

# Gestockte Logarithmisch-Periodische Antennen

## Ein wirtschaftlicher Weg zu hohen Feldstärken

**B**ei Störfestigkeitsprüfungen auf gestrahlte Störungen müssen zum Teil sehr hohe Feldstärken erzeugt werden, die Werte von 100 V/m übersteigen. Zur Verdopplung einer gegebenen Feldstärke wird die 4fache Verstärkerleistung benötigt, was annähernd einen Kostenfaktor von vier zur Folge hat. Dieser quadratische Zusammenhang und die Belastungsgrenzen von Steckern und Kabeln stellen bei der Feldstärkeerzeugung die sinnvollen Machbarkeitsgrenzen dar.

Im Regelfall werden bei Immunitätsprüfungen im VHF-UHF Bereich Logarithmisch Periodische Breitbandantennen in Absorberräumen eingesetzt. Vereinzelt kommen zwar auch Doppelsteg-Breitband-Hornantennen schon ab 200 MHz aufwärts in Einsatz, die allerdings aufgrund ihrer beachtlichen Größe

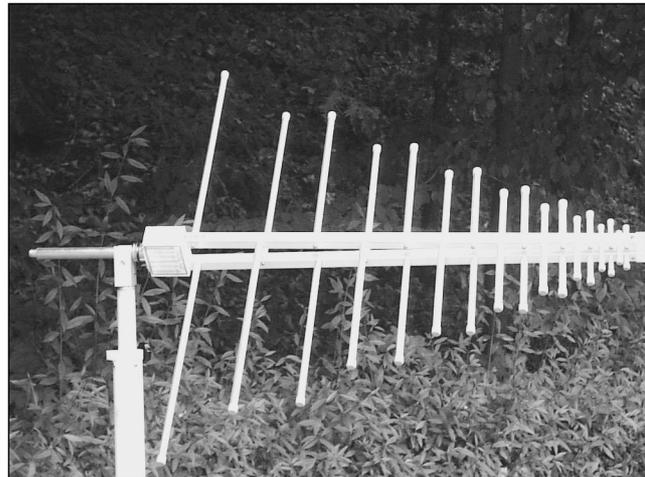


Abb. 1:  
Logarithmisch  
Periodische  
Breitbandantenne in  
Aluminiumbauweise

sehr aufwendig in der Fertigung und infolgedessen extrem teuer sind. Aus wirtschaftlicher Sicht lohnt sich die Anwendung von Hornantennen erst für Frequenzen oberhalb von ca. 500 MHz. Im Frequenzbereich von etwa 80 bis 1000 MHz gab es bislang keine echte, breitbandige Alternative zur beliebten Logarithmisch-Periodischen Antenne, die erst im Jahr 1960 von D.E. Isbell vorgestellt wurde. Die Logarithmisch-Periodische Antenne (Abb. 1), gleichermaßen für Empfangs- und Sendean-

wendungen geeignet, wird auch kurz Log.-Per, LP oder LPDA (Logarithmic Periodic Dipole Array) genannt.

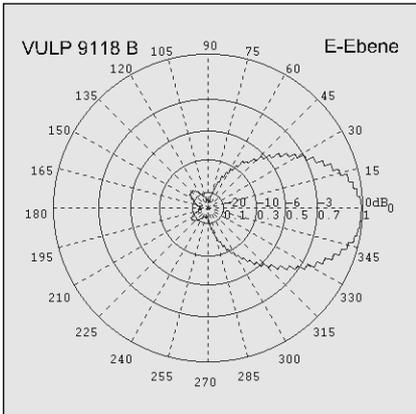
### Das Grundprinzip

Der weltweite Siegeszug der Log.-Per.-Antennen war auf die herausragenden Eigenschaften des Prinzips zurückzuführen: Über sehr große Bandbreiten (bis ca. 30:1 möglich!) be-

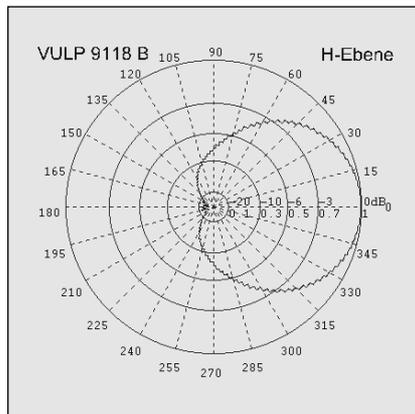
#### ► Autor

Dipl.-Ing. DIETER SCHWARZBECK  
Schwarzbeck Mess-Elektronik;  
An der Klinge 29-31, D-69250 Schönau  
Fon: 06228/1001, Fax: 06228/1003  
E-Mail: schwarzbeck@t-online.de

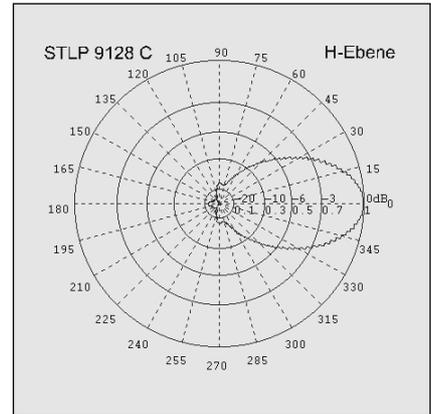
## Anzeige



**Abb. 2: Gemessene Richtcharakteristik einer herkömmlichen LPDA (E-Ebene)**



**Abb. 3: Gemessene Richtcharakteristik einer herkömmlichen LPDA (H-Ebene)**

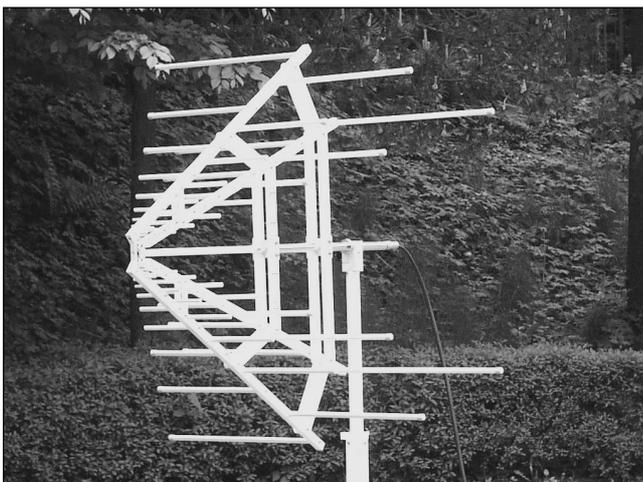


**Abb. 5: Gemessenes Richtdiagramm der gestockten LPDA (H-Ebene)**

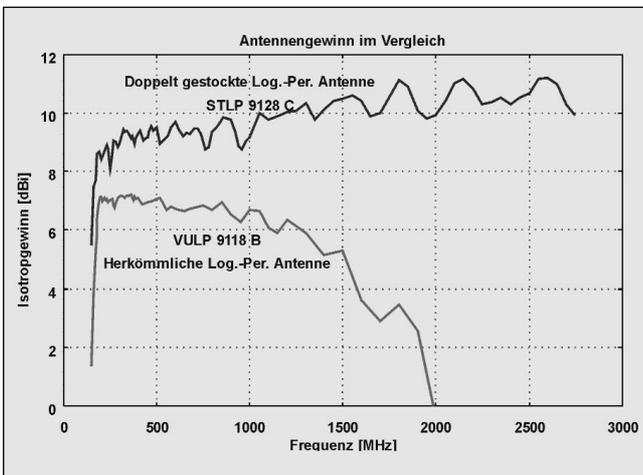
trägt der Gewinn gleichmäßig etwa 7 dBi, wobei eine gute Anpassung an das 50-Ω-System mit einem SWR < 2 erreicht wird. Abhängig von der momentanen Betriebsfrequenz ist genau die Zone der LPDA aktiv (Phasenzentrum), bei der die Elementlänge etwa der halben Wellenlänge entspricht. Daher übernehmen die langen, hinteren Elemente den unteren Frequenzbereich, bei höheren Fre-

quenzen wandert das Phasenzentrum dann entsprechend nach vorne. Bei den meisten Log.-Per.-Antennen besteht die aktive Zone aus drei Elementen, wobei das mittlere Element in Halbwellenresonanz schwingt; die benachbarten Elemente werden stets gegenphasig gespeist und haben eine etwas höhere bzw. niedrigere Resonanzfrequenz.

Da die Log.-Per.-Antenne vollkommen ohne Symmetrierübertrager auskommt, kann nahezu unbegrenzte Leistung eingespeist werden. Eine Begrenzung der Leistung liegt bei Antennen in Aluminiumrohr-Bauweise in der Praxis nur durch die verwendeten Koaxialkabel und Steckverbinder vor und liegt bei ca. 1 kW (N) bzw. 3 kW (7/16). Der 3dB-Öffnungswinkel (auch Halbwertsbreite) in der E-Ebene liegt typischerweise bei 60° (Abb. 2), während in der H-Ebene ein weitaus größerer Öffnungswinkel von ca. 120° vorliegt (Abb. 3). Der relativ große Öffnungswinkel in der H-Ebene hat zur Folge, dass die herkömmliche Log.-Per.-Antenne bei Anordnung für horizontale Polarisation recht viel nach oben und unten abstrahlt. Für Störfestigkeitsprüfungen ist aber ein möglichst gleicher Öffnungswinkel sowohl in der E-Ebene als auch in der H-Ebene wünschenswert, da auf diese Weise eine ideale, nahezu kreisrunde ‚Ausleuchtung‘ des Prüflings mit hohem Wirkungsgrad möglich wird. Außerdem kann der Einfluss unerwünschter, aber in der Praxis unvermeidlicher Bodenreflexionen minimiert werden. Dies kommt insbesondere der Feldhomogenität im Prüflingsvolumen zu gute. Es liegt daher nahe, den großen Öffnungswinkel in der H-Ebene auf ca. 60° zu verringern. Diese Strahlbündelung in der H-Ebene (Abb. 5) kann durch das sogenannte Prinzip der ‚Stockung‘ erreicht werden, bei dem zwei ähnliche Antennenstrukturen übereinander angeordnet werden. Bei Schmalbandantennen (z. B. Yagis oder Dipolgruppen) wird das Stockungsprinzip schon seit einigen Jahrzehnten mit Erfolg eingesetzt, bei Breitbandantennen war dies bisher eher unüblich.



**Abb. 4: Doppelt gestockte Log.-Per.-Antenne**



**Abb. 6: Gewinnverlauf, bezogen auf den isotropen Kugelstrahler**

## Die Eigenschaften

Die Abb. 4 zeigt eine gestockte Log.-Per.-Antenne, die einen Frequenzbereich von 200 MHz bis 4 GHz abdeckt und Feldstärken

von bis zu 500 V/m bei 1 m Prüffentfernung erzeugen kann (STLP 9128 C mit 7/16-Anschluss). Auch im Frequenzbereich von 80 bis 1000 MHz für Störfestigkeitsprüfungen nach EN 61000-4-3 wurden gestockte Log.-Per.-Antennen bereits erfolgreich realisiert, die sogar bis 3 GHz einsetzbar sind (STLP 9128 E).

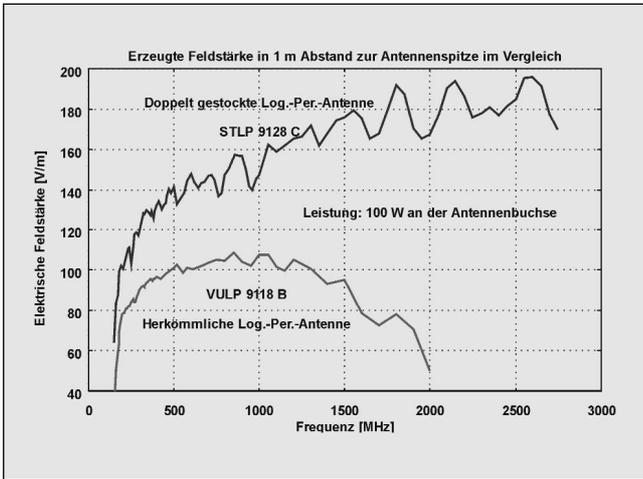
Zur Erzielung von hohen Feldstärken werden neben einem möglichst hohen Antennengewinn und guter Anpassung hohe Verstärkerleistungen benötigt. Eine Steigerung des Antennengewinns um 3 dB entspricht einer Verdopplung der Verstärkerleistung. Betrachtet man den Einsatz der Gestockten Log.-Per.-Antenne unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten, so zeigt sich eine erstaunliche Kostenersparnis, insbesondere wenn hohe Feldstärken gefordert werden: Abgesehen von den Fixkosten für den Absorberraum, Mastanlage, Feldsonden, Prüflingsüberwachung, Verkabelung usw. ist die Summe aus Verstärker- und Antennenpreis relevant für die anfallenden Kosten. Eine vorgegebene Feldstärke von z.B. 100 V/m (unmoduliert) in einem Abstand von 1 m vor der Antennenspitze bei 500 MHz kann auf zwei Arten erreicht werden:

a) Kombination aus herkömmlicher Log.-Per.-Antenne und 100-W-Verstärker (Kosten ca. 46 000 € für Antenne und Verstärker); b) Kombination aus Gestockter Log.-Per.-Antenne und 50-W-Verstärker (Kosten ca. 31 000 € für Antenne und Verstärker).

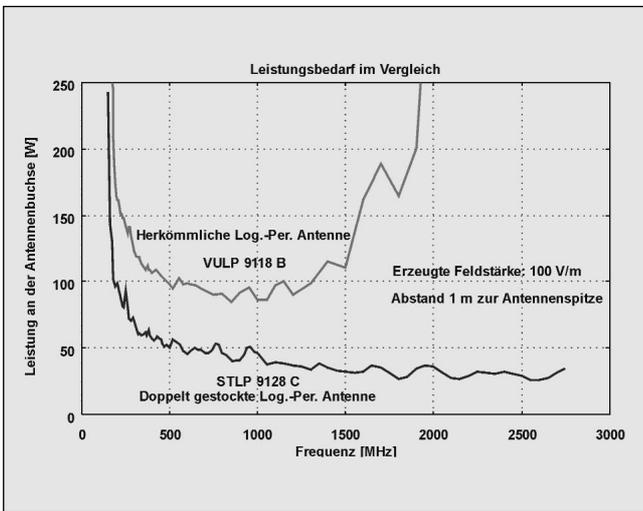
In unserem Fallbeispiel beträgt die Einsparung 15 000 €, wobei die Ersparnis bei noch größeren Feldstärken wesentlich signifikanter wird, da der Zusammenhang zwischen Feldstärke und benötigter Verstärkerleistung quadratisch ansteigt, während Verstärkerleistung und Preis in einem linearen Zusammen-

hang stehen.

## Anzeige



**Abb. 7:**  
Erzeugte Feldstärke bei 100 Watt Sendeleistung und 1 m Abstand



**Abb. 8:**  
Erforderliche Leistung zur Erzeugung von 100 V/m bei 1 m Abstand

hang stehen. Als grober Richtwert kann angenommen werden, dass bei (unmodulierten) Feldstärken ab 50 V/m (Abstand Antennenspitze-Prüfling: 1 m) bzw. 25 V/m (Abstand 3 m Antennenspitze-Prüfling) der Einsatz der Gestockten Log.-Per.-Antenne wirtschaftlich sinnvoll ist, was etwa einer Verstärkerleistung von 50 Watt entspricht. In einigen Störfestigkeitsnormen wird eine Amplitudenmodulation von 80 % verlangt, um diese Anforderung verzerrungsfrei erfüllen zu können, wird die 1,8-fache Spannungsaussteuerung und somit die 3,24-fache Verstärkerleistung erforderlich. Beim Einsatz einer gestockten anstelle einer herkömmlichen Log.-Per.-Antenne kann man

mit einem Feldstärkezuwachs von ca. 20 bis 40 % bei gleichbleibender Verstärkerleistung rechnen (Abb. 7).

Umgekehrt beträgt der Leistungsbedarf der gestockten LP im Vergleich zur herkömmlichen LP nur noch etwa 60 %, um die gleiche Feldstärke zu erreichen (Abb. 8). Die Feldhomogenität vor der Antenne ist ideal für Störfestigkeitsprüfungen. Bei einem Abstand von 1 m vor der Antennenspitze liegt der Durchmesser der homogenen Zone mit einem maximalen Feldstärkeabfall von 3 dB bei ca. 1 m (uniform area). Die Abmessungen der gestockten Log.-Per.-Antenne sind in Länge und Breite (Horizontalpolarisation angenommen)

vergleichbar mit der herkömmlichen LP-Bauart, allerdings bringt die Höhe der Antenne gewisse Nachteile mit sich, wenn häufiger Antennenwechsel notwendig ist. Bei Prüfplätzen, die ausschließlich für Störfestigkeitsprüfungen verwendet werden, fällt dieser Nachteil jedoch kaum ins Gewicht.

### Zusammenfassung

Die gestockte Log.-Per.-Antenne eignet sich besonders gut für Störfestigkeitsprüfungen ab 80 MHz aufwärts, bei denen höchste Feldstärken mit guter Feldhomogenität erzeugt werden müssen. Bestehende Immunitätsprüfplätze können mit der vorhandenen Verstärkerausstattung durch den Einsatz der gestockten LP ca. 20 bis 40 % höhere Feldstärken realisieren als mit herkömmlichen Log.-Per.-Antennen. Insbesondere die Kfz- und Luftfahrtindustrie und deren Zulieferer müssen enorme Prüffeldstärken zur Qualifizierung ihrer Produkte erzeugen.

### Literatur

- [1] Isbell, D.E.: Log Periodic Dipole Arrays; IRE Transactions on Antennas and Propagation, AP 8, p. 260–267, May 1960
- [2] Meinke, Gundlach: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik; Bd 2, Springer-Verlag
- [3] Kraus, J.D.: Antennas; Second Edition, McGraw-Hill
- [4] Stirner, E.: Antennen; Bd 2, Hüthig
- [5] Datenblätter VULP 9118 B, STLP 9128 C, STLP 9128 E, Schwarzbeck Mess-Elektronik

www.publish-industry.net

more @ click EK2B0602

## How to use

more @ click !

1. www.publish-industry.net
2. ,more@click'-Code eingeben
3. Anbieter kontaktieren – Diskutieren – Recherchieren

## Anzeige