

# Reichweitentest - Und was nun...?

## Reichweitentest / Reichweiten-Bewertung bei 2,4GHz Fernsteuerungen

Die 2,4 GHz-Funkstrecke arbeitet digital, und da ist der RSSI Wert als analoge Größe (RSSI=Feldstärkeinformation) alleine wertlos. Das RSSI Signal ist nur ein Wert zwischen 0 und 100%. Feldstärkewerte ohne die digitalen Informationen aus den Datenblöcken, können keine verwertbare Information für sicheren Steuersignal-Empfang darstellen.

Bei FUTABA-Empfängern wird daher nicht allein das RSSI-Signal ausgewertet, sondern es werden zusätzliche, aus mehreren intern im Empfänger vorhandene Empfangsdaten, ausgewertet. Z.B. die Erkennung/De-Kodierung von Datenblöcken, Synchronität zwischen Sender und Empfänger, Daten, die nicht Feldstärke abhängig sind. Auch kollidierte oder verlorene Daten werden mit bewertet.

Die ganz normalen Schwankungen der (analogen) RSSI-Feldstärke, die sich in Millisekunden von 100% bis 0% (s. Diversity) ereignen können, stellen alleine keine Aussage zur Empfangs-Qualität oder Empfangs-Sicherheit dar.

## Vergleich Analoge/Digitale Funkstrecke | RSSI/Feldstärke = 100% (RSSI = Radio Signal Strength Indicator)

Zustand	Zustand	Feldstärke	35/40 MHz Analog	35/40 MHz Analog	2,4GHz-Digital	2,4GHz-Digital
Steuerdaten	Steuersignal	RSSI 0%	Ergebnis	Reichweite	Ergebnis	Reichweite
Daten OK	Angekommen, OK	RSSI 100%	Arbeitet perfekt	Volle Reichweite	Arbeitet 100%	Volle Reichweite
Gestört, aber lesbar	lesbar	RSSI 100%	Empfang gestört, mehrfach F/S	minimalste Reichweite	Arbeitet 100%	Volle Reichweite
Gestört, aber lesbar	Gestört, aber lesbar	RSSI 0%	Empfang gestört, häufig F/S	minimalste Reichweite	Arbeitet 100%	Volle Reichweite
Gestört, nicht lesbar	Gestört, nicht lesbar	RSSI 100%	0 Funktion	0 Reichweite	0 Funktion	0 Reichweite

Umgekehrt: Null Feldstärke/RSSI 0%

Zustand	Zustand	Feldstärke	35/40 MHz Analog	35/40 MHz Analog	2,4GHz-Digital	2,4GHz-Digital
Steuerdaten	Steuersignal	RSSI 0%	Ergebnis	Reichweite	Ergebnis	Reichweite
Daten OK	OK	RSSI 0%	Kein Empfang	keine Reichweite	Arbeitet 100%	Volle Reichweite
Gestört, aber lesbar	lesbar	RSSI 0%	Kein Empfang	minimalste Reichweite	Arbeitet 100%	Volle Reichweite
Gestört, aber lesbar	Gestört, aber lesbar	RSSI 0%	Kein Empfang	minimalste Reichweite	Arbeitet 100%	Volle Reichweite
Gestört, nicht lesbar	Gestört, nicht lesbar	RSSI 0%	0 Funktion	0 Reichweite	0 Funktion	0 Reichweite

**So ist bewiesen:** Bei der digitalen 2,4 GHz Funkstrecke hat „Viel Reichweite“ NICHTs mit „Viel Sicherheit“ der Funkstrecke zu tun. Viel Feldstärke (z.B. durch erhöhte Sendeleistung) ergibt bei 2,4 GHz keine zusätzliche Sicherheit.

In das Bewertungs-Ergebnis des Empfangssignals gehen im digital arbeitenden 2,4 GHz-Empfänger letztlich sehr viele unterschiedliche Faktoren und die jeweiligen „Rechenmodelle des Systems“ ein. Das RSSI Signal kann in dieser Konstellation in der Gesamtbetrachtung noch hilfreich sein, allein ist es nichts wert, nicht bewertbar. Deshalb setzt sich bei FUTABA-Empfängern die RSSI-Auswertung zur Empfangsqualität aus mehreren, sinnvoll zusammengestellten Informationen zusammen.

Ein wirklicher Bezug zwischen der erzielbaren Reichweite und Übertragungs-Sicherheit für die „Steuerstrecke“ kann also bei digitalen 2,4 GHz Systemen aus dem RSSI-Wert nicht abgeleitet werden, obwohl das leider immer noch gerne so dargestellt wird. Hier ist die Datensicherheit ein viel entscheidenderes Kriterium, der Empfänger muss ja aus einem immensen Frequenzgewirr „seinen Sender heraushören“ können und sich mit ihm synchronisieren, zum Beispiel wenn mehrere Piloten gleichzeitig fliegen.

Aber auch aus der ganzen Funk-Umwelt liegen ja ständig Störungen an. Dieses optimal auszuwerten bedarf einer immensen Erfahrung mit 2,4 GHz Funksystemen und der dafür notwendigen Software. Einfache Feldstärkebetrachtungen sind da wenig hilfreich.

**Deshalb gilt:** Bei 2,4GHz-Systemen Reichweite mit Sicherheit gleichzusetzen ist passe, das ist „analoges Denken“ aus der Vergangenheit.

### Durchführung Reichweitentest

Reichweitentests ohne Messgeräte und ohne definierte Bedingungen sind generell nur Vergleichstests und stellen höchstens ein einfaches Hilfsmittel dar. Trotzdem ist der übliche Reichweitentest für Anwender hilfreich und ergibt wenigstens eine einfache Grundinformation für den Anwender.

Zum Vergleichen müssen aber, soweit irgend möglich, auch die gleichen Bedingungen hergestellt werden !!!

Hier sind bei der 2,4 GHz Technik einige Dinge zu beachten, will man tatsächlich zu **vergleichbaren und verwertbaren Ergebnissen** kommen.

- 1) Eine Mess-Strecke aufbauen, die man immer wieder benutzen kann. Nur an immer der gleichen Stelle und unter gleichen Bedingungen kann man vergleichbare Ergebnisse erzielen.
- 2) Immer bei gleichem Wetter testen, am Besten immer bei trockenem Wetter
- 3) Modell mindestens in 1 m Höhe, auf Holz oder anderen, nicht elektrisch leitenden, nicht reflektierenden Gegenständen
- 4) Antennenausrichtung im Modell für Reichweitentest anordnen (für Vergleichbarkeit), beide 3cm Antennen ausserhalb des Modells, senkrecht nach oben, Abstand voneinander mind. 10cm. Eine dafür angefertigte Antennen-Befestigungs-Schablone aus Karton kann dabei sehr hilfreich sein. (Nach dem Test müssen die Antennen wieder in optimale Einbauposition gebracht werden).
- 5) Sender beim Pilot, mind. 1m Höhe, Sender-Antennen-Ausrichtung senkrecht nach oben, Sender und Pilot zum Modell ausgerichtet (Sende-Antenne zum Betrieb später wieder in die optimale Betriebsstellung bringen, 45Grad).
- 6) Optimal ist, wenn man zunächst den Empfänger mit einem Servo alleine, im ausgebauten Zustand, testet, und dann den Test in eingebautem Zustand mit Modell wiederholt (Modell dann 1m hoch). Auf diese Weise können negative Modell-Einflüsse auf den Empfang ausgeschlossen werden. Grosse Reichweiten-Unterschiede dürfen sich dabei nicht ergeben.
- 7) Bei kleinen Modellen mit kleinen Ruderflächen, diese durch Papierflächen usw. vergrößern, damit die Ruderbewegungen auch noch in größeren Entfernungen gut sichtbar sind.
- 8) Der Pilot entfernt sich so vom Modell und startet die Funktion „Reichweitentest“. Damit wird die Sendeleistung reduziert. So sich dann, immer in die gleiche Richtung an diesem Testplatz, vom Modell entfernen.
- 9) Die Steuerknüppel konstant bewegen und dabei die Ruderbewegungen beobachten. Die Ruder müssen den Steuerbewegungen der Steuerknüppel genau folgen.
- 10) Es dürfen sich dabei keine Gegenstände oder Körper zwischen Sender- und Empfängerantennen befinden.
- 11) Die Servos sollten ruckfrei arbeiten und die Ruder so antreiben.
- 12) Ergeben sich größere Unterbrechungen oder Servorucken, ist die Reichweitengrenze erreicht.

13) Reichweitentest wie oben wiederholen, sich dabei aber um 90 Grad in eine andere Richtung entfernen.

14) Im Betriebs-Modus „Reichweitentest“ des Senders sollten sich immer ca. 50m normale Funktion ergeben.

Ist die max. Reichweite komplett überschritten und kein Servo bewegt sich mehr zum Knüppel, so ist meist eine deutliche Strecke in Richtung des Senders zurückzulegen, bis das Signal am Servo wieder ankommt. Das System hat während des Tests, schon lange bevor am Servo Auswirkungen sichtbar waren (Grenzbereich), das vorhandene, schwache Signal so weit hergestellt, dass dadurch an einem Servo in diesem Betriebszustand noch keine Auswirkungen des schlechten Signals erkennbar waren.

Diese Signal-Korrektur ist möglich, solange aus dem stark verrauschten Signal noch Synchronität zwischen Sender und Empfänger herstellbar ist (s. digitale Funkstrecke). Nach einer Komplet-Unterbrechung ist diese „Synchronität“ erst dann wieder herstellbar, wenn ein völlig ungestörtes Signal über einen kurzen Zeitraum angekommen ist. Deshalb muss man sich deutlich näher als bis zur vorher festgestellten Reichweitengrenze mit Servosignal-Unterbrechungen zurück zum Modell begeben (Hysterese), bis sich die Servos wieder in Betrieb setzen.

Im Grenzbereich ist daher auch kein Test von Fail Safe-Funktionen möglich, die Rückkehrzeit würde sich deutlich erhöhen. Störungen die man mit der Fail Safe Funktion in der Praxis „bearbeitet“, sind immer kurzzeitige Ereignisse. Empfangssignale, vor allem die Feldstärke, im normalen Flugbereich ändern sich z.T. innerhalb von Millisekunden von 0% bis 100%. Für Fail Safe Tests muss die Reichweitengrenze deutlich überschritten werden, oder man schaltet dafür einfach den Sender aus.

Nur unter den oben beschriebenen Bedingungen werden bei Reichweitentests vergleichbare und verwertbare Ergebnisse erzielt.

### **Wiederholung zu Sicherheit!!!!**

Zum praktischen Betrieb im Flug dann die Empfängerantennen (3cm) 90 Grad versetzt anordnen, je größer der Abstand desto besser. Die Senderantenne wieder in 45Grad Stellung bringen.

**Hinweis:** Keinerlei Reichweite ergibt sich, wenn sich das Modell oder der Sender, direkt am Boden befinden. Die Strahlungs-Energie wird quasi von der Masse der Erde regelrecht abgesaugt.

**Wenn Du FUTABA hast - dann hast Du FUTABA...!**

ACT Europe im November 2019