die TNC-Konfiguration von terrestrischen APRS-Stationen im Verkehr mit PCSat und ISS zu vereinfachen: RELAY / WIDE (kompatibel zu normalen APRS-Mobilstationen), APRSAT (kompatibel zu zukünftigen Satelliten) und NOCALL (kompatibel zu ISS). Das Digipeating bis zum 21. Januar ist mit dem Call W3ADO-1 und danach erlaubt, sofern die Telemetrie nicht «11111111» zeigt. Connects sind nicht erlaubt.

SAPPHIRE

JE9PEL hörte am 12. Dezember Sapphire's Grussbotschaften zu 100 Jahren Radio und 40 Jahren OSCAR mit folgendem Text: «Happy Birthday OSCAR-1, Happy Birthday to you – Thank you Mr. Marconi from Sapphire» und am 14. Dezember «Thank you Mr. Mark Oler from Sapphire». Beide WAV-Dateien können unter http://www.ne.jp/asahi/hamradio/je9pel/sapphire.htm heruntergeladen werden.

ISS

Zum ersten Mal befindet sich eine «all-HAM crew» an Bord der International Space Station. Die Mitglieder der vierten Crew sind Commander Yuri Onufrienko, RK3DUO, Flugingenieur Dan Bursch, KD5PNU, und Carl Walz, KC5TIE.
Man erwartet, dass sie regelmässig für Schulkontakte und mögliche QSO's, wenn es ihre Zeit erlaubt, QRV sind. Bei einem QSO zwischen der ISS und einer russischen Schule wurde das Call RS0ISS gehört. Seit der STS-108-Mission Anfang Dezember wurden keine Packet-Signale mehr empfangen.
Yuri Onufrienko und Daniel Bursch werden am 25. Januar die Station zum zweiten Mal verlassen, um an der Aussenhülle des Zvezda-Moduls die Montage der Amateurfunk- und russischen TV-Antennen vorzubereiten.
ARISS-Vorsitzender Frank Bauer, KA3HDO, teilte jedoch mit, dass eine der vier neuen ARISS-Antennen bereits installiert werden kann. Es wird erwartet, dass die «WA3»-Antenne für VHF/UHF während der ersten EVA am 14. Januar installiert wird und die restlichen Antennen nicht bevor die sechste Crew an Bord kommt. Die «WA3»-Antenne kann früher als die anderen installiert werden, da sie nahe bei den vier HF-Anschlüssen platziert wird.
Die Installation der neuen Antennen ebnet den Weg für zwei separate Funkstationen. Geplant ist eine 2m-Station im «Functional Cargo Block» die an die russischen Antennen angeschlossen wird, welche für Docking-Manöver benutzt wurden. Eine zweite 70 cm-Station wird im Service-Modul installiert und an die neue Antenne angeschlossen. Zusätzliche Ausrüstung für zwei separate Funkstationen wurde im November geliefert. Die aktuellen ARISS-Stationen bestehen aus zwei Ericsson Handfunkgeräten für 2 m und 70 cm.

Geburtstage

Neben 100 Jahren Radio (Marconi) und 40 Jahren OSCAR hätte am 27. Dezember 2001 auch Johannes Kepler seinen runden 430. Geburtstag feiern können. Nach den von Kepler gefundenen Gesetzen, den Keplerschen Gesetzen der Planetenbewegung, berechnen wir heute noch die Umlaufbahnen der Satelliten.

TECHNIK

Redaktion: Dr. Peter Erni (HB9BWN), Römerstrasse 32, 5400 Baden
Packet: HB9BWN @ hb9aj E-Mail: hb9bwn@uska.ch

Höhlenfunk – der Stand der Dinge

Jacques Hurni (HB9OD), Ed. Willstrasse 2, 2560 Nidau

«Das ist eine ganz neue Dimension in der Höhlenforschung», bemerkte Felix, HB9CPZ, als wir nach rund 3 km Fahrt ins Erdinnere aus seinem Auto stiegen und uns nach der roten Markierung an der Höhlenwand umsahen. Aber diesmal bestimmten unsere Umgebung nicht die fraktalen Muster einer tiefen Karsthöhle, sondern glatte eisenarmierte Betonwände. 560 m kompakte kristalline Schiefer statt zerklüftete Kalklagen trennten uns von Rolf, HB9DGV, und Christian, HB9ZGB, an der Oberfläche. Genauer, wir befanden uns an diesem 14. Juni 2001 in einem ausgebauten Lüftungsstollen, unmittelbar neben dem mehrspurigen Hauptzugang zur Innenbaustelle des NEAT-Tunnels, im Endausbau eine rund 30 km lange Eisenbahnverbindung zwischen Kandergrund und Steg im Rhonetal. Unser Ausgangspunkt war die Grossbaustelle Goppenstein, und wir beabsichtigten, die Möglichkeit von drahtlosen VLF-Verbindungen aus unterirdischen Kunstbauten zu untersuchen (Bild 1). Und noch etwas war hier anders als in Naturhöhlen: statt der üblichen Höhlenkälte um +5 Grad bescherte uns die Erdwärme hier tief unter dem Lötschenpass schweisstreibende +27 Grad.

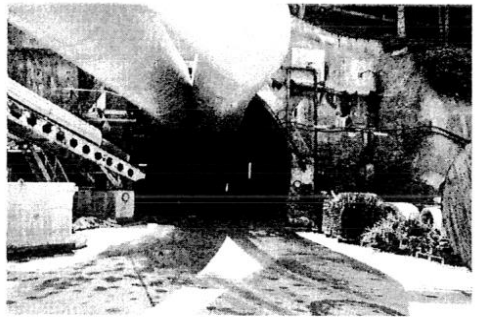

Bild 1: Eine ganz neue Dimension in der Höhlenforschung! Man fährt mit dem Auto durch den mehrspurigen NEAT-Stollen von Goppenstein 3 km ins Erdinnere zur Forschungsstelle

Eine kurze Rückschau

1987 versuchten wir erstmals, aus den Naturhöhlen Nidleloch und Hölloch Funkverbindungen zur Erdoberfläche herzustellen. Wir verwendeten dazu Kurzwellentransceiver mit 100 Watt Sendeleistung und Dipolantennen für das 160 m-Band. Mit diesen Mitteln gelangen uns verhältnismässig sicher CW- und SSB-Verbindungen durch 500 bis 600 m Erde und Fels. Der beträchtliche Gewichts- und Antennenaufwand bei diesen Versuchen und theoretische Überlegungen veranlassten uns zum Wechsel auf VLF-Frequenzen unter 100 kHz und zum Erdstromverfahren. Unsere «Dipole» lagen nun auf dem Boden und waren an beiden Enden geerdet. Mit den von HB9CPZ in mehreren Stufen entwickelten und gebauten VLF-Transceivern für Frequenzen um 45 kHz kamen so gute Erdstromverbindungen über 1000 m und weiter zustande. Inzwischen hatten sich durch die Veröffentlichungen im old man auch Kontakte zu Höhlenforschern und Radioamateuren im Ausland ergeben, welche ebenfalls die Möglichkeiten des Höhlenfunks untersuchten. Im August 1997 kam es im Muotatal zu einem internationalen Treffen für Höhlenelektronik. Interessierte aus 9 Nationen tauschten Erfahrungen aus und demonstrierten ihre Geräte über Versuchsstrecken im nahen Hölloch. Gegenüber den in England und Frankreich verwendeten Loop-Antennen brachten unsere Erdstromsysteme eindeutig bessere Ergebnisse. Bei der Geräteentwicklung kamen die Konstrukteure in verschiedenen Ländern unabhängig voneinander zu ähnlichen Lösungen. Kleinflächige Spulenantennen für Sendung und Empfang bewährten sich zur Lagebestimmung von Höhlenstandorten nahe der Erdoberfläche (3D-Peilung). Soweit die Situation Ende 1999. Zum Thema Höhlenfunk wurden in den nachstehenden Ausgaben des old man ausführliche Berichte veröffentlicht: 9/87; 6,11/88; 7,8/89; 2,3/91; 4,5/95; 3/97; 11,12/99. Dieser vorläufig abschliessende Beitrag fasst die weitere Entwicklung bis zum Sommer 2001 zusammen.

Neue Geräte aus Frankreich

Der Bedarf an Höhlenfunkverbindungen ist in der Schweiz nicht sehr gross, und die Rettungsaktivitäten bei der geringen Zahl von Höhlenunfällen in den vergangenen Jahren erforderten meist keine drahtlose Höhlenkommunikation. So beschränkte sich der Gebrauch der 3 vorhandenen AGH-Funkgeräte von HB9CPZ auf Rettungsübungen und Feldversuche (AGH-Arbeitsgemeinschaft Hölloch). Anders in Frankreich: Forschung und Tourismus in den zahlreichen und tiefen Höhlen dieses grossen Landes führen fast jedes Jahr zu mehreren aufwändigen Rettungseinsätzen mit einem entsprechenden Bedarf an Logistik. Wir erhielten von den Rettungsorganisationen unseres Nachbarlandes immer wieder Anfragen zur Lieferung von leistungsfähigen und gebrauchsfertigen Höhlenfunkgeräten, denen wir mit unseren 3 feldtauglichen Unikaten nicht genügen konnten. Diese unbefriedigende Situation bewog eine Gruppe von Radioamateuren und Elektronikern aus dem Val d'Isère (Grenoble), eigene Geräte zu entwickeln und in einer Serie von vorerst 50 Einheiten zu bauen. Ausgewertet wurden dabei vor allem die in Frankreich, England, Kanada und der Schweiz gewonnen Erfahrungen im Höhlenfunk. Am 3. und 4. Juni 2000 konnten wir mit unseren Freunden aus Frankreich im Taubenloch bei Biel 4 dieser Geräte über mehrere ausgemessene Felsstrecken betreiben. Bei einer Arbeitsfrequenz um 87 kHz,

Erdstromverfahren mit 80 m Elektrodenabstand und 3 Watt Sendeleistung untersuchten wir die Verbindungsmöglichkeiten über 500, 1000 und 1500 m Felsdistanzen. Bei mässigem QRN (Vormittag) kamen über alle 3 Strecken gute SSB- und PSK31-Verbindungen zustande. Bei starkem QRN (Nachmittag) ergab sich nur noch über die 500 m-Strecke eine brauchbare Verbindung in beiden Betriebsarten. Für PSK31 wurden Laptops an die Schnittstellen der Transceiver geschaltet. Zu den Geräten aus Frankreich noch einige technische Daten: Einkanal SSB-Transceiver für 86,95 kHz Arbeitsfrequenz und maximal 3 Watt Sendeleistung, BFO und Mischer aus 11,41 MHz Quarzoszillator abgeleitet, Vorselektion mit Tiefpass und 2-stufigem LC-Filter, ZF 455 kHz mit Keramik- und mechanischem Filter, Speisung 12 V 60 mA bei Empfang und 900 mA beim Senden. Abmessungen 150 x 80 x 50 mm, Gewicht 250 g ohne Batterien. Mit 10 Duracell-Batterien im Gehäuse sind 2 bis 3 Stunden intensiver Funkbetrieb gesichert. Kleine Abmessungen, geringes Gewicht bei guter Reichweite zeichnen dieses mit «Nicola» benannte Höhlenfunksystem aus. Die Benennung wurde zu Ehren der tödlich verunfallten Höhlenforscherin Nicola Dollimore gewählt. An den Versuchen im Taubenloch beteiligten sich Graham Naylor (der führende Gerätebauer), Paul Rice, Didier Azais (F6EAJ), HB9ZGB, HB9LCU, HB9CRX und HB9OD. HB9ZGB und HB9LCU erwarben sich je ein Paar der Nicola-Geräte für Einsätze in der Schweiz (Bilder 2, 3, 4).

Bild 2: Graham Naylor freut sich. Für den Physiker und Entwickler des Nicola-Systems ist die 1500 m-Verbindung im Taubenloch eine Rekorddistanz

Bild 3: Der Nicola VLF-Transceiver in einem wasserdichten Koffer mit Platz für Zusatzbatterien

Bild 4: Die Taubenlochversuche mit dem Nicola-System. Rechts die Anordnung für PSK31-Übermittlung zur 1000 m entfernten Höhlenstation. Links der TS 50 S -Transceiver mit Impedanzanpassung als Vergleichs-RX für 44 und 87 kHz

Zwei Höhlenfunksysteme im Vergleich

Selbstverständlich interessierte uns auch ein Vergleich zwischen dem französischen Nicola-System und den AGH-Höhlenfunkgeräten. Am 29. Oktober 2000 installierten wir (HB9CPZ, HB9ZGB, HB9OD) im Hölloch (Kanzel) je ein Gerätepaar und verschoben unsere Oberflächenstandorte zu Felsdistanzen von 280 m (Pragelstrasse), 850 m (Riedbach 1) und 1300 m (Riedbach 2). Mit beiden Systemen kamen über alle Strecken, bei einem Elektrodenabstand von generell 100 m, SSB-Verbindungen zustande. Allerdings war der 87 kHz-Kanal der Nicola-Geräte stark gestört durch die Impulse des LORAN C-Navigationssystems im Frequenzbereich 90-110 kHz. Trotz der etwas klareren Modulation beim Nicola-System zerhackten die LORAN-Impulse den Empfang an der Oberfläche über die 1300 m-Strecke praktisch bis zur Unverständlichkeit. Nach unseren Informationen sollte in absehbarer Zeit die GPS-Satellitennavigation den LORAN weltweit ablösen (Bild 5).

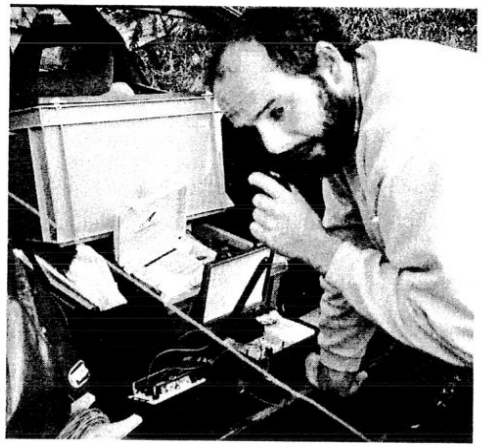

Bild 5: HB9CPZ beim Vergleich des Nicola-Systems mit dem AGH-Funk über dem Hölloch

Von der Natur zur Kunsthöhle – Murgenthaltunnel

Der Initiative von HB9DGV ist es zu verdanken, dass wir in jüngster Zeit auch VLF-Verbindungen aus Tiefbauwerken erproben konnten. Am 4. Mai 2001 legten wir in der Mitte des 4 km langen, neuen Bahn 2000-Tunnels zwischen Murgenthal und Rothrist eine 80 m-Elektrodenstrecke aus (HB9DGV, HB9BYB, HB9OD). 49,8 mA bei 78 V (3,8 W) liessen sich von unserer 44 kHz Bake in die voll armierte Betonumgebung einspeisen (noch ohne Geleise). Das Ergebnis der Empfangsversuche an der Oberfläche war eher enttäuschend. Guten Empfang hatten wir nur 70 m senkrecht über dem Tunnelsender. Eine auf 138 m seitlich verschobene 80 m-Elektrodenstrecke lieferte gerade noch ein um 95 dB gedämpftes brauchbares CW-Signal. Bei 308 m, mit Beton, Molassesandstein und Erde zwischen Sender und Messempfänger, war nichts mehr hör- oder messbar. 28 cm Beton mit 15% Eisengehalt ergaben da offenbar ein wirkungsvolles «Dämpfungsglied».

NEAT-Lüftungsstollen mit leichter Armierung

Kehren wir zurück zum Vorspann dieses Berichtes, in den Lüftungsstollen der NEAT-Tunnelbaustelle bei Goppenstein. 200 m Elektrodenstrecke im Stollen und 150 m an der Oberfläche waren ausgelegt. Wir hatten das Nicola- und das AGH-System eingerichtet und verfügten über Messsender und Messempfänger. Unsere Erwartungen waren nach den Erfahrungen im Murgenthal-Tunnel eher gedämpft. Wir waren ebenso überrascht wie erfreut, als unsere ersten Verbindungen durch 560 m Alpengestein (Schiefer, Gneis) mit beiden Systemen und guten SSB-Signalen weit über dem Geräuschpegel zustande kamen. In mehreren Schritten verkleinerten wir die Elektrodenabstände bis zu 20 m an beiden Standorten ohne wesentliche Verminderung der SSB-Verständigung. Erst 10 m-Einspeisung führten Nicola- und AGH-Funk an die Brauchbarkeitsgrenzen, nicht zuletzt wegen dem hohen Störpegel im Tunnel. Dann verlegten wir den Oberflächenstandort bis zu einer Felsdistanz von 720 m. Bei Elektrodenabständen von 160 und 150 m ergab sich auch über diese Versuchsstrecke eine ausreichende SSB-Verständigung. Ein Vergrössern der Einspeisstrecken brachte keine stärkeren Nutzsignale, nur noch höhere Geräuschpegel. Hier bewährte sich die bessere Filterung im Empfangsteil der AGH-Funkgeräte durch einen höheren Störabstand.

Nachstehend ein Auszug des Protokolls zu den Dämpfungsmessungen:

Bild 6 zeigt den Situationsplan der Messstrecken im Grundriss. Die beiden Höhlenfunksysteme arbeiten befriedigend bis zu Streckendämpfungen zwischen 100 und 120 dB, was Felsdistanzen von 700-1000 m entspricht. Streuungen entstehen durch Störpegel, Elektrodenkontakte, Tunnelarmierung und geologische Schichtung. Sollte die Möglichkeit direkter Erdstromverbindungen in ein Tunnel-Sicherheitsdispositiv einbezogen werden, müsste eine weitere Versuchsreihe mit den geforderten Distanzen und Standorten und eventuellen Elektrodenkontakten ausserhalb der Tunnelarmierung erfolgen.

Nahe bei unserem Standort im leicht armierten Lüftungsstollen gibt es einen 300 m langen, vertikalen Abluftschacht von etwa 10 m Durchmesser. Ein Versuch, durch diese Röhre mit Handfunkgeräten eine 2 m VHF-Verbindung herzustellen, war erfolglos. Zu erwähnen ist auch die Zuvorkommenheit und Hilfsbereitschaft, mit der uns die Tunnelbauer den Zutritt zu den Versuchsstandorten erschlossen.

Frequenz	Distanz 560 m Elektroden200/150 m	Distanz 560 m Elektroden 20/20 m	Distanz 720 m Elektroden 200/150 m
46 kHz	90 dB	109 dB	116 dB
82 kHz	92 dB	110 dB	118 dB

Siehe Titelbild

Der Stand der Dinge

Es waren Radioamateure mit Verbindungen zur Höhlenforschung, welche vor etwa 15 Jahren begannen, die Möglichkeiten der drahtlosen Kommunikation mit tief ins Erdinnere vorgestossenen Forschergruppen zu untersuchen. An diesem Interessenten- und Arbeitskreis hat sich bis heute nichts geändert. Kommerzieller Gerätebau und Dienstleistungsangebote für Höhlenkommunikation sind für eine gewinnorientierte Industrie kein Thema. Einzelinitiative und grenzüberschreitender Erfahrungsaustausch brachten Höhlenfunksysteme hervor, welche vor allem den Rettungsorganisationen bei Bedarf den drahtlosen Nachrichtenaustausch mit tief gelegenen Standorten in Naturhöhlen erschlossen. Offen ist noch, ob bei Rettungseinsätzen Sprach- oder Textübertragung vorteilhafter ist. Technisch ist beides möglich.

In der Schweiz gehören die 3 Geräte von HB9CPZ zum Rettungsmaterial der Arbeitsgemeinschaft Hölloch. In Frankreich hat eine Gruppe von Radioamateuren und Elektronikern aus dem Val d'Isère (F6IDE, F6EAJ, Graham Naylor) grossen Erfolg mit einer Kleinserie von leistungsfähigen und handlichen Höhlenfunkgeräten. Je ein Paar dieser Nicola-Transceiver sind heute auch im Privatbesitz von HB9ZGB und HB9LCU. Organisatorisch am weitesten fortgeschritten ist die Sektion für Höhlenelektronik der BCRA (British Cave Research Association). Die Gruppe veröffentlicht viermal jährlich «The CREG Journal» (Cave Radio and Electronics Group). Weltweit ist dies vermutlich die beste Publikation für Höhlenelektronik mit vielen theoretischen und praxisbezogenen Beiträgen, z.B. von John Hey (G3TDZ), Ian Drummond (VE6IXD) und David Gibson.

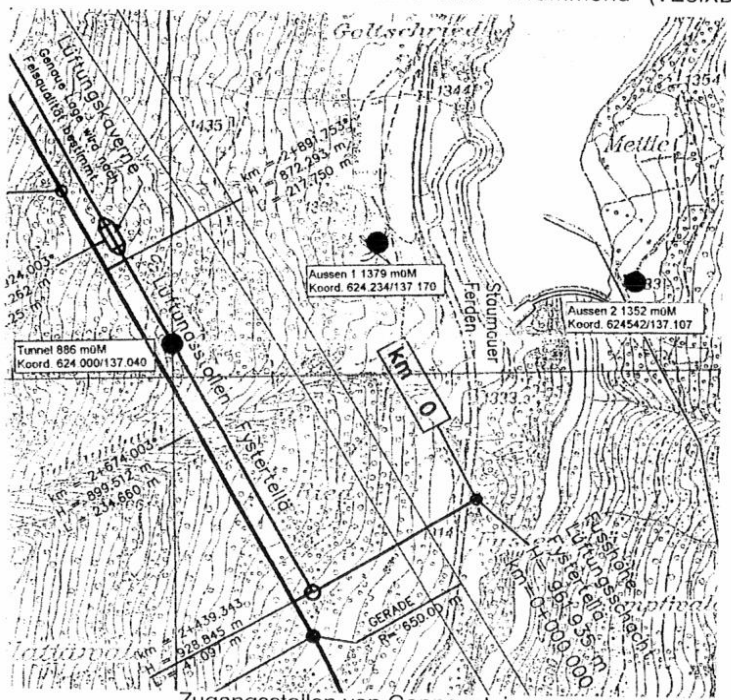

Bild 6: Situationsplan der VLF-Funkversuche aus dem NEAT-Lüftungsstollen.

Distanzen:

Tunnel - Aussen 1: 560 m

Tunnel - Aussen 2: 720 m

Durch die enge Zusammenarbeit von französischen und englischen Fachleuten am Kernforschungszentrum ESFR in Grenoble ist man durch das «CREG-Journal» auch sehr gut über die Entwicklung der Höhlenelektronik in Frankreich informiert. Die Internet-Adresse der CREG lautet: http://www.bcra.org.uk/creg/. Mit dem Link «Speleonics» auf http://www.caves.org/section/commelect/ kann man sich über Höhlenelektronik in Nordamerika informieren. Dem Verständnis und der Zuvorkommenheit der old man-Redaktion ist es zu verdanken, dass auch im deutschen Sprachraum in grösseren Abständen über Höhlenfunk berichtet werden konnte. Daraus hat sich kürzlich auch eine Korrespondenz mit OMs aus den norddeutschen Bergbaugebieten ergeben.

DIPLEXER KW + 6 m / 2 m + 70 cm

Felix Meyer (HB9ABX), Lilienstrasse 40, 4123 Allschwil

Duplexer – Diplexer:

Diese Begriffe werden oft verwechselt. Beides sind Geräte, welche den gleichzeitigen Betrieb auf zwei verschiedenen Frequenzen erlauben, jedoch ist der *Duplexer* ein Gerät, welches zwei Frequenzen im gleichen Band aufteilt und der *Diplexer* ein Gerät, welches zwei verschiedene Frequenzbänder aufteilt. Ein Duplexer ist mit höherem Selektionsaufwand versehen, da er Frequenzen trennen muss, die sehr nahe beieinander liegen. Ein Diplexer ist einfacher aufzubauen. Er kommt meist mit Hoch- und Tiefpässen aus.

Der hier beschriebene Diplexer funktioniert für 0 bis 52 MHz auf der einen Seite und 2 m + 70 cm auf der andern Seite. Er erlaubt den Betrieb von zwei getrennten Antennen (KW und VHF/UHF) über ein einziges Koax-Kabel, oder von zwei separaten Geräten über ein einziges Koax-Kabel und damit das gleichzeitige Senden auf einem Band und das Empfangen auf dem andern Band. Ebenfalls ist er geeignet für den Betrieb einer 3-Band Antenne (UHF/VHF/6m) an den zwei Anschlüssen des IC-706 oder FT-100 oder TS-2000.

Folgende Daten wurden gemessen bei 50 Ohm Ein- und Ausgang:

- Die Dämpfung des jeweils andern Bandes ist sehr hoch (über 60 dB)
- Die Einfügungsdämpfung ist vernachlässigbar niedrig (kleiner als 0.3 dB)

Die Schaltung ist in einem Weissblech-Gehäuse von ca. 11 x 5.5 x 3 cm einfach aufzubauen. Bild 1 zeigt das Schaltschema des Diplexers.

Liste der Bauteile:

Alle Spulen sind mit 1 mm versilbertem Kupferdraht gewickelt.

L1, L2 = 1 Wdg. 5 mm Durchmesser (innen), L2 um 90 Grad gegenüber L1 gedreht

L3, L4 = 1½ Wdg. 6 mm Durchmesser (innen), L4 um 90 Grad gegenüber L3 gedreht

L5, L7 = 7 Wdg. 6 mm Durchmesser (innen), 15 mm lang

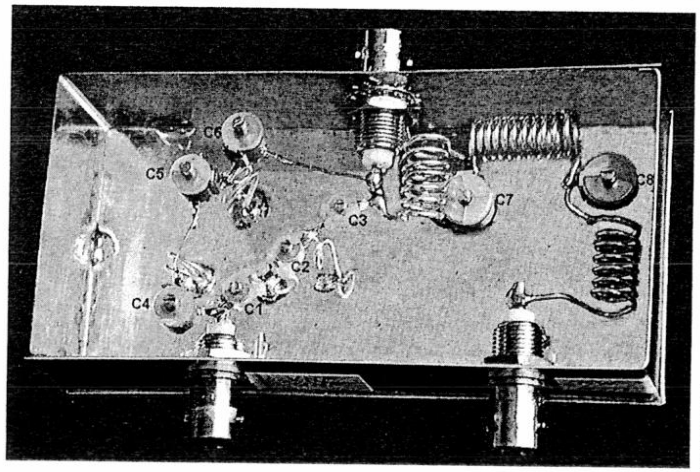

Foto 1: Aufbau des Diplexers mit optimierter Anordnung der Bauteile