

## Interessante Anwendungsmöglichkeiten:

# Radarstrahlung

Detektieren, Messen und Analysieren mit dem **Lambda-Fox® RFA3**

Ausgabe: 12/2003  
Änderungen zur Vorversion: keine



**Radar** ist die Abkürzung von Radio Detecting and Ranging und wird verwendet zur Ortung von Flugzeugen, Schiffen..., zur Navigation oder zum Messen von Entfernungen von Objekten zu Lande, zu Wasser oder in der Luft.

Eine meist dreh- und schwenkbare Antenne sendet ständig hochfrequente Signale im Mikrowellenbereich aus, die von den „Zielen“ teilweise reflektiert und somit vom Radar-Empfänger als „Echo“ verarbeitet werden können.

Abbildung: Streckenrundsicht radar (bis 400 km) [3]

## Einteilung der Radargeräte nach Einsatzbereich

### **Zivile Anwendungen**

Flughafen: Rollfeldüberwachungsradar, Nahverkehrsbereichsradar, Präzisionsanflugradar, Streckenrundsicht radar  
Schiffsradar  
Wetterradar  
Bewegungsmelder  
Polizeiradar  
Abstandsradar im Straßenverkehr

### **Militärische Anwendungen**

Überwachungsradar  
Feuerleit radar  
Such- und Verfolgungsradar

## Einteilung der Radargeräte nach Funktionsweise

### **Sekundärradar**

Nachdem z.B. Flugzeuge vom Radarstrahl der Bodenstation erfasst wurden, sendet die borbefindliche Radaranlage eine kodierte Antwort (mit Informationen zur Flughöhe, techn. Probleme etc.) ebenfalls in Form eines Radarstrahles an die Bodenstation zurück.

### **Primärradar mit gepulster Strahlung**

Hier werden impulsförmige Mikrowellen mit sehr hoher Leistung ausgestrahlt. Im Gegensatz zum Sekundärradar ist die Sendequelle auch auf den Empfang der reflektierten Strahlung (den Echos) ausgelegt, um daraus Parameter wie z.B. Entfernung, Geschwindigkeit oder Höhe zu gewinnen.

## **Primärradar mit kontinuierlicher (ungepulster) Strahlung**

Hier werden ununterbrochen Sendesignale abgestrahlt, die Echos ständig empfangen und verarbeitet. Empfänger und Sender können an unterschiedlichen Orten positioniert sein.

Der Frequenzbereich von Radaranlagen reicht von etwa 1 Gigahertz (Anflugradar) bis 154 GHz (Kfz-Abstandsradar). Im militärischen Bereich arbeiten Radaranlagen teilweise auch unter 1 GHz. Typisch für gepulste Radarstrahlung sind hohe Crestfaktoren, d.h. das Verhältnis von Spitzenwert zu Effektivwert ist sehr groß – Faktor 1000 und mehr. Zum Vergleich DECT-Schnurlostelefone etwa 100 (Bereitschaftssignal der Basisstation).

Im folgenden wird besonders die gepulste Radarstrahlung, ausgehend von Flughafenradar, wie Nahverkehrsbereichsradar, Streckenrundsicht radar (siehe Abbildung) und Anflugradar beschrieben, da besonders diese aufgrund ihrer Signalbeschaffenheit und Ausbreitungsart mit Pulsleistungen bis über 2,5 Megawatt in weitem Umkreis (bis zu 400 Km) von Flughäfen nachweisbar ist.

Generell gilt: Radarsignale sind durch Beugung, Brechung und Reflexion oder durch flache Abstrahlung auch in Bodennähe (Wohnhäusern...) nachweisbar. In der Nähe von Flughäfen, Überflugschneisen oder Wasserstraßen, Hafen- oder militärischen Anlagen ist die Radarstrahlung stärker als weiter entfernt. Die Höhe der messbaren Immission ist auch abhängig von den Einstellungen der Sendeantennen (meist Parabolantennen, siehe Abbildung), dem Standort (auf Hügeln, Kuppen, ...) oder den Wetterbedingungen.

Im Bereich der Baubiologie, Umweltanalytik oder EMVU findet die Radarstrahlung bisher zu wenig Beachtung, obwohl enorme Pulsleistungen in weite Gebiete gesendet werden und auch die Signalbeschaffenheit biologische Einflüsse vermuten lässt.

Erschwerend kam hinzu, dass die Messtechnik nur für sehr hohe Strahlungsdichten, die nur Mittelwerte und eben nicht Spitzenwerte detektierte, ausgelegt war. Zu wenig baubiologische Messtechniker und Umweltanalytiker befassten sich bisher mit der korrekten Messung von Radarsignalen mit Hilfe des Spektrumanalysators.

Neben einer teureren Ausrüstung bedarf es viel Erfahrung und Zeit, um aussagekräftige Messergebnisse zu erhalten.

Engagiert in Sachen Radarmesstechnik ist der Baubiologe Wolfgang Kessel. Er hat sich eingehend mit Messungen befasst und auf seiner Homepage ist einiges zum Thema zu erfahren [1].

Auf Flugplätzen installierte Anlagen vom Typ Sekundärradar, Streckenrundsicht radar strahlen im Frequenzbereich von 1030 bzw. 1090 MHz sowie 1240 bis 1400 MHz, das Nahverkehrsbereichsradar hauptsächlich von 2700 bis 3400 MHz.

Es werden Pulse mit Längen von einigen 100 Nanosekunden bis zu einigen Mikrosekunden (manchmal auch kurze Pulse hintereinander sogenannte Doppler\*) in Intervallen von einigen hundert Hertz ausgesendet.

Da sich die Antennen relativ langsam drehen, trifft die Pulssequenz (Burst) nur etwa alle 4 bis 12 Sekunden für sehr kurze Zeit am Messort ein, vergleichbar mit dem sich drehenden Lichtkegel eines Leuchtturms.

Details zur Radartechnik sind auch im Internet zu finden, [1,2,3,4,5,].

[1] [www.umweltanalytik-kessel.de/2nav2fset.htm](http://www.umweltanalytik-kessel.de/2nav2fset.htm)

[2] [www.radarstrahlung.de](http://www.radarstrahlung.de)

[3] [www.mitglied.lycos.de/radargrundlagen/top.html](http://www.mitglied.lycos.de/radargrundlagen/top.html)

[4] [www.atcnea.at/anlagenfotos/anlagen.htm](http://www.atcnea.at/anlagenfotos/anlagen.htm)

[5] [www.unki.de/schulcd/physik/radar.htm](http://www.unki.de/schulcd/physik/radar.htm)

\* Mit Hilfe des Doppler-Effekts (nach dem österreichischen Physiker C. Doppler) können speziell ausgerüstete Radargeräte die Geschwindigkeitskomponente bestimmen, mit der sich Zielobjekte auf das Radar zu bewegen bzw. von ihm entfernen (radiale Geschwindigkeit).

Die korrekte qualitative und quantitative Radar-Messtechnik ist weitaus anspruchsvoller als die Erfassung anderer Funktechniken, wie z.B. die der gepulsten DECT-Signale. Bleibt den Messgeräten doch sehr wenig Zeit, die Strahlung zu detektieren und die Spitzenwerte richtig zu ermitteln.

Die korrekte Detektion, Messung und Analyse von Radar-Signalen war von Anfang an ein Bestandteil der Entwicklung des HF-Breitbandmessgerätes **Lambda-Fox® RFA3**.

Erstmals ist es möglich, preiswert, unkompliziert und schnell alle Radar-Signale im strahlenintensivsten Frequenzbereich bis 3,3 GHz zu untersuchen.

Für eine exakte und umfassende Bewertung ist jedoch nach wie vor ein Spektrumanalysator unverzichtbar, am besten einer mit einem Frequenzbereich bis 27 GHz.

### **Radarsignale mit dem Lambda-Fox® RFA3 detektieren**

Hier ist Geduld gefragt. Am einfachsten gelingt die Messung in der Nähe von Flughäfen, militärischen Anlagen oder auf Hügeln.

Zum Einstieg ist es notwendig sich mit dem akustischen Signalverlauf von typischen Radarsignalen vertraut zu machen.

Einige Beispiele können Sie auf unserer Internet-Seite [www.merkel-messtechnik.de](http://www.merkel-messtechnik.de) im Bereich *Service* herunterladen.

Charakteristisch sind die nur alle paar Sekunden hörbaren Pulse, diese müssen aus all den anderen Funkdiensten mit niederfrequent amplitudenmodulierten Signalverläufen „herausgehört“ werden.

1. Montieren Sie die Log-Per-Antenne zunächst in vertikaler Position an den RFA3.
2. Stellen Sie die Schiebeschalter auf *On*, *Avg* und *Sound* bei mittlerer Lautstärke.
3. Halten Sie den RFA3 auf Brusthöhe und parallel zum Boden.
4. Drehen Sie sich mit dem RFA3 langsam um die eigene Achse. Stoppen Sie etwa alle 30° und warten mindestens 10 Sekunden - eine Umdrehung dauert so 2 bis 3 Minuten. Den gleichen Vorgang wiederholen Sie gegebenenfalls mit 20° nach oben gestellten RFA3 und mit einer horizontalen oder 45° polarisierten Antenneneinstellung. Merken Sie sich die Position mit den am deutlichsten hörbaren Radar-Pulsen, um in dieser Position den maximalen Messwert ermitteln zu können.

### **Messen von Radar-Immissionen mit dem Lambda-Fox® RFA3**

Um den höchsten Messwert zu erfassen, ist der RFA3 im *Avg*-Modus zu betreiben. Beobachten Sie die Leuchtdioden (LED)-Reihe genau, um beim Eintreffen der Radar-Signale den höchsten Anzeigewert nicht zu verpassen. Bei Radarmessungen leuchten die LED nicht kontinuierlich, sie blitzen wegen der kurzen Radarpulse nur noch kurz auf.

Diagnostisch sinnvoll und hilfreich ist es, zusätzlich den *Sound*-Drehschalter zu verwenden. Dazu die Schiebeschalter auf *Avg* und *Sound* stellen und nun den *Sound*-Drehschalter auf einen Anzeigewert, z.B. -50 dBm, stellen. Sie hören jetzt nur noch die „Geräusche“, die der RFA3 im Bereich -50 dBm empfängt. Drehen Sie nun den Schalter schrittweise nach rechts in Richtung „höherer“ Pegel bis Sie akustisch gerade noch die Spitze des Radarsignals wahrnehmen können.

### **Radarstrahlung mit dem Lambda-Fox® RFA3 analysieren**

Mit Hilfe der akustischen Analyse lassen sich Umlaufzeit, Doppler-Impuls oder die Art des Radarsignals, wie z.B. Überflugradar (Sekundärradar), diagnostizieren.

Mit dem Schieber auf der Log-Per-Antenne ist die Identifikation des Frequenzbereiches möglich. Verfahren Sie dabei bitte, wie unter „Messen von Radar-Immissionen“ beschrieben, um dann mittels des Antennenschiebers den Pegelabfall zu beobachten. Der kann sich entweder um 1100 MHz oder 1300 MHz einstellen oder erst bei einer Schieberstellung jenseits der 2500 MHz Markierung. Auch kann es trotz eines vorhandenen Radarsignals zu keinem Pegelabfall kommen – das bedeutet, dass Radarsignale jenseits von etwa 2800 MHz erfasst werden.