

*Franz J. Bellen, DJ1YQ*

## Was bringt uns die Zirkularpolarisation von Antennen bei Satellitenbetrieb?

### 1. Einführung

Über dieses Thema wurde schon viel geschrieben, so dass eine ausführliche Erörterung sich hier erübrigt. Deshalb nur eine kurze Anmerkung:

Ist das Satellitensignal zirkular polarisiert, so erhält man mit einer zirkular polarisierten Empfangsantenne mit gleichem Drehsinn die optimalen Feldstärkesignale, linearpolarisierte Antennen liefern theoretisch 3 dB weniger. Dieses gilt aber nur dann, wenn die Antennen sich gegenseitig „ins Gesicht sehen“, Squintwinkel 0 Grad. Ist der Einfallswinkel  $>0$  Grad, werden die Verhältnisse unübersichtlich.

Um etwas Licht in dieses Dunkel zu bringen, hat der Verfasser das Bakensignal von AO-40 bei verschiedenen Squintwinkeln mit einer linear und einer zirkular polarisierten Antenne untersucht.

### 2. Versuchsanordnung

Die bei dem Verfasser vorhandene Langyagi-Antenne mit 67 Elementen der Firma SHF-Electronic mit einem Gewinn von 20 dBD ist in Amateurkreisen bekannt und braucht daher nicht näher beschrieben zu werden. Das Antennensignal wird über ein kurzes Kabel einem UEK-2000 zugeführt. Diese Anordnung hat eine Rauschzahl von 1.1 dB (Kabel: 0.1 dB, Umsetzer: 1.0 dB).



Die Firma SSB-Electronic, Iserlohn, stellte freundlicherweise einen Spiegel mit einem zirkular polarisiertem Patcherreger (Sonderausführung) für die Untersuchungen zur Verfügung. Diese Antenne, Typ Airlink 60, siehe Foto, ist eine Industriearbeitung und in Amateurkreisen kaum bekannt. Es handelt sich um eine sehr leichte Kunststoffantenne, die einen Cu-beschichteten Reflektor und Edelstahl-Bestigungsklemmen hat. Die Ausführung entspricht einem typischen Industriestandard. Durch die komplette Kapselung ist sie wetterfest und durch die Form bedingt, hat sie einen geringen Luftwiderstand. Der Spiegeldurchmesser beträgt 620 mm und das f/D-Verhältnis 0.3. Der Gewinn wird mit 22.2 dBi angegeben, was etwa 20 dBD, also dem Gewinn der Yagi, entspricht. Die Serienausführung ist linear polarisiert und wird bei drahtlosen LAN-Netzwerken eingesetzt.

Über ein Verbindungskabel,  $F = 0.3$  dB, wird das Antennensignal einem UEK-3000,  $F = 0.6$  dB, zugeführt. Die Gesamtrauschzahl dieser Anordnung beträgt 0.9 dB, etwas günstiger als bei der Yagianordnung.

Die Bakensignale von AO-40 und das Rauschen wurden jeweils 100 s direkt nacheinander mit

jeder Empfangseinrichtung aufgenommen. Es wird unterstellt, dass in diesen 200 s keine wesentliche Signaländerung stattgefunden hat.

Die Hard- und Software der Messwertaufnahme wurde in [1] ausführlich beschrieben.

### 3. Messergebnisse

#### 3.1 Definitionen

Mittelwert bedeutet: Summe aller Messwerte dividiert durch die Anzahl der Messwerte, hier 1000. Der Begriff „Standard-Abweichung“ (Sigma), ein Begriff aus der Statistik, bedeutet, dass 68.3 % aller Messwerte innerhalb dieser Grenze liegen, bei  $2 * \text{Sigma}$  sind es 95.4 % und bei  $3 * \text{Sigma}$  99.7 % aller Messwerte. Für Amateurzwecke ist es sinnvoll,  $3 * \text{Standard-Abweichung}$  zu wählen, wenn man von Signalschwankungsbreite spricht.

Für jeden Versuch wurden vier Messreihen zu je 1000 Messwerten, Zykluszeit 100 ms, aufgenommen, u.zw. 1. das Bakensignal mit der Spiegel- und 2. der Yagianordnung, 3. und 4. das Rauschen der beiden Empfangssysteme. Parallel dazu wurden die interessierenden Satellitenparameter notiert.

Für die Bakensignalauswertung wurde der Mittelwert des zugehörigen Rauschens von jedem entsprechenden Bakeneinzelsignalwert subtrahiert. Die Nutzsinalhöhe ist die Differenz zwischen den Mittelwerten des Baken- und Rauschsignals.

#### 3.2 Ergebnisse

Von den durchgeführten Untersuchungen wurden für diese Abhandlung drei typische Messreihen ausgewählt.

Die Rauschmessungen aller Versuche ergab, dass die Anordnung Spiegel/UEK-3000 im Mittel eine Standard-Abweichung von 1.0 und die Yagianordnung ein Sigma von 1.1 dB hat. Dieses deckt sich auch mit den unterschiedlichen Rauschzahlen, s.o.. Die Nutzsinalhöhen, s.o., der beiden Systeme unterscheiden sich bei allen Versuchen um weniger als 1 dB. Ihre absolute Höhe ist wesentlich von der Satellitenentfernung abhängig.

Die Bilder 1, 3 und 5 zeigen die Rohaufnahmen der Versuchsreihen und die Bilder 2, 4 und 6 die zugehörigen Auswertungen.

#### 3.3 Diskussion der Ergebnisse

Aus den Bildern 1 und 2 geht hervor, dass bei niedrigen Squintwinkeln, bis 10 Grad, eine linear polarisierte Antenne gleich gute Ergebnisse liefert wie eine zirkular polarisierte. Sigma ist gleich, die Messwerte liegen in einem Band von 2.7 dB = 22 % bezogen auf eine Signalthöhe von 12 dB. Hier ist einwandfreier Empfang der Bake und von SSB-Stationen möglich.

Erhöht sich der Schielwinkel, sieht die Welt schon anders aus. Bei einem Winkel von 23.7 Grad liegen die Bakensignale der Yagianordnung in einem Streuband von 5.1 dB = 63 % bezogen auf ein Signal von 8.1 dB, Bilder 3 und 4. Der dritte Versuch, Bilder 5 und 6, wurde bei einem Squint von 33.4 Grad und geringer Satellitenentfernung durchgeführt. Die Signalstreuung für die Yagianordnung beträgt hier 8.1 dB = 44 % bei einem Bakensignalpegel von 18.4 dB. Bei Signalschwankungen, die im Bereich um 50 % liegen, wird das Arbeiten über AO-40 schon problematisch.

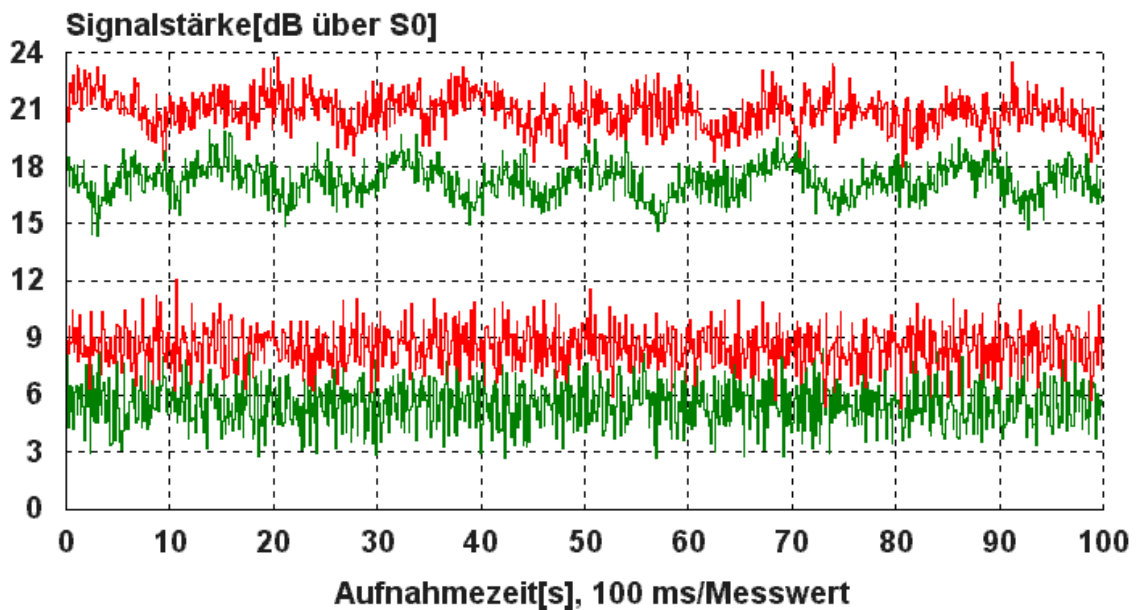
Viel günstiger liegen die Verhältnisse bei einer Zirkularpolarisation. Unter den gleichen Bedingungen zeigt die Spiegelanordnung nur eine Standard-Abweichung von 1.0 dB, auf die Ba-

kensignalpegel bezogen ( $3 * \text{Sigma}$ ) eine Schwankung von 37 und 17 %. Die Signaländerungen werden hier um ca. 50 % reduziert, was auch die Empfangsschwierigkeiten verringert.

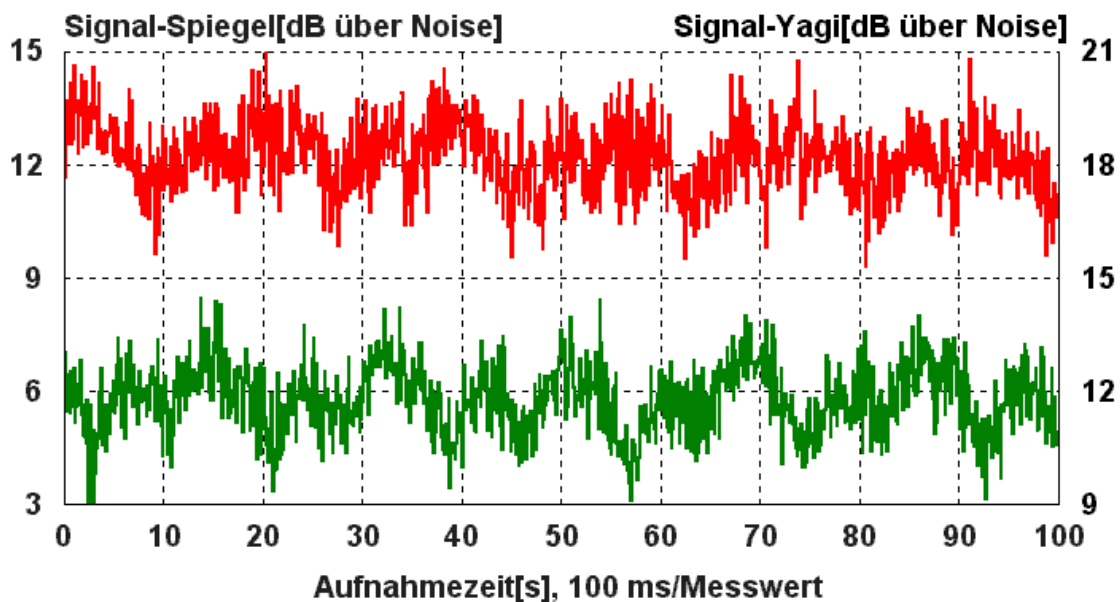
#### **4. Zusammenfassung**

Was schon so oft behauptet wurde, dass eine zirkular polarisierte Antenne für Satellitenbetrieb besser ist als eine linear polarisierte, wurde mit Zahlenbeispielen belegt. Der Nachteil der Schüsseln ist allerdings ihre höhere Windempfindlichkeit gegenüber Yagiantennen. Einen Vorteil in dieser Hinsicht bietet die von der Firma SSB-Electronic vertriebene Antenne, Typ Airlink. Hier ist es aber nicht möglich, den Antennenvorverstärker oder Signalumsetzer direkt am Patch zu befestigen. Ein weiterer Vorteil einer geschlossenen Antenne ist, dass bei Regen das Grundrauschen sich weniger erhöht als bei einer offenen Antenne.

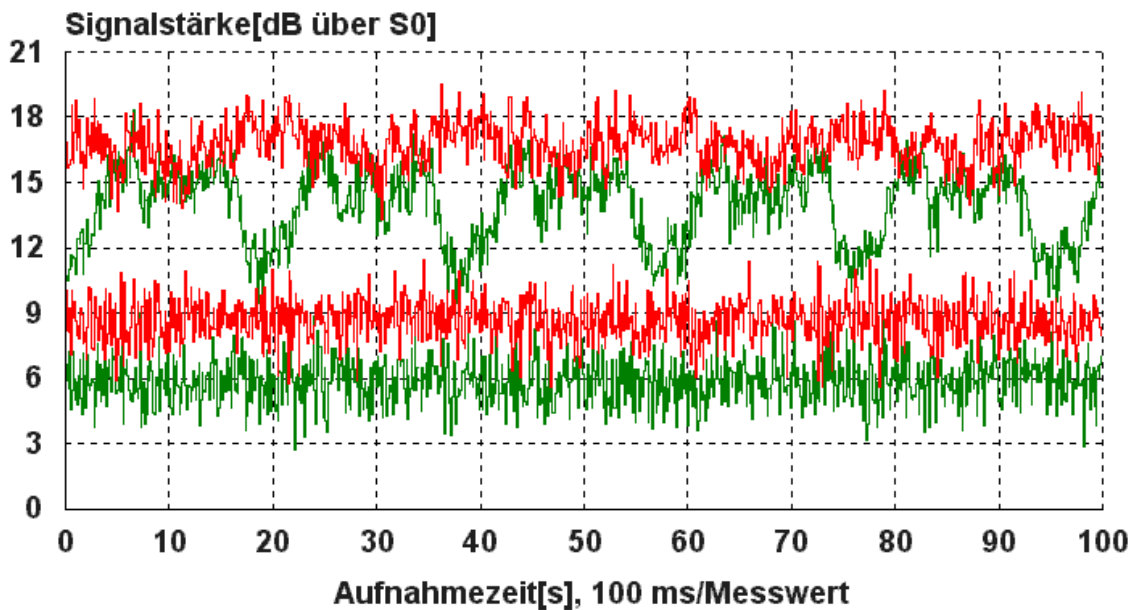
[1] Franz J. Bellen, DJ1YQ, „Erfassung und Auswertung von analogen Satellitensignalen“, AMSAT-DL Journal Nr.1, Jg. 30, März/Mai 2003



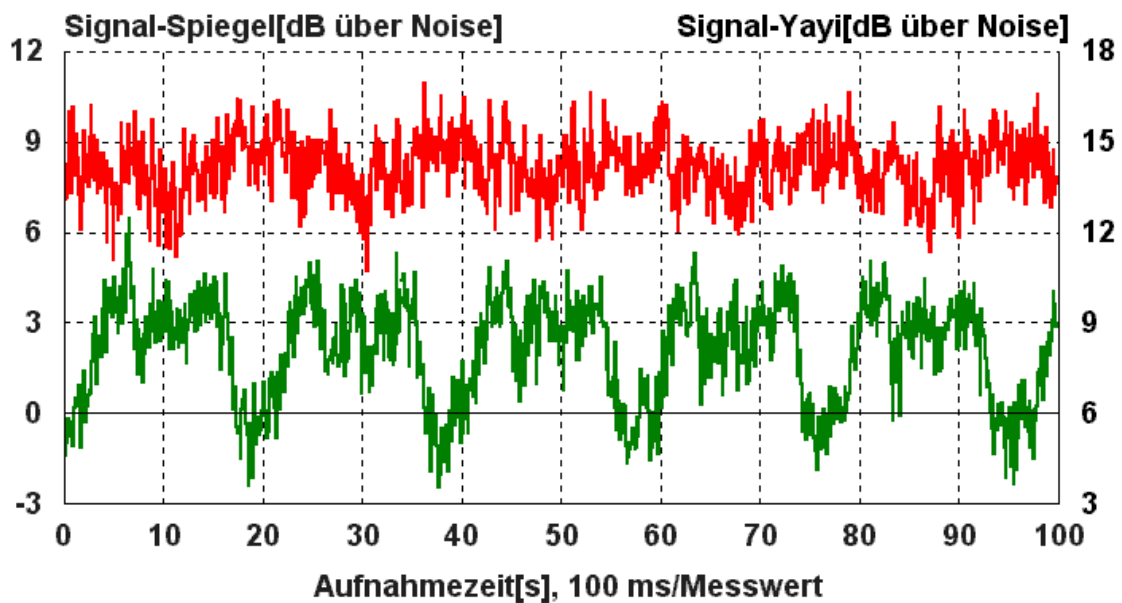
**Bild 1: Rohdatenaufnahme 28-02-03 (Zählweise von unten nach oben):**  
 Rauschen-Yagi, Rauschen-Spiegel, AO-40 Bake-Yagi, AO-40 Bake-Spiegel  
 Satellit: MA=183, SQ=10.8 Grad, EL=30 Grad, AZ=170 Grad, D=53000 km



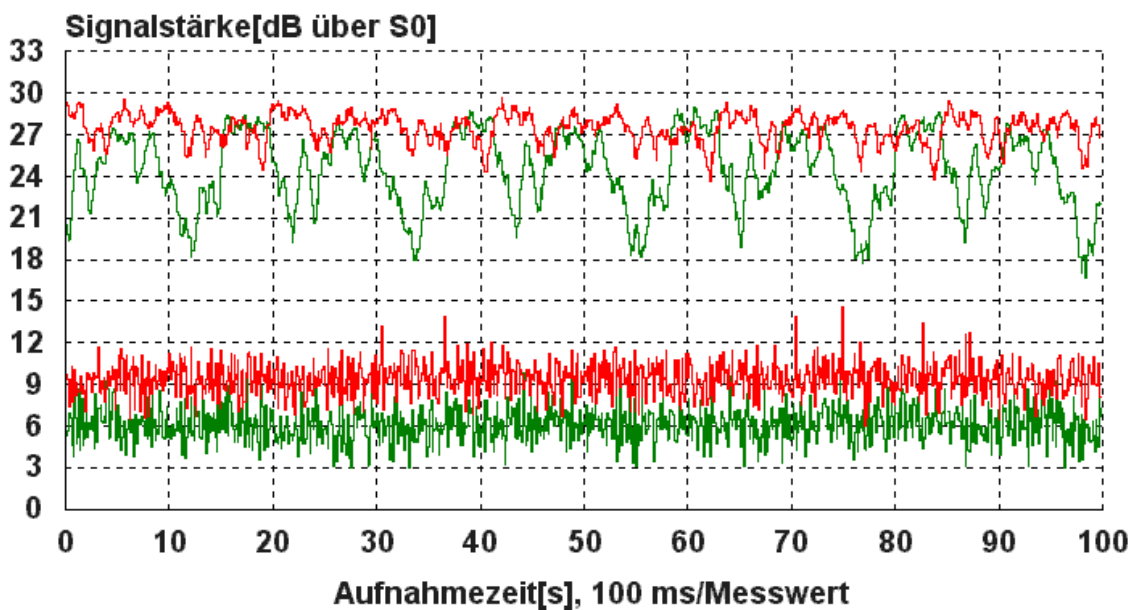
**Bild 2: Auswertung der Bakensignale von Bild 1:**  
 Spiegel mit UEK-3000 (oben), Mittelwert 12.2, Standard-Abweichung 0.9 dB,  
 Yagi mit UEK-2000 (unten), Mittelwert 11.8, Standard-Abweichung 0.9 dB,



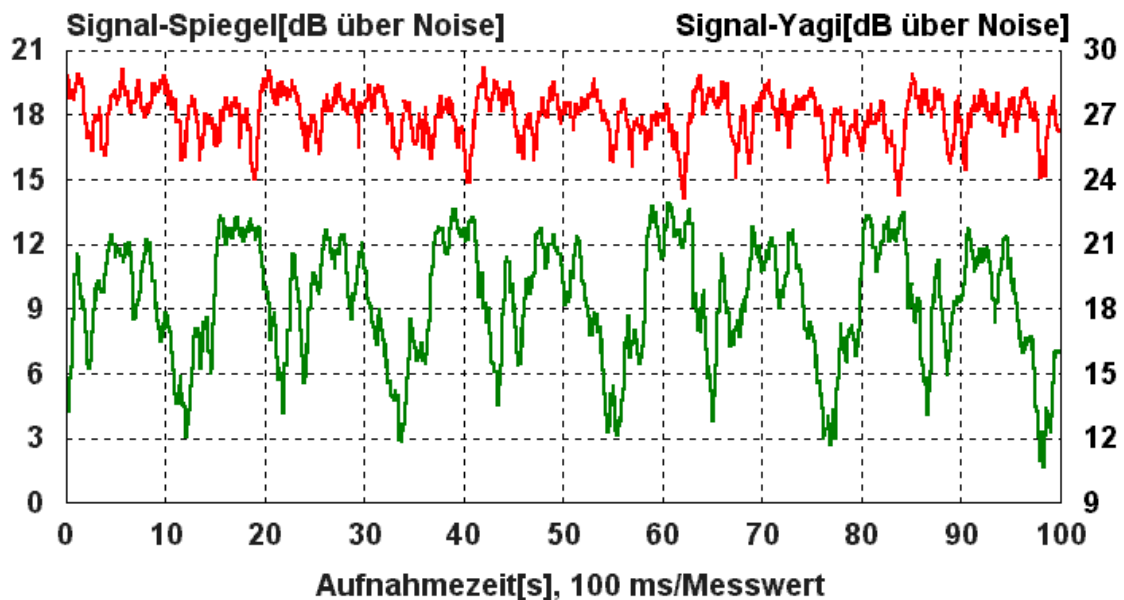
**Bild 3: Rohdatenaufnahme 03-03-03 (Zählweise von unten nach oben):**  
 Rauschen-Yagi, Rauschen-Spiegel, AO-40 Bake-Yagi, AO-40 Bake-Spiegel  
 Satellit: MA=113, SQ=23.7 Grad, EL=29 Grad, AZ=183 Grad, D=61100 km



**Bild 4: Auswertung der Bakensignale von Bild 3:**  
 Spiegel mit UEK-3000 (oben), Mittelwert 8.1, Standard-Abweichung 1.0 dB,  
 Yagi mit UEK-2000 (unten), Mittelwert 8.1, Standard-Abweichung 1.7 dB,



**Bild 5: Rohdatenaufnahme 01-04-03 (Zählweise von unten nach oben):  
Rauschen-Yagi, Rauschen-Spiegel, AO-40 Bake-Yagi, AO-40 Bake-Spiegel  
Satellit: MA=242, SQ=33.4 Grad, EL=27 Grad, AZ=160 Grad, D=18100 km**



**Bild 6: Auswertung der Bakensignale von Bild 5:  
Spiegel mit UEK-3000 (oben), Mittelwert 18.0, Stand.-Abweichung 1.0 dB,  
Yagi mit UEK-2000 (unten), Mittelwert 18.4, Stand.-Abweichung 2.7 dB,**