

## Messungen an einer Loop- und einer Dipol-Antenne anlässlich des Antennenseminars bei der TA Esslingen am 28. April 2007.

Zusammengestellt von Georg Efremidis, DJ3AA und Rolf Schick, DL3AO.

In Ergänzung zu der Vortragsreihe am Vormittag wurden am Nachmittag im Freigelände der TAE Messungen an einer Loop-Antenne und einer Dipol-Antenne vorgenommen. Als Sender wurde ein Transceiver Kenwood TS2000 verwendet. Die Ausgangsleistung für die Versuche war 25 W. Die Messungen bezogen sich auf Feldstärkevergleiche an einem Empfangsort in etwa 50 m Entfernung. Dieser Abstand kann für beide Antennen als gleich angenommen werden. Verändert wurden insbesondere die Antennenrichtung, die Art der Antennenspeisung und die Polarisationsrichtung der Empfangsantenne. Speisung und Ausrichtung der Sendeantennen waren auf horizontale Polarisation ausgelegt. Über die Empfangsstation und die dort vorgenommenen Versuche berichtet Eberhard Busch, DL8XY, in einem getrennten Artikel.

Ein Bild der Sendeantennen und deren Abmessungen zeigen Abb. 1a,b.



Abb. 1a: Die Sendeantennen auf dem Gelände der TAE

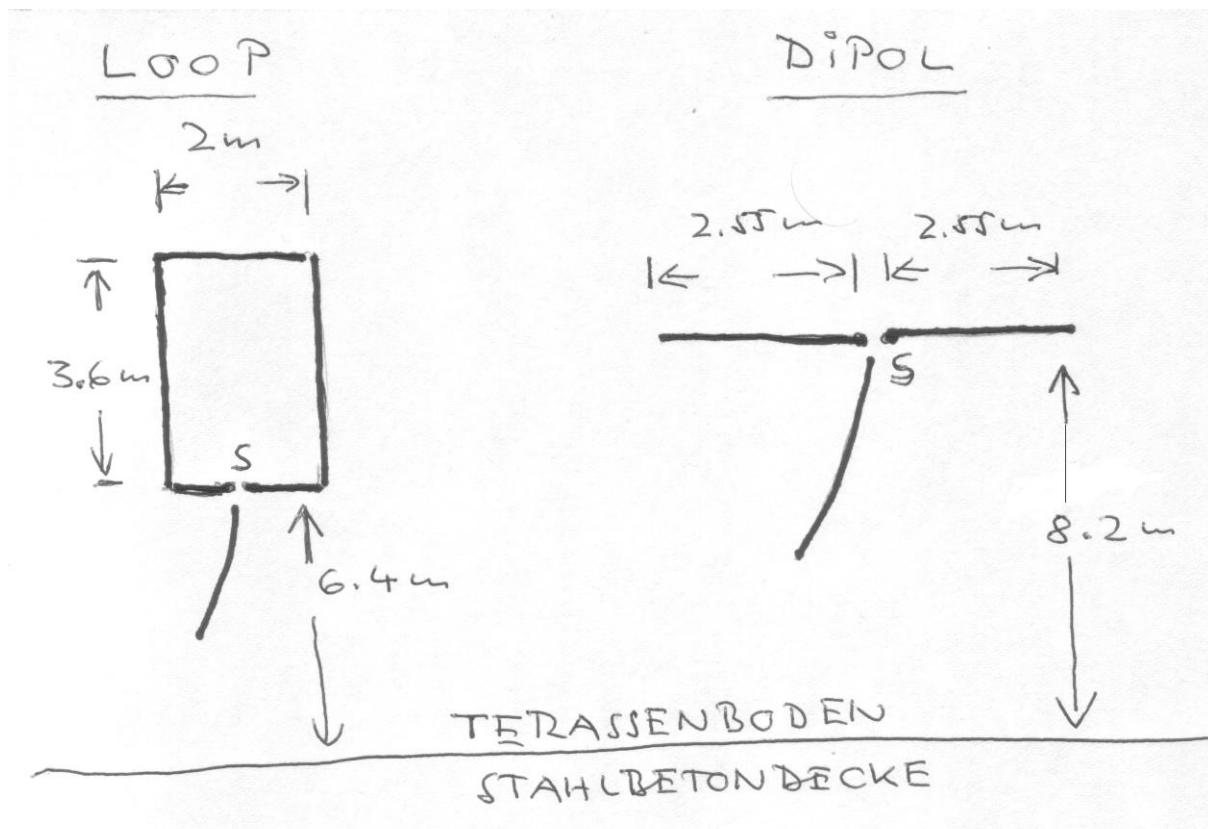


Abb. 1b: Dimensionierung der Loop- und der Dipolantenne. Speisung bei S mit Twinlead 300 Ohm und alternativ mit Koax RG58.

**LOOP-Antenne:** Die Loop-Antenne bestand aus PVC isoliertem Draht von 1.5 mm Durchmesser. Bei S wurde wahlweise eingespeist mit:

**I) Wireman-Twinlead (Window Ladder-Line), 300 Ohm Impedanz , 11 m Länge.** Für die Ankopplung an den Senderausgang wurden drei verschiedene Antennenkoppler eingesetzt:

- 1) Ein hochqualitativer Schwingkreiskoppler, Impedanztransformation über Schwingkreis und Linkspule (symmetrischer Ausgang), (Abb. 2a).
- 2) Portabel-Koppler in asymmetrischer L-Schaltung (Abb. 2b).
- 3) Portabel-Koppler in symmetrischer L-Schaltung (Abb. 2c).

**II) Koax-Kabel RG58, 15 m Länge, mit Strombalun 1:1 am Speisepunkt S**

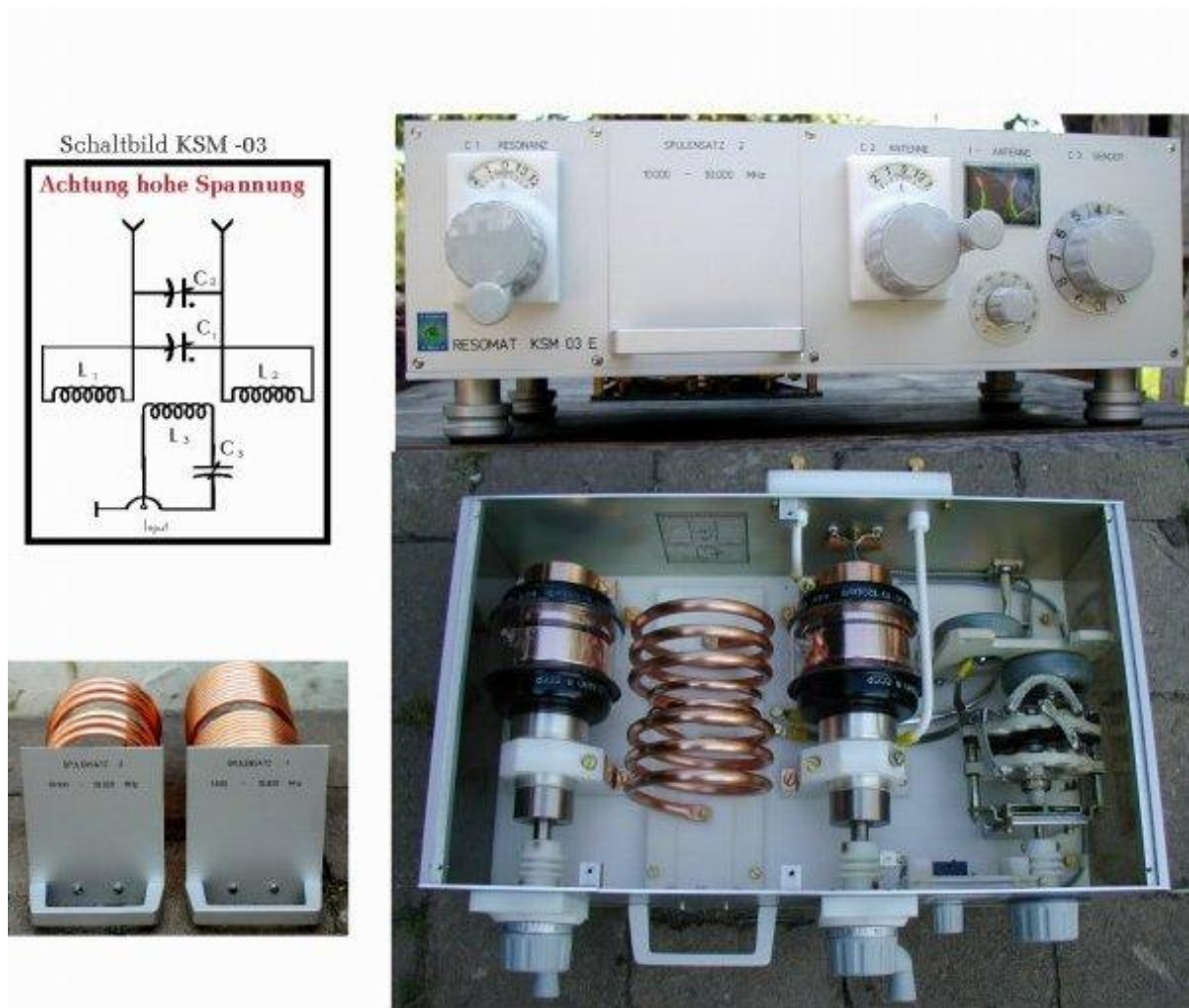


Abb. 2a: Symmetrischer Schwingkreiskoppler.



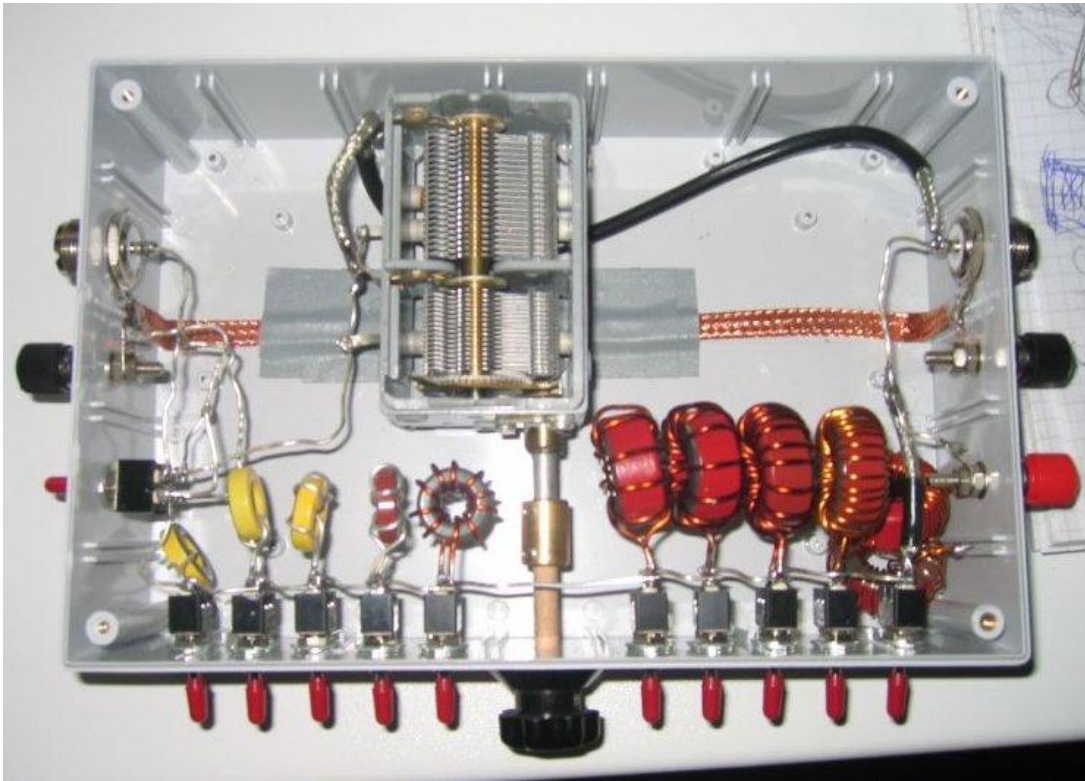


Abb. 2b: Asymmetrisch geschaltetes L-Glied (Strombalun wird extern zugeschaltet).

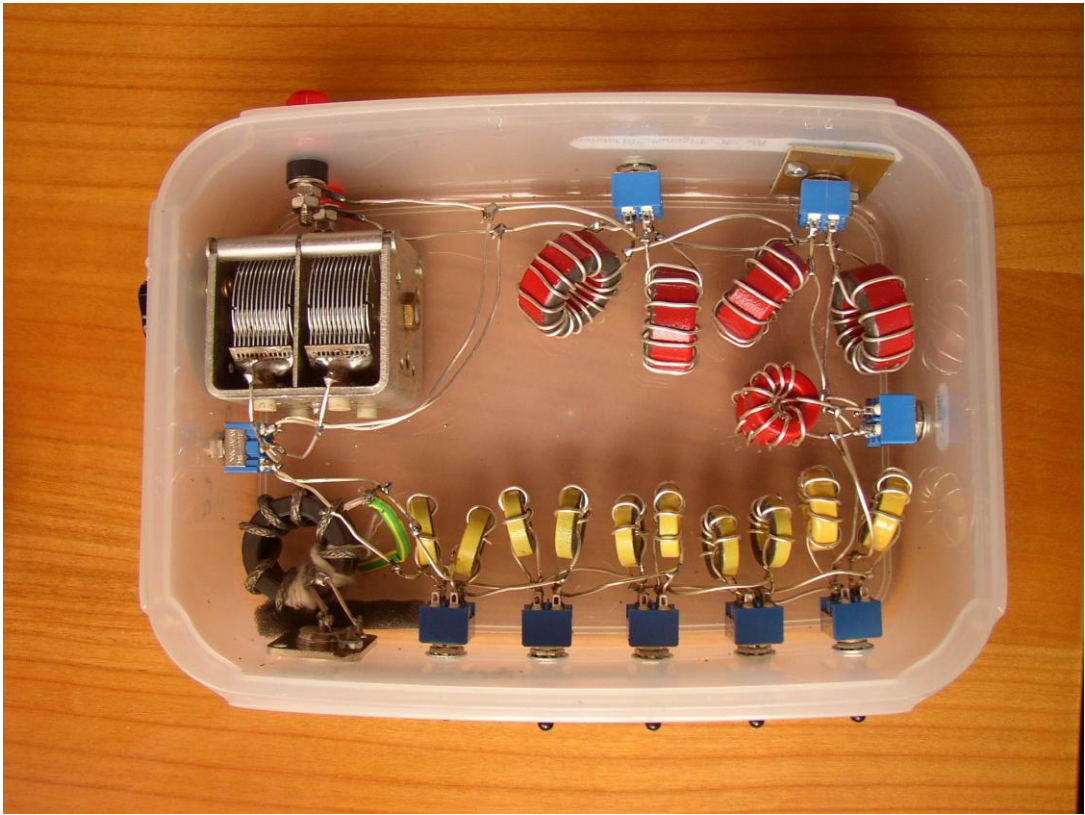


Abb. 2c: Symmetrisch geschaltetes L-Glied.

## **Messergebnisse Loop:**

Für den Loop wurde eine Resonanzfrequenz bei etwa 27 500 Khz gemessen. Diese lag deutlich niedriger als die mit EZNEC berechnete Resonanz von 28 200 KHz.

*Messfrequenz 28 200 KHz:*

Für den Loop ergab sich am Empfangsort ein Vor-Seiten- Verhältnis von 23 dB. Im Feldstärkemaximum (Senkrecht zur Ebene des Loop) war am Empfangsort der Unterschied in den Feldstärken von horizontal zu vertikal polarisiert +3 dB.

*Abstrahlung von der Twinlead-Speiseleitung durch unsymmetrische Stromverteilung bei Verwendung verschiedener Koppler:*

Gemessen wurde mit einem Nahfeldmessgerät EMR 300 das Totalfeld in jeweils 1 m Abstand von der Speiseleitung. Bei größerem Abstand zur Speiseleitung nahm die am Messgerät angezeigte Feldstärke schnell ab. Damit war sicher gestellt, dass die Strahlung von der Antenne keinen wesentlichen Einfluss auf die Messung bewirkte.

*Ergebnisse:*

Schwingkreiskoppler: 4 V/m

L-Glied in asymmetrischer Schaltung mit Strombalun 1:1 am Eingang: 5.5V/m

L-Glied in asymmetrischer Schaltung ohne Strombalun 1:1 am Eingang: 16.5 V/m

L-Glied in symmetrischer Schaltung: 3.1 V/m.

Zusätzlich wurde am Empfangsort die Feldstärke unter Verwendung der genannten Koppler auf den Bändern 28 MHz, 24 MHz, 21 MHz und 18 MHz gemessen. Für die symmetrischen Koppler und den asymmetrischen Koppler mit Balun waren die Unterschiede im Bereich von 1 dB. Bei 18 MHz und asymmetrischem L-Koppler war die Feldstärke ohne Balun im Koppler 10 dB schwächer, eine Folge der Abstrahlung von der Speiseleitung.

*Feldstärkevergleich bei Speisung des Loop mit :*

(a) Twinlead 300 Ohm, 11 m lang, Schwingkreiskoppler

(b) Koax RG58, 15 m lang, 1:1 Strombalun im Speisepunkt.

*Ergebnis:* Versuch (b) war an der Empfangsstelle 3 dB schwächer als Versuch (a)

*Feldstärkevergleich Loop – Dipol an der Empfangsstation:*

Die Speisung des Loop erfolgte wie (a), die Speisung des Dipol wie (b)

*Ergebnis:* Loop war 3 dB stärker als Dipol

## **Messergebnisse Dipol:**

Die Dipol-Antenne wurde mit 15 m Koax RG58 eingespeist, Strombalun 1:1 am Speisepunkt S. Beim Dipol wurde am Empfangsort ein Vor-Seitenverhältnis von 20 dB gemessen. Das Verhältnis der Feldstärken am Empfangsort zwischen horizontaler zu vertikaler Polarisation war 11 dB.

## **Nahfeldmessungen mit EMR 300:**

Im Nahfeldbereich des Loop betrug bei Speisung wie (a) und 25 W HF das Maximum der totalen Feldstärke 5.5 V/m. Wurde der Strombalun am Eingang des Kopplers entfernt, so stieg dieser Wert auf 16.5 V/m, eine Folge der Abstrahlung von der Speiseleitung.

## **Diskussion der Messungen und Schlussfolgerungen:**

Der Wirkungsgrad auch einfach aufgebauter Antennenkoppler liegt deutlich über 90 %. Für Leistungen unter etwa 100 W können einfache Koppler (wie in Abb. 2b,c gezeigt, siehe auch die Beschreibung zum Bastelprojekt auf der homepage des OV P02) verwendet werden.

Vakuumdrehkos und groß dimensionierte Spulen sind nur dann nötig, wenn bei hohen HF-Leistungen (KW-Bereich) Spannungsüberschläge zu vermeiden sind und thermische Energie abgeführt werden muss, um eine übermäßige Erwärmung des Kopplers zu vermeiden (1 KW HF und 95 % Wirkungsgrad entspricht der Wärmeentwicklung einer 50 W Glühlampe!). Bei der Speisung der Antenne über Parallelleitung kann ohne wesentliche Auswirkung auf die Stromsymmetrie in der Speiseleitung auch ein asymmetrischer Koppler mit Balun am Eingang verwendet werden. Ohne Balun wird die Unsymmetrie in der Speiseleitung sehr groß, was eine beträchtliche Abstrahlung von der Speiseleitung zur Folge hat.

Die gemessene Resonanz des Loop lag mit 27 500 KHz deutlich unter den mit EZNEC berechneten 28 200 KHz. Der Grund für diese Diskrepanz ist wahrscheinlich die PVC-Isolierung des Kupferdrahts, welcher für den Loop verwendet wurde. Die Rechnung geht von nicht isoliertem Draht aus. Erfahrungsgemäß erniedrigt die Drahtisolierung die Antennenresonanz um 1-2 %..

Unverständlich ist der hohe, vertikal polarisierte Anteil in der Abstrahlung des Loop. Die vertikale Polarisation (im Feldstärkemaximum der Abstrahlung gemessen) ist nur 3 dB schwächer als die horizontal polarisierte elektrische Feldstärke. Berechnungen mit EZNEC führen auf mindestens 10 dB Unterschied. Da bei der Dipolantenne dieser Unterschied 11 dB beträgt ist eine Polarisationsdrehung durch Reflexion am Gebäude nicht anzunehmen.

Einige Teilnehmer fragten, warum wir die Loop-Antenne nicht wie üblich mit einem Seitenverhältnis von 1, sondern mit einem Seitenverhältnis von 1.8 gebaut haben.

Grund: Der Speisewiderstand beträgt hier um 50 Ohm gegenüber den bekannten 100 Ohm bei einer quadratischen Loop. Allerdings hat dies nur bei Speisung mit Koaxkabel praktische Bedeutung. Strombaluns sind mit einem Transformationsverhältnis von 2 nicht einfach zu bauen. Für die Speisung mit Parallelleitung sind die 50 Ohm jedoch nicht wesentlich. Ein kleiner Vorteil ist die Verstärkung von 1-2 dB gegenüber einem quadratischen Loop. Ursache

ist der größere (vertikale) Abstand der strahlenden Strommaxima. Der kleinere Drehradius der rechteckförmigen Loop erweist sich manchmal als günstig.

Nahfeldmessungen:

Aus Zeitgründen konnten die in Abb. 3 und Abb. 4 vorbereitend vorgenommenen Berechnungen der Isolinien der elektrischen Feldstärke nicht mit Messungen verglichen werden.

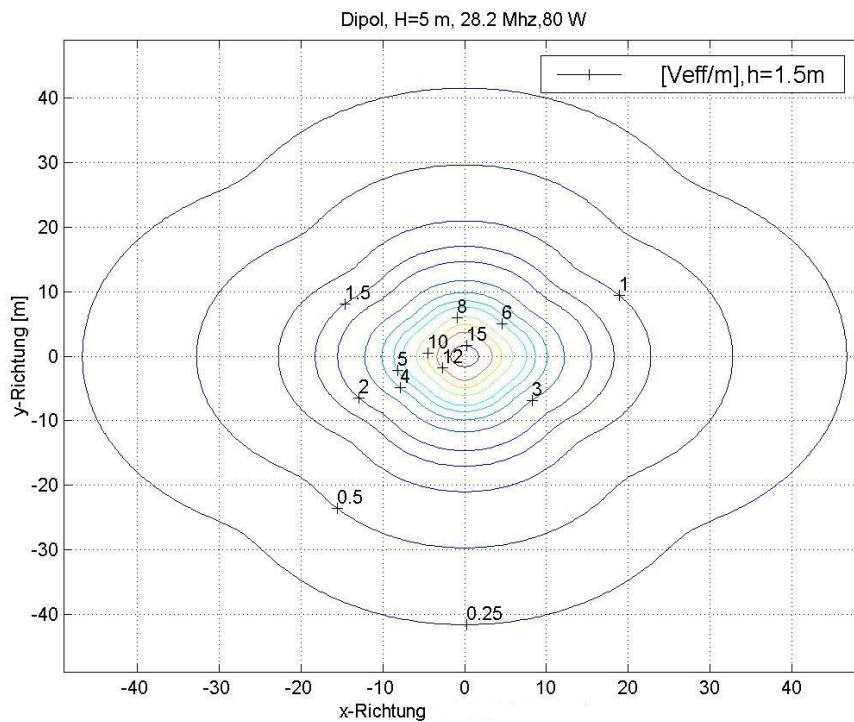


Abb. 3: Isolinien der totalen elektrischen Feldstärke, Dipol.  
Die Drahtrichtung ist parallel zur y-Achse

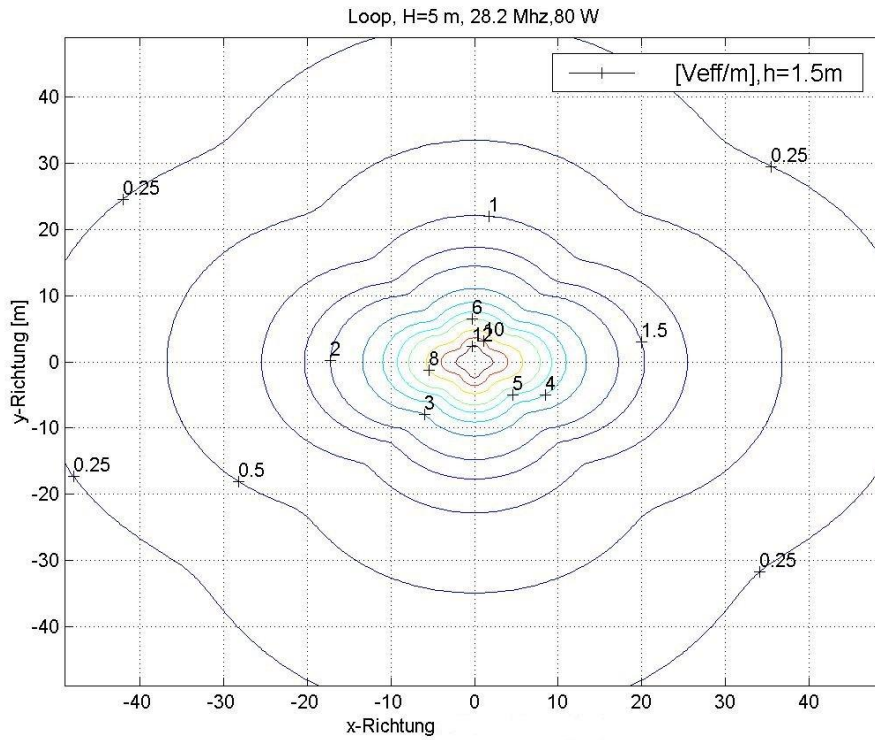


Abb. 4: Isolinien der totalen elektrischen Feldstärke, Loop.  
Die Loop Ebene ist parallel zur y-Achse