muss nicht unbedingt rare DX-Stationen arbeiten, es reichen nur vier Verbindungen mit lokalen bzw. europäischen Stationen, damit ein Berg aktiviert wird. Ein Dipol hat einen besseren Gewinn als GPA, braucht aber vor allem die Höhe über den Grund und Platz, d.h. einen großen Mast mit Abspannung, was die ersten drei Punkte zunichte macht. Ein Kompromiss zwischen Gewicht, Aufbauzeit und Gewinn muss gefunden werden. Eine durchaus gelungene Lösung – eine ultraleichte KW-Antenne (uKWA) für SOTA Aktivitäten – möchte ich hier beschreiben. Die vorgestellte GPA ist sehr leicht, braucht keine Abspannung, zeigt einen akzeptablen Gewinn und kann innerhalb einer Minute aufgebaut werden.



DD1LD/p auf dem Stierkopf,
DL/AM-164, 1535m hoch.



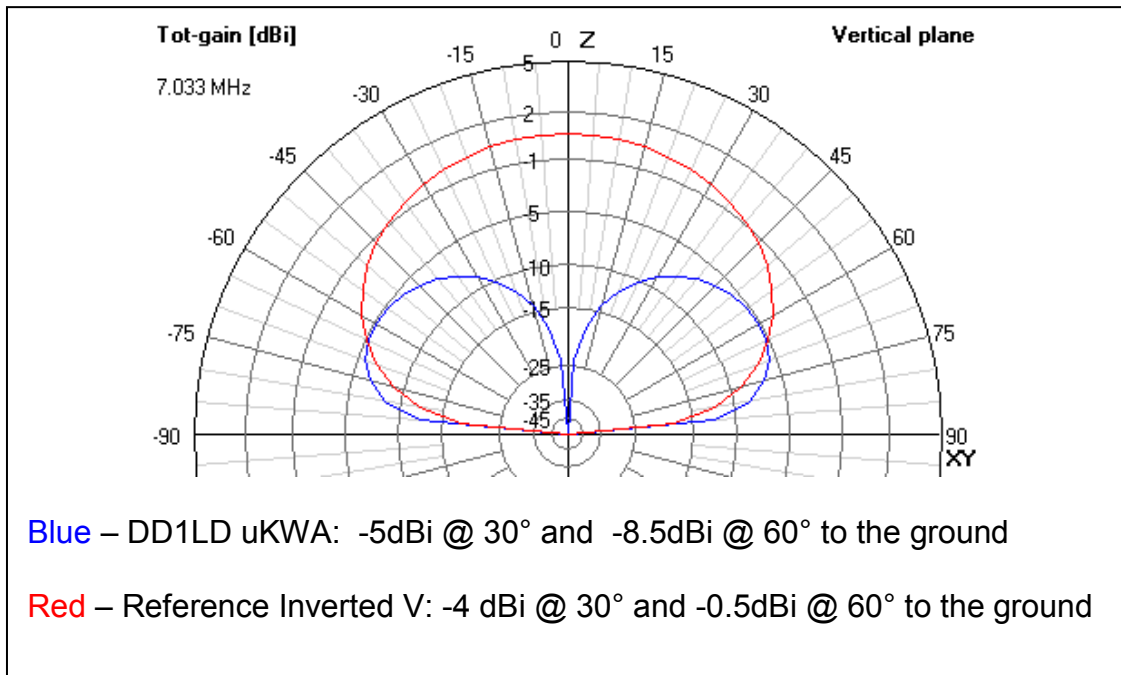
DD1LD/p auf dem Ruchenköpfe,
DL/MF- 055, 1805m hoch.
Die Antenne kann überall schnell
aufgebaut werden.

Verkürzte GPA gegen Dipol

Um die Frage – GPA gegen Dipol – für mich endgültig zu beantworten, habe ich ein paar Simulationen durchgeführt. Die unten beschriebene ultraleichte Antenne benutzt eine L-C Anpassung mit $Q_L = 250$ und hatte 4 Radials à 5m. Als Referenzantenne wurde ein niedrig hängendes Inverted V ausgewählt, da diese Konstruktion für den /P-Betrieb im Gebirge auch gut geeignet wäre. Die Antenne besteht aus zwei ca. 9 langen Ärmel und einer 5m langen Angelrute (weil eine 5m lange Rute wesentlich leichter als eine 10m lange ist). Die unteren Enden der Ärmel befanden sich einen halben Meter oberhalb der Erde. Die Antenne braucht kein Anpassungsnetzwerk und zeigte einen SWR von ca. 1.2 auf die 50 Ω -Leitung bezogen.

Die Simulationsergebnisse zeigen, dass die beiden Antennen bei den spitzen Winkeln (so genannten DX-Trassen) ungefähr gleiche Performance haben. Im Nahbereich ist das Inverted V zu bevorzugen, obwohl das in der Praxis meistens einen Unterschied von einer, zwei S-Stufen bedeutet.

Ein Inverted V braucht aber die Abspannung (3x + Heringe), reichlich Platz (2x9m) und Zeit. Außerdem ist eine passende Stipprute nicht grade kompakt und ultraleicht (die eingeschobene Länge liegt deutlich über 1m, das Gewicht ist ca. 500g). So ein Konzept ist daher für kleinere und bewaldete Berge mit relativ leichten Wanderrouten geeignet und wäre eine Alternative zu der unten vorgeschlagenen GPA.



Strahlungscharakteristik der DD1LD uKWA und eines Inverted V

Kurz gefasst, eine leichte und kompakte verkürzte GPA, die sich sehr schnell und einfache Weise aufbauen lässt, wäre eine sehr gute Wahl für die hohen Alpen.

Optimierung einer stark verkürzten GPA

Zunächst möchten wir uns mit den wichtigsten Parametern von Antennen kurz befassen, um zu verstehen, wie wir die Effizienz einer GPA erhöhen können. Hier sind sie:

Strahlungswiderstand (repräsentiert die Kopplung der Antenne an den Freiraum)
 $R_s \sim (\text{Antennenlänge}/\text{Wellenlänge})^2$
 gültig bis ca. $\text{Antennenlänge} < \text{Wellenlänge}/10$

Wirkungsgrad $\eta = P_s / P_e = P_s / (P_s + P_v) \approx R_s / (R_s + R_v)$,
 wo $R_v \approx R_g + R_m$, R_g – die Erdverluste und R_m – die Verluste wegen Anpassung bzw. Verlängerung sind.

Gewinn $G = \eta \times D$,
 der Richtfaktor D ist das Verhältnis der Strahlungsleistungsdichte der Antenne in Hauptstrahlungsrichtung verglichen mit der Strahlungsleistungsdichte des isotropen Kugelstrahlers als Referenzantenne bei gleicher Strahlungsleistung.

Daraus folgt, dass (aufgezählt nach Wichtigkeit):

1. die Antenne die maximal mögliche Länge ausschöpfen muss. Der Strahlungswiderstand R_s wird mit der Antennenlänge im Quadrat erhöht.
2. die Antenne über ein effektives Radialnetz verfügen muss. Damit werden die Erdverluste R_g eines schlecht leitenden Boden im Gebirge vermindert.

3. die Anpassung der Antenne mit minimalen Verlusten R_m gestaltet werden muss. Hier müssen Spulen mit einer hohen Güte $Q = 400-600$ herangezogen werden.
4. die Verlängerungsspule möglichst in der Mitte platziert werden muss. Da der Strom in der Antennenmitte kleiner als im Speisepunkt ist, sind die Verluste in der Verlängerungsspule $P_L = R_L \times I^2$ dementsprechend kleiner. Bei so einer Anordnung wird auch der Strahlungswiderstand erhöht, was zu einer Verbesserung des Wirkungsgrades gleichkommt. Die mittlere Spule muss aber ungefähr doppelt so viel Induktivität aufweisen als die Spule am Fußpunkt, außerdem stellt sie auch eine zusätzliche statische und mechanische Belastung dar.
5. Eine so genannte Dachkapazität (als Dachkapazität bezeichnet man eine kreuz- oder speichenförmige Struktur aus Metall, die auf der Antennenspitze montiert ist und eine elektrische Verlängerung der Antenne zur Folge hat) bringt zwar eine Erhöhung des Strahlungswiderstandes, bedeutet aber mehr Windlast, Gewicht und Zeitaufwand - bei stark verkürzten GPA müssen diese Verlängerungsstrahlen ziemlich lang sein dass man einen Unterschied merkt.

Überlegungen zur Mechanik

Ein wichtiger Punkt wäre noch die Abspannung bzw. Fixierung des Mastes. In den hohen Alpen ist es gar nicht einfach, da der Platz dafür öfters fehlt. Außerdem wollen Heringe in den felsigen Grund nicht so einfach reingehen, und man findet nicht überall einen passenden Gegenstand, an dem man die Antenne anbinden könnte. Die kommerziellen Ausführungen von KW-GPAs, die direkt an den TRX angeschlossen werden können, sind zwar nett, aber sie sind normalerweise sehr kurz, nicht leicht abzustimmen und können beim starken Wind die Buchse aus dem TRX ausreißen. Demzufolge kam hier ein leichtes Alu-Fotostativ als Alternative in Betracht. Als Strahler ist ein langer, gut leitender und stabiler Teleskopstab interessant. Diese Konstruktion würde sich innerhalb von wenigen Sekunden beinahe überall aufstellen lassen. Die Radials sollten nicht allzu lang und dick werden, die kürzeren Radials lassen sich einfacher und schneller auf engen Plätzen verlegen, außerdem würden diese auch etwas an Gewicht sparen und, wie Simulationen zeigen, praktisch keine Verschlechterung des Gewinns bringen. Eine leichte Dachkapazität wäre auch eine Überlegung wert.

Kurze Beschreibung der uKWA

Die Antenne besteht aus einem ca. 2.85m langen Alu-Teleskop, einem sehr leichten Fotostativ, einer Verlängerungsspule für das 40m-Band, 0.5mm Kupferlitze und drei 5m langen Radials (s. Skizze). Die Spule wurde auf einem Amidon T94-2 Kern mit 0.8mm Kupferlackdraht aufgewickelt und in einer Filmdose untergebracht. Die Spule hat eine Induktivität von ca. $10\mu\text{H}$ und macht es dem Elecraft T1 Tuner möglich, so eine kurze Antenne auf 40m (sowie auf 30m) anzupassen. In der Filmdose befindet sich auch ein Miniaturkippschalter, mit dessen Hilfe die Spule für höhere Bänder 30/20/17/15/12/10/6m ein- und ausgeschaltet werden kann. Notfalls kann die Verlängerungsspule auch auf einem 20-25mm PVC Rohr gewickelt werden. An der Spitze des Teleskops ist ein kleiner Stecker montiert, so dass eines der drei Radials

als Antennenverlängerung (bzw. Dachkapazität) ausgenutzt werden kann, z.B. man wirft ein Radial über einen Ast, dadurch wird der Wirkungsgrad der Antenne wesentlich verbessert. Die Radials sind an einem Ende mit einer Buchse und an dem anderen mit einem Stecker versehen und können miteinander verbunden und auf einer kleinen Trommel leicht und schnell aufgewickelt werden. Der Antennentuner Elecraft T1 schafft es in wenigen Sekunden, diese kurze Antenne auf allen Bändern ab 40m aufwärts anzupassen. Ein 2m langes Stück RG-58 verbindet den Antennentuner mit dem Transceiver. Interessant wäre auch eine Monoband- oder Zweibandvariante ohne Antennentuner, wo die Anpassung mittels mittlerer Spule mit Anzapfungen und ein paar Kondensatoren am Speisepunkt erfolgt.

Die wichtigen Parameter

Länge, ausgezogen – 3.6m

Länge, eingeschoben – 0.8m

Verlängerungen – 5m + 3.6m und 2x5m + 3.6m – sind möglich

Gewicht (ohne Radials) – 590g, 3xRadials auf der Trommel – 180g.

Aufbauzeit – unter 1 Minute

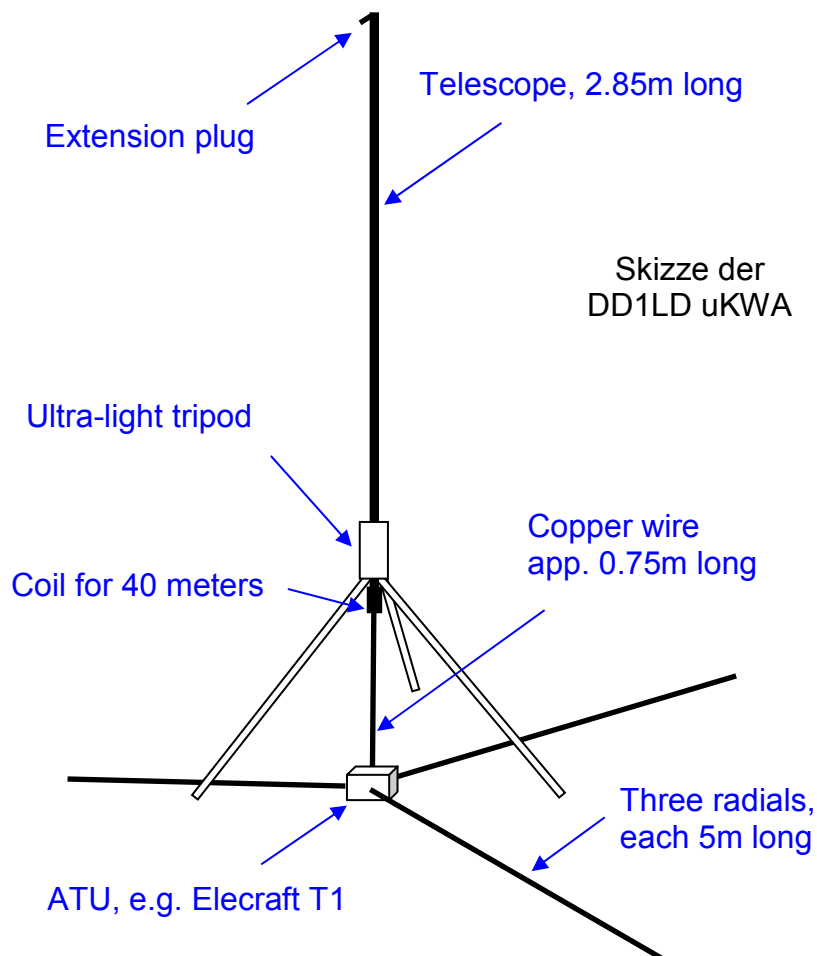
Gewinn (simuliert, mit Anpassungsnetzwerk, ohne Verlängerung in der Mitte):

-5.0 dBi für 40m

-2.5 dBi für 30m

-1.0 dBi für 20m

Hauptstrahlungswinkel – ca. 30° zur Erde



Erfahrungen

Ich habe mit dieser Antenne viele Berge in den Alpen aktiviert und hunderte QSO gefahren. Die Antenne lässt sich durch die drei regulierbaren Beine überall leicht und schnell aufstellen, man schafft es unter einer Minute. Beim sehr starken Wind kann die Antenne umkippen, dagegen habe ich entweder Bergstöcke benutzt oder die Antenne an den Rucksack angebunden. Beim Transportieren wird die Antenne in die Seitentasche meines Rucksacks eingesteckt und mit einem Spanngurt zusätzlich fixiert. Im Tal und insbesondere im dichten Wald ist die Verlängerung der Antenne für 40m zu empfehlen. Mit 5W Leistung und ohne Antennenverlängerung waren mir auf 20m – interkontinentale Verbindungen,
auf 30m – QSO mit Europa, Asiatisches Russland, Kasachstan,
auf 40m – Verbindungen mit Europa (z.B. G, EI, OH, F, DL, LY und UA)
in CW gelungen.

Bezugsquellen

Ich spiele ab und zu mit dem Gedanken, diese Antenne als Bausatz anzubieten, der aus

- Teleskop
- Fotostativ (das Fotostativ wird durch Modifikationen nicht zerstört!)
- Flexibler Kupferlitze für Radials
- Evtl. Steckern, Buchsen, Spule usw.

bestehen würde. Materialkosten belaufen sich auf etwa 50€. Bei Interesse melden Sie sich bitte unter dd1ld_at_gmx.de

Bilder



Die Antenne ist sehr kompakt und kann in der Seitentasche transportiert werden.



Verlängerungsspule für 40m wurde in der Filmdose untergebracht. Die Antenne kann mit den Bergstöcken zusätzlich unterstützt werden.