

## Die „Gelsenkirchener Mobilantennenauskopplung“

Von Arno Weidemann, DL 9 AH, 464 Wattenscheid, Blücherstraße 69

Die Redaktion bringt diesen Beitrag, um damit eine Diskussion vieler interessierter Leser und dem Autor anzuregen.

Seit 17 Jahren in der Diskussion, erfreut sich die Gelsenkirchener Mobilantennenauskopplung steigender Beliebtheit. Wie in der Literatur bereits mehrfach erwähnt, wurde das Prinzip vom Verfasser 1956 bei der Konstruktion eines Leistungsmeßenders entdeckt. Da sich diese Antennenkopplungsart für die Speisung einer Mobilantenne nahezu aufdrängt, wurde sie sofort auf Fahrzeugfunkverhältnisse übertragen. Zu Beginn mit einer Wendelantenne und zunächst nur auf 80 m.

In Zusammenarbeit mit DJ 4 KQ wurde die Schaltung auf eine Stabantenne übertragen und weiter vereinfacht. Seinerzeit waren Mobilstationen in der Regel selbstgebaut, so daß die, neben allen sonstigen elektrischen Vorzügen, einzelteil- und damit raumsparende Einfachheit besonders angenehm auffiel. In den Folgejahren wurden die übrigen KW-Bänder dazugenommen, und ganze Testreihen unter tätiger Mithilfe Gelsenkirchener OMs gefahren. In dieser Zeit entstand auch der scherzhafte Satz von den „763 Antennentesten von DJ 4 KQ und DL 9 AH“. Bei diesen Versuchen wurden Dinge klar, die vorher so eindeutig nicht bekannt waren, und die heute bei manchem Mobilantennenherstellern noch immer nicht bekannt zu sein scheinen. Tatsächlich ist dem Verfasser nicht ein einziger Fall bekannt geworden, daß jemand, der die im nachfolgenden aufgeführten Vorteile an der eigenen Station erlebt hat, zu der sonst üblichen 60- $\Omega$ -Speisung zurückgekehrt ist.

1. Höchstmöglicher, und durch keine andere Anordnung zu überbietender Wirkungsgrad.
2. Frequenzwechsel vom Fahrzeuginnern mindestens innerhalb der Bänder ohne Signal- oder „output“-Verlust. (Bei 80 m von 3,6 bis 3,8 MHz).
3. Bandwechsel vom Fahrzeuginnern von 20 bis 10 m.
4. Nur zwei Antennenspulen für alle fünf Bänder (80 und 40 m).
5. Am Fahrzeug ist im Prinzip nicht ein einziges Loch zusätzlich zu bohren.

Wie kann man sich nun eine Mobilantenne im allgemeinen, und die „Gelsenkirchener Mobilantennenauskopplung“ im besonderen vorstellen. Grundsätzlich kann man sagen, daß jede Antenne die Aufgabe hat, die vom Sender gelieferte Hochfrequenzleistung in den Raum abzustrahlen. Auf experimentellem Wege stellte sich auf 80 m heraus, daß zumindest für Mobilantennen die in der Literatur häufig anzutreffende Betrachtungsweise — daß der Antennenteil mit dem größten Stromfluß hauptsächlich für die Abstrahlung verantwortlich sei — nicht zutrifft. Sorgfältige,

monatelange Versuchsreihen mit zwei Fahrzeugstationen gleicher Leistung ergaben, daß die Nutzfeldstärke am Empfangsort in dem Maße stieg, in dem die Stablänge oberhalb der Antennenspule sich vergrößerte. Andererseits sank die Feldstärke am Empfangsort, wurde die Spule bei gleicher Gipfelhöhe von ca. 3,80 m in den oberen Teil verlagert, so daß die Stablänge oberhalb der Spule nur noch 50 cm betrug. Außerdem war zu beobachten, daß die Spannung auf dem Strahleroberteil bei der letztgenannten Anordnung, in der Literatur auch als „Top loading system“ bekannt, bis ins uferlose stieg. Alle diese Versuche wurden mit möglichst verlustgleicher Resonanzkorrektur vorgenommen. Bei der in der Praxis effektivsten Lösung, Spulenunterkante 10 bis 15 cm oberhalb der Metallteile des Fahrzeuges, Strahler 2,5 m lang und ca. 8 mm im Durchmesser, wurde die Spannung auf dem strahlenden Stab oberhalb der Antennenspule mit ca. 5 700 V gemessen. Die abgestrahlte Leistung betrug dabei etwa 180 W.

Alle möglichen rechnerischen Überlegungen ließen sich zuletzt in eine recht einfache, wenn auch nicht immer übliche Betrachtungsweise zusammenfassen: Wird eine elektrische Leistung von 180 W, von einem Strahler, auf dem 5 700 V stehen, in dem Raum abgestrahlt, so verhält sich dieser Raum in seiner Wirkung wie ein parallel zu sehender Ersatzwiderstand, der sich nach der auch sonst in der gesamten Elektrotechnik gültigen Beziehung  $R = \frac{U^2}{P}$  errechnen läßt (Abb. 1).

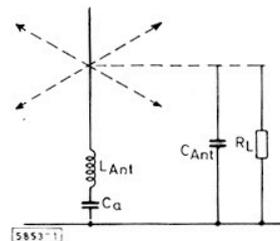


Abb. 1.

$R_L$  = Antennenlastwiderstand (strahlungsbedingt, zugeordnet)

$C_{Ant}$  = Antennenkapazität

$L_{Ant}$  = Antennenverlängerungsspule.

Im vorliegenden Fall:

$$R_L = \frac{U^2}{P} = \frac{5700^2}{180} = 180 \text{ k}\Omega$$

$R_L$  = Strahlungsbedingter Lastwiderstand.

Es galt nun diesen durch die Strahlung verursachten Lastwiderstand möglichst verlustfrei und damit direkt in den Anodenkreis der Sender-Endstufe zu übertragen.

Bei vorliegenden Werten ergab sich nach der Beziehung

$$R_a = \frac{(U_B - U_{a\text{-rest}}) \times 2}{I_a \times \pi}$$

(Pentoden, Halbwellen – B-Betrieb)

$U_B$  = Betriebsspannung

$U_{a\text{-rest}}$  = Röhrenabhängige

Anodenrestspannung

$I_a$  = Anodengleichstrom

ein Außenwiderstand von 1,2 k $\Omega$ . Das notwendige Übertragungsglied mußte demnach nach

$$\ddot{u} = \sqrt{\frac{R_L}{R_a}} = \sqrt{\frac{180 \times 10^3}{1,2 \times 10^3}} = 12$$

$R_L$  = Antennenlastwiderstand  
(strahlungsbedingt)

$R_a$  = Günstigster Außenwiderstand

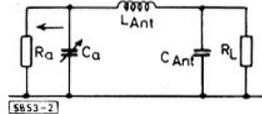
ein Übersetzungsverhältnis von rund 12 haben. Das bedeutet, daß bei einer gemessenen Strahlerkapazität gegen den Raum von 24 pF in dem nach **Abb. 2** zu sehenden, vereinfachten Pi-Filter-Ersatzschaltbild die Primär- oder Anodenkapazität sich nach

$$\ddot{u} = \frac{C_a}{C_{\text{Ant}}} ; C_a = C_{\text{Ant}} \times \ddot{u}^2$$

$C_a$  = Anodenkapazität

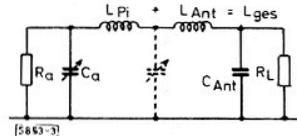
$C_{\text{Ant}}$  = Quasistationäre  
Antennenkapazität

zu 288 pF ergibt.



**Abb. 2.**

$C_a$  = Anodendrehkondensator  
 $R_a$  = günstigster Anoden- oder Außenwiderstand



**Abb. 3.**

$L_{Pi}$  = Vom Pi-Filter zur Verfügung stehende Induktivität  
 $L_{Ges}$  = notwendige Gesamtinduktivität.

Wird die Primärkapazität durch einen Anodendrehkondensator dargestellt, so kann man jetzt die Resonanz dieses Resonanztransformators, der durch die Antenne selbst dargestellt wird, innerhalb des Bandes vom Sender aus verändern. Die gemessene Bandbreite von ca. 35 kHz auf 80 m mit der daraus resultierenden Antennengüte Q von etwa 100 läßt übrigens interessante Kontrollrechnungen zu.

$$Q = \frac{f_{\text{res}}}{B}$$

Die gemessenen Werte auf 40 m, Spannung auf dem Strahler ca. 2 600 V, Bandbreite ca. 140 kHz – damit  $Q = 50$ , und  $R_L$  daraus etwa 40 k $\Omega$  fördern hier auch wieder die in der Literatur bekannte, wenn auch umgerechnete, quadratische Beziehung der Wirkbelastung in Abhängigkeit zur Frequenz hervor.

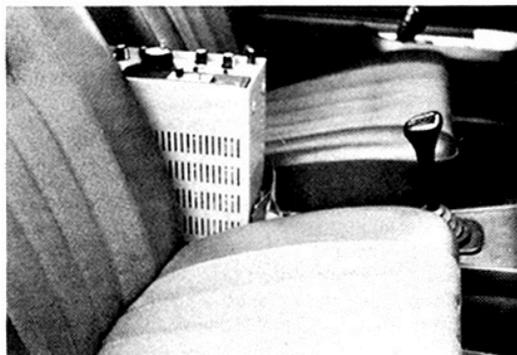
Dadurch, daß bei dieser Anordnung keine weiteren Anpassungen notwendig werden oder leistungsverzehrende Bauteile vorhanden sind, erklärt sich der hohe Wirkungsgrad. Das gleiche Prinzip bleibt erhalten, will man einen kommerziellen Sender oder Transceiver verwenden. Die vom eingebauten Pi-Filter zur Verfügung stehende Induktivität wird als Teil der Antennenspule mitbenutzt, so daß sich die Antennenverlängerungsspule um diesen Anteil verkleinert (**Abb. 3**).

Selbstverständlich muß der eingebaute Antennen- oder Load-Drehkondensator in eine Stellung mit geringster Kapazität gebracht werden, und eventuell zum Antennenausgang parallel liegende Festkondensatoren müssen entfernt werden. Soll das Gerät sowohl für den Heimbetrieb als auch für den Mobilbetrieb Verwendung finden, so können diese Festkondensatoren im Antennenstecker der Stationärantenne angebracht werden, so daß sie bei Heimbetrieb wieder automatisch dem Antennenausgang des Senders parallel liegen. Auf diese Weise ist weder ein zweiter Antennenausgang noch ein tieferer Eingriff in das Gerät notwendig. Bei Transceivern empfiehlt sich allerdings des Empfanges wegen, der Einbau eines Schalters.

Der Verfasser benutzt seit längerer Zeit in seinem Wagen als 3. Gerät mit dieser Auskopplung einen FT 200. Der Transceiver steht hochkant zwischen den beiden Vordersitzen (**Abb. 4**), so daß sich etwa 1,80 m unabgeschirmtes aber gut isoliertes einadriges Kabel mit einem Querschnitt von 4 mm<sup>2</sup> als Zuleitung zum Loch der üblichen Autosuperantenne ergeben. Die Antenne ist eine normale Omnibusversenkantenne mit einer Teleskoplänge von 2,5 m (Hirschmann „Auta 5200 CL“). Bevor das Unterteil auf der möglichst linken vorderen Wagenseite wie eine normale Autosuperantenne eingebaut wird, wird das Versenkschutzrohr abgeschraubt und eine Plastiksperrung am Teleskopunterteil abgesägt. Das ist notwendig um den Teleskopteil nach oben herausziehen zu können. Zwischen montiertem Unterteil und beweglichem Teleskop wird die jeweilige Spule für 80 oder 40 m zwischengesteckt. Aus Messing gedrehte „Angelhülsen“, in Sportgeschäften preiswert zu bekommen, leisten hier als Steckverbindungen gute Dienste. Von 20 bis 10 m entfällt jede Spule. Auf 20 m reicht die Zuleitungsinduktivität mit dem Spulenteil des eingebauten Pi-Filters, um optimale Verhältnisse zu finden. Auf 15 m bieten Strahler und Zuleitung unmittelbar Resonanz und es kann, genau wie auf 10 m, mit dem eingebauten Pi-Filter direkt angepaßt werden. Aufgrund der immer voll verwendeten Strahlerlänge von 2,5 m ist auf den höheren Bändern die Abstrahlung so gut, daß bei einer Ausgangsleistung von rund 200 W und halbwegs durchschnittlichen Be-

dingungen mühelos DX-Verkehr gemacht werden kann. Bei dem auf 80 m und bedingt auch noch auf 40 m jedoch ungünstigen Verhältnis von Stablänge zu  $\lambda/2$ -Strahler, ist der Konstruktion der Antennenverlängerungsspule besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Hier kommt es neben einem geringen ohmschen Verlustwiderstand, den man durch ausreichend dicken Draht in der Hand hat, im wesentlichen aber auf eine kleine Wickelkapazität an.

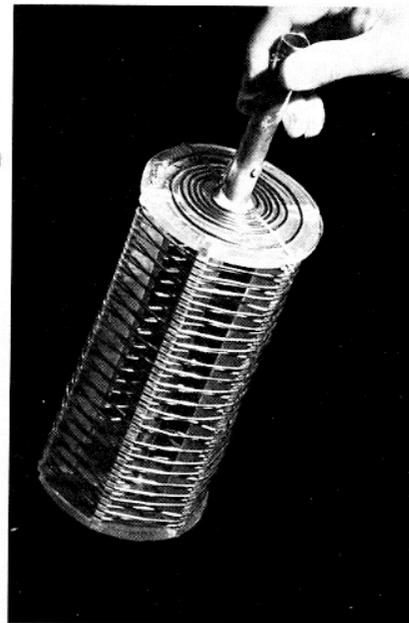
Selbst wenige Picofarad wirken sich hier mit ihrer phasenmäßig unsaubereren Ladung ungünstig aus, da sie bei einem Resonanzgebilde mit einer Gesamtparallelkapazität von nur 22 bis 25 pF bereits einen deutlich prozentualen Anteil ausmachen. So gesehen wird es verständlich, daß kleine Antennenspulen mit etwa eingedrehten Rillen und darüber hinaus auch noch lackierter Wicklung dem Verfasser nur noch ein wissendes Schmunzeln abverlangen können. Konsequenter weiter ge-



**Abb. 4.**  
Der Transceiver  
im Wagen des Verfassers

folgt bleibt als einzige mögliche Lösung, will man nicht kostbare Hf-Leistung verschenken, eine Luftspule mit möglichst großem Windungsabstand übrig. Die beste von etwa zehn verschiedenen vom Verfasser getesteten Spulenformen war eine Stegspule in Kreuzwickeltechnik mit einem Durchmesser von 23 cm. Dieser „kapazitätsarme Eimer“, wie er unter Freunden genannt wurde, war für den normalen Fahrbetrieb natürlich zu unförmig. Er bildete aber die Grundlage für die in **Abb. 5** zu sehende optisch noch vertretbare Ausführung, die elektrisch fast die gleichen Werte erreicht. Eine Luftspule hat darüber hinaus den Vorteil, daß sie regenunabhängig ist, vor allem dann, wenn man (wie der Verfasser) jede 2. Windung nach

innen eindrückt, so daß sich der Windungsabstand vergrößert und sich selbst dicke Regentropfen zwischen den Windungen nicht halten können. Auf diese Weise erreicht man auch ohne großen Aufwand die gewünschte niedrige Wickelkapazität. Kupferlackdraht ist hier die günstigste Lösung, da sich versilberter Draht auf lange Sicht schlecht bewährt hat.



**Abb. 5.**  
Mobilantennen-  
Verlängerungsspule  
von DL 9 AH

Die Maße sind:

	80 m	40 m
Durchmesser	11 cm	11 cm
Spulenlänge	22 cm	17 cm
Windungszahl	48	24

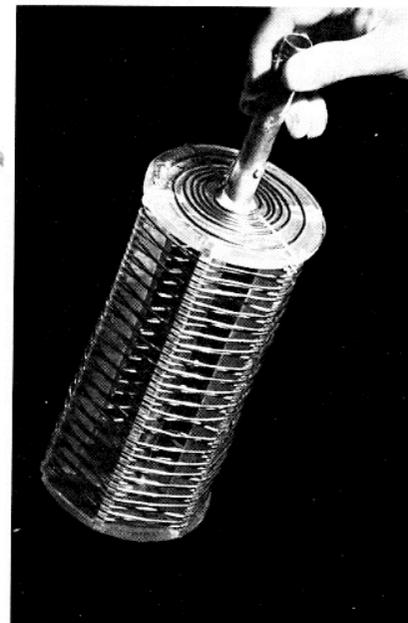
$C_{01} - 2,2$  bis  $2,5$  mm Durchmesser

Diese Werte können natürlich nur Richtwerte sein. Es empfiehlt sich, 3 bis 5 Windungen mehr zu wickeln und zuerst evtl. mit einem Griddipper (von unten der Spule nähern), und danach mit fertig angeschlossenen, sauber und kurz mit Masse folgert bleibt als einzige mögliche Lösung, will man nicht kostbare Hf-Leistung verschenken, eine Luftspule mit möglichst großem Windungsabstand übrig. Die beste von etwa zehn verschiedenen vom Verfasser getesteten Spulenformen war eine Stegspule in Kreuzwickeltechnik mit einem Durchmesser von 23 cm. Dieser „kapazitätsarme Eimer“, wie er unter Freunden genannt wurde, war für den normalen Fahrbetrieb natürlich zu unförmig. Er bildete aber die Grundlage für die in **Abb. 5** zu sehende optisch noch vertretbare Ausführung, die elektrisch fast die gleichen Werte erreicht. Eine Luftspule hat darüber hinaus den Vorteil, daß sie regenunabhängig ist, vor allem dann, wenn man (wie der Verfasser) jede 2. Windung nach innen eindrückt, so daß sich der Windungsabstand vergrößert und sich selbst dicke Regentropfen zwischen den Windungen nicht halten können. Auf diese Weise erreicht man auch ohne großen Aufwand die gewünschte niedrige Wickelkapazität. Kupferlackdraht ist hier die günstigste Lösung, da sich versilberter Draht auf lange Sicht schlecht bewährt hat.

Die Maße sind:

	80 m	40 m	
Durchmesser	11 cm	11 cm	
Spulenlänge	22 cm	17 cm	
Windungszahl	48	24	$C_{ul} - 2,2$ bis $2,5$ mm Durchmesser

Diese Werte können natürlich nur Richtwerte sein. Es empfiehlt sich, 3 bis 5 Windungen mehr zu wickeln und zuerst evtl. mit einem Griddipper (von unten der Spule nähern), und danach mit fertig angeschlossenen, sauber und kurz mit Masse



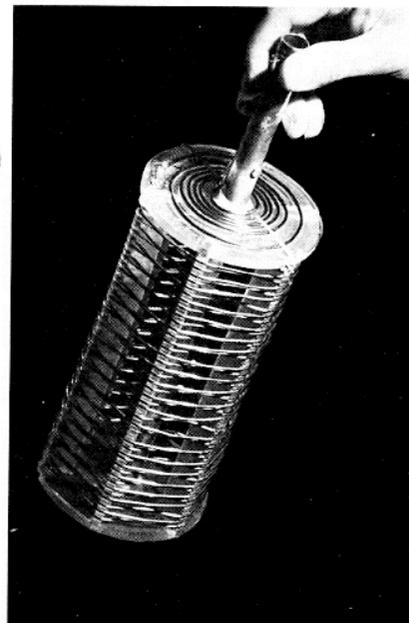
**Abb. 5.**  
Mobilantennen-  
Verlängerungsspule  
von DL 9 AH

Diese Werte können natürlich nur Richtwerte sein. Es empfiehlt sich, 3 bis 5 Windungen mehr zu wickeln und zuerst evtl. mit einem Griddipper (von unten der Spule nähern), und danach mit fertig angeschlossenenem, sauber und kurz mit Masse folgend bleibt als einzige mögliche Lösung, will man nicht kostbare Hf-Leistung verschenken, eine Luftspule mit möglichst großem Windungsabstand übrig. Die beste von etwa zehn verschiedenen vom Verfasser getesteten Spulenformen war eine Stegspule in Kreuzwickeltechnik mit einem Durchmesser von 23 cm. Dieser „kapazitätsarme Eimer“, wie er unter Freunden genannt wurde, war für den normalen Fahrbetrieb natürlich zu unförmig. Er bildete aber die Grundlage für die in **Abb. 5** zu sehende optisch noch vertretbare Ausführung, die elektrisch fast die gleichen Werte erreicht. Eine Luftspule hat darüber hinaus den Vorteil, daß sie regenunabhängig ist, vor allem dann, wenn man (wie der Verfasser) jede 2. Windung nach innen eindrückt, so daß sich der Windungsabstand vergrößert und sich selbst dicke Regentropfen zwischen den Windungen nicht halten können. Auf diese Weise erreicht man auch ohne großen Aufwand die gewünschte niedrige Wickelkapazität. Kupferlackdraht ist hier die günstigste Lösung, da sich versilberter Draht auf lange Sicht schlecht bewährt hat.

Die Maße sind:

	80 m	40 m	
Durchmesser	11 cm	11 cm	
Spulenlänge	22 cm	17 cm	
Windungszahl	48	24	$C_{ul} - 2,2$ bis $2,5$ mm Durchmesser

Diese Werte können natürlich nur Richtwerte sein. Es empfiehlt sich, 3 bis 5 Windungen mehr zu wickeln und zuerst evtl. mit einem Griddipper (von unten der Spule nähern), und danach mit fertig angeschlossenenem, sauber und kurz mit Masse verbundenem Sender, Feinabgleich vorzunehmen. Hier hat man die Möglichkeit, das eingebaute Instrument (S-Meter) nicht nur über den Anodenstromdip, sondern auch in Stellung „Relatives Maximum“ zur Abstimmung zu benutzen. Ohne daß sich an der Antenne die Verhältnisse wesentlich ändern, sind die angezeigten Maxima bei verschiedenen Frequenzen allerdings verschieden groß. Hat man den günstigsten Wert der Antennenspule gefunden, kann man erwarten, daß eine 60-cm-Leuchtstoffröhre in der erhobenen Hand je nach Leistung auf 80 m etwa 6 bis 8 m von der Antenne entfernt noch leuchtet. Zusammengefaßt darf gesagt werden, daß die „Gelsenkirchener Mobilantennenauskopplung“ bisher allen Vergleichen mit anderen Kopplungsarten stand gehalten hat und von Benutzern durch die Bank gelobt wird.



**Abb. 5.**  
Mobilantennen-  
Verlängerungsspule  
von DL 9 AH